



**Diagnostyka
układów
elektrycznych
i elektronicznych**
pojazdów samochodowych



DO NOWEJ PODSTAWY
PROGRAMOWEJ

Kwalifikacja M.12.1

Podręcznik do nauki zawodów

- **TECHNIK POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH**
- **ELEKTROMECHANIK POJAZDÓW SAMOCHODOWYCH**



Diagnostyka układów elektrycznych i elektronicznych

pojazdów samochodowych

Grzegorz Dyga
Grzegorz Trawiński

Kwalifikacja M.12.1

Podręcznik do nauki zawodów

- **TECHNIK POJAZDÓW
SAMOCHODOWYCH**
- **ELEKTROMECHANIK
POJAZDÓW
SAMOCHODOWYCH**



Podręcznik dopuszczony do użytku szkolnego przez ministra właściwego do spraw oświaty i wychowania i wpisany do wykazu podręczników przeznaczonych do kształcenia w zawodach na podstawie opinii rzeczoznawców: **mgr. Klemensa Stróżyńskiego, mgr. inż. Henryka Krystkowiaka, mgr. inż. Dariusza Duralskiego.**

Typ szkoły: **technikum, szkoła policealna, zasadnicza szkoła zawodowa.**

Zawód: **technik pojazdów samochodowych, elektromechanik pojazdów samochodowych.**

Kwalifikacja: **M.12. Diagnostowanie oraz naprawa elektrycznych i elektronicznych układów pojazdów samochodowych.**

Część kwalifikacji: **1. Diagnostowanie układów elektrycznych i elektronicznych pojazdów samochodowych.**

Rok dopuszczenia: **2014**

© Copyright by Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne sp. z o.o.
Warszawa 2014

Wydanie I (rzut I)

ISBN 978-83-02-14674-9

Opracowanie merytoryczne i redakcyjne: **Małgorzata Skura** (redaktor koordynator),

Dorota Woźnicka (redaktor merytoryczny)

Redakcja językowa: **Lucyna Lewandowska**

Redakcja techniczna: **Elżbieta Walczak**

Projekt okładki: **Dominik Krajewski**

Fotoedycja: **Agata Bażyńska**

Skład i łamanie: **Studio DeTePe, Paweł Rusiniak**

Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne spółka z ograniczoną odpowiedzialnością

00-807 Warszawa, Aleje Jerozolimskie 96

Tel.: 22 576 25 00

Infolinia: 801 220 555

www.wsip.pl

Druk i oprawa: DROGOWIEC-PL Sp. z o.o., Kielce

Publikacja, którą nabyłeś, jest dziełem twórcy i wydawcy. Prosimy, abyś przestrzegał praw, jakie im przysługują. Jej zawartość możesz udostępnić nieodpłatnie osobom bliskim lub osobiście znanym. Ale nie publikuj jej w internecie. Jeśli cytujesz jej fragmenty, nie zmieniaj ich treści i koniecznie zaznacz, czyje to dzieło. A kopiując jej część, rób to jedynie na użytek osobisty.

prawolubni


Szanujmy cudzą własność i prawo.
Więcej na www.legalnakultura.pl
Polska Izba Książki

1. Zasady bezpieczeństwa pracy przy urządzeniach elektrycznych i elektronicznych

1.1.	Oddziaływanie prądu elektrycznego na człowieka	8
1.2.	Zasady bezpieczeństwa	10
1.3.	Pierwsza pomoc przy porażeniu prądem	13

2. Instalacje elektryczne samochodów

2.1.	Podział i elementy składowe instalacji elektrycznych	18
2.2.	Rodzaje zabezpieczeń instalacji elektrycznej	24
2.3.	Przełączniki samochodowe	28
2.4.	Schematy instalacji elektrycznej	31

3. Podstawy miernictwa elektrycznego i elektronicznego

3.1.	Przyrządy warsztatowe stosowane w pomiarach elektrycznych i elektronicznych	44
3.2.	Zasady wykonywania pomiarów za pomocą multimetru	54
3.3.	Pomiary wykonywane za pomocą oscyloskopu	60
3.4.	Badanie układów elektronicznych testerem diagnostycznym. Programy diagnostyczne	64

4. Diagnostyka źródeł energii

4.1.	Budowa i działanie akumulatora	74
4.2.	Diagnostowanie akumulatora	81
4.3.	Budowa i działanie alternatora	90
4.4.	Diagnostowanie alternatorów – klasycznych i sterowanych cyfrowo	97
	4.4.1. Wprowadzenie	97
	4.4.2. Diagnostowanie alternatora zamontowanego w pojeździe	97

5. Diagnostyka układu rozruchowego i wspomagania rozruchu

5.1.	Budowa i działanie układu rozruchowego	106
5.2.	Diagnostowanie rozrusznika	111
5.3.	Diagnostowanie systemu Start-Stop	115
	5.3.1. Budowa i zasada działania systemu Start-Stop	115
	5.3.2. Diagnostowanie systemu Start-Stop	118
5.4.	Diagnostowanie świec żarowych	120
	5.4.1. Świece żarowe wspomagające pracę rozrusznika	120
	5.4.2. Diagnostowanie świec żarowych	121

6. Diagnostyka podstawowych sensorów i elementów wykonawczych silnika

6.1.	Charakterystyka systemu diagnostyki pokładowej	130
6.2.	Informacje diagnostyczne uzyskiwane z układu OBD II	137
6.3.	Diagnostowanie podstawowych czujników silnika	144
	6.3.1. Wprowadzenie	144
	6.3.2. Diagnostowanie czujników prędkości oraz położenia wału korbowego i wałka rozrządu	145
	6.3.3. Diagnostowanie przepływomierzy powietrza	149

6.3.4.	Diagnozowanie czujników ciśnienia powietrza	152
6.3.5.	Diagnozowanie czujników temperatury	155
6.3.6.	Diagnozowanie sond lambda (czujników tlenu)	156
6.3.7.	Diagnozowanie czujnika zapełnienia filtra cząstek stałych	164
6.4.	Diagnozowanie podstawowych elementów wykonawczych silnika	166
6.4.1.	Diagnozowanie wtryskiwaczy elektromagnetycznych i piezoelektrycznych	166
6.4.2.	Diagnozowanie zaworu recyrkulacji spalin	170
6.4.3.	Diagnozowanie elementów układu regulacji prędkości biegu jałowego	173
6.4.4.	Diagnozowanie zespołu wentylatorów	177

7. Diagnostyka układu zapłonowego

7.1.	Budowa i działanie układu zapłonowego	186
7.2.	Diagnozowanie układu zapłonowego	189
7.2.1.	Wprowadzenie	189
7.2.2.	Diagnozowanie układu zapłonowego z cewkami dwubiegunowymi	190
7.2.3.	Diagnozowanie układu zapłonowego z cewkami indywidualnymi	195
7.3.	Kontrola czujnika spalania detonacyjnego	199

8. Diagnostyka cyfrowych magistral danych

8.1.	Podstawy sterowania cyfrowego w samochodach	204
8.2.	Cyfrowe magistrale danych	207
8.2.1.	Ogólna charakterystyka cyfrowych magistral danych	207
8.2.2.	Magistrala CAN	208
8.2.3.	Magistrala LIN	218
8.3.	Diagnozowanie magistrali CAN	223
8.4.	Diagnozowanie magistrali LIN	230

9. Diagnostyka wskaźników kontrolno-pomiarowych

9.1.	Zestaw wskaźników kontrolno-pomiarowych samochodu	238
9.1.1.	Zestaw wskaźników kontrolno-pomiarowych	238
9.1.2.	Diagnozowanie zestawu wskaźników kontrolno-pomiarowych	242
9.2.	Diagnozowanie czujników płynów eksploatacyjnych	243
9.3.	Diagnozowanie czujnika prędkości jazdy samochodu	253

10. Diagnostyka wybranych czujników stosowanych w układach bezpieczeństwa i komfortu

10.1.	Diagnozowanie czujników prędkości obrotowej kół	258
10.1.1.	Czujniki prędkości obrotowej kół	258
10.1.2.	Ocena stanu czujników prędkości obrotowej kół	259
10.2.	Diagnozowanie czujników położenia koła kierownicy	266
10.2.1.	Czujniki położenia koła kierownicy	266
10.2.2.	Ocena stanu czujników położenia koła kierownicy	267
10.3.	Diagnozowanie układu poduszek gazowych i napinaczy pasów	268
10.3.1.	Układ poduszek gazowych i napinaczy pasów – SRS	268
10.3.2.	Ocena stanu układu SRS	268
10.4.	Diagnozowanie układów sterujących i silników wycieraczek	274
10.4.1.	Układ sterujący wycieraczkami	274
10.4.2.	Ocena stanu technicznego układu wycieraczek	277

10.5.	Diagnostowanie czujników ciśnienia w ogumieniu	280
10.5.1.	Układ kontroli ciśnienia w ogumieniu	280
10.5.2.	Ocena stanu układu nadzoru ciśnienia w ogumieniu	286
10.6.	Diagnostowanie układów wentylacji i ogrzewania wnętrza oraz klimatyzacji	289
10.6.1.	Układy wentylacji i ogrzewania wnętrza oraz klimatyzacji	289
10.6.2.	Ocena stanu układów wentylacji i ogrzewania wnętrza oraz klimatyzacji	292

11. Diagnostyka instalacji oświetlenia samochodu

11.1.	Rodzaje świateł stosowane w pojazdach samochodowych	300
11.2.	Charakterystyka instalacji oświetlenia	306
11.3.	Nowe rodzaje oświetlenia samochodu	311
11.4.	Diagnostowanie instalacji oświetlenia samochodu	314

12. Diagnostyka instalacji alarmowej, immobilizera i centralnego zamka

12.1.	Budowa i działanie instalacji alarmowej pojazdu	320
12.2.	Budowa i działanie immobilizera	327
12.3.	Budowa i działanie układu centralnego zamka	333
12.4.	Diagnostowanie instalacji alarmowej, immobilizera oraz centralnego zamka	339
12.4.1.	Diagnostowanie instalacji alarmowej	339
12.4.2.	Diagnostowanie immobilizera	343
12.4.3.	Diagnostowanie układu centralnego zamka	345

13. Diagnostyka hybrydowych układów napędowych

13.1.	Budowa i działanie hybrydowego układu napędowego	350
13.2.	Diagnostowanie hybrydowego układu napędowego	355
13.3.	Zasady bezpieczeństwa dotyczące diagnostowania hybrydowych układów napędowych	360

14. Diagnostyka sterowników samochodowych

14.1.	Budowa i działanie sterowników samochodowych	366
14.2.	Diagnostowanie sterowników	375

15. Dokumentacja warsztatowa pojazdu samochodowego

15.1.	Dokumentacja związana z przyjęciem pojazdu samochodowego	388
15.2.	Sporządzanie dokumentacji wykonanych pomiarów elektrycznych	392
	Wykaz podstawowych pojęć w językach polskim, angielskim i niemieckim	396
	Źródła ilustracji i fotografii	402

1. Zasady bezpieczeństwa pracy przy urządzeniach elektrycznych i elektronicznych

- Oddziaływanie prądu elektrycznego na człowieka
- Zasady bezpieczeństwa
- Pierwsza pomoc przy porażeniu prądem

1.1

Oddziaływanie prądu elektrycznego na człowieka

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie są skutki oddziaływania prądu elektrycznego na człowieka

Osoby wykonujące różnego rodzaju prace przy samochodach są narażone na kontakt z urządzeniami, zespołami i elementami samochodu zasilanymi energią elektryczną. Urządzenia i przyrządy diagnostyczne również są zasilane energią elektryczną. Praca z nimi może być niebezpieczna, ponieważ zmysły człowieka nie wyczuwają obecności napięcia do momentu kontaktu i dojścia do porażenia prądowego (przepływu tzw. **prądu rażeniowego**). **Próg odczuwania przepływu prądu przez człowieka wynosi 3–5 mA dla prądu stałego oraz ok. 1 mA dla prądu przemiennego o częstotliwości 50 Hz.**

Wszelkie prace przy urządzeniach zasilanych energią elektryczną powinny być wykonywane z zachowaniem odpowiednich środków bezpieczeństwa. Ich przestrzeganie gwarantuje wyeliminowanie zagrożeń dla zdrowia, a nawet życia wykonującej je osoby. Należy również mieć świadomość, że tego typu zagrożenie dotyczy także urządzeń i przyrządów diagnostycznych. Nieprawidłowe stosowanie może spowodować ich uszkodzenie. Na niebezpieczeństwo uszkodzenia narażone są też elementy i zespoły samochodu. Przykładowo, podanie napięcia zasilającego na nieodpowiedni styk sprawdzanego elementu może spowodować jego zniszczenie. Pomiar rezystancji hallotronowych czujników prędkości obrotowej i położenia wału korbowego silnika oraz prędkości obrotowej kół za pomocą miernika także jest zabroniony. Wyjaśniono to w rozdziale 3.

Oddziaływanie prądu elektrycznego na człowieka zależy od wielu czynników:

- rodzaju prądu (przemienny czy stały),
- częstotliwości prądu przemiennego,
- natężenia prądu rażeniowego i czasu jego oddziaływania,
- drogi przepływu prądu przez ciało człowieka,
- wielkości powierzchni kontaktu ciała człowieka (np. dłoni) z obiektem, przez który przepływa prąd, oraz stanu naskórka (jego impedancji i wilgotności).

Za **najgroźniejszy uznaje się prąd przemienny, zwłaszcza o częstotliwości 50–60 Hz**, a więc o częstotliwości zbliżonej do parametrów prądu przemiennego w domowych instalacjach elektrycznych. **Prąd o napięciu ok. 230 V** jest bardzo niebezpieczny, ponieważ już przy **natężeniu kilku miliamperów [mA] człowiek odczuwa ból i następuje skurcz mięśni**, a przy **natężeniu powyżej kilkunastu miliamperów** narastający **skurcz mięśni powoduje zaciśnięcie się dłoni na elemencie instalacji** znajdującym się **pod napięciem**. Utrudnia to ewentualne odłączenie osoby poszkodowanej od czynnika stanowiącego zagrożenie. Przyjmuje się, że **przerwanie kontaktu z obiektem, przez który przepływa prąd, jest możliwe, jeżeli natężenie prądu nie przekracza 9–11 mA (dla kobiet) i 15–16 mA (dla mężczyzn)**.

Wzrost wartości prądu rażeniowego i wydłużenie czasu jego oddziaływania powoduje jeszcze wyraźniejsze objawy i skutki porażenia. Przy **natężeniu prądu przemiennego**

do 80 mA (do 300 mA dla prądu stałego) człowiek jest jeszcze w stanie znieść ból bez utraty przytomności. Oddziaływanie takiego prądu wywołuje drżenie ciała, zaburzenia akcji serca oraz trudności z oddychaniem. Zakłócenia pracy serca objawiają się migotaniem komór, czego efektem jest zmniejszenie ilości krwi tłoczzonej do mózgu, co prowadzi do jego niedotlenienia i utraty przytomności. Często dochodzi również do gwałtownego wzrostu ciśnienia krwi, którego skutkiem może być pęknięcie naczyń krwionośnych i wylew krwi, szczególnie niebezpieczny dla mózgu. Oddziaływanie prądu elektrycznego powoduje także zaburzenia wzroku, słuchu i zmysłu równowagi oraz (przy długim oddziaływaniu lub wysokim natężeniu prądu) oparzenia, a nawet zwęglenie tkanek. **Jeżeli oddziaływanie prądu elektrycznego trwa dłużej niż 0,3 sekundy, a natężenie prądu przemiennego wynosi ponad 80 mA (lub ponad 300 mA dla prądu stałego), powoduje to zatrzymanie akcji serca i oddychania, co kończy się śmiercią.**

Natężenie prądu rażeniowego rośnie wraz ze wzrostem napięcia źródła prądu. Podane wartości progowe wskazują, że skutki porażenia prądem przemiennym są znacznie groźniejsze niż w wypadku porażenia prądem stałym o tym samym natężeniu.



PYTANIA I POLECENIA

1. Wymień skutki oddziaływania prądu elektrycznego na człowieka.
2. Podaj wartości progowe natężenia prądu (przemiennego i stałego) pozwalające odczuć jego przepływ przez człowieka w wypadku porażenia.

1.2

Zasady bezpieczeństwa

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie zasady bezpieczeństwa obowiązują podczas prac z urządzeniami elektrycznymi i elektronicznymi samochodu podczas ich diagnozowania

Diagnosta pojazdów samochodowych jest narażony na działanie prądu o niebezpiecznie wysokim napięciu. Przyjmuje się, że **zakres wysokiego napięcia niebezpieczny dla człowieka zaczyna się dla prądu zmiennego już od 25 V, a dla prądu stałego od 60 V**. W zdecydowanej większości pojazdów samochodowych z instalacją elektryczną prądu stałego o nominalnej wartości napięcia 12 V (samochody osobowe) lub 24 V (samochody ciężarowe, autobusy) w zasadzie nie spotyka się wartości napięcia przewyższającego wartość progową napięcia niebezpiecznego (60 V). Istnieją jednak układy i elementy samochodu, w których występują znacznie wyższe wartości napięcia, stanowiące zagrożenie dla życia i zdrowia człowieka.

W samochodach z silnikami o zapłonie iskrowym w obwodzie uzwojenia wtórnego cewki zapłonowej (tj. w obwodzie układu zapłonowego) występuje bardzo wysokie napięcie, dochodzące do kilkunastu i więcej kilowoltów [kV]. Natężenie prądu podczas wyładowania iskrowego nie stanowi bezpośredniego zagrożenia dla życia człowieka (wywołuje jedynie nieprzyjemne odczucie porażenia napięciowego), ale może być przyczyną uszkodzenia przyrządów diagnostycznych, zwłaszcza przy ich niewłaściwym używaniu. Wysokie napięcie, dochodzące do 150 V i więcej, pojawia się również w uzwojeniu pierwotnym cewki zapłonowej w chwili przerwania przepływu prądu.

Podobne wartości (do 30 kV) napięcia przemiennego o częstotliwości ok. 300 Hz występują także w momencie zapalania lamp ksenonowych. Tak wysokie napięcie wytwarzane jest przez elektroniczny zapłonnik lampy ksenonowej, zasilany prądem stałym z instalacji 12 V pojazdu.

Największe zagrożenia występują podczas prac w samochodach z napędem hybrydowym i elektrycznym. Może w nich wystąpić napięcie dochodzące nawet do 650 V. Dlatego podczas pomiarów diagnostycznych dokonywanych w tych pojazdach trzeba przestrzegać zasad bezpieczeństwa, a pomiary elementów układu należy wykonywać wyłącznie przyrządami przystosowanymi do wysokich napięć, przy odłączonym źródle energii (wysokonapięciowych akumulatorów). Szczegółowe zasady bezpieczeństwa obowiązujące podczas diagnozowania hybrydowych i elektrycznych układów napędowych podano w rozdz. 13.2. Osoba wykonująca takie pomiary powinna mieć uprawnienia do prac z instalacją elektryczną (urządzeniami elektrycznymi) o napięciu do 1 kV.

Zagrożenie odniesienia obrażeń podczas diagnozowania stwarzają również układy poduszek gazowych i pirotechnicznych napinaczy pasów bezpieczeństwa. Wprawdzie napięcia występujące w tym układzie nie przewyższają napięcia instalacji pokładowej (12 V), ale istnieje niebezpieczeństwo niezamierzonego odpalenia poduszki gazowej i wówczas osoba

wykonywająca czynności diagnostyczne lub inne osoby przebywające w zasięgu działania poduszki są narażone na obrażenia. Zasady bezpieczeństwa obowiązujące podczas prac z elementami pirotechnicznymi układu poduszek i napinaczy pasów opisano w rozdz. 10.3.

Niezależnie od wartości napięcia występującego podczas diagnozowania zawsze należy zachować szczególną ostrożność, aby nie narażać się na oddziaływanie prądu rażeniowego, a także nie dopuścić do uszkodzenia wykorzystywanych przyrządów i urządzeń diagnostycznych oraz badanych elementów samochodu. W tym celu należy przestrzegać następujących **zasad bezpieczeństwa**, obowiązujących podczas prac z układami i urządzeniami elektrycznymi i elektronicznymi samochodów:

- czynności diagnostyczne mogą wykonywać tylko osoby przeszkolone, posiadające niezbędne kwalifikacje oraz wymagane uprawnienia (patrz rozdz. 13.2);
- przed rozpoczęciem pomiarów trzeba zapoznać się ze schematem elektrycznym sprawdzanego obwodu (urządzenia, elementu) oraz uzyskać informacje o jego umiejscowieniu w samochodzie;
- pomiary należy wykonywać przy zachowaniu ogólnych zasad bezpieczeństwa oraz przestrzeganiu szczegółowych zaleceń określonych przez producenta samochodu lub obowiązujących przy pracach wykonywanych na niektórych układach;
- pomiary wielkości elektrycznych można wykonywać wyłącznie sprawnymi przyrządami do tego przeznaczonymi; przed ich użyciem należy sprawdzić organoleptycznie ich stan (w pierwszym rzędzie powinno się skontrolować stan izolacji przewodów i sond pomiarowych);
- pomiary wielkości elektrycznych (zwłaszcza pomiary rezystancji) trzeba wykonywać z uwzględnieniem zaleceń podanych przez producentów; jeżeli nie jest znana wewnętrzna budowa diagnozowanego elementu, nie należy mierzyć jego rezystancji, gdyż grozi to uszkodzeniem kontrolowanego elementu;
- podczas pomiarów przy uruchomionym silniku nie wolno dotykać elementów znajdujących się pod wysokim napięciem, np. elementów układu zapłonowego;
- nie wolno rozłączać złączy i wtyczek od elementów zasilanych elektrycznie przy włączonym zapłonie – dotyczy to przede wszystkim elementów obwodu wysokonapięciowego układu zapłonowego;
- pomiary elektryczne w wysokonapięciowej części hybrydowego lub elektrycznego układu napędowego można wykonywać wyłącznie przyrządami do tego przeznaczonymi, po odłączeniu zasilania od akumulatorów; należy je także zawsze wykonywać w rękawicach elektroizolacyjnych oraz w fartuchu ochronnym;
- szczególną uwagę trzeba zachować podczas pomiarów wykonywanych na alternatorze (zwłaszcza przy zwiększaniu prędkości obrotowej) oraz rozruszniku;
- podczas prac diagnostycznych należy pamiętać o tym, że niektóre elementy w pewnych sytuacjach mogą się samoczynnie lub na skutek wykonanych „obejść” uruchomić – dotyczy to np. wentylatorów układu chłodzenia;
- w razie stwierdzenia złego połączenia jakiegoś przewodu w diagnozowanym obwodzie i powstawania wskutek tego iskrzenia w miejscu połączenia trzeba odłączyć zasilanie tego przewodu (przez wyłączenie zapłonu) i przywrócić prawidłowy stan połączenia, a dopiero potem można kontynuować pomiary;
- odłączając akumulator od instalacji elektrycznej pojazdu, w pierwszej kolejności należy zdjąć klemę z ujemnego zacisku (bieguna) akumulatora i podłączyć ją jako ostatnią;
- jeżeli możliwy jest pomiar gęstości elektrolitu akumulatora, przy jego pomiarach trzeba zachować ostrożność, aby elektrolit nie dostał się do oczu, na skórę czy na ubranie; zaleca się, by podczas tego pomiaru zakładać rękawice, fartuch i okulary ochronne; w razie

dostania się elektrolitu do oczu należy natychmiast przepłukać je dużą ilością czystej wody, a następnie skontaktować się z lekarzem; skórę lub ubranie trzeba zneutralizować wodnym roztworem mydła, a potem obficie spłukać wodą;

- w razie porażenia prądem elektrycznym należy postępować zgodnie z zaleceniami udzielania pierwszej pomocy podanymi w rozdz. 1.3.



PYTANIA I POLECENIA

1. Wymień układy samochodów, w których występują największe zagrożenia związane z niebezpieczeństwem porażenia prądem elektrycznym.
2. Wymień podstawowe zasady bezpieczeństwa obowiązujące przy diagnozowaniu układów elektrycznych samochodu.
3. W jakiej kolejności odłącza się i przyłącza klemy do zacisków akumulatora pojazdu?
4. Jakie pomiary elektryczne należy wykonywać w rękawicach elektroizolacyjnych?

1.3

Pierwsza pomoc przy porażeniu prądem

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jak udzielić pierwszej pomocy osobie porażonej prądem

Przystępując do prac przy systemach elektrycznych, np. pomiarów wielkości elektrycznych w samochodzie, należy zawsze zapoznać się z obowiązującymi podczas tych prac zasadami bezpieczeństwa i bezwzględnie ich przestrzegać. Zachowanie ostrożności i przestrzeganie zalecanych zasad jest konieczne, aby nie doszło do wypadku.

Mimo przestrzegania tych zaleceń może się jednak zdarzyć, że w trakcie wykonywania czynności diagnostycznych dojdzie do porażenia prądem elektrycznym. Wówczas osobie poszkodowanej należy udzielić natychmiastowej pomocy. Pomoc taka nie może narażać osoby poszkodowanej na dodatkowe obrażenia, ale też nie powinna stanowić zagrożenia dla osoby jej udzielającej.

Udzielając pierwszej pomocy, **zawsze w pierwszej kolejności odłączamy źródło zasilania**, które wywołało porażenie. Jeżeli nie możemy odłączyć prądu lub z jakichś względów nie możemy tego zrobić w bezpieczny sposób, odciągamy osobę porażoną od elementu, przez który przepływa prąd (np. przewód elektryczny), albo odsuwamy ten element. Możemy tego dokonać, korzystając z materiałów nieprzewodzących prądu elektrycznego (np. z drewna, tworzywa sztucznego lub gumy). **Nie wolno bezpośrednio dotykać osoby poszkodowanej ani elementu znajdującego się pod napięciem**, ponieważ wtedy sami narażamy się na porażenie. Musimy także pilnować, aby zarówno osoba ratowana, jak i osoba udzielająca pomocy nie miały kontaktu z mokrym podłożem.

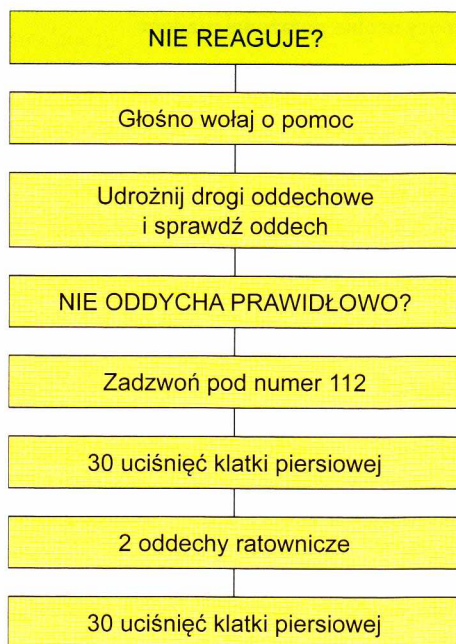
Jeżeli osoba ratowana nie jest już narażona na oddziaływanie prądu, upewniamy się, że zarówno ona, jak i wszyscy świadkowie zdarzenia są bezpieczni. Teraz możemy sprawdzić stan osoby poszkodowanej. Jeżeli jest przytomna, nawiązujemy z nią kontakt słowny i zadajemy pytania dotyczące odniesionych obrażeń. Oceniamy w ten sposób stopień jej świadomości – czy reaguje na pytania, czy udziela na nie sensownej odpowiedzi, czy potrafi wskazać ręką miejsce obrażeń lub poinformować nas o nich słownie. Pozostawiamy osobę poszkodowaną w pozycji, w której ją zastaliśmy, o ile nie zagraża jej żadne niebezpieczeństwo. W razie potrzeby wzywamy pomoc i regularnie oceniamy stan osoby porażonej.

Jeżeli **osoba poszkodowana jest nieprzytomna (nie reaguje)**, to głośno wołamy o pomoc i postępujemy dalej zgodnie z algorytmem działania pokazanym na rys. 1.1 s. 16. Odwracamy osobę poszkodowaną na plecy, a następnie udrożniamy jej drogi oddechowe, wykonując odgięcie głowy i uniesienie żuchwy. Utrzymując drożność dróg oddechowych, wzrokiem, słuchem i dotykiem oceniamy oddech. Obserwujemy ruchy klatki piersiowej, nasłuchujemy szmerów oddechowych przy ustach osoby poszkodowanej i staramy się wyczuć ruch powietrza na naszym policzku. Ocenę oddechu prowadzimy nie dłużej niż 10 sekund. **Jeżeli oddech jest prawidłowy**, układamy osobę poszkodowaną na boku **w tzw. pozycji bezpiecznej**

i wzywamy pomoc (tel. **112** lub **999**). Podczas rozmowy z dyspozytorem stacji pogotowia ratunkowego podajemy:

- okoliczności wypadku, opis aktualnego stanu osoby porażonej prądem (czy znajduje się ona nadal pod wpływem prądu, czy jest przytomna, czy stwierdzono akcję serca i czy samodzielnie oddycha);
- miejsce zdarzenia;
- numer telefonu kontaktowego.

Do przybycia pomocy oceniamy, czy oddech osoby porażonej jest prawidłowy. Jeżeli oddech jest nieprawidłowy lub nie występuje, prosimy kogoś o wezwanie pomocy lub wzywamy pomoc samodzielnie.



Rys. 1.1. Algorytm prowadzenia zabiegów resuscytacyjnych

W przypadku, kiedy osoba porażona prądem nie oddycha, rozpoczynamy akcję ratunkową:

- klękamy obok osoby poszkodowanej;
- układamy nadgarstek jednej ręki na środku klatki piersiowej osoby poszkodowanej (dolna połowa mostka), a następnie umieszczamy na nim nadgarstek drugiej ręki;
- ustawiamy ramiona, prostopadle do klatki piersiowej osoby poszkodowanej i utrzymując wyprostowane ramiona, uciskamy mostek na głębokość nie większą niż 5–6 cm; nacisk nie może być kierowany na żebra, górną część brzucha ani dolny koniec mostka;
- po każdym uciśnięciu zwalniamy nacisk na klatkę piersiową, nie odrywając rąk od mostka.

Powtarzamy uciśnięcia z częstotliwością 60–100 razy na minutę, przy czym okresy uciskania i zwalniania ucisku na mostek powinny być równe. Po wykonaniu 30 uciśnień klatki piersiowej wykonujemy oddech ratowniczy. Zaciskamy skrzydełka nosa osoby poszkodowanej, używając palca wskazującego i kciuka dłoni umieszczonej na jego czole. Nabieramy powietrza do płuc (normalny wdech), obejmujemy szczelnie usta osoby poszkodowanej

swoimi ustami i wdmuchujemy powietrze przez ok. 1 sekundę. Obserwujemy jednocześnie, czy klatka piersiowa osoby poszkodowanej się unosi. Odsuwamy usta od ust osoby poszkodowanej i obserwujemy, czy podczas wydechu opada jej klatka piersiowa. W dalszej kolejności wykonujemy drugi oddech.

Następnie, **bez opóźnienia**, ponownie układamy dłonie na mostku osoby poszkodowanej i wykonujemy kolejne 30 uciśnień klatki piersiowej, po których ponownie wykonujemy dwa oddechy ratownicze. Akcję ratowniczą przerywamy tylko wtedy, gdy osoba poszkodowana zacznie reagować: poruszy się, otworzy oczy i zacznie prawidłowo oddychać. Wtedy układamy ją w pozycji bezpiecznej (na boku) ułatwiającej oddychanie. W innym przypadku nie przerywamy akcji ratowniczej (resuscytacji) do chwili:

- przybycia specjalistycznej pomocy medycznej;
- wyczerpania własnych sił.

Jeżeli osoba porażona doznała również innych obrażeń, niezwiązanych bezpośrednio z oddziaływaniem prądu, dokonujemy ich oceny. Jeżeli doszło do powstania znacznych oparzeń, do momentu przybycia karetki pogotowia nie podejmujemy żadnych działań związanych z ich zabezpieczeniem i neutralizacją skutków.

Po przybyciu karetki pogotowia, w razie potrzeby, wykonujemy wskazane przez ratowników czynności oraz pomagamy w przygotowaniu osoby porażonej prądem do transportu do szpitala.



PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie czynności należy wykonać w pierwszej kolejności, udzielając pomocy osobie porażonej prądem elektrycznym?
2. Podaj zakres postępowania z osobą porażoną prądem elektrycznym.

ZAPAMIĘTAJ

Przeprowadzanie prac diagnostycznych przy urządzeniach i układach elektrycznych i elektronicznych samochodów jest bezpieczne dla życia i zdrowia człowieka pod warunkiem korzystania z odpowiednich przyrządów oraz przestrzegania ogólnych i szczegółowych (dotyczących danego układu lub samochodu) zasad bezpieczeństwa.

W przypadku porażenia prądem elektrycznym należy w pierwszej kolejności przerwać oddziaływanie prądu rażeniowego (tj. wyłączyć źródło zasilania lub odłączyć osobę porażoną od elementu, przez który przepływa prąd), a następnie udzielić jej pierwszej pomocy przed przybyciem ratowników medycznych.



SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Jakie są skutki oddziaływania prądu elektrycznego na człowieka?
2. Opisz reakcje człowieka na oddziaływanie prądów przemiennego i stałego o określonej wartości natężenia.
3. Omów obowiązujące zalecenia dotyczące bezpieczeństwa przy diagnozowaniu elementów elektrycznych i elektronicznych samochodu.
4. Przedstaw sposób postępowania przy udzielaniu pierwszej pomocy osobie porażonej prądem elektrycznym.

LITERATURA

- [1] P. Fundowicz, B. Michałowski, M. Radzimierski, *Podstawy elektrotechniki i elektroniki samochodowej*, WSiP, Warszawa 2007.
- [2] A. Herner, H.J. Riehl, *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*, WKŁ, Warszawa 2011.
- [3] P. Krzywda, *Pierwsza pomoc w nagłych wypadkach*, Wydawnictwo KaBe, Krosno 2011.
- [4] J. Ocioszyński, *Elektrotechnika i elektronika pojazdów samochodowych*, WSiP, Warszawa 1996.

2. Instalacje elektryczne samochodów

- Podział i elementy składowe instalacji elektrycznych
- Rodzaje zabezpieczeń instalacji elektrycznej
- Przekładniki samochodowe
- Schematy instalacji elektrycznej

2.1

Podział i elementy składowe instalacji elektrycznych

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- co to jest instalacja elektryczna samochodu
- jaki jest podział instalacji elektrycznych samochodów
- jakie są podstawowe elementy składowe instalacji elektrycznych

Instalacją elektryczną samochodu nazywamy układ połączeń za pomocą przewodów elektrycznych źródeł energii elektrycznej ze wszystkimi odbiornikami zamontowanymi w samochodzie.

Zadaniem instalacji elektrycznej jest doprowadzenie energii elektrycznej z akumulatora/alternatora do wszystkich elementów samochodu wymagających zasilania (jeśli to możliwe, bez strat napięcia) oraz przekazywanie różnego rodzaju sygnałów elektrycznych. Mogą to być sygnały:

- wyjściowe z czujników o mierzonej wielkości fizycznej, np. temperaturze, położeniu, ciśnieniu,
- uruchamiające elementy wykonawcze, np. wtryskiwacze, zawory regulacyjne,
- cyfrowe wykorzystywane do przekazywania informacji, np. sygnały przesyłane magistrami komunikacyjnymi samochodu.

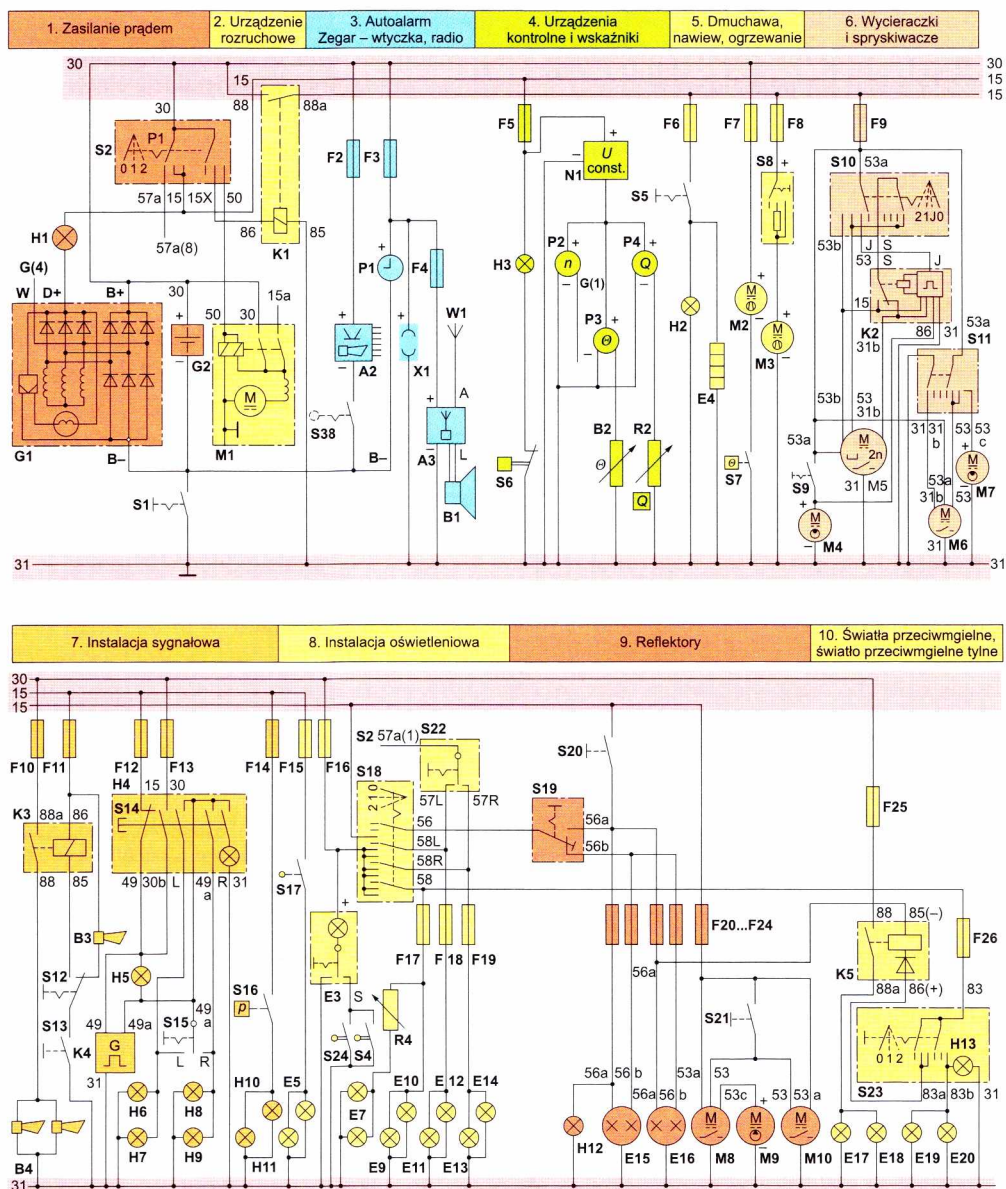
Podstawowymi **elementami instalacji elektrycznej samochodu** są:

- **źródła prądu:** akumulator i generator (alternator) wraz z dodatkowym osprzętem do regulacji ich współdziałania. Moc alternatora powinna być większa od sumarycznej mocy wszystkich długotrwale włączonych odbiorników energii – w przeciwnym razie nie będzie ładowany akumulator oraz nastąpi spadek napięcia zasilania poszczególnych odbiorników instalacji;
- **odbiorniki energii elektrycznej** (oświetlenie samochodu, rozrusznik, układ zapłonowy, świece żarowe, silniki elektryczne itp.);
- **przewody i wtyczki** (złącza elektryczne) łączące elementy instalacji;
- **elementy zabezpieczające** (bezpieczniki);
- **elementy sterowania przepływem prądu** – włączniki sterowane mechanicznie, elektro-mechanicznie, ciśnieniem, temperaturą lub polem elektromagnetycznym (np. przełączniki elektryczne, kontaktrony);
- **elementy kontrolno-pomiarowe i sygnalizacyjne** (lampki oraz wskaźniki kontrolne i pomiarowe, wyświetlacze).

Podstawowe obwody instalacji elektrycznej przedstawiono na rysunku 2.1.

Każda **elektryczna instalacja samochodowa** ma dwa źródła energii elektrycznej: akumulator i generator prądu (alternator).

Akumulator zapewnia dostarczanie energii elektrycznej w warunkach, gdy silnik nie jest uruchomiony (tj. kiedy brak napędu alternatora) lub gdy napięcie wytwarzane przez



Rys. 2.1. Podstawowe obwody instalacji elektrycznej

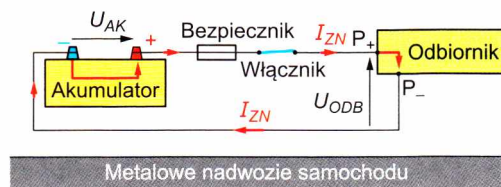
generator (alternator) jest niższe od napięcia akumulatora. **Alternator** jest podstawowym źródłem energii elektrycznej po uruchomieniu silnika. Odbiorniki energii elektrycznej muszą być połączone z obydwojma biegunami źródła prądu, tj. z zaciskiem dodatnim i ujemnym akumulatora. Ze względu na sposób tego połączenia (liczbę przewodów) instalacje elektryczne samochodów dzielimy na jedнопrzewodowe i dwuprzewodowe.

W **instalacjach jedнопrzewodowych** (patrz rys. 2.3a s. 22) odbiorniki są połączone ze źródłem energii jednym izolowanym przewodem. Drugi przewód stanowi nadwozie samochodu, tzw. **masa**, czyli wszystkie stykające się ze sobą metalowe elementy pojazdu.

W instalacjach jedнопrzewodowych z masą (nadwoziem) pojazdu może być połączony biegun ujemny lub dodatni akumulatora. Obecnie powszechnie przyjętym rozwiązaniem jest łączenie masy pojazdu z biegunem ujemnym akumulatora, więc **instalacje elektryczne samochodów osobowych są instalacjami jedнопrzewodowymi z ujemnym biegunem akumulatora połączonym z masą (nadwoziem) pojazdu**.

W **instalacjach dwuprzewodowych** nadwozie pojazdu nie jest wykorzystywane jako drugi „przewód” (masa) do połączenia z akumulatorem i każdy odbiornik zasilany jest za pośrednictwem pary przewodów (rys. 2.2). Takie rozwiązanie stosuje się w następujących przypadkach:

- gdy ważna jest niezawodność działania niektórych odbiorników energii,
- w pojazdach z nadwoziami z tworzyw sztucznych,
- w pojazdach specjalnych, gdzie istotną rolę odgrywają względy bezpieczeństwa (np. cysternach do przewozu paliw); w pojazdach tego typu nie można wykorzystać metalowego nadwozia jako drugiego przewodu instalacji, ponieważ w razie poluzowania połączeń elektrycznych przepływający przez nie prąd mógłby spowodować powstanie iskry elektrycznej, co groziłoby wybuchem lub pożarem.



Rys. 2.2. Schemat instalacji dwuprzewodowej samochodu

I_{ZN} – natężenie prądu (znamionowe) pobieranego przez odbiornik, P_+ – punkt doprowadzenia napięcia do odbiornika (połączenie od strony bieguna dodatniego akumulatora), P_- – punkt połączenia odbiornika z akumulatorem od strony bieguna ujemnego; U_{AK} i U_{ODB} – napięcie akumulatora i napięcie zasilania odbiornika

Zarówno w instalacji jedнопrzewodowej, jak i dwuprzewodowej większość odbiorników energii elektrycznej zasilanych jest napięciem o tej samej wartości (12 V), które określa się jako **napięcie znamionowe instalacji elektrycznej**. Akumulatory stosowane w tych instalacjach mają napięcie 12 V. Alternatory takiej instalacji elektrycznej dostarczają prąd do wszystkich odbiorników samochodu oraz zapewniają doładowanie akumulatora. Generatory (alternatory) wraz z układami regulacyjnymi wytwarzają napięcie (13–14,6 V), umożliwiające zasilanie odbiorników energii oraz doładowanie akumulatora.

Instalacje elektryczne samochodu, zarówno jedno- jak i dwuprzewodowe, są w większości instalacjami o jednej wartości napięcia znamionowego. W nielicznych przypadkach (tzw. dwunapięciowych) stosuje się dwa poziomy napięcia znamionowego.

Instalacje dwunapięciowe jako jedno ze źródeł prądu wykorzystują dwa połączone szeregowo akumulatory 12 V, które po uruchomieniu silnika łączone są równolegle i współpracują z 12-woltowymi generatorami prądu. W instalacjach tego typu tylko rozrusznik jest zasilany napięciem 24 V. Wynika to z tego, że podczas zasilania rozrusznika elektrycznego takim napięciem dwukrotnie maleje wartość pobieranego prądu przy tej samej mocy rozrusznika co w instalacji 12 V.

Samochody użytkowe (autobusy, ciężarowe) mają instalacje o napięciu znamionowym 24 V. Samochody z taką instalacją posiadają dwa akumulatory połączone szeregowo, a alternator pojazdu wytwarza prąd o napięciu 24 V.

W instalacjach 12-woltowych samochodów osobowych z silnikami o zapłonie iskrowym w obwodzie wtórnym cewki zapłonowej generowane jest wysokie napięcie o wartości od kilku do nawet kilkudziesięciu tysięcy woltów, zasilające świece zapłonowe. Jest ono niebezpieczne dla człowieka i choć nie stanowi bezpośredniego zagrożenia dla życia, niezamierzony kontakt z taką instalacją powoduje nieprzyjemne odczucie porażenia napięciowego. Napięcie o wartości dochodzącej do 150 V i więcej pojawia się także w obwodzie pierwotnym cewki zapłonowej (w momencie przzerwania przepływu prądu przez to uzwojenie). Wysokim napięciem rzędu kilkudziesięciu, a nawet 150 V zasilana jest większość wtryskiwaczy układów zasilania paliwem – Common Rail.

W instalacjach elektrycznych pojazdów z napędem hybrydowym i elektrycznym mogą występować zróżnicowane napięcia (stałe, przemienne) w różnych częściach tych instalacji. Ich wartość może dochodzić do 500 V, a nawet może je przekraczać. Pojazdy tego rodzaju wymagają zachowania szczególnej ostrożności podczas diagnozowania oraz ścisłego przestrzegania zasad bezpiecznego wykonywania pomiarów elektrycznych w części wysokonapięciowej instalacji elektrycznej. Szerzej omówiono to w rozdziale 14.

Największe wartości napięcia występują w instalacjach lamp ksenonowych (do 30 kV w momencie inicjowania świecenia takiej lampy).

W wielu samochodach są także obwody, w których napięcie zasilania jest mniejsze niż nominalna wartość napięcia w instalacji (np. 12 V). Przykładem tego są obwody wielu czujników, które wymagają zasilania stabilizowanym napięciem ze sterownika o wartości najczęściej 5 V.

Połączenia między elementami instalacji elektrycznej zapewniają przewody oraz złącza elektryczne.

Przewody instalacji elektrycznej wykonane są z miedzi, zakończone specjalnymi końcówkami (wtyczkami) i grupowane w wiązki. Zakończenie każdego przewodu (lub wiązki przewodów) dostosowane jest do połączenia mechanicznego z gniazdem (złączem wtykowym) odbiornika, innym przewodem lub masą pojazdu. Służą do tego różnego rodzaju **złączki wtykowe**: wielostykowe (o różnym kształcie i liczbie styków), przelotowe (oczkowe), widełkowe, konektorowe i inne. Zazwyczaj **wtyczki wiązek przewodów** są wykonane w taki sposób, aby wymuszały połączenie z odpowiednim elementem (odbiornikiem) instalacji elektrycznej samochodu bez możliwości podłączenia do innego elementu. **Wiazki przewodów** to zazwyczaj zespoły przewodów przeznaczonych do połączenia wydzielonych grup urządzeń wyposażenia elektrycznego i elektronicznego samochodu (np. wiązka przewodów silnika) lub połączenia wybranej grupy odbiorników umiejscowionych w tej samej strefie pojazdu (np. wiązka przewodów tablicy rozdzielczej). Centralnym miejscem łączenia głównych wiązek przewodów są **skrzynki bezpieczników i przełączników** oraz **główny moduł elektroniki** samochodu.

Przewody dochodzące do poszczególnych odbiorników energii elektrycznej mają średnicę (przekrój) dostosowaną do natężenia przepływającego prądu. Dla ułatwienia identyfikacji izolacja większości przewodów jest wykonana w jednym kolorze lub w jednym kolorze podstawowym i dodatkowym drugim (wyróżniającym), naniesionym na przewód w postaci podłużnych pasków. Izolacja niektórych przewodów (np. poduszek gazowych, wysokonapięciowych instalacji hybrydowych czy elektrycznych układów napędowych) ma znormalizowane kolory (przyjęte przez producentów samochodów) w celu łatwego odróżnienia ich od pozostałych przewodów instalacji.

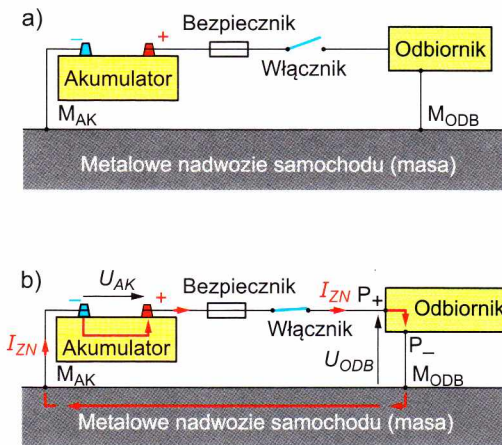
Przewody instalacji elektrycznej, oprócz własnej izolacji, mają dodatkowe zabezpieczenia przed kontaktem z elementami (masą) pojazdu. Dla zabezpieczenia przewodów przed zetknięciem się z elementami o wysokiej temperaturze lub przed drganiami powodującymi

nadmierne naciągnięcie rdzenia przewodu, utwierdza się je (mocuje) punktowo do nadwozia pojazdu i innych części samochodu. Dodatkowym sposobem zabezpieczenia jest umieszczenie przewodów w perforowanej rurce ochronnej (peszlu) lub owinięcie ich warstwą taśmy.

Poszczególne elementy instalacji elektrycznej tworzą **obwody funkcjonalne**, którymi (po załączeniu tych elementów) przepływa prąd elektryczny. Elementami każdego obwodu elektrycznego (rys. 2.3a) są:

- źródło energii elektrycznej,
- element załączający dany odbiornik (jego włącznik),
- odbiornik.

Zazwyczaj wszystkie obwody chronione są bezpiecznikami. Elementy tworzące dany obwód połączone są przewodami.



Rys. 2.3. Obwód elektryczny: a) elementy składowe typowego obwodu, b) umowny kierunek przepływu prądu i wartości charakterystycznych napięć obwodu elektrycznego

I_{ZN} – natężenie prądu (znamionowe) pobieranego przez odbiornik, M_{AK} i M_{ODB} – punkty połączenia akumulatora i odbiornika z masą pojazdu, P_+ – punkt doprowadzenia napięcia do odbiornika (połączenie od strony bieguna dodatniego akumulatora), P_- – punkt połączenia odbiornika z akumulatorem od strony bieguna ujemnego, U_{AK} i U_{ODB} – napięcie akumulatora i napięcie zasilania odbiornika

Przepływ prądu w obwodzie może nastąpić tylko wtedy, gdy jest on ciągły (rys. 2.3b). Wartość prądu znamionowego – I_{ZN} , przepływającego przez ten obwód, zależy od napięcia zasilania odbiornika (źródła energii) oraz rezystancji obwodu (głównie rezystancji odbiornika). Na rysunku pokazano umowny kierunek przepływu prądu oraz zaznaczono punkty połączenia odbiornika ze źródłem energii (dodatnim biegunem akumulatora P_+) i masą pojazdu (ujemnym biegunem akumulatora P_-).

Elementy każdego obwodu elektrycznego możemy podzielić na elementy czynne (aktywne) oraz elementy bierne (pasywne). **Elementami czynnymi** są źródła energii elektrycznej (akumulatory, generatory oraz zasilacze, umieszczone np. w sterownikach – patrz blok zasilania przedstawiony na rys. 14.4 s. 370). **Elementy bierne** to odbiorniki energii elektrycznej. W niektórych stanach pracy elementy aktywne mogą pełnić funkcję elementu biernego. Może to być np. rozładowany akumulator, który podczas ładowania jest odbiornikiem energii elektrycznej, albo silnik prądu stałego napędzający pojazd elektryczny lub hybrydowy, który podczas hamowania pojazdu działa jak prądnica, ładując akumulatory pojazdu.

Elementy każdego obwodu elektrycznego na schematach połączeń elektrycznych przedstawione są za pomocą znormalizowanych oznaczeń.

PYTANIA I POLECENIA

1. Wymień podstawowe elementy instalacji elektrycznej samochodu.
2. Podaj wartość napięcia znamionowego w instalacji elektrycznej samochodu osobowego. Jakie jeszcze wartości napięcia stosowane są w instalacjach elektrycznych pojazdów?
3. Jaka jest różnica między instalacją jedнопrzewodową a instalacją dwuprzewodową?
4. Wymień miejsca (obwody) instalacji elektrycznej samochodu osobowego, w których może występować napięcie przewyższające wartość nominalną (12 V) napięcia tej instalacji.
5. Dlaczego przewody instalacji elektrycznej mają izolacje różnego koloru?

2.2

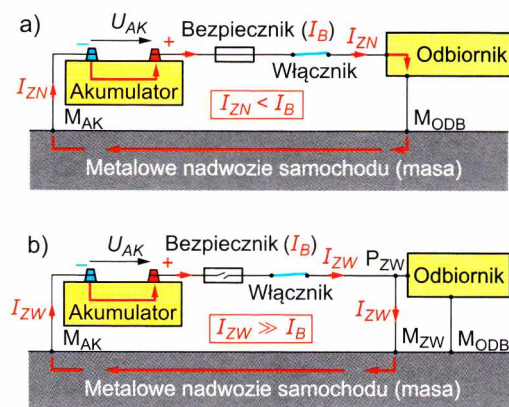
Rodzaje zabezpieczeń instalacji elektrycznej

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie są rodzaje zabezpieczeń instalacji elektrycznych

W celu ochrony użytkowników pojazdu oraz zabezpieczenia instalacji elektrycznej przed zbyt dużym prądem, czyli prądem o nadmiernym natężeniu (ochrona odbiornika elektrycznego przed uszkodzeniem), stosuje się elementy zabezpieczające – **bezpieczniki**. **Zadaniem bezpiecznika jest wyłączenie przepływu prądu przez nadzorowany obwód elektryczny w sytuacji, gdy jego natężenie w dostatecznie długim czasie przekracza dopuszczalną wartość.**

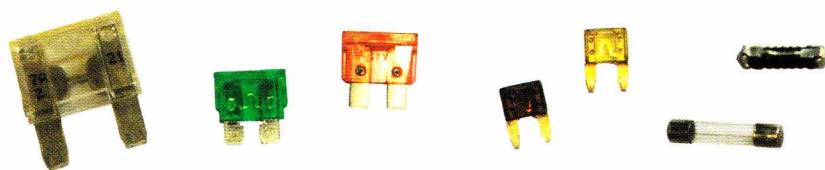
Bezpieczniki chronią nie tylko przed przepływem prądu o nadmiernym natężeniu, ale także zabezpieczają instalację elektryczną przed przepięciami oraz zwarciami. Do zwarcia dochodzi wtedy, kiedy rezystancja obwodu elektrycznego jest bardzo mała (bliska zeru), czego efektem jest bardzo duże natężenie przepływającego przez ten obwód prądu ($I_{ZW} \gg I_B$ – rys. 2.4b).



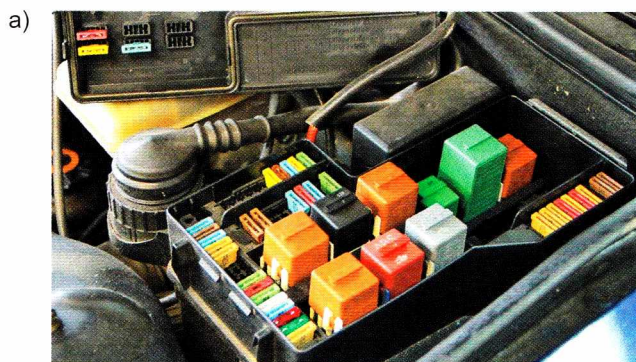
Rys. 2.4. Ilustracja prawidłowej pracy (a) oraz zwarcia obwodu elektrycznego (b)

I_B – nominalny prąd zadziałania bezpiecznika, I_{ZN} – natężenie prądu (znamionowe) pobieranego przez odbiornik, I_{ZW} – prąd zwarcia obwodu, M_{AK} i M_{ODB} – punkty połączenia akumulatora i odbiornika z masą pojazdu, M_{ZW} – punkt połączenia obwodu z masą pojazdu przy zwarciu, P_+ – punkt doprowadzenia napięcia do odbiornika (połączenie od strony bieguna dodatniego akumulatora), P_- – punkt połączenia odbiornika z akumulatorem od strony bieguna ujemnego, P_{ZW} – punkt wystąpienia zwarcia, U_{AK} i U_{ODB} – napięcie akumulatora i napięcie zasilania odbiornika

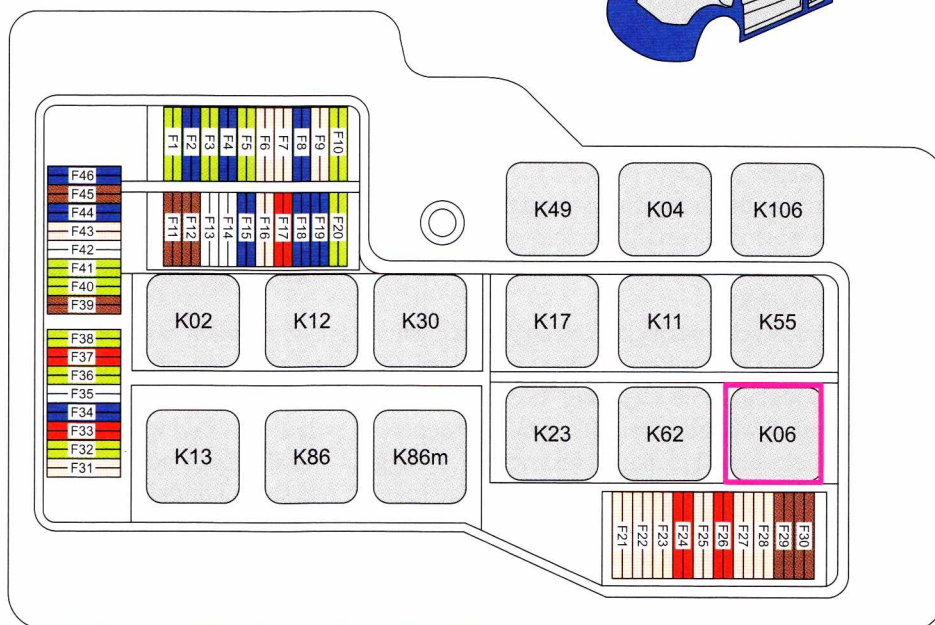
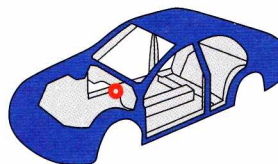
Bezpieczniki samochodowe są zazwyczaj bezpiecznikami topikowymi, mającymi postać płaskiej wkładki zatopionej w osłonie z tworzywa sztucznego, oraz bezpiecznikami rurkowymi lub blaszkowymi (rys. 2.5). Mogą one mieć różną wielkość (rozmiar). Wartość nominalna prądu znamionowego powodującego zadziałanie bezpiecznika jest podana na jego obudowie. W najczęściej stosowanych bezpiecznikach płaskich jest ona także określona przez kolor plastikowej obudowy bezpiecznika. W razie przepływu przez bezpiecznik prądu o wartości np. 28 A, przekraczającej wartość znamionową bezpiecznika (np. 20 A), następuje jego przepalenie i przerwanie obwodu elektrycznego (likwidowany jest wtedy stan zwarcia tego obwodu).



Rys. 2.5. Bezpieczniki samochodowe różnych typów



- b)
- K06 – przekaźnik wentylatora chłodnicy
 - K62 – przekaźnik sprężarki klimatyzacji
 - F18 – sterownik silnika 15 A
 - F17 – światło przeciwmgielne 10 A



Przekaźnik wentylatora chłodnicy

Rys. 2.6. Wygląd skrzynki bezpieczników i przekaźników umieszczonej w komorze silnikowej (a) oraz podstawowe informacje o niej, możliwe do uzyskania z programu do wspomaganie diagnozowania (b)

Bezpieczniki są zazwyczaj umieszczane w plastikowych obudowach (**skrzynkach bezpieczników**), w miejscach łatwo dostępnych, np. w komorze silnikowej (rys. 2.6a) lub/i pod deską rozdzielczą pojazdu, po lewej stronie kierownicy (część).

Często w jednej obudowie umieszczane są bezpieczniki i przełączniki sterujące łączące poszczególne obwody (odbiorniki, np. światła samochodu lub elektryczną pompę paliwa). Informacje na temat umiejscowienia skrzynki bezpieczników w pojeździe, rozmieszczenia bezpieczników (a także przełączników) w skrzynce oraz ich przeznaczenie podane są w programach służących do wspomagania diagnozowania samochodu (patrz p. 3.4).

Kiedy bezpiecznik topikowy zostaje przepalony, wymaga wymiany na nowy o tej samej wartości prądu znamionowego. Jeśli jego zniszczenie jest skutkiem trwałego uszkodzenia instalacji (np. zwarcia – patrz rys. 2.4b), przed zamontowaniem nowego bezpiecznika należy ustalić miejsce wystąpienia zwarcia i je usunąć.

W niektórych modelach samochodów stosowane są **bezpieczniki automatyczne**. Jeżeli umieszczony w takim bezpieczniku element pomiarowy natężenia płynącego prądu przekaże do elementu sterującego bezpiecznika automatycznego sygnał o przekroczeniu dopuszczalnej wartości prądu, element sterujący rozłącza styki wyłącznika zapadkowego. Po usunięciu usterki instalacji taki bezpiecznik można ponownie włączyć (mechanicznie).

Elektroniczne układy zabezpieczające przed zwarciami stosowane są także wewnątrz elementów instalacji elektrycznej, np. w sterownikach.

Praca obwodu elektrycznego powoduje powstawanie **zakłóceń elektromagnetycznych**. Ich źródłem jest włączanie albo przerywanie przepływu prądu elektrycznego (o dużej wartości) przez obwód oraz przeskoki iskry elektrycznej, np. między elektrodami świecy zapłonowej czy niedokręconymi przewodami instalacji. Na elementy instalacji elektrycznej działają również zakłócenia wynikające z warunków atmosferycznych (np. wyładowania atmosferyczne podczas burzy) czy zakłócenia spowodowane użytkowaniem telefonów komórkowych. Tego rodzaju czynniki, mające postać impulsów fali elektromagnetycznej o szerokim zakresie częstotliwości, oddziałują przede wszystkim na odbiorniki radiowe i mogą powodować pogorszenie jakości sygnału w postaci różnego rodzaju trzasków i szumów słyszalnych w głośniku. Zakłócenia te nie tylko pogarszają możliwości odbioru sygnału radiowego, ale także negatywnie oddziałują na inne elementy elektryczne i elektroniczne samochodu, powodując między innymi indukowanie napięcia w przewodach, które zmienia wartość sygnału wyjściowego (napięciowego) z czujników, przekazywanego do sterownika. Wówczas sterownik otrzymuje informację o nie rzeczywistej wartości mierzonej wielkości.

W samochodowych instalacjach elektrycznych najczęstszym **źródłem zakłóceń** jest układ zapłonowy, przede wszystkim świece zapłonowe. Źródłem zakłóceń mogą być również inne elementy instalacji elektrycznej, takie jak rozrusznik, alternator, różnego rodzaju silniki elektryczne (zwłaszcza szczotkowe) czy niepewne połączenia przewodów elektrycznych, powodujące przeskoki iskry elektrycznej. Dlatego w instalacji pokładowej stosuje się **elementy przeciwzakłóceńowe**. Są nimi różnego rodzaju rezystory, kondensatory lub filtry przeciwzakłóceńowe. Rezystory przeciwzakłóceńowe instaluje się w układzie zapłonowym i włącza szeregowo w obwód elektryczny elementu (w świecy zapłonowej lub przewodzie zapłonowym). Ich rezystancja jest dobrana do częstotliwości zmian prądu w taki sposób, aby zapewnić tłumienie zakłóceń i jednocześnie nie powodować osłabienia iskry elektrycznej.

Elementami przeciwzakłóceńowymi są też różnego rodzaju **filtry przeciwzakłóceńowe** i **kondensatory**. Ich zadaniem jest zabezpieczenie obwodu przed oddziaływaniem zakłócenia w wyniku sprowadzenia go do masy pojazdu (następuje wówczas pochłanianie lub

wy tłumienie fali elektromagnetycznej zakłócenia w ochranianym przewodzie). W tym celu między przewodem, z którego należy wyeliminować zakłócenia, a masą pojazdu umieszcza się kondensator o odpowiedniej pojemności (zazwyczaj jest to pojemność kilku mikrofaradów [mF]). Elementy przeciwzakłóceniewe tego rodzaju stosuje się między innymi w sterownikach samochodowych.

Innym sposobem ochrony elementów instalacji elektrycznej przed zakłóceniami jest ekranowanie przewodów, odpowiednie ich umiejscowienie w pojeździe oraz stosowanie cyfrowych magistral komunikacyjnych. Cyfrowe przesyłanie informacji między sterownikami pojazdu (patrz rozdział 8.) zapewnia znacznie większą odporność na zakłócenia niż przy analogowym przesyłaniu sygnału napięciowego.



PYTANIA I POLECENIA

1. Do czego służą bezpieczniki w samochodzie?
2. Co to jest zwarcie instalacji elektrycznej?
3. Wymień rodzaje bezpieczników stosowanych w samochodach.
4. W jaki sposób podawana jest znamionowa wartość prądu bezpiecznika?
5. Czy zamiast bezpiecznika o wartości znamionowej prądu 15 A można zastosować: a) bezpiecznik o mniejszej wartości, np. 10 A, b) bezpiecznik o większej wartości, np. 20 A? Uzasadnij swoją odpowiedź.
6. Wymień źródła zakłóceń elektromagnetycznych (radiowych) w instalacji elektrycznej.
7. Wyjaśnij zastosowanie kondensatora jako elementu przeciwzakłóceniewego.
8. Podaj sposoby zwiększania odporności instalacji elektrycznej na zakłócenia elektromagnetyczne.

2.3

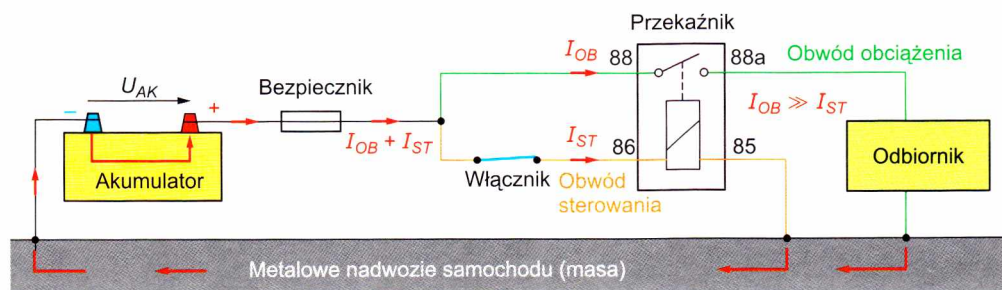
Przełączniki samochodowe

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jaką funkcję spełniają przełączniki samochodowe w instalacji elektrycznej
- jakie są rodzaje przełączników

Przełączniki są elementami, które przy małej wartości prądu elektrycznego powodują załączenie (lub rozłączenie) obwodu, w którym płynie prąd o dużej wartości (natężeniu).

Zasadę działania przełącznika przedstawiono na przykładzie obwodu sterowania odbiornikiem (rys. 2.7.) Załączenie włącznika za bezpiecznikiem powoduje przepływ prądu I_{ST} przez obwód sterowania przełącznika (między stykami 86. i 85.). Zadziałanie przełącznika oznacza załączenie przepływu prądu I_{OB} w obwodzie obciążenia (między stykami 88. i 88a). Prąd I_{OB} jest znacznie większy (ma większe natężenie) niż prąd sterowania, ponieważ rezystancja cewki przełącznika jest znacznie większa niż wypadkowa (sumaryczna) rezystancja przełącznika (między stykami 88. i 88a) i rezystancja odbiornika.



Rys. 2.7. Schemat ideowy zastosowania przełącznika samochodowego

I_{OB} i I_{ST} – odpowiednio natężenie prądu w obwodach obciążenia i sterowania, U_{AK} – napięcie akumulatora

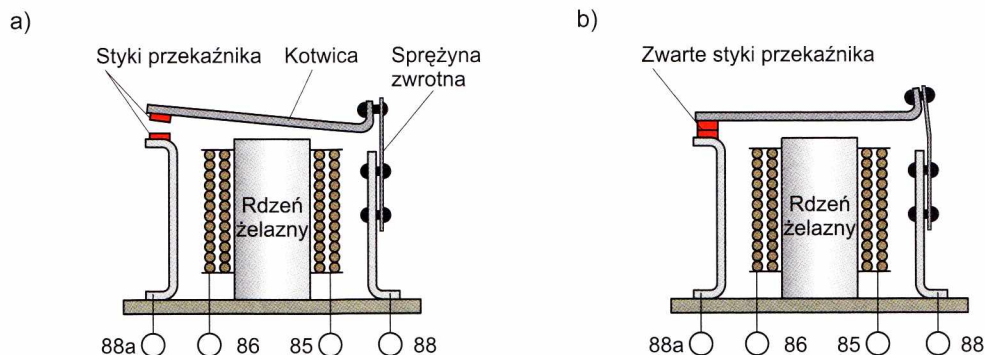
Przełączniki są powszechnie stosowanymi elementami sterującymi załączaniem (i rozłączaniem) poszczególnych obwodów elektrycznych samochodu, np. świec żarowych, świateł, sprzężarki układu klimatyzacji, elektrycznych pomp paliwa czy wentylatora układu chłodzenia.

Wyróżniamy dwa rodzaje przełączników:

- **niskoprądowe** – przeznaczone do sterowania obwodami, w których płynie mały prąd (o małym natężeniu);
- **wysokoprądowe** – przeznaczone do sterowania obwodami, w których płynie duży prąd (o dużym natężeniu).

W zależności od budowy wyróżniamy przełączniki **zestykowe** oraz **kontaktronowe**. W zależności od pełnionej funkcji – przełączniki **zwierne** (przepływ prądu przez obwód

sterowania powoduje załączenie przełącznika i przepływ prądu w obwodzie obciążenia), **rozwiernie** (przepływ prądu przez obwód sterowania powoduje rozłączenie przełącznika i przerwanie przepływu prądu w obwodzie obciążenia) i **zwierno-rozwiernie** (przełączające – przepływ prądu w uzwojeniu sterującym powoduje przełączenie przepływu z jednego obwodu obciążenia na drugi). Budowę elektromagnetycznego przełącznika zestykowego pokazano na rysunku 2.8.



Rys. 2.8. Budowa elektromagnetycznego przełącznika zestykowego zwiernego: a) otwarty obwód obciążenia, b) zamknięty obwód obciążenia

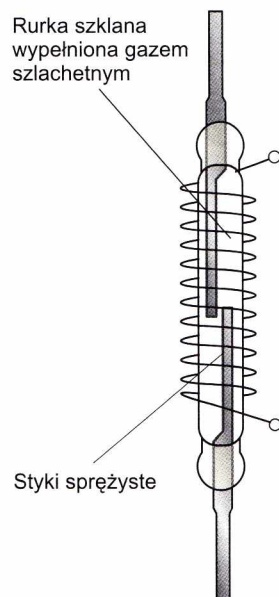
Głównym elementem przełącznika jest **cewka**, utworzona przez izolowany przewód owinięty wokół ferromagnetycznego (stalowego) rdzenia i stanowiąca elektromagnes. Jeżeli przez obwód sterujący przełącznika (między stykami 85. i 86.) nie przepływa prąd elektryczny, sprężyna powrotna utrzymuje styki przełącznika w rozwarciu i między jego stykami 88. i 88a w obwodzie obciążenia nie przepływa prąd elektryczny. Odbiornik pokazany na rys. 2.7 nie jest wtedy zasilany.

Przepływ prądu przez obwód sterujący przełącznika powoduje powstanie pola elektromagnetycznego, pokonanie siły sprężyny i przyciągnięcie styków przełącznika. Przez obwód obciążenia przełącznika płynie wtedy prąd zasilający odbiornik – przedstawiono to na rys. 2.7.

Przełączniki mają różne rozmiary oraz różną liczbę styków. Ułożenie i oznaczenia zacisków przełączników: zwiernego, rozwiernego i przełączającego pokazano w tabeli 2.1 (s. 30).

Budowę **przełącznika kontaktronowego** pokazano na rysunku 2.9. Składa się on z rurki szklanej wypełnionej gazem szlachetnym, wokół której nawinięty jest przewód tworzący cewkę sterującą. Wewnątrz rurki znajdują się dwa styki sprężyste. Jeżeli przez cewkę (obwód sterujący przełącznika) przepływa prąd elektryczny, powstaje pole elektromagnetyczne, które powoduje zwarcie styków przełącznika kontaktronowego i załączenie przepływu prądu przez obwód obciążenia.

Przełączniki kontaktronowe wykorzystuje się nie tylko do sterowania przepływem prądu przez obwód obciążenia, ale także do nadzorowania (np. kontrolowania poziomu płynu chłodzącego w układzie chłodzenia – patrz rozdział 9).



Rys. 2.9. Schemat budowy kontaktronowego przełącznika samochodowego

Tabela 2.1. Oznaczenia styków przekaźników samochodowych i symbole ideowe stosowane na schematach instalacji elektrycznej (stare oznaczenia zacisków przekaźnika opisano czarnym kolorem, a nowe – czerwonym)

Rodzaj przekaźnika	Ułożenie zacisków przekaźnika standardowego	Ułożenie zacisków mikroprzekaźnika	Schemat ideowy przekaźnika z oznaczeniem zacisków
Rozwierny			
Zwierny			
Przełączający			



PYTANIA I POLECENIA

1. Do czego służą przekaźniki samochodowe?
2. Korzystając z rys. 2.8, omów budowę i działanie przekaźnika zestykowego.
3. Posługując się rys. 2.9, omów budowę i działanie przekaźnika kontaktronowego.
4. Wyjaśnij przeznaczenie poszczególnych zacisków przekaźników przedstawionych na rysunkach w tabeli 2.1.
5. Podaj przykłady wykorzystania przekaźników w instalacji elektrycznej samochodu.
6. W jaki sposób oznaczone są zaciski obwodu sterującego przekaźnika?
7. Podaj oznaczenia zacisków obwodu obciążenia przekaźnika.

2.4

Schematy instalacji elektrycznej

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

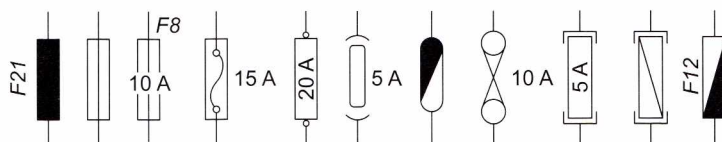
- jakie oznaczenia stosowane są na schematach instalacji elektrycznej
- jakiego rodzaju informacje można uzyskać ze schematu instalacji elektrycznej

Samochodowe instalacje elektryczne są często bardzo rozbudowane. Składają się z wielu elementów połączonych wiązkami przewodów elektrycznych. W razie uszkodzenia instalacji lokalizacja defektu wymaga wykonania wielu pomiarów. Bardzo przydatne są do tego schematy instalacji elektrycznej, które można znaleźć w programach do wspomagania diagnozowania pojazdów, opisanych w punkcie 3.4.

Schematy instalacji elektrycznej przedstawiają połączenia między ich poszczególnymi elementami.

Ze względu na bardzo dużą liczbę elementów instalacji oraz obwodów w samochodzie schematy elektryczne są zwykle **schematami częściowymi**, przedstawiającymi poszczególne obwody funkcjonalne (np. oświetlenie, sygnał dźwiękowy, układy: rozruchowy, centralnego zamka czy sterowania silnika). Na takim schemacie umieszczane są wyłącznie informacje dotyczące elementów danego obwodu elektrycznego.

Poszczególne elementy instalacji (włączniki, odbiorniki, przekaźniki, czujniki, elementy wykonawcze, źródła energii itp.) przedstawia się na schematach w postaci **symboli graficznych**. Są one w większości znormalizowane, jednak czasami się różnią (w zależności od kraju producenta samochodu). Przykładem mogą być oznaczenia bezpieczników samochodowych podane na rysunku 2.10. Zestawienie symboli podstawowych elementów instalacji elektrycznej przedstawiono w tabeli 2.2 (s. 32).



Rys. 2.10. Stosowane na schematach elektrycznych symbole bezpieczników samochodowych

Kolory przewodów instalacji elektrycznej podaje się na schematach w postaci skrótu, w języku kraju producenta. Ponieważ izolacja przewodów najczęściej ma dwa kolory, pierwszy podawany jest skrót koloru podstawowego przewodu, a drugi dodatkowego paska identyfikującego. Zazwyczaj podawane są też powierzchnie przekroju przewodów w milimetrach kwadratowych [mm²].

Schematy elektryczne zawierają również oznaczenia połączeń wiązek przewodów, poszczególnych styków w złączach oraz gniazdach elementów i przewodów.

Tabela 2.2. Symbole graficzne stosowane do oznaczania elementów elektrycznych i elektronicznych na schematach instalacji elektrycznej samochodów

Symbol	Znaczenie	Symbol	Znaczenie
	przewód elektryczny, drut		zestyk (przycisk); po jego zwolnieniu powraca wyjściowy stan obwodu
	skrzyżowanie dwóch przewodów na schemacie, niepołączonych elektrycznie		zestyk; strzałka wskazuje, że zestyk narysowano w położeniu po jego użyciu
	połączenie elektryczne dwóch przewodów (np. skręcone, zlutowane lub zaciśnięte)		zestyk przełączny; zestyk zmienia położenie między dwoma stykami
	połączenie wtykowe z wtykiem (na dole) i gniazdem (na górze)		przyłącze masy, np. masa samochodu
	bateria lub akumulator (dłuższa kreska oznacza biegun dodatni, a krótsza – ujemny)		żarówka
	przetwornik (napięcia) zmieniający napięcie przemiennie na stałe		miernik, woltomierz
	bezpiecznik		miernik, amperomierz
	zestyk zwierny (zwiernik); po jego uruchomieniu obwód elektryczny zostaje zamknięty		miernik, omomierz
	zestyk rozwierny (rozwiernik); po jego uruchomieniu obwód elektryczny zostaje przerwany		silnik prądu stałego, np. wycieraczek szyb lub dmuchawy w samochodzie
	zestyk (zatrzask); po jego uruchomieniu zostaje zachowany nowy stan obwodu		sygnał dźwiękowy
	rezystor		transformator z żelaznym rdzeniem, np. cewka zapłonowa
	potencjometr		przełącznik (ogólnie)
	fotorezystor; jego rezystancja zmienia się w zależności od natężenia światła		dioda
	rezystor o rezystancji zależnej od temperatury (PTC); jego rezystancja zwiększa się ze wzrostem temperatury		dioda Zenera

Symbol	Znaczenie	Symbol	Znaczenie
	rezystor o rezystancji zależnej od temperatury (NTC); jego rezystancja zmniejsza się ze wzrostem temperatury		dioda świecąca (LED)
	rezystor o rezystancji zależnej od wartości pola magnetycznego		fotodioda; przepływający prąd zmienia się w zależności od natężenia światła
	kondensator		fotoelement, ogniwo fotoelektryczne; napięcie powstaje pod wpływem światła
	kondensator elektrolityczny z pokazaniem polaryzacji		tranzystor; przyrząd półprzewodnikowy wzmacniający lub przełączający sygnały elektryczne
	cewka z żelaznym rdzeniem (cewka elektromagnesu), np. czujnik indukcyjny		tranzystor fotoelektryczny; rosnące natężenie światła powoduje wzrost napięcia
		stary	

[Źródło: A. Herner, H.J. Riehl, *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*, WKŁ, Warszawa 2011]

Wszystkie **rodzaje urządzeń i elementów** instalacji elektrycznej mają **znormalizowane oznaczenia literowe** (tab. 2.3). Umieszczona po literze (np. B) liczba oznacza kolejny numer elementu tego samego rodzaju zastosowanego w instalacji pojazdu.

Tabela 2.3. Wybrane oznaczenia literowe stosowane do oznaczania urządzeń i elementów instalacji elektrycznej samochodów

Litera znacząca	Urządzenie elektryczne – samochodowe
A	sterowniki samochodowe
B	czujniki
E	świece zapłonowe
F	bezpieczniki
G	generatory, źródła prądu
H	lampki kontrolne, sygnał dźwiękowy
K	przełączniki
M	silniki elektryczne
P	urządzenia pomiarowe, np. obrotomierz, prędkościomierz
R	rezystory, np. świece żarowe, rezystor obniżający napięcie
S	przełączniki, przyciski, styczniki
T	transformatory, np. cewki zapłonowe
W	anteny samochodowe
X	wtyczki, gniazda diagnostyczne
Y	elektrycznie zasilane urządzenia mechaniczne, np. zawory regulacyjne, wtryskiwacze

Schematy zazwyczaj **przedstawia się w układzie pionowym**, tzn. w jego górnej części umieszczone są poziomo linie zasilające (30. i 15.), natomiast na dole znajduje się linia oznaczająca masę pojazdu (31.).

Gdy do instalacji elektrycznej podłączony jest akumulator, na linii 30. występuje napięcie zasilania równe napięciu sieci pokładowej. Na linii 15. napięcie pojawia się dopiero po włączeniu zapłonu, czyli po przekręceniu kluczyka w stacyjce do odpowiedniego położenia. Linia 31. oznacza połączenie z masą – biegunem ujemnym akumulatora. W takim układzie poszczególne obwody instalacji elektrycznej znajdują się między jedną z linii poprowadzonych w górnej części schematu a linią 31. (tj. masą pojazdu) – patrz rys. 2.1.

Zaciski (styki) elementów instalacji elektrycznej oznacza się **numerami**. Te z nich, które spełniają takie same funkcje, oznaczone są takimi samymi numerami. Przykładowe znormalizowane oznaczenia zacisków instalacji elektrycznej przedstawiono w tabeli 2.4.

Przykładowe schematy układów elektrycznych samochodów pokazano na rysunkach 2.11–2.13 (s. 39–41).

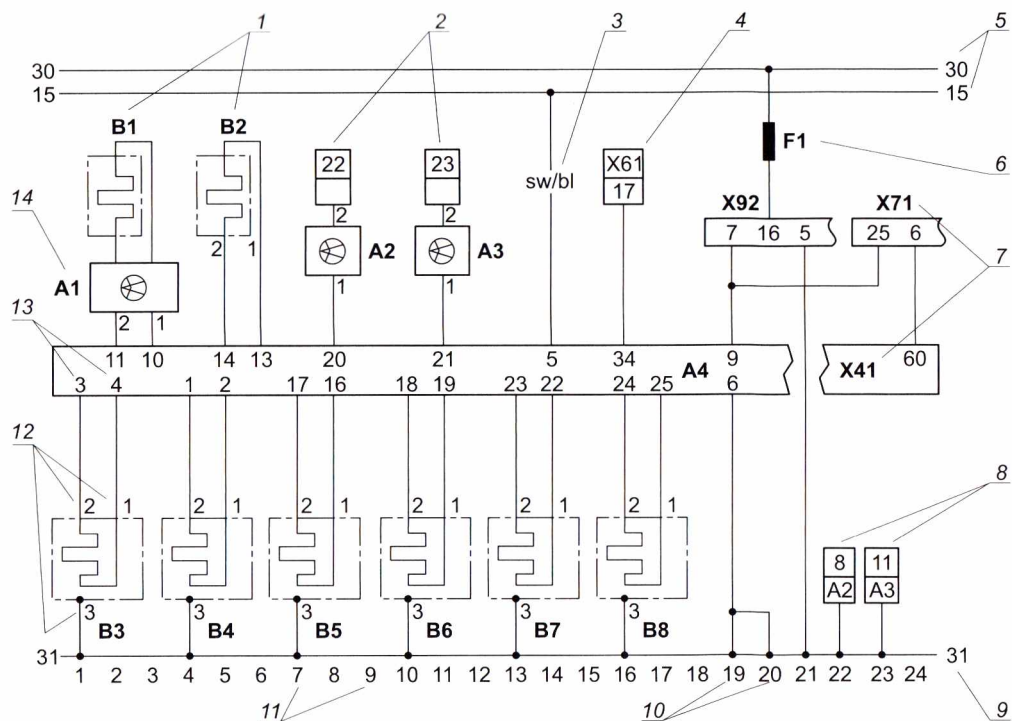
Tabela 2.4. Oznaczenia zacisków stosowane na schematach instalacji elektrycznej

Zacisk	Znaczenie
Instalacja zapłonowa	
1	cewka zapłonowa, aparat zapłonowy, strona niskiego napięcia
1 a, b	aparat zapłonowy z dwoma rozdzielonymi obwodami prądowymi
2	zacisk zwierający (zapłon magnetyczny)
4	cewka zapłonowa, aparat zapłonowy, strona wysokiego napięcia
4 a, b	aparat zapłonowy z dwoma rozdzielonymi obwodami prądowymi (wysokie napięcie)
15	załączony plus za akumulatorem (wyjście stycznika jazdy)
15 a	wyjście na rezystor szeregowy do cewki zapłonowej i startera
Akumulator	
15	akumulator, plus, przez włącznik
30	wejście akumulatora, plus, bezpośrednio
30 a	wejście akumulatora II, plus, na przełączniku przełączania 12/24 V
31	przewód powrotny do akumulatora, minus, albo bezpośrednio do masy
31 b	przewód powrotny do akumulatora, minus, albo do masy przez wyłącznik
31 c	przewód powrotny do akumulatora I, minus, przełącznik przełączania 12/24 V
Silniki elektryczne	
32	przewód powrotny
33	złącze główne
33 a	wyłącznik połączenia końcowego
33 b	przewód powrotny do akumulatora, minus, albo bezpośrednio do masy
33 f	zmniejszony drugi stopień prędkości obrotowej
33 g	zmniejszony trzeci stopień prędkości obrotowej
33 h	zmniejszony czwarty stopień prędkości obrotowej
33 L	kierunek wirowania – w lewo
33 R	kierunek wirowania – w prawo
Układ kierunkowskazów	
49	przerwyacz kierunkowskazów – wejście
49 a	przerwyacz kierunkowskazów – wyjście
49 b	obwód kierunkowskazów – wyjście drugie
49 c	obwód kierunkowskazów – wyjście trzecie

Zacisk	Znaczenie
Układ kierunkowskazów	
C	pierwsza lampa kierunkowskazów
C 2	druga lampa kierunkowskazów
C3	trzecia lampa kierunkowskazów
L	lampy kierunkowskazów – strona lewa
R	lampy kierunkowskazów – strona prawa
Układ rozrusznika	
45	wyjście, oddzielny przekładnik, wejście rozrusznik (prąd roboczy)
45 a	wyjście rozrusznik I
45 b	wyjście rozrusznik II, na przekaźnik prądu powrotu (użytkowanie równoległe)
48	przełącznik powtórzenia rozruchu, rozrusznik
50	sterowanie rozrusznika, bezpośrednio
50 a	sterowanie rozrusznika, obwód przełącznika akumulatora
50 b	sterowanie rozrusznika, podwójny przełącznik rozrusznika (użytkowanie równoległe)
50 e	przełącznik blokujący rozrusznika – wejście
50 f	przełącznik blokujący rozrusznika – wyjście
50 g	przełącznik powtórzenia rozruchu – wejście
50 h	przełącznik powtórzenia rozruchu – wyjście
Alternator, generator prądu przemiennego	
51	napięcie stałe na prostowniku
51 e	jak 51, z dławikiem do jazdy dziennej
59	napięcie przemiennie – wyjście
59 a	twornik ładowania – wyjście
59 b	twornik świateł tylnych – wyjście
59 c	twornik świateł hamulców – wyjście
Generator, regulator generatora	
61	nadzór generatora
B +	akumulator plus
B -	akumulator minus
D +	prądnicza plus
D -	prądnicza minus
DF	prądnicza pole
DF 1	prądnicza pole I
DF 2	prądnicza pole II
U, V, W	zaciski trzech faz prądu przemiennego
Oświetlenie	
54	światło stopu przy łączeniu świateł i złącza do przyczepy
55	światła przeciwmgielne
56	światło reflektora
56 a	światło drogowe i lampka kontrolna
56 b	światło mijania
56 d	impuls światła drogowe
57	światła postojowe
57 a	światło postojowe (parkingowe)
57 L,R	oświetlenie skrajne pojazdu
58	oświetlenie: końcowe, tablic rejestracyjnych i instrumentów
58 c	złącze przyczepy jednożyłowe, światło tylne w przyczepie

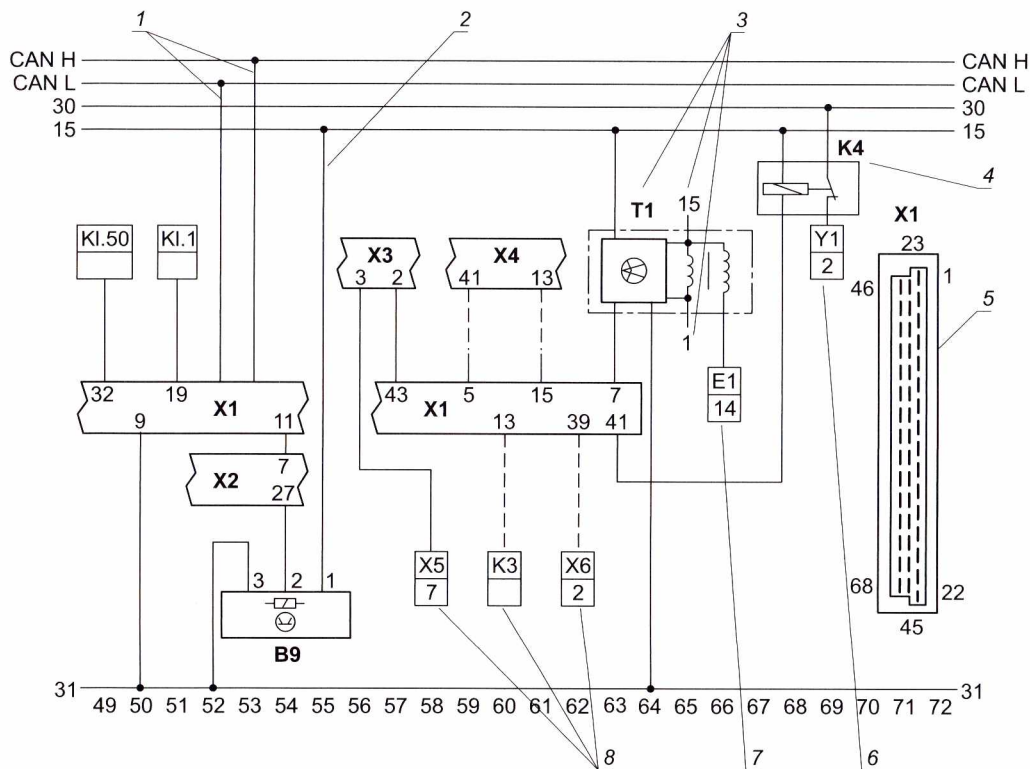
Zacisk	Znaczenie
Silnik wycieraczek	
53	szczotki węglowe (plus), pierwszy stopień
53 a	wyłącznik końcowy (plus)
53 b	drugi stopień, silnik równoległy
53 c	pompa spryskiwaczy
53 e	uzwojenie hamujące
53 i	drugi stopień, stałe wzbudzony silnik
Dźwiękowe urządzenie alarmowe	
71	przełącznik kolejności tonów – wyjście
71 a	wyjście do syreny niskotonowej 1. i 2.
71 b	wyjście do syreny wysokotonowej 1. i 2.
72	włącznik alarmu, lampa dookólna
Łączniki	
81	rozwieracz, przełącznik – wejście
81 a	rozwieracz, przełącznik – pierwsze wyjście
81 b	rozwieracz, przełącznik – drugie wyjście
82	zwieracz – wejście
82 a	zwieracz – pierwsze wyjście
82 b	zwieracz – drugie wyjście
82 z	zwieracz – pierwsze wejście
82 y	zwieracz – drugie wejście
83	przełącznik wielopozycyjny – wejście
83 a	przełącznik wielopozycyjny – wyjście, położenie pierwsze
83 b	przełącznik wielopozycyjny – wyjście, położenie drugie
Przekładnik prądowy	
84	napęd i styk przekaźnika (początek uzwojenia) – wejście
84 a	napęd (koniec uzwojenia) – wyjście
84 b	styk przekaźnika – wyjście
Przekładnik łączeniowy	
85	napęd – wyjście
86	napęd – wejście
86 a	pierwsza cewka – wejście
86 b	druga cewka – wejście
Styczniki	
87(30)	zestyk rozwierny i przełączny – wejście
87 z,	(przy wielu wejściach)
87 y...	
87 a	zestyk rozwierny i przełączny – wyjście
87 b,	(przy wielu wyjściach)
87 c...	
88(30)	styk zwierny – wejście
88 z	(przy wielu wejściach)
88 y...	
88 a	styk zwierny i przełączny – wyjście
(87)*	(przy wielu wyjściach)
88 b,	
88 c...	

[Źródło: Praca zbiorowa; *Poradnik techniki samochodowej*, Wydawnictwo Rea, Warszawa 2010]



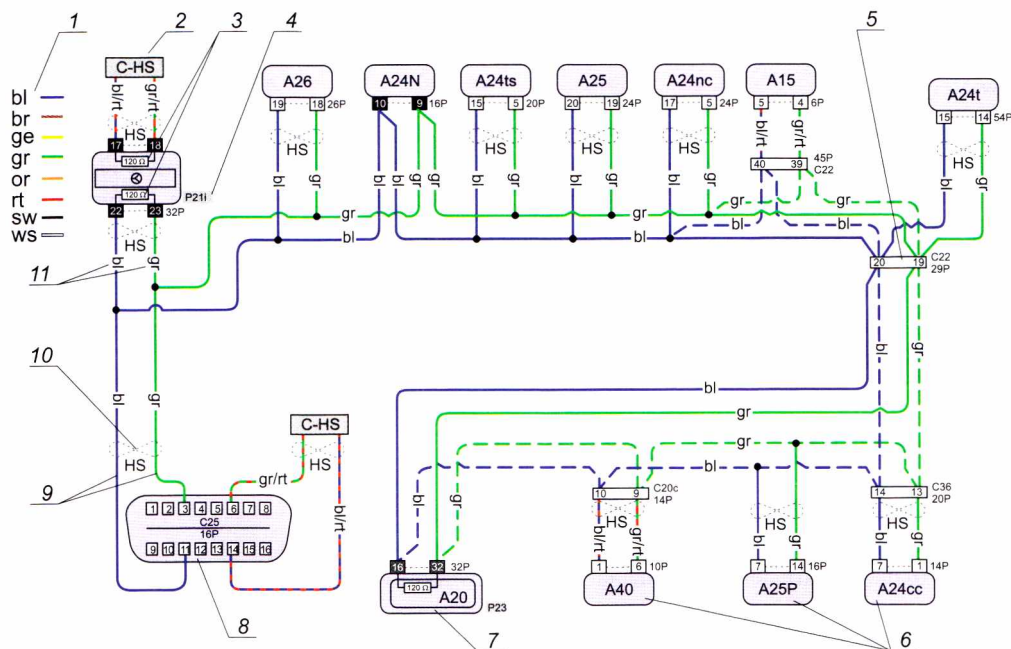
Rys. 2.11. Schemat połączeń elementów układu poduszek gazowych

1 – oznaczenia typu elementu, 2 – oznaczenie pokazujące, że dalsze prowadzenie przewodu pokazane jest na ścieżce 22. (element A2) i na ścieżce 23. (element A3), 3 – oznaczenie koloru izolacji przewodu, 4 – odwołanie do podłączenia do styku 17. elementu X61 znajdującego się w innej części schematu, 5 – linie zasilające, 6 – oznaczenie numeru bezpiecznika (F1) w skrzynce bezpieczników, 7 – oznaczenie złączy elektrycznych X, 8 – odwołanie do dalszego przebiegu przewodów (np. A2, 8 – informuje o podłączeniu do elementu sterującego A2 umieszczonego na schemacie na ścieżce nr 8, A3, 11 – informuje o podłączeniu do elementu sterującego A3 na ścieżce 11), 9 – oznaczenie masy pojazdu (linia 31.), 10 – podłączenie sterownika do masy, 11 – numery ścieżek na schemacie instalacji elektrycznej, 12 – oznaczenie numerów styków elementu, 13 – numery styków złącza sterownika, 14 – oznaczenie urządzeń sterujących (A)



Rys. 2.12. Schemat przedstawiający układ połączeń wtyczek sterowników

1 – podłączenie sterownika do magistrali danych CAN High Speed (CAN H) i CAN Low Speed (CAN L), 2 – zasilanie czujnika B9, 3 – oznaczenie cewki zapłonowej (T1) wraz z opisem styków elektrycznych (15 – zasilanie uzwojenia pierwotnego po włączeniu zapłonu, 1 – sterowanie uzwojeniem pierwotnym cewki), 4 – oznaczenie przekaźnika (K4), 5 – oznaczenie numerów styku złącza wielostykowego (X1) sterownika, 6 – odwołanie do elementu Y1 sterowanego przekaźnikiem K4 (podłączenie do styku nr 2 elementu Y1), 7 – odwołanie do podłączenia przewodu wysokiego napięcia do świecy zapłonowej (E1), 8 – odwołanie do podłączenia do elementu znajdującego się w innej części schematu, np. złącze X5 styk nr 7, przekaźnik K3, złącze X6 styk nr 2



Rys. 2.13. Schemat magistrali danych CAN High Speed

1 – oznaczenia kolorów izolacji przewodów elektrycznych, 2 – oznaczenie szybkości przesyłu danych magistralą (C-HS – CAN High Speed), 3 – rezystor terminujący, 4 – oznaczenie bramy GATEWAY, 5 – oznaczenie miejsc rozdzielających sygnały magistrali danych, tzw. dzielniki potencjałów, 6 – stacje (sterowniki) podłączone do magistrali CAN, 7 – element końcowy magistrali wraz z rezystorem terminującym, 8 – gniazdo diagnostyczne OBD wraz z rozrysowanymi stykami (pinami) podłączonymi do przewodów magistrali, 9 – przewody magistrali oznaczone różnymi kolorami, 10 – oznaczenie skrętki przewodów magistrali wraz z informacją o szybkości przesyłu danych (C-HS), 11 – oznaczenia kolorów izolacji przewodów

🔧 PYTANIA I POLECENIA

1. Do czego służą schematy instalacji elektrycznej?
2. Wyjaśnij oznaczenie zacisków 15., 30. i 31. na schematach instalacji elektrycznej.
3. Korzystając z rysunków 2.11–2.13, podaj informacje zawarte na tych schematach.

ZAPAMIĘTAJ

Doprowadzenie energii elektrycznej ze źródeł prądu zamontowanych w samochodzie do odbiorników energii elektrycznej zapewnia instalacja elektryczna. W samochodach osobowych stosowane są jedнопроводowe instalacje elektryczne o napięciu znamionowym 12 V, z biegunem ujemnym akumulatora przyłączanym do masy pojazdu.

Elementami zabezpieczającymi obwody instalacji elektrycznej przed przeciążeniem (tj. przed przepływem zbyt dużego prądu) w przypadku zwarcia instalacji do masy pojazdu lub przepięcia są bezpieczniki. Wymiana bezpiecznika na nowy powinna być poprzedzona ustaleniem oraz usunięciem przyczyny jego przepalenia.

W instalacjach elektrycznych samochodów stosuje się różnego rodzaju przekaźniki. Umożliwiają one sterowanie przepływem dużych wartości prądu (o dużym natężeniu)

w obwodzie obciążenia przełącznika (np. zasilającego żarówkę światła mijania) przy wykorzystaniu prądu sterującego o małym natężeniu (np. przepływającego przez włącznik światła).

Samochodowe instalacje elektryczne są bardzo rozbudowane. Informacji o rozmieszczeniu i rodzaju (funkcji) zastosowanych w instalacji elementów dostarczają schematy elektryczne, dostępne między innymi w programach do wspomagania diagnozowania. Zazwyczaj są one schematami częściowymi, przedstawiającymi poszczególne obwody (np. oświetlenia, rozruchowy, ładowania). Elementy składowe obwodu elektrycznego oznacza się za pomocą symboli literowo-cyfrowych oraz graficznie. Szczególnie przydatne w procesie diagnozowania instalacji jest przyporządkowanie (przeznaczenie) poszczególnych styków elementów składowych.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Jaka wielkość charakteryzuje instalację elektryczną pojazdu?
2. Podaj przykładowe obwody instalacji elektrycznej samochodu.
3. Co oznacza określenie: instalacja jedнопrzewodowa z biegunem ujemnym akumulatora na masie pojazdu?
4. Jaką funkcję pełni metalowe nadwozie samochodu w jedнопrzewodowej instalacji elektrycznej?
5. W jaki sposób identyfikuje się przeznaczenie poszczególnych przewodów instalacji elektrycznej?
6. Czy w pojeździe o znamionowej wartości napięcia instalacji elektrycznej 12 V mogą występować inne wartości napięć zasilających odbiorniki? Jeżeli tak, podaj przykłady.
7. Jaką funkcję w instalacji elektrycznej spełniają bezpieczniki?
8. Na czym polega zwarcie instalacji elektrycznej do masy pojazdu? Jakie są tego objawy i skutki?
9. Wyjaśnij, dlaczego w instalacji elektrycznej stosuje się elementy przeciwzakłóceńowe. Podaj przykłady ich zastosowania w układzie zapłonowym.
10. Wymień rodzaje przełączników samochodowych.
11. Jaka jest różnica między przełącznikami: zwiernym, rozwiernym i przełączającym?
12. Podaj oznaczenia zacisków przełączników samochodowych.
13. Przedstaw ogólny zakres informacji możliwych do uzyskania ze schematu instalacji elektrycznej.

LITERATURA

- [1] M. Bustrycki, *Budowa instalacji elektrycznej pojazdów*, „Serwis Motoryzacyjny” nr 4/2011.
- [2] M. Bustrycki, *Diagnozowanie uszkodzeń obwodów elektrycznych*, „Serwis Motoryzacyjny” nr 6/2010.
- [3] M. Bustrycki, *Instalacja elektryczna w pojazdach*, „Serwis Motoryzacyjny” nr 3/2011.
- [4] M. Bustrycki, *Instalacja elektryczna pojazdów samochodowych – włączniki sterowane mechanicznie*, „Serwis Motoryzacyjny” nr 3/2011.
- [5] M. Bustrycki, *Wyposażenie elektryczne pojazdów – przełączniki, część II*, „Serwis Motoryzacyjny” nr 12/2009.
- [6] M. Bustrycki, *Zwarcie w instalacji elektrycznej*, „Serwis Motoryzacyjny” nr 4/2010.
- [7] M. Bustrycki, *Zwarcie w instalacji elektrycznej*, „Serwis Motoryzacyjny” nr 7–8/2010.

- [8] M. Bustrycki, *Złącza elektryczne w pojeździe*, „Serwis Motoryzacyjny” nr 11/2011.
- [9] R. Dmowski, *Podstawy działania samochodowych instalacji elektrycznych*, „Poradnik Serwisowy” nr 1/2006.
- [10] P. Fundowicz, B. Michałowski, M. Radzimierski, *Podstawy elektrotechniki i elektroniki samochodowej*, WSiP, Warszawa 2007.
- [11] A. Herner, H.J. Riehl, *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*, WKŁ, Warszawa 2011.
- [12] J. Ocioszyński, *Elektrotechnika i elektronika pojazdów samochodowych*, WSiP, Warszawa 1996.
- [13] Praca zbiorowa: *Poradnik techniki samochodowej*, Wydawnictwo Rea, Warszawa 2010.
- [14] M.S. Słupski, *Czytanie schematów elektrycznych*, „Poradnik Serwisowy” nr 6/2006.
- [15] L. Wrzask, Z. Juszczyk, *Elektrotechnika i elektronika w samochodach*, Wydawnictwo KaBe, Krosno 2009.

3. Podstawy miernictwa elektrycznego i elektronicznego

- Przyrządy warsztatowe stosowane w pomiarach elektrycznych i elektronicznych
- Zasady wykonywania pomiarów za pomocą multimetru
- Pomiary wykonywane za pomocą oscyloskopu
- Badanie układów elektronicznych testerem diagnostycznym. Programy diagnostyczne

3.1

Przyrządy warsztatowe stosowane w pomiarach elektrycznych i elektronicznych

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie przyrządy warsztatowe wykorzystywane są do pomiarów wielkości elektrycznych
- jaka jest budowa tych przyrządów
- jakie funkcje spełniają te przyrządy

W samochodach zamontowanych jest wiele różnego rodzaju czujników i zespołów (np. lampy reflektorów), które wymagają zasilania energią elektryczną z instalacji pokładowej samochodu. Również coraz więcej elementów wykonawczych jest sterowanych elektrycznie.

Ocena stanu technicznego czujników, elementów wykonawczych oraz innych zespołów elektrycznych i elektronicznych samochodu, zwłaszcza szczegółowa diagnostyka przyrządowa, wymaga pomiaru różnego rodzaju wielkości elektrycznych. Wszystkie czujniki stosowane w samochodach są przetwornikami, które zamieniają mierzoną wielkość fizyczną (temperaturę, ciśnienie, położenie, prędkość itp.) na wielkość elektryczną (napięcie itp.). W większości wymagają one zasilania stabilizowaną wartością napięcia (najczęściej +5 V), koniecznego do ich działania. Sygnał wyjściowy z czujników mierzących wielkości fizyczne jest także sygnałem elektrycznym (analogowym lub cyfrowym), dlatego ich diagnozowanie wymaga pomiaru różnego rodzaju wielkości elektrycznych i elektronicznych.

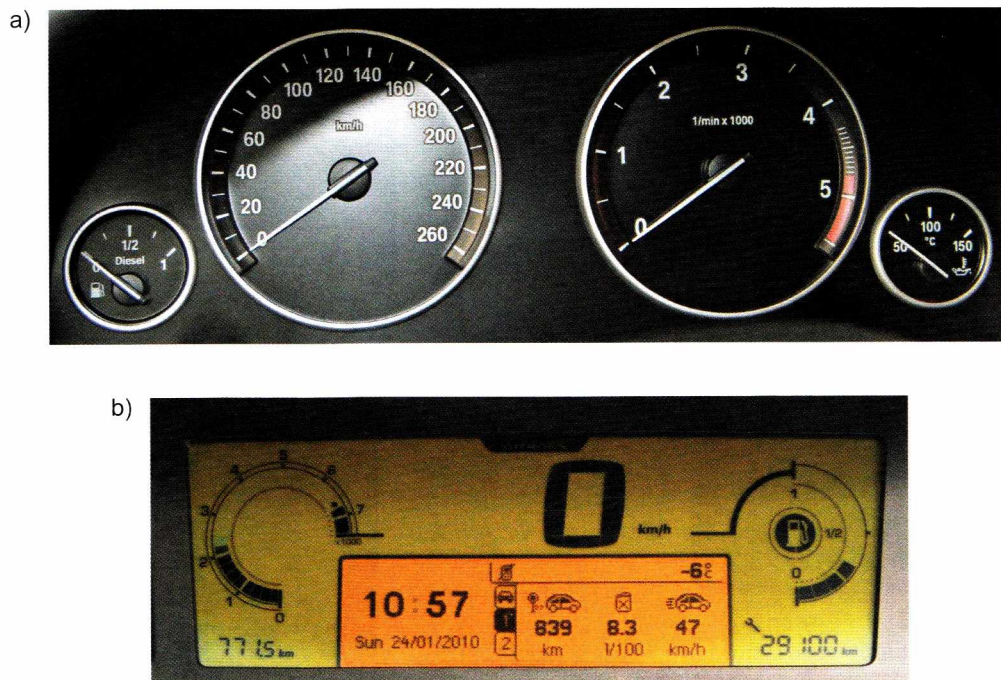
Pomiarem nazywamy proces mający na celu wyznaczenie wartości mierzonej wielkości.

Pomiary elektryczne są wykonywane dla sygnałów o wartości napięcia powyżej 5 V, natomiast pomiary elektroniczne – dla sygnałów o wartości napięcia poniżej 5 V.

Do pomiaru wielkości elektrycznych (i elektronicznych) stosujemy przyrządy pomiarowe o odczycie analogowym lub cyfrowym. W **przyrządach o odczycie analogowym** wynik pomiaru jest zobrazowany przez położenie wskazówki na nieruchomej skali wartości mierzonej wielkości. Przyrządy te nie są obecnie wykorzystywane do pomiaru wielkości elektrycznych w procesie diagnozowania samochodów, jednak takie mierniki (wskaźniki) nadal są montowane w samochodach (np. obrotomierz, prędkościomierz, wskaźnik temperatury płynu chłodzącego czy wskaźnik poziomu paliwa w zbiorniku) i umieszczane na desce rozdzielczej (rys. 3.1).

Obecnie wszystkie przyrządy pomiarowe wielkości elektrycznych (oraz elektronicznych) są **przyrządami o odczycie cyfrowym**. Posiadają one specjalne układy pomiarowe, a wartość mierzonej wielkości jest pokazywana na ekranie w postaci cyfrowej lub graficznej (np. linii). Postać graficzna sygnału jest generowana przez układ mikroprocesorowy na podstawie sprowadzonego do postaci cyfrowej elektrycznego sygnału wejściowego.

Powszechnie używane przyrządy do pomiaru wielkości elektrycznych (elektronicznych) w samochodach to miernik uniwersalny i oscyloskop.

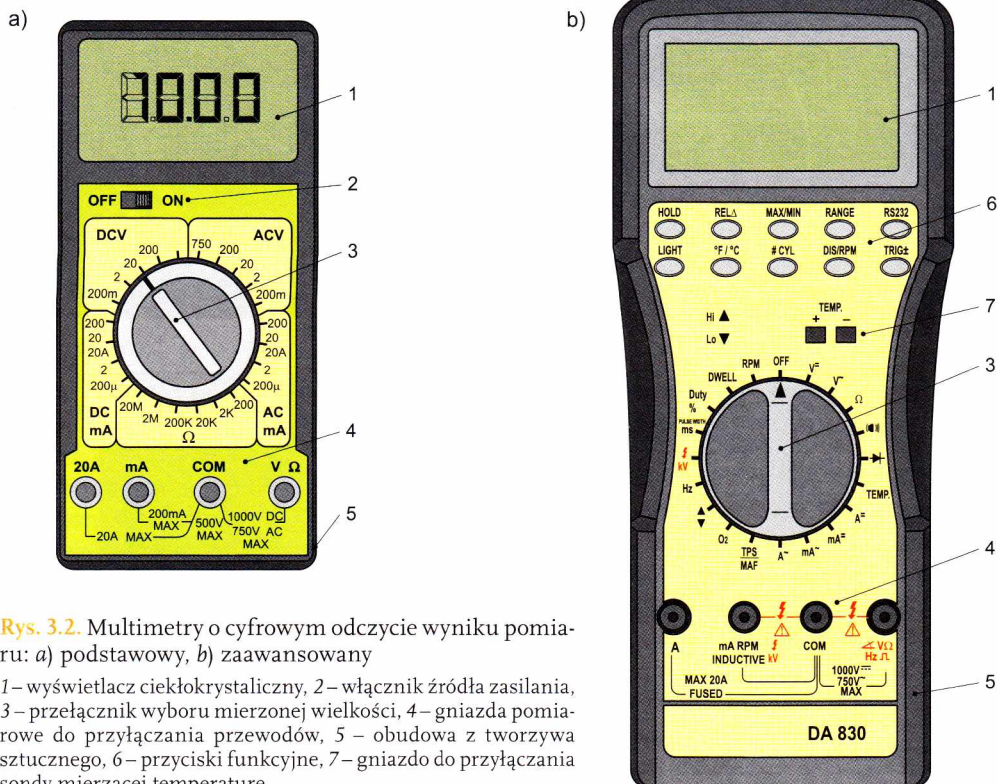


Rys. 3.1. Wygląd wskaźników na desce rozdzielczej, przedstawiających najważniejsze parametry pracy silnika: a) odczyt analogowym, b) odczyt cyfrowym

Miernik uniwersalny, zwany także **multimetrem**, jest przyrządem mającym w obudowie wiele układów pomiarowych. Najprostsze multimetry (rys. 3.2a s. 46) umożliwiają pomiar napięcia i natężenia prądu oraz rezystancji. Bardziej zaawansowane multimetry (rys. 3.2b) oprócz trzech wielkości podstawowych dodatkowo umożliwiają pomiar częstotliwości, współczynnika wypełnienia impulsu, prędkości obrotowej, temperatury, napięcia w uzwojeniu wtórnym układu zapłonowego (w kilowoltach – kV) oraz innych wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. Multimetry te przeznaczone są do pomiarów wykonywanych w samochodach. Wszystkie obecnie stosowane mierniki uniwersalne są przyrządami o cyfrowym odczyt wyniku pomiaru.

Multimetr (rys. 3.2 s. 46) składa się z obudowy (5) z tworzywa sztucznego, wewnątrz której umieszczona jest płytką drukowaną z rozmieszczonymi na niej elementami tworzącymi układy pomiarowe zarówno wielkości elektrycznych, jak i innych. Do płytki przymocowane są gniazda pomiarowe (4) oraz wyświetlacz ciekłokrystaliczny (1), na którym wyświetlany jest wynik pomiaru. Ważnym elementem multimetru jest bateria (lub baterie) zasilająca o określonej wartości napięcia, umieszczona w jego obudowie.

Sygnał wejściowy mierzonej wielkości jest doprowadzany do multimetru za pośrednictwem przewodów pomiarowych, przyłączanych do odpowiednich gniazd pomiarowych (4) miernika. Rodzaj mierzonej wielkości jest wybierany za pomocą przełącznika (3). W multimetrach podstawowych (rys. 3.2a) należy nie tylko wybrać rodzaj mierzonej wielkości, ale także ustawić przełącznik na odpowiedni zakres pomiarowy, który musi uwzględniać maksymalną wartość mierzonego parametru i rodzaj prądu (stałego lub przemiennego). Multimetry zaawansowane (rys. 3.2b) automatycznie dobierają zakres pomiarowy do wartości mierzonej wielkości.



Rys. 3.2. Multymetry o cyfrowym odczycie wyniku pomiaru: a) podstawowy, b) zaawansowany

1 – wyświetlacz ciekłokrystaliczny, 2 – włącznik źródła zasilania, 3 – przełącznik wyboru mierzonej wielkości, 4 – gniazda pomiarowe do przyłączania przewodów, 5 – obudowa z tworzywa sztucznego, 6 – przyciski funkcyjne, 7 – gniazdo do przyłączania sondy mierzącej temperaturę

Wynik pomiaru pokazywany jest na wyświetlaczu multimetru w postaci cyfrowej. Niektóre multymetry pokazują go także w formie paska (bargrafu), symulującego wskazania analogowe (rys. 3.3). Składa się on z wielu (od kilkunastu do kilkudziesięciu) prostokątów. Liczba widocznych (świejących, czyli aktywnych) punktów paska rośnie proporcjonalnie do wartości mierzonej wielkości.

Przewody pomiarowe miernika przyłączamy do znormalizowanych gniazd sygnału wejściowego miernika. Są one przystosowane do podłączania przewodów zakończonych wtykami o średnicy 4 mm typu „banan”. Każde gniazdo jest opisane odpowiednio do funkcji, jaką pełni. Jedno z nich, oznaczone *COM* (ang. *common* – wspólne), jest wykorzystywane do podłączania ujemnego przewodu pomiarowego. Pozostałe gniazda, odpowiednio oznaczone (np. *10 A*, *mA*, *V/Ω*) służą do podłączania dodatniego przewodu pomiaru wielkości, której



Rys. 3.3. Wygląd wyświetlacza multimetru cyfrowego z dodatkowym odczytem analogowym – bargrafem

oznaczenie umieszczono w pobliżu gniazda. Każdy multimetr, niezależnie od zaawansowania, ma oddzielne gniazdo (lub dwa) do pomiaru natężenia prądu. W multimetrze pokazanym na rys. 3.2a są dwa takie gniazda, oznaczone jako *A* i *mA*. Wynika to z szeregowego sposobu podłączania przewodów pomiarowych miernika do obwodu, w którym mierzone jest natężenie prądu. Do pomiaru napięcia lub rezystancji przewody pomiarowe multimetru podłączamy równolegle.

Dokładność pomiaru multimetrem o odczycie cyfrowym podaje się w postaci dwóch wielkości, określających **błąd względny** oraz **błąd kwantyzacji**. Przykładowo zapis $\pm(0,5\% + 1 \text{ cyfra})$ wskazuje, że:

- błąd względny wynosi 0,5% mierzonej wielkości, co oznacza, że wynik pomiaru dokonany miernikiem różni się od wyniku pomiaru tej samej wielkości wykonanego za pomocą przyrządu wzorcowego maksymalnie o 0,005 wartości zmierzonej;
- błąd kwantyzacji, wynikający z cyfrowego przetwarzania sygnału analogowego i jego cyfrowego przedstawienia, ma wartość 1 jednostki ostatniej cyfry wskazywanej na wyświetlaczu.

Dokładność pomiaru multimetrem zawsze dotyczy mierzonej wielkości (np. napięcia stałego, prądu przemiennego, częstotliwości) oraz zakresu pomiaru (np. 20 V, 400 mA, 4 k Ω – patrz tab. 3.1). Podana jest ona w dokumentacji przyrządu (np. w instrukcji obsługi).

Przykładowo, jeżeli pomiar napięcia stałego wykonamy multimetrem, którego zakres pomiarowy (napięcia) wynosi do 20 V, a dokładność $\pm(0,5\% + 2 \text{ cyfry})$, uzyskany (i pokazany na wyświetlaczu) wynik pomiaru 12,20 V obarczony jest następującymi błędami pomiarowymi:

- błędem bezwzględnym o wartości 0,06 V (0,5% zmierzonej wielkości, czyli $0,005 \cdot 12,20 \text{ V} = 0,06 \text{ V}$);
- błędem kwantyzacji o wartości 0,02 V (ostatnia cyfra dla opisanego przykładu pokazana na wyświetlaczu odpowiada setnej części wolta, a dwie cyfry to 0,02 V).

Wynika z tego, że wartość mierzonego napięcia zawiera się w przedziale $12,20 \pm (0,06 + 0,02) \text{ V}$, czyli jego rzeczywista wartość mieści się w zakresie 12,12–12,28 V.

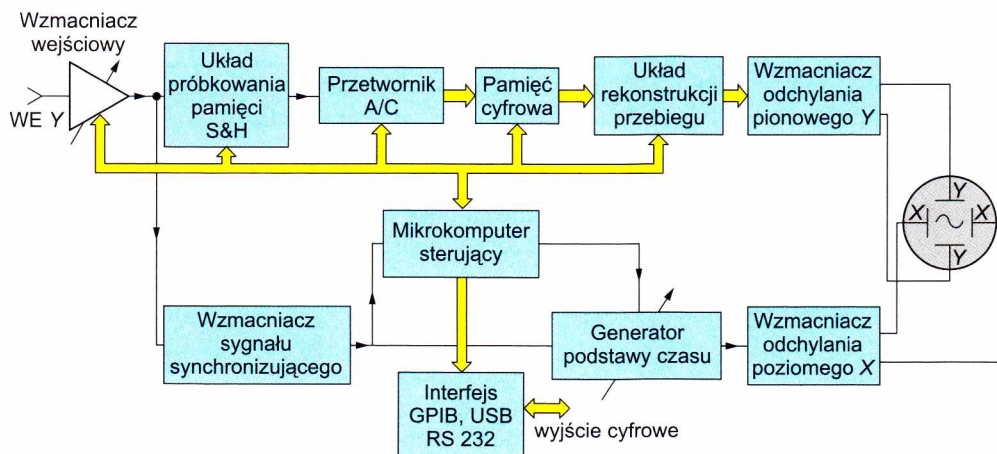
W tabeli 3.1. podano przykładowe wartości poszczególnych błędów oraz wartości rzeczywistego wyniku pomiaru w zależności od dokładności multimetru.

Tabela 3.1. Dokładność pomiaru multimetru, błąd bezwzględny pomiaru mierzonej wielkości oraz rzeczywisty wynik pomiaru – przykłady

Funkcja multimetru	Zakres pomiarowy	Dokładność multimetru	Wartość zmierzona	Błąd bezwzględny	Błąd kwantyzacji	Wartość rzeczywista
Napięcie stałe	20 V	$\pm(0,5\% + 2 \text{ cyfry})$	11,98 V	0,06 V	0,02 V	11,90–12,60 V
Napięcie przemiennne	200 V	$\pm(1,5\% + 4 \text{ cyfry})$	175,4 V	2,6 V	0,4 V	172,4–178,4 V
Prąd przemienny	400 mA	$\pm(2\% + 4 \text{ cyfry})$	360,2 mA	7,2 mA	0,4 mA	352,6–367,8 mA
Temperatura	–20°–700°C	$\pm(1\% + 3^\circ\text{C})$ w zakresie do 400°C	320°C	3°C	3°C	314–326°C
		$\pm(2\% + 3^\circ\text{C})$ w zakresie powyżej 400°C	465°C	9°C	3°C	453–478°C
Częstotliwość	40 kHz	$\pm(0, 2\% + 2 \text{ cyfry})$	27,45 kHz	0,06 kHz	0,02 kHz	27,37–27,53 kHz

Multimetry stosowane są do pomiarów wielkości, których wartość nie zmienia się w czasie, lub do pomiaru wielkości okresowych (np. częstotliwości, współczynnika wypełnienia impulsu).

Do pomiarów przebiegu sygnałów elektrycznych zmiennych w czasie lub pomiaru kilku sygnałów jednocześnie stosowane są **oscylloskopy**. Schemat budowy autonomicznego **oscylloskopu cyfrowego** pokazano na rysunku 3.4.



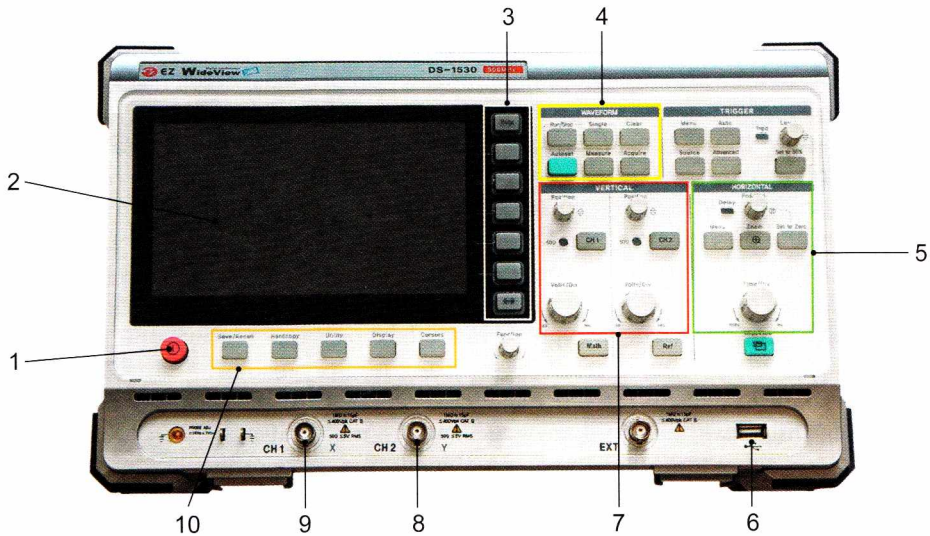
Rys. 3.4. Schemat blokowy oscylloskopu cyfrowego

Napięciowy sygnał wejściowy Y, doprowadzony z sondy pomiarowej, po przejściu przez układ kondycjonowania (wzmacniacz) zostaje przetworzony przez przetwornik analogowo-cyfrowy. Zamiana sygnału w postać cyfrową odbywa się z określoną, ustaloną przez mikrokontroler częstotliwością w procesie próbkowania. Sygnał analogowy (ciągły) jest przekształcany w sygnał cyfrowy (dyskretny) przechowywany w pamięci urządzenia, a następnie odtwarzany.

Zazwyczaj oscylloskopy mają dwa niezależne tory – tzw. **kanały** (ang. *Channel*) **pomiarowe**, zwykle oznaczone jako CH1 i CH2. Rejestrowane w poszczególnych kanałach przebiegi mogą być jednocześnie lub osobno przedstawiane (obrazowane) na ekranie oscylloskopu w postaci dwóch niezależnych krzywych. Umożliwia to badanie przebiegów (zależności) między dwoma (a dla niektórych oscylloskopów autonomicznych nawet czterema) wielkościami elektrycznymi. Wygląd panelu (płyty) czołowego oscylloskopu cyfrowego pokazano na rysunku 3.5.

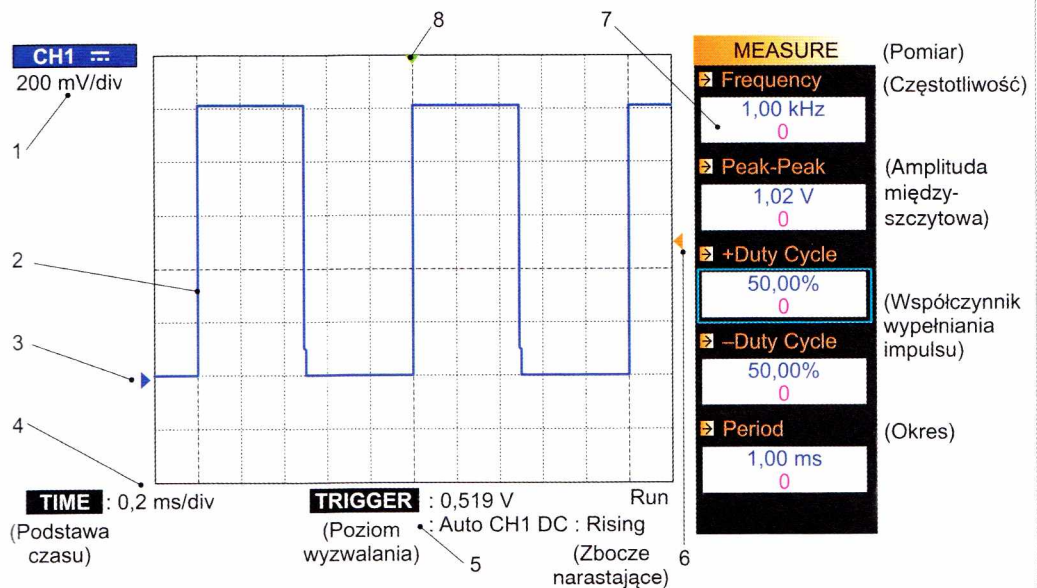
Obraz mierzonego sygnału elektrycznego (napięcia) jest pokazany na ekranie ciekłokrystalicznym, najczęściej kolorowym, na który naniesiona jest siatka (układ poziomych i pionowych linii – rys. 3.6). Odległość między dwiema sąsiednimi liniami pionowymi to **działka** (jednostka **osi poziomej**), a między dwiema sąsiednimi liniami poziomymi – **działka** (jednostka **osi pionowej**). Zazwyczaj oznaczane są one skrótem *div* (ang. *Division*). Linie pionowe określają przedział czasu, a linie poziome – przedział napięcia. Wartości zarówno czasów jednostkowych, jak i jednostkowych zmian napięcia można zmieniać za pomocą pokręteł i przycisków oscylloskopu.

Oznaczenie **0,2 ms/div** (tzw. podstawa czasu) informuje, że czas między dwiema sąsiednimi liniami pionowymi siatki ekranu oscylloskopu wynosi 0,2 ms. Jeżeli na ekranie oscylloskopu dostępnych jest 12 jednostek osi poziomej (patrz rys. 3.6), to fragment rejestrowanego w danym momencie sygnału wejściowego (niebieska linia) trwa 2,4 ms ($0,2 \cdot 12 = 2,4$).



Rys. 3.5. Wygląd płyty czołowej oscyloskopu

1 – włącznik zasilania, 2 – ekran oscyloskopu (LCD), 3 – przyciski różnych funkcji oscyloskopu, 4 – przyciski ustawień przebiegu sygnału, 5 – przyciski i pokręta do ustawiania podstawy czasu i pozycjonowania rejestrowanego przebiegu w osi poziomej, 6 – wyjście USB do podłączenia pamięci masowej, 7 – przyciski oraz pokręta do ustawiania skali pionowej (napięciowej) poszczególnych kanałów oscyloskopu oraz pozycjonowania przebiegu w osi pionowej, 8 i 9 – wejście sygnału pomiarowego odpowiednio do kanału CH2 i CH1, 10 – przyciski zapisywania danych i przebiegów



Rys. 3.6. Przykładowy zapis pomiaru na ekranie oscyloskopu z informacjami o parametrach sygnału zmiennego

1 – informacje o nastawach działki osi pionowej (napięcia) dla kanału 1., 2 – przebieg badanego sygnału, 3 – oznaczenie położenia poziomu masy sygnału, 4 – informacja o nastawach działki osi poziomej (czasu), 5 – informacja o nastawach wyzwalania sygnału, 6 – oznaczenie poziomu wyzwalania sygnału, 7 – parametry mierzonego sygnału, 8 – oznaczenie chwili wyzwalania sygnału

Oznaczenie **200 mV/div** informuje, że zmiana napięcia sygnału wejściowego między dwiema liniami poziomymi wynosi 200 mV. Jeżeli na ekranie oscyloskopu dostępnych jest 8 jednostek osi pionowej (patrz rys. 3.6), to możliwy do przedstawienia na ekranie zakres zmiany napięcia rejestrowanego sygnału wejściowego wynosi 1,6 V ($200 \cdot 8 = 1600$ mV).

Zmiany nastaw osi poziomej (czasu) i pionowej (napięcia) dokonujemy za pomocą odpowiednich przycisków i pokręteł. Zazwyczaj są one oznaczone *Time/Div* (dla regulacji podstawy czasu) oraz *V/Div* (dla regulacji osi napięcia).

Zaawansowane oscyloskopy (np. pokazany na rys. 3.5) wyposażone są w dodatkowe pokręta i przyciski umożliwiające między innymi nałożenie na zarejestrowany przebieg sygnału przebiegu referencyjnego (wzorcowego), zapisanego w pamięci oscyloskopu. Ułatwia to analizę zarejestrowanego sygnału przez bezpośrednie porównanie jego postaci i wartości napięć z sygnałem wzorcowym. Najbardziej zaawansowane oscyloskopy wyposażone są w różnego rodzaju funkcje matematycznej obróbki pomiaru, analizy czasowej i napięciowej. Umożliwiają one wykonywanie operacji matematycznych na rejestrowanych przebiegach (np. odejmowanie jednego przebiegu od drugiego), przesyłanie danych do urządzeń zewnętrznych (np. do komputera), zapisywanie danych (np. w urządzeniach pamięci masowej, podłączanych do oscyloskopu za pomocą gniazda USB – patrz rys. 3.5) oraz inne operacje.

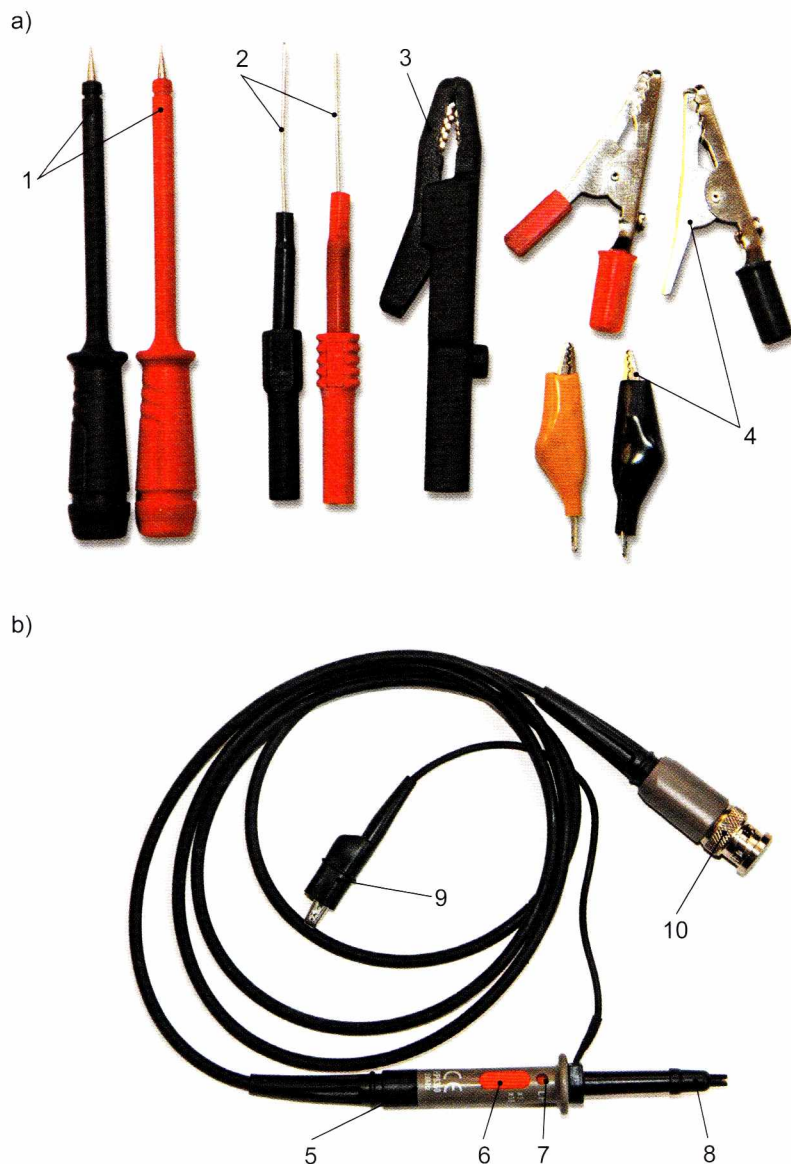
Przeznaczenie (funkcje) i sposób oznaczenia pokręteł i przycisków może się różnić w zależności od producenta oscyloskopu, ale przyciski lub pokręta zmiany nastaw podstawy czasu oraz skali napięcia zawsze są oznaczane w ten sam sposób.

Większość oscyloskopów używanych do diagnozowania samochodów to obecnie **oscyloskopy wirtualne** (programowe). Są to układy pomiarowe (umieszczone np. w obudowie testera diagnostycznego), które zamieniają mierzony sygnał pomiarowy w sygnał cyfrowy. Dalsze jego przetwarzanie, w tym także wizualizacja rejestrowanych przebiegów na ekranie, odbywa się przy użyciu odpowiedniego oprogramowania. Wirtualne multimetry również mają testery diagnostyczne. Obsługa wirtualnego oscyloskopu czy multimetru odbywa się za pomocą ikon oprogramowania obsługującego te urządzenia (rozdział 3.4).

Doprowadzenie sygnału pomiarowego do gniazd pomiarowych multimetru zapewniają przewody pomiarowe, a do kanału pomiarowego oscyloskopu – sondy pomiarowe. Zarówno przewody pomiarowe, jak i sondy przyłączamy z jednej strony do diagnozowanego obiektu, a z drugiej do multimetru lub oscyloskopu. Standardem są przewody zakończone metalowym grotem i sondy igłowe (rys. 3.7).

Multimetry i oscyloskopy, zwłaszcza wirtualne, wyposażone są w uniwersalne przewody pomiarowe zakończone standardową końcówką typu „banan” o średnicy 4 mm. Takie zakończenie przewodu umożliwia dobranie odpowiedniej końcówki, np. zacisku typu krokodylowego czy cienkiej końcówki igłowej, w zależności od warunków wykonania pomiaru. Zacisk krokodylowy umożliwia podłączenie przewodu do masy pojazdu lub styków czujnika (operator nie musi go wtedy trzymać). Sonda igłowa służy do pomiarów wielkości elektrycznych bezpośrednio na stykach wtyczek przewodów instalacji elektrycznej samochodu podłączonych do czujników, elementów wykonawczych i sterowników. Dostęp do tych miejsc przy użyciu innych końcówek jest niemożliwy.

Pomiar natężenia prądu multimetrem można wykonać za pomocą standardowych przewodów pomiarowych, wpiętych szeregowo w obwód, w którym ma być mierzone natężenie prądu. Jednak znacznie wygodniejsze jest zastosowanie specjalnej sondy prądowej wykorzystującej zjawisko Halla (rys. 3.8a s. 52). Wtedy pomiar natężenia prądu odbywa się bez ingerencji w mierzony obwód elektryczny. Sondę zakłada się na przewód lub wiązkę przewodów. Przepływ prądu powoduje powstanie pola magnetycznego, proporcjonalnego



Rys. 3.7. Wygląd standardowych igłowych sond pomiarowych: a) multimetru, b) oscyloskopu

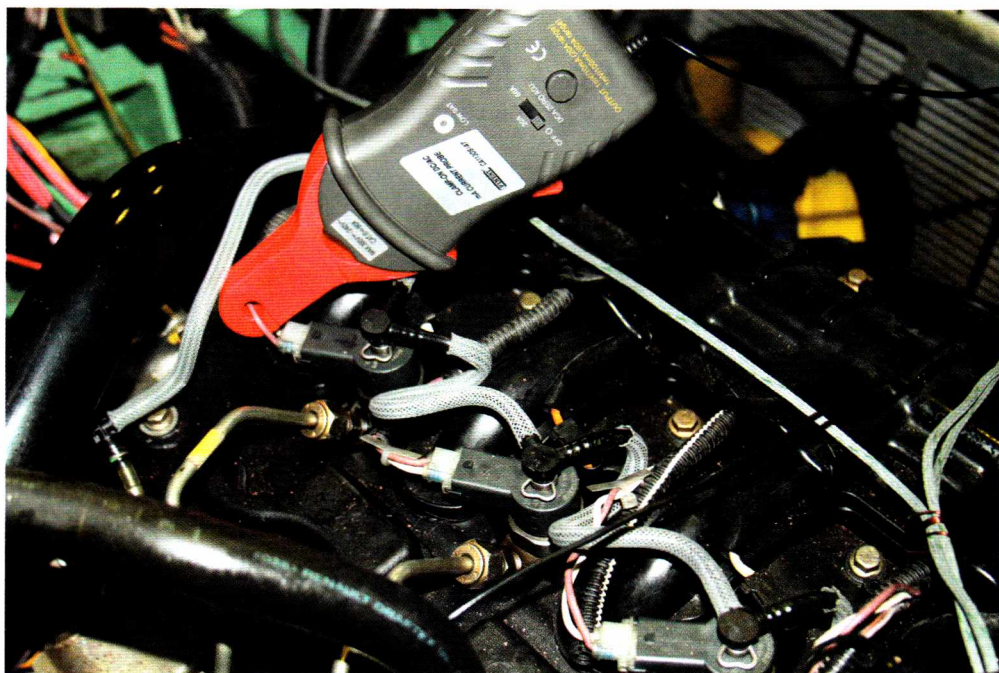
1 – sondy pomiarowe podstawowe, 2 – sondy pomiarowe igłowe (do pomiarów bezpośrednio we wtyczce), 3 i 4 – zaciski krokodylowe, 5 – obudowa sondy, 6 – przełącznik zakresu pracy, 7 – trymer kompensacji, 8 – uchwyt pomiarowy, 9 – zacisk krokodylowy masy, 10 – wtyczka BNC do oscyloskopu

do natężenia płynącego obwodem prądu. Pole to oddziałuje na umieszczone w zaciskach sondy elementy półprzewodnikowe, przez które przepływa prąd o niewielkim natężeniu. Powstające na tych elementach niewielkie napięcie (efekt Halla) jest wstępnie przetwarzane i wzmacniane, a potem podawane na wyjście sondy w postaci napięcia stałego, proporcjonalnego do natężenia mierzonego prądu.

a)



b)



Rys. 3.8. Sonda prądowa (a) oraz sposób jej zamontowania przy pomiarze natężenia prądu pobieranego przez wtryskiwacz (b)

1 – dzielone zaciski pomiarowe, 2 – strzałka wskazująca umowny kierunek przepływu prądu, 3 – przełącznik źródła zasilania (wewnętrzne, zewnętrzne), 4 – przycisk rozwierania zacisków pomiarowych, 5 – przycisk zerowania wskazań, 6 – zakres pomiarowy

Sondę prądową podłącza się zawsze tak, aby nie obejmowała przewodów, którymi ten sam prąd płynie w przeciwnych kierunkach. Wyjaśnimy to na przykładzie pomiaru natężenia prądu pobieranego przez wtryskiwacz (rys. 3.8b). Jeżeli cęgi prądowe umieścimy w taki sposób, że dzielone zaciski sondy będą obejmowały oba przewody doprowadzone do wtryskiwacza, przepływający w obu przewodach prąd (o tym samym natężeniu, ale płynący w przeciwnych kierunkach) wytworzy wzajemnie znoszące się pola magnetyczne. W takim przypadku zarejestrowane przez sondę hallotronową natężenie prądu pobieranego przez wtryskiwacz będzie miało wartość zero.

Na obudowie sondy prądowej umieszczony jest zwykle znak w postaci strzałki (2 na rys. 3.8a) wskazujący umowny kierunek przepływu prądu od dodatniego do ujemnego zacisku źródła zasilania. Podczas pomiaru sondę należy podłączyć w taki sposób, aby strzałka ta prawidłowo wskazywała umowny kierunek przepływu prądu. W przeciwnym razie podczas pomiaru zarejestrujemy ujemną wartość natężenia prądu.

PYTANIA I POLECENIA

1. Podaj przykłady wielkości elektrycznych, które można zmierzyć w samochodach.
2. Wymień przyrządy do pomiaru wielkości elektrycznych.
3. W jaki sposób jest oznaczone gniazdo do podłączania przewodu ujemnego multimetru, łączonego z masą pojazdu?
4. Co oznaczają symbole $10 A$ oraz V/Ω umieszczone przy gniazdach pomiarowych multimetru? Jakie jest przeznaczenie tych gniazd?
5. Wyjaśnij zapis $\pm(1\% + 2 \text{ cyfry})$, określający dokładność pomiarową multimetru.
6. Podaj wartość błędu bezwzględnego pomiaru oraz przedział, w którym zawiera się rzeczywista wartość napięcia, jeżeli jego wartość pokazana na ekranie multimetru wynosi $5,00 V$, a dokładność pomiaru napięcia tego multimetru w zakresie do $20 V$ wynosi $\pm(0,5\% + 1 \text{ cyfra})$.
7. Omów zasadę działania oscyloskopu cyfrowego.
8. Jak oznaczone są wejścia sygnału pomiarowego oscyloskopu?
9. Korzystając z rysunku 3.6, wyjaśnij pojęcia: podstawa czasu, przedział napięcia (osi pionowej) oscyloskopu.
10. Do czego służą sondy cęgowe (hallotronowe)? Jak należy podłączyć sondę podczas pomiaru natężenia prądu?

3.2

Zasady wykonywania pomiarów za pomocą multimetru

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie zasady obowiązują podczas pomiarów za pomocą multimetrów
- w jaki sposób podłączamy multimetr, aby zmierzyć: napięcie, natężenie prądu i rezystancję

Głównymi wielkościami mierzonymi za pomocą multimetru są: napięcie, natężenie prądu i rezystancja. Ogólne zasady przeprowadzania pomiarów tych wielkości oraz interpretację ich wyników omówimy na przykładzie multimetru pokazanego na rysunku 3.2a.

Podczas pomiarów multimetrem **bezwzględnie należy przestrzegać** następujących zasad:

- tryb pracy multimetru musi odpowiadać mierzonemu parametrowi – **pomiar przy niewłaściwym trybie pracy multimetru grozi jego uszkodzeniem**;
- przed włączeniem miernika i podłączeniem przewodów pomiarowych należy wybrać rodzaj mierzonego parametru (np. napięcie stałe lub przemiennie, rezystancja, natężenie prądu stałego lub przemiennego);
- jeżeli multimetr nie ma funkcji automatycznego doboru zakresu pomiaru, należy go określić (wybrać); górna granica wybranego zakresu pomiaru musi być większa od wartości mierzonego parametru, toteż jeśli maksymalna możliwa wartość tego parametru nie jest znana, dla ochrony miernika przed uszkodzeniem trzeba wybrać zakres o największej wartości granicznej napięcia; po otrzymaniu wyniku, aby zwiększyć jego dokładność, należy zmniejszyć zakres napięcia i pomiar powtórzyć;
- przewody pomiarowe podłączamy najpierw do urządzenia pomiarowego, a dopiero potem do mierzonego obwodu (elementu);
- należy bezwzględnie przestrzegać sposobu pomiaru poszczególnych parametrów; **pomiary rezystancji elementu można wykonywać wyłącznie wtedy, gdy jest on odłączony od źródła zasilania.**




Rodzaj parametru wybieramy za pomocą przełącznika multimetru (3 na rys. 3.2b s. 46). Pokrętko ustawiamy w odpowiedniej pozycji, oznaczonej symbolem określającym mierzony parametr. Wykaz najczęściej stosowanych w multimetrach oznaczeń podano w tabeli 3.2. Są tam podane zarówno oznaczenia parametrów standardowych, jak i możliwych do zmierzenia multimetrami zaawansowanymi. W praktyce warsztatowej najczęściej wykonujemy pomiary napięcia, natężenia prądu oraz rezystancji.

Pomiar napięcia

Do pomiaru napięcia **miernik podłączamy równolegle do badanego elementu**, a przewody pomiarowe bezpośrednio do jego zacisków, bez przerywania obwodu. Pomiar wykonujemy następująco:

- 1) przewody pomiarowe podłączamy do multimetru; przewód dodatni (zazwyczaj koloru czerwonego) podłączamy jednym końcem do gniazda V multimetru, a przewód ujemny (zazwyczaj koloru czarnego) do gniazda COM;

Tabela 3.2. Oznaczenia stosowane do określania rodzaju parametru mierzonego multimetrem

Oznaczenie	Rodzaj parametru
DC V lub V=	pomiar napięcia prądu stałego (DC – ang. <i>Direct Current</i>)
AC V lub V~	pomiar napięcia prądu przemiennego (AC – ang. <i>Alternating Current</i>)
DC A lub A=	pomiar natężenia prądu stałego
AC A lub A~	pomiar natężenia prądu przemiennego
Ω	pomiar rezystancji
	test ciągłości obwodu
	sprawdzenie diody
Hz	pomiar częstotliwości
% DUTY	pomiar współczynnika wypełnienia impulsu
 kV	pomiary wysokiego napięcia w układach zapłonowych
RPM	pomiar prędkości obrotowej silnika o zapłonie iskrowym (ang. <i>Revolutions per minute</i>)
PulseWidth lub ms	pomiar szerokości impulsu w milisekundach, np. czasu otwarcia wtryskiwaczy
▲ ▼	test stanów logicznych: jeżeli napięcie sygnału będzie większe niż wartość progowa multimetru, zaświeci się dioda LED Hi (ang. <i>High</i> – stan wysoki); jeżeli napięcie sygnału będzie mniejsze niż wartość progowa, zaświeci się dioda LED Lo (ang. <i>Low</i> – stan niski)
TEMP (°C)	pomiar temperatury za pomocą sondy temperaturowej

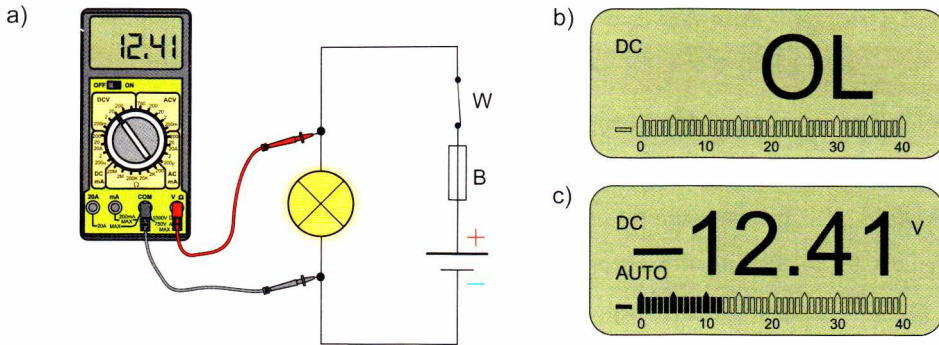
- 2) po podłączeniu przewodów pomiarowych do multimetru podłączamy je do badanego elementu; przewód dodatni przyłączamy do badanego elementu od strony dodatniego bieguna zasilania (+), a przewód ujemny do styku elementu połączanego z masą pojazdu (lub bezpośrednio do masy pojazdu, np. do ujemnego zacisku akumulatora).

W dalszej części podręcznika przewód pomiarowy multimetru podłączany do gniazda odpowiedniego dla mierzonego parametru (np. V lub A) będzie określany jako dodatni (czerwony), a przewód podłączany do gniazda COM jako ujemny (czarny).

Sposób pomiaru napięcia zasilania żarówki przykładowego obwodu elektrycznego pokazano na rysunku 3.9a.

Jeżeli wybrany zakres napięcia okazał się zbyt mały, podczas pomiaru na wyświetlaczu multimetru pokaże się 1 lub OL (ang. *Open Loop*) – rys. 3.9b – co oznacza, że mierzona wartość napięcia jest większa niż górna wartość zakresu pomiarowego. Wówczas należy przełączyć miernik na większy zakres. Jeżeli dobierzemy prawidłowy zakres napięcia, na wyświetlaczu odczytamy jego zmierzoną wartość. Jeżeli przed wynikiem pomiaru pojawia się znak minus (rys. 3.9c), oznacza to, że przewody pomiarowe podłączone są przeciwnie do umownego kierunku przepływu prądu i należy je zamienić miejscami.

Zmierzoną wartość napięcia porównujemy z wartością wymaganą (wzorcową).



Rys. 3.9. Pomiar napięcia multimetrem: a) schemat podłączenia multimetru, b) wskazanie multimetru przy wybranym zbyt małym zakresie pomiaru, c) wskazanie multimetru przy zamienionych (w porównaniu ze schematem przedstawionym na rys. 3.9a) przewodach pomiarowych
B – bezpiecznik, W – włącznik

Pomiar natężenia prądu

Przy pomiarze natężenia prądu **podłączamy multimetr szeregowo do badanego obwodu** (rys. 3.10a). Równoległe podłączenie urządzenia pomiarowego spowoduje uszkodzenie miernika lub obwodu (np. zasilania) na skutek zwarcia amperomierza. Przed rozpoczęciem pomiaru należy oszacować natężenie prądu płynącego w obwodzie, ponieważ maksymalna wartość mierzonego przez mierniki prądu jest ograniczona i zazwyczaj wynosi 10 lub 20 A.

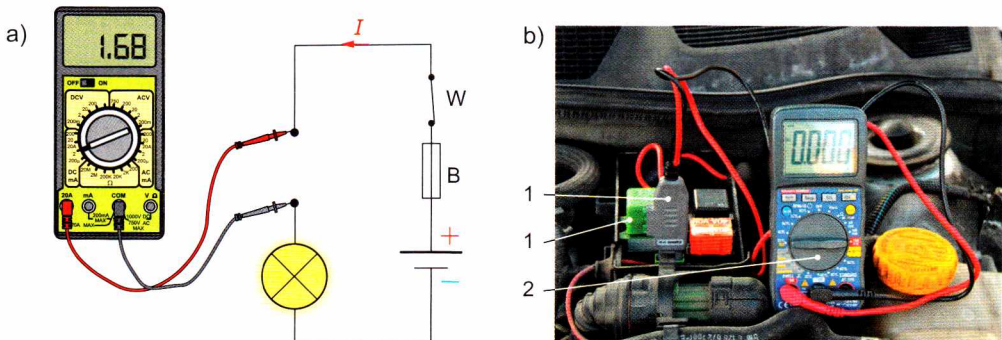
Próba pomiaru natężenia prądu o wartości powyżej tego zakresu zwykle prowadzi do spalania bezpiecznika umieszczonego wewnątrz obwodu pomiarowego miernika. Bezpiecznik ten ma chronić miernik przed przepływem prądu o zbyt dużej wartości, ale mimo to może dojść do jego uszkodzenia.

Wartość natężenia I [A] prądu płynącego w obwodzie wyliczamy z wzoru:

$$I = \frac{P}{U} \text{ [A]},$$

gdzie: P – moc odbiornika [W]

U – napięcie zasilania [V].



Rys. 3.10. Pomiar natężenia prądu multimetrem: a) schemat podłączenia multimetru do badanego obwodu, b) pomiar z wykorzystaniem adaptera umieszczonego w miejscu bezpiecznika chroniącego obwód

1 – adapter pomiarowy, 2 – bezpiecznik, 3 – multimetr

Jeżeli na przykład chcemy obliczyć wartość natężenia prądu płynącego przez żarówkę światła hamowania o mocy 21 W, będzie ona wynosiła 1,75 A ($21 \text{ [W]} : 12 \text{ [V]} = 1,75 \text{ [A]}$).

Jeżeli chcemy zmierzyć wartość natężenia prądu płynącego w obwodzie pokazanym na rysunku 3.9a, robimy to następująco:

- 1) przewód dodatni (czerwony) podłączamy do odpowiedniego gniazda, umożliwiającego pomiar spodziewanego natężenia prądu; w multimetrze z rys. 3.2a s. 46 gniazda te oznaczono 20 A – pomiar prądu do 20 A oraz mA – pomiar prądu do 200 mA;
- 2) niezależnie od wybranego gniazda do pomiaru natężenia prądu, przewód ujemny (czarny) podłączamy do gniazda COM multimetru;
- 3) po podłączeniu sond do miernika i wybraniu odpowiedniego zakresu pomiarowego rozłączamy obwód w miejscu, w którym będziemy podłączać do niego multimetr;
- 4) oba przewody pomiarowe (czerwony i czarny) podłączamy do obydwu końców obwodu w miejscu jego rozłączenia (rys. 3.10a); tak podłączony miernik powinien wyświetlić wartość natężenia prądu płynącego w obwodzie, jeżeli obwód jest ciągły (tj. jeżeli zamknięty jest wyłącznik); jeżeli na wyświetlaczu przed wynikiem pomiaru pojawi się minus, będzie to oznaczać, że przewody pomiarowe są przyłączone odwrotnie do umownego kierunku przepływu prądu.

Natężenie prądu w instalacji samochodu możemy również zmierzyć za pomocą adapterów, które podłączamy w miejsce bezpiecznika chroniącego obwód. Pokazano to na rys. 3.10b.

Pomiaru natężenia prądu za pomocą adaptera pomiarowego dokonujemy w następujący sposób:

- 1) wydajemy odpowiedni bezpiecznik (wybrany na podstawie informacji podanych na obudowie skrzynki bezpieczników lub uzyskanych z programów do wspomaganie diagnozowania) danego obwodu i wkładamy go w przeznaczone do tego celu gniazdo adaptera;
- 2) przewody adaptera (czerwony i czarny) podłączamy do odpowiednich gniazd multimetru i umieszczamy adapter w gnieździe bezpiecznika;
- 3) włączamy przepływ prądu i odczytujemy na wyświetlaczu multimetru zmierzoną wartość natężenia prądu.

Podany sposób pomiaru jest bardzo prosty, ale obarczony pewną niedogodnością. Zmierzona wartość prądu jest wartością sumaryczną prądu płynącego przez wszystkie odbiorniki podłączone za bezpiecznikiem, którego miejsce zajął adapter pomiarowy. Dlatego podczas diagnozowania możemy przyjąć, że obwód jest sprawny, jeżeli wynik pomiaru będzie zgodny z oszacowaną wartością natężenia prądu pobieranego przez wszystkie elementy obwodu.

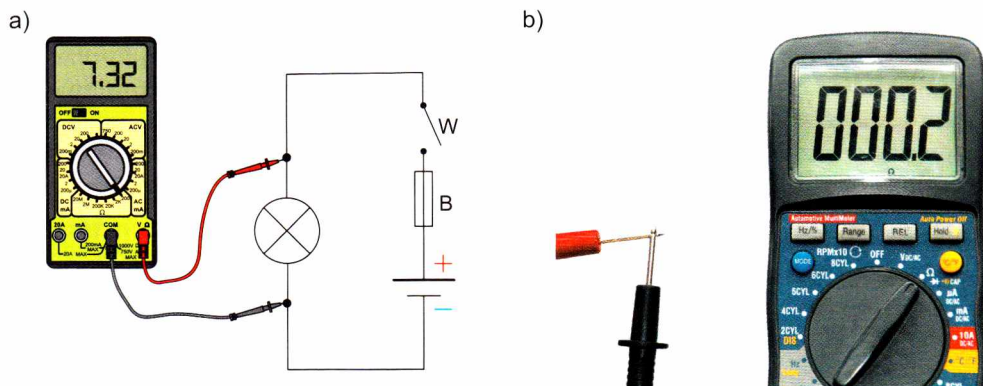
Pomiar rezystancji

Pomiary rezystancji wykonujemy, podłączwszy miernik równolegle do styków badanego elementu odłączonego od źródła zasilania. Wynika to ze sposobu przeprowadzania pomiaru rezystancji, polegającym na wymuszeniu przepływu prądu przez podłączony element i określeniu spadku napięcia na rezystorze pomiarowym znajdującym się w torze pomiarowym miernika, przez który przepływa prąd wymuszający. Zgodnie z prawem Ohma układ pomiarowy przelicza zmierzoną wartość spadku napięcia na rezystancję i pokazuje wynik na wyświetlaczu multimetru. Jeżeli podczas pomiaru rezystancji nie odłączymy badanego elementu od obwodu elektrycznego i będzie przez niego przepływał prąd, na rezystorze pomiarowym nastąpi większy spadek napięcia i otrzymamy błędny wynik pomiaru. Może się także zdarzyć, że **multimetr ulegnie uszkodzeniu.**

Sposób **pomiaru rezystancji** badanego elementu przedstawiono na rysunku 3.11a:

- 1) przewód ujemny multimetru (czarny) podłączamy do gniazda COM, a dodatni (czerwony) do gniazda multimetru oznaczonego symbolem Ω ;

- 2) przełącznikiem multimetru wybieramy mierzony parametr; jeżeli multimetr nie ma funkcji automatycznego doboru zakresu pomiarowego, wybieramy największą wartość $M\Omega$ (mega om) zakresu pomiarowego rezystancji;
- 3) tak przygotowany miernik podłączamy do badanego elementu, który wcześniej odłączamy od źródła zasilania;
- 4) wynik pomiaru odczytujemy z wyświetlacza multimetru; jeżeli uzyskana wartość rezystancji jest bardzo mała w porównaniu z ustawionym zakresem pomiarowym, zmniejszamy go dotąd, aż wynik pomiaru będzie obejmował wszystkie pola odczytowe wyświetlacza.



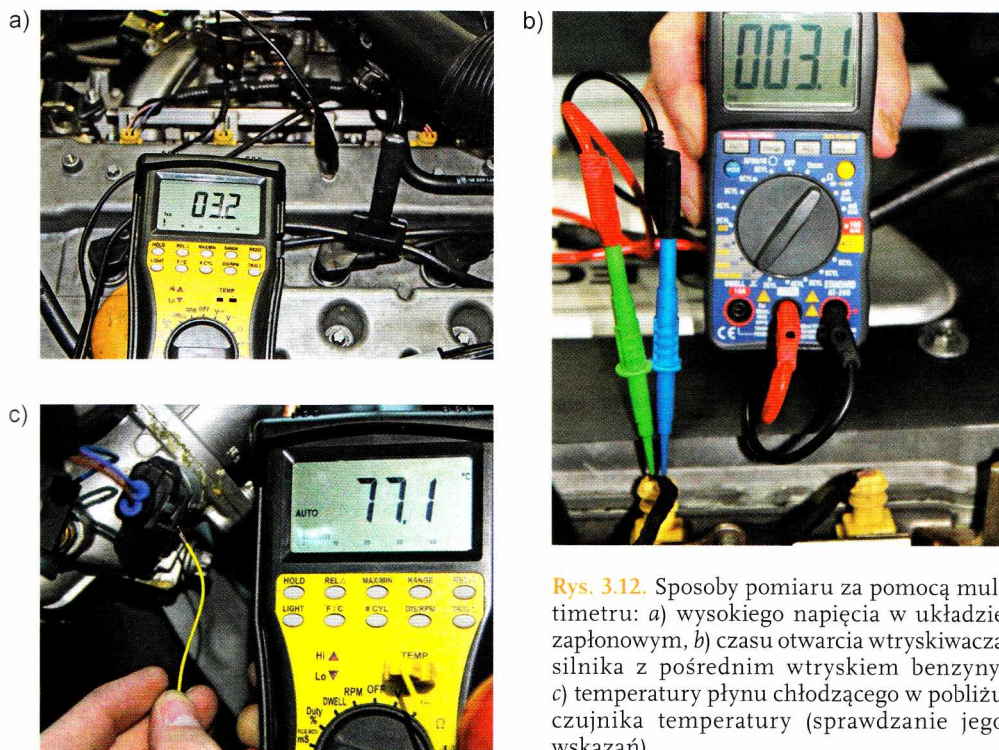
Rys. 3.11. Pomiar rezystancji za pomocą multimetru: a) schemat podłączenia do badanego elementu, b) sposób wyznaczania rezystancji własnej przewodów pomiarowych

Jeżeli zmierzona wartość rezystancji elementu jest zbyt mała, świadczy to o jego uszkodzeniu (zwarciu wewnętrznym).

Gdy wartość rezystancji wynosi poniżej $1\ \Omega$ (np. pomiar rezystancji uzwojenia pierwotnego cewki zapłonowej albo cewki elektromagnetycznego wtryskiwacza paliwa systemów Common Rail), należy od zmierzonej wartości rezystancji odjąć rezystancję własną przewodów pomiarowych. Wyznaczamy ją przez pomiar rezystancji połączonych końcówkami sond pomiarowych (rys. 3.11b). Przykładowo, jeżeli zmierzona multimetrem wartość rezystancji wynosi $0,5\ \Omega$, a rezystancja własna przewodów ma wartość $0,2\ \Omega$, to rzeczywista wartość rezystancji mierzonego elementu wynosi $0,3\ \Omega$ ($0,5 - 0,2 = 0,3$).

Nie należy mierzyć rezystancji elementu, którego układ elektroniczny jest nieznan (np. czujnika wykorzystującego zjawisko Halla), ponieważ przepływ prądu o zbyt dużym natężeniu może uszkodzić taki element.

Oprócz podstawowych parametrów elektrycznych (elektronicznych) bardziej zaawansowane multimetry umożliwiają również pomiar wielu innych parametrów i wielkości fizycznych (rys. 3.12). Sposób ich pomiaru opisany jest w instrukcjach obsługi multimetrów. Zazwyczaj wymagane jest równoległe podłączenie przewodów pomiarowych do kontrolowanego elementu (np. pomiar częstotliwości, współczynnika wypełnienia impulsu czy czasu otwarcia wtryskiwacza – rys. 3.12b) lub zapięcie sondy do pomiaru danej wielkości na odpowiednim przewodzie, np. przewodzie wysokiego napięcia (pomiar prędkości obrotowej silnika, pomiar wysokiego napięcia w układzie zapłonowym – rys. 3.12a). Przy pomiarze temperatury (rys. 3.12c) podłączamy specjalną sondę (najczęściej termoparę typu K) do odpowiednich gniazd multimetru (wykluczających jej niewłaściwe podłączenie).



Rys. 3.12. Sposoby pomiaru za pomocą multimetru: a) wysokiego napięcia w układzie zapłonowym, b) czasu otwarcia wtryskiwacza silnika z pośrednim wtryskiem benzyny, c) temperatury płynu chłodzącego w pobliżu czujnika temperatury (sprawdzanie jego wskazań)

PYTANIA I POLECENIA

1. Wymień ogólne zasady wykonywania pomiarów za pomocą multimetru.
2. W jaki sposób oznaczamy tryb pomiaru napięcia i natężenia prądu stałego, a w jaki parametrów prądu zmiennego?
3. Wyjaśnij oznaczenia COM, V/ Ω i A gniazd pomiarowych multimetru.
4. Jakie kolory mają najczęściej przewody pomiarowe multimetru (dodatni i masowy)?
5. Narysuj schemat ideowy prostego obwodu elektrycznego składającego się ze źródła energii, włącznika i odbiornika. Na jego podstawie wyjaśnij sposób podłączenia multimetru przy pomiarze napięcia oraz natężenia prądu pobieranego przez odbiornik.
6. Podczas pomiaru napięcia na wyświetlaczu miernika pojawił się wynik OL. Co oznacza taki wynik?
7. Jak ustalić zakres pomiarowy multimetru bez automatycznego doboru zakresu pomiarowego przy mierzeniu napięcia (rezystancji) o nieznannej wartości?
8. Czy podczas pomiaru natężenia prądu jednego odbiornika w prostym obwodzie elektrycznym miejsce podłączenia multimetru ma znaczenie? Uzasadnij swoją odpowiedź.
9. W jaki sposób podłączamy miernik przy pomiarze rezystancji?
10. Wyjaśnij, dlaczego pomiaru rezystancji elementu należy dokonywać, gdy badany element jest odłączony od źródła zasilania.
11. Wyjaśnij, dlaczego nie można mierzyć rezystancji elementów, których układy elektroniczne nie są znane (np. czujnika wykorzystującego zjawisko Halla).

3.3

Pomiary wykonywane za pomocą oscyloskopu

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie są zasady wykonywania pomiarów za pomocą oscyloskopu
- w jaki sposób należy wybrać nastawy oscyloskopu, aby uzyskać poprawny obraz
- jak wyznaczyć parametry mierzonego przebiegu za pomocą kursorów

Pomiary przeprowadzane za pomocą oscyloskopu są trudniejsze do wykonania, ponieważ właściwy obraz na jego ekranie pojawia się dopiero po ustawieniu wielu funkcji. W szczególności dotyczy to: zakresu napięcia wejściowego i rozdzielczości regulacji przedziału osi pionowej (napięciowej) oscyloskopu, podstawy czasu oraz poziomu i rodzaju zbrocza wyzwalania generatora podstawy czasu. Podczas wykonywania pomiarów oscyloskopowych będziemy posługiwali się **sondami pomiarowymi**, które połączą oscyloskop ze źródłem sygnału.

Pomiary przy użyciu oscyloskopu również należy wykonywać według określonych zasad:

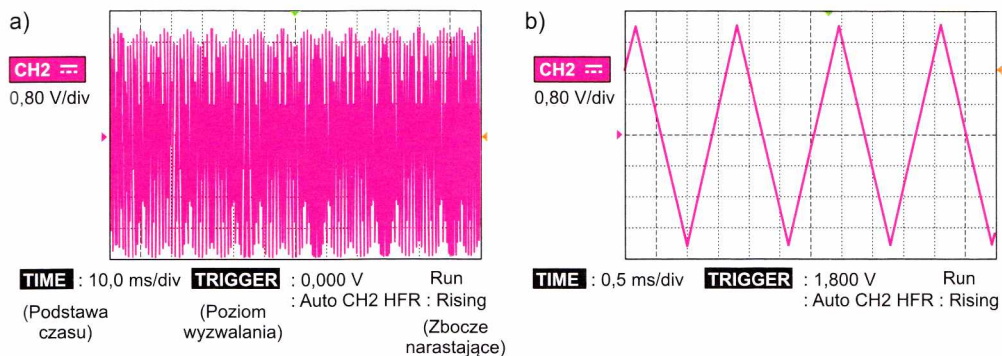
- nie podłączamy sondy pomiarowej do źródła sygnału znacznie przekraczającego zakres pomiarowy oscyloskopu, gdyż grozi to jego uszkodzeniem;
- połączenie sondy ze źródłem sygnałów musi być pewne (niezawodne), a masa sondy podłączona do masy elektrycznej badanego elementu; podczas podłączania sondy pomiarowej oscyloskopu należy pamiętać o tym, że nie wszystkie elementy samochodu mają masę elektryczną połączoną z masą pojazdu (biegunem ujemnym akumulatora);
- nastawy oscyloskopu powinny być tak dobrane, aby widoczne były 2–3 okresy mierzonego sygnału, a rzeczywisty kształt sygnału pomiarowego był dobrze odwzorowany (tj. maksymalnie rozciągnięty w skali napięciowej).

Jeżeli korzystamy z dwukanałowego oscyloskopu i do pomiarów wykorzystujemy obie sondy pomiarowe (oba kanały), to ich końcówki ujemne łączymy ze sobą i podłączamy do jednego punktu (np. ujemnego zacisku akumulatora). Należy przy tym pamiętać, że źródła sygnałów muszą mieć taki sam potencjał masy jak podłączone do nich sondy pomiarowe.

Aby zmierzyć sygnały pomiarowe za pomocą oscyloskopu, należy:

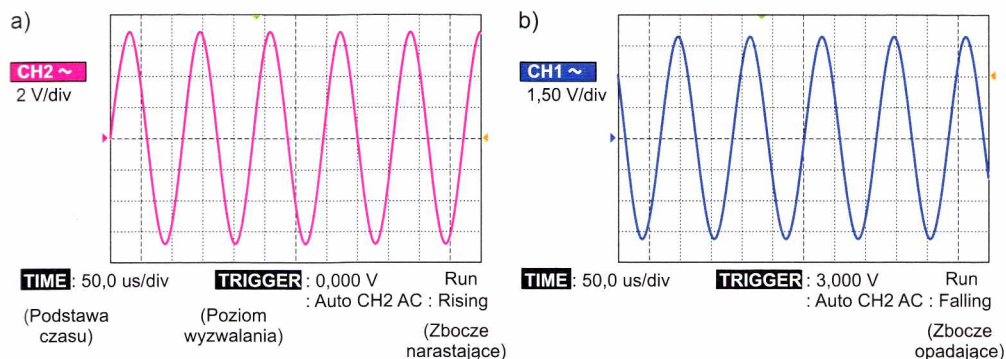
- 1) podłączyć sondy pomiarowe do odpowiednich gniazd (kanałów) pomiarowych oscyloskopu, a następnie do badanego elementu;
- 2) za pomocą odpowiednich pokręteł i przycisków (w oscyloskopach autonomicznych) lub ikon (w oscyloskopach wirtualnych) należy **nastawić parametry pracy oscyloskopu** (nastawy **podstawy czasu**, zwłaszcza zakres osi napięcia) w taki sposób, aby na ekranie widoczny był cały przebieg (minimum jeden okres) rejestrowanego sygnału pomiarowego. Przykłady wyglądu tego samego sygnału wejściowego rejestrowanego oscyloskopem przy nieprawidłowych (w porównaniu z zalecanymi) i prawidłowych nastawach podstawy czasu i rozdzielczości napięcia pokazano na rysunku 3.13.

Oprócz ustawienia odpowiedniej podstawy czasu ważne jest ustalenie tzw. **poziomu wyzwalania** (ang. *Trigger*). Oscyloskopy mają specjalny wewnętrzny układ wyzwalania,



Rys. 3.13. Wygląd tego samego sygnału wejściowego na ekranie oscyloskopu: a) nieprawidłowe nastawy oscyloskopu, b) prawidłowe nastawy oscyloskopu

określający poziom napięcia rejestrowanego sygnału, po którego przekroczeniu zaczyna się wyświetlanie przebiegu sygnału (rys. 3.14). Zazwyczaj oscyloskopy umożliwiają również określenie rodzaju zbocza sygnału powodującego uruchomienie generatora podstawy czasu – układu wyzwalania (wyświetlania przebiegu sygnału). Uruchamianie generatora podstawy czasu może być realizowane tzw. zboczem narastającym (ang. *Trigger+* albo *Rising*) lub opadającym (ang. *Trigger-* albo *Falling*). Jeżeli wyzwalanie następuje zboczem narastającym, przebieg sygnału jest wyświetlany dopiero po przekroczeniu przez mierzony sygnał wartości progowej napięcia układu wyzwalania. W przypadku wyzwalania zboczem opadającym uruchomienie wyświetlania przebiegu sygnału następuje po spadku wartości mierzonego sygnału poniżej wartości progowej.

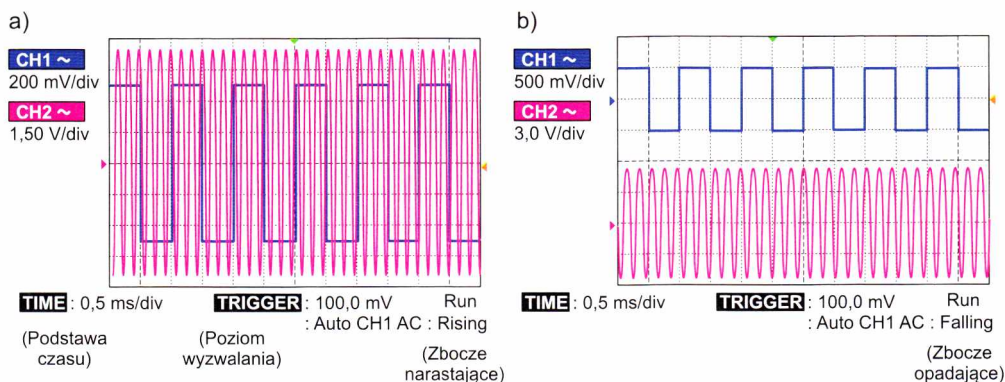


Rys. 3.14. Wygląd rejestrowanego przebiegu sygnału uzyskany na oscyloskopie dla różnych poziomów wyzwalania: a) 0 V zboczem narastającym, b) 3 V zboczem opadającym

Poziom wyzwalania powinien być tak ustalony, aby na ekranie oscyloskopu widoczny był cały przebieg rejestrowanego sygnału. Jeżeli nastawiony poziom wyzwalania jest większy niż maksymalna lub mniejszy niż minimalna wartość rejestrowanego sygnału, przebieg sygnału na ekranie oscyloskopu może być niestabilny lub nawet niewidoczny.

Oscyloskopy wyposażone są standardowo w **pokrętko ustalania położenia przebiegu rejestrowanego sygnału** na jego ekranie (w górę lub w dół). Funkcja ta (ang. *Position*) jest szczególnie przydatna przy jednoczesnej obserwacji przebiegów sygnału w dwóch kanałach

pomiarowych. W połączeniu z niezależnymi dla obu kanałów nastawami zakresu osi pionowej (napięcia) oraz tej samej podstawy czasu umożliwia np. nakładanie lub rozsuwanie rejestrowanych przebiegów (rys. 3.15). Po podłączeniu oscyloskopu i zobrazowaniu na ekranie mierzonego przebiegu dokonujemy jego analizy.



Rys. 3.15. Ilustracja sposobu umiejscowienia przebiegów i dostosowania rozdzielczości skali napięcia na ekranie oscyloskopu dla poszczególnych kanałów: a) przebiegi nałożone na siebie, o tej samej rozdzielczości skali napięcia (pionowej), b) przebiegi rozsunięte, o innej skali napięcia

Pomiary oscyloskopowe umożliwiają wykrycie usterki elementu, który przez system autodiagnostyki zostaje uznany za sprawny (wartość sygnału diagnostycznego mieści się w dopuszczalnym przedziale tolerancji), lecz przebieg sygnału (tj. jego kształt na ekranie oscyloskopu) jest nieprawidłowy. Dzięki oscyloskopowi możemy również uzyskać o diagnostowanym elemencie informacje, których nie zdobędziemy za pomocą multimetru.

Oscyloskopy mierzą jedynie napięciowe sygnały elektryczne, nie można nimi bezpośrednio zmierzyć rezystancji. Pomiar natężenia prądu jest możliwy przy użyciu specjalnych sond prądowych (hallotronowych – patrz rys. 3.8a, s. 52), których sygnał napięciowy na wyjściu jest proporcjonalny do wartości pobieranego prądu, lub przy zastosowaniu odpowiednio dobranego bocznika.

Pomiaru natężenia prądu sondą prądową dokonujemy w następujący sposób:

- 1) przed rozpoczęciem pomiaru zerujemy wskazania sondy, naciskając odpowiedni przycisk na jej obudowie (np. 5 na rys. 3.8a); nie wolno jednak tego robić, jeżeli przez przewód pomiarowy, na który jest założona sonda, płynie mierzony za jej pomocą prąd – jeśli wykonamy takie zerowanie, sonda podczas pomiaru wykaże zerową wartość natężenia prądu;
- 2) umieszczamy sondę o odpowiednim zakresie pomiarowym na przewodzie i podłączamy do oscyloskopu; należy zwrócić uwagę na strzałkę znajdującą się na obudowie sondy, wskazującą umowny kierunek przepływu prądu elektrycznego w badanym obwodzie – jeżeli umowny kierunek przepływu prądu wskazany na obudowie sondy nie będzie się zgadzał z umownym kierunkiem przepływu prądu w przewodzie, który obejmują zaciski sondy hallotronowej, mierzone natężenie prądu zobrazowane na ekranie oscyloskopu będzie miało wartość ujemną.

Do analizowania zmierzonych przebiegów sygnałów przydatne są tzw. **kursory**. Są to linie pionowe i/lub poziome, które można przemieszczać na ekranie oscyloskopu. Umożliwiają one odczytywanie czasu i wartości mierzonego parametru (zazwyczaj napięcia)

w punkcie przecięcia kursora z linią przebiegu mierzonego sygnału. Jeżeli oscyloskop ma dwa kursory, możliwe jest wyznaczanie dodatkowych parametrów charakteryzujących przebieg sygnału, np. dokładne wyznaczenie czasu lub różnicy napięć między dwoma punktami przebiegu.

PYTANIA I POLECENIA

1. Do czego służy oscyloskop? Podaj przykłady jego wykorzystania w diagnozowaniu samochodu.
2. Na czym polega regulacja podstawy czasu i osi pionowej (napięciowej) ekranu oscyloskopu?
3. Co to jest poziom wyzwalania oscyloskopu? Korzystając z rysunku 3.14, wyjaśnij znaczenie tego pojęcia w odniesieniu do początku wyświetlania rejestrowanego przebiegu sygnału.
4. Omów sposób pomiaru natężenia prądu za pomocą oscyloskopu z wykorzystaniem sondy prądowej (hallotronowej).
5. Na czym polega zerowanie wskazań sondy prądowej przed rozpoczęciem pomiaru? W jakim celu się je wykonuje?
6. Co to są kursory oscyloskopu i do czego służą?

3.4

Badanie układów elektronicznych testerem diagnostycznym. Programy diagnostyczne

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie są możliwości pomiaru wielkości elektrycznych testerem diagnostycznym
- jakie programy diagnostyczne są przydatne w diagnozowaniu

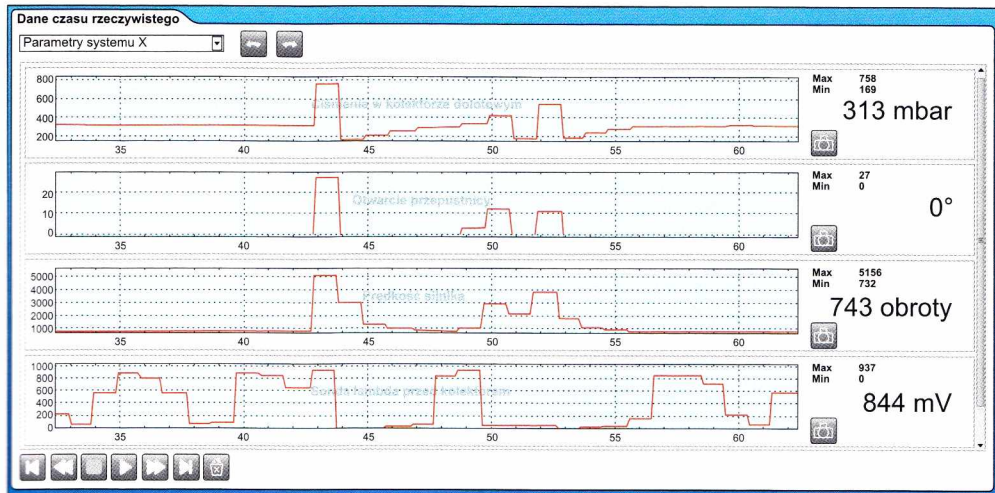
Do wstępnego diagnozowania układów elektrycznych i elektronicznych samochodów służą **testery diagnostyczne**, podłączane do znormalizowanego gniazda diagnostycznego standardu OBD II samochodu.

Umożliwiają one między innymi wizualizację bieżących przebiegów parametrów diagnostycznych charakterystycznych dla danego elementu:

- napięcia (zasilania, sygnału wyjściowego),
- wartości czasu,
- częstotliwości lub współczynnika wypełnienia sygnału sterującego elementem wykonawczym (sygnału wyjściowego z czujników).

W zależności od testera możliwe jest jednoczesne pokazanie do 16 wielkości (parametrów) w trybie wskazań cyfrowych (multimetr wirtualny) i/lub w trybie wskazań graficznych (oscyloskop wirtualny). Wartości (przebiegi sygnału) pokazywane na ekranie monitora w graficznym trybie pracy testera nie są przez niego mierzone, ale odczytywane ze sterowników samochodu (do których fizycznie podłączone są poszczególne elementy) jako odpowiedź na zapytanie testera i przedstawiane w formie wybranej przez diagnostę. Najczęściej przebiegi sygnału prezentowane są z niezbyt dużą częstością, która zależy od sposobu komunikacji testera ze sterownikami oraz liczby jednocześnie pokazywanych parametrów. Taki tryb pracy testerów diagnostycznych często służy do wstępnej kontroli pracy nadzorowanego zespołu i weryfikacji wskazań systemu autodiagnostyki. Przykładowy zrzut ekranowy z informacjami możliwymi do uzyskania w tym trybie pracy testerów diagnostycznych pokazano na rysunku 3.16.

Testery diagnostyczne zazwyczaj wyposażone są w multimetry i oscylaskopy do pomiarów wielkości elektrycznych (elektronicznych). Odpowiednie układy pomiarowe realizujące funkcje pomiarowe tych przyrządów są umieszczone w obudowie testera. Na zewnątrz niej znajdują się gniazda do podłączania przewodów pomiarowych (rys. 3.17) zakończonych standardowym wtykiem typu „banan” o średnicy 4 mm. Do wtyków dostosowane są wymienne końcówki pomiarowe, takie same jak do multimetru autonomicznego (zaciski krokodylowe i różnej wielkości sondy igłowe). Umożliwiają one pomiar podstawowych wielkości elektrycznych, takich jak napięcie i rezystancja, zarówno w trybie pomiarów multimetrem (najczęściej dwukanałowym), jak i oscylaskopem (także dwukanałowym). Rozbudowane testery diagnostyczne umożliwiają też rejestrację natężenia prądu za pomocą sondy hallotronowej, przyłączonej do odpowiedniego gniazda wejściowego testera. W zależności od przeznaczenia testera sondy prądowe mają zakres pomiarowy:

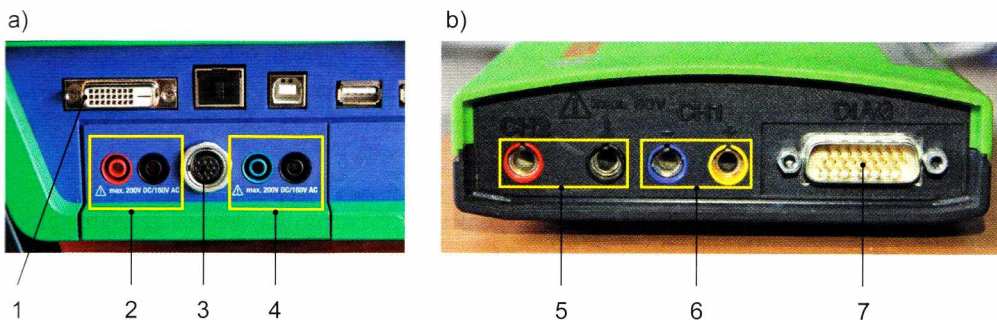


Rys. 3.16. Przykładowy zrzut ekranowy przedstawiający wartości i przebiegi parametrów bieżących, rejestrowanych przez sterownik silnika i odczytanych przez tester diagnostyczny

- 30–40 A, np. do pomiaru natężenia prądu sygnału sterującego wtryskiwaczami układów Common Rail;
- 600–1000 A, np. do względnej oceny szczelności przestrzeni nadłokowej – pośrednio określanej pomiarem prądu pobieranego przez rozrusznik z akumulatora samochodu podczas obracania (za pomocą rozrusznika) wału korbowego silnika bez podawania paliwa.

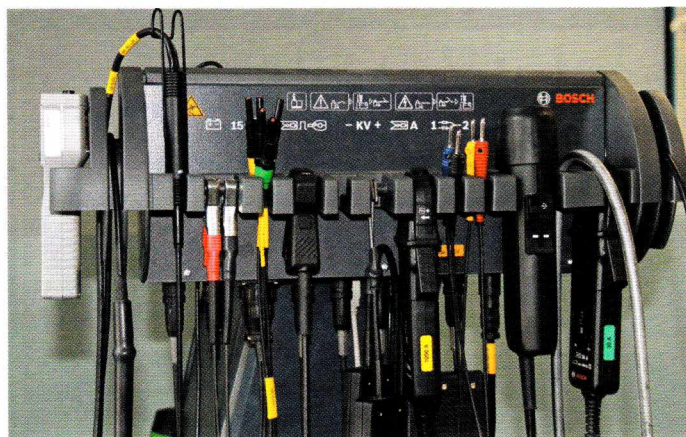
Najbardziej zaawansowane technicznie testery mogą też mierzyć wielkości nieelektryczne, np. temperaturę (termoparą lub pirometrem) i ciśnienie do 1 MPa (za pośrednictwem przetwornika ciśnienia z napięciowym sygnałem wyjściowym).

Testery diagnostyczne z wbudowanymi układami pomiaru wielkości elektrycznych (wirtualny multimetr i wirtualny oscyloskop) pokazano na rys. 3.17.



Rys. 3.17. Wygląd gniazd do pomiaru wielkości elektrycznych: a) testera MegaMaks 66, b) testera KTS 570

1 i 7 – gniazdo do podłączenia przewodu z wtykiem OBD II (16-pinowym), 2 i 6 – gniazda przewodów pomiarowych pierwszego kanału (CH1), 3 – gniazdo do podłączenia sondy prądowej lub temperaturowej, 4 i 5 – gniazda do podłączenia przewodów pomiarowych drugiego kanału (CH2)



Rys. 3.18. Wygląd modułu pomiarowego diagnostyki serii FSA 740 wraz z zestawem podstawowych sond pomiarowych

Istnieją również specjalne **diagnostyki-oscylloskopy** o bardzo rozbudowanych możliwościach pomiaru wielkości elektrycznych i nieelektrycznych (rys. 3.18).

Wymienione urządzenia diagnostyczne nie mają żadnych przycisków czy pokręteł do obsługi funkcji multimetru lub oscyloskopu. Są one przyrządami wirtualnymi (programowymi), obsługiwany za pomocą myszki i klawiatury komputerowej oraz odpowiedniego oprogramowania, zintegrowanego z programem komputerowym testera (np. do odczytywania kodów usterek). Powoduje to, że ich obsługa w porównaniu do oscyloskopów autonomicznych jest (zdaniem autorów niniejszego podręcznika) bardziej intuicyjna. Podczas pomiaru należy jednak przestrzegać wszystkich wcześniej opisanych zasad wykonywania pomiarów urządzeniami autonomicznymi (np. pomiaru rezystancji elementu odłączonego od elektrycznego zasilania).

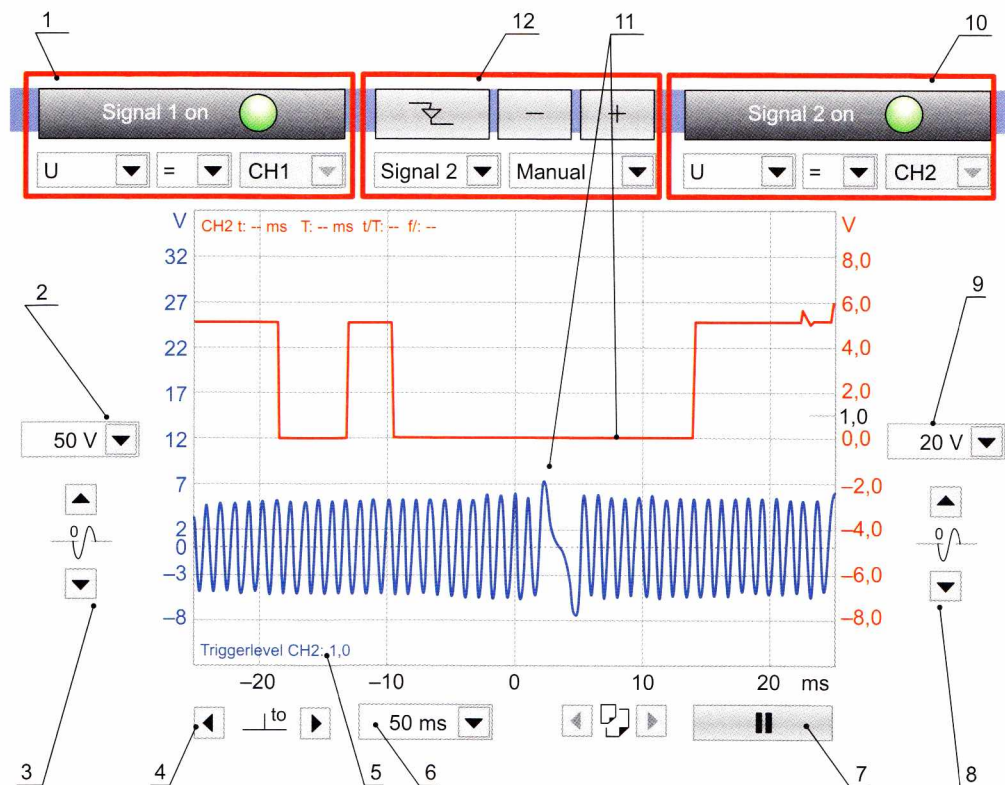
Korzystanie z testerów diagnostycznych jest stosunkowo proste. Po podłączeniu przewodów pomiarowych do diagnostyki i badanego elementu samochodu należy uruchomić odpowiedni tryb działania oprogramowania diagnostyki oraz wybrać tryb pomiaru wielkości elektrycznych za pomocą wirtualnego multimetru lub oscyloskopu, a potem rozpocząć pomiary. Sposób ich obrazowania zależy od oprogramowania danego testera diagnostycznego. Przykładowe ekrany wirtualnych (programowych) oscyloskopów wraz z przeznaczeniem przycisków do ich obsługi pokazano na rysunku 3.19.

Najbardziej zaawansowane diagnostyki mają rozbudowane oprogramowanie służące do obsługi ich wirtualnych przyrządów pomiarowych. Dzięki kursorom przemieszczanym myszką komputerową możliwe jest automatyczne wyznaczenie parametrów zarejestrowanego przebiegu sygnału zobrazonego na ekranie monitora. Przykład możliwości takich diagnostyk pokazano na rysunku 3.20.

Diagnostyki z odpowiednim oprogramowaniem umożliwiają:

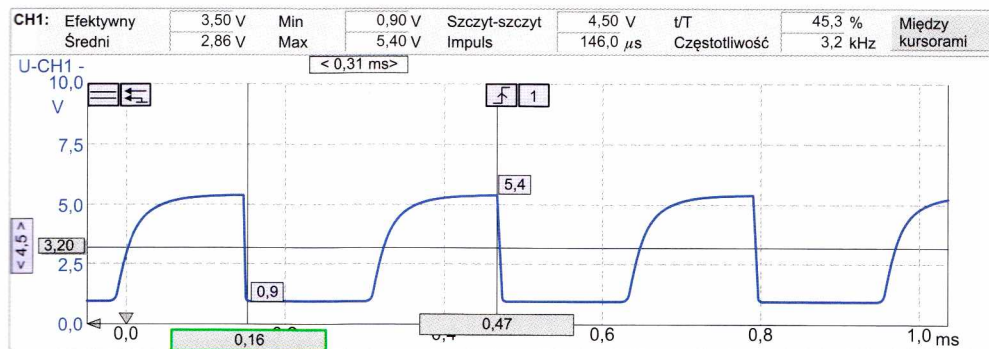
- wybór diagnozowanego obiektu (np. konkretnego typu czujnika) we wskazanym samochodzie,
- uzyskanie informacji o sposobie podłączenia przewodów pomiarowych do diagnostyki-oscyloskopu oraz badanego elementu,
- dokonanie pomiaru przy określonych w oprogramowaniu wstępnych (optymalnych) nastawach podstawy czasu i rozdzielczości osi pionowej oscyloskopu (napięcia, natężenia prądu).

Z takiego pomiaru możemy uzyskać jeden przebieg rejestrowanego sygnału z jego wszystkimi parametrami.



Rys. 3.19. Widok ekranu wirtualnego diagnostyki-oscylskopu KTS-570 podczas wykonywania pomiarów

1 i 10 – nastawy kanału pierwszego i kanału drugiego do pomiaru napięcia stałego, 2 i 9 – zakresy napięcia kanału pierwszego (50 V) i drugiego (20 V), 3 i 8 – ikony do przesuwania w górę lub w dół położenia wykresu sygnału w pierwszym i drugim kanale, 4 – ikony do przesuwania położenia wykresu w osi czasu (w prawo lub w lewo), 5 – wartość poziomu wyzwalania, 6 – podstawa czasu (50 ms/działkę), 7 – ikona do uruchamiania i zatrzymywania pomiaru, 11 – rejestrowane przebiegi (niebieski – kanał 1., czerwony – kanał 2.), 12 – ikony do ustawiania wyzwalania generatora podstawy czasu



Rys. 3.20. Przebieg sygnału prostokątnego z przepływomierza powietrza z wyjściem częstotliwościowym, zarejestrowany diagnostyką FSA 740 (nad wykresem widoczne są automatycznie wyznaczane parametry zarejestrowanego przebiegu)

Przeprowadzanie pomiarów wielkości elektrycznych oraz prawidłowa interpretacja ich wyników wymaga znajomości wartości wzorcowych. Informacje te są zawarte w programach komputerowych wspomagających diagnozowanie, takich jak AutoData, HGSDData, EsiTronic, IDC4 czy AuDaConAis.

Zakres informacji dostarczanych przez te programy obejmuje między innymi:

- schematy połączeń elektrycznych, na których pokazane są elementy tworzące obwód elektryczny diagnozowanego elementu, co umożliwia określenie optymalnej kolejności i najlepszego miejsca wykonywania pomiarów w celu lokalizacji usterki elektrycznej tego obwodu (np. znalezienia przerwy w obwodzie czy jego niesprawnego elementu);
- wartości kontrolne (diagnostyczne) poszczególnych elementów składowych instalacji elektrycznej (rys. 3.21), np. wartości napięcia zasilania i rezystancji istotnej dla prawidłowego działania czujnika (np. rezystancji czujnika temperatury w określonej temperaturze, rezystancji ścieżek pomiarowych potencjometrycznego czujnika położenia, uzwojenia pierwotnego czy wtórnego cewki zapłonowej), wartości pobieranego prądu (np. przez wtryskiwacze elektromagnetyczne układu Common Rail, świece żarowe);
- kształty (np. sygnał prostokątny, sinusoidalny) oraz parametry (wartość częstotliwości, współczynnik wypełnienia impulsu itp.) sygnałów wyjściowych z poszczególnych czujników i sygnałów sterujących;
- miejsce rozmieszczenia podstawowych elementów poszczególnych układów (obwodów); dotyczy to przede wszystkim umiejscowienia w pojeździe przełączników sterujących i bezpieczników oraz ich przeznaczenia, a także rozmieszczenia podstawowych czujników i elementów wykonawczych, zwłaszcza silnika;
- przeznaczenie poszczególnych styków sterowników oraz wartości kontrolne i postaci sygnałów mierzonych na tych stykach podczas prawidłowego działania poszczególnych obwodów (rys. 3.22);
- zalecane sposoby przeprowadzania kontroli parametrów diagnostycznych (elektrycznych) – rodzaj przyrządu pomiarowego, miejsce i sposób jego podłączenia (rys. 3.23).

Informacje na temat systemu

Diagnoza własna

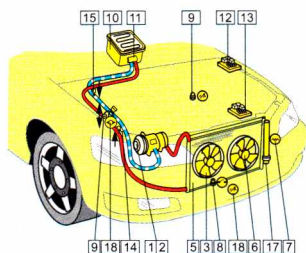
Ogólne wskazówki

Skrzynki bezpieczników/płytki przełączników

Ciśnienie środka chłodniczego

Temperatura wydmuchu

Dane techniczne



Sprzęgło sprzężarki

Środek regulacyjny	Podkładka dystansowa
Szczelina powietrzna	0,20-0,45 mm
Oporność	Brak danych

Czujnik blokujący sprzęgło sprzężarki – Verso silnik benzynowy

Oporność	165-205 Ω
----------	-----------

Czujnik temperatury parownika

Temperatura	Oporność
0 °C	5,9 kΩ
10 °C	3,75 kΩ
20 °C	2,5 kΩ
30 °C	1,7 kΩ
40 °C	1,1 kΩ

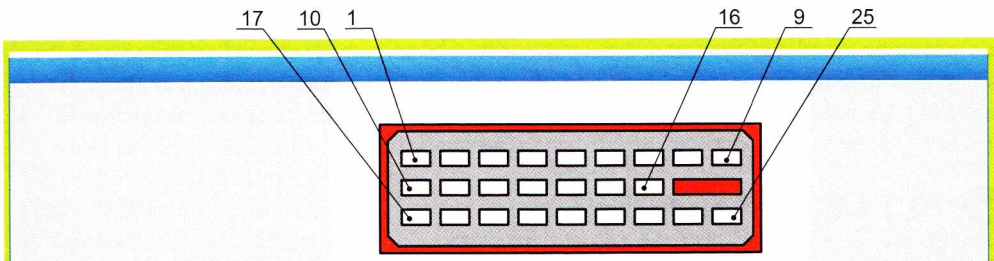
Czujnik światła słonecznego

Warunki	Oporność
Przykryty	Brak ciągłości
Naświetlony	Ciągłość

Czujnik temperatury środka chłodniczego

Temperatura	Oporność
20 °C	2,32-2,59 kΩ
80 °C	310-326 Ω

Rys. 3.21. Przykładowe informacje diagnostyczne przydatne podczas pomiarów parametrów elektrycznych układu klimatyzacji, podane w programie AutoData

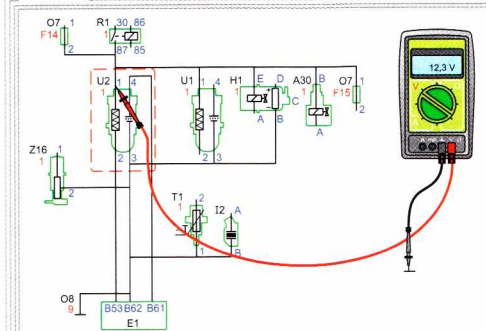


Podzespół	Ze styku	Do styku	Stan	Wartość
-	-	-	Element łączący widziany od strony drutu	-
Biegun dodatni akumulatora	9	Batt.-	Zapłon wyłączony	11 – 14 V
Biegun dodatni akumulatora	25	Batt.-	Zapłon wyłączony	11 – 14 V
Czujnik obrotu koła obc.pe/PL	1	2	Zapłon wyłączony, element łączący sterownika (ECU) wymontowany	1000 – 1300 Ω
Czujnik obrotu koła PL	1	2	Koło obracać z szybkością ok. 60 1/min	0,3 ~ 1 V
Czujnik obrotu koła PP	19	20	Zapłon wyłączony, element łączący sterownika (ECU) wymontowany	1000 – 1300 Ω
Czujnik obrotu koła PP	19	20	Koło obracać z szybkością ok. 60 1/min	0,3 ~ 1 V
Czujnik obrotu koła z tyłu po lewej	5	6	Zapłon wyłączony, element łączący sterownika (ECU) wymontowany	1000 – 1300 Ω
Czujnik obrotu koła z tyłu po lewej	5	6	Koło obracać z szybkością ok. 60 1/min	0,3 ~ 1 V
Czujnik obrotu koła z tyłu po prawej	22	23	Koło obracać z szybkością ok. 60 1/min	0,3 ~ 1 V
Czujnik obrotu koła z tyłu po prawej	22	23	Zapłon wyłączony, element łączący sterownika (ECU) wymontowany	1000 – 1300 Ω
Lampka kontrolna ABS	16	Batt.-	Bieg jałowy, światło włączone	1000 – 1300 Ω
Lampka kontrolna ABS	16	Batt.-	Bieg jałowy, światła wyłączone	11 – 14 V
Masa	24	Batt.-	Zapłon włączony	0 V
Masa	8	Batt.-	Zapłon włączony	0 V

Rys. 3.22. Przykładowe informacje diagnostyczne przydatne podczas pomiarów parametrów elektrycznych wykonywanych na stykach sterownika, podane w programie HGSData

Diagnostyka komponentów: U2 – Czujnik tlenu za katalizatorem

Schemat Lokalizacja Rysunek



U2 – Czujnik tlenu za katalizatorem

- 1: Sprawdź opór elementu grzewczego
- 2: Sprawdź napięcie zasilania elementu grzewczego (wtyk 1).
Włączyc zapłon. Zmierzyć napięcie na wtyku 1.
Czy znajduje się ona pomiędzy 12 i 14,4 V?
 Tak
 Nie
- 3: Sprawdź uziemienie czujnika tlenu (wtyk 3).
- 4: Sprawdź łączność na wtyku 2.
- 5: Sprawdź łączność na wtyku 4.

Włącz/wyłącz Multimetr

Nr wtyku	Kolor przewodu	Komponent	Nr wtyku	Kolor przewodu
1	Czerwony/Biały	A30 Elektrozawór wentylacji z zbiorniku paliwa	B	Czerwony/Biały
1	Czerwony/Biały	H1 Elektrozawór regulacji recyrkulacji spalin z czujnikami położenia	E	Czerwony/Biały
1	Czerwony/Biały	O7 Bezpiecznik F14	2	Czerwony/Biały
1	Czerwony/Biały	O7 Bezpiecznik F15	1	Czerwony/Biały
1	Czerwony/Biały	R1 Główny przełącznik	87	Czerwony/Biały

Rys. 3.23. Przykładowe informacje dotyczące sposobu pomiaru i wartości kontrolnych parametrów diagnostycznych mierzonych multimetrem, podane w programie Retis

Najobszerniejsze dane diagnostyczne, schematy połączeń elektrycznych i inne informacje potrzebne podczas wykonywania pomiarów elektrycznych można uzyskać z płatnych stron internetowych poszczególnych producentów, którzy zgodnie z postanowieniami normy EURO 5 zobowiązani są do odpłatnego udostępniania informacji warsztatowych.



PYTANIA I POLECENIA

1. Czym różni się wirtualny oscyloskop i wirtualny multimetr testera diagnostycznego od przyrządów autonomicznych?
2. Korzystając z rysunków 3.21–3.23, omów podane tam informacje diagnostyczne, przydatne podczas pomiarów wielkości elektrycznych za pomocą multimetru i diagnostyka.

ZAPAMIĘTAJ

Przyrządami najczęściej używanymi do pomiarów wielkości elektrycznych są multimetry. Umożliwiają one pomiar podstawowych wielkości elektrycznych, przede wszystkim napięcia, natężenia prądu oraz rezystancji. Bardziej zaawansowane multimetry mają dodatkowe opcje i sondy pomiarowe, pozwalające na pomiary wielu innych wielkości elektrycznych, a także nieelektrycznych (np. temperatury i prędkości obrotowej).

Oscyloskopy umożliwiają zazwyczaj zaawansowane pomiary jednocześnie dwóch przebiegów: napięcia i/lub natężenia prądu. Przeznaczone są przede wszystkim do rejestracji (obrazowania) sygnałów sterujących, których postać zawiera informację o stanie technicznym diagnozowanego elementu (obwodu). Większość oscyloskopów używanych w diagnostyce samochodowej to oscyloskopy wirtualne (programowe), obsługiwane za pomocą odpowiednich ikon oprogramowania oscyloskopu (komputera).

Właściwa interpretacja wyników pomiarów wykonanych multimetrem lub oscyloskopem wymaga znajomości wartości wzorcowej (warsztatowej) diagnozowanego parametru lub postaci rejestrowanego przebiegu. Informacji w tym zakresie dostarczają programy komputerowe do wspomaganie diagnozowania pojazdów samochodowych.

Podczas wykonywania pomiarów wielkości elektrycznych (elektronicznych) należy ściśle przestrzegać zasad oraz kolejności wykonywania czynności pomiarowych odpowiednich dla użytego przyrządu pomiarowego, aby nie doszło do jego uszkodzenia lub niezamierzonego uszkodzenia badanego elementu.



SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Wymień najważniejsze różnice między przyrządami o odczycie analogowym i cyfrowym.
2. Wymień podstawowe wielkości elektryczne. Jakimi przyrządami można je mierzyć?
3. Podaj ogólne zasady wykonywania pomiarów napięcia, rezystancji oraz natężenia prądu za pomocą multimetru.
4. W jaki sposób określamy dokładność pomiaru wielkości elektrycznych za pomocą multimetru?
5. Z którego zakresu pomiarowego multimetru, oznaczonego DC (=) czy AC (~), należy korzystać podczas pomiaru wielkości elektrycznych prądu stałego?

6. Podaj sposób interpretacji wyniku pomiaru rezystancji, np. rezystancyjnego czujnika temperatury, jeżeli na wyświetlaczu multimetru uzyskano wynik: a) o znacznie mniejszej wartości niż nominalna, b) o wartości dążącej do nieskończoności (∞).
7. W jaki sposób oznaczone są poszczególne gniazda pomiarowe (masowe, do pomiaru napięcia/rezystancji, do pomiaru natężenia prądu) oraz przewody pomiarowe (dodatni i masowy) multimetru?
8. Jak multimetr sygnalizuje przekroczenie zakresu pomiarowego napięcia?
9. Omów metodę pomiaru wartości rezystancji multimetrem. Wyjaśnij, w jaki sposób podłączamy multimetr do elementu, którego rezystancję mierzymy. Co należy zrobić z obwodem elektrycznym, w którym umieszczony jest ten element?
10. Wyjaśnij, na czym polega regulacja obrazu rejestrowanego przebiegu sygnału na ekranie oscyloskopu.
11. Podaj ogólne zasady wykonywania pomiaru natężenia prądu za pomocą sondy hallo-tronowej.
12. Narysuj przebieg dowolnego sygnału okresowego, np. przebieg prostokątny. Wyjaśnij sposób wyznaczania okresu, częstotliwości, amplitudy napięcia oraz współczynnika wypełnienia tego sygnału za pomocą kursorów oscyloskopu.
13. Wymień zakres informacji możliwych do uzyskania w programach do wspomaganie diagnozowania, przydatnych podczas wykonywania pomiarów wielkości elektrycznych.

LITERATURA

- [1] P. Fundowicz, B. Michałowski, M. Radzimierski, *Podstawy elektrotechniki i elektroniki samochodowej*, WSiP, Warszawa 2007.
- [2] K. Pacholski, *Elektryczne i elektroniczne wyposażenie pojazdów samochodowych, część 1. Wyposażenie elektryczne i elektromechaniczne*, WKŁ, Warszawa 2013.
- [3] Instrukcje obsługi oscyloskopu DS-1530, multimetru AS-430 i DA-830.



4. Diagnostyka źródeł energii

- Budowa i działanie akumulatora
- Diagnostowanie akumulatora
- Budowa i działanie alternatora
- Diagnostowanie alternatorów – klasycznych i sterowanych cyfrowo

4.1

Budowa i działanie akumulatora

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jak jest zbudowany akumulator i jak działa
- do czego służy czujnik oceny stanu akumulatora
- jakie parametry charakteryzują akumulator

Pojazdy samochodowe wyposażone są w dwa źródła energii: akumulator i alternator. Zarówno ładunek (zwany pojemnością akumulatora), jak i wydajność prądowa alternatora są odpowiednio dobrane (dopasowane) do instalacji elektrycznej pojazdu i uwzględniają maksymalne zapotrzebowanie na energię elektryczną wszystkich odbiorników zainstalowanych w samochodzie.

Podstawowym źródłem zasilania jest alternator, który wytwarza energię elektryczną jedynie wtedy, kiedy jest napędzany paskiem od wału korbowego silnika z odpowiednią prędkością. Aby mógł wytwarzać energię, musi być uruchomiony silnik spalinowy. Dlatego w instalacji pokładowej samochodu musi być umieszczone dodatkowe źródło energii elektrycznej – akumulator.

Akumulator umożliwia:

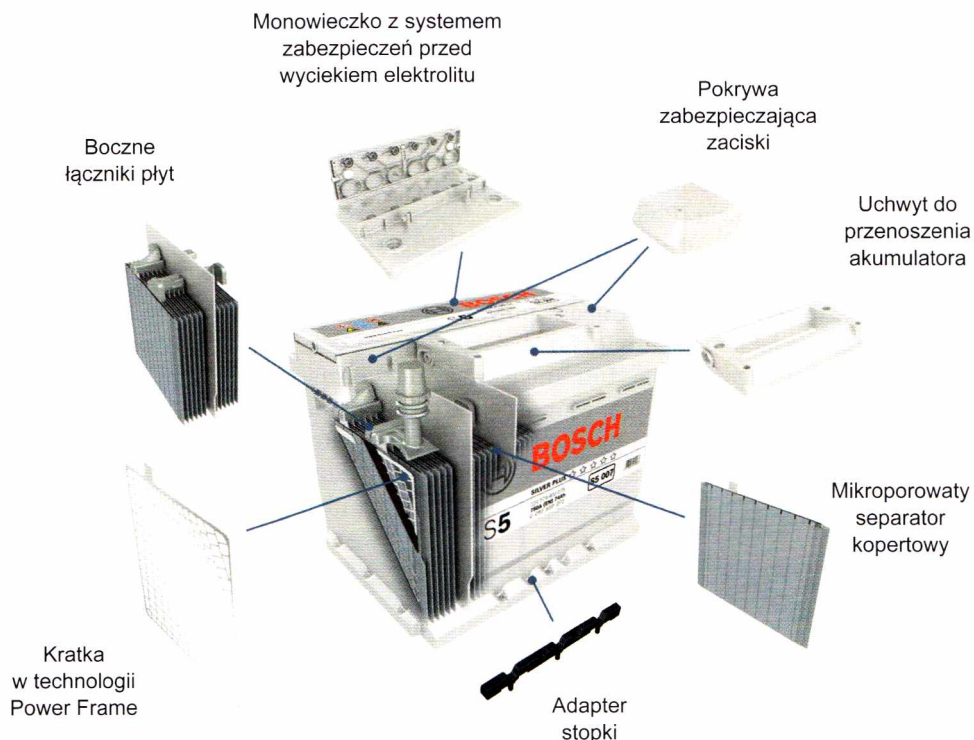
- zasilanie wszystkich urządzeń i układów samochodu, których praca jest konieczna na postoju, przy niepracującym silniku (np. światła awaryjne);
- rozruch silnika, od którego zależy napędzanie alternatora i przejście przez niego zasilania odbiorników energii.

Akumulator to odwracalne elektrochemiczne źródło energii elektrycznej. Jego zadaniem jest pobieranie, gromadzenie i oddawanie energii elektrycznej, przy czym każda z faz jego pracy jest zależna od zachodzących w nim reakcji chemicznych.

W samochodach używane są przede wszystkim **akumulatory kwasowo-ołowiowe**, składające się z sześciu ogniw połączonych ze sobą szeregowo i zamkniętych w odseparowanych celach (komorach), utworzonych przez przegrody jednolitej obudowy akumulatora. Obudowa wykonana jest z tworzywa sztucznego odpornego na działanie kwasu (rys. 4.1). Przy pełnej sprawności i maksymalnym stopniu naładowania akumulatora każde z ogniw dysponuje siłą elektromotoryczną o wartości 2,1–2,12 V. Tak więc cały akumulator ma wtedy siłę elektromotoryczną o wartości 12,6–12,7 V.

Pojedyncze **ogniwo akumulatora** składa się z płyt dodatnich i ujemnych umieszczonych na przemian (ujemna/dodatnia/ujemna/.../odatnia/ujemna) w pakiecie, przy czym płyt dodatnich jest o jedną mniej niż ujemnych. Płyty dodatnie tworzą jeden zespół, ujemne – drugi.

Szkieletem każdej **plyty** (dodatniej i ujemnej) jest **kratka**. Początkowo była ona wykonywana z czystego ołowiu, a następnie ze stopu ołowiu zawierającego 6–7% antymonu (Sb), który zwiększał jej odporność na wibracje, uderzenia i deformacje. Jednak dodatek antymonu zwiększał także gazowanie i powodował ubytek wody z elektrolitu, zaczęto więc stosować stopy niskoantymonowe (poniżej 2% Sb), a potem stopy ołowiowo-wapniowe



Rys. 4.1. Budowa akumulatora samochodowego

(kratka ujemna), z których obecnie wykonuje się obie kratki. Akumulatory, w których w obu kratkach stosuje się dodatek wapnia (Ca) – stanowi on tylko ok. 1 promila masy stopu – cechują się mniejszym o 80% ubytkiem wody i mniejszym o 30% samorozładowaniem w porównaniu z akumulatorami o kratkach niskoantymonowych. Są to tzw. **akumulatory bezobsługowe**, czyli akumulatory, w których ubytek elektrolitu z akumulatora umieszczonego w kąpeli wodnej o temperaturze 40°C i ładowanego przy stałym napięciu 14,4 V przez 500 godzin jest mniejszy niż 4 g/Ah (lub 2,7 g/min).

Najnowsze akumulatory zawierają niewielkie ilości srebra (Ag), które dodatkowo zwiększa odporność akumulatora na pracę cykliczną i wysokie temperatury elektrolitu oraz uodparnia elektrody na zużycie korozyjne.

Początkowo kratki wykonywane były metodą odlewania lub cięto-ciągnioną, obecnie stosuje się metodę sztańcowania, co zwiększa ich odporność na zużycie korozyjne oraz – dzięki odpowiedniej geometrii oczek kratki i jej różnej grubości w poszczególnych strefach – umożliwia zmniejszenie rezystancji wewnętrznej akumulatora i uzyskanie większej wartości prądu rozruchowego. Kratki wypełnione są masą czynną. Płyta dodatnia (w stanie naładowania) zawiera dwutlenek ołowiu PbO_2 (brunatny), płyta ujemna – ołów gąbczasty Pb (szary).

Poszczególne płyty akumulatora w pakiecie (ogniwie) oddzielone są **przekładkami izolacyjnymi** – mikroporowatymi separatorami, wykonanymi z włókna szklanego (polietylenu). Zabezpieczają one przed zwarcie płyty dodatniej z ujemną, umożliwiając jednocześnie swobodny przepływ elektrolitu oraz prądu elektrycznego. Obecnie najczęściej stosuje się separatory kopertowe, zakładane na jedną z płyt (zwykle dodatnią).

Przestrzeń między płytami akumulatora wypełnia 37-procentowy wodny roztwór kwasu siarkowego (H_2SO_4), stanowiący **elektrolit**. Stąd też nazwa tych akumulatorów: kwasowo-ołowiowe. Pod wpływem wody kwas ulega dysocjacji (rozpadowi) na jony wodoru i reszty kwasowej. Elektrolit działa jak przewodnik, przenosząc jony elektryczne między płytami dodatnią i ujemną w czasie ładowania i rozładowywania akumulatora. Podczas rozładowywania akumulatora jony siarczanowe reagują z materiałem elektrod, w wyniku czego powstaje siarczan ołowiu ($PbSO_4$).

W górnej części akumulatora umieszczone jest zgrzane z obudową **monowieczko**, stanowiące wspólną pokrywę wszystkich ogniw i posiadające połączenia międzyogniowe przez ścianki gradziowe cel. Ma ono między innymi wbudowany labiryntowy system zabezpieczający przed wyciekami elektrolitu i ułatwiający powrót skroplonych gazów do elektrolitu, centralny system odgazowania, filtr antyiskrowy oraz bezpieczny system odprowadzania gazów na zewnątrz akumulatora. Monowieczko pozwala na uzyskanie prawie całkowitej szczelności akumulatora, co w połączeniu ze zwiększonym poziomem elektrolitu (w porównaniu do starszych rozwiązań) zapewnia poprawę rekombinacji gazów (zmniejszenie ubytku wody z elektrolitu), a jego płaska powierzchnia ułatwia utrzymanie akumulatora w czystości.

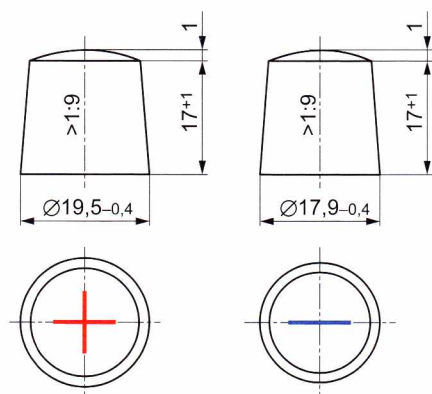
Starsze rozwiązania obudowy, do tej pory stosowane w niektórych typach akumulatorów, miały w górnej części zamykane wkręcany korkami otwory, umożliwiające dostęp do poszczególnych cel (np. dla sprawdzenia i uzupełnienia poziomu elektrolitu). Niektóre akumulatory, zwłaszcza bezobsługowe, mają wbudowany w jedną z cel optyczny wskaźnik naładowania akumulatora.

W dolnej części obudowy akumulatora – **stopce** – znajdują się wzmocnienia i występy pozwalające na umocowanie akumulatora w pojeździe.

Z instalacją pokładową samochodu akumulator połączony jest znormalizowanymi **zaciskami** (zwanymi **biegunami**) o stożkowym kształcie (rys. 4.2). Znajdują się one w górnej części pokrywy akumulatora. Dla ułatwienia identyfikacji oba zaciski są odpowiednio oznaczone (+ i –) na obudowie. Niekiedy mają kolorowe podkładki (czerwoną dla zacisku dodatniego, niebieską dla ujemnego). Ich wymiary są znormalizowane, przy czym zacisk dodatni ma większą średnicę niż ujemny. Przewody instalacji pokładowej przyłączane są do nich za pomocą zacisków główkowych (potocznie nazywanych **klemami**).

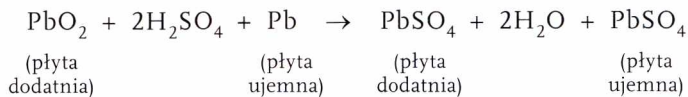
Akumulatory kwasowo-ołowiowe charakteryzują się bardzo małą rezystancją wewnętrzną. Wynosi ona kilka m Ω (w temperaturze 25°C) dla przeciętnego akumulatora o pojemności 45–66 Ah. Dzięki temu można go chwilowo (przez krótki czas) obciążyć natężeniem prądu o dużej wartości.

Działanie akumulatora przedstawiono na rys. 4.3. Naładowana płyta dodatnia zawiera dwutlenek ołowiu PbO_2 , a płyta ujemna – ołów gąbczasty Pb (rys. 4.3a). Podczas poboru energii z akumulatora (tj. jego rozładowywania) na obu płytach zachodzą reakcje prowadzące do przemiany materiału wyjściowego na ich powierzchni w siarczan ołowiu ($PbSO_4$), do którego wytworzenia wykorzystywana jest część kwasu (jony SO_4^{2-}). Natomiast jony H^+ , także powstałe w wyniku elektrolizy kwasu, łączą się z jonami tlenu O^{2-} , tworząc wodę rozcieńczającą elektrolit.

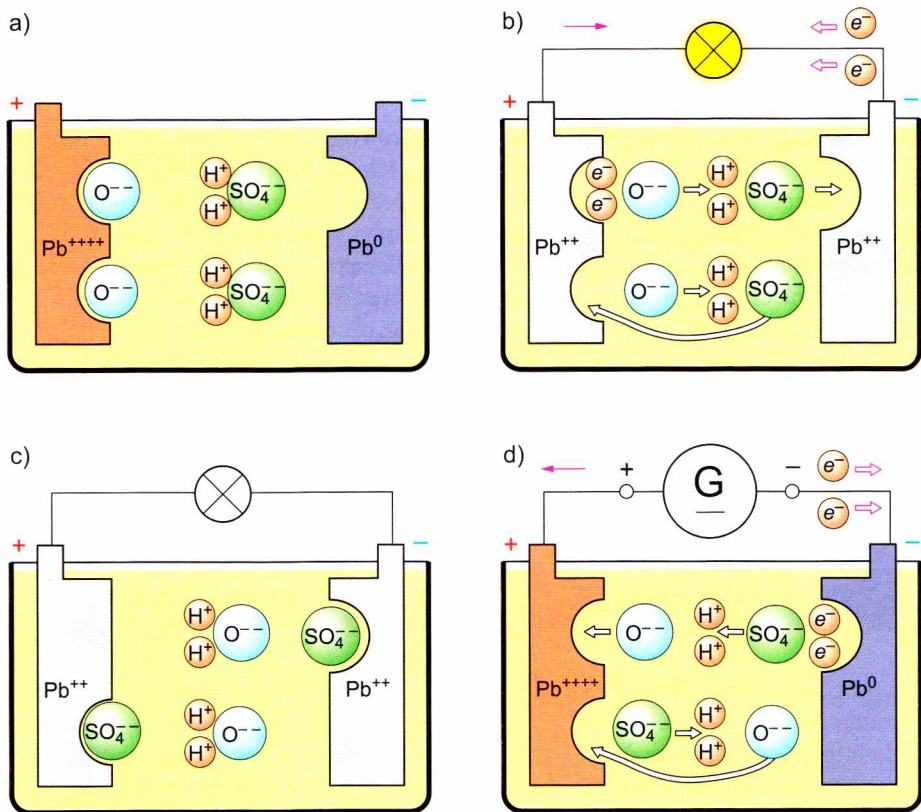


Rys. 4.2. Kształt i podstawowe wymiary zacisków akumulatora

W zewnętrznym obwodzie elektrycznym akumulatora następuje przepływ prądu elektrycznego – elektronów z elektrody ujemnej do dodatniej (rys. 4.3b). Proces rozładowywania akumulatora przedstawia równanie:



W wyniku reakcji chemicznych zmniejsza się ilość kwasu w elektrolicie (i wzrasta zawartość wody), co powoduje zmniejszenie jego gęstości (rys. 4.3c).



Rys. 4.3. Zasada działania akumulatora – przemiany chemiczne zachodzące w nim podczas rozładowywania i ładowania (opis w tekście)

W czasie ładowania następuje proces odwrotny – elektroliza wody. Płyty pokryte siarczanem ołowiu (PbSO_4) powracają do swojej pierwotnej postaci (dodatnia – PbO_2 , ujemna – Pb), a uwolnione z płyt jony SO_4^{2-} łączą się z jonami wodoru, tworząc kwas, którego zawartość (stężenie) w elektrolicie wzrasta (rys. 4.3d). Aby wywołać te przemiany, konieczne jest doprowadzenie do akumulatora energii z zewnątrz (z urządzenia do ładowania). Warunkiem sprawnego przebiegu tego procesu jest dostarczenie ok. 15% więcej energii, niż akumulator oddaje w procesie rozładowania.

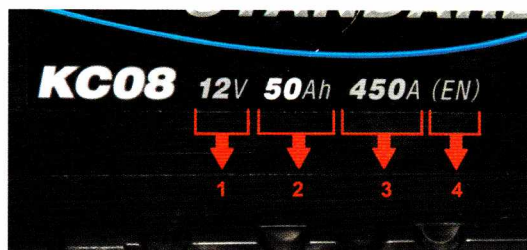
Ładowaniu i rozładowywaniu akumulatora towarzyszy zmiana gęstości elektrolitu. Ponieważ zależy ona od temperatury elektrolitu, podaje się ją dla temperatury odniesienia wynoszącej 25°C . Całkowicie naładowany akumulator wypełniony jest elektrolitem o gęstości

1,28 g/cm³, natomiast gęstość elektrolitu akumulatora całkowicie rozładowanego wynosi ok. 1,10 g/cm³. Dlatego też gęstość elektrolitu wykorzystywana jest jako parametr służący do oceny stopnia naładowania akumulatora.

Podstawowe parametry akumulatora podane są na jego tabliczce znamionowej (rys. 4.4).

Dane na tabliczce znamionowej obejmują:

- napięcie znamionowe akumulatora (1) na rys. 4.4;
- ładunek znamionowy Q_{20} akumulatora, czyli tzw. pojemność dwudziestogodzinną (2) – wartość ta informuje o wielkości ładunku elektrycznego, jaki akumulator może w sposób ciągły dostarczać przez 20 godzin, aż do spadku napięcia do wartości 10,5 V; na przykład akumulator o pojemności 60 Ah jest w stanie podczas dwudziestu godzin dostarczać prąd o wartości 3 A; wraz ze spadkiem temperatury pojemność akumulatora maleje, co przy jednoczesnym wzroście rezystancji wewnętrznej zmniejsza jego zdolność do oddawania energii;
- wartość prądu rozruchowego CCA (ang. *Cold Crankig Amperage*) określa zdolność rozruchową akumulatora (3); jest to wartość prądu, jaką akumulator może oddać w sposób ciągły w temperaturze -18°C , aby napięcie po 10 sekundach rozładowywania tą wartością prądu nie było niższe niż 7,5 V (wg normy EN); inne normy (SAE, JIS, DIN) określają ten parametr dla tej samej temperatury, ale dla innych czasów rozładowywania i końcowych wartości napięcia akumulatora – na przykład norma SAE wymaga 30-sekundowego obciążania akumulatora i końcowej wartości napięcia nie mniejszej niż 7,2 V.



Rys. 4.4. Podstawowe informacje umieszczone na tabliczce znamionowej akumulatora:

1 – napięcie znamionowe w woltach [V], 2 – ładunek znamionowy Q_{20} (dwudziestogodzinny) w amperogodzinach [Ah], 3 – prąd zimnego rozruchu CCA w amperach [A], 4 – norma, wg której podana jest wartość prądu CCA

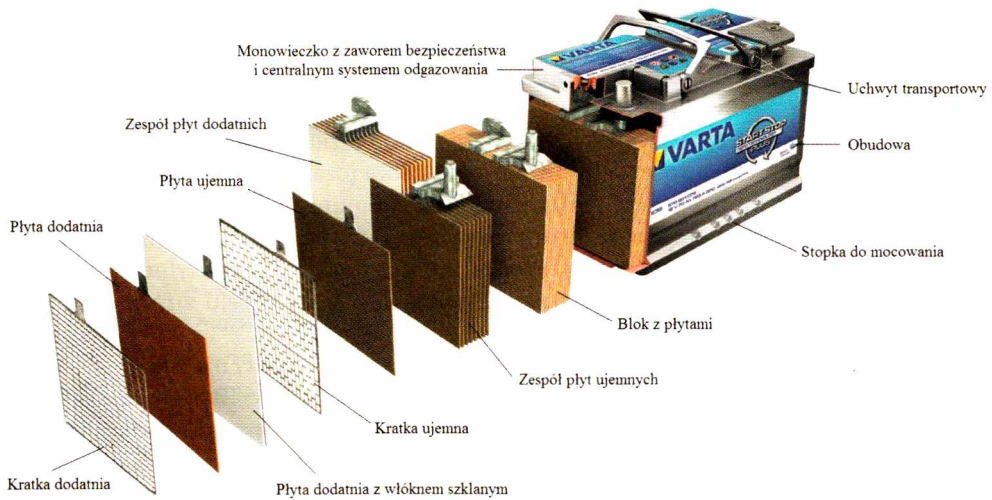
Innymi typami akumulatorów kwasowo-ołowiowych są akumulatory EFB i AGM.

Akumulatory EFB (ang. *Enhanced Flooded Battery*) różnią się od klasycznych tym, że ich płyty dodatnie pokryte są dodatkową powłoką z poliestru, co zwiększa stabilność masy czynnej płyty oraz jej odporność na pracę cykliczną (tj. częste rozładowywanie i ładowanie prądem o dużym natężeniu).

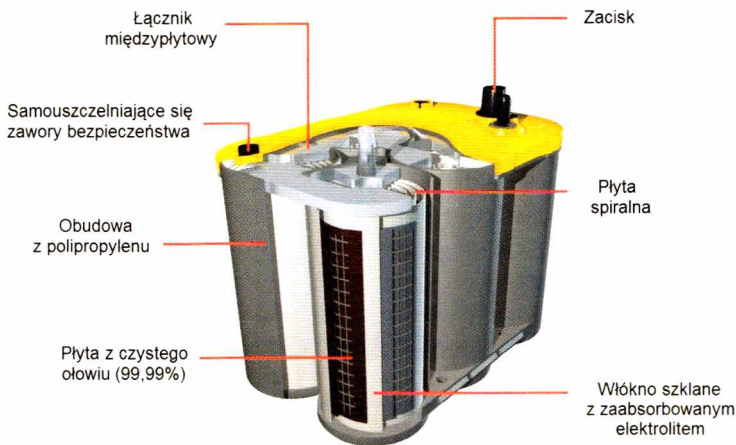
Akumulatory AGM (ang. *Absorbent Glass Matt*) – rys. 4.5, mają między płytami specjalne włókno szklane o dużej porowatości, które całkowicie absorbuje (wchłania) elektrolit. Powstające podczas ładowania gazy odprowadzane są porami we włóknie do elektrody ujemnej, gdzie następuje ich rekombinacja i zamiana w wodę. Dzięki temu w akumulatorach AGM praktycznie nie ma ubytku elektrolitu. Akumulatory tego typu mają mniejszą rezystancję własną niż akumulatory standardowe, dlatego na ich zaciskach można uzyskać nieco wyższe napięcie, są też bardziej odporne na głębokie rozładowanie.

Wymienione rodzaje akumulatorów instalowane są w samochodach z systemem Start-Stop (patrz rozdział 5). Akumulatory EFB wykorzystuje się w najprostszym rozwiązaniu tego systemu, natomiast akumulatory AGM – w systemach z odzyskiwaniem energii hamowania.

Bardzo ciekawym rozwiązaniem są akumulatory kwasowo-ołowiowe, których ogniwa mają postać cienkich płyt, wykonanych z czystego ołowiu (99,99%) oraz włókna szklanego absorbującego elektrolit (AGM) zwinięte razem z nimi w rulon – spiralę (rys. 4.6). Tego



Rys. 4.5. Budowa akumulatora w technologii AGM



Rys. 4.6. Budowa akumulatora z ogniwami spiralnymi

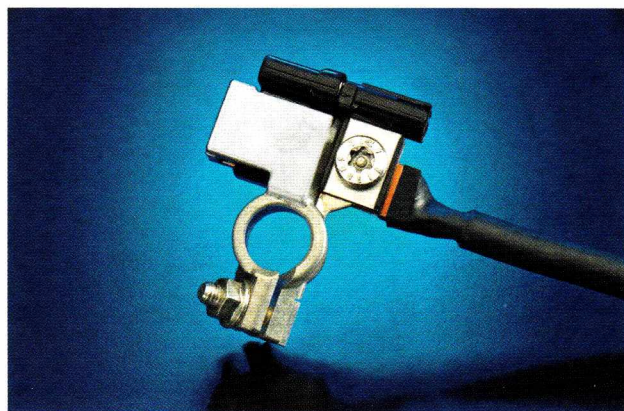
typu akumulatory charakteryzują się znacznie mniejszą rezystancją wewnętrzną, dlatego mogą oddawać znacznie większe ilości prądu oraz gromadzą więcej ładunku przy podobnych (zbliżonych) do akumulatorów standardowych wymiarach.

W samochodach o napędzie hybrydowym oraz w najbardziej technicznie zaawansowanych pojazdach z silnikiem spalinowym wprowadzono **czujniki stanu naładowania akumulatora** (rys. 4.7 s. 80). Są one montowane na klemie ujemnej (–) akumulatora (zazwyczaj pełnią wtedy jednocześnie funkcję sterownika systemu zarządzania akumulatorem, czyli energią). Bardzo precyzyjnie mierzą wartość napięcia akumulatora, natężenie pobieranego prądu oraz temperaturę otoczenia. Na podstawie tych parametrów określany jest między innymi stopień naładowania akumulatora. Czasami pomiar napięcia akumulatora wykonuje

się na zacisku dodatnim (+) akumulatora, a pomiar prądu i temperatury – w sterowniku systemu zarządzania akumulatorem (energiją).

Sterownik systemu zarządzania energiją za pośrednictwem magistrali CAN lub LIN otrzymuje dane z innych czujników (np. czujnika temperatury silnika, temperatury otoczenia, prędkości obrotowej wału korbowego silnika) oraz informacje o czasie postoju samochodu. Na podstawie tych i innych danych system zarządzania akumulatorem (energiją):

- steruje momentem i wartością obciążenia alternatora (czasowe opóźnianie załączania alternatora do pracy, np. podczas rozruchu silnika, ograniczanie energii wytwarzanej przez alternator przez obniżenie jego napięcia czy ograniczanie pobieranej mocy lub wyłączanie niektórych odbiorników energii, np. ogrzewania szyby tylnej i przedniej oraz podgrzewania foteli podczas przyspieszania pojazdu – w celu zmniejszenia zużycia paliwa);
- ogranicza stopień rozładowania akumulatora, aby nie był on niższy niż założona wartość graniczna (progowa), poniżej której rozruch silnika jest niemożliwy; w tym celu przy spadku stopnia naładowania akumulatora poniżej określonych progów system wyłącza niektóre odbiorniki energii (w pierwszej kolejności systemy informacji i rozrywki, w dalszej – niektóre odbiorniki układu komfortu);
- pełni funkcje diagnostyczne.



Rys. 4.7. Czujnik stanu naładowania akumulatora IBS (ang. *Intelligent Battery Sensor*)

PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie zadania spełnia akumulator?
2. Podaj podstawowe elementy składowe akumulatora.
3. Wymień składniki elektrolitu.
4. W jaki sposób można odróżnić zaciski akumulatora (dodatni i ujemny)?
5. Jakie parametry akumulatora znajdują się na tabliczce znamionowej?
6. O czym informuje oznaczenie 40 Ah umieszczone na tabliczce znamionowej akumulatora?
7. Wyjaśnij, co oznacza wartość 450 A (EN) podana na tabliczce znamionowej akumulatora.
8. Jakie są różnice w budowie akumulatora klasycznego i bezobsługowego?
9. Czym różnią się akumulatory EFB i AGM od standardowego akumulatora bezobsługowego?
10. W jakim celu stosuje się czujnik stopnia naładowania akumulatora oraz system zarządzania akumulatorem (energiją)?

4.2

Diagnozowanie akumulatora

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakimi metodami można ocenić stan techniczny akumulatora
- jak posługiwać się urządzeniami do diagnozowania akumulatora
- jakich informacji o stanie akumulatora dostarcza metoda kondunktancji
- w jaki sposób powinno się interpretować wyniki pomiarów diagnostycznych

Akumulator pojazdu należy skontrolować:

- w razie jakichkolwiek trudności podczas uruchamiania silnika, aby wykluczyć go jako przyczynę tych problemów;
- w celu sprawdzenia, czy nie wymaga podładowania, zwłaszcza po długim okresie nieużywania pojazdu lub jego eksploatacji na krótkich odcinkach w ruchu miejskim.

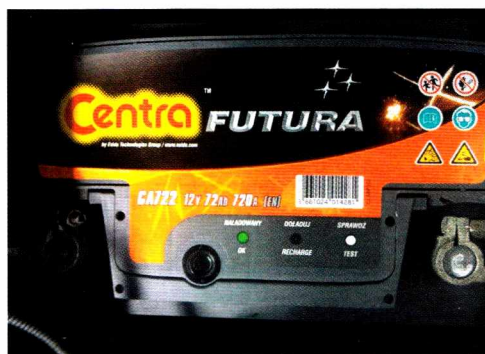
Oceny stanu technicznego akumulatora można dokonać dwoma metodami: **organoleptyczną** i **przyrządową**.

Ocena organoleptyczna stanu technicznego akumulatora obejmuje kontrolę czystości (brak osadów) i stanu zacisków (brak wypaleń, wykruszeń materiału), kontrolę zamocowania akumulatora w samochodzie oraz sprawdzenie podłączenia przewodów. W wypadku akumulatorów starszego typu, z wykręcanymi korkami otworów wlewowych do poszczególnych cel lub zdejmowaną listwą (pokrywą), ocena stanu technicznego obejmuje również sprawdzenie poziomu elektrolitu w celach – powinien on sięgać minimum 10–15 mm powyżej górnej krawędzi płyt.

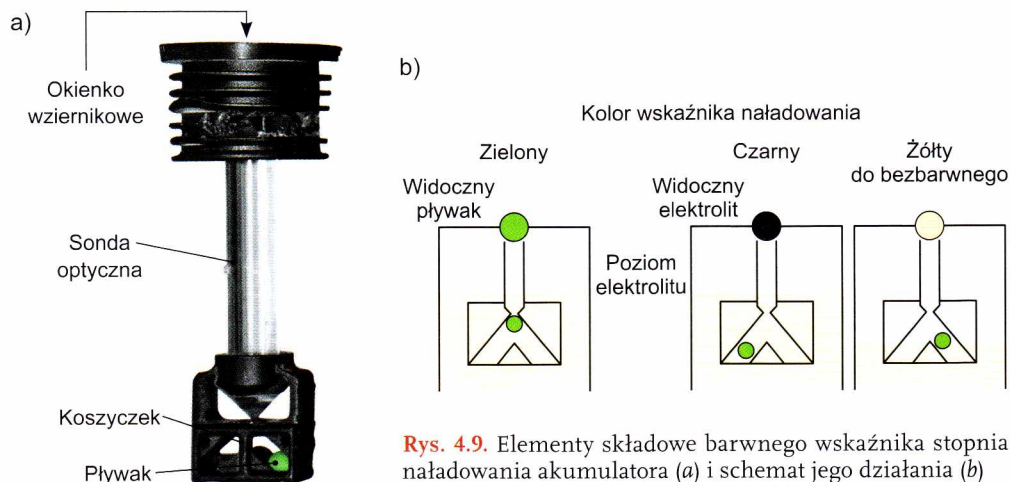
Najpopularniejszym parametrem diagnostycznym akumulatora z dostępem do cel jest gęstość elektrolitu, która dostarcza informacji o stopniu naładowania akumulatora. Istnieje kilka metod jego wyznaczenia za pomocą pomiaru gęstości elektrolitu.

Najprostszą z nich jest **sprawdzenie koloru wskaźnika naładowania akumulatora** – tzw. magicznego oczka (ang. *magic eye*), umieszczonego w obudowie niektórych akumulatorów bezobsługowych (rys. 4.8). Może to wykonać każdy użytkownik. Wymontowany z akumulatora wskaźnik i schemat jego działania pokazano na rysunku 4.9.

Optyczny wskaźnik naładowania akumulatora składa się okienka wziernikowego, sondy optycznej (szklanej rurki) zakończonej przewężeniem oraz koszyczka z tworzywa sztucznego (rys. 4.9a s. 82). Wewnątrz koszyczka znajduje się pływak koloru zielonego.



Rys. 4.8. Wskaźnik naładowania bezobsługowego akumulatora pojazdu (tzw. magiczne oczko)



Rys. 4.9. Elementy składowe barwnego wskaźnika stopnia naładowania akumulatora (a) i schemat jego działania (b)

Gdy poziom elektrolitu w akumulatorze jest właściwy i stopień naładowania akumulatora przekracza 65% (gęstość elektrolitu powyżej $1,22 \text{ g/cm}^3$), siła wyporu działająca na pływak powoduje jego przemieszczenie do górnej części koszyczka, pod przewężenie szklanej rurki. Patrząc przez okienko wziernikowe w głąb akumulatora, widzimy kolor zielony (pływak).

Jeżeli stopień naładowania akumulatora jest niższy niż 65% (gęstość elektrolitu poniżej $1,22 \text{ g/cm}^3$), siła wyporu działająca na pływak jest zbyt mała i przemieszcza się on na dół koszyczka. Wówczas w okienku wziernikowym widzimy kolor czarny.

Gdy poziom elektrolitu spadnie poniżej poziomu przewężenia szklanej rurki, w okienku wziernikowym widzimy kolor żółty (lub nie widzimy żadnego koloru).

Kolor zielony wskaźnika oznacza dostatecznie naładowany akumulator (choć nieznyany jest rzeczywisty stopień jego naładowania), kolor czarny, że akumulator jest rozładowany i wymaga doładowania, a kolor żółty (lub brak koloru) informuje o zbyt niskim poziomie elektrolitu. Może wtedy dojść do tzw. zasiarczania, czyli trwałej utraty zdolności akumulatora do gromadzenia energii i spadku jego rzeczywistego ładunku.

W niektórych akumulatorach kolory wskaźnika mogą być inne (zależy to od koloru pływaka) i wówczas na obudowie akumulatora umieszczona jest zwykle odpowiednia nalepka, informująca o kolorze wskaźnika dla trzech stanów akumulatora.

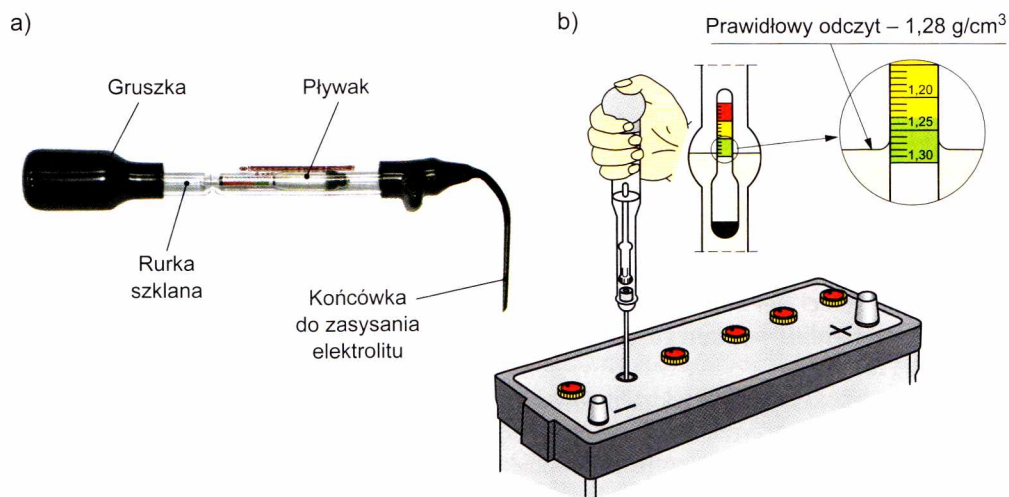
Wadą takiego wskaźnika jest jednak to, że w praktyce stopień naładowania akumulatora na podstawie jego barwy możemy określić tylko w ogniwiu, w którym jest umieszczony. Stan naładowania pozostałych ogniw może się znacznie różnić.

Kolejną jego wadą jest również to, że pomiar gęstości elektrolitu następuje w jego górnej warstwie. Elektrolit, zwłaszcza w akumulatorze nieużytkowanym (nieładowanym), ulega rozwarstwieniu – w dolnej części jest gęstszy, a w górnej (pomiarowej) rzadszy, co może zafałszować wskazania (kolor wskaźnika będzie czarny, a nie zielony).

Wartość gęstości elektrolitu można także wyznaczyć za pomocą areometru lub refraktometru, ale taki pomiar jest możliwy jedynie w akumulatorach, w których da się skontrolować poziom elektrolitu w poszczególnych celach.

Pomiar gęstości elektrolitu za pomocą areometru (rys. 4.10):

1) wykręcamy korki umieszczone w otworach wlewowych poszczególnych cel akumulatora (rys. 4.10b);



Rys. 4.10. Wygląd areometru (a) oraz sposób pomiaru i odczytu wartości gęstości elektrolitu (b)

- 2) zanurzamy końcówkę poboru areometru w elektrolicie badanego ogniwa, po czym zasysamy go przez naciśnięcie gruszki i jej odpuszczenie; wypełnienie szklanej rurki elektrolitem powinno umożliwić podniesienie się pływaka pomiarowego pod wpływem siły wyporu, jednak ilość elektrolitu w areometrze nie może być zbyt duża, aby górna część pływaka nie zablokowała się na gruszce pomiarowej, gdyż zafałszowałoby to wynik pomiaru; areometr w chwili pomiaru powinien być ustawiony pionowo, a pływak nie może dotykać ścianek szklanej rurki (rys. 4.10a);
- 3) ze skali umieszczonej na pływaku odczytujemy wartość gęstości elektrolitu (z dokładnością $\pm 0,005 \text{ g/cm}^3$), wskazywaną przez poziom elektrolitu; podczas odczytu należy uwzględnić menisk wklęsły w rurce (rys. 4.10b);
- 4) z powrotem wlewamy elektrolit do celi i dokonujemy pomiaru w pozostałych celach akumulatora;
- 5) mierzymy temperaturę elektrolitu w dowolnej celi.

Ponieważ wartość gęstości elektrolitu odczytana ze skali pływaka areometru zależna jest od jego temperatury, pomiary te należy skorygować, uwzględniając temperaturę odniesienia (25°C), jeżeli temperatura elektrolitu w chwili pomiaru nie mieści się w granicach $20\text{--}30^\circ\text{C}$. Korekcji dokonujemy według wzoru:

$$\rho_{25^\circ\text{C}} = \rho_{\text{pom}} - 0,0007 \cdot (25^\circ\text{C} - t) \quad [\text{g/cm}^3],$$

w którym: ρ_{pom} – zmierzona wartość gęstości elektrolitu [g/cm^3],
 t – temperatura elektrolitu [$^\circ\text{C}$],

0,0007 – poprawka wartości gęstości elektrolitu w funkcji temperatury na każdy jeden stopień Celsjusza zmiany temperatury elektrolitu w porównaniu do temperatury odniesienia [$\text{g}/(\text{cm}^3 \cdot ^\circ\text{C})$].

Przykładowo, jeżeli w chwili wykonywania pomiaru temperatura elektrolitu $t = 11^\circ\text{C}$, a odczytana ze skali pływaka areometru wartość gęstości $\rho_{\text{pom}} = 1,23 \text{ g/cm}^3$, to poprawka wyniesie $0,0007 [\text{g}/(\text{cm}^3 \cdot ^\circ\text{C})] \cdot 14 [^\circ\text{C}] = 0,01 \text{ g/cm}^3$, a skorygowana do temperatury odniesienia wartość gęstości elektrolitu będzie wynosiła $1,23 - 0,01 = 1,22 \text{ g/cm}^3$.

Pomiar gęstości elektrolitu będzie miarodajny, gdy wykonamy go dopiero po 30 minutach od zakończenia ładowania akumulatora oraz po 24 godzinach od uzupełnienia

poziomu elektrolitu. Interpretacji uzyskanego wyniku pomiaru dokonujemy na podstawie danych podanych w tabeli 4.1 oraz koloru okienka wskaźnika stopnia naładowania akumulatora.

Tabela 4.1. Zależność stopnia naładowania akumulatora od gęstości elektrolitu

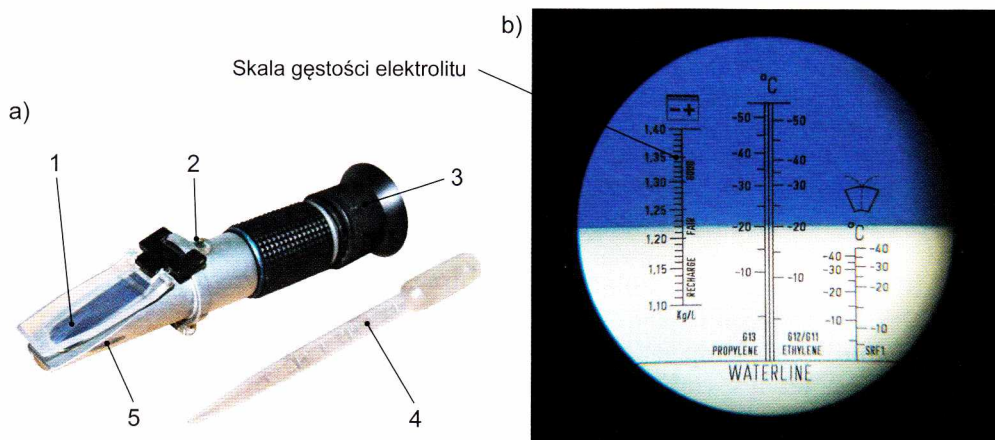
Gęstość elektrolitu [g/cm^3]	1,28	1,24	1,20	1,15	1,10
Stopień naładowania [%]	100	75	50	25	0

Pomiar gęstości elektrolitu refraktometrem (testerem optycznym) – rys. 4.11:

- 1) kroplę elektrolitu pobraną z badanej celi наносimy pipetą na pryzmat przyrządu (rys. 4.11a);
- 2) zamykamy pokrywę, aby elektrolit został rozprowadzony na całej powierzchni pryzmatu, po czym na skali przyrządu odczytujemy jego gęstość; jest ona wskazywana jako granica między dwoma polami (ciemnym – niebieskim oraz białym) na skali refraktometru (po lewej stronie na rys. 4.11b); położenie tej granicy na skali przyrządu zależy od współczynnika załamania światła, a więc stężenia kwasu siarkowego w elektrolicie; wynik pomiaru gęstości elektrolitu za pomocą refraktometru nie wymaga korekcyj do temperatury odniesienia, jeżeli pomiaru dokonujemy, gdy temperatura elektrolitu mieści się w przedziale $5\text{--}30^\circ\text{C}$.

Prawidłowość wskazań refraktometru sprawdzamy, umieszczając na pryzmacie przyrządu kroplę wody destylowanej. Granica między strefami (ciemną i jasną) powinna się wtedy pokrywać z poziomą linią oznaczoną WATERLINE (rys. 4.11b), widoczną w okularze przyrządu. Jeżeli nie pokrywa się z tą linią, dokonujemy korekty położenia skali, przesuwając ją za pomocą wkrętu kalibracyjnego.

Podczas pomiaru gęstości elektrolitu należy zachować ostrożność, aby płyn nie dostał się do oczu, na skórę, ubranie czy lakier samochodu. Zaleca się zakładanie przed pomiarem rękawic, fartucha i okularów ochronnych. W razie dostania się elektrolitu do oczu należy natychmiast przepłukać je dużą ilością czystej wody, a potem skontaktować się z lekarzem. Skórę lub ubranie trzeba zneutralizować wodnym roztworem mydła i obficie spłukać wodą.



Rys. 4.11. Wygląd refraktometru (a) oraz obraz widziany w okularze przyrządu podczas pomiaru (b) – gęstość elektrolitu $1,22 \text{ g}/\text{cm}^3$

1 – pokrywa pryzmatu, 2 – wkręt kalibracyjny, 3 – okular, 4 – pipeta, 5 – pryzmat

Pośredni pomiar gęstości elektrolitu

Jeżeli mamy akumulator bezobsługowy (tj. bez dostępu do poszczególnych cel), gęstość elektrolitu można wyznaczyć pośrednio, **mierząc siłę elektromotoryczną akumulatora** (tj. napięcie nieobciążonego akumulatora) **miernikiem uniwersalnym** (multimetrem). Przewody pomiarowe multimetru uniwersalnego przykładamy do odpowiednich zacisków akumulatora (dodatni do zacisku /+/, ujemny do zacisku /-/, rys. 4.12a).

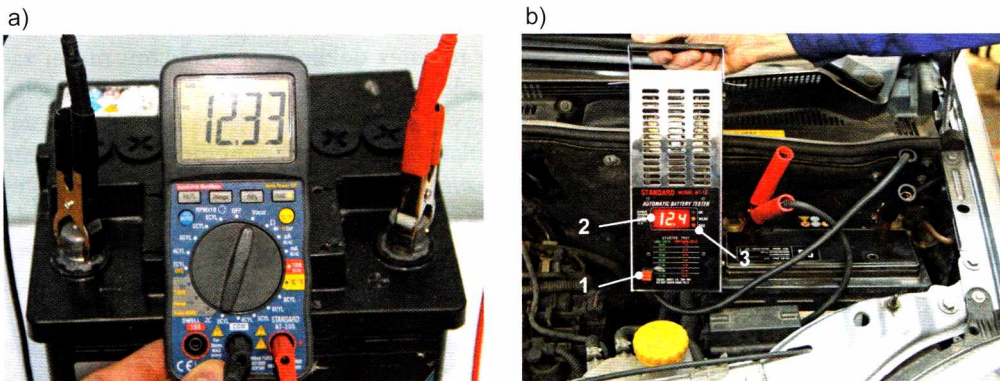
Do wyznaczenia przybliżonej, średniej gęstości elektrolitu we wszystkich celach akumulatora stosujemy następujący wzór:

$$\rho_{sr} = \frac{E}{6} - 0,84 \quad [\text{g/cm}^3],$$

w którym E – zmierzona wartość siły elektromotorycznej w V.

Przykładowo, jeżeli zmierzona wartość siły elektromotorycznej akumulatora wynosi 12,6 V, to gęstość elektrolitu będzie miała wartość 1,26 g/cm³.

Pomiaru siły elektromotorycznej akumulatora możemy dokonać dopiero po kilku godzinach od zakończenia jego ładowania, musi być on także odłączony od instalacji pokładowej.



Rys. 4.12. Sposób pomiaru: a) siły elektromotorycznej akumulatora za pomocą miernika uniwersalnego, b) napięcia pod obciążeniem za pomocą automatycznego obciążeniowego testera akumulatora 1 – przycisk włączania testu, 2 – wyświetlacz, 3 – diody sygnalizacyjne

Pomiar napięcia nieobciążonego akumulatora nie jest wiarygodną metodą oceny jego stanu technicznego, ponieważ duża rezystancja własna (wewnętrzna) multimetru nie pozwala wykryć niesprawności połączeń wewnętrznych, które ujawniają się podczas poboru dużego prądu (np. przy obciążeniu rozrusznikiem). Na podstawie tego pomiaru nie można też wnioskować o ilości energii zgromadzonej w akumulatorze.

Pewniejszą metodą oceny stanu technicznego akumulatora jest **pomiar jego napięcia pod obciążeniem**. Możemy je zmierzyć **multimetrem uniwersalnym**, przyłączonym do zacisków akumulatora w samochodzie podczas próby uruchamiania silnika. Wartość prądu obciążającego akumulator zależy wówczas od warunków rozruchowych (tj. temperatury otoczenia i stanu cieplnego silnika), dlatego podczas interpretacji zmierzonej wartości napięcia (uzyskanej wartości minimalnej) należy uwzględnić te czynniki.

Do warsztatowego **pomiaru napięcia akumulatora pod obciążeniem** służą specjalne **testery** (rys. 4.12b), umożliwiające obciążenie akumulatora prądem o natężeniu 100 A. Urządzenia tego rodzaju samoczynnie wyłączają załączone do akumulatora obciążenie po 10 sekundach od rozpoczęcia pomiaru, aby chronić go przed nadmiernym rozładowaniem.

Pomiaru napięcia pod obciążeniem dokonujemy, gdy silnik jest wyłączony, a odbiorniki energii elektrycznej zasilane z akumulatora samochodu są od niego odłączone. Robimy to w następujący sposób:

- 1) podłączamy zaciski krokodylowe testera: czerwony do zacisku dodatniego (+) akumulatora, czarny do zacisku ujemnego (-);
- 2) uruchamiamy test pomiarowy – w wypadku testera pokazanego na rys. 4.12b naciskamy przycisk 1;
- 3) po zakończeniu testu odczytujemy wartość napięcia akumulatora, która określa stopień naładowania akumulatora; przy interpretacji wyniku pomiaru możemy skorzystać z wartości kontrolnych podanych w tabeli 4.2; niektóre przyrządy (testery) automatycznie interpretują wynik pomiaru; przyrząd pokazany na rys. 4.12b posiada odpowiednie diody sygnalizacyjne, które świecą po pomiarze w zależności od zmierzonej wartości napięcia.

Tabela 4.2. Stopień naładowania akumulatora w zależności od wartości napięcia pod obciążeniem

Stopień naładowania akumulatora [%]	0–25	25–50	50–75	75–100
Napięcie akumulatora pod obciążeniem [V]	< 9,3	9,3–10,2	10,2–11,1	>11,1

Pomiaru napięcia pod obciążeniem można również dokonać przyrządami mniej zaawansowanymi technicznie, na przykład tzw. **widełkami obciążeniowymi**. Sposób posługiwania się nimi jest podobny do sposobu korzystania z testera. Polega on na podłączeniu widełek do odpowiednich zacisków akumulatora oraz uruchomieniu pomiaru przez załączenie przepływu prądu z akumulatora rezystorem obciążeniowym, umieszczonym między końcówkami pomiarowymi. Rezystor obciążeniowy o wartości 23 mΩ stosujemy do akumulatorów o ładunku $Q_{20} \leq 100$ Ah, a o wartości 12 mΩ do akumulatorów o większym ładunku. Interpretacji wyniku pomiaru dokonujemy na podstawie tabeli 4.2 lub korzystając z pomocniczych barwnych skal umieszczonych na obudowie widełek.

Pomiar napięcia pod obciążeniem, tak samo jak pomiar gęstości, umożliwia określenie stopnia naładowania akumulatora. Nie dostarcza to jednak wprost informacji o właściwościach rozruchowych akumulatora, tj. o jego zdolności do oddawania dużej wartości prądu podczas rozruchu, kiedy obciążenie akumulatora jest największe.

Ocena stanu technicznego akumulatora za pomocą testera konduktancji/rezystancji

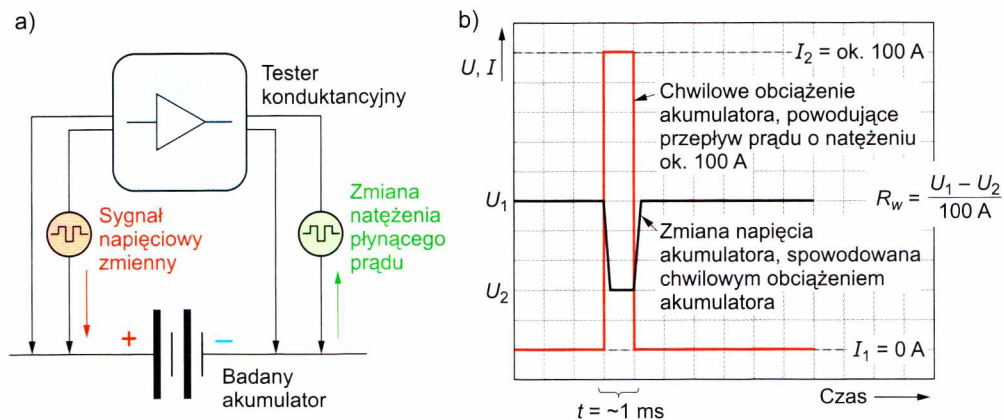
Obecnie najczęściej stosowaną metodą oceny stanu technicznego akumulatora jest **test** z wykorzystaniem urządzeń wyznaczających **konduktancję wewnętrzną akumulatora** (tj. mierzących przewodność elektrolitu – rys. 4.13a) lub **rezystancję wewnętrzną akumulatora** (odwrotność konduktancji wewnętrznej – rys. 4.13b).

Pierwsza z tych metod (rys. 4.13a) polega na wysłaniu przez tester akumulatora zmiennego sygnału napięciowego, a następnie zarejestrowaniu zmian natężenia przepływającego przez akumulator prądu, będących efektem zastosowania sygnału testowego. Na tej podstawie wyznaczana jest konduktancja wewnętrzna akumulatora.

Druga metoda (rys. 4.13b) polega na krótkotrwałym (ok. 1 ms) obciążeniu akumulatora prądem o natężeniu ok. 100 A. Zmiany napięcia (akumulatora nieobciążonego i obciążonego) pozwalają określić wartość jego rezystancji wewnętrznej.

Niezależnie od zastosowanej metody pomiarowej **podstawową wielkością określającą stan techniczny akumulatora**, wyznaczoną przez tester na podstawie pomiaru (konduktancji lub rezystancji wewnętrznej akumulatora), **jest wartość prądu rozruchowego**.

Porównujemy ją z wartością podaną na tabliczce znamionowej akumulatora (patrz p. 4.1), którą przyjmujemy jako wartość odniesienia (100%). Stanowi to zaletę tego typu urządzeń. Testery elektroniczne nie powodują rozładowania akumulatora oraz automatycznie określają stopień jego naładowania. Dodatkowym parametrem wykorzystywanym do analizy stanu akumulatora przez testery elektroniczne jest napięcie nieobciążonego akumulatora.



Rys. 4.13. Schemat ideowy testera wyznaczającego wartość prądu rozruchowego metodą pomiaru konduktancji (a) oraz sposób wyznaczania prądu rozruchowego przez pomiar rezystancji wewnętrznej akumulatora (b)

Oceny stanu technicznego akumulatora za pomocą testera konduktancji/rezystancji dokonujemy następująco:

- 1) podłączamy tester do odpowiednich zacisków akumulatora (z uwzględnieniem koloru zacisków krokodylowych testera, czerwony do zacisku dodatniego /+/, czarny do zacisku ujemnego /-/ akumulatora); po podłączeniu tester mierzy i pokazuje na wyświetlaczu napięcie nieobciążonego akumulatora;
- 2) identyfikujemy badany akumulator, wprowadzając do pamięci urządzenia informacje o jego typie (akumulator standardowy/AGM itp.), normie (EN/SAE itp.), według której w warunkach laboratoryjnych został wyznaczony podany na tabliczce znamionowej prąd rozruchowy CCA, oraz wartość tego prądu;
- 3) przeprowadzamy test i dokonujemy interpretacji uzyskanych wyników.

Tester konduktancji/rezystancji oraz przykładowy wydruk wyników wykonanego pomiaru pokazano na rysunku 4.14 (s. 88).

Na podstawie zmierzonych parametrów (napięcia akumulatora i konduktancji/rezystancji) tester zazwyczaj oblicza dwie wielkości: stopień naładowania akumulatora – SOC (ang. *State of Charge*) oraz zdolność oddawania przez niego energii – SOH (ang. *State of Health*). Obie wielkości wyznaczane są jako wartości procentowe w porównaniu do wartości nominalnych. Na przykład wyznaczona wartość prądu rozruchu CCA, możliwego do uzyskania z badanego akumulatora, jest porównywana z wartością wpisaną do pamięci urządzenia, odczytaną z tabliczki znamionowej akumulatora. Sposoby wyznaczania tych wielkości, a zwłaszcza ich interpretacja diagnostyczna (wartości progowe), nieco się różnią w wypadku poszczególnych testerów.

Na podstawie wyznaczonych parametrów testery automatycznie dokonują oceny stanu akumulatora (np. DOBRY, DOŁADUJ, WYMIENŃ, ZWARTA CELA). Sposób interpretacji

parametrów charakteryzujących badany akumulator, wyznaczonych testerem, pokazano na rysunku 4.15.

Elektroniczne testery umożliwiają także przybliżoną ocenę akumulatora dzięki pomiarowi napięcia przy obciążeniu go wartością prądu pobieranego przez rozrusznik. Pomiar ten różni się od pomiaru wykonanego testerem elektronicznym (rys. 4.14) lub testerem

a)



b)

WYDRUK RAPORTU TEST AKUMULATORA

STANDARDOWY	← 1
SOC: 12.72 V	← 2
CCA NOMIN 420 EN	← 3
CCA FAKT. 371 EN	← 4

AKUMULATOR DOBRY ← 5

STAN TECHN. AKUM.

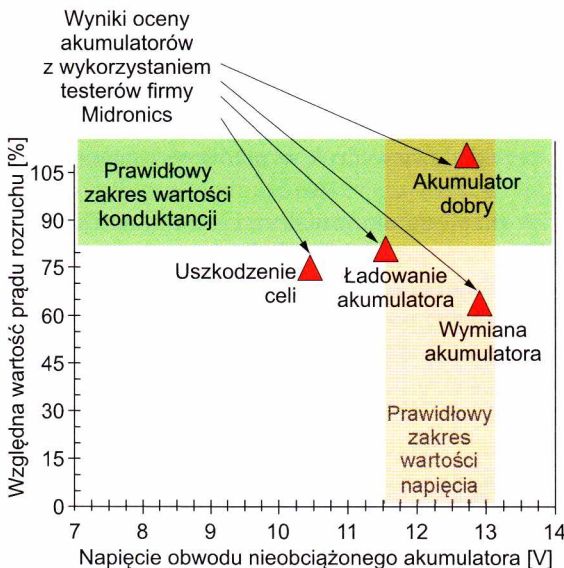
■■■■■■■■□□ 88% ← 6

STAN NAŁADOWANIA

■■■■■■■■■■ 100% ← 7

Rys. 4.14. Sposób oceny stanu technicznego akumulatora z wykorzystaniem pomiaru konduktancji/rezystancji (a) oraz przykładowy wydruk z wynikami pomiarów (b)

1 – typ badanego akumulatora, 2 – zmierzone napięcie nieobciążonego akumulatora, 3 – nominalna wartość prądu rozruchu CCA według normy EN (z tabliczki znamionowej akumulatora), 4 – wyznaczona wartość prądu rozruchu CCA według normy EN określona podczas pomiaru, 5 – ocena akumulatora, 6 – zdolność oddawania energii przez akumulator (procentowo w porównaniu do wartości nominalnej prądu CCA), 7 – stopień naładowania określony na podstawie pomiaru napięcia (procentowo w porównaniu do wartości nominalnej)



Rys. 4.15. Sposób interpretacji wyników oceny stanu technicznego akumulatora przez tester mierzący konduktancję akumulatora; oś pionowa przedstawia względną (w porównaniu do wartości odniesienia) wartość prądu zimnego rozruchu, oś pozioma – napięcie nieobciążonego akumulatora

obciążeniowym (patrz rys. 4.12b) tym, że obciążenie badanego akumulatora (a więc także wartość prądu obciążającego akumulator) jest zmienne i zależne od oporów rozruchowych silnika. W pomiarze tego rodzaju dużą rolę odgrywa stan cieplny silnika i jego zużycie.

Podczas pomiaru tester podłączamy do zacisków akumulatora zamontowanego w samochodzie. Uruchamiamy odpowiedni tryb działania urządzenia, podejmujemy próbę uruchomienia silnika pojazdu, a po zakończeniu testu odczytujemy zmierzoną wartość napięcia (minimalną). Uzyskanie wartości poniżej 10,2–10,5 V wskazuje na znaczne rozładowanie akumulatora (jeżeli obwód rozruchowy jest sprawny).

Diagnostykę akumulatora oraz systemu zarządzania akumulatorem (energiją) można przeprowadzić za pomocą niektórych testerów diagnostycznych. Omówiono to na przykładzie akumulatora pojazdu z systemem Start-Stop w rozdziale 5.3.



PYTANIA I POLECENIA

1. Wymień metody oceny stanu technicznego akumulatora.
2. Podaj charakterystyczne wartości gęstości elektrolitu odpowiadające różnym poziomom naładowania akumulatora.
3. Jakich informacji o stanie technicznym akumulatora dostarcza pomiar gęstości elektrolitu?
4. Co oznaczają kolory: zielony, czarny i żółty optycznego wskaźnika naładowania akumulatora (*magic eye*)?
5. Czym różni się wyznaczenie gęstości elektrolitu areometrem i refraktometrem?
6. Podaj sposób korekty gęstości elektrolitu do temperatury odniesienia przy pomiarze areometrem.
7. Jak sprawdzamy poprawność wskazań refraktometru?
8. Omów sposób pomiaru napięcia akumulatora pod obciążeniem.
9. Jaka jest różnica między konduktancją wewnętrzną a rezystancją wewnętrzną (własną) akumulatora?
10. Jakie parametry stanu technicznego akumulatora możemy wyznaczyć za pomocą elektronicznych testerów akumulatora?
11. Zinterpretuj następujące wyniki pomiaru stanu akumulatora o nominalnej wartości prądu CCA 450 A (EN): 12,56 V, 360 A (EN).

4.3

Budowa i działanie alternatora

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jak jest zbudowany alternator i jak działa
- jak działa mostek prostowniczy
- jak wygląda połączenie alternatora z instalacją elektryczną
- jakie są odmiany alternatorów
- jakie oznaczenia zacisków stosuje się na alternatorach

Podstawowym źródłem energii elektrycznej w instalacji pokładowej samochodu jest alternator, czyli trójfazowy synchroniczny generator prądu przemiennego. Zastosowanie alternatora w samochodach wynika z jego wielu zalet, z których najważniejsze to:

- znacznie lepszy (w porównaniu z generatorem prądu stałego) stosunek wytwarzanej mocy do masy urządzenia,
- efektywna praca w dużym zakresie prędkości obrotowej wirnika,
- brak komutatora,
- większa trwałość i niezawodność pracy.

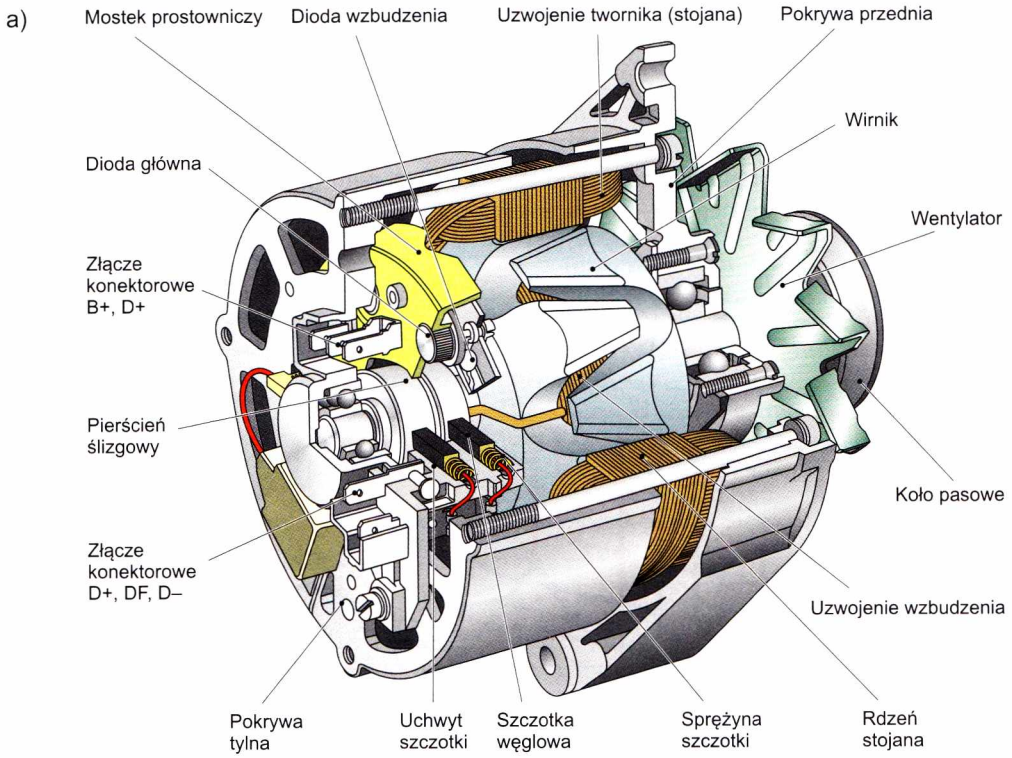
Budowę alternatora pokazano na rysunku 4.16, a zasadę jego działania na rys. 4.17 (s 92).

Najważniejsze podzespoły alternatora to zespół ruchomego wirnika z uzwojeniem wzbudzenia (magneśnica) oraz zespół nieruchomego stojana z uzwojeniem twornika.

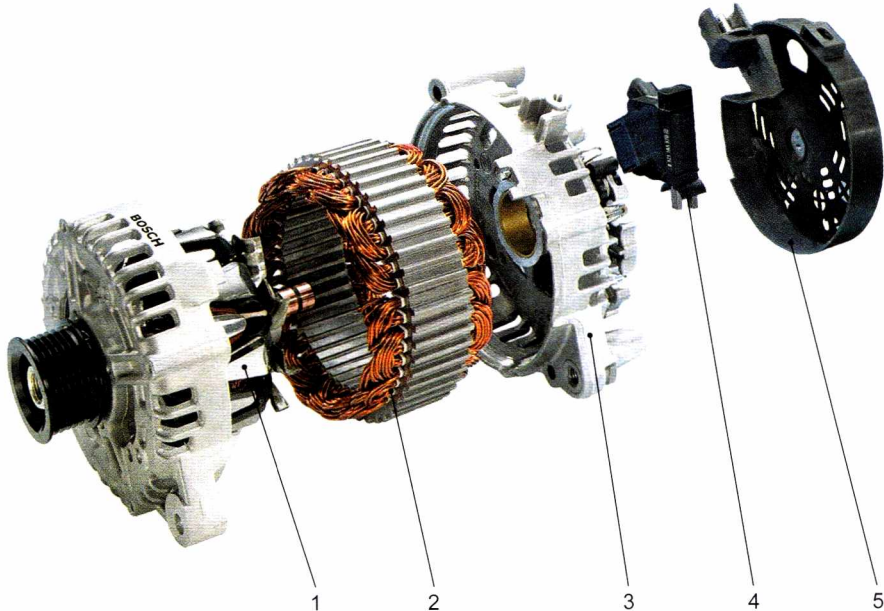
Zespół wirnika tworzy wał z osadzonym na nim dzielonym elementem, wykonanym ze stali (elektromagnes pazurowy – rys. 4.17). Wirnik napędzany jest od wału korbowego silnika przez przekładnię pasową, zwiększającą 2–3 razy jego prędkość obrotową w porównaniu z prędkością obrotową wału korbowego. Wewnątrz wirnika znajduje się uzwojenie wzbudzenia 7, zasilane prądem wzbudzenia. Zasilenie uzwojenia wzbudzenia z instalacji pokładowej samochodu powoduje wytworzenie pola elektromagnetycznego. Biegunami elektromagnesu są występy połówek wirnika, czyli tzw. pazury 11, umieszczone przemiennie naprzeciw siebie (rys. 4.17c). Doprowadzenie prądu do uzwojenia wzbudzenia zapewniają szczotki węglowe 4, stykające się z pierścieniami ślizgowymi 5 zamontowanymi na osi wirnika.

Zespół stojana to trzy oddzielne uzwojenia twornika (na rys. 4.17a oznaczone U , V i W), połączone w układ gwiazdy i umieszczone w obudowie alternatora co 120 stopni. Zmienne pole magnetyczne, działające na poszczególne uzwojenia stojana, powoduje indukowanie w nich napięcia przemiennego (sinusoidalnego), które w poszczególnych uzwojeniach przesunięte są względem siebie o 120° . Układ gwiazdy polega na tym, że jedne końce poszczególnych uzwojeń (U , V i W) są połączone wewnętrznie w jeden punkt, a drugie są wyprowadzone do zacisków trójfazowego mostka Graetza, połączonych z zewnętrznymi zaciskami alternatora (dodatnim $B+$ i ujemnym $B-$, patrz rys. 4.17a).

Konieczność zamiany napięcia przemiennego na stałe wynika z tego, że wytwarzane w alternatorze napięcie przemiennie nie może być bezpośrednio podawane do odbiorników

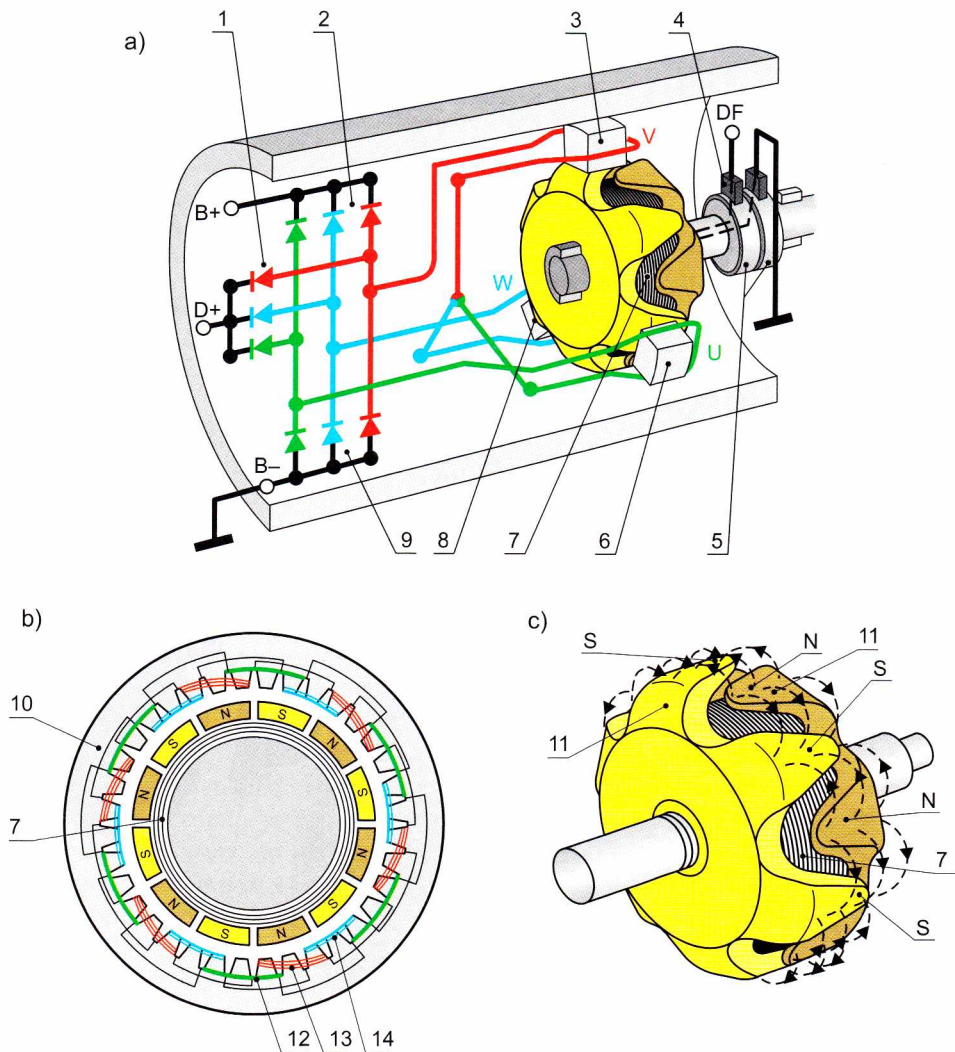


b)



Rys. 4.16. Alternator samochodowy: a) budowa, b) podstawowe elementy składowe
1 – wirnik, 2 – uzwojenie twornika (stojana), 3 – pokrywa tylna, 4 – regulator napięcia, 5 – osłona

instalacji elektrycznej samochodu, zasilanych napięciem stałym. W celu uzyskania wymaganego rodzaju napięcia zasilającego alternator jest wyposażony w trójfazowy, diodowy, mostkowy układ prostowniczy z diodami półprzewodnikowymi (krzemowymi – 2 i 9 na rys. 4.17a). Każdy przewód fazowy (ramię gwiazdy) połączony jest z zaciskami wyjściowymi alternatora (B+ i B-) przez dwie identyczne diody. Jedna z nich (dodatnia) pozwala na swobodny przepływ prądu do zacisku dodatniego (B+), natomiast blokuje przepływ skierowany do zacisku ujemnego (B-), czyli przepuszcza dodatnią połówkę sinusoidy napięcia

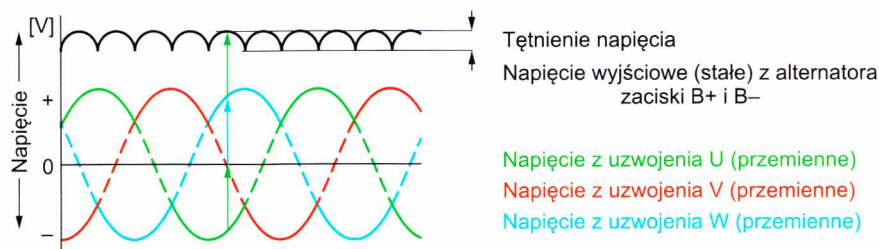


Rys. 4.17. Alternator: a) schemat budowy, b) działanie, c) schemat powstawania pola elektromagnetycznego w uzwojeniu wzbudzenia alternatora

1 – diody wzbudzenia, 2 i 9 – diody mostka prostowniczego, 3, 6 i 8 – nabiegunki uzwojenia twornika, 4 – szczotki węglowe, 5 – pierścienie ślizgowe, 7 – uzwojenie wzbudzenia, 10 – korpus stojana, 11 – połówki wirnika (pazury), 12, 13, 14 – uzwojenia twornika (odpowiednio U, V, W); D+ – zacisk do regulatora napięcia, DF – zacisk sygnału sterującego (prądu wzbudzenia), B+ – zacisk dodatni do połączenia z instalacją elektryczną samochodu (biegunem dodatnim akumulatora), B- – zacisk ujemny do połączenia z masą pojazdu (obudową alternatora) N, S – bieguny magnetyczne

przebiegu. Druga dioda (ujemna) przepuszcza prąd z zacisku ujemnego (B-), ale blokuje przepływ w drugą stronę, czyli przepuszcza ujemną połówkę sinusoidy. W rezultacie na wyjściu alternatora (zaciski B+ i B-) powstaje napięcie stałe o niewielkim tętnieniu (patrz rys. 4.18), które nie powinno być większe niż 0,5 V.

Zasadę prostowania napięcia przemiennego w mostku prostowniczym pokazano na rysunku 4.18.



Rys. 4.18. Zasada prostowania napięcia przez diodowy mostek prostowniczy

Prawidłowa współpraca alternatora z instalacją elektryczną samochodu wymaga nie tylko prostowania napięcia, ale także uzyskania jego odpowiedniej wartości. Wartość średnia napięcia wyprostowanego przez alternator zależy od prędkości obrotowej (napędzania) wirnika alternatora, więc gdyby nie była regulowana, zmieniałaby się w zależności od prędkości obrotowej silnika. W celu ograniczenia tych zmian, dopasowania wartości napięcia alternatora do akumulatora (tj. instalacji elektrycznej samochodu) oraz zapewnienia jego doładowania podczas pracy silnika alternator wyposażony jest w **regulator napięcia**.

Obecnie stosuje się wyłącznie elektroniczne, bezstykowe regulatory napięcia – jednofunkcyjne i wielofunkcyjne. Umożliwiają one (dzięki układowi tranzystorów sterujących) przepływ prądu przez uzwojenie wzbudzenia tylko wtedy, kiedy napięcie na zaciskach alternatora przekroczy maksymalną dopuszczalną wartość.

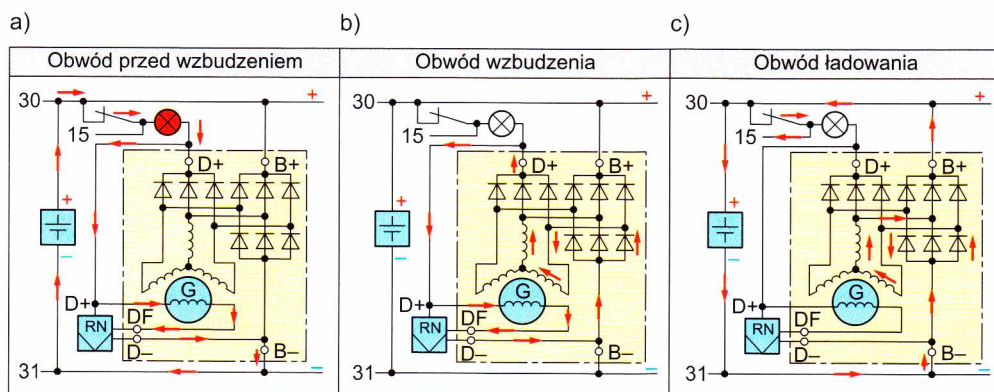
Regulatory jednofunkcyjne (monofunkcyjne) zapewniają, w wyniku regulacji prądu wzbudzenia, stałą wartość napięcia wyjściowego z alternatora (w określonym zakresie), niezależną od prędkości obrotowej silnika napędzającego oraz obciążenia alternatora (tj. mocy załączonych odbiorników instalacji pokładowej). Ich nowsze rodzaje pozwalają na regulację wartości napięcia alternatora z uwzględnieniem temperatury otoczenia.

Oprócz regulatorów jednofunkcyjnych coraz częściej wykorzystywane są **regulatory wielofunkcyjne MFR** (ang. *Multi-Function Regulator*). Alternatory z tego typu regulatorami nazywane są **alternatorami sterowanymi cyfrowo**. Zapewniają one optymalne dopasowanie parametrów pracy alternatora do warunków pracy silnika oraz umożliwiają realizację funkcji kontrolnych (diagnostycznych). Między innymi pozwalają na:

- odłączenie prądu wzbudzenia alternatora na czas rozruchu silnika (zmniejszenie oporów rozruchowych);
- zwiększenie prędkości obrotowej silnika przy zbyt niskim napięciu akumulatora lub przy jego dużym obciążeniu;
- opóźnienie odpowiedzi alternatora na zmianę jego obciążenia, np. w wypadku gwałtownego wciśnięcia pedału przyspieszenia (pozwala to na zmniejszenie oporów podczas przyspieszania pojazdu);
- zabezpieczenie alternatora przed uszkodzeniem (przepaleniem) lampki kontrolnej ładowania lub przerwaniem jej obwodu elektrycznego (zapewnienie możliwości

- samoczynnego wzbudzenia alternatora), zwarcie wirnika, uszkodzeniem termicznym wskutek nadmiernego wzrostu temperatury pracy i innymi awaryjnymi sytuacjami;
- regulację napięcia ładowania akumulatora z uwzględnieniem jego rzeczywistej wartości, mierzonej bezpośrednio na zaciskach akumulatora;
 - czasowe odłączenie wybranych, zbędnych odbiorników energii dla poprawienia bilansu energii pojazdu;
 - samodiagnostykę alternatora.

Wszystkie wymienione funkcje realizowane są we współdziałaniu z innymi zespołami samochodu, np. sterownikiem silnika lub głównym modułem elektroniki. Działanie obwodów elektrycznych alternatora w różnych fazach jego pracy pokazano na rysunku 4.19.



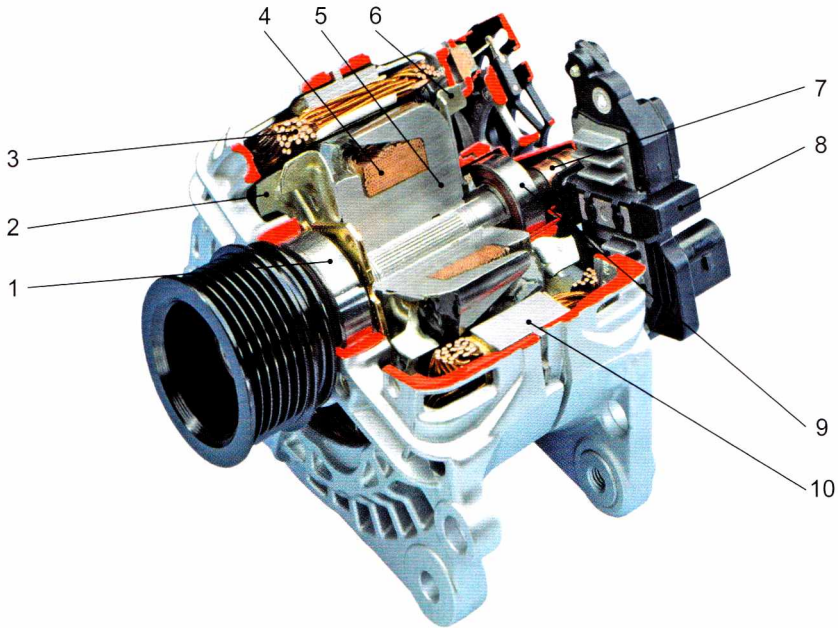
Rys. 4.19. Działanie obwodów alternatora w poszczególnych fazach pracy

Działanie alternatora po założeniu zapłonu (tj. przekręceniu kluczyka w stacyjce) pokazano na rys. 4.19a. Prąd z akumulatora płynie przez lampkę kontrolną ładowania alternatora (która się wtedy świeci), uzwojenie wzbudzenia alternatora i regulator napięcia RN.

Po rozpedzeniu wirnika alternatora do prędkości obrotowej, umożliwiającej wytworzenie w uzwojeniu stojana napięcia większego od napięcia progowego diody ujemnej, następuje przepływ prądu od zacisku D+ przez: uzwojenie wzbudzenia, regulator napięcia RN, diodę ujemną i diodę uzwojenia wzbudzenia z pominięciem lampki kontrolnej (rys. 4.19b).

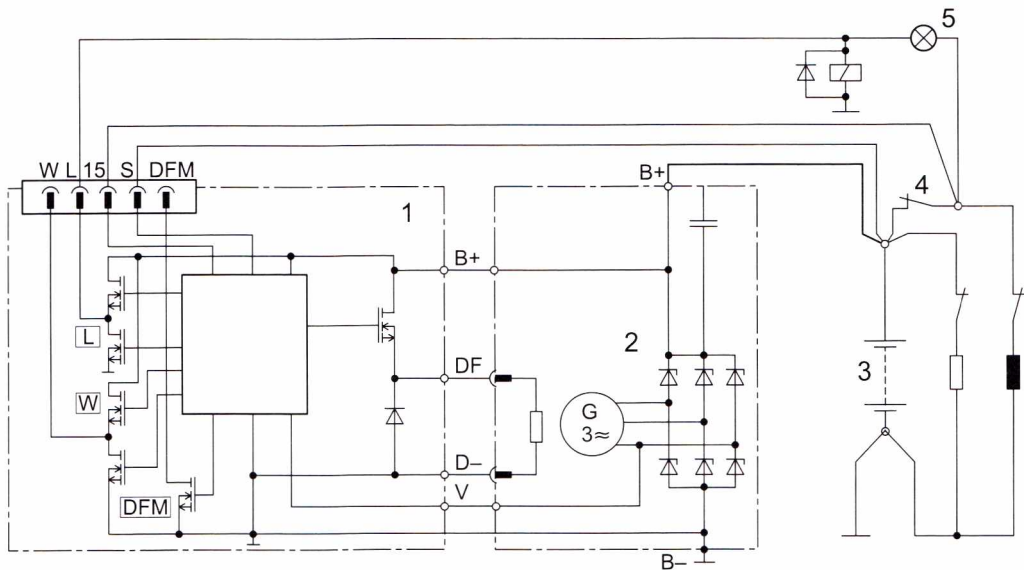
W czasie pracy alternatora prąd powstający we wszystkich uzwojeniach stojana przepływa przez diody dodatnie do instalacji elektrycznej samochodu (tj. akumulatora i odbiorników) – rys. 4.19c. Możliwe jest to jedynie wówczas, gdy napięcie na wyjściowych zaciskach alternatora (B+ i B-) jest większe od napięcia akumulatora. Wartość napięcia wyjściowego reguluje regulator RN. W instalacji 12-woltowej utrzymywana jest ona w zakresie 13,5–14,6 V.

Niektóre alternatory mają nieco odmienną budowę wewnętrzną. Zastosowano w nich inny kształt rdzeni biegunowych wirnika, mniejsze szczeliny powietrzne między stojanem a wirnikiem, materiały izolacyjne o większej odporności na działanie wysokich temperatur, łożyska przystosowane do pracy z bardzo dużymi prędkościami obrotowymi (rzędu 20 000 obr/min), diody Zenera (jako stabilizatory wartości napięcia i ochrony przeciwprzepięciowej), uzwojenie wirnika połączone w trójkąt oraz zmodyfikowany regulator napięcia. Alternatory tego rodzaju (**kompaktowe** – rys. 4.20) cechują się mniejszymi rozmiarami i masą oraz większą wydajnością prądową, co ułatwia ich zabudowę w pojeździe. Dla zapewnienia odpowiedniego chłodzenia posiadają dwa wentylatory umieszczone z obu stron



Rys. 4.20. Budowa alternatora kompaktowego

1 – łożysko przednie, 2 – wentylator przedni, 3 – uzwojenie stojana, 4 – uzwojenie wzbudzenia, 5 – tarcza magnetyczna, 6 – wentylator tylny, 7 – pierścienie ślizgowe, 8 – regulator napięcia, 9 – łożysko tylny, 10 – rdzeń uzwojenia stojana



Rys. 4.21. Schemat elektryczny alternatora z wielofunkcyjnym regulatorem napięcia

1 – regulator MFR, 2 – mostek prostowniczy, 3 – akumulator, 4 – włącznik zapłonu, 5 – lampka kontrolna ładowania akumulatora, DFM, S, W, L – oznaczenia zacisków (w tekście)

wirnika oraz układ kanałów wentylacyjnych. Niektóre z tych alternatorów chłodzone są cieczą z układu chłodzenia silnika.

Zarówno alternator, jak i akumulator muszą być odpowiednio połączone ze sobą i podłączone do instalacji elektrycznej samochodu. Przykładowy schemat elektryczny alternatora z wielofunkcyjnym regulatorem napięcia MRF pokazano na rys. 4.21 (s. 95).

W celu ułatwienia właściwego podłączenia alternatora do instalacji elektrycznej samochodu oraz jego diagnozowania zaciski alternatora oznacza się w odpowiedni sposób. Najczęściej stosowane oznaczenia to:

B+	zacisk wyjściowy z alternatora do połączenia z instalacją elektryczną samochodu (z biegunem dodatnim akumulatora)
D+	zacisk wyjściowy do regulatora napięcia
L	sygnał wyjściowy kontrolki ładowania
DFM, M, LI, FR	sygnał o aktualnym obciążeniu alternatora
IG (R, +15)	zasilanie po włączniku zapłonu (linia 15)
S (M)	napięcie odniesienia dla regulatora napięcia, pobierane oddzielnym przewodem z zacisków akumulatora
A (BVS)	sygnał wejściowy z czujnika stanu akumulatora
W	sygnał wyjściowy napięcia fazowego z alternatora (o jego prędkości obrotowej)
E	masa
C	sygnał wejściowy sterowania napięciem ładowania alternatora

Niektórzy producenci stosują czasem własne oznaczenia do zacisków mających te same funkcje (np. DFM, M, LI, FR do zacisku sygnału o aktualnym obciążeniu alternatora), dlatego do ich identyfikacji najlepiej posłużyć się informacjami serwisowymi producenta.

Przykładowy schemat podłączenia alternatora do instalacji pokładowej samochodu pokazano na rys. 4.23 (s. 99) w punkcie 4.4.

Alternator zainstalowany w samochodzie zawsze musi być podłączony do akumulatora. Odłączenie akumulatora przy pracującym silniku może spowodować przepięcia o wartości przekraczającej napięcia przebicia diod prostowniczych, co często prowadzi do ich uszkodzenia.



PYTANIA I POLECENIA

1. Wymień zadania alternatora.
2. Korzystając z rysunku 4.17, omów budowę i działanie alternatora.
3. Jaką funkcję pełni diodowy mostek prostowniczy?
4. Przedstaw sposób prostowania napięcia przemiennego alternatora.
5. Wyjaśnij, w jaki sposób uzyskuje się samowzbudzenie alternatora.
6. Co należy do zadań regulatora napięcia? Omów różnice między regulatorem jednofunkcyjnym i wielofunkcyjnym.

4.4

Diagnozowanie alternatorów – klasycznych i sterowanych cyfrowo

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie są metody diagnozowania alternatora zamontowanego w samochodzie
- w jakim zakresie można wykorzystać oscyloskop do oceny alternatora
- jak sprawdzić działanie układu cyfrowego sterowania alternatorem
- w jaki sposób należy interpretować wyniki pomiarów diagnostycznych

4.4.1. Wprowadzenie

Symptodem niesprawności alternatora jest świecenie się lampki kontrolnej ładowania podczas pracy silnika. Dzieje się tak, kiedy napięcie wytwarzane przez alternator nie mieści się w wymaganym zakresie (13,5–14,6 V). Objawem uszkodzenia alternatora, wymagającym sprawdzenia całego obwodu ładowania, jest również niski stopień naładowania akumulatora, utrzymujący się nawet podczas eksploatacji pojazdu umożliwiającej jego systematyczne doładowanie – patrz p. 4.2.

4.4.2. Diagnozowanie alternatora zamontowanego w pojeździe

Obejmuje ono sprawdzenie organoleptyczne oraz ocenę stanu technicznego alternatora metodami przyrządowymi.

Sprawdzenie organoleptyczne dotyczy paska napędu alternatora (czy nie jest postrzępiony, czy nie widać śladów zużycia, pęknięć lub rozwarstwień na jego powierzchni bocznej i zewnętrznej, czy zęby paska nie są uszkodzone). Oceniamy również stan kół pasowych, zamocowanie wentylatora oraz naciąg paska. Po uruchomieniu silnika można także sprawdzić, czy napędzany alternator nie generuje odgłosów wskazujących na uszkodzenie łożysk wirnika (stuki, grzechotanie).

Ocena stanu technicznego alternatora metodami przyrządowymi

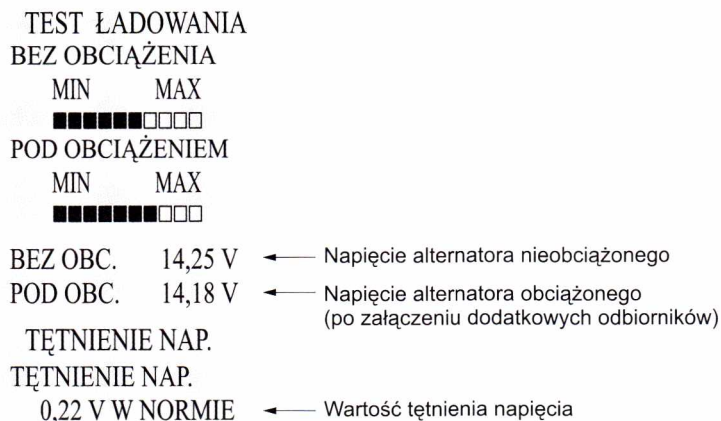
Pomiar napięcia w instalacji elektrycznej jest podstawową metodą diagnozowania alternatora. Pomiary wykonuje się testerami elektronicznymi akumulatora (patrz rys. 4.14a s. 88) lub za pomocą oscyloskopu.

Pomiar napięcia w instalacji elektrycznej testerem:

- 1) podłączamy tester do odpowiednich zacisków (z uwzględnieniem koloru zacisków kodylowych przyrządu);
- 2) uruchamiamy silnik i wykonujemy pomiary zarówno dla alternatora nieobciążonego, jak i obciążonego włączonymi dodatkowo odbiornikami energii (światła, ogrzewanie szyby, dmuchawa itp.); pomiary takie można wykonać dla różnych prędkości obrotowych silnika (bieg jałowy, podwyższona prędkość obrotowa z zakresu 2000–3000 obr/min); nowsze testery podczas wykonywania testu przekazują komunikaty informujące o zalecanych

w danym momencie testu warunkach badania (np. o potrzebie zmiany prędkości obrotowej czy konieczności załączenia dodatkowych odbiorników energii obciążających alternator);

- 3) wyłączamy silnik i interpretujemy wyniki badania; niektóre testery mają wbudowane drukarki, umożliwiające dokumentowanie pomiaru wraz z automatyczną analizą (interpretacją) jego wyniku (rys. 4.22).



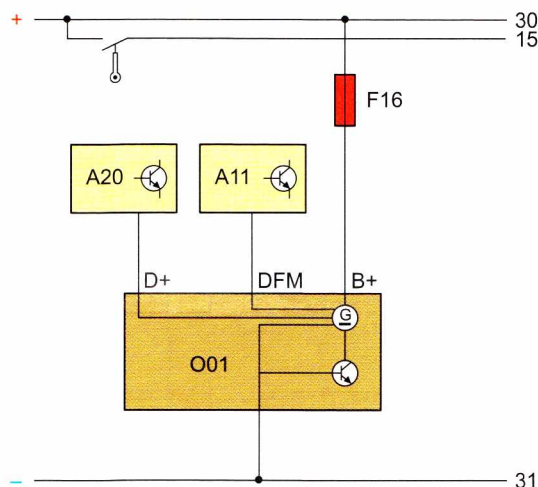
Rys. 4.22. Przykładowe wyniki oceny alternatora uzyskane za pomocą testera pokazanego na rys. 4.13a

Pomiar napięcia w instalacji elektrycznej oscyloskopem:

- 1) podłączamy przewód dodatni oscyloskopu do zacisku B+ alternatora lub do klemy dodatniej akumulatora, a przewód ujemny do masy pojazdu (lub klemy ujemnej akumulatora);
- 2) wykonujemy pomiary dla różnych prędkości obrotowych silnika i różnej wartości obciążenia alternatora. Standardowe badanie powinno obejmować pomiary, gdy silnik pracuje z podwyższoną prędkością (powyżej 2000 obr/min) i przy obciążeniu alternatora (po włączeniu odbiorników zapewniających pobór prądu minimum 15–20 A). Mierzona wartość napięcia powinna mieścić się w granicach 13,8–14,4 V (maks. 14,6 V) dla alternatora nieobciążonego. Przy wzroście obciążenia alternatora rejestrowane napięcie może maleć, ale nie powinno spaść (przy maksymalnym obciążeniu alternatora) poniżej 13,3–13,5 V. Napięcie pod obciążeniem może się również zmieniać w zależności od temperatury otoczenia – w temperaturach niższych może mieć większą wartość, w wyższych jest zwykle obniżone. Zbyt niska wartość napięcia alternatora pod obciążeniem wskazuje zazwyczaj na jego uszkodzenie (lub uszkodzenie regulatora).

Kontrola alternatora powinna obejmować także pomiar napięcia przy maksymalnej prędkości obrotowej silnika. Podczas pracy silnika z taką prędkością rejestrowana wartość napięcia nie może być większa niż 14,8 V. Jeśli jest wyższa, wskazuje to na uszkodzenie regulatora napięcia.

O sprawności alternatora świadczy nie tylko średnia wartość napięcia, ale również jego postać – **tętnienie napięcia**, wynikające z zasady działania alternatora (patrz rozdział 4.3). Nie powinno być ono większe niż 0,5 V (patrz rys. 4.18 s. 93). Jeśli jednak jest większe, wskazuje to na uszkodzenie diod mostka prostowniczego, diod wzbudzenia, połączeń elektrycznych uzwojenia twornika lub mostka prostowniczego. Pomiary należy wykonać przy obciążonym alternatorze na zacisku B+ lub D+ (rys. 4.23).



Rys. 4.23. Schemat podłączenia alternatora do instalacji elektrycznej samochodu: A11 – sterownik silnika, A20 – główny moduł (sterownik) elektroniki samochodu, F16 – bezpiecznik, G1 – alternator

Przykładowe przebiegi napięcia typowych usterek alternatora pokazano na rysunkach 4.24 i 4.25 (s. 100 i 101).

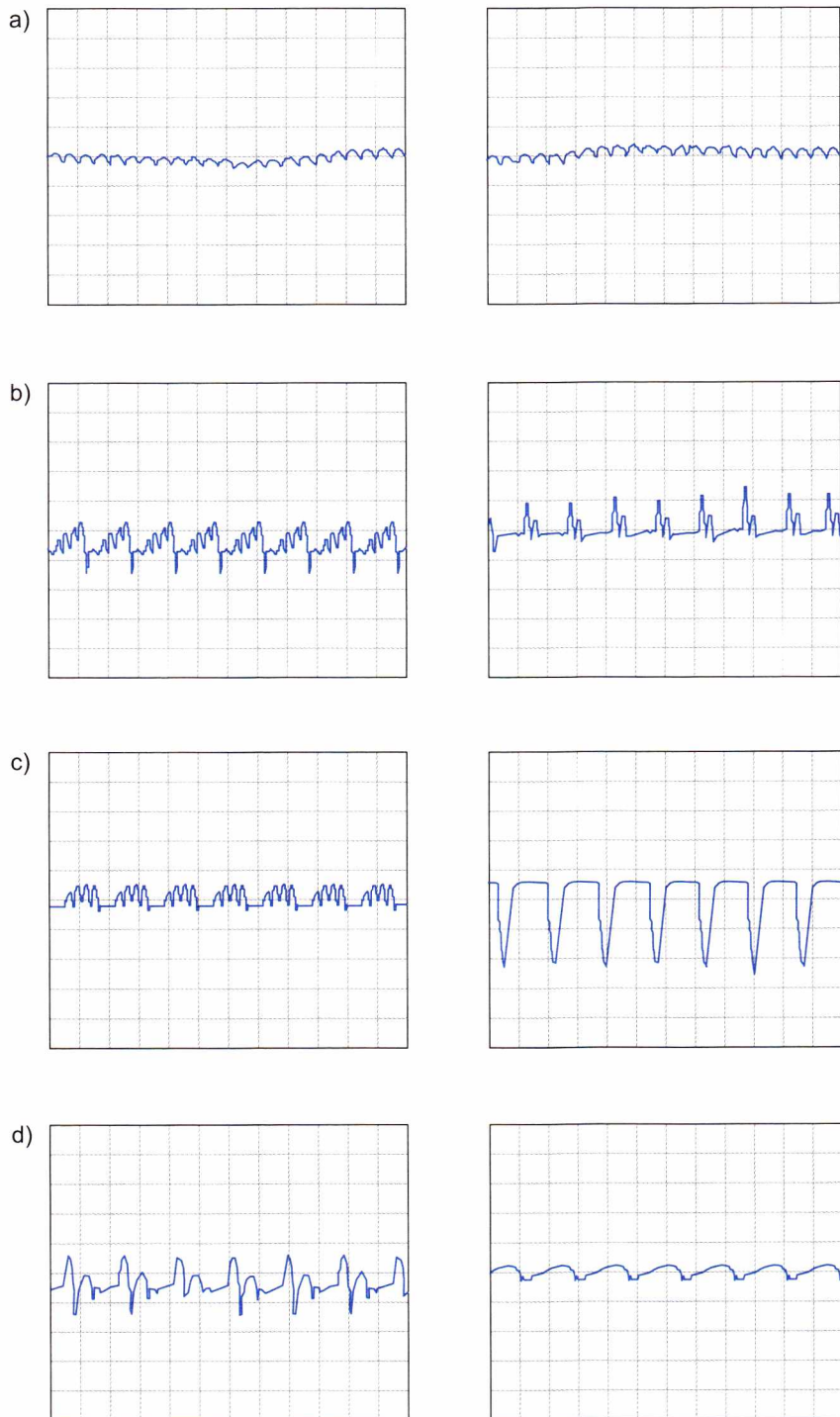
Zaawansowane pomiary oscyloskopowe obejmują również **pomiar sygnału sterującego na zacisku DFM** (lub **DF**) alternatora. Przy podłączeniu dodatniego przewodu pomiarowego do tego zacisku (a drugiego do masy pojazdu) na ekranie oscyloskopu powinien być widoczny sygnał prostokątny o stałej amplitudzie napięcia (równej napięciu w instalacji elektrycznej) i zmiennej wartości współczynnika wypełnienia (dla różnych obciążeń alternatora).

Pomiar wydajności prądowej alternatora wykonujemy **sondą prądową** następująco:

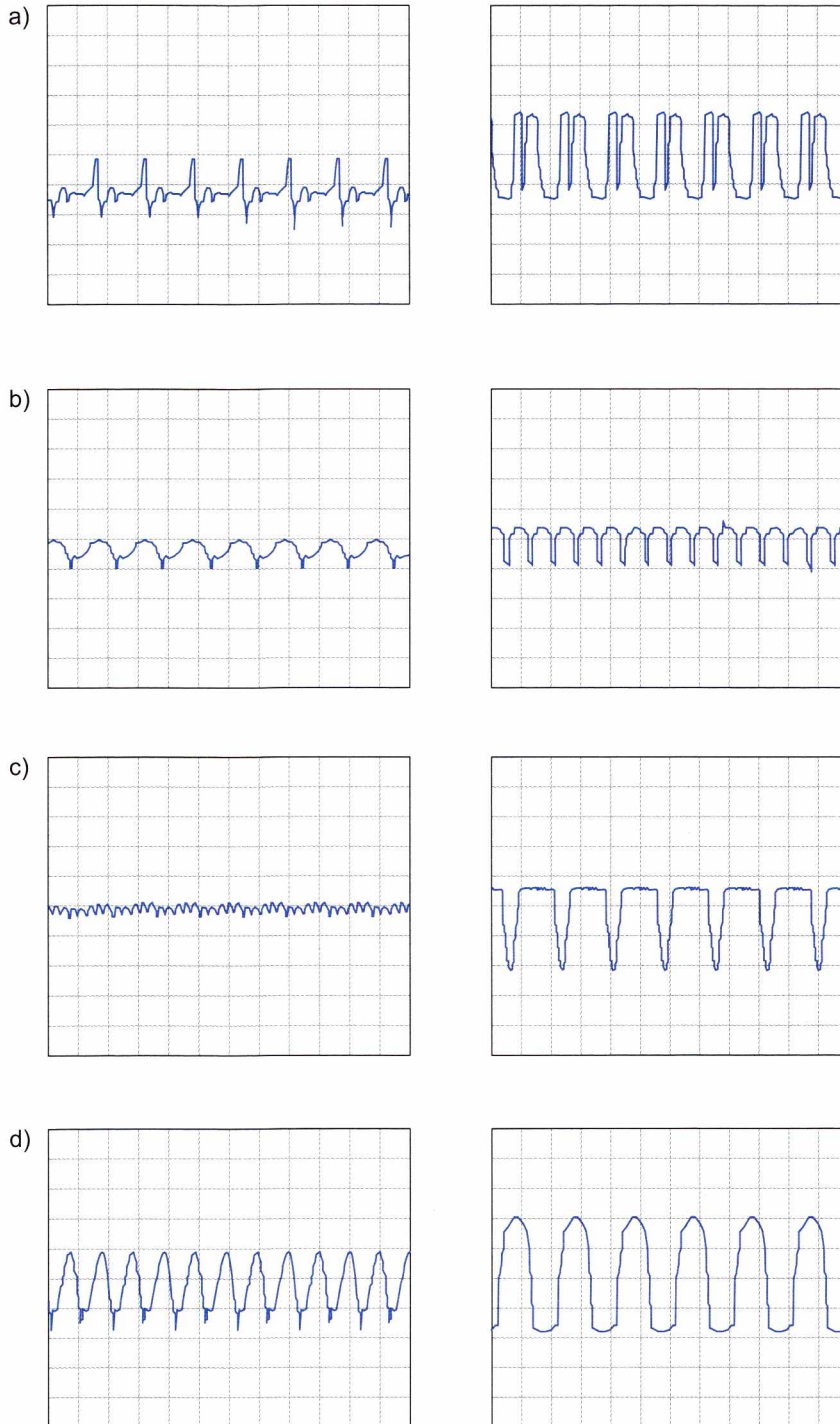
- 1) sondę (cegi hallotronowe o odpowiednim zakresie pomiarowym) zakładamy na przewód łączący zacisk B+ alternatora z zaciskiem dodatnim akumulatora; przed założeniem sondy na przewód należy wyzerować jej wskazania (patrz p. 3.3);
- 2) pomiary wykonujemy przy maksymalnie obciążonym alternatorze, po włączeniu wszystkich odbiorników energii elektrycznej w samochodzie;
- 3) uzyskaną wartość maksymalną prądu (wydajności prądowej alternatora) porównujemy z wartością nominalną podaną na tabliczce znamionowej lub w dokumentacji warsztatowej.

W wypadku **alternatorów sterowanych cyfrowo** ocena ich stanu obejmuje również **sprawdzenie, czy alternator prawidłowo komunikuje się ze sterownikiem silnika** oraz czy **właściwie reaguje na zmianę zadanego sygnału sterującego**. Przykład przyrządu umożliwiającego wykonanie tego rodzaju pomiarów przedstawiono na rysunku 4.26 (s. 102).

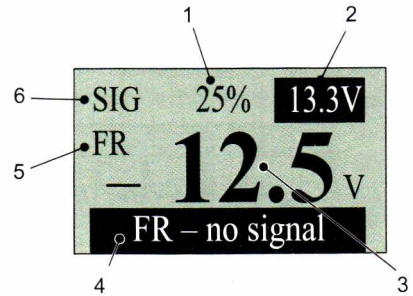
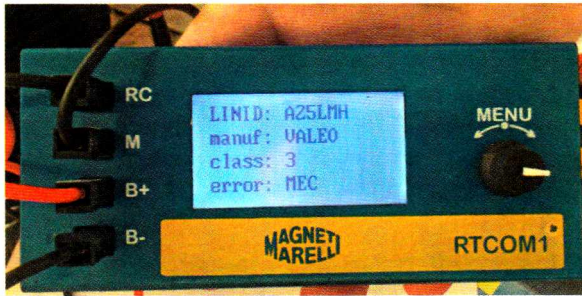
W zależności od zastosowanego w danym alternatorze regulatora napięcia i sposobu jego sterowania należy podłączyć urządzenie do odpowiednich zacisków. Jest ono zasilane z instalacji pokładowej samochodu – przewody zasilające można podłączyć np. do zacisku B+ alternatora i jego obudowy (masy pojazdu). Przyrząd umożliwia sprawdzenie działania regulatora przez porównanie wartości napięcia zadanej przez operatora z wartością uzyskaną na alternatorze. Powinny one być zgodne, a wartość sygnału sterującego DFM (współczynnik wypełnienia sygnału sterującego regulatorem) ma podążać za zadaną wartością napięcia.



Rys. 4.24. Oscylogramy napięcia zarejestrowane na zaciskach B+ (lewa kolumna) i D+ (prawa kolumna) alternatora: *a)* alternator sprawny, *b)* przerwa w jednej dodatniej diodzie prostowniczej, *c)* przerwa w jednej ujemnej diodzie prostowniczej, *d)* zwarcie w dodatniej diodzie prostowniczej



Rys. 4.25. Oscylogramy napięcia zarejestrowane na zaciskach B+ (lewa kolumna) i D+ (prawa kolumna) alternatora: *a)* zwarcie w jednej ujemnej diodzie prostowniczej, *b)* zwarcie międzyfazowe uzwojeń twornika, *c)* przerwa w jednej diodzie wzbudzenia, *d)* zwarcie w jednej diodzie wzbudzenia



Rys. 4.26. Tester do sprawdzania alternatorów z regulatorami sterowanymi cyfrowo (a) oraz informacje pokazywane na nim podczas testowania alternatora z wyjściem DFM (b)

1 – współczynnik wypełnienia sygnału PWM odpowiadający zadanemu napięciu, 2 – wartość napięcia zadaną przez użytkownika, 3 – rzeczywista wartość napięcia mierzona w testowanym obwodzie, 4 – informacja o braku sygnału na wejściu M testera, 5 – chwilowa wartość DFM, 6 – aktualnie wybrana funkcja

Kolejne **pomiary diagnostyczne alternatora wykonujemy po jego wymontowaniu z samochodu**. Obejmują one między innymi kontrolę poszczególnych diod prostowniczych, sprawdzenie, czy nie ma przebicia izolacji (tj. zwarcie międzyfazowych i międzyzwojowych), oraz sprawdzenie ciągłości uzwojeń fazowych.

W razie wykrycia uszkodzeń alternatora dokonuje się wymiany jego regulatora na nowy lub naprawia uszkodzony w specjalistycznym warsztacie.



PYTANIA I POLECENIA

1. Omów zakres organoleptycznej oceny stanu alternatora.
2. Podaj wartość napięcia (ładowania) w instalacji elektrycznej samochodu dla sprawnego alternatora.
3. W jaki sposób zmienia się napięcie alternatora przy zwiększaniu jego obciążenia?
4. Podaj dopuszczalną wartość tętnienia napięcia w instalacji elektrycznej samochodu.
5. W jaki sposób podłączamy oscyloskop podczas badania tętnienia napięcia i wykrywania usterek regulatora?
6. Jaki zakres obejmuje kontrola alternatora z regulatorem napięcia sterowanym sygnałem cyfrowym?

ZAPAMIĘTAJ

W samochodzie stosowane są dwa źródła energii: akumulator i alternator. Energię do rozruchu silnika zapewnia akumulator. Po uruchomieniu silnika zasilanie odbiorników energii przejmuje alternator, który jednocześnie doładowuje akumulator. Napędzanego alternatora nie wolno odłączać od instalacji pokładowej samochodu (akumulatora), gdyż grozi to jego uszkodzeniem.

Oceny stanu akumulatora dokonujemy, wykorzystując różne parametry diagnostyczne: gęstość elektrolitu, napięcie pod obciążeniem, konduktancję/przewodność elektrolitu. Dostarczają one informacji o stopniu naładowania (rozładowania) akumulatora i konieczności jego podładowania lub utylizacji. Najczęściej stosowanymi przyrządami diagnostycznymi są testery elektroniczne (pomiar konduktancji/przewodności), które pozwalają ocenić

między innymi zdolność akumulatora do oddawania energii, poprzez wyznaczenie wartości prądu rozruchowego CCA i przyrównanie jej do wartości nominalnej (akumulator w pełni naładowany).

Podstawową metodą kontroli pracy alternatora jest pomiar wartości napięcia w instalacji pokładowej samochodu i jego tętnienia, dokonywany testerem elektronicznym lub oscyloskopem. Analiza przebiegów napięcia na odpowiednich zaciskach alternatora (B+ i D+), zarejestrowanych oscyloskopem, umożliwia wykrycie uszkodzenia diod prostowniczych i wzbudzenia alternatora.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Wymień metody kontroli stopnia naładowania akumulatora.
2. Podaj charakterystyczne wartości gęstości elektrolitu odpowiadające: pełnemu naładowaniu akumulatora, 75-procentowemu rozładowaniu akumulatora oraz 50-procentowemu rozładowaniu akumulatora.
3. Jaki jest zakres wykorzystania optycznego wskaźnika naładowania (*magic eye*) do oceny stanu akumulatora?
4. Porównaj metody pomiaru gęstości elektrolitu areometrem i refraktometrem.
5. W jaki sposób zmienia się gęstość elektrolitu akumulatora wraz ze zmianą jego temperatury?
6. Co to jest prąd CCA?
7. Jak można wyznaczyć konduktancję elektrolitu? Co ona oznacza?
8. Podaj dopuszczalny spadek napięcia akumulatora pod obciążeniem, odpowiadający 50-procentowemu spadkowi stopnia naładowania akumulatora.
9. Jakie informacje znajdują się na tabliczce znamionowej akumulatora?
10. Porównaj metody oceny stanu akumulatora przez pomiar napięcia pod obciążeniem oraz za pomocą testera elektronicznego (pomiar konduktancji/przewodności).
11. Podaj wartość napięcia wyjściowego (ładowania) w 12-woltowej instalacji elektrycznej samochodu ze sprawnym alternatorem.
12. Wyjaśnij, jaka jest funkcja zacisków: B+, D+, DPF, L i W alternatora.
13. Narysuj przebieg napięcia w instalacji pokładowej przy założeniu, że alternator jest w pełni sprawny. Jaka jest dopuszczalna wartość tętnienia tego napięcia?
14. W jaki sposób sprawdzamy regulator napięcia sterowany sygnałem cyfrowym?
15. Podaj zakres wykorzystania oscyloskopu do diagnozowania alternatora.
16. Czy pracujący alternator można odłączyć od instalacji pokładowej samochodu (akumulatora)? Uzasadnij swoją odpowiedź.

LITERATURA

- [1] M. Blum, *Bez napięcia ani rusz*, „AutoEXPERT” nr 1/2014.
- [2] G. Burda, *Akumulatory – więcej prądu*, „Auto Moto Serwis” nr 10/2011.
- [3] M. Bustrycki, *Akumulatory samochodowe*, „Serwis Motoryzacyjny” nr 11/2010.
- [4] M. Bustrycki, *Alternatory – proces tworzenia SEM*, „Serwis Motoryzacyjny” nr 4/2008.
- [5] A. Czerwiński, *Akumulatory, baterie, ogniwa*, WKŁ, Warszawa 2012.
- [6] M. Dąbrowski, S. Kowalczyk, G. Trawiński, *Diagnostyka pojazdów samochodowych*, WSiP, Warszawa 2013.

- [7] P. Fundowicz, B. Michałowski, M. Radzimierski, *Podstawy elektrotechniki i elektroniki samochodowej*, WSiP, Warszawa 2007.
- [8] J. Gładyszek, M. Gładyszek, *Poradnik diagnostyki samochodowej. Diagnostyk silnikowy Bosch FSA serii 7XX*, Bosch, Kraków 2008.
- [9] Ł. Grześkowiak, *Oscyloskop kontra alternator*, „Auto Moto Serwis” nr 11/2012.
- [10] I. Horowski, *Badanie akumulatora*, „Serwis Motoryzacyjny” nr 11/2010.
- [11] I. Horowski, *Diagnostyka multifunkcyjnego regulatora napięcia*, „Serwis Motoryzacyjny” nr 3/2013.
- [12] W. Kujawa, K. Najder, *Sprawny akumulator*, „Auto Moto Serwis” nr 1–2/2009.
- [13] M. Lechowski, *Inteligentne układy zarządzania energią*. „Auto Moto Serwis” nr 7–8/2012.
- [14] M. Majewski, *Bateria z tradycją*, „Auto Technika Motoryzacyjna”, luty 2006.
- [15] D. Motyka, *Diagnozowanie akumulatorów bezobrotowych*, „AutoEXPERT” nr 1/1999.
- [16] D. Motyka, *Nowoczesna diagnostyka akumulatorów*, „Auto Moto Serwis”, nr 1–2/1999.
- [17] S. Myszkowski, *Elektroniczne testery akumulatorów*, „Serwis Motoryzacyjny” nr 11/2008.
- [18] K. Pacholski, *Elektryczne i elektroniczne wyposażenie pojazdów samochodowych, cz.2*, WKŁ, Warszawa 2013.
- [19] Ł. Smolak, R. Lipiec, *Oscyloskop w diagnostyce alternatora*, „Auto Moto Serwis” nr 10/2006.
- [20] P. Treliński, *Diagnozowanie regulatorów napięcia*, „Auto Naprawa”, styczeń 2014 (78).
- [21] K. Trzeciak, *AGM z Zwickau*, „Serwis Motoryzacyjny” nr 2/2013.
- [22] K. Wójtowicz, *Maszyny elektryczne w samochodzie*, „Auto Moto Serwis” nr 1–2/2009.
- [23] *Nowoczesne napięcie*, „AutoEXPERT” nr 2/2011.
- [24] *Poradnik techniki samochodowej*, Wydawnictwo Rea, Warszawa 2010.
- [25] *Prąd bez tajemnic, cz. I i II*, „AutoEXPERT” nr 2/2008 (cz. I) i 3/2008 (cz. II).
- [26] *Prądnicą*, „AutoEXPERT” nr 3/1995.
- [27] *Rozwój konstrukcji akumulatorów*, „AutoEXPERT” nr 10/2006.
- [28] *Silniki pojazdów samochodowych*. Wydawnictwo Rea, Warszawa 2010.
- [29] Materiały firm: Bosch, Centra, Delphi, Hella, Johnson Controls.

5. Diagnostyka układu rozruchowego i wspomagania rozruchu

- Budowa i działanie układu rozruchowego
- Diagnostowanie rozrusznika
- Diagnostowanie systemu Start-Stop
- Diagnostowanie świec żarowych

5.1

Budowa i działanie układu rozruchowego

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jak zbudowany jest rozrusznik elektryczny
- w jaki sposób działa elektryczny układ rozruchowy
- jakie zadania spełnia w rozruszniku włącznik elektromagnetyczny
- w jaki sposób uzyskuje się zwiększenie momentu obrotowego rozrusznika

W samochodach wykorzystywane są elektryczne układy rozruchowe, w których zainstalowany jest rozrusznik, przyłączany na okres uruchamiania silnika do wału korbowego (koła zamachowego). Energię konieczną do jego pracy zapewnia akumulator samochodu. Zadaniem układu rozruchowego jest zmuszenie silnika do podjęcia samodzielnej pracy. W procesie uruchamiania silnika uczestniczą:

- układ rozruchowy (akumulator i rozrusznik) – napędza on z wymaganą prędkością obrotową wał korbowy oraz inne podzespoły silnika (np. pompę olejową, pompę wysokiego ciśnienia paliwa, układ rozrządu itp.);
- układ zasilania paliwem, który dostarcza odpowiednią (zwiększoną) ilość paliwa;
- układ zapłonowy – zapewnia maksymalną energię wyładowania na elektrodach świecy (zapalenie mieszanki).

Czas ciągłej pracy rozrusznika nie powinien być dłuższy niż 10 sekund, a odstępy między kolejnymi próbami uruchomienia silnika (najwyżej trzema lub czterema) nie krótsze niż 15–30 sekund.

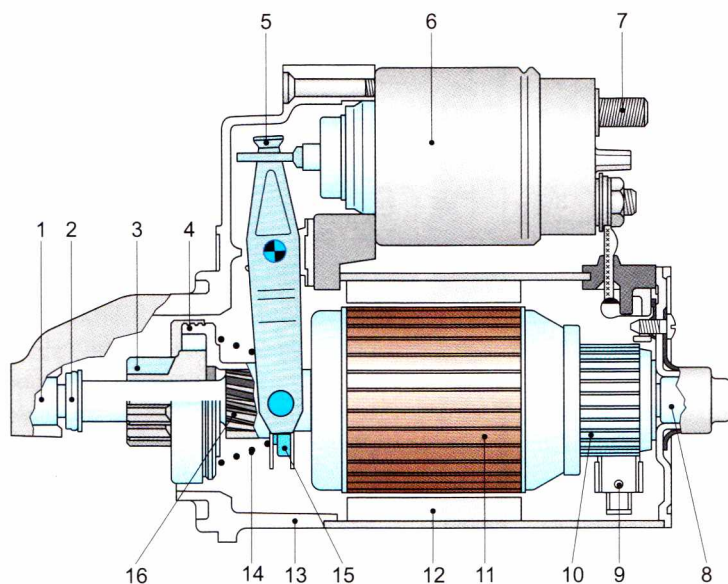
Po przekręceniu kluczyka w stacyjce do położenia niestabilnego (rozruchowego), czyli załączeniu doprowadzenia energii z akumulatora pojazdu do rozrusznika, jest on za pomocą zębniaka mechanicznie sprzęgany z kołem zamachowym silnika. Prąd zasilający rozrusznik, o wartości średniej zależnej od oporów rozruchu (które z kolei zależą od temperatury otoczenia i stanu cieplnego silnika), powoduje obrót wału korbowego silnika i wzrost jego prędkości obrotowej. W momencie rozpoczęcia obracania się wału korbowego obciążenie rozrusznika jest największe, a chwilowa wartość pobieranego prądu może dochodzić do kilkuset amperów. Obciążenie rozrusznika wynika z konieczności pokonania sumy oporów:

- tarcia w silniku (np. w ułożyskowaniu wału korbowego czy tłoków o gładzie cylindrowe);
- sprężania mieszanki paliwowo-powietrznej (powietrza) w przestrzeni nadłokowej;
- bezwładności – wprawienia w ruch nieruchomych (do momentu załączenia rozrusznika) elementów układu korbowo-tłokowego i rozrządu oraz innych napędzanych elementów silnika (alternatora, pompy płynu chłodzącego itp.).

W dalszej części tego procesu następuje wzrost prędkości obracania wału korbowego aż do osiągnięcia wartości, przy której (w silniku o zapłonie iskrowym) dojdzie do zapalenia mieszanki przez układ zapłonowy. Powoduje to wytworzenie siły gazowej, umożliwiającej napędzanie wału korbowego bez działania rozrusznika. Od tej chwili praca rozrusznika staje się zbędna. Po uruchomieniu silnika i zwiększeniu jego prędkości obrotowej do

prędkości biegu jałowego następuje rozłączenie zębника rozrusznika z kołem zamachowym oraz zakończenie jego elektrycznego wystawiania (zasilania), a kierowca zmienia położenie kluczyka w stacyjce z niestabilnego (rozruchowego) na stabilne (zasilanie odbiorników energii).

Schemat budowy typowego rozrusznika pokazano na rysunku 5.1.



Rys. 5.1. Schemat budowy typowego rozrusznika z przesuwным zespołem sprzęgającym

1 i 8 – łożyska wałka, 2 – pierścień oporowy, 3 – koło zębate (zębniak), 4 – zabierak, 5 – dźwignia włączająca, 6 – siłownik elektromagnetyczny rozrusznika, 7 – zacisk zasilania rozrusznika łączący go z akumulatorem, 9 – szczotka, 10 – komutator, 11 – twornik, 12 – uzwojenie wzbudzenia z nabiegunnikiem, 13 – korpus, 14 – sprężyna włączająca, 15 – pierścień prowadzący, 16 – wał wirnika z wielowypustem śrubowym

Typowy **rozrusznik** składa się z szeregowego silnika elektrycznego (uzwojenie twornika i uzwojenie wzbudzenia połączone są szeregowo) oraz urządzenia sprzęgającego oś wirnika z kołem zamachowym. Urządzenie to składa się przeważnie z następujących elementów:

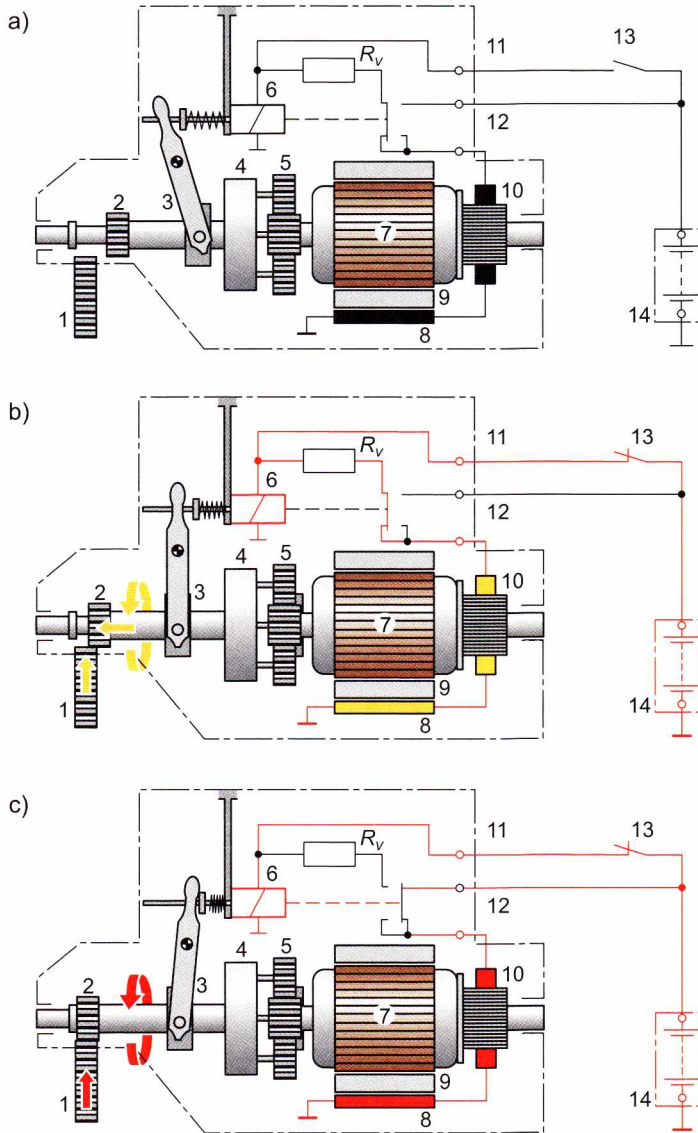
- zębniaka 3 (koła zębatego), na czas rozruchu zazębiającego się z kołem zamachowym silnika;
- dźwigni włączającej 5, powodującej przesunięcie zębniaka 3 i jego zazębianie z wieńcem zębatym koła zamachowego;
- siłownika elektromagnetycznego 6 załączania rozrusznika (przemieszczania dźwigni) wraz z zespołem załączania elektrycznego zasilania silnika elektrycznego rozrusznika.

Poszczególne etapy **działania rozrusznika** pokazano na rysunku 5.2 (s. 108).

Gdy rozrusznik nie pracuje (położenie spoczynkowe), jego niezasilany elektrycznie elektromagnes 6 znajduje się w pozycji pokazanej na rys. 5.2a. Rdzeń rozrusznika jest maksymalnie wysunięty, a jego dźwignia 3 powoduje rozłączenie zębniaka 2 rozrusznika i koła zamachowego 1 silnika. Jednocześnie przerwany zostaje obwód zasilania silnika elektrycznego rozrusznika – twornika 7 i wzbudzenia 9.

Po przekręceniu kluczyka w stacyjce do niestabilnego położenia (rys. 5.2b) na zacisku rozrusznika 11, oznaczonym liczbą 50, pojawia się napięcie sterujące. Przepływ prądu przez elektromagnes 6 powoduje wciągnięcie rdzenia, obrót dźwigni i przesunięcie wałka

z zębnikiem w lewo. Jednocześnie zasilanie silnika elektrycznego rozrusznika obniżoną przez rezystor R_V wartością napięcia wywołuje obracanie się zębniaka rozrusznika, co ułatwia jego zazębienie z kołem zamachowym. Po całkowitym zazębieniu następuje przesunięcie zestyku elektromagnesu i połączenie zacisku 12, oznaczonego liczbą 30, z silnikiem



Rys. 5.2. Schemat działania rozrusznika z przesuwym zębniakiem sprzęgającym (śrubowo-przesuwym): a) rozrusznik wyłączony (pozycja spoczynkowa), b) początek zazębienia, c) napędzanie wału korbowego

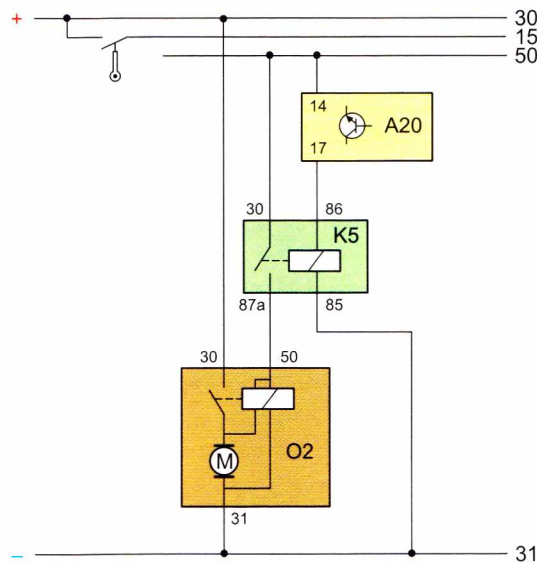
1 – wieniec zębaty koła zamachowego, 2 – koło zębate rozrusznika (zębniak), 3 – dźwignia rozrusznika, 4 – sprzęgło jednokierunkowe, 5 – przekładnia redukująca rozrusznika, 6 – elektromagnes rozrusznika, 7 – twornik silnika, 8 – uzwojenie wzbudzenia, 9 – nabiegunnik, 10 – szczotki komutatora, 11 – zacisk podłączenia sygnału uruchomienia rozrusznika ze stacyjki (oznaczony liczbą 50), 12 – zacisk podłączenia zasilania rozrusznika z akumulatora (oznaczony liczbą 30), 13 – wyłącznik zapłonu (stacyjka), 14 – akumulator

elektrycznym rozrusznika. Efektem tego jest zasilenie silnika maksymalną wartością napięcia zasilającego i wprowadzenie w ruch obrotowy wirnika (wałka rozrusznika z zębniakiem) dzięki wzajemnemu oddziaływaniu pól magnetycznych wzbudzenia i twornika. Ruch obrotowy wirnika, zębniaka, koła zamachowego oraz wału korbowego jest kontynuowany (rys. 5.2c).

W chwili uruchomienia silnika i gwałtownego wzrostu prędkości obrotowej wału korbowego, przy stałym zazębieniu zębniaka rozrusznika z kołem zamachowym silnika, prędkość wirnika osiągałaby bardzo duże wartości (na skutek dużego przełożenia między zębniakiem a kołem zamachowym). Byłaby ona kilkanaście razy większa niż prędkość wału korbowego silnika i mogłaby uszkodzić wirnik (rozrusznik). Dlatego na wale wirnika znajduje się sprzęgło jednokierunkowe 4, które umożliwia rozłączenie zębniaka z osią wirnika.

Kiedy kierowca zmienia położenie kluczyka w stacyjce z niestabilnego (rozruchowego) na stabilne (zasilanie odbiorników energii), powoduje wyłączenie przepływu prądu przez elektromagnes 6 i powrót rdzenia elektromagnesu rozrusznika, pod wpływem sprężyny powrotnej, do pierwotnego położenia. Następuje wtedy rozłączenie zębniaka z kołem zamachowym. Na skutek powrotu rdzenia do położenia wyjściowego zestyk elektromagnesu się przemieszcza i odłącza zasilanie silnika rozrusznika, a wirnik wraca do położenia wyjściowego (spoczynkowego).

W niektórych rozwiązaniach obwodów sterowania rozrusznikiem stosuje się zabezpieczenia uniemożliwiające omyłkowe załączenie rozrusznika przy pracującym silniku (rys. 5.3).



Rys. 5.3. Sposób zabezpieczenia przed omyłkowym załączeniem rozrusznika podczas pracy silnika: A20 – sterownik nadwozia, K5 – przekaźnik blokujący rozruch, O2 – rozrusznik

W rozwiązaniu pokazanym na rysunku 5.3 sygnał sterujący ze stacyjki (linia 50) podawany jest na zacisk sterujący rozrusznika (50) przez przekaźnik K5, załączany sterownikiem nadwozia A20. Sterownik ten załącza przekaźnik tylko wtedy, kiedy silnik nie jest uruchomiony. Po jego uruchomieniu jest rozłączany (brak napięcia sterującego na styku 6.), co uniemożliwia załączenie rozrusznika.

Nowoczesne rozruszniki nie mają uzwojenia wzbudzenia, zamiast którego stosowane są magnesy trwałe. Sprawność takich urządzeń jest o 15–20% większa w porównaniu z rozrusznikami ze wzbudzeniem elektromagnetycznym.

Niektóre rozruszniki mają wewnętrzną przekładnię redukującą, np. planetarną (patrz rys. 5.2 s. 108), która zwiększa wytwarzany przez nie moment napędowy. Przekładnia ta umieszczona jest między zębniakiem 2 i silnikiem (sprzęgłem jednokierunkowym 4). Dzięki zmniejszeniu prędkości obrotowej zębniaka w stosunku do prędkości obrotowej wirnika (w proporcji wynikającej z przełożenia przekładni planetarnej) uzyskuje się proporcjonalne zwiększenie momentu obrotowego napędzania zębniaka (koła zamachowego) bez konieczności powiększania wymiarów oraz masy rozrusznika.

Obwód elektryczny układu rozruchowego, ze względu na bardzo duże obciążenie prądowe rozrusznika, nie jest chroniony żadnym bezpiecznikiem.

Rozrusznik zawsze posiada zaciski oznaczone liczbą 50 (napięcie sterujące załączaniem włącznika elektromagnetycznego) i 30 (zasilanie z akumulatora) oraz połączenie z masą pojazdu (przez obudowę). Niektóre z nich wyposażone są w dodatkowy zacisk pomocniczy, oznaczony literą R, służący do podania napięcia zasilającego do podzespołów wspomagających rozruch silnika podczas pracy rozrusznika.



PYTANIA I POLECENIA

1. Wymień podstawowe elementy rozrusznika.
2. Wyjaśnij, jakie zadania spełnia w rozruszniku włącznik elektromagnetyczny.
3. Do czego służy sprzęgło jednokierunkowe w rozruszniku?
4. Korzystając z rysunku 5.2, wyjaśnij działanie rozrusznika.
5. Dlaczego w niektórych rozrusznikach stosuje się przekładnię redukującą (np. planetarną)?
6. Jaką funkcję pełnią zaciski rozrusznika oznaczone liczbami 50 i 30 oraz literą R? Z jakimi elementami instalacji elektrycznej pojazdu są łączone?

5.2

Diagnozowanie rozrusznika

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie są symptomy niesprawności rozrusznika
- w jaki sposób przeprowadza się kontrolę napięcia zasilania rozrusznika
- jak wykonuje się kontrolę obwodu elektrycznego zasilania włącznika elektromagnetycznego
- jak można sprawdzić działanie rozrusznika po jego wymontowaniu

Symptomy niesprawności rozrusznika, możliwe do zarejestrowania podczas próby rozruchu silnika, to przede wszystkim:

- trudności w uruchomieniu silnika,
- brak napędu wału korbowego,
- zbyt niska lub zmienna prędkość obrotów wału korbowego,
- odgłosy pracy włącznika elektromagnetycznego (tzw. klikanie) przy jednoczesnym braku obracania się zębniaka rozrusznika,
- podejrzane hałasy dochodzące z okolic koła zamachowego i rozrusznika podczas prób uruchomienia silnika.

Diagnozowanie rozrusznika to badanie organoleptyczne i przyrządowe, które obejmuje:

- pomiar napięcia zasilającego,
- sprawdzenie stanu połączenia rozrusznika z masą pojazdu,
- ocenę stanu połączeń obwodu rozruchowego (jeżeli występują trudności podczas uruchamiania silnika),
- sprawdzenie stanu przewodów i stanu izolacji uzwojenia wirnika lub uzwojenia wzbudzenia przez pośredni pomiar prądu zwarcia,
- pomiary diagnostyczne po wymontowaniu rozrusznika z samochodu.

Przystępując do sprawdzania, należy najpierw wykluczyć niesprawność innych elementów obwodu rozruchowego, które mogą powodować zakłócenia w pracy rozrusznika (np. za niski poziom naładowania akumulatora czy usterki układu zapłonowego lub paliwowego).

Należy również **sprawdzić organoleptycznie** kompletność i ciągłość obwodu rozruchowego – od akumulatora do rozrusznika. Najłatwiej ustalić przyczynę niesprawności rozrusznika, gdy nie obraca się wał korbowy. W tym przypadku będzie to prawdopodobnie zużycie lub wyłamanie zębów wieńca zębatego koła zamachowego. Można to sprawdzić podczas oględzin rozrusznika po jego wymontowaniu z samochodu. Powodem braku napędzania wału korbowego (przy pracującym rozruszniku) może być również uszkodzenie zespołu napędowego.

Jeżeli po przekręceniu kluczyka w stacyjce do pozycji rozruchowej słychać odgłosy załączania włącznika elektromagnetycznego rozrusznika, ale rozrusznik nie jest napędzany, wskazuje to na zbyt małą wartość napięcia zasilania cewki elektromagnesu. Trzeba wówczas sprawdzić obwód zasilania rozrusznika (zacisk oznaczony liczbą 30), wartość napięcia zasilającego oraz stan przewodów łączących rozrusznik z akumulatorem. Należy przy tym

zwrócić uwagę, czy izolacja przewodów nie jest uszkodzona i czy złącza przewodów nie są skorodowane, pokryte osadami, luźne lub zabrudzone.

Pomiar napięcia zasilającego wykonujemy **multimetrem**, przykładając przewód dodatni (czerwony) do zacisku 30. (patrz rys. 5.3 s. 109), a przewód ujemny (czarny) do masy pojazdu. Zmierzona w ten sposób wartość napięcia (rys. 5.4) nie powinna być mniejsza niż 12 V (nie może też różnić się więcej niż o 0,3 V od napięcia nieobciążonego akumulatora). Większy niż podany spadek napięcia zasilającego wskazuje na uszkodzenie (przetarcie) przewodu zasilającego lub zły stan połączeń (np. pokrycie osadami zwiększającymi rezystancję połączenia i powodującymi nadmierny spadek napięcia).



Rys. 5.4. Pomiar napięcia na zacisku 30. rozrusznika

Jeżeli napięcie zasilające na zacisku 30. ma wymaganą wartość, a sterownik się nie obraca, sprawdzamy wartość napięcia załączania rozrusznika na zacisku 50., które powinno być zbliżone do napięcia akumulatora. Jeżeli na zacisku 50. brak jest napięcia lub ma ono znacznie niższą wartość, sprawdzamy kolejno napięcie zasilania poszczególnych elementów w obwodzie sterowania włącznikiem elektromagnetycznym rozrusznika (zacisk 50.).

W obwodzie pokazanym na rys. 5.3 najpierw sprawdzamy napięcie zasilania przekaźnika K5, podłączając przewód dodatni multimetru do gniazda styku 2. przekaźnika. Gdy zmierzona wartość napięcia jest prawidłowa, sprawdzamy działanie przekaźnika (patrz rozdział 11). Jeżeli uzyskamy zbyt niską wartość napięcia na wejściu obwodu obciążenia przekaźnika lub stwierdzimy jego brak, sprawdzamy kolejny element obwodu (np. stacyjkę).

Podczas sprawdzania napięcia w obwodzie sterowania włącznikiem elektromagnetycznym rozrusznika kluczyk w stacyjce zawsze musi znajdować się w pozycji niestabilnej (musimy wtedy skorzystać z pomocy innej osoby). Według pokazanego na rys. 5.3 schematu podłączenia obwodu sterowania elektromagnesem rozrusznika, jeżeli brak jest napięcia na zacisku 50., a przekaźnik K5 jest sprawny, kontrolujemy połączenia elektryczne obwodu sterowania przekaźnikiem (ze sterownikiem A20 i masą) oraz wartość napięcia podawanego na ten obwód. W dalszej kolejności sprawdzamy ciągłość połączenia sterownika A20 z zaciskiem 50. stacyjki.

Sprawdzanie połączeń elektrycznych obejmuje również **kontrolę stanu połączenia rozrusznika z masą pojazdu**. W tym celu **mierzymy multimetrem napięcie** między masą (obudową) rozrusznika a biegunem ujemnym akumulatora. Zmierzona wartość napięcia nie powinna być większa niż 0,2 V. Większa wartość wskazuje na zły stan połączenia.

Oceny **stanu połączeń obwodu rozruchowego** (jeżeli mamy trudności z uruchomieniem silnika) możemy dokonać za pomocą **testera obciążeniowego** pokazanego na rys. 4.12b (s. 85). Pomiar przeprowadzamy, gdy silnik jest rozgrzany:

- 1) tester podłączamy do akumulatora (patrz p. 4.2);
- 2) mierzymy napięcie akumulatora obciążonego prądem ok. 100 A, dokonując pomiaru przy wyłączonym zapłonie;
- 3) uruchamiamy silnik;
- 4) mierzymy testerem minimalną wartość napięcia podczas rozruchu; napięcie to, zależne od stanu naładowania akumulatora (tj. wartości napięcia akumulatora pod obciążeniem, wyznaczonej w pierwszym pomiarze), nie może spaść poniżej wartości podanej w tabeli 5.1.

Tabela 5.1. Minimalna wymagana wartość napięcia akumulatora podczas rozruchu

Napięcie pod obciążeniem [V]	10,2	10,4	10,6	10,8	11,0	11,2	11,4
Minimalne napięcie rozruchu [V]	7,7	8,2	8,7	9,2	10,2	10,4	10,6

Źródło: Instrukcja testera akumulatorów samochodowych BT-12

Jeżeli wartość napięcia zmierzonego w drugim pomiarze (p. 4.) jest mniejsza od wartości podanej w tabeli 5.1, wskazuje to na zbyt duży prąd rozruchowy. Może to wynikać z niewłaściwego stanu połączeń przewodów (które należy wtedy sprawdzić) lub uszkodzenia silnika rozrusznika.

Sprawdzenia stanu **przewodów**, stanu **izolacji uzwojenia wirnika** lub **uzwojenia wzbudzenia** można dokonać pośrednio, mierząc prąd zwarcia. Pomiar ten wykonujemy wówczas, gdy występują trudności podczas rozruchu silnika (gdy prędkość napędzania za pomocą rozrusznika jest zbyt mała).

Prąd zwarcia mierzymy za pomocą **dwukanałowego oscyloskopu** w następujący sposób:

- 1) przygotowujemy pojazd i silnik do badania: włączamy najwyższe przełożenie w skrzyni biegów, zaciągamy hamulec postojowy oraz dodatkowo zabezpieczamy samochód przed przemieszczeniem za pomocą klocków (klinów) włożonych pod koła;
- 2) mierzymy wartość napięcia zasilania na zacisku 30. rozrusznika;
- 3) zerujemy wskazania sondy prądowej (hallotronowej), a potem zakładamy ją na przewód łączący rozrusznik z akumulatorem;
- 4) podłączamy drugą sondę pomiarową (napięciową) do zacisków akumulatora;
- 5) uruchamiamy (na czas nie dłuższy niż 3–5 sekund) zasilanie rozrusznika, przekręcając kluczyk w stacyjce do położenia rozruchowego, i rejestrujemy obie mierzone wielkości (natężenie prądu i napięcie akumulatora) w czasie rozruchu;
- 6) jeżeli minimalne napięcie na akumulatorze podczas rozruchu spadnie poniżej 8 V, podładowujemy akumulator i ponawiamy pomiar;
- 7) jeśli uzyskamy mniejszy spadek napięcia na akumulatorze (tj. wartość napięcia większą od 8 V), dokonujemy interpretacji zmierzonej wartości prądu rozruchu.

Gdy prąd zwarcia jest mniejszy od wartości kontrolnej, wskazuje to na zły stan przewodów, brak połączenia rozrusznika z masą albo uszkodzenie szczotek silnika rozrusznika (np. złamanie, zakleszczenie czy nadmierne zużycie). Jeżeli wartość prądu zwarcia jest znacznie większa niż wartość kontrolna, wskazuje to na zwarcie międzyzwojowe lub zwarcie do masy uzwojenia twornika czy wzbudzenia.

Proste pomiary diagnostyczne możemy wykonać **po wymontowaniu rozrusznika z samochodu**. Aby **sprawdzić włącznik elektromagnetyczny**, łączymy zacisk 50. z biegunem

dodatnim akumulatora, a obudowę przykładamy na chwilę do bieguna ujemnego. Jeżeli wyłącznik elektromagnetyczny jest sprawny, powinniśmy usłyszeć jego charakterystyczne kliknięcie i zaobserwować pracę rozrusznika. Możemy również **sprawdzić, czy zaciski rozrusznika nie są zwarte do masy** (obudowy). W tym celu przykładamy jeden przewód pomiarowy miernika uniwersalnego do zacisku (np. 50.), a drugi do jego obudowy. Zmierzona w ten sposób rezystancja powinna być większa niż 20 MΩ.

Kompleksowej oceny stanu technicznego rozrusznika wymontowanego z samochodu można dokonać na specjalnych **stanowiskach testowych**, umożliwiających między innymi określenie momentu obrotowego wytwarzanego przez rozrusznik.

Uszkodzony wyłącznik elektromagnetyczny wymieniamy. W razie uszkodzenia silnika rozrusznika można go naprawić w specjalistycznym warsztacie lub wymienić na nowy.



PYTANIA I POLECENIA

1. Wymień symptomy niewłaściwej pracy rozrusznika.
2. Na co wskazuje brak obracania się wału korbowego, jeżeli wirnik rozrusznika się obraca?
3. Podaj sposób wykonywania pomiaru napięcia zasilania rozrusznika.
4. Korzystając z rys. 5.3, omów sposób sprawdzania działania obwodu sterowania wyłącznikiem elektromagnetycznym.
5. W jaki sposób dokonujemy pomiaru prądu zwarcia rozrusznika?

5.3

Diagnozowanie systemu Start-Stop

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

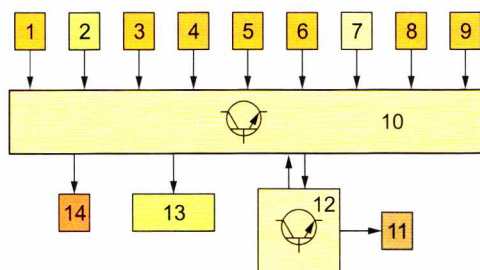
- jak jest zbudowany i jak działa system Start-Stop
- w jaki sposób sprawdzamy system Start-Stop

5.3.1. Budowa i zasada działania systemu Start-Stop

W celu zmniejszenia zużycia paliwa współczesne samochody wyposażane są w systemy Start-Stop. System ten powoduje automatyczne wyłączenie silnika podczas postoju (po określonym czasie od momentu zatrzymania samochodu i przy spełnieniu określonych warunków) oraz automatyczne uruchomienie go po wciśnięciu pedału sprzęgła (lub zwolnieniu pedału hamulca w aucie z automatyczną skrzynią biegów). Wymaga to większej trwałości niektórych elementów (akumulatora, rozrusznika) oraz zabezpieczenia różnych układów samochodu przed skutkami częstego wyłączania silnika (np. dodatkowego wymuszonego smarowania turbosprężarki lub przystosowania sprężarki układu klimatyzacji do działania niezależnie od pracy silnika spalinowego, z wykorzystaniem napędu elektrycznego). System Start-Stop umożliwia obniżenie zużycia paliwa (a tym samym obniżenie emisji CO₂) wyłącznie w ruchu miejskim.

Schemat blokowy przykładowego systemu Start-Stop pokazano na rysunku 5.5. Załączenie takiego systemu do pracy następuje po naciśnięciu odpowiedniego przycisku (patrz rys. 5.6 s. 116) znajdującego się na desce rozdzielczej. Jest to jednak możliwe po spełnieniu określonych warunków:

- pokrywa silnika musi być zamknięta;
- silnik powinien być rozgrzany do wymaganej temperatury (powyżej 25–40°C); jeżeli jest zimny lub nierozgrzany, system Start-Stop powoduje zwiększenie ilości energii pobieranej przez rozrusznik i szybkie rozładowanie akumulatora;
- jeżeli temperatura płynu chłodzącego nie przekroczyła określonego poziomu, np. 100°C (ochrona przed przegrzaniem silnika);
- trzeba przynajmniej jeden raz (przed uruchomieniem systemu Start-Stop) nacisnąć pedał sprzęgła oraz zmienić bieg;
- należy przejechać nie mniej niż kilkanaście metrów z prędkością minimalną powyżej progu aktywacji systemu (ok. 3–4 km/h).



Rys. 5.5. Schemat blokowy systemu Start-Stop

1 – czujnik wspomaganie układu hamulcowego, 2 – stycznik zamknięcia pokrywy silnika, 3, 4 – czujniki załączenia pedału sprzęgła (odpowiednio 10 i 90%), 5 – czujnik zapięcia pasów, 6 – czujnik włączenia biegu neutralnego w skrzyni biegów, 7 – sterownik układu klimatyzacji, 8 – czujnik stanu akumulatora, 9 – czujnik prędkości obrotowej koła samochodu, 10 – sterownik silnika, 11 – rozrusznik, 12 – sterownik instalacji elektrycznej, 13 – włącznik systemu Start-Stop, 14 – lampka kontrolna systemu Start-Stop

System Start-Stop nie wyłącza automatycznie silnika podczas postoju samochodu, jeżeli stopień naładowania akumulatora jest niewystarczający do jego ponownego rozruchu (dotyczy to głównie silników o zapłonie samoczynnym) oraz w sytuacji, kiedy załączone są odbiorniki pobierające dużą ilość energii (np. ogrzewanie przedniej i tylnej szyby, klimatyzacja, wycieraczki).

a)



b)



c)



Rys. 5.6. Wygląd przycisku uruchamiającego działanie układu Start-Stop (a) oraz przykładowe informacje na desce rozdzielczej samochodu: sygnalizacja włączenia systemu Start-Stop (b) i sygnalizacja zadziałania systemu Start-Stop po zatrzymaniu pojazdu i załączeniu elektrycznego hamulca postojowego (c)

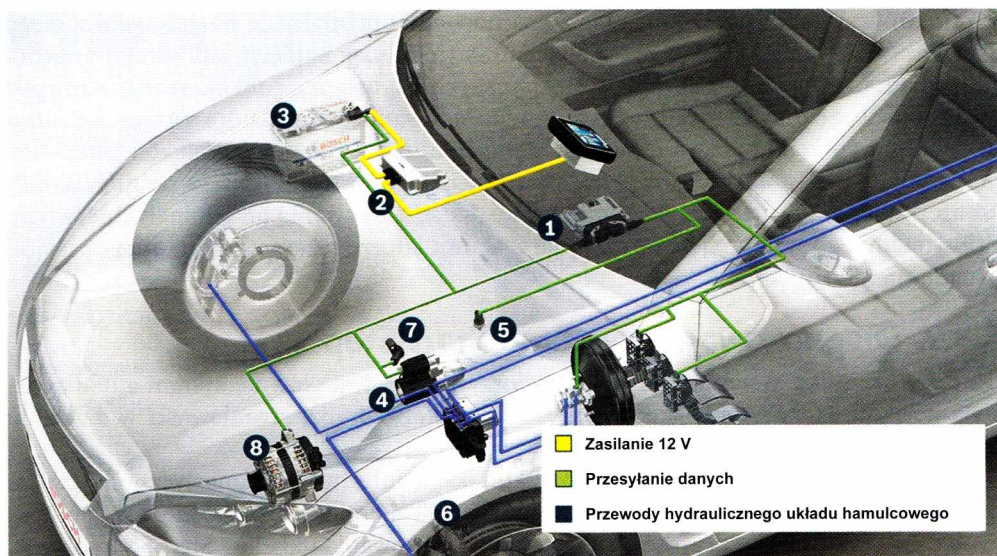
Jeżeli wszystkie wymienione warunki zostaną spełnione, po aktywacji systemu w określonych warunkach spowoduje on wyłączenie silnika (tj. jego unieruchomienie). Następuje to po każdym zatrzymaniu pojazdu, po kilku sekundach (ok. 3) pracy silnika z prędkością biegu jałowego, jeżeli sprzęgło jest włączone (gdy pedał sprzęgła nie jest wciśnięty) oraz nie jest włączony żaden bieg.

W samochodach z automatyczną skrzynią biegów wyłączenie silnika następuje po zatrzymaniu pojazdu i naciśnięciu pedału hamulca.

Jeżeli wymienione wcześniej warunki są spełnione, system unieruchamia silnik (ale pozostawia np. wszystkie załączone wcześniej światła), co jest sygnalizowane kierowcy zaświeceniem się lampki kontrolnej w zestawie wskaźników.

Aby uruchomić silnik, należy nacisnąć pedał sprzęgła (lub zwolnić pedał hamulca w samochodach z automatyczną skrzynią biegów) – zasilenie rozrusznika spowoduje podjęcie próby rozruchu.

W systemie Start-Stop pokazanym na rys. 5.7 zastosowane są zmodernizowane (w porównaniu z tradycyjnymi) elementy obwodu elektrycznego zasilania:



Rys. 5.7. Schemat przykładowego rozwiązania systemu Start-Stop

1 – sterownik, 2 – skrzynka bezpieczników i przekaźników, 3 – czujnik stanu akumulatora, 4 – rozrusznik, 5 – czujnik biegu neutralnego, 6 – czujnik prędkości obrotowej koła, 7 – czujnik położenia i prędkości obrotowej wału korbowego silnika, 8 – alternator odzyskujący energię hamowania (kolorem żółtym zaznaczono obwód zasilania energią elektryczną, kolorem zielonym – obwód przekazywania informacji)

- akumulator (dostosowany do częstego rozładowywania/ladowania oraz pracy przy znacznym rozładowaniu) z czujnikiem monitorującym poziom jego naładowania (patrz rys. 4.7 s. 82);
- rozrusznik ze wzmocnionym zębniakiem o specjalnej konstrukcji, dostosowanej do zwiększonej liczby rozruchów;
- alternator o dużej sprawności, mogący zasilać odbiorniki energii i doładowywać akumulator już przy prędkości obrotowej biegu jałowego silnika.

Dodatkowo samochód musi być wyposażony w specjalny system zarządzania energią. Działanie tego systemu wymaga również wykorzystania przez sterownik silnika (z funkcją Start-Stop) sygnałów z innych czujników zamontowanych w samochodzie, np. czujnika prędkości i położenia wału korbowego, czujnika położenia pedału przyspieszenia, czujnika prędkości obrotowej koła czy czujnika położenia biegu neutralnego.

Istnieją dwa rodzaje systemu Start-Stop:

- bez odzyskiwania energii podczas hamowania,
- z odzyskiwaniem energii podczas hamowania.

Źródłem energii w samochodach z systemem Start-Stop są akumulatory EFB lub AGM (patrz rozdz. 4.), przy czym w samochodach z układem odzyskiwania energii podczas hamowania stosuje się wyłącznie akumulatory AGM.

Innym rozwiązaniem systemu Start-Stop, dotyczącym głównie pojazdów z napędem hybrydowym (mikrohybrydy – patrz rozdział 13.), jest zintegrowany elektryczny zespół silnika-generatora. Przykład takiego podzespołu pokazano na rysunku 13.1 (s. 351).

Pojazdy hybrydowe oraz niektóre samochody z silnikami spalinowymi z systemem Start-Stop wyposażone są w czujniki stanu akumulatora. Czujniki tego rodzaju mierzą napięcie i prąd akumulatora oraz określają jego temperaturę. Na podstawie tych

parametrów system zarządzania energią samochodu optymalizuje wartość pobieranego z akumulatora prądu, steruje pracą alternatora (regulując napięcie ładowania) i nadzoruje odłączanie zbędnych obwodów elektrycznych. Ta ostatnia funkcja realizowana jest w ten sposób, że przy spadającym poziomie naładowania akumulatora system zarządzania energią po kolei odłącza określone odbiorniki (obwody) energii elektrycznej. Najpierw odłączane są układy rozrywki i informacji (ang. *Infotainment*), a po nich układy komfortu i systemy grzejne o dużej mocy, np. układ ogrzewania przedniej i tylnej szyby. Priorytetem tego systemu jest utrzymanie w akumulatorze rezerwy prądu umożliwiającej uruchomienie silnika.

5.3.2. Diagnozowanie systemu Start-Stop

Do diagnozowania systemu Start-Stop wykorzystywany jest głównie system autodiagnostyki pojazdu, który w przypadku wykrycia jakichkolwiek nieprawidłowości w działaniu układu generuje kod usterki.

Diagnozowanie obejmuje przede wszystkim ocenę informacji diagnostycznych uzyskanych z czujnika akumulatora (tj. systemu zarządzania energią). Można to zrobić za pomocą **testera diagnostycznego** przystosowanego do diagnozowania układów Start-Stop lub specjalnych **testerów akumulatorów**, np. urządzeniem pokazanym na rysunku 5.8.



Rys. 5.8. Wygląd urządzenia do diagnozowania akumulatora systemu Start-Stop z czujnikiem stanu naładowania akumulatora i systemu zarządzania energią samochodu BMS (ang. *Battery Management System*)

Urządzenia tego typu podłączane są przez gniazdo diagnostyczne samochodu i umożliwiają uzyskanie informacji o stanie technicznym oraz parametrach działania akumulatora, rozrusznika, alternatora i systemu zarządzania energią. Przykład takiego raportu przedstawiono na rys. 5.9. Parametry przedstawione w raporcie podobne są do analogicznych parametrów diagnostycznych wykorzystywanych przy ocenie stanu technicznego tych elementów w samochodach pozbawionych systemu Start-Stop. Tego samego rodzaju informacje możemy uzyskać przy użyciu odpowiedniego testera akumulatora.



RAPORT SYSTEMU START-STOP

Data:	06-10-2011	Godzina:	13:20
Producent:	BMW	Numer VIN:	WBAUR220123456789
Model pojazdu:	1 (E81, E87)	Numer wg katalogu TecDoc:	22955
Typ:	118d	Kod silnika:	N47D20A
Rok produkcji:	04/2007-	BMS/IBS:	Tak

SPRAWOZDANIE Z DOKONANEJ KONTROLI: #314/1

Test akumulatora Wynik: wymienić

Napięcie [V]:	12,47	SOC:	67%
SOH:	45%		

Test rozrusznika Wynik: OK

Kody błędów:	NIE	Napięcie rozruch [V]:	11,4
--------------	-----	-----------------------	------

Test alternatora Wynik: OK

Kody błędów:	NIE	Napięcie:	Prawidłowe
Prąd ładowania:	22,4		

Test systemu Start-Stop Zalecane działania naprawcze: SPRAWDZIĆ KOMUNIKACJĘ Z CZUJNIKIEM NAŁADOWANIA AKUMULATORA

Kody błędów:	Opis:
B1605	Błędy w ponownej inicjalizacji sterownika stanu naładowania akumulatora
B1606	Błąd czujnika stanu naładowania akumulatora
B1607	Błąd w pamięci sterownika układu ładowania akumulatora
B1627	Czujnik stanu akumulatora uszkodzony

Rys. 5.9. Przykładowy raport zawierający informacje diagnostyczne o stanie akumulatora i elementów systemu Start-Stop uzyskane za pomocą urządzenia pokazanego na rysunku 5.8

Czujniki oraz inne elementy (poza akumulatorem) współpracujące w ramach systemu Start-Stop diagnozujemy metodami odpowiednimi dla danego elementu, np. rozrusznika lub czujnika prędkości obrotowej koła.



PYTANIA I POLECENIA

1. Wyjaśnij, w jaki sposób działa system Start-Stop.
2. Co możemy zyskać, stosując system Start-Stop?
3. Jakiego typu akumulatory stosowane są w samochodach z systemem Start-Stop i czym różnią się od standardowych akumulatorów kwasowo-ołowiowych?
4. Jakie funkcje pełni czujnik stanu akumulatora w systemie Start-Stop?
5. Podaj ogólny zakres informacji diagnostycznych dotyczących stanu systemu Start-Stop, możliwych do uzyskania za pomocą odpowiedniego przyrządu.

5.4

Diagnozowanie świec żarowych

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- w jakim celu stosuje się świece żarowe
- jak zmierzyć rezystancję uzwojenia świecy
- jak sprawdzić działanie świecy za pomocą testera świec
- jakie przyrządy służą do kontroli świec niskonapięciowych

5.4.1. Świece żarowe wspomagające pracę rozrusznika

Spadek temperatury otoczenia powoduje gwałtowne pogorszenie zdolności elektrycznego układu rozruchowego silnika. Wynika to z dwóch podstawowych przyczyn:

- zwiększenia oporów rozruchu silnika (zwłaszcza silnika o zapłonie samoczynnym), co jest spowodowane przede wszystkim wzrostem lepkości oleju silnikowego;
- wzrostu rezystancji wewnętrznej akumulatora oraz spadku jego pojemności elektrycznej i zdolności do oddawania energii.

Są one głównym powodem trudności z uruchomieniem silnika, zwłaszcza jeśli akumulator jest niedoładowany lub stary. Trudniejsze warunki rozruchu przede wszystkim dotyczą silników o zapłonie samoczynnym. Mogą one podjąć samodzielną pracę, jeżeli prędkość wału korbowego wynosi minimum 150 obr/min, która zapewnia powstanie warunków do samozapłonu paliwa podczas procesu sprężania (temperatura powietrza w przestrzeni nadłokowej powinna być wyższa od temperatury samozapłonu paliwa).

Przyczyny trudności w uruchamianiu silnika za pomocą rozrusznika elektrycznego w niskiej temperaturze otoczenia można łatwo wyjaśnić. Ładunek akumulatora w temperaturze -20°C wynosi tylko ok. 30% pojemności znamionowej Q_{20} , a jego zdolność do oddawania energii maleje o ok. 60%. Jednocześnie rozrusznik musi wtedy pokonać zwiększone (średnio dwukrotnie) opory rozruchowe, co wymaga znacznie większego natężenia prądu pobieranego z akumulatora.

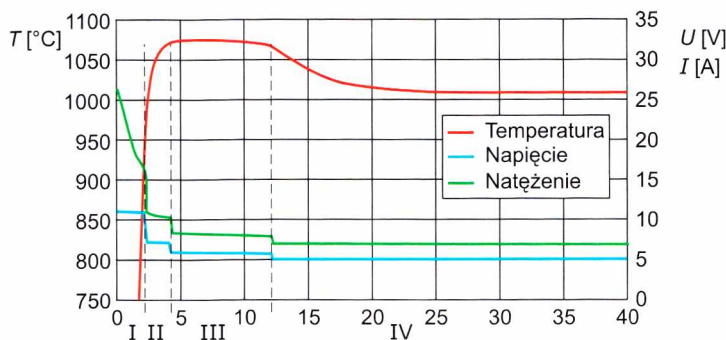
Aby te trudności zminimalizować, wyposaża się silnik w układy wspomagania rozruchu. Układ taki powoduje obniżenie tzw. granicznej temperatury rozruchu, tj. minimalnej temperatury, przy której możliwe jest uruchomienie silnika. W wypadku silników o zapłonie samoczynnym najczęściej są to świece żarowe.

Świece żarowe umieszczone są w komorach spalania silnika. Przed podjęciem próby uruchomienia silnika kierowca włącza ich zasilanie (przez przekręcenie kluczyka w stacyjce). Jednak próbę rozruchu można podjąć dopiero po zgaśnięciu lampki kontrolnej na desce rozdzielczej samochodu – jest to znak, że świece osiągnęły wymaganą temperaturę pracy ($900\text{--}1100^{\circ}\text{C}$). Ich wspomagające rozruch silnika działanie polega na podgrzaniu powietrza w przestrzeni nadłokowej i ułatwienie osiągnięcia temperatury samozapłonu paliwa. Po uruchomieniu silnika świece żarzą się jeszcze przez pewien czas (wspomaganie procesu spalania paliwa), który zależy od stanu ciepłego silnika. Niektóre z nich mogą się

także żarzyć w innych warunkach, np. podczas hamowania silnikiem, a wtedy ich zadaniem jest ograniczenie emisji toksycznych składników spalin.

Najczęściej stosuje się świece żarowe trzpieniowe, metalowe lub ceramiczne z samoregulacją wartości natężenia prądu zasilania. Efekt samoczynnego zmniejszania wartości pobieranego przez nie prądu jest uzyskiwany przez zastosowanie połączonego szeregowo z uzwojeniem grzewczym uzwojenia regulacyjnego, mającego właściwości termorezystora PTC (ang. *Positive Temperature Coefficient*). Wraz ze zwiększaniem się temperatury pracy świcy następuje wzrost rezystancji uzwojenia regulacyjnego, co przy stałej wartości napięcia zasilania powoduje zmniejszenie wartości przepływającego prądu.

W najbardziej technicznie zaawansowanych silnikach stosuje się świece żarowe z elektroniczną regulacją wartości napięcia zasilania. Napięcie zasilania, a więc także pobór energii przez tego typu świcę (oraz czas ich pracy przy tych parametrach) są zmienne w różnych okresach grzania świcy i zależą od producenta. Przykładowy przebieg temperatury świcy, natężenia prądu oraz napięcia zasilania świcy z elektroniczną regulacją pokazano na rysunku 5.10.



Rys. 5.10. Temperatura, natężenie prądu oraz napięcie zasilania świcy żarowej z elektroniczną regulacją; przebieg napięcia: faza I – szybkie nagrzanie <2 s, faza II – 7,4 V przez 2 s, faza III – 6 V przez 8 s, faza IV – 5,3 V nawet do 10 minut

5.4.2. Diagnostowanie świec żarowych

W razie trudności z uruchomieniem silnika, jeżeli przeprowadzone pomiary diagnostyczne wykazały, że akumulator i obwód rozruchowy są w dobrym stanie technicznym (patrz p. 4.2 i 5.2), należy sprawdzić świece żarowe. Diagnostowanie wykonujemy również wtedy, gdy system autodiagnostyki wykrył niesprawności (i podał kody usterek). Wszystkie świece z elektroniczną regulacją grzania, a także nowoczesne świece z samoregulacją obciążenia prądowego mają układy samodiagnostowania. Parametrem diagnostycznym jest wartość pobieranego prądu, mierzona oddzielnie dla każdej świcy. Jeżeli system autodiagnostyki (kody usterek) zasygnalizuje niesprawność określonej świcy, sprawdzamy jej obwód elektryczny (aby określić, czy usterka wystąpiła w świcy, instalacji elektrycznej czy sterowniku), a jeśli brak jest wskazania, ustalamy, czy i która świeca uległa uszkodzeniu.

Istnieje kilka metod diagnostowania świec żarowych:

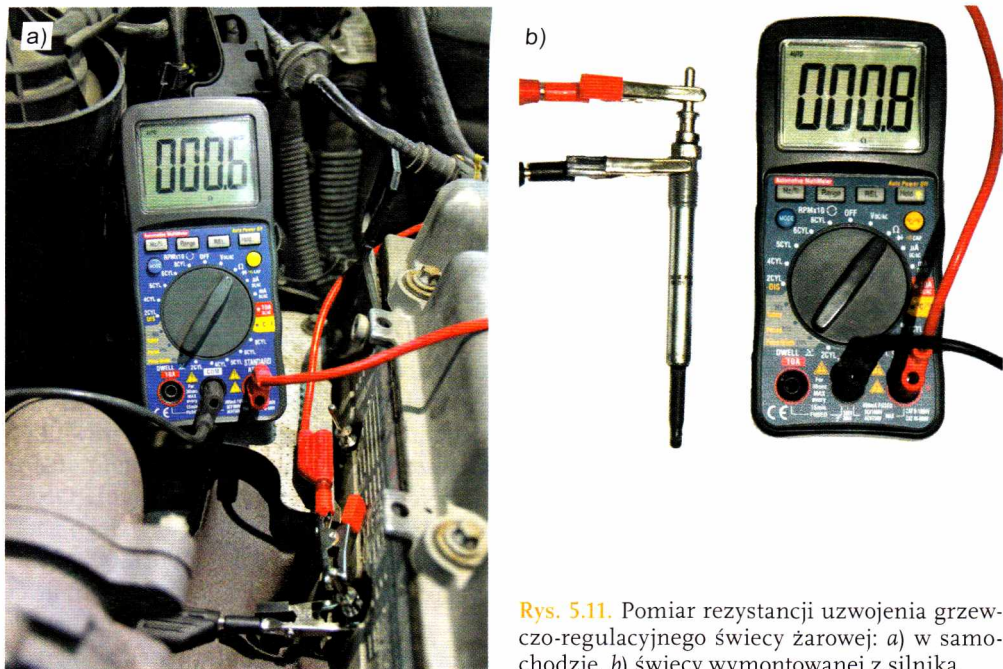
- pomiar rezystancji uzwojenia grzewczo-regulacyjnego świcy,
- pomiar natężenia pobieranego przez świcę żarową prądu,
- pomiar ciągłości przewodów zasilania poszczególnych świec,
- pomiar napięcia zasilania świec,
- sprawdzenie działania świcy przy użyciu odpowiedniego testera.

Najprostszą metodą diagnostyczną jest **pomiar rezystancji uzwojenia grzewczo-regulacyjnego świecy**. Dokonujemy tego pomiaru **multymetrem**, przykładając jego przewody pomiarowe do górnej części świecy, między metalowym korpusem (poniżej podkładki izolacyjnej) a końcówką połączeniową, do której przykręcony jest przewód zasilania z instalacji elektrycznej samochodu (rys. 5.11a). Skalę multimetru ustawiamy na najmniejszy zakres pomiarowy, a pomiaru dokonujemy, gdy świeca nie jest zasilana (przy wyłączonej stacyjce). Końcowy wynik uzyskanego pomiaru porównujemy z wartością kontrolną podaną przez producenta. Zmierzona w ten sposób rezystancja świecy nie powinna być większa niż 3Ω (dla większości obecnie produkowanych świec jest ona mniejsza niż 1Ω). Jeżeli miernik wskaże rezystancję równą ∞ lub wartość znacznie większą od nominalnej, świadczy to o uszkodzeniu świecy.

Pomiaru rezystancji uzwojenia świecy możemy dokonać także **po jej wymontowaniu z silnika** (rys. 5.11b). Ma on charakter kontrolny, potwierdzający słuszność diagnozy dotyczącej stanu technicznego świecy, określonego np. na podstawie pomiaru prądu pobieranego przez świecę. Pomiar wykonany po wymontowaniu świecy jest bardziej wiarygodny niż pomiar na świecy zamontowanej w silniku.

Podstawową **metodą diagnozowania świec żarowych z samoregulacją** jest **pomiar natężenia pobieranego prądu**. Pomiaru dokonujemy za pomocą **sondy prądowej** (cęć hallotronowych), którą zakładamy bezpośrednio na wiązkę przewodów zasilających świecę (rys. 5.12a) lub, jeżeli jest to możliwe, na przewód zasilający pojedynczą świecę (rys. 5.12b).

Wartość pobieranego przez świecę prądu zależy od jej typu. Najczęściej pojedyncza świeca żarowa z samoregulacją w chwili załączenia zasilania i rozpoczęcia grzania pobiera prąd o natężeniu kilkunastu amperów, który po 20–30 sekundach stabilizuje się na poziomie 7–8 A. Tak więc, jeżeli podczas pomiaru prądu (po ustabilizowaniu się poboru prądu) uzyskamy wartość sumaryczną dla czterech świec poniżej 25 A, oznacza to, że jedna z nich nie jest sprawna. Pomiaru prądu sondą założoną na przewód podłączony

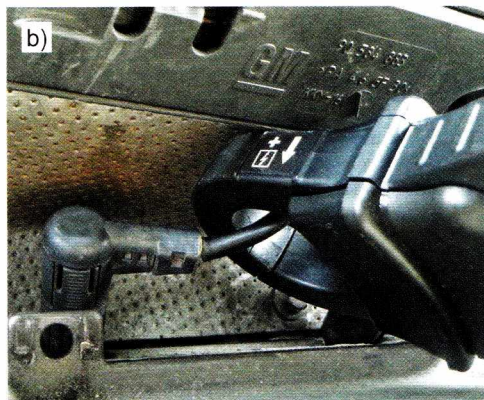
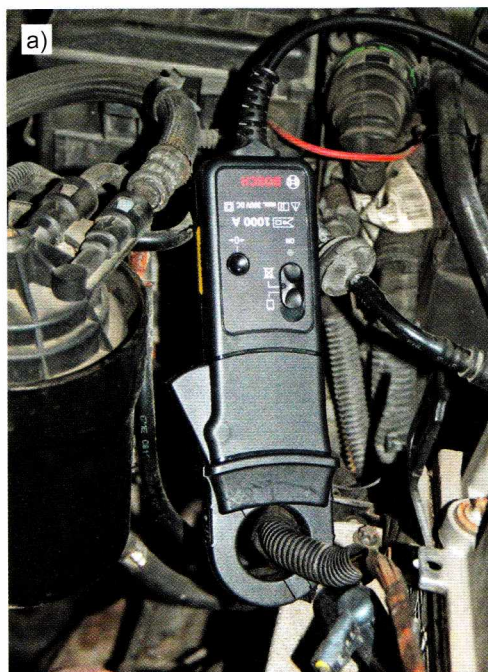


Rys. 5.11. Pomiar rezystancji uzwojenia grzewczo-regulacyjnego świecy żarowej: a) w samochodzie, b) świecy wymontowanej z silnika

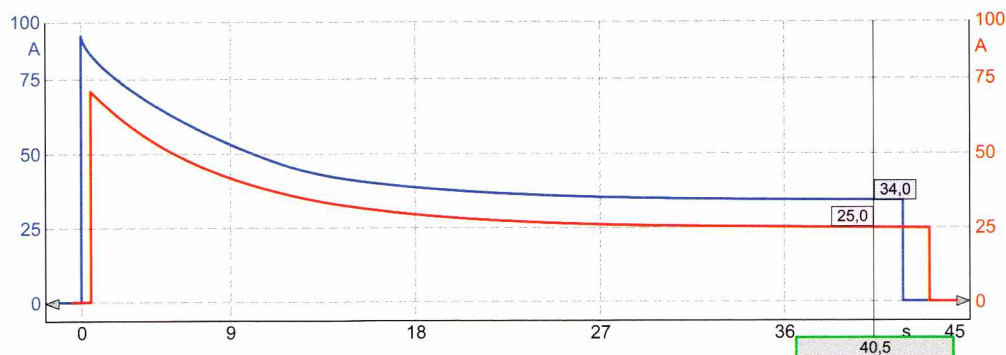
do zacisku dodatniego akumulatora dokonujemy, gdy wszystkie zbędne odbiorniki są wyłączone.

Uszkodzoną świecę możemy zlokalizować, mierząc natężenie prądu pobieranego dla pojedynczej świecy lub rezystancję uzwojenia grzewczo-regulacyjnego. Przykładowe wyniki pomiaru sumarycznego natężenia prądu pobieranego przez cztery świece żarowe pokazano na rysunku 5.13.

Przyczyną braku przepływu prądu (lub niewłaściwej wartości rejestrowanego natężenia) może być nieciągłość przewodów między sterownikiem świece żarowych (sterownikiem silnika) a świecą. Sprawdzamy to, wykonując **pomiar ciągłości przewodów zasilania poszczególnych świece** – między końcówką przewodu mocowaną do świecy a złączem wtykowym sterownika świece.

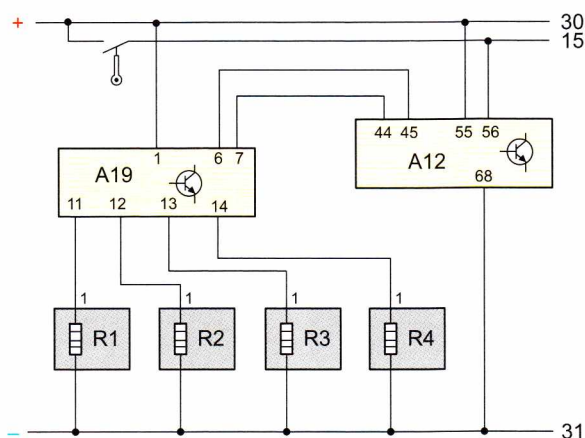


Rys. 5.12. Pomiar pobieranego prądu za pomocą sondy hallotronowej: a) na wiązce przewodów zasilających wszystkie świece, b) dla pojedynczej świecy



Rys. 5.13. Przykładowe przebiegi natężenia prądu (wartość sumaryczna) pobieranego przez: cztery sprawne świece żarowe (kolor niebieski), trzy sprawne świece (kolor czerwony)

Jeżeli podejrzewamy uszkodzenie sterownika świec, w pierwszej kolejności **sprawdzamy za pomocą multimetru napięcie na poszczególnych wyjściach sterownika** zasilającego świece. Pomiaru dokonujemy po przekręceniu kluczyka w stacyjce na pozycję załączenia grzania świec. Przewody pomiarowe multimetru przykładamy odpowiednio: dodatni – do złącza wtykowego sterownika świec zasilającego badaną świecę, ujemny – do masy pojazdu. Jeżeli sterownik działa prawidłowo, wartość napięcia powinna wynosić minimum 11,5 V. Niższa wartość lub brak napięcia wskazuje na uszkodzenie sterownika, przy czym przed wymianą należy sprawdzić jego zasilanie elektryczne (+12 V) oraz podłączenie do masy pojazdu. Kontrola sterownika obejmuje również sprawdzenie jego pozostałych połączeń, np. z lampką kontrolną grzania świec lub ze sterownikiem silnika, w zależności od konstrukcji (rys. 5.14).



Rys. 5.14. Przykładowy schemat podłączenia sterownika świec żarowych do instalacji pokładowej samochodu: A12 – sterownik silnika, A19 – sterownik świec żarowych, R1–R4 – świece żarowe cylindrów 1–4

W wypadku sterownika świec żarowych (niskonapięciowych) pokazanego na rys. 5.14 pomiary wykonujemy w następujący sposób:

- 1) mierzymy napięcie zasilania poszczególnych świec multimetrem, przykładając jego przewód dodatni do przewodu zasilającego, podłączonego do świecy, lub odpowiedniego pinu wyjściowego ze sterownika (np. świecy R1 odpowiada styk 11. sterownika), a przewód ujemny multimetru łącząc z masą pojazdu;
- 2) mierzymy napięcie zasilania sterownika świec, przykładając przewód dodatni multimetru do styku 1.;
- 3) sprawdzamy ciągłość przewodów łączących sterownik świec ze sterownikiem silnika oraz poprawność sygnału sterującego (jest to sygnał o zmiennym współczynniku wypełnienia, zależny od fazy działania świecy).

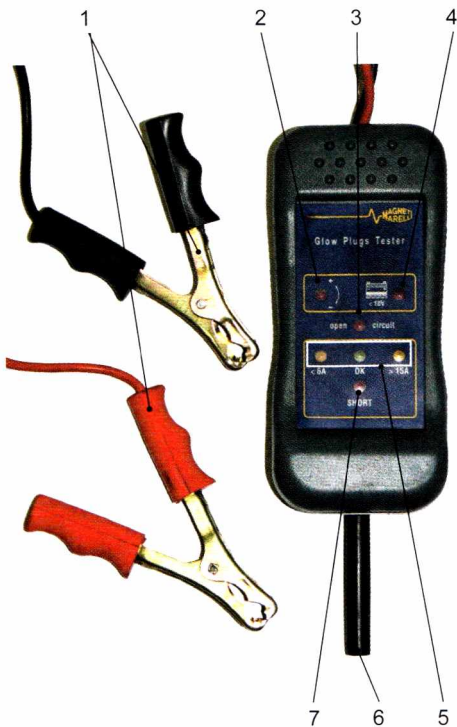
Do kontroli działania świec żarowych służą również specjalne **testery**. Ogólny zakres i procedura sprawdzania jest bardzo podobna, a testery różnią się praktycznie tylko sposobem obrazowania przebiegu i wyniku testu (za pomocą wskaźników diodowych lub analogowych). Przykładowe urządzenie (z diodową sygnalizacją wyników pomiaru) pokazano na rysunku 5.15a.

Sprawdzanie działania świecy za pomocą testera wykonujemy następująco:

- 1) odłączamy przewód zasilania elektrycznego badanej świecy;

- 2) podłączamy tester do zasilania – przewód koloru czerwonego (1 – rys. 5.15a), zakończony zaciskiem krokodylowym, do zacisku dodatniego akumulatora, zacisk krokodylowy koloru czarnego (1) do masy pojazdu;
- 3) przykładamy na kilka sekund tester końcówką pomiarową (6) do końcówki świecy wystającej z głowicy;
- 4) interpretujemy wyniki pomiaru.
Przyrządy tego rodzaju sygnalizują:
 - niewłaściwe podłączenie testera do akumulatora – zmiana biegunowości (2),
 - wartość prądu (5): zbyt mała, właściwa, zbyt duża,
 - za małą wartość napięcia zasilania (4),
 - przerwę w uzwojeniu grzewczo-regulacyjnym świecy (3),
 - zwarcie w świecy (7).

a)



b)

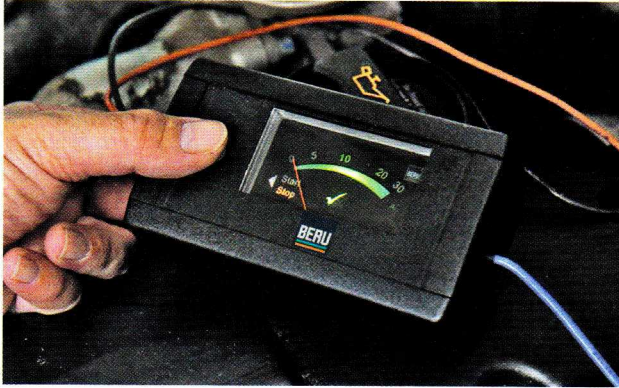


Rys. 5.15. Przykładowy tester do kontroli działania świec żarowych (a) oraz sposób podłączenia do testowanej świecy (b)

1 – zaciski krokodylowe do podłączania zasilania testera z akumulatora (zmiana polaryzacji), 2 – dioda sygnalizująca niewłaściwe podłączenie testera do akumulatora (zmiana polaryzacji), 3 – dioda sygnalizująca wykrycie przerwy w uzwojeniu grzewczo-regulacyjnym świecy, 4 – dioda sygnalizująca zbyt niską wartość napięcia zasilania świecy, 5 – diody sygnalizujące zbyt małą, właściwą lub zbyt dużą wartość prądu przepływającego przez tester, 6 – końcówka pomiarowa przykładana do świecy, 7 – dioda sygnalizująca wykrycie zwarcia w świecy

Testera świec żarowych, przeznaczonego do sprawdzania świec o napięciu zasilania 12 V, nie można stosować do sprawdzania świec żarowych z elektroniczną regulacją napięcia zasilania, gdyż grozi to ich uszkodzeniem.

Nieliczne testery, np. tester pokazany na rys. 5.16, umożliwiają wykonanie testu świec niskonapięciowych (ok. 5 V). Przebieg i interpretacja testu świecy wykonywanego tym testerem są podobne do wcześniej opisanych, jedyną różnicą jest sposób zobrazowania przebiegu i wyników testu z wykorzystaniem diod sygnalizacyjnych i analogowego amperomierza.



Rys. 5.16. Tester świec żarowych do sprawdzania świec niskonapięciowych (5 V) i standardowych (12 V)

PYTANIA I POLECENIA

1. Podaj sposób kontroli działania świecy żarowej za pomocą testera.
2. W jaki sposób podłączamy miernik uniwersalny podczas pomiaru rezystancji uzwojenia grzewczo-regulacyjnej świecy?
3. Jaka jest wartość natężenia prądu pobieranego przez świecę żarową z samoregulacją po jej rozgrzaniu?
4. Wyjaśnij, w jaki sposób tester świec żarowych wykrywa przerwę w obwodzie świecy lub jej zwarcie wewnętrzne.
5. Jakie pomiary obejmuje diagnostyka sterownika świec? Na przykładzie rys. 5.14 wyjaśnij sposób ich przeprowadzania za pomocą miernika uniwersalnego.

ZAPAMIĘTAJ

Do uruchomienia silnika samochodowego służy elektryczny układ rozruchowy. Koło zamachowe silnika napędzane jest za pomocą rozrusznika zasilanego z akumulatora pojazdu. Umożliwia to podjęcie przez silnik samodzielnej pracy (przy prawidłowym funkcjonowaniu innych układów, głównie zasilania paliwem i zapłonowego).

Diagnostyka rozrusznika obejmuje przede wszystkim sprawdzenie napięcia zasilania i kontrolę ciągłości obwodów: zasilania rozrusznika z akumulatora oraz sterowania włącznikiem elektromagnetycznym. Do pomiarów służą mierniki uniwersalne, niezbędny jest także schemat podłączenia rozrusznika do instalacji pokładowej samochodu.

Diagnozowanie świec żarowych polega przede wszystkim na pomiarze natężenia prądu płynącego przez pojedynczą świecę (wykonywanym np. testerem świec) lub przez komplet świec (np. oscyloskopem z wykorzystaniem sondy prądowej – hallotronowej). Negatywny wynik pomiaru należy zweryfikować przez pomiar rezystancji uzwojenia

grzewczo-regulacyjnego świecy (najlepiej po wymontowaniu świecy z silnika) oraz sprawdzenie napięcia jej zasilania.

Do oceny stanu systemu Start-Stop służą specjalistyczne testery; obejmuje ona przede wszystkim sprawdzenie parametrów działania podstawowych elementów systemu (akumulatora, alternatora i rozrusznika).

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Wymień podstawowe elementy składowe rozrusznika oraz omów ich zadania.
2. W jaki sposób można sprawdzić działanie sprzęgła jednokierunkowego rozrusznika?
3. Jak oznacza się zaciski rozrusznika? Z jakimi elementami instalacji elektrycznej samochodu są one łączone?
4. Korzystając z rysunku 5.3, wyjaśnij działanie obwodu zabezpieczenia rozrusznika przed przypadkowym załączeniem podczas pracy silnika.
5. Podaj wymaganą minimalną wartość napięcia zasilania rozrusznika (zacisk 30.).
6. Wymień podstawowe elementy systemu Start-Stop oraz wyjaśnij sposób jego działania.
7. W jaki sposób diagnozujemy systemy Start-Stop? Jakie informacje diagnostyczne umożliwiają ocenę prawidłowości działania elementów tego systemu? Skorzystaj z rysunku 5.9.
8. Omów sposób sprawdzania działania świecy żarowej za pomocą testera świec.
9. Podaj nominalne wartości parametrów diagnostycznych świecy żarowej: rezystancję uzwojenia grzewczo-regulacyjnego oraz wartość natężenia prądu płynącego przez rozgrzaną świecę.
10. Jaki jest zakres czynności diagnostycznych sterownika świec żarowych?

LITERATURA

- [1] M. Dąbrowski, S. Kowalczyk, G. Trawiński, *Diagnostyka pojazdów samochodowych*, WSiP, Warszawa 2013.
- [2] M. Blum, *Systemy Start-Stop*, „AutoEXPERT” nr 3/2013.
- [3] M. Bustrzycki, *Podgrzewanie powietrza w dieslach*, „Serwis Motoryzacyjny” nr 11/2011.
- [4] J. Dyszy, *Jak działa system Start-Stop*, „Serwis Motoryzacyjny” nr 12/2011.
- [5] W. Frelichowski, *Systemy Start-Stop*, „Auto Moto Serwis” nr 7–8/2009.
- [6] P. Fundowicz, B. Michałowski, M. Radzimierski, *Podstawy elektrotechniki i elektroniki samochodowej*. WSiP, Warszawa 2007.
- [7] J. Gładyszek, M. Gładyszek, *Poradnik diagnostyki samochodowej. Diagnostyka silników Bosch FSA serii 7XX*, Bosch, Kraków 2008.
- [8] T. Hintz, *Świece żarowe*, „Auto Moto Serwis” nr 10/2011.
- [9] J. Ocioszyński, *Elektrotechnika i elektronika pojazdów samochodowych*, WSiP, Warszawa 2011.
- [10] J. Ocioszyński, *Elektrotechnika i elektronika w technice samochodowej*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1996.
- [11] K. Pacholski, *Elektryczne i elektroniczne wyposażenie pojazdów samochodowych, cz. 2*, WKŁ, Warszawa 2013.
- [12] R. Polit, *Systemy Start-Stop*, „Bosch Autospec” nr 3(41)/2011.
- [13] R. Polit, *Świece żarowe*, „Auto Moto Serwis” nr 12/2008.

- [14] K. Trzeciak, *Diagnostyka samochodów osobowych*, WKŁ, Warszawa 2012.
- [15] *Palący problem*, „AutoEXPERT” nr 7–8/2011.
- [16] *Świece żarowe*, „Świat Motoryzacji”, nr 11/2007.
- [17] *Rozrusznik*, „AutoEXPERT”, nr 4/1995.
- [18] *Rozruszniki silników spalinowych*, „AutoEXPERT”, nr 11/1997.
- [19] *Problemy z rozrusznikiem*, „Auto Moto Serwis” nr 5/2012.
- [20] *O świecach żarowych raz jeszcze*, „Świat Motoryzacji”, nr 12/2007.
- [21] *Sterowanie silników o zapłonie samoczynnym*, seria „Informator techniczny Bosch”, WKŁ, Warszawa 2004.
- [22] *Stopniowa równowaga. Rozwiązania w dążeniu do opracowania napędu hybrydowego*, „AutoEXPERT” nr 4/2008.
- [23] *Typowe usterki rozrusznika*, „Nowoczesny Warsztat”, wrzesień 2013.
- [24] Materiały firm: Bosch, Denso, Federal-Mogul/Beru, Hella, Iskra Kielce, Johnson Controls, Magneti Marelli, NGK/NTK.

6. Diagnostyka podstawowych sensorów i elementów wykonawczych silnika

- Charakterystyka systemu diagnostyki pokładowej
- Informacje diagnostyczne uzyskiwane z układu OBD II
- Diagnostowanie podstawowych czujników silnika
- Diagnostowanie podstawowych elementów wykonawczych silnika

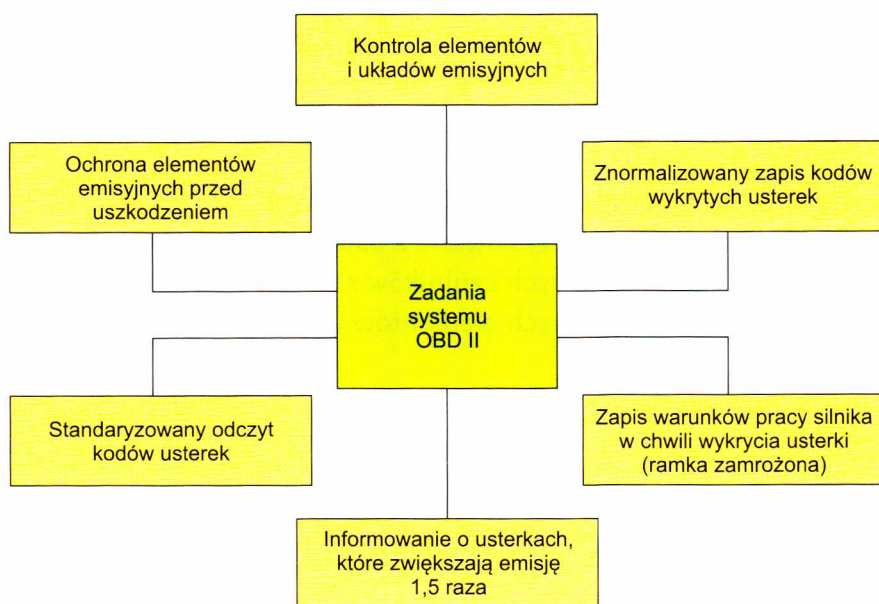
6.1

Charakterystyka systemu diagnostyki pokładowej

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- co to jest system diagnostyki pokładowej i jak ten system działa
- jakie są ogólne zasady wykrywania niesprawności przez system diagnostyki pokładowej

Wszystkie współczesne pojazdy mają znormalizowany system diagnostyki pokładowej standardu OBD II (ang. *On-Board Diagnostics*) lub jego europejską odmianę – system EOBD (ang. *European On-Board Diagnostics*). W Unii Europejskiej od 2001 roku wyposażane są w ten standard wszystkie samochody osobowe z silnikami o zapłonie iskrowym, a od 2004 roku wszystkie samochody osobowe i lekkie dostawcze z silnikami o zapłonie samoczynnym. Od 2006 roku system ten jest obowiązkowy dla pojazdów ciężarowych. Wcześniej stosowano różne systemy diagnostyki pokładowej, ich rodzaj zależał od producentów samochodów. Ogólna zasada działania tych systemów przypominała obecnie stosowany standard OBD II. Ponieważ jednak były to systemy nieznormalizowane, tej samej usterce odpowiadały rozmaite kody, różniły się też kształtem (wyglądem), rozmieszczeniem oraz liczbą i przeznaczeniem styków gniazda diagnostycznego. Utrudniało to proces diagnozowania, ponieważ diagnostyk musiał być wyposażony w specjalne przewody i końcówki pomiarowe, dostosowane do danego gniazda diagnostycznego.



Rys. 6.1. Zakres zadań systemu diagnostyki pokładowej OBD II

Zakres zadań systemu diagnostyki pokładowej standardu OBD II przedstawiono graficznie na rysunku 6.1.

System diagnostyki pokładowej OBD II umożliwia nadzorowanie pojazdu podczas eksploatacji układów i systemów, które mają wpływ na emisję toksycznych składników spalin. W razie wykrycia usterki, pogorszenia się stanu technicznego jakiegoś czujnika (np. sondy lambda) lub elementu wykonawczego (np. zaworu recyrkulacji spalin) zapala się lampka MIL, umieszczona w zestawie wskaźników kontrolno-pomiarowych. Oznacza to, że emisja składników toksycznych może przekroczyć o 50% dopuszczalny poziom (określony w normie EURO, według której pojazd był homologowany). Jej zapalenie się jest informacją dla kierowcy, że stan techniczny pojazdu nie spełnia wymogów ekologicznych. Jeżeli lampka MIL świeci pulsacyjnie, oznacza to usterkę mogącą uszkodzić katalizator.

Większość usterek wykrytych przez system diagnostyki pokładowej OBD II musi zostać potwierdzona, aby nie wywoływać fałszywych alarmów (np. zapalenia się lampki MIL na skutek jednostkowego pojawienia się niesprawności i jej samoczynnego zaniku). W amerykańskich systemach OBD II lampka MIL zaświeci się tylko wtedy, gdy usterka zostanie potwierdzona podczas dwóch kolejnych cykli jazdy (FTP-95, ang. *Federal Test Procedure*). W systemach europejskich (EOBD) zapalenie się lampki MIL następuje dopiero po potwierdzeniu usterki w czasie trzech kolejnych cykli jazdy (test NEDC, ang. *New European Driving Cycle*). Niektóre usterki, np. mogące uszkodzić katalizator, powodują zaświecenie się lampki MIL bezpośrednio po ich wykryciu przez system. Ogólny schemat aktywacji lampki MIL (jej zapalenia się) oraz dezaktywacji (samoczynnego zgaśnięcia) przedstawiono na rysunku 6.2.



Rys. 6.2. Ogólny schemat wykrywania usterek przez system OBD II i wyzwalania świecenia się (lub gaśnięcia) lampki MIL

Wygląd lampki MIL (patrz tab. 9.1 s. 239) jest dokładnie określony. Musi znajdować się w polu widzenia kierowcy i nie może być koloru czerwonego (zazwyczaj stosuje się kolor żółty). Powinna zaświecić się po każdym włączeniu zapłonu. Jeżeli w pamięci sterownika silnika nie są zapisane żadne potwierdzone kody usterek, lampka MIL gaśnie. W przeciwnym razie świeci aż do usunięcia usterki i skasowania jej kodu z pamięci sterownika.

Procedury nadzoru emisji składników toksycznych spalin, stosowane w systemach diagnostyki pokładowej OBD II, nie obejmują bezpośredniej analizy zawartości i określenia

bezwzględnej ilości ani procentowego udziału poszczególnych składników toksycznych. Dlatego zaświecenie się lampki MIL sygnalizuje nawet nieznaczne pogorszenie się działania jednego lub kilku elementów silnika, które może spowodować wzrost ilości emitowanych składników toksycznych. Stanowi to jednocześnie informację o pogorszeniu się stanu technicznego samochodu.

Procedury diagnostyczne stosowane w systemie OBD II możemy podzielić na bezwarunkowe (ciągłe) i warunkowe (nieciągłe). Elementy i podzespoły, które mogą być testowane na bieżąco w dowolnych warunkach jazdy, oraz te, których testowanie może być uruchomione i zakończone bez względu na wynik działania innych procedur diagnostycznych, obsługiwane są przez **procedury diagnostyczne ciągłe**. Natomiast **procedury diagnostyczne warunkowe** obsługują elementy i podsystemy, w których identyfikacja uszkodzeń wymaga dłuższej obserwacji w warunkach cyklu jezdnego. Wykorzystują one dane dostarczane im przez elementy objęte procedurą ciągłą, toteż przed ich rozpoczęciem muszą zostać pomyślnie zakończone wszystkie inne czynności monitoringowe.

Stosowane przez system OBD II procedury diagnostyczne mają różną formę i obejmują:

- testy sprawności elektrycznej czujników i elementów wykonawczych,
- testy funkcjonalne elementów wykonawczych,
- aktywne i pasywne testy czujników,
- testy emisyjne – sprawdzanie, czy zachodzi proces spalania (wykrywanie wypadania zapłonów/obiegów) oraz kontrolowanie pracy sondy lambda i katalizatora.

Testy emisyjne wykonywane przez system diagnostyki pokładowej obejmują także sprawdzanie układu przewietrzania skrzyni korbowej, układu zasilania paliwem (w tym także kontrolę szczelności zbiornika paliwa) oraz działania układu chłodzenia. Wymagania systemów EOBD w tym zakresie są łagodniejsze niż standardu OBD II.

Podstawowymi procedurami diagnostycznymi są testy sprawności elektrycznej czujników i elementów wykonawczych.

Test sprawności elektrycznej czujników (rys. 6.3) polega na ocenie wartości sygnału wyjściowego z czujnika, zmierzonej przez sterownik. Umożliwia on wykrycie przerwy w obwodzie przewodu sygnałowego czujnika, jego zwarcie do masy pojazdu lub instalacji pokładowej oraz ocenę wiarygodności sygnału wyjściowego z czujnika – tj. stwierdzenie, czy mieści się on w zakresie wartości prawdopodobnych, możliwych do zarejestrowania przez dany czujnik.

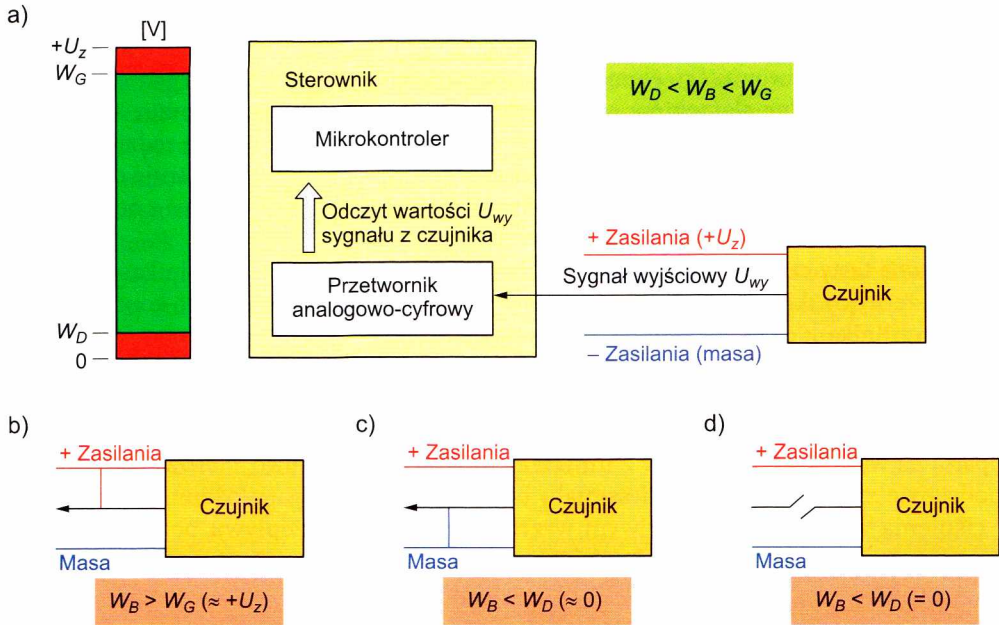
Jeżeli czujnik jest sprawny, bieżąca wartość jego sygnału wyjściowego (W_B), rejestrowana przez sterownik, powinna mieścić się między dolną (W_D) i górną (W_G) wartością graniczną prawdopodobną (nominalną), określoną dla danego czujnika przez producenta (rys. 6.3a).

Kiedy sterownik rejestruje wartość sygnału wyjściowego z czujnika na poziomie wartości jego napięcia zasilania (U_Z) lub napięcia sieci pokładowej (powyżej wartości W_G), oznacza to wykrycie przez system diagnostyki pokładowej zwarcia przewodu sygnałowego do linii zasilającej (rys. 6.3b).

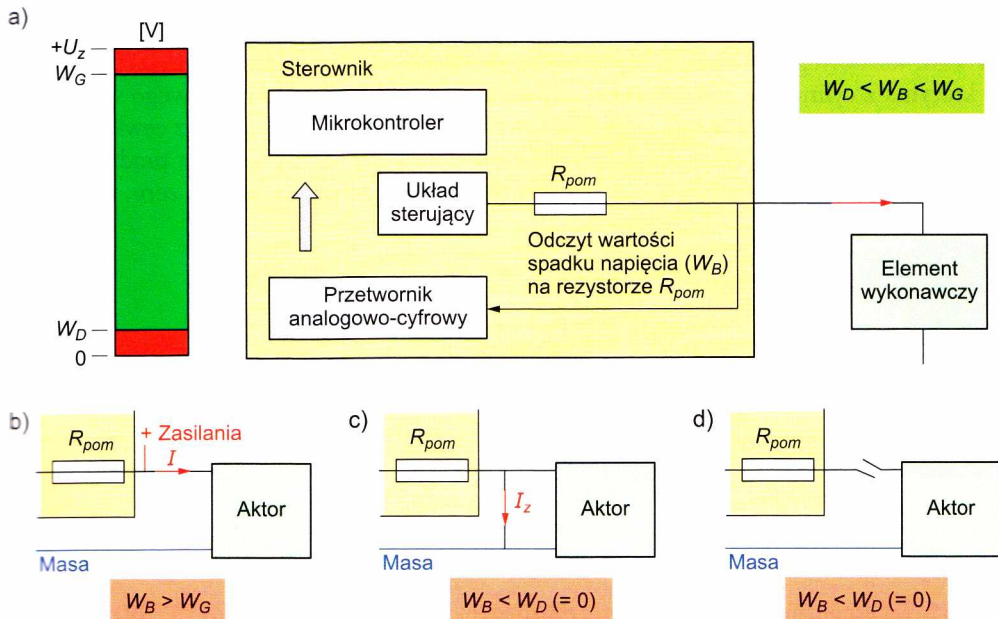
Jeżeli przewód sygnałowy jest zwarty do masy pojazdu (np. przewodu masowego czujnika), sterownik rejestruje napięcie 0 V (rys. 6.3c) jako sygnał wyjściowy. Podobna sytuacja występuje także wtedy, kiedy w obwodzie elektrycznym czujnika jest przerwa – sterownik nie rejestruje żadnego napięcia (rys. 6.3d).

Zarejestrowana bieżąca wartość wyjściowa z czujnika (mierzona wielkość fizyczna) znajdującą się poza przedziałem wartości $W_D - W_G$ także będzie interpretowana jako usterka czujnika (patrz testy pasywne czujników).

Na podobnej zasadzie działają testy sprawności elektrycznej elementów wykonawczych, przy czym stan elementu (wykrywane niesprawności) określany jest przez pomiar wartości



Rys. 6.3. Schemat wykrywania usterek elektrycznych czujnika, tj. przeprowadzania testu sprawności elektrycznej: a) czujnik sprawny, b) wykrycie zwarcia przewodu sygnałowego do dodatniego bieguna zasilania czujnika lub instalacji pokładowej, c) wykrycie zwarcia przewodu do masy pojazdu, d) wykrycie nieciągłości (przerwy) w przewodzie sygnałowym (opis w tekście)



Rys. 6.4. Schemat wykrywania usterek elektrycznych obwodu elementu wykonawczego: a) aktor sprawny, b) wykrycie zwarcia aktora do instalacji pokładowej, c) wykrycie zwarcia między przewodami aktora, d) wykrycie nieciągłości (przerwy) w obwodzie sterowania aktora (opis w tekście)

prądu przepływającego w obwodzie elementu wykonawczego. Wartość tego prądu wyznacza spadek napięcia na rezystorze pomiarowym, umieszczonym szeregowo w obwodzie elektrycznym nadzorowanego elementu wykonawczego (rys. 6.4 s. 133).

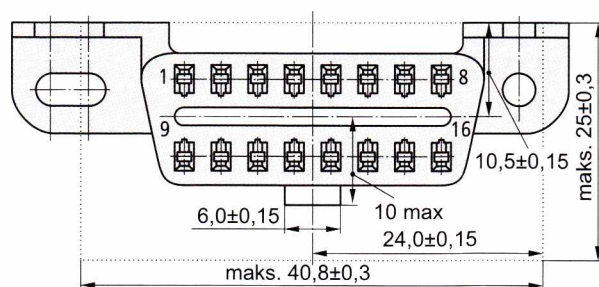
Testy funkcjonalne elementów wykonawczych polegają na wysłaniu przez sterownik, w określonych warunkach pracy silnika, sygnału powodującego chwilowe zadziałanie elementu, ale niezakłócającego pracy silnika. Sterownik przez czujniki rejestruje odpowiedź (reakcję) kontrolowanego elementu na wysłany sygnał. Jeżeli jest niezgodna z oczekiwaną, wskazuje to na uszkodzenie sprawdzanego elementu.

Aktywne testy czujników polegają na badaniu odpowiedzi (reakcji) czujnika na testowy sygnał sterujący skierowany do elementu wykonawczego. Zazwyczaj jest to kontrola czasu reakcji czujnika.

Pasywne testy czujników bazują na ocenie wiarygodności sygnałów wyjściowych z czujników. Odbywa się to przez porównanie zmierzonej wartości sygnału wyjściowego z czujnika z wartością określoną matematycznie (na podstawie modeli fizycznych), opartą na wartościach sygnałów z innych czujników. Przykładowo, sterownik silnika na podstawie zmierzonej wartości sygnału prędkości obrotowej, położenia przepustnicy i ciśnienia w kolektorze dolotowym wyznacza natężenie przepływu powietrza. Jeżeli wartość sygnału wyjściowego z przepływomierza (badającego natężenie przepływu powietrza) znacznie różni się od wartości wyznaczonej matematycznie, wskazuje to na niesprawność czujnika.

Przykładem testu emisyjnego może być sprawdzenie wypadania zapłonów w silnikach o zapłonie iskrowym. Jeżeli w cylindrze nie zachodzi proces spalania, niespalone węglowodory dostają się do katalizatora, gdzie zostają dopalone. Może to jednak spowodować nadmierny wzrost temperatury pracy katalizatora i jego uszkodzenie, grozi też uszkodzeniem sondy lambda. Stosowane w tym zakresie rodzaje testów wypadania zapłonów zależą między innymi od rodzaju układu zapłonowego.

W starszych silnikach (np. z cewkami dwubiegunowymi) analizowany był czas obrotu wału korbowego o ten sam kąt w stosunku do wszystkich cylindrów. Brak spalania w którymś z cylindrów powodował wydłużenie czasu obrotu wału korbowego w zakresie odpowiadającym pracy danego cylindra (patrz rys. 7.2 s. 187). W silnikach z cewkami indywidualnymi do wykrywania wypadania zapłonu stosowany jest np. pomiar prądu przepływającego przez uzwojenie pierwotne cewki (jeżeli wartość prądu wynosi zero, cewka nie pracuje, co sugeruje brak zapłonu).



Rys. 6.5. Znormalizowane 16-pinowe gniazdo diagnostyczne standardu OBD II / EOBD oraz przyrządkowanie poszczególnych styków złącza (na rys. pominięto niektóre numery)

styki: 2 i 10 – protokół VPW, 4 – masa akumulatora, 5 – masa sygnałowa (diagnostyczna), 6 i 14 – magistrala CAN (odpowiednio przewody CAN High i CAN Low), 7 – linia diagnostyczna K, 15 – linia diagnostyczna L, 16 – (+12 V) z akumulatora, styki 1, 3, 8, 9, 11 i 13 – brak przyrządkowania

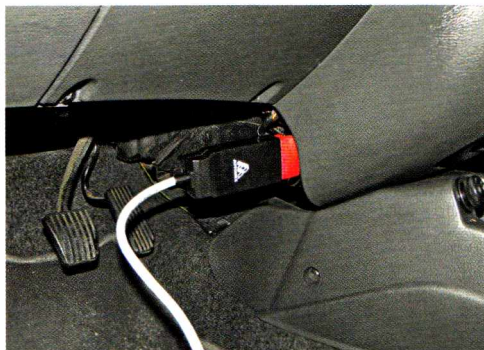
Uaktywnienie danego testu zależy od stanu cieplnego i pracy silnika (tj. jego prędkości obrotowej i wartości wytwarzanego momentu obrotowego). Jeśli przeprowadzany test daje wynik negatywny, w pamięci sterownika zapisywany jest kod usterki oraz informacja o stałych kalibracyjnych głównych parametrach diagnostycznych wraz z wartościami podstawowych parametrów pracy silnika w momencie wykrycia usterki (są to parametry tzw. **ramki zamrożonej** – ang. *freeze frame*). Kody usterek można skasować wyłącznie za pomocą specjalistycznych urządzeń diagnostycznych, posiadających opcję odczytu i kasowania kodów usterek.

Pojazdy wyposażone w system standardu OBD II mają znormalizowane 16-stykowe (16-pinowe) gniazdo diagnostyczne (rys. 6.5). Najczęściej znajduje się ono pod deską rozdzielczą po lewej stronie, rzadziej pod kierownicą z prawej strony lub na tunelu środkowym (rys. 6.6). Możemy do niego podłączyć proste czytniki kodów usterek oraz różnego rodzaju testery diagnostyczne. Przyrządy te dostarczają informacji diagnostycznych oraz umożliwiają wykonanie pomiarów i badań kontrolnych niezależnie od zastosowanego przez producenta protokołu komunikacji ze sterownikiem.

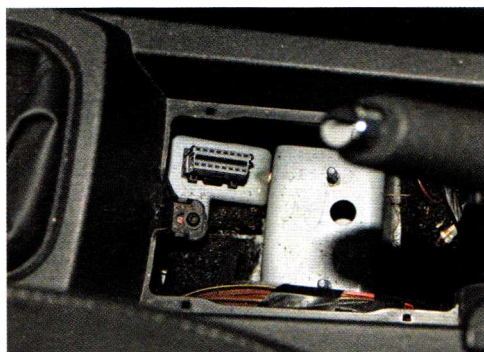
a)



b)



c)



Rys. 6.6. Umiejscowienie gniazda diagnostycznego standardu OBD II / EOBD w samochodach: a) pod kierownicą z lewej strony, b) pod kierownicą z prawej strony w pobliżu pedałów sterowania, c) na tunelu środkowym



PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie są zadania systemu diagnostyki pokładowej?
2. Podaj ogólny zakres działania systemu diagnostyki pokładowej.
3. Co to jest lampka MIL i do czego służy?
4. Omów działanie lampki MIL po włączeniu zapłonu przy pełnej sprawności silnika.

5. Korzystając z rysunku 6.2, przedstaw mechanizm wyzwalania świecenia lub gaśnięcia lampki MIL w zależności od wskazań systemu diagnostyki pokładowej.
6. Na co wskazuje pulsacyjne świecenie lampki MIL podczas pracy silnika?
7. Gdzie umieszczone jest znormalizowane gniazdo diagnostyczne w samochodach z systemem diagnostyki pokładowej standardu OBD II?
8. Ile styków (pinów) ma znormalizowane gniazdo diagnostyczne standardu OBD II? Podaj ich przyporządkowanie (przeznaczenie).
9. Omów ogólne zasady wykrywania niesprawności czujników i elementów wykonawczych silnika przez system OBD II.
10. Na czym polegają testy sprawności elektrycznej czujników? Wyjaśnij, jak system diagnostyki pokładowej wykrywa: przerwę, zwarcie do masy pojazdu lub do instalacji zasilania (dodatniego bieguna zasilania) obwodu elektrycznego czujnika.
11. Przedstaw przebieg testu sprawności elektrycznej elementów wykonawczych, korzystając z rysunku 6.4.
12. Na czym polegają aktywne i pasywne testy czujników?
13. Jaki jest ogólny zakres testów emisyjnych wykonywanych przez system OBD II? Podaj zakres obejmowanych przez nie badań.

6.2

Informacje diagnostyczne uzyskiwane z układu OBD II

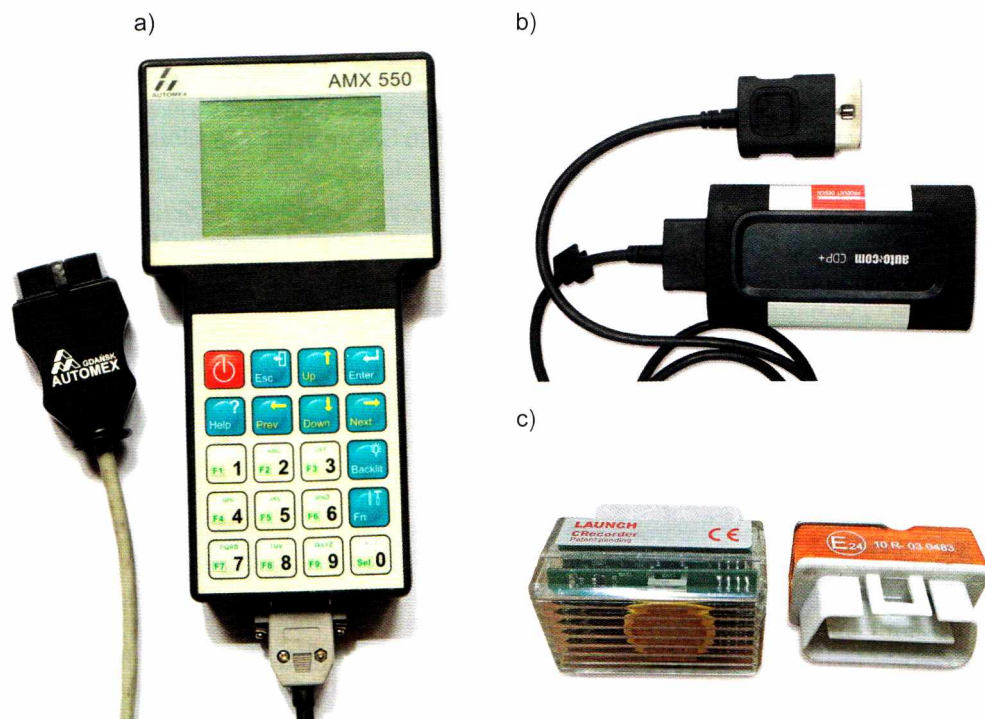
W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jaką informację diagnostyczną można uzyskać z układu OBD II
- jak interpretować kody usterek

Po potwierdzeniu wykrycia usterek czujników i elementów wykonawczych przez system diagnostyki pokładowej zaświeca się lampka MIL, co jest podstawą do wykonania badań diagnostycznych. Ich pierwszy etap to odczyt i analiza informacji o wykrytych usterekach, dostarczonych przez system diagnostyki pokładowej.

Informację diagnostyczną ze sterownika silnika możemy odczytać za pomocą:

- urządzenia diagnostycznego – czytnika kodów (rys. 6.7a),
- testera diagnostycznego (rys. 6.7b),
- rejestratora danych systemu OBD II (rys. 6.7c).



Rys. 6.7. Znormalizowany czytnik kodów usterek (a), tester diagnostyczny (b) oraz rejestratory danych (c)

Odczytu informacji diagnostycznej za pomocą czytnika kodów lub testera diagnostycznego dokonujemy następująco:

- 1) podłączamy urządzenie do gniazda diagnostycznego pojazdu,
- 2) włączamy zapłon i łączymy się ze sterownikiem w badanym pojeździe.

Podstawowy zakres informacji możliwy do uzyskania z czytnika kodów usterek obejmuje:

- liczbę zarejestrowanych kodów usterek (rys. 6.8a) oraz ich rodzaj (rys. 6.8b),
- warunki (parametry tzw. ramki zamrożonej) pracy silnika w chwili wystąpienia i wykrycia usterki (rys. 6.8c).

<p>a) Status:</p> <hr/> <p>Liczba usterek : 1 DTC zarejstr. : 1 DTC oczekujące : 0 Czujnik O2S : 0 lok. czujnik nieznan VIN: brak odpowiedzi Protokół :ISO-14230 10400 [bps]</p> <hr/> <p>ENTER - więcej informacji</p>	<p>b) Ramka zamrożona</p> <hr/> <p>▶ DTCFRZF = P0130 ▶ FS1 = CL LOAD_PCT = 10% ECT = 75 °C SHRTFTI = -0,78% LONGFTI = 7,03% RPM = 1880 1/min VSS = 37 km/h</p>
<p>c) Usterki zarejestrowane</p> <hr/> <p>1. P0130 <\$11></p> <hr/> <p>Obwód czujnika O2 <Bank 1. Czujnik 1> - usterka</p>	<p>d) Parametry bieżące</p> <hr/> <p>▶ FS1 = CL LOAD_PCT = 4% ECT = 81 °C SHRTFTI = 15,62 % °C LONGFTI = 2,34% RPM = 821 1/min VSS = 0 km/h SPARKADV = 6,5 °</p> <hr/> <p>← → - więcej</p>

Rys. 6.8. Informacja diagnostyczna uzyskana za pomocą czytnika kodów AMX 550: a) liczba kodów usterek, b) parametry ramki zamrożonej, c) kod usterki, d) bieżące parametry silnika

- liczbę i rodzaj monitorów diagnostycznych zastosowanych w pojeździe oraz ich działanie;
- sposób działania lampki MIL (świecenie ciągłe – usterka występująca stale, okresowe – usterka występująca sporadycznie);
- wartości podstawowych parametrów bieżących silnika (rys. 6.8d).

Urządzenia te umożliwiają również:

- kasowanie kodów usterek (potwierdzonych i oczekujących na potwierdzenie, wraz z parametrami zapisanymi w ramkach zamrożonych);
- kasowanie danych kalibracyjnych sond lambda;
- wykonywanie testów elementów wykonawczych;
- uzyskanie informacji o numerze identyfikacyjnym pojazdu.

Testery diagnostyczne, w porównaniu z czytnikami kodów usterek, mają znacznie większe możliwości diagnostyczne. Można nimi wykonać badania diagnostyczne (np. pomiary parametrów bieżących) nie tylko w czasie jazdy, ale również podczas postoju samochodu i pracy silnika na biegu jałowym.

Przebieg testu drogowego przy rozgrzanym silniku powinien obejmować następujące etapy pracy zespołu napędowego:

- pracę silnika na biegu jałowym przez co najmniej 2,5 minuty z dodatkowym obciążeniem, np. uruchomioną klimatyzacją i włączonymi dodatkowymi odbiornikami energii elektrycznej (światłami, ogrzewaniem szyby itp.);

- pracę silnika podczas rozpędzania pojazdu, przy minimum 50-procentowym wychyleniu (otwarciu) przepustnicy, do uzyskania prędkości ok. 90 km/h;
- ruch pojazdu ze stałą prędkością (ok. 90 km/h) przez co najmniej 3 minuty;
- rozpędzanie pojazdu przy minimum 75-procentowym otwarciu przepustnicy do osiągnięcia przez niego prędkości 90–100 km/h;
- hamowanie silnikiem (przy zamkniętej przepustnicy – zwolnionym pedale przyspieszenia) aż do spadku prędkości pojazdu do 30 km/h.

Test drogowy jest najlepszą formą sprawdzenia, czy system diagnostyki pokładowej wykrywa usterki w zespole napędowym pojazdu. Należy go zawsze wykonać, jeżeli wykryto kod usterki *Permanent DTC*.

Testery diagnostyczne umożliwiają również:

- sprawdzenie elementów wykonawczych (przez pobudzenie ich do działania),
- odczyt danych korekcyjnych (np. korekty dawki paliwa),
- konfigurację sterownika,
- realizację innych wymaganych czynności po dokonanej obsłudze lub naprawie (np. zapisanie w pamięci sterownika kodu korekcyjnego po wymianie wtryskiwacza systemu Common Rail).

Pozyskiwanie informacji diagnostycznej na temat silnika, dostarczanej przez system samodiagnostyki standardu OBD II/EOBD, możliwe jest również za pomocą **rejestratora danych** – rys. 6.7c. Podłączamy go do gniazda diagnostycznego, skąd zasilany jest napięciem 12 V z instalacji pokładowej samochodu. Umieszczone w gnieździe diagnostycznym urządzenie samodzielnie się konfiguruje, nawiązując komunikację ze sterownikiem systemu OBD II / EOBD. Po nawiązaniu łączności rejestrator zapisuje podstawowe dane (parametry) dotyczące pracy silnika, dostarczane mu przez sterownik, aż do momentu wyczerpania pojemności pamięci.

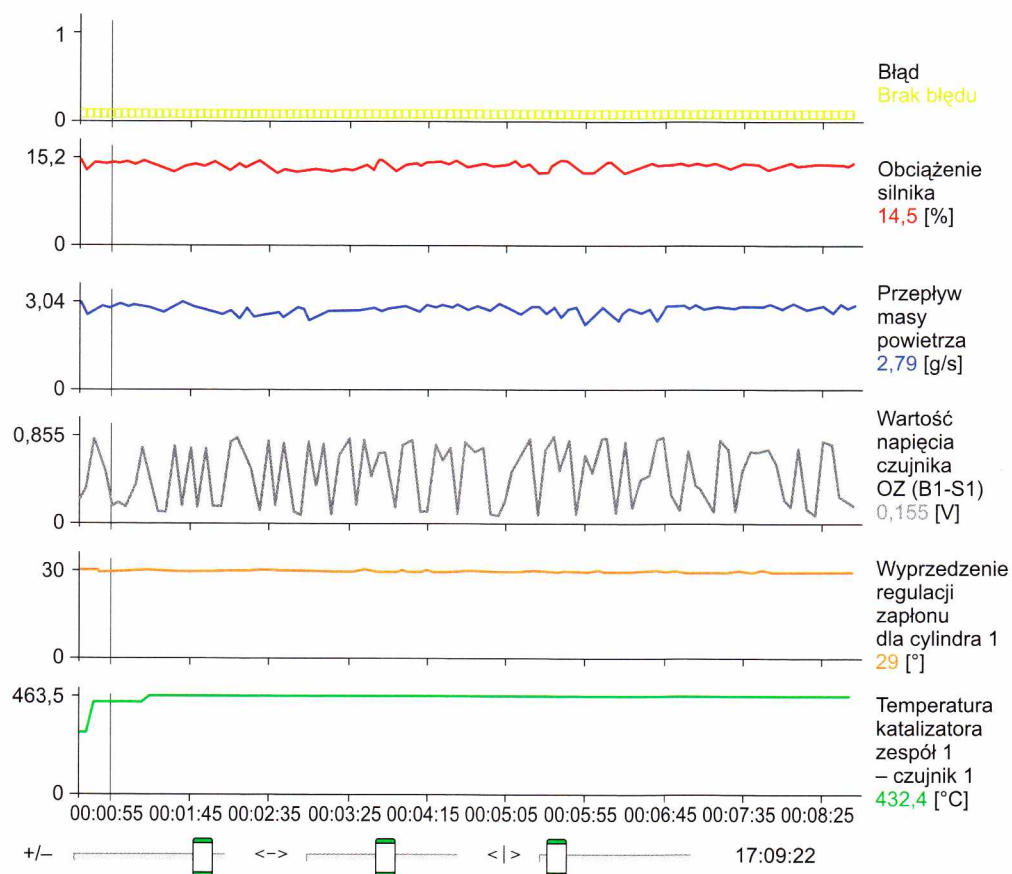
Ponieważ rejestratory danych nie zakłócają pracy silnika, można z nich korzystać także w czasie jazdy. Urządzenie rejestruje wtedy w pamięci nie tylko parametry pobierane z systemu diagnostyki pokładowej (prędkość obrotową silnika, temperaturę płynu chłodzącego, ciśnienie powietrza w kolektorze dolotowym, natężenie doprowadzenia powietrza do cylindrów silnika, zużycie paliwa), ale także numer identyfikacyjny pojazdu oraz dane opisujące jego ruch (czas pracy od momentu uruchomienia silnika, prędkość jazdy, stan licznika). Jeżeli podczas jazdy z rejestratorem danych, podłączonym do systemu diagnostyki pokładowej, nastąpi wykrycie usterki, urządzenie zasygnalizuje to świeceniem umieszczonej w nim lampki kontrolnej.

Informacje zapisane w pamięci rejestratora analizujemy po odłączeniu go od gniazda diagnostycznego i podłączeniu (za pomocą przewodu USB) do komputera z odpowiednim oprogramowaniem. Przykładowe przebiegi parametrów silnika zarejestrowane rejestratorem pokazano na rysunku 6.9 (s. 140).

Analiza zapisanych danych przede wszystkim pozwala wykryć usterki pojawiające się sporadycznie, które powodują zaświecenie się i zgaśnięcie lampki MIL. Tego rodzaju defekty, pojawiające się jedynie w określonych warunkach eksploatacji silnika, trudno wykryć za pomocą urządzeń podłączanych w warsztatach, gdyż mogą wtedy nie występować lub system diagnostyki pokładowej może ich nie widzieć.

Podstawową informacją uzyskiwaną z systemu diagnostyki pokładowej są **kody usterek**, od których odczytania rozpoczynamy proces diagnozowania.

W systemach diagnostycznych standardu OBD II/EOBD znaczna **część usterek ma znormalizowane oznaczenia kodowe** (SAE J2012 oraz ISO 15 031–6), a pozostałe producent oznacza indywidualnie, ale zgodnie z powszechnie obowiązującymi zasadami. Kody usterek



Rys. 6.9. Przykładowe przebiegi parametrów zarejestrowane rejestratorem OBD Log

dotyczących zespołu napędowego zaczynają się od litery **P** (ang. *Powertrain*), po której następują cztery cyfry określające miejsce (układ) i rodzaj wykrytej usterki. Znaczenie poszczególnych cyfr i ich umiejscowienie objaśniono na przykładzie znormalizowanego kodu błędu **P0113** (zbyt wysoka wartość sygnału z czujnika temperatury powietrza).

Cyfra **0** (lub **2**) występująca po literze **P** oznacza, że jest to kod znormalizowany. Jeśli na drugim miejscu oznaczenia kodowego znajdują się inne cyfry (np. 1 lub 3 – P1xxx/P3xxx), to wykryta usterka ma indywidualne, specyficzne oznaczenie producenta lub jej kod jest niezdefiniowany.

Druga cyfra w oznaczeniu kodowym P0113 (trzeci znak kodu) zawiera informację o lokalizacji (miejscu wystąpienia) usterki. Cyfra **1** informuje, że usterkę wykryto w układzie paliwowym i regulacji składu mieszanki palnej. Pozostałe cyfry, które mogą się znaleźć na trzecim miejscu oznaczenia kodowego, oznaczają:

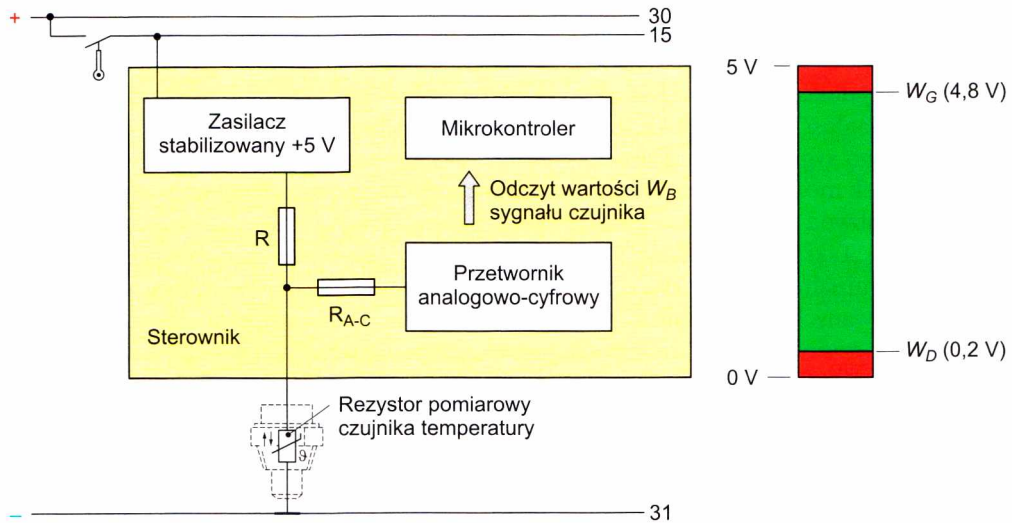
- 2** – układ wtryskiwaczy,
- 3** – układ zapłonowy i wypadanie zapłonów,
- 4** – dodatkowe układy oczyszczania spalin,
- 5** – regulację prędkości i biegu jałowego,
- 6** – sterownik silnika i sygnały wyjściowe (sterujące),
- 7 i 8** – skrzynię biegów ze sterownikiem.

Czwarty i piąty znak kodu usterek P0113 (1 i 3) określają szczegółowo miejsce wystąpienia i rodzaj wykrytej usterki.

Informacja o usterkach wykrytych przez system diagnostyki pokładowej wskazuje uszkodzony układ lub element, a dokładniej – obwód elektryczny nadzorowany przez odpowiedni monitor diagnostyczny systemu diagnostyki pokładowej. Wykorzystanie informacji dotyczącej kodów wykrytych usterek, uzyskanej z systemu diagnostyki pokładowej, zależy w dużej mierze od:

- rodzaju usterki,
- typu kodu usterki zapisanego w pamięci systemu,
- wiedzy diagnosty o zasadach wykrywania usterek (tj. o warunkach i sposobie działania odpowiedniego monitora diagnostycznego).

Zilustrowano to na przykładzie kodów usterek czujnika temperatury płynu chłodzącego. Sposób podłączenia tego czujnika do sterownika silnika i miejsce odczytu informacji diagnostycznej (wartości sygnału wyjściowego z czujnika) pokazano na rysunku 6.10.



Rys. 6.10. Sposób podłączenia oraz odczytywania sygnału wyjściowego z czujnika temperatury płynu chłodzącego

Obwód elektryczny czujnika zasilany jest napięciem stałym o wartości 5 V z odpowiedniego układu zasilającego sterownika. W sterowniku znajduje się rezystor R, zainstalowany szeregowo w obwodzie czujnika temperatury. Tworzy on wraz z rezystorem pomiarowym czujnika dzielnik napięcia. Wartość spadku napięcia na czujniku, odczytywana przez sterownik, może być różna – zależy to od temperatury mierzonej przez czujnik. Jeżeli czujnik jest sprawny (o czym świadczy charakter zmian rezystancji w zależności od temperatury), a w jego obwodzie elektrycznym nie występują usterki, bieżąca wartość W_B sygnału wyjściowego z czujnika (zależna od mierzonej temperatury) powinna mieścić się w granicach wartości nominalnych (W_D – W_G – patrz rys. 6.10) i zazwyczaj wynosi od 0,2 do 4,8 V. Wartość sygnału, która nie zawiera się w tym przedziale, będzie interpretowana przez system diagnostyki jako defekt czujnika, co spowoduje zaświecenie się lampki MIL i zarejestrowanie kodu usterki. W zaawansowanych systemach diagnostyki pokładowej może do tego również dojść, gdy mierzona wartość bieżąca mieści się w przedziale wartości nominalnych – opisano to w dalszej części rozdziału.

Omówimy teraz **sposób interpretacji znormalizowanych kodów usterek** (P0115-P0119) czujnika temperatury płynu chłodzącego, możliwych do odczytania z systemu diagnostyki pokładowej.

P0115 – obwód czujnika temperatury płynu chłodzącego: nieprawidłowe działanie. Kod usterki wskazuje, że występuje ona w obwodzie elektrycznym czujnika temperatury płynu chłodzącego. Na podstawie otrzymanej w ten sposób informacji diagnostycznej nie możemy jednak ustalić przyczyn pojawienia się tego kodu, dlatego musimy skontrolować stan techniczny całego obwodu elektrycznego czujnika.

P0119 – obwód czujnika temperatury płynu chłodzącego silnika: usterka sporadyczna. Kod ten wskazuje, że nieprawidłowość nie występuje przez cały czas, lecz pojawia się nieregularnie w różnych warunkach pracy silnika. Przyczynami takiego stanu mogą być usterki w samym czujniku lub sporadycznie pojawiająca się nieciągłość obwodu elektrycznego czujnika. Rozwieranie obwodu może np. następować podczas pokonywania nierówności terenu i być spowodowane różnymi przyczynami: przetarciem przewodu, złym stanem styków w złączu elektrycznym czujnika lub sterownika, zbyt słabym kontaktem tych styków lub okresowym zwieraniem przewodu czujnika do dodatniego bieguna zasilania czy do masy pojazdu. Tego rodzaju usterki są trudne do szybkiego i dokładnego zlokalizowania. Należy wtedy dokładnie sprawdzić obwód elektryczny czujnika (wizualnie ocenić jego stan, sprawdzić ciągłość obwodu elektrycznego i napięcie zasilania), a potem dokonać rejestracji długotrwałego sygnału wyjściowego z czujnika za pomocą oscyloskopu. Do wykrywania takich usterek możemy wykorzystać rejestratory podstawowych parametrów pracy silnika.

P0116 – obwód czujnika temperatury płynu chłodzącego silnika: nieprawidłowa wartość sygnału. Taki kod informuje, że wartość sygnału z czujnika nie mieści się w zakresie wartości nominalnych (patrz rys. 6.3 s. 133). Tego rodzaju kody usterek mogą pojawiać się w zaawansowanych technicznie systemach diagnostyki pokładowej, które analizują sygnał wyjściowy z czujnika. Jeżeli system diagnostyczny po uruchomieniu silnika nie wykryje w zadanym czasie określonego przyrostu temperatury płynu chłodzącego lub jego temperatura nie osiągnie określonej wartości minimalnej (np. 65°C – silnik rozgrzany), nastąpi wygenerowanie kodu usterki. Przyczyną niesprawności może być np. stale otwarty termostat układu chłodzenia, powodujący niedostatecznie szybkie rozgrzewanie się silnika.

P0117 – obwód czujnika temperatury płynu chłodzącego silnika: za niska wartość sygnału. Kod ten wskazuje, że sygnał wyjściowy czujnika nie mieści się w zakresie wartości nominalnych określonych przez producenta. Przyczyną tego jest najczęściej zwarcie przewodu łączącego czujnik ze sterownikiem (od strony zasilania) z masą pojazdu lub nieprawidłowa (zbyt mała) wartość napięcia zasilającego czujnik, spowodowana np. uszkodzeniem sterownika.

P0118 – obwód czujnika temperatury płynu chłodzącego: za wysoka wartość sygnału. Kod informuje, że sygnał docierający do sterownika ma zbyt dużą wartość, przekraczającą zakres wartości nominalnych. Przyczyną tego może być nieciągłość przewodu zasilającego czujnik ze sterownika silnika lub zwarcie przewodu do instalacji elektrycznej samochodu (dodatniego bieguna zasilania). Jednoznaczne określenie przyczyny usterki na podstawie tego kodu jest niemożliwe.

Informacja o charakterze wykrytej usterki, dostarczana z systemu diagnostyki pokładowej, umożliwi wstępne określenie prawdopodobnej przyczyny usterki i stanowi podstawę do wykonania szczegółowej kontroli stanu technicznego wskazanego obwodu elektrycznego. Kontrola taka obejmuje sprawdzenie:

- wartości napięcia zasilania czujnika,
- ciągłości przewodów łączących czujnik ze sterownikiem,

- działania elementów pośredniczących (np. przekaźników),
- wartości sygnału wyjściowego (czujników),
- sygnału sterującego elementami wykonawczymi,
- innych parametrów diagnostycznych, charakterystycznych dla kontrolowanego elementu.

Odpowiednie pomiary możemy wykonać za pomocą samego testera lub innych urządzeń, np. multimetru lub oscyloskopu.

Oprócz kodów usterek zespołu napędowego (silnika i automatycznej skrzyni biegów) standard OBD II obejmuje także wiele znormalizowanych podstawowych usterek w innych układach pojazdu. Ich kody również składają się z wyróżnika literowego określającego układ, w którym wystąpiła usterka, oraz czterech cyfr. Kody dotyczące nadwozia zaczynają się od litery **B** (ang. *Body*), podwozia i zawieszenia pojazdu od litery **C** (ang. *Chassis*), a cyfrowych magistral danych od litery **U** (ang. *Bussystem*).

Szczegółowe informacje o poszczególnych kodach usterek, a także ich opis znajdują się w programach do wspomagania diagnozowania oraz w specjalistycznej literaturze warsztatowej.



PYTANIA I POLECENIA

1. Za pomocą jakich przyrządów i urządzeń diagnostycznych można odczytać kody usterek?
2. Podaj sposób odczytywania kodu usterek przy użyciu znormalizowanego czytnika kodów.
3. Z ilu znaków składają się kody usterek?
4. Co oznaczają litery P, C, B lub U w kodach usterek?
5. Zinterpretuj kod usterek P0104. (Przepływomierz powietrza: usterka sporadyczna).
6. Na jaką usterkę wskazuje kod P0237? (Czujnik ciśnienia powietrza doładowywanego: za niski sygnał).

6.3

Diagnozowanie podstawowych czujników silnika

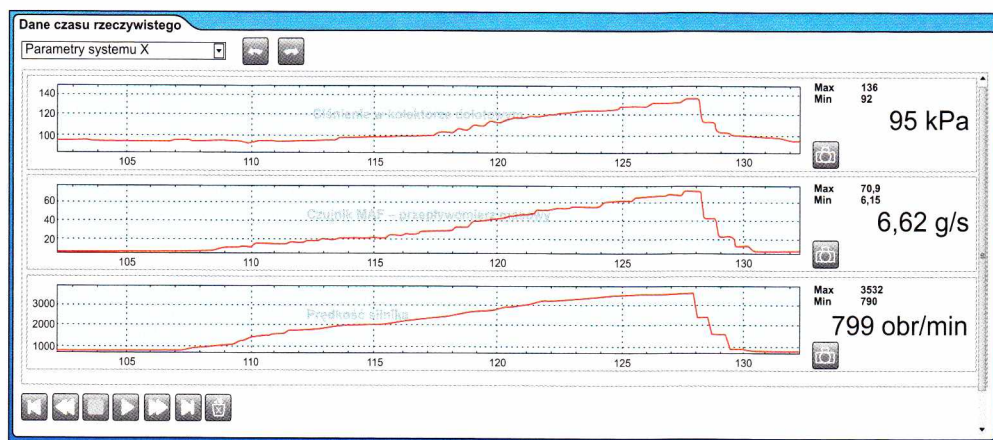
W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jak diagnozować podstawowe czujniki silnika
- jak interpretować wyniki pomiarów diagnostycznych czujników

6.3.1. Wprowadzenie

Istotnymi elementami silnika są czujniki (sensory) dostarczające informacji o warunkach i parametrach jego pracy. Dane te, dotyczące np. temperatury płynu chłodzącego, położenia przepustnicy czy masy powietrza zasysanego do cylindrów silnika, wykorzystywane są w procesie sterowania różnymi układami silnika. Przykładem zastosowania takich czujników może być układ zasilania silnika paliwem, w którym regulacja dawki paliwa elektronicznie sterowanego wtrysku, dokonywana jest przez zmianę czasu otwarcia wtryskiwacza. Czas otwarcia wtryskiwacza, a więc jego wydatek, zależy m.in. od prędkości obrotowej, obciążenia silnika (masy doprowadzanego do cylindrów powietrza), ciśnienia paliwa w zasobniku oraz temperatury płynu chłodzącego. Każda usterka czujnika informującego o pracy silnika powoduje pogorszenie parametrów jego pracy w porównaniu z parametrami określonymi przez producenta.

Stan techniczny czujników silnika nadzorowany jest przez system diagnostyki pokładowej. Jeśli otrzymamy informację (kod usterki) wskazującą na niesprawność danego czujnika, musimy skontrolować jego stan techniczny.



Rys. 6.11. Wykres zmian sygnałów: ciśnienia powietrza w kolektorze dolotowym (wykres górny) oraz przepływowierza powietrza (wykres środkowy), zarejestrowany przy wzroście i spadku prędkości obrotowej (wykres dolny)

Wstępną kontrolę możemy przeprowadzić za pomocą testera diagnostycznego, zwłaszcza jeżeli ma on funkcję wspomaganie procesu diagnozowania i podaje dane wzorcowe mierzonego parametru. Podczas tego typu pomiarów możemy jednocześnie sprawdzić współzależność różnych parametrów – sygnałów z różnych czujników (rys. 6.11).

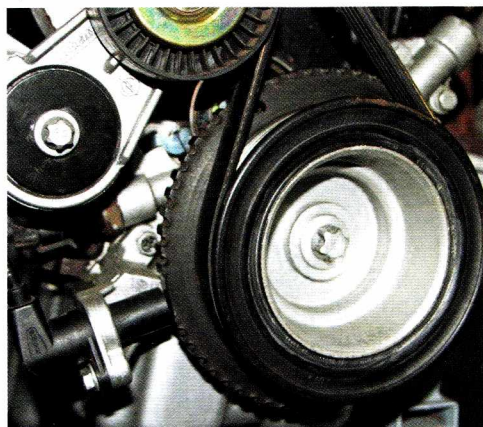
W celu określenia stanu technicznego czujnika dokonujemy szczegółowych pomiarów obwodu elektrycznego tego czujnika (napięcia jego zasilania, sygnału wyjściowego, ciągłości przewodów itp.) za pomocą przyrządów do pomiaru wielkości elektrycznych. Pomiar diagnostyczny wykonujemy, korzystając z dokumentacji samochodu (schematów elektrycznych) oraz informacji o sposobie kontroli zawartych w programach wspomagających proces diagnozowania.

6.3.2. Diagnozowanie czujników prędkości oraz położenia wału korbowego i wałka rozrządu

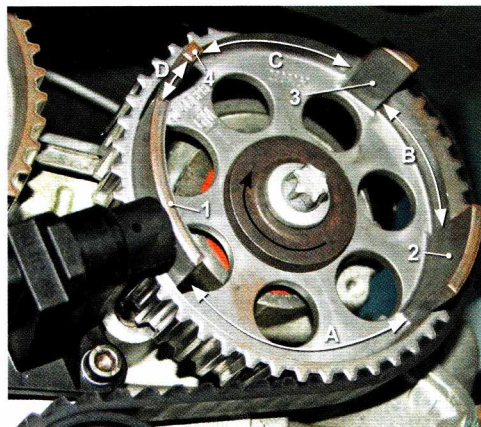
Silniki spalinowe z elektronicznymi systemami sterowania wymagają dostarczenia do sterownika dokładnej informacji o prędkości obrotowej i chwilowym położeniu wału korbowego oraz położeniu wałka rozrządu (sygnału identyfikacji poszczególnych cylindrów). Dlatego konieczne jest bardzo dokładne wyznaczenie prędkości obrotowej i kąтового położenia wału korbowego.

Do pomiaru prędkości obrotowej, położenia wału korbowego i wałka rozrządu wykorzystywane są czujniki indukcyjne i hallotronowe. Czujnik indukcyjny prędkości obrotowej wału korbowego współpracuje z wieńcem zębatym na kole pasowym wału (rys. 6.12a) albo z wieńcem na kole zamachowym silnika. Czujnik hallotronowy (w starszych rozwiązaniach indukcyjny) położenia wałka rozrządu współpracuje z umieszczonym na tym wałku impulsatorem, zazwyczaj w postaci wieńca o prostokątnych występach (rys. 6.12b). Szerokości poszczególnych występów i ich rozstaw kątowy (luka między występami) stanowią zakodowaną informację o położeniu tłoków w poszczególnych cylindrach. Coraz częściej zarówno z impulsatorem na wale korbowym, jak i z impulsatorem na wałku rozrządu współpracują czujniki hallotronowe.

a)

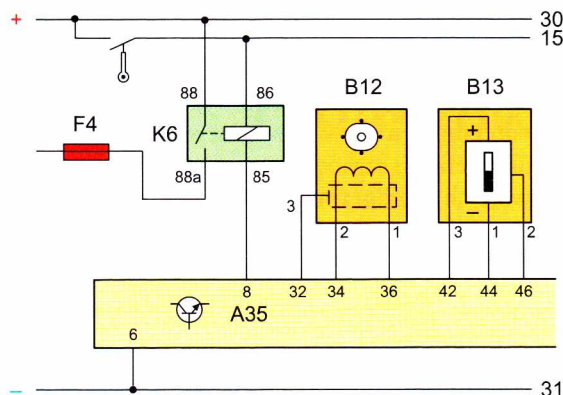


b)



Rys. 6.12. Typowe rozwiązanie układu: a) pomiaru prędkości obrotowej i położenia wału korbowego z czujnikiem indukcyjnym, b) identyfikacji cylindra z czujnikiem hallotronowym (1–4 – występy prostokątne oznaczone zgodnie z ich kolejnością przemieszczania się naprzeciwko czujnika, A–D – kolejne luki między występami)

Przykład podłączenia czujników indukcyjnego i hallotronowego do sterownika silnika oraz ich dane kontrolne pokazano na rysunku 6.13.



B12. Indukcyjny czujnik prędkości i położenia wału korbowego:

- rezystancja 500–600 Ω ,
- amplituda sygnału z czujnika podczas rozruchu – minimum 0,4 V,
- amplituda sygnału z czujnika na biegu jałowym – minimum 1 V;

B13. Hallotronowy czujnik wałka rozrządu (identyfikacji cylindrów):

- napięcie zasilania – $5 \pm 0,1$ V,
- sygnał wyjściowy z czujnika – 0,25–4,8 V (sygnał prostokątny).

Rys. 6.13. Podłączenie czujnika indukcyjnego B12 i hallotronowego B13 do sterownika A35 silnika oraz przykładowe dane kontrolne

Diagnostowanie czujników położenia i prędkości obrotowej, wynikające ze wskazań systemu diagnostyki pokładowej (lub np. nagłego zatrzymania, braku możliwości uruchomienia czy nierównomiernej pracy silnika), rozpoczynamy od identyfikacji **typu czujnika** zastosowanego w samochodzie. Przydatne są do tego informacje zawarte w programach warsztatowych do wspomagania diagnostowania i obsługi pojazdów oraz schemat podłączenia czujnika do sterownika silnika. Typ czujnika jest także określony przez liczbę styków złącza (wtyczki łączącej go ze sterownikiem). Złącze z dwoma stykami występuje jedynie w czujniku indukcyjnym. Rozpoznanie typu czujnika ze złączem z trzema stykami jest niemożliwe, ponieważ wiele czujników indukcyjnych ma dodatkowy trzeci przewód ekranujący (przewód 3 na rys. 6.13). W takiej sytuacji przed rozpoczęciem pomiarów parametrów elektrycznych za pomocą miernika uniwersalnego należy ustalić typ kontrolowanego czujnika.

Nie można mierzyć rezystancji czujnika hallotronowego, gdyż grozi to jego uszkodzeniem.

Diagnostowanie czujnika indukcyjnego rozpoczynamy od:

- kontroli wzrokowej stanu zamocowania czujnika;
- sprawdzenia odległości czoła czujnika od impulsatora (wieńca zębatego) – w większości samochodów odległość ta wynosi 0,5–2 mm;
- pomiarów elektrycznych mających na celu określenie rezystancji cewki czujnika oraz wykluczenie zwarcia cewki czujnika z masą pojazdu;
- kontroli ekranowania przewodu czujnika.

Podczas oględzin należy zwrócić uwagę na to, czy na końcówce ferromagnetycznego rdzenia czujnika nie zbierają się opiłki metalu lub inne zanieczyszczenia. Sprawdzenie organoleptyczne obejmuje również kontrolę stanu impulsatora (wieńca), z którym czujnik współpracuje. Niedopuszczalne są jakiegokolwiek uszkodzenia, np. wyłamania, wykruszenia czy innego rodzaju zużycie zębów (występów) impulsatora. W następnej kolejności mierzymy rezystancję cewki czujnika, wykluczamy zwarcie z masą i mierzymy wartość generowanego sygnału napięciowego.

Pomiaru rezystancji cewki czujnika dokonujemy następująco:

- 1) odłączamy od czujnika złącze wtykowe;
- 2) podłączamy oba przewody pomiarowe miernika uniwersalnego do odpowiednich styków czujnika (1–2 na rys. 6.13);

3) wartość uzyskaną podczas pomiaru porównujemy z wartością kontrolną podaną przez producenta. Jeśli pomiar wykazuje nieskończoną rezystancję cewki czujnika, to w uzwojeniu jego cewki występuje przerwa. Natomiast wartość rezystancji znacznie mniejsza od wartości nominalnej (jeżeli jest ona znana) wskazuje na zwarcie w cewce czujnika. Ponieważ wartość rezystancji cewki czujnika zmierzona miernikiem nie zawsze jednoznacznie wskazuje, że czujnik jest sprawny, konieczny jest także pomiar jego sygnału wyjściowego.

Brak **zwarcia cewki z masą** sprawdzamy, podłączając jeden przewód pomiarowy miernika do styku czujnika, a drugi do masy samochodu. Wartość rezystancji (przy braku zwarcia) powinna dążyć do nieskończoności.

Czujniki indukcyjne wału korbowego często są ekranowane. Taki czujnik ma trzy styki. **Kontroli ekranowania przewodu czujnika** dokonujemy, mierząc rezystancję między jednym ze styków we wtyczce czujnika (np. 1., a następnie 2. i stykiem ekranu 3. na rys. 6.13). Jeżeli przewody nie są zwarte, wynik pomiaru powinien dążyć do nieskończoności. W niektórych czujnikach przewód ekranu czujnika może być połączony z jednym z przewodów czujnika łączących go (jego cewkę) ze sterownikiem. Wówczas pomiar rezystancji wykaże wartość 0Ω . Podczas sprawdzania ekranowania przewodu czujnika zawsze posługujemy się schematem jego połączeń elektrycznych.

Kontrola czujnika hallotronowego polega na sprawdzeniu:

- zamocowania czujnika,
- stanu impulsatora współpracującego z czujnikiem,
- napięcia zasilania.

Nie mierzymy rezystancji czujnika (!), ponieważ może to spowodować uszkodzenie elektronicznego układu kształtowania sygnału wyjściowego.

Napięcie zasilania czujnika hallotronowego mierzymy przy włączonym zapłonie w następujący sposób:

- 1) odłączamy wtyczkę od czujnika;
- 2) przewód dodatni miernika (czerwony) przykładamy do styku złącza, do którego doprowadzone jest napięcie zasilania ze sterownika (styk 3. na rys. 6.13 oraz 42. na złączu sterownika), a drugi przewód pomiarowy multimetru (czarny) łączymy z masą pojazdu;
- 3) zmierzone napięcie zasilania powinno odpowiadać wartości kontrolnej podanej przez producenta (najczęściej jest to 5 V).

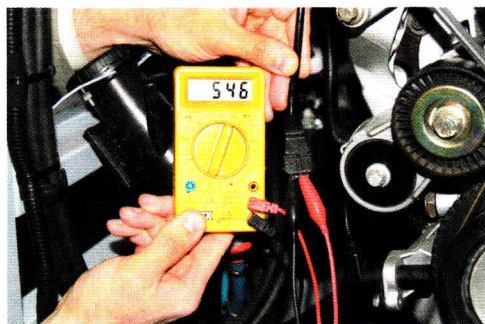
Gdy brak jest napięcia zasilania, sprawdzamy ciągłość przewodów łączących czujnik ze sterownikiem oraz napięcie na sterowniku. Brak napięcia lub nieprawidłowa wartość zasilania czujnika wskazują na uszkodzenie sterownika. Jeżeli napięcie zasilania jest prawidłowe, w dalszej kolejności sprawdzamy ciągłość przewodu masowego czujnika (1. na rys. 6.13) i przewodu sygnałowego 3. Sposób pomiaru rezystancji czujnika indukcyjnego i napięcia zasilania czujnika hallotronowego pokazano na rysunku 6.14 (s. 148).

Producenci podają średnie wartości napięcia sygnału niektórych czujników indukcyjnych podczas rozruchu silnika lub jego pracy na biegu jałowym. Dzięki temu zmierzoną za pomocą multimetru wartość napięcia możemy porównać z wartością kontrolną. Multimetr podłączamy do tych samych styków czujnika co podczas pomiaru rezystancji (miernik uniwersalny należy wtedy ustawić na pomiar napięcia przemiennego).

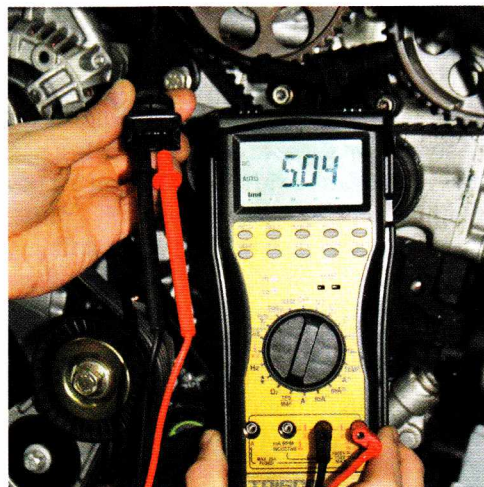
Najlepszym sposobem kontroli działania obu typów czujników jest **obserwacja oscyloskopowa sygnału wyjściowego z czujnika**. Kształt (postać) rejestrowanego sygnału zależy od rodzaju czujnika (indukcyjny – hallotronowy) oraz typu impulsatora, a dokładniej – od liczby i rozstawienia występów (zębów) oraz luk między występami. W wypadku **czujnika indukcyjnego** kształt sygnału rejestrowanego na oscyloskopie ma przebieg zbliżony do sinusoidy,

natomiast w wypadku **czujnika hallotronowego** – prostokątny o stałej amplitudzie. Sygnał wychodzący z obu czujników (rys. 6.15) powinien być okresowo powtarzalny: z czujników współpracujących z impulsatorami na wale korbowym – co jeden obrót wału, a z czujników współpracujących z nadajnikami umieszczonymi na wałku rozrządu – co jeden obrót wałku rozrządu (dwa obroty wału korbowego). W wypadku czujnika indukcyjnego obserwujemy wzrost amplitudy sygnału przy wzroście prędkości obracania się impulsatora.

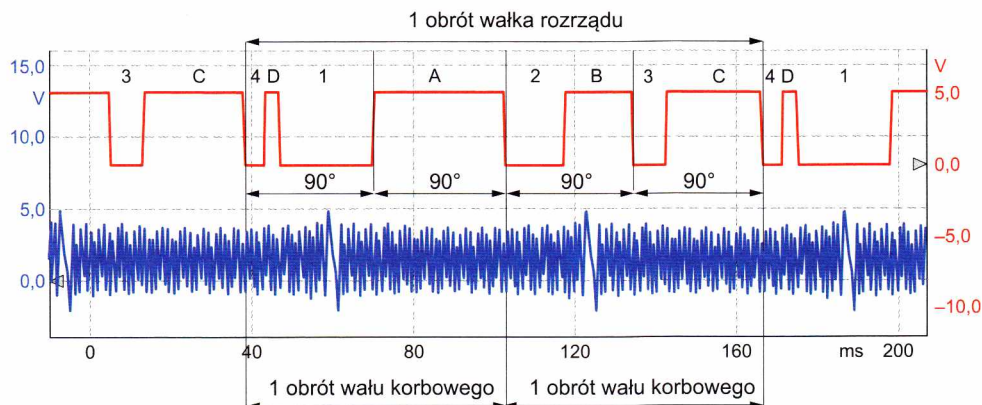
a)



b)



Rys. 6.14. Sposób pomiaru: a) rezystancji czujnika indukcyjnego, b) napięcia zasilania czujnika hallotronowego



Rys. 6.15. Sygnały z czujników pokazanych na rys. 6.13: indukcyjnego (przebieg dolny) i hallotronowego (przebieg górny) – zaznaczono tu okresy odpowiadające jednemu pełnemu obrotowi impulsatora, z którym dany czujnik współpracuje; cyfry nad przebiegiem prostokątnym oznaczają występy i luki impulsatora pokazanego na rys. 6.12b, współpracującego z czujnikiem hallotronowym

Rejestrowany sygnał z czujnika hallotronowego ma wartość ok. 5 V w czasie, gdy naprzeciwko czujnika znajduje się luka między występami prostokątnymi (oznaczona odpowiednio literami od A do D na rys. 6.12b), oraz wartość 0 V w czasie, gdy naprzeciwko czujnika przemieszcza się występ prostokątny impulsatora (oznaczony odpowiednio cyframi 1–4 na rys. 6.12b). Szerokości poszczególnych impulsów prostokątnych i odstępy między nimi są proporcjonalne do szerokości luk i występów impulsatora przedstawionego na rys. 6.12b.

Jest to pokazane na rys. 6.15 w postaci cyfr odpowiadających fragmentom impulsatora o tym samym oznaczeniu cyfrowym co na rysunku 6.12b.

6.3.3. Diagnostowanie przepływomierzy powietrza

Przepływomierz powietrza jest czujnikiem umożliwiającym uzyskanie informacji o wartości strumienia (masy) powietrza napływającego do cylindrów silnika. W nowoczesnych samochodach jest to podstawowy (oprócz prędkości obrotowej wału korbowego) sygnał wymagany przez sterownik do optymalizacji przebiegu pracy silnika (tj. sterowania różnego typu układami regulacji).

Dawniej stosowano przepływomierze z przesłoną spiętrzającą lub przepływomierze z drutowym elementem grzewczym. Obecnie powszechnie używane są przepływomierze termooanemometryczne z dwoma elementami pomiarowymi. Sygnał napięciowy na wyjściu tego przepływomierza coraz częściej ma postać cyfrową (o przebiegu prostokątnym), a informacja o wartości natężenia mierzonego strumienia powietrza zawarta jest w częstotliwości sygnału. Najnowsze odmiany przepływomierzy mają także czujniki temperatury, ciśnienia i wilgotności powietrza (czasem jeden, najczęściej temperatury, albo kilka z wymienionych), zwiększające dokładność określania masy powietrza docierającej do cylindrów silnika.

Diagnostowanie przepływomierza powietrza rozpoczynamy od jego identyfikacji. Korzystamy przy tym z informacji uzyskanych z programu do wspomagania diagnostowania. Dotyczą one:

- typu przepływomierza (np. z czujnikiem temperatury lub bez niego),
- liczby doprowadzonych napięć zasilających i ich wartości,
- rodzaju sygnału wyjściowego (np. napięcie stałe lub sygnał częstotliwościowy prostokątny) oraz jego wartości kontrolnych,
- schematu podłączenia elektrycznego przepływomierza.

Omówimy teraz diagnostowanie przepływomierzy termooanemometrycznych bez czujnika temperatury i z czujnikiem temperatury. Diagnostowanie przepływomierzy starszego typu (z przesłoną spiętrzającą lub „gorącym” drutem) wykonujemy analogicznie, z uwzględnieniem specyfiki budowy tych przepływomierzy, ich działania i sposobu podłączenia do sterownika.

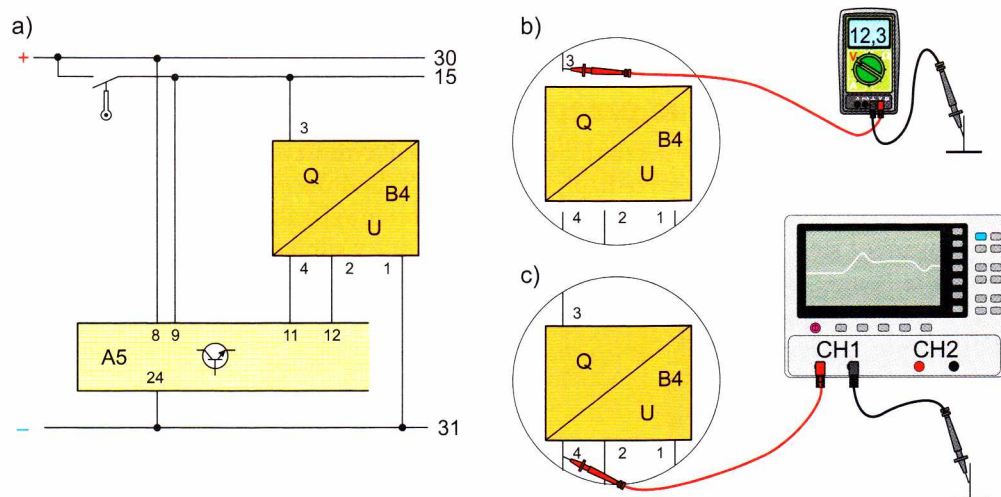
Ocena stanu technicznego przepływomierzy powietrza obejmuje:

- pomiar napięcia lub napięć zasilających (oddzielnie elementu grzejnego i układu elektronicznego przetwarzania sygnału);
- sprawdzenie zmiany sygnału wyjściowego przy zmianie prędkości obrotowej silnika oraz jego ocenę (wiarygodność wskazań) przez porównanie z wartościami kontrolnymi występującymi w określonych warunkach pracy silnika, podanymi przez producenta.

Przykładowe schematy podłączenia masowych przepływomierzy powietrza oraz sposób pomiaru pokazano na rys. 6.16 s. 150 (przepływomierz ze złączem 4-stykowym bez czujnika temperatury, z jednym napięciem zasilającym) oraz na rys. 6.17 s. 150 (przepływomierz ze złączem 5-stykowym z czujnikiem temperatury, z dwoma napięciami zasilającymi: 5 V – układ elektronicznej obróbki sygnału pomiarowego, 12 V – układ grzania).

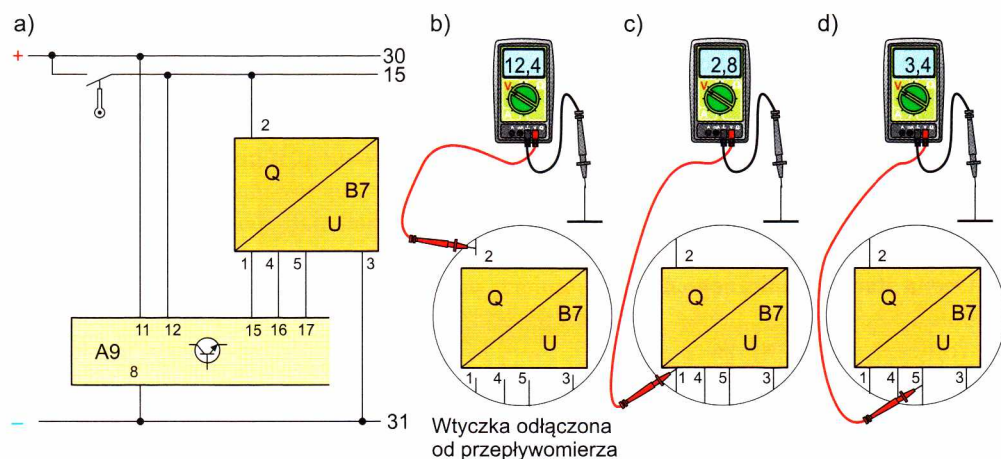
Pomiar napięć zasilających wykonujemy za pomocą miernika uniwersalnego na odpowiednich stykach złącza (3. na rys. 6.16a oraz 2. i 4. na rys. 6.17bc) od strony połączenia ze sterownikiem silnika, po odłączeniu wtyczki przewodów elektrycznych (silnik unieruchomiony, zapłon włączony).

Jeśli napięcie zasilania wynosi 0 V lub jego wartość jest mniejsza od wymaganej, oznacza to, że występuje przerwa w przewodach zasilających lub uszkodzony jest sterownik. Stan sterownika kontrolujemy, dokonując pomiaru napięcia zasilania bezpośrednio na jego stykach.



Rys. 6.16. Schemat podłączenia masowego przepływomierza powietrza bez czujnika temperatury (złącze 4-stykowe) do sterownika silnika (a) oraz sposób pomiaru napięcia zasilania (b) i sprawdzenie zmiany sygnału wyjściowego przy zmianie prędkości obrotowej silnika (c)

A5 – sterownik silnika, B4 – przepływomierz ze złączem 4-stykowym bez czujnika temperatury, 1 – styk masy zasilania, 2 – styk masy sygnału, 3 – styk napięcia zasilania (+12 V), 4 – styk sygnału wyjściowego



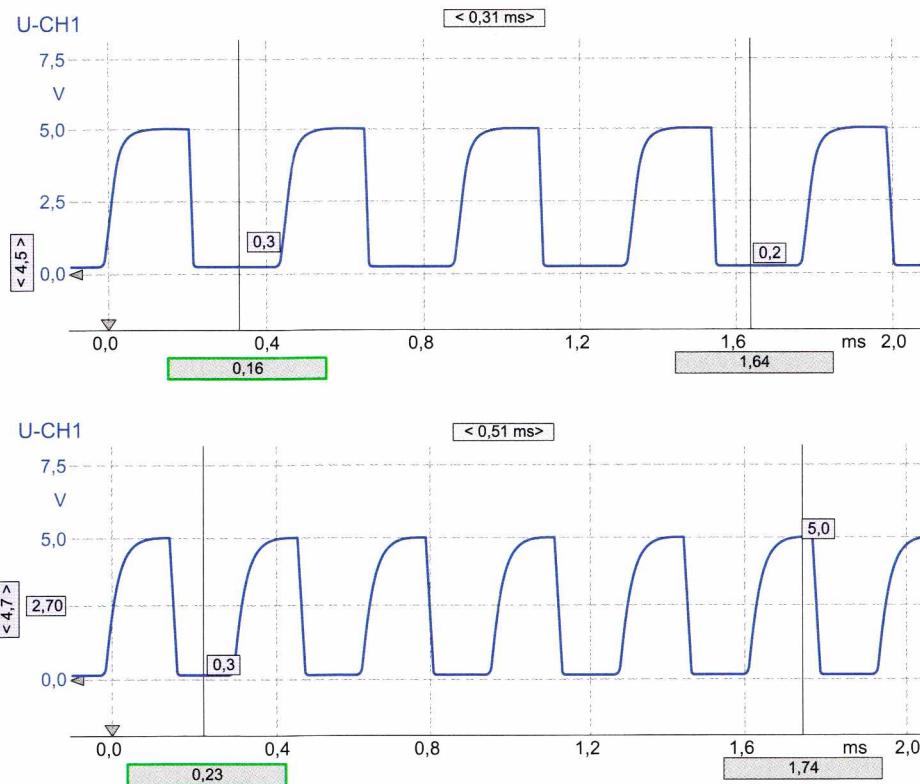
Rys. 6.17. Schemat podłączenia masowego przepływomierza powietrza z czujnikiem temperatury do sterownika silnika (a) oraz sposób pomiaru napięcia zasilania elementu grzejnego przepływomierza (b), sygnału wyjściowego z czujnika temperatury (c), sygnału wyjściowego z przepływomierza (d)

1 – styk sygnału z czujnika temperatury powietrza, 2 – styk napięcia zasilania (+12 V), 3 – styk masy przepływomierza, 4 – styk napięcia zasilania (+5 V), 5 – styk sygnału wyjściowego (napięciowego) z przepływomierza, A9 – sterownik silnika, B7 – przepływomierz ze złączem 5-stykowym z czujnikiem temperatury

Sygnał wyjściowy z przepływomierza mierzymy za pomocą multimetru uniwersalnego lub oscyloskopu w trzech stanach pracy przepływomierza:

- bezpośrednio po włączeniu zapłonu,
- po uruchomieniu silnika podczas jego pracy na biegu jałowym,
- podczas pracy silnika z podwyższoną (kontrolną) prędkością obrotową.

Dla przepływomierza z wyjściem napięciowym dodatnie przewody pomiarowe miernika (lub oscyloskopu) podłączamy do odpowiednich styków przepływomierza (styku 4. na rys. 6.16 oraz 5. na rys. 6.17) przy podłączonym złączu elektrycznym i mierzymy napięcie. Gdy mierzymy częstotliwość sygnału prostokątnego, na mierniku wybieramy odpowiednią funkcję tego pomiaru. Zmierzone wartości sygnału wyjściowego (napięcia stałego lub częstotliwości sygnału zbliżonego do prostokątnego) porównujemy z wartościami kontrolnymi, podanymi przez producenta (rys. 6.18). Jeżeli wartości te są zgodne, przepływomierz uznajemy za sprawny.



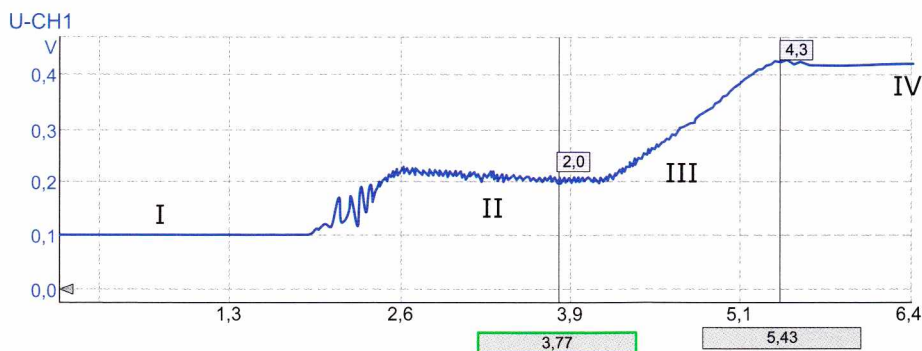
Rys. 6.18. Przebiegi sygnału z przepływomierza powietrza z wyjściem częstotliwościowym zarejestrowane podczas pracy silnika: a) na biegu jałowym, b) z prędkością obrotową ok. 3000 obr/min

Jeżeli nie znamy wartości kontrolnych, mierzymy napięcie lub rejestrujemy sygnał prostokątny w tych samych warunkach pracy przepływomierza i oceniamy ich zmianę wraz ze zmianą prędkości obrotowej silnika. Rejestrowany sygnał powinien podążać za zmianą tej prędkości – rys. 6.19. Nie możemy jednak ocenić poprawności wskazań przepływomierza i stwierdzić, czy jest w pełni sprawny.

Kontrolę czujnika temperatury powietrza zintegrowanego z przepływomierzem wykonujemy, mierząc:

- rezystancję czujnika temperatury między odpowiednimi stykami przepływomierza (1–3, rys. 6.17) po odłączeniu wtyczki przewodów elektrycznych,
- wartość sygnału wyjściowego (napięcia stałego).

Pomiaru rezystancji dokonujemy multimetrem, a **pomiaru sygnału wyjściowego** multimetrem lub oscyloskopem. Gdy przepływomierz jest podłączony do sterownika (według schematu przedstawionego na rys. 6.17), jeden przewód pomiarowy multimetru



Rys. 6.19. Zmiany sygnału z masowego przepływomierza powietrza zarejestrowane od stanu zatrzymania (I), przez wolne obroty (II), aż do pełnego otwarcia przepustnicy (IV)

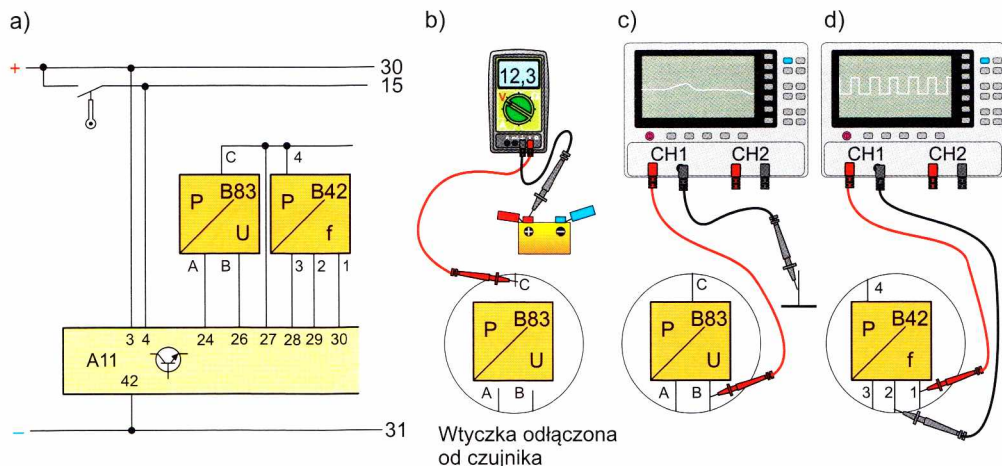
(oscylskopu) z sondą igłową podłączamy do styku 1. (rys. 6.17c) wtyczki przyłączonej do przepływomierza, a drugi do masy pojazdu. W obu wypadkach (pomiar rezystancji i rejestracja sygnału wyjściowego) uzyskane wyniki powinny być zgodne z wartościami kontrolnymi (wzorcowymi).

Najnowsze przepływomierze powietrza przekazują dane o natężeniu przepływu powietrza oraz jego temperaturze w postaci dwóch sygnałów cyfrowych. Sygnał o masie przepływającego powietrza jest zbliżony do prostokątnego o stałej amplitudzie 5 V i zmiennej częstotliwości rosnącej (lub malejącej, w zależności od typu przepływomierza) wraz ze wzrostem natężenia przepływu masy powietrza (rys. 6.18). Sygnał o jego temperaturze ma zazwyczaj stałą częstotliwość, a współczynnik wypełnienia zależny jest od temperatury powietrza. Przepływomierze tego rodzaju mają cztery styki – przewody łączące je ze sterownikiem: przewód zasilania, przewód masowy, przewód sygnału wyjściowego z czujnika masy powietrza oraz przewód sygnału wyjściowego z czujnika temperatury. Zakres i sposób diagnozowania takiego przepływomierza jest podobny do wcześniej opisanych i obejmuje sprawdzenie napięcia zasilania i połączenia z masą oraz kontrolę obu sygnałów wyjściowych. Rejestracji wartości sygnałów wyjściowych można dokonać wyłącznie multimetrem z funkcją pomiaru częstotliwości i współczynnika wypełnienia lub oscyloskopem. Przewody pomiarowe multimetru (oscylskopu) podłączamy następująco: dodatni do odpowiedniego styku sygnałowego wtyczki przyłączonej do przepływomierza, a ujemny do styku masowego przepływomierza. Pomiar rezystancji czujnika temperatury takiego przepływomierza jest niemożliwy.

6.3.4. Diagnozowanie czujników ciśnienia powietrza

Czujniki ciśnienia powietrza (np. w kolektorze dolotowym, ciśnienia doładowania) są zazwyczaj czujnikami tensometrycznymi. Większość czujników ciśnienia powietrza ma trzy styki (przewody), a sygnałem wyjściowym jest napięcie. W niektórych samochodach stosowane są czujniki z wyjściem częstotliwościowym, połączone ze sterownikiem czterema przewodami. Ich sygnał wyjściowy ma postać sygnału prostokątnego o stałej amplitudzie i zmiennej częstotliwości. W silnikach z doładowaniem stosowane są zintegrowane czujniki ciśnienia i temperatury powietrza (ciśnienia doładowania). Mają one cztery przewody, tak jak czujniki ciśnienia z wyjściem częstotliwościowym.

Schemat podłączenia do sterownika czujnika ciśnienia z wyjściem napięciowym (trójprzewodowego) oraz czujnika ciśnienia z wyjściem częstotliwościowym (czteroprzewodowego) pokazano na rysunku 6.20.



Rys. 6.20. Schemat podłączenia do sterownika silnika czujnika ciśnienia powietrza z wyjściem napięciowym (B83) oraz wyjściem częstotliwościowym (B42)

A i 3 – styki napięcia zasilania +5 V, B – sygnał wyjściowy, C i 4 – styki masy czujnika, 1 i 2 – styki sygnału wyjściowego (częstotliwościowego), A11 – sterownik silnika

Diagnozowanie czujników ciśnienia powietrza obejmuje:

- pomiar napięcia zasilania,
- sprawdzenie połączenia czujnika z masą pojazdu,
- sprawdzenie wiarygodności wskazań czujnika.

Kontroli napięcia zasilania i połączenia z masą pojazdu dokonujemy multimetrem.

Pomiar napięcia zasilania przeprowadzamy następująco:

- 1) odłączamy wtyczkę od czujnika;
- 2) do odpowiedniego styku wtyczki (A w czujniku B83 oraz 3. w czujniku B42 – rys. 6.20a) przykładamy przewód dodatni multimetru, a przewód ujemny podłączamy do masy pojazdu;
- 3) po włączeniu zapłonu mierzymy wartość napięcia zasilania. Powinna ona być zgodna z wartością kontrolną (+5 V). Jeżeli tak nie jest, mierzymy napięcie bezpośrednio na odpowiednich stykach sterownika (24. i 28.). Gdy tak zmierzone napięcie zasilania czujnika jest prawidłowe, wskazuje to na nieciągłość przewodu elektrycznego łączącego sterownik z czujnikiem. Jeżeli brak jest napięcia lub jego wartość jest nieprawidłowa, świadczy to o uszkodzeniu sterownika.

Następny etap to **sprawdzenie połączenia czujnika z masą pojazdu**. Jeden przewód multimetru podłączamy do odpowiedniego styku wtyczki odłączonej od czujnika (C w czujniku B83 – rys. 6.20b oraz 4 w czujniku B42), a drugi do zacisku dodatniego akumulatora. Zmierzona wartość napięcia powinna być zbliżona do napięcia akumulatora. Jeżeli brak jest napięcia, wskazuje to na nieciągłość przewodu lub uszkodzenie sterownika.

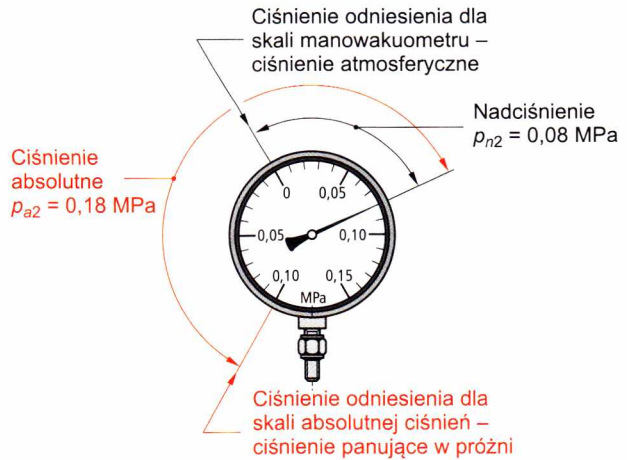
Oceny **wiarygodności wskazań czujnika** dokonujemy, porównując wartości napięcia (lub częstotliwości w czujniku z wyjściem częstotliwościowym) sygnału wyjściowego z wartościami kontrolnymi, przy różnych wartościach ciśnienia powietrza. Zmianę ciśnienia w kolektorze dolotowym uzyskujemy za pomocą pompki podciśnienia (rys. 6.21 s. 154).

Po podłączeniu pompki do króćca pomiaru ciśnienia czujnika nastawiamy różne wartości ciśnienia. Jeśli dotyczy to czujnika mierzącego ciśnienie w kolektorze dolotowym silnika niedoładowanego, zmieniamy wartość podciśnienia w zakresie od 0 MPa (ciśnienie

a)



b)

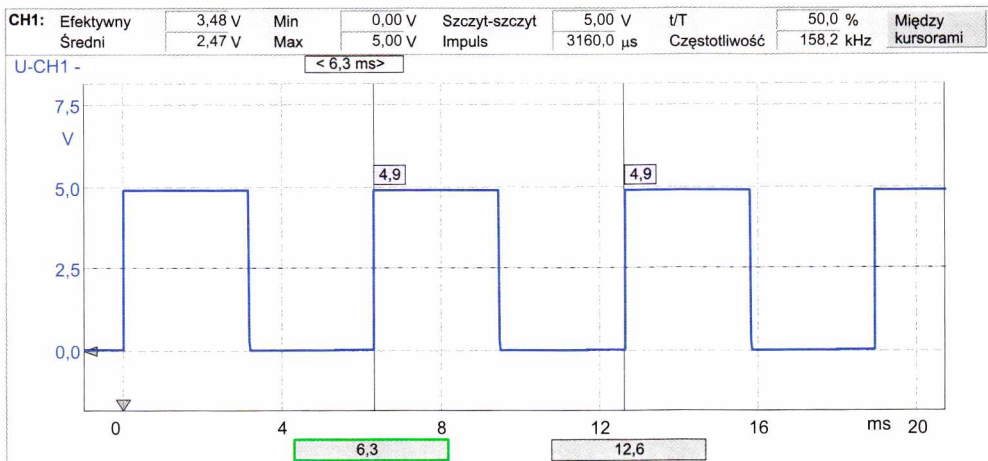


Rys. 6.21. Sprawdzanie czujnika ciśnienia powietrza za pomocą pompki podciśnienia/nadciśnienia i miernika (a) oraz interpretacja wskazań manowakuometru pompki (b)

atmosferyczne) do 0,06 MPa (0,6 bara poniżej ciśnienia atmosferycznego). Otrzymaną w ten sposób charakterystykę napięciową czujnika porównujemy z charakterystyką nominalną, podaną przez producenta – powinny one być zgodne.

Podobnie sprawdzamy czujnik ciśnienia w kolektorze dolotowym z wyjściem częstotliwościowym. Do pomiaru częstotliwości sygnału wyjściowego z czujnika używamy oscyloskopu lub miernika uniwersalnego z odpowiednią funkcją pomiarową. Sondę pomiarową oscyloskopu przyłączamy do przewodów sygnału wyjściowego z czujnika (odpowiednio styki 1. i 2. na rys. 6.20d). Analogicznie podłączamy końcówki pomiarowe miernika uniwersalnego z funkcją pomiaru częstotliwości sygnału prostokątnego.

Częstotliwość sygnału wyjściowego (rys. 6.22), odpowiadająca wywołanej zmianie wartości ciśnienia w kolektorze dolotowym, powinna być zgodna z wartościami kontrolnymi.



Rys. 6.22. Sygnał z czujnika ciśnienia (częstotliwość ≈ 160 kHz)

Taki sposób oceny poprawności wskazań czujnika nie zawsze jest możliwy, dlatego najczęściej porównania wartości sygnału wyjściowego czujnika z wartościami kontrolnymi dokonujemy w określonych warunkach pracy silnika, podobnie jak w wypadku kontroli przepływomierza powietrza.

Sygnał wyjściowy z czujnika sprawdzamy:

- po włączeniu zapłonu,
- podczas pracy silnika z prędkością biegu jałowego,
- podczas pracy silnika z podwyższoną prędkością obrotową.

Zmierzone wartości powinny być zgodne z kontrolnymi.

6.3.5. Diagnostowanie czujników temperatury

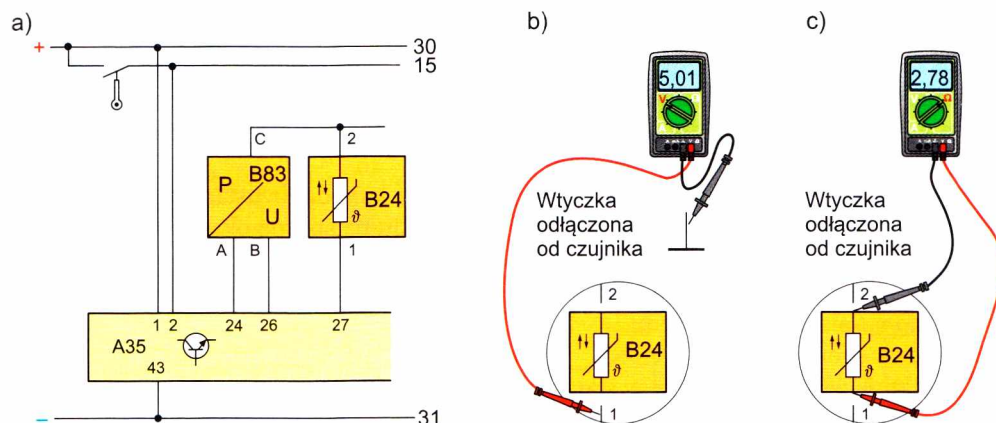
Czujniki temperatury (powietrza, płynu chłodzącego, oleju, paliwa czy spalin) są czujnikami rezystancyjnymi typu NTC (ang. *Negative Temperature Coefficient*) lub PTC (ang. *Positive Temperature Coefficient*). Zmiana temperatury mierzonego medium powoduje zmianę rezystancji czujnika, a tym samym zmianę wartości napięcia na czujniku (spadek dla czujnika typu NTC, wzrost dla czujnika typu PTC). Rezystancyjny element pomiarowy czujnika stanowi element obwodu dzielnika napięcia (patrz p. 6.2). Zakres pomiarowy czujnika zależy od rodzaju mierzonego medium. Przykładowo, czujniki temperatury płynu chłodzącego mierzą wartość temperatury w zakresie od -40°C do $+130^{\circ}\text{C}$, a czujniki temperatury spalin nawet do 1000°C .

Diagnostowanie czujnika temperatury obejmuje:

- sprawdzenie napięcia zasilania czujnika,
- sprawdzenie ciągłości przewodów łączących czujnik ze sterownikiem,
- ocenę wartości sygnału wyjściowego (rezystancji) czujnika.

Schemat elektrycznego podłączenia czujnika temperatury (na przykładzie czujnika temperatury płynu chłodzącego B24) pokazano na rysunku 6.23a.

Napięcie zasilania czujnika mierzymy przy włączonym zapłonie. Dodatni przewód pomiarowy multimetru przykładamy do styku 1. wtyczki odłączonej od czujnika (rys. 6.23b), a przewód ujemny – do masy pojazdu (silnika). Zmierzona wartość napięcia powinna być



Rys. 6.23. Przykładowy schemat podłączenia czujnika temperatury płynu chłodzącego do sterownika silnika (a) oraz sposób pomiaru napięcia zasilania czujnika (b) i rezystancji czujnika (c)
A35 – sterownik silnika, B24 – czujnik temperatury płynu chłodzącego, 1 – styk zasilania (sygnał wyjściowy) czujnika, 2 – styk masy czujnika

zgodna z wartością kontrolną (zazwyczaj +5 V). **Nie można mierzyć napięcia, gdy wtyczka jest podłączona do czujnika**, ponieważ jego spadek wskazany przez multimetr będzie wówczas wynikał z „podziału” między rezystor umieszczony w sterowniku i rezystor pomiarowy czujnika temperatury.

Jeżeli zmierzona wartość napięcia wynosi 0 V, należy sprawdzić ciągłość przewodu zasilającego, łączącego czujnik ze sterownikiem, lub wartość napięcia zasilania bezpośrednio na odpowiednim styku sterownika.

Pomiaru rezystancji czujnika dokonujemy, gdy wtyczka jest odłączona od czujnika. Przewody pomiarowe miernika uniwersalnego przykładamy do styków 2. i 1. złącza czujnika (rys. 6.23c). Zmierzona wartość rezystancji powinna być zgodna z wartością kontrolną podaną w danych warsztatowych (w różnych temperaturach mierzonego medium).

Wiarygodność wskazań czujnika oceniamy za pomocą pirometru lub sondy temperaturowej miernika z funkcją pomiaru temperatury (patrz rys. 3.12c s. 59). Bezpośredni pomiar (np. w wypadku płynu chłodzącego) nie jest możliwy, dlatego przykładamy sondę pomiarową do obudowy czujnika możliwie blisko miejsca jego montażu (wkręcenia) lub mierzymy temperaturę zewnętrznej powierzchni elementu, w którym jest umieszczony czujnik, w pobliżu miejsca jego montażu.

Oceny wiarygodności wskazań czujnika możemy również dokonać przez porównanie wartości temperatury, wskazywanej przez czujnik lub odczytanej za pomocą testera diagnostycznego, z wartością zmierzoną multimetrem lub pirometrem. Zbyt duża różnica wskazuje na zmianę charakterystyki działania czujnika, która jest przyczyną jego błędnych wskazań. Taki czujnik należy wymienić. Tego rodzaju niesprawność, np. czujnika temperatury płynu chłodzącego, nie jest wykrywana przez system autodiagnostyki i nie zostaje określona za pomocą kodu usterki, ponieważ wskazywana przez czujnik wartość mieści się w zakresie temperatur prawdopodobnych. Defekty tego rodzaju są szczególnie trudne do zidentyfikowania.

6.3.6. Diagnostowanie sond lambda (czujników tlenu)

Zarówno w silnikach o zapłonie iskrowym, jak i w silnikach o zapłonie samoczynnym stosuje się sondy lambda, zwane inaczej czujnikami tlenu. Mierzą one zawartość tlenu w spalinach. W silnikach o zapłonie iskrowym sygnał z sond lambda (przede wszystkim z sondy przed katalizatorem) wykorzystywany jest jako sygnał korekcyjny przy optymalizacji dawki paliwa koniecznej do uzyskania odpowiedniej wartości współczynnika składu mieszanki, natomiast w silnikach o zapłonie samoczynnym – służy do regulacji ilości recyrkulowanych spalin. Jest również uwzględniany podczas określania wielkości dotrysku paliwa, niezbędnego do regeneracji filtra cząstek stałych.

W zależności od przeznaczenia rozróżniamy sondy lambda dwustanowe i szerokopasmowe. Wśród **sond lambda dwustanowych**, ze względu na sposób określania zawartości tlenu w spalinach, wyodrębniamy dwie grupy – są to sondy:

- cyrkonowe – działające na zasadzie galwanicznego ogniwa z elektrolitem stałym, służącym do pomiaru stężenia tlenu,
- tytanowe – rezystancyjne.

Te ostatnie występują jedynie w starszych samochodach. Wszystkie stosowane obecnie sondy pomiarowe mają uzwojenie grzewcze, służące do szybkiego rozgrzania i stabilizacji temperatury pracy sondy w optymalnym zakresie (500–550°C).

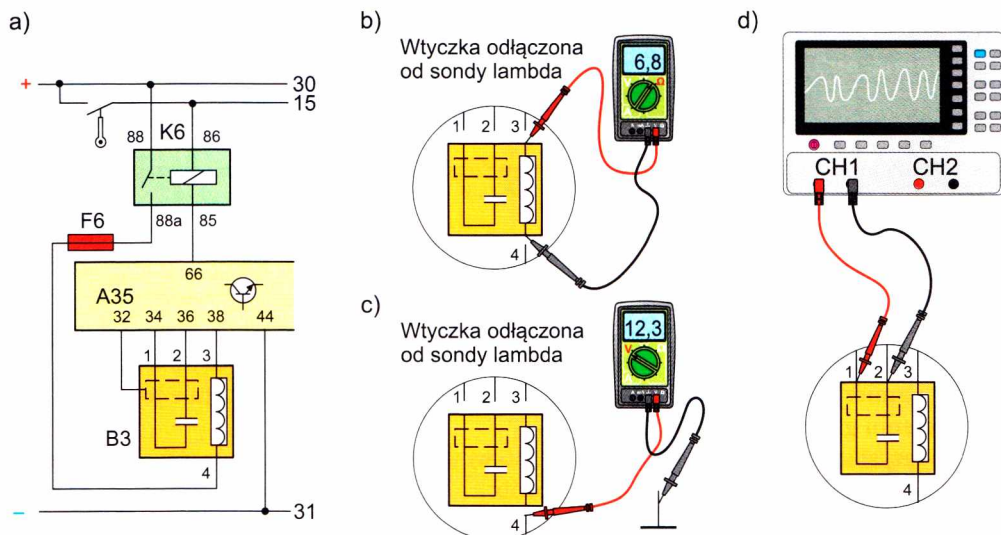
Sondy lambda, tak samo jak inne czujniki silnika, są objęte nadzorem systemu diagnostyki pokładowej. Podstawę do kontroli działania sondy stanowią kody usterek. Innymi objawami nieprawidłowego stanu technicznego sondy są:

- mała moc silnika,
- zwiększone zużycie paliwa,
- zwiększona emisja toksycznych składników spalin,
- duże wartości korekcyjnego wtrysku paliwa, możliwe do odczytania z systemu diagnostyki pokładowej.

Zakres diagnozowania sond lambda jest zależny od rodzaju sondy – dwustanowej lub szerokopasmowej. Najwięcej informacji o stanie sondy można uzyskać za pomocą testera z systemu diagnostyki pokładowej samochodu (rys. 6.24). Dwustanowe sondy lambda są sondami trójprzewodowymi (rozwiązania starsze) lub czteroprzewodowymi (rys. 6.25).

Parametry					
Stero...	Nazwa	Min	Wartość	Min	Jednostka
11	B1-S1 Napięcie progowe...	---	0,445	---	V
11	B1-S1 Napięcie progowe...	---	0,445	---	V
11	B1-S1 Minimalne napięcie sondy dla...	0,000	0,000	0,400	V
11	B1-S1 Maksymalne napięcie sondy...	0,500	0,880	1,050	V
11	B1-S1 Czas pomiędzy	0,000	0,280	3,000	s
11	B1-S1 Opis testu producenta	0,000	0,560	1,400	s
11	B1-S2 Napięcie progowe...	---	0,605	---	V
11	B1-S2 Napięcie progowe...	---	0,605	---	V
11	B1-S2 Minimalne napięcie sondy dla...	0,000	0,200	0,400	V
11	B1-S2 Maksymalne napięcie sondy...	0,700	0,700	1,050	V

Rys. 6.24. Wartości parametrów bieżących sond lambda umieszczonych przed katalizatorem (B1-S1) i za nim (B1-S2) oraz wartości kontrolne tych sond odczytane z systemu diagnostyki pokładowej



Rys. 6.25. Przykładowy schemat podłączenia czteroprzewodowej sondy lambda do sterownika silnika (a) oraz sposoby pomiaru: rezystancji uzwojenia grzewczego (b), napięcia zasilania uzwojenia grzewczego sondy (c) oraz sygnału wyjściowego z sondy za pomocą oscyloskopu (d)

1 i 2 – styki sygnału wyjściowego z sondy lambda, 3 – styk masy uzwojenia grzewczego sondy, 4 – styk zasilania uzwojenia grzewczego

Diagnozowanie dwustanowej sondy lambda obejmuje:

- kontrolę organoleptyczną,
- diagnozowanie metodą przyrządową.

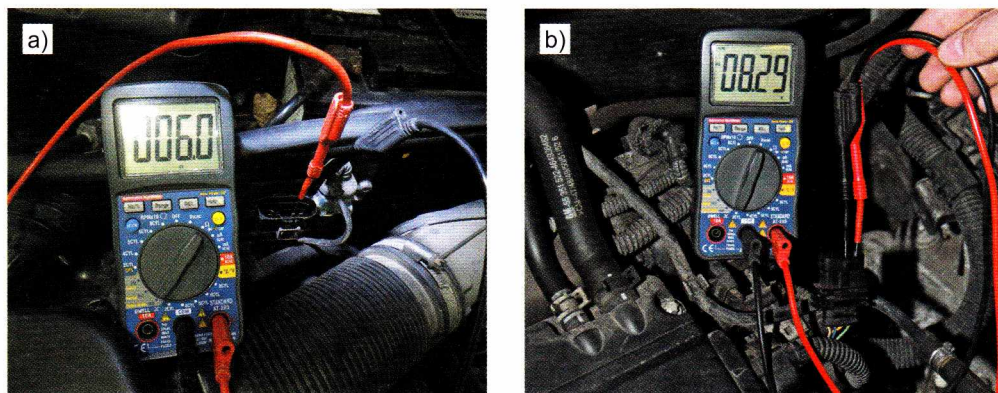
Podczas **kontroli organoleptycznej** dokładnie oglądamy czujnik, aby wykryć uszkodzenia mechaniczne przewodów sondy oraz wykluczyć słaby kontakt elektryczny styków w złączu elektrycznym sondy (brak nalotów, korozji, wilgoci itp.).

Diagnozowanie metodą przyrządową obejmuje sprawdzenie:

- rezystancji uzwojenia grzewczego sondy,
- działania układu regulacji ogrzewania sondy,
- sygnału wyjściowego z sondy.

Zakres i kolejność wykonywanych pomiarów zależą od wskazań systemu diagnostyki pokładowej – od tego, czy kod wskazuje niesprawność w obwodzie uzwojenia grzewczego, czy też dotyczy działania całej sondy. Kontrolę za pomocą przyrządów rozpoczynamy od **sprawdzenia działania obwodu podgrzewania** sondy.

Aby **zmierzyć rezystancję uzwojenia grzewczego sondy**, odłączamy ich złącza wtykowe i podłączamy końcówki pomiarowe miernika uniwersalnego do odpowiednich styków (rys. 6.26a). W przypadku sondy pokazanej na rys. 6.25b są to styki 3. i 4.



Rys. 6.26. Pomiary: a) rezystancji uzwojenia grzewczego sondy lambda, b) napięcia zasilania uzwojenia grzewczego

Zmierzona wartość rezystancji powinna być zgodna z danymi kontrolnymi podanymi przez producenta (zazwyczaj jest to od 2 do 10 Ω). Ponieważ rezystory stosowane do uzwojeń grzewczych czujników tlenu są rezystorami PTC, pomiar rezystancji wykonujemy, gdy czujnik jest zimny (rozgrzanie rezystora powoduje wzrost rezystancji uzwojenia).

Jeżeli zmierzona wartość rezystancji dąży do nieskończoności, wskazuje to na przerwę w uzwojeniu grzewczym sondy.

Jeśli rezystancja sondy jest prawidłowa, sprawdzamy **napięcie zasilania uzwojenia grzewczego sondy**. Robimy to w następujący sposób:

- 1) odłączamy wtyczkę od sondy;
- 2) jeden przewód pomiarowy multimetru podłączamy do odpowiedniego styku wtyczki (styk 4. na rys. 6.25c), a drugi do masy pojazdu (rys. 6.26b);
- 3) jeżeli zasilanie uzwojenia grzewczego sondy następuje przez przełącznik (dla rozwiązania pokazanego na rys. 6.25a, przez przełącznik K6), pomiaru dokonujemy po uruchomieniu silnika;

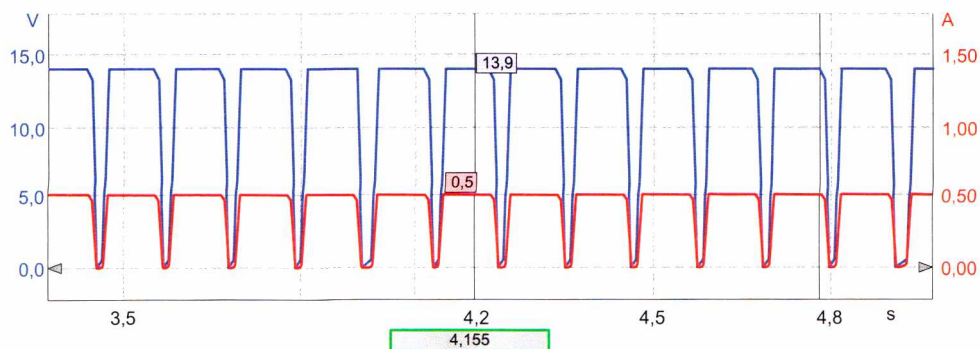
4) jeżeli tranzystor sterujący załączaniem zasilania uzwojenia grzewczego sondy znajduje się w sterowniku, do pomiaru napięcia zasilania wystarczy włączenie zapłonu.

Zmierzona wartość napięcia powinna być zbliżona do napięcia akumulatora. Jeżeli wynosi ona 0 V, sprawdzamy ciągłość obwodu elektrycznego zgodnie ze schematem (w połączeniu pokazanym na rys. 6.25a sprawdzamy również działanie przekaźnika K6 i ciągłość obwodu jego sterowania).

Producenci pojazdów stosują różne sposoby zasilania elementu grzewczego. W pojazdach starszej generacji było to stałe zasilanie uzwojenia grzewczego sondy. Obecnie standardowym rozwiązaniem jest zasilanie impulsowe. Umożliwia ono stabilizację temperatury sondy w optymalnym zakresie oraz zmniejsza ilość pobieranej energii elektrycznej. Układ z zasilaniem impulsowym dostarcza do sondy ciepło wtedy, gdy jest na nie zapotrzebowanie. Informacją przekazywaną do jednostki centralnej jest rezystancja uzwojeń grzewczych, mierzona okresowo przez sterownik silnika. Pomiar ten jest dokonywany pośrednio przez pomiar spadku napięcia na rezystorze umieszczonym w sterowniku silnika, połączonym szeregowo z uzwojeniem grzewczym sondy. Na tej podstawie sterownik silnika określa temperaturę pracy sondy lambda oraz konieczność jej podgrzania (tj. włączenia zasilania uzwojenia grzewczego).

Ostateczną kontrolę działania obwodu zasilania uzwojenia grzewczego wykonujemy oscyloskopem. Przewód dodatni oscyloskopu podłączamy do styku 3. uzwojenia grzewczego sondy od strony sterownika silnika oraz do masy pojazdu. Przy uruchomionym silniku rejestrujemy sygnał prostokątny (prawidłowy – linia niebieska na rys. 6.27), którego parametry, np. wielkość wypełnienia, mogą ulegać zmianie.

Szybką **kontrolę działania uzwojenia grzewczego sondy** możemy przeprowadzić, **mierząc za pomocą sondy hallotronowej wartość natężenia prądu pobieranego przez uzwojenie grzewcze sondy**. Zaciskami pomiarowymi sondy obejmujemy wybrany przewód (tylko jeden), podłączony do uzwojenia grzewczego sondy. Przy zasilaniu impulsowym sondy powinniśmy zarejestrować przebieg o postaci zbliżonej do pokazanego na rysunku 6.27 (linia czerwona).

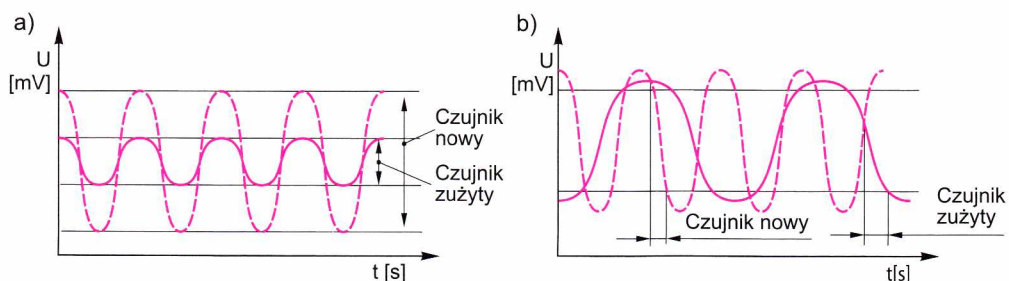


Rys. 6.27. Przebiegi napięcia (linia niebieska) i natężenia prądu (linia czerwona) zasilającego uzwojenie grzewcze sondy lambda

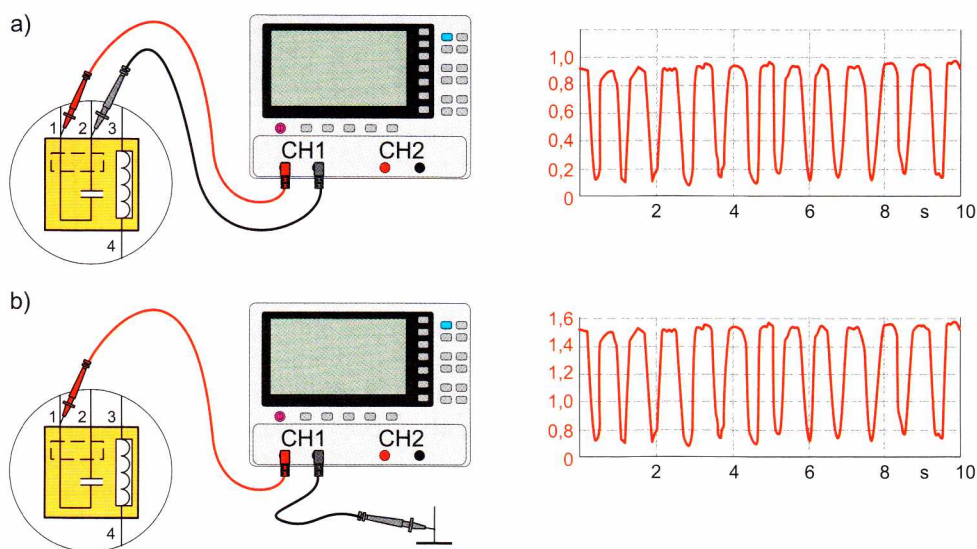
Podstawowym pomiarem przeprowadzanym podczas kontroli sond lambda jest **pomiar zmian generowanego przez nie napięcia**. Wykonujemy go za pomocą testera diagnostycznego (najlepiej z graficznym sposobem przedstawiania wartości parametrów bieżących), oscyloskopu lub specjalnych testerów diodowych przeznaczonych do oceny działania sond lambda.

Przewody pomiarowe oscyloskopu podłączamy do obu styków sondy czteroprzewodowej (styki 1. i 2. na rys. 6.25d) lub do styku elementu pomiarowego sondy i masy pojazdu (sondy trójprzewodowe).

Pomiaru dokonujemy, gdy silnik jest rozgrzany (temperatura płynu chłodzącego musi wynosić minimum 50–60°C), podczas pracy silnika z prędkością podwyższoną do ok. 2000–2500 obr/min. Jeżeli sonda jest w dobrym stanie technicznym, napięcie powinno się zmieniać w granicach od 0,1 V (mieszanka uboga) do 0,9 V (mieszanka bogata). Im mniejsza amplituda zmian napięcia, tym gorszy stan sondy. Częstotliwość zmiany stanu (napięcia niskie–wysokie) powinna być jak największa (minimalna to 1 Hz, czyli zmiana stanu raz na sekundę). Im większa częstotliwość, w tym lepszym stanie technicznym jest sonda (rys. 6.28).



Rys. 6.28. Sygnały napięciowe sondy lambda ilustrujące pogorszenie jej stanu: a) sygnał o zbyt małej amplitudzie napięcia, b) sygnał z sondy o spowolnionej reakcji (linią przerywaną pokazano sygnał sprawnej /nowej sondy)



Rys. 6.29. Pomiar za pomocą oscyloskopu sygnału sondy lambda z przesuniętym sygnałem odniesienia: a) sygnał mierzony względem przesuniętego potencjału odniesienia, b) sygnał mierzony względem masy pojazdu

Jeśli **sonda ma przesunięty potencjał odniesienia** (np. o 0,7 V), czyli generowany przez nią sygnał podany jest do wejścia sterownika o napięciu 0,7 V, to gdy podłączymy ją jedną końcówką do przewodu sygnałowego czujnika tlenu, a drugą do masy samochodu, na ekranie oscyloskopu pokaże się taki obraz jak na rys. 6.29b. Jeżeli obie końcówki pomiarowe oscyloskopu podłączymy do styków pomiarowych sprawnej sondy, uzyskamy przebieg pokazany na rysunku 6.29a.

Kontrolę działania sondy możemy również przeprowadzić za pomocą **testera sond lambda**, który podłączamy równoległe do jej styków. W przypadku sondy trójprzewodowej jedną końcówkę pomiarową testera podłączamy do przewodu sygnałowego sondy, a drugą do masy pojazdu. Gdy mamy do czynienia z sondą czteroprzewodową, obie końcówki pomiarowe testera przyłączamy do styków pomiarowych sondy (dla sondy pokazanej na rys. 6.25a są to styki 1. i 2.). Podczas pracy silnika z podwyższoną prędkością obrotową obserwujemy zmianę sygnału sondy na wskaźniku diodowym testera. W trakcie pomiaru oceniamy zakres zmian napięcia i częstotliwość zmian stanu między jego skrajnymi wartościami.

Niektóre testery sond lambda umożliwiają również sprawdzenie reakcji układu dawkowania paliwa na zmianę składu mieszanki. Polega to na podaniu do sterownika silnika, za pomocą testera, symulowanej informacji o stałym (w czasie symulacji) składzie mieszanki. Jeśli ta informacja będzie dotyczyła mieszanki bogatej (symulacja przez podanie napięcia ok. 0,8 V), sterownik powinien ją zubożyć (stwierdzamy to, mierząc czas otwarcia wtryskiwaczy). Odwrotnie dzieje się, gdy do sterownika dociera informacja o mieszance ubogiej (napięcie ok. 0,2 V).

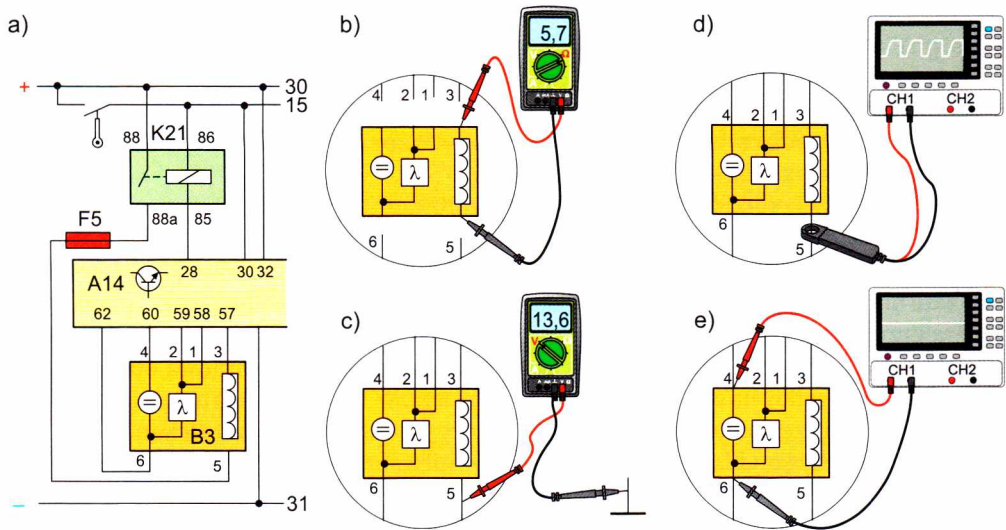
Kontrolę działania sondy możemy także przeprowadzić podczas przyspieszania silnika, po szybkim naciśnięciu pedału gazu. Sterownik silnika powinien wtedy zareagować chwilowym wzbogaceniem dawki paliwa, a sygnał sondy lambda powinien być stale wysoki (jak w przypadku mieszanki bogatej).

Dwustanowe tytanowe sondy lambda diagnozujemy tak samo jak dwustanowe sondy cyrkonowe. Z powodu innej zasady działania (wykorzystującej zmianę rezystancji elementu pomiarowego sondy w zależności od zawartości tlenu w spalinach) sonda tytanowa potrzebuje zasilania (najczęściej napięciem 5 V, niekiedy 12 V). Wymaga to sprawdzenia napięcia zasilania w podobny sposób jak napięcia zasilania uzwojenia grzewczego sondy. Sondy tytanowe zawsze mają uzwojenie grzewcze, mają więc trzy lub cztery przewody łączące je ze sterownikiem i instalacją pokładową samochodu. Sygnał napięciowy z sondy tytanowej rejestrujemy podobnie jak w sondzie cyrkonowej o tej samej liczbie przewodów. Zakres zmiany sygnału napięciowego z sondy lambda wynosi 0,1–0,9 V lub 0,2–4,5 V. Rezystancja uzwojenia grzewczego sond tytanowych jest zazwyczaj nieco większa niż sond cyrkonowych i wynosi (w temperaturze ok. 20°C) kilkanaście omów.

Odmianą sond lambda są **sondy szerokopasmowe**. Umożliwiają one określenie bieżącej wartości współczynnika λ w szerokim zakresie jego zmian (0,7–3 i więcej). Sondy szerokopasmowe mają uzwojenie grzewcze i sześcioprzewodowe lub pięcioprzewodowe połączenie ze sterownikiem silnika (rys. 6.30 s. 162).

Konstrukcyjnie są one znacznie bardziej złożone niż dwustanowe (cyrkonowe i tytanowe). W zależności od konstrukcji takiej sondy sygnałem pomiarowym może być natężenie tzw. prądu pompowania (koniecznego do uzyskania w szczelinie dyfuzyjnej sondy stanu odpowiadającego składowi stechiometrycznemu mieszanki) bądź odpowiadający mu spadek napięcia na rezystorze w czujniku.

Sondy szerokopasmowe nadzoruje odpowiedni monitor diagnostyczny systemu EOBD. Sygnał z sondy jest porównywany z wartościami odniesienia dostarczonymi z innych czujników i na tej podstawie zostaje obliczony skład mieszanki. Jeśli w określonych warunkach



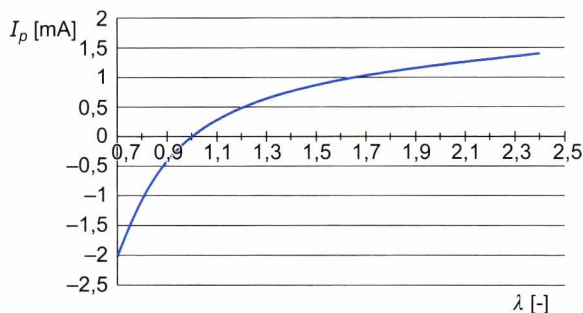
Rys. 6.30. Schemat podłączenia sześcioprzewodowej szerokokopasmej sondy lambda do sterownika silnika (a) oraz sposoby pomiaru: rezystancji uzwojenia grzewczego (b), zasilania uzwojenia grzewczego (c), natężenia prądu grzania sondy (d), napięcia sygnału referencyjnego sondy na ogniwie Nernsta (e)

1 – styk rezystora kalibracyjnego, 2 – styk elektrody zewnętrznej pompy tlenu, 3 – masa uzwojenia grzewczego, 4 – styk elektrody dodatniej ogniwa Nernsta, 5 – zasilanie uzwojenia grzewczego sondy, 6 – styk elektrody wewnętrznej pompy tlenu i elektrody ujemnej ogniwa Nernsta

pomiarowych sygnał z sondy nie mieści się w zakresie obliczonym na podstawie wartości parametrów odniesienia, oznacza to, że sonda jest niesprawna. Nadzorowany jest również obwód elektrycznego ogrzewania czujnika.

Sondę szerokopasmową oceniamy przede wszystkim na podstawie wskazań systemu diagnostyki pokładowej (brak kodów usterek wskazujących na uszkodzenie sondy).

Najlepszą **metodą przyrządową** jest obserwacja wskazań czujnika na diagnostyce. Silnik podczas pomiarów musi być rozgrzany do temperatury eksploatacyjnej. Najczęściej diagnostyk pokazuje wartość bieżącą natężenia prądu pompy tlenu sondy. Jeżeli ta wartość jest ujemna, wskazuje to na mieszankę bogatą ($\lambda < 1$), a gdy jest dodatnia, świadczy o mieszance ubogiej ($\lambda > 1$) – rys. 6.31. Im wyższa wartość natężenia prądu, tym większy współczynnik składu mieszanki.



Rys. 6.31. Typowe wartości prądu pompowania I_p sondy szerokopasmej w funkcji współczynnika składu mieszanki – λ

Podczas pomiarów wykonywanych testerem możliwe jest sprawdzenie działania sondy przy gwałtownym naciśnięciu pedału przyspieszenia. Wartość natężenia prądu podczas pracy silnika z dużą prędkością obrotową powinna być ujemna (mieszanka bogata), a po zwolnieniu naciśnięcia na pedał przyspieszenia – dodatnia (mieszanka uboga).

Sprawdzanie działania uzwojenia grzewczego szerokopasmowej sondy lambda odbywa się w taki sam sposób jak sprawdzanie uzwojenia grzewczego sond dwustanowych. Typowe wartości rezystancji wynoszą od 2 do 12 Ω .

W sondach szerokopasmowych stosowane jest zawsze impulsowe zasilanie uzwojenia grzewczego. **Oscyloskopowa kontrola zasilania uzwojenia grzewczego** polega na pomiarze napięciowego sygnału sterującego (powinien on mieć postać sygnału prostokątnego o zmiennej wartości współczynnika wypełnienia) lub pomiarze natężenia prądu grzania (rys. 6.27).

Pomiary oscyloskopowe sygnału wyjściowego z sondy szerokopasmowej są niemożliwe, ponieważ sygnał na wyjściu z sondy szerokopasmowej ma charakter prądowy. Możemy jedynie zmierzyć oscyloskopem lub multimetrem napięcie sygnału referencyjnego sondy (na ogniwie Nernsta) – powinno ono być stałe w czasie i wynosić ok. 0,45 V (rys. 6.32). Jeżeli sonda jest podłączona według schematu pokazanego na rys. 6.30a, pomiaru dokonujemy między stykami 4. (dodatnia końcówka pomiarowa oscyloskopu) i 6. (ujemna końcówka pomiarowa oscyloskopu) – patrz rys. 6.30e.

W układach EOBD stosowane są dwie sondy lambda – przed katalizatorem i za nim. Sonda lambda za katalizatorem pełni funkcję czujnika korekcyjnego, służącego do uwzględnienia procesu starzenia się (zmiany charakterystyki działania) sondy umieszczonej przed katalizatorem w procesie regulacji dawki paliwa (tzw. korekta długookresowa).

Sygnał z sondy lambda za katalizatorem wykorzystywany jest także w pokładowych systemach diagnostycznych do nadzorowania pracy reaktora katalitycznego. W sprawnym reaktorze ilość tlenu za katalizatorem jest mniejsza niż przed nim, ponieważ jego znaczna część zostaje zużyta na spalanie węglowodorów i dopalenie tlenku węgla (utlenienie, zamiana w CO_2), dlatego też sygnał wyjściowy sondy lambda umieszczonej za katalizatorem powinien zmieniać się w bardzo niewielkim zakresie.

Oceny stanu sondy lambda za katalizatorem dokonujemy w ten sam sposób jak sondy dwustanowej. Jedyną różnicą jest inny poziom sygnału wyjściowego (napięciowego) z sondy, którego amplituda jest znacznie mniejsza niż sondy przed katalizatorem. Poziom sygnału zależy od charakterystyki i cech danego katalizatora.

Sygnał wyjściowy z sondy lambda wykorzystujemy również do diagnozowania stanu katalizatora.



Rys. 6.32. Pomiar sygnału referencyjnego na ogniwie Nernsta szerokopasmowej sondy lambda podczas jej pracy

6.3.7. Diagnostowanie czujnika zapełnienia filtra cząstek stałych

W pojazdach z silnikiem o zapłonie samoczynnym z filtrem cząstek stałych stosowane są czujniki zapełnienia tego filtra. Przesyłają one do sterownika informacje o stopniu napełnienia filtra cząstkami stałymi i popiołem. Po przekroczeniu określonej wartości jego zapełnienia uruchamiany jest proces regeneracji (tj. wypalania sadzy).

Do pomiaru stopnia wypełnienia filtra wykorzystuje się czujniki różnicy ciśnień, które działają w dwojaki sposób:

- 1) mierzą różnicę między ciśnieniem powietrza atmosferycznego i ciśnieniem spalin na wejściu do filtra; jeden króciec czujnika ciśnienia jest podłączony do filtra od strony doprowadzenia do niego spalin, a drugi łączy go z powietrzem otoczenia;
- 2) mierzą różnicę ciśnień w filtrze; oba króćce przyłączeniowe czujnika są połączone z filtrem: jeden na jego wejściu, drugi na wyjściu (ten sposób jest częściej stosowany).

Czujnik różnicy ciśnień podłączony jest do miejsca pomiaru ciśnienia za pomocą przewodów (elastycznych i sztywnych), dlatego przed przystąpieniem do pomiarów przyrządowych należy sprawdzić ich stan, a zwłaszcza szczelność.

Diagnostowanie czujnika zapełnienia filtra cząstek stałych jest bardzo podobne do diagnostowania dowolnego czujnika ciśnienia. Obejmuje ono sprawdzenie:

- napięcia zasilania czujnika (5 V) ze sterownika,
- ciągłości przewodów łączących czujnik ze sterownikiem silnika,
- sygnału wyjściowego z czujnika.

Sposób wykonywania tych czynności jest taki sam jak w wypadku czujnika ciśnienia powietrza opisanego w p. 6.3.4.

Kontrolę wskazań czujnika ciśnienia można przeprowadzić po jego odłączeniu od filtra cząstek stałych. Jeżeli dysponujemy diagnoskopem pokazującym wartość mierzzonego przez ten czujnik ciśnienia lub znamy jego charakterystykę napięciową, kontrola polega na porównaniu wartości ciśnienia zmierzonej przez czujnik z wartością kontrolną uzyskaną za pomocą pompki (tak samo jak podczas kontroli wskazań czujnika ciśnienia w kolektorze dolotowym).

Jeżeli nie dysponujemy wartościami kontrolnymi, możemy sprawdzić reakcję czujnika (tj. zmianę jego sygnału wyjściowego) przy zwiększaniu prędkości obrotowej silnika lub po zmianie ciśnienia podawanego pompką na króciec czujnika podłączony do filtra od strony doprowadzania spalin, np. o wartości 30 i 50 kPa.



PYTANIA I POLECENIA

1. Jaki jest zakres diagnostycznej oceny czujnika indukcyjnego prędkości obrotowej wału korbowego?
2. Jak zinterpretujesz wynik pomiaru rezystancji cewki czujnika indukcyjnego o wartości nominalnej 550–650 Ω , jeżeli podczas pomiaru multimetrem uzyskano wartość: a) dążącą do nieskończoności, b) 220 Ω ?
3. Wyjaśnij, w jaki sposób wartość szczeliny powietrznej między czołem czujnika indukcyjnego prędkości a impulsatorem zębatym wpływa na działanie czujnika (tj. na wartość sygnału wyjściowego).
4. Wymień możliwe do wykonania pomiary elektryczne hallotronowego czujnika położenia wałka rozrządu.

5. Korzystając z rys. 6.13, podaj sposób kontrolowania napięcia zasilania oraz sygnału wyjściowego z hallotronowego czujnika prędkości obrotowej i położenia wału korbowego.
6. Czy można zmierzyć rezystancję hallotronowego czujnika prędkości i położenia wału korbowego? Uzasadnij swoją odpowiedź.
7. Narysuj sygnał wyjściowy z czujnika hallotronowego współpracującego z impulsatorem zębatym na wałku rozrządu. W jakim położeniu czujnika względem impulsatora sygnał wyjściowy z czujnika przyjmie małą wartość, a w jakim dużą?
8. Podaj ogólny zakres kontroli przepływomierzy powietrza.
9. Korzystając z rys. 6.16 i 6.17, omów sposób kontroli napięcia (napięć) zasilania przepływomierza powietrza za pomocą miernika uniwersalnego.
10. Narysuj przykładowy sygnał prostokątny z przepływomierza powietrza. Wyznacz jego częstotliwość dla przyjętej podstawy czasu.
11. W jaki sposób można dokonać oceny wiarygodności wskazań czujnika ciśnienia powietrza w kolektorze dolotowym?
12. Podaj sposób pomiaru rezystancji czujnika temperatury płynu chłodzącego.
13. Jak należy mierzyć napięcie zasilania rezystancyjnego czujnika temperatury – we wtyczce przyłączonej do czujnika czy odłączonej od niego? Uzasadnij swoją odpowiedź.
14. Jak zmienia się wartość rezystancji czujnika temperatury typu NTC i spadku napięcia na czujniku wraz ze wzrostem mierzonej temperatury?
15. Porównaj właściwości rezystorów NTC i PTC stosowanych w elementach pomiarowych rezystancyjnych czujników temperatury.
16. Jak możemy sprawdzić poprawność wskazań czujnika ciśnienia powietrza w kolektorze dolotowym?
17. Podaj typowy zakres wartości rezystancji uzwojenia grzewczego zimnej sondy lambda.
18. W jaki sposób rejestrujemy oscyloskopem sygnał wyjściowy z sondy lambda, jeżeli chcemy wykluczyć wpływ napięcia polaryzacyjnego w sterowniku silnika?
19. Narysuj przykładowy sygnał wyjściowy z dwustanowej sondy lambda. Na jakie jego cechy (parametry) należy zwrócić uwagę podczas diagnozowania?
20. Jakie pomiary obejmuje kontrola czujnika różnicy ciśnień filtra cząstek stałych?

6.4

Diagnozowanie podstawowych elementów wykonawczych silnika

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jak diagnozować wtryskiwacze elektromagnetyczne i piezoelektryczne
- jak diagnozować silniki krokowe i przepustnice elektroniczne
- jak diagnozować zawór recyrkulacji spalin
- jak diagnozować zespoły wentylatorów

6.4.1. Diagnozowanie wtryskiwaczy elektromagnetycznych i piezoelektrycznych

Wtryskiwacze elektromagnetyczne i piezoelektryczne diagnozujemy wstępnie na podstawie wskazań systemu diagnostyki pokładowej. Do ich kompleksowej oceny, oprócz pomiarów elektrycznych, konieczne są czasem pomiary hydrauliczne wydatku, wykonywane bez demontażu wtryskiwaczy z silnika (np. pomiar przelewu wtryskiwaczy systemów Common Rail). Omówimy diagnozowanie wtryskiwaczy na podstawie pomiarów elektrycznych możliwych do wykonania na silniku.

Wtryskiwacze stosowane w poszczególnych systemach wtrysku (typach silników) różnią się budową i działaniem w zależności od:

- przeznaczenia – do silników o zapłonie samoczynnym lub do silników o zapłonie iskrowym;
- zastosowania – w układach pośredniego lub bezpośredniego wtrysku benzyny (w silnikach o zapłonie iskrowym).

Występujące w poszczególnych rodzajach układów wtryskowych zakresy ciśnień roboczych (wtrysku) wpływają też na parametry elektryczne poszczególnych wtryskiwaczy, a zwłaszcza na wartość prądu przepływającego przez cewkę sterującą wtryskiwaczy elektromagnetycznych. Przykładowo, maksymalna wartość prądu pobieranego przez wtryskiwacze elektromagnetyczne systemów Common Rail wynosi ok. 20 A, a w układach pośredniego wtrysku benzyny jest o rząd wielkości mniejsza. W zależności od wartości rezystancji uzwojenia cewki sterującej wtryskiwacza waha się ona w granicach 1–2 A.

Diagnostyczne pomiary elektryczne wtryskiwaczy, możliwe do wykonania na silniku, obejmują sprawdzenie:

- rezystancji cewki wtryskiwacza,
- stanu izolacji cewki wtryskiwaczy (czy nie ma zwarcia do masy pojazdu),
- indukcyjności cewki wtryskiwacza elektromagnetycznego,
- pojemności stosu piezokryształów wtryskiwacza piezoelektrycznego,
- prądu (sterującego) pobieranego przez wtryskiwacz,
- napięcia zasilającego,
- ciągłości przewodów.

Podstawowym parametrem, który należy zmierzyć, zwłaszcza w przypadku uzyskania z systemu diagnostyki pokładowej sygnału o braku działania określonego wtryskiwacza, jest rezystancja cewki wtryskiwacza elektromagnetycznego lub rezystancja stosu piezokryształów (dotyczy to wtryskiwaczy piezoelektrycznych).

Pomiaru rezystancji cewki wtryskiwaczy elektromagnetycznych dokonujemy **miernikiem uniwersalnym**, po odłączeniu złącza elektrycznego od wtryskiwacza. Oba przewody pomiarowe przykładamy do styków wtryskiwacza, a zakres pomiarowy miernika (dotyczy to przede wszystkim wtryskiwaczy elektromagnetycznych systemów Common Rail) ustawiamy na możliwie najmniejszą wartość. Zmierzona w ten sposób rezystancja powinna być zgodna z wartością kontrolną podaną w danych warsztatowych i zawierać się w zakresie:

- 6–8 Ω lub 12–18 Ω w wypadku wtryskiwaczy silników z pośrednim wtryskiem benzyny,
- poniżej 0,5 Ω w wypadku wtryskiwaczy systemów Common Rail.

Podczas pomiaru rezystancji wtryskiwaczy systemów Common Rail od wartości pomiaru pokazanego na wyświetlaczu miernika odejmujemy wartość rezystancji przewodów pomiarowych (patrz p. 3.2) i dopiero taką wartość analizujemy. Pomiar ten pozwala jedynie stwierdzić, czy w uzwojeniu cewki wtryskiwacza nie występuje przerwa – jeśli tak nie jest, wartość mierzonej rezystancji powinna dążyć do nieskończoności.

Pomiaru indukcyjności cewki wtryskiwaczy elektromagnetycznych oraz **piezoelektrycznych** dokonujemy, podłączając do styków wtryskiwacza odpowiedni przyrząd pomiarowy, umożliwiający taki pomiar. Uzyskany wynik pomiaru (zazwyczaj poniżej 1 mH) porównujemy z wartościami wzorcowymi, podanymi w danych warsztatowych lub w kartach charakterystyk wtryskiwaczy. Pomiar ten pozwala na wykrycie zwarcia międzyzwojowego cewki, którego nie można stwierdzić podczas pomiaru rezystancji.

Brak **zwarcia cewki wtryskiwaczy elektromagnetycznych do masy pojazdu** sprawdzamy, podłączając jeden przewód pomiarowy multimetru do dowolnego styku w złączu elektrycznym wtryskiwacza, a drugi przykładając do jego obudowy. Jeżeli izolacja cewki wtryskiwacza jest prawidłowa (tj. brak zwarcia cewki do obudowy), multimetr pokaże wartość rezystancji dążącą do nieskończoności.

Pomiaru rezystancji stosu piezokryształów wtryskiwacza piezoelektrycznego możemy dokonać za pomocą specjalnych przyrządów, umożliwiających wykonanie tego pomiaru pod napięciem 100–150 V. Pomiar rezystancji stosu piezokryształów zwykłym multimetrem jest niemiarodajny i może być wykorzystany jedynie do porównania z innymi wtryskiwaczami tego samego typu.

Pomiaru pojemności stosu piezokryształów dokonujemy **multimetrem**, który ma taką funkcję pomiarową. Multimetr przyłączamy do styków złącza elektrycznego wtryskiwacza, a uzyskany wynik – zazwyczaj jest to kilka milifaradów – porównujemy z wartościami kontrolnymi, podanymi w charakterystykach wtryskiwaczy.

W praktyce warsztatowej pomiary pojemności i indukcyjności wtryskiwaczy wykonywane są bardzo rzadko ze względu na brak odpowiednich przyrządów pomiarowych.

Szybką ocenę stanu działania wtryskiwaczy umożliwia **oscylloskopowy pomiar natężenia prądu pobieranego przez wtryskiwacz**. Pomiaru dokonujemy **hallotronową sondą prądową** w następujący sposób:

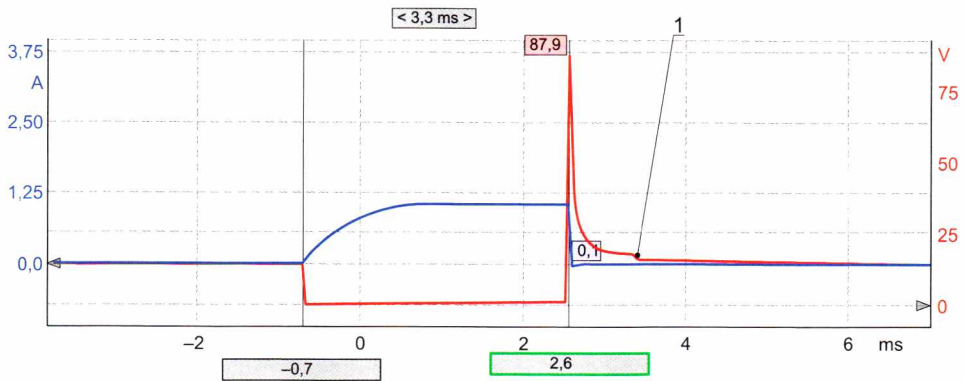
- 1) sondę zapinamy na dowolnym przewodzie dochodzącym do wtryskiwacza (patrz rys. 3.8b s. 52);
- 2) obejmujemy przewód dzielonymi zaciskami sondy, uwzględniając kierunek strzałki umieszczonej na obudowie sondy, wskazujący umowny bieg przepływu prądu; jeśli nie uwzględnimy kierunku pokazanego strzałką, na oscylloskopie uzyskamy przebieg o przeciwnej polaryzacji;

- 3) przed pomiarem zerujemy wskazania sondy (patrz p. 3.1);
- 4) wskazane jest wykonanie jednoczesnego pomiaru natężenia prądu pobieranego przez wtryskiwacz i napięcia sterującego (zasilającego) wtryskiwacz; należy do tego celu użyć oscyloskopu dwukanałowego.

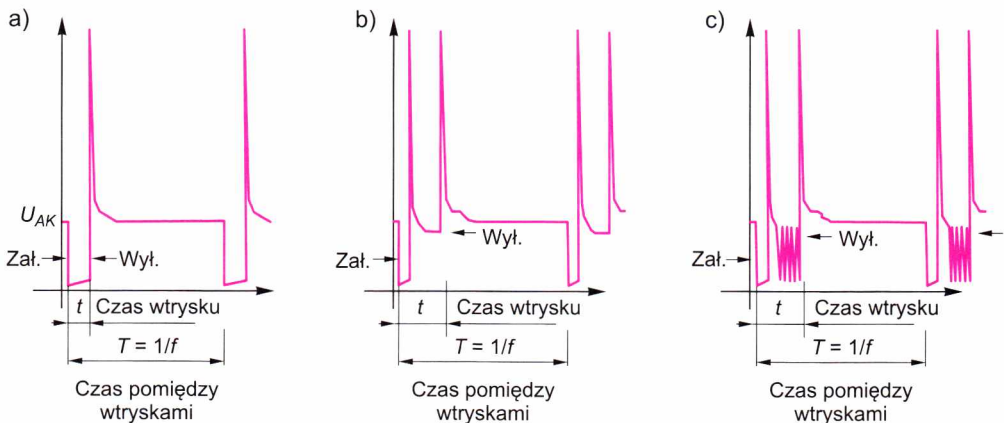
Postać i wartości rejestrowanych przebiegów oscyloskopowych zależą od rodzaju badanego wtryskiwacza, silnika (z wtryskiem pośrednim lub bezpośrednim) oraz indywidualnej strategii sterowania wtryskiwaczem.

Przykładowy przebieg oscyloskopowy napięcia sygnału sterującego i natężenia pobieranego prądu, zarejestrowany dla wtryskiwacza pośredniego wtrysku benzyny, pokazano na rysunku 6.33.

Uzyskanie takiego przebiegu umożliwia ocenę ogólnej sprawności wtryskiwacza, określenie czasu jego otwarcia oraz sprawdzenie ruchu iglicy. Szczególną uwagę zwracamy na charakterystyczny wysokonapięciowy pik (o wartości przekraczającej nawet 100 V), pojawiający się w momencie przerwania przepływu prądu (tj. zamykania wtryskiwacza). Jeżeli nie



Rys. 6.33. Przebieg oscyloskopowy napięcia sygnału sterującego i natężenia pobieranego prądu, zarejestrowany dla wtryskiwacza pośredniego wtrysku benzyny



Rys. 6.34. Rodzaje sygnałów sterujących wtryskiwaczami pośredniego wtrysku benzyny: a) sterowanie podstawowe, b) z ograniczeniem poboru prądu, c) impulsowe

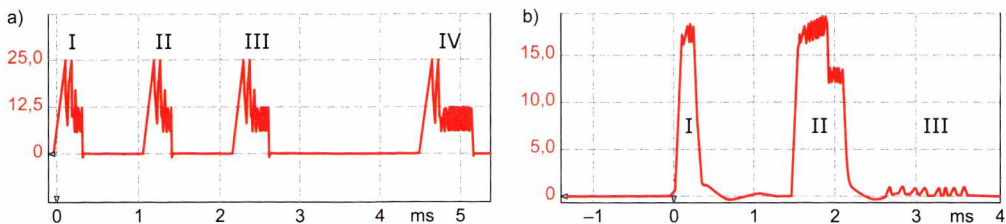
t – czas otwarcia wtryskiwacza (tj. czas wtrysku), T – czas między kolejnymi wtryskami paliwa, U_{AK} – napięcie akumulatora, W – wyłączenie (zamknięcie) wtryskiwacza, Z – załączenie (otwarcie) wtryskiwacza

ma tego piku lub jest on niewielki, wskazuje to na uszkodzenie cewki wtryskiwacza albo brak ruchu iglicy wtryskiwacza wskutek jej zanieczyszczenia lub zablokowania.

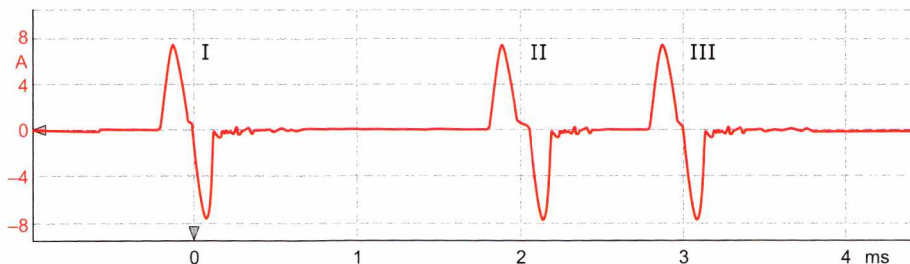
Sygnaly sterujace wtryskiwaczami pośrodkiego wtrysku benzyny mogą mieć także inną postać – pokazano to na rysunku 6.34.

Przebiegi napięcia i natężenia prądu, pobieranego przez **wtryskiwacz elektromagnetyczny systemu Common Rail**, pokazano na rysunku 6.35. Podczas oceny rejestrowanych przebiegów zwracamy uwagę na wartości pobieranego prądu, jego ograniczenie przy dłuższym czasie otwarcia wtryskiwacza (druga część przebiegu II na rys. 6.35 – wtrysk zasadniczej dawki paliwa) oraz występowanie indukcyjnego ładowania kondensatorów w sterowniku silnika (III), w celu zgromadzenia w nich energii potrzebnej do zasilenia wtryskiwacza w początkowej fazie kolejnego cyklu pracy.

W wypadku wtryskiwaczy piezoelektrycznych najlepiej jest zmierzyć natężenie prądu. Przedstawiony na rys. 6.36 przebieg składa się z trzech faz, odpowiadających wtryskowi dawki wstępnej (I) oraz zasadniczej dawki paliwa podzielonej na dwie dawki składowe (II i III).



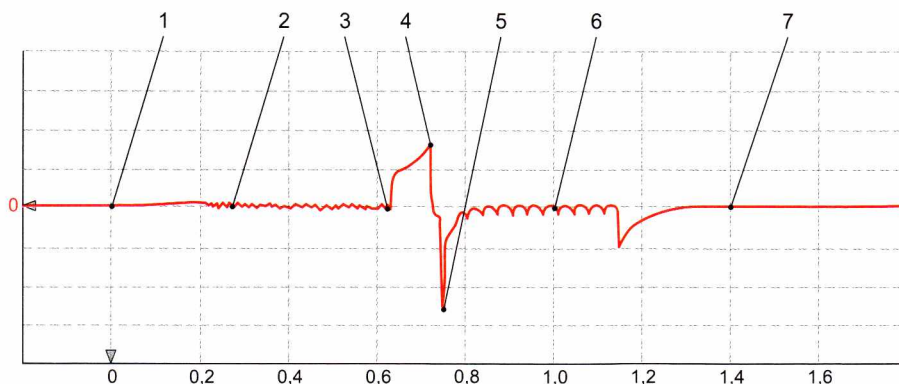
Rys. 6.35. Wykres: a) napięcia sygnału sterującego, b) natężenia prądu pobieranego przez wtryskiwacz elektromagnetyczny układu Common Rail



Rys. 6.36. Przebieg sygnału sterującego wtryskiwaczami piezoelektrycznymi

Przykładowy **przebieg oscyloskopowy prądu** pobieranego przez **wtryskiwacz układu bezpośrodkiego wtrysku benzyny** pokazano na rysunku 6.37 (s. 170). Na przebiegu widoczne są poszczególne etapy pracy wtryskiwacza. Wstępna faza (1) obciążenia (zasilania) wtryskiwacza trwa ok. 0,4 ms. Po tym czasie obciążenie wstępne się stabilizuje (2) i utrzymuje przez 0,8 ms, a potem przechodzi w fazę pobudzenia (3), osiągając maksymalną wartość po ok. 0,2 ms (4), co powoduje uniesienie iglicy wtryskiwacza. W kolejnej fazie sterownik zmniejsza natężenie prądu zasilającego wtryskiwacz do niezbędnego minimum (5) w celu podtrzymania otwartej iglicy (6), po czym następuje zamknięcie wtryskiwacza (7).

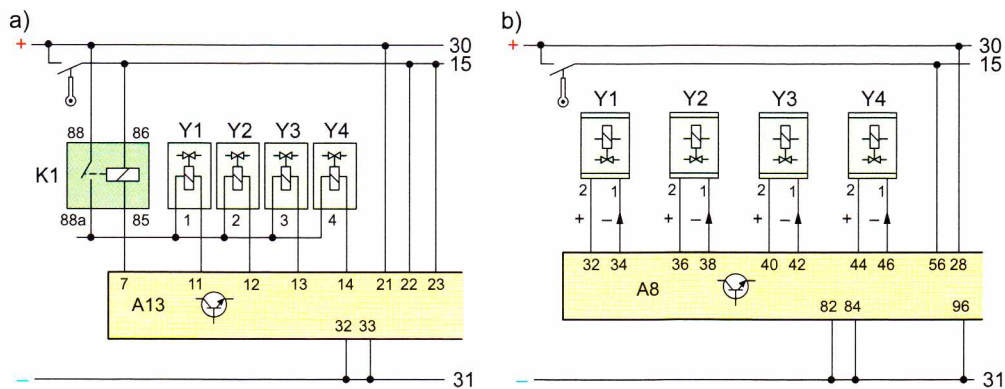
Rejestrowane przebiegi sygnałów sterujących (prądowych i napięciowych) poszczególnych wtryskiwaczy wykorzystujemy do ich oceny (porównania) – powinny one być podobne.



Rys. 6.37. Przykładowy przebieg prądu pobieranego przez wtryskiwacz systemu bezpośredniego wtrysku benzyny

1 – początek obciążenia wstępnego, 2 – podtrzymanie obciążenia wstępnego, 3 – początek pobudzenia, 4 – wartość szczytowa pobudzenia, 5 – początek fazy podtrzymania, 6 – podtrzymanie, 7 – koniec fazy podtrzymania

Jeżeli wtryskiwacz nie pobiera prądu, ale jest sprawny elektrycznie, sprawdzamy jego zasilanie i ciągłość przewodów elektrycznych. Wtryskiwacze systemów pośredniego wtrysku benzyny zasilają instalacja pokładowa samochodu przez odpowiedni przełącznik (rys. 6.38a), a wtryskiwacze systemów bezpośredniego wtrysku podłączone są bezpośrednio do sterownika silnika (rys. 6.38b).



Rys. 6.38. Schemat podłączenia wtryskiwaczy: a) pośredniego wtrysku benzyny, b) układu bezpośredniego wtrysku oleju napędowego systemu Common Rail

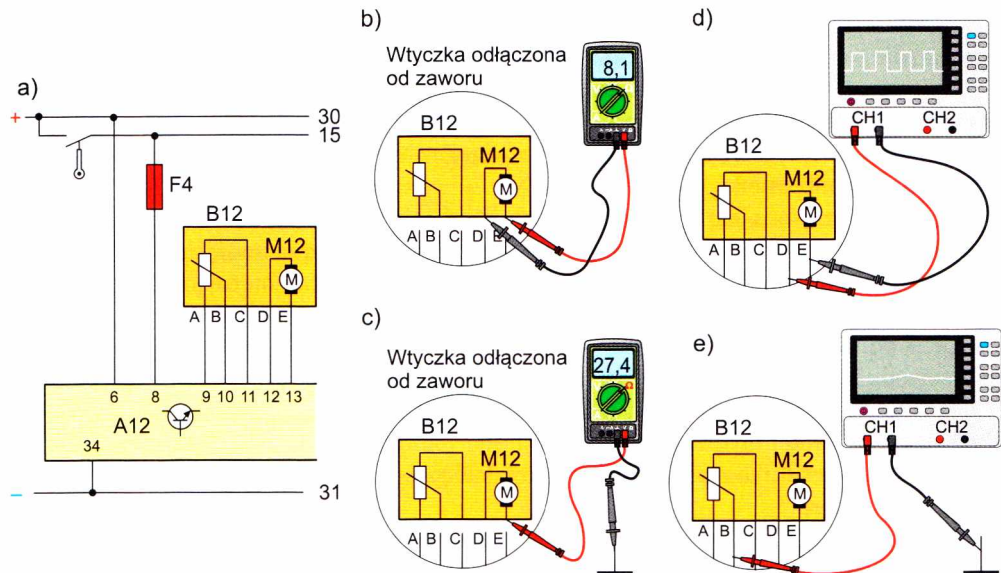
A8 i A13 – sterownik silnika, K1 – przełącznik zasilania wtryskiwaczy, Y1–Y4 – wtryskiwacze cylindrów 1–4

6.4.2. Diagnostowanie zaworu recyrkulacji spalin

W silnikach, zwłaszcza o zapłonie samoczynnym, jednym ze sposobów zmniejszenia toksyczności spalin (przede wszystkim ilości tlenków azotu) jest recyrkulacja spalin. Polega ona na skierowaniu części spalin do układu dolotowego silnika, skąd wraz ze strumieniem powietrza ponownie trafiają do przestrzeni roboczej cylindrów. Zastąpienie części zasysanego ładunku spalinami powoduje zmniejszenie ilości tlenu, ułatwia zapłon i spalanie

mieszanki palnej dzięki jej zubożeniu oraz obniża średnią temperaturę spalania, w wyniku czego zmniejsza się ilość powstających tlenków azotu.

W starszych układach recyrkulacji spalin stosowano zawory sterowane pneumatycznie. We współczesnych silnikach wykorzystuje się zawory recyrkulacji sterowane elektrycznie, wyposażone w czujnik (np. hallotronowy) położenia zaworu. Czujnik ten dostarcza do sterownika silnika informację zwrotną o położeniu zaworu, co umożliwi precyzyjniejsze sterowanie ilością recyrkulowanych spalin niż w układach z zaworami sterowanymi pneumatycznie. Przykładowy schemat podłączenia zaworu recyrkulacji do sterownika silnika pokazano na rysunku 6.39.



Rys. 6.39. Schemat połączenia zaworu recyrkulacji spalin z czujnikiem położenia zaworu (a) oraz sposoby pomiaru: rezystancji cewki sterującej zaworem recyrkulacji (b), sprawdzenia braku zwarcia cewki zaworu z masą pojazdu (c), pomiar sygnału sterującego zaworem (d), sygnału wyjściowego z czujnika położenia zaworu (e)

Objawami nieprawidłowego działania zaworu recyrkulacji spalin, oprócz wskazań systemu diagnostyki pokładowej (kody usterek), są także: spadek mocy silnika, większa nierównomierność prędkości obrotowej biegu jałowego, słaba dynamika silnika podczas przyspieszania, zwiększenie toksyczności spalin (np. zadymienia spalin silników o zapłonie samoczynnym).

Przyczynami nieprawidłowego działania układu recyrkulacji spalin może być osadzenie się osadów węglowych (głównie sadzy i nagaru) na grzybku zaworu. Powodują one niecałkowite zamknięcie zaworu (brak szczelności w połączeniu grzybka zaworu z gniazdem) i przepływ części spalin. Dlatego podczas diagnozowania zaworu recyrkulacji należy zawsze sprawdzić, czy kody usterek odczytane z systemu diagnostyki pokładowej nie wynikają z podanych wyżej przyczyn. Należy to uczynić także wtedy, kiedy pomiary elektryczne świadczą o sprawności zaworu. W wypadku zaworów sterowanych pneumatycznie w razie odczytania kodu usterki wskazującego na nieprawidłowe działanie zaworu recyrkulacji spalin należy skontrolować inne elementy silnika oraz sprawdzić silnik pod względem mechanicznym (np. czy nie zawieszają się zawory).

Diagnozowanie sterowanego zaworu recyrkulacji spalin obejmuje sprawdzenie:

- rezystancji cewki sterującej zaworu,
- sygnału sterującego zaworem,
- działania czujnika położenia zaworu.

Pomiaru rezystancji cewki sterującej zaworem recyrkulacji dokonujemy miernikiem w następujący sposób:

- 1) odłączamy wtyczkę przewodów elektrycznych;
- 2) przewody pomiarowe miernika przykładamy do odpowiednich styków w złączu zaworu (styki D i E na rys. 6.39b);
- 3) zmierzona wartość rezystancji powinna być zgodna z wartością kontrolną (warsztatuową), wynoszącą najczęściej 6–10 Ω . Jeżeli zmierzona wartość dąży do nieskończoności, wskazuje to na przerwę w obwodzie cewki zaworu.

Konieczne jest również **stwierdzenie braku zwarcia cewki zaworu z masą pojazdu**. W tym celu przykładamy jeden przewód pomiarowy miernika do jednego ze styków cewki zaworu (styk E na rys. 6.39c), a drugi do obudowy cewki. Zmierzona wartość rezystancji powinna dążyć do nieskończoności.

Jeżeli cewka zaworu jest sprawna, kontrolujemy poprawność sygnału sterującego zaworem. Cewka sterująca zaworu recyrkulacji zazwyczaj jest zasilana napięciem 12 V z instalacji pokładowej i zwierana do masy przez odpowiedni tranzystor sterujący w sterowniku.

Pomiaru sygnału sterującego zaworem dokonujemy oscyloskopem lub multimetrem z funkcją pomiaru współczynnika wypełnienia impulsu:

- 1) przewody pomiarowe multimetru (oscyloskopu) podłączamy za pomocą sond igłowych do styków cewki czujnika (styki D i E na rys. 6.39d);
- 2) włączamy zapłon i uruchamiamy silnik;
- 3) podczas pracy silnika z prędkością biegu jałowego sprawdzamy wartość sygnału sterującego zaworem;
- 4) zwiększamy prędkość obrotową silnika i obserwujemy, czy towarzyszy temu zmiana współczynnika wypełnienia sygnału sterującego – jeżeli tak, wskazuje to na sprawne działanie układu sterowania zaworu; jeśli znamy wartości kontrolne, porównujemy je z wartościami zmierzonymi przy określonej prędkości obrotowej silnika – powinny być takie same.

Jeżeli brak jest sygnału sterującego, **sprawdzamy napięcie zasilania zaworu**. Pomiaru dokonujemy we wtyczce odłączonej od zaworu. Dodatni przewód multimetru podłączamy do odpowiedniego styku wtyczki (styk E na rys. 6.39a). Zmierzona wartość napięcia zasilania powinna być zbliżona do napięcia w instalacji elektrycznej samochodu (12 V).

W przypadku braku napięcia kontrolujemy działanie przełącznika sterującego zasilaniem zaworu oraz ciągłość przewodów elektrycznego zasilania zaworu zgodnie ze schematem elektrycznym.

Jeżeli zmierzona wartość napięcia zaworu jest prawidłowa, sprawdzamy ciągłość przewodu łączącego zawór z masą sterownika (pojazdu) – na rys. 6.39a jest to przewód D–12. Gdy przewód jest ciągły, wskazuje to na uszkodzenie sterownika.

Niesprawność zaworu (układu) recyrkulacji nie musi być spowodowana defektem jego układu sterowania, ale może wynikać z usterki czujnika położenia zaworu.

Czujnik położenia zaworu kontrolujemy w taki sam sposób jak każdy czujnik hallotronowy. Sprawdzamy:

- napięcie zasilania,
- ciągłość przewodów łączących czujnik ze sterownikiem,
- wartość sygnału wyjściowego (napięciowego) dotyczącego położenia zaworu.

W wypadku zaworu recyrkulacji pokazanego na rys 6.39 **pomiaru napięcia zasilania czujnika położenia** dokonujemy następująco:

- 1) odłączamy wtyczkę od zaworu;
- 2) jeden przewód multimetru przykładamy do styku A wtyczki, a drugi do masy pojazdu;
- 3) zmierzona wartość napięcia zasilania powinna być zgodna z wartością wymaganą (5 V); jeżeli tak nie jest, sprawdzamy ciągłość przewodu lub kontrolujemy napięcie zasilania czujnika bezpośrednio na odpowiednim styku sterownika A12 (styk 9. na rys. 6.39a).

Jeżeli napięcie zasilania jest prawidłowe, **sprawdzamy ciągłość przewodów czujnika położenia**: masowego (przewód C–11 na rys. 6.39a) i sygnałowego (B–10). Jeśli oba przewody są ciągłe, sprawdzamy wartość sygnału wyjściowego z czujnika podczas pracy silnika na biegu jałowym oraz z podwyższoną prędkością obrotową. Wyniki pomiarów porównujemy z wartościami kontrolnymi odpowiadającymi określonej prędkości obrotowej silnika – powinny one być zgodne.

Wartość sygnału wyjściowego z czujnika mierzymy multimetrem lub oscyloskopem (rys. 6.39d). Jeden przewód pomiarowy podłączamy do styku sygnałowego czujnika (styk B na rys. 6.39a), a drugi do masy pojazdu (lub styku C we wtyczce). Jeżeli nie znamy wartości kontrolnych, wywołujemy wzrost prędkości obrotowej silnika podczas pomiaru. Powinno to spowodować zmianę rejestrowanego sygnału wyjściowego z czujnika.

Jeśli dysponujemy oscyloskopem dwukanałowym, po sprawdzeniu napięcia zasilania czujnika położenia oraz napięcia zasilania cewki zaworu recyrkulacji możemy dokonać **jednoczesnej rejestracji dwóch sygnałów: wyjściowego z czujnika położenia i sterującego cewką**. Sondy pomiarowe oscyloskopu podłączamy w taki sam sposób jak podczas pomiaru tych wielkości multimetrem.

Pomiary wykonujemy podczas pracy silnika z prędkością biegu jałowego, a następnie podczas przyspieszania silnika. Na oscyloskopie powinniśmy wtedy obserwować jednoczesną zmianę obu sygnałów.

6.4.3. Diagnostowanie elementów układu regulacji prędkości biegu jałowego

Zadaniem układu regulacji prędkości biegu jałowego jest utrzymanie optymalnej prędkości obrotowej silnika oraz zmniejszenie wahań (nierównomierności) prędkości. Prędkość obrotowa biegu jałowego powinna być możliwie mała, aby zmniejszyć zużycie paliwa oraz emisję toksycznych składników spalin, ale jednocześnie na tyle duża, aby zapewnić np. odpowiednią prędkość napędzania (wydajność) sprężarki układu klimatyzacji. Prędkość obrotowa określona jest konstrukcyjnie i ustalana przez sterownik w zależności od warunków pracy silnika. Przykładowo, prędkość ta jest nieco wyższa po uruchomieniu zimnego silnika i wzrasta po włączeniu układu klimatyzacji.

W silnikach z bezpośrednim wtryskiem paliwa prędkość obrotowa jest regulowana przez zmianę czasu otwarcia wtryskiwaczy (tj. zmianę dawki paliwa podawanej do cylindrów).

W silnikach o zapłonie iskrowym z pośrednim wtryskiem benzyny regulację prędkości obrotowej biegu jałowego zapewniają odpowiednie urządzenia. Początkowo był to kanał obejściowy przepustnicy, w którym umieszczano elektromagnetyczny zawór regulacyjny (z jedną lub dwiema cewkami sterującymi) lub silnik krokowy zmieniający przekrój kanału, przez który przepływało powietrze. Jeżeli prędkość obrotowa była zbyt niska, sterownik powodował zwiększenie przekroju kanału obejściowego, a tym samym zwiększenie ilości podawanej do silnika mieszanki. Jeśli prędkość obrotowa była za wysoka, następowało zmniejszenie przekroju kanału obejściowego. Obecnie w silnikach tego typu nie ma kanału

obejściowego, a regulację ilości mieszanki (tj. prędkości obrotowej silnika) umożliwia elektronicznie sterowana przepustnica. Jeżeli prędkość obrotowa jest zbyt niska, sterownik silnika wymusza większe uchylenie przepustnicy. Jeśli jest zbyt duża, następuje przymknięcie przepustnicy.

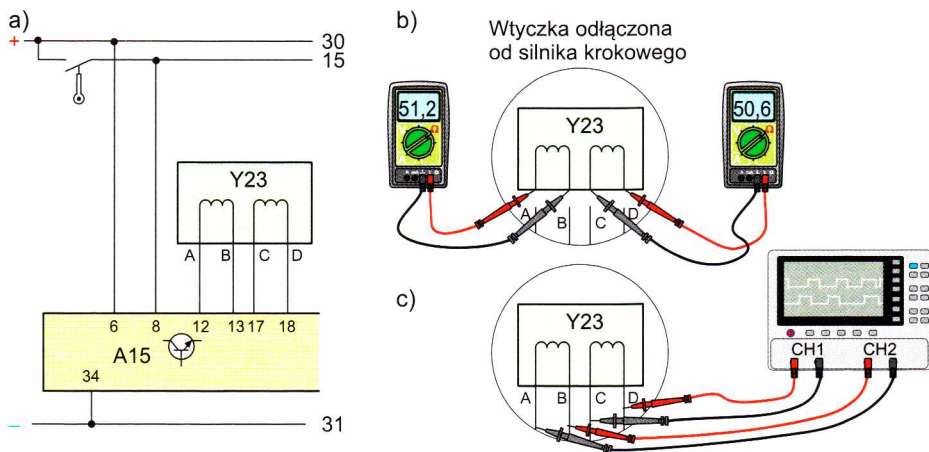
Diagnozowanie zaworów elektromagnetycznych (dwu- i trzystykowych) obejmuje sprawdzenie:

- rezystancji uzwojenia jednej cewki (zawory dwustykowe) lub dwóch cewek (zawory trzystykowe); zmierzone wartości rezystancji powinny być zgodne z wartościami wymaganymi;
- ciągłości przewodów;
- sygnałów sterujących o zmiennym współczynniku wypełnienia.

W przypadku cewki dwustykowej stosowano jeden sygnał sterujący, a w przypadku cewek trzystykowych – dwa sygnały o wartościach wzajemnie uzupełniających się do 100%. Przykładowo, jeżeli jedna cewka była zasilana sygnałem o współczynniku wypełnienia ok. 60%, to druga powinna być zasilana sygnałem o współczynniku 40%.

Kontrola silnika krokowego (rys. 6.40) obejmuje sprawdzenie:

- rezystancji dwóch cewek silnika,
- ciągłości przewodów łączących silnik krokowy ze sterownikiem,
- sygnałów sterujących.



Rys. 6.40. Schemat podłączenia silnika krokowego Y23 do sterownika silnika (a) oraz sposób sprawdzenia: rezystancji cewek silnika (b) i sygnałów sterujących silnikiem krokowym (c)

Pomiaru rezystancji silnika krokowego dokonujemy między odpowiednimi stykami silnika, w zależności od przyporządkowania styków (pinów). Dla silnika krokowego Y23 pokazanego na rys. 6.40a pomiar wykonujemy, przykładając przewody pomiarowe multimetru między styki A i B oraz C i D (rys. 6.40b). Zazwyczaj rezystancja cewek silnika krokowego wynosi 50–60 Ω. Jeżeli zmierzona multimetrem wartość dąży do nieskończoności, oznacza to przerwę w uzwojeniu cewki.

Spotyka się także inny sposób przyporządkowania styków cewek silnika krokowego – pierwszej do styków skrajnych, drugiej do styków wewnętrznych.

Sprawdzanie zwarcia między cewkami oraz zwarcia do masy cewek silnika krokowego.

W pierwszym przypadku jeden przewód pomiarowy multimetru podłączamy do wybranej styku uzwojenia pierwszej cewki, a drugi do dowolnego styku uzwojenia drugiej

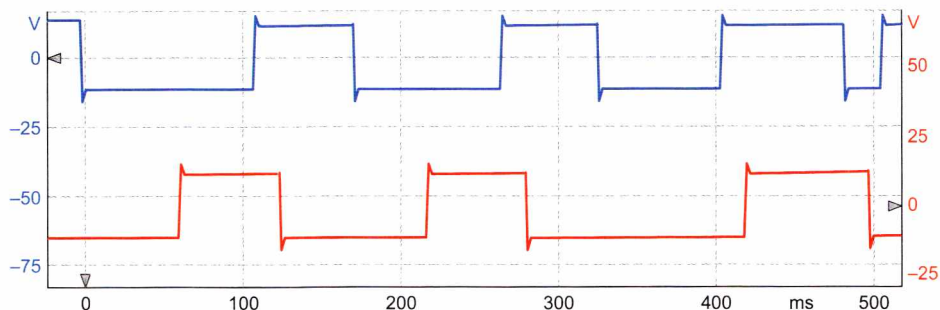
cewki. Jeżeli nie są zwarte, na multimetrze otrzymamy wartość dążącą do nieskończoności. Zwarcie cewki do masy sprawdzamy, podłączając jeden przewód pomiarowy multimetru do dowolnego styku sprawdzanej cewki, a drugi przykładając do obudowy silnika. Jeżeli cewka nie jest zwarta do masy, na multimetrze uzyskamy wartość rezystancji dążącą do nieskończoności.

Rejestracji sygnałów sterujących silnikiem krokowym dokonujemy oscyloskopem, najlepiej dwukanałowym. Obie sondy pomiarowe oscyloskopu podłączamy (za pośrednictwem sond igłowych) do odpowiednich styków (A i B – pierwsza sonda pomiarowa, C i D – druga sonda pomiarowa, rys. 6.40c) we wtyczce silnika krokowego. Pomiaru dokonujemy podczas pracy silnika na biegu jałowym. Rejestrowany przebieg powinien mieć postać nieokresowych sygnałów prostokątnych, zbliżony do pokazanych na rysunku 6.41. Jeżeli brak jest sygnału sterującego, sprawdzamy ciągłość przewodów łączących silnik krokowy ze sterownikiem.

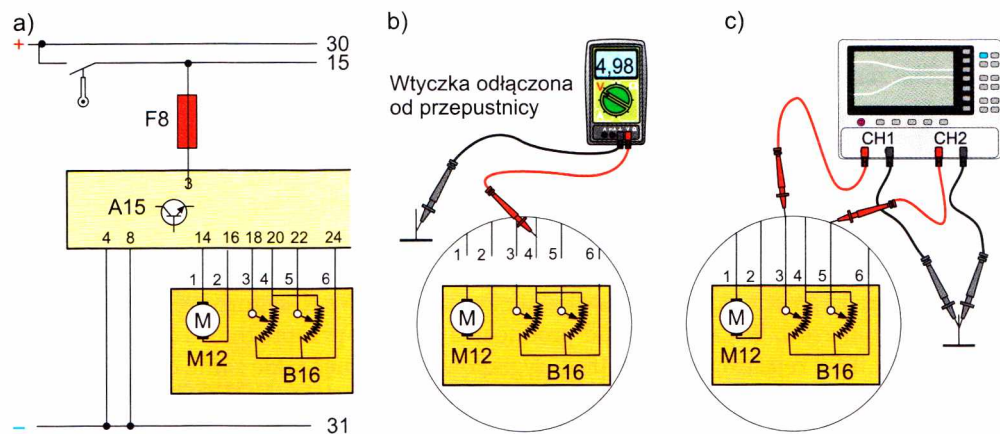
Obecnie wszystkie silniki o zapłonie iskrowym mają elektronicznie sterowaną przepustnicę (rys. 6.42).

Przepustnica elektroniczna składa się z dwóch podzespołów:

- silnika elektrycznego, powodującego ruch przepustnicy,
- czujnika położenia przepustnicy.



Rys. 6.41. Przebieg sygnałów sterujących silnikiem krokowym



Rys. 6.42. Schemat podłączenia do sterownika A15 elektronicznie sterowanej przepustnicy z rezystancyjnymi czujnikami położenia B16 (a) oraz sposób pomiaru: napięcia zasilającego (b) i kontrola sygnału wyjściowego z obu czujników położenia (c)

Ze względów bezpieczeństwa oraz w celu zwiększenia dokładności określania położenia przepustnicy jest ona połączona mechanicznie z dwoma czujnikami położenia (najczęściej rezystancyjnymi).

Objawami niesprawności przepustnicy (oprócz wygenerowanych kodów usterek) są: nierównomierna prędkość obrotowa silnika, zwłaszcza na biegu jałowym, szarpanie podczas przyspieszania lub słaba reakcja silnika na naciśnięcie pedału przyspieszenia, zwiększone zużycie paliwa oraz trudności z rozruchem silnika.

W zespole przepustnicy zazwyczaj uszkodzeniu ulega czujnik (lub czujniki) położenia. Do uszkodzenia silnika napędowego dochodzi bardzo rzadko i łatwo je zdiagnozować, ponieważ przepustnica jest wtedy nieruchoma (nie przemieszcza się).

Diagnostowanie rezystancyjnego czujnika położenia przepustnicy obejmuje sprawdzenie:

- napięcia zasilania czujników,
- ciągłości przewodów między przepustnicą i sterownikiem,
- ciągłości i wartości napięcia sygnału wyjściowego z poszczególnych czujników.

Diagnostykę czujnika położenia (pokazanego na rys. 6.42a) rozpoczynamy od **sprawdzenia napięcia zasilającego**. Napięcie mierzymy multimetrem w następujący sposób:

- 1) złącze elektryczne odłączamy od zespołu przepustnicy;
- 2) multimetr podłączamy do odpowiedniego styku w odłączonym złączu elektrycznym; jeden przewód pomiarowy multimetru podłączamy do styku 5., a drugi do masy pojazdu (rys. 6.42b);
- 3) jeżeli zmierzona wartość napięcia nie jest zgodna z wymaganą (zazwyczaj 5 V), sprawdzamy napięcie bezpośrednio na odpowiednim styku sterownika; jeżeli zmierzone tam napięcie jest prawidłowe, sprawdzamy ciągłość przewodu zasilającego (5–22 na rys. 6.42a) oraz czy nie ma zwarcia do masy pojazdu.

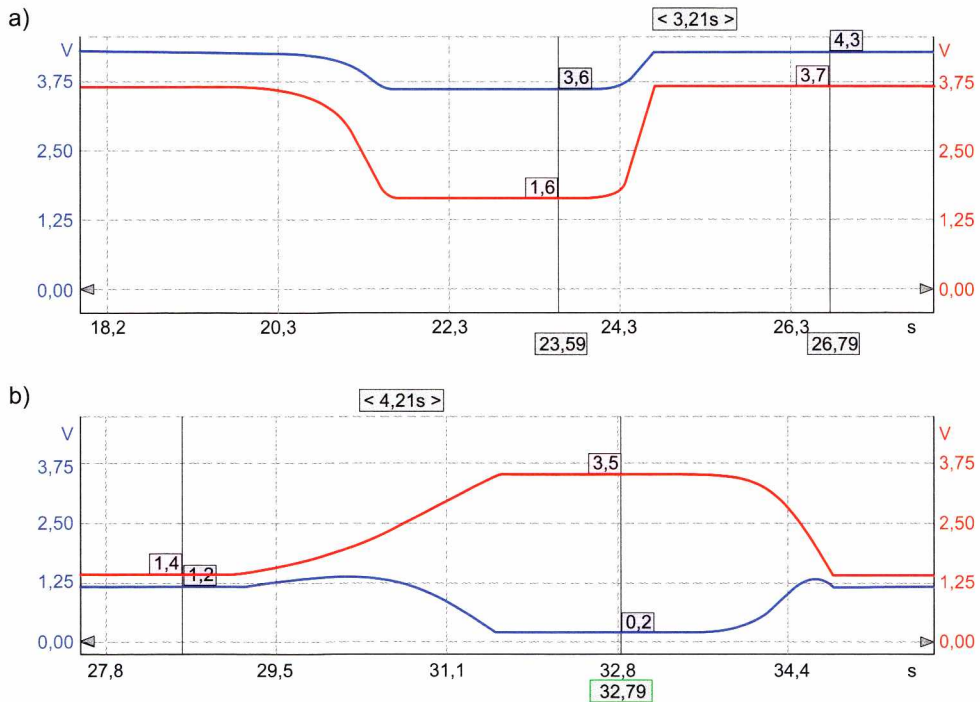
W następnej kolejności sprawdzamy **ciągłość przewodu** (wspólnego dla obu czujników) **połączenia z masą sterownika** (pojazdu). W tym celu jeden przewód multimetru podłączamy do styku 6. odłączonej od przepustnicy wtyczki, a drugi do zacisku dodatniego akumulatora. Na multimetrze powinna pokazać się wartość odpowiadająca napięciu akumulatora.

Jeżeli obwód zasilania czujników jest sprawny, sprawdzamy **ciągłość sygnału wyjściowego z czujników położenia**. Najlepiej wykonać to dwukanałowym oscyloskopem, jednocześnie mierząc sygnały wyjściowe z obu czujników położenia w następujący sposób:

- 1) przewody dodatnie obu kanałów oscyloskopu podłączamy do odpowiednich styków sygnału wyjściowego z czujników (3. i 5. – rys. 6.42c), a przewody ujemne łączymy ze sobą i podłączamy do masy pojazdu;
- 2) po uruchomieniu silnika naciskamy pedał przyspieszenia tak, aby znalazł się między skrajnymi położeniami, i rejestrujemy zmianę sygnału wyjściowego z czujników.

Oba rejestrowane sygnały wyjściowe powinny być ciągłe w całym zakresie przemieszczenia pedału przyspieszenia i zmieniać się w obszarze określonym przez producenta (najczęściej od 0,5 do 4,5 V). Jeżeli obserwujemy pojawiające się spadki napięcia do wartości 0 V (potencjału masy) któregośkolwiek z czujników, oznacza to chwilową utratę połączenia (styku) ślizgacza ze ścieżką rezystancyjną lub zwarcie przewodu sygnałowego tego czujnika do masy pojazdu. W zależności od producenta zespołu przepustnicy i zastosowanych w nim czujników rejestrowane przebiegi sygnałów mogą mieć takie same charakterystyki lub różne (rys. 6.43).

Kontrola **rezystancji ścieżek pomiarowych czujnika** za pomocą multimetru jest obarczona błędem wynikającym z rzadkiego odświeżania jego wskazań. Podczas pomiaru rezystancji możemy nie zauważyć, że ślizgacz czujnika chwilowo utracił kontakt ze ścieżką rezystancyjną. Dotyczy to wszystkich potencjometrycznych czujników położenia, w których



Rys. 6.43. Przykładowe przebiegi sygnałów wyjściowych z czujników położenia przepustnicy elektronicznej: *a)* czujniki o zgodnej charakterystyce, *b)* czujniki o przeciwnej charakterystyce (przy ruchu przepustnicy w określonym kierunku wartość napięcia wyjściowego z jednego czujnika rośnie, a z drugiego maleje)

miar rezystancji ścieżek za pomocą miernika ma charakter wstępny i jest obciążony powyższym błędem.

W zaawansowanych rozwiązaniach przepustnic elektronicznych – oprócz ciągłości sygnałów wyjściowych z obu czujników położenia w całym zakresie zmian położenia pedału przyspieszenia – istotną rolę odgrywa **chwilowa wartość napięcia czujnika**. W celu ułatwienia diagnozowania (kontroli wiarygodności sygnałów czujnika przez sterownik silnika) w niektórych zespołach przepustnicy czujniki położenia mają przeciwne, przeciwbieżne charakterystyki. Oznacza to, że podczas zmiany położenia przepustnicy sygnał wyjściowy z jednego czujnika położenia rośnie, a z drugiego maleje. Suma wartości sygnałów z obu czujników, kontrolowana przez sterownik, powinna być stała i zawierać się w przedziale $5 \pm 0,3$ V. Jeżeli charakterystyka działania tego typu czujników ulegnie zmianie, a suma rejestrowanych wartości obu sygnałów wyjściowych (bez zniekształceń) nie spełnia podanego warunku, przepustnicę uznajemy za uszkodzoną (w pamięci sterownika pojawi się wtedy kod usterki).

6.4.4. Diagnozowanie zespołu wentylatorów

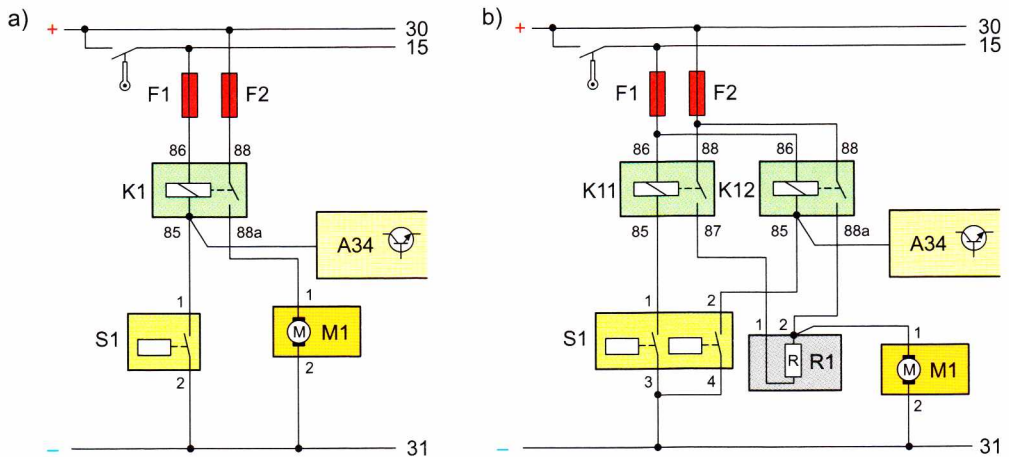
Wentylator lub zespół wentylatorów służy do zapewnienia właściwego natężenia przepływu powietrza przez wymienniki ciepła różnych układów, przede wszystkim przez chłodnicę układu chłodzenia oraz skraplacz układu klimatyzacji. Obecnie w samochodach osobowych stosuje się wentylatory napędzane bezszczotkowymi silnikami elektrycznymi. Przyjmując

jako kryterium podziału element instalacji elektrycznej samochodu bezpośrednio sterujący wentylatorem, możemy wyróżnić wentylatory sterowane:

- włącznikami termicznymi (jedno- i dwustopniowymi),
- za pośrednictwem specjalnego modułu sterowania (sterownika wentylatora),
- bezpośrednio przez sterownik silnika.

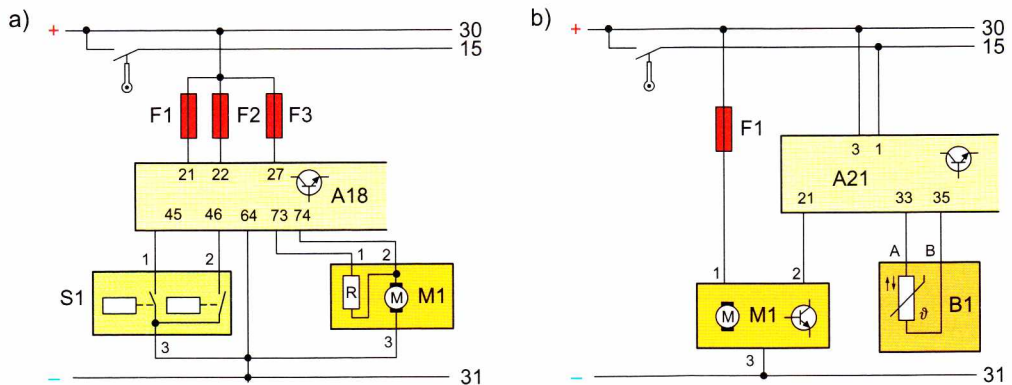
W zależności od konstrukcji układu sterowania wentylator może pracować z jedną lub dwiema prędkościami obrotowymi (rozwiązania starsze). W zaawansowanych technicznie silnikach możliwa jest płynna regulacja prędkości obrotowej wentylatora w szerokim zakresie.

Przykłady różnych układów sterowania wentylatorami pokazano na rysunkach 6.44–6.46.



Rys. 6.44. Jednostopniowe (a) i dwustopniowe (b) sterowanie wentylatorem za pomocą włącznika termicznego

A34 – sterownik automatycznej skrzyni biegów przekładniowej, F1 i F2 – bezpieczniki, K1 – przekaźnik włączania wentylatora, K11 – przekaźnik niskiej prędkości obrotowej wentylatora, K12 – przekaźnik wysokiej prędkości obrotowej wentylatora, M1 – wentylator, S1 – jednostopniowy włącznik termiczny, S2 – dwustopniowy włącznik termiczny, R1 – rezystor niskiej prędkości obrotowej wentylatora



Rys. 6.45. Sterowanie wentylatorem za pomocą modułu załączanego włącznikiem termicznym (a) lub modułu sterowanego sterownikiem silnika (b)

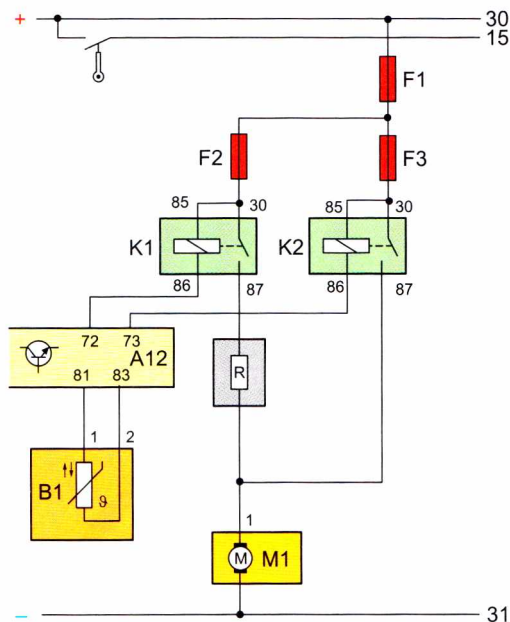
A18 – sterownik wentylatora, A21 – sterownik silnika, B1 – czujnik temperatury płynu chłodzącego, F1, F2 i F3 – bezpieczniki, M1 – wentylator, R – rezystor niskiej prędkości obrotowej wentylatora, S1 – dwustopniowy włącznik termiczny

Objawy niesprawności wentylatora:

- przegrzewanie się silnika – nadmierny wzrost temperatury płynu chłodzącego;
- niewłączanie się wentylatora po osiągnięciu temperatury eksploatacyjnej przez płyn chłodzący;
- niewłączanie się wentylatora (brak chłodzenia) po włączeniu układu klimatyzacji; dotyczy to pojazdów wyposażonych w jeden wentylator, który powinien zacząć pracować po włączeniu układu klimatyzacji, niezależnie od stanu cieplnego silnika.

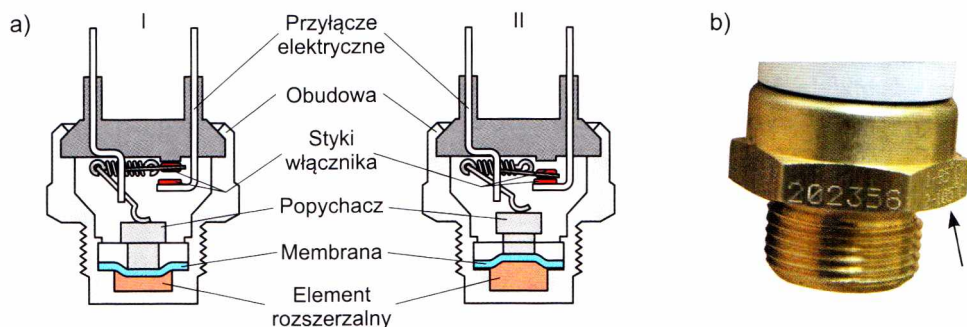
Diagnozowanie wentylatora rozpoczynamy od sprawdzenia, czy nie jest uszkodzony mechanicznie. Sprawdzamy, czy jego łopatki nie są skrzywione lub uszkodzone, czy podczas pracy nie słychać nadmiernego hałasu spowodowanego zużyciem łożyskowania, a także czy przestrzenie między rurkami (lamelami) chłodnic nie są zatkane, co utrudnia przepływ powietrza.

Działanie wentylatora układu chłodzenia można sprawdzić po uruchomieniu silnika i rozgrzaniu go do temperatury eksploatacyjnej. Możemy wtedy zaobserwować, przy jakiej temperaturze włącza się napęd wentylatora i porównać tę temperaturę (odczytaną ze wskaźnika na desce rozdzielczej za pośrednictwem diagnostokopu z czujnika temperatury płynu lub zmierzoną pirometrem czy multimetrem z funkcją pomiaru temperatury) z wartością kontrolną (wymaganą), podaną na włączniku termicznym (rys. 6.47) lub w danych warsztatowych.



Rys. 6.46. Sterowanie bezpośrednie za pomocą sterownika silnika

A12 – sterownik silnika, B1 – czujnik temperatury płynu chłodzącego, F1, F2 i F3 – bezpieczniki, K1 – przełącznik niskiej prędkości obrotowej wentylatora chłodnicy, K2 – przełącznik wysokiej prędkości obrotowej wentylatora chłodnicy, M1 – wentylator, R – rezystor niskiej prędkości obrotowej wentylatora



Rys. 6.47. Jednostopniowy włącznik termiczny wentylatora chłodnicy: a) przekrój (I – styki rozłączone, II – styki połączone), b) wygląd trzystykowego, podwójnego włącznika termicznego (znajdują się na nim temperatury załączania poszczególnych stopni – 95 i 105°C)

Sprawdzenia działania wentylatora sterowanego przez sterownik temperatury płynu chłodzącego możemy dokonać za pomocą odpowiedniego symulatora rezystancyjnych czujników temperatury (rys. 6.48) w następujący sposób:

- 1) odłączamy od czujnika temperatury złącze elektryczne;
- 2) do odłączonego złącza elektrycznego podłączamy symulator;
- 3) za pomocą symulatora wywołujemy wzrost temperatury płynu chłodzącego;
- 4) obserwujemy, czy i przy jakiej temperaturze (odczytujemy ją np. za pomocą testera diagnostycznego) następuje włączanie poszczególnych stopni napędu wentylatora lub załączanie poszczególnych wentylatorów (głównego i dodatkowego). Wyznaczone wartości temperatury (temperatur) zadziałania poszczególnych stopni napędu wentylatora (lub włączenia poszczególnych wentylatorów) powinny być zgodne z wartościami podanymi w danych warsztatowych.



Rys. 6.48. Symulator rezystancyjnych czujników temperatury

Jeżeli stwierdzamy brak działania wentylatora (wentylatorów) lub jego nieprawidłowe działanie (np. zbyt późne załączanie), dokładnie sprawdzamy układ elektrycznego sterowania.

Pomiary wykonujemy według schematu połączeń elektrycznych, po identyfikacji poszczególnych elementów w samochodzie. W pierwszej kolejności sprawdzamy stan techniczny czujników temperatury (patrz p. 6.3) i włączników termicznych.

Sprawdzanie działania układu sterowania wentylatorem za pośrednictwem jednostopniowego włącznika termicznego (rys. 6.44a s. 178) przeprowadzamy w następujący sposób:

- 1) odłączamy przewody od włącznika termicznego napędu wentylatora;
- 2) łączymy te przewody ze sobą;
- 3) jeśli obwód sterowania jest sprawny, po złączeniu przewodów wentylator powinien się uruchomić;
- 4) jeśli w czasie pracy silnika wentylator nie uruchamia się po osiągnięciu określonej temperatury załączania, wskazuje to na uszkodzenie włącznika.

Jeżeli po wykonaniu wyżej przedstawionych czynności wentylator się nie uruchomi, dokładnie sprawdzamy obwód elektryczny jego zasilania. Rozpoczynamy od sprawdzenia bezpiecznika zasilającego, a potem przekaźnika sterującego, np. za pomocą testera pokazanego na rysunku 6.49.



Rys. 6.49. Kontrola działania przekaźnika wentylatora przy użyciu testera przekaźników

Działanie przekaźnika za pomocą testera sprawdzamy następująco:

- 1) podłączamy tester do akumulatora;
- 2) wkładamy sprawdzany przekaźnik do odpowiedniego gniazda przyrządu i wybieramy liczbę jego styków (4 lub 5 – patrz tab. 2.1 s. 30);
- 3) uruchamiamy test, polegający na dziesięciokrotnym wystereowaniu przekaźnika przez układ sterujący testera oraz sprawdzeniu jego zadziałania (tj. przepływu prądu przez obwód obciążenia przekaźnika); jeżeli przekaźnik załączy się po każdym wystereowaniu, zaświeci się zielona dioda LED testera, sygnalizująca sprawność przekaźnika – jeśli to nie nastąpi, zaświeci się dioda koloru czerwonego.

Przekaźnik możemy również skontrolować, podłączając jego styki sterujące do akumulatora pojazdu. Sprawdzamy wówczas, czy po załączeniu przepływu prądu słychać charakterystyczne kliknięcie (oznaczające załączenie zestyków przekaźnika – patrz rys. 2.8 s. 29). Możemy jednocześnie sprawdzić multimetrem z funkcją „brzęczyka” załączenie obwodu obciążenia przekaźnika.

Najszybszym sposobem kontroli działania przekaźnika jest jego wyjęcie z gniazda i połączenie (mostkowanie) za pomocą odpowiedniej zwory styków 88. i 88a gniazda przekaźnika. Przykładowo, dla rozwiązania układu sterowania wentylatorem pokazanego na rys. 6.46 s. 179, jeżeli obwód elektryczny zasilania wentylatora jest ciągły a sam wentylator sprawny, po włożeniu zwory powinien się on uruchomić.

Jeśli przekaźnik jest sprawny, sprawdzamy napięcie zasilania na styku 88., a w dalszej kolejności sprawdzamy połączenie silnika wentylatora z masą pojazdu i rezystancję jego uzwojenia (aby wykluczyć przerwę).

Diagnozowanie bardziej zaawansowanych układów sterowania wentylatorem jest podobne i obejmuje odpowiednie dla danego układu pomiary elektryczne, które umożliwiają sprawdzenie:

- napięcia zasilania poszczególnych elementów obwodu sterowania,
- działania przekaźników sterujących,
- działania czujnika temperatury lub włączników termicznych,
- ciągłości przewodów łączących poszczególne elementy układu sterowania zgodnie ze schematem połączeń elektrycznych,
- sygnału sterującego prędkością obrotową wentylatora, wysyłanego przez sterownik do modułu sterującego wentylatora; ma on zwykle postać sygnału o zmiennym współczynniku wypełnienia – im większy jest ten współczynnik, tym większą prędkość obrotową wentylatora uzyskamy w systemach o płynnej regulacji prędkości.

PYTANIA I POLECENIA

1. Podaj możliwy do wykonania zakres pomiarów elektrycznych wtryskiwaczy elektromagnetycznych paliwa.
2. Podaj możliwy do wykonania zakres pomiarów elektrycznych wtryskiwaczy piezoelektrycznych paliwa.
3. Wyjaśnij, na czym polega jednofazowy i wielofazowy wtrysk paliwa. W jakich silnikach się je stosuje?
4. Narysuj przykładowy przebieg napięcia sterującego wtryskiwaczem układu pośredniego wtrysku benzyny. Zaznacz na nim czas otwarcia wtryskiwacza.
5. Wymień elementy składowe zaworu elektromagnetycznego recyrkulacji spalin.
6. W jaki sposób sprawdzamy działanie czujnika położenia zaworu recyrkulacji spalin?
7. Narysuj prostokątny sygnał sterujący zaworem recyrkulacji spalin.
8. Wymień sposoby regulacji prędkości obrotowej silników o zapłonie iskrowym.
9. Podaj metody diagnozowania silnika krokowego.
10. Korzystając z rysunku 6.42, omów sposób diagnozowania czujnika położenia przepustnicy.
11. Czy pomiar rezystancji czujników rezystancyjnych położenia jest wystarczający do ich zdiagnozowania? Uzasadnij swoją odpowiedź.
12. Podaj sposoby sterowania wentylatorem (lub zespołem wentylatorów).
13. Jak sprawdzić działanie zwiernego przekaźnika elektromagnetycznego?
14. Omów działanie układu sterowania wentylatorami pokazanego na rysunkach: a) 6.44a, b) 6.44b, c) 6.45a, d) 6.45b, e) 6.46.
15. Wymień zakres pomiarów diagnostycznych możliwych do wykonania w przypadku układów sterowania wentylatorami podanych na rysunkach: a) 6.44a, b) 6.44b, c) 6.45a, d) 6.45b, e) 6.46.

ZAPAMIĘTAJ

Współczesne pojazdy zwykle wyposażone są w system diagnostyki pokładowej standardu OBD II. Jego cechami charakterystycznymi są:

- umiejscowienie oraz wygląd gniazda diagnostycznego (liczba i przeznaczenie styków);
- znormalizowany sposób świecenia lampki MIL i wskazywania wykrytych przez system autodiagnostyki kodów usterek;
- określony sposób oznaczania podstawowych usterek czujników i elementów wykonawczych.

Czujniki i elementy wykonawcze silnika nadzorowane są przez system diagnostyki pokładowej. Po wykryciu niesprawności czujnika lub elementu wykonawczego zapisuje on w pamięci sterownika kod usterki oraz dane ramki zamrożonej (podstawowe parametry pracy silnika w momencie wykrycia niesprawności).

Diagnozowanie najważniejszych czujników i elementów wykonawczych silnika przeprowadzane jest wstępnie na podstawie informacji uzyskanych z systemu diagnostyki pokładowej, a w dalszej kolejności przez wykonanie szeregu pomiarów elektrycznych, mających na celu ustalenie miejsca wystąpienia wykrytej przez system diagnostyczny usterki.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Co to są kody usterek systemu OBD II?
2. Przedstaw ogólną strukturę znormalizowanych kodów usterek systemu OBD II.
3. Jakie informacje diagnostyczne można uzyskać z systemu diagnostyki pokładowej OBD II?
4. Korzystając z rysunku 6.3, omów sposób wykrywania usterek elektrycznych czujnika przez system OBD II.
5. Korzystając z rysunku 6.4, omów sposób wykrywania usterek elektrycznych elementów wykonawczych przez system OBD II.
6. Porównaj sposób diagnozowania indukcyjnych i hallotronowych czujników prędkości obrotowej oraz czujników położenia wału korbowego i wałka rozrządu.
7. Podaj ogólny zakres kontroli podstawowych czujników silnika: przepływomierza powietrza, czujnika temperatury płynu chłodzącego i czujnika ciśnienia powietrza.
8. W jaki sposób można dokonać oceny wiarygodności wskazań czujnika temperatury płynu chłodzącego?
9. Jakie rodzaje zasilania uzwojenia grzewczego stosuje się w sondach lambda?
10. Jakie powinny być parametry sygnału wyjściowego ze sprawnej dwustanowej sondy lambda przed katalizatorem?
11. Porównaj sygnały wyjściowe z sond lambda umieszczonych przed i za katalizatorem.
12. Jak diagnozuje się czujnik różnicy ciśnień filtra cząstek stałych?
13. Podaj sposób pomiaru natężenia prądu pobieranego przez wtryskiwacze, przeprowadzonego za pomocą sondy hallotronowej.
14. Wymień przykłady urządzeń (zespołów) wykorzystywanych do regulacji prędkości obrotowej biegu jałowego.
15. W jaki sposób regulowana jest prędkość obrotowa biegu jałowego w silnikach o zapłonie iskrowym, a w jaki w silnikach o zapłonie samoczynnym?
16. Jaką funkcję spełniają wentylatory układu chłodzenia?

LITERATURA

- [1] M. Dąbrowski, S. Kowalczyk, G. Trawiński, *Diagnostyka pojazdów samochodowych*, WSiP, Warszawa 2011.
- [2] J. Gładyszek, M. Gładyszek, *Poradnik diagnostyki samochodowej. Diagnostyka silnikowa Bosch FSA serii 7XX*, Bosch, Kraków 2008.
- [3] A. Herner, H.J. Riehl, *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*, WKŁ, Warszawa 2011.
- [4] K. Górski, *Wybrane aspekty diagnostyki pokładowej pojazdów samochodowych*, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2007.
- [5] J. Merkiś, S. Mazurek, *Pokładowe systemy diagnostyczne pojazdów samochodowych*, WKŁ, Warszawa 2002.
- [6] U. Rokosz, *Układy oczyszczania spalin i pokładowe systemy diagnostyczne*, WKŁ, Warszawa 2007.
- [7] G. Schneehage, *Czujniki układu sterowania silnika w praktyce warsztatowej. Budowa, działanie i diagnozowanie za pomocą oscyloskopu*, WKŁ, Warszawa 2013.
- [8] Materiały firm Bosch, Hella, Magneti Marelli, Mechatronika Poznań.

7. Diagnostyka układu zapłonowego

- Budowa i działanie układu zapłonowego
- Diagnozowanie układu zapłonowego
- Kontrola czujnika spalania detonacyjnego

7.1

Budowa i działanie układu zapłonowego

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie są zadania układu zapłonowego
- jakie rozwiązania układów zapłonowych stosowane są w samochodach
- jaką funkcję pełni czujnik spalania detonacyjnego

Zadaniem układu zapłonowego samochodu jest skuteczne zapalenie mieszanki paliwowo-powietrznej w określonym czasie (tj. przy określonym kącie wyprzedzenia zapłonu), dostosowanym do warunków pracy silnika (rozruchu, biegu jałowego, zmiany obciążenia itp.).

Ogólna budowa i zasada działania układu zapłonowego nie zmieniła się od bardzo dawna. Podstawowe elementy tego układu to cewka zapłonowa i świece zapłonowe.

Cewka zapłonowa ma dwa uzwojenia: pierwotne i wtórne. Jej **zadaniem** jest:

- magazynowanie energii (z akumulatora – instalacji pokładowej samochodu) w polu magnetycznym,
- wytworzenie wysokiego napięcia (podczas zaniku przepływu prądu przez uzwojenie pierwotne cewki),
- przekazanie wytworzonego napięcia o wartości od kilku do kilkunastu kV do świcy zapłonowej.

Zadaniem świcy zapłonowej jest zainicjowanie procesu spalania (zapalenie) mieszanki palnej w wyniku przeskoku iskry elektrycznej między elektrodami świcy.

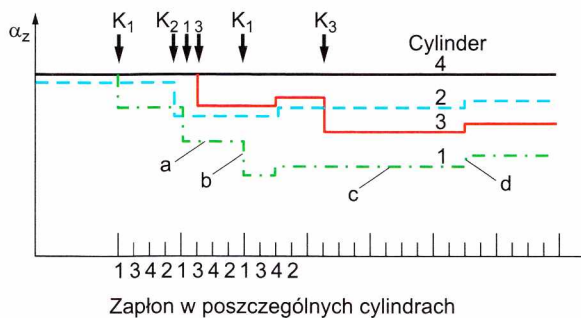
Obecnie stosowane układy zapłonowe są układami bezrozdzielaczowymi, w których wyeliminowano mechaniczny rozdzielacz napięcia, stosowany w klasycznym układzie zapłonowym. Standardowym rozwiązaniem jest układ zapłonowy z cewkami indywidualnymi (ołówkowymi lub kompaktowymi). Bardziej zaawansowane technicznie są cewki kompaktowe, które w górnej części mają zamontowany moduł elektroniczny. Pełni on różne funkcje sterująco-diagnostyczne, np. ogranicza wartość maksymalnego prądu w uzwojeniu pierwotnym cewki, nadzoruje obwód pierwotny cewki, a w razie wykrycia jego nieprawidłowego działania przekazuje do sterownika silnika informacje o wykrytych usterkach. Układy zapłonowe z cewkami indywidualnymi nie mają przewodów wysokiego napięcia (zapłonowych), ponieważ cewki takie znajdują się bezpośrednio nad świecami zapłonowymi.

W starszych samochodach stosowane są **cewki dwubiegunowe**, których oddzielne uzwojenia (pierwotne i wtórne) nie są ze sobą połączone. Uzwojenie wtórne tych cewek jest podłączone jednocześnie do dwóch świec zapłonowych, umieszczonych w różnych cylindrach. W silniku czterocylindrowym jedna cewka dwubiegunowa jest podłączona do cylindrów 1. i 4., a druga do cylindrów 2. i 3., niezależnie od kolejności pracy cylindrów (1–3–4–2 lub 1–2–4–3). Każda z cewek jest więc podłączona do cylindrów pracujących z przesunięciem fazowym równym pełnemu obrotowi wału korbowego (360°). Przeskok iskry elektrycznej następuje jednocześnie w dwóch cylindrach: aktualnie pracującym (w suwie sprężania, np. 1.) oraz w cylindrze, w którym właśnie odbywa się suw wydechu (w silniku czterocylindrowym

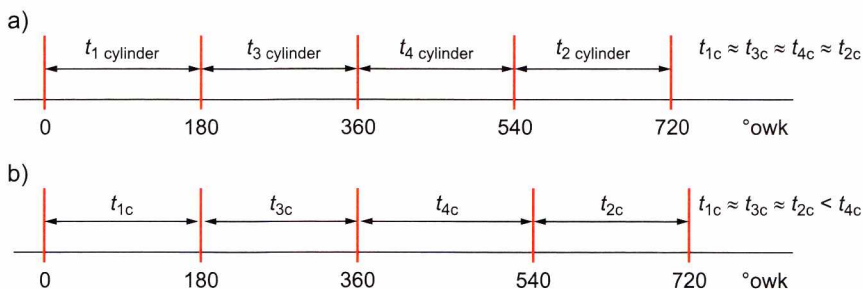
będzie to cylinder 4.). Większość energii zgromadzonej w cewce zawsze przekazywana jest do cylindra, w którym tłok znajduje się w suwie sprężania. Po obrocie wału korbowego o 360° sytuacja ulega odwróceniu. W układach z cewkami dwubiegowymi obie cewki łączą ze świecami przewody zapłonowe.

Istotnym elementem regulacji pracy układów zapłonowych jest **czujnik spalania detonacyjnego**. Jego zadaniem jest dostarczanie do sterownika silnika informacji o tym, czy ciśnienie w przestrzeni nadtłokowej cylindrów nie wzrasta zbyt gwałtownie, tj. czy w cylindrze nie zachodzi tzw. spalanie detonacyjne. Powoduje ono duże obciążenie oraz przyspieszone zużycie elementów układu tłokowo-korbowego. W razie wykrycia takiego spalania przez sterownik silnika (na podstawie analizy sygnału wyjściowego z czujnika spalania detonacyjnego), najpierw następuje korekta kąta zapłonu, czyli jego zmniejszenie, a potem (przy braku spalania detonacyjnego) ponowne zwiększanie. Sterownik silnika zwiększa kąt zapłonu aż do ponownego wykrycia momentu spalania detonacyjnego, co znowu powoduje zmniejszenie kąta wyprzedzenia zapłonu. Zmiana kąta zapłonu może następować jednocześnie we wszystkich cylindrach lub tylko w wybranych (rys. 7.1).

Wszelkiego rodzaju niedomagania układu zapłonowego, utrudniające wywołanie zapłonu w cylindrze, są także przyczyną zwiększenia zużycia paliwa oraz emisji toksycznych składników spalin. Dodatkowo mogą one również spowodować uszkodzenie katalizatora (w wyniku tzw. wypadania zapłonów).



Rys. 7.1. Schemat selektywnej regulacji kąta α_z zapłonu na podstawie wskazań czujnika spalania detonacyjnego w silniku czterocylindrowym: $K_{1,2,3}$ – występowanie spalania detonacyjnego w cylindrach od 1. do 3., brak spalania detonacyjnego w 4. cylindrze, *a* – zwłoka czasowa układu przed opóźnieniem zapłonu, *b* – zmniejszenie kąta zapłonu, *c* – zwłoka czasowa układu przed zwiększeniem kąta zapłonu do kąta nominalnego, *d* – zwiększenie kąta zapłonu



Rys. 7.2. Porównanie czasu obrotu wału korbowego o ten sam kąt (180°) w silniku 4-cylindrowym: *a*) pracują wszystkie cylindry, *b*) brak zapłonu w jednym cylindrze (czwartym)

Wypadanie zapłonów, przede wszystkim w układach z cewkami dwubiegunowymi, wykrywane jest przez system diagnostyki pokładowej na podstawie analizy informacji o chwilowej prędkości obrotowej (tj. czasie obrotu wału korbowego o ten sam kąt dla wszystkich cylindrów). Przy braku zapłonu paliwa i tym samym braku procesu spalania w jednym z cylindrów następuje wydłużenie czasu obrotu wału korbowego w zakresie odpowiadającym pracy tego cylindra (rys. 7.2 s. 187).

W układach zapłonowych z cewkami kompaktowymi wypadanie zapłonu **wykrywane jest przez moduł sterujący (diagnostyczny) cewki**.



PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie rozwiązania techniczne układów zapłonowych stosowane są w obecnie użytkowanych silnikach?
2. Wymień podstawowe elementy układu zapłonowego. Omów działanie układu zapłonowego.
3. Jaka funkcję w układzie zapłonowym pełni czujnik spalania detonacyjnego?
4. W jaki sposób można wykryć brak zapłonu (tzw. wypadanie zapłonu) w cylindrach silnika?

7.2

Diagnozowanie układu zapłonowego

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie są objawy niesprawności elementów układu zapłonowego
- jak sprawdzić działanie cewki dwubiegunowej
- jakie czynności diagnostyczne obejmuje kontrola przewodów zapłonowych
- jak sprawdzić różne typy indywidualnych cewek zapłonowych

7.2.1. Wprowadzenie

Objawami niesprawności elementów układu zapłonowego są:

- trudności z odpaleniem silnika lub niemożność jego uruchomienia,
- duże wahania prędkości obrotowej podczas pracy silnika na biegu jałowym,
- słabe osiągi silnika (utrata mocy), niedostateczne przyspieszanie pojazdu,
- zwiększone zużycie paliwa.

Nieprawidłowości występujące w układzie zapłonowym są zwykle sygnalizowane zaświeceniem się lampki kontrolnej usterek i przejściem silnika w tzw. awaryjny tryb pracy.

Przed przystąpieniem do diagnozowania układu zapłonowego należy sprawdzić i ewentualnie usunąć usterki w innych układach silnika, zwłaszcza w układzie paliwowym, oraz wykluczyć niewłaściwy stan układu rozrządu i zbyt małą szczelność przestrzeni nadłokowej.

Diagnozowanie współczesnych elektronicznych układów zapłonowych z cewkami dwubiegunowymi i indywidualnymi obejmuje sprawdzenie organoleptyczne i przyrządowe. Sprawdzenie organoleptyczne to przede wszystkim:

- sprawdzenie wielkości szczeliny powietrznej i wyglądu świec zapłonowych,
- ocena stanu przewodów wysokiego napięcia (tylko w układach z cewkami dwubiegunowymi).

Sprawdzenie przyrządowe obejmuje:

- kontrolę napięcia zasilania cewki i jej połączenia z masą pojazdu,
- sprawdzenie sygnału sterującego przepływem prądu przez uzwojenie pierwotne cewki,
- oscyloskopową rejestrację przebiegu napięcia po stronie pierwotnej i wtórnej układu zapłonowego,
- kontrolę rezystancji uzwojenia pierwotnego i wtórnego cewek,
- kontrolę podstawowych parametrów pracy układu (energii zapłonu, czasu trwania wyładowania iskrowego).

Możliwość i sposób kontroli (pomiaru) wymienionych parametrów diagnostycznych zależą od typu cewek zapłonowych oraz dostępnego wyposażenia warsztatowego. Kolejność i zakres wykonywanych pomiarów zależy przede wszystkim od rodzaju informacji dostarczanych przez system diagnostyki pokładowej oraz od tego, czy silnik daje się uruchomić. Informacja z systemu autodiagnostyki dotyczy obwodu elektrycznego nadzorowanej części

układu zapłonowego, co przy ocenie stanu całego układu nie zwalnia ze szczegółowego sprawdzenia jego elementów.

Uwaga: W obwodzie uzwojenia wtórnego cewki zapłonowej (obwodzie układu zapłonowego) występuje bardzo wysokie napięcie, dochodzące do kilkunastu i więcej kV. Natężenie prądu podczas wyładowania iskrowego nie stanowi bezpośredniego zagrożenia dla życia człowieka poza nieprzyjemnym odczuciem porażenia napięciowego, grozi jednak uszkodzeniem przyrządów diagnostycznych, zwłaszcza gdy są w niewłaściwy sposób używane. Wysokie napięcie, dochodzące do 150 V i więcej, pojawia się również w uzwojeniu pierwotnym cewki zapłonowej w chwili rozłączania przepływu prądu przez cewkę. Dlatego podczas diagnozowania należy zachować szczególną ostrożność. **Nie wolno odłączać przewodów zapłonowych oraz przewodów doprowadzonych do cewki zapłonowej podczas pracy silnika, a wszystkie wtyczki należy podłączać jedynie przy wyłączonym zapłonie.**

Cewki zapłonowe stosowane obecnie w silnikach, dwubiegunowe (starszej konstrukcji) i indywidualne, mają nieco odmienne rozwiązania techniczne i są w inny sposób podłączane do sterownika i instalacji pokładowej samochodu. Dlatego w pierwszej kolejności należy określić typ cewki (na podstawie wyglądu i schematu połączeń elektrycznych) oraz przeznaczenie poszczególnych styków. Informacji takich dostarczają programy komputerowe do wspomagania diagnozowania i obsługi pojazdów.

7.2.2. Diagnozowanie układu zapłonowego z cewkami dwubiegunowymi

Przykładowy schemat połączeń elektrycznych układu zapłonowego z modułem zapłonu zintegrowanym z cewkami dwubiegunowymi przedstawiono na rys. 7.3. Do cewki doprowadzone są cztery przewody (styki A–D). Cyframi 1–4 oznaczono wyjścia uzwojeń wtórnych cewki na świece zapłonowe pary cylindrów 1. i 4. oraz 3. i 2.

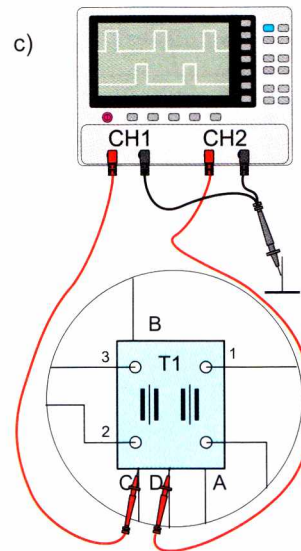
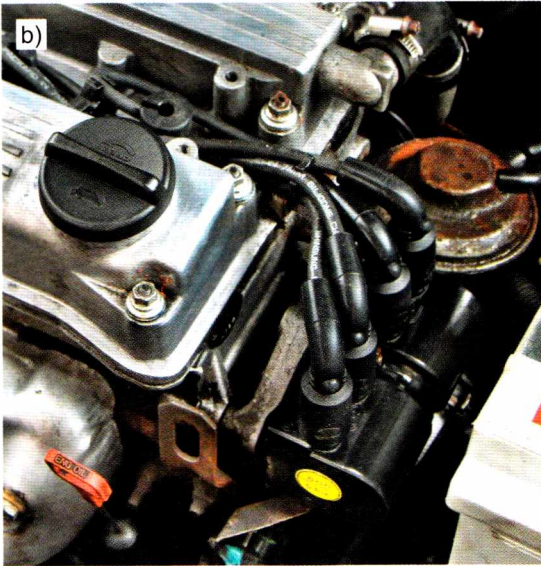
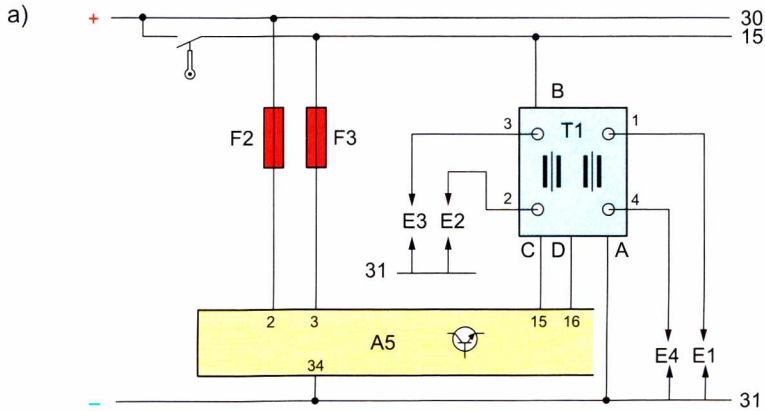
Jeżeli nie można uruchomić silnika lub brak jest zapłonu we wszystkich cylindrach, kontrolę rozpoczynamy od sprawdzenia elektrycznego zasilania cewki oraz podłączenia do masy pojazdu, a potem sprawdzamy sygnał sterujący.

Sprawdzanie zasilania cewki przeprowadzamy multimetrem:

- 1) odłączamy wtyczkę łączącą cewkę z instalacją pokładową;
- 2) po włączeniu zapłonu mierzymy wartość napięcia zasilania (rys. 7.5a s. 192), przy czym dodatni przewód pomiarowy multimetru podłączamy do odpowiedniego styku we wtyczce (styk B na rys. 7.3), a przewód ujemny łączymy z masą pojazdu – zmierzona w ten sposób wartość napięcia powinna być zbliżona do napięcia akumulatora;
- 3) sprawdzamy połączenie przewodu masowego, przykładając jedną końcówkę pomiarową multimetru do odpowiedniego wtyku (wtyk A na rys. 7.3), a drugą do bieguna dodatniego (+) akumulatora – miernik powinien wtedy wskazać jego napięcie.

Sygnał sterujący przepływem prądu przez poszczególne uzwojenia pierwotne cewki sprawdzamy oscyloskopem:

- 1) przewody dodatnie oscyloskopu podłączamy za pomocą sond igłowych do odpowiednich styków we wtyczce cewki; w zależności od sytuacji (brak zapłonu we wszystkich cylindrach lub tylko w dwóch) dokonujemy pomiaru na jednym styku (C lub D na rys. 7.3) albo na dwóch stykach (C i D) wtyczki podłączonej do cewki;
- 2) przewody ujemne oscyloskopu łączymy z masą pojazdu;
- 3) pomiaru dokonujemy, gdy silnik pracuje albo podczas próby jego uruchomienia – brak sygnału sterującego (przy ciągłości przewodów łączących cewkę ze sterownikiem) wskazuje na uszkodzenie sterownika silnika.



Rys. 7.3. Cewki dwubiegunowe T1 układu zapłonowego zintegrowane z modułem zapłonu: a) przykładowy schemat podłączenia, b) widok ogólny, c) sposób pomiaru sygnałów sterujących przepływem prądu w uzwojeniu pierwotnym cewek

A – masa cewki, A5 – sterownik silnika, B – zasilanie cewki (+12 V), C i D – wejścia sygnału sterującego uzwojeniem pierwotnym odpowiednio cylindrów 1. i 4. oraz 3. i 2., E1–E4 – świece zapłonowe cylindrów 1–4

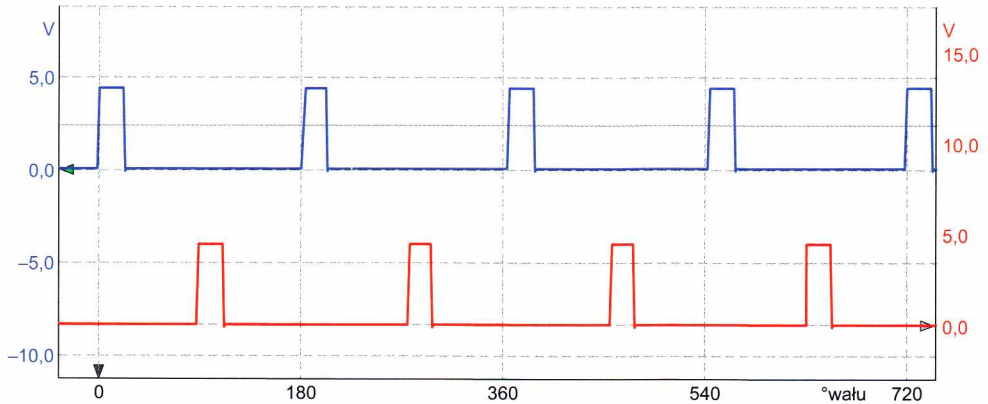
Przykład prawidłowych sygnałów sterujących przepływem prądu przez uzwojenie pierwotne cewki z rys. 7.3 pokazano na rysunku 7.4.

W przypadku cewki dwubiegunowej z rys. 7.3. nie da się przeprowadzić pomiaru rezystancji uzwojenia pierwotnego cewki. Możemy jednak za pomocą miernika uniwersalnego sprawdzić **rezystancję uzwojenia wtórnego** – dokonujemy tego w następujący sposób:

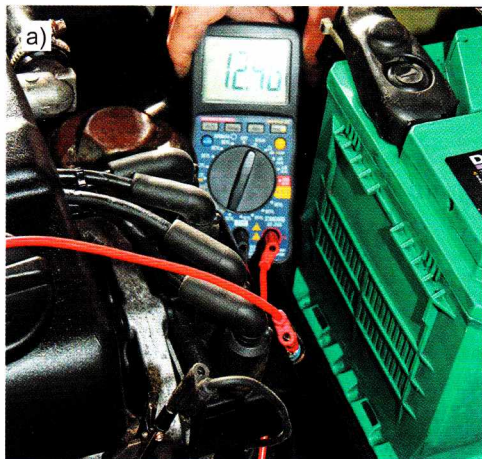
- 1) przykładamy oba przewody pomiarowe multimetru do odpowiednich wysokonapięciowych wyjść cewki dwóch cylindrów (rys. 7.5b), w których jednocześnie generowana jest iskra (patrz rozdział 7.1); w przypadku silnika czterocylindrowego dotyczy to cylindrów 1–4 oraz 3–2 (korzystamy przy tym z oznaczeń umieszczonych na cewce);

2) mierzymy rezystancję miernikiem; zmierzona wartość rezystancji uzwojenia wtórnego powinna być zgodna z wartością podaną przez producenta (zazwyczaj mieści się ona w zakresie 5–9 k Ω).

Jeżeli wykonane pomiary diagnostyczne wykazały, że cewka zapłonowa jest sprawna, a sygnał sterujący prawidłowy, w następnej kolejności kontrolujemy przewody zapłonowe i świece.



Rys. 7.4. Przebiegi sygnałów sterujących uzwojeniem cewki z rysunku 7.3 (widać przesunięcie sygnałów poszczególnych par cewek, 1–4 i 3–2)



Rys. 7.5. Sposób pomiaru: a) napięcia zasilania cewki dwubiegowej, b) rezystancji uzwojenia wtórnego cewki

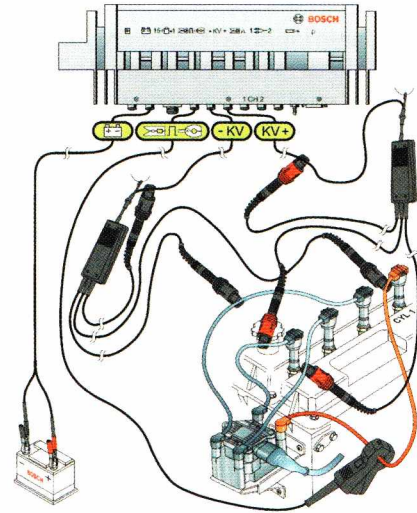
Sprawdzenie przewodów zapłonowych obejmuje pomiar rezystancji – powinna ona mieć dla wszystkich przewodów podobną wartość, zgodną z wartościami kontrolnymi podanymi w programach warsztatowych lub określonymi przez producenta. Podczas kontroli przewodów zapłonowych zwracamy również uwagę na stan ich izolacji oraz pewność (niezawodność) połączenia z cewką zapłonową i świecą.

Stan świecy sprawdzamy **po jej wykręceniu z silnika**. Sprawna świeca musi być sucha, bez śladów uszkodzenia izolatora (np. pęknięć) i oznak zużycia elektrod. Izolator powinien

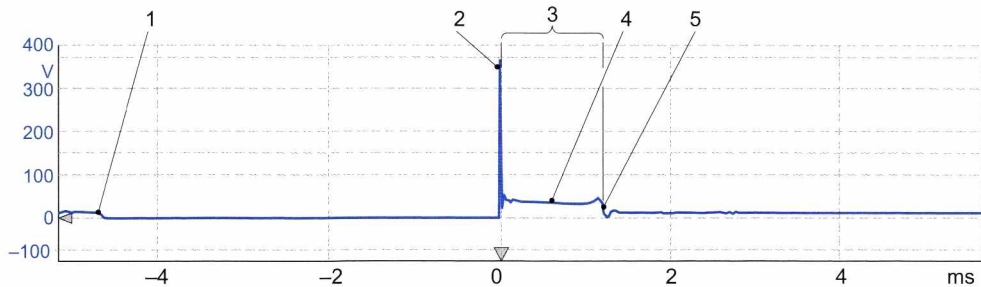
być szarożółty. Czarne, lepkie (mokre) osady na świecy wskazują na jej zaolejenie, a suche na pokrycie nagarem. Organoleptyczna ocena świecy powinna wykluczyć jej wpływ na nieprawidłową pracę układu zapłonowego, np. przedwczesny zapłon czy wypadanie zapłonów. Zabarwienie świecy i obecność osadu często wskazują na usterki występujące poza układem zapłonowym. Zaolejenie świecy może świadczyć o uszkodzeniu pierścieni tłokowych lub zaworów. Może ono być również spowodowane zbyt wysokim poziomem oleju w silniku lub wynikać z długotrwałego zasilania cylindra paliwem przy braku zapłonu.

Oceny stanu technicznego układu zapłonowego z cewkami dwubiegunowymi możemy dokonać także pośrednio, mierząc przebieg napięcia w obwodzie pierwotnym i wtórnym układu zapłonowego.

Do pomiaru napięcia w obwodzie wtórnym musimy mieć diagnostyk (oscylloskop) wyposażony w odpowiednie sondy pomiarowe (rys. 7.6). Przykładowy wykres zarejestrowany w obwodzie pierwotnym pokazano na rys. 7.7.



Rys. 7.6. Sposób podłączenia oscylloskopu do wszystkich obwodów wtórnych układu zapłonowego z cewkami dwubiegunowymi



Rys. 7.7. Przebieg napięcia w obwodzie pierwotnym układu zapłonowego

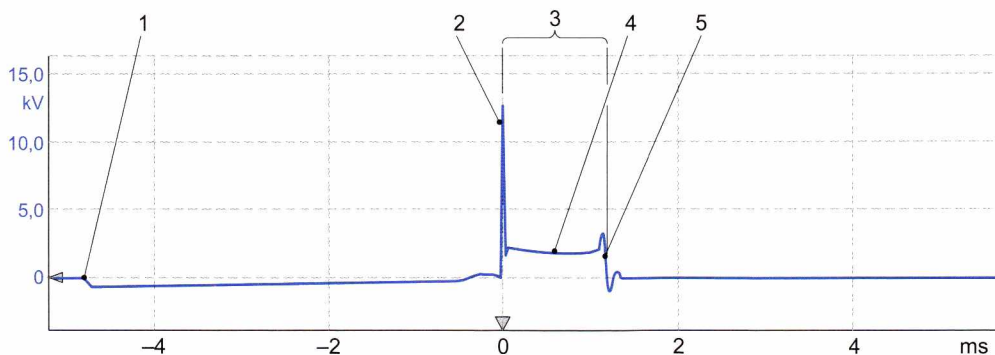
1 – załączenie przepływu prądu przez uzwojenie pierwotne cewki, 2 – napięcie odpowiadające napięciu zapłonu w obwodzie wtórnym, 3 – okres odpowiadający czasowi trwania iskry zapłonowej, 4 – napięcie odpowiadające napięciu podtrzymania iskry zapłonowej w obwodzie wtórnym, 5 – zakończenie wyładowania iskrowego

Na wykresie widoczne są charakterystyczne momenty przebiegu napięcia w obwodzie pierwotnym:

- załączenie przepływu prądu przez uzwojenie pierwotne cewki 1;
- zakończenie (przerwanie) przepływu prądu przez uzwojenie pierwotne 2; w tym momencie w uzwojeniu wtórnym indukowane jest napięcie zapłonu o wartości kilkunastu kV, a w uzwojeniu pierwotnym napięcie kilkuset V;
- okres trwania iskry zapłonowej 3 (napięcie podtrzymania 4);
- zakończenie wyładowania iskrowego 5 (odpowiada ono czasowi trwania iskry zapłonowej dla przebiegu napięcia w obwodzie wtórnym pokazanym na rys. 7.8 s. 194).

W przebiegu napięcia w obwodzie wtórnym układu zapłonowego (rys. 7.8) także możemy wyróżnić kilka charakterystycznych punktów:

- chwila załączenia przepływu prądu przez uzwojenie pierwotne 1;
- wartość napięcia w momencie zainicjowania wyładowania iskrowego (napięcie przebiecia – zapłonu);
- wartość napięcia podtrzymania iskry zapłonowej 4 (w czasie trwania wyładowania iskrowego 3).



Rys. 7.8. Przebieg napięcia w obwodzie wtórnym układu zapłonowego

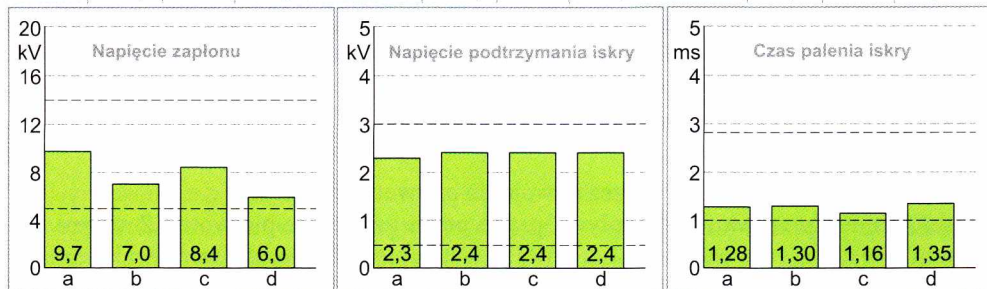
1 – załączenie przepływu prądu przez uzwojenie pierwotne cewki, 2 – napięcie zapłonu, 3 – okres trwania iskry zapłonowej, 4 – napięcie podtrzymania iskry zapłonowej, 5 – zakończenie wyładowania iskrowego

Jednoczesny pomiar we wszystkich cylindrach (tj. dla wszystkich świec) jest optymalny, ale wymaga odpowiedniego wyposażenia – diagnostopu (patrz rys. 7.6). Podczas jednoczesnego pomiaru szczególną uwagę zwracamy na równomierność wartości napięcia zapłonu w poszczególnych cylindrach oraz na czas palenia się iskry elektrycznej. Przykładowo, jeżeli napięcie zapłonu któregoś z cylindrów jest znacznie mniejsze niż pozostałych, może to wskazywać na przebiecie w układzie wysokiego napięcia lub spadek ciśnienia sprężania

OPEL / ASTRA-F / X14XE / MT / MULTEC-S / 66KW

	1/min	Rze	Min wyma	Max wyma	1
Prędkość obrotowa		880	700	1000	
Temperatura oleju	°C	93	60	120	

Δ kV 3,8 ---- 4,0 Δ kV 0,1 ---- 1,0 Δ ms 0,19 ---- 0,50



Rys. 7.9. Informacje o wartości napięcia zapłonu (po lewej), napięcie podtrzymania wyładowania iskrowego (w środku) oraz czas trwania iskry zapłonowej (po prawej) we wszystkich cylindrach, uzyskane za pomocą oscyloskopu FSA 740

w tym cylindrze. Istotny jest również przebieg napięcia (jego tłumienie) po zakończeniu przeskoku iskry. Brak oscylacji może świadczyć o zwarciu międzyzwojowym cewki.

Najbardziej zaawansowane diagnostyki automatycznie analizują rejestrowane przebiegi napięcia – rys. 7.9.

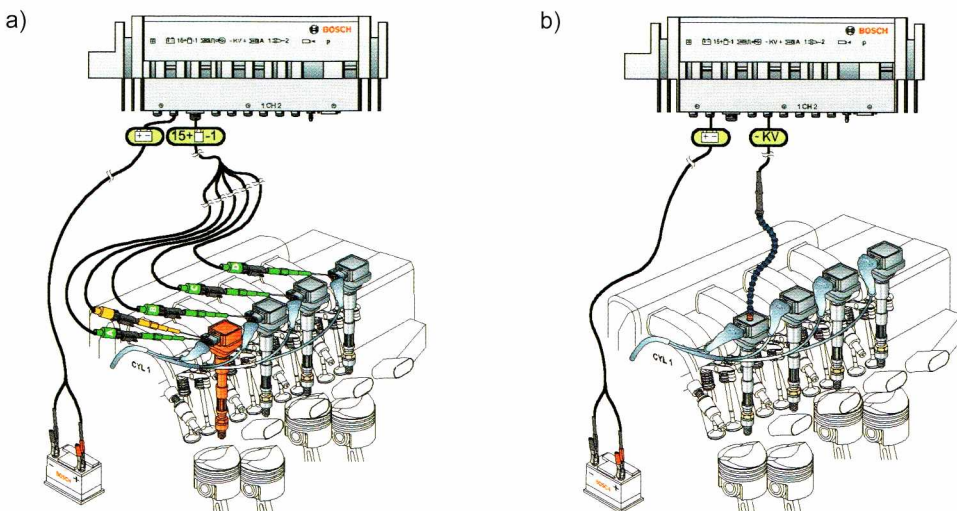
Podczas pomiarów oscyloskopowych należy pamiętać, że na rejestrowane parametry ma wpływ nie tylko stan techniczny elementów układu zapłonowego, ale również stan mechaniczny silnika, np. szczelność przestrzeni nadłokowej. Obniżona szczelność cylindra (mniejsza wartość ciśnienia sprężania) powoduje, że napięcie zapłonu w tym cylindrze będzie mniejsze.

7.2.3. Diagnostowanie układu zapłonowego z cewkami indywidualnymi

Diagnostowanie układów zapłonowych z cewkami indywidualnymi (ołówkowymi lub kompaktowymi) jest podobne do diagnostowania cewek dwubiegowych. Istnieje kilka rozwiązań cewek indywidualnych. Różnice wynikają ze specyficznych rozwiązań poszczególnych cewek (np. typu: ołówkowa/kompaktowa), liczby styków i ich przeznaczenia oraz sposobu podłączenia do sterownika i instalacji pokładowej samochodu. Dlatego przed diagnostowaniem cewki należy zapoznać się ze schematem jej połączeń elektrycznych oraz danymi warsztatowymi, określającymi typ cewki i sposób jej działania.

Podstawowe różnice w możliwościach oceny stanu technicznego układów zapłonowych z cewkami indywidualnymi w porównaniu do układu z cewkami dwubiegowymi zostały omówione poniżej.

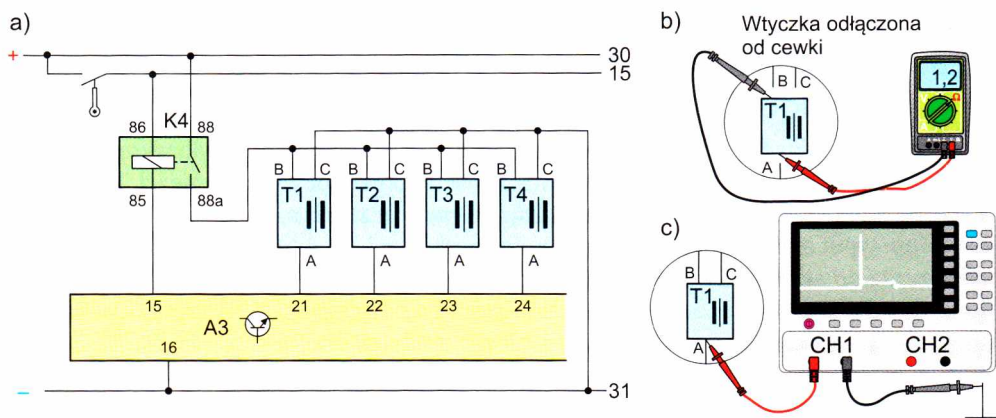
W indywidualnych cewkach zapłonowych nie możemy zmierzyć bezpośrednio napięcia w obwodzie wtórnym. Wynika to z braku przewodów wysokiego napięcia i umiejscowienia takiej cewki bezpośrednio nad świecą zapłonową. Niekiedy możemy wyznaczyć przebieg tego napięcia za pomocą specjalnych przetworników indukcyjno-pojemnościowych (np. sondy pomiarowej typu „gęsia szyjka”), przykładanej do cewki kompaktowej (rys. 7.10).



Rys. 7.10. Schemat połączeń diagnostoskopu do pomiaru obwodu pierwotnego (a) i wtórnego (b) układu zapłonowego z indywidualnymi cewkami zapłonowymi

W przypadku cewek zapłonowych o specyficznej budowie (ze swego rodzaju ekranem elektrostatycznym) pomiar nawet tego typu sondą jest niemożliwy.

Jeżeli brak jest zapłonu w jednym z cylindrów (gdy kody usterek wskazują na brak zapłonu w określonym cylindrze lub niesprawność cewki w tym cylindrze), sprawdzamy zasilanie cewki, jej połączenia z masą (obwodem pierwotnym i wtórnym) oraz sygnał sterujący. Pomiary wykonujemy podobnie jak w wypadku cewek dwubiegunowych – na odpowiednich stykach (pinach) cewki. Przykładowe cewki indywidualne pokazano na rysunkach 7.11, 7.12 i 7.13 (s. 198).



Rys. 7.11. Schemat podłączenia cewek ołówkowych (3-pinowych) układu zapłonowego (na schemacie nie ma wyjścia na świecę zapłonową) (a) oraz sposób pomiaru rezystancji uzwojenia pierwotnego (b) oraz przebiegu napięcia w obwodzie pierwotnym (c)

A – masa sterująca uzwojenia pierwotnego, A3 – sterownik silnika, B – zasilanie cewek, C – masa uzwojenie wtórne T1–T4 – cewki ołówkowe, K4 – przełącznik zasilający

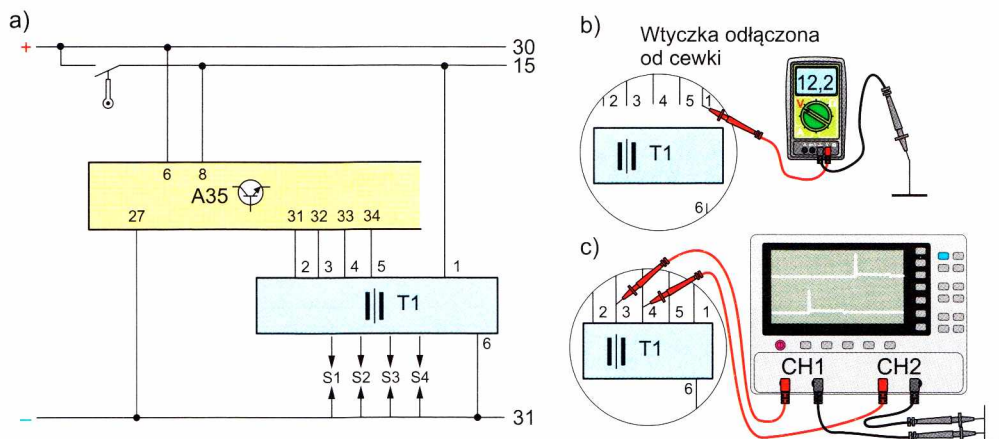
W przypadku cewek ołówkowych (np. 3-pinowych – rys. 7.11, ale także 2-pinowych) możliwy jest **pomiar rezystancji uzwojenia pierwotnego** (za pomocą miernika uniwersalnego). Końcówki pomiarowe przykładamy do odpowiednich styków cewki zgodnie ze schematem połączeń elektrycznych (dla cewki z rys. 7.11 między stykami A i B – rys. 7.11b). Wartość rezystancji powinna być mniejsza niż 1,5 Ω .

Sprawdzamy również:

- **wartość napięcia zasilania** miernikiem uniwersalnym (dla cewki z rys. 7.11 na styku B) przy odłączonej wtyczce od cewki;
- **połączenie uzwojenia wtórnego cewki z masą pojazdu**, mierząc **multimetrem** napięcie między stykiem C cewki (w odłączonej wtyczce) i zaciskiem dodatnim akumulatora. Jeżeli przewód jest ciągły, wartość napięcia powinna być zbliżona do napięcia akumulatora;
- **ciągłość przewodu łączącego cewkę ze sterownikiem** (np. A–21 na rys. 7.11a).

Przy użyciu **oscyloskopu** możemy również zarejestrować **przebieg napięcia w obwodzie pierwotnym cewki zapłonowej** (rys. 7.11c). Przewód dodatni oscyloskopu podłączamy (za pomocą sondy igłowej) do styku łączącego uzwojenie pierwotne cewki ze sterownikiem, a przewód ujemny do masy pojazdu.

Schemat podłączania cewek indywidualnych, połączonych w jeden zespół, pokazano na rys. 7.12. Tego rodzaju **cewki zespolone** (tzw. listwa) są zasilane wspólnie przewodem 1. Ze sterownikiem silnika (do sterowania przepływem prądu przez uzwojenie pierwotne) połączone są czterema oddzielnymi przewodami (2–5), a z masą łączy je wspólny przewód (6).



Rys. 7.12. Schemat podłączenia cewek zespolonych (tzw. listwy) układu zapłonowego (a), sposób pomiaru napięcia zasilania (b) oraz połączenia cewki z masą pojazdu (c)

1 – przewód zasilający cewki, 2–5 – przewody łączące wyjścia uzwojeń pierwotnych cewek zapłonowych poszczególnych cylindrów z układami ich załączania umieszczonymi w sterowniku, 6 – przewód masowy uzwojeń wtórnych cewek, S1–S4 – świece zapłonowe cylindrów 1–4, T1 – cewka zespolona (listwa), A35 – sterownik silnika

Napięcie zasilania listwy (cewek zespolonych) sprawdzamy **multimetrem**. Przewód dodatni multimetru podłączamy do odpowiedniego styku wtyczki odłączonej od cewki, a przewód ujemny podłączamy do masy pojazdu (rys. 7.12b). Pomiaru dokonujemy przy włączonym zapłonie. Zmierzona wartość napięcia powinna być zbliżona do napięcia akumulatora. Jeżeli brak jest napięcia, sprawdzamy ciągłość przewodu łączącego cewkę z zaciskiem dodatnim akumulatora.

Połączenie listwy z masą pojazdu sprawdzamy tak samo jak połączenie cewki dwubiegowej (patrz rozdział 7.2.2). Możemy też zmierzyć wartość rezystancji uzwojeń pierwotnych poszczególnych cewek zespolonych za pomocą multimetru. Pomiaru dokonujemy, gdy cewka jest odłączona od instalacji pokładowej między stykami 1. a 2., 3., 4. lub 5. W większości przypadków rezystancja powinna wynosić poniżej 1Ω .

Kontrola cewki zespolonej obejmuje również sprawdzenie ciągłości przewodów między stykami we wtyczce i odpowiednimi stykami w sterowniku. Zmierzona miernikiem uniwersalnym wartość rezystancji poszczególnych przewodów (np. 2–31 na rys. 7.12a) nie powinna być większa niż $0,2 \Omega$. Dla takiego rozwiązania cewki na stykach 2., 3., 4. i 5. możemy zarejestrować przebieg napięcia w obwodzie pierwotnym, które powinno być zbliżone do przebiegu na rysunku 7.7 (s. 193).

Typowe rozwiązanie podłączenia cewek indywidualnych (kompaktowych) pokazano na rysunku 7.13 (s. 198).

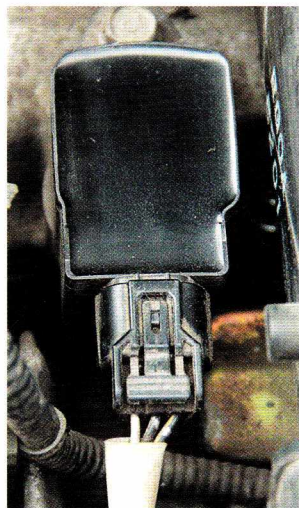
Zakres diagnozowania cewki kompaktowej pokazanej na rys. 7.13 jest podobny do opisanego poprzednio. Obejmuje on:

- pomiar napięcia zasilania cewki (np. dla cewek pokazanych na rys. 7.13 na styku B wtyczki odłączonej od cewki, gdzie podłączamy przewód dodatni multimetru, a przewód ujemny do masy pojazdu);
- kontrolę połączenia styku masowego C cewki (uzwojenia wtórnego) z masą pojazdu;
- sprawdzenie ciągłości przewodu masowego D (diagnostycznego) cewki ze sterownikiem silnika; w sterowniku umieszczony jest rezystor R, który służy do wykrywania wypadania zapłonów;
- sprawdzenie sygnału sterującego załączeniem uzwojenia pierwotnego cewki na styku A (sygnał prostokątny).

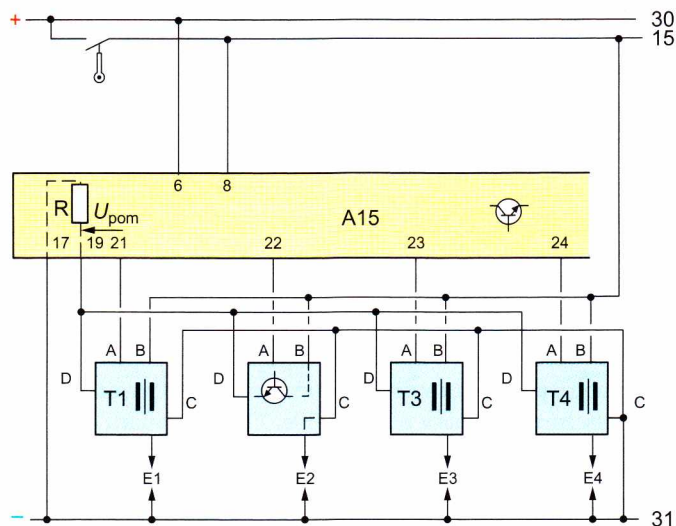
Większość cewek indywidualnych ma w uzwojeniu wtórnym wysokonapięciową diodę ceramiczną. Uniemożliwia ona pomiar rezystancji w uzwojeniu wtórnym cewki za pomocą miernika uniwersalnego.

W nowoczesnych układach zapłonowych **kąt wyprzedzenia zapłonu sprawdzamy na podstawie danych odczytywanych ze sterownika silnika za pomocą diagnostyka.** Wartość tego kąta w określonych warunkach pomiaru (silnik rozgrzany do temperatury eksploatacyjnej, prędkość biegu jałowego) powinna być zgodna z danymi producenta.

a)



b)



Rys. 7.13. Wygląd cewek indywidualnych (kompaktowych) (a) i schemat ich podłączenia (b)

A – sygnał sterujący załączaniem przepływu prądu przez uzwojenie pierwotne cewki, B – zasilanie cewki, C – masa uzwojenia wtórnego cewki, D – masa uzwojenia pierwotnego cewki (przewód diagnostyczny), E1–E4 – świece zapłonowe, T1–T4 – cewki kompaktowe, A15 – sterownik silnika, R – rezystor



PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie pomiary diagnostyczne można wykonać dla dwubiegunowej cewki zapłonowej?
2. W jaki sposób można skontrolować sygnały sterujące dwubiegunową cewką zapłonową?
3. Narysuj przebieg napięcia w uzwojeniu pierwotnym cewki dwubiegunowej (obwodzie wtórnym układu zapłonowego) i omów go.
4. Narysuj przebieg napięcia w uzwojeniu wtórnym cewki dwubiegunowej (obwodzie wtórnym układu zapłonowego) i omów go.
5. Co to jest napięcie zapłonu (przebiecia) oraz czas trwania iskry zapłonowej?
6. Na podstawie rysunku 7.12 wyjaśnij sposób pomiaru napięcia zasilania i połączenia z masą pojazdu cewki zespolonej (listwy).
7. Jakie są różnice między cewką ołówkową a kompaktową?
8. Czy można zmierzyć rezystancję uzwojenia pierwotnego i wtórnego indywidualnej cewki zapłonowej? Uzasadnij swoją odpowiedź.
9. W jaki sposób sprawdzamy sygnał sterujący cewką indywidualną? Narysuj jego przykładowy przebieg.
10. Podaj wartość (zakres) rezystancji uzwojenia pierwotnego ołówkowej cewki zapłonowej.

7.3

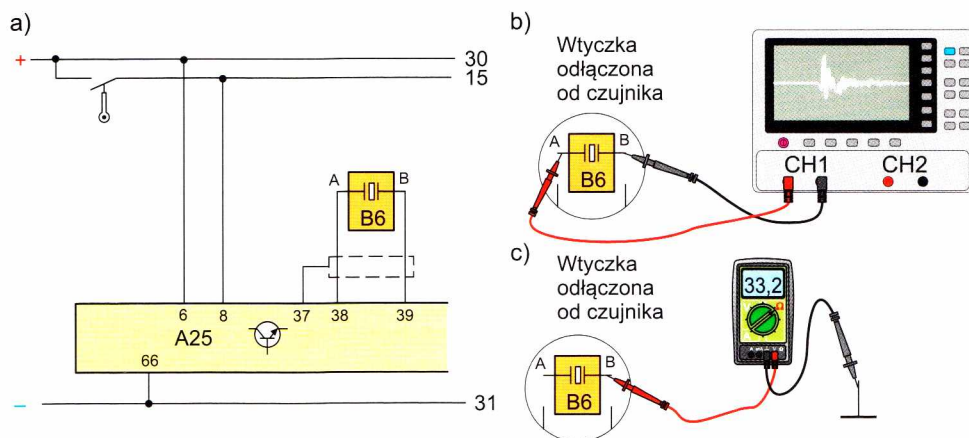
Kontrola czujnika spalania detonacyjnego

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jak skontrolować działanie czujnika spalania detonacyjnego

W wielu silnikach montowane są czujniki spalania detonacyjnego. W silnikach czterocylin-drowych znajduje się zazwyczaj jeden, a czasem dwa czujniki spalania detonacyjnego. W silnikach sześciocylin-drowych zawsze są dwa czujniki (po jednym na blok w silniku widlastym, po jednym dla każdego trzech cylindrów w silniku rzędowym). W silnikach ośmio- i dwunastocylin-drowych są cztery czujniki spalania detonacyjnego.

Przykładowy schemat podłączenia czujnika spalania detonacyjnego do sterownika silnika pokazano na rysunku 7.14.



Rys. 7.14. Przykładowy schemat podłączenia czujnika spalania detonacyjnego do sterownika silnika (a) oraz sposób sprawdzenia działania czujnika (b) i braku zwarcia czujnika do masy pojazdu (c)

Kontrolę działania czujnika zaczynamy od sprawdzenia jego mocowania do bloku silnika. Czujnik powinien być dokręcony wymaganą wartością momentu (podaną np. w programach do wspomagania diagnozowania i naprawy – rys. 7.15 s. 200).

Działanie czujnika spalania detonacyjnego możemy sprawdzić następująco:

- 1) rozpinamy wtyczkę łączącą czujnik ze sterownikiem;
- 2) podłączamy do styków czujnika przewody pomiarowe oscyloskopu – dodatni i masowy (rys. 7.14a);
- 3) lekko uderzamy w blok (kadłub) silnika, symulując drgania silnika wywołane spalaniem stukowym. **Nie wolno uderzać bezpośrednio w czujnik lub w jego mocowanie (śrubę) – grozi to uszkodzeniem czujnika!** Jeżeli czujnik jest sprawny, powinniśmy zobaczyć na oscyloskopie gasnące oscylacje (patrz rys. 7.16 s. 200).

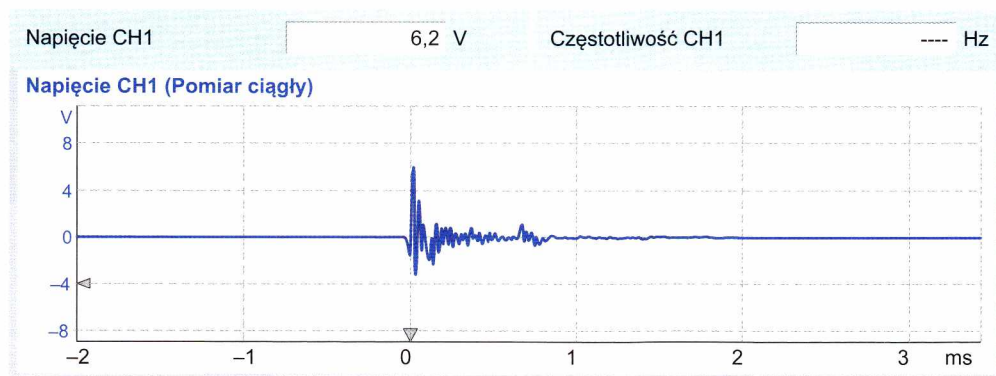
🔑 Kompletne dane

Świece zapłonowe	:25 Nm
Listwa paliwowa	:8 Nm
Czujnik położenia wału korbowego/czujnik liczby obrotów	:8 Nm
Czujnik położenia wałka rozrządu	:8 Nm
Czujnik temperatury płynu chłodzącego	:18 Nm
Sonda lambda	:40 Nm
Czujnik spalania stukowego	:20 Nm
Przełącznik ciśnienia oleju silnikowego	:20 Nm

Momenty dokręcania – nadwozie

Piasta przedniego koła	:50 Nm + 30° + 15°
Piasta tylnego koła	:50 Nm + 30° + 15°
Kierownica	:30 Nm

Rys. 7.15. Przykładowe dane dotyczące momentu dokręcenia śruby mocującej czujnik spalania detonacyjnego (stukowego)



Rys. 7.16. Przebieg sygnału z czujnika spalania detonacyjnego, zarejestrowany za pomocą oscyloskopu FSA 740

Jeżeli zarejestrowany sygnał wyjściowy jest prawidłowy, sprawdzamy podłączenie czujnika do sterownika silnika. Kontrola ta obejmuje:

- sprawdzenie połączeń elektrycznych czujnika – czy styki są prawidłowo połączone, czy nie ma nalotów mogących utrudniać przekazywanie sygnału;
- sprawdzenie ciągłości przewodów łączących czujnik ze sterownikiem (za pomocą multimetru; wartość kontrolna rezystancji poniżej 0,5 Ω);
- kontrolę braku zwarcia wewnętrznego czujnika do masy pojazdu; do dowolnego styku we wtyczce czujnika podłączamy jeden przewód pomiarowy multimetru (np. dodatni), a drugi łączymy z masą pojazdu; zmierzona w ten sposób rezystancja powinna być większa niż 30 MΩ. Pomiary wykonujemy kolejno dla obu przewodów (styków) czujnika.

Czujnik możemy również **skontrolować podczas pracy silnika** przy użyciu **oscyloskopu**:

- 1) przewody pomiarowe oscyloskopu podłączamy za pomocą sond igłowych do styków czujnika;

- 2) gdy silnik pracuje z prędkością biegu jałowego, gwałtownie naciskamy na pedał przyspieszenia, aby uzyskać zwiększenie prędkości obrotowej; jednocześnie obserwujemy przebieg sygnału wyjściowego z czujnika;
- 3) sposób interpretacji rejestrowanego sygnału oraz dalsze postępowanie są takie same jak podczas badania przeprowadzanego bez uruchamiania silnika.

Przedstawione wyżej metody nie umożliwiają jednoznacznego sprawdzenia czujnika. Podstawową metodą jego diagnozowania jest analiza sygnału z czujnika przez system diagnostyki pokładowej i odczytanie kodów wykrytych usterek za pomocą diagnostyki.

Przewody czujnika spalania detonacyjnego są ekranowane. Zadaniem ekranu jest ochrona sygnału pochodzącego z czujnika przed zakłóceniami z innych elementów elektronicznych pojazdu. Po skontrolowaniu czujnika należy ułożyć jego przewody w sposób zalecany przez producenta.

Czujniki spalania detonacyjnego stosowane są także w niektórych silnikach o zapłonie samoczynnym z układami zasilania paliwem Common Rail do wyznaczania rzeczywistego czasu włączenia (otwarcia) wtryskiwaczy. W tym celu okresowo sterownik silnika skraca czas podawania dawki pilotażowej do pojedynczego wtryskiwacza. W momencie uzyskania braku otwarcia wtryskiwacza (podania paliwa) następuje zwiększenie twardości pracy silnika, rejestrowane przez czujnik spalania detonacyjnego. Wyznaczony w ten sposób czas reakcji tego wtryskiwacza uwzględniany jest w procesie regulacji dawki paliwa (czasu otwarcia) w celu wyrównania różnic między poszczególnymi wtryskiwaczami, wynikających z tolerancji wykonania i eksploatacyjnego zużycia.

Sposób sprawdzenia tego czujnika jest taki sam jak czujnika spalania detonacyjnego w silniku o ZI (bez uruchamiania silnika).



PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie pomiary diagnostyczne wykonujemy podczas sprawdzania czujnika spalania detonacyjnego?
2. Omów sposób kontroli działania czujnika za pomocą oscyloskopu.

ZAPAMIĘTAJ

Diagnozowanie współczesnych układów zapłonowych odbywa się na podstawie wskazań systemu autodiagnostyki. Gdy brak jest spalania (zapłonu) w cylindrze, należy skontrolować ciągłość przewodów łączących cewkę z instalacją pokładową samochodu oraz napięcie zasilania i napięcie sygnału sterującego cewką.

Pomiar rezystancji uzwojenia pierwotnego cewki zapłonowej możliwy jest tylko w przypadku cewek ołówkowych, natomiast pomiar rezystancji uzwojenia wtórnego – jedynie w przypadku cewek dwubiegunowych.

Rejestracja oscyloskopowa przebiegów napięcia w obwodzie wtórnym (wysokiego napięcia) układu zapłonowego w przypadku cewek dwubiegunowych dostarcza nie tylko informacji o działaniu układu zapłonowego, ale również może wskazać inne niesprawności silnika, np. spadek szczelności przestrzeni nadłokowej.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Porównaj budowę układów zapłonowych z cewkami dwubiegunowymi oraz indywidualnymi.
2. Jakie funkcje pełni czujnik spalania detonacyjnego? W jaki sposób przeprowadzamy jego kontrolę?
3. W jakim zakresie sprawdzamy cewki dwubiegunowe?
4. Jak sprawdzamy rezystancję uzwojenia wtórnego cewki dwubiegunowej?
5. Narysuj przebieg napięcia w obwodzie wtórnym układu zapłonowego i wskaż: napięcie przebicia, napięcie zapłonu oraz czas przeskoaku iskry zapłonowej.
6. Omów pomiary diagnostyczne możliwe do wykonania dla cewki kompaktowej o schemacie połączeń pokazanym na rys. 7.13.

LITERATURA

- [1] M. Dąbrowski, S. Kowalczyk, G. Trawiński, *Diagnostyka pojazdów samochodowych*, WSiP, Warszawa 2013.
- [2] R. Dmowski, *Świeca zapłonowa kompleksowo*, „Serwis Motoryzacyjny” nr 10/2011.
- [3] P. Fundowicz, B. Michałowski, M. Radzimierski, *Podstawy elektrotechniki i elektroniki samochodowej*, WSiP, Warszawa 2007.
- [4] J. Gładyszek, M. Gładyszek, *Poradnik diagnostyki samochodowej. Diagnostyk silnikowy Bosch FSA serii 7XX*, Bosch, Kraków 2008.
- [5] A. Herner, H.J. Riehl, *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*. WKŁ, Warszawa 2011.
- [6] K. Pacholski, *Elektryczne i elektroniczne wyposażenie pojazdów samochodowych, cz. 2*, WKŁ, Warszawa 2013.
- [7] R. Polit, *Cewki zapłonowe*, „Auto Moto Serwis” nr 6/2011.
- [8] *Co mówią świece*, „Świat Motoryzacji” nr 2/2012.
- [9] *Poradnik techniki samochodowej*, Wydawnictwo Rea, Warszawa 2010.
- [10] Materiały firm: Bosch, Hella, Denso, Sagem.

8. Diagnostyka cyfrowych magistral danych

- Podstawy sterowania cyfrowego w samochodach
- Cyfrowe magistrale danych
- Diagnozowanie magistrali CAN
- Diagnozowanie magistrali LIN

8.1

Podstawy sterowania cyfrowego w samochodach

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- co to jest sterowanie cyfrowe

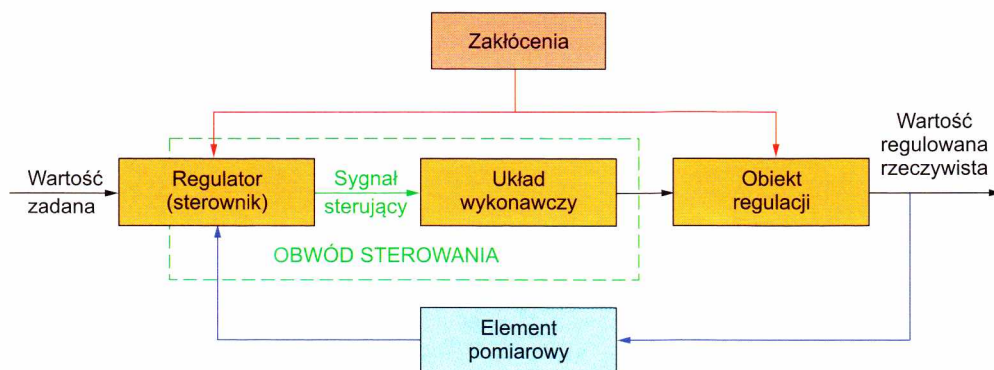
Główne kierunki rozwoju pojazdów samochodowych to:

- dążenie do zmniejszenia zużycia paliwa, a zatem także zmniejszenia emisji CO₂ oraz ilości toksycznych składników spalin (wymuszają to między innymi coraz ostrzejsze normy emisji spalin – w krajach Unii Europejskiej są to normy EURO);
- zapewnienie jeszcze większego bezpieczeństwa czynnego i biernego;
- zwiększanie komfortu i wygody użytkownika pojazdu (niezawodność, wydłużanie okresów międzyobsługowych).

Realizacja tych zadań wymaga między innymi przeprowadzania coraz dokładniejszych kontroli i precyzyjniejszego sterowania pracą poszczególnych zespołów i układów samochodowych. Rozwój układów sterowania to tworzenie nowych i ciągłe doskonalenie już istniejących systemów, które obecnie coraz częściej są systemami sterowania cyfrowego.

Sterowanie oznacza oddziaływanie wielkości wejściowych na wielkości wyjściowe. Inaczej mówiąc, jest to celowe działanie na element wykonawczy przez podanie na ten element sygnału sterującego w celu uzyskania określonego efektu.

W **sterowaniu cyfrowym** sygnały sterujące mają postać sygnałów cyfrowych, kodowanych binarnie (o wartości logicznej 0 lub 1). Sterowanie musi łączyć się z **regulacją**. Jest to proces, którego celem jest minimalizacja różnicy wartości wielkości regulowanej (mierzonej) i wartości wielkości zadanej. Obiektem regulacji może być urządzenie, zespół urządzeń lub proces. Schemat ideowy procesu regulacji przedstawiono na rysunku 8.1.



Rys. 8.1. Schemat ideowy procesu regulacji

W każdym układzie regulacji można wyróżnić następujące elementy składowe:

- **wartość zadana** – wielkość wejściowa, wprowadzana do układu regulacji, stanowiąca swego rodzaju wzorec (odniesienie); układ regulacji dąży do tego, aby wartość regulowana (rzeczywista) była zgodna z wartością zadaną (lub jak najbardziej do niej zbliżona);
- **sterownik** (regulator) – zapewnia porównanie wartości zadanej i wartości regulowanej (rzeczywistej), zmierzonej przez element pomiarowy; na tej podstawie tworzy sygnał sterujący;
- **układ wykonawczy** – element wymuszający zmianę wielkości regulowanej;
- **obiekt regulacji** – urządzenie lub proces, na które oddziałuje układ wykonawczy;
- **zakłócenia** – wszystkie wielkości działające z zewnątrz na układ regulacji, mogące powodować pogorszenie działania układu;
- **element pomiarowy** – czujnik dostarczający do regulatora (sterownika) informacje o wartości regulowanej (tj. rzeczywistej wartości uzyskanej w procesie regulacji).

W samochodzie przykładem regulacji (sterowania) może być układ regulacji składu mieszanki. Podczas pracy silnika z pośrednim wtryskiem benzyny, w celu uzyskania minimalnej ilości składników toksycznych w emitowanych spalinach, skład mieszanki powinien być jak najbardziej zbliżony do stechiometrycznego (współczynnik składu mieszanki – $\lambda = 1$).

Wielkością wejściową (wartością zadaną) jest wartość λ , charakteryzująca proporcje między ilością (masą) powietrza a ilością (masą) paliwa. Regulator, którym jest sterownik silnika, otrzymuje z sondy lambda (zamontowanej przed katalizatorem) informacje o rzeczywistym składzie spalanej mieszanki (tj. o resztkowej zawartości tlenu w spalinach). Dzięki tej informacji można określić skład mieszanki – czy jest ona bogata (mała zawartość tlenu w spalinach), czy uboga (duża zawartość tlenu w spalinach). W zależności od wyniku oceny aktualnego (rzeczywistego) składu mieszanki, czyli wartości λ ($\lambda < 1$ – mieszanka bogata, $\lambda > 1$ – mieszanka uboga) sterownik silnika generuje sygnał sterujący. Sygnał ten jest przesyłany do elementu wykonawczego (wtryskiwacza paliwa). W wyniku zmiany wielkości wtryskiwanej dawki (masy) paliwa następuje zmiana składu mieszanki mająca prowadzić do osiągnięcia wartości $\lambda = 1$. Jeżeli wartość regulowana jest zgodna z zadaną, sterownik utrzymuje sygnał sterujący na poziomie zapewniającym uzyskanie tej wartości. W razie pojawienia się zakłóceń (np. zmiany wartości masy doprowadzanego powietrza) element pomiarowy (sonda lambda) informuje o zmianie składu mieszanki, co wywołuje reakcję sterownika w postaci zmiany wartości sygnału sterującego. Tak więc regulator steruje w tym układzie pracą elementu wykonawczego, przesyłając do niego sygnał sterujący.

W rozpatrywanym przykładzie wartości analogowe z elementu pomiarowego (sondy lambda) zamieniane są w sterowniku na sygnały cyfrowe. Po ich przetworzeniu przez mikrokontroler (mikroprocesor z układami pamięci i odpowiednim oprogramowaniem) oraz uwzględnieniu wartości innych sygnałów wejściowych, mikrokontroler sterownika wysyła do elementu sterującego (czyli tzw. stopnia końcowego) cyfrowy sygnał sterujący. W zależności od wartości tego sygnału następuje *załączenie* lub *wyłączenie* doprowadzenia energii (przepływu prądu) do elementu wykonawczego (np. wtryskiwacza). Można więc uznać, że wartości bitowej 0 lub 1 odpowiada stan ZASILANIA lub NIEZASILANIA elementu wykonawczego.

Rozwój elektroniki sprawił, że coraz więcej układów sterowania to systemy elektroniczne, wypierające dotychczas stosowane systemy sterowania mechanicznego, pneumatycznego czy hydraulicznego.

Współczesne samochodowe układy sterowania (regulacji) wymagają dostarczania do sterownika (regulatora) dużej liczby sygnałów wejściowych z różnego rodzaju czujników. Często różne układy potrzebują tych samych informacji (pochodzących z tego samego

czujnika). Można je doprowadzić do kilku sterowników dwojako: albo podłączyć do każdego z nich osobny czujnik mierzący tę samą wielkość, albo rozdzielić sygnał z jednego czujnika na kilka sterowników. Niezależnie od zastosowanego rozwiązania powoduje to wzrost liczby przewodów i złączy w instalacji pokładowej samochodu, co negatywnie wpływa na niezawodność działania wielu układów.

Coraz większa dokładność regulacji (precyzja sterowania) wymaga, aby sygnały wejściowe prawidłowo informowały sterownik (regulator) o mierzonej wielkości. Z powodu występowania zakłóceń elektromagnetycznych, wywołanych pracą innych układów samochodu (np. układu zapłonowego silnika), sygnały analogowe (np. napięciowe), docierające do sterownika, mogą być zafałszowane nawet wtedy, gdy czujnik działa prawidłowo. W wyniku błędnych informacji sterownik w niewłaściwy sposób reguluje działanie elementu wykonawczego, co jest przyczyną dodatkowych zakłóceń w procesie sterowania. Może nawet dojść do uzyskania efektu przeciwnego do zamierzonego i wtedy wymagana jest korekta wielkości nastawczej. Wydłuża to czas osiągnięcia pożądanego stanu, a dokładność regulacji maleje.

Sygnał wyjściowy z analogowego czujnika musi być wstępnie dopasowany w sterowniku (np. odfiltrowany, czyli pozbawiony zakłóceń, wzmacniony lub ograniczony do zakresu akceptowanego przez sterownik) oraz zamieniony w postać cyfrową (w przetworniku analogowo-cyfrowym – A/C). Powoduje to opóźnienie docierania informacji o mierzonej wielkości w porównaniu do rzeczywistej chwili jej pomiaru oraz powstawanie błędów wynikających z przetwarzania.

Układy sterowania wymagają dostarczania dużej liczby informacji w czasie rzeczywistym (tj. bez opóźnień). Wymusiło to zastosowanie w samochodach cyfrowych magistral danych. Służą one do cyfrowego komunikowania się sterowników różnych układów (systemów, zespołów) między sobą, odbierania informacji z czujników cyfrowych oraz sterowania elementami wykonawczymi za pomocą sygnału cyfrowego.

W porównaniu do analogowego, sterowanie cyfrowe ma wiele zalet. Najważniejszą z nich jest brak konieczności zamieniania sygnału z mikrokontrolera w sygnał analogowy, podawany na element sterujący. Sygnał cyfrowy jest znacznie odporniejszy na zakłócenia elektromagnetyczne. Dlatego też elementy wykonawcze coraz częściej są sterowane cyfrowo. Niektóre czujniki mają odpowiednie układy wyjściowe, umożliwiające cyfrowe (binarne) przesyłanie danych o mierzonej wielkości fizycznej. Wzajemne połączenie tych elementów (oraz połączenie ich ze sterownikiem) zapewniają cyfrowe magistrale danych.



PYTANIA I POLECENIA

1. Wyjaśnij, co to jest proces regulacji.
2. Na czym polega cyfrowe sterowanie elementami wykonawczymi?
3. Wymień zalety sterowania cyfrowego w porównaniu do sterowania analogowego.

8.2

Cyfrowe magistrale danych

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie rodzaje cyfrowych magistral danych stosowane są w samochodach
- jak jest zbudowana i jak działa magistrala CAN
- jakie są różnice między magistralą CAN małej i dużej prędkości
- jak jest zbudowana i jak działa magistrala LIN

8.2.1. Ogólna charakterystyka cyfrowych magistral danych

W zależności od zastosowanego kryterium możemy wyróżnić kilka rodzajów magistral danych stosowanych w samochodach.

Ze względu na sposób przekazywania informacji rozróżniamy magistrale:

- przewodowe,
- bezprzewodowe – na przykład zainstalowana w niektórych samochodach magistrala Bluetooth, która do przekazywania danych wykorzystuje fale radiowe o niewielkim zasięgu – pasmo 2,45 GHz, stosowana także w bezprzewodowej komunikacji urządzeń komputerowych; umożliwia ona podłączenie do magistrali danych samochodu np. telefonu komórkowego – kierowca może wówczas korzystać z przycisków wbudowanych w deskę rozdzielczą lub kierownicę, co zwiększa bezpieczeństwo jazdy (rys. 8.2).

Ze względu na szybkość przesyłania informacji wyróżniamy magistrale przewodowe (według normy SAE):

- klasy A, o szybkości transmisji poniżej 20 kbit/s (magistrala LIN);



Rys. 8.2. Wygląd ekranu wyświetlacza umieszczonego na desce rozdzielczej samochodu podczas wybierania numeru telefonu (klawiatura alfanumeryczna) w trakcie nawiązywania łączności z wykorzystaniem transmisji bezprzewodowej Bluetooth

- klasy B, o szybkości transmisji do 125 kbit/s (np. magistrala CAN Low Speed);
- klasy C, o szybkości transmisji danych do 1 Mbit/s (np. magistrala CAN High Speed);
- klasy D, o szybkości transmisji powyżej 10 Mbit/s (magistrale FlexRay, MOST).

Magistrala optyczna MOST stosowana jest w samochodach nowszej generacji do przekazywania informacji audio-wideo i tekstowych, wymagających dużej szybkości transmisji danych. Magistrala FlexRay zapewnia znacznie większą szybkość przesyłania danych i niezawodność (pewność) działania w porównaniu z innymi magistralami samochodowymi (np. CAN). Na razie instalowana jest wyłącznie w najbardziej zaawansowanych technicznie pojazdach, ale w przyszłości będzie podstawową magistralą danych w samochodach z dużą liczbą sterowanych elektrycznie układów (ang. *drive-by-wire*).

Ze względu na fizyczny sposób przesyłania informacji przewodowe magistrale danych mogą być:

- tradycyjne (sygnały elektryczne przekazywane są za pośrednictwem przewodów miedzianych: magistrala LIN – jednego przewodu, magistrala CAN – dwóch przewodów);
- optyczne (fala świetlna przekazywana jest światłowodem, np. magistrala MOST).

Obecnie w większości samochodów najczęściej instalowane są magistrale CAN i LIN, choć istnieją też inne ich rodzaje. Zestawienie podstawowych cech najczęściej stosowanych magistral danych podano w tabeli 8.1.

Tabela 8.1. Zestawienie podstawowych cech cyfrowych magistral danych wykorzystywanych w samochodach

Magistrala	LIN	CAN Low Speed	CAN High Speed	Bluetooth	MOST	FlexRay
Rodzaj	jednoprzewodowa	dwuprzewodowa	dwuprzewodowa	bezprowadowa	optyczna (światłowodowa)	dwuprzewodowa
Struktura (topologia)	gwiazdzysta lub liniowa	najczęściej liniowa	najczęściej liniowa	sieć radiowa	pierścieniowa	różne (gwiazdzysta, mieszana)
Szybkość transmisji (maks.)	do 20 kbit/s	do 125 kbit/s	do 1 Mbit/s	do 3 Mbit/s	do 22 Mbit/s	do 62 Mbit/s
Liczba stacji (maks.)	16	24	10	8	64	2048
Metoda sterowania	sterowanie czasowe	sterowanie zdarzeniami	sterowanie zdarzeniami	sterowanie zdarzeniami	sterowanie czasowe i zdarzeniami	sterowanie czasowe

8.2.2. Magistrala CAN

Magistrala **CAN** (ang. **C**ontroler **A**rea **N**etwork) jest najczęściej stosowaną magistralą wymiany danych w pojazdach. Została ona opracowana w drugiej połowie lat 80. XX w. Początkowo była przeznaczona do samochodów wyższej klasy, obecnie jest stosowana w większości pojazdów. Zapewnia wymianę danych między:

- sterownikami różnych układów i czujnikami przekazującymi im wymagane informacje o stanie pracy (np. z czujnika położenia – kąt skrętu koła kierownicy jest przekazywany

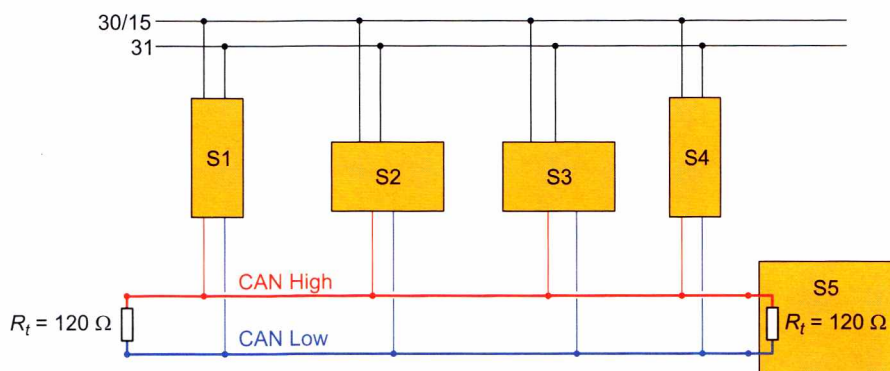
do sterownika układu ESP) oraz elementami wykonawczymi; elementy te są wyposażone w sterownik z odpowiednim układem nadawczo-odbiorczym (ang. *transceiver*), umożliwiającym podłączenie do magistrali danych;

- sterownikami różnych systemów (silnika, automatycznej skrzyni biegów, układu zapobiegającego blokowaniu kół podczas hamowania – ABS, układu antypoślizgowego – ASR, układu stabilizacji jazdy – ESP, układu poduszek gazowych i pirotechnicznych napinaczy pasów – SRS, układu aktywnej regulacji zawieszenia, układu adaptacyjnej regulacji prędkości – ACC, zestawu wskaźników deski rozdzielczej, klimatyzacji itp.);
- zewnętrznymi urządzeniami diagnostycznymi podłączanymi do gniazda diagnostycznego OBD II – testerami diagnostycznymi i czynniki kodów usterek.

W zależności od maksymalnej szybkości przesyłania danych rozróżniamy magistrale CAN:

- małej prędkości (CAN Low Speed), w której szybkość transmisji danych dochodzi do 125 kbit/s;
- dużej prędkości (CAN High Speed), w której szybkość transmisji danych dochodzi do 1 Mbit/s (1 Mbit = 1000 kbit).

Ideowy schemat magistrali danych CAN pokazano na rysunku 8.3.



Rys. 8.3. Schemat ideowy magistrali danych CAN High Speed

S1–S4 – stacje magistrali, R_t – rezystor terminujący, CAN Low, CAN High – przewody magistrali

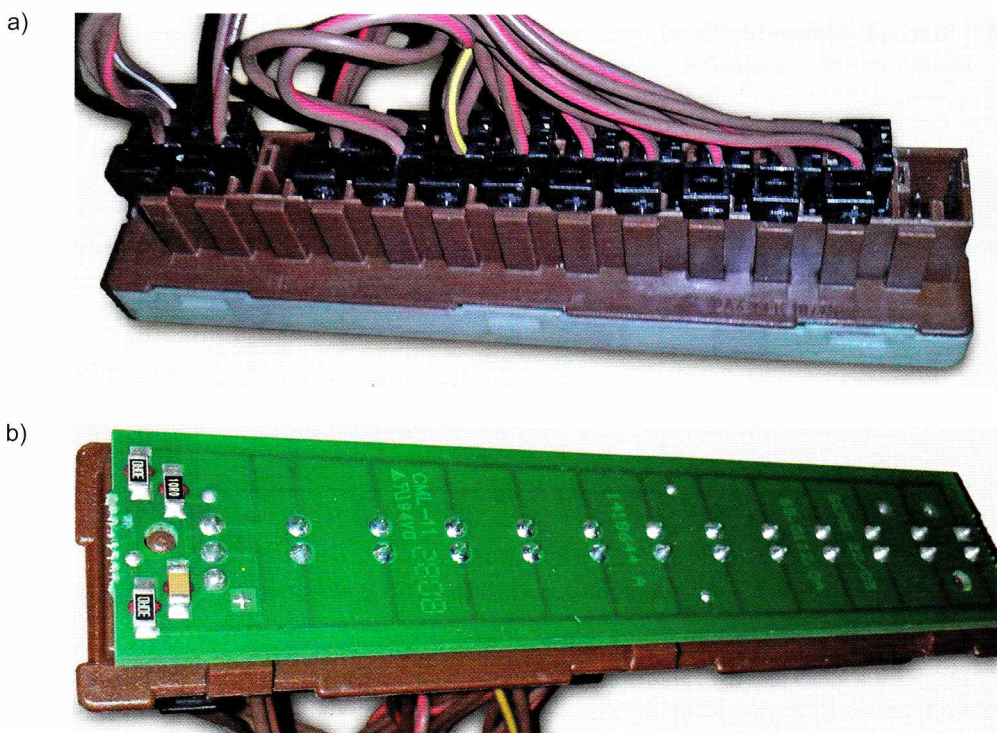
Magistrala CAN jest dwuprzewodowa. Tworzą ją przewody miedziane, wzajemnie splecione typu skrętka. Przewody są tego samego koloru z dodatkowym kolorem wyróżniającym. Do każdego przewodu (CAN Low i CAN High) magistrali podłączone są stacje magistrali (elementy S1–S5 na rys. 8.3), przy czym jeden przewód łączy stację z przewodem CAN Low, a drugi z przewodem CAN High. Dla ułatwienia diagnozowania poszczególne stacje magistrali podłączone są w węzłach (tj. rozdzielaczach, dzielnikach potencjału), odpowiednio oznaczonych na schematach (rys. 8.13 s. 217). Sposób technicznego rozwiązania węzłów połączeniowych magistrali CAN zależy od producenta samochodu. Każda stacja zasilana jest z instalacji pokładowej i podłączona do masy samochodu.

Sposób podłączenia poszczególnych stacji do magistrali nazywa się **topologią fizyczną**. W samochodowych magistralach CAN zazwyczaj stosowana jest **topologia liniowa** (patrz rys. 8.3), gdzie stacje podłączone są do przewodów magistrali w różnych punktach. Rzadziej

spotykana jest **topologia gwiazdy**, gdzie wszystkie stacje są podłączone w tym samym punkcie (węźle). Niekiedy stosuje się bezpośrednie połączenie dwóch stacji (sterowników) magistrali. Najczęściej wykorzystywana jest **topologia drzewiasta**, będąca kombinacją topologii liniowej i topologii gwiazdy (liniowo-gwiazdzista). Taki sposób podłączenia stacji ułatwia diagnozowanie magistrali CAN.

Poszczególni producenci samochodów stosują różne sposoby łączenia przewodów stacji do przewodów magistrali. Dla ograniczenia odbicia sygnału na końcach magistrali CAN High Speed zamontowane są terminatory (rezystory terminujące R_t – patrz rys. 8.3) o rezystancji ok. 120 Ω . W niektórych rozwiązaniach magistrali CAN stosowany jest tylko jeden rezystor o wartości rezystancji ok. 60 Ω .

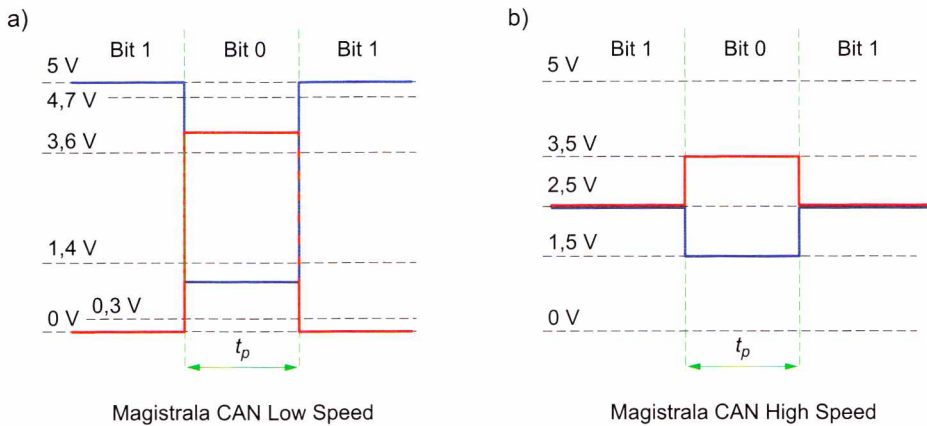
Terminatory umieszczane są na obu końcach przewodów (CAN Low i CAN High), zazwyczaj w stacjach położonych na obu końcach magistrali (z dwoma terminatorami 120 Ω). Jeden z nich najczęściej jest umieszczany w dzielniku potencjału (rozdzielaczu) – rys. 8.4. Umieszczenie rezystorów terminujących pokazywane jest zwykle na schematach magistrali.



Rys. 8.4. Rozdzielacz magistrali CAN: a) widok ogólny, b) rezystory terminujące umieszczone w dzielniku potencjału (zdjęto jego osłone)

Informacje przesyłane są magistralą CAN w postaci binarnej, w pakietach o określonym formacie (strukturze), zwanych **ramkami**. Sposób ich przekazywania nazywany jest **topologią logiczną**. Poszczególne ramki danych zawierają bity z zakodowaną informacją. Wartość logiczną przesyłanego bitu (0 lub 1) określa odpowiednia dla danej magistrali (CAN Low Speed i CAN High Speed) wartość napięcia na obu przewodach – CAN Low i CAN High. Jest ono mierzone względem masy pojazdu i mieści się w zakresie 0–5 V (tzw. zakres TTL

– ang. *Transistor-Transistor Logic*). Wartości napięcia odpowiadające poszczególnym stanom pracy magistrali pokazano na rys. 8.5 oraz podano w tabeli 8.2.



Rys. 8.5. Wartości napięć na poszczególnych przewodach magistrali CAN Low Speed (a) oraz CAN High Speed (b)

linia czerwona – przewód CAN High, linia niebieska – przewód CAN Low, t_p – czas trwania jednego bitu

Tabela 8.2. Wartości napięcia poszczególnych przewodów magistrali CAN odpowiadające poszczególnym stanom logicznym

Rodzaj magistrali	Przewód	Napięcie [V]	Stan logiczny (bitowy)	Stan magistrali
CAN Low Speed	CAN High	$\leq 0,3$	1	recesywny
		$\geq 3,6$	0	dominujący
	CAN Low	$\geq 4,7$	1	recesywny
		$\leq 1,4$	0	dominujący
CAN High Speed	CAN High	ok. 2,5	1	recesywny
		ok. 3,5	0	dominujący
	CAN Low	ok. 2,5	1	recesywny
		ok. 1,5	0	dominujący

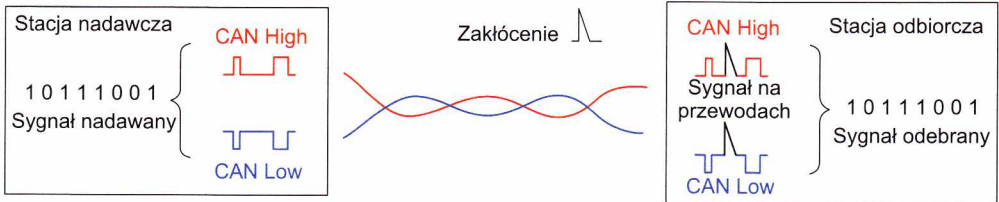
Jeżeli magistralą CAN Low Speed ma być przesłany bit o wartości logicznej 0, to na przewodzie CAN Low pojawi się napięcie o wartości najwyżej 1,4 V (np. 1 V – rys. 8.5a), a na przewodzie CAN High o wartości co najmniej 3,6 V (np. 4 V – rys. 8.5a). Przesłanie bitu o wartości logicznej 1 wymaga pojawienia się na przewodzie CAN High napięcia najwyżej 0,3 V (np. 0 V – rys. 8.5a) oraz na przewodzie CAN Low napięcia co najmniej 4,7 V (np. 5 V – rys. 8.5a).

Jeżeli magistralą CAN High Speed ma być przesłany bit o wartości logicznej 1, to na obu przewodach – CAN Low i CAN High – pojawi się napięcie ok. 2,5 V (rys. 8.5b). Przesłanie bitu o wartości logicznej 0 wymaga podwyższenia napięcia na przewodzie CAN High do

wartości ok. 3,5 V oraz obniżenia napięcia na przewodzie CAN Low do wartości ok. 1,5 V (rys. 8.5b).

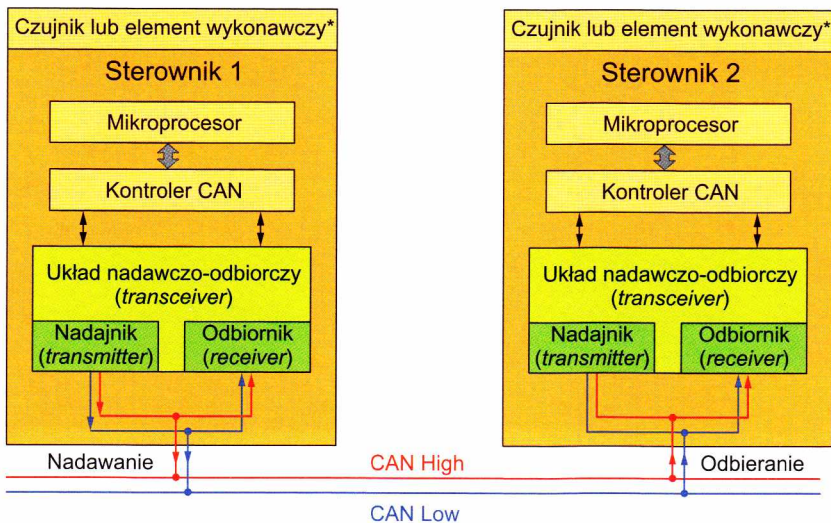
Wartości napięć stosowanych przez poszczególnych producentów samochodów mogą się różnić, ale spełniają wymagania podane w tabeli 8.2 (s. 211).

Stan logiczny magistrali (wartość przesyłanego bitu) określa różnica napięć między przewodami CAN High i CAN Low. Jest to istotna cecha magistrali, zwiększająca jej odporność na zewnętrzne zakłócenia elektromagnetyczne. Zilustrowano to schematycznie na rysunku 8.6.



Rys. 8.6. Ilustracja wpływu zakłóceń na sygnał odczytany przez sterownik CAN

W przypadku pojawienia się zakłóceń na obu przewodach (CAN Low i CAN High) magistrali napięcie zmieni się o tę samą wartość (np. wzrośnie, jak to pokazano na rys. 8.6). Ponieważ sterownik odbierający informację przesyłaną magistralą odczytuje ją jako różnicę napięć na przewodach CAN High i CAN Low, odebrany sygnał będzie taki sam jak nadany (nie będzie zawierał błędów transmisji).



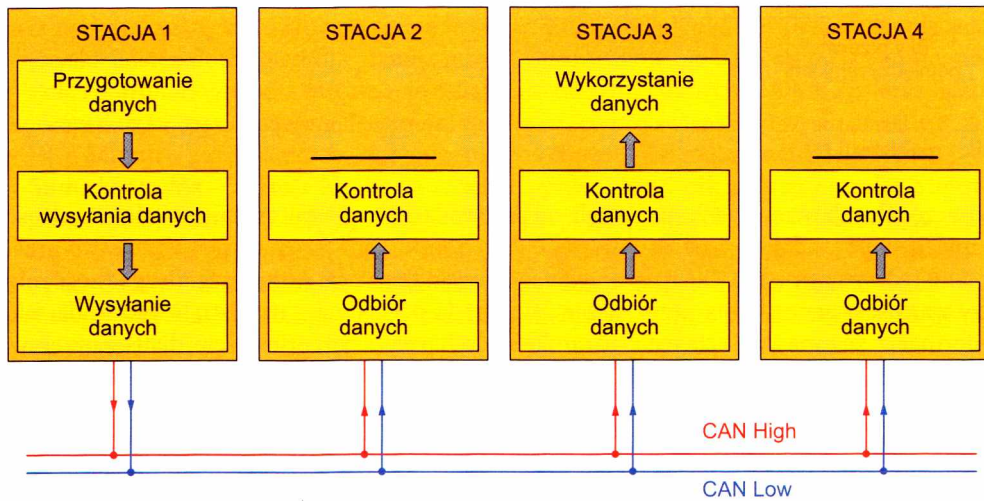
Rys. 8.7. Schemat budowy i podłączenia sterowników do magistrali CAN

(* – element opcjonalny)

Każda stacja (sterownik) magistrali CAN zawiera układ nadawczo-odbiorczy (ang. *transceiver*) – rys. 8.7. Nadajnik (ang. *transmitter*) przesyła ramkę danych – ustala wartość napięcia na magistrali CAN podczas jej nadawania. Odbiornik (ang. *receiver*) odczytuje dane

przesłane ramką – rejestruje stan napięcia na magistrali. Oba te procesy wykonywane są równocześnie. Jednoczesne nadawanie i odczytywanie zapewnia:

- wykrycie błędów transmisji stacji (sterownika) przez porównanie stanu na magistrali: oczekiwanego (nadawanego) i uzyskanego (odczytanego) – powinny one być zgodne;
- określenie dostępu poszczególnych stacji (sterowników) do magistrali (umożliwienie nadawania ramki tylko temu sterownikowi, który przesyła komunikat o najwyższym priorytecie).

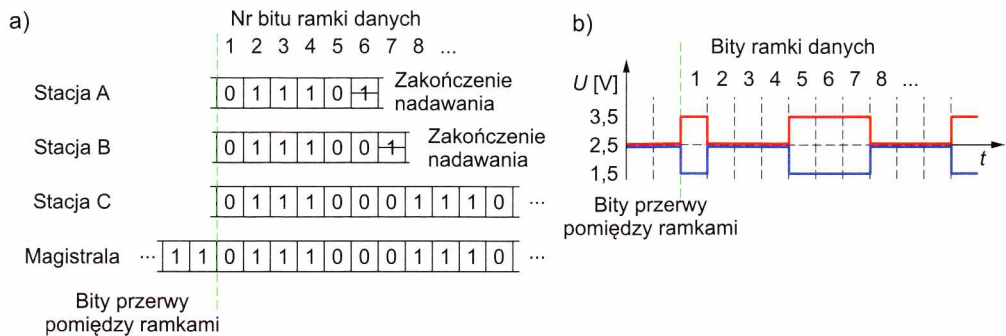


Rys. 8.8. Ogólny schemat działania magistrali CAN

Ogólny schemat funkcjonowania magistrali CAN pokazano na rys. 8.8. Cztery przykładowe stacje (sterowniki) podłączone są do magistrali CAN. Stacja 1. uzyskała dostęp do magistrali i rozpoczęła nadawanie ramki danych. Pozostałe stacje odczytują przesłaną informację oraz dokonują oceny poprawności otrzymanych danych (tj. sprawdzają, czy w transmisji nie wystąpiły błędy). Jeżeli otrzymana informacja była im potrzebna, następuje jej przetworzenie (wykorzystanie), w przeciwnym razie jest ignorowana. Z rysunku wynika, że informacja przesłana przez stację 1. była ważna dla stacji 3.

Po zakończeniu nadawania pojedynczej ramki danych i krótkiej przerwie (potrzebnej między innymi do przetworzenia danych przez wszystkie sterowniki) rozpoczyna się nadawanie kolejnej ramki. W danej chwili tylko jedna stacja może nadawać ramkę danych, dlatego w magistrali CAN stosowany jest tzw. **arbitraż**. Jego celem jest zapobieżenie kolizji w razie próby równoczesnego nadawania ramek przez kilka stacji, czyli określenie stacji, która pierwsza ma uzyskać dostęp do magistrali. Pierwszeństwo uzyskuje stacja, która ma nadać ramkę o wyższym priorytecie.

Procedurę arbitrażu (na przykładzie magistrali CAN High Speed) pokazano na rysunku 8.9 (s. 214). Dostęp do magistrali próbują jednocześnie uzyskać trzy stacje (sterowniki) – A, B i C. Po wygenerowaniu przez wszystkie stacje bitu startu – 0 – odpowiadającego pierwszemu bitowi ramki danych (patrz rys. 8.10 s. 214), nadają one równocześnie kolejno trzy bity 1 oraz bit 0. Ponieważ wartość bitowa nadawana przez poszczególne stacje jest taka sama, na przewodach magistrali uzyskuje się wartości napięcia odpowiadające wartości bitowej ustalonej niezależnie przez wszystkie stacje. Sytuacja zmienia się w przypadku szóstego bitu ramki – stacja A chce nadać bit 1, stacje B i C – bity 0. Z uwagi na sposób uzyskiwania napięć na

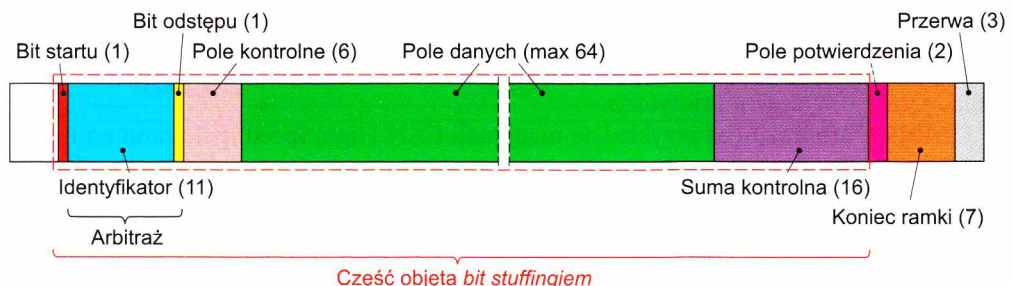


Rys. 8.9. Ustalanie pierwszeństwa podczas wysyłania informacji przez poszczególne stacje (sterowniki) magistrali CAN

poszczególnych przewodach magistrali, na przewodach magistrali zostaną ustalone wartości napięcia odpowiadające wartości bitowej 0 (bity dominujące /0/) mają pierwszeństwo przed bitami recesywnymi /1/). Dla rozpatrywanego przypadku stacja A zauważa niezgodność między wartością generowaną przez siebie i wartością odczytaną z magistrali. Jest to dla niej informacja, że inna stacja chce nadać ramkę danych o wyższym priorytecie, dlatego przerywa nadawanie i przechodzi na odczyt informacji z magistrali. Pozostałe dwie stacje kontynuują nadawanie. Ponieważ siódmy bit nadawany przez stację C ma wartość logiczną 0, ma pierwszeństwo przed bitem (1), nadawanym przez stację B. Tak jak poprzednio, po stwierdzeniu niezgodności między wartością nadawaną a wartością odczytaną z magistrali stacja B przerywa nadawanie. Dalsza część ramki danych jest nadawana wyłącznie przez stację C. Zatem im więcej bitów o wartości logicznej 0 na początku ramki danych (w polu identyfikatora), tym wyższy priorytet informacji. Taka informacja jest przesyłana w pierwszej kolejności. Arbitraż obowiązuje tylko w polu identyfikatora oraz dla bitu odstępu (patrz rys. 8.10).

Opisany sposób uzyskiwania pierwszeństwa w nadawaniu ramek przez poszczególne sterowniki sprawia, że **magistrala danych CAN jest sterowana zdarzeniami** – informacje przesyłane są według ich ważności. Na przykład informacja o prędkości obrotowej silnika (lub prędkości obrotowej koła samochodu), charakteryzującej się dużą częstością zmian, przesyłana jest przed danymi o temperaturze otoczenia, zmieniającej się stosunkowo powoli.

Stacje (sterowniki) podłączone do magistrali komunikują się ze sobą za pomocą **protokołu transmisji danych** (sygnału), który określa kolejność i rodzaj (przeznaczenie) sygnału wejściowego. Na magistrali w określonym momencie znajduje się zawsze tylko jeden komunikat (ramka danych). Budowę ramki danych przedstawiono na rysunku 8.10.



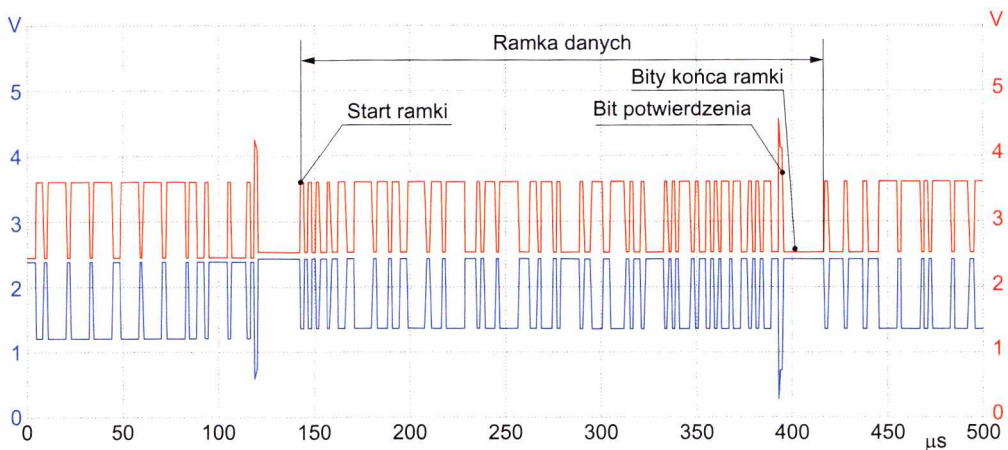
Rys. 8.10. Budowa ramki danych standardu CAN 2A (liczba w nawiasie to liczba bitów tworzących dane pole bez uwzględnienia bitów przeciwnego znaku – ang. *bit stuffing*)

Każde pole ramki danych spełnia określoną funkcję.

- **Pole startu** – zawsze bit dominujący (0) – sygnalizuje początek transmisji i stanowi sygnał do synchronizacji węzłów nadawczo-odbiorczych poszczególnych sterowników.
- **Identyfikator** – służy do określenia rodzaju przesyłanej informacji i jej priorytetu; na podstawie identyfikatora przeprowadzany jest arbitraż, wyznaczający sterownik, który pierwszy nada ramkę danych.
- **Pole odstępu** – określa, czy przesyłana ramka jest ramką zawierającą dane (bit 0), czy ramką żądania transmisji konkretnych danych (bit 1). W przypadku ramki żądania transmisji danych wskazany sterownik powinien przesłać te dane w kolejnej ramce danych, gdy tylko uzyska dostęp do magistrali – dane z innych sterowników nie będą od nich ważniejsze.
- **Pole kontrolne** – zawiera informacje o standardzie ramki danych (2A lub 2B) oraz liczbę bitów danych znajdujących się w polu danych.
- **Pole danych** – zawiera przesyłane informacje i może mieć maksymalnie 64 bity.
- **Suma kontrolna** – wartość bitowa wyznaczona przez sterownik nadający ramkę. Sterownik odbierający informację porównuje odczytaną sumę kontrolną z wartością wyznaczoną przez siebie na podstawie odczytanej wartości bitowej komunikatu. Jeżeli wartości te są takie same, oznacza to, że ramka danych została przesłana i odczytana prawidłowo.
- **Pole potwierdzenia** – służy do potwierdzenia odebrania danych przez dowolny sterownik magistrali.
- **Koniec ramki** – znak zakończenia ramki danych. Razem z trzema bitami przerwy wyznacza czas na przetworzenie danych przez poszczególne sterowniki.

W nowszych rozwiązaniach magistrali CAN (standard CAN 2B) stosowana jest ramka danych, której identyfikator składa się z 29 bitów rozdzielonych między dwa pola (11-bitowe i 18-bitowe). Pola te są przedzielone dwoma bitami odstępu. Część 18-bitowa identyfikatora jest zakończona bitem odstępu, podobnie jak 11-bitowy identyfikator ramki standardu CAN 2A. Wygląd przykładowej ramki danych magistrali CAN High Speed zarejestrowanej oscyloskopem pokazano na rysunku 8.11.

Charakterystyczne skoki napięcia widoczne na końcu ramki danych na obu przewodach magistrali wynikają z potwierdzenia odebrania informacji przez sterownik (nadanie bitu dominującego). Różne wartości napięcia widoczne na końcu ramki na obu przewodach



Rys. 8.11. Wygląd przykładowej ramki danych magistrali CAN High Speed, zarejestrowanej oscyloskopem (kolor niebieski – przewód CAN Low, kolor czerwony – przewód CAN High)

magistrali wynikają w tym wypadku z nieco innego poziomu realizacji poszczególnych bitów (tutaj bitu 0) przez jeden ze sterowników.

Synchronizacja pracy poszczególnych stacji magistrali CAN dokonywana jest okresowo przez zarejestrowanie zmiany poziomu sygnału, np. z 0 na 1. W ramce danych może wystąpić po kolei wiele bitów o tej samej wartości logicznej (0 lub 1), co utrudnia pracę magistrali (brak synchronizacji i błędne odczytywanie ramki danych przez poszczególne stacje). Dlatego w magistrali CAN po każdym pięciu jednakowych bitach (np. 0) stacja nadająca generuje jeden dodatkowy bit (ang. *bit stuffing*) o przeciwnej wartości (np. bit 1), co umożliwi synchronizację pracy poszczególnych stacji (sterowników). *Bit stuffing* nie obowiązuje w polu potwierdzenia i w polu końca ramki danych.

Magistrala CAN jest zabezpieczona przed wystąpieniem błędów transmisji. Oprócz porównywania informacji dostępnych na obu jej przewodach (stanowią one swego rodzaju lustrzane odbicie), odporności na impulsy zakłócające (przez odczyt różnicy napięcia między dwoma przewodami – patrz rys. 8.9b s. 214), stosowanych jest też wiele zabezpieczeń programowych. Takim zabezpieczeniem może być na przykład porównanie wartości sumy kontrolnej nadawanej przez sterownik z wartością odczytaną z magistrali lub pole potwierdzenia odebrania informacji przez dowolny sterownik.

Szybkość transmisji danych zależy od rodzaju magistrali CAN. Na przykład w magistrali CAN High Speed są to szybkości: 250 kbit/s, 500 kbit/s i 1 Mbit/s. Im większa szybkość przesyłania danych, tym krótszy czas transmisji pojedynczej ramki. Przykładowo, czas nadawania ramki danych w magistrali CAN High Speed o szybkości 125 kbit/s wynosi ok. 1 ms (w zależności od długości pola danych i standardu – 2A lub 2B), a czas nadawania pojedynczego bitu wynosi 8 μ s.

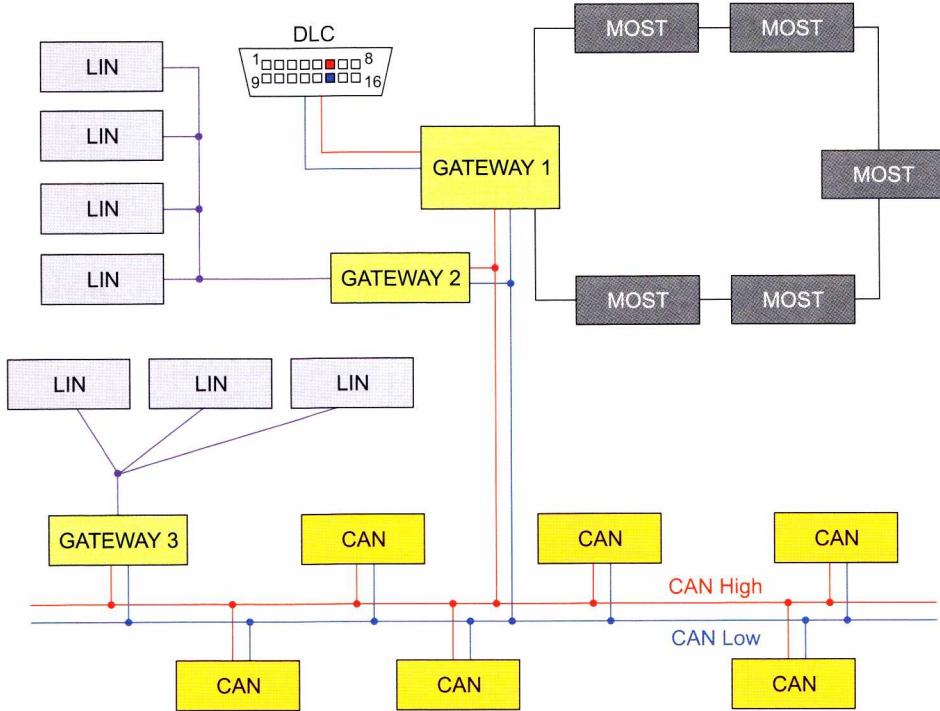
Ze względu na znaczne szybkości przesyłania danych magistrala CAN jest wykorzystywana m.in. do sterowania automatyczną skrzynią biegów i układami ABS/ASR/ESP. Zespoły te realizują podstawowe zadania samochodu i bezpośrednio wpływają na bezpieczeństwo jazdy. Ich prawidłowe działanie wymaga niezawodnego i szybkiego przekazywania dużej ilości danych.

Samochodowe magistrale CAN mogą składać się z kilku podsieci (np. napędu, komfortu czy informacji i rozrywki) o różnych szybkościach transferu danych i różnych wartościach napięcia na przewodach. Połączenie tych sieci umożliwiają tzw. **bramy** (ang. *Gateway*). Są to specjalne stacje (sterowniki), których podstawowym zadaniem jest przesyłanie danych między podsieciami. Na przykład informacja o prędkości obrotowej silnika przekazywana podsiecią napędu może być też przekazywana do innych podsieci (innych sterowników) potrzebujących takich danych, np. do sterownika klimatyzacji czy sterownika zestawu wskaźników deski rozdzielczej. Brama zapewnia również połączenie między różnymi magistralami (CAN, LIN, MOST, Bluetooth itp.). Jeżeli ulegnie uszkodzeniu, obie podsieci magistrali CAN (w topologii liniowej) nadal pracują, ale nie mają możliwości wymiany informacji. Węzły sieci w postaci bram (ang. *Gateway*) często są stosowane jako połączenie (i jednocześnie rozdzielanie) różnych sieci CAN (np. napędu i komfortu, aby uszkodzenie mniej istotnej magistrali komfortu nie wpływało na działanie magistrali napędu, znacznie ważniejszej ze względu na bezpieczeństwo ruchu pojazdu).

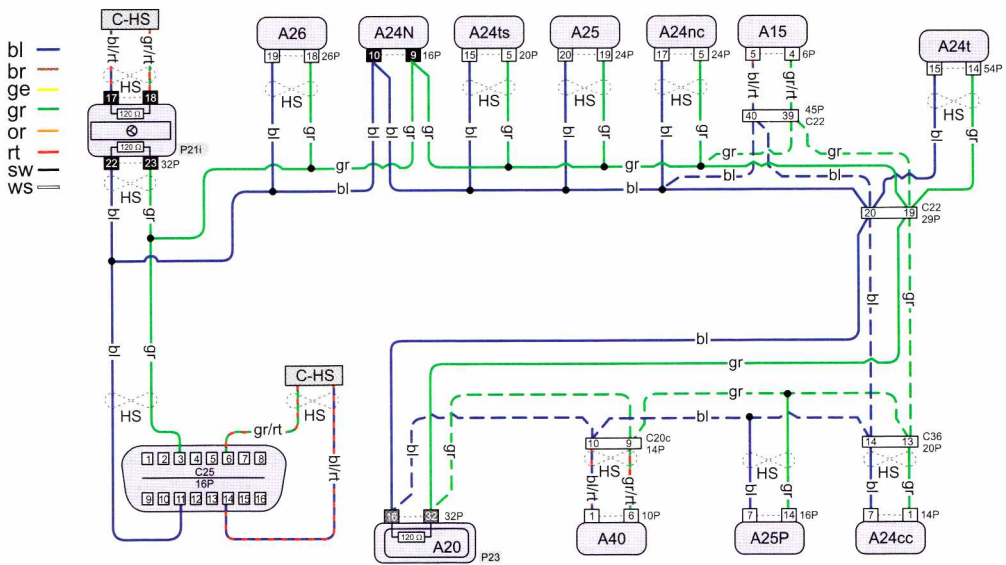
Przykładowy schemat połączeń różnego rodzaju magistral danych za pomocą bram przedstawiono na rysunku 8.12.

Bramy Gateway 2 i Gateway 3 pełnią funkcję stacji łączących magistrale CAN i LIN, natomiast Gateway 1 – sieci MOST, CAN oraz gniazda diagnostycznego.

Przykładowy schemat magistrali CAN, możliwy do uzyskania w programach warsztatowych do wspomaganego diagnozowania, pokazano na rysunku 8.13.



Rys. 8.12. Przykładowy schemat połączeń różnego rodzaju magistral danych za pomocą bram: Gateway 1 – moduł (stacja) łącząca magistrale CAN, MOST i gniazdo diagnostyczne, Gateway 2 i Gateway 3 – moduły (stacje) łączące magistrale CAN i LIN, DLC – gniazdo diagnostyczne standardu OBD II

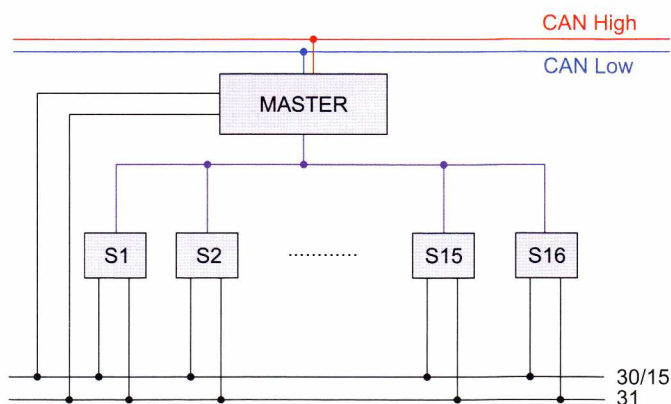


Rys. 8.13. Schemat magistrali CAN

8.2.3. Magistrala LIN

Magistrala danych **LIN** (ang. *Local Interconnect Network*) stanowi zazwyczaj uzupełnienie magistrali CAN. Stosowana jest tam, gdzie nie wymaga się dużej szybkości transmisji danych. Powstaje z wydzielenia kilku stacji magistrali CAN i połączenia ich w sieć LIN. Z magistrali CAN eliminowane są stacje, które najczęściej tylko pobierają dane, a rzadko je wysyłają i wyłącznie na specjalne żądanie. Upraszcza to budowę magistrali CAN, zwiększając jej niezawodność i funkcjonalność.

Magistralę danych LIN wykorzystuje się m.in. do sterowania: silnikiem wycieraczek, elektrycznie podnoszonymi/opuszczanymi szybami, lusterkami bocznymi, zamykaniem drzwi, układem klimatyzacji, podgrzewania i ustawiania foteli, komunikacją z panelami przycisków obsługujących różne urządzenia, pracą alternatora itp. Schemat magistrali LIN oraz jej połączenie z magistralą CAN pokazano na rysunku 8.14.



Rys. 8.14. Schemat ideowy magistrali LIN oraz jej połączenia z magistralą CAN
 MASTER – stacja nadrzędna magistrali LIN, S1–S16 – stacje podrzędne (SLAVE) magistrali LIN

Magistrala LIN jest jedнопrzewodowa (miedziany przewód o przekroju $0,35 \text{ mm}^2$, nieekranowany, najczęściej koloru fioletowego z dodatkowym paskiem identyfikującym innego koloru) i ma zazwyczaj topologię drzewiastą (gwiazdzysto-liniową). Podłączone do niej stacje zasilane są z instalacji pokładowej samochodu.

Ponieważ magistrala LIN ma jeden przewód, nie jest odporna na zakłócenia elektromagnetyczne jak magistrala CAN. Jednak dzięki dużej tolerancji wartości napięć w przewodzie, odpowiadających poszczególnym bitom (0 i 1), wpływ zakłóceń zewnętrznych może być w pewnym zakresie ograniczony.

W każdej magistrali LIN znajduje się **stacja nadrzędna** (ang. *Master*), pełniąc funkcję sterownika magistrali. Funkcję **stacji podrzędnych** (ang. *Slave*) pełnią czujniki i elementy wykonawcze, wyposażone w odpowiednie układy nadawczo-odbiorcze. Stacji SLAVE może być maksymalnie szesnaście (16). Jeżeli na przykład elementy układu klimatyzacji są połączone (sterowane) magistralą LIN, to sterownik tego układu zintegrowany z panelem sterującym pełni funkcję stacji MASTER, a jego poszczególne czujniki i elementy wykonawcze (dmuchawa, czujnik jakości powietrza, ogrzewanie przedniej szyby itd.) są stacjami SLAVE.

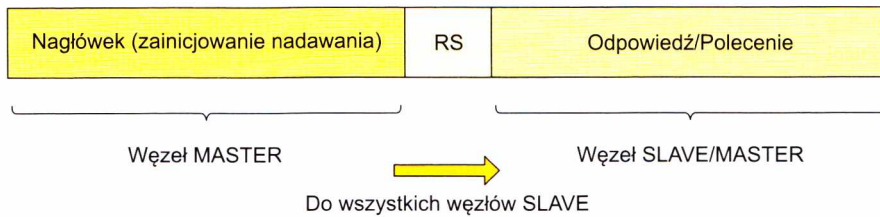
Stacja MASTER w magistrali LIN pełni następujące funkcje:

- zapewnia konfigurację magistrali danych;
- przetwarza dane otrzymywane z węzłów pośrednich (SLAVE);

- przekazuje dane ze stacji podrzędnych do magistrali CAN, jeżeli stanowi bramę (moduł Gateway) między magistralami LIN i CAN;
- ustala szybkość transmisji danych;
- ustala kolejność oraz przydział czasu dla poszczególnych stacji podrzędnych – nadzoruje przesyłane przez nie dane;
- diagnozuje sieć.

Maksymalną szybkość przesyłania danych w magistrali LIN określa węzeł nadrzędny (MASTER) – nie przekracza ona 20 kbit/s.

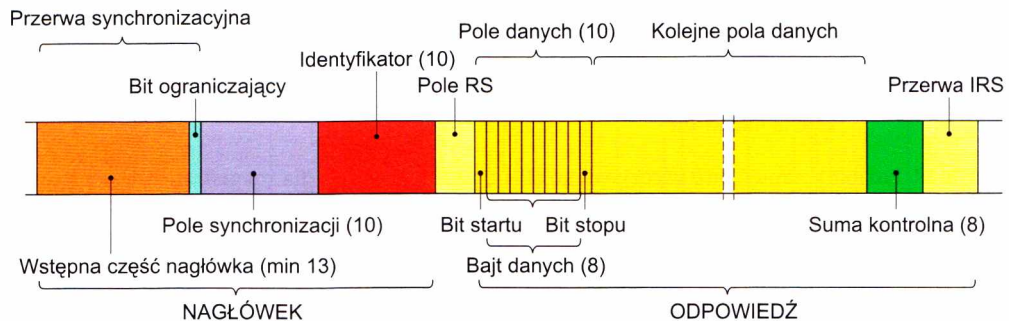
Ogólna **zasada działania magistrali LIN** jest przedstawiona na rys. 8.15. Stacja MASTER inicjuje nadawanie, wysyłając do wszystkich stacji SLAVE **nagłówek** (ang. *Header*). Po krótkiej przerwie (**pole RS** – ang. *Response Space*), w zależności od żądania stacji MASTER (określonego w nagłówku), następuje albo przesłanie danych przez sterownik SLAVE (**odpowiedź**), albo przesłanie **polecenia** do wykonania przez sterownik MASTER.



Rys. 8.15. Ogólny schemat przekazywania danych w magistrali LIN

W magistrali CAN kolejność nadawania przez poszczególne stacje wynika z priorytetu przekazywanej informacji (procedury arbitrażu), natomiast w magistrali LIN mamy do czynienia z czasowym systemem nadawania informacji. Węzeł MASTER magistrali CAN rezerwuje liczbę przedziałów czasowych koniecznych do wysłania nagłówka i odebrania (lub nadania) odpowiedzi. Liczba przedziałów czasowych odpowiada maksymalnej liczbie stacji SLAVE możliwych do podłączenia (ich liczba wynika z oprogramowania), ale przedziały czasu przewidziane do komunikacji z niepodłączonymi do danej sieci urządzeniami nie są wykorzystywane. Magistrala znajduje się wtedy w stanie recesywnym, a wartości napięć na przewodach magistrali odpowiadają wartości logicznej bitu recesywnego (1).

Przesyłanie danych magistralą LIN również odbywa się za pomocą ramki (rys. 8.16). Rozpoczęcie nadawania inicjuje stacja MASTER. Wysyła **nagłówek** wiadomości, który dla



Rys. 8.16. Elementy składowe ramki danych magistrali LIN (w nawiasach podano liczbę bitów przypadającą na poszczególne pola)

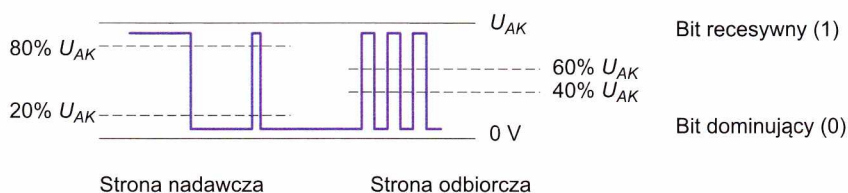
innych stacji (SLAVE) stanowi sygnał rozpoczęcia nadawania, służy do synchronizacji pracy wszystkich węzłów i ustalenia prędkości transmisji. Prędkość ta może wynosić 2,4; 9,6 lub 19,2 kbit/s. Końcowa część nagłówka zawiera 8-bitowy **identyfikator**, poprzedzony bitem startu (wartość logiczna 0) i zakończony bitem stopu (1).

Na początku ramki danych (tj. nagłówka) jest **pauza synchronizacyjna**, składająca się z minimum 13-bitowej sekwencji bitów dominujących i przynajmniej jednego bitu ogranicznika (recesywnego – patrz rys. 8.16). Pauza synchronizacyjna jest sygnałem rozpoczęcia nadawania przez stację MASTER. Następnie występuje ciąg zmiany stanów (dominujący-recesywny), tworzący **pole synchronizacji**. Ta część ramki danych (nagłówka) służy do synchronizacji pracy poszczególnych stacji oraz ustalania szybkości transmisji. Za polem synchronizacji jest **identyfikator**. Stanowi on swego rodzaju adres stacji SLAVE, do której jest kierowana transmisja. Dzięki identyfikatorowi każda stacja SLAVE wie, czy przesyłana informacja jest przeznaczona dla niej i czego dotyczy – przekazania przez stację danych czy polecenia wykonania określonego działania. Identyfikator zawiera również dwa bity służące do kontroli poprawności przesyłania informacji (są to tzw. bity parzystości).

Po przerwie (**pole RS**) następuje nadawanie **odpowiedzi** węzła SLAVE (**pole danych**) – są to dane lub polecenia, które stacja SLAVE ma wykonać (określające oczekiwany stan pracy elementu SLAVE). Odpowiedź zawiera 2, 4 lub 8 bajtów z 10-bitowymi danymi (1 bajt = 8 bitów), które obejmują: bit startu (0), 8 bitów zawierających treść przesyłanej informacji (danych) oraz bit stopu (1). Po polach danych następuje **suma kontrolna** oraz **pauza IRS** (ang. *Interframe Response Space*) między ramkami.

Odwołując się do przykładu magistrali LIN układu klimatyzacji, odpowiedź (patrz rys. 8.16) przesyłana w polu danych na zapytanie stacji MASTER, np. przez dmuchawę układu (stacja SLAVE), będzie zawierała informację o aktualnej prędkości obrotowej silnika dmuchawy. Stacja MASTER może wtedy wysłać kolejną ramkę danych, gdzie w drugiej części (**kolejne pola danych**) poda żadaną prędkość silnika dmuchawy (patrz rys. 8.16 – odpowiedź). Po otrzymaniu polecenia stacja SLAVE zmieni prędkość silnika dmuchawy na określoną przez stację MASTER.

Informacje przesyłane magistralą LIN w ramach danych mają również postać binarną. Wartość przesyłanego bitu (0 lub 1) określa odpowiednia wartość napięcia na przewodzie magistrali (rys. 8.17). Napięcie to jest mierzone względem masy pojazdu. Jego wartości odpowiadające poszczególnym stanom logicznym w magistrali LIN zawierają się w zakresie napięcia zasilania – U_{AK} (akumulatora).



Rys. 8.17. Poziomy napięć bitu recesywnego (1) i dominującego (0) na magistrali LIN po stronie nadawczej i po stronie odbiorczej

Jeżeli stacja w chwili nadawania ramki danych wysłała bit recesywny, ustala wartość napięcia na przewodzie magistrali na poziomie minimum 80% U_{AK} (napięcia zasilania), natomiast gdy wysłała bit dominujący, ustala wartość napięcia na poziomie nie większym niż 20% U_{AK} .

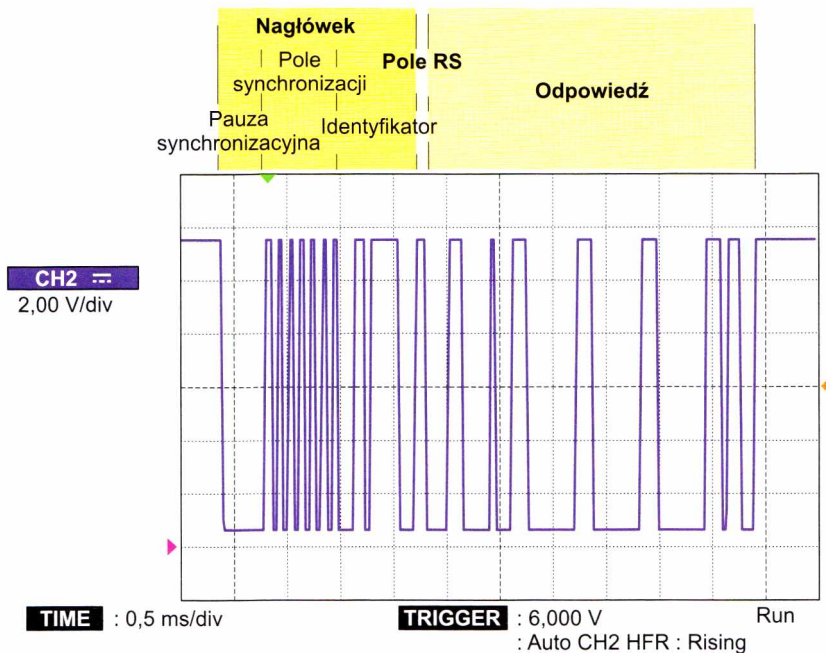
Bit recesywny zostanie we właściwy sposób odczytany przez inną stację, jeżeli wartość napięcia zarejestrowanego na przewodzie magistrali będzie większa niż $60\% U_{AK}$. Bit dominujący zostanie prawidłowo odczytany przez stację odbierającą, jeśli wartość tego napięcia nie przekroczy $40\% U_{AK}$.

Takie rozwiązanie zapewnia dużą tolerancję napięciową nadawania i odbierania sygnałów oraz właściwe rozpoznawanie poszczególnych stanów logicznych (bitów dominujących i recesywnych). W pewnym zakresie ogranicza też wpływ zakłóceń elektromagnetycznych na poprawność odczytu informacji. W praktyce oznacza to, że jeśli zakłócenie zewnętrzne spowoduje zmianę wartości napięcia na przewodzie magistrali, ale mieści się ona w granicach wymaganego (dla danego bitu) zakresu, zostanie prawidłowo zinterpretowana przez stację odczytującą.

Magistrala LIN nie ma takich zabezpieczeń chroniących przed błędami transmisji jak magistrala CAN i nie ma dokładnie zdefiniowanych sposobów wykrywania błędów transmisji oraz usterek. Do oceny prawidłowości jej pracy służą:

- porównanie wartości bitowej ramki nadawanej z wartością odczytaną z magistrali (tak samo jak w przypadku magistrali CAN);
- sprawdzenie sumy kontrolnej wysyłanej na końcu pola odpowiedzi, na podstawie której stacja MASTER może sprawdzić, czy przesłane dane nie zawierają błędów;
- ramki diagnostyczne, wysyłane okresowo przez stację MASTER w celu sprawdzenia łączności z poszczególnymi stacjami SLAVE; dwukrotny brak odpowiedzi na wysłanie ramki diagnostycznej stacja MASTER interpretuje jako niesprawność stacji SLAVE (nie wiadomo jednak, jaka jest przyczyna tej niesprawności – uszkodzenie przewodu czy samej stacji).

Przykład ramki danych magistrali LIN z zaznaczonymi głównymi elementami składowymi pokazano na rysunku 8.18.



Rys. 8.18. Przykład ramki danych magistrali LIN

PYTANIA I POLECENIA

1. Wymień podstawowe rodzaje magistral danych wykorzystywanych w samochodach.
2. Co to jest magistrala CAN?
3. Podaj wymagane wartości napięcia na przewodach magistrali CAN Low Speed (CAN Low i CAN High) dla stanu recesywnego (bit 1) i dominującego (bit 0).
4. Podaj wymagane wartości napięcia na przewodach magistrali CAN High Speed (CAN Low i CAN High) dla stanu recesywnego (bit 1) i dominującego (bit 0).
5. Wyjaśnij, na czym polega procedura określania dostępu poszczególnych stacji (sterowników) do magistrali CAN (tzw. arbitraż).
6. Wymień główne elementy ramki danych przesyłanych magistralą CAN i ich przeznaczenie.
7. Jaką funkcję pełni identyfikator ramki danych magistrali CAN?
8. W jakim celu stosuje się rezystory terminujące w magistrali CAN High Speed?
9. Co to jest magistrala LIN?
10. Podaj wymagane wartości napięcia na przewodzie magistrali LIN dla bitów recesywnego (1) i dominującego (0) podczas nadawania.
11. Podaj wymagane wartości napięcia na przewodzie magistrali LIN dla bitu recesywnego (1) i dominującego (0) podczas odbioru.
12. Podaj przykładowe zastosowanie magistrali LIN.
13. Omów ogólną strukturę ramki danych magistrali LIN.
14. Wymień zadania stacji MASTER magistrali LIN.

8.3

Diagnozowanie magistrali CAN

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- od czego należy zacząć poszukiwanie usterek magistrali CAN
- jakich informacji dostarcza tester diagnostyczny
- jak wykonywać i interpretować pomiary diagnostyczne za pomocą multimetru i oscyloskopu
- jak określić rodzaj niesprawności i odszukać miejsce jej wystąpienia

Diagnozowanie magistrali CAN zawsze rozpoczynamy od odczytania kodów usterek (w standardzie OBD II mają one postać Uxxxx – patrz rozdział 6). Najbardziej zaawansowane testery diagnostyczne umożliwiają sprawdzenie komunikacji z poszczególnymi stacjami magistrali (rys. 8.19). Jeżeli brak kodów usterek i jest łączność ze wszystkimi stacjami (sterownikami), to magistrala funkcjonuje poprawnie.

Sprawdź CAN wnętrza pojazdu

Moduł sterujący	Wartość zadana	Wartość rzeczywista
EZS – Elektroniczna stacyjka	- ! -	- ! -
Pasażer SAM – Moduł wprowadzania sygnałów i realizacji pasażer z przodu	- ! -	- ! -
Kierowca SAM – Moduł wprowadzania sygnału i realizacji kierowca	- ! -	- ! -
SAM-FOND – Moduł odczytywania sygnałów i realizacji sterowań z tyłu	- ! -	- ! -
ZGW – Centralny Gateway	- ✓ -	- F -
OBF – Górny panel obsługi	- ! -	- ! -
MSS – Wielofunkcyjny moduł sterujący pojazdów specjalnych	- ! -	- ! -
DBE – Panel obsługi w dachu	- ! -	- ! -
TSG-VL – Moduł sterujący drzwi z przodu z lewej strony	- ✓ -	- F -
TSG-HL – Moduł sterujący drzwi z tyłu z lewej strony	- ! -	- ! -
TSG-VR – Moduł sterujący drzwi z przodu z prawej strony	- ! -	- ! -
TSG-HR – Moduł sterujący drzwi z tyłu z prawej strony	- ! -	- ! -
ESV-kierowca – Elektryczna regulacja fotela kierowcy (z pamięcią)	- ✓ -	- F -
ESV-pasażer przy kierowcy – Elektryczna regulacja fotela pasażera z przodu	- ! -	- ! -
PFDS – Pompa pneumatyczna fotela do jazdy dynamicznej	- ! -	- ! -
LRH – Ogrzewanie kierownicy	- ! -	- ! -

Rys. 8.19. Przykładowe informacje diagnostyczne pokazujące wyniki sprawdzenia działania (komunikacji) poszczególnych węzłów magistrali CAN wnętrza pojazdu za pomocą testera diagnostycznego

W razie usterek przewodów magistrali, takich jak:

- brak ciągłości przewodu,
- zwarcie przewodu magistrali do przewodu zasilania podłączonego do bieguna dodatniego (akumulatora),
- zwarcie przewodu magistrali do masy pojazdu,

- zwarcie obu przewodów magistrali,
- uszkodzenie stacji (sterownika),

system autodiagnostyki generuje kody usterek, zapisywane w węźle Gateway magistrali (np. węzeł Gateway 1 na rys. 8.12 s. 217). Kody braku łączności magistrali CAN mogą być także rejestrowane w pamięci diagnostycznej innych sterowników podłączonych do magistrali.

Ponieważ tester diagnostyczny komunikuje się ze stacjami za pośrednictwem magistrali CAN, w razie jej uszkodzenia nie ma możliwości nawiązania komunikacji z jakąkolwiek stacją przyłączoną do tej magistrali. Zakłócenie transmisji może wynikać z uszkodzenia jednej ze stacji lub przewodu magistrali. Prosta metoda znalezienia usterki jest kolejne odłączanie poszczególnych stacji od rozdzielacza magistrali i sprawdzanie za pomocą testera, czy komunikacja z resztą stacji została przywrócona. Jeżeli zostaje przywrócona, wskazuje to na uszkodzenie ostatnio odłączonej stacji lub przewodu łączącego tę stację z rozdzielaczem magistrali.

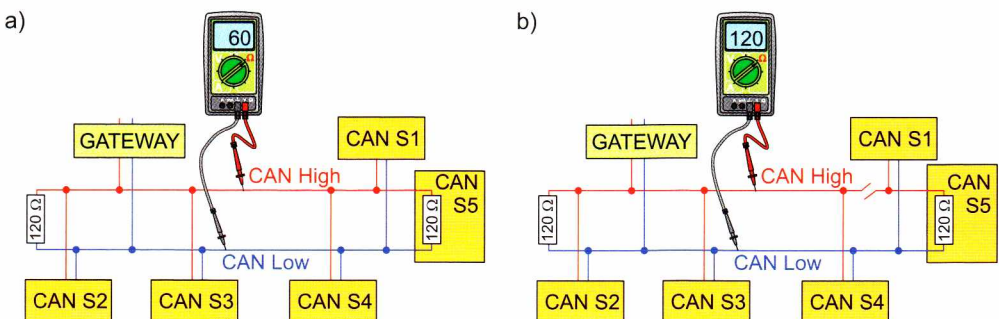
Informacje dostarczane za pomocą kodów usterek nie umożliwiają jednoznacznego określenia rodzaju czy miejsca wystąpienia usterki. W razie uszkodzenia jednego z przewodów magistrala CAN Low Speed przechodzi w tryb pracy jedнопrowodowej, natomiast magistrala CAN High Speed praktycznie nie jest wówczas zdolna do pracy (wyjątkiem jest zwarcie przewodu CAN Low do masy), dlatego na dalszym etapie sprawdzania konieczne są szczegółowe pomiary przyrządowe, przeprowadzane za pomocą multimetru i oscyloskopu. Obejmują one:

- pomiar rezystancji między przewodami magistrali CAN High Speed,
- pomiar napięcia na poszczególnych przewodach magistrali CAN Low i CAN High,
- badanie magistrali CAN za pomocą oscyloskopu (rejestracje zawartości ramek danych na obu przewodach magistrali).

Przed przystąpieniem do pomiarów przyrządowych należy zapoznać się z topologią magistrali, określić najlepsze miejsce do wykonywania pomiarów oraz liczbę terminatorów (rezystorów terminujących), miejsca ich montażu i wartości ich rezystancji.

Pomiar rezystancji między przewodami CAN Low i CAN High możliwy jest jedynie w magistrali CAN High Speed, gdzie dla ograniczenia odbicia sygnału od końców magistrali zastosowano terminatory.

Pomiaru rezystancji między przewodami magistrali dokonujemy **multimetrem**, przykładając jeden przewód pomiarowy do przewodu CAN Low, a drugi do przewodu CAN High (rys. 8.20). W celu wykonania pomiaru należy wyeliminować napięcie na przewodach magistrali, odłączając na czas pomiaru zasilanie stacji (np. przez zdjęcie klemy z zacisku -/akumulatora).

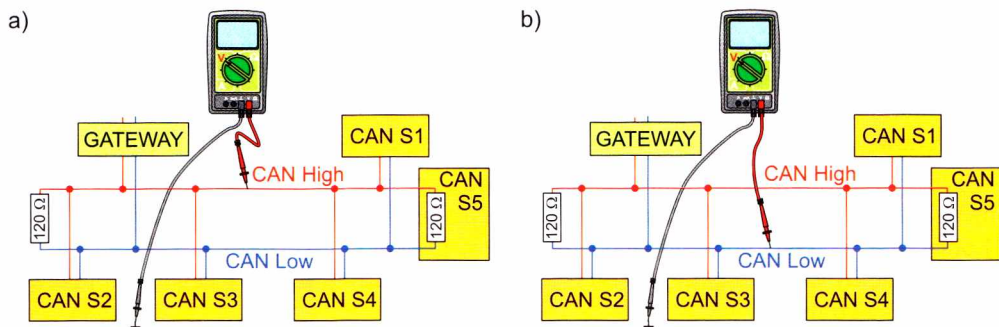


Rys. 8.20. Schemat pomiaru rezystancji między przewodami CAN Low i CAN High magistrali CAN High Speed oraz interpretacja wyniku pomiaru: a) magistrala sprawna, b) przerwanie ciągłości przewodu CAN High magistrali

W pokazanej na rys. 8.20 topologii z dwoma terminatorami o wartości ok. $120\ \Omega$, jeżeli są one sprawne, a przewody magistrali ciągłe, miernik powinien wykazać rezystancję $60\ \Omega$, równą wartości rezystancji wypadkowej (zastępczej) dla układu dwóch równolegle połączonych terminatorów (rys. 8.20a). W razie uszkodzenia któregoś z terminatorów lub braku ciągłości przewodu (rys. 8.20b) multimetr wykaże rezystancję $120\ \Omega$. Jeżeli zwarte są oba przewody magistrali, rezystancja będzie wynosiła $0\ \Omega$. Znając umiejscowienie terminatorów, na podstawie uzyskanego wyniku pomiaru możemy dokonać ich oceny.

W zależności od tego, gdzie są zlokalizowane terminatory, pomiaru rezystancji dokonujemy bezpośrednio na złączu przewodów magistrali danej stacji (jeżeli terminator jest umieszczony w tej stacji) lub w miejscu jego zamontowania (np. w rozdzielaczu/dzielniku potencjału – patrz rys. 8.4b s. 210). Dalsze czynności zależą od wyniku pomiaru: wymieniamy uszkodzony rezystor (stację) lub – jeśli rezystory są sprawne – szukamy miejsca przerwania ciągłości przewodu magistrali (opisano to w dalszej części rozdziału).

Jeżeli terminatory są sprawne, przystępujemy do **pomiaru napięcia na obu przewodach magistrali** za pomocą **multimetru**. Przewód dodatni multimetru podłączamy do badanego przewodu, a przewód ujemny – do masy pojazdu (rys. 8.21).



Rys. 8.21. Sposób pomiaru napięcia na przewodzie CAN High (a) i CAN Low (b) magistrali CAN

Wartość zmierzonego napięcia zależy od rodzaju przewodu (CAN Low lub CAN High), rodzaju magistrali (CAN High Speed lub CAN Low Speed) oraz od stanu magistrali. Wymagane wartości średniego napięcia magistrali przesyłającej ramki danych (tj. podczas pracy) zamieszczono w tabeli 8.3. Wartość napięcia niezgodna z wymaganą wskazuje na usterkę przewodu.

Tabela 8.3. Wartości średniego napięcia magistrali przesyłającej ramki danych

Rodzaj magistrali	CAN High Speed		CAN Low Speed	
Przewód	CAN Low	CAN High	CAN Low	CAN High
Napięcie [V]	$2,3\pm 0,1$	$2,7\pm 0,1$	$4,3\pm 0,3$	$0,8\pm 0,3$

Jeżeli zmierzona wartość napięcia na przewodzie magistrali wynosi:

- 12V – świadczy to o zwarciu przewodu magistrali do przewodu zasilania podłączonego do bieguna dodatniego (akumulatora);
- ok. 5V – wskazuje to na zwarcie przewodu magistrali do plusa zasilania sterownika w stacji;
- 0V – wskazuje to na zwarcie przewodu z masą pojazdu.

Podczas pomiaru możemy również sprawdzić różnicę napięcia między przewodami CAN Low i CAN High. Jeżeli uzyskamy wynik równy 0 V, wskazuje to na zwarcie między przewodami magistrali (na obu przewodach występuje wtedy ta sama średnia wartość napięcia). Następnym etapem jest lokalizacja miejsca wystąpienia usterki.

Pomiaru napięcia na obu przewodach magistrali możemy dokonać również **oscyloskopem**, rejestrując je jednocześnie w dwóch niezależnych kanałach. Przewody pomiarowe dodatnie podłączamy do przewodu CAN Low (pierwszy) i CAN High (drugi). Przewody ujemne obu kanałów pomiarowych oscyloskopu podłączamy do masy pojazdu.

Korzystanie z oscyloskopu jest wygodniejsze, ponieważ możemy jednocześnie w dwóch kanałach pomiarowych zarejestrować przebiegi sygnałów przesyłanych dwoma przewodami magistrali. Jeżeli magistrala jest sprawna, na oscyloskopie obserwujemy „te same przebiegi” o wartości napięcia odpowiedniej dla przewodu (Low High) i rodzaju magistrali (szybkości transmisji). Przykładowe oscylogramy, uzyskane przy różnych stanach technicznych (usterkach) magistrali CAN, pokazano na rysunku 8.22.

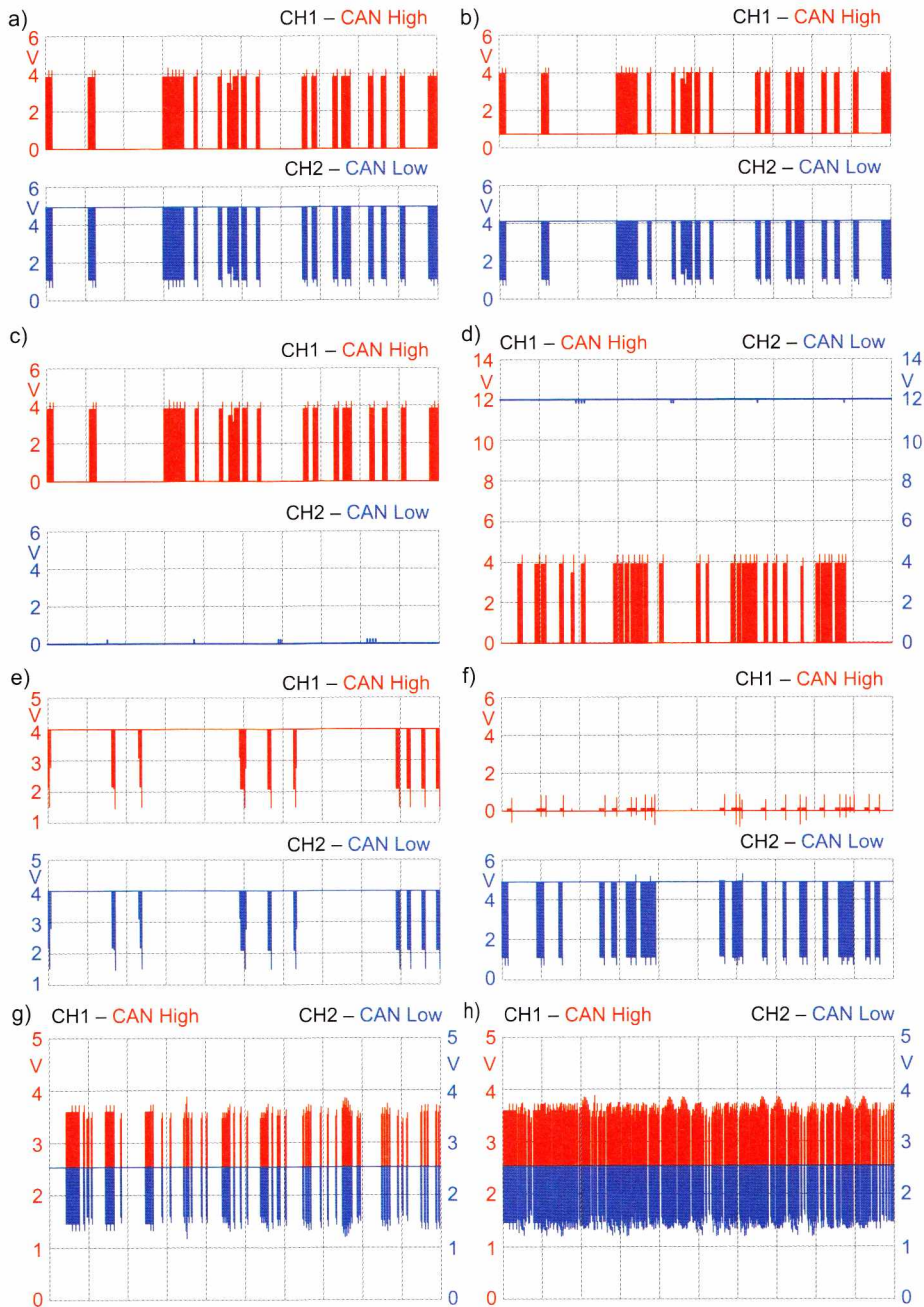
Na podstawie analizy wartości zarejestrowanych napięć (przebiegów) możemy określić rodzaj uszkodzenia przewodów magistrali lub sterownika. W tym celu musimy znać wartość napięcia (tj. przebiegu sygnału) sprawnej magistrali. Przykładowo, według oscylogramu z rys. 8.22c stała wartość napięcia równa 0 V przewodu CAN Low magistrali CAN Low Speed wskazuje na zwarcie przewodu CAN Low z masą pojazdu. Jednakowe przebiegi napięć na obu przewodach magistrali (rys. 8.22e) świadczą o wzajemnym zwarciu obu przewodów.

Jeżeli przeprowadzone pomiary wykażą usterki przewodów lub stacji magistrali, musimy wskazać uszkodzone miejsca. Sposób postępowania jest wtedy następujący:

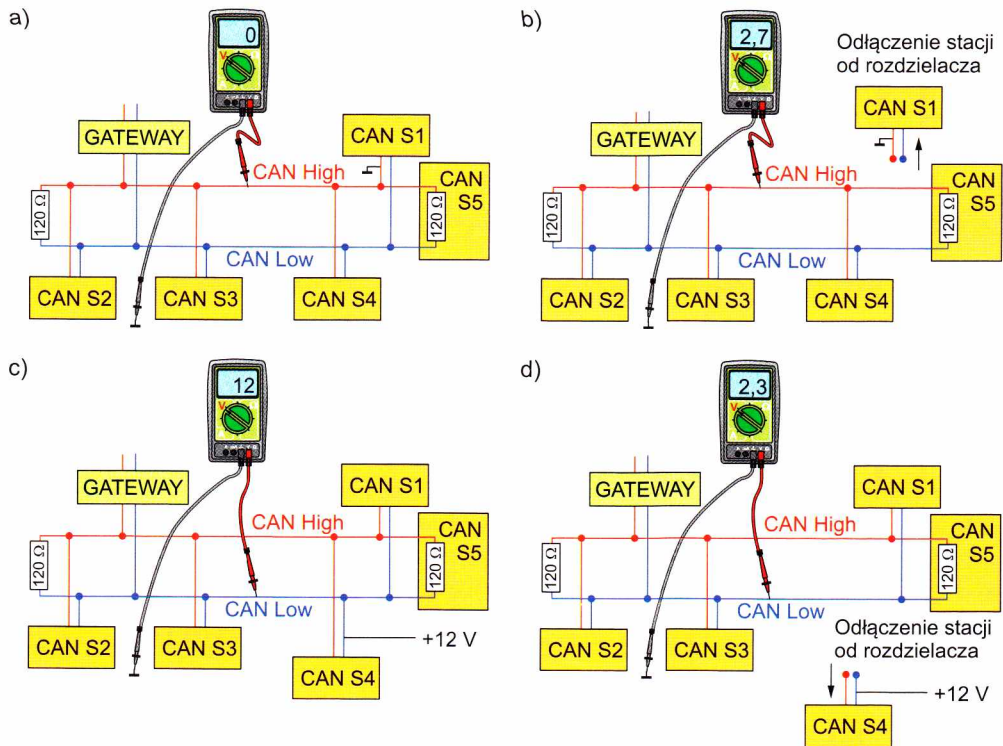
- 1) odłączamy po kolei poszczególne przewody magistrali od rozdzielacza;
- 2) rejestrujemy wartości napięcia lub przebieg ramek danych na poszczególnych przewodach magistrali;
- 3) porównujemy je z wartością uzyskaną z pomiaru dla przyłączonego przewodu (jeżeli ten pomiar wykazał istnienie usterki).

Przykładem takiego postępowania może być próba określenia miejsca zwarcia przewodu magistrali CAN High Speed do masy pojazdu. Jeżeli usterka występuje między rozdzielaczem a stacją (rys. 8.23a s. 228), to po odpięciu tej stacji od rozdzielacza wartość zmierzonego napięcia na przewodzie powinna być prawidłowa (rys. 8.23b s. 228), prawidłowy również powinien być obserwowany na oscyloskopie przebieg ramek danych. W celu określenia, czy zwarcie występuje w przewodzie, czy w sterowniku, można odłączony przewód z powrotem przyłączyć do rozdzielacza, a jego drugi koniec odłączyć od stacji. Jeżeli usterka występuje w przewodzie, ponowne pomiary wartości napięcia na przewodach magistrali lub przebiegi ramek znowu wykażą nieprawidłowości. Jeżeli te pomiary będą zgodne z wartością napięcia sprawnej magistrali, oznacza to usterkę sterownika.

Na rysunkach 8.23c i d s. 228 pokazano sposób wykrycia zwarcia przewodu CAN Low jednej ze stacji do przewodu zasilania podłączonego do dodatniego (+) bieguna akumulatora. Podczas pomiaru napięcia na przyłączonym do rozdzielacza uszkodzonym przewodzie (zwartym z przewodem +12 V) multimetr pokaże napięcie 12 V (rys. 8.23c). Po odłączeniu uszkodzonego przewodu od rozdzielacza, na przewodzie CAN Low multimetr pokaże prawidłowe napięcie ok. 2,3 V (rys. 8.23d). Pomiary oscyloskopem zarejestrują przebiegi o podobnym charakterze. W pierwszym wypadku rejestrowany będzie ciągły przebieg napięcia +12 V na przewodzie CAN Low, a w drugim na przewodzie CAN Low rejestrowane będą prawidłowe przebiegi przesyłanych ramek.



Rys. 8.22. Przykładowe przebiegi sygnałów zarejestrowanych na obu przewodach magistrali CAN: a) magistrala CAN Low Speed sprawna, b) zwarcie (przez rezystancję) przewodu CAN High z przewodem CAN Low magistrali CAN Low Speed, c) zwarcie przewodu CAN Low magistrali CAN Low Speed z masą pojazdu, d) zwarcie przewodu CAN Low magistrali CAN Low Speed z przewodem zasilającym podłączonym do bieguna dodatniego zasilania (+12 V), e) zwarcie przewodu CAN High z przewodem CAN Low magistrali CAN Low Speed, f) zwarcie przewodu CAN High magistrali CAN Low Speed z masą pojazdu, g) magistrala CAN High Speed sprawna, h) uszkodzony rezystor terminujący magistrali CAN High Speed

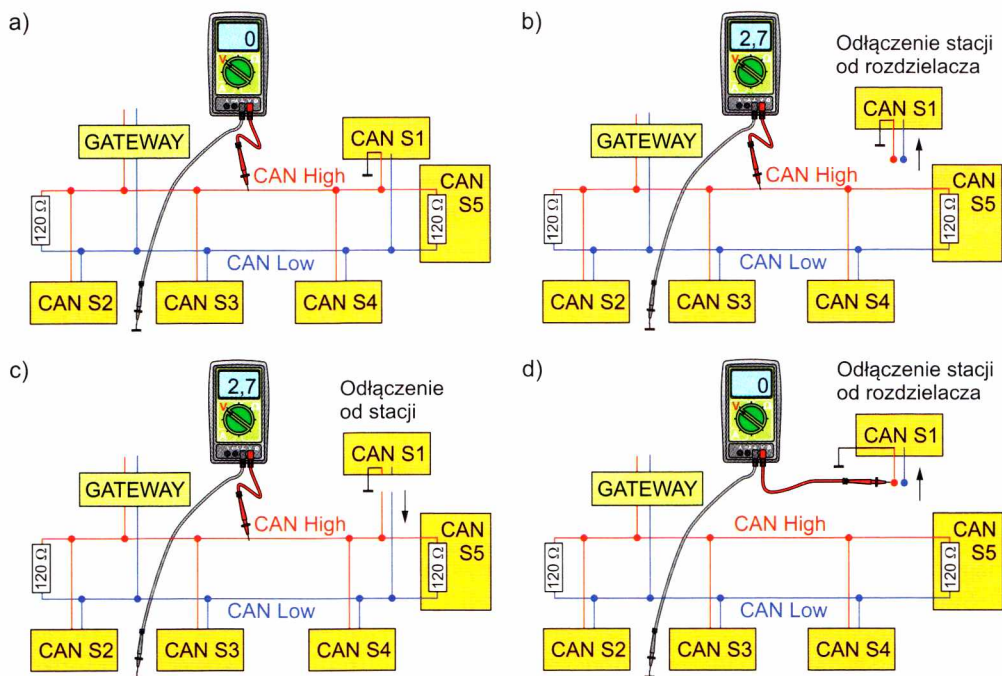


Rys. 8.23. Sposób lokalizacji miejsca usterki przez pomiar na przewodach magistrali CAN High Speed: a), b) zwarcia przewodu CAN High do masy pojazdu; c), d) zwarcia przewodu CAN Low do przewodu zasilającego podłączonego do dodatniego bieguna zasilania (+12 V)

Sposób ustalenia, czy usterka magistrali występuje w przewodzie, czy w sterowniku, pokazano na rys. 8.24 (na przykładzie zwarcia przewodu CAN High Speed do masy pojazdu wewnątrz sterownika – stacji CAN).

Jeżeli zwarcie do masy występuje w sterowniku, to podczas pomiaru napięcia na zwartym przewodzie magistrali (CAN High na rys. 8.24a) uzyskamy napięcie 0 V. Po odłączeniu uszkodzonego sterownika (stacji) od rozdzielacza wartość napięcia mierzona multimetrem będzie prawidłowa (2,7 V – rys. 8.24b). Jeśli w następnej kolejności odłączymy przewody magistrali (wtyczkę) od sterownika, a przewody sterownika ponownie podłączymy do rozdzielacza i multimetr pokaże właściwą wartość napięcia (2,7 V) na przewodzie magistrali (rys. 8.24c), będzie to jednoznacznie wskazywało na usterkę sterownika (stacji). Możemy również zmierzyć napięcie na odpowiednim przewodzie odłączonym od rozdzielacza (rys. 8.24d) – w przewodzie podłączonym do uszkodzonej części układu nadawczo-odbiorczego sterownika wartość napięcia mierzona multimetrem będzie wtedy wynosiła 0 V.

Pomiary diagnostyczne, zwłaszcza odłączanie przewodów magistrali CAN od rozdzielacza podczas lokalizacji miejsca występowania usterki, powodują powstawanie kolejnych błędów wykrywanych przez system autodiagnostyki. Dlatego po zakończeniu diagnozowania i usunięciu nieprawidłowości musimy wykasować informacje o wykrytych usterkach (tj. ich kody) z pamięci diagnostycznej węzłów Gateway magistrali CAN za pomocą testera diagnostycznego.



Rys. 8.24. Sposób lokalizacji wystąpienia zwarcia przewodu CAN High do masy pojazdu w sterowniku (stacji) CAN za pomocą multimetru: a) pomiar z uszkodzonym sterownikiem przyłączonym do rozdzielacza, b) pomiar po odłączeniu uszkodzonego sterownika od rozdzielacza, c) pomiar po odłączeniu wtyczki od sterownika, d) pomiar na przewodzie do sterownika odłączonym od rozdzielacza

PYTANIA I POLECENIA

1. Jakich informacji o stanie magistrali CAN dostarcza system autodiagnostyki (tester diagnostyczny)?
2. Podaj wartość napięcia na przewodach CAN Low i CAN High sprawnej magistrali CAN High Speed podczas przesyłania ramek danych.
3. Podaj wartość napięcia na przewodach CAN Low i CAN High sprawnej magistrali CAN Low Speed podczas przesyłania ramek danych.
4. Omów sposób pomiaru napięcia na przewodach magistrali CAN za pomocą multimetru i oscyloskopu.
5. Na jakie usterki przewodu wskazuje napięcie 12 V i 0 V, zmierzone na przewodzie magistrali CAN?
6. Na jaką usterkę wskazuje jednakowa wartość napięcia (przebieg napięcia) na obu przewodach magistrali CAN?
7. Podaj wartość rezystancji zastępczej, mierzonej między przewodami CAN Low i CAN High magistrali CAN High Speed, zakończonej z obu stron terminatorami o wartości 120 Ω każdy, przy prawidłowym stanie magistrali.
8. Podaj sposób pomiaru rezystancji zastępczej między przewodami magistrali CAN High Speed.
9. Na podstawie oscylogramów pokazanych na rysunku 8.22 dokonaj interpretacji usterki magistrali.

8.4

Diagnozowanie magistrali LIN

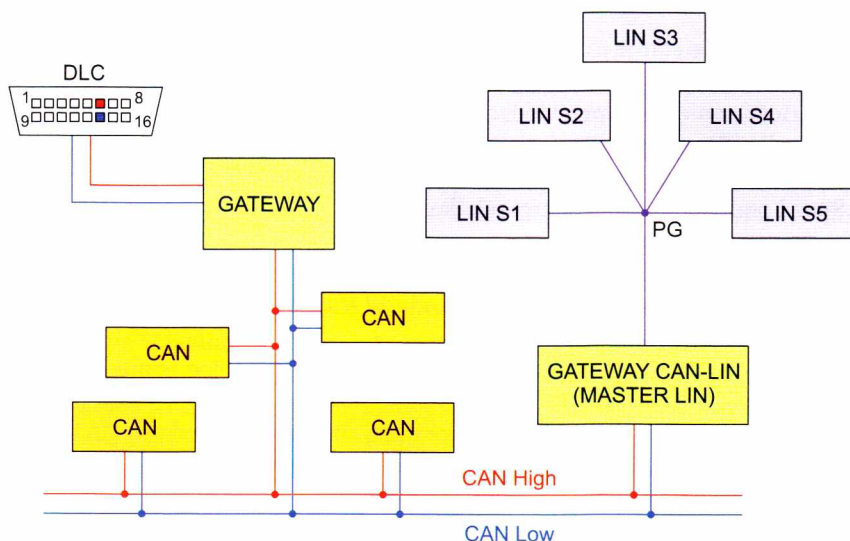
W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie są podstawowe niesprawności magistrali LIN
- jak wykryć usterki magistrali LIN

Usterki magistrali LIN są podobne do usterek magistrali CAN. Najczęściej polegają one na: zwarciu przewodu magistrali do masy pojazdu, zwarciu przewodu magistrali do przewodu zasilającego, podłączonego do dodatniego (+) bieguna akumulatora zasilania, przerwaniu ciągłości przewodu magistrali oraz uszkodzeniu sterownika MASTER lub SLAVE.

Sposób wykrywania niesprawności magistrali LIN przedstawiono na przykładzie magistrali o topologii gwiazdy, składającej się z pięciu stacji SLAVE oraz stacji MASTER (rys. 8.25). Stacja MASTER jest jednocześnie stacją magistrali CAN, a więc pełni funkcję modułu Gateway (bramy) łączącego magistralę LIN z magistralą CAN (z innymi magistralami samochodu). Na schemacie zaznaczono również gniazdo diagnostyczne standardu OBD II, do którego można podłączyć tester diagnostyczny, umożliwiającą nawiązanie komunikacji z poszczególnymi stacjami magistrali CAN.

Wstępną metodą diagnozowania magistrali LIN jest wykorzystanie informacji z systemu autodiagnostyki magistrali. **Autodiagnostyka magistrali LIN** polega na tym, że sterownik



Rys. 8.25. Przykładowy schemat magistrali LIN o topologii gwiazdy

LIN S1–LIN S5 – stacje SLAVE magistrali LIN, DLC – gniazdo diagnostyczne, PG – punkt, w którym łączą się przewody magistrali LIN w układzie gwiazdy

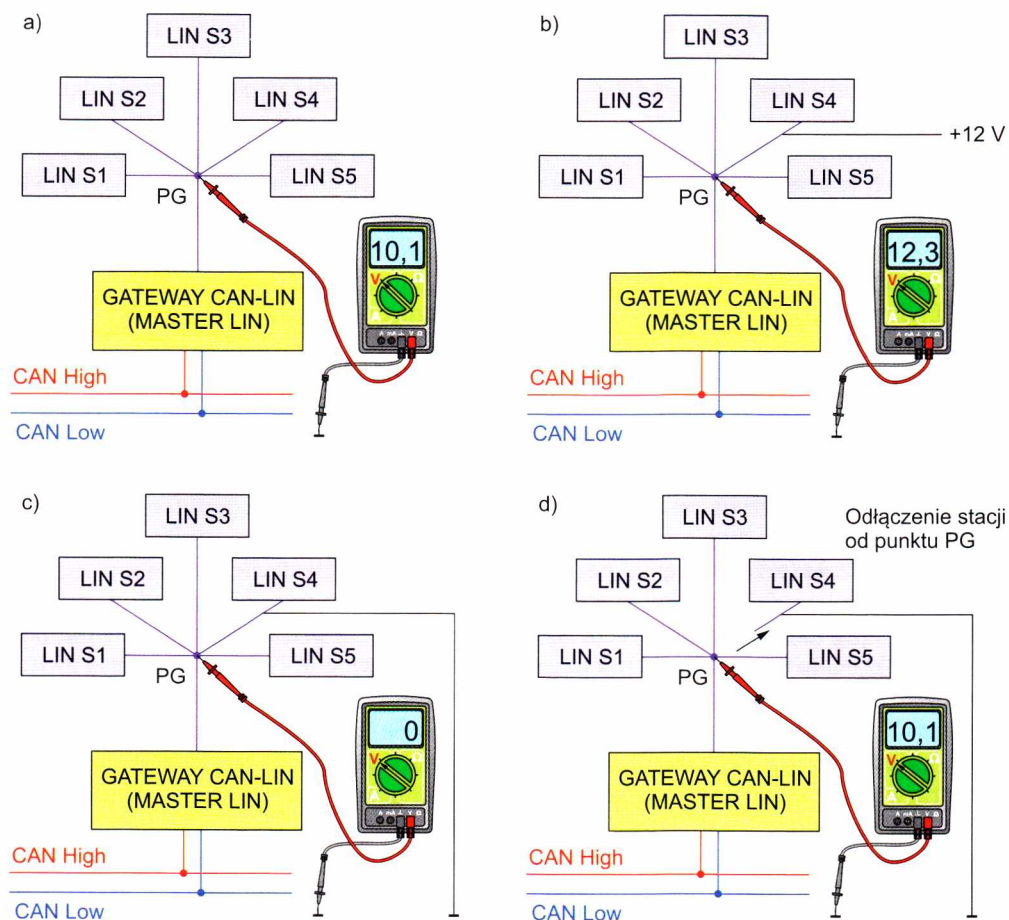
MASTER wysyła co pewien czas ramki diagnostyczne (polecenia) do poszczególnych stacji SLAVE, na które te stacje muszą odpowiedzieć. Brak odpowiedzi stacji SLAVE (zazwyczaj to samo polecenie jest wysyłane dwa razy) na komunikat (pole **nagłówek** ramki danych) węzeł MASTER interpretuje jako niesprawność tej stacji. Błąd jest rejestrowany w pamięci sterownika MASTER (węzeł Gateway) i może być odczytany po skomunikowaniu się z magistralą CAN (węzeł Gateway CAN-LIN na rys. 8.25). Dlatego wstępną formą diagnostyki jest podłączenie testera diagnostycznego do gniazda diagnostycznego DLC i odczyt informacji o stanie magistrali LIN, zapisanych w stacji Gateway CAN-LIN.

Odczytane kody usterek umożliwiają (np. kiedy brak jest komunikacji z jedną stacją SLAVE) określenie miejsca wystąpienia usterki – jednak nie zawsze (np. nie jest to możliwe, kiedy przewód magistrali LIN jest zwarty do masy pojazdu). W razie uszkodzenia stacji Gateway CAN-LIN (rys. 8.25) lub nieciągłości przewodu łączącego tę stację z magistralą CAN nie ma możliwości uzyskania jakichkolwiek danych o stanie magistrali LIN. Wtedy w pierwszej kolejności należy określić przyczyny braku komunikacji z tą stacją.

Szczegółową diagnostykę i lokalizację niesprawności (określenie rodzaju i miejsca wystąpienia usterki) rozpoczynamy od:

- 1) określenia topologii magistrali (na podstawie dokumentacji warsztatowej) oraz ustalenia liczby i rodzaju (przeznaczenia) podłączonych do magistrali stacji;
- 2) w dalszej kolejności wykonujemy pomiary diagnostyczne za pomocą multimetru lub oscyloskopu; najlepszym miejscem wykonania pomiarów przykładowej magistrali LIN jest punkt PG (patrz rys. 8.25), miejsce połączenia przewodów magistrali w układ gwiazdy; w magistrali o strukturze liniowej pomiary możemy wykonać na odpowiednim styku wtyczki dowolnej stacji LIN (najlepiej stacji MASTER);
- 3) do wytypowanego punktu przykładamy przewód dodatni multimetru (oscyloskopu), a przewód ujemny podłączamy do masy pojazdu; możemy w ten sposób wykryć zwarcie przewodu magistrali LIN do masy pojazdu lub zwarcie do przewodu zasilającego podłączonego do dodatniego bieguna zasilania, jednak przed dokonaniem pomiarów należy zapewnić magistrali warunki do pracy (tj. nadawania ramek), na przykład włączając zapłon; jeżeli magistrala działa prawidłowo, multimetr wykaże średnią wartość napięcia, ok. 10 V (rys. 8.26a s. 232) – wartość ta wynika z faktu, że bity (stany) recesywne (napięcie ok. U_{AK}) występują na magistrali częściej niż bity dominujące (ok. 0 V); jeżeli wartość napięcia mierzonego multimetrem będzie zbliżona do napięcia akumulatora, oznacza to, że wystąpiło zwarcie przewodu magistrali do przewodu zasilającego instalację pokładową z bieguna dodatniego (12 V) – rys. 8.26b, przy założeniu, że magistrala nie znajduje się w stanie pasywnym; jeżeli multimetr pokaże napięcie równe 0 V (rys. 8.26c), świadczy to o zwarciu przewodu magistrali do masy pojazdu;
- 4) szukamy miejsca wystąpienia tego rodzaju usterek, odłączając przewody poszczególnych stacji i ponownie mierząc średnie wartości napięcia; jeżeli odłączymy uszkodzony przewód, napięcie mierzone multimetrem powinno odpowiadać napięciu sprawnej magistrali (U_{AK}) – rys. 8.26d; po wytypowaniu uszkodzonego przewodu magistrali musimy znaleźć miejsce występowania usterki.

Jeżeli mimo odłączania kolejnych przewodów magistrali łączących punkt PG ze stacjami SLAVE multimetr wykazuje napięcie o wartości zbliżonej do 5 V (zasilanie sterownika), wskazują to na uszkodzenie sterownika MASTER. Oznacza to, że poszczególne stacje SLAVE nadają jedynie komunikaty (pole **odpowiedź** ramki danych) będące odpowiedzią na zapytanie sterownika MASTER. W takiej sytuacji musimy sprawdzić ciągłość przewodu od punktu PG do stacji MASTER. Jeżeli przewód jest nieszkodzony, to znaczy, że uszkodzona jest stacja MASTER.



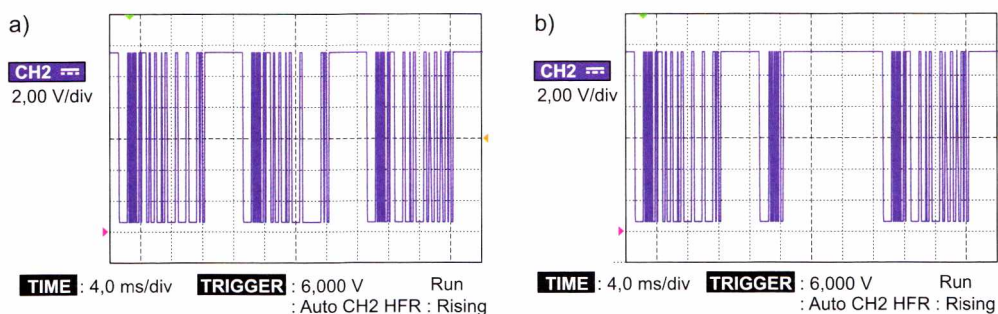
Rys. 8.26. Wartość napięcia mierzona w punkcie PG magistrali LIN pokazanej na rys. 8.25: a) magistrala sprawna, b) zwarcie do przewodu zasilającego stację LIN S4 podłączonego do dodatniego bieguna zasilania (+12 V), c) zwarcie przewodu magistrali LIN S4 do masy pojazdu, d) napięcie po odłączeniu uszkodzonego przewodu od punktu PG

Analogiczne pomiary możemy wykonać **oscylskopem**. Usterki przewodu magistrali – zwarcie do masy pojazdu (lub zwarcie przewodu magistrali do przewodu zasilającego podłączonego do dodatniego /+/ bieguna zasilania) – zarejestrowane oscylskopem będą miały wartości napięcia takie same jak mierzone multimetrem.

Oscylskop umożliwia także rejestrację ramek danych przesyłanych magistralą (rys. 8.27a). W razie braku komunikacji ze stacją SLAVE na rejestrowanym przez oscylskop przebiegu odpowiednia ramka będzie pozbawiona części danych (pole **odpowiedź** – patrz p. 8.2.3) w wyniku odłączenia sterownika (tj. stacji SLAVE). Ilustruje to rysunek 8.27b. Jeżeli w magistrali LIN liczba podłączonych stacji SLAVE jest mniejsza niż dopuszczalna (16), to na oscylskopie również będziemy obserwować niepełne ramki danych (bez pola **odpowiedź**).

Z powyższego opisu wynika, że diagnozowanie magistrali LIN za pomocą oscylskopu jest miarodajne przede wszystkim wtedy, gdy do magistrali podłączono maksymalną możliwą liczbę sterowników SLAVE (16). Wówczas sposób szukania miejsca uszkodzenia

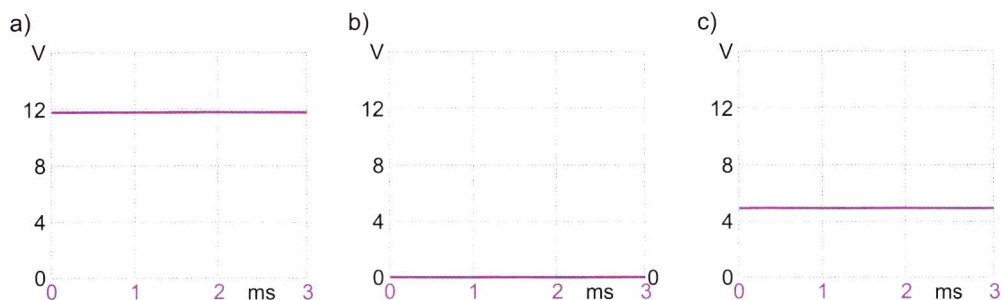
(przerwania ciągłości) przewodu lub niesprawnego sterownika jest podobny do lokalizowania usterek multimetrem. Odłączamy kolejno pojedyncze przewody łączące punkt PG z poszczególnymi stacjami SLAVE i dokonujemy rejestracji ramek danych (komunikatów) przesyłanych magistralą. W przypadku odłączenia sprawnego sterownika SLAVE obserwujemy brak dodatkowego pola **odpowiedź** w jednej z ramek. Jeżeli po odłączeniu przewodu od uszkodzonej stacji SLAVE nie zmieni się wygląd żadnej z rejestrowanych ramek (ale nadal pojawia się ramka pozbawiona pola **odpowiedź**), oznacza to, że uszkodzenie występuje w odłączonej części magistrali lub brak jest stacji SLAVE, do której była skierowana ramka danych (pole **nagłówek**). Metodę tę możemy również zastosować do sprawdzania magistrali z mniejszą niż maksymalna liczbą podłączonych stacji.



Rys. 8.27. Przykłady przebiegu komunikatów na magistrali LIN rejestrowanych oscyloskopem: a) magistrala sprawna, b) brak komunikacji z jedną stacją SLAVE (brak części ramki danych – pola odpowiedź)

Przykładowe przebiegi oscyloskopowe podstawowych usterek przewodu magistrali LIN pokazano na rysunku 8.28.

Po zakończeniu diagnozowania i usunięciu usterek kasujemy z pamięci diagnostycznej sterownika MASTER magistrali LIN informacje o wykrytych usterek (kody usterek) za pomocą testera diagnostycznego. Skasowane zostaną też błędy powstałe podczas pomiarów diagnostycznych, np. podczas odłączania przewodów i stacji od magistrali.



Rys. 8.28. Przebiegi oscyloskopowe wskazujące na usterki magistrali LIN: a) zwarcie przewodu magistrali z masą pojazdu, b) zwarcie przewodu magistrali do przewodu zasilającego podłączonego do dodatniego bieguna zasilania (+12 V), c) uszkodzenie sterownika MASTER lub przewodu między punktem PG a tą stacją



PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie informacje diagnostyczne o stanie magistrali LIN możemy uzyskać z systemu auto-diagnostyki za pomocą testera diagnostycznego?
2. Czy po uszkodzeniu stacji Gateway magistrali CAN-LIN można uzyskać informacje o usterek magistrali LIN wykrytych przez system autodiagnostyki? Uzasadnij swoją odpowiedź.
3. Na co wskazuje brak części ramki danych (pola odpowiedzi) magistrali LIN?
4. W jakim miejscu magistrali LIN najlepiej zmierzyć średnią wartość napięcia za pomocą miernika uniwersalnego? Na co wskazuje wynik pomiaru, jeżeli wartość zmierzonego napięcia wynosi: a) 0 V, b) 5 V, c) 10 V, d) 12 V?
5. Na co wskazuje brak pola odpowiedzi w jednym z komunikatów przesyłanych magistralą LIN?

ZAPAMIĘTAJ

Sterowanie oznacza oddziaływanie wielkości wejściowych na wielkości wyjściowe. Inaczej mówiąc, jest to celowe działanie na element wykonawczy przez podanie na ten element sygnału sterującego w celu uzyskania określonego efektu.

W **sterowaniu cyfrowym** sygnały sterujące mają postać sygnałów cyfrowych, kodowanych binarnie (o wartości logicznej 0 lub 1).

Magistrala **CAN** (ang. **Controler Area Network**) to najczęściej stosowana dwuprzewodowa magistrala wymiany danych w pojazdach. Rozróżniamy wśród nich:

- magistrale CAN o małej prędkości (CAN Low Speed), w których szybkość transmisji danych dochodzi do 125 kbit/s,
- magistrale CAN o dużej prędkości (CAN High Speed), w których szybkość transmisji danych dochodzi do 1 Mbit/s (1 Mbit = 1000 kbit).

Informacje przesyłane magistralą CAN mają postać binarną, a ich transfer odbywa się w pakietach zwanych **ramkami**. Wartości bitowe ustalane są na podstawie różnicy wartości napięcia na obu przewodach magistrali.

Każda stacja (sterownik) magistrali CAN zawiera układ nadawczo-odbiorczy (ang. *transceiver*). Nadajnik (ang. *transmitter*) umożliwia nadawanie ramek danych, a odbiornik (ang. *receiver*) odczytuje zawarte w nich dane. Oba procesy odbywają się równocześnie.

Magistrala CAN jest sterowana zdarzeniami – informacje są przesyłane według ich ważności.

Magistrala danych LIN (ang. *Local Interconnect Network*) jest jedнопrzewodowa i zazwyczaj stanowi uzupełnienie magistrali CAN. Maksymalną szybkość przesyłania danych w magistrali LIN określa węzeł nadrzędny (MASTER) – nie przekracza ona 20 kbit/s.

W magistrali LIN występuje czasowy system nadawania informacji, które również przesyłane są w ramach danych w postaci binarnej. Wartości napięcia odpowiadające poszczególnym stanom logicznym zawierają się w zakresie napięcia zasilania U_{AK} (akumulatora).

Diagnozowanie przyrządowe magistral danych CAN i LIN wykonujemy na podstawie schematu połączeń elementów magistrali. Obejmuje ono proste pomiary wykonywane multimetrem i oscyloskopem, które umożliwiają wykrycie podstawowych usterek przewodów

magistrali, terminatorów (magistrala CAN High Speed) i sterowników. Najwięcej informacji dostarczają oscylogramy przebiegów napięcia na przewodach magistrali CAN (oraz przewodzie magistrali LIN).

Lokalizacja miejsca występowania podstawowych usterek magistrali CAN polega przede wszystkim na porównaniu sygnałów (wartości napięć) zarejestrowanych na przewodach magistrali podczas podłączania oraz odłączania przewodu łączącego stacje z rozdzielaczem/dzielnikiem potencjału magistrali. Jeśli uszkodzony jest przewód lub stacja magistrali, po jego odłączeniu od rozdzielacza CAN rejestrujemy prawidłową pracę pozostałej części magistrali.

Wykrywanie miejsca usterki magistrali CAN lub LIN powoduje generowanie kodów kolejnych usterek, które należy usunąć po zakończeniu procesu diagnozowania i dokonanej naprawie.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Podaj podstawowe cechy magistral: *Bluetooth*, MOST i FlexRay.
2. Wymień różnice między magistralą CAN Low Speed oraz magistralą CAN High Speed.
3. Podaj wartość rezystancji rezystorów terminujących (terminatorów) stosowanych w magistrali CAN High Speed. Ile ich jest i gdzie się je umieszcza?
4. Na czym polega *bit stuffing* stosowany w magistrali CAN?
5. Dlaczego dwuprzewodowa magistrala danych (np. CAN) jest bardziej odporna na zakłócenia zewnętrzne niż magistrala jedнопrzewodowa (np. LIN)?
6. Co to są węzły (rozdzielacze, dzielniki potencjału) stosowane w magistrali CAN i do czego służą?
7. Korzystając z rysunku 8.8, wyjaśnij działanie magistrali CAN.
8. Jaką funkcję pełni bramę (ang. *Gateway*) w magistralach danych? Jak uszkodzenie jednej podsieci wpływa na działanie innych?
9. Podaj główne różnice między magistralami LIN i CAN.
10. Omów sposób działania magistrali LIN.
11. Jaką funkcję pełni identyfikator ramki danych magistrali LIN?
12. W jaki sposób można wykorzystać pomiary napięć na przewodach magistrali CAN do jej diagnozowania?
13. Przedstaw sposób i interpretację pomiaru rezystancji zastępczej między przewodami CAN Low i CAN High magistrali CAN High Speed.
14. Podaj wartości napięcia na przewodzie magistrali CAN odpowiadające: a) zwarcia przewodu magistrali do przewodu zasilającego podłączonego do dodatniego (+) bieguna zasilania, b) zwarcia przewodu magistrali do masy pojazdu.
15. Jak można wykorzystać pomiary oscyloskopowe przebiegu napięcia na przewodach magistrali CAN do wykrywania usterek magistrali?
16. W jaki sposób można wykryć zwarcie między przewodami CAN High i CAN Low magistrali CAN? Uzasadnij swoją odpowiedź.
17. Podaj sposób lokalizacji usterek magistrali CAN, np. miejsca zwarcia przewodu CAN Low magistrali CAN do masy pojazdu.
18. Porównaj sposoby diagnozowania magistral CAN i LIN.
19. Wymień sposoby diagnozowania magistrali LIN.
20. W jaki sposób można wykorzystać multimetr do diagnostyki magistrali CAN?

21. Podaj wartości napięcia zmierzonego na magistrali LIN w przypadku: a) zwarcia przewodu magistrali do masy, b) zwarcia przewodu magistrali do przewodu zasilającego podłączonego do dodatniego (+) bieguna zasilania, c) uszkodzonego sterownika MASTER.
22. W jaki sposób podłącza się końcówki pomiarowe oscyloskopu i multimetru podczas pomiarów elektrycznych parametrów diagnostycznych magistral CAN i LIN?

LITERATURA

- [1] W. Bałaziński, *CAN czyli każdy z każdym, byle po kolei*, „AutoEXPERT” nr 3/1999 (cz. I) i 4/1999 (cz. II).
- [2] W. Bałaziński, *Sieci informatyczne z magistralami CAN*, „AutoEXPERT” nr 4/2000.
- [3] M. Frei, *Samochodowe magistrale danych w praktyce warsztatowej*, WKŁ, Warszawa 2010.
- [4] B. Frykowski, E. Grzeszczyk, *Systemy transmisji danych*, WKŁ, Warszawa 2010.
- [5] A. Herner, H.J. Riehl, *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*, WKŁ, Warszawa 2011.
- [6] J. Pochopień, *Transmisja cyfrowa CAN – przykład usterki*, Bosch „Autospec” nr 2(48)/2013.
- [7] J. Pochopień, *Transmisja cyfrowa LIN – przykłady jej zastosowań oraz diagnostyki*, Bosch „Autospec” nr 3(49)/2013.
- [8] *Sieci wymiany danych w pojazdach samochodowych*, Seria „Informator techniczny Bosch”, WKŁ, Warszawa 2008.
- [9] T. Widerski, *Samochodowe sieci informatyczne*, seria „Poradnik serwisowy” nr 5/2005, Wydawnictwo Instalator Polski, Warszawa 2005.
- [10] W. Zimmermann, R. Schmigdall, *Magistrale danych w pojazdach. Protokoły i standardy*, WKŁ, Warszawa 2008.
- [11] *Niewidzialni pomocnicy, część 1*, „AutoEXPERT” nr 4/2011.
- [12] *Poradnik techniki samochodowej*, Wydawnictwo Rea, Warszawa 2010.
- [13] *Transmisja danych w pojazdach samochodowych*, „AutoEXPERT” nr 11/2007 (cz. I) i 12/2007 (cz. II).

9. Diagnostyka wskaźników kontrolno-pomiarowych

- Zestaw wskaźników kontrolno-pomiarowych samochodu
- Diagnostowanie czujników płynów eksploatacyjnych
- Diagnostowanie czujnika prędkości jazdy samochodu

9.1

Zestaw wskaźników kontrolno-pomiarowych samochodu

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- do czego służy zestaw wskaźników pokładowych samochodu

9.1.1. Zestaw wskaźników kontrolno-pomiarowych

Każdy samochód wyposażony jest w zestaw wskaźników kontrolno-pomiarowych, których zadaniem jest dostarczanie kierowcy podstawowych informacji o aktualnym stanie pojazdu, zwłaszcza silnika. Mają one też sygnalizować niesprawności wykryte przez podstawowe czujniki lub system autodiagnostyki, w szczególności te, które powodują spadek poziomu bezpieczeństwa ruchu samochodu. Zestaw wskaźników kontrolno-pomiarowych jest więc swego rodzaju tablicą, na której zgromadzono najważniejsze informacje o stanie pojazdu i sprawności jego poszczególnych układów.

Istnieją dwa podstawowe rozwiązania zestawu wskaźników kontrolno-pomiarowych:

- z odczytem analogowym,
- z odczytem cyfrowym.

W **zestawach wskaźników o odczycie analogowym** (patrz rys. 3.1a s. 45) informacja o najważniejszych parametrach pracy pojazdu (prędkości obrotowej silnika, prędkości jazdy, temperaturze płynu chłodzącego, poziomie paliwa w zbiorniku) przedstawiona jest za pomocą wskaźników wychyłowych (wskazówkowych).






















W **zestawach wskaźników o odczycie cyfrowym** (patrz rys. 3.1b s. 45) informacja o parametrach jest przedstawiana cyfrowo (graficznie).

Wskazania analogowe są znacznie wygodniejsze, gdyż podczas jazdy szybkie spojrzenie na zestaw wskaźników wychyłowych w zupełności wystarczy, czego nie można powiedzieć o odczycie informacji przedstawionych graficznie.

Coraz częściej spotyka się rozwiązania mieszane, polegające na przedstawianiu podstawowych parametrów na wskaźnikach analogowych, a mniej potrzebnych informacji na wyświetlaczach cyfrowych. W wielu samochodach na desce rozdzielczej umieszczane są też dodatkowe wyświetlacze, umożliwiające uzyskanie szczegółowych informacji dotyczących określonych układów, np. o wybranej stacji radiowej czy chwilowym zużyciu paliwa, a także komunikaty ostrzegawcze o pogorszeniu się warunków drogowych lub konieczności włączenia niektórych urządzeń (układów). Tego rodzaju wyświetlacze stosowane są standardowo w pojazdach z napędem hybrydowym lub elektrycznym do zobrazowania aktualnego stanu pracy układu napędowego – trybu jego pracy (patrz rys. 13.8 s. 359).

Zestaw wskaźników kontrolno-pomiarowych wyposażony jest również w **lampki kontrolne**, informujące o chwilowym stanie różnych urządzeń i układów pojazdu. Należy do nich m.in. kontrolka ładowania akumulatora, świecąca, gdy energia zasilająca odbiorniki pobierana jest z akumulatora samochodu (w przypadku niesprawności alternatora), a także lampka kontrolna ciśnienia oleju, której świecenie sygnalizuje zbyt niskie ciśnienie oleju w układzie smarowania silnika. Kolory i symbole tych lampek są zunifikowane (tab. 9.1).

Tabela 9.1. Symbole lampek kontrolnych i ich przeznaczenie (funkcje)

				
światła awaryjne	uszkodzenie hamulców zaciągnięty hamulec ręczny	hamulec postojowy	ABS	skrzynia biegów
				
pasy bezpieczeństwa	poduszki gazowe	stan ładowania akumulatora	ciśnienie oleju silnikowego	temperatura płynu chłodzącego
				
silnik	EDC elektroniczny system sterowania silnika wysokoprężnego	świece żarowe	napęd na cztery koła	mechanizm różnicowy
				
poziom paliwa	ciśnienie w oponach	ostrzegawczy sygnał dźwiękowy	kierunkowskazy	główny wyłącznik świateł
				
światła postojowe	światła pozycyjne	światła mijania	światła drogowe	urządzenie poziomujące reflektory
				
przednie światła przeciwmgiełne	tylne światła przeciwmgiełne	dmuchawa	klimatyzacja	regulacja fotela
				
podgrzewanie fotela	zamknięcie drzwi	tylna pokrywa bagażnika	wycieraczki i spryskiwacze przedniej szyby	ogrzewanie tylnej szyby

Lampki koloru żółtego sygnalizują kierowcy załączenie układu/podzespołu do pracy, np. układu świateł żarowych. Lampki koloru czerwonego sygnalizują awarie i niesprawności układów/podzespołów koniecznych do prawidłowej pracy pojazdu lub mających wpływ na bezpieczeństwo ruchu (np. usterki w układzie ABS/ESP czy SRS). Niektóre lampki sygnalizacyjne, np. lampka włączenia świateł drogowych czy kierunkowskazów, mają znormalizowane kolory (odpowiednio kolor niebieski i zielony). Najczęściej stosowane lampki kontrolne umieszczone w zestawie wskaźników podano w tabeli 9.1 s. 239.

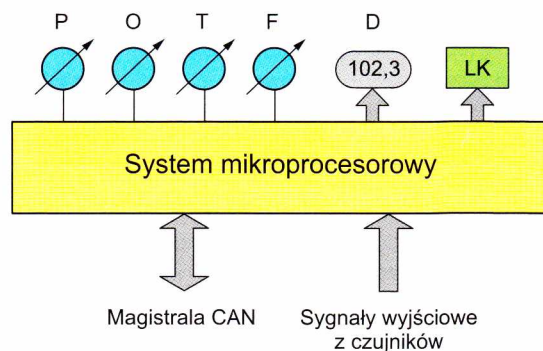
W niektórych samochodach stosuje się też **sygnalizatory dźwiękowe**, ostrzegające kierowcę o szczególnie niebezpiecznych usterkach pojazdu (np. spadku ciśnienia w ogumieniu) lub przypominające o konieczności wykonania czynności istotnych ze względów bezpieczeństwa (np. o obowiązku zapięcia pasów bezpieczeństwa czy zbliżaniu się pojazdu przy cofaniu do przeszkody).

Dla umożliwienia odczytu pokazywanych informacji w warunkach słabego oświetlenia naturalnego lub jego braku (np. podczas jazdy nocą) zestawy wskaźników kontrolno-pomiarowych są podświetlane. Dawniej stosowano zwykle żarówki małej mocy, obecnie standardowym rozwiązaniem jest podświetlenie zestawu wskaźników diodami LED, z możliwością automatycznej (w zależności od natężenia oświetlenia zewnętrznego) lub ręcznej regulacji jego natężenia.

Wygląd oraz konfiguracja (liczba wskaźników analogowych i lampek kontrolnych, sposób zobrazowania informacji na wskaźnikach cyfrowych) zależą od wyposażenia pojazdu (standardowego i ponadstandardowego).

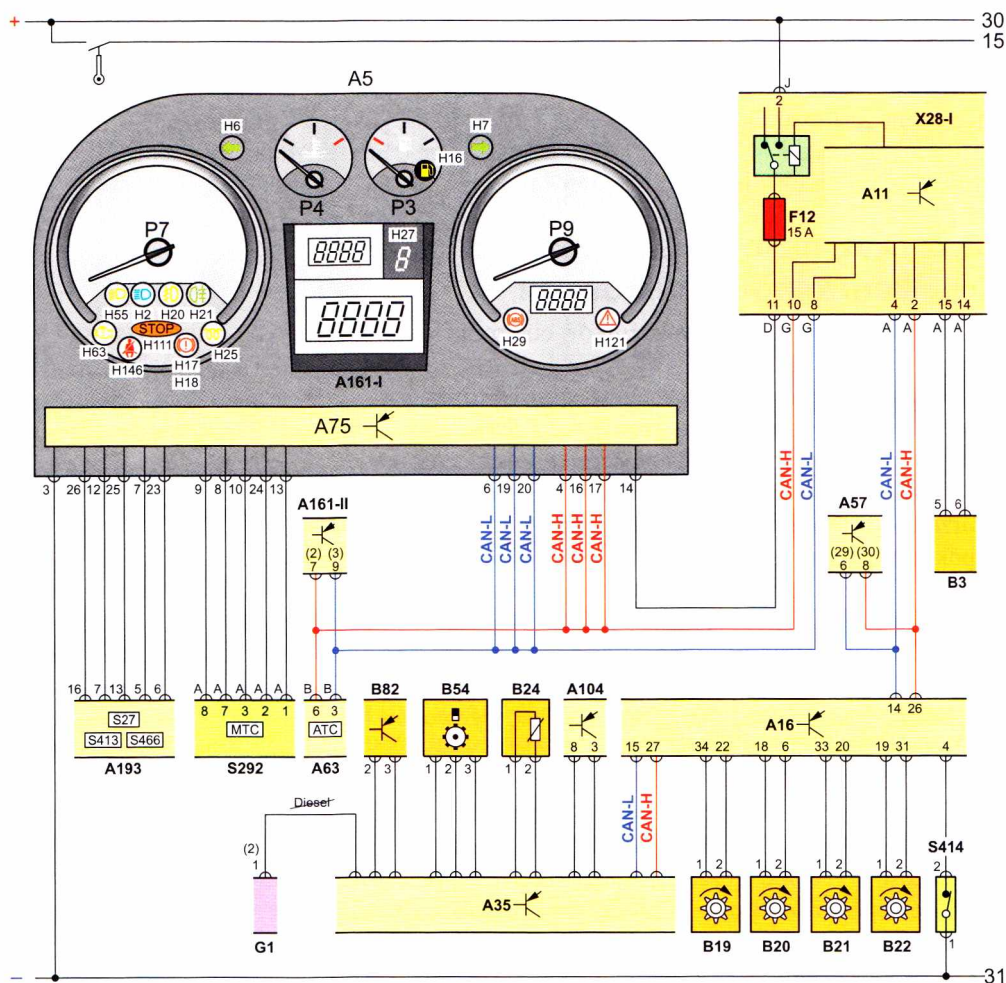
Informacje pokazywane na wskaźnikach kontrolno-pomiarowych opierają się na danych docierających z poszczególnych czujników lub układów. W nowoczesnych samochodach zestaw wskaźników jest autonomicznym elementem pojazdu, który ma własny układ mikroprocesorowy z pamięcią. Układ ten za pośrednictwem cyfrowej magistrali danych łączy się z innymi układami (sterownikami) samochodu, od których otrzymuje potrzebne informacje. Spełnia on jednocześnie funkcję układu autodiagnostyki zestawu wskaźników, sprawdzającego zdolność poszczególnych wskaźników i lampek kontrolnych do pracy. Schemat blokowy takiego zestawu wskaźników pokazano na rys. 9.1, a przykładowy schemat połączenia zestawu wskaźników do instalacji pokładowej samochodu na rysunku 9.2.

Przedstawiony na rys. 9.2 zestaw wskaźników ma własny sterownik mikroprocesorowy (oznaczony na schemacie jako A75). Zestaw wskaźników jest zasilany poprzez



Rys. 9.1. Schemat blokowy pokładowego zestawu wskaźników

D – wskaźnik licznika przejechanych kilometrów, F – wskaźnik poziomu paliwa, LK – lampki kontrolne, O – obrotomierz, P – prędkościomierz, T – wskaźnik temperatury płynu chłodzącego



Rys. 9.2. Przykładowe połączenie zestawu wskaźników z innymi elementami wyposażenia samochodu (z jego instalacją elektryczną)

A5, A75 – sterowniki zestawu wskaźników, A11 – główny moduł (sterownik) instalacji elektrycznej, A16 – sterownik układu ABS, A57 – sterownik automatycznej skrzyni biegów, A161 – sterownik wyświetlacza wielofunkcyjnego, A63 – sterownik układu klimatyzacji, A104 – sterownik świec żarowych, A35 – sterownik silnika, A193 – sterownik przełączników wielofunkcyjnych, B3 – czujnik poziomu paliwa, B14 – czujnik poziomu płynu hamulcowego, B19–B22 – czujniki prędkości obrotowej kół, B24 – czujnik temperatury płynu chłodzącego, B54 – czujnik położenia wału korbowego, B82 – czujnik zawadnienia, G1 – alternator, H – lampki kontrolne, P3 – wskaźnik poziomu paliwa, P4 – wskaźnik temperatury płynu chłodzącego, P7, P9 – wskaźniki: poziomu paliwa/temperatury płynu chłodzącego/obrotomierza/prędkościomierza, S292 – zespół włączników układu klimatyzacji

bezpiecznik F12, podłączony do zacisku przekaźnika zasilania. Połączenie z masą zapewnia styk 3. Zestaw wskaźników jest zasilany z chwilą wysterowania przekaźnika przez wielofunkcyjny komputer sterujący A11. Do zestawu wskaźników jest podłączony bezpośrednio sterownik A193 oraz panel sterowania klimatyzacją i ogrzewaniem S292. Sterownik zestawu wskaźników jest podłączony do magistrali danych (CAN), za pośrednictwem której komunikuje się z innymi podłączonymi do niej sterownikami (A11, A63 i A16). Do sterownika A11, za pośrednictwem magistrali danych CAN, są przesyłane informacje ze sterownika A161.

Do sterowników A11 oraz A16 są bezpośrednio podłączone czujniki oraz elementy wykonawcze, a także (za pośrednictwem magistrali danych) inne sterowniki, stanowiące źródło informacji przesyłanych do zestawu wskaźników. Przykładowo, sterownik A11, do którego podłączony jest czujnik poziomu paliwa – B3, przesyła okresowo informację o poziomie paliwa w zbiorniku. Na tej podstawie odpowiedni układ elektroniczny podaje określoną wartość prądu do układu wskaźnika poziomu paliwa – P3.

9.1.2. Diagnostowanie zestawu wskaźników kontrolno-pomiarowych

Diagnostowanie zestawu wskaźników obejmuje sprawdzenie:

- napięcia zasilania,
- połączenia z masą sterownika zestawu wskaźników,
- komunikacji ze sterownikiem zestawu wskaźników – stanu magistrali danych. Oddzielne pomiary wykonujemy dla poszczególnych czujników.

Kontroli napięcia zasilania dokonujemy za pomocą **miernika** uniwersalnego. W tym celu:

- 1) przewód miernika (dodatni) podłączamy do styku 14. sterownika A75 (dla rozwiązania pokazanego na rys. 9.2 s. 241), a drugi (ujemny) do masy pojazdu;
- 2) po podłączeniu urządzenia włączamy zapłon i obserwujemy wynik pomiaru; zmierzona w ten sposób wartość napięcia powinna być zbliżona do wartości napięcia akumulatora.

Jeżeli zmierzona wartość napięcia znacznie różni się od napięcia akumulatora lub miernik nie pokazuje żadnej wartości, wówczas sprawdzamy stan bezpiecznika i przekaźnika w obwodzie zasilania wskaźnika oraz ciągłość przewodów (zgodnie ze schematem połączeń elektrycznych).

Sprawdzenie połączenia z masą wykonujemy, podłączając ujemny przewód miernika do styku 3. od strony wiązki przewodów, a dodatni do zacisku (+) akumulatora. Tak podłączony miernik powinien wskazać wartość napięcia akumulatora. Przy braku napięcia sprawdzamy ciągłość przewodu łączącego wskaźnik z masą pojazdu.

Sposób **sprawdzenia magistrali danych** opisano w rozdziale 8.



PYTANIA I POLECENIA

1. Do czego służy zestaw wskaźników kontrolno-pomiarowych samochodu?
2. Wymień podstawowe informacje o stanie pojazdu przedstawiane na wskaźnikach kontrolno-pomiarowych samochodu.
3. Do czego służą lampki kontrolne umieszczone w zestawie wskaźników kontrolno-pomiarowych?
4. Korzystając z rys. 9.2, wyjaśnij ogólne działanie zestawu wskaźników kontrolno-pomiarowych.

9.2

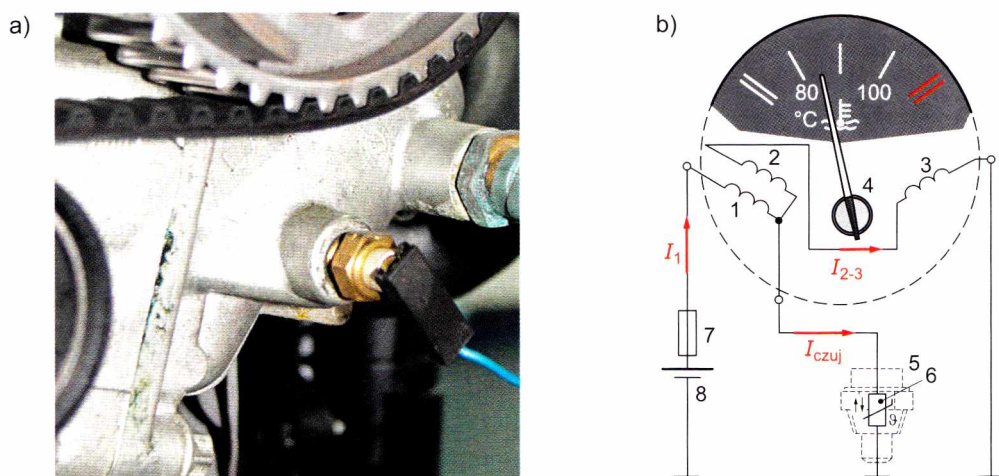
Diagnozowanie czujników płynów eksploatacyjnych

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jak sprawdzić czujnik temperatury płynu chłodzącego
- jak skontrolować sygnalizator spadku ciśnienia oleju
- jak sprawdzić działanie czujnika ciśnienia oleju
- jak zdiagnozować czujnik stanu i przydatności eksploatacyjnej oleju silnikowego
- jak skontrolować czujnik poziomu paliwa w zbiorniku
- jak sprawdzić czujnik poziomu płynu hamulcowego

Jednym z parametrów pokazywanych na desce rozdzielczej jest temperatura płynu chłodzącego, stanowiąca dla kierowcy istotną informację o stanie termicznym silnika. Dawniej jako nadajnik informacji o temperaturze płynu chłodzącego służył jednoprzewodowy rezystancyjny czujnik temperatury (rys. 9.3a). Schemat ideowy podłączenia takiego czujnika do analogowego wskaźnika temperatury płynu chłodzącego na desce rozdzielczej pokazano na rysunku 9.3b.

Analogowy wskaźnik temperatury płynu chłodzącego składa się z układu trzech cewek połączonych szeregowo-równoległe, przy czym cewki 1. i 2. są ustawione prostopadle do cewki 3. Cewki i czujnik temperatury zasilane są z instalacji pokładowej samochodu (12 V).



Rys. 9.3. Czujnik analogowego wskaźnika temperatury płynu chłodzącego: a) wygląd czujnika, b) schemat ideowy jego podłączenia

1, 2 i 3 – cewki wskaźnika, 4 – ruchoma wskazówka czujnika, 5 – czujnik temperatury, 6 – termistor, 7 – bezpiecznik, 8 – zasilanie

Przepływ prądu przez cewki powoduje wychylenie wskazówki, zależne od wypadkowego pola magnetycznego. Wyznacza je rozkład pól magnetycznych wytwarzanych w poszczególnych cewkach. Na wielkość tych pól wpływa natężenie prądu przepływającego przez daną cewkę. Zmiana temperatury płynu chłodzącego powoduje zmianę rezystancji termistora pomiarowego typu NTC (ang. *Negative Temperature Coefficient*) w czujniku temperatury, a ta z kolei powoduje zmianę rozdziału prądu przepływającego przez poszczególne gałęzie obwodu elektrycznego (przez cewkę 1. i czujnik oraz przez cewki 2. i 3. wskaźnika). Kiedy temperatura płynu chłodzącego jest niska, rezystancja czujnika jest duża, więc wartość prądu I_1 w cewce 1. jest mała, a w cewkach 2. i 3. (I_{2-3}) duża. Wskazówka znajduje się wtedy po lewej stronie skali wskaźnika (wskazuje niską temperaturę płynu chłodzącego). Wraz ze wzrostem temperatury płynu chłodzącego maleje rezystancja termistora czujnika, w wyniku czego zmienia się rozkład prądu w poszczególnych cewkach. Prąd I_1 w cewce 1. rośnie, a w cewkach 2. i 3. maleje. Wypadkowe pole magnetyczne działające na wskazówkę powoduje jej wychylenie w prawo, w stronę wskazań wysokiej temperatury płynu chłodzącego.

Diagnozowanie czujnika temperatury płynu chłodzącego obejmuje sprawdzenie:

- działania czujnika,
- poprawności jego wskazań.

Działanie czujnika temperatury płynu chłodzącego, współpracującego z analogowym wskaźnikiem na desce rozdzielczej pojazdu, sprawdzamy następująco:

- 1) odłączamy od czujnika przewód;
- 2) mierzymy napięcie zasilania czujnika; przy włączonym zapłonie dodatni przewód pomiarowy multimetru przykładamy do odłączonego od czujnika przewodu (złącza konektorowego), a ujemny do masy pojazdu – zmierzone napięcie zasilania powinno być zgodne z danymi producenta (zazwyczaj jest to ok. 10 V); jeśli brak jest napięcia, sprawdzamy ciągłość przewodu zasilającego czujnik;
- 3) jeżeli wartość zmierzonego napięcia jest prawidłowa, przykładamy przewód czujnika do masy pojazdu; gdy wskaźnik na desce rozdzielczej jest sprawny, obserwujemy szybkie przemieszczanie się wskazówki czujnika w kierunku maksymalnego wychylenia, odpowiadającego wskazaniom maksymalnej temperatury (rezystancja „czujnika” wynosi wtedy 0 Ω); aby nie uszkodzić wskaźnika, przewód czujnika zwieramy do masy tylko na czas potrzebny do zaobserwowania zmiany położenia wskaźnika temperatury; jeśli działanie wskaźnika podczas wykonywania tych czynności jest zgodne z opisaniem, oznacza to, że uszkodzeniu uległ czujnik temperatury.

Kontrolę poprawności wskazań czujnika możemy przeprowadzić przez porównanie wskazań wartości odczytanej ze wskaźnika temperatury na desce rozdzielczej oraz temperatury pokazywanej przez miernik uniwersalny z funkcją pomiaru temperatury i odpowiednią sondą (termoparą). Sposób pomiaru temperatury za pomocą takiego multimetru, na przykładzie sprawdzenia wskazań dwustykowego (dwupinowego) czujnika temperatury płynu chłodzącego, pokazano na rysunku 3.12c s. 59. Jednak ponieważ miernik mierzy temperaturę zewnętrznej powierzchni obudowy czujnika lub ścianki układu chłodzenia, jego wskazania są zaniżone o ok. 5°C w porównaniu do wskazań analogowego wskaźnika wychyłowego.

W nowszych rozwiązaniach do pomiaru temperatury płynu chłodzącego wykorzystywany jest **dwustykowy czujnik rezystancyjny**. Diagnozowanie tego czujnika, a także innych czujników temperatury tego samego typu, opisano w p. 6.3. Napięciowy sygnał z takiego czujnika zamieniany jest przez odpowiedni układ elektroniczny w sygnał prądowy, sterujący położeniem wskazówki wskaźnika na desce rozdzielczej.

W niektórych silnikach jako **czujnik poziomu płynu chłodzącego** stosowany jest czujnik magnetyczny (kontaktronowy – rys. 9.4) lub czujnik wykorzystujący pomiar przewodności. Są one umieszczone w zbiorniczku wyrównawczym układu chłodzenia.

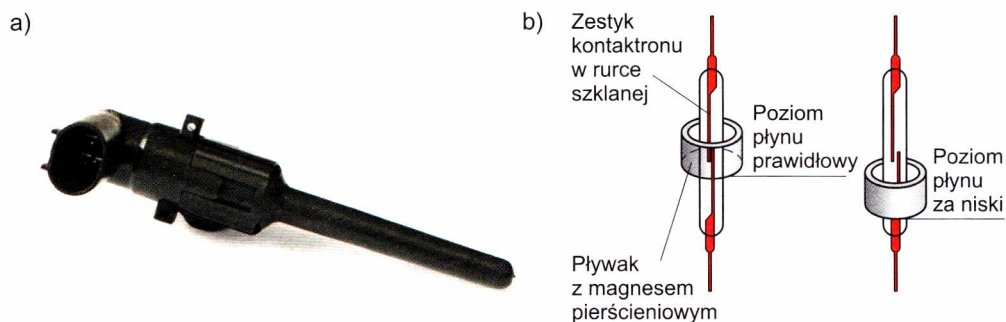
Zasada działania czujnika kontaktronowego jest prosta. Jeśli w zbiorniku wyrównawczym znajduje się wymagana ilość płynu chłodzącego, pływak z magnese pierścieniowym zajmuje górne położenie i powoduje zwarcie styków kontaktronu. Spadkowi poziomu płynu towarzyszy przemieszczenie się pływaka oraz rozwarcie styków czujnika (rys. 9.4b). Sterownik silnika powoduje wtedy zaświecenie lampki kontrolnej w zestawie wskaźników.

Czujnik przewodnościowy składa się z pary elektrod umieszczonych w zbiorniczku wyrównawczym i zanurzonych w płynie chłodzącym. Spadek poziomu płynu powoduje wynurzenie się elektrod, przerwanie przepływu prądu między nimi i zaświecenie się lampki kontrolnej.

Objawami niesprawności czujnika poziomu płynu chłodzącego jest stale świecąca się lampka kontrolna lub wskazania systemu diagnostyki pokładowej (kody usterek).

Ocena stanu czujnika kontaktronowego obejmuje:

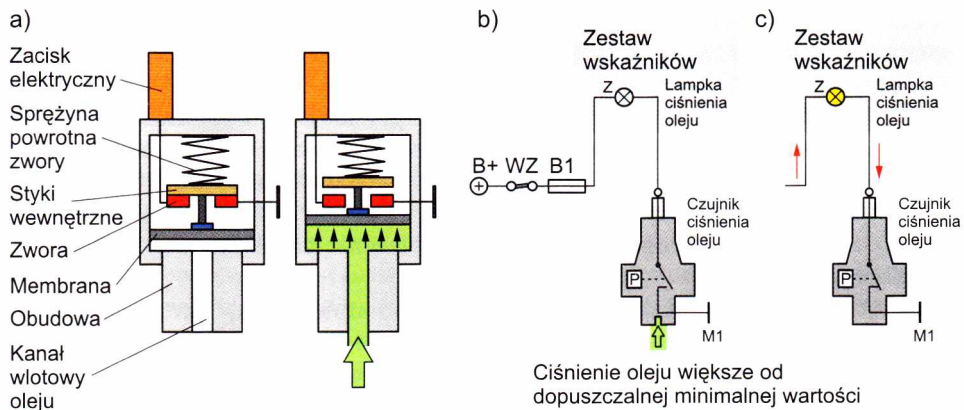
- pomiar napięcia zasilania czujnika,
- sprawdzenie ciągłości przewodów i zwarcia do masy,
- sprawdzenie załączenia styków kontaktronu w górnym położeniu pływaka (zmierzona miernikiem rezystancja między stykami czujnika powinna dążyć do wartości 0Ω).



Rys. 9.4. Magnetyczny (kontaktronowy) czujnik poziomu płynu chłodzącego: a) wygląd czujnika, b) zasada działania

Istotnym parametrem wpływającym na trwałość silnika jest ciśnienie oleju w układzie smarowania, dlatego w każdym samochodzie standardowo stosowane są **zwierne (stykowe) czujniki spadku ciśnienia**.

Działanie układu sygnalizacji spadku ciśnienia oleju ilustruje rys. 9.5 (s. 246). Czujnik (stycznik) zasilany jest napięciem z instalacji pokładowej samochodu (rys. 9.5b). Jeżeli ciśnienie oleju przekracza minimalne wymagane, odkształcenie membrany powoduje rozwarcie wewnętrznych styków czujnika i przerwanie obwodu elektrycznego zasilania. Lampka kontrolna ciśnienia oleju (tab. 9.1 s. 239) na desce rozdzielczej, umieszczona w obwodzie elektrycznym wskaźnika, nie świeci. Jeżeli w układzie smarowania ciśnienie oleju jest zbyt niskie, styki wewnętrzne czujnika są zwarte, co łączy obwód lampki kontrolnej z masą pojazdu i lampka kontrolna się zapala. Zaczyna ona świecić bezpośrednio po włączeniu zapłonu i pali się aż do momentu uruchomienia silnika i wzrostu ciśnienia oleju w układzie smarowania powyżej wartości powodującej rozłączenie wewnętrznych styków czujnika.



Rys. 9.5. Schemat stykowego czujnika spadku ciśnienia oleju (a) oraz obwód lampki kontrolnej ciśnienia oleju (b)

Jeżeli lampka kontrolna ciśnienia oleju nie świeci się po włączeniu zapłonu, wskazuje to na brak napięcia zasilania, przerwanie obwodu elektrycznego sygnalizatora lub jego uszkodzenie.

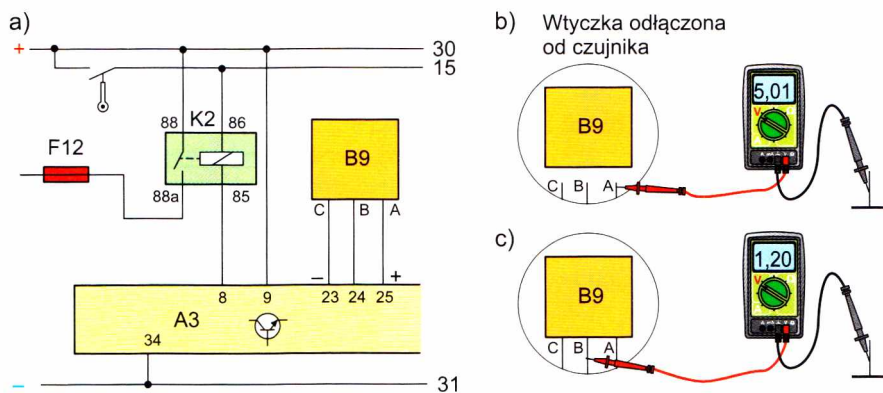
Kontrolę zasilania czujnika przeprowadzamy, przykładając przewód pomiarowy multimetru do złącza konektorowego czujnika. Przy ciągłym i sprawnym obwodzie elektrycznym miernik powinien wskazać napięcie zasilania o wartości zbliżonej do napięcia akumulatora samochodu.

Sprawdzenie działania układu sygnalizacji spadku ciśnienia oleju wykonujemy przez odłączenie przewodu zasilającego i zwarcie go do masy pojazdu przy włączonym zapłonie. Jeżeli lampka kontrolna ciśnienia oleju się zaświeci, wskazuje to na sprawność obwodu elektrycznego wskaźnika. Gdy brak jest napięcia zasilającego lub lampka kontrolna na desce rozdzielczej nie świeci przy zwarciu przewodu do masy pojazdu, należy sprawdzić ciągłość przewodu. Jeśli działanie lampki kontrolnej przy zwarciu przewodu do masy pojazdu jest prawidłowe, a po podłączeniu do czujnika – niezależnie od stanu pracy silnika – lampka nie świeci się lub świeci stale, także przy prawidłowej wartości ciśnienia w układzie smarowania (zmierzonej manometrem), wskazuje to na uszkodzenie czujnika.

Coraz częściej do pomiaru ciśnienia oleju stosuje się **trójprzewodowe czujniki ciśnienia**, podłączane do sterownika silnika. Dostarczają one do sterownika informację o aktualnej wartości ciśnienia oleju. Najczęściej są to półprzewodnikowe czujniki tensometryczne z napięciowym sygnałem wyjściowym o wartości odpowiadającej mierzonemu przez czujnik ciśnieniu oleju. Schemat podłączenia takiego czujnika (B9) do sterownika silnika pokazano na rysunku 9.6.

Tego rodzaju czujniki nadzorowane są przez system autodiagnostyki silnika, a informacje o aktualnej wartości ciśnienia oleju można uzyskać za pomocą niektórych testerów diagnostycznych. W razie stwierdzenia kodów usterek wskazujących na czujnik, należy sprawdzić napięcie zasilania i połączenie z masą.

Napięcie zasilania czujnika (5 V) mierzymy na odpowiednim styku (A na rys. 9.6b) wtyczki odłączonej od czujnika. Przy braku napięcia sprawdzamy ciągłość przewodu łączącego czujnik ze sterownikiem oraz wykluczamy jego zwarcie do masy pojazdu. Kontrolujemy również ciągłość przewodu masowego czujnika, a w dalszej kolejności sprawdzamy sygnał wyjściowy z czujnika (rys. 9.6c). Pomiaru dokonujemy dwukrotnie – podczas pracy silnika z prędkością biegu jałowego oraz z prędkością podwyższoną do minimum 2500 obr/min.



Rys. 9.6. Schemat podłączenia czujnika ciśnienia oleju B9 do sterownika silnika A3 (a) oraz sposób pomiaru napięcia zasilania czujnika (b) i sygnału wyjściowego z czujnika (c): A – zasilanie czujnika (+5 V), B – sygnał wyjściowy z czujnika, C – masa czujnika

Jeżeli czujnik jest sprawny, obserwujemy wzrost wartości sygnału wyjściowego. Jeżeli sygnał się nie zmienia lub ma wartość 0 V lub 5 V, po wykluczeniu zwarcia przewodu czujnika do dodatniego bieguna zasilania lub masy pojazdu uznajemy, że czujnik jest niesprawny.

Aby **sprawdzić wskazania czujnika**, musimy dysponować wartościami kontrolnymi i zestawem do pomiaru ciśnienia oleju. Sprawdzenie polega na porównaniu sygnału z czujnika (napięcie → ciśnienie) z wartością ciśnienia zmierzoną manometrem. Obie wartości powinny być takie same. Czujniki tego rodzaju objęte są nadzorem systemu autodiagnostyki – po stwierdzeniu przez układ ich niesprawności generowane są odpowiednie kody usterek.

W samochodach stosuje się coraz częściej **czujniki poziomu i temperatury oleju silnikowego**. Najprostszym czujnikiem do kontroli poziomu oleju jest **czujnik stykowy** (kontakttronowy). Przemieszczenie elementu ruchomego czujnika (pływak) powoduje zbliżenie magnesu (przymocowanego do ramienia pływaka) do kontakttronu, w wyniku czego następuje jego przełączenie (połączenie obwodu elektrycznego).

Bardziej zaawansowanym technicznie czujnikiem jest **czujnik działający na zasadzie pomiaru pojemności układu dwóch kondensatorów wypełnionych olejem** – zmiana jego położenia (poziomu) w misce olejowej powoduje zmianę pojemności kondensatorów, rejestrowaną przez układ elektroniczny czujnika (rys. 9.7a s. 248). Jedną z najnowszych odmian czujników poziomu oleju są **czujniki ultradźwiękowe**, określające poziom oleju przez pomiar czasu powrotu fali ultradźwiękowej, odbitej od powierzchni oleju w misce. Wyznaczona na tej podstawie połowa odległości, jaką pokonał wyemitowany przez czujnik sygnał ultradźwiękowy, wskazuje poziom oleju.

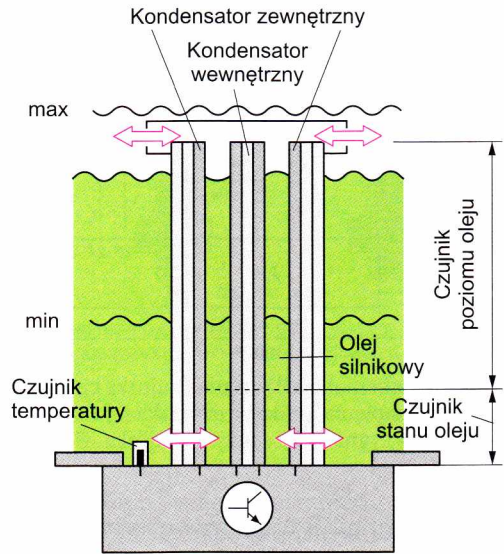
W najbardziej zaawansowanych technicznie samochodach instalowane są **zintegrowane czujniki** pomiaru poziomu oleju, temperatury i jakości oleju silnikowego (rys. 9.7b s. 248). W niektórych samochodach czujnik tego rodzaju, podobnie jak sygnalizator spadku ciśnienia oleju, podłącza się do wielofunkcyjnego wskaźnika na desce rozdzielczej (rys. 9.7c s. 248), a nie do sterownika silnika.

Poszczególne czujniki diagnozujemy odpowiednio do ich budowy i zasady działania. Na przykład **czujnik kontakttronowy** (trzystykowy) **sprawdzamy**, mierząc rezystancję między jego stykiem środkowym i odpowiednim stykiem skrajnym. Przy skrajnym (np. dla maksymalnego stanu oleju) położeniu pływaka wartość rezystancji mierzonej między środkowym i skrajnym stykiem sprawnego czujnika powinna być zbliżona do 0 Ω (styki połączone).

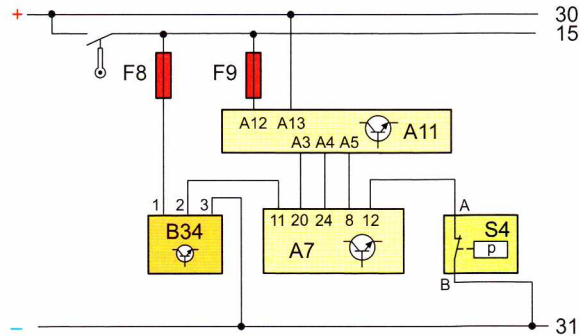
a)



b)



c)



Rys. 9.7 Pojemnościowy czujnik poziomu oleju: a) wygląd zintegrowanego czujnika poziomu oleju, temperatury i przydatności eksploatacyjnej oleju silnikowego, b) schemat ideowy działania czujnika, c) schemat elektrycznego podłączenia czujnika

A7 – wyświetlacz wielofunkcyjny, A11 – sterownik silnika, B34 – czujnik poziomu, temperatury i jakości oleju silnikowego, S4 – sygnalizator spadku ciśnienia oleju, 1 – zasilanie czujnika (+12 V), 2 – sygnał wyjściowy, 3 – masa czujnika

Po przemieszczeniu pływaka w przeciwne skrajne położenie wartość rezystancji mierzona między stykiem środkowym czujnika a drugim stykiem skrajnym również powinna wynosić 0Ω . Jeśli tak nie jest, czujnik jest niesprawny.

Jeżeli czujnik działa prawidłowo, sprawdzamy napięcie zasilania na odpowiednim styku wtyczki, kontrolujemy ciągłość wszystkich przewodów dochodzących do czujnika oraz sprawdzamy multimetrem, czy nie są one zwarte do masy pojazdu. Brak zwarcia sprawdzamy multimetrem, podłączając go jednym przewodem pomiarowym do styku wtyczki odłączonej od czujnika, a drugim do masy pojazdu. Zmierzona w ten sposób wartość rezystancji powinna być większa niż $20 \text{ M}\Omega$ (tj. powinna dążyć do nieskończoności).

Diagnozowanie zintegrowanego czujnika poziomu oleju, jego temperatury i jakości obejmuje sprawdzenie:

- zasilania czujnika,
- ciągłości połączenia między bezpiecznikiem a czujnikiem,
- doprowadzenia napięcia do bezpiecznika,
- przebiegu sygnału wyjściowego z czujnika.

Zasilanie czujnika kontrolujemy następująco:

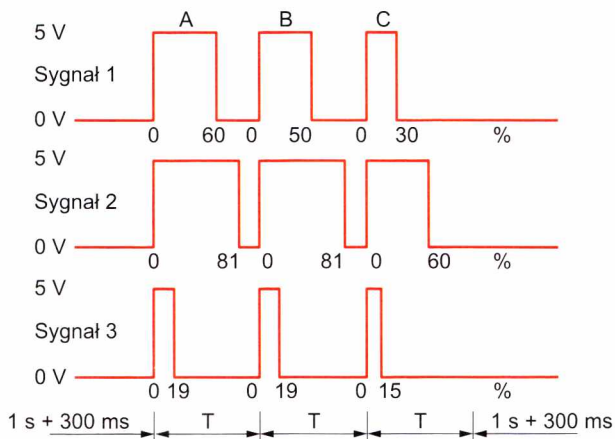
- 1) do czujnika B34, pokazanego na rys. 9.7c, podłączamy miernik – przewodem dodatnim do styku 1. wtyczki odłączonej od czujnika, a drugim przewodem (ujemnym) – do masy pojazdu;
- 2) pomiaru napięcia dokonujemy przy włączonym zapłonie; zmierzona w ten sposób wartość napięcia zasilania powinna być zbliżona do napięcia akumulatora – jeżeli tak nie jest, sprawdzamy napięcie w odpowiednim gnieździe bezpiecznika (F8 na rys. 9.7c); w zależności od wyniku pomiaru sprawdzamy ciągłość połączenia między bezpiecznikiem a czujnikiem lub doprowadzenie napięcia do bezpiecznika.

Jeżeli napięcie zasilania jest prawidłowe, **sprawdzamy połączenie przewodu masowego czujnika**, np. podłączając jeden przewód miernika do styku 3. we wtyczce odłączonej od czujnika, a drugi – do zacisku dodatniego bieguna akumulatora. Jeżeli przewód między czujnikiem a wskaźnikiem jest ciągły, miernik powinien wskazać napięcie o wartości zbliżonej do napięcia akumulatora.

Sygnal 1 – prawidłowy współczynnik wypełnienia (20–80%); właściwe parametry: temperatury oleju, jego poziomu i jakości

Sygnal 2 – współczynnik wypełnienia >80%; za wysoka temperatura oleju (np. powyżej 160°C), za wysoki poziom oleju (powyżej maksimum), jakość oleju dobra

Sygnal 3 – współczynnik wypełnienia < 20%; za niska temperatura oleju (np. poniżej 40°C), za niski poziom oleju (poniżej minimum), zła jakość oleju (należy go wymienić)

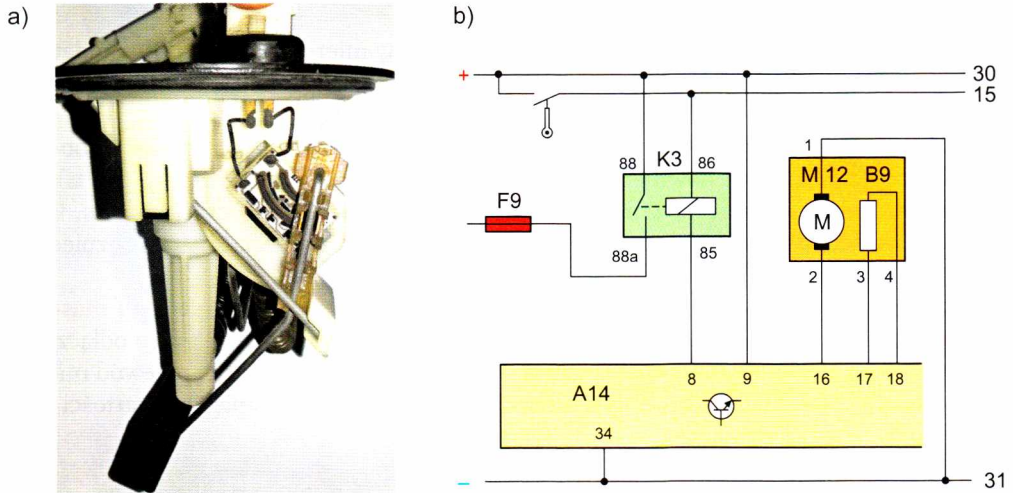


Rys. 9.8. Przykłady sygnałów wysyłanych przez czujnik oleju – litery oznaczają poszczególne bloki danych dotyczących: temperatury oleju (A), jego poziomu (B) i przydatności eksploatacyjnej (C): T – okres generowania pojedynczego sygnału

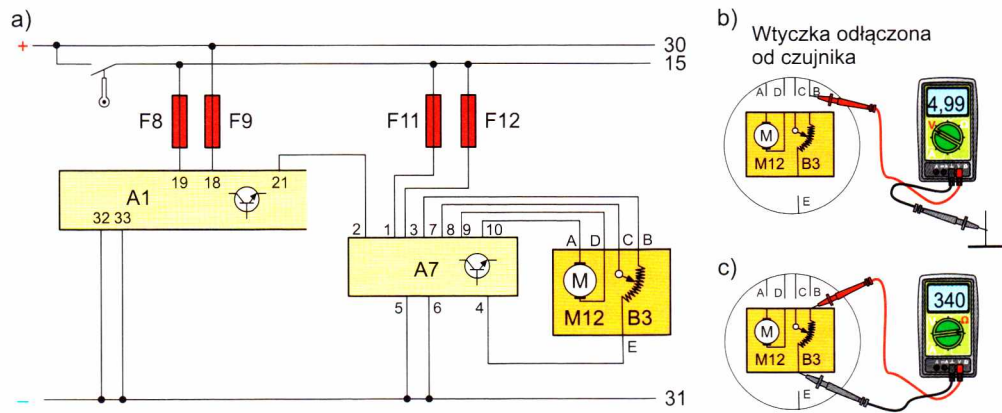
W dalszej kolejności mierzymy za pomocą oscyloskopu **przebieg sygnału wyjściowego z czujnika** – powinien on mieć postać zbliżoną do przebiegu pokazanego na rysunku 9.8. Jest to sygnał z zakodowaną w wartości współczynnika wypełnienia informacją o trzech parametrach oleju. Współczynnik wypełnienia tych trzech wielkości jest zależny od ich bieżącej wartości. Jednak w ten sposób możemy tylko sprawdzić poprawność generowania sygnału wyjściowego z czujnika, bez oceny jego wiarygodności.

Kolejnym parametrem zobrazowanym na desce rozdzielczej każdego samochodu jest poziom paliwa w zbiorniku. Do **pomiaru poziomu paliwa** stosuje się **czujniki rezystancyjne** dwustykowe (dwupinowe) lub trzystykowe (trzy-pinowe).

Czujniki dwustykowe (rys. 9.9) to rezystory suwakowe, których rezystancja zależy od położenia pływaków (poziomu paliwa w zbiorniku). Zmiana jego położenia wywołuje zmianę wartości rezystancji czynnej czujnika, w wyniku której następuje zmiana natężenia przepływającego prądu, rejestrowana na odpowiednim rezystorze pomiarowym umieszczonym w sterowniku.



Rys. 9.9. Dwustykowy czujnik poziomu paliwa: a) wygląd, b) schemat podłączenia czujnika A14 – sterownik silnika, B9 – czujnik poziomu paliwa, F9 – bezpiecznik, K3 – przełącznik, M12 – pompa paliwa



Rys. 9.10. Schemat podłączenia trzystykowego czujnika poziomu paliwa do sterownika pompy paliwa (a) oraz pomiar napięcia zasilania (b) i rezystancji czujnika (c)

A1 – sterownik silnika, A7 – sterownik pompy paliwa, B3 – czujnik poziomu paliwa, B – zasilanie czujnika (+5 V), C – sygnał wyjściowy z czujnika, E – masa czujnika, M12 – pompa paliwa, F8, F9, F11, F12 – bezpieczniki

Budowa i działanie **trzystykowego czujnika poziomu paliwa** (rys. 9.10) są podobne do budowy i działania rezystancyjnego czujnika położenia przepustnicy, opisanego w p. 6.3. Sposób diagnozowania trzystykowego czujnika poziomu paliwa jest również taki sam jak wspomnianego rezystancyjnego czujnika położenia przepustnicy i obejmuje:

- kontrolę napięcia zasilania i ciągłości przewodów łączących czujnik ze sterownikiem,
- pomiar rezystancji ścieżek pomiarowych czujnika dla różnych położenia suwaka (pływaka),
- pomiar sygnału wyjściowego z czujnika.

Pomiaru napięcia zasilania dokonujemy miernikiem. Przewód dodatni (czerwony) podłączamy do odpowiedniego styku (B na rys. 9.10b) wtyczki odłączonej od czujnika, a drugi przewód (czarny) do masy pojazdu lub styku masowego (E) we wtyczce. Prawidłowa wartość napięcia powinna wynosić około 5 V. Jeżeli brak jest napięcia, kontrolujemy ciągłość przewodów łączących czujnik ze sterownikiem.

Rezystancję czujnika sprawdzamy między odpowiednimi stykami. Niezależnie od ilości paliwa w zbiorniku, zmierzona wartość rezystancji ścieżki pomiarowej między stykami, do których podłączony jest dodatni biegun zasilania i masa czujnika (styki B i E na rys. 9.10c), powinna być zgodna z wartością kontrolną, np. 330–350 Ω .

W celu **sprawdzenia poprawności wskazań czujnika** wykonujemy pomiary w skrajnych położeniach pływaka czujnika (suwaka łączącego dwie ścieżki rezystancyjne). Wymaga to np. napełnienia zbiornika paliwem, aby wywołać zmianę położenia pływaka, lub demontażu czujnika (zazwyczaj zintegrowanego z zespołem pompy paliwa) i ręcznego przemieszczenia pływaka.

W zależności od skrajnego położenia pływaka (minimalne dolne położenie, maksymalne górne położenie) rezystancja zmierzona między stykami (B i C) oraz (C i E) powinna mieścić się w granicach podanych przez producenta. Obie zmierzone wartości rezystancji powinny dawać w sumie wartość zbliżoną do wartości zmierzonej między stykami B i E. Wskazania miernika podłączonego do wybranej pary styków (B i C lub C i E) muszą się znacznie różnić w skrajnych położeniach pływaka – minimalnym i maksymalnym. Rezystancja zmierzona między parą styków B i C czujnika, przy tym samym co poprzednio położeniu pływaka, powinna mieć wartość przeciwną do wartości uzyskanej przy tym samym położeniu pływaka dla pary styków C i E. Przykładowo, jeżeli pływak jest w położeniu minimalnym, a między stykami B i C uzyskano minimalną wartość rezystancji (np. 60–70 Ω), to w tym położeniu pływaka rezystancja zmierzona dla drugiej pary styków (C i E) powinna wynosić 270–280 Ω . W przeciwnym skrajnym położeniu pływaka (maksymalnym) wskazania miernika poszczególnych pomiarów powinny być odwrotne (np. 270–280 Ω w pomiarze rezystancji między stykami B i C oraz 60–70 Ω między stykami C i E).

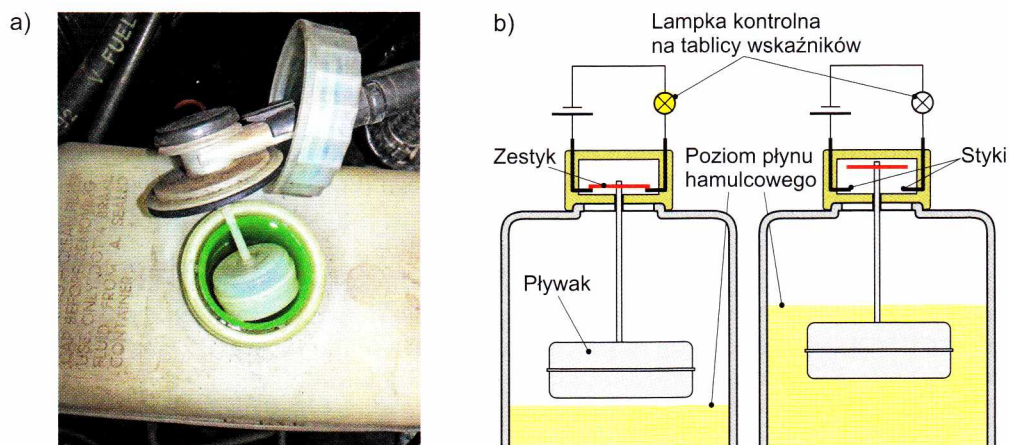
Gdy zmierzona wartość rezystancji między dowolną parą styków dąży do nieskończoności, oznacza to przerwę w obwodzie czujnika.

Do pomiaru poziomu płynu hamulcowego w zbiorniczku stosuje się najczęściej **czujniki zwierne** (styczniki – rys. 9.11 s. 252). Przy prawidłowym poziomie płynu hamulcowego styki czujnika są rozwarte. Jeżeli poziom płynu obniży się poniżej wymaganego minimum, następuje obniżenie się pływaka, zwarcie styków czujnika i przepływ prądu. Jest to rejestrowane przez odpowiedni układ elektroniczny, który wywołuje zaświecenie się lampki kontrolnej ABS.

Diagnozowanie czujnika rozpoczynamy od sprawdzenia przemieszczania się pływaka oraz kontroli stanu zwarcia styków w dwóch położeniach pływaka.

Stan zwarcia styków sprawdzamy następująco:

- 1) odłączamy wtyczkę od czujnika, który wymontowujemy ze zbiorniczka;
- 2) oba przewody pomiarowe miernika uniwersalnego podłączamy do styków czujnika i wybieramy funkcję pomiaru rezystancji lub funkcję sprawdzenia ciągłości przewodów („brzęczyk”). Pomiaru dokonujemy dla dwóch skrajnych położenia pływaka. W położeniu wskazującym na minimalny poziom płynu rezystancja zmierzona miernikiem powinna być bliska zeru (lub powinniśmy usłyszeć dźwięk „brzęczyka”). Po przemieszczeniu



Rys. 9.11. Czujnik zwierny (stycznik) poziomu płynu hamulcowego: a) wygląd, b) schemat działania

pływaka w górę obserwujemy gwałtowny wzrost wartości rezystancji dążącej do nieskończoności (lub powinien ustać dźwięk „brzęczyka”). Oznacza to prawidłową pracę czujnika.

W celu **sprawdzenia napięcia zasilania czujnika** oba przewody pomiarowe multimetru podłączamy do styków we wtyczce czujnika i przy włączonym zapłonie mierzymy napięcie jego zasilania. Powinno być ono nieco niższe niż wartość napięcia akumulatora. Jeśli brak jest napięcia – sprawdzamy ciągłość obu przewodów zgodnie ze schematem elektrycznym.

Jeżeli wskaźnik i lampka kontrolna są sprawne, po odłączeniu wtyczki od czujnika (przy włączonym zapłonie) lampka nie powinna się świecić. Jeśli oba styki we wtyczce połączymy metalową zworą, powinniśmy zaobserwować zaświecenie się lampki kontrolnej ABS. Tak samo będzie również podczas pomiaru napięcia multimetrem, gdy obwód elektryczny czujnika jest sprawny.

Jeżeli po włączeniu zapłonu lampka kontrolna układu ABS cały czas się świeci, należy w pierwszej kolejności sprawdzić poziom płynu hamulcowego w zbiorniczku układu, a dopiero później szukać usterek w układzie ABS (np. usterek czujnika prędkości obrotowej kół). Dotyczy to układów hamulcowych z czujnikiem poziomu płynu hamulcowego umieszczonym w zbiorniczku układu.

PYTANIA I POLECENIA

1. Podaj sposób sprawdzenia działania analogowego wskaźnika temperatury płynu chłodzącego współpracującego z jednostkowym czujnikiem rezystancyjnym temperatury.
2. Jakie czujniki do pomiaru poziomu oleju stosowane są w samochodach?
3. Podaj sposób kontroli działania stykowego czujnika spadku ciśnienia oleju silnikowego.
4. Omów zasadę działania oraz sposób sprawdzenia działania trzystykowego rezystancyjnego czujnika poziomu paliwa w zbiorniku.
5. Wyjaśnij zasadę działania oraz sposób sprawdzenia stykowego czujnika poziomu płynu hamulcowego.

9.3

Diagnozowanie czujnika prędkości jazdy samochodu

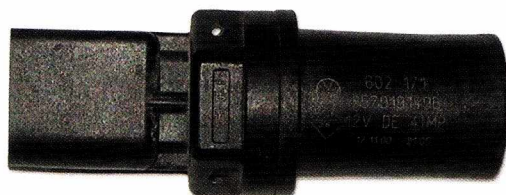
W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jak skontrolować czujnik prędkości jazdy samochodu

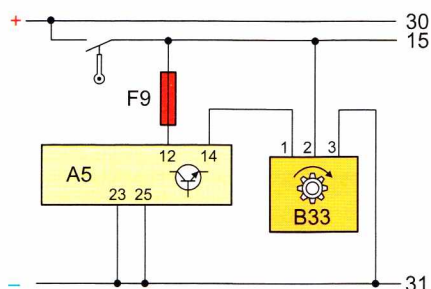
Istotnym parametrem określającym ruch pojazdu jest jego prędkość. Informacja ta jest na desce rozdzielczej każdego samochodu (patrz rys. 3.1 s. 45)

Obecnie standardowym rozwiązaniem stosowanym do określania prędkości pojazdu jest umieszczenie na wyjściu skrzyni biegów **czujnika hallotronowego**. Wygląd czujnika oraz schemat elektryczny jego podłączenia pokazano na rysunku 9.12. Czujnik jest zasilany napięciem 12 V i ma trzy styki (rys. 9.12b).

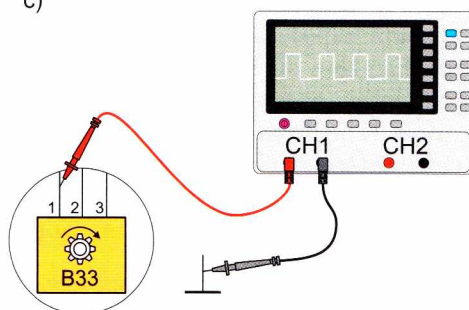
a)



b)



c)



Rys. 9.12. Czujnik do pomiaru prędkości ruchu pojazdu: a) wygląd, b) schemat elektryczny jego podłączenia, c) sposób pomiaru sygnału wyjściowego z czujnika

A5 – sterownik wielofunkcyjnego wskaźnika przyrządów kontrolno-pomiarowych, B33 – czujnik prędkości ruchu samochodu, 1 – sygnał wyjściowy z czujnika, 2 – zasilanie czujnika (+12 V), 3 – masa czujnika

Czujnik współpracuje z impulsatorem magnetycznym, napędzanym ze skrzyni biegów. Umieszczenie czujnika zależy od rodzaju napędu zastosowanego w samochodzie. W pojazdach z napędem na przednie koła mocowany jest przy przekładni głównej skrzyni

biegów, a z napędem na tylne koła – w pobliżu wyjścia wału napędowego ze skrzyni biegów. Sygnał prostokątny z czujnika przekazywany jest do odpowiedniego, umieszczonego w sterowniku silnika, układu elektronicznego, który przetwarza go w sygnał prądowy, zasilający wskaźnik prędkościomierza (im większa prędkość samochodu, tym większa częstotliwość sygnału wyjściowego z czujnika, a więc także większa wartość prądu podawanego na wskaźnik prędkościomierza).

Diagnozowanie czujnika obejmuje:

- sprawdzenie napięcia zasilania czujnika,
- sprawdzenie ciągłości przewodów,
- sprawdzenie sygnału wyjściowego z czujnika.

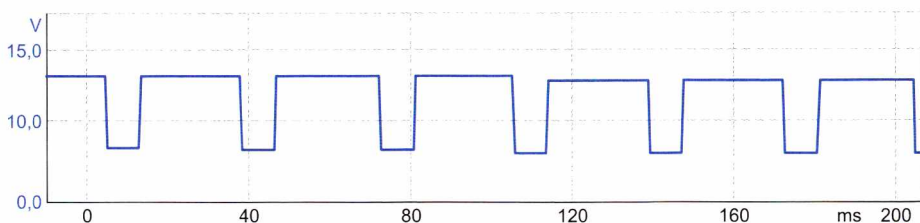
Sprawdzenie napięcia zasilania czujnika. W tym celu do odpowiedniego styku (2. na rys. 9.12b s. 253) wtyczki odłączonej od czujnika podłączamy przewód dodatni (czerwony) multimetru, a do masy pojazdu przewód ujemny (czarny). Przy włączonym zapłonie mierzymy wartość napięcia zasilania, która powinna być zgodna z wartością kontrolną (najczęściej jest ona zbliżona do napięcia sieci pokładowej). Jeżeli wartość napięcia wynosi 0 V, kontrolujemy ciągłość przewodu zasilającego (zgodnie ze schematem).

Połączenie czujnika z masą sprawdzamy, podłączając przewód czerwony miernika do styku 3. wtyczki odłączonej od czujnika, a czarny do bieguna dodatniego akumulatora. Miernik powinien wykazać napięcie o wartości zbliżonej do napięcia akumulatora. Jeżeli tak nie jest, kontrolujemy ciągłość przewodu.

Następnie **sprawdzamy ciągłość przewodu sygnałowego** (styk 1. na rys. 9.12b), łączącego czujnik ze sterownikiem wielofunkcyjnego wskaźnika przyrządów kontrolno-pomiarowych. Jeżeli przewód jest ciągły, a poprzednie pomiary zakończyły się pozytywnie, wskazuje to na uszkodzenie czujnika (niesprawność wskaźnika prędkościomierza zdarza się niezwykle rzadko).

W celu jednoznacznej oceny działania czujnika należy także **sprawdzić sygnał wyjściowy z czujnika** podczas jego pracy (tj. gdy obracają się koła). Robimy to w następujący sposób:

- 1) przewód dodatni oscyloskopu podłączamy do styku 1. (rys. 9.12c), a przewód ujemny do masy pojazdu lub do styku 3.;
- 2) unosimy napędzane koła (nie mogą mieć kontaktu z podłożem);
- 3) uruchamiamy silnik, włączamy dowolny bieg (najlepiej pierwszy) i rejestrujemy sygnał wyjściowy – powinien on mieć postać sygnału prostokątnego o częstotliwości proporcjonalnej do prędkości obrotowej silnika, która zależy od włączonego biegu (im wyższy bieg, tym większa częstotliwość sygnału wyjściowego z czujnika); analizując sygnał, zwracamy uwagę tylko na jego postać (rys. 9.13) – częstotliwość jest określona konstrukcyjnie.



Rys. 9.13. Przykładowy sygnał prostokątny z czujnika prędkości ruchu pojazdu

Sygnał wyjściowy z czujnika możemy również zarejestrować po wymontowaniu go ze skrzyni biegów (ale zachowując jego podłączenie do instalacji elektrycznej samochodu), i obróceniu dwu- lub trzykrotnego jego wałka napędowego. Rejestrowany w tym czasie sygnał wyjściowy powinien mieć postać sygnału prostokątnego.

Istnieją także inne sposoby pomiaru prędkości ruchu pojazdu. Do jej określania wykorzystywana jest m.in. informacja o prędkości obrotowej jednego z kół samochodu, przekazywana do sterownika układu ABS, który przesyła ją magistralą danych na deskę rozdzielczą samochodu.

Jeżeli podczas ruchu pojazdu brak jest wskazań prędkościomierza, zapala się lampka kontrolna układu ABS, a w pamięci sterownika zapisany zostaje kod usterki wskazujący na uszkodzenie tego czujnika.



PYTANIA I POLECENIA

1. W jaki sposób przeprowadzany jest pomiar prędkości jazdy w samochodach?
2. Wyjaśnij, jak można skontrolować hallotronowy czujnik ruchu pojazdu.

ZAPAMIĘTAJ

Zestaw wskaźników kontrolno-pomiarowych umożliwia kierowcy w czasie jazdy uzyskanie danych o aktualnych podstawowych parametrach pracy pojazdu oraz sygnalizuje pogorszenie stanu technicznego poszczególnych układów (podzespołów, obwodów). Jest to podstawowa forma eksploatacyjnej kontroli stanu technicznego pojazdu przez użytkownika. Ciągłe świecenie się lampki kontrolnej to dla kierowcy komunikat o konieczności wykonania badań diagnostycznych układu/obwodu lub podzespołu, na który wskazuje lampka.

Sprawdzanie prawidłowego działania czujników i wskaźników przyrządów kontrolno-pomiarowych wymaga znajomości schematu połączeń elektrycznych oraz budowy i działania kontrolowanego czujnika/wskaźnika.



SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Jakich informacji dostarcza zestaw wskaźników kontrolno-pomiarowych?
2. Wyjaśnij, dlaczego podstawowe parametry o stanie pojazdu pokazywane są na zestawie wskaźników kontrolno-pomiarowych w postaci analogowej, a nie cyfrowo.
3. Wyjaśnij sposób działania lampek kontrolnych na zestawie wskaźników kontrolno-pomiarowych po włączeniu zapłonu.
4. Na co może wskazywać świecąca kontrolka układu ABS?
5. Podaj zakres kontroli magnetycznego (kontaktronowego) czujnika poziomu cieczy chłodzącej.
6. Omów działanie stykowego czujnika spadku ciśnienia oleju. Jak można sprawdzić jego działanie?
7. Podaj zakres kontroli zintegrowanego czujnika poziomu, temperatury i jakości oleju silnikowego.
8. Jakie sposoby pomiaru wykorzystuje się przy sprawdzaniu poziomu oleju w układzie smarowania silnika?
9. Omów sposób sprawdzenia czujnika prędkości jazdy samochodu.

LITERATURA

- [1] P. Fundowicz, B. Michałowski, M. Radzimierski, *Podstawy elektrotechniki i elektroniki samochodowej*, WSiP, Warszawa 2007.
- [2] A. Herner, H.J. Riehl, *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*, WKŁ, Warszawa 2011.
- [3] J. Ocioszyński, *Elektrotechnika i elektronika pojazdów samochodowych*, WSiP, Warszawa 1996.
- [4] K. Pacholski, *Elektryczne i elektroniczne wyposażenie pojazdów samochodowych, cz. 2.*, WKŁ, Warszawa 2013.
- [5] G. Schneehage, *Czujniki układu sterowania silnika w praktyce warsztatowej*, WKŁ, Warszawa 2013.

10. Diagnostyka wybranych czujników stosowanych w układach bezpieczeństwa i komfortu

- Diagnostowanie czujników prędkości obrotowej kół
- Diagnostowanie czujników położenia koła kierownicy
- Diagnostowanie układu poduszek gazowych i napinaczy pasów
- Diagnostowanie układów sterujących i silników wycieraczek
- Diagnostowanie czujników ciśnienia w oponach
- Diagnostowanie układów wentylacji i ogrzewania wnętrza oraz klimatyzacji

10.1

Diagnozowanie czujników prędkości obrotowej kół

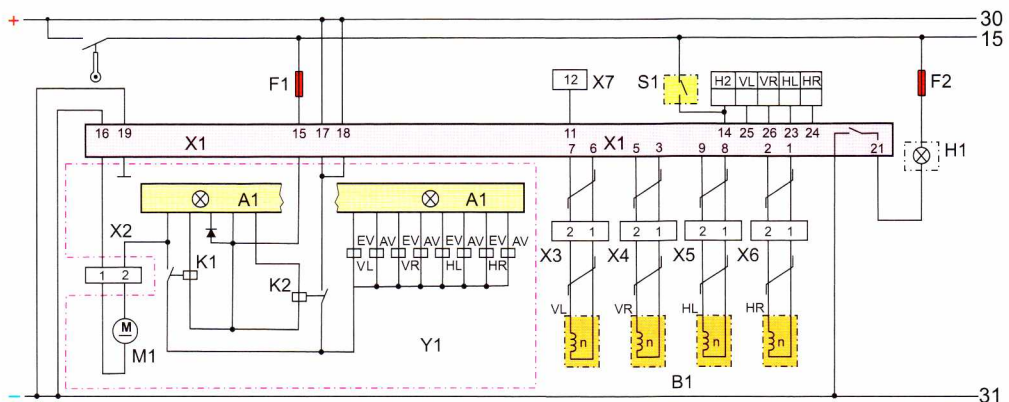
W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie czujniki stosowane są do pomiaru prędkości obrotowej kół
- w jaki sposób można skontrolować działanie indukcyjnego i hallotronowego czujnika prędkości obrotowej kół

10.1.1. Czujniki prędkości obrotowej kół

Układ zapobiegający blokowaniu kół podczas hamowania – ABS (ang. *Anti-lock Braking System*) stanowi obecnie standardowe rozszerzenie hydraulicznego układu hamulcowego samochodów osobowych. Jego zadaniem jest przeciwdziałanie blokowaniu kół samochodu w taki sposób, aby zapewnić optymalny poślizg każdego koła (w granicach 8–30%). Pozwala to uzyskać odpowiednią przyczepność do nawierzchni, a tym samym umożliwia utrzymanie stateczności kierunkowej i sterowności pojazdu podczas hamowania.

Typowy układ ABS (rys. 10.1) składa się z hydraulicznego modulatora z pompą elektryczną i zespołem zaworów elektromagnetycznych, sterownika układu, czujników prędkości obrotowej kół, czujnika położenia pedału hamulca, złącza diagnostycznego (wspólnego dla innych układów, np. silnika, klimatyzacji) oraz lampki kontrolnej.



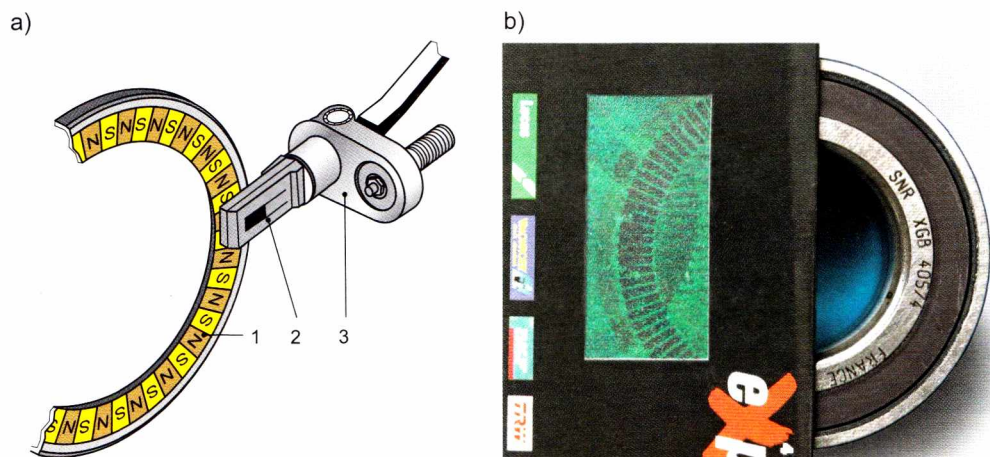
Rys. 10.1. Schemat elektryczny typowego układu ABS

A1 – sterownik układu ABS, AV – wylotowy zawór elektromagnetyczny, B1 – czujniki prędkości obrotowej kół, EV – wlotowy zawór elektromagnetyczny, F1, F2 – bezpieczniki, H1 – lampka kontrolna układu ABS, H2 – światło hamowania, HL – zawór elektromagnetyczny tylny lewy, HR – zawór elektromagnetyczny tylny prawy, K1 – przekaźnik zasilania elektrozasorów, K2 – przekaźnik zasilania silnika pompy hydraulicznej, S1 – włącznik świateł hamowania, VL – zawór elektromagnetyczny przedni lewy, VR – zawór elektromagnetyczny przedni prawy, X3–X6 – wtyczki czujników prędkości obrotowej, X7 – gniazdo diagnostyczne, Y1 – modulator ciśnienia (agregat hydrauliczny)

Istotnym elementem układu ABS są czujniki prędkości obrotowej. Stosowane są trzy typy czujników:

- reluktancyjny (indukcyjny),
- hallotronowy,
- magnetorezystancyjny.

Zasada działania czujników **reluktancyjnych** (indukcyjnych) i **hallotronowych** jest podobna do działania czujników prędkości oraz położenia wału korbowego i wałka rozrządu. W czujnikach **magnetorezystancyjnych** rezystancja zmienia się w zależności od kierunku działania zewnętrznego pola magnetycznego. Źródłem zmiennego pola magnetycznego jest warstwa proszków magnetycznych napyłonych na obudowę łożyska koła, tworzących ułożone obwodowo naprzemiennie bieguny magnetyczne: $N - S - N - S$ (rys. 10.2a). Czujniki tego rodzaju mają zintegrowany (w ich obudowie) układ elektronicznej obróbki sygnału pomiarowego. Informacja o prędkości obrotowej koła jest przekazywana w postaci częstotliwości sygnału prądowego. Niektóre czujniki prędkości obrotowej umożliwiają także określenie kierunku obrotu koła.



Rys. 10.2. Magnetorezystancyjny czujnik prędkości obrotowej koła: a) wycinek pierścienia wielobiegunowego, b) sposób kontroli wieńca aktywnego (magnetycznego) za pomocą sprawdzianu 1 – bieguny magnetyczne, 2 – element pomiarowy z układem elektronicznym, 3 – mocowanie czujnika

10.1.2. Ocena stanu czujników prędkości obrotowej kół

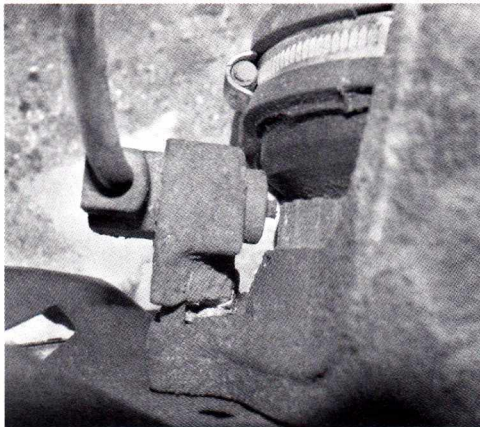
Przystępując do diagnozowania czujników prędkości obrotowej, w pierwszej kolejności należy dokonać **wzrokowej oceny stanu impulsatora**, z którym czujnik współpracuje. Stosowane są w tym zakresie dwa rozwiązania – wieniec zębaty (rys. 10.3 s. 260), współpracujący najczęściej z czujnikiem indukcyjnym, lub impulsator mający postać warstw magnetycznych (biegunów magnetycznych) naniesionych na obudowę łożyska piasty koła. To drugie rozwiązanie wykorzystywane jest w przypadku stosowania czujnika hallotronowego lub magnetorezystancyjnego.

Podczas oceny wzrokowej impulsatorów zębatych sprawdzamy, czy jego wieniec zębaty nie jest uszkodzony (tj. czy impulsator nie ma połamanych lub wybitych zębów). Kontrolujemy również zamocowanie czujnika oraz sprawdzamy, czy na jego czole (zwłaszcza w końcówce ferromagnetycznego rdzenia czujnika indukcyjnego) nie ma opiłków metalu i innych zanieczyszczeń.

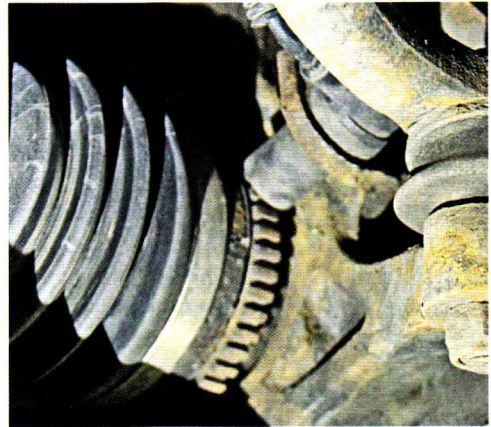
Sprawdzamy także wielkość **szczeliny powietrznej**, czyli odległość czoła czujnika od wieńca impulsatora. Zazwyczaj ma ona 0,3–1,2 mm (zalecana wartość podana jest w danych warsztatowych, np. w programach do wspomagania diagnozowania).

Stan wieńca zębatego oraz wielkość szczeliny powietrznej wpływają pośrednio na działanie czujnika. Jeżeli impulsator, z którym współpracuje czujnik, ma inną liczbę występów (lub biegunów magnetycznych), to czujnik działa prawidłowo, ale mierzona przez niego prędkość obrotowa koła jest zaniżona w stosunku do prędkości rzeczywistej. Dzieje się tak dlatego, że czujnik wyznacza prędkość obrotową na podstawie czasu obrotu koła o określonej konstrukcyjnie liczbie występów impulsatora. Z kolei zła wartość szczeliny powietrznej powoduje zmianę amplitudy napięcia powstającego w czujniku reluktancyjnym. Jeżeli szczelina jest zbyt duża (w porównaniu do wymaganej), amplituda napięcia generowanego sygnału sinusoidalnego może być zbyt mała, aby układ pomiarowy w sterowniku prawidłowo ją zinterpretował.

a)



b)



Rys. 10.3. Przykładowe rozwiązania konstrukcyjne impulsatorów prędkości obrotowej w postaci wieńca zębatego

Kontroli stanu impulsatora (pierścienia magnetycznego) dokonujemy za pomocą specjalnych testerów. Robimy to w następujący sposób:

- 1) przykładamy tester do pierścienia magnetycznego i sprawdzamy, czy poszczególne bieguny magnetyczne pierścienia nie są połączone (zwarłe) – patrz rys. 10.2b s. 259; tego rodzaju uszkodzenie ma takie same skutki jak uszkodzenie wieńca zębatego – zmniejszenie wartości prędkości obrotowej mierzonej przez czujnik w stosunku do prędkości rzeczywistej;
- 2) stan wieńca, a dokładniej liczbę jego biegunów magnetycznych, można określić w czasie jednego obrotu koła przy użyciu specjalnego przyrządu testowego (rys 10.8 s. 264), który umożliwia pomiar w przypadku zintegrowanego (nierozbieralnego) łożyska w piaskie koła.

Kontrolę poprawności działania czujników możemy przeprowadzić za pomocą testera diagnostycznego. Możemy nim sprawdzić **działanie czujników prędkości obrotowej kół podczas próby drogowej** z małą prędkością (poniżej 40 km/h), aż do momentu zatrzymania. W czasie badania we wszystkich kołach musi być jednakowe ciśnienie w ogumieniu, a nawierzchnia drogi powinna zapewniać jednakową przyczepność wszystkich kół

do podłoża. Podczas pomiaru wskazania wszystkich czujników (wartość prędkości ruchu pojazdu określona na podstawie prędkości obrotowej koła) powinny być jednakowe. Jeżeli w całym zakresie prędkości samochodu podczas próby drogowej różnica między prędkością koła o największej prędkości i prędkością koła o najmniejszej prędkości przekracza wartość 5% większej prędkości, wskazuje to na konieczność szczegółowej oceny stanu impulsatora (zwłaszcza magnetycznego) – przede wszystkim w kole o najmniejszej prędkości (rys. 10.4a).

a)		b)	
Prędkość koła lewego przedniego	39 km/h	Czujnik koła – przednie lewe	13 km/h
Prędkość koła prawego przedniego	39 km/h	Czujnik koła – przednie prawe	0 km/h
Prędkość koła lewego tylnego	37 km/h	Czujnik koła – tylne lewe	0 km/h
Prędkość koła prawego tylnego	34 km/h	Czujnik koła – tylne prawe	0 km/h

Rys. 10.4. Kontrola działania czujników prędkości obrotowej z wykorzystaniem testera diagnostycznego: a) porównanie prędkości obrotowej kół podczas próby drogowej (prędkość koła prawego tylnego jest zbyt mała w porównaniu do prędkości pozostałych kół), b) sprawdzenie działania czujnika koła uniesionego w górę

Sprawdzenie działania czujnika prędkości obrotowej koła na postoju wykonujemy następująco:

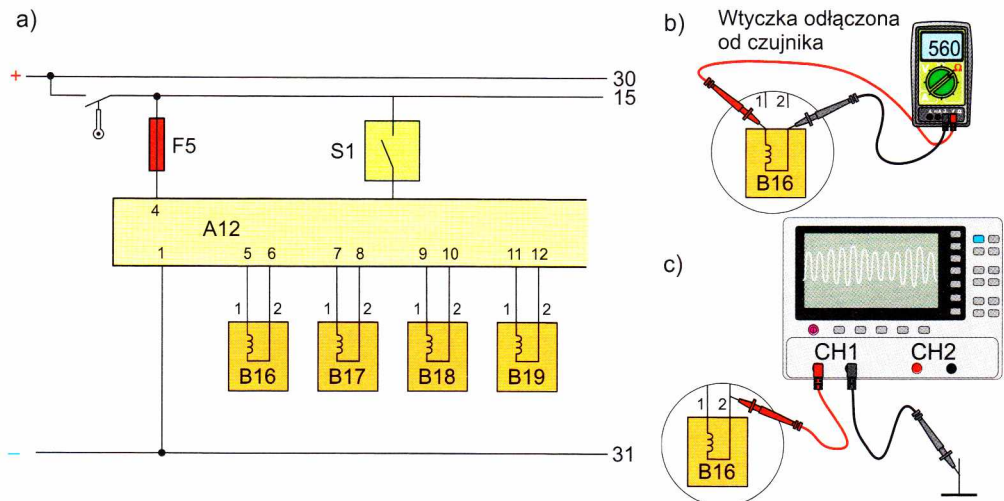
- 1) unosimy pojazd na podnośniku;
- 2) po uniesieniu pojazdu obracamy po kolei każde koło i obserwujemy, czy prędkość jego obrotu wskazywana jest przez tester (rys. 10.4b); w ten sposób możemy jedynie sprawdzić działanie czujnika i jego połączeń elektrycznych ze sterownikiem, nie możemy natomiast ocenić prędkości obrotowej koła.

Jeżeli wynik pomiaru jest negatywny (brak informacji z czujnika o prędkości obrotowej koła), sprawdzamy ciągłość przewodów łączących czujnik ze sterownikiem układu ABS, czystość styków, stan osłony czujnika oraz wielkość szczeliny powietrznej. Możemy również zmierzyć za pomocą miernika uniwersalnego rezystancję cewki czujnika reluktancyjnego (indukcyjnego), która powinna odpowiadać wartości kontrolnej podanej w danych warsztatowych. W tym celu odłączamy złącze od czujnika i podłączamy przewody pomiarowe miernika do styków od strony czujnika (rys. 10.5b s. 262).

Pomiary rezystancji czujnika i organoleptyczna ocena stanu impulsatora w przypadku niektórych uszkodzeń czujnika indukcyjnego może być niewystarczająca. Dlatego konieczny jest **pomiar sygnału wyjściowego z czujnika**. Przeprowadzamy go w następujący sposób:

- 1) na mierniku wybieramy tryb pomiaru napięcia przemiennego;
- 2) podłączamy miernik uniwersalny do styków czujnika w uniesionym do góry kole;
- 3) obracamy koło z prędkością ok. 1 obr/s – wskazywane przez miernik napięcie powinno wynosić 0,5–2 V.

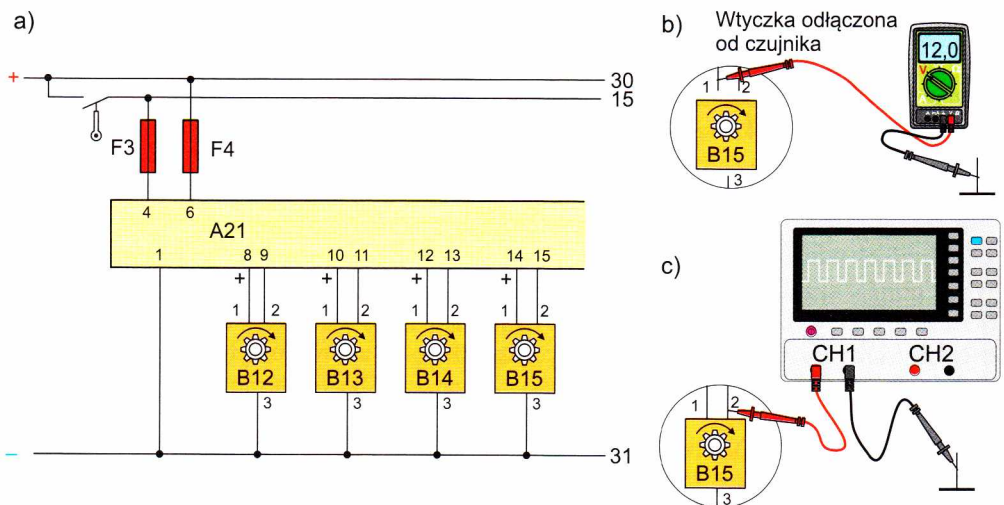
Najlepszą formą kontroli czujnika indukcyjnego jest **oscylloskopowa obserwacja sygnału wyjściowego z czujnika**. Sondę pomiarową oscyloskopu podłączamy do styków czujnika po rozłączeniu jego wtyczki (rys. 10.5c s. 262). Obserwowany na oscyloskopie przebieg powinien być równomierny i mieć postać zbliżoną do sinusoidy. Czujniki reluktancyjne (indukcyjne) nie wymagają zasilania.



Rys. 10.5. Schemat podłączenia do sterownika A12 układu ABS czujników indukcyjnych prędkości obrotowej B16–B19 oraz sposób sprawdzania: a) rezystancji, b) amplitudy sygnału wyjściowego czujnika indukcyjnego

Jeśli w układzie ABS **zastosowano hallotronowe czujniki** prędkości obrotowej (rys. 10.6), **sprawdzamy ich napięcie zasilania:**

- 1) po odłączeniu złącza czujnika podłączamy dodatni (czerwony) przewód pomiarowy miernika uniwersalnego do odpowiedniego styku złącza od strony sterownika (np. styku 1. na rys. 10.6b), a przewód ujemny (czarny) przykładamy do masy pojazdu;
- 2) przy włączonym zapłonie odczytujemy mierzone napięcie zasilania – powinno być ono zgodne z wartością kontrolną, zazwyczaj wynoszącą 12 V.



Rys. 10.6. Schemat podłączenia do sterownika układu ABS (A21) czujników hallotronowych B12–B15 (a) oraz sposób pomiaru napięcia zasilania (b) i sygnału wyjściowego z czujnika (c)

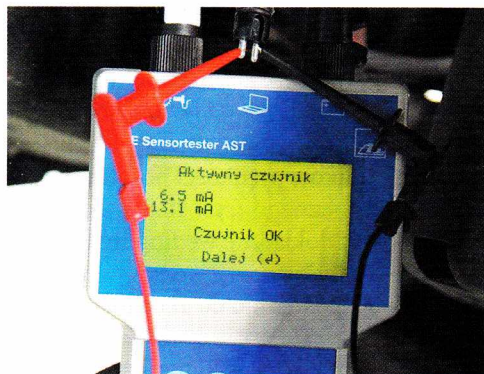


Rys. 10.8. Tester firmy ATE do kontroli czujników prędkości obrotowej kół

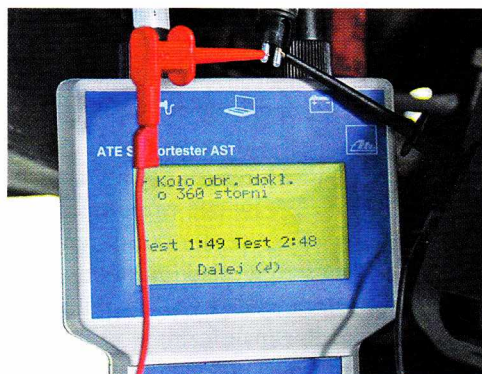
Przy użyciu testera można między innymi sprawdzić: rezystancję cewki czujnika indukcyjnego, ciągłość przewodów elektrycznych i brak ich zwarcia do masy pojazdu, napięcie zasilania czujników hallotronowych i magnetorezystancyjnych, amplitudę napięcia sygnału wyjściowego z czujników indukcyjnych i hallotronowych (podczas obracania uniesionego koła) oraz wartości sygnału prądowego odpowiadającego wysokiemu i niskiemu poziomowi sygnału cyfrowego (w przypadku czujników magnetorezystancyjnych – rys. 10.9a – kontroli dokonujemy, obracając koło w obie strony).

Testerem diagnostycznym możemy również **sprawdzić liczbę biegunów impulsatorów magnetycznych, współpracujących z czujnikami hallotronowymi i magnetorezystancyjnymi**. W tym celu po podłączeniu przyrządu do czujnika robimy na ogumieniu koła znak kontrolny (np. kredą), a następnie jeden raz obracamy koło do tego samego położenia. Na wyświetlaczu testera pokaże się liczba biegunów magnetycznych (rys. 10.9b), która powinna być zgodna z wartością wymaganą, określoną konstrukcyjnie. W celu zwiększenia dokładności wyznaczenia liczby biegunów magnetycznych zaleca się powtórzenie badania – oba wyniki powinny być zgodne.

a)



b)



Rys. 10.9. Wynik pomiarów dokonanych testerem ATE: a) sprawdzenie działania czujnika (widoczne poziomy sygnały prądowe – 6,5 i 13,1 mA), b) określenie liczby biegunów magnetycznych impulsatora magnetycznego podczas jednego obrotu koła

PYTANIA I POLECENIA

1. Wymień rodzaje czujników prędkości obrotowej kół.
2. Jakich informacji o działaniu czujników prędkości obrotowej kół dostarcza próba drogowa?
3. Podaj sposób kontroli czujnika indukcyjnego prędkości koła.
4. Jakie czynności kontrolne obejmuje diagnozowanie hallotronowego czujnika prędkości obrotowej koła?
5. W jaki sposób sprawdzamy stan magnetycznego impulsatora w łożysku koła?
6. Podaj zakres kontroli magnetorezystancyjnego czujnika prędkości obrotowej koła.

10.2

Diagnostowanie czujników położenia koła kierownicy

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

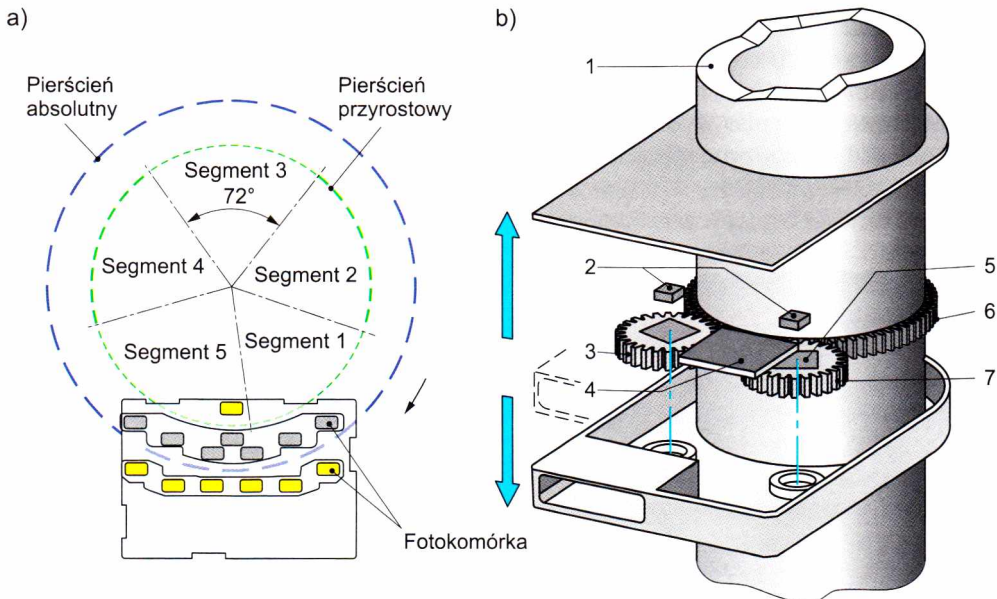
- jakie czujniki położenia koła kierownicy stosowane są w samochodach
- jak skontrolować działanie czujnika

10.2.1. Czujniki położenia koła kierownicy

Czujniki położenia koła kierownicy dostarczają informacji, która jest wykorzystywana do kontrolowania prawidłowego działania układu ESP. W samochodach stosowane są różne rodzaje czujników położenia koła kierownicy:

- z kodowaniem optycznym,
- magnetorezystancyjne,
- potencjometryczne.

Podstawowy element **czujnika z kodowaniem optycznym** (rys. 10.10a) stanowi tarcza z dwoma pierścieniami: absolutnym (zewnętrznym) i przyrostowym (wewnętrznym),



Rys. 10.10. Schemat budowy czujnika kąta skrętu koła kierownicy: a) optycznego, b) magnetorezystancyjnego

1 – wał kierownicy, 2 – magnetorezystancyjne elementy pomiarowe, 3 – koło zębate o liczbie m zębów, 4 – przetwornik elektroniczny, 5 – magnesy trwałe, 6 – koło zębate o licznie zębów $n > m$, 7 – koło zębate o liczbie zębów $m+1$

w których są okna umożliwiające przesyłanie światła między parami fotodiod (nadawczą i odbiorczą). W pierścieniu absolutnym jest sześć okien, a w pierścieniu przyrostowym jedno. Pierścień wewnętrzny (przyrostowy) składa się z 5 segmentów. W każdym segmencie układ okien jest inny. Układ diod odbiorczych, do których dociera światło, zależy od kąтового położenia koła kierownicy. Sygnały ze wszystkich diod analizowane są przez układ mikroprocesorowy czujnika, który na podstawie analizy informacji o stanie poszczególnych diod (tj. rejestracji światła emitowanego przez diodę nadawczą lub braku rejestracji) wyznacza położenie koła kierownicy. Centralne ustawienie koła kierownicy (przednie koła samochodu ustawione są wtedy do jazdy na wprost) określone jest przez odpowiednie położenie diod i pierścieni (przesłony – okien). Istnieją również podobne czujniki z jednym pierścieniem i ośmioma przesłonami oraz układem dziewięciu par diod nadawczo-odbiorczych lub z dwiema przesłonami i czterema parami diod nadawczo-odbiorczych.

Czujnik magnetorezystancyjny (rys. 10.10b) składa się z dwóch kół zębatach (3 i 7) o różnej liczbie zębów. Koła te są obracane przez koło zębate 6 osadzone na wale kierownicy. W kołach zębatach znajdują się magnesy trwałe 5, które przy obrocie koła zmieniają swoje położenie w stosunku do nieruchomych elementów magnetorezystancyjnych. Ich rezystancja zmienia się w zależności od kierunku pola magnetycznego, wytwarzanego przez magnesy trwałe kół zębatach. Zmiana kąтового położenia kół (każdego o inną wartość, ponieważ mają różną liczbę zębów) powoduje zmianę kierunku zewnętrznego pola magnetycznego działającego na elementy magnetorezystancyjne (a więc zmianę ich rezystancji). W czujniku znajduje się układ analizy sygnałów informujących o kątowym położeniu kół zębatach, na podstawie których określane jest położenie koła kierownicy w pełnym zakresie jego możliwego obrotu ($\pm 720^\circ$ w stosunku do położenia odpowiadającego ustawieniu kół skierowanych do jazdy na wprost).

Czujniki z kodowaniem optycznym i magnetorezystancyjne są czujnikami cyfrowymi, przekazującymi informację o kątowym położeniu kierownicy do sterownika układu ESP za pośrednictwem magistrali CAN High Speed.

10.2.2. Ocena stanu czujników położenia koła kierownicy

Diagnozowanie tych **czujników** odbywa się za pośrednictwem **testera diagnostycznego**. Polega ono na obserwacji wskazań czujnika przy obracaniu kołem kierownicy. Wskazania testera powinny podążać za ruchami kierownicy. Kontrolę najlepiej przeprowadzić, gdy silnik jest uruchomiony (działa wówczas układ wspomagania kierownicy).

Jeżeli tester diagnostyczny nie może skomunikować się z czujnikiem kąta skrętu koła kierownicy, należy sprawdzić: stan magistrali CAN (opisano to w rozdziale 8.), wartość napięcia zasilania czujnika (12 V) oraz połączenie z masą zgodnie ze schematem połączeń elektrycznych czujnika. Jeżeli zasilanie czujnika oraz jego połączenie z magistralą CAN jest prawidłowe, wskazuje to na niesprawność czujnika.

PYTANIA I POLECENIA

1. Wymień rodzaje czujników położenia koła kierownicy.
2. Korzystając z rysunku 10.10a, wyjaśnij ogólną zasadę działania optycznego czujnika kąta skrętu koła kierownicy.
3. Na podstawie rysunku 10.10b wyjaśnij ogólną zasadę działania magnetorezystancyjnego optycznego czujnika kąta skrętu koła kierownicy.
4. Jakie czynności kontrolne obejmuje diagnozowanie cyfrowego czujnika położenia koła?

10.3

Diagnozowanie układu poduszek gazowych i napinaczy pasów

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jaką funkcję spełnia układ poduszek gazowych i napinaczy pasów
- jakie ogólne zasady bezpieczeństwa obowiązują podczas oceny układu poduszek i napinaczy pasów
- jakie podstawowe informacje diagnostyczne można uzyskać za pomocą testera diagnostycznego

10.3.1. Układ poduszek gazowych i napinaczy pasów – SRS

Zadaniem układu poduszek gazowych i napinaczy pasów – SRS (ang. *Supplemental Restraint System*) jest minimalizacja skutków wypadków. Składa się on z trzech podstawowych elementów:

- czujników zderzenia (różnego typu), przesyłających do sterownika systemu SRS informacje o kierunku i sile zderzenia;
- sterownika systemu SRS uruchamiającego w określonych sytuacjach i w określonym momencie elementy wykonawcze systemu; jest on mikrokontrolerem analizującym sygnały napływające z czujników zderzenia oraz innych czujników informujących o ruchu i pozycji pojazdu, zajęciu foteli itp.;
- elementów wykonawczych, do których zaliczamy przede wszystkim: napinacze pasów, poduszki i kurtyny gazowe, układy odłączania zasilania elektrycznego (akumulatora), systemy odryglowywania drzwi, opuszczania szyb, włączania świateł awaryjnych, automatycznego powiadamiania o wypadku i pokładowe instalacje gaśnicze.

Powszechnie stosowanymi standardowymi elementami wykonawczymi układów SRS są pirotechniczne napinacze pasów oraz poduszki i kurtyny gazowe.

10.3.2. Ocena stanu układu SRS

Możliwości diagnozowania układu SRS są bardzo ograniczone. Inne układy czy zespoły pojazdu (np. silnik) pracują w sposób ciągły, a niektóre (np. ABS) uruchamiane są sporadycznie, choć sterownik układu cały czas sprawdza, czy konieczne jest ich użycie. Układy samodiagnostyki nadzorują stan techniczny poszczególnych zespołów (układów) m.in. przez wykonywanie różnych testów czujników i elementów wykonawczych, pozwalających na określenie ich stanu technicznego i sprawdzenie działania. Jednak z oczywistych względów tego typu testów diagnostycznych nie można zastosować w przypadku układu SRS – jego pełną sprawność można skontrolować tylko podczas próby zderzeniowej. Metody i przyrządy diagnostyczne sprawdzające stan techniczny tego układu przed jego zastosowaniem umożliwiają jedynie mniej lub bardziej precyzyjne stwierdzenie gotowości systemu (albo jego pojedynczych elementów) do zadziałania w warunkach wymagających jego użycia.

Podstawową metodą diagnozowania układu SRS jest **autodiagnostyka**. Jest ona możliwa dzięki konstrukcji czujników zderzeń, pozwalającej sterownikowi układu SRS wykryć podstawowe stany awaryjne – zwarcie któregoś przewodu do dodatniego (+) bieguna zasilania i zwarcie lub przerwa w obwodzie czujnika. Najnowsze rozwiązania tych czujników to urządzenia kontaktujące się ze sterownikiem układu za pomocą cyfrowych magistral komunikacyjnych. Elementami podlegającymi szczególnemu dozorowi są elementy pirotechniczne, które układ samodiagnostyki kontroluje głównie pod względem sprawności elektrycznej, mierząc ich rezystancję.

Niewłaściwa diagnoza i obsługa układu poduszek gazowych i napinaczy pasów może spowodować ich niezamierzone uruchomienie (np. odpalenie poduszki gazowej), dlatego podczas oceny sprawności tego układu należy przestrzegać zasad bezpieczeństwa. Wszystkie czynności kontrolne (diagnostyczne) i naprawcze powinny wykonywać osoby przeszkolone.

Podczas wykonywania pomiarów elektrycznych elementów układu SRS nie możemy:

- podłączać zewnętrznych źródeł zasilania do sterownika i innych podzespołów systemu;
- dokonywać pomiarów rezystancji poduszek i pirotechnicznych napinaczy pasów bezpośrednio na stykach tych elementów (grozi to odpaleniem poduszki);
- podłączać obwodów masy z innych układów elektrycznych do punktów podłączania masy systemu SRS;
- narażać elementów pirotechnicznych poduszek gazowych i napinaczy pasów na oddziaływanie temperatury powyżej 100°C.

Bezwzględnie powinniśmy:

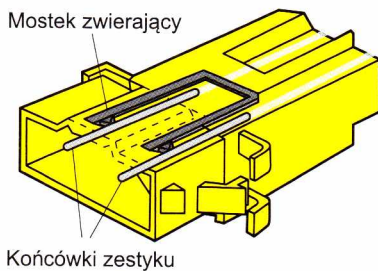
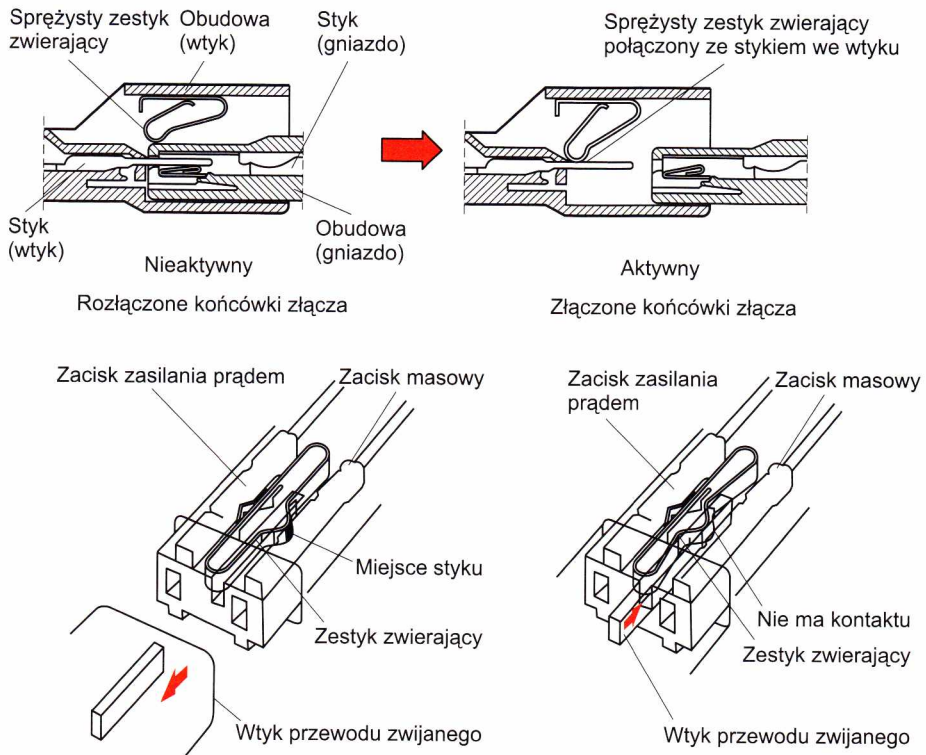
- przed zdjęciem klemy z akumulatora upewnić się, czy w samochodzie nikt nie przebywa, a zapłon jest wyłączony; po zdjęciu klemy odczekać według wskazań producenta (może to trwać nawet 15 minut), aż rozładują się kondensatory podtrzymujące zasilanie elementów układu poduszek i napinaczy pasów znajdujące się w sterowniku układu; po odłączeniu przewodu masowego od akumulatora zaleca się jego zaizolowanie;
- przed ponownym podłączeniem akumulatora do instalacji elektrycznej upewnić się, że w pojeździe nikogo nie ma;
- przed włączeniem zapłonu sprawdzić, czy wszystkie złącza systemu są podłączone i zabezpieczone ewentualnymi blokadami;
- przed rozpoczęciem sprawdzania ciągłości przewodów elektrycznych odłączyć wszystkie przyłączone do nich podzespoły; do pomiarów ciągłości przewodów i napięć zasilających wolno używać tylko mierników z cyfrowym układem odczytowym;
- po zakończeniu wszystkich prac diagnostycznych sprawdzić, czy lampka kontrolna systemu SRS, umieszczona na desce rozdzielczej, gaśnie po kilku sekundach od chwili włączenia zapłonu.

Podstawową formą kontroli stanu układu SRS jest obserwacja lampki sygnalizującej usterki tego układu. Jej zadaniem jest poinformowanie kierowcy o występowaniu w układzie usterek wykrytych przez system samodiagnostyki. Po włączeniu zapłonu lampka kontrolna układu SRS powinna się zaświecić (rys. 10.11 s. 270). Jeżeli po kilku sekundach gaśnie, oznacza to, że system autodiagnostyki nie wykrył żadnych usterek (brak kodów usterek zapisanych w pamięci sterownika układu SRS). Jeśli po włączeniu zapłonu lampka nadal się świeci, świadczy to o tym, że w układzie jest jakiś defekt, który należy usunąć. W zależności od rodzaju usterki układ SRS może być częściowo lub całkowicie niezdolny do działania.

Organoleptyczna kontrola układu SRS polega głównie na wzrokowej ocenie stanu elementów układu i ich gotowości do działania.



Rys. 10.11. Lampki sygnalizacyjne układu SRS



Rys. 10.12. Przykłady różnych styków zwierających złącza elektrycznych elementów pirotechnicznych układu SRS

Podczas kontroli złączy elektrycznych elementów pirotechnicznych układu SRS powinniśmy zwrócić uwagę na ich stan. Ze względów bezpieczeństwa są one wyposażone w zestyk zwarciowy. Różne rozwiązania zestyków pokazano na rysunku 10.12.

Rozłączenie złącza powoduje natychmiastowy kontakt styku prądowego i masowego, co zabezpiecza element pirotechniczny przed przypadkowym uruchomieniem. Dodatkowo złącza wyposażone są w różnego rodzaju blokady zapewniające skuteczne (niezawodne) połączenie. Dla ułatwienia identyfikacji mają one zazwyczaj jaskrawożółty (dawniej pomarańczowy) kolor.

W niektórych samochodach montowane są także sygnalizatory informujące kierowcę o niezapięciu pasów: optyczny – lampka kontrolna (patrz rys. 10.11) i/lub dźwiękowy. Sygnalizator optyczny możemy skontrolować podczas postoju pojazdu (przy włączonym zasilaniu instalacji elektrycznej pojazdu) przez zapięcie pasów – lampka kontrolna powinna wtedy zgasnąć. Jeśli tak nie jest, świadczy to o defekcie układu. Podobnie dzieje się w przypadku sygnalizatora dźwiękowego: jeżeli podczas jazdy, mimo zapięcia pasów, emisja akustycznego sygnału ostrzegawczego (informującego o niezapięciu pasów) nie zanika, wskazuje to na jakąś niesprawność. Kontrola działania tych układów wymaga sprawdzenia obwodu elektrycznego odpowiedniego czujnika (zazwyczaj magnetycznego) sygnalizatora.

Najbardziej rozbudowaną i najbezpieczniejszą metodą **oceny stanu technicznego układu SRS jest kontrola za pomocą testerów diagnostycznych**. W zależności od oprogramowania umożliwiają one:

- uzyskanie informacji o konfiguracji systemu – o liczbie i rodzaju występujących w nim elementów;
- odczytanie kodów usterek wykrytych przez układ autodiagnostyki (rys. 10.13 s. 272);
- odczytanie podstawowych parametrów stanu pracy układu, np. napięcia zasilania sterownika, rezystancji obwodu wyzwalania poduszek gazowych czy napinaczy pirotechnicznych pasów (rys. 10.14 s. 272).

Rezystancja obwodu uruchamiania poduszek gazowych i napinaczy pasów powinna mieścić się w zakresie podanym przez producenta. Jeżeli nie znamy tego zakresu, możemy przyjąć, że powinna się zawierać w przedziale od 2 do 10 Ω .

Jeśli **system autodiagnostyki wykryje usterkę** podczas kontroli stanu układu SRS za pomocą diagnostyku, **musimy sprawdzić stan przewodów** (połączeń elektrycznych) obwodu, którego dotyczy kod usterki. Pomiary wykonujemy przy użyciu miernika uniwersalnego. Kontrolujemy stan wtyczek i wiązek oraz ciągłość przewodów, a także sprawdzamy, czy nie ma zwarcia międzyprzewodowego i zwarcia z masą pojazdu. Podczas wykonywania wszystkich czynności kontrolnych i pomiarów należy przestrzegać zasad bezpieczeństwa.

Jeżeli kod usterki dotyczy poduszki gazowej (o czym świadczy np. nieprawidłowa rezystancja zapalnika poduszki), diagnozowanie rozpoczynamy od odłączenia wtyczki przewodów instalacji od poduszki wskazanej przez kod:

- 1) wtyczkę rozłączamy przy odłączonym zasilaniu (klema ujemna zdjęta z akumulatora);
- 2) do wtyczki podłączamy rezystor o odpowiedniej wartości rezystancji (odpowiadającej rezystancji zapalnika), najczęściej w zakresie 2–4 Ω ;
- 3) podłączamy zasilanie – jeśli tester diagnostyczny nie wskaże wtedy kodów usterek, świadczy to o uszkodzeniu zapalnika poduszki.

Jeżeli brak jest komunikacji ze sterownikiem układu SRS, w pierwszej kolejności sprawdzamy zasilanie sterownika oraz połączenie z innymi sterownikami (a także podłączenie do magistrali CAN, jeżeli sterownik jest do niej przyłączony). Do przeprowadzenia takiej kontroli konieczna jest znajomość rozmieszczenia poszczególnych elementów układu

DTCs (5)	
588	– Układ odpalania poduszki powietrznej kierowcy – Zbyt duża impedancja – Nieciągły
1222	– Czujnik zderzeń bocznych, strona pasażera – Zwarcie z biegunem dodatnim – Nieciągły
1218	– Obwód poduszki powietrznej pasażera – Zbyt duża impedancja – Nieciągły
1221	– Czujnik zderzeń bocznych, strona kierowcy – Zwarcie z biegunem dodatnim – Nieciągły
589	– Obwód 1 stopnia poduszki pasażera – Zbyt duża impedancja – Nieciągły

Rys. 10.13. Przykładowe kody usterek układu SRS uzyskane za pomocą diagnostyka

a)

Dane czasu rzeczywistego		
Parametry systemu 2		2/3
Nazwa	Wartość	Jednostka
Układ odpalania poduszki powietrznej kierowcy	3	ohm
Układ odpalania poduszki powietrznej pasażera	2	ohm
Napinacz pasa kierowcy	3	ohm
Napinacz pasa pasażera	3	ohm
Obwód zapalnika bocznej poduszki powietrznej, strona kierowcy	2	ohm
Obwód zapalnika bocznej poduszki powietrznej, strona pasażera	3	ohm

b)

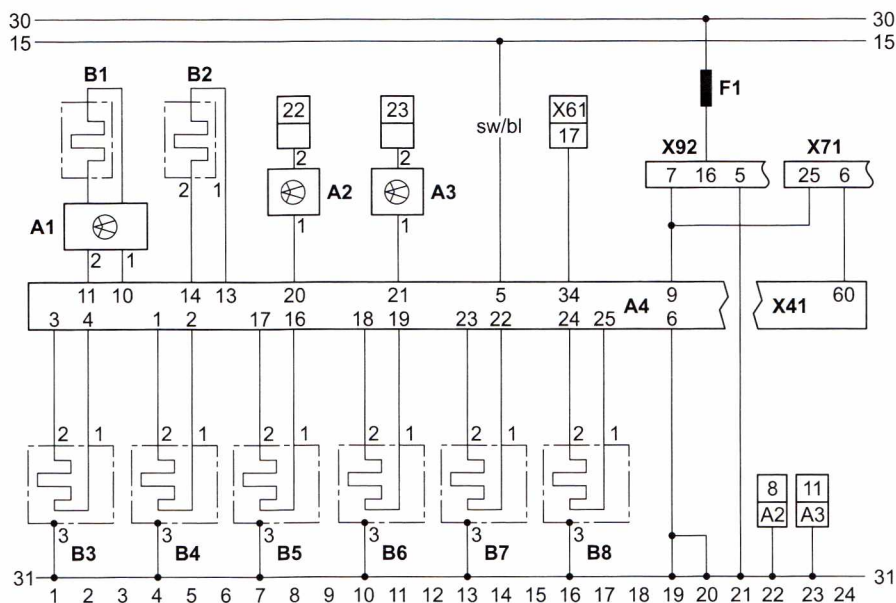
Dane czasu rzeczywistego	
Parametry systemu 4	
Nazwa	Wartość
Zasilanie	Prawidłowe
Stan czujnika klasyfikacji użytkownika, pasażer z przodu	Podłączone
Zamek pasa bezpieczeństwa, kierowca	Pasek nie włożony w sprzączkę
Zamek pasa bezpieczeństwa, pasażer	Pasek włożony w sprzączkę

Rys. 10.14. Podstawowe parametry diagnostyczne układu SRS: a) stan lub wartości rezystancji obwodów wyzwalania elementów pirotechnicznych układu, b) stan pracy wybranych elementów układu odczytanych za pomocą testera diagnostycznego

w samochodzie oraz dysponowanie schematami elektrycznymi wraz z danymi warsztatowymi i przyporządkowaniem wtyków w poszczególnych złączach (rys. 10.15).

W przypadku sprawdzania niektórych elementów, np. układów rozpoznawania, czy fotel jest zajęty, działających na zasadzie zmiany rezystancji wywołanej naciskiem osoby siedzącej na fotelu, nie można zastosować dowolnych urządzeń diagnostycznych. Najprostszą metodą kontroli jest wtedy podłączenie elementu sprawnego (nowego) zamiast elementu podejrzewanego o niesprawność i sprawdzenie za pomocą diagnosty, czy pojawiający się wcześniej kod usterki już nie występuje. Prawidłowe działanie czujnika „zajętego siedzenia” jest bardzo ważne ze względu na algorytm działania (uruchamiania) poduszek i napinaczy. Jeżeli ten czujnik nie sygnalizuje, że siedzenie jest zajęte, sterownik układu SRS nie wyzwala (nie detonuje) odpowiedniej poduszki i nie uruchamia napinacza pasów.

Podczas diagnozowania układu SRS zawsze zachowujemy szczególną uwagę i ostrożność oraz postępujemy zgodnie z procedurami opracowanymi przez producenta.



Rys. 10.15. Przykładowy schemat połączeń elektrycznych układu poduszek i napinaczy pasów

PYTANIA I POLECENIA

1. Podaj ogólne zasady bezpieczeństwa obowiązujące podczas prac z elementami pirotechnicznymi układu SRS.
2. Na co powinniśmy zwrócić uwagę podczas organoleptycznej kontroli stanu układu SRS?
3. Podaj zakres rezystancji zapalnika elementów pirotechnicznych układu poduszek gazowych i napinaczy pasów.
4. Jakich informacji o stanie technicznym układu SRS dostarcza tester diagnostyczny?
5. Kiedy powinniśmy odłączać akumulator od instalacji pokładowej pojazdu, aby uniknąć uruchomienia układu SRS?
6. Korzystając z rysunku 10.15, określ zakres czynności kontrolnych układu SRS, możliwych do wykonania za pomocą multimetru.

10.4

Diagnozowanie układów sterujących i silników wycieraczek

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie funkcje pełnią wycieraczki samochodowe
- jaka jest budowa układów sterujących wycieraczkami
- jak diagnozować układy sterujące i silniki wycieraczek

10.4.1. Układ sterujący wycieraczkami

Widoczność otoczenia wokół pojazdu w znacznym stopniu wpływa na bezpieczeństwo ruchu. Podczas złych warunków atmosferycznych (opady deszczu czy śniegu) następuje pogorszenie widoczności. Odpowiednią widoczność zapewniają wycieraczki. Przepisy wymagają, aby samochód miał co najmniej jedną wycieraczkę szyby przedniej (czołowej) z własnym napędem.

Standardowo samochody wyposażane są w wycieraczki szyby przedniej i tylnej (nie ma jej w nadwoziach typu sedan). W niektórych samochodach używane są także do czyszczenia reflektorów.

Zadaniem wycieraczek samochodowych jest jak najlepsze oczyszczanie powierzchni szyb podczas opadów atmosferycznych deszczu lub śniegu, powodujących pogorszenie widoczności.

Wycieraczki muszą zapewnić:

- oczyszczenie takiej powierzchni szyby, aby pole widzenia kierowcy było jak największe,
- skuteczność oczyszczania,
- cichą i niezawodną pracę w każdych warunkach.

Oczyszczona powierzchnia szyby przedniej powinna stanowić minimum 70% jej całkowitej powierzchni, a szyby tylnej – zapewnić możliwie największe pole widzenia w lusterku wstecznym.

Uruchamianie wycieraczek następuje mechanicznie – za pomocą włącznika w kierownicy, lub automatycznie – za pomocą czujnika deszczu.

We współczesnych układach wycieraczek występuje kilka cykli wahnięć ramion, ustalanych za pomocą włącznika. Regulację pracy wycieraczek zapewniają:

- w starszych samochodach – układy elektroniczne z przerywaczem;
- w nowszych – sterowniki umożliwiające ustawienie pracy ramion wycieraczek z różnymi cyklami wahnięć i przerwami między kolejnymi ruchami lub bez przerw.

W zależności od sterownika i wyposażenia samochodu układ sterowania wycieraczkami może zapewniać:

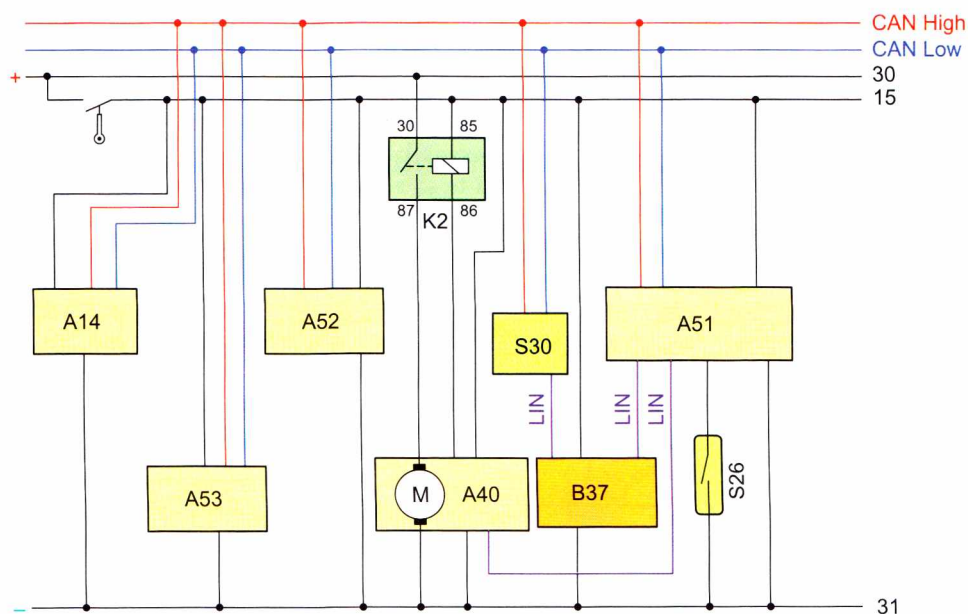
- uruchamianie tylko jednego cyklu pracy wycieraczek, np. wycieraczki szyby tylnej po włączeniu biegu wstecznego,
- jednoczesne spryskiwanie szyby i pracę wycieraczek,
- zmniejszanie szybkości pracy wycieraczek wraz ze zmniejszaniem prędkości poruszania się samochodu,

- zmianę czasu trwania przerw między kolejnymi cyklami pracy wycieraczek w zależności od prędkości samochodu,
- blokowanie wycieraczek po otwarciu pokrywy komory silnikowej,
- zmienne położenie spoczynkowe wycieraczek w celu ochrony przed trwałym odkształceniem wycieraków.

W czasie jednej minuty ramiona wycieraczek wykonują od kilkunastu do kilkudziesięciu ruchów. Liczbę ruchów dobiera się odpowiednio do warunków atmosferycznych (intensywności opadów).

Podstawowe **elementy układu wycieraczek** to:

- elektryczny silnik napędowy,
- mechanizm (układ dźwigni) przenoszący ruch silnika na ramiona wycieraczek, do których przymocowane są gumowe wycieraki (pióra wycieraczek),
- układ sterujący pracą wycieraczek.

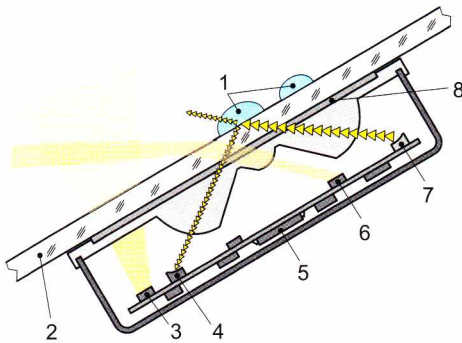


Rys. 10.16. Elementy układu wycieraczek z czujnikiem deszczu

A14 – sterownik ABS, A40 – sterownik silnika wycieraczek, A51 – główny moduł (sterownik) instalacji elektrycznej, A52 – sterownik elektroniki kolumny kierowniczej, A53 – sterownik magistrali danych (Gateway), B37 – czujnik deszczu, K2 – przekaźnik zasilania wycieraczek, S30 – wyłącznik wycieraczek, S26 – styk pokrywy klapy silnika

Działanie układu wycieraczek pokazano na rysunku 10.16. Informacja o ich włączeniu przez kierowcę odbierana jest przez sterownik elektroniki kolumny kierownicy A52 i przekazywana do sterownika instalacji elektrycznej samochodu A51. Sterownik ten za pośrednictwem magistrali LIN przekazuje ją dalej, do sterownika silnika elektrycznego wycieraczek A40, który uruchamia silnik i włącza wycieraczki. Mogą one także zostać włączone bez udziału kierowcy, za pomocą czujnika deszczu.

Czujnik deszczu (rys. 10.17) składa się z pary diod, nadawczej 7 i odbiorczej 4, oraz układu elektronicznego 5 porównującego natężenie światła nadawanego i odbitego. Zasada działania czujnika deszczu wykorzystuje zjawisko załamania światła przy przechodzeniu



Rys. 10.17. Schemat budowy i działania zintegrowanego czujnika deszczu i światła

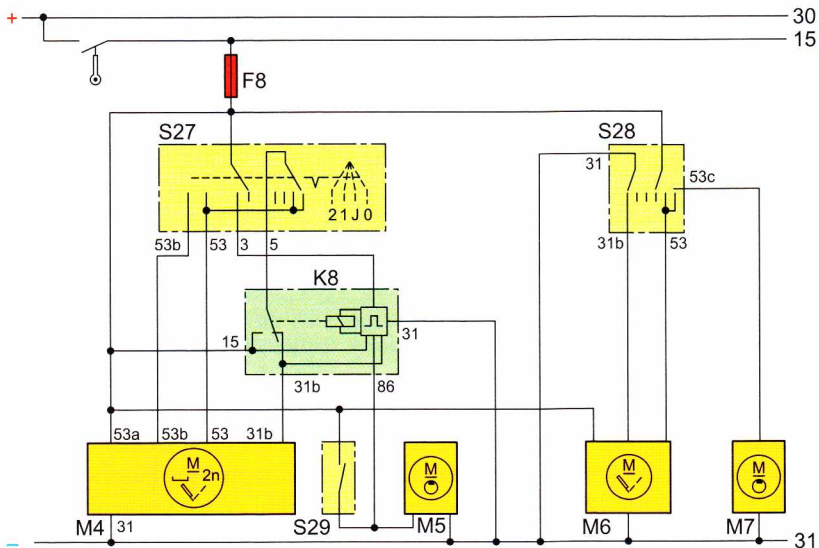
1 – krople deszczu, 2 – szyba czołowa samochodu, 3 – czujnik światła otoczenia, 4 – fotodioda odbiorcza, 5 – układ elektroniczny czujnika, 6 – czujnik światła skierowany w dal, 7 – dioda świecąca (nadawcza), 8 – folia samoprzylepna

emitowanego. Gdy szyba jest sucha, wartości te są zbliżone. Jeżeli szyba (w miejscu, na które jest skierowany strumień światła z diody nadawczej) pokryta jest wodą lub zanieczyszczona, część światła ulega rozproszeniu. Na fotodiodę odbiorczą trafia mniejszy strumień światła, a jego zarejestrowane natężenie jest mniejsze niż wtedy, gdy szyba jest sucha.

Czujniki tego rodzaju samodzielnie adaptują się do rodzaju szkła. Informację o występowaniu opadów deszczu przekazują do sterownika wycieraczek magistralą LIN lub CAN.

z jednego ośrodka (szyby) do drugiego (powietrze lub woda). W każdej parze ośrodków (np. szyba-powietrze) istnieje taki kąt padania światła (kąt graniczny), przy którym następuje całkowite wewnętrzne odbicie światła. Jeżeli kąt padania światła jest mniejszy od granicznego, część światła przechodzi do drugiego ośrodka. Jeżeli jest większy – następuje całkowite odbicie od granicy ośrodków i światło w ogóle nie przechodzi do drugiego ośrodka.

Czujnik deszczu jest zwykle zamontowany w podstawie lusterka wewnętrznego i emituje światło z zakresu podczerwieni. Gdy szyba jest sucha, emitowane światło (dioda nadawcza) odbija się od granicy ośrodków i trafia na fotodiodę odbiorczą. Odpowiedni układ porównuje natężenie światła odebranego z natężeniem światła



Rys. 10.18. Schemat układu sterowania wycieraczkami z przerywaczem

F8 – bezpiecznik, K8 – przekaźnik pracy przerywanej wycieraczek przednich, M4 – silnik wycieraczek szyby przedniej, M5 – silnik pompy płynu spryskiwaczy szyby przedniej, M6 – silnik napędowy wycieraczki reflektora, M7 – silnik pompy spryskiwacza reflektora, S27 – włącznik wycieraczek szyby przedniej, S28 – włącznik wycieraczki i spryskiwacza reflektora, S29 – włącznik spryskiwaczy szyby przedniej

Sygnal z czujnika deszczu może być także wykorzystywany do automatycznego zamykania szyb bocznych i odsuwania dachu samochodu.

Na podobnej zasadzie działają czujniki automatycznie uruchamianych wycieraczek reflektorów. Są one umieszczane na wewnętrznej powierzchni szyb reflektorów, poza strefą świecenia światła pojazdu. Jeżeli szyby reflektorów są brudne, emitowane światło z zakresu podczerwieni ulega odbiciu i wraca do układu odbiorczego. Stanowi to sygnał do uruchomienia wycieraczek. Jeśli szyby reflektorów są suche lub pokryte wodą, światło zostaje rozproszone, a natężenie światła odbitego jest znacznie mniejsze niż wtedy, gdy reflektory są brudne.

Niektóre układy elektronicznego sterowania ruchem wycieraczek wykrywają także przeszkody na szybie uniemożliwiające wykonanie pełnego zakresu ruchu. Po kilkakrotnej (np. pięciokrotnej) nieudanej próbie usunięcia przeszkody wycieraczki zatrzymują się w miejscu blokady.

Starsze systemy sterowania pracą wycieraczek wykorzystują układy przekaźnikowe.

Układy wycieraczek często połączone są elektrycznie i elektronicznie z układami spryskiwaczy szyb i reflektorów (patrz rys. 10.18). Spryskiwanie szyb jest wtedy uruchamiane włącznikiem wycieraczek ustawionym w odpowiednim położeniu.

10.4.2. Ocena stanu technicznego układu wycieraczek

Niewłaściwa praca układu wycieraczek lub jej brak w układach z elektronicznym sterowaniem wynika zazwyczaj z braku komunikacji między poszczególnymi elementami (sterownikami) układu lub spowodowana jest uszkodzeniem silnika wycieraczek. W układach ze sterowaniem przekaźnikowym uszkodzeniu najczęściej ulegają włączniki i wyłączniki wycieraczek, przekaźnik sterujący pracą w trybie przerywanym lub silnik elektryczny. W obu systemach sterowania przerwanie ciągłości przewodów elektrycznych łączących poszczególne elementy układu wyłącza go z pracy.

Ocena stanu technicznego układu wycieraczek obejmuje:

- sprawdzenie ich pracy,
- organoleptyczną kontrolę elementów układu,
- sprawdzenie funkcjonowania poszczególnych elementów,
- ocenę stanu przewodów łączących te elementy.

Układy ze sterowaniem elektronicznym posiadają system autodiagnostyki, co umożliwia ich diagnozowanie na podstawie jego wskazań.

Organoleptyczna kontrola elementów układu wycieraczek polega na wzrokowej i dotykowej ocenie stanu elementów przenoszących napęd. Sprawdzamy, czy dźwignie przenoszące napęd z silnika na ramiona wycieraczek nie są urwane, skrzywione lub pęknięte oraz czy elementy tego układu są dobrze przytwierdzone do nadwozia samochodu. Kontrolujemy również przymocowanie silnika elektrycznego do układu dźwigni. Oceniamy stan wszystkich połączeń (złączy) elektrycznych oraz sprawdzamy ciągłość przewodów łączących poszczególne elementy układu.

Kontroli działania układu wycieraczek dokonujemy po załączeniu zapłonu. Jeśli układ jest sprawny, to po włączeniu wycieraczki powinny się poruszać z częstotliwością wynikającą z położenia włącznika. W taki sam sposób możemy sprawdzić działanie spryskiwaczy szyb.

Jeżeli układ wycieraczek nie działa, wykonujemy diagnostykę wszystkich elementów tego układu. Sposób diagnozowania omówimy na przykładzie układu pokazanego na rysunku 10.19 (s. 278).

Czujnik deszczu sprawdzamy, polewając wodą szybę w miejscu jego zamontowania. Przy włączonym zapłonie wycieraczki powinny włączyć się automatycznie.

Kontrola czujnika deszczu bezpośrednio na jego złączu elektrycznym jest bardzo trudnym zadaniem, gdyż wiąże się z demontażem elementów, przez które poprowadzone są przewody elektryczne czujnika. Prościej jest to sprawdzić bezpośrednio na sterowniku instalacji elektrycznej, do którego podłączony jest czujnik. Jego diagnozowanie polega na kontroli sygnału przesyłanego do sterownika magistralą LIN. Opisano to w rozdziale 8.

Diagnozowanie poszczególnych sterowników wymaga przeprowadzenia pomiarów napięć zasilających i połączenia sterowników z masą pojazdu. **Napięcie zasilania mierzymy** multimetrem na odpowiednich stykach sterownika zgodnie ze schematem połączeń elektrycznych. Zmierzone napięcie, po podłączeniu jednej końcówki pomiarowej multimetru do odpowiedniego styku sterownika, a drugiej do masy pojazdu, powinno mieć wartość zbliżoną do napięcia akumulatora.

Podczas **sprawdzania połączenia z masą** przykładamy jedną końcówkę pomiarową multimetru do odpowiedniego styku sterownika, a drugą do zacisku dodatniego akumulatora. Także i tym razem uzyskany wynik powinien być zbliżony do wartości napięcia akumulatora.

Sposób kontroli sygnałów sterujących wysyłanych magistralą CAN opisano w rozdziale 8.

W systemach z elektronicznym sterowaniem układu wycieraczek wyposażonych w funkcję odcinania zasilania silnika wycieraczek kontrolę działania tego układu (w tym sprawdzenie działania czujnika deszczu) należy wykonać przy zamkniętej pokrywie silnika. Jeżeli wycieraczki nie działają, konieczne jest również sprawdzenie stanu czujnika (zestyku) otwarcia pokrywy komory silnikowej.

Podczas diagnozowania układów sterowania wycieraczek starszej generacji (patrz rys. 10.18 s. 277) sprawdzamy wartości napięć zasilających i sterujących w odpowiednich punktach układu, a w razie jego braku kontrolujemy ciągłość obwodów elektrycznych. Jeżeli przewody są ciągłe, a napięcia zasilające prawidłowe, wskazuje to na uszkodzenie elementu układu.

Silnik wycieraczki szyby przedniej M4 (rys. 10.18) zasilany jest z linii 15 instalacji elektrycznej na styku 53a i połączony z masą pojazdu na styku 31. **Pomiaru napięcia zasilania oraz połączenia z masą silnika wycieraczek** dokonujemy tak samo jak dla układu z elektronicznym sterownikiem. Podobne pomiary kontrolne wykonujemy na odpowiednich stykach innych elementów zgodnie ze schematem połączeń elektrycznych. Wyniki wszystkich pomiarów powinny być zgodne z wartościami kontrolnymi.



PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie zadania pełni układ wycieraczek samochodu?
2. Wymień rodzaje układów sterowania wycieraczkami.
3. Korzystając z rysunku 10.19, wyjaśnij zasadę działania elektronicznego układu sterowania pracą wycieraczek.
4. Jaką rolę spełnia w układzie wycieraczek czujnik deszczu i gdzie jest montowany?
5. Przedstaw sposób sprawdzenia działania czujnika deszczu.
6. Jakie czynności diagnostyczne obejmuje kontrola układu wycieraczek?
7. Wymień pomiary diagnostyczne możliwe do wykonania podczas sprawdzania silnika napędowego wycieraczek.

10.5

Diagnozowanie czujników ciśnienia w ogumieniu

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- w jakim celu stosuje się układy kontroli ciśnienia w ogumieniu
- jak jest zbudowany i jak działa układ monitorowania ciśnienia w ogumieniu
- jak diagnozujemy czujniki ciśnienia w ogumieniu

10.5.1. Układ kontroli ciśnienia w ogumieniu

Ogumienie pojazdu ma istotny wpływ na bezpieczeństwo ruchu. W oponie powinno być utrzymywane stałe ciśnienie, określone przez producenta, zależne między innymi od obciążenia pojazdu oraz umiejscowienia opony (oś przednia – oś tylna) w samochodzie. Prawidłowe ciśnienie w ogumieniu zapewnia optymalną współpracę koła z nawierzchnią drogi. Zbyt niskie ciśnienie w ogumieniu powoduje:

- zmniejszenie sztywności opony i jej większe odkształcanie się,
- zwiększenie oporów toczenia,
- zmniejszenie przyczepności koła do nawierzchni drogi,
- pogorszenie stabilności ruchu samochodu, zwłaszcza na zakrętach,
- wydłużenie drogi hamowania,
- wzrost temperatury opony, a tym samym zwiększenie niebezpieczeństwa jej uszkodzenia,
- szybsze zużywanie się bieżnika ogumienia i skrócenie okresu użytkowania opony,
- zwiększenie zużycia paliwa.

Sz szczególnie niebezpieczna jest sytuacja, kiedy na skutek uszkodzenia opony ciśnienie w ogumieniu powoli się zmniejsza. Kierowca często nie od razu to zauważa, co w przypadku poruszania się pojazdu z dużą prędkością zagraża bezpieczeństwu.

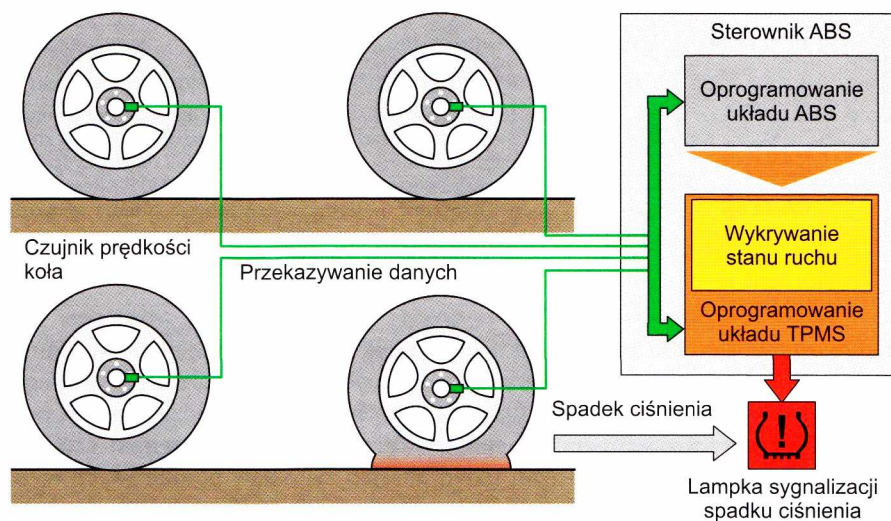
Ciśnienie w ogumieniu jest bardzo ważne i powinno być systematycznie kontrolowane. Jednak wartość zmierzonego ciśnienia może wprowadzać w błąd, ponieważ zależy ono od temperatury powietrza (azotu) w oponie. Przyjmuje się, że każdy wzrost temperatury powietrza w oponie o 10°C powoduje wzrost ciśnienia o ok. 0,1 bara. Dlatego też zaleca się mierzenie ciśnienia powietrza opony zimnej, a nie bezpośrednio po zakończeniu jazdy.

Współczesne samochody coraz częściej wyposażane są w układy nadzorowania (kontroli) ciśnienia w ogumieniu – TPMS (ang. *Tire Pressure Monitoring System*). Układy tego typu mogą stanowić wyposażenie standardowe (fabryczne) samochodu albo są montowane jako wyposażenie dodatkowe. Od listopada 2014 roku wszystkie nowe samochody osobowe kategorii M1 (przeznaczone do przewozu nie więcej niż 9 osób łącznie z kierowcą) muszą być wyposażone w systemy TPMS.

Zadaniem systemu TPMS jest monitorowanie zmian ciśnienia w ogumieniu (oponach) samochodu oraz informowanie kierowcy o jego nadmiernym spadku w porównaniu do wartości wymaganej (zadanej).

Systemy nadzoru ciśnienia w ogumieniu wykorzystują dwie metody do jego określenia: pośrednią i bezpośrednią.

Metoda pośrednia oparta jest na analizie sygnału z czujników prędkości obrotowej kół. Koło o niższej, w porównaniu z pozostałymi, wartości ciśnienia w ogumieniu ma mniejszy promień (średnicę), a więc obraca się z większą średnią prędkością obrotową. Dlatego też, aby pokonać ten sam odcinek drogi, musi obrócić się więcej razy. Odpowiednie algorytmy w sterowniku układu ABS/ESP porównują (analizują) prędkość obrotową poszczególnych kół samochodu w określonych warunkach ruchu (po prostej). W razie stwierdzenia nadmiernej (tj. poza zakresem tolerancji) prędkości jakiegoś koła sygnalizują ten stan kierowcy zaświeceniem lampki kontrolnej na desce rozdzielczej samochodu lub sygnałem dźwiękowym. Jednak informacja tego typu nie wskazuje koła, w którym nastąpił ubytek ciśnienia. Elementy składowe układu monitorowania ciśnienia oraz ogólną zasadę jego działania przedstawiono na rysunku 10.20.



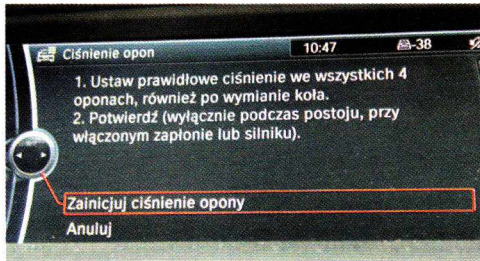
Rys. 10.20. Elementy składowe oraz ogólna zasada działania układu monitorowania ciśnienia w ogumieniu na podstawie analizy sygnału z czujników prędkości obrotowej układu ABS

Układy z pośrednim określaniem ciśnienia w ogumieniu są mniej dokładne (nie mierzą rzeczywistego ciśnienia) od systemów pomiaru bezpośredniego. Taki układ może prawidłowo ocenić zmianę ciśnienia, jeśli przy każdej zmianie ogumienia lub regulacji ciśnienia w oponach do pamięci systemu zostaną wprowadzone dane odniesienia. Można w tym celu wykorzystać np. panel wyświetlacza na desce rozdzielczej (rys. 10.21 s. 282).

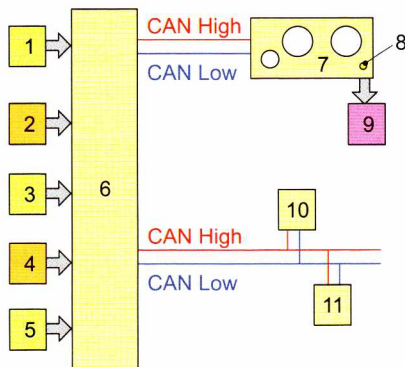
Metoda bezpośrednia polega na rzeczywistym pomiarze ciśnienia powietrza w ogumieniu za pomocą specjalnego czujnika, zintegrowanego z zaworem powietrznym koła. W fabrycznie montowanych systemach jest on mocowany do obręczy koła. W niektórych z nich dodatkowo stosowane są specjalne taśmy opasujące czujnik wewnątrz obręczy.

Układ TPMS (rys. 10.22 s. 282) składa się z:

- czujników pomiarowych zamontowanych w kołach,
- anten odbiorczych,
- sterownika,
- panelu informacyjnego.



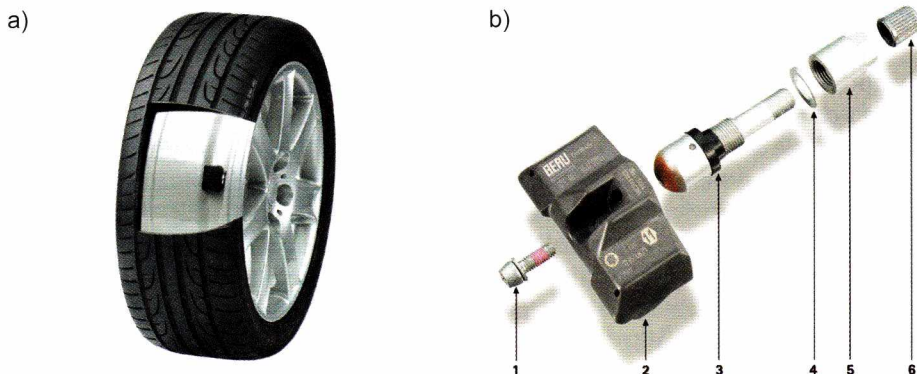
Rys. 10.21. Widok informacji na panelu wyświetlacza podczas wprowadzania wartości odniesienia ciśnienia w ogumieniu



Rys. 10.22. Elementy składowe typowego układu TPMS

1 – włącznik układu ABS, 2 – czujnik prędkości obrotowej kół, 3 – przycisk wskaźnika ciśnienia w ogumieniu, 4 – czujnik włączenia hamulca ręcznego, 5 – przycisk elektrohydraulicznego hamulca postojowego, 6 – sterownik ABS, 7 – sterownik tablicy wskaźników, 8 – lampka kontrolna ciśnienia w ogumieniu, 9 – brzęczyk, 10 – sterownik elektrycznego hamulca postojowego i ręcznego, 11 – główny moduł (sterownik) instalacji elektrycznej samochodu

Podstawowym elementem układu jest **czujnik pomiaru ciśnienia** w ogumieniu (rys. 10.23b). Składa się on z elektronicznego układu pomiarowego z zintegrowanym z zaworem do pompowania kół. W skład układu elektronicznego wchodzi: czujnik pomiaru ciśnienia, czujnik pomiaru temperatury, elektroniczny układ obróbki sygnału, czujnik przyspieszenia (na podstawie jego wskazań układ obróbki sygnałów pomiarowych wyznacza prędkość ruchu samochodu) oraz bateria litowa, która zasilca cały moduł. Jej żywotność to minimum 6–8 lat.

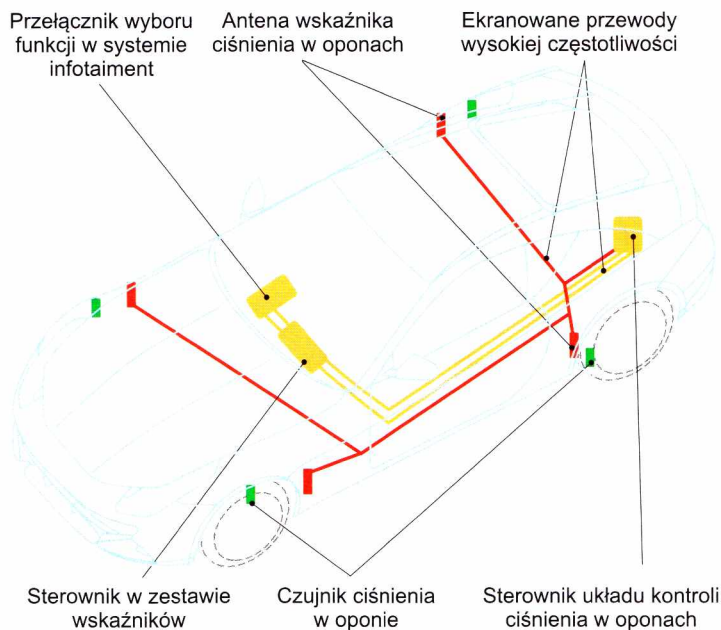


Rys. 10.23. Czujnik pomiaru ciśnienia w ogumieniu: a) typowy sposób umieszczenia czujnika, b) elementy składowe

1 – śruba mocująca zawór do układu elektronicznego, 2 – elektroniczny układ pomiarowy z czujnikami, 3 – zawór powietrza z uszczelką, 4 – podkładka, 5 – nakrętka zaworu, 6 – osłona (kapturek) zaworu

Czujnik przekazuje drogą radiową (częstotliwość 315 lub 433 MHz – podana jest ona na obudowie modułu czujnika) informacje do anten odbiorczych układu. Anteny (cztery lub pięć z nadzorem koła zapasowego) mogą być umieszczone w nadkolach albo jedna centralnie pod podłogą samochodu. Czasem (bardzo rzadko) funkcję anteny pełnią przewody czujników prędkości obrotowej kół.

Układy TPMS mogą mieć funkcję rozpoznawania położenia koła, ale niekoniecznie. Rozmieszczenie elementów składowych systemu z rozpoznawaniem położenia koła pokazano na rysunku 10.24.



Rys. 10.24. Rozmieszczenie elementów układu TPMS w samochodzie z systemem rozpoznawania położenia koła

W systemie z rozpoznawaniem położenia koła moduł (czujnik) pomiarowy umieszczony w kole dostarcza takich informacji, jak:

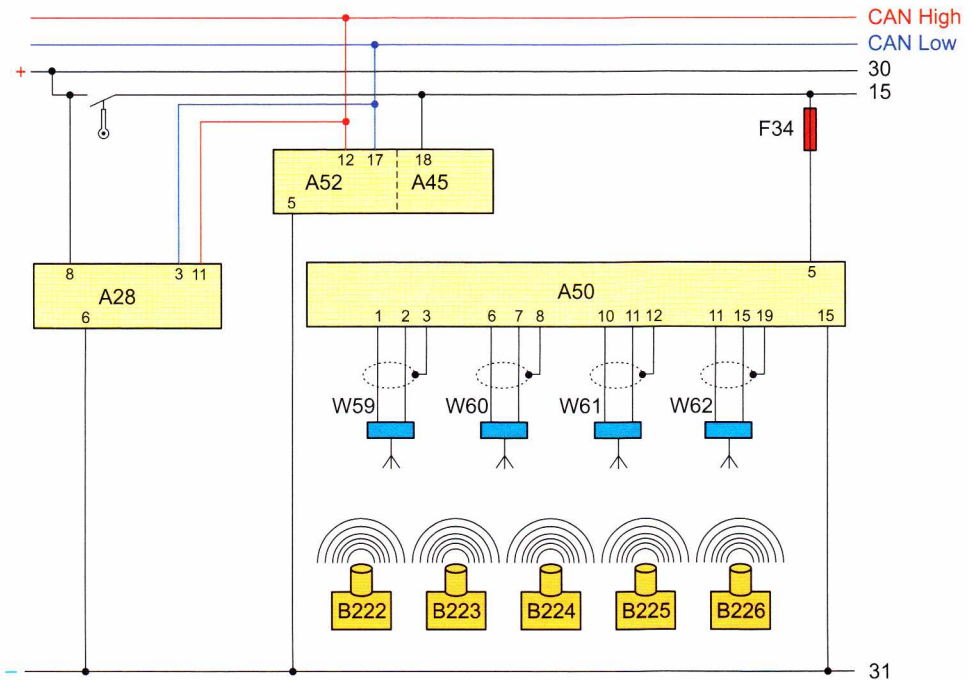
- aktualna wartość ciśnienia w oponie,
- temperatura powietrza w oponie,
- stan naładowania baterii układu,
- numer identyfikacyjny czujnika oraz inne dane.

Moduł elektroniczny czujnika przekazuje informacje o ciśnieniu i temperaturze powietrza (azotu) w ogumieniu co pewien czas, zależny od stanu ruchu samochodu (postój, jazda), od prędkości jazdy oraz zmian ciśnienia określanych w kolejnych pomiarach. Po przekroczeniu prędkości granicznej (25–30 km/h) czujniki wysyłają informację np. co 60 sekund, jeżeli ciśnienie w ogumieniu nie zmieniło się bardziej niż o kilkadziesiąt milibarów. Poniżej prędkości granicznej lub podczas postoju samochodu informacja o wartości ciśnienia i temperatury w oponie przekazywana jest rzadziej (np. co 15 minut). Częstotliwość przesyłania tych informacji zależy od producenta systemu.

Nadawane przez układ elektroniczny dane odbierane są przez antenę (lub anteny). W systemach z kilkoma antenami każda antena odbiera sygnały (informacje, dane) od wszystkich czujników znajdujących się w jej zasięgu i przesyła je przewodami do sterownika układu.

W pierwszej kolejności przekazywane są dane z najmocniejszym sygnałem (pochodzące od najbliższego czujnika). Pozwala to rozpoznać czujnik (koło) i przyporządkować mu odebrane informacje. Układ z kilkoma antenami funkcjonuje mimo uszkodzenia jednej z nich.

Schemat elektryczny układu nadzorowania ciśnienia w oponieniach z rozpoznawaniem koła pokazano na rysunku 10.25.



Rys. 10.25. Schemat elektryczny układu nadzorowania ciśnienia z rozpoznawaniem kół

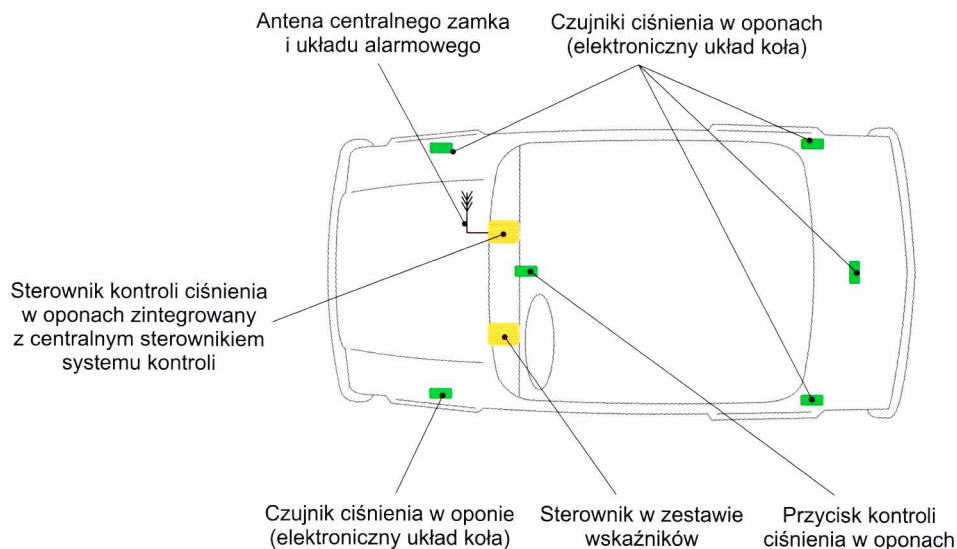
B222–B226 – czujniki ciśnienia w oponieniach, W59–W62 – anteny odbiorcze, A50 – sterownik układu kontroli ciśnienia w oponach, A28 – sterownik zestawu wskaźników, A52 – sterownik informacji i rozrywki (*Infotainment*), A45 – sterownik kierownicy

Układy pomiaru ciśnienia w oponieniach bez rozpoznawania położenia kół mają nieco inną budowę (rys. 10.26). Różnica polega na tym, że do przesyłania pochodzących z modułów pomiarowych informacji do sterownika systemu wykorzystywana jest wspólna antena układu centralnego zamka i instalacji alarmowej. Układy tego rodzaju nie mają oddzielnego sterownika, jego funkcję pełni sterownik układu komfortu.

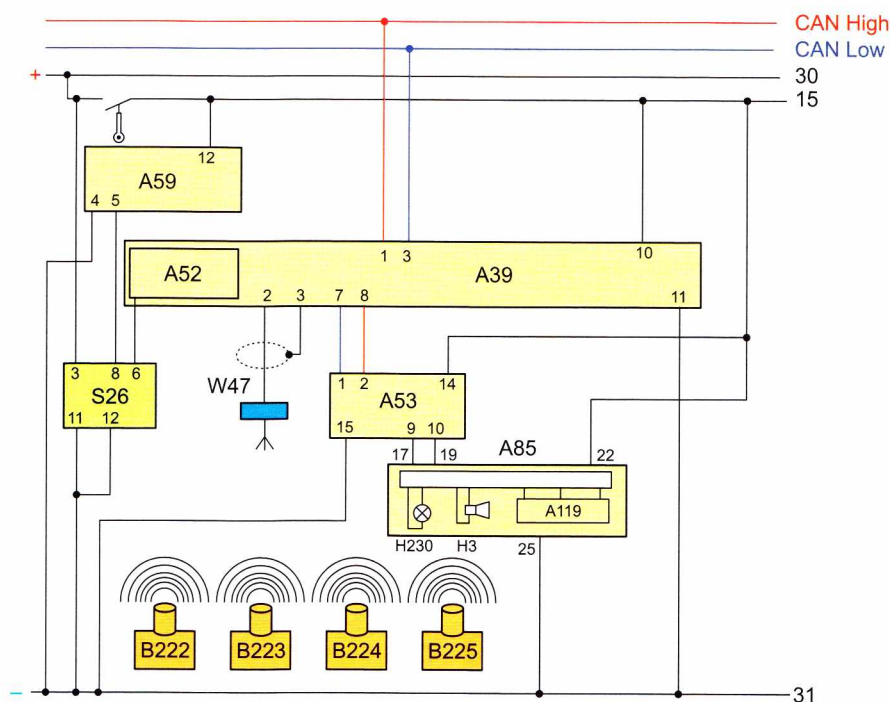
Schemat połączeń elektrycznych przykładowego układu bez rozpoznawania położenia koła pokazano na rysunku 10.27.

Układy nadzoru ciśnienia w oponieniach umożliwiają:

- wskazanie wartości ciśnienia w poszczególnych kołach,
- wykrycie bardzo małych i powolnych ubytków ciśnienia powietrza w oponie,
- rozpoznanie gwałtownego spadku ciśnienia w oponieniach,
- rozpoznanie spadku ciśnienia na postoju,
- rozpoznanie wzrostu ciśnienia w oponieniach powyżej założonego progu (np. 25%) w porównaniu do wartości nominalnej,
- rozpoznanie przekroczenia granicznej temperatury w oponie.



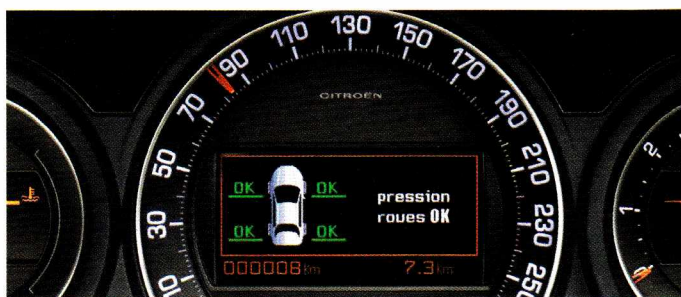
Rys. 10.26. Rozmieszczenie elementów układu pomiaru ciśnienia w ogumieniu bez rozpoznawania położenia koła



Rys. 10.27. Schemat elektryczny układu pomiaru ciśnienia bez rozpoznawania położenia koła

A52 – sterownik układu kontroli ciśnienia w oponach, A59 – główny moduł (sterownik) instalacji elektrycznej samochodu, A85 – sterownik w zestawie wskaźników, A39 – centralny sterownik układu komfortu, B222–B225 – czujniki ciśnienia w ogumieniu, H3 – brzęczyk, H230 – lampka ostrzegawcza układu TPMS, J53 – interfejs magistrali danych, J119 – wyświetlacz wielofunkcyjny, S26 – przycisk układu TPMS, W47 – antena centralnego zamka i instalacji alarmowej

Sterownik układu TPMS ma zaprogramowane nominalne (wymagane) wartości ciśnienia w kołach (dla samochodu częściowo i w pełni obciążonego). Po otrzymaniu danych z elektronicznych modułów (czujników) pomiarowych sterownik porównuje je z wartościami zapisanymi w swojej pamięci. Jeżeli zostanie stwierdzona zbyt duża różnica między tymi wartościami, będzie to zasygnalizowane kierowcy zaświeceniem odpowiedniej lampki kontrolnej (ostrzegawczej). W bardziej zaawansowanych systemach (np. z rozpoznawaniem położenia koła) informacje o aktualnej wartości ciśnienia powietrza w ogumieniu oraz komunikaty ostrzegawcze pojawiają się na wyświetlaczu zestawu wskaźników na desce rozdzielczej (rys. 10.28). Przy gwałtownym spadku ciśnienia (np. powyżej 0,2 bara w czasie 1 minuty, powyżej 0,05 bara w czasie krótszym niż 8 sekund lub więcej niż o 15% w porównaniu z wartością nominalną) komunikaty alarmowe wysyłane są przez czujnik pomiarowy co sekundę albo nawet częściej.

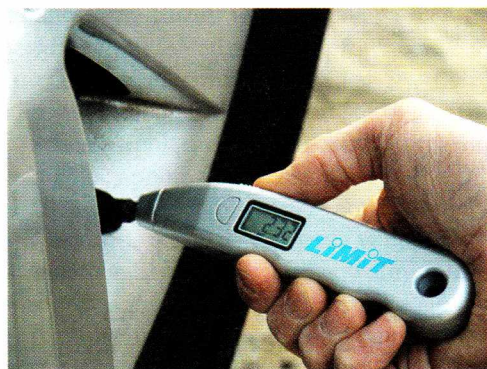


Rys. 10.28. Przykładowe informacje o stanie ciśnienia w ogumieniu pokazywane na wyświetlaczu zestawu wskaźników

10.5.2. Ocena stanu układu nadzoru ciśnienia w ogumieniu

Usterki w układach nadzoru ciśnienia w ogumieniu mają zwykle związek z defektami sterowników, anten odbiorczych oraz samych modułów elektronicznych z czujnikami ciśnienia.

Układy nadzoru ciśnienia wyposażone są w system autodiagnostyki. W razie wykrycia nieprawidłowego działania układu lub jego poszczególnych elementów w pamięci sterownika systemu autodiagnostyki zostaje zapisany kod usterki. Można go odczytać za pomocą diagnostycznego samochodu. Diagnostyki umożliwiają również odczytanie informacji o wartości ciśnienia powietrza w poszczególnych kołach – powinny one być jednakowe i zbliżone do wartości nominalnej, zapisanej w pamięci sterownika. Do zaworu koła podłączamy manometr lub elektroniczny miernik ciśnienia w ogumieniu (rys. 10.29) i za ich pomocą sprawdzamy poprawność wskazań czujnika TPMS. Przed użyciem manometru należy sprawdzić wiarygodność jego wskazań.



Rys. 10.29. Przykładowy miernik do pomiaru ciśnienia w ogumieniu

Jeżeli różnica ciśnień w ogumieniu tego samego koła wskazywana przez manometr (miernik) i odczytana z czujnika układu kontroli ciśnienia jest większa niż 0,2 bara, czujnik uznajemy za niesprawny i wymieniamy na nowy.

Najprostszą metodą kontroli działania układu jest sprawdzenie jego reakcji na spadek ciśnienia w ogumieniu. Należy zmniejszyć ciśnienie w ogumieniu jednego koła o ponad 0,3 bara, a potem wykonać jazdę próbną (z zachowaniem zasad bezpieczeństwa – prędkość poniżej 60 km/h). Jeżeli układ jest sprawny, poinformuje nas o tym np. zaświecenie się lampki kontrolnej. Możemy wykonać próbę dla każdego koła, co pozwoli skontrolować zarówno działanie układu, jak i poszczególnych czujników (modułów) pomiarowych.

Jeżeli nie ma możliwości nawiązania komunikacji ze sterownikiem układu TPMS za pomocą testera diagnostycznego, w pierwszej kolejności sprawdzamy zasilanie sterownika i jego podłączenie do masy (patrz rozdział 14.).

Gdy brak jest informacji z któregośkolwiek z czujników, najpierw sprawdzamy moduł elektroniczny, a potem stan poszczególnych anten odbiorczych oraz przewodów łączących je ze sterownikiem układu.

Przewody sprawdzamy miernikiem uniwersalnym lub za pomocą odpowiednich testerów ciągłości obwodu.

Kontrola stanu anteny nadawczej (w przypadku braku łączności z czujnikiem koła) jest bardzo trudna. Czynnością kontrolną, którą możemy wykonać, jest zastąpienie podejrzanej o uszkodzenie anteny sprawną z innego koła lub nową. Jeśli po takiej zamianie możemy odczytać informacje z czujnika danego koła, wskazuje to na uszkodzenie anteny i należy ją wymienić.

Jeżeli antena odbiorcza jest w porządku, ale nie można odczytać wartości ciśnienia z czujnika koła, wskazuje to zazwyczaj na uszkodzenie czujnika (modułu) pomiarowego. Możemy go sprawdzić za pomocą specjalnych przyrządów służących do kontroli i aktywacji czujników ciśnienia w ogumieniu (rys. 10.30).



Rys. 10.30. Urządzenie do kontroli i aktywacji modułów elektronicznych pomiaru ciśnienia w ogumieniu

1 – płyta z oprogramowaniem, 2 – sonda pomiarowa, 3 – walizka, 4 – urządzenie do kontroli czujników, 5 – wtyczka OBD

Sprawdzenie czujnika ciśnienia przy użyciu urządzenia kontrolnego wykonujemy następująco:

1) sondę pomiarową urządzenia kontrolnego przykładamy do boku opony poniżej obręczy (felgi);

- 2) za pomocą odpowiedniego przycisku wyzwalamy sygnał aktywacji czujnika;
- 3) sprawny technicznie czujnik powinien przesłać do urządzenia kontrolnego informację o aktualnej wartości ciśnienia powietrza w oponie; jeżeli mimo aktywacji czujnik nie prześle żądanej informacji, będzie to świadczyć o jego uszkodzeniu.

Podczas pomiarów diagnostycznych (tj. czynności wykonywanych przy kole z czujnikiem ciśnienia) należy zachować ostrożność, aby nie uszkodzić sprawdzanego czujnika.



PYTANIA I POLECENIA

1. Dlaczego samochody wyposażone są w układy nadzoru ciśnienia powietrza w ogumieniu?
2. Wymień zadania układu nadzoru ciśnienia w ogumieniu. Jakie metody wykorzystuje się do pomiaru ciśnienia powietrza w oponie?
3. Wymień elementy składowe układu nadzoru ciśnienia w ogumieniu z rozpoznawaniem położenia koła i bez jego rozpoznawania.
4. Wymień podstawowe elementy czujnika ciśnienia w ogumieniu oraz funkcje tych elementów.
5. Omów zasadę działania układu nadzoru ciśnienia w ogumieniu.
6. Jaką funkcję w układzie nadzoru ciśnienia w ogumieniu pełni zaworek powietrza w kołach?
7. Wymień metody oceny stanu technicznego układu nadzoru ciśnienia w ogumieniu i jego poszczególnych elementów.
8. W jaki sposób można sprawdzić wskazania czujnika nadzoru ciśnienia w ogumieniu?
9. Podaj sposób sprawdzenia działania czujnika ciśnienia w układzie nadzoru ciśnienia w ogumieniu.

10.6

Diagnozowanie układów wentylacji i ogrzewania wnętrza oraz klimatyzacji

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie zadania spełniają układy ogrzewania i klimatyzacji
- jak działają układy wentylacji, ogrzewania wnętrza i klimatyzacji
- jakie pomiary obejmuje diagnozowanie układu elektronicznego sterowania układu klimatyzacji i ogrzewania wnętrza

10.6.1. Układy wentylacji i ogrzewania wnętrza oraz klimatyzacji

Wszystkie samochody wyposażone są w układ wentylacji i ogrzewania wnętrza, a większość również w układ klimatyzacji. Są to układy komfortu, których zadaniem jest zapewnienie wymiany powietrza oraz odpowiednich warunków cieplnych we wnętrzu samochodu bez względu na temperaturę otoczenia. Wymaga to zimą ogrzewania powietrza podawanego do kabiny samochodu, a latem jego chłodzenia. Zadania te spełnia układ ogrzewania i układ klimatyzacji.

W samochodach stosuje się zintegrowany układ klimatyzacji i ogrzewania wnętrza, który umożliwia:

- utrzymanie nastawionej (optymalnej) temperatury we wnętrzu kabiny samochodu, niezależnie od warunków panujących na zewnątrz pojazdu,
- zapewnienie odpowiedniej widoczności przez wyeliminowanie zaparowywania szyb,
- dostarczenie do wnętrza pojazdu oczyszczonego i pozbawionego nieprzyjemnych zapachów powietrza,
- zmniejszenie natężenia hałasu docierającego z zewnątrz do kabiny samochodu.

Oba układy zapewniają nie tylko większy komfort, ale także zwiększają bezpieczeństwo jazdy. W optymalnych dla człowieka warunkach termoklimatycznych wzrasta zdolność koncentracji, a więc i szybkość reakcji na zmieniające się warunki drogowe.

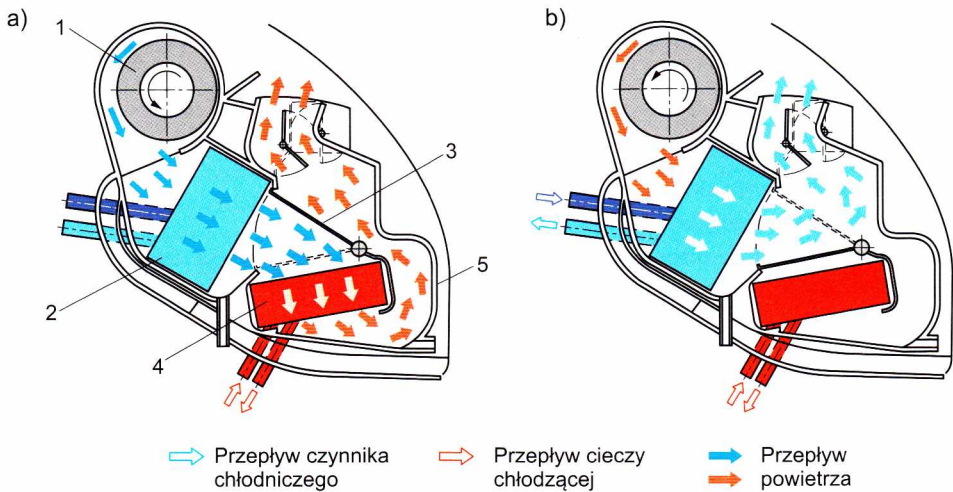
Integracja tych układów polega na tym, że oba mają wspólne elementy, pełniące podobne funkcje w zależności od warunków otoczenia i żądania użytkownika pojazdu. Omówimy to na przykładzie zintegrowanego układu pokazanego na rysunku 10.31 (s. 290).

Kiedy temperatura powietrza we wnętrzu samochodu jest za niska (np. zimą), włączamy układ ogrzewania. Powietrze zasysane z zewnątrz przez dmuchawę powietrza 1 przepływa najpierw przez parownik 2 (niepracującej instalacji chłodniczej układu klimatyzacji), a następnie przez nagrzewnicę 4. Przez nagrzewnicę przepływa gorący płyn chłodzący, który oddaje część ciepła znacznie zimniejszemu powietrzu z zewnątrz i powoduje jego ogrzanie. Ciepłe powietrze przez układ kanałów i przesłon 6 jest kierowane w różne strefy samochodu (np. na szybę przednią, szyby boczne, nogi).

Kiedy temperatura w środku samochodu jest zbyt wysoka, włączamy układ klimatyzacji. Powoduje to przede wszystkim załączenie do pracy instalacji chłodniczej, wypełnionej

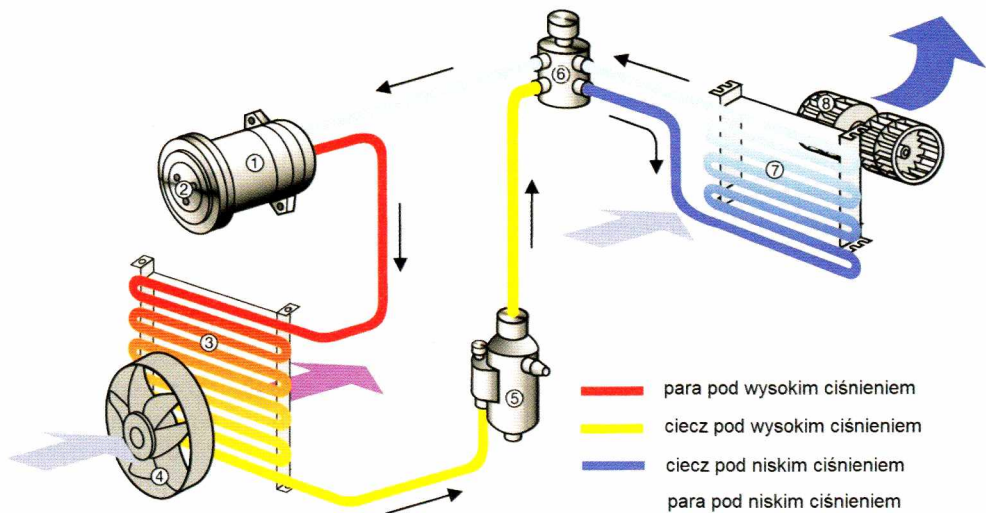
zazwyczaj czynnikiem R-134a. Schemat obiegu czynnika chłodniczego, na przykładzie najczęściej stosowanej instalacji chłodniczej z zaworem rozprężnym, pokazano na rysunku 10.32.

Działanie układu. Czynniki chłodniczy w postaci pary pod niskim ciśnieniem zasysany jest przez sprężarkę 1, która go spręża, zwiększając jego ciśnienie i temperaturę (do 60–90°C).



Rys. 10.31. Schemat wspólnej części układów ogrzewania i klimatyzacji podczas: a) ogrzewania wnętrza samochodu, b) chłodzenia wnętrza samochodu

1 – dmuchawa, 2 – parownik, 3 – przesłona termiczna w położeniu kierowania całego strumienia powietrza do kabiny przez nagrzewnicę – rys. a) oraz z pominięciem nagrzewnicy – rys. b), 4 – nagrzewnica układu chłodzenia silnika, 5 – obudowa, 6 – przesłona



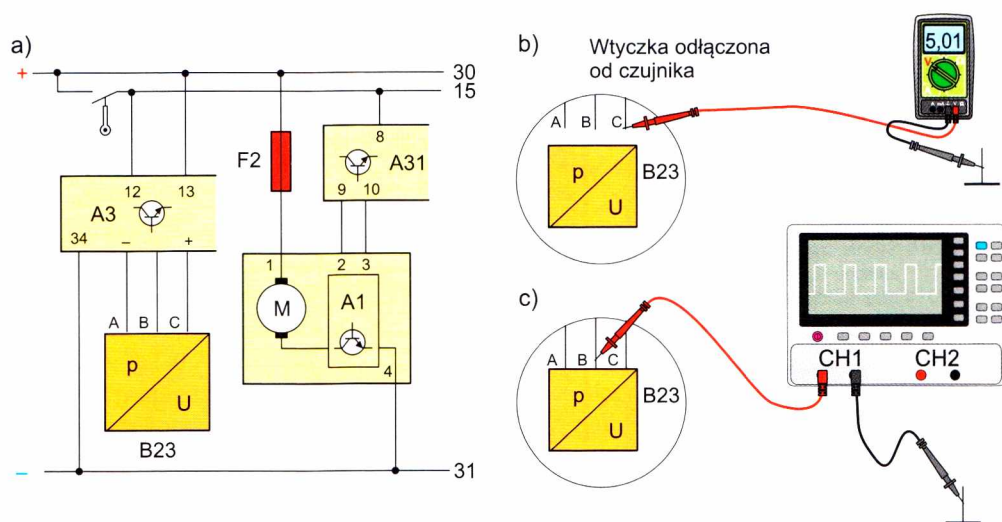
Rys. 10.32. Schemat obiegu czynnika chłodniczego oraz powietrza w układzie klimatyzacji z zaworem rozprężnym

1 – sprężarka, 2 – sprzęgło elektromagnetyczne, 3 – skraplacz, 4 – wentylator, 5 – filtr-osuszacz, 6 – zawór rozprężny, 7 – parownik, 8 – dmuchawa

Tak przygotowany czynnik trafia do skraplacza 3, umieszczonego przed chłodnicą układu chłodzenia. Skraplacz jest omywany przez powietrze atmosferyczne, którego temperatura jest niższa od temperatury czynnika chłodniczego. Część ciepła z czynnika chłodniczego przekazywana jest do otoczenia, w wyniku czego temperatura czynnika obniża się o 8–10°C i następuje jego skroplenie. Czynnik w stanie ciekłym trafia do filtra-osuszacza 5, gdzie zostaje oczyszczony z cząstek stałych (głównie produktów zużycia sprężarki). Z filtra kierowany jest do zaworu rozprężnego 6, gdzie rozprężony jest do ciśnienia parowania. Rozprężaniu czynnika w parowniku towarzyszy spadek jego temperatury do kilku stopni poniżej 0°C. Tłoczone przez dmuchawę 8 układu klimatyzacji ciepłe powietrze omywa ścianki parownika, oddając część ciepła do zimnego czynnika chłodniczego, który całkowicie odparowuje i zostaje zassany przez sprężarkę. Schłodzone w wyniku kontaktu z zimnym parownikiem powietrze jest podawane do wnętrza samochodu.

Powietrze tłoczone przez dmuchawę (1 na rys. 10.31) po przejściu przez parownik ma temperaturę ok. 0°C. Aby nie było zbyt zimne, jego część (w zależności od położenia przesłony termicznej 3) kierowana jest do nagrzewnicy. W rezultacie temperatura powietrza podawanego do wnętrza samochodu przy temperaturze powietrza otoczenia 20–25°C i sprawnym układzie klimatyzacji wynosi 5–10°C.

Skuteczność instalacji chłodniczej zależy od odpowiedniej ilości czynnika chłodniczego oraz sprawności wentylatora (skraplacza) i dmuchawy (parownika). Zbyt mała ilość czynnika chłodniczego oznacza niedostateczne smarowanie sprężarki, dlatego dla ochrony przed uszkodzeniem ma ona zabezpieczenia, wykluczające jej załączenie w takim przypadku oraz wyłączające napęd (przez rozłączenie sprzęgła elektromagnetycznego) przy zbyt dużym ciśnieniu czynnika chłodniczego w instalacji. Dawniej zabezpieczeniem były presostaty (wyłączniki ciśnieniowe), a obecnie standardowym rozwiązaniem jest czujnik mierzący ciśnienie czynnika chłodniczego w instalacji chłodniczej, podłączony do sterownika silnika (rys. 10.33).



Rys. 10.33. Schemat podłączenia do sterownika silnika (A3) czujnika ciśnienia czynnika chłodniczego B23 (a) oraz pomiar napięcia zasilania czujnika ciśnienia (b) i sygnału wyjściowego z czujnika (c)

10.6.2. Ocena stanu układów wentylacji i ogrzewania wnętrza oraz klimatyzacji

Diagnostowanie instalacji chłodniczej obejmuje między innymi:

- sprawdzenie temperatury powietrza wydmuchiwanego z kratki wentylacyjnych,
- kontrolę szczelności i ciśnienia czynnika chłodniczego w obwodzie niskiego i wysokiego ciśnienia (instalacji chłodniczej włączonej i wyłączonej).

Jeżeli układ klimatyzacji jest szczelny i znajduje się w nim wymagana ilość czynnika chłodniczego wraz z olejem smarującym, ale mimo to nie można go uruchomić lub wykazuje nieprawidłowości w działaniu, należy **skontrolować układ elektronicznego sterowania klimatyzacją** lub **układ dystrybucji powietrza**. Zakres kontroli zależy od budowy układu, a także zastosowanych przez producenta elementów sterujących wydatkiem powietrza i zabezpieczających układ przed uszkodzeniem.

W takim przypadku sprawdzamy przede wszystkim:

- obwód włączania sprzęgła elektromagnetycznego napędu sprężarki (dotyczy to sprężarki bez regulacji wydajności);
- obwód zaworu elektromagnetycznego (dotyczy to sprężarki o regulowanej wydajności);
- obwody zabezpieczające sprężarkę przed uruchomieniem w przypadku niewłaściwego ciśnienia czynnika chłodniczego.


Stan techniczny elementów (obwodów) **elektronicznego sterowania układem klimatyzacji** oceniamy wstępnie za pomocą testerów diagnostycznych. Najpierw odczytujemy kody usterek (rys. 10.34a), wykryte i zapisane w pamięci sterownika przez system autodiagnostyki. Na tym etapie diagnozowania sterowników układu klimatyzacji podłączonych do magistrali CAN wykluczamy usterki magistrali i brak komunikacji między sterownikiem układu klimatyzacji a np. sterownikiem silnika.

Następny etap to sprawdzanie działania poszczególnych elementów układu (np. wskazanych przez kod usterki) na podstawie analizy bieżących wartości parametrów poszczególnych czujników.

a) DTCs (4)

1297 – Czujnik temperatury powietrza (przy podłodze) – Zwarcie z biegunem dodatnim lub obwód przerwany – Stały
1206 – Sygnał czasu po wyłączeniu zapłonu – Nieprawidłowość – Stały
797 – Czujnik światła słonecznego – Zwarcie z biegunem dodatnim lub obwód przerwany – Stały
1273 – Dmuchawa powietrza – Nieprawidłowość – Stały

b) Wysterowanie podzespołu

Informacja o klimatyzacji A/C	
Zawór cyrkulacji	
Wyświetlacz	Silnik dmuchawy – 7,2 V
Zawór odcięcia ogrzewania	
Silnik dmuchawy – 2,4 V	
Silnik dmuchawy – 7,2 V	
Silnik dmuchawy – 12 V	
Kłapa kanału mieszania powietrza – ...	
Kłapa kanału mieszania powietrza – ...	
Kłapa kanału mieszania powietrza – 1	
Kłapa nawiewu do wnętrza pojazdu – ...	
Kłapa nawiewu do wnętrza pojazdu – 1	
Kłapa nawiewu na nogi – 0,2	
Kłapa nawiewu na nogi – 0,6	
Kłapa nawiewu na nogi – 1	
Kłapa nawiewu odmrażania szyby – ...	
Kłapa nawiewu odmrażania szyby – ...	
Kłapa nawiewu odmrażania szyby – 1	
Sprężarka	

Rys. 10.34. Przykładowe kody usterek (a) oraz przykładowa lista komponentów układu klimatyzacji (b) możliwych do skontrolowania za pomocą testera diagnostycznego

Kontrola elementów wykonawczych polega głównie na sprawdzeniu ich działania. Sposób przeprowadzania takiej kontroli można przedstawić, posługując się przykładem. Zwiększaniu nastawy wydatku dmuchawy powietrza powinien towarzyszyć wzrost wartości napięcia zasilającego dmuchawę. Przesłony rozdziału powietrza pobudzamy do działania przez zmianę ich nastaw za pomocą pokręteł lub panelu sterowania. Włączenie układu recyrkulacji powietrza powinno spowodować zmianę sygnału wyjściowego z czujnika położenia tej przesłony. Z kolei przesłonę termiczną 3 (kierującą mniejszy lub większy strumień powietrza na nagrzewnicę – patrz rys. 10.31) sprawdzamy, zmieniając żadaną temperaturę w kabinie samochodu. Zarówno zwiększanie, jak i zmniejszanie temperatury powinno wymusić zmianę położenia przesłony obserwowanej z wykorzystaniem testera oraz zmianę temperatury powietrza (odpowiednio powinno być ono cieplejsze lub chłodniejsze).

Diagnoskopy umożliwiają również inny sposób kontroli stanu silniczków otwierających i zamykających poszczególne przesłony oraz ich czujników położenia. Polega on na pobudzeniu silniczków i czujników położenia do określonego zachowania (rys. 10.34b s. 292) i obserwowaniu zmian wskazań. Uzyskane w ten sposób informacje sprawdzamy, mierząc napięcie zasilania poszczególnych elementów lub ich obwodów elektrycznych (np. przy sprawdzaniu ciągłości przewodów) za pomocą miernika uniwersalnego. Konieczna jest do tego szczegółowa informacja techniczna, dotycząca np. wartości parametrów kontrolnych i umiejscowienia poszczególnych elementów układu w samochodzie.

Najczęstsze przyczyny braku załączenia napędu sprężarki bez regulacji wydajności to:

- uszkodzony wyłącznik ciśnieniowy (presostat) sprężarki,
- uszkodzony czujnik ciśnienia czynnika chłodniczego,
- uszkodzony czujnik temperatury chroniący parownik przed zamrożeniem,
- niesprawny przekładnik zasilania sprężarki lub uszkodzone sprzęgło elektromagnetyczne sprężarki.

W układach ze sprężarką z regulacją wydajności za pomocą zaworu elektromagnetycznego przyczyną braku możliwości wytworzenia przez nią ciśnienia, mimo napędu z wału korbowego silnika, może być przerwany obwód zaworu sterowania wydajnością sprężarki lub niesprawność cewki tego zaworu (np. zwarcie wewnętrzne).

Stan sprzęgła elektromagnetycznego sprężarki sprawdzamy po odłączeniu wtyczki połączeniowej, mierząc rezystancję cewki sprzęgła za pomocą miernika. Wynik porównujemy z danymi kontrolnymi podanymi przez producenta. W sprężarkach samochodów osobowych rezystancja wynosi zazwyczaj 3–5 Ω , a w sprężarkach montowanych w pojazdach z instalacją 24 V – 10–12 Ω .

Jeżeli po załączeniu układu klimatyzacji do pracy przy użyciu panelu sterującego sprzęgło elektromagnetyczne sprężarki zasilane jest napięciem minimum 11 V, a sprężarka nie podejmuje pracy, wskazuje to na uszkodzenie sprzęgła (cewki) lub zbyt dużą szczelinę między kołem pasowym i tarczą sprzęgła. Powinna ona wynosić, w zależności od rodzaju sprężarki, 0,2–0,7 mm.

Niektóre sprężarki można uruchomić za pomocą diagnostyki. Pozytywny wynik takiego testu (praca sprężarki) wskazuje, że przyczyną wcześniejszych trudności z jej załączeniem do pracy był układ zabezpieczający sprężarkę przed uszkodzeniem. Jeżeli podejrzewamy, że stało się tak z powodu zbyt małej ilości czynnika chłodniczego, należy skontrolować wyłączniki ciśnieniowe (presostaty) lub czujnik ciśnienia, umieszczone w obwodzie wysokiego ciśnienia instalacji chłodniczej.

Stan wyłącznika ciśnieniowego (presostatu) układu klimatyzacji **oceniaamy przez mostkowanie** (połączenie) odpowiednich styków (zgodnie ze schematem elektrycznym) we

wtyczce łączącej sterownik z presostatem. W wyniku mostkowania wyłącznik ciśnieniowy przesyła do sterownika informację, że ciśnienie czynnika chłodniczego ma wymaganą wartość (większą niż 0,12–0,26 MPa, tj. 1,2–2,6 bara i mniejszą niż 2,2–3,2 MPa, tj. 22–32 barów, w zależności od układu), zezwalającą sterownikowi na włączenie sprężarki. Jeśli nastąpi uruchomienie układu (włączenie sprężarki), należy wymienić uszkodzony wyłącznik ciśnieniowy (presostat).

W analogiczny sposób można sprawdzić działanie wyłącznika ciśnieniowego uruchamiania obwodu sterowania (włączania) dodatkowym wentylatorem lub przez zwiększenie prędkości obrotowej wentylatora stanowiącego element układu klimatyzacji. W starszych układach jest to przeprowadzane bezpośrednio przez presostat (z wykorzystaniem przełącznika), a w nowszych czujnik przesyła informację o ciśnieniu czynnika chłodniczego do sterownika silnika (układu klimatyzacji), który na jej podstawie włącza i/lub przełącza prędkość obrotową wentylatora (wentylatorów).

Na presostacie trójfunkcyjnym podana jest wartość ciśnienia (w MPa), po przekroczeniu której następuje włączenie dodatkowego wentylatora skraplacza lub podwyższenie prędkości obrotowej włączonego już wentylatora. Jeżeli układ z takim presostatem pracuje nieprawidłowo z powodu niedostatecznego przepływu powietrza przez skraplacz, należy skontrolować działanie presostatu. Połączenie (mostkowanie) odpowiednich styków we wtyczce presostatu powinno spowodować włączenie sprężarki. Jeśli tak się nie stanie, należy sprawdzić odpowiedni obwód elektryczny.

W silnikach z jednym wentylatorem (wspólnym dla układu chłodzenia silnika i układu klimatyzacji) załączenie układu klimatyzacji do pracy powinno zawsze powodować włączenie napędu wentylatora. Jeżeli tak nie jest, należy sprawdzić obwód elektrycznego zasilania i obwód sterowania prędkością obrotową wentylatora.

Obecnie w układach klimatyzacji zamiast wyłączników ciśnieniowych (presostatów) stosowane są **czujniki** przesyłające do sterownika informacje o wartości **ciśnienia czynnika chłodniczego** w obwodzie wysokiego ciśnienia instalacji chłodniczej. Informacja ta ma postać sygnału o zmiennym współczynniku wypełnienia. Sprawdzenie tego czujnika obejmuje:

- kontrolę napięcia zasilania czujnika oraz jego połączenia z masą,
- sprawdzenie sygnału wyjściowego z czujnika.

Kontrolę napięcia zasilania czujnika (dla czujnika pokazanego na rys. 10.33 s. 291) przeprowadzamy, podłączając przewód dodatni multimetru do styku C w odłączonej od czujnika wtyczce, a przewód ujemny do masy pojazdu. Zmierzona w ten sposób, przy załączonym zapłonie, wartość napięcia powinna być zgodna z wymaganą (+5 V). Połączenie z masą sprawdzamy, podłączając przewód dodatni multimetru do styku A oraz do zacisku dodatniego akumulatora. Multimetr powinien pokazać wartość napięcia zbliżoną do napięcia akumulatora.

Wartość sygnału wyjściowego mierzymy oscyloskopem (lub multimetrem z odpowiednią funkcją pomiarową). Przewód dodatni podłączamy do styku B (rys. 10.33c s. 291) wtyczki podłączonej do czujnika, a końcówkę masową do masy pojazdu lub styku A we wtyczce. Zmierzoną wartość współczynnika wypełnienia sygnału pomiarowego porównujemy z wartością podaną w charakterystyce czujnika (rys. 10.35 s. 295).

Inne czujniki układu klimatyzacji (np. położenia przesłon, temperatury powietrza otoczenia, temperatury parownika) sprawdzamy w taki sam sposób jak np. czujniki w układach silnika. Czujniki temperatury otoczenia (zewnątrznej) czy powietrza na wyjściu z parownika kontroluje się tak, jak np. czujniki temperatury płynu chłodzącego. Podstawowe pomiary obejmują sprawdzenie ich rezystancji, napięcia zasilania oraz ciągłości przewodów.



Rys. 10.35. Przykładowa charakterystyka czujnika ciśnienia czynnika chłodniczego w układzie klimatyzacji

Czujnik nasłonecznienia kontrolujemy przez porównanie jego wskazań przy różnym oświetleniu. Najczęściej wymusza się wtedy zmianę wskazań czujnika, oświetlając go lampą o mocy np. 5 W lub zasłaniając czujnik (jeśli w chwili przeprowadzania kontroli jest oświetlony silnymi promieniami słonecznymi). Jeżeli czujnik jest sprawny, obserwujemy zmianę wartości jego sygnału wyjściowego, podawanej w procentach lub w W/m^2 .

Kontrola dmuchawy układu klimatyzacji (i zarazem układu wentylacji oraz ogrzewania wnętrza – rys. 10.33 s. 291) obejmuje sprawdzenie:

- ciągłości przewodów łączących dmuchawę z instalacją elektryczną,
- ciągłości przewodów łączących sterownik dmuchawy ze sterownikiem silnika i masą pojazdu (sterownik dmuchawy),
- napięcia zasilania silnika dmuchawy i jej sterownika,
- sygnału sterującego dmuchawą wysyłanego przez sterownik silnika.

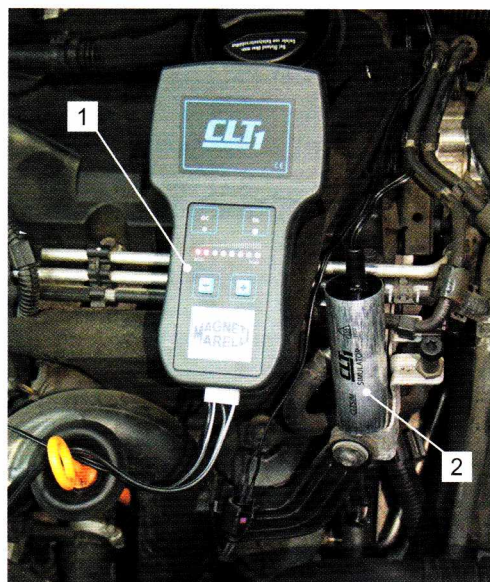
Pomiar napięcia zasilania sterownika dmuchawy wykonujemy na styku 4. sterownika (rys. 10.33a), a zasilania silnika dmuchawy – na styku 1. silnika. Podłączamy do nich przewód dodatni (czerwony) multimetru, a przewód masowy do masy pojazdu. Jeżeli brak jest napięcia, sprawdzamy ciągłość przewodów zgodnie ze schematem połączeń elektrycznych oraz stan przekaźnika sterującego.

Sprawdzenie działania zaworu elektromagnetycznego sprężarki o regulowanej wydajności wykonujemy, mierząc rezystancję cewki zaworu (lub badając sygnał sterujący zaworem elektromagnetycznym), temperaturę powietrza w kratkach nawiewu oraz ciśnienie czynnika chłodniczego w obwodzie niskiego ciśnienia.

Pomiar sygnału sterującego zaworem przeprowadzamy za pomocą testera diagnostycznego lub oscyloskopu. **Diagnoskopy** najczęściej pokazują średnią wartość prądu pobieranego przez zawór. Oscyloskopem (lub miernikiem uniwersalnym) mierzymy wartość współczynnika wypełnienia sygnału sterującego. Gdy układ klimatyzacji jest włączony, przy zmianie parametrów jego pracy (np. temperatury w kabinie samochodu i prędkości obrotowej silnika) powinniśmy obserwować zmianę natężenia prądu zasilającego zawór w zakresie od 0,2 do 0,7 A (oraz wartości współczynnika wypełnienia w przedziale 20–80%).

Oceny pracy zaworu (sprężarki) również możemy dokonać bez użycia diagnostycznego, za pomocą odpowiedniego **urządzenia testowego** (rys. 10.36):

- 1) urządzenie podłączamy do gniazda zaworu sprężarki;
- 2) w celu zabezpieczenia przed wykryciem przez system samodiagnostyki odłączenia wtyczki zaworu podłączamy do niej odpowiedni symulator obciążenia;



Rys. 10.36. Tester do sprawdzania zaworu elektromagnetycznego sprężarki

1 – jednostka pomiarowo-sterująca podłączona do zaworu sprężarki i akumulatora, 2 – symulator obciążenia sprężarki podłączony do wtyczki odłączonej od zaworu sprężarki

3) za pomocą przycisków sterujących urządzenia + i – (rys. 10.36) powodujemy zmianę sygnału sterującego; jednocześnie obserwujemy zmianę ciśnienia czynnika chłodniczego oraz temperatury wydmuchiwanego powietrza.

Prawidłowo działający zawór elektromagnetyczny sprężarki wraz ze wzrostem natężenia prądu (wartości współczynnika wypełnienia sygnału sterującego) powinien spowodować:

- spadek temperatury powietrza w kratkach wylotowych do wartości ok. 3°C (od wartości największej),
- spadek ciśnienia czynnika chłodniczego w obwodzie niskiego ciśnienia instalacji chłodniczej od 0,3 MPa (3 bary) do 0,15 MPa (1,5 bara).

Jeżeli reakcja układu klimatyzacji, a dokładniej temperatura wydmuchiwanego powietrza oraz ciśnienie czynnika w obwodzie niskiego ciśnienia są znacznie wyższe niż wartości referencyjne lub nie obserwuje się ich zmiany, wskazuje to na niesprawność zaworu lub sprężarki.

Do diagnozowania elementów toru elektronicznego sterowania klimatyzacją potrzebujemy dokumentacji układu (schematu elektrycznego, rozmieszczenia elementów, parametrów kontrolnych) oraz wiedzy o działaniu diagnozowanego układu. Informacji tego rodzaju dostarczają przede wszystkim programy warsztatowe do wspomaganie procesu diagnozowania.

PYTANIA I POLECENIA

1. W jaki sposób można sprawdzić działanie czujnika ciśnienia układu klimatyzacji?
2. W jaki sposób kontrolujemy działanie presostatów (wyłączników ciśnieniowych instalacji chłodniczej)?
3. Jak sprawdzamy działanie czujnika nasłonecznienia?
4. Na czym polega ocena zaworu elektromagnetycznego sprężarek o regulowanej wydajności?
5. Na czym polega kontrola układu elektronicznego sterowania układem klimatyzacji wykonywana za pomocą testera diagnostycznego?
6. W jaki sposób sprawdzamy stan techniczny przesłon rozdzielu powietrza oraz czujników temperatury (zewnątrznej, parownika itp.)?
7. Jak można wstępnie określić stan sprzęgła elektromagnetycznego sprężarki?
8. W jaki sposób sprawdzamy działanie dmuchawy powietrza?

ZAPAMIĘTAJ

Diagnozowanie czujników prędkości obrotowej kół obejmuje sprawdzenie stanu impulsatora, ciągłości przewodów łączących czujnik ze sterownikiem układu ABS oraz pomiar wielkości charakterystycznych dla danego typu czujnika. **Nie wolno mierzyć rezystancji czujników hallotronowych i magneto-rezystancyjnych za pomocą miernika – grozi to uszkodzeniem tych czujników.**

Kontrola czujników ciśnienia w ogumieniu obejmuje przede wszystkim sprawdzenie prawidłowości ich wskazań oraz sprawdzenie komunikacji (łączności – przewodowej i bezprzewodowej) między elementami układu TPMS.

Sprawdzenie układu wycieraczek samochodowych obejmuje pomiary elektrycznego zasilania i stanu technicznego silnika wycieraczek oraz kontrolę elementów jego układu sterowania.

Elementy toru elektronicznego sterowania (czujniki, elementy wykonawcze) układu klimatyzacji i ogrzewania wnętrza diagnozujemy wstępnie za pomocą testera diagnostycznego, a w dalszej kolejności wykonujemy szczegółowe pomiary charakterystycznych wielkości elektrycznych danego elementu oraz sprawdzenie ciągłości przewodów dochodzących do tych elementów.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Porównaj diagnozowanie czujników prędkości kół: indukcyjnego, hallotronowego i magneto-rezystancyjnego.
2. Czy można dokonać pomiaru rezystancji czujnika hallotronowego i magneto-rezystancyjnego? Uzasadnij swoją odpowiedź.
3. W jaki sposób kontrolujemy stan czujnika kąta skręcenia koła kierownicy?
4. Wymień rodzaje czujników położenia koła kierownicy.
5. Podaj ogólne zasady wykonywania pomiarów elektrycznych elementów układu poduszek gazowych i napinaczy pasów.
6. Czy można przeprowadzić bezpośrednią kontrolę rezystancji zapalnika poduszki gazowej? Uzasadnij swoją odpowiedź.
7. Podaj ogólny zakres kontroli układu wycieraczek samochodu.
8. Wyjaśnij zasadę działania czujnika deszczu. Jaką funkcję spełnia ten czujnik?
9. Wymień sposoby kontroli ciśnienia w ogumieniu kół pojazdu.
10. W jaki sposób dane o ciśnieniu w poszczególnych kołach przekazywane są na deskę rozdzielczą samochodu?
11. Omów budowę i przeznaczenie elementów składowych czujnika ciśnienia w ogumieniu.
12. Jakie pomiary obejmuje kontrola czujnika ciśnienia w ogumieniu?
13. Jaką rolę w układzie sterowania klimatyzacją spełniają presostaty (wyłączniki ciśnieniowe) oraz czujniki ciśnienia czynnika chłodniczego układu klimatyzacji?
14. Podaj zakres kontroli działania podstawowych czujników układu klimatyzacji: ciśnienia czynnika chłodniczego, temperatury parownika i czujnika nasłonecznienia.
15. W jaki sposób kontrolujemy sprzęgło elektromagnetyczne napędu sprężarki?
16. Podaj sposoby sprawdzenia zaworu elektromagnetycznego regulacji wydajności sprężarki.

LITERATURA

- [1] M. Dąbrowski, S. Kowalczyk, G. Trawiński, *Diagnostyka pojazdów samochodowych*, WSiP, Warszawa 2013.
- [2] U. Deh, *Klimatyzacja w samochodzie*, Warszawa, WKŁ 2000.
- [3] J. Dyszy, *Poduszki powietrzne na wiele sposobów*, „Auto Moto Serwis” nr 10/2012.
- [4] J. Dyszy, *Koniec kopania w oponę, część 1.*, „Auto Moto Serwis” nr 10/2011.
- [5] J. Dyszy, *Koniec kopania w oponę, część 2.*, „Auto Moto Serwis” nr 11/2011.
- [6] P. Fundowicz, B. Michałowski, M. Radzimierski, *Podstawy elektrotechniki i elektroniki samochodowej*, WSiP, Warszawa 2007.
- [7] A. Gajek, Z. Juda, *Czujniki*, WKŁ, Warszawa 2008.
- [8] B. Gaziński (red.), *Klimatyzacja pojazdów samochodowych*, Poznań, SYSTHERM 2009.
- [9] A. Herner, H.J. Riehl, *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*, Warszawa, WKŁ 2003.
- [10] T. Hinz, *Układy klimatyzacji. Budowa i obsługa*, „Poradnik Serwisowy” nr 1/2009.
- [11] I. Horowski, *Ciśnienie w ogumieniu pod kontrolą*, „Serwis Motoryzacyjny” nr 9/2
- [12] P. Kozak, *Klimatyzacja. Działanie i serwisowanie*, „Poradnik Serwisowy” nr 2/2004.
- [13] M. Lauer, *Dobre ciśnienie*, „AutoEXPERT” nr 10/2012.
- [14] B. Masłowska, *System TPMS w praktyce*, „Autonaprawa”, maj 2012.
- [15] A. Mazurek, *Samochodowe pasy bezpieczeństwa*, „Auto Moto Serwis” nr 11/2009.
- [16] J. Ocioszyński, *Elektrotechnika i elektronika pojazdów samochodowych*, WSiP, Warszawa 1996.
- [17] K. Pacholski, *Elektryczne i elektroniczne wyposażenie pojazdów samochodowych, część 1. Wyposażenie elektryczne i elektromechaniczne*, WKŁ, Warszawa 2013.
- [18] U. Rokosch, *Poduszki gazowe i napinacze pasów*, Warszawa, WKŁ 2003.
- [19] Z. Rudak, *Diagnostyka automatycznej klimatyzacji*, „Serwis Motoryzacyjny” nr 3/2010.
- [20] Z. Rudak, *Diagnozowanie systemu bezpieczeństwa biernego*, „Auto Moto Serwis” nr 3/2009.
- [21] Z. Rudak, *Hella radzi. Klimatyzacja nie działa*, „Auto Moto Serwis” nr 4/2012.
- [22] Z. Rudak, *Sprężarki bezsprzęgłowe w układach klimatyzacji*, „Auto Moto Serwis” nr 4/2011.
- [23] Z. Rudak, *Wykrywanie usterek układu klimatyzacji*, „Auto Moto Serwis” nr 5/2011.
- [24] K. Trzeciak, *Dlaczego nie chłodzi?*, „Serwis Motoryzacyjny” nr 3/2010.
- [25] L. Wrzask, Z. Juszczyk, *Elektrotechnika i elektronika w samochodach*, Wydawnictwo KaBe, Krosno 2009.
- [26] *Asystent monitorowania ciśnienia w oponach dla każdego*, „Auto Moto Serwis” nr 4/2008.
- [27] *Czujniki w pojazdach samochodowych*, seria „Informator techniczny Bosch”, WKŁ, Warszawa 2002
- [28] *Czujniki w pojazdach samochodowych*, seria „Informator techniczny Bosch”, WKŁ, Warszawa 2009.
- [29] *Elektromechaniczne wspomaganie układu kierowniczego z dwoma zębnikami. Budowa i zasada działania*, „Zeszyt do samodzielnego kształcenia” nr 317, VW.
- [30] *Komfort w karoserii. Naprawa i diagnostyka systemów elektroniki karoseryjnej*, „AutoEXPERT” nr 12/2012.
- [31] *Kompleksowy system bezpieczeństwa. Pirotechniczna ochrona pasażerów*, „AutoEXPERT” nr 10/2006.
- [32] *Kontrola stanu ogumienia*, „AutoEXPERT” nr 6/2006.
- [33] *Niewidzialni pomocnicy, część 2.*, „AutoEXPERT” nr 7–8/2011.
- [34] *Opona pod ciśnieniem*, „AutoEXPERT” nr 2/2011.
- [35] *Poradnik diagnozowania klimatyzacji w samochodach*, Bosch.
- [36] *Uwaga, złapałeś gumę*, „Nowoczesny Warsztat” nr 10/2008.
- [37] *Materiały firm: Bosch, Delphi, Federal Mogul/Beru, Hella, Magneti-Marelli, Texa, TRW, WEGA.*

11. Diagnostyka instalacji oświetlenia samochodu

- Rodzaje świateł stosowane w pojazdach samochodowych
- Charakterystyka instalacji oświetlenia
- Nowe rodzaje oświetlenia samochodu
- Diagnozowanie instalacji oświetlenia samochodu

11.1

Rodzaje świateł stosowane w pojazdach samochodowych

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie światła są stosowane w pojazdach samochodowych

Samochody mają rozbudowaną instalację oświetlenia, która stanowi istotną część instalacji elektrycznej samochodu. Jej prawidłowe działanie ma szczególnie duże znaczenie dla bezpieczeństwa ruchu samochodu.

Światła samochodowe, w zależności od ich przeznaczenia, możemy podzielić na zewnętrzne i wewnętrzne.

Światła wewnętrzne są przeznaczone do oświetlenia:

- wnętrza samochodu,
- zestawu wskaźników kontrolno-pomiarowych,
- bagażnika i schowków,
- komory silnika,
- panelu radiowego,
- dyskretnego wewnętrznego oświetlenia klamek, przycisków itp.

Światła tego rodzaju muszą spełniać znacznie mniejsze wymagania niż światła oświetlenia zewnętrznego. Najczęściej rozróżnia się trzy klasy oświetlenia wewnętrznego – A, B i C, w zależności od wartości światłości.

Światła zewnętrzne mają strumień świetlny skierowany na zewnątrz pojazdu. Ich zadaniem jest oświetlenie:

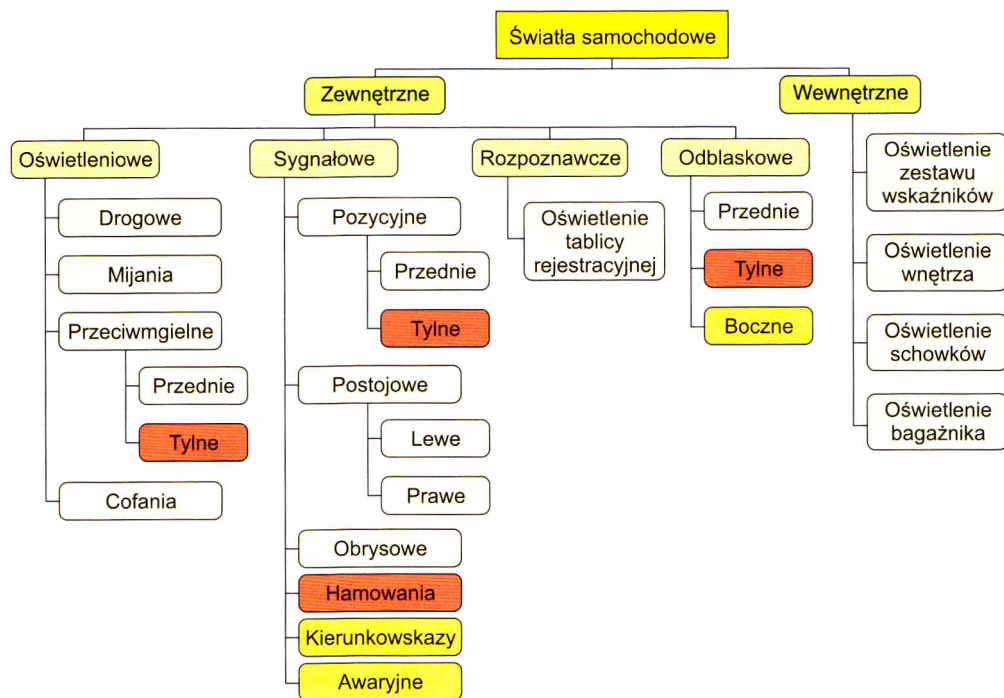
- drogi przed pojazdem,
- otoczenia pojazdu,
- przekazanie informacji o pozycji, stanie ruchu oraz wielkości (zwłaszcza szerokości i długości) pojazdu.

Światła zewnętrzne możemy podzielić na:

- oświetleniowe, przeznaczone do oświetlania drogi lub otoczenia pojazdu (np. światła drogowe, mijania, przeciwmgielne przednie, cofania);
- sygnałowe, przeznaczone do sygnalizacji obecności pojazdu i aktualnego lub zamierzonego stanu jego ruchu (np. światła pozycyjne, postojowe, obrysowe, hamowania, kierunku jazdy, awaryjne, przeciwmgielne tylne, ostrzegawcze błyskowe, dzienne);
- rozpoznawcze, przeznaczone do rozpoznawania rodzaju pojazdu (np. światła tablicy rejestracyjnej, światła uprzywilejowania – do rozpoznawania pojazdu uprzywilejowanego, światła tablic kierunkowych – do oświetlania tablicy kursowania pojazdu, światła rozpoznania charakteru pojazdu – np. POLICJA, TAXI);
- odbłaskowe, czyli światła (przednie, boczne i tylne) odbijające światło pochodzące z innych (obcych) źródeł, przeznaczone do ostrzegania o obecności pojazdu lub pojazdu i przyczepy pozostawionych bez włączonego oświetlenia.

Podstawowym zadaniem świateł zewnętrznych jest zapewnienie kierowcy odpowiedniej widoczności otoczenia (zwłaszcza drogi). Dobra widoczność zmniejsza zmęczenie fizyczne (głównie wzroku) i psychiczne kierowcy, szczególnie podczas długotrwałej jazdy. Światła muszą być tak dobrane, aby nie oślepiły innych uczestników ruchu drogowego, zwłaszcza kierowców pojazdów jadących w przeciwnym kierunku.

Podział świateł samochodowych przedstawiono na rysunku 11.1.



Rys. 11.1. Podział świateł samochodowych

Każdy pojazd drogowy, zgodnie z przepisami obowiązującymi w Unii Europejskiej, powinien być wyposażony w następujące **rodzaje świateł**:

- drogowe (nie dotyczy przyczep i naczip),
- mijania (nie dotyczy przyczep i naczip),
- pozycyjne przednie,
- pozycyjne tylne,
- kierunkowskazy,
- sygnalizacji hamowania,
- awaryjne (nie dotyczy motocykli),
- oświetlenia tylnej tablicy rejestracyjnej,
- cofania (nie dotyczy motocykli),
- przeciwmgielne tylne,
- obrysowe (w pojazdach o szerokości ponad 2,1 m).

Światła przeciwmgielne przednie, odblaskowe przednie i postojowe nie są obligatoryjne.

Światła tego samego rodzaju, umieszczone po obu stronach nadwozia, powinny być symetryczne w stosunku do podłużnej osi symetrii pojazdu i charakteryzować się takimi

samymi właściwościami świetlnymi (barwą światła i jasnością). Wymóg ten nie dotyczy świateł postojowych i tylnych przeciwmgielnych. Mogą one być umiejscowione tylko po lewej stronie nadwozia pojazdu.

Przepisy wymagają, by barwa świateł świecących w sposób ciągły była:

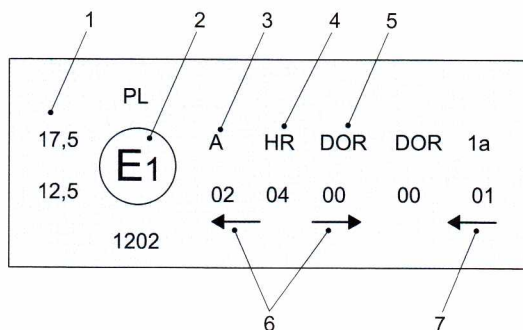
- **biała** lub **żółta selektywna** – światła umieszczone z przodu pojazdu, także odblaskowe;
- **czerwona** – światła umieszczone z tyłu pojazdu za wyjątkiem:
 - świateł cofania (barwa biała),
 - kierunkowskazów (barwa żółta),
 - oświetlenia tablicy rejestracyjnej (barwa biała);
- **żółta samochodowa** – światła umieszczonych z boku pojazdu.

Światła awaryjne i kierunkowskazy muszą mieć barwę żółtą samochodową i migać z częstotliwością 60–120 impulsów na minutę. Tylko te dwa rodzaje świateł mogą być światłami migającymi.

Oświetlenie samochodowe musi być zamontowane zgodnie z wymaganiami dotyczącymi jego rozmieszczenia w pojeździe i w taki sposób, aby różne rodzaje świateł wzajemnie na siebie nie oddziaływały.

Światła zewnętrzne samochodu muszą spełniać bardzo restrykcyjne wymagania, określone w odpowiednich regulaminach Europejskiej Komisji Gospodarczej ONZ. Najważniejsze z nich podano w tabeli 11.1.

Na szybach reflektorów świateł oświetleniowych, które przeszły procedurę homologacyjną (dopuszczenie do użytkowania) umieszczane są znormalizowane oznaczenia zawierające między innymi informacje o ich przeznaczeniu, miejscu homologacji, rodzaju reflektora i wartości światłości (rys. 11.2).



Rys. 11.2. Przykładowe oznaczenia na szybie reflektora

1 – liczba referencyjna (natężenie oświetlenia pojedynczego reflektora świateł drogowych), 2 – znak homologacji (1 oznacza, że dokonano jej w Niemczech), 3 – światła pozycyjne, 4 – światła mijania, 5 – ksenonowe światła drogowe i mijania, 6 – zastosowanie dla ruchu prawostronnego, 7 – zastosowanie dla ruchu prawostronnego

Tabela 11.1. Wybrane wymagania dotyczące świateł zewnętrznych pojazdów

Rodzaj świateł	Barwa świateł	Sygnal włączenia/działania	Inne wybrane wymagania
Drogowe	biała	obowiązkowy sygnal włączenia: świetlny, niemigający barwy niebieskiej	powinny dostatecznie oświetlić drogę na co najmniej 100 m przed pojazdem; światłość wszystkich świateł nie może być mniejsza niż 30 kcd (motocykl – 12,5 kcd) i nie większa niż 225 kcd (motocykl – 120 kcd)

Rodzaj świateł	Barwa świateł	Sygnał włączenia/działania	Inne wybrane wymagania
Mijania	biała	dopuszcza się sygnał włączenia: świetlny, niemigający barwy zielonej	powinny dostatecznie oświetlić drogę na co najmniej 40 m przed pojazdem i być asymetryczne
Kierunkowskazy	żółta samochodowa	obowiązkowy sygnał działania: świetlny, migający barwy zielonej lub akustyczny, albo oba jednocześnie	powinny migać z częstotliwością 90 ± 30 cykli/min; włączenie świateł może nastąpić z opóźnieniem nie większym niż 1 s., a pierwsze wyłączenie – z opóźnieniem nie większym niż 1,5 s
Hamowania	czerwona	dopuszcza się sygnał działania: świetlny, niemigający, zapalający się w razie niesprawności światła hamowania	powinno zapalać się w momencie uruchomienia hamulca roboczego; światłość musi być wyraźnie większa niż świateł pozycyjnych tylnych
Pozycyjne przednie	biała	obowiązkowy sygnał włączenia: świetlny, niemigający barwy zielonej; nie jest wymagany, jeśli oświetlenie tablicy rozdzielczej włącza się i wyłącza razem z tymi światłami	przy dobrej przejrzystości powietrza powinny być widoczne z co najmniej 300 m, jeśli są jedynymi włączonymi światłami pojazdu
Pozycyjne tylne	czerwona	obowiązkowy sygnał włączenia: świetlny, niemigający barwy zielonej; nie jest wymagany, jeśli oświetlenie tablicy rozdzielczej włącza się i wyłącza razem z tymi światłami	przy dobrej przejrzystości powietrza powinny być widoczne z co najmniej 300 m, jeśli są jedynymi włączonymi światłami pojazdu
Odblaskowe	czerwona – tylne biała – przednie żółta – boczne		powinny być widoczne w nocy przy dobrej przejrzystości powietrza z odległości co najmniej 150 m, jeśli są oświetlone światłem drogowym innego pojazdu
Przeciwmgielne przednie	biała lub żółta selektywna	obowiązkowy sygnał włączenia: świetlny, niemigający, barwy zielonej	powinny być włączane/wyłączane niezależnie od świateł mijania i drogowych
Cofania	biała	dopuszcza się sygnał włączenia	może się włączać tylko wtedy, gdy jest włączony bieg wsteczny, a urządzenie włączające silnik znajduje się w położeniu umożliwiającym jego pracę
Przeciwmgielne tylne	czerwona	obowiązkowy sygnał włączenia: świetlny, niemigający, barwy żółtej	światłość musi być wyraźnie większa niż świateł pozycyjnych tylnych

Rodzaj świateł	Barwa świateł	Sygnał włączenia/działania	Inne wybrane wymagania
Postojowe	czerwona – tylne biała – przednie żółta – boczne	dopuszcza się sygnał włączenia: świetlny barwy zielonej	powinno być możliwe włączenie świateł po jednej stronie pojazdu bez włączania jakiegokolwiek innego światła
Jazdy dziennej	biała		powinno włączać się automatycznie, kiedy urządzenie włączające silnik znajduje się w położeniu umożliwiającym jego pracę
Pozycyjne boczne	żółta samochodowa	dopuszcza się sygnał włączenia	powinny być widoczne w nocy przy dobrej przejrzystości powietrza z odległości co najmniej 300 m
Robocze		obowiązkowy sygnał włączenia	powinny być włączane/wyłączane niezależnie od innych świateł
Awaryjne	żółta samochodowa	obowiązkowy sygnał włączenia: świetlny, migający, barwy czerwonej	powinny działać również wtedy, gdy urządzenie włączające silnik znajduje się w położeniu uniemożliwiającym jego pracę

Poszczególne rodzaje świateł mogą być wzajemnie łączone w jeden zespół (reflektor/lampa), na przykład:

- światła drogowe mogą być łączone ze światłami mijania, światłem pozycyjnym przednim, światłem postojowym przednim i światłem przeciwmgielnym przednim;
- światła kierunku jazdy i światła awaryjne mogą być łączone ze światłem postojowym;
- światło hamowania może być łączone ze światłem pozycyjnym tylnym i światłem postojowym tylnym.

Instalacja oświetlenia powinna być tak skonstruowana, aby światła drogowe i mijania można było włączać tylko wtedy, gdy zapalone są światła pozycyjne, a wszystkie światła pozycyjne i obrysowe włączały się wraz z oświetleniem tylnej tablicy rejestracyjnej.

Parametry optyczne świateł samochodowych:

- **natężenie światła** (światłość) – charakteryzuje jasność źródła światła, a jej jednostką jest kandela [cd];
- **natężenie oświetlenia** (gęstość strumienia światła) – określa wartość (iloraz) strumienia świetlnego padającego na określoną jednostkę powierzchni; jednostką natężenia oświetlenia jest luks [lx]: $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm} / 1 \text{ m}^2$ – natężenie światła o wartości 1 lx oznacza, że na 1 m^2 powierzchni pada strumień światła o wartości 1 lumena;
- **jasność oświetlenia** (wydajność świetlna) – zależy od strumienia źródła światła i określa całkowitą moc światła emitowanego przez dane źródło; jednostką jasności oświetlenia jest lumen [lm].

PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie zadania spełnia oświetlenie samochodowe?
2. Jaka jest różnica między światłami wewnętrznymi a zewnętrznymi pojazdu?
3. Wymień rodzaje światel zewnętrznych.
4. Jakie rodzaje światel zgodnie z odpowiednimi przepisami muszą być zainstalowane w samochodzie osobowym?
5. Podaj ogólne zasady doboru barwy światel samochodowych.
6. Jakie informacje znajdują się na szybie reflektora samochodowego dopuszczonego do użytkowania?
7. W jakich jednostkach podaje się natężenie oświetlenia?
8. Co to jest jasność oświetlenia?

11.2

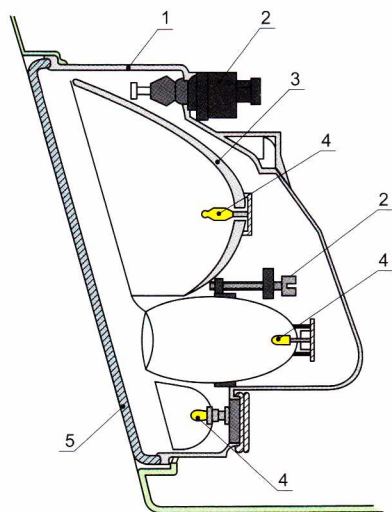
Charakterystyka instalacji oświetlenia

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jak zbudowane są reflektory samochodowe
- jakie źródła światła stosuje się w oświetleniu samochodowym

Podstawowymi elementami instalacji oświetlenia samochodu są reflektory i lampy. Reflektory samochodowe służą do oświetlania drogi podczas jazdy do przodu i do tyłu. Należą do nich światła mijania, drogowe, przeciwmgielne, przednie i cofania. Lampy samochodowe wykorzystywane są do zaznaczania konturów pojazdu w warunkach ograniczonej widoczności. Mają one różną barwę – w zależności od przeznaczenia.

Reflektor samochodowy składa się z obudowy, źródła światła, odbłyśnika, szyby oraz urządzenia regulacyjnego (rys. 11.3).



Rys. 11.3. Budowa reflektora samochodowego

1 – obudowa, 2 – urządzenia regulacyjne, 3 – odbłyśnik, 4 – źródła światła, 5-klosz

Obudowa najczęściej wykonana jest z tworzywa sztucznego. Stanowi wspornik dla wszystkich elementów reflektora, umożliwia jego montaż w karoserii samochodu i chroni reflektor przed czynnikami zewnętrznymi. Od strony wyjścia strumienia świetlnego reflektor samochodowy jest zamknięty kloszem.

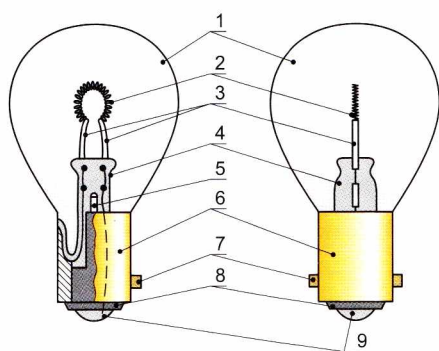
W reflektorach samochodowych stosowane są następujące źródła światła:

- żarówki (konwencjonalne i halogenowe),
- gazowe lampy wyładowcze (tzw. ksenony),
- diody elektroluminescencyjne (LED).

Podstawowym źródłem światła są **żarówki**. Budowę jednowłóknowej żarówki samochodowej pokazano na rysunku 11.4.

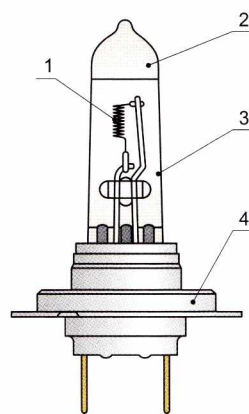
Typowa jednowłóknowa żarówka samochodowa składa się z bańki szklanej wypełnionej gazem obojętnym. Wewnątrz niej umieszczony jest jeden lub dwa żarniki, osadzone w szklanej podstawie. Zastosowanie dwóch żarników umożliwia wykorzystanie takiej żarówki w pojedynczym reflektorze do dwóch rodzajów światła: mijania i drogowych.

W reflektorach podwójnych, bliżej zewnętrznego obrysu pojazdu, montuje się żarówki dwuwłóknowe, które służą jako światła mijania. Bliżej osi wzdłużnej pojazdu umieszcza się żarówki jednowłóknowe. Ich jednoczesne świecenie umożliwia realizację funkcji światła drogowych.



Rys. 11.4. Budowa żarówki jednowłóknowej

1 – bańka szklana, 2 – żarnik, 3 – elektrody, 4 – podstawa szklana z talerzykiem i wtopionymi elektrodami, 5 – rurka pomocnicza, 6 – trzonek, 7 – występy trzonka (uchwyt bagnetowy), 8 – izolator, 9 – styk



Rys. 11.5. Budowa jednowłóknowej żarówki halogenowej (H7)

1 – skrętka żarnika, 2 – kopułka (przysłona), 3 – bańka szklana, 4 – podstawa

Obecnie standardowo używa się w reflektorach **żarówek halogenowych** (rys. 11.5). Bańka szklana tych żarówek wypełniona jest lotnymi halogenkami (jodkiem wolframu lub bromkiem wolframu), a żarnik osłonięty przysłoną, która zapewnia asymetryczny rozkład światła. Żarówki tego rodzaju, dzięki wyższej temperaturze pracy żarnika, mają większą wydajność świetlną i większą trwałość.

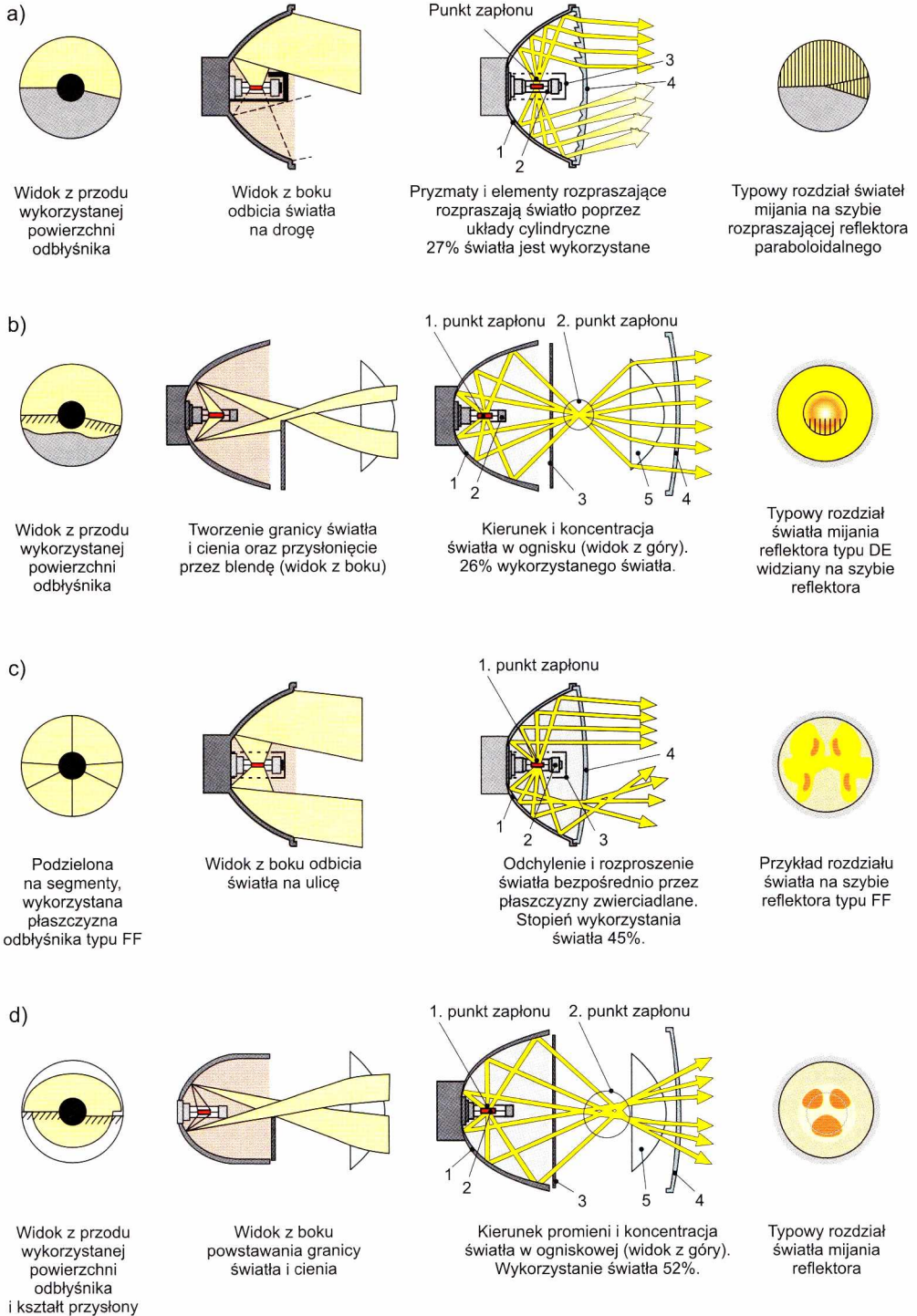
Zestawienie typów żarówek samochodowych oraz ich parametrów podano w tabeli 11.2.

Tabela 11.2. Zestawienie żarówek samochodowych i ich podstawowe parametry

Zastosowanie	Kategoria	Napięcie [V]	Moc [W]	Strumień świetlny [lm]	Cokolik
Światła: – przeciwmgielne – drogowo – mijania w poczwórnym systemie reflektorów	H1	12 24	55 70	1550 1900	P 14,5 s
Światła: – przeciwmgielne – drogowo – reflektory robocze	HG	12 24	55 70	1450 1750	PK 22 s

Zastosowanie	Kategoria	Napięcie [V]	Moc [W]	Strumień świetlny [lm]	Cokolik
Światła: – drogowe – mijania	H4	12 24	60/55 75/70	1650/1000 1900/1200	P 43 t-38
Światła: – drogowe – mijania w poczwórnym systemie reflektorów jako światła przeciwmgielne	H7	12	55	1500	PX 26 d
Światła drogowe w poczwórnym systemie reflektorów	HB3	12	60	1900	P 20 d
Światła mijania w poczwórnym systemie reflektorów	HB4	12	55	1100	P 22d
Światła: – STOP – kierunkowskazy – tylne przeciwmgielne – cofania	P21W/ /PY21W	12 24	21 21	460 460	BA 15s BAU 15s
Światła: – STOP – tylne pozycyjne	P21W P21W	12 24	21/51) 21/51)	44035 44035	BAY 15d
Światła – pozycyjne – tylne pozycyjne	R5W	12 24	5 5	50 50	BA 15s
Światła tylne pozycyjne	R10W	12 24	10 10	125 125	BA 15s
Oświetlenie tablicy rejestracyjnej, światła tylne pozycyjne	C5W	12 24	5 5	45 45	SV 8.5
Światła pozycyjne	T4W	12 24	4 4	35 35	BA 9S
Światła pozycyjne, oświetlenie tablicy rejestracyjnej	W3W W5W	12/24 24 24	3 3 12 5	22 22 5 50	W 2,1 × 9.5 d 50
Światła przeciwmgielne	H8	12	35	800	PGJ 19-1
Światła drogowe w poczwórnym systemie reflektorów, reflektory robocze	H9	12	65	2100	PGJ 19-5
Światła drogowe w poczwórnym systemie reflektorów	H11	12	55	1350	PGJ 19-2
Światła mijania w poczwórnym systemie reflektorów	D1S	12	35	3200	PK32 d-2
Światła: – mijania – drogowe w poczwórnym systemie reflektorów	D2S	12	35	3200	P32 d-2
Światła mijania w poczwórnym systemie reflektorów	D2R	12	35	2800	P32 d-3

Źródło: Hella



Rys. 11.6. Odbłyśniki: a) paraboloidalny, b) o powierzchni nieregularnej, c) elipsoidalny d) elipsoidalny o powierzchni nieregularnej

1 – odbłyśnik, 2 – źródło światła, 3 – przesłona, 4 – klosz, 5 – soczewka

Niektóre pojazdy w reflektorach głównych zamiast żarówek tradycyjnych mają **lampy wyładowcze** (ksenonowe). Ich światłość jest trzykrotnie większa niż klasycznych o tej samej mocy. Najnowszymi źródłami światła są **diody elektroluminescencyjne** – LED (ang. *Light Emitting Diode*), które cechują się bardzo dużą trwałością i znacznie mniejszym zużyciem energii.

Odblýśniki to elementy reflektora, których zadaniem jest odbijanie światła emitowanego przez źródło (żarówkę) i skierowanie go w określonym kierunku. Obecnie odblýśniki wykonywane są wyłącznie z termoplastycznych tworzyw sztucznych.

Istnieje wiele rodzajów odblýśników, klasyfikuje się je w zależności od ich kształtu. Początkowo stosowano proste odblýśniki paraboloidalne, obecnie są one znacznie bardziej złożone – mają elipsoidalny kształt oraz nieregularne powierzchnie. Rodzaje odblýśników i zasadę ich działania pokazano na rysunku 11.6 (s. 309).

Nieregularna powierzchnia odblýśników to wynik optymalizacji komputerowej. Składa się ona z wielu sektorów (pól), odpowiedzialnych za oświetlenie określonych stref przed samochodem. Światło emitowane przez źródło jest odbijane bezpośrednio na powierzchni odblýśnika. Zróżnicowanie oświetlenia w poszczególnych strefach przed pojazdem uzyskuje się przez odpowiednie horyzontalne ułożenie części segmentów odblýśnika. Reflektory z odblýśnikami o nieregularnej powierzchni nie mają rozpraszającego klosza.

W reflektorach z tego rodzaju odblýśnikami wykorzystuje się niekiedy soczewkę umieszczoną przed szybą reflektora. Odbite od odblýśnika światło trafia najpierw na przesłonę, a następnie na soczewkę, która rozprasza światło.

Klosze stanowią ochronę żarówki przed działaniem opadów atmosferycznych oraz wszelkiego rodzaju zanieczyszczeniami. Obecnie produkowane są gładkie klosze, bez układu kształtowania optyki.

Każdy reflektor wyposażony jest w urządzenie regulacyjne, umożliwiające korekcję jego ustawienia w pionie i w poziomie. Reflektory samochodowe światła mijania i drogowych są standardowo wyposażane w układy regulacji pochylenia. Układy te składają się z siłownika elektrycznego o kilku położeniach, wybieranych przez kierowcę w zależności od obciążenia samochodu i rozkładu tego obciążenia (przód–tył). Umożliwiają one tzw. statyczną regulację pochylenia reflektorów. Stosuje się też układy dynamicznej regulacji pochylenia reflektorów.



PYTANIA I POLECENIA

1. Wymień elementy składowe reflektora samochodowego.
2. Omów budowę i zasadę działania żarówki halogenowej.
3. Jakie inne źródła światła oprócz żarówek tradycyjnych stosuje się w reflektorach samochodowych?
4. Wymień rodzaje odblýśników reflektorów samochodowych.
5. Korzystając z rysunku 11.6, omów działanie odblýśnika: a) paraboloidalnego, b) o powierzchni nieregularnej, c) elipsoidalnego.

11.3

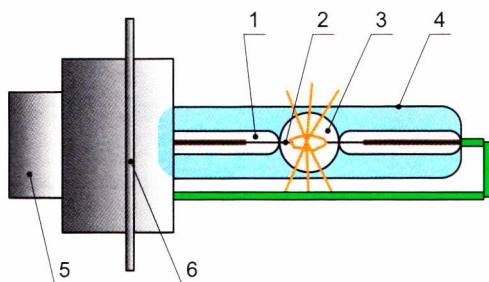
Nowe rodzaje
oświetlenia samochodu

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jak działają lampy wyładowcze
- co to jest oświetlenie diodowe

Oprócz tradycyjnej żarówki obecnie w samochodach stosowane są także inne źródła światła: lampy wyładowcze i diody elektroluminescencyjne.

Gazowe lampy wyładowcze stosowane są zarówno w reflektorach z odbłyśnikami nieregularnymi, jak i z odbłyśnikami elipsoidalnymi. Budowę lampy wyładowczej pokazano na rysunku 11.7.



Rys. 11.7. Budowa lampy wyładowczej

1 – przewód elektryczny, 2 – elektroda, 3 – komora wyładowcza, 4 – bańka szklana chroniąca przed promieniowaniem UV, 5 – styk elektryczny, 6 – trzon lampy

Lampy wyładowcze wytwarzają światło w wyniku jonizacji mieszanki gazu szlachetnego (ksenonu) oraz metali i halogenków metali, wypełniających wnętrze szklanej bańki. Aby doszło do jonizacji gazu, konieczne jest przyłożenie do elektrod lampy wysokiego napięcia (do 30 kV), którego źródłem jest specjalny elektroniczny zapłonnik. Napięcie powoduje przeskok łuku elektrycznego między elektrodami. Wysoka temperatura tego łuku wywołuje jonizację mieszanki gazów w komorze wyładowczej i pobudza lampę do świecenia. Przez zjonizowany gaz przepływa prąd przemienny o częstotliwości 400 Hz, który rozgrzewa elektrody do temperatury od 4200 do 6200°C. Wysoka temperatura w komorze wyładowczej powoduje odparowanie substancji płynnych i stałych.

Lampa ksenonowa osiąga maksymalną jasność dopiero wtedy, gdy cała zawartość komory wyładowczej odparuje i ulegnie jonizacji. Następuje to po kilku sekundach od zainicjowania wyładowania, dlatego lampy te wykorzystywane są przede wszystkim jako światła mijania w reflektorach, w których do funkcji światła drogowych stosowana jest żarówka halogenowa. W lampach ksenonowych Bi-Litronic dzięki odpowiedniej przesłonie uzyskuje się różne rodzaje rozsyłania strumienia świetlnego: rozproszone (światła drogowe) oraz z wyodrębnioną granicą światła i cienia (światła mijania).

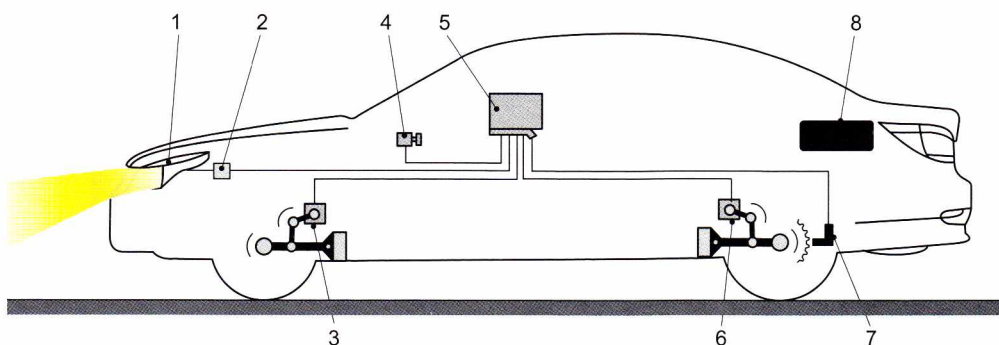
Po zainicjowaniu świecenia lampy wyładowczej elektroniczny sterownik redukuje przepływający między elektrodami prąd, aby uchronić lampę przed uszkodzeniem. Ponieważ

do utrzymania jonizacji mieszanki wystarcza znacznie niższe napięcie przykładane do elektrod, sterownik ogranicza je do wartości ok. 85 V.

Lampy ksenonowe emitują światło o temperaturze barwy zbliżonej do światła słonecznego. Obecnie są one najbardziej wydajnymi źródłami światła. Lampa wyładowcza o mocy 35 W emituje dwa razy silniejszy strumień światła niż żarówka halogenowa o mocy 55 W i ma pięciokrotnie większą żywotność.

Ponieważ lampy ksenonowe charakteryzują się dużą intensywnością świecenia, reflektory samochodowe z takim źródłem światła wyposażane są w **układy automatycznej regulacji pochylenia**. Zazwyczaj są to układy regulacji dynamicznej, uwzględniające nie tylko rozkład obciążenia pojazdu, ale także zmianę pochylenia pojazdu podczas ruszania z miejsca, przyspieszania oraz hamowania.

Automatyczna regulacja pochylenia reflektorów dokonywana jest na podstawie sygnału z czujników umieszczonych na osiach samochodu, przedniej i tylnej. System porównuje sygnały z czujników z charakterystykami zapisanymi w swojej pamięci i wykorzystując te dane, steruje siłownikami umieszczonymi w reflektorach. Schemat tego typu regulacji przedstawiono na rysunku 11.8.



Rys. 11.8. Automatyczna regulacja zasięgu reflektorów

1 – reflektor, 2 – nastawnik, 3 – czujnik osi przedniej, 4 – wyłącznik oświetlenia, 5 – sterownik, 6 – czujnik osi tylnej, 7 – czujnik prędkości, 8 – ładunek

Najnowszymi źródłami światła są **diody elektroluminescencyjne** (LED). Mają one większą żywotność oraz mniejsze rozmiary, co umożliwia ich optymalne dopasowanie do różnego rodzaju nadwozi.

Podstawowymi elementami diody LED jest kilka warstw połączeń półprzewodnikowych, które razem tworzą chip LED. Sposób złożenia tych warstw ma znaczący wpływ na wydajność świetlną diod LED i barwę światła. Chip LED otoczony jest powłoką z tworzywa sztucznego (tworzy ją soczewka z żywicy epoksydowej), która odpowiada za sposób promieniowania diod.

Budowę pojedynczej diody elektroluminescencyjnej pokazano na rysunku 11.9.

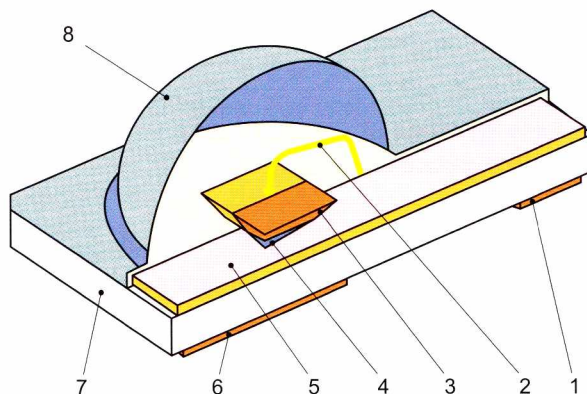
W praktyce reflektory i lampy diodowe wykonuje się z zestawu elementów LED, pogrupowanych w sektory. Poszczególne sektory, umieszczone w jednej obudowie, mogą mieć różne barwy i spełniać rozmaite funkcje.

W samochodach coraz częściej stosowane są **adaptacyjne układy regulacji położenia światła** – AFS (ang. *Adaptive Frontlighting System*). Umożliwiają one świecenie reflektorów

zgodnie z zamierzonym kierunkiem ruchu samochodu. Przy pokonywaniu łagodnych zakrętów reflektory świateł mijania obracają się w płaszczyźnie poziomej. W warunkach ruchu miejskiego (na skrzyżowaniach) włączana jest dodatkowa nieruchoma lampa oświetlająca drogę w kierunku zgodnym z manewrem pojazdu.

Rys. 11.9. Budowa pojedynczej diody elektroluminescencyjnej

1 – katoda, 2 – drut łączący, 3 – płytka półprzewodnikowa LED, 4 – złącze płytki półprzewodnikowej, 5 – metalowa płytka pośrednia, 6 – podkładka termiczna (izolowana elektrycznie), 7 – ceramiczne podłoże



PYTANIA I POLECENIA

1. Podaj budowę i zasadę działania lampy wyładowczej (ksenonowej).
2. Na czym polega statyczna i dynamiczna regulacja pochyleń reflektorów świateł mijania?
3. Jakie funkcje pełni oświetlenie AFS?

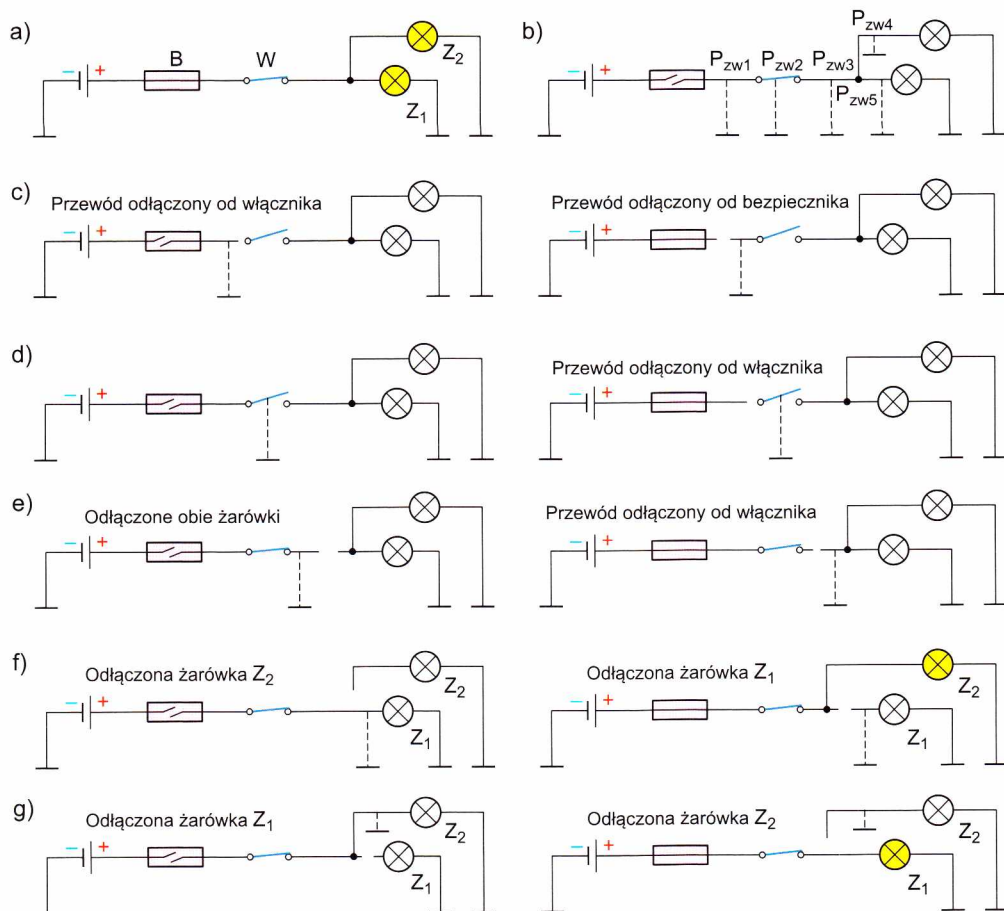
11.4

Diagnozowanie instalacji oświetlenia samochodu

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jak diagnozować usterki oświetlenia

W pojazdach nowej generacji uszkodzenie instalacji świateł decydujących o bezpieczeństwie sygnalizowane jest zapaleniem się odpowiedniej lampki (kontrolki) umieszczonej w zestawie wskaźników pokładowych samochodu.

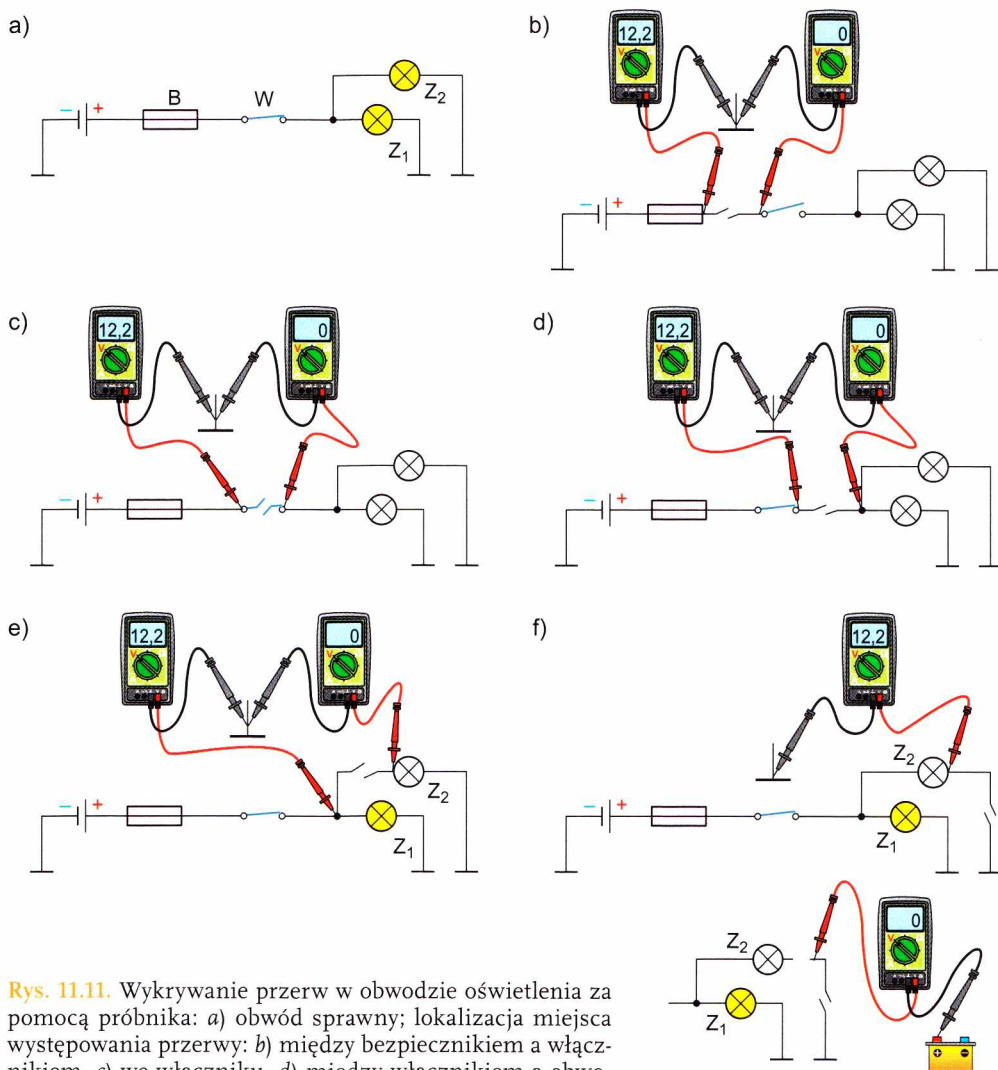


Rys. 11.10. Wykrywanie zwarcia w instalacji oświetlenia za pomocą próbnika: a) obwód sprawny, b) potencjalne miejsca wystąpienia zwarcia; lokalizacja miejsca zwarcia: c) między bezpiecznikiem a włącznikiem, d) we włączniku, e) między włącznikiem a obwodami żarówek, f) i g) w obwodach żarówek Z₁ i Z₂

Świecenie lampki kontrolnej (patrz tabl. 9.1 s. 239) aktywowane jest przez system diagnostyki pokładowej w razie uszkodzenia świateł: pozycyjnych, stop, tylnych przeciwmgielnych, kierunkowskazów oraz tablicy rejestracyjnej.

Główną i najczęstszą przyczyną uszkodzenia instalacji oświetlenia zewnętrznego samochodu jest uszkodzenie żarówki. Inne podstawowe uszkodzenia instalacji oświetlenia samochodu to zwarcie lub przerwa w obwodzie oświetlenia. Ponieważ poszczególne obwody świateł mają różną konfigurację, nie można podać ogólnego algorytmu diagnozowania. Wyszukiwanie niesprawności odbywa się podczas kolejno wykonywanych pomiarów, np. za pomocą lampki kontrolnej lub multimetru.

Sposób szukania miejsca występowania zwarcia lub przerwy w obwodzie pokazano na rysunkach 11.10 i 11.11.



Rys. 11.11. Wykrywanie przerw w obwodzie oświetlenia za pomocą próbnika: a) obwód sprawny; lokalizacja miejsca występowania przerwy: b) między bezpiecznikiem a wyłącznikiem, c) we włączniku, d) między włącznikiem a obwodem żarówek, e) w obwodzie żarówki Z2, f) brak połączenia żarówki Z2 z masą pojazdu



PYTANIA I POLECENIA

1. Korzystając z rysunku 11.10, przedstaw sposób lokalizowania zwarcia w instalacji oświetlenia.
2. Korzystając z rysunku 11.11, przedstaw sposób lokalizowania przerwy w obwodzie instalacji oświetlenia.

ZAPAMIĘTAJ

Każdy samochód poruszający się po drogach musi być wyposażony w światła zewnętrzne, zapewniające odpowiednią widoczność otoczenia przed pojazdem w warunkach niedostatecznego oświetlenia naturalnego oraz służące do sygnalizacji stanu ruchu pojazdu. Rodzaj i parametry światel (rozmieszczenie, barwa, właściwości świetlne itp.) określone są w przepisach homologacyjnych.

Samochody coraz częściej wyposażane są w oświetlenie diodowe, w którym zamiast tradycyjnych żarówek włóknowych stosowane są znacznie bardziej energooszczędne diody LED.

Najnowsze rozwiązania oświetlenia samochodowego to systemy AFS, pozwalające na dostosowanie zasięgu i kierunku świecenia światel do stanu ruchu pojazdu.

Diagnostyka instalacji oświetlenia przeprowadzana jest za pomocą pomiarów napięć w poszczególnych miejscach obwodu elektrycznego światel, wykonywanych zgodnie ze schematem elektrycznym i kolejnością wykonywania pomiarów, wynikającą z rodzaju uszkodzenia instalacji – zwarcia lub przerwy w obwodzie.



SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Omów podział oświetlenia samochodu.
2. Wymień rodzaje światel zewnętrznych.
3. Jakie parametry optyczne charakteryzują światła samochodu?
4. Jakie barwy światła, według przepisów prawa, mogą być stosowane w samochodach?
5. Na rysunku 11.2 wskaż oznaczenie homologacji reflektora.
6. Czy światła samochodowe można łączyć w jeden zespół? Jeśli tak, to jakie?
7. Jakiego rodzaju światła można uzyskać, stosując żarówki dwuwłóknowe?
8. W jakich światłach montuje się lampy wyładowcze i diody LED?
9. Jaka jest różnica między odbłyśnikiem parabolicznym a odbłyśnikiem o powierzchni nieregularnej?
10. Jakie napięcie jest niezbędne do jonizacji gazu w lampie wyładowczej?
11. Wyjaśnij, co oznacza termin „światła bi-ksenonowe”.
12. Przedstaw zalety lampy wyładowczej, porównując ją z żarówką halogenową.
13. Dlaczego lampy wyładowcze wymagają automatycznej regulacji zasięgu świecenia?
14. Wymień światła, w których uszkodzenie żarówki spowoduje zapalenie się kontrolki na desce rozdzielczej.
15. Co jest najczęstszą przyczyną uszkodzenia instalacji oświetlenia?

LITERATURA

- [1] P. Fundowicz, B. Michałowski, M. Radzimierski, *Podstawy elektrotechniki i elektroniki samochodowej*, WSiP, Warszawa 2007.
- [2] A. Herner, H.J. Riehl, *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*, WKŁ, Warszawa 2011.
- [3] J. Ocioszyński, *Elektrotechnika i elektronika pojazdów samochodowych*, WSiP, Warszawa 1996.
- [4] K. Pacholski, *Elektryczne i elektroniczne wyposażenie pojazdów samochodowych, cz. 2.*, WKŁ, Warszawa 2013.
- [5] L. Wrzask, Z. Juszczyk, *Elektrotechnika i elektronika w samochodach*, Wydawnictwo KaBe, Krosno 2009.
- [6] *Poradnik techniki samochodowej*, Wydawnictwo Rea, Warszawa 2010.
- [7] Materiały firm: Bosch, Hella.

12. Diagnostyka instalacji alarmowej, immobilizera i centralnego zamka

- Budowa i działanie instalacji alarmowej pojazdu
- Budowa i działanie immobilizera
- Budowa i działanie układu centralnego zamka
- Diagnozowanie instalacji alarmowej, immobilizera oraz centralnego zamka

12.1

Budowa i działanie instalacji alarmowej pojazdu

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie funkcje spełnia instalacja alarmowa
- jakiego typu instalacje alarmowe montowane są w pojazdach samochodowych
- jak zbudowane są poszczególne elementy instalacji
- jak działają instalacje alarmowe

Instalacja alarmowa wraz z układem elektronicznej blokady uniemożliwiającej uruchomienie pojazdu stanowi podstawowe zabezpieczenie samochodu przed jego nieuprawnionym użytkowaniem. Zadaniem instalacji alarmowej jest sygnalizowanie za pomocą sygnału ostrzegawczego (dźwiękowego, świetlnego lub/i radiowego) wtargnięcia do wnętrza pojazdu osób nieuprawnionych.

Instalacja alarmowa powinna zadziałać w przypadku:

- otwarcia drzwi pojazdu, pokrywy komory silnika i drzwi (lub klapy) bagażnika,
- rozbicia szyby,
- ruchu we wnętrzu pojazdu,
- próby przemieszczania i podnoszenia pojazdu,
- ingerencji w instalację elektryczną samochodu mającej na celu wyłączenie zabezpieczeń antykradzieżowych.

Jednocześnie nie może ona reagować na ruch owadów znajdujących się wewnątrz pojazdu oraz drgania wywołane przez poruszające się pojazdy. Instalacja alarmowa współpracuje z instalacją centralnego otwierania/zamykania drzwi (tzw. układem centralnego zamka) pojazdu.

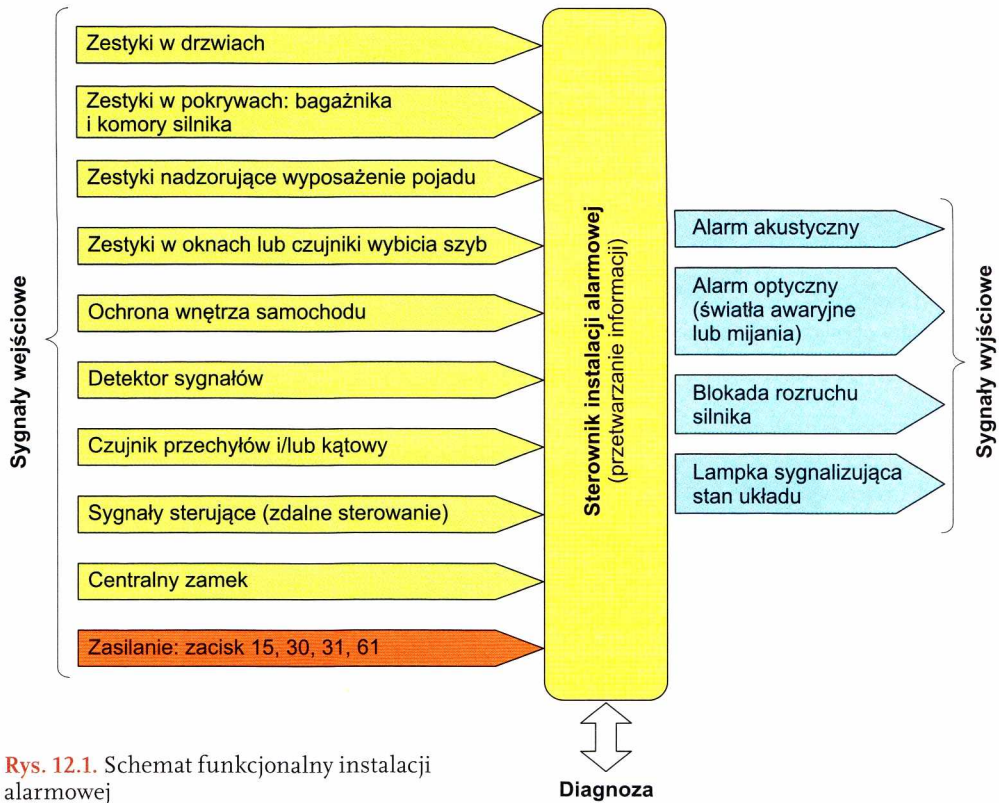
Można ją aktywować za pomocą kluczyka do samochodu w następujący sposób:

- w wyniku mechanicznego uruchomienia odpowiednich stykników w zamku drzwi po włożeniu do niego kluczyka,
- przy użyciu transmisji radiowej lub promieniowania podczerwonego.

W razie wykrycia niedozwolonej ingerencji instalacja alarmowa wysyła sygnały ostrzegawcze. Mogą to być sygnały dźwiękowe (syrena alarmowa) lub świetlne (najczęściej są to światła awaryjne), które działają oddzielnie albo razem. Najbardziej technicznie zaawansowane instalacje alarmowe wysyłają do właściciela samochodu sygnał radiowy, powiadamiający go o aktywacji alarmu. Włączenie się instalacji alarmowej powinno uniemożliwić intruzowi uruchomienie silnika.

O tym, że instalacja alarmowa znajduje się w stanie czuwania, świadczy zapalona lampka kontrolna. Najczęściej jest to migająca dioda umieszczona na desce rozdzielczej samochodu lub w drzwiach od strony kierowcy, w pobliżu rygła zamka.

Schemat funkcjonalny rozbudowanej instalacji alarmowej pokazano na rys. 12.1 – liczba i rodzaj funkcji mogą być różne, zależy to od producenta instalacji.

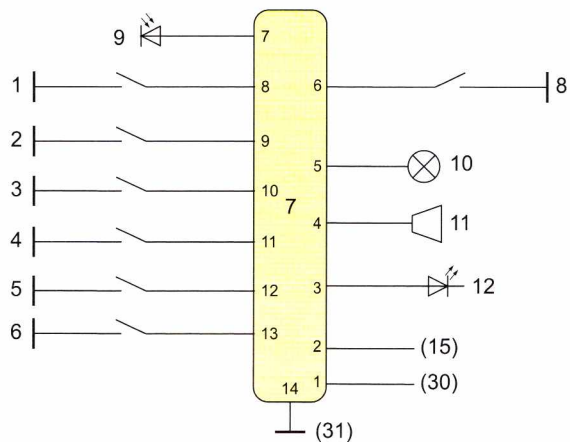


Rys. 12.1. Schemat funkcjonalny instalacji alarmowej

Najprostsze **instalacje alarmowe** składają się ze **sterownika** oraz podłączonych do niego **sygnalizatorów (zestyków)** otwarcia/zamknięcia: drzwi, pokrywy bagażnika oraz pokrywy komory silnika. Niekiedy stosuje się dodatkowo zestyki w schowku lub innych elementach wyposażenia samochodu. Zestyki zamontowane w drzwiach najczęściej wykorzystywane są do sterowania oświetleniem wnętrza pojazdu. W razie ich braku montuje się dodatkowe (np. w pokrywie komory silnika). Przykładowy schemat blokowy instalacji alarmowej pokazano na rysunku 12.2.

Rys. 12.2. Schemat blokowy instalacji alarmowej

zestyki: 1 – drzwi przednie lewe, 2 – drzwi przednie prawe, 3 – drzwi tylne lewe, 4 – drzwi tylne prawe, 5 – kłapa bagażnika (jeżeli brak czujnika włącznika oświetlenia), 6 – kłapy silnika, 7 – sterownik instalacji alarmowej, 8 – schowek lub inne elementy wyposażenia, 9 – detektor podczerwieni, 10 – oświetlenie pojazdu (światła awaryjne), 11 – sygnał dźwiękowy, 12 – dioda LED sygnalizacji stanu instalacji alarmowej, (15) i (30) – zasilanie z instalacji elektrycznej samochodu, (31) – masa pojazdu



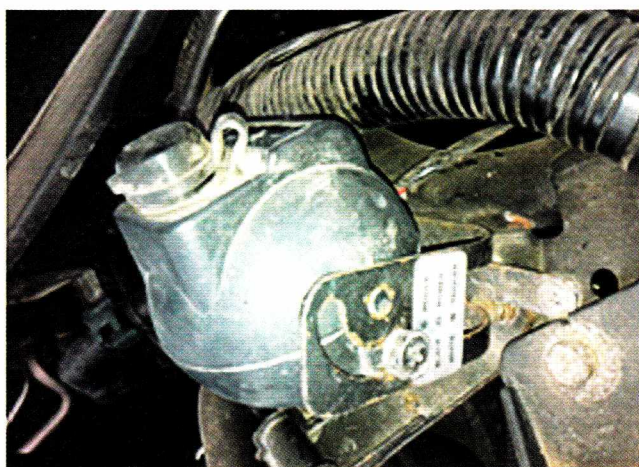
a)



b)

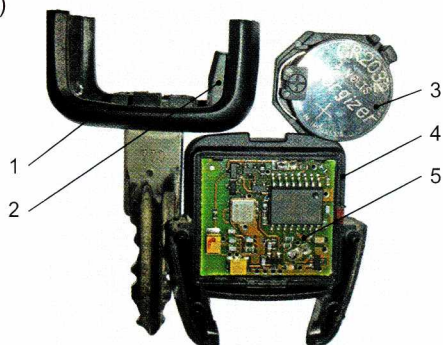


Rys. 12.3. Zestyk układu instalacji alarmowej: a) wygląd, b) umiejscowienie w drzwiach samochodu

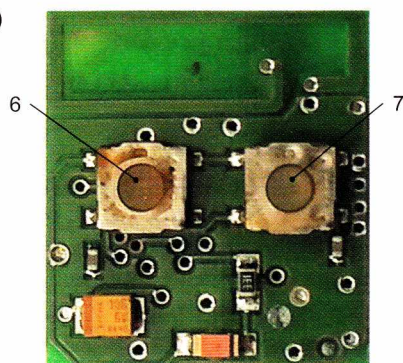


Rys. 12.4. Wygląd syreny alarmowej

a)



b)



Rys. 12.5. Wygląd elementów kluczyka samochodowego: a) elementy składowe kluczyka, b) płytki układu elektronicznego od strony włączników

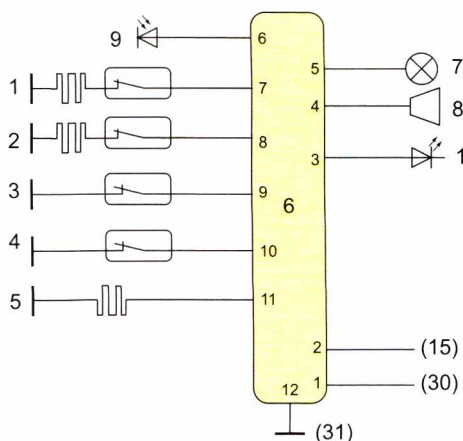
1 – grot kluczyka z obudową transpondera, 2 – transponder, 3 – bateria zasilająca, 4 – obudowa płytki drukowanej, 5 – płytki z mikrokontrolerem, 6 – przycisk uruchamiania blokady, 7 – przycisk wyłączenia blokady

Zestyki zamontowane w drzwiach (rys. 12.3) oraz pokrywach komory silnika i bagażnika są wyłącznikami stycznikowymi. W chwili otwarcia nadzorowanego elementu (np. drzwi) łączą odpowiedni obwód elektryczny z masą, co powoduje uruchomienie instalacji alarmowej, jeśli jest załączona. Układ zaczyna wtedy emitować sygnał dźwiękowy albo świetlny, albo oba sygnały jednocześnie.

Do emisji dźwiękowych sygnałów alarmowych wykorzystuje się sygnał dźwiękowy samochodu lub dodatkowo zamontowaną syrenę alarmową (rys. 12.4). Jest ona umieszczona w trudno dostępnym miejscu, aby w razie uruchomienia alarmu nie można jej było szybko wyłączyć.

Zazwyczaj instalacja alarmowa uruchamiana jest drogą radiową, z wykorzystaniem specjalnego układu umieszczonego w kluczyku samochodu (rys. 12.5). W najbardziej zaawansowanych układach sygnał radiowy przekazywany podczas każdorazowego włączania/wyłączenia instalacji alarmowej jest kodowany, a następnie kasowany, aby uniemożliwić jego ponowne wykorzystanie.

Najprostsze rodzaje instalacji alarmowej obejmują jedynie kontrolę nieuprawnionego otwarcia drzwi i pokrywe samochodu. Bardziej zaawansowane układy wyposażone są w dodatkowe elementy, np. nadzoru szyb (rys. 12.6). Elementami wykorzystywanymi do nadzoru szyb samochodu są styczniki kontaktronowe lub czujniki pętlowe, a w tylnej szybie przewody elektrycznego ogrzewania.



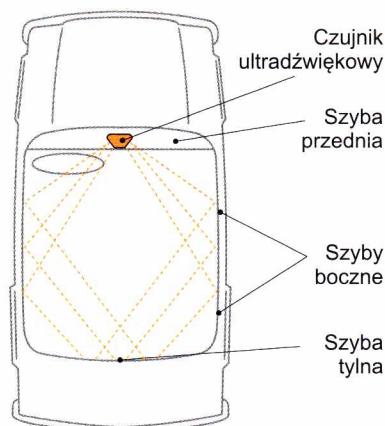
Rys. 12.6. Instalacja alarmowa z ochroną szyb samochodu

1 i 2 – czujnik kontaktronowy i pętla indukcyjna w drzwiach prawych i lewych, 3 i 4 – czujniki kontaktronowe w drzwiach tylnych prawych i lewych, 5 – ogrzewanie tylnej szyby, 6 – sterownik instalacji alarmowej, 7 – oświetlenie pojazdu, 8 – sygnał dźwiękowy, 9 – detektor podczerwieni, (15) i (30) – zasilanie z instalacji elektrycznej samochodu, (31) – masa pojazdu

Czujnik kontaktronowy to wypełniona gazem szlachetnym szklana rurka z dwoma zatopionymi w środku stykami. Są one zwarte pod wpływem działania pola magnetycznego, wytworzonego przez magnes trwały lub pętlę indukcyjną, przez którą przepływa prąd elektryczny. Magnes przymocowany jest do dolnej krawędzi szyby i w momencie jej zbiecia opada, co powoduje rozwarcie styków i uruchomienie alarmu.

Czujnik pętlowy zatopiony w szkłe działa następująco: po stłuczeniu szyby w obwodzie elektrycznego zasilania czujnika powstaje przerwa, w wyniku czego włącza się instalacja alarmowa.

Instalacja nadzorowania szyb z czujnikami ultradźwiękowymi (rys. 12.7 s. 324) dodatkowo zapewnia kontrolę całego wnętrza pojazdu.

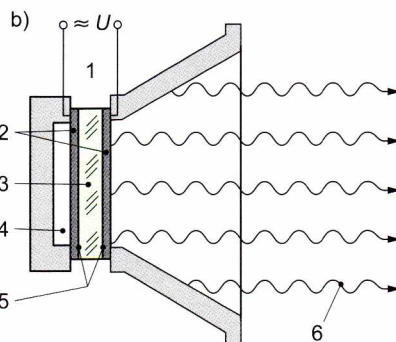


Rys. 12.7. Ochrona wnętrza pojazdu za pomocą czujnika ultradźwiękowego

po włączeniu alarmu (czujników), co stanowi wzorzec dla układu analizy i jest sygnałem do uruchomienia się instalacji alarmowej.

W instalacji tego typu **czujniki ultradźwiękowe** (piezoelementy – rys. 12.8) podłączone są do układu analizy nadawanego i odbieranego sygnału. Zasilane napięciem przemiennym czujniki generują fale (ultradźwięki) o częstotliwości powyżej 20 kHz. Po wielokrotnym odbiciu od szyb i innych elementów wnętrza samochodu fale te powracają do czujnika, który jednocześnie jest odbiornikiem. Jakakolwiek ingerencja z zewnątrz, np. stłuczenie szyby lub wdarcie się intruza do samochodu, powoduje zmianę w rozchodzeniu się emitowanych fal, co natychmiast wykrywa układ analizy nadawanych i odbieranych sygnałów ultradźwiękowych. Odbita fala może dotrzeć do czujnika (odbiornika) szybciej, niż docierała

a)

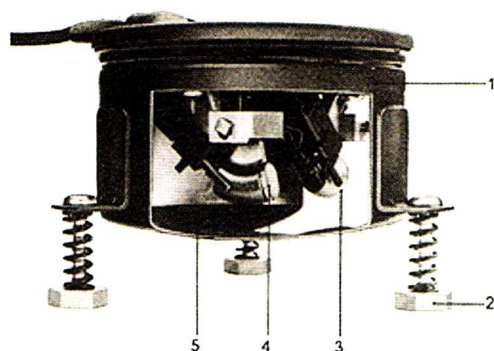


Rys. 12.8. Czujnik ultradźwiękowy: a) wygląd, b) budowa

1 – zasilanie czujnika, 2 – elektrody, 3 – drgająca płytka piezoelementu, 4 – komora powietrzna, 5 – powierzchnia elementu piezoelektrycznego emitująca ultradźwięki, 6 – fale ultradźwiękowe

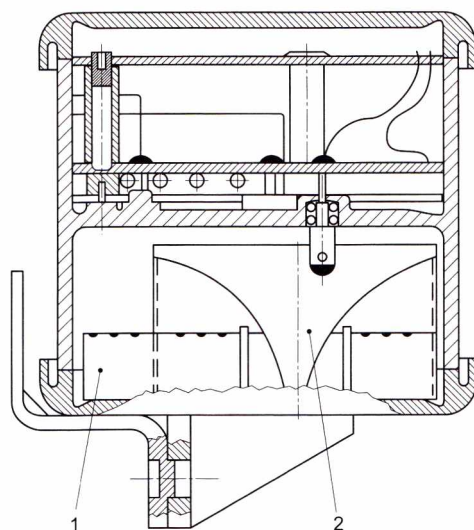
Przed odholowaniem lub demontażem kół chronią samochód dodatkowe czujniki kątowe: indukcyjne z wahadłem (rys. 12.9) lub pojemnościowe (rys. 12.10), podłączone do instalacji alarmowej.

Podstawowymi elementami **czujnika kąтового** są dwa układy pomiarowe, składające się z **wahadełka** (zanurzonego w cieczy spowalniającej jego ruch) oraz **cewki indukcyjnej**. Jedno z wahadełek rejestruje ruchy wzdłużne pojazdu (4 na rys. 12.9), a drugie – 3 – ruchy poprzeczne. Cewki zasilane są prądem przemiennym. Przemieszczenie się wahadełka powoduje zmianę indukcyjności cewki, czego wynikiem jest zmiana napięcia, proporcjonalnego do kąta pochylenia samochodu (a także czujnika) w określonym kierunku. Wyjściowa wartość napięcia (poziom odniesienia) zapisywana jest w pamięci sterownika instalacji alarmowej w chwili jej włączenia. Pochylenie pojazdu powoduje zmianę położenia wahadełek. Uruchomienie instalacji alarmowej następuje, gdy zmiana sygnału napięciowego z cewek przekroczy zakres zdefiniowany przez wartość odniesienia.



Rys. 12.9. Czujnik indukcyjny z wahadełkiem

1 – obudowa, 2 – uchwyty mocujące, 3 – wahadełko przemieszczające się poprzecznie, 4 – wahadełko przemieszczające się wzdłużnie, 5 – ciecz spowalniająca ruch wahadełek



Rys. 12.10. Schemat pojemnościowego czujnika pochylenia samochodu

1 – ciecz, 2 – płytki kondensatora

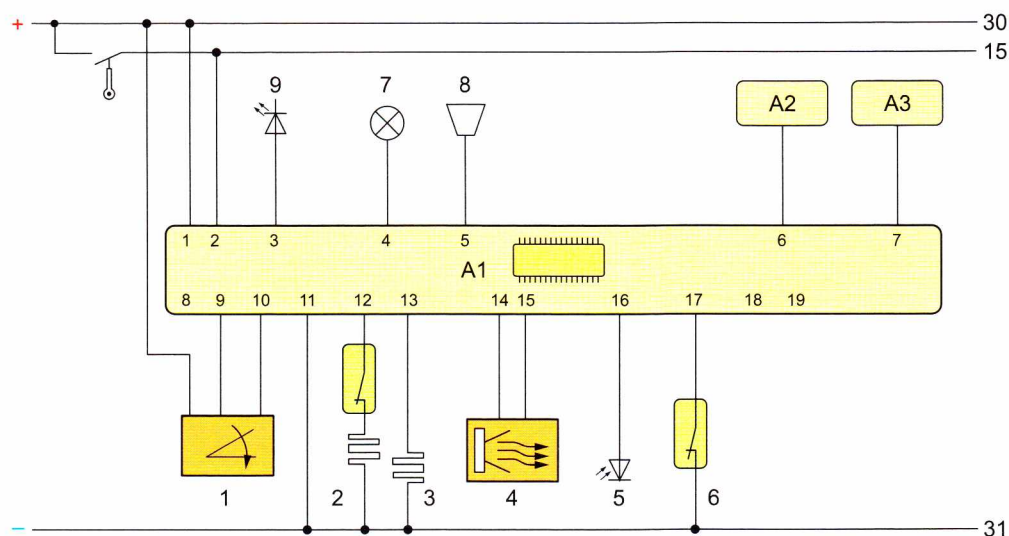
Czujnik pojemnościowy zbudowany jest z dwóch kondensatorów płytkowych 2 (rys. 12.10) zanurzonych w cieczy 1. Mierzy pochylenie samochodu w kierunku poprzecznym i wzdłużnym w stosunku do osi pojazdu. Płytki kondensatora są tak ukształtowane, że zmiana kąta pochylenia pojazdu powoduje zmianę wypełnienia cieczą przestrzeni między nimi. Pociąga to za sobą zmianę pojemności kondensatora, która po przeliczeniu przez sterownik stanowi sygnał do uruchomienia instalacji alarmowej.

W niektórych instalacjach alarmowych stosuje się **czujnik kontaktronowy** zamontowany w mechanizmie różnicowym mostu napędowego pojazdu. Obrót koła powoduje zwarcie i rozwarcie styków kontaktronu. Sterownik rejestruje stan pracy kontaktronu i po przekroczeniu określonej liczby zwarć i rozwarć uruchamia alarm.

Schemat elektryczny instalacji alarmowej samochodu osobowego, w skład której wchodzi czujniki nadzoru wnętrza oraz pochylenia, a także sterowniki innych układów, będące

integralną częścią instalacji alarmowej, pokazano na rys. 12.11. Tego rodzaju instalacja zapewni najwyższy poziom zabezpieczeń pojazdu przed nieuprawnionym użyciem.

Wciśnięcie przycisku zamknięcia drzwi w kluczyku stanowi sygnał do uruchomienia (załączenia) instalacji. Sygnał ten jest odbierany przez sterownik A1 instalacji alarmowej lub sterownik A2 centralnego zamka (a także przez sterownik A3 – nadrzędny) i powoduje: zaryglowanie wszystkich drzwi i pokryw, zamknięcie wszystkich szyb oraz załączenie do pracy instalacji alarmowej (stan czuwania). Stan ten jest sygnalizowany przez zaświecenie się lampki sygnalizacyjnej. Jeżeli sterownik instalacji alarmowej jest połączony elektrycznie z immobilizerym, dodatkowo następuje także aktywacja zabezpieczenia przed nieuprawnionym uruchomieniem silnika.



Rys. 12.11. Schemat instalacji alarmowej samochodu osobowego

1 – czujnik pochylenia samochodu, 2 – czujnik kontaktowy plus pętla indukcyjna nadzorowania szyby kierowcy, 3 – pętla indukcyjna szyby tylnej, 4 – czujnik ultradźwiękowy nadzoru wnętrza, 5 – fotoelement, 6 – czujnik kontaktowy zabezpieczający przed odholowaniem, 7 – światła sygnalizacyjne, 8 – sygnał dźwiękowy, 9 – dioda sygnalizacyjna załączenia alarmu, A1 – sterownik instalacji alarmowej, A2 – sterownik centralnego zamka, A3 – sterownik immobilizera, (15) – zasilanie po włączeniu zapłonu, (30) – zasilanie bezpośrednio z akumulatora, (31) – masa, 1–19 – styki

PYTANIA I POLECENIA

1. Wymień podstawowe elementy składowe instalacji alarmowej samochodu.
2. Na podstawie rysunku 12.11 wyjaśnij działanie instalacji alarmowej.
3. Z jakimi innymi układami (instalacjami) samochodu może być zintegrowana instalacja alarmowa?
4. Wyjaśnij sposób ochrony wnętrza samochodu przy wykorzystaniu czujników ultradźwiękowych.
5. Korzystając z rysunków 12.9 i 12.10, wyjaśnij zasadę wykrywania zmiany położenia pojazdu przez czujniki pochylenia.

12.2

Budowa i działanie immobilizera

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie typy zabezpieczeń (immobilizatorów) występują w samochodach
- jak jest zbudowany immobilizer i jak działa

Immobilizer to układ elektroniczny samochodu, którego zadaniem jest wykluczenie użycia pojazdu przez osobę nieuprawnioną.

Immobilizer* przerywa obwody zasilające układ zapłonowy, rozrusznik, wtryskiwacze i/lub pompę paliwową, co uniemożliwia pracę silnika.

Obecnie produkowane pojazdy są fabrycznie wyposażane w zabezpieczenia elektroniczne. Istnieje również możliwość instalacji immobilizera w pojazdach, które nie mają ochrony tego typu.

Zadaniem **immobilizera** jest takie oddziaływanie na wybrane elementy silnika, które uniemożliwi im pracę. Może to być oddziaływanie bezpośrednie lub pośrednie, za pomocą odpowiedniego sterownika, np. sterownika silnika. Aktywacji immobilizera dokonuje się za pomocą klawiatury kodowej, umieszczonej we wnętrzu pojazdu (obecnie nie stosowanej), karty elektronicznej (rzadko stosowanej), kluczyka centralnego zamka wyposażonego w transponder lub kluczyka elektronicznego samochodu. Zakres ochrony przed nieuprawnionym użytkowaniem pokazano na rysunku 12.12 (s. 328).

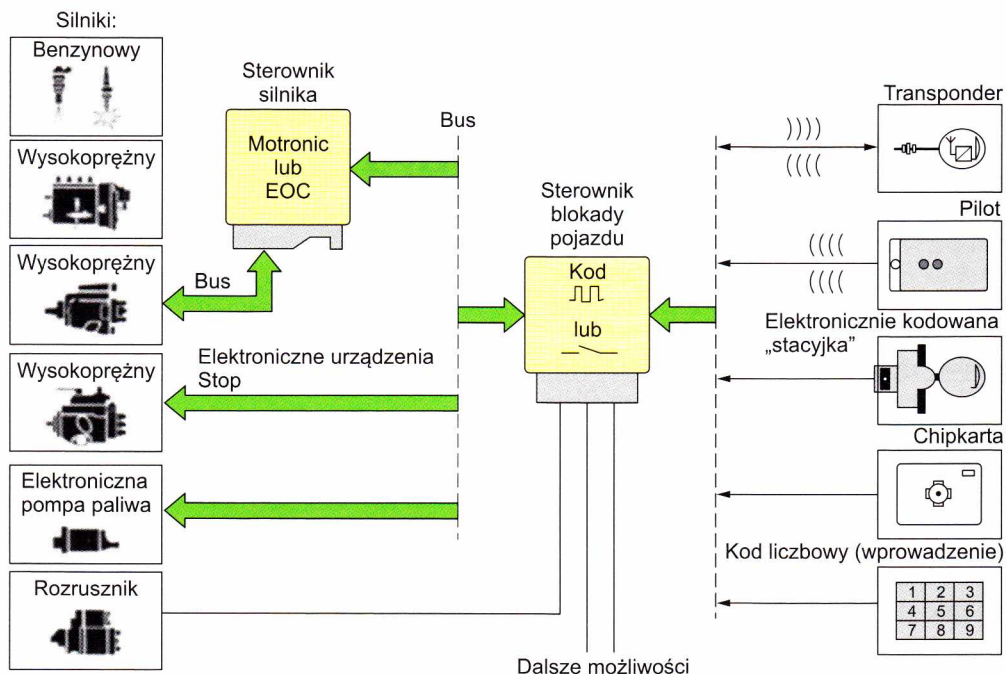
Układy immobilizera oparte na klawiaturach numerycznych (rys. 12.13 s. 328), służących do blokowania i odblokowywania wybranych układów i elementów silnika, wykorzystują specjalny, najczęściej czterocyfrowy kod, zapisany w pamięci sterownika oraz immobilizera.

Przedstawiony na rys. 12.13a immobilizer zasilany jest z instalacji elektrycznej samochodu (czerwone przewody 15 i 30) oraz podłączony do masy za pomocą styku (pinu) 15. Sterowanie wyłączanymi z pracy urządzeniami (elementami) odbywa się za pomocą przekaźnika głównego PK (styk 14). Immobilizer otrzymuje również sygnały ze sterownika centralnego zamka (styk 9.) oraz sygnał informujący o zamknięciu drzwi od strony kierowcy (styk 11.). Do komunikacji ze sterownikiem silnika wykorzystywane są styki 3. i 4.

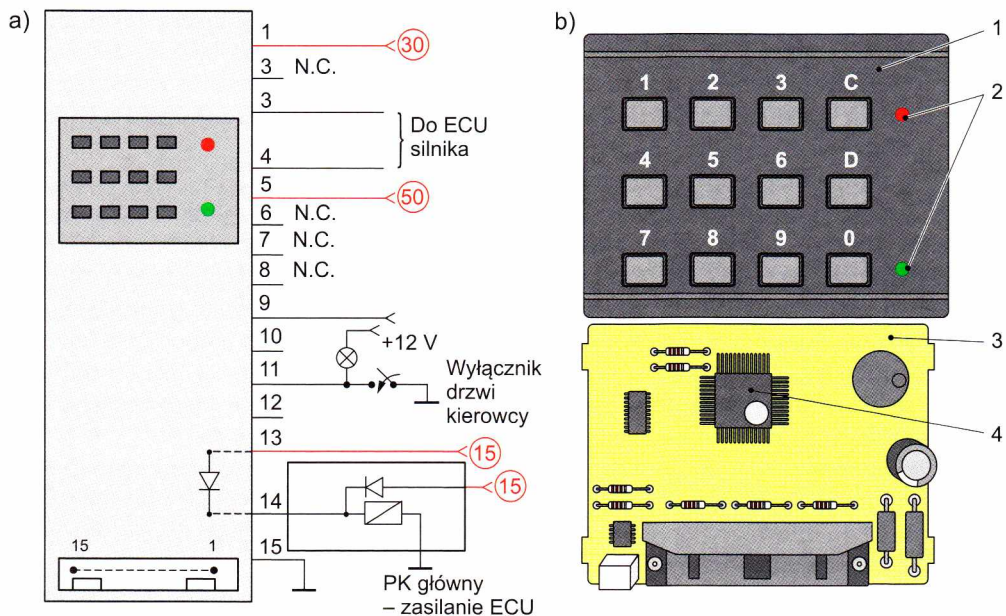
Działanie układu. Po wyłączeniu zapłonu, jeżeli drzwi samochodu są zamknięte (sygnał z zestyków drzwi – patrz rys. 12.13 s. 328), układ centralnego zamka rygluje wszystkie zamki i wysyła o tym informację do sterownika immobilizera, w wyniku czego zostaje włączona ochrona przed nieuprawnionym uruchomieniem silnika.

Aby dezaktywować układ, należy wystukać na klawiaturze odpowiedni kod cyfrowy, który sterownik immobilizera wysyła do sterownika silnika. Po jego pomyślnym zweryfikowaniu (tj. porównaniu z kodem zapisanym w pamięci EPROM) sterownik silnika wysyła do sterownika immobilizera komunikat wyłączający ochronę i umożliwiający uruchomienie

* Nazwa immobilizer pochodzi od łacińskiego słowa *immobilis* (nieruchomy)



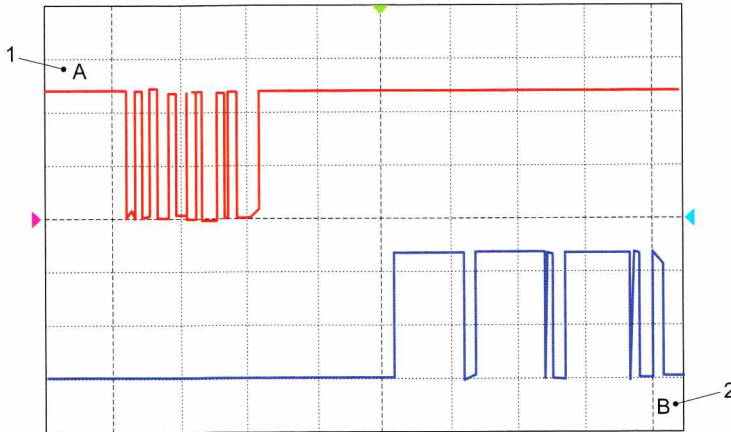
Rys. 12.12. Sposób uruchamiania immobilizera i jego oddziaływanie na układy i elementy samochodu



Rys. 12.13. Immobilizer z klawiaturą numeryczną: a) schemat elektryczny, b) wygląd klawiatury wraz z elementami elektronicznymi (0–9 – klawisze służące do wprowadzania kodu cyfrowego, C i D – klawisze funkcyjne używane do zmiany kodu i wprowadzania opóźnienia włączenia ochrony)

1 – klawiatura, 2 – diody sygnalizujące stan działania immobilizera (blokady), 3 – płytki obwodów elektronicznych, 4 – mikrokontroler

silnika. Jeżeli kod z klawiatury nie jest zgodny z kodem zapisanym w pamięci sterownika silnika, wówczas wysyłany jest komunikat, który utrzymuje blokadę. W obu przypadkach ma on postać sygnału prostokątnego o amplitudzie napięcia równej napięciu akumulatora (rys. 12.14).



Rys. 12.14. Przykładowy przebieg komunikacji na liniach wymiany danych sterownika silnika i immobilizera, zarejestrowany oscyloskopem dwukanałowym

1 – sygnał A z klawiatury do sterownika silnika, 2 – odpowiedź B sterownika silnika

Rozwiązanie z klawiaturą kodową ma jednak wadę: w razie trzykrotnego wpisania błędnego kodu następuje zablokowanie immobilizera (może to trwać od 1 do 30 minut – w zależności od producenta), co uniemożliwia uruchomienie silnika w tym czasie.

Obecnie najczęściej uruchamia się immobilizer za pomocą kluczyka do samochodu, w którym zintegrowano funkcję pilota centralnego zamka oraz transpondera* (rys. 12.15), umieszczonego w górnej części kluczyka (2 na rys. 12.5 s. 322).

Transponder jest nadajnikiem przesyłającym drogą radiową zakodowany sygnał cyfrowy, odbierany przez układ odbiorczy immobilizera.



Rys. 12.15. Różnego rodzaju transpondery układu immobilizera

* Nazwa transponder powstała z połączenia dwóch słów: łacińskiego *transmitto* (przesyłać) oraz angielskiego *responder* (udzielanie odpowiedzi).

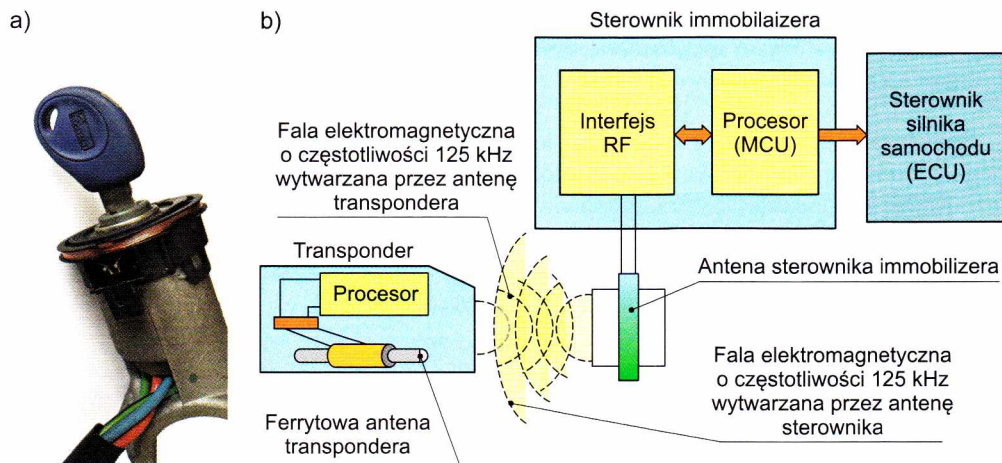
Elementem odbierającym sygnał z transpondera jest osadzona w stacyjce **antena pierścieniowa**, która tworzy zespół ze sterownikiem immobilizera.

Transponder to element pasywny. Energia niezbędna do wysyłania informacji pobierana jest z kondensatora (baterii zasilającej) umieszczonego wewnątrz transpondera. Ładowanie kondensatora odbywa się za pomocą fali elektromagnetycznej przesyłanej z anteny czytnika immobilizera. Transpondery wielu producentów różnią się od siebie pod względem obudowy, wewnętrznej struktury pamięci EPROM, sposobu zapisu oraz szyfrowania danych.

W zależności od sposobu szyfrowania przesyłanych danych rozróżniamy transpondery:

- z kodem stałym – wysyłany kod zawsze ma tę samą wartość;
- z kodem szyfrowanym – wysyłany kod ma wartość stałą, lecz odpowiedź jest zaszyfrowana;
- z kodem krocącym – wysyłany kod przyjmuje za każdym razem inną wartość; tego rodzaju transpondery zapewniają najwyższy poziom bezpieczeństwa.

Wymiana informacji między sterownikiem immobilizera a transponderem odbywa się za pomocą fal elektromagnetycznych o częstotliwości 125 kHz lub 134,2 kHz. Fale te mają małą moc, a więc także niewielki zasięg. Utrudnia to ich przechwycenie przez osoby nieuprawnione, posługujące się specjalistycznym sprzętem. Emitowane fale mają odpowiednio modulowaną amplitudę, częstotliwość i fazę. Nadajnikiem tych fal jest antena pierścieniowa lub antena transpondera umieszczona w kluczyku (rys. 12.16).



Rys. 12.16. Antena nadawczo-odbiorcza immobilizera: a) wygląd) b) schemat wymiany informacji między transponderem i sterownikiem immobilizera

Po przekręceniu kluczyka w stacyjce i włączeniu zasilania sterownika następuje przesłanie sygnału do sterownika immobilizera, pobudzającego go do pracy. Sterownik immobilizera zaczyna emitować falę elektromagnetyczną z zaszyfrowanym kodem klucza. Fala za pośrednictwem anteny umieszczonej w stacyjce inicjuje pracę transpondera. W odpowiedzi na pytającą falę elektromagnetyczną transponder wysyła informację zwrotną z danymi w postaci kodu klucza. Antena pierścieniowa immobilizera odbiera te informacje. Po ich przetworzeniu przez sterownik immobilizera, jeżeli otrzymany kod jest zgodny z kodem zapisanym w jego pamięci, następuje przesłanie do sterownika silnika odpowiedniej informacji, umożliwiającej jego uruchomienie. Jeżeli kody nie są zgodne, uruchomienie silnika będzie niemożliwe. Komunikacja między immobilizerem a sterownikiem silnika, w zależności od producenta, może odbywać się za pośrednictwem:

- oddzielnego przewodu łączącego oba sterowniki,
- linii komunikacyjnej K-Line,
- magistrali CAN.

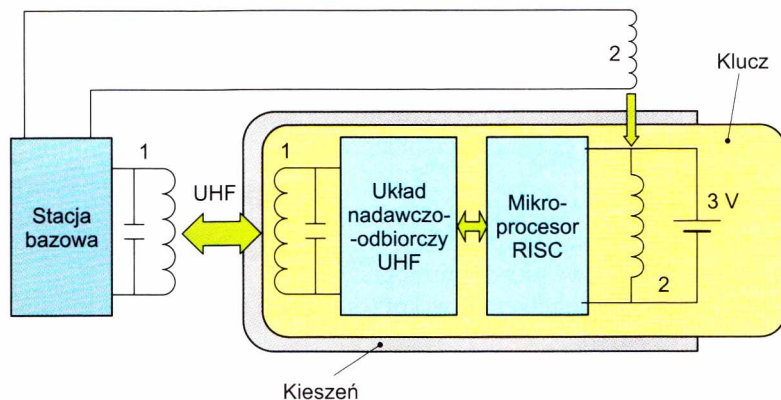
Wymianę danych inicjuje sterownik silnika lub sterownik immobilizera. W niektórych immobilizerach wymiana danych następuje dopiero po uruchomieniu silnika, co w przypadku braku zgodności kodów (otrzymanego i zapisanego) po kilku sekundach pracy powoduje unieruchomienie silnika.

Obecnie najbardziej zaawansowane technicznie immobilizery zezwalają na uruchomienie silnika dopiero po pozytywnym zweryfikowaniu (poza opisanymi wcześniej kodami) wielu dodatkowych informacji otrzymanych ze sterowników samochodu, takich jak zgodność cech identyfikacyjnych poszczególnych sterowników czy identyczność numeru VIN pojazdu. Najnowszym rozwiązaniem służącym do zdejmowania blokady immobilizera są **kluczki elektroniczne**.

Do prawidłowej wymiany informacji między kluczykiem elektronicznym a sterownikiem immobilizera niezbędna jest specjalna kieszeń, w którą wsuwa się klucz zgodnie z oznaczeniem na kluczyku. W stacji bazowej znajdującej się na desce rozdzielczej zamontowana jest antena, która wysyła sygnały do kluczyka elektronicznego i odbiera je od niego. Wymiana informacji zaczyna się w momencie włożenia kluczyka do kieszeni (stacji bazowej) umieszczonej w desce rozdzielczej pojazdu. Inicjuje ją immobilizer, a wymiana odbywa się za pośrednictwem fal radiowych o częstotliwości 315 lub 434 MHz, kodowanych cyfrowo. Bloki układu mikrokontrolera odpowiedzialne za funkcje transpondera wysyłają otrzymane informacje do anteny znajdującej się w kieszeni.

Zasada działania tego układu jest przedstawiona na rys. 12.17. W chwili otwarcia drzwi pilotem stacja bazowa, wykorzystując antenę umieszczoną w obudowie kieszeni, sprawdza, czy jest w niej klucz elektroniczny, i za pośrednictwem anteny A1 przekazuje jego sygnał identyfikacyjny. Gdy klucz znajduje się w kieszeni, wysyła do stacji bazowej odpowiedź, która stanowi sygnał do załączenia zasilania przez włączenie akumulatora w obwód instalacji elektrycznej samochodu.

Gdy informacja wysłana z kluczyka elektronicznego jest zgodna z informacją zapisaną w stacji bazowej, sterownik silnika rozpoczyna testy diagnostyczne sprawdzające stan techniczny elementów odpowiedzialnych za prawidłowe spalanie lub bezpieczeństwo. Sygnalizuje to świecenie kontrolki w zestawie wskaźników. Jednocześnie zapala się kontrolka



Rys. 12.17. Schemat komunikacji kluczyka elektronicznego z elementami immobilizera
1, 2 – anteny

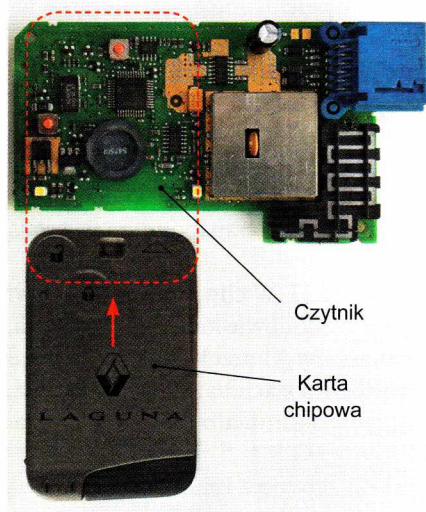
informująca o stanie immobilizera. W tym samym czasie system sprawdza, czy kluczyk należy do pojazdu. Odbywa się to za pomocą kryptogeneratora liczb losowych, znajdującego się w kluczyku oraz mikrokontrolerze stacji bazowej. Kiedy kluczyk kończy pracę, kryptogenerator za pośrednictwem anteny A1 przesyła 128-bitową informację z odpowiednim kodem do stacji bazowej. Jeżeli informacja dostarczona przez kluczyk jest zgodna z informacją będącą wynikiem działań kryptogeneratora stacji bazowej, lampka kontrolna gaśnie, a sterownik immobilizera wysyła informację do sterownika silnika, że kluczyk jest uprawniony do zainicjowania pracy silnika.

Po zakończeniu pracy immobilizera stacja bazowa za pośrednictwem anteny A2 wysyła sygnał radiowy o niskiej częstotliwości, który ładuje baterię kluczyka. Podczas jazdy do pamięci kluczyka przepisywane są przesyłane przez sterowniki informacje o wykrytych usterkach, numerze VIN pojazdu, stanie licznika (przebieg) oraz wiele innych.

Poza pilotami sterowania, kluczykami z transponderem oraz kluczykami elektronicznymi aktywacja ochrony antykradzieżowej może być przeprowadzana za pośrednictwem karty chipowej (obecnie jest to bardzo rzadko stosowane).

Karta chipowa (rys. 12.18), podobnie jak kluczyk elektroniczny, ma specjalny układ scalony, przeznaczony do obsługi centralnego zamka i immobilizera. Współpracuje z czytnikiem kart umieszczonym we wnętrzu samochodu. Wymiana informacji odbywa się za pomocą fal radiowych o częstotliwościach zależnych od funkcji: 433 MHz dla centralnego zamka i 125 kHz dla transpondera.

Jeżeli identyfikacja karty (transpondera) przebiegnie pomyślnie, wówczas odpowiedni moduł układu za pomocą magistrali CAN wysyła sygnał odblokowania do poszczególnych sterowników. Niektóre rozwiązania nie wymagają wkładania karty do czytnika, wystarczy jej fizyczna obecność (w określonej odległości od czytnika).



Rys. 12.18. Karta chipowa wraz z czytnikiem

PYTANIA I POLECENIA

1. Na czym polega ochrona pojazdu przed nieuprawnionym użytkowaniem?
2. Wyjaśnij zasadę działania układu immobilizera.
3. Co to jest transponder?
4. Gdzie umieszcza się antenę pierścieniową (nadawczo-odbiorczą) immobilizera?
5. W jaki sposób zasilany jest transponder?
6. Wymień elementy składowe układu immobilizera.
7. Wyjaśnij, dlaczego w immobilizerach wykorzystujących transpondery ogranicza się moc fal elektromagnetycznych.
8. Omów zasadę współpracy układu immobilizera z kluczykiem elektronicznym.

12.3

Budowa i działanie układu centralnego zamka

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie rodzaje układów centralnego zamka stosowane są w samochodach
- jaka jest budowa oraz zasada działania układu centralnego zamka

Centralny zamek jest jednym z podstawowych układów komfortu standardowo stosowanym w samochodach. **Układ centralnego zamka** służy do jednoczesnego blokowania (zamykania) lub odblokowywania (otwierania) wszystkich drzwi samochodu, pokrywy bagażnika oraz pokrywy wlewu paliwa. Funkcją blokowania (zazwyczaj kilka minut po unieruchomieniu silnika) zabezpiecza samochód przed dostaniem się do niego niepowołanych osób.

Blokowanie poszczególnych elementów samochodu może nastąpić przez naciśnięcie przycisku w kluczyku (za pośrednictwem nadajnika radiowego lub podczerwieni) lub przez włożenie go do zamka drzwi. Następuje wtedy uruchomienie mikrowyłącznika znajdującego się w zamku drzwi kierowcy oraz pokrywie bagażnika. W starszych konstrukcjach istniała możliwość włączania centralnego zamka również z drzwi pasażera.

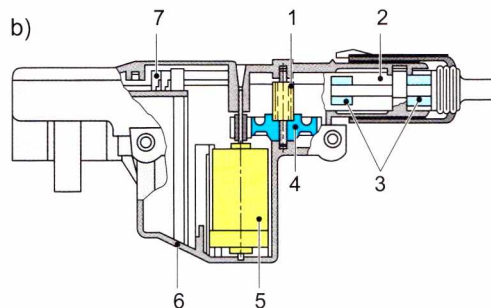
Układy centralnego zamka są zazwyczaj zintegrowane z immobilizerem i/lub instalacją alarmową. Mają wtedy wspólny nadajnik radiowy do aktywacji ochrony. Elementy odpowiedzialne za blokowanie (ryglowanie) i odblokowywanie (odryglowywanie) drzwi, pokrywy bagażnika oraz wlewu paliwa to dziś wyłącznie urządzenia elektryczne. Funkcje wykorzystywanych dawniej siłowników pneumatycznych przejęły obecnie siłowniki elektryczne.

Blokowanie i odblokowywanie zamków w układach z siłownikami elektrycznymi odbywa się za pomocą **nastawnika elektrycznego z silnikiem prądu stałego** (rys. 12.19a). Ogólną budowę nastawnika elektrycznego pokazano na rys. 12.19b. Obrótowy ruch wirnika silnika elektrycznego 5 za pomocą przekładni zębatej, składającej się z listwy 2 i koła zębatego 4 osadzonego na osi wirnika, przekształcający jest w prostoliniowy ruch listwy, która zamyka lub otwiera zamek.

a)



b)

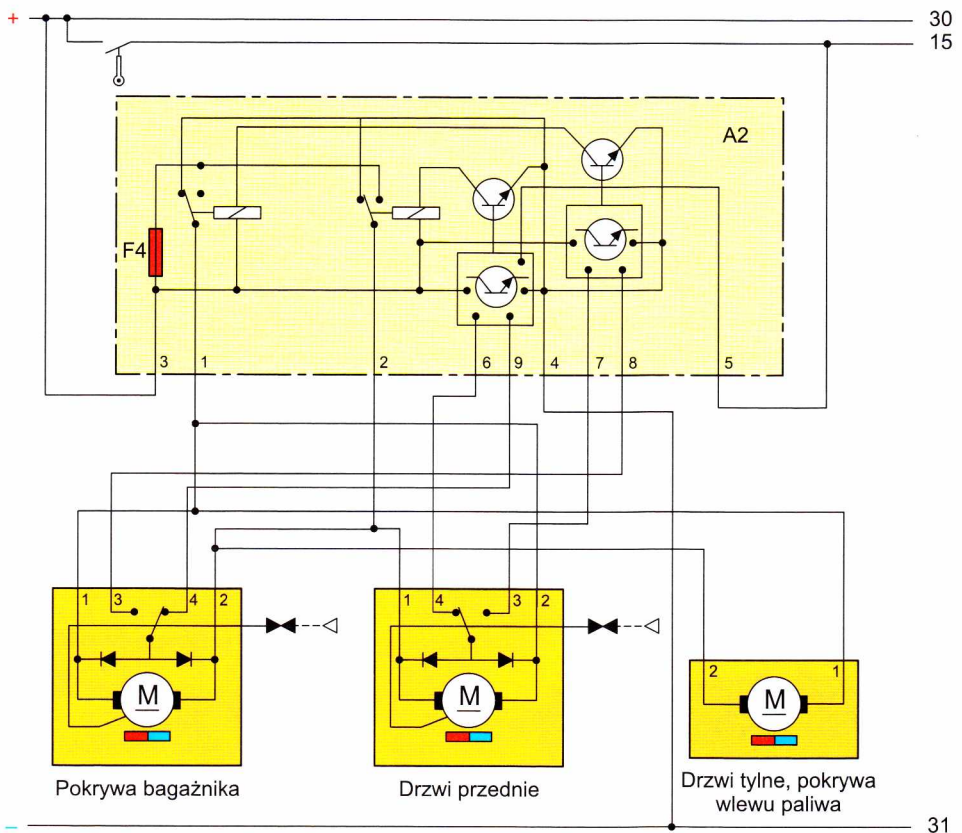


Rys. 12.19. Nastawnik z silnikiem elektrycznym prądu stałego: a) wygląd, b) ogólna budowa

1 – zębniak napędzający, 2 – listwa zębata, 3 – element tłumiący, 4 – koło zębate, 5 – silnik z zębniakiem, 6 – obudowa, 7 – mikrowyłącznik

Silnik elektryczny (5) nastawnika zasilany jest prądem stałym z urządzenia sterującego przez czas niezbędny do zamknięcia lub otwarcia zamka. W zależności od kierunku prądu przepływającego przez uzwojenie silnika, jego wirnik obraca się w stronę zamykania bądź otwierania zamka. Nastawniki drzwi przednich i klapy bagażnika dodatkowo wyposażone są w mikrowyłączniki (7), które wysyłają sygnał zamykania lub otwierania w razie użycia kluczyka samochodowego. Włożenie kluczyka do zamka i jego przekręcenie powoduje powstanie sygnału elektrycznego i zadziałanie układu centralnego zamka, a mikrowyłącznik silnika wysyła do sterownika układu zwrotny sygnał elektryczny, informujący jednostkę o zaryglowaniu lub odryglowaniu zamka w drzwiach. Jeżeli sterownik nie otrzyma takiego sygnału (np. z powodu usterki układu), następuje odryglowanie wszystkich zamków.

Obecnie centralny zamek uruchamiany jest zdalnie za pomocą nadajnika radiowego lub podczerwieni. W razie awarii (np. sterownika układu) lub wyczerpania baterii zasilającej sterowanie układem centralnego zamka (zamykanie/otwieranie) jest możliwe za pomocą kluczyka samochodowego i mikrowyłączników umieszczonych w zamku drzwi kierowcy. Schemat elektryczny układu centralnego zamka pokazano na rysunku 12.20.



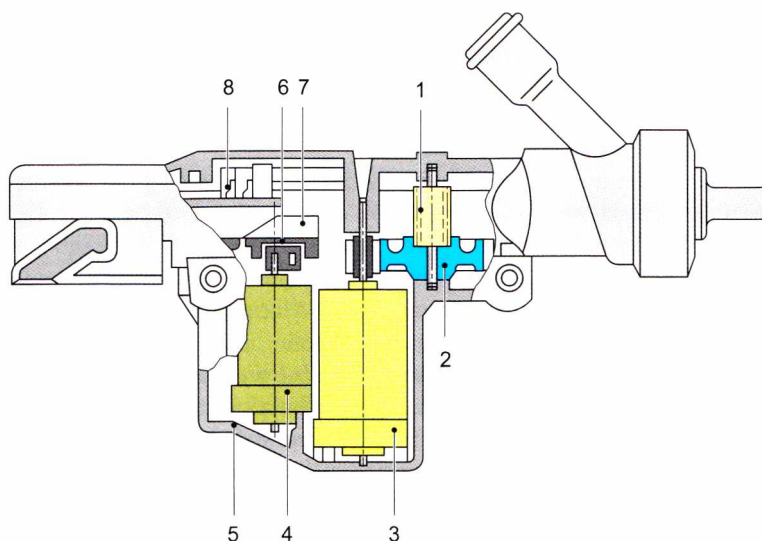
Rys. 12.20. Schemat elektryczny układu centralnego zamka z silnikami prądu stałego
 styki: 1. – wyjście (zamknięte), 2. – wyjście (otwarte), 3. – zasilanie (+ akumulatora), 4. – zasilanie (masa),
 5. – czujnik (+ zasilania), 6. – wejście 1. (otwarte), 7. – wejście 1. (zamknięte), 8. – wejście 2. (zamknięte), 9. – wejście 2. (otwarte), A2 – sterownik układu centralnego zamka, F4 – bezpiecznik

Zasada działania układu. Jednostka sterująca A2 przez styk (pin) 3. zasilana jest bezpośrednio z akumulatora i przez styk 4. połączona z masą. Z masą połączone są również styki 1. i 2., jeżeli układ jest w stanie nieaktywnym (położenie spoczynkowe). Po wciśnięciu odpowiedniego przycisku w nadajniku (pilocie), obecnie znajdującym się zazwyczaj w kluczyku (patrz rys.12.5 str. 322), jednostka sterująca wysyła na styk 1. sygnał prądowy *zamknij*. Silniki nastawnika zaczynają się wtedy obracać i powodują zamykanie zamków wszystkich drzwi oraz kłapy i wlewu paliwa, a także uruchomienie mikrowyłączników i wysłanie do jednostki sterującej sygnału o zamknięciu wszystkich zamków. Jeżeli któryś z mikrowyłączników nie prześle sygnału zwrotnego, wówczas jednostka przez styk 2. – *otwórz* – odryglowuje wszystkie zamki.

Ruch obrotowy silników można również wywołać za pomocą kluczyka, a także pociągając lub wciskając uchwyt blokujący w drzwiach kierowcy. Po przekręceniu kluczyka w zamku drzwi albo wciśnięciu uchwyty w kierunku zamykania, listwa zostaje wprowadzona ruch, który powoduje obrót wirnika silnika elektrycznego. W wyniku tego następuje uruchomienie mikrowyłączników i przesłanie do jednostki sterującej informacji o zamiarze zamknięcia zamków. Jednostka sterująca wysyła na styk 1. sygnał prądowy do silników, które zaczynają się obracać i powodują zamknięcie zamków.

Ze względów bezpieczeństwa układy centralnego zamka wyposażane są w **czujnik zderzenia**, umieszczony w jednostce sterującej. Jest on zasilany po włączeniu zapłonu i zamknięciu wszystkich zamków. W przypadku kolizji samochodu czujnik się aktywuje, a jednostka sterująca wysyła sygnał powodujący odblokowanie zamków we wszystkich drzwiach.

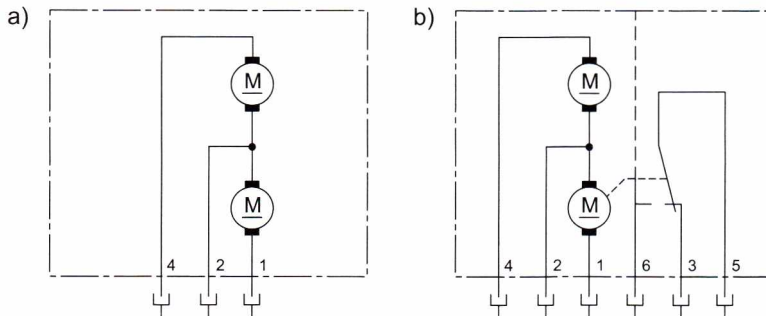
Niekiedy stosowane są **dotatkowe zabezpieczenia nastawników** przed ich uruchomieniem, np. po wybiciu szyby i wyciągnięciu rygla blokującego. Są one montowane w nastawnikach w postaci dodatkowego silnika (rys. 12.21) powodującego blokowanie listwy zębatej lub umożliwiające uruchomienie układu z położenia *zabezpieczony* (zamknięty/ /zaryglowany) przez silnik podstawowy jedynie po elektrycznym odblokowaniu mechanicznego zabezpieczenia.



Rys. 12.21. Nastawnik centralnego zamka z dodatkowym silnikiem blokującym

1 – zębnik napędzający, 2 – koło zębate, 3 – silnik z zębnikiem, 4 – silnik blokujący, 5 – dolna część obudowy, 6 – mimośród, 7 – zapadka blokująca, 8 – mikrowyłącznik

Porównanie schematów układu elektrycznego nastawnika bez mikrowyłączników oraz z mikrowyłącznikami, zamontowanymi w drzwiach przednich oraz w klapie bagażnika pokazano na rysunku 12.22.



Rys. 12.22. Schemat ideowy układu elektrycznego nastawnika: a) bez mikrowyłącznika, b) z mikrowyłącznikiem

Gdy jednostka sterująca odbierze sygnał z nadajnika o zamiarze zamknięcia zamków, zasila silnik przez styki 1. i 2. (patrz rys. 12.22). Obrót silnika powoduje przemieszczenie się listwy i zamknięcie (zaryglowanie) zamka oraz załączenie mikrowyłącznika, który wysyła do sterownika sygnał zwrotny o stanie nastawnika. Po zaryglowaniu drzwi przez silnik podstawowy sterownik zasila silnik dodatkowy. Ruch obrotowy tego silnika powoduje ruch mimośrodowo i zapadki blokującej (patrz 7 na rys.12.21, s. 335), która mechanicznie blokuje zespół napędowy. Tym razem nie ma możliwości odblokowania zamka przez wyciągnięcie rygla blokującego w drzwiach. W celu jego odblokowania sterownik zasila oba silniki jednocześnie (styki 1. i 4.), które obracają się w przeciwnych kierunkach.

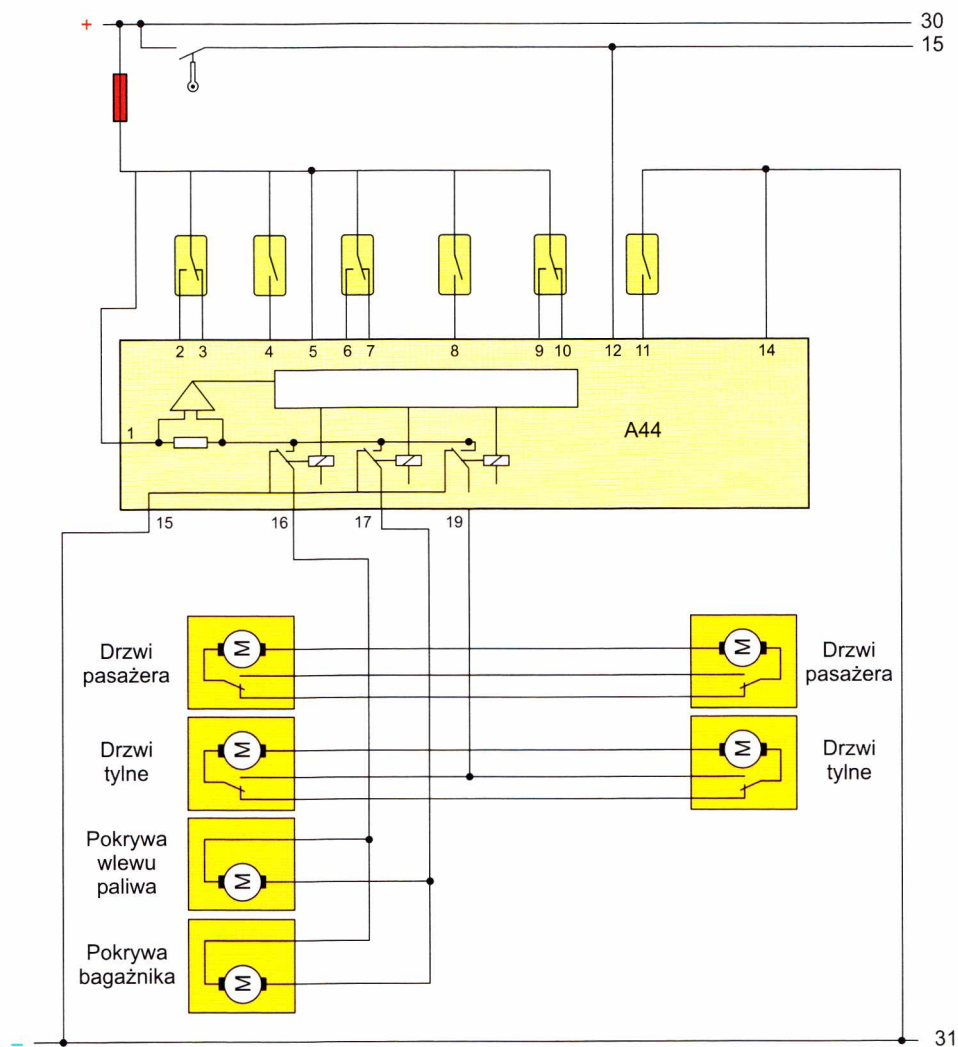
Ochronę wnętrza samochodu zapewnia również centralny zamek z jednym silnikiem w nastawniku, który może przyjmować trzy położenia: otwierania, blokowania lub zabezpieczenia układu. Schemat elektryczny tego typu układu pokazano na rys. 12.23. W celu zabezpieczenia zamków silnik wraz z zamkiem i uchwyty blokującymi ustawia się poza punktem zwrotnym, natomiast klamki zewnętrzne i wewnętrzne zostają mechanicznie odłączone od zamka przez specjalne dźwignie.

W zależności od zadania, jakie w danej chwili mają wykonać silniki, są one odpowiednio zasilane przez urządzenie sterujące, w wyniku czego obracają się w jedną lub drugą stronę. Podczas zamykania sterownik przez styki 17. biega dodatkowego zasilania i 16. (masy) zasila silnik elektryczny. Obrót wirników silników elektrycznych powoduje zamykanie, blokowanie zamków oraz uruchomienie mikrowyłączników, które przekazują sygnały zwrotne do sterownika.

Kolejny etap to zabezpieczenie. Urządzenie sterujące wysyła sygnał prądowy stykami 18. biega dodatkowego zasilania i 16. (masy), silniki obracają się i układ zostaje zabezpieczony.

W celu odblokowania układu sterownik łączy z masą styki 17. i 18., a styk 16. z biegunem dodatkowym zasilania. Powoduje to przepływ prądu w kierunku przeciwnym do poprzedniego, w wyniku czego następuje odblokowanie zamka i powrót mikrowyłączników do pozycji wyjściowej. Na styk 11. wysyłany jest sygnał sterujący z czujnika zderzenia, dzięki któremu zamki we wszystkich drzwiach zostają odblokowane.

Samochody wysokiej klasy wyposażone są w układy centralnego zamka (oraz zdejmowania blokady przed nieuprawnionym uruchomieniem silnika), które nie wymagają



Rys. 12.23. Schemat elektryczny układu centralnego zamka z silnikiem elektrycznym zapewniającym otwieranie, blokowanie i zabezpieczanie drzwi: (30) – zasilanie (+ akumulatora), (15) – masa, 15, 16., 17 i 18. – styki sterujące

bezpośredniego użycia kluczyka, pilota zdalnego sterowania czy karty. W układach tego typu (ang. *keyless go*, *keyless entry* lub *advanced key*) rozpoznawanie uprawnień odbywa się za pomocą anten odbiorczych (odbierających sygnał z odległości maksymalnie 1,5 m), umieszczonych w zewnętrznych klamkach oraz z tyłu samochodu, na podstawie sygnałów generowanych przez kluczyk lub inny element stanowiący wyposażenie pojazdu. Jeżeli odebrane dane są zgodne z zapisanymi w pamięci sterownika układu, wysłane zostaje zezwolenie na odblokowanie zamków w drzwiach. Jest to jednak możliwe dopiero po dotknięciu klamki drzwi, w której zamontowany jest czujnik pojemnościowy.

Samochody z tego rodzaju systemami wyposażone są również w anteny wewnętrzne, za pomocą których rozpoznawana jest obecność we wnętrzu pojazdu osoby uprawnionej.

W przypadku pozytywnego wyniku weryfikacji uprawnień sterownik systemu zwalnia blokadę, pozwalając np. na rozruch silnika czy uruchomienie kierownicy.

Ryglowanie zamków drzwi odbywa się po naciśnięciu przycisku zamykania znajdującego się w kłamce zewnętrznej w chwili, gdy osoba z uprawnieniami wysiadzie z samochodu, po weryfikacji danych z kluczyka lub karty przez sterownik układu. Jednocześnie następuje uruchomienie immobilizera i instalacji alarmowej.



PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie funkcje pełni układ centralnego zamka?
2. Wymień podstawowe elementy tego układu.
3. Z jakimi innymi systemami zintegrowany jest układ centralnego zamka?
4. Korzystając z rysunku 12.19, wyjaśnij działanie nastawnika elektrycznego.
5. Do czego służą mikrowyłączniki umieszczone w zamku blokady drzwi kierowcy?
6. Na podstawie rysunków 12.21 i 12.22 omów zasadę działania nastawnika elektrycznego z dwoma silnikami.

12.4

Diagnozowanie instalacji alarmowej, immobilizera oraz centralnego zamka

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- w jaki sposób diagnozuje się usterki w instalacji alarmowej samochodu
- w jaki sposób diagnozuje się usterki instalacji immobilizera
- jak przeprowadza się kontrolę układu centralnego zamka

12.4.1. Diagnozowanie instalacji alarmowej

Najprostszym sposobem **sprawdzenia stanu technicznego instalacji alarmowej** jest uruchomienie ochrony pojazdu i próba otwarcia drzwi lub wykonanie innej czynności nadzorowanej przez układ. Może to być otwarcie szyby, przechylenie pojazdu lub jego przetoczenie. Przy prawidłowo działającej instalacji alarmowej wszystko to powinno uruchomić sygnalizator dźwiękowy lub/i optyczny.

Zazwyczaj instalacje alarmowe mają funkcję **autodiagnozy**. O wykrytych w nich usterek informuje dioda LED, sygnalizująca stan ochrony w sposób ustalony przez producenta. Należy wtedy skontrolować wskazany element.

W razie braku układu autodiagnostyki lub kiedy próba uruchomienia instalacji alarmowej się nie powiedzie, diagnozowanie instalacji alarmowej przeprowadzamy, wykonując po kolei następujące czynności:

- ustalamy miejsce zamontowania poszczególnych elementów instalacji;
- sprawdzamy zasilanie urządzenia sterującego instalacją alarmową;
- sprawdzamy zestyki w drzwiach i pokrywie bagażnika;
- sprawdzamy czujniki;
- sprawdzamy syrenę alarmową.

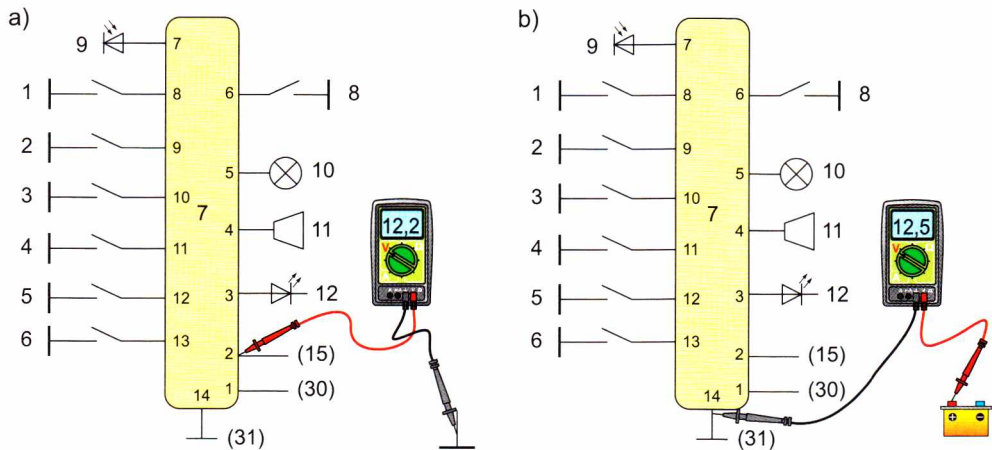
Sprawdzenie zasilania sterownika instalacji alarmowej pokazanej na rys. 12.2 wykonujemy miernikiem uniwersalnym, przyłączając ujemną (czarną) końcówkę pomiarową do masy pojazdu, a dodatnią (czerwoną) do styku 2. zasilania sterownika instalacji alarmowej (rys. 12.24a s. 340). Pomiaru dokonujemy po przekręceniu kluczyka w stacyjce.

Zmierzona wartość napięcia powinna być zbliżona do napięcia akumulatora. W podobny sposób sprawdzamy napięcie na styku 1. Jeżeli wartość zmierzonego napięcia jest nieprawidłowa lub zbliżona do 0 V, sprawdzamy odpowiednie obwody elektrycznego zasilania zgodnie ze schematem podłączenia sterownika do instalacji pokładowej samochodu.

Sprawdzenia podłączenia sterownika do masy pojazdu dokonujemy multimetrem, mierząc napięcie na styku 14. Czerwoną końcówkę pomiarową multimetru podłączamy do dodatniego bieguna akumulatora, a czarną do styku 14. (rys. 12.24b s. 340). Wartość zmierzonego w ten sposób napięcia powinna być zbliżona do napięcia akumulatora.

Kontrola działania zestyku w drzwiach i pokrywie bagażnika

Za pomocą multimetru **mierzmy rezystancję zestyku**. Pomiaru dokonujemy, gdy zestyk jest odłączony od instalacji alarmowej. W tym celu jedną końcówkę miernika (np. czarną)



Rys. 12.24. Sposób wykonania pomiarów: a) zasilania sterownika instalacji alarmowej, b) podłączenia sterownika do masy pojazdu

1 – drzwi przednie lewe, 2 – drzwi przednie prawe, 3 – drzwi tylne lewe, 4 – drzwi tylne prawe, 5 – kłapa bagażnika (jeżeli brak czujnika włącznika oświetlenia), 6 – kłapa silnika, 7 – sterownik instalacji alarmowej, 8 – schowek lub inne elementy wyposażenia, 9 – detektor podczerwieni, 10 – oświetlenie pojazdu (światła awaryjne), 11 – sygnał dźwiękowy, 12 – dioda LED sygnalizacji stanu instalacji alarmowej, 1–14 – styki, (15) i (30) – zasilanie z instalacji elektrycznej samochodu, (31) – masa pojazdu

podłączamy do metalowej obudowy zestyku, a drugą (czerwoną) do końcówki, do której jest przyłączony przewód elektryczny instalacji alarmowej. Pomiaru dokonujemy dwukrotnie: dla zestyku załączonego (rys. 12.25a) i rozłączonego – po naciśnięciu trzpienia zestyku (rys. 12.25b).

Jeżeli zestyk jest sprawny, to w pozycji załączonej (rys. 12.25a) zmierzona wartość rezystancji powinna być mniejsza niż 1Ω , a w pozycji rozłączonej (przy wciśniętym trzpieniu – rys. 12.25b) powinna dążyć do nieskończoności. Jeżeli w którymkolwiek z pomiarów uzyskano inny wynik, oznacza to, że zestyk jest niesprawny.

Sprawdzanie czujników

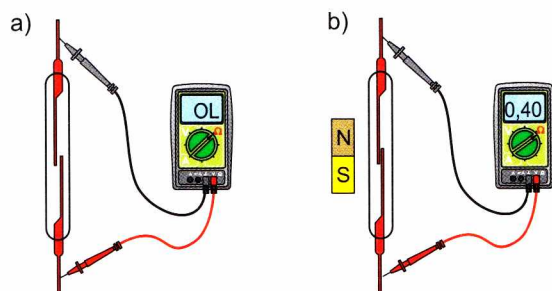
Kontrola czujnika kontaktronowego obejmuje:

- sprawdzenie jego działania,
- pomiar napięcia doprowadzonego do czujnika.



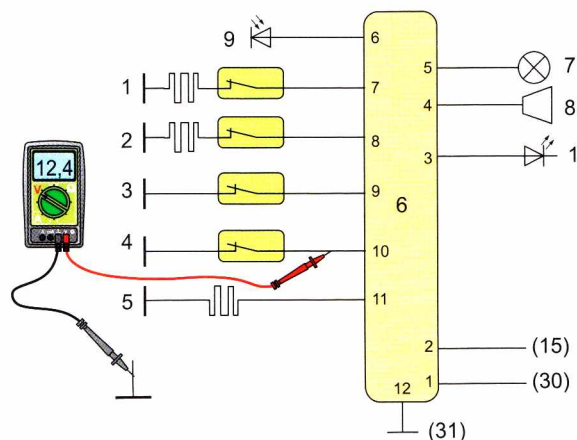
Rys. 12.25. Sposób sprawdzenia zestyku instalacji alarmowej po jego wymontowaniu z samochodu: a) zestyk załączony, b) zestyk rozłączony

Działanie kontaktronu sprawdzamy, mierząc rezystancję czujnika (przyłączając końcówki pomiarowe multimetru do końcówek czujnika) i jednocześnie uaktywniając jego styki przez przyłożenie do obudowy magnesu trwałego. Po przyłożeniu magnesu rezystancja czujnika powinna być mniejsza niż $1\ \Omega$ (rys. 12.26b), a po jego oddaleniu wskazanie miernika powinno dążyć do nieskończoności (rys. 12.26a).



Rys. 12.26. Sposób sprawdzenia czujnika kontaktronowego przez pomiar rezystancji: a) czujnik rozwarty, b) czujnik zwarty

Napięcie zasilania czujnika kontaktronowego sprawdzamy, mierząc napięcie na końcówce czujnika od strony sterownika (rys. 12.27). Zmierzona wartość napięcia powinna być zgodna z wartością wymaganą (12 lub 5 V, w zależności od rozwiązania konstrukcyjnego).



Rys. 12.27. Sposób wykonywania pomiarów napięcia na stykach sterownika łączących go z czujnikiem kontaktronowym

1 i 2 – czujnik kontaktronowy i pętla indukcyjna w drzwiach prawych i lewych, 3 i 4 – czujniki kontaktronowe w drzwiach tylnych prawych i lewych, 5 – ogrzewanie tylnej szyby, 6 – sterownik instalacji alarmowej, 7 – oświetlenie pojazdu, 8 – sygnał dźwiękowy, 9 – detektor podczerwieni, 1–12 – styki, (15) i (30) – zasilanie z instalacji elektrycznej samochodu, (31) – masa pojazdu

Jeżeli zmierzona wartość napięcia jest nieprawidłowa, sprawdzamy ciągłość przewodu łączącego czujnik ze sterownikiem lub wartość napięcia bezpośrednio na odpowiednim styku sterownika. Jeżeli jest ona niewłaściwa, wskazuje to na uszkodzenie sterownika.

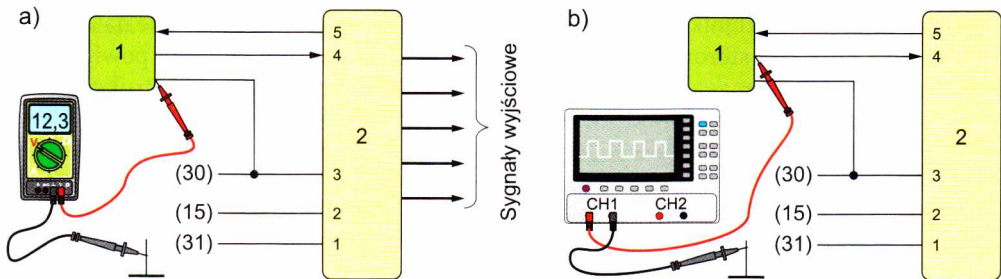
Ultradźwiękowy czujnik nadzoru wnętrza pojazdu najprościej sprawdzić, próbując aktywować (uruchomić) instalację alarmową. Próbę taką wykonujemy w następujący sposób:

- 1) włączamy układ ochrony,
- 2) opuszczamy szybę lub poruszamy jakimś przedmiotem wewnątrz pojazdu naprzeciwko czujnika; jeśli czujnik jest sprawny, powinien spowodować uruchomienie instalacji alarmowej.

Jeżeli instalacja alarmowa nie zadziała, **sprawdzamy napięcie zasilania czujnika**. Pomiaru dokonujemy na jego stykach, ustawiając miernik na tryb pomiaru napięcia przemiennego (AC). Jeśli wartość napięcia zasilania czujnika jest zgodna z wartością kontrolną, a nadal nie dochodzi do uruchomienia instalacji alarmowej, wskazuje to na uszkodzenie czujnika.

Sprawdzanie czujnika pochylenia pojazdu podłączonego do aktywnej instalacji alarmowej polega na uniesieniu samochodu za pomocą lewarka. Zmiana położenia pojazdu powinna włączyć instalację alarmową.

Czujniki tego typu zasilane są bezpośrednio z akumulatora samochodu (linia (30) instalacji elektrycznej) i połączone ze sterownikiem instalacji alarmowej za pomocą dwóch przewodów. Jeden służy do ich włączania i wyłączania, a drugim przesyłane są informacje do sterownika. Podłączenie czujnika do urządzenia sterującego oraz sposób pomiaru napięcia zasilania i sygnału z czujnika przedstawiono na rysunku 12.28.



Rys. 12.28. Sposób pomiaru: a) napięcia zasilania czujnika, b) sygnału wyjściowego do sterownika 1 – czujnik pochylenia, 2 – sterownik autoalarmu

Jeżeli uzyskana z pomiaru wartość napięcia zasilania jest nieprawidłowa lub równa 0 V, wskazuje to na niesprawność obwodu zasilającego, który należy wtedy sprawdzić.

Jeżeli przy prawidłowym zasilaniu czujnika oraz ciągłości przewodów łączących go ze sterownikiem instalacja alarmowa się nie uruchamia, **sprawdzamy sygnał uruchamiający czujnik** (przesyłany ze sterownika) oraz **sygnał wyjściowy z czujnika** informujący o zmianie położenia samochodu. Pomiaru dokonujemy oscyloskopem, nastawiając podstawę czasu na zakres umożliwiający pomiar krótkich impulsów. Robimy to w następujący sposób:

- 1) końcówkę dodatnią oscyloskopu przyłączamy do odpowiedniego styku sterownika, a końcówkę masową do masy pojazdu (rys.12.28b);
- 2) po załączeniu instalacji alarmowej i przechyleniu pojazdu powinniśmy zarejestrować na obu przewodach krótkie sygnały sterujące; brak odpowiedniego sygnału wskazuje na uszkodzenie sterownika lub czujnika.

Czujnik pętlowy znajdujący się w szybie **sprawdzamy, mierząc jego rezystancję**. W tym celu odłączamy przewody zasilające i zamiast nich podłączamy sondy pomiarowe miernika. Zmierzona wartość rezystancji powinna być zgodna z wartością zależną od mocy grażki.

Może to być np. 1,5 Ω dla grzałki 100 W. Moc grzałki zależy od producenta pojazdu. Wartość rezystancji dążąca do nieskończoności wskazuje na przerwanie ciągłości obwodu pętli.

Sygnałami wyjściowymi instalacji alarmowej są sygnały akustyczne oraz świetlne. Sygnały świetlne wysyłane są za pomocą świateł awaryjnych, pozycyjnych lub/i świateł mijania. Sygnały akustyczne zazwyczaj emitowane są z dodatkowej syreny alarmowej. Diagnozowanie instalacji oświetlenia opisano w rozdziale 11.

Diagnozowanie syreny alarmowej polega na sprawdzeniu:

- ciągłości przewodów,
- napięcia zasilania syreny,
- ciągłości przewodów obwodu sterującego przekaźnikiem uruchamiającym syrenę alarmową,
- działania samego przekaźnika (patrz rozdział 2.).

12.4.2. Diagnozowanie immobilizera

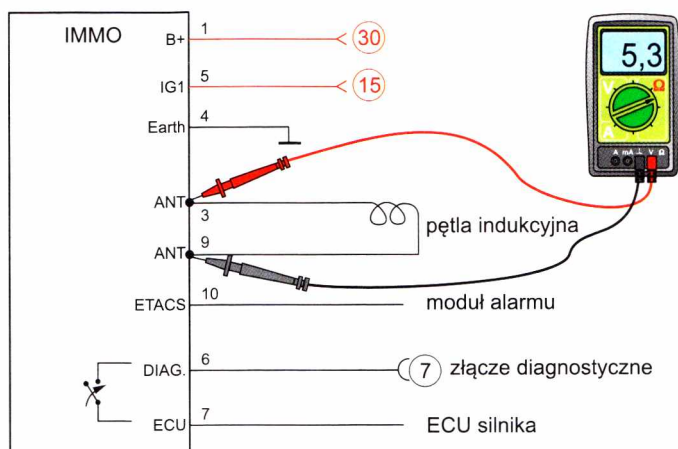
Najczęstszym objawem niesprawności układu immobilizera jest brak możliwości uruchomienia silnika samochodu. Może to wynikać z uszkodzenia transpondera, anteny jego czytnika albo sterownika immobilizera.

Kody usterek układu immobilizera odczytuje się za pomocą odpowiedniego testera diagnostycznego. Diagnozowanie przyrządowe polega na sprawdzeniu poprawności sygnałów występujących na liniach łączących sterownik immobilizera ze sterownikiem zezwalającym na rozruch silnika (najczęściej jest to sterownik silnika).

Diagnostując immobilizer, w pierwszej kolejności sprawdzamy:

- stan anteny nadawczo-odbiorczej,
- przesyłanie informacji między anteną a transponderem,
- napięcie zasilania jego sterownika (mierzone tak samo jak napięcie sterownika instalacji alarmowej).

Stan anteny sprawdzamy, mierząc jej rezystancję. Pomiaru dokonujemy na odpowiednich stykach sterownika lub bezpośrednio na stykach anteny za pomocą multimetru. Sposób pomiaru rezystancji anteny nadawczo-odbiorczej pokazano na rysunku 12.29. Przeprowadzamy go po odłączeniu zasilania sterownika. Zmierzona wartość rezystancji powinna być

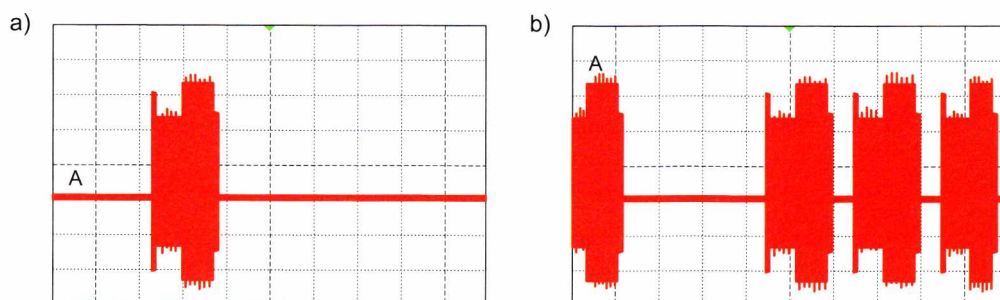


Rys. 12.29. Przykładowy schemat elektryczny układu immobilizera oraz sposób pomiaru rezystancji jego anteny nadawczo-odbiorczej

zgodna z wartością kontrolną, wynoszącą zazwyczaj kilka omów. Jeśli jest inaczej, oznacza to, że antena jest uszkodzona.

Jeżeli rezystancja anteny jest prawidłowa, **sprawdzamy przesyłanie danych między transponderem a sterownikiem immobilizera.**

W zależności od systemu komunikacja jest inicjowana przez sterownik silnika w momencie włączenia zapłonu lub przez sterownik immobilizera. Z chwilą rozpoczęcia komunikacji między transponderem a sterownikiem immobilizera na stykach pętli indukcyjnej pojawiają się sygnały, które mierzymy oscyloskopem bezpośrednio po włączeniu zapłonu (tj. przekręceniu kluczyka w stacyjce). Przy sprawnym układzie immobilizera sterownik wysyła do transpondera zapytanie, na które powinien otrzymać odpowiedź. Jeżeli transponder jest sprawny, przebieg rejestrowanego sygnału (odpowiedzi) będzie zbliżony do pokazanego na rysunku 12.30a.

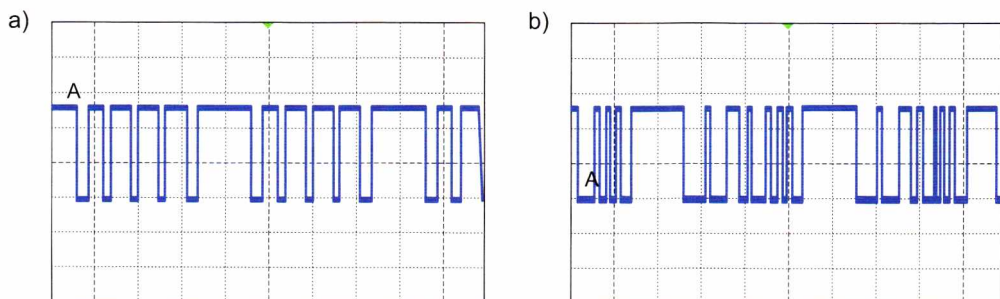


Rys. 12.30. Przebieg sygnału na pętli indukcyjnej (tj. na antenie nadawczo-odbiorczej) immobilizera: a) prawidłowa identyfikacja transpondera, b) nieprawidłowa identyfikacja transpondera

W momencie otrzymania odpowiedzi transpondera i jego prawidłowego rozpoznania następuje przerwanie nadawania sygnałów. Jeżeli transponder nie zostanie rozpoznany, wówczas sterownik ponownie wysyła do niego sygnały wzywające do odpowiedzi.

W zależności od rodzaju otrzymanego z transpondera kodu (prawidłowego lub nieprawidłowego) immobilizer wysyła do sterownika sygnał zezwalający (jeżeli kod z transpondera był prawidłowy) albo niezezwalający na uruchomienie silnika (rys. 12.31).

Aby sprawdzić przesyłanie danych, końcówkę dodatnią oscyloskopu podłączamy do styku łączącego sterownik immobilizera ze sterownikiem silnika (7 na rys. 12.29 s. 343), a drugą do masy pojazdu.



Rys. 12.31. Sygnał oscyloskopowy rejestrowany na linii sterownik silnika – sterownik immobilizera: a) zezwalający na uruchomienie silnika, b) niezezwalający na uruchomienie silnika

Sterownik immobilizera może łączyć się z innymi sterownikami samochodu (najczęściej silnika) za pomocą magistral danych, np. LIN lub CAN. Sprawdzenie stanu magistrali i poprawności komunikacji przeprowadzamy w sposób opisany w rozdziale 9.

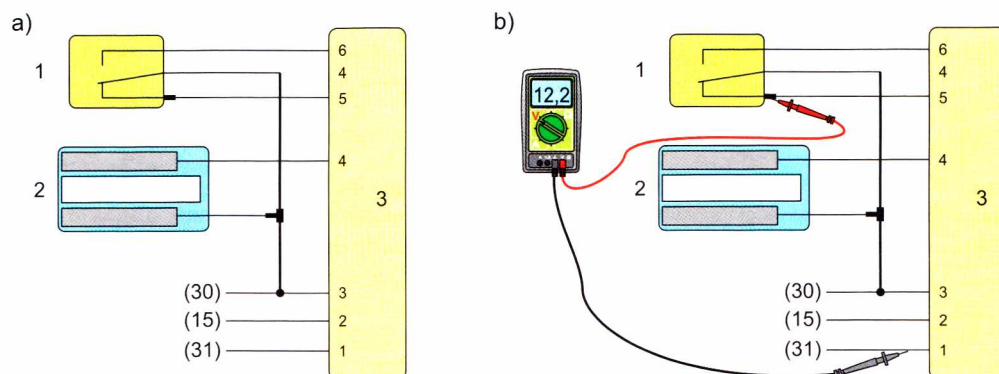
12.4.3. Diagnostowanie układu centralnego zamka

Diagnostowanie układu centralnego zamka rozpoczynamy od oględzin poszczególnych elementów (jeżeli jest to możliwe) oraz próby zamknięcia i otwarcia zamków. Jeżeli wszystkie zamki po komendzie zamknięcia (lub otwarcia) zadziałają prawidłowo, uznajemy je za sprawne.

Diagnostowanie elementów centralnego zamka obejmuje:

- kontrolę mikrowyłączników,
- sprawdzenie zasilania urządzenia sterującego oraz sprawdzenie silników prądu stałego nastawników elektrycznych.

Kontrola mikrowyłącznika to przede wszystkim pomiar napięcia na styku zasilającym mikrowyłącznik oraz na przewodach połączonych z urządzeniem sterującym. W tym celu końcówkę dodatnią multimetru podłączamy do odpowiedniego styku mikrowyłącznika, a ujemną do masy pojazdu (rys. 12.32b).



Rys. 12.32. Schemat elektrycznego podłączenia elementów siłownika do urządzenia sterującego (a) oraz sposób pomiaru napięcia zasilania mikrowyłącznika za pomocą multimetru
1 – mikrowyłącznik, 2 – cewka bezpieczeństwa, 3 – sterownik układu centralnego zamka

Jeżeli zmierzona wartość napięcia jest znacznie mniejsza od napięcia akumulatora, sprawdzamy odpowiedni obwód elektryczny.

W celu **sprawdzenia działania mikrowyłącznika** podłączamy jedną końcówkę pomiarową do odpowiedniego styku sterownika (np. 6. na rys. 12.32), a drugą do masy pojazdu. Po włączeniu napięcia zasilania (tj. po przekręceniu kluczyka w stacyjce) miernik powinien zmierzyć wartość napięcia zbliżoną do napięcia akumulatora w chwili zmiany położenia zamka za pomocą kluczyka samochodowego. W zależności od kierunku zmiany – *zamknij* lub *otwórz* – na przewodzie, do którego podłączona jest końcówka dodatnia miernika, powinno zostać zarejestrowane odpowiednie napięcie. Jeśli zmierzona wartość tego napięcia jest nieprawidłowa, sprawdzamy przewody. Jeżeli są ciągłe, wskazuje to na uszkodzenie mikrowyłącznika.

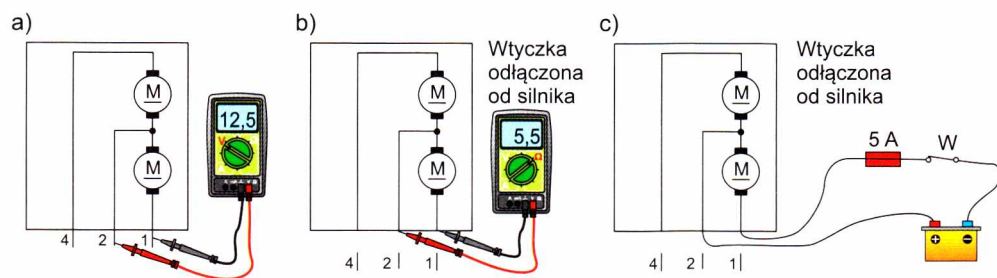
Sprawdzenie silników elektrycznych w siłownikach centralnego zamka obejmuje:

- kontrolę napięcia zasilania silnika na odpowiednich stykach siłownika,
- pomiar rezystancji jego uzwojenia.

Prostym sposobem skontrolowania działania silnika jest doprowadzenie napięcia z akumulatora samochodu do jego styków (po wcześniejszym odłączeniu złącza elektrycznego od instalacji pokładowej) i sprawdzenie, czy wirnik silnika się obraca.

Pomiaru napięcia zasilania dokonujemy, podłączając urządzenie pomiarowe do styków silnika. W tym celu:

- 1) końcówki pomiarowe miernika podłączamy do odpowiednich styków siłownika (1. i 2. na rys. 12.33a) zgodnie ze schematem;
- 2) po podłączeniu uruchamiamy centralny zamek i jednocześnie obserwujemy wskazania miernika; jeżeli w czasie zamykania lub otwierania zamków napięcie na mierniku będzie zbliżone do napięcia akumulatora, oznacza to, że napięcie zasilania silnika jest prawidłowe – jeśli tak nie jest, należy sprawdzić ciągłość przewodów elektrycznych oraz urządzenie sterujące.



Rys. 12.33. Sposób wykonania pomiarów diagnostycznych silnika elektrycznego nastawnika centralnego zamka: a) napięcia zasilania, b) rezystancji uzwojenia silnika, c) działania silnika
M – silnik elektryczny nastawnika centralnego zamka, W – wyłącznik

Pomiar rezystancji uzwojenia silnika wykonujemy na jego stykach po odłączeniu wtyczki przewodów elektrycznych od siłownika (rys. 12.33b). Zmierzona rezystancja uzwojenia silnika powinna być zgodna z wartością kontrolną (zazwyczaj ok. 5–7 Ω). Wartość znacznie mniejsza lub dążąca do nieskończoności wskazuje na uszkodzenie silnika nastawnika.

Dobrym sposobem **sprawdzenia silnika** jest podłączenie do jego styków napięcia zasilania z zewnętrznego źródła (akumulatora) i obserwowanie, czy jego wirnik się obraca. Schemat przeprowadzenia takiej kontroli pokazano na rysunku 12.33c.

Diagnozowanie podstawowych elementów układu centralnego zamka jest utrudnione ze względu na miejsca zamontowania. Ich sprawdzenie często wymaga demontażu innych elementów samochodu (np. boczaków drzwi wraz z osprzętem czy części deski rozdzielczej).

PYTANIA I POLECENIA

1. Na czym polega i co obejmuje bezprzypadkowe diagnozowanie instalacji alarmowej pojazdu?
2. Jakie pomiary diagnostyczne wykonywane są podczas kontroli urządzenia sterującego instalacją alarmową?
3. Podaj sposób sprawdzenia zestyku.
4. W jaki sposób kontrolujemy działanie czujnika kontaktronowego?
5. Omów sposób sprawdzenia czujnika ultradźwiękowego instalacji alarmowej.

6. Jakie pomiary diagnostyczne obejmuje diagnozowanie transpondera?
7. Podaj sposób kontroli anteny nadawczo-odbiorczej immobilizera (pętli indukcyjnej przy stacyjce).
8. W jaki sposób sprawdzamy wymianę danych między anteną nadawczo-odbiorczą i transponderem?
9. Jakie czynności i pomiary diagnostyczne obejmuje kontrola działania elektrycznego nastawnika układu zamka centralnego?

ZAPAMIĘTAJ

Podstawowy zakres ochrony instalacji alarmowej obejmuje jedynie drzwi oraz pokrywę bagażnika i komory silnika. Instalacje bardziej zaawansowane wyposażone są w czujniki zbitcia szyb i przechyłu nadwozia samochodu oraz układy nadzoru wnętrza.

Immobilizery poprzez oddziaływanie na sterownik silnika uniemożliwiają jego rozruch w przypadku negatywnego wyniku weryfikacji uprawnień do uruchomienia samochodu. Podstawowe elementy immobilizera to: sterownik, antena nadawczo-odbiorcza (pętla indukcyjna) i transponder.

Układy centralnego zamka umożliwiają blokowanie i odblokowywanie wszystkich drzwi oraz pokrywę bagażnika samochodu. Obecnie w samochodach stosowane są wyłącznie układy centralnego zamka z elektrycznymi nastawnikami.

Nowoczesne pojazdy wyposażone są w zintegrowane układy centralnego zamka, instalacji alarmowej i immobilizera.

Diagnostyka układów centralnego zamka, instalacji alarmowej i immobilizera wymaga dysponowania schematem połączeń elektrycznych elementów składowych tych układów. Pomiary diagnostyczne obejmują przede wszystkim sprawdzenie napięcia zasilania i działania poszczególnych elementów, kontrolę ciągłości przewodów oraz wymiany informacji między komunikującymi się elementami.



SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Wymień elementy składowe podstawowej instalacji alarmowej samochodu.
2. Jak działa czujnik kontaktronowy i jakie funkcje pełni w instalacji alarmowej?
3. Podaj sposób sprawdzenia działania zestyku w drzwiach pojazdu.
4. W jaki sposób kontrolujemy działanie czujnika kontaktronowego?
5. Wymień elementy składowe i ogólną zasadę działania ultradźwiękowej instalacji ochrony wnętrza samochodu.
6. W jaki sposób instalacja alarmowa nadzoruje szyby samochodu?
7. Jaką funkcję w systemach antywłamaniowych samochodu pełni transponder?
8. Gdzie jest umieszczona antena nadawczo-odbiorcza immobilizera?
9. Korzystając z rysunków 12.21 i 12.22, omów budowę i działanie elektrycznego nastawnika układu zamka centralnego.
10. Podaj wartość rezystancji anteny nadawczo-odbiorczej transpondera.
11. Jakie są zadania dodatkowego (drugiego) silnika elektrycznego nastawnika?
12. Podaj sposób kontroli napięcia zasilania czujnika pochylenia.
13. Jaką dodatkową funkcję może pełnić uzwojenie (pętla) ogrzewania tylnej szyby w samochodzie i jak je diagnozujemy?

14. Omów sposób diagnozowania mikrowyłączników nastawników układu zamka centralnego.
15. Podaj zakres pomiarów kontrolnych silnika elektrycznego nastawnika układu zamka centralnego.

LITERATURA

- [1] A. Gajek, Z. Juda, *Czujniki*, WKŁ, Warszawa 2009.
- [2] A. Herner, H.J. Riehl, *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*, WKŁ, Warszawa 2011.
- [3] K. Pacholski, *Elektryczne i elektroniczne wyposażenie pojazdów samochodowych*, WKŁ, Warszawa 2013.
- [4] M. Pachowiak, *Zabezpieczenia antykradzieżowe w pojazdach, część 1–7.*, „AutoElektro” nr 149–156.
- [5] Praca zbiorowa: *Budowa pojazdów samochodowych, część II*, Wydawnictwo REA, Warszawa 2009.
- [6] *Automotive Handbook*, Robert Bosch GmbH, Germany 2011.

13. Diagnostyka hybrydowych układów napędowych

- Budowa i działanie hybrydowego układu napędowego
- Diagnostowanie hybrydowego układu napędowego
- Zasady bezpieczeństwa dotyczące diagnostowania hybrydowych układów napędowych

13.1

Budowa i działanie hybrydowego układu napędowego

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- co to jest napęd hybrydowy
- jakie są rodzaje napędów hybrydowych stosowane w samochodach
- co to są pojazdy PHEV i E-REV (EREV)

Coraz więcej pojazdów ma napęd hybrydowy. Jego upowszechnienie wiąże się z tym, że zapewnia on (w porównaniu z silnikami spalinowymi) znaczną redukcję ilości emitowanych składników toksycznych spalin oraz zmniejszenie zużycia paliwa (a więc także emisji CO₂).

Hybrydowy układ napędowy to ścisła współpraca dwóch źródeł napędu: **silnika spalinowego** o zapłonie iskrowym lub samoczynnym oraz **silnika elektrycznego**.

Podstawowym źródłem napędu jest silnik spalinowy, wspomagany w ruchu drogowym przez silnik elektryczny, a w niektórych sytuacjach całkowicie przez niego zastępowany.

W zależności od mocy i napięcia elektrycznego źródła napędu wyróżniamy trzy rodzaje hybrydowych układów napędowych:

- **mikrohybrydowy** – o mocy elektrycznej kilku kilowatów,
- **częściowo lub średniohybrydowy** – o mocy elektrycznej kilkunastu kilowatów,
- **w pełni hybrydowy** – o mocy elektrycznej kilkudziesięciu i więcej kilowatów.

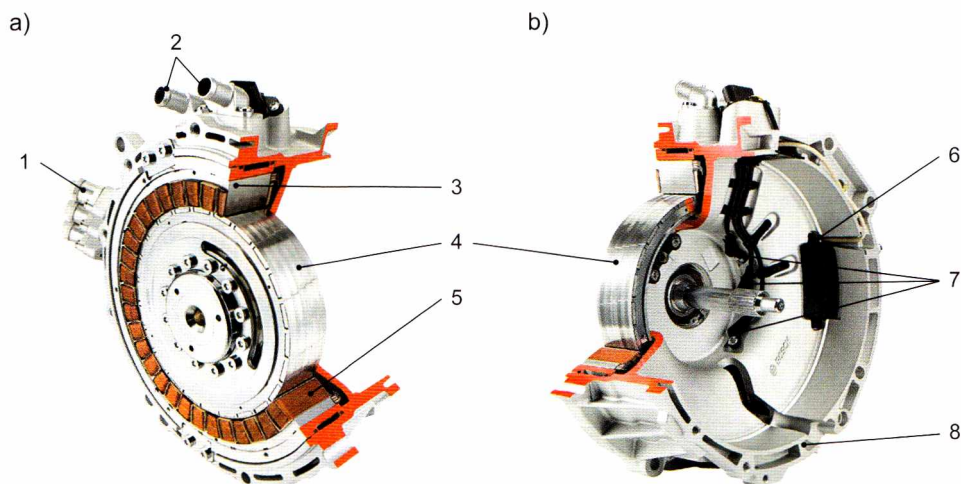
Funkcje poszczególnych napędów dostosowane są do rodzaju źródła elektrycznego.

W **napędach mikrohybrydowych** silnik spalinowy wyposażony jest w rozrusznik elektryczny o mocy kilku kilowatów, umożliwiając ponowne uruchomienie samochodu po jego zatrzymaniu i wyłączeniu silnika (funkcja Start-Stop – patrz p. 5.3). Napięcie wszystkich zespołów takiego układu napędowego nie przekracza 12–36 V. Nazwy samochodów tego typu często nie informują, że są to pojazdy mikrohybrydowe (np. Blue Motion, Blue Efficiency, Blue Drive i in.).

Bardziej zaawansowane technicznie są **napędy średniohybrydowe**. Zazwyczaj mają one zainstalowany dodatkowy zespół IMG (ang. *Integrated Motor Generator*) – silnik elektryczny (generator) o mocy kilkudziesięciu kilowatów (rys. 13.1). Może on funkcjonować jako elektryczny silnik synchroniczny prądu zmiennego (rozrusznik) lub generator (a także hamulec silnika spalinowego) i jest umieszczony między silnikiem a skrzynią biegów.

W fazie pracy silnikowej zespół IMG wspomaga silnik spalinowy (np. podczas przyspieszania), czerpiąc energię z akumulatora. Przekształcanie prądu stałego o wysokim napięciu (200–400 V) w prąd zmienny, zasilający silnik, zapewnia przemiennik napięcia (falownik). Kiedy silnik spalinowy nie pracuje, zespół IMG pełni funkcję rozrusznika elektrycznego.

W określonych warunkach, gdy silnik spalinowy nie musi być wspomagany, elektroniczny układ sterujący przełącza zespół IMG w tryb pracy generatora, wytwarzającego energię elektryczną podczas jazdy i hamowania. Energia kinetyczna hamowanego pojazdu zostaje wykorzystana do napędzania generatora – jest to tzw. hamowanie regeneracyjne. W czasie zwykłego hamowania energia kinetyczna pojazdu zamienia się w ciepło



Rys. 13.1. Zespół IMG silnika elektryczno-generatora; widok od strony silnika spalinowego (a), widok od strony skrzyni biegów (b)

1 – przyłącze wysokiego napięcia, 2 – obwód chłodzenia, 3 – stojan, 4 – wirnik, 5 – cewki, 6 – czujnik temperatury, 7 – czujnik prędkości obrotowej silnika, 8 – obudowa zespołu IMG

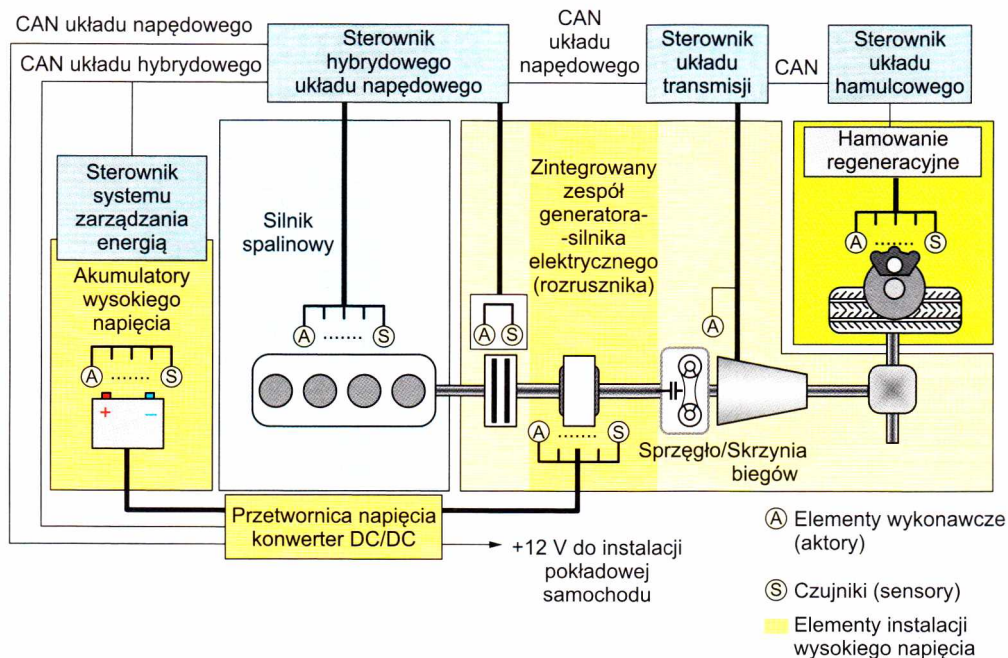
(tarcie), które zostaje utracone. Podczas rekuperacji (odzysku energii kinetycznej hamowania) zespół IMG działa z jednej strony jak hamulec silnika, zmniejszając prędkość samochodu, a z drugiej jak generator, wytwarzając energię elektryczną gromadzoną w akumulatorze.

W systemach średniohybrydowych napięcie wynosi 42 V i więcej. W samochodach z takim napędem często nie ma standardowego alternatora, a ładowanie akumulatora 12 V odbywa się z generatora IMG. Jeśli w pojeździe nie ma akumulatora 12 V, napięcie do instalacji pokładowej jest pobierane z akumulatora wysokiego napięcia i konwertera.

Napęd w pełni hybrydowy zapewnia realizację wszystkich wymienionych wcześniej funkcji: Start-Stopu, hamowania regeneracyjnego i wspomaganie pracy silnika spalinowego, pozwala także na uruchomienie samochodu za pomocą samego silnika elektrycznego (o mocy od 20 do 80 kW i więcej) oraz umożliwia jego ruch do prędkości ok. 30–45 km/h. Zasilanie napędowego silnika elektrycznego odbywa się wtedy z wysokonapięciowego akumulatora (np. litowo-jonowego lub niklowo-metalowo-wodorkowego) umieszczonego z tyłu samochodu. Napięcie w instalacji wysokonapięciowej samochodu z pełnym napędem hybrydowym może przekraczać nawet 500 V (!).

Główne elementy składowe takiego układu napędowego pokazano na rys. 13.2 (s. 352). Aby zapewnić realizację wszystkich funkcji, napędy hybrydowe posiadają wysokonapięciowe akumulatory, zespoły silnika i generatora elektrycznego, przemienniki napięcia (falowniki) itp.

Szczególne wymagania dotyczą akumulatorów wysokonapięciowych. Aby zapewnić ich maksymalną trwałość, temperatura pracy akumulatorów nie może przekroczyć 40°C i nie może spaść poniżej -5°C, a różnica temperatur między poszczególnymi ogniwami nie powinna być większa niż 5–10°C. Standardowym rozwiązaniem chłodzenia akumulatorów jest obecnie podłączanie układu stabilizacji temperatury pracy akumulatorów do układu chłodzenia silnika, które wypiera stosowane wcześniej układy chłodzenia powietrznego.



Rys. 13.2. Schemat ideowy w pełni hybrydowego napędu

Wszystkie przewody łączące elementy składowe wysokonapięciowej instalacji napędu hybrydowego mają podwójną izolację i są zabezpieczone przed zmianą polaryzacji napięcia. Przewody te zakończone są specjalnymi złączami, wykluczającymi omyłkowe podłączenie ich do innego układu elektrycznego.

W zależności od konfiguracji (tj. liczby, rodzaju i umiejscowienia elementów składowych przekazujących napęd) wyróżniamy trzy podstawowe rodzaje pełnego napędu hybrydowego:

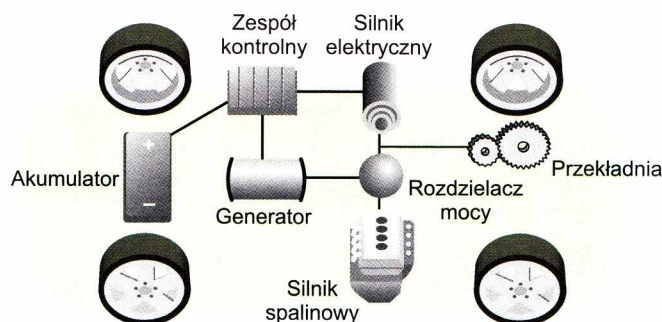
- szeregowy,
- równoległy,
- szeregowo-równoległy.

W **napędzie szeregowym** koła samochodu napędzane są przez dwie maszyny elektryczne, a nie przez silnik spalinowy. Pierwsza z nich (napędzana silnikiem spalinowym) pełni funkcję generatora wytwarzającego energię elektryczną, magazynowaną w akumulatorach i zasilającą elektryczny silnik napędowy za pomocą przemiennika napięcia. Druga (silnik), mechanicznie połączona z kołami samochodu, zapewnia jego napęd.

W **napędzie równoległym** koła samochodu napędzane są przez mechaniczny układ napędowy z dwóch równoległych źródeł napędu: silnika spalinowego i układu elektrycznego. Oba układy połączone są dzięki odpowiedniej konstrukcji silnika elektrycznego, umieszczonego w układzie napędowym między silnikiem spalinowym a sprzęgłem i skrzynią biegów. W takim rozwiązaniu napęd na koła może być zapewniany tylko przez silnik spalinowy lub tylko przez silnik elektryczny (zasilany z wysokonapięciowych akumulatorów samochodu za pośrednictwem przemiennika napięcia) albo przez oba źródła napędu.

Napęd szeregowo-równoległy (rys. 13.3) stanowi kombinację napędu szeregowego i równoległego. Wykorzystuje ich zalety, jednocześnie minimalizując wady. Tego rodzaju rozwiązanie różni się od napędu szeregowego tym, że generator energii (pierwsza maszyna

elektryczna) jest tu mechanicznie połączony z silnikiem elektrycznym (druga maszyna elektryczna) za pomocą sprzęgła (w napędzie szeregowym jest tylko połączenie elektryczne). Gdy sprzęgło łączy generator energii z silnikiem elektrycznym, napęd kół zapewnia silnik spalinowy wspomagany przez silnik elektryczny (połączenie równoległe). Po rozłączeniu sprzęgła układ pracuje jak szeregowy hybrydowy układ napędowy.



Rys. 13.3. Schemat przykładowego pełnego hybrydowego układu napędowego z napędem szeregowo-równoległym

Do napędu szeregowo-równoległego należy również rozwiązanie, w którym napęd jednej osi pojazdu realizowany jest za pomocą silnika spalinowego, a drugiej – za pomocą silnika elektrycznego, dołączanego przy mniejszych prędkościach ruchu pojazdu.

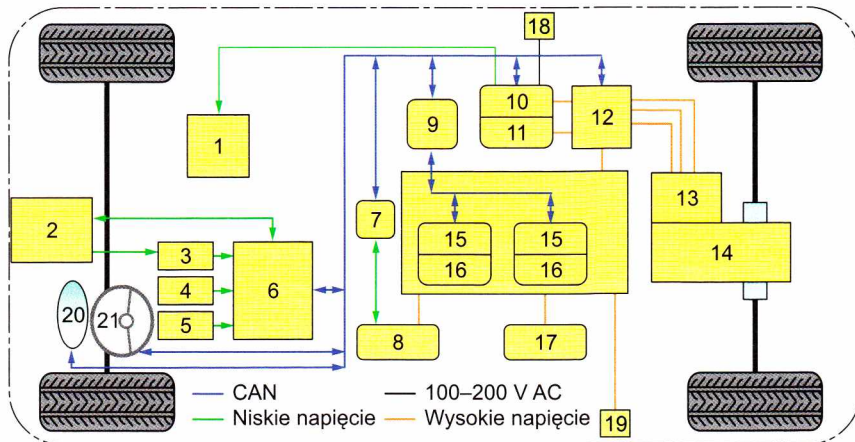
Hybrydowe układy napędowe zabezpieczone są przed podaniem wysokiego napięcia na karoserię samochodu. Jedno z tych zabezpieczeń to **przełączniki bezpieczeństwa**, które w razie wypadku samochodu lub uszkodzenia zespołu napędowego odłączają wysokie napięcia. Aktywacja bezpieczników następuje w chwili wykrycia zagrożenia przez system autodiagnostyki (np. przez sterownik poduszek gazowych). Wszystkie przewody i elementy układu wysokonapięciowego są odłączone od instalacji 12 V, więc instalacja wysokonapięciowa pojazdu nie ma połączenia z masą (karoserią) samochodu.

Stosowanie hybrydowego układu napędowego w samochodzie wymaga odpowiedniej konstrukcji innych zespołów, działających tylko podczas pracy silnika elektrycznego (brak napędu z silnika spalinowego). Dotyczy to między innymi: pompy płynu chłodzącego, wspomaganie układu kierowniczego, podciśnieniowego wspomaganie układu hamulcowego, sprężarki układu klimatyzacji, wysokociśnieniowej pompy oleju, zapewniającej pracę automatycznej skrzyni biegów. Wszystkie te zespoły muszą być przystosowane do zasilania energią elektryczną o wysokim napięciu.

Innym rodzajem pojazdów hybrydowych są **pojazdy PHEV** (ang. *Plug-in HEV*), wyposażone lub doposażone w dodatkowe akumulatory, umożliwiające przebycie dłuższego dystansu z użyciem silnika elektrycznego. Ładowanie akumulatorów używanych w tych pojazdach może odbywać się na zasadzie rekuperacji energii oraz – ze względu na zwiększony ładunek (pojemność) akumulatorów – z gniazda standardowej sieci elektrycznej podczas postoju pojazdu (np. w domu lub na parkingu).

Do pojazdów hybrydowych należą też pojazdy **E-REV** lub **EREV** (ang. *Extended Range Electric Vehicle*). Są to pojazdy z napędem szeregowym. Silnik spalinowy zapewnia im 30–40% mocy napędowej i uruchamiany jest po rozładowaniu akumulatorów lub wykorzystywany do ciągłego ładowania akumulatorów wysokiego napięcia.

Oprócz samochodów z napędem hybrydowym są również **samochody z napędem elektrycznym**. Przykładowy schemat konfiguracji takiego układu napędowego oraz powiązań instalacji elektrycznych o różnych wartościach napięcia pokazano na rysunku 13.4.



Rys. 13.4. Przykład powiązań instalacji elektrycznych o różnym poziomie napięcia w samochodzie z napędem elektrycznym

1 – akumulator 12V DC, 2 – elektrycznie napędzana pompa do wytwarzania podciśnienia wspomagającego układ hamulcowy, 3 – pedał hamulca, 4 – pedał przyspieszenia, 5 – dźwignia wyboru biegu, 6 – sterownik silnika, 7 – sterownik układu klimatyzacji, 8 – elektrycznie napędzana sprężarka układu klimatyzacji, 9 – sterownik systemu zarządzania baterią wysokiego napięcia, 10 – ładowarka pokładowa, 11 – konwerter DC/DC, 12 – przetwornica napięcia (falownik), 13 – sterownik układu przeniesienia napędu, 14 – układ przeniesienia napędu, 15 – moduł zarządzania baterią wysokiego napięcia, 16 – pojedyncze ogniwo baterii wysokiego napięcia, 17 – ogrzewacz baterii wysokiego napięcia, 18 – zasilacz do ładowania z domowej sieci instalacji elektrycznej, 19 – złącze szybkiego ładowania, 20 – tablica wskaźników kontrolno-pomiarowych, 21 – układ kierowania

PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie znasz rodzaje napędów hybrydowych?
2. Na czym polega rekuperacja energii hamowania w napędach hybrydowych?
3. Podaj zakres napięcia występującego w instalacji wysokiego napięcia napędów hybrydowych.

13.2

Diagnozowanie hybrydowego układu napędowego

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie czynności diagnostyczne obejmuje ocena stanu technicznego napędów hybrydowych
- jakie pomiary przyrządowe można wykonać za pomocą przyrządów do pomiaru wysokich napięć

Ocena stanu technicznego samochodu z napędem hybrydowym obejmuje:

- autodiagnostykę układu,
- kontrolę organoleptyczną,
- przyrządowe sprawdzenie poszczególnych elementów układu.

Autodiagnostyka

Jest to podstawowa metoda oceny stanu technicznego napędów hybrydowych. Systemy nadzoru i kontroli napędów hybrydowych są bardzo rozbudowane. Układy autodiagnostyki kontrolują działanie nadzorowanych zespołów, a w razie wykrycia nieprawidłowości powodują zaświecenie odpowiedniej lampki kontrolnej na desce rozdzielczej samochodu. Podobnie jak lampka MIL, świeci się ona po załączeniu zapłonu. Jeżeli w pamięci systemu autodiagnostyki nie są zapisane kody wykrytych usterek, lampka gaśnie. Jeśli tak się nie stanie, przeprowadzamy kontrolę układu, wykorzystując informacje odczytane z systemu autodiagnostyki oraz wartości parametrów bieżących dotyczących pracy układu.

Informacje z systemu autodiagnostyki możliwe są do uzyskania przede wszystkim za pomocą firmowych testerów diagnostycznych. Coraz więcej testerów uniwersalnych posiada odpowiednie oprogramowanie, pozwalające na diagnozowanie napędów hybrydowych i elektrycznych. Umożliwiają one odczyt kodów usterek, uzyskanie schematów połączeń elektrycznych, informacji dotyczących zalecanych przez producentów procedur testowych, kontrolę parametrów podstawowych zespołów napędu itp. Zakres ich możliwości diagnostycznych jest zależny od producenta. Przykładowe informacje możliwe do uzyskania z testera diagnostycznego pokazano na rysunku 13.5 (s. 356).

Kontrola organoleptyczna układu

Kontrola organoleptyczna obejmuje sprawdzenie stanu przewodów i połączeń elektrycznych (wtyczek) części wysokonapięciowej układu napędowego, a w szczególności:

- sprawdzenie zamocowania poszczególnych elementów układu: akumulatorów wysokonapięciowych, falownika czy silnika elektrycznego;
- wzrokową kontrolę przewodów oraz wtyczek (po ich rozłączeniu);
- ocenę ich zabezpieczenia przed możliwością samoczynnego rozłączenia się;
- przyrządową kontrolę stanu izolacji przewodów, którą powinno się wykonać odpowiednimi przyrządami, np. pokazanymi na rysunku 13.6 (s. 357).

Podczas **kontroli przewodów** zwracamy uwagę na zamocowanie poszczególnych przewodów (sposób i miejsce ich zamocowania są określone przez producenta), a także stan

Parametr	Wartość	Jednostki	Parametr	Wartość	Jednostki
Temperatura płynu chłodzącego	18	°C	Natężenie prądu akumulatora HV	0,00	A
Prędkość obrotowa silnika	0	obr/min	Wartość wysokiego napięcia przed wzmocnieniem	0	V
Prędkość pojazdu	0	km/h	Wartość wysokiego napięcia po wzmocnieniu	0	V
Czas od chwili uruchomienia silnika	0	s	Wzmocnienie napięcia	0,0	%
Napięcie dodatkowego akumulatora	11,69	V	Identyfikator warunków jazdy	0	
Temperatura otoczenia	2	°C	Położenie wału korbowego	-14	°
Temperatura powietrza dolotowego	27	°C	Moc pobierana przez układ klimatyzacji	0	W
Liczba cykli rozgrzewania po skasowaniu kodu usterki DTC	3		Przebieg napięcia w obwodzie wykrywania przebiccia w module sterowania akumulatora	4,98	V
Przebieg po skasowaniu kodu usterki	47	km	Liczba bieżących kodów usterek DTC	0	
Czas, jaki upłynął od skasowania kodów usterek DTC	151	min	Obliczone obciążenie	0,0	%
Podciśnienia w kolektorze dolotowym	102	kPa	Położenie przepustnicy	17,6	%
Ciśnienie atmosferyczne	101	kPa	Docelowe napięcie dodatkowego akumulatora	56,0	%
Prędkość obrotowa silnika-generatora MG2	0	obr/min	Temperatura płynu chłodzącego falownika	9	°C
Moment obrotowy silnika-generatora MG2	0,00	Nm	Tryb pracy wentylatora akumulatora	0,0	%
Wartość dostarczanego momentu obrotowego silnika-generatora MG2	0,00	Nm	Prędkość obrotowa pompy płynu chłodzącego falownika	500	obr/min
Prędkość obrotowa silnika-generatora MG1	0	obr/min	Sygnal wyłączenia przetwornicy w hybrydowym zespole napędowym	Włączony	
Moment obrotowy silnika-generatora MG1	0,00	Nm	Możliwość włączenia trybu EV	Wyłączony	
Wartość dostarczanego momentu obrotowego silnika-generatora MG1	0,00	Nm	Pochylenie nawierzchni drogi	0,0	m/s ²
Wartość momentu rozpoczęcia odzyskiwania energii hamowania przez silnik-generator MG1	0,0	Nm	Zezwolenie na rozruch silnika przez immobilizer	O.K.	
Żądana wartość momentu obrotowego silnika-generatora MG2 podczas odzyskiwania energii podczas hamowania	0,0	Nm	Komunikacja z immobilizerem	Włączony	
Temperatura falownika generatora	15	°C	Stan pracy rozrusznika	Wyłączony	
Temperatura falownika silnika	15	°C	Stan naładowania akumulatora (SOC) po włączeniu hybrydowego zespołu napędowego	66,5	%
Temperatura silnika-generatora MG1	8	°C	Maks. temperatura falownika generatora	16	°C
Temperatura silnika-generatora MG2	5	°C	Maks. temperatura falownika silnika	16	°C
Położenie pedału przyspieszenia	0,0	%	Maks. temperatura silnika-generatora MG2	5	°C
Żądana wartość mocy silnika spalinowego	0	W	Maks. temperatura przetwornicy napięcia	16	°C
Docelowa prędkość obrotowa silnika	0	obr/min	Maks. stan naładowania	66,5	%
Stan naładowania akumulatora HV (wysokiego napięcia)	66,2	%	Min. stan naładowania	66,0	%
Moment sterujący pompy hamulcowej	0,0	Nm	Stan włącznika świateł hamowania (STOP)	Wyłączony	
Napięcie akumulatora HV	229,0	V			

Rys. 13.5. Przykładowe informacje możliwe do uzyskania z testera diagnostycznego i oprogramowania do wspomagania diagnozowania samochodów o napędzie hybrydowym



Rys. 13.6. Przystroje do kontroli izolacji przewodów wysokonapięciowych napędu hybrydowego i pomiarów parametrów elektrycznych

różnego rodzaju osłon i elementów maskujących oraz ochraniających przewody przed bezpośrednim kontaktem np. z gorącymi elementami silnika spalinowego.

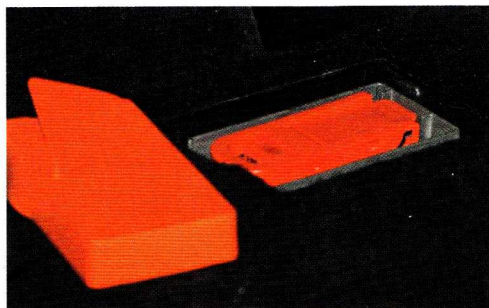
Przewody wysokonapięciowe mają dwie warstwy izolacyjne, aby wykluczyć możliwość ich zwarcia do masy pojazdu. Dwuwarstwowa izolacja w razie uszkodzenia przewodu ma zapewnić natychmiastowe wyłączenie zasilania (wysokiego napięcia) po stwierdzeniu przebicia przez układ nadzoru. Zewnętrzna izolacja wszystkich przewodów wysokonapięciowej części układu hybrydowego dla ułatwienia identyfikacji ma kolor pomarańczowy.

Kontrolę przewodów wysokonapięciowych zawsze przeprowadzamy po odłączeniu zasilania z akumulatorów wysokonapięciowych.

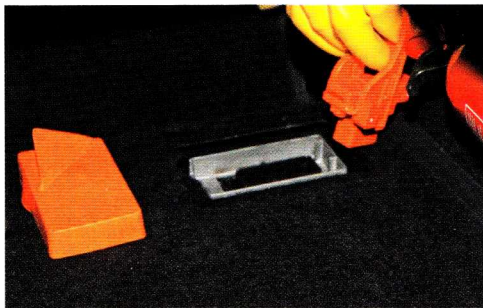
Służy do tego łatwo dostępny specjalny rozłącznik (zwora) umieszczony w pobliżu akumulatorów (rys. 13.7), za pomocą którego odłącza się zasilanie (połączenie między akumulatorami).

Przewody nie mogą być odkształcone ani mieć uszkodzonej izolacji. Żaden z komponentów układu hybrydowego nie może mieć zewnętrznych śladów jakichkolwiek uszkodzeń.

a)



b)



Rys. 13.7. Wygląd specjalnej zwory rozłączającej akumulatory wysokiego napięcia (a) oraz sposób jej usuwania: odłączanie hybrydowego układu napędowego od zasilania z akumulatorów wysokiego napięcia (b)

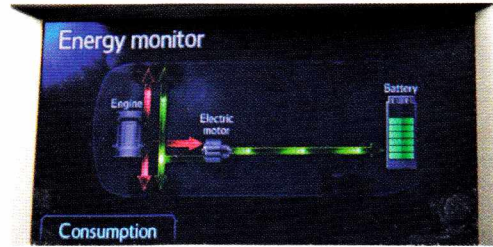
Podczas diagnozowania napędów hybrydowych należy uwzględnić to, że układ wysokiego napięcia jest odizolowany od masy pojazdu, a jego masa nie jest połączona z nadwoziem samochodu – tak jak w przypadku instalacji 12 V.

Ogólnej oceny działania układu hybrydowego możemy dokonać podczas próby drogowej (jazdy samochodem), obserwując wskazania dotyczące stanu pracy systemu na wyświetlaczu umieszczonym na desce rozdzielczej samochodu (rys. 13.8). Pokazywane są na nim aktualne parametry pracy układu napędowego oraz działanie systemu odzyskiwania energii. Informacje te dotyczą przede wszystkim przepływu energii między głównymi elementami układu.

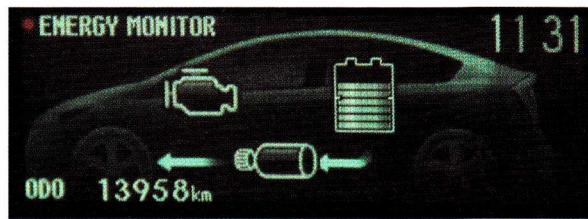
a)



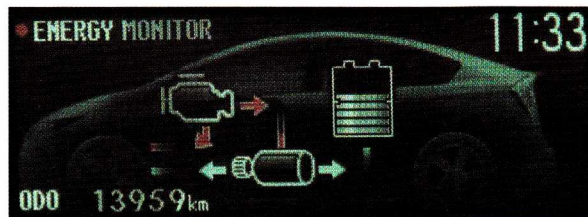
b)



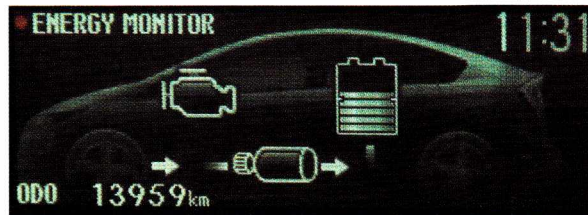
c)



d)



e)



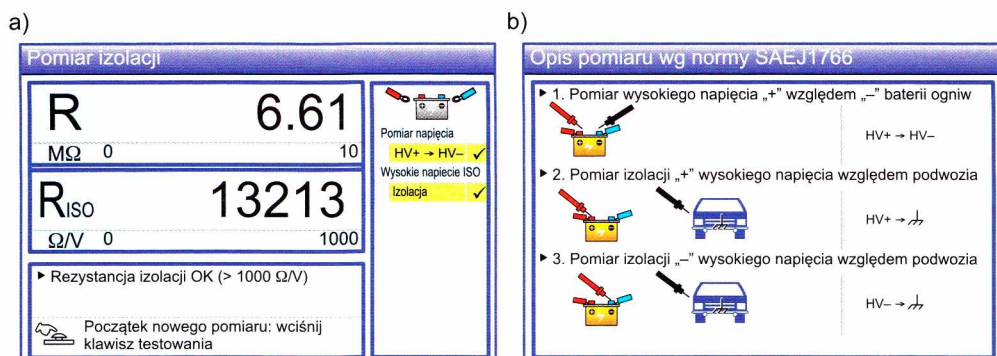
Rys. 13.8. Przykładowe informacje dotyczące stanu pracy układu hybrydowego pokazywane na wyświetlaczu umieszczonym na desce rozdzielczej: a) przycisk POWER służący do uruchamiania układu hybrydowego oraz wyświetlacz, b) informacja o przepływie energii podczas ruchu samochodu, c) napęd pojazdu za pomocą silnika elektrycznego, d) napęd pojazdu za pomocą silnika spalinowego i elektrycznego z jednoczesnym ładowaniem akumulatorów, e) odzyskiwanie energii hamowania – ładowanie akumulatorów

Sprawdzanie przyrządowe

Posługiwanie się tradycyjnymi przyrządami do pomiarów elektrycznych, multimetrem czy oscyloskopem, **nie jest w tym przypadku zalecane**. Pomiary elektryczne można wykonać za pomocą specjalnych **przyrządów przeznaczonych do pomiarów elektrycznych napędów hybrydowych** (np. pokazanych na rys. 13.6, s. 357).

Za pomocą przyrządów do pomiarów wysokich napięć przede wszystkim kontrolujemy izolację przewodów i sprawdzamy, czy nie ma przebicia wysokiego napięcia na masę pojazdu oraz mierzymy rezystancję przewodów (bez napięcia i pod napięciem).

Przykładowo tester HVS-1000 ma izolację odporną na napięcie przebicia o wartości 10000 V (w czasie 10 s) i można nim bezpiecznie wykonywać pomiary, a możliwość jego połączenia z komputerem (laptopem) i bazą danych dotyczących diagnozowanego samochodu pozwala na uzyskanie wielu informacji ułatwiających diagnostykę. Zakres udostępnianych informacji obejmuje między innymi: wskazanie miejsca montażu w samochodzie zwory zabezpieczającej oraz sposób jej odłączania i załączania, informacje dotyczące wykonywania pomiarów (rys. 13.9), bazę wartości parametrów kontrolnych itp. Urządzenie tego typu pozwala między innymi sprawdzić rezystancję przewodu pod napięciem (według normy SAE J1766). Podobne możliwości diagnostyczne ma tester FSA 050.



Rys. 13.9. Przykładowe dane (sposób wykonania pomiaru i wartości kontrolne) możliwe do uzyskania za pomocą przyrządu HVS-1000

🔧 PYTANIA I POLECENIA

1. Wymień ogólny zakres czynności diagnostycznych dotyczących napędów hybrydowych.
2. Na czym polega przyrządowa kontrola napędów hybrydowych?
3. Jaką rolę pełni zwora rozłączająca akumulatory (odcinająca zasilanie instalacji wysokim napięciem)?
4. Na czym polega organoleptyczna kontrola hybrydowego układu napędowego?

13.3

Zasady bezpieczeństwa dotyczące diagnozowania hybrydowych układów napędowych

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie są zasady bezpieczeństwa obowiązujące podczas diagnozowania wysokonapięciowych instalacji elektrycznych układów hybrydowych

Osoba wykonująca czynności diagnostyczne instalacji wysokonapięciowej układu hybrydowego narażona jest na porażenie prądem o wysokim napięciu. Niebezpieczne dla człowieka wartości napięcia prądu zmiennego zaczynają się już od 25 V, a prądu stałego od 60 V. Dlatego, choć nie ma takiego obowiązku, wskazane jest, zwłaszcza w przypadku pojazdu uszkodzonego, wykonywanie czynności diagnostycznych zgodnie z zaleceniami normy SAE J 1766, *Recommended Practice for Electric, Fuel Cell and Hybrid Electric Vehicle Crash Integrity Testing*.

W układach hybrydowych może wystąpić napięcie dochodzące do 650 V, które stanowi poważne zagrożenia dla zdrowia i życia człowieka, dlatego podczas dokonywania pomiarów należy przestrzegać następujących zasad bezpieczeństwa:

- diagnozowanie (i inne prace serwisowe) mogą wykonywać jedynie osoby, które przeszły specjalne szkolenie z zakresu znajomości napędów hybrydowych i posiadają wymagane kwalifikacje;
- pomiary mogą (wg zaleceń producentów) wykonywać tylko osoby posiadające uprawnienia do prac z instalacją elektryczną (z urządzeniami elektrycznymi zasilanymi napięciem do 1 kV);
- przed przystąpieniem do prac przy układach hybrydowych osoba dopuszczona do tych prac powinna być ostrzeżona (poinstruowana) o grożących jej niebezpieczeństwach związanych z wysokim napięciem;
- wykonując pomiary diagnostyczne lub jakiegokolwiek inne prace, należy zwrócić uwagę na specjalne nalepki, tabliczki i piktogramy ostrzegawcze, umieszczone na różnych elementach układu elektrycznego, zasilanych wysokim napięciem; informują one o możliwości wystąpienia wysokiego napięcia i konieczności zachowania szczególnej ostrożności;
- przed przystąpieniem do prac diagnostycznych w wysokonapięciowej instalacji elektrycznej należy wyłączyć zapłon (wyciągnąć kluczyk ze stacyjki i zabezpieczyć go przed nieuprawnionym dostępem) oraz odczekać od 5 do 10 minut, aby kondensatory układu wysokonapięciowego falownika uległy rozładowaniu; należy również odłączyć klemę ujemną (masową) od źródła napięcia 12 V i zabezpieczyć ją (np. zaizolować) przed przypadkowym zetknięciem z akumulatorem;
- otoczenie (miejsce) wykonywania prac diagnostycznych powinno być oznakowane (np. znakiem ostrzegawczym o występowaniu w diagnozowanym pojeździe wysokiego napięcia) i zabezpieczone przed bezpośrednim dostępem osób postronnych;
- przystępując do kontroli organoleptycznej elementów układu hybrydowego lub przyrządowych pomiarów diagnostycznych (np. kontroli ciągłości przewodów elektrycznych czy

stanu ich izolacji), należy bezwzględnie wyłączyć zasilanie wysokim napięciem, wyciągając specjalną zworę bezpieczeństwa (patrz rys. 13.7 na s. 357), oraz zabezpieczyć układ przed niekontrolowanym załączeniem;

- trzeba pamiętać o tym, że w akumulatorach wysokiego napięcia utrzymuje się ono nawet po ich rozłączeniu przez wyciągnięcie zwory bezpieczeństwa;
- należy mieć świadomość, że odłączenie zasilania z akumulatorów wysokonapięciowych nie gwarantuje braku występowania wysokiego napięcia w elementach układu;
- jeżeli przewiduje to procedura testowa producenta, należy sprawdzić brak występowania napięcia w odpowiednich punktach kontrolnych układu – pomiar miernikiem wysokonapięciowym powinien wykazać w punkcie kontrolnym napięcie 0 V;
- zabronione jest wykonywanie jakichkolwiek pomiarów elementów znajdujących się pod wysokim napięciem;
- pomiary wewnątrz zespołów układu wysokonapięciowego są dozwolone tylko w miejscu wyznaczonym procedurami testowymi poszczególnych producentów;
- podczas dokonywania pomiarów diagnostycznych należy przestrzegać specjalnych, ustalonych przez producentów procedur pomiarowych, określających rodzaj, sposób i kolejność wykonywania pomiarów;
- wymagane jest używanie specjalnej odzieży ochronnej, zwłaszcza elektroizolacyjnego (gumowego) fartucha ochronnego oraz elektroizolacyjnych rękawic (klasy 00 lub wyższej – rys. 13.10), na które zaleca się zakładanie dodatkowych rękawic zewnętrznych (skórzanych) w celu zabezpieczenia wewnętrznych rękawic lateksowych przed mechanicznym uszkodzeniem; wcześniej należy skontrolować ich szczelność (przez nadmuchiwanie do środka powietrza i sprawdzenie, czy nie wydostaje się na zewnątrz) – nieszczelnych rękawic nie wolno używać;



Rys. 13.10. Kask ochronny i lateksowe rękawice izolacyjne używane podczas diagnozowania napędów hybrydowych

- przy pomiarach wskazane jest korzystanie ze specjalnych wysokonapięciowych mat izolacyjnych (1000 V), chroniących przed kontaktem z podłożem;
- niektórzy producenci zalecają przeprowadzanie pomiarów i innych czynności kontrolnych (zwłaszcza przy akumulatorach wysokonapięciowych) w kasku ochronnym;
- żadnych prac przy napędach hybrydowych nie wolno wykonywać osobom z rozrusznikami serca;
- nie wolno otwierać akumulatorów wysokiego napięcia;
- pomiary parametrów elektrycznych powinny być dokonywane specjalnymi, przeznaczonymi do tego celu przyrządami, które posiadają odpowiednie zabezpieczenia i zakresy pomiarowe; przed rozpoczęciem pomiarów wskazania tych przyrządów powinny być zweryfikowane przy użyciu źródła o znanym wysokim napięciu;
- wszelkiego rodzaju czynności diagnostyczne dotyczące układów hybrydowych (a także obsługowe czy naprawcze) powinny być wykonywane zgodnie z aktualnymi zaleceniami producenta pojazdu.



PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie uprawnienia są wymagane do wykonywania badań diagnostycznych napędów hybrydowych?
2. Wymień obowiązkowe elementy stroju ochronnego (roboczego) osoby wykonującej badanie diagnostyczne hybrydowego układu napędowego.
3. Czy można dokonywać pomiarów parametrów elektrycznych układu hybrydowego pod napięciem?
4. Jakim osobom nie wolno wykonywać jakichkolwiek prac diagnostycznych przy napędach hybrydowych?

ZAPAMIĘTAJ

Coraz więcej samochodów ma hybrydowe układy napędowe, stanowiące połączenie napędu mechanicznego (od silnika spalinowego) i elektrycznego. Rozwiązania napędów hybrydowych są zróżnicowane i zależne od realizowanych przez nie funkcji.

W układach napędowych w pełni hybrydowych występują bardzo wysokie napięcia, dochodzące do 650 V, które są niebezpieczne dla zdrowia i życia człowieka. Diagnostowanie tych układów wymaga zachowania szczególnych środków ostrożności.

Ocena stanu technicznego hybrydowego układu napędowego przeprowadzana jest głównie przez system autodiagnostyki, który dostarcza najwięcej informacji w tym zakresie. **Stosowanie przyrządów do pomiarów wysokonapięciowych i kontrola organoleptyczna wymagają przestrzegania procedur bezpieczeństwa oraz zalecanej kolejności i sposobu wykonywania pomiarów.**



SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Jaka jest różnica między mikrohybrydą a układem napędowym w pełni hybrydowym?
2. Wymień podstawowe elementy w pełni hybrydowego układu napędowego.
3. Jakie są zadania zespołu IMG (silnika-generatora elektrycznego) stosowanego w układach średniohybrydowych?
4. Podaj niebezpieczne dla człowieka wartości napięcia stałego i zmiennego. Jakie maksymalne napięcie występuje w napędach hybrydowych?
5. Wymień sposoby diagnostowania hybrydowych układów napędowych.
6. Jakiego typu pomiary w układach hybrydowych wykonywane są przyrządami do pomiarów wysokich napięć?
7. Podaj sposób kontroli izolacji przewodów wysokiego napięcia w hybrydowym układzie napędowym.
8. Wymień podstawowe zasady bezpieczeństwa obowiązujące podczas diagnostowania napędów hybrydowych.
9. Jakie wymagania formalne powinny spełniać osoby wykonujące diagnostowanie hybrydowych układów napędowych?

LITERATURA

- [1] J. Dyszy, *Hybryda niejedno ma imię*, „Auto Moto Serwis” nr 12/2011.
- [2] M. Karczewski, L. Szczęch, G. Trawiński, *Silniki pojazdów samochodowych*, WSiP, Warszawa 2013.
- [3] A. Herner, H.J. Riehl, *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*, WKŁ, Warszawa 2011.
- [4] M. Janowski, *Serwisowanie napędów hybrydowych i elektrycznych*, „Nowoczesny Warsztat”, kwiecień 2012.
- [5] J. Kupiec, A. Kupiec, *Badanie hybryd w SKP*, „Serwis Motoryzacyjny” nr 9/2013.
- [6] J. Łęgiewicz, *Mikrohybrydy – systemy Stop&Start*, „Auto Technika Motoryzacyjna” nr 11/2007.
- [7] J. Merkiś, I. Pielucha, *Alternatywne napędy pojazdów*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2006.
- [8] P. Olszowiec, *Hybryda w warsztacie*, „Auto Moto Serwis” nr 4/2011.
- [9] J. Rosenow, *Diagnostyka pojazdów hybrydowych*, „AutoEXPERT” nr 7–8/2013.
- [10] *Najpierw przeczytać, później naprawiać*, „AutoEXPERT” nr 7–8/2012.
- [11] *Napędy hybrydowe, ogniwa paliwowe i paliwa alternatywne*, seria „Informator techniczny Bosch”, WKŁ, Warszawa 2010.
- [12] *Poradnik techniki samochodowej*, Wydawnictwo Rea, Warszawa 2010.
- [13] *Czekając na hybrydy*, „Świat Motoryzacji” nr 1/2012.
- [14] *Stopniowa równowaga. Rozwiązania w dążeniu do opracowania napędu hybrydowego*, „AutoEXPERT” nr 4/2008.
- [15] *Napięcie w sieci pokładowej*, „AutoEXPERT” nr 1/2011.
- [16] Materiały firm: Bosch, Citroen, Toyota.

14. Diagnostyka sterowników samochodowych

- Budowa i działanie sterowników samochodowych
- Diagnozowanie sterowników

14.1

Budowa i działanie sterowników samochodowych

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie zadania realizuje sterownik samochodowy
- jakie wymagania stawia się sterownikom samochodowym
- jak jest zbudowany sterownik samochodowy
- jaka jest zasada pracy sterownika
- czym różni się budowa poszczególnych sterowników

Od wielu lat obserwujemy rozwój samochodowych układów sterowania, wynikający z rozwoju elektroniki i zastępowania mechanicznych, pneumatycznych czy hydraulicznych układów sterowania elektrycznymi (elektronicznymi). Układy elektryczne (elektroniczne) umożliwiają dokładniejszą kontrolę i bardziej precyzyjne sterowanie pracą poszczególnych zespołów, układów i całego samochodu, co zwiększa bezpieczeństwo czynne i bierne, redukuje negatywne oddziaływanie pojazdu na środowisko naturalne oraz podwyższa komfort użytkownika samochodu.

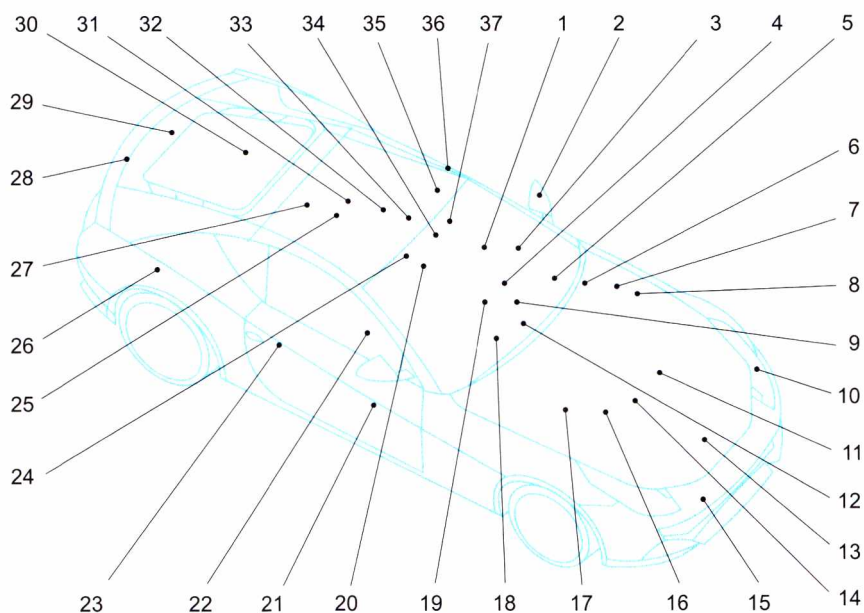
Przykładem intensywnie rozwijanych układów sterowania są systemy: ostrzegania przed wypadkiem, wykrywania przeszkód, wspomaganie parkowania oraz stabilizacji prędkości jazdy (tempomat z funkcją aktywnej zmiany odległości od pojazdów poruszających się w przodzie). Innym przykładem są systemy bezpieczeństwa czynnego i biernego. Jeszcze do niedawna koncentrowały się one na łagodzeniu skutków zderzenia, a obecnie coraz bardziej postępują prace nad funkcją zapobiegania wypadkom. W tym celu w samochodach montowane są systemy analizy otoczenia (kamery, czujniki), układy określające kierunek ruchu pojazdu i ostrzegające kierowcę przed możliwymi zagrożeniami.

Powstawanie coraz bardziej rozbudowanych układów i systemów sterowania wymusza wzrost liczby sterowników (kontrolerów) w samochodzie. W tej chwili jest ich co najmniej kilkanaście (rys. 14.1). Samochody o najwyższym stopniu zaawansowania technicznego mogą mieć nawet ponad 100 różnego rodzaju sterowników, połączonych cyfrowymi magistralami danych (CAN, FlexRay, MOST, LIN itp.).

Zadania sterowników:

- zbieranie danych z podłączonych do nich czujników;
- przyjmowanie informacji przekazywanych z innych układów i systemów samochodu o stanie (warunkach pracy) nadzorowanego układu (zespołu, systemu);
- zbieranie informacji (poleceń) dostarczanych przez operatora (kierowcę, pasażera);
- przetwarzanie i analiza otrzymanych danych (także informacji zwrotnych otrzymywanych z elementów wykonawczych);
- utrzymywanie optymalnych parametrów pracy nadzorowanego układu, zespołu lub podzespołu; podstawowe kryterium regulacji pracy układu czy zespołu (ekologia, bezpieczeństwo, komfort jazdy itp.) wynika z funkcji sterownika.

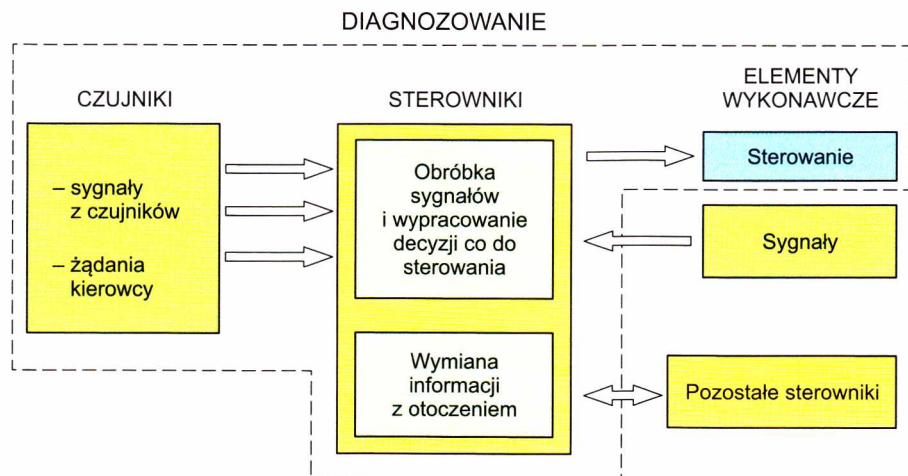
Oznaczenie	Sterownik/przeznaczenie	Oznaczenie	Sterownik/przeznaczenie
1	Kontroli jakości powietrza	20	Czujnik deszczu
2	Lusterek	21	Prawych drzwi
3	Kąta skrętu kierownicy	22	Ogrzewania siedzenia po stronie pasażera
4	Audio, telefon	23	Komfortowy dostęp do samochodu
5	Kolumny kierownicy	24	Zintegrowany moduł audio
6	Hamulców	25	Poduszek gazowych SRS
7	Elektrycznego wspomagania kierownicy	26	Zawieszanie aktywne
8	Elektroniki (Body Computer)	27	Zdalnego zamykania <i>Keyless</i>
9	Klimatyzacji	28	Przyczepty
10	Reflektorów	29	Silnika wycieraczek
11	Prędkości jazdy	30	Zespołu akumulatora (hybrydy)
12	Panel radia	31	Szyberdachu
13	Wentylatorów chłodnicy	32	Magistrali danych
14	Silnika	33	Infotainment
15	Przedniego radaru	34	Złącza diagnostycznego
16	Przepustnicy silnika	35	Ogrzewania siedzenia po stronie kierowcy
17	Automatycznej skrzyni biegów	36	Drzwi kierowcy
18	Moduł sterowania informacji	37	Hamulca parkingowego
19	Nawigacja		



Rys. 14.1. Przykładowe rodzaje sterowników i ich lokalizacja w samochodzie

Przykładowo sterownik silnika będzie tak regulował parametry pracy jednostki napędowej, aby uzyskać optimum między parametrami efektywnymi (dążenie do osiągnięcia jak największej wartości wytwarzanego przez silnik momentu obrotowego) a zużyciem paliwa (jego minimalizacja i tym samym zmniejszenie emisji CO₂) oraz ilością toksycznych składników spalin emitowanych do atmosfery (spełnienie obowiązujących w tym zakresie norm). Zadaniem sterownika układu klimatyzacji jest zapewnienie żądanych

przez operatora warunków termicznych w przedziale pasażerskim samochodu (kryterium komfortu), a sterownik układu ABS ma zapobiegać zablokowaniu kół podczas hamowania (kryterium bezpieczeństwa). Dodatkowym bardzo ważnym zadaniem sterowników jest również autodiagnostyka nadzorowanego układu. Zadania każdego sterownika mają postać algorytmów sterowania, stanowiących oprogramowanie zapisane w pamięci stałej sterownika. Ogólną ideę **działania sterownika** przedstawiono na rysunku 14.2.



Rys. 14.2. Ogólna koncepcja działania sterownika samochodowego

Podstawowe układy (zespoły) znajdujące się w samochodzie, których pracę nadzorują sterowniki, to:

- silnik,
- automatyczna skrzynia biegów,
- układy bezpieczeństwa czynnego i biernego,
- instalacja elektryczna,
- układy komfortu.

Ze względu na złożoność konstrukcji sterowników oraz dużą liczbę współpracujących z nimi elementów, wpływających na proces sterowania, stawia się im bardzo duże wymagania. Mają one związek ze środowiskiem pracy oraz zakłóceniami, których źródłem mogą być zamontowane w pobliżu układy i podzespoły. Sterownik samochodowy powinien:

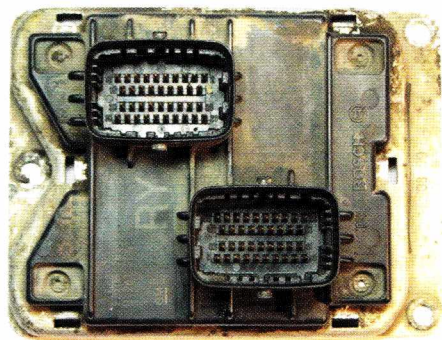
- pracować w szerokim zakresie temperatury otoczenia (od -40 do $+125^{\circ}\text{C}$) oraz być odporny na gwałtowne zmiany temperatury;
- być zabezpieczony przed agresywnym (szkodliwym) oddziaływaniem wilgoci i zanieczyszczeń zawartych w powietrzu, płynów eksploatacyjnych (w przypadku ich wycieku) oraz produktów powstających podczas pracy pojazdu (np. ścier z ogumienia, spaliny itp.);
- być odporny na mechaniczne naprężenia spowodowane drganiami silnika oraz ruchami nadwozia w wyniku poruszania się pojazdu po nierównej drodze;
- być odporny na wahania napięcia w instalacji elektrycznej pojazdu, zwłaszcza występujące przy bardzo dużym poborze energii (np. spadek napięcia na akumulatorze w czasie rozruchu silnika);
- być odporny na zewnętrzne zakłócenia elektromagnetyczne i fale elektromagnetyczne.

Jednocześnie sterownik nie powinien być źródłem zakłóceń elektromagnetycznych działających na inne pojazdy oraz układy i systemy samochodowe.

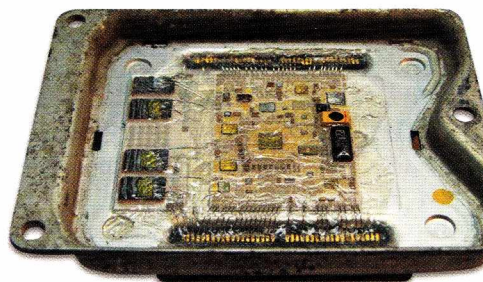
Sterownik (rys. 14.3) zabezpieczony jest **hermetyczną obudową** wykonaną z metalu (zazwyczaj z aluminium, które dobrze odprowadza nadmiar ciepła), a niekiedy z tworzywa sztucznego.

Wewnątrz obudowy znajduje się **płytkę** (jedną lub więcej) **obwodów drukowanych**, wykonana jako wielowarstwowy laminat z tworzyw sztucznych. Są na niej umieszczone różnego rodzaju elementy elektroniczne (mikroprocesory, pamięć, kondensatory, tranzystory, rezystory itp.), dolutowane metodą montażu przewlekane, powierzchniowego lub hybrydowego. Na powierzchni ma zazwyczaj nadrukowany schemat rozmieszczenia elementów i pokryta jest lakierem lub żelą ochronnym, zabezpieczającymi przed działaniem wilgoci.

a)



b)



Rys. 14.3. Przykładowy sterownik samochodowy (widok po zdjęciu pokrywy obudowy): a) obudowa z gniazdami złączy elektrycznych do połączenia z instalacją pokładową samochodu, b) wygląd elementów sterownika zamontowanych na płytce i zalanych żelą ochronnym

Do płytki przymocowane jest jedno lub kilka złączy wielostykowych o różnych średnicach styków (pinów), dostosowanych do wartości przepływającego przez nie prądu. Złącza umożliwiają połączenie sterownika z instalacją pokładową samochodu i zapewniają:

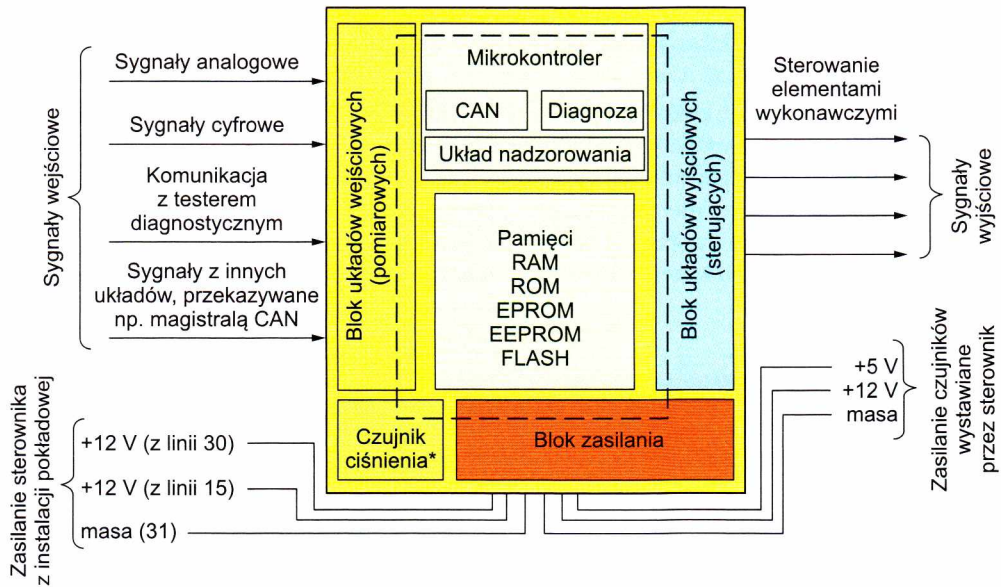
- zasilanie sterownika z instalacji pokładowej samochodu,
- łączność z czujnikami i elementami wykonawczymi,
- komunikację z innymi sterownikami samochodu i zewnętrznymi urządzeniami diagnostycznymi.

Elementy elektroniczne rozmieszczone na płytce obwodów drukowanych spełniają określone funkcje.

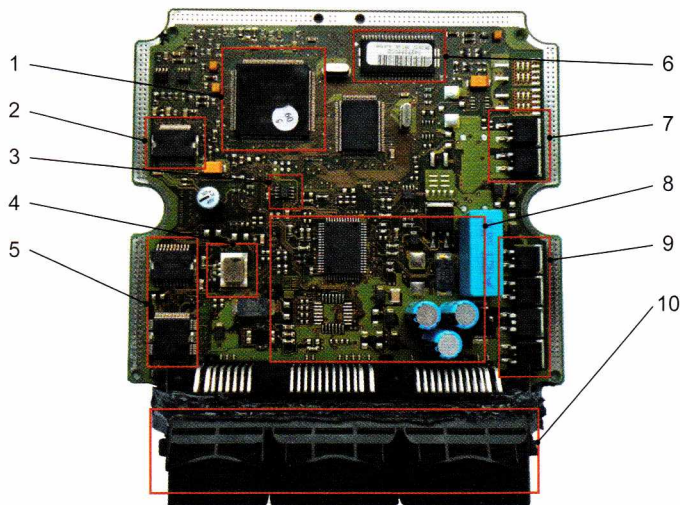
Główne elementy funkcjonalne (składowe) sterownika (rys. 14.4 na s. 370) to:

- **blok mikrokontrolera**, umożliwiający autodiagnostykę i komunikację z innymi sterownikami oraz zewnętrznymi urządzeniami diagnostycznymi (zawiera on układy kontrolera K-line lub kontrolera magistrali CAN);
- **bloki wejścia/wyjścia** obwodów czujników analogowych i cyfrowych podłączonych do sterownika;
- **blok zasilaczy** układów elektronicznych;
- **oprogramowanie** sterownika;
- **bloki pamięci**;
- **blok pomiaru ciśnienia** z czujnikiem ciśnienia bezwzględne (mają go tylko sterowniki silnika).

Podstawowe elementy składowe sterownika silnika przedstawiono na rys. 14.5 (s. 370).



Rys. 14.4. Schemat ideowy poszczególnych elementów funkcjonalnych sterownika



Rys. 14.5. Budowa wewnętrzna sterownika silnika – elementy składowe

1 – blok mikrokontrolera, 2 – blok zasilacza mikrokontrolera, 3 – pamięć EEPROM, 4 – czujnik ciśnienia bezwzględny, 5 – zintegrowane końcówki mocy, 6 – pamięć Flash, 7 i 8 – bloki wyjścia, 9 – blok nadzoru i odzysku energii (zasilania) z elektromagnetycznych wtryskiwaczy Common Rail, 10 – gniazda przyłączy elektrycznych do połączenia z instalacją pokładową

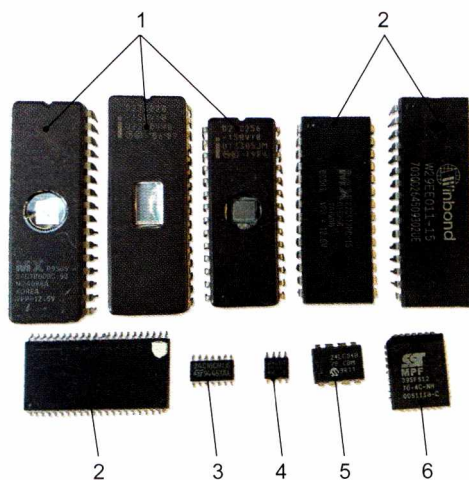
Mikrokontroler to specjalistyczny pojedynczy układ scalony z mikroprocesorem, pamięcią oraz rozbudowanymi układami wejścia/wyjścia, który służy do programowanego sterowania zewnętrznymi urządzeniami cyfrowymi. Struktura mikrokontrolera obejmuje: rejestry, jednostkę arytmetyczno-logiczną (obliczeniową), układy sterujące, układy obsługi przerwań.

Mikrokontroler jest głównym elementem sterownika, nadzorującym jego działanie. Zadaniem mikrokontrolera jest koordynowanie pracy układów współpracujących, wykonywanie obliczeń arytmetyczno-logicznych, adresowanie pamięci i układów wejścia/wyjścia, przygotowywanie odpowiedzi na zewnętrzne sygnały sterujące oraz optymalizacja i adaptacja układu sterowania.

Nad prawidłowym działaniem mikrokontrolera czuwa specjalny układ (tzw. *Watchdog*), który zwiększa sprawność systemu pracującego w warunkach dużych zakłóceń. Zapobiega on zawieszeniu się mikrokontrolera podczas pracy oraz nie dopuszcza do jego samoczynnego resetowania.

Oprogramowanie (ang. *software*) sterownika obejmuje wszystkie procedury wykonawcze i dane. Jest ono zapisane w pamięci mikrokontrolera lub w umieszczonej na płycie pamięci zewnętrznej, stanowiącej rozszerzenie pamięci wewnętrznej.

W sterownikach samochodowych stosowane są różne rodzaje **pamięci półprzewodnikowej**, umożliwiające stałe (np. kody programu) lub tymczasowe (np. bieżące dane wejściowe i wyjściowe oraz dane pośrednie, uzyskiwane w procesie obróbki wielkości wejściowych) przechowywanie zapisanych w nich danych. Do przechowywania danych cyfrowych wykorzystywane są dwa stany elementów półprzewodnikowych: przewodzący (naładowany) lub nieprzewodzący (nienaładowany). Wyróżniamy następujące rodzaje pamięci: RAM, ROM, PROM, EPROM, EEPROM i FLASH (rys. 14.6).



Rys. 14.6. Wygląd kości pamięci różnego typu: 1 – EPROM, 2 – FLASH, 3 – ROM, 4 – RAM, 5 – EEPROM, 6 – PROM

Pamięć RAM (ang. *Random Access Memory*) to pamięć ulotna, o swobodnym dostępie. Przechowywane są w niej bieżące dane operacyjne i wyniki obliczeń mikrokontrolera, fragmenty wykonywanego w danej chwili przez mikrokontroler programu oraz kody usterek. Kasowanie zawartości pamięci RAM następuje z chwilą zaniku zasilania sterownika lub jest wykonywane za pomocą zewnętrznego urządzenia diagnostycznego (usuwanie kodów usterek).

Pamięć ROM (ang. *Read Only Memory*) lub **PROM** (ang. *Programmable ROM*) to pamięć nieulotna, niekasowalna, w której przechowuje się program startowy (ang. *BootstrapROM*), programy sterujące i regulacyjne oraz stałe dane (charakterystyki czujników i wartości

nastawcze elementów regulacyjnych). Zawartość tej pamięci może być tylko odczytywana, nie może być zmieniana (pozostaje bez zmian nawet po wyłączeniu zasilania sterownika). Pamięć ROM jest zapisywana przez producenta, natomiast pamięć PROM może być zapisywana przez użytkownika za pomocą specjalnych programatorów.

Pamięć EPROM (ang. *Erasable PROM*) to pamięć kasowalna, umożliwiająca wielokrotne zapisywanie danych po usunięciu wcześniejszej zawartości. Do zapisywania informacji służą odpowiednie programy, natomiast kasowanie odbywa się za pomocą promieni ultrafioletowych. Dlatego też pamięć tego rodzaju należy chronić przed długotrwałym działaniem światła słonecznego, ponieważ zawiera ono promieniowanie ultrafioletowe, powodujące skasowanie jej zawartości. W pamięci EPROM przechowuje się między innymi programy sterujące, mapy charakterystyk działania, procedury kontrolne, sumę kontrolną (liczba będąca wynikiem operacji matematycznych wykonanych przez mikrokontroler na danych; służy do sprawdzania ich poprawności), dane identyfikacyjne sterownika.

Pamięć EEPROM (ang. *Electrical EPROM*) to pamięć zapisywalna, która może być skasowana lub zapisana za pomocą impulsów elektrycznych. Zapisywanie może odbywać się zarówno bezpośrednio w pojeździe, jak i po wymontowaniu sterownika z pojazdu. Pamięć tego rodzaju zawiera szczegółowe dane pojazdu: datę produkcji, numer identyfikacyjny ID sterownika/komponentu, numer identyfikacyjny VIN pojazdu, kody synchronizacji z immobilizerem, kody kluczyków, dane z kalibracji i adaptacji, kody usterek przeniesione z pamięci RAM oraz sumy kontrolne). Można z niej usuwać niektóre dane (np. za pomocą testera diagnostycznego z taką funkcją) – przede wszystkim kody usterek oraz parametry kalibracji i adaptacji elementów samochodu (np. wartości korekcyjne czasów otwarcia wtryskiwaczy).

Pamięć FLASH to szybka pamięć stała, którą można kasować i programować przy użyciu impulsów elektrycznych. Przechowywane są w niej programy sterujące, mapy charakterystyk czujników i elementów wykonawczych, procedury i sumy kontrolne. Jeżeli jest jedyną nieulotną pamięcią w sterowniku, przechowuje się w niej dane, które zwykle zapisywane są w pamięci EEPROM.

Bardzo ważnym elementem każdego sterownika są **układy zasilania w energię elektryczną – zasilacze** (2 na rys. 14.5 s. 370). Ich zadaniem jest przetwarzanie napięcia instalacji samochodowej o wartości +12 V w napięcia stabilizowane (najczęściej o wartości +5 V, a w najnowszych rozwiązaniach +3,3 V lub +1,5 V), służące do zasilania mikrokontrolerów i pamięci. Zasilacze mają zazwyczaj kilka wyjść prądowych o różnej (stosunkowo niewielkiej) obciążalności, dostosowanej do zasilania poszczególnych elementów sterownika. Nowoczesne zasilacze mają zintegrowane z tymi elementami układy nadawczo-odbiorcze magistrali CAN, służące do komunikacji z zewnętrznymi układami sterownika.

Zasilanie elementów wykonawczych i czujników podłączonych do sterownika wymaga niekiedy dużych wartości natężenia prądu lub napięcia zasilania. W sterownikach samochodowych wykorzystuje się dwa sposoby doprowadzania napięć zasilających do elementów wykonawczych i czujników:

- bezpośrednio z akumulatora za pomocą odpowiednio zaprojektowanych i chronionych bezpiecznikami obwodów zasilających,
- przy użyciu linii wewnętrznych sterownika.

Kolejnymi elementami funkcjonalnymi sterownika są **bloki wejścia/wyjścia**, do których podłączane są czujniki oraz elementy wykonawcze.

Bloki wejścia umożliwiają pomiar **sygnałów analogowych** z różnego typu czujników, w tym sygnałów zwrotnych z czujników położenia elementów wykonawczych (np. z czujnika położenia zaworu recyrkulacji). Sygnały te są przesyłane do sterownika przewodami

instalacji pokładowej samochodu i przekazywane przez styki (piny) na płytke sterownika. Mogą one mieć różną postać.

Odbierane przez sterownik sygnały analogowe są wstępnie przetwarzane i przygotowywane do zamiany na sygnały cyfrowe, które mogą być odczytane przez mikrokontroler. Proces przygotowania tych sygnałów, w zależności od ich postaci, obejmuje:

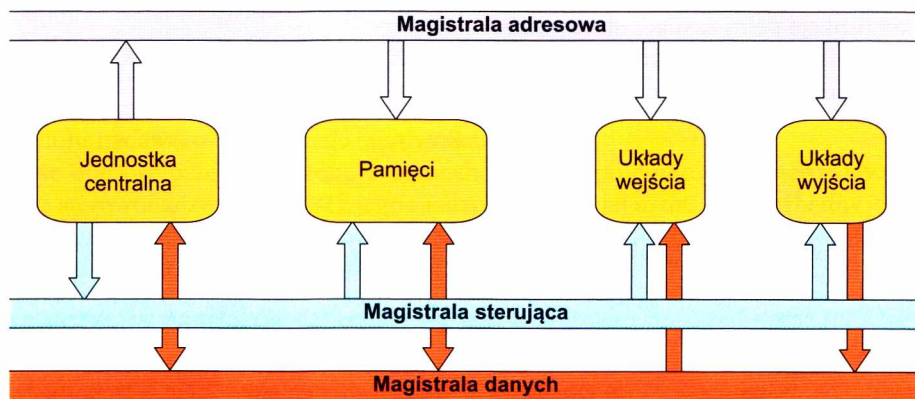
- eliminację impulsów zakłócających;
- filtrację sygnału;
- dostosowanie sygnału – zmniejszenie jego napięcia za pomocą układów zabezpieczających lub wzmocnienie do dopuszczalnego zakresu (0–5 V);
- zamianę sygnałów sinusoidalnych na impulsowe (prostokątne).

Po wstępnym przygotowaniu sygnały analogowe podawane są na wejścia przetworników A/C (analogowo-cyfrowych), gdzie zostają przetworzone w sygnały cyfrowe, służące między innymi do wyznaczania (obliczania) wartości wyjściowych (nastawczych). Analogowe sygnały wejściowe to m.in. sygnały napięciowe z czujnika położenia przepustnicy, czujnika ciśnienia doładowania, przepływomierza powietrza i czujnika temperatury płynu chłodzącego.

Sygnały cyfrowe (prostokątne), np. z czujnika hallotronowego, wymagają jedynie dopasowania amplitudy sygnału do zakresu (np. +5 V) przyjętego w zastosowanym sterowniku i są przetwarzane przez mikrokontroler.

Bloki wyjścia, zwane inaczej **końcówkami (stopniami) mocy**, stanowią elementy sterownika, za pomocą których przeprowadzany jest proces regulacji (sterowania) wykonywany przez mikrokontroler. Umożliwiają one podanie sygnału sterującego w odpowiedniej postaci (o określonej częstotliwości, amplitudzie, czasie trwania itp.) i w odpowiedniej chwili (wyznaczonej początkiem wysterowania zespołu, odniesionym do kąтового położenia wału korbowego) na elementy wykonawcze. Jeżeli pobór mocy elementu wysterowywanego przez sterownik jest duży, odpowiedni stopień końcowy (blok wyjściowy) realizowany jest przez dodatkowy przekaźnik, sterujący np. świecami żarowymi. Stopnie końcowe (wyjściowe) muszą być chronione przed zwarciami i zakłóceniami spowodowanymi przeciążeniami elektrycznymi lub termicznymi.

Elementy sterownika nie mogą współpracować bez komunikowania się ze sobą. Wymianę danych między poszczególnymi jednostkami zapewniają **magistrale**: danych, adresowa i sterująca. Powiązanie poszczególnych elementów funkcjonalnych sterownika za pomocą magistral pokazano na rysunku 14.7.



Rys. 14.7. Schemat wewnętrznych połączeń mikrokontrolera

Sterowniki samochodowe są zazwyczaj podłączone do cyfrowej magistrali komunikacyjnej samochodu (najczęściej do magistrali CAN). Umożliwia to uzyskanie potrzebnych im danych z innych sterowników pojazdu oraz podłączonych do magistrali czujników pomiarowych. Dlatego też sterownik samochodowy ma układ nadawczo-odbiorczy (ang. *transceiver*), którego wejścia/wyjścia podłączone są do styków łączących go z magistralą danych (CAN).

Integralnym elementem sterownika jest **układ autodiagnostyki**, nadzorujący pracę zarówno bloków wejściowych, jak i wyjściowych. Rejestrowane przez ten układ sygnały służą do oceny działania czujników i elementów wykonawczych, czyli wykrywania usterek:

- wynikających z nieprawidłowego stanu czujników (ocena wiarygodności sygnału),
- w obwodach elektrycznego zasilania,
- podłączenia przewodu sygnałowego czujników do sterownika (wykrywanie nieciągłości przewodów, zwarcia przewodu sygnałowego do dodatniego bieguna zasilania lub do masy pojazdu).

Sterowniki samochodowe pełniące różne funkcje mogą mieć nieco odmienną budowę, wynikającą z ich przeznaczenia. Na przykład sterowniki układów poduszek gazowych i pirotechnicznych napinaczy pasów bezpieczeństwa w porównaniu z innymi sterownikami mają znacznie bardziej rozbudowany układ podtrzymywania napięcia. Układ ten, składający się z kilku kondensatorów elektrolitycznych o dużej pojemności, umożliwia uruchomienie (aktywację) elementów pirotechnicznych poduszek gazowych i napinaczy pasów bezpieczeństwa w momencie zdarzenia drogowego, podczas którego zostaje przerwane zasilanie z instalacji pokładowej samochodu.

Również inne elementy sterowników, np. bloki wyjściowe, w których zainstalowane są układy odzysku energii elektrycznej z wtryskiwaczy elektromagnetycznych systemów Common Rail lub specjalna przetwornica DC/DC wtryskiwaczy piezoelektrycznych, wyposażone są w bloki kondensatorów. Umożliwiają one zasilanie elementów, których wartość napięcia sterowania jest większa niż wartość napięcia pokładowej instalacji elektrycznej.



PYTANIA I POLECENIA

1. Jakie funkcje pełni sterownik?
2. Wymień podstawowe elementy składowe sterownika.
3. Podaj rodzaje pamięci stosowane w sterownikach samochodowych. Zawartość których z nich można zmieniać za pomocą testera diagnostycznego?
4. Jakie funkcje pełni zasilacz sterownika?
5. Co zapewnia wymianę danych między sterownikami oraz komunikację z zewnętrznym urządzeniem (testerem) diagnostycznym?

14.2

Diagnozowanie sterowników

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- od czego należy zacząć szukanie usterek sterownika
- jak powinno się postępować podczas diagnozowania zasilania sterownika
- jakie czynności należy wykonać, aby skontrolować zasilanie czujników przez sterownik
- w jaki sposób diagnozuje się sygnały magistrali CAN wysyłane przez sterownik
- jak można sprawdzić przyczynę braku komunikacji sterownika z diagnoskopem warsztatowym
- w jaki sposób należy postępować z usterkami elementów wykonawczych

Sterownik zamontowany w samochodzie to element nadzorujący pracę określonego układu (podzespołu, systemu). Jego konstrukcja umożliwia przetwarzanie informacji pochodzących od czujników i innych sterowników oraz sygnałów zwrotnych z aktorów (elementów wykonawczych) i podejmowanie na ich podstawie decyzji dotyczących sterowania elementem wykonawczym.

Usterki sterowników mogą być związane z:

- jego zasilaniem;
- uszkodzeniem wewnętrznych układów elektronicznych odpowiedzialnych za sterowanie elementami wykonawczymi;
- komunikacją z innymi sterownikami zainstalowanymi w samochodzie oraz odbieraniem sygnałów pochodzących z czujników;
- częściową lub całkowitą utratą danych zapisanych w pamięciach.

W razie wystąpienia symptomów nieprawidłowej pracy elementów wykonawczych lub czujników czy nieprawidłowego funkcjonowania jakiegoś systemu albo układu należy wykonać diagnozowanie sterownika. Jego celem jest wykluczenie niesprawności lub stwierdzenie uszkodzenia.

Diagnozowanie sterownika obejmuje sprawdzenie:

- zasilania sterownika,
- układu nadawczo-odbiorczego,
- zasilania czujników przez sterownik,
- modułu nadawczo-odbiorczego sterownika.

Może ono być przeprowadzone w samochodzie lub po demontażu sterownika. Jeżeli usterka sterownika związana jest z jego zasilaniem, to do jej usunięcia niezbędny jest schemat jego podłączeń elektrycznych. Przykładowy schemat połączenia sterownika układu ABS z instalacją pokładową samochodu pokazano na rysunku 14.8 (s. 376).

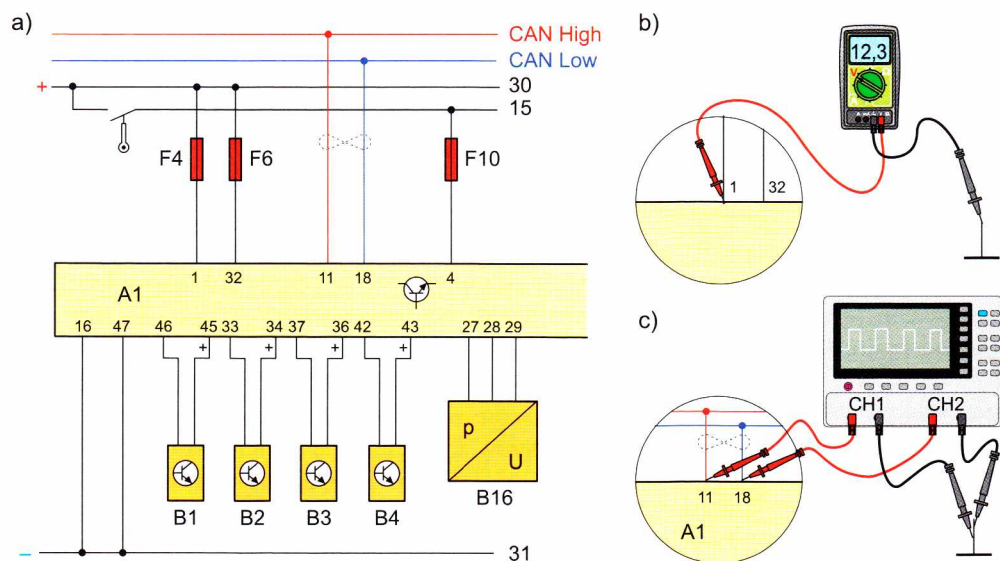
Sprawdzenie zasilania sterownika

Czynności sprawdzające obejmują:

- ustalenie miejsca zainstalowania styków (na podstawie schematu podłączeń elektrycznych), do których doprowadzone jest napięcie z instalacji pokładowej samochodu;
- pomiar napięcie zasilania.

Na rysunku 14.8 pokazano punkty (styki) doprowadzenia zasilania, połączenia z masą pojazdu, magistralą danych i innymi elementami podłączonymi do sterownika.

Sterownik jest zasilany w pięciu stykach (pinach) złącza wielostykowego. Styki 1. oraz 32. są podłączone bezpośrednio do akumulatora (linia 30 instalacji elektrycznej pojazdu). W obwód zasilania poszczególnych punktów włączone są szeregowo bezpieczniki F4 i F6 chroniące sterownik przed zbyt wysokim natężeniem prądu zasilania. Styk 4. łączy sterownik z linią 15 instalacji pokładowej. Obwód ten również jest chroniony bezpiecznikiem F10. Styki 16. oraz 47. łączą sterownik z masą pojazdu.



Rys. 14.8. Schemat podłączenia sterownika układu ABS (A1) do instalacji pokładowej samochodu (a) oraz pomiar napięcia zasilania (b) i sprawdzanie wysyłania lub odbierania sygnału transmitową magistralą przez sterownik (c)

1, 32 i 4 – zasilanie (+) sterownika, 16, 47 – masa (-) sterownika, 11 i 18 – styki do magistrali CAN

Pomiaru napięcia zasilania dokonujemy za pomocą miernika uniwersalnego:

- 1) dodatnią (czerwoną) końcówkę pomiarową podłączamy do styku 1., a ujemną (czarną) do masy pojazdu lub ujemnego zacisku akumulatora (rys. 14.8b); pomiaru dokonujemy bezpośrednio na styku sterownika bez odłączania złącza wielostykowego, za pomocą igłowej sondy pomiarowej – jeżeli obwód zasilający sterownik jest sprawny, zmierzona wartość napięcia powinna być zbliżona do wartości napięcia akumulatora;
- 2) czynności z p. 1. powtarzamy na stykach 32. i 4.;
- 3) pomiaru napięcia na styku 4. (zasilanie z linii 15) dokonujemy po przekręceniu kluczyka w stacyjce; tak jak poprzednio, zmierzona wartość napięcia powinna być zbliżona do napięcia akumulatora.

Analogiczne czynności wykonujemy podczas przeprowadzania **kontroli połączenia sterownika z masą** pojazdu. W tym wypadku pomiarów dokonujemy względem bieguna dodatniego akumulatora. Pomiary punktów masy sterownika ABS (rys. 14.8a) przeprowadzamy na stykach 16. i 47. Dodatnią (czerwoną) końcówkę pomiarową miernika podłączamy do zacisku dodatniego akumulatora, a ujemną (czarną) za pomocą sondy igłowej do styku 16.

(a potem do styku 47.). Tak podłączony multimetr powinien wskazać wartość napięcia bliską napięciu akumulatora.

Jeżeli zmierzone wartości napięcia są zbliżone do napięcia akumulatora, obwody zasilające sterownik uznajemy za sprawne. Jeśli wartość jednego ze zmierzonych napięć (na styku 16. lub 47.) znacznie odbiega od wartości napięcia akumulatora lub w ogóle go brak, sprawdzamy ciągłość połączeń elektrycznych odpowiedniego obwodu zasilania między akumulatorem a sterownikiem. Podczas przeprowadzania pomiarów korzystamy ze schematu połączeń instalacji elektrycznej pojazdu.

Sprawdzanie układu nadawczo-odbiorczego

Sprawdzanie układu (np. magistrali CAN), zwłaszcza jeśli nie ma możliwości nawiązania z nim komunikacji za pomocą testera diagnostycznego, obejmuje:

- podłączenie sterownika do magistrali danych (sprawdzenie stanu i ciągłości przewodów),
- kontrolę układu nadawczo-odbiorczego sterownika.

Kontrolę poprawności połączenia sterownika z magistralą danych rozpoczynamy od ustalenia miejsc podłączenia przewodów magistrali do sterownika. W przypadku sterownika z rys. 14.8 przewody magistrali podłączone są do styków 11. (CAN High) oraz 18. (CAN Low).

Aby **sprawdzić**, czy **sterownik wysyła lub odbiera sygnały transmitowane magistralą**, musimy podłączyć sondy oscyloskopu do odpowiednich styków sterownika (11. i 18.) oraz sprawdzić, czy przesyłane są ramki danych. W tym celu:

- 1) końcówkę pomiarową sondy pierwszego kanału oscyloskopu podłączamy do jednego z przewodów magistrali, np. CAN High (styk 11. rys. 14.8c);
- 2) końcówkę pomiarową sondy drugiego kanału podłączamy do przewodu magistrali CAN Low (styk 18. rys. 14.8c);
- 3) masowe końcówki sond pomiarowych łączymy ze sobą i podłączamy do masy pojazdu.

Prawidłowy przebieg informacji przesyłanej za pomocą magistrali danych powinien wyglądać tak jak na rysunku 8.11 (s. 215). Jeśli sygnał zarejestrowany oscyloskopem jest prawidłowy, oznacza to, że sterownik jest sprawny (w tym zakresie).

Jeżeli przebieg sygnału zarejestrowany oscyloskopem jest zniekształcony lub w ogóle go brak na jednym z przewodów magistrali CAN, wskazuje to na zaburzenia w przesyłaniu informacji od sterownika i do niego. W takim przypadku najpierw sprawdzamy przewody magistrali. Jeśli zachowana jest ciągłość przewodów łączących sterownik z magistralą i nie są one zwarte ani do masy, ani do dodatniego bieguna zasilania, sprawdzamy działanie układu nadawczo-odbiorczego (ang. *transceiver*) sterownika. Może to być trudne do wykonania albo nawet niemożliwe bez użycia specjalnych przyrządów, dlatego jeżeli po wykonaniu wyżej opisanych czynności stwierdzimy uszkodzenie sterownika, należy go wymontować z pojazdu i oddać do specjalistycznego warsztatu w celu potwierdzenia diagnozy.

Diagnozowanie sterowników pod kątem zasilania czujników

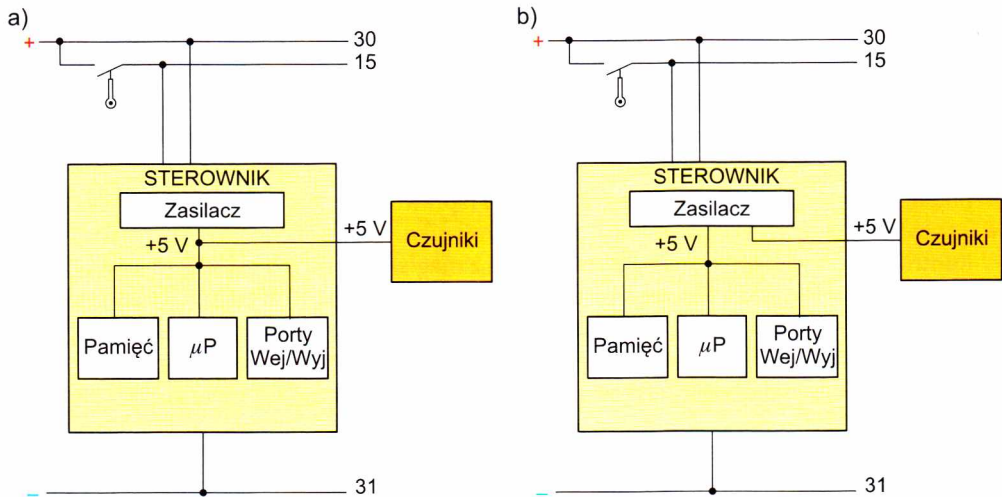
Polega ono na pomiarze napięcia zasilania na poszczególnych stykach sterownika za pomocą mierników uniwersalnych.

Sterownik wypracowuje decyzje związane ze sterowaniem elementami wykonawczymi. Większość czujników wymaga zasilania (zazwyczaj napięciem stabilizowanym), które zapewni im sprawne działanie. Zasilacze sterowników umożliwiają podawanie stabilizowanego napięcia o wymaganej wartości do podłączonych do nich czujników. W sterownikach samochodowych zasilanie poszczególnych układów może odbywać się dwoma sposobami (rys. 14.9 na s. 378):

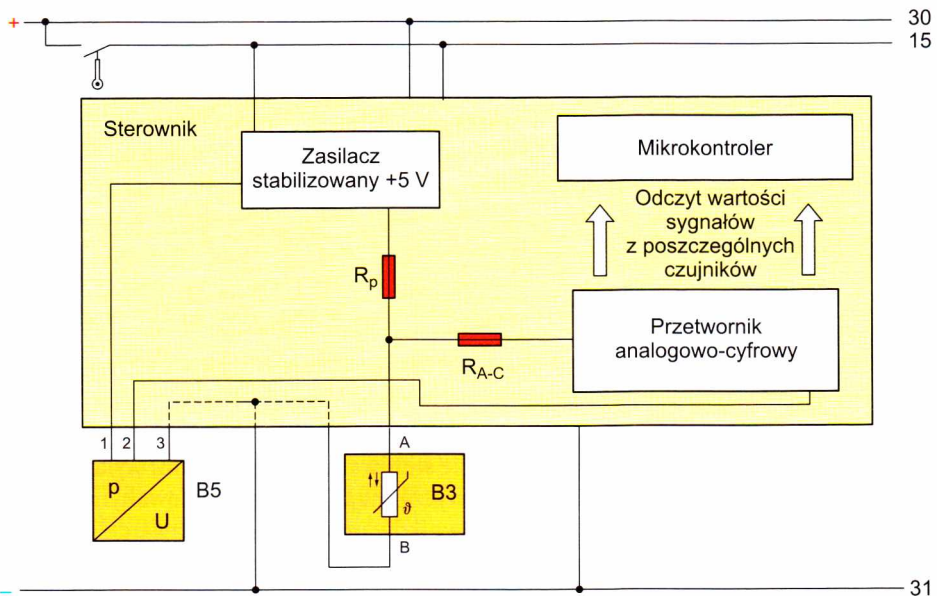
- z jednej gałęzi wspólnej dla obwodu czujników i innych elementów sterownika (rys. 14.9a); wadą tego typu zasilania jest to, że zwarcie w obwodzie czujnika powoduje

wyłączenie z pracy wszystkich zasilanych elementów oraz uniemożliwia autodiagnozę i może nawet doprowadzić do uszkodzenia wymienionych podzespołów;

- z oddzielnej gałęzi przeznaczonej tylko do zasilania czujników (rys. 14.9b); usterka w obwodzie zasilania czujników nie powoduje uszkodzenia elementów składowych sterownika, ale zostaje zarejestrowana przez układ autodiagnozy.



Rys. 14.9. Schemat zasilania czujników przez sterownik: a) zasilanie wspólne czujników i innych elementów, b) zasilanie rozdzielone na zasilanie czujników i pozostałych układów (μP – mikroprocesor)



Rys. 14.10. Schemat blokowy zasilania czujników przez sterownik

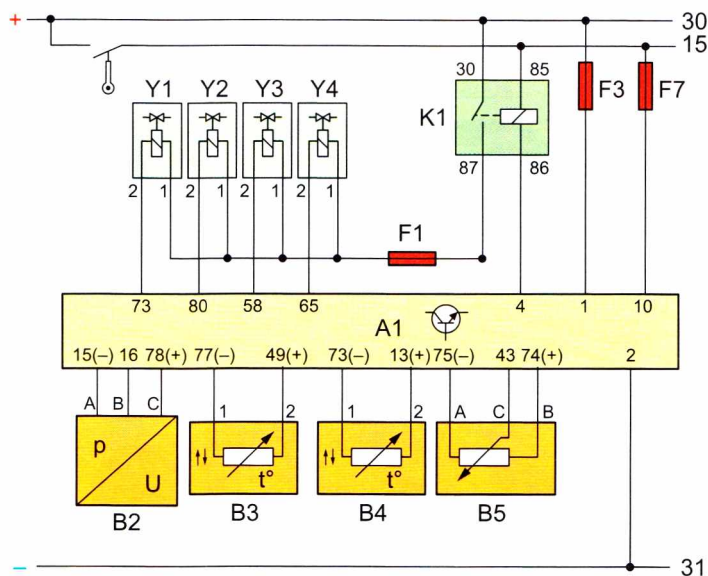
B3 – czujnik temperatury płynu chłodzącego, B5 – czujnik ciśnienia, R_{A-C} – rezystor polaryzujący, R_p – rezystor pomiarowy

Napięcie zasilania czujników musi mieć odpowiednią wartość. Duże odchylenia jego wartości od napięcia nominalnego powodują zmianę charakterystyki działania czujnika i przesyłanie do sterownika błędnej informacji o mierzonej wielkości fizycznej, co może być przyczyną niewłaściwego sterowania elementem wykonawczym. Większość czujników zasilana jest ze sterownika, do którego są podłączone (i do którego przekazują dane). Przykładowy schemat zasilania czujników przez sterownik pokazano na rysunku 14.10.

Zasilanie czujników temperatury – B3, w tym przypadku płynu chłodzącego, odbywa się przez rezystor $R_{A.C}$, natomiast czujnik ciśnienia B5 zasilany jest bezpośrednio z zasilacza sterownika. Rezystor ($R_{A.C}$) pracuje w obwodach dzielników napięć. Sygnał wysyłany do sterownika jest sygnałem napięciowym, a dokładniej spadkiem napięcia na rezystorze pomiarowym R_p , powstałym wskutek prądu przepływającego przez rezystor pomiarowy R_p . Prąd przepływa przez rezystor polaryzujący i przez rezystor pomiarowy do masy czujnika. Wartość spadku napięcia – sygnał z czujnika – mierzona jest na odpowiednich wejściach przetwornika analogowo-cyfrowego sterownika. Poza tym czujnik ma odrębną gałąź zasilającą, co pozwala zminimalizować zakłócenia w doprowadzaniu prądu. Zasilanie czujników może odbywać się z jednego źródła i rozdzielać na poszczególne styki złącza wielostykowego lub też pochodzić z kilku niezależnych źródeł wewnętrznego wielostopniowego zasilacza, których zaletą jest możliwość zasilania elementów o różnym zapotrzebowaniu na prąd elektryczny i wartość napięcia.

Elementy wymagające zasilania ze sterownika to między innymi: czujniki temperatury i ciśnienia, przepływomierze, hallotronowe czujniki położenia oraz prędkości obrotowej wałka rozrządu.

Przykładowy schemat elektryczny sterownika silnika z zaznaczonymi czujnikami (B2, B3, B4 i B5), wymagającymi zasilania ze sterownika, pokazano na rysunku 14.11.



Rys. 14.11. Schemat podłączenia sterownika silnika do instalacji pokładowej samochodu

B2 – czujnik ciśnienia, B3 – czujnik temperatury płynu chłodzącego, B4 – czujnik temperatury powietrza, B5 – czujnik położenia przepustnicy, A1 – sterownik silnika, K1 – przełącznik, F1, F3 i F7 – bezpieczniki, Y1–Y4 – wtryskiwacze paliwa

W zależności od miejsca podłączenia danego podzespołu w złączu sterownika zostaje mu przyporządkowany styk z potencjałem dodatnim o wartości wymaganej przez dany czujnik. Działające na zasadzie dzielników napięcia czujniki B3 oraz B4 mierzą temperaturę płynu chłodzącego i powietrza. Wartość napięcia mierzona na odpowiednim styku sterownika (bez odłączenia czujnika od sterownika, tj. wyciągnięcia jego wtyczki) uzależniona jest od rezystancji elementu pomiarowego czujnika (czyli mierzonej przez niego temperatury). Według rysunku 14.11 sterownik zasila czujniki temperatury poprzez styki 13. i 49., a przez styki 74. i 78. zasila czujniki ciśnienia oraz przepływomierz powietrza. Po zmierzeniu napięcia na stykach 74. i 78. względem masy pojazdu powinniśmy otrzymać wynik bliski 5 V.

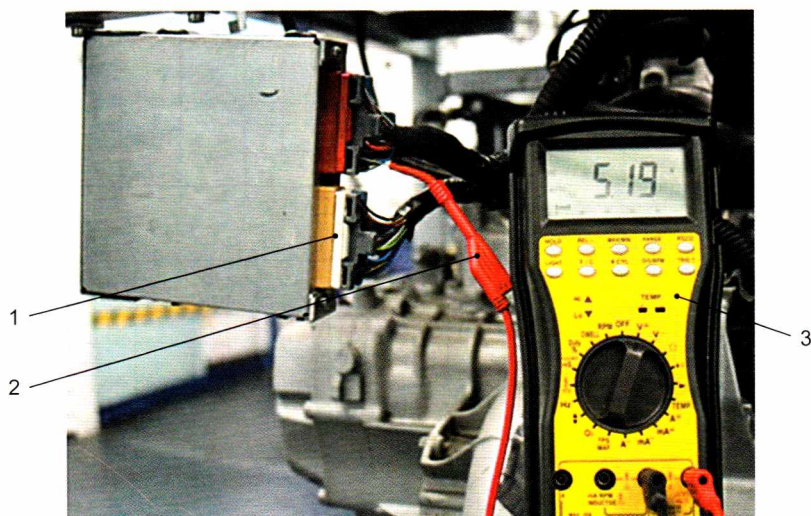
Pomiaru napięcia zasilania czujnika położenia przepustnicy przez sterownik dokonujemy następująco:

- 1) dodatnią końcówkę pomiarową miernika podłączamy do styku 74. (rys. 14.11.) sterownika;
- 2) ujemną końcówkę pomiarową podłączamy do masy pojazdu lub ujemnego bieguna akumulatora; jeżeli zmierzona wartość napięcia zawiera się w granicach 4,9–5,1 V, wskazuje to na prawidłowy stan sterownika (i właściwą wartość napięcia zasilania); jeżeli napięcie jest bliskie zeru lub jego wartość znacznie odbiega od wartości nominalnej, oznacza to uszkodzenie sterownika.

Nieco inaczej należy dokonać **pomiaru napięcia zasilania czujnika temperatury**:

- 1) odłączamy wtyczkę łączącą czujnik ze sterownikiem i dopiero wtedy dokonujemy pomiaru;
- 2) końcówkę dodatnią (czerwoną) miernika uniwersalnego przykładamy do odpowiedniego styku sterownika (na rys. 14.11 jest to styk 49. dla czujnika B3 temperatury płynu chłodzącego i styk 13. dla czujnika B4 temperatury powietrza), a ujemną (czarną) do masy pojazdu; możemy również wykonać ten pomiar, przykładając końcówkę dodatnią do odpowiedniego styku we wtyczce od strony sterownika – w przypadku obu czujników będzie to styk 2.; jeżeli napięcie zasilania jest zbliżone do 5 V, świadczy to o sprawności sterownika (rys. 14.12).

Jeżeli pomiaru dokonujemy we wtyczce czujnika, należy jeszcze sprawdzić ciągłość przewodu między wtyczką a sterownikiem, aby wykluczyć jego niesprawność.



Rys. 14.12. Sposób podłączenia i wykonania pomiaru napięcia zasilania czujnika temperatury
1 – złącze wielostykowe sterownika silnika, 2 – sonda igłowa, 3 – multimetr

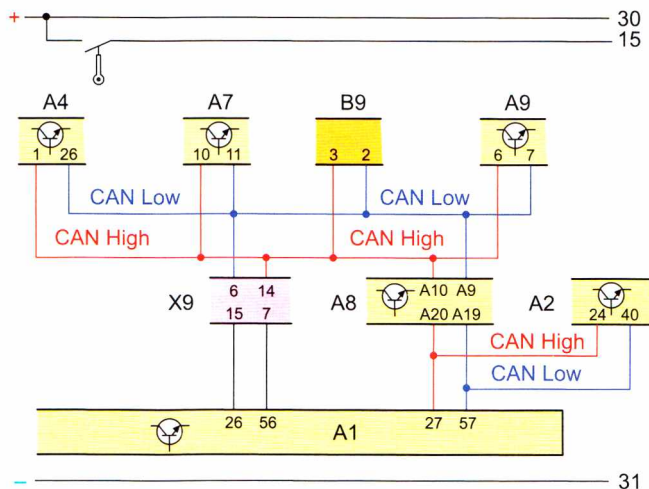
Pomiary napięcia zasilania czujnika wykonujemy zazwyczaj wtedy, gdy system diagnostyki sygnalizuje niesprawność jego obwodu elektrycznego. Wartość napięcia konieczna jest do określenia pełnej sprawności czujnika, która wpływa na wartość jego sygnału wyjściowego. Dotyczy to zwłaszcza czujników pełniących funkcję dzielników napięcia (np. potencjometryczny czujnik położenia) lub stanowiących element takiego obwodu (rezystancyjne czujniki temperatury).

Dodatkowym utrudnieniem w tego typu pomiarach jest miejsce zamontowania sterownika w samochodzie. Pomiar napięcia bezpośrednio na styku sterownika może być niemożliwy do wykonania, dlatego najczęściej wykonujemy go na złączu elektrycznym czujnika. W razie uzyskania nieprawidłowej wartości napięcia lub jego braku (wynik pomiaru 0 V) należy sprawdzić ciągłość przewodu lub stan styków.

Brak napięcia zasilania (po wykluczeniu usterki przewodu elektrycznego) lub nieprawidłowa wartość napięcia jednoznacznie wskazują na uszkodzenie sterownika.

Sprawdzanie modułu nadawczo-odbiorczego sterownika

Najłatwiej tego dokonać, podłączając diagnostyk (tester) do gniazda diagnostycznego pojazdu (rys. 14.13) i próbując nawiązać połączenie ze sterownikiem.



Rys. 14.13. Schemat podłączenia gniazda diagnostycznego do instalacji pokładowej samochodu

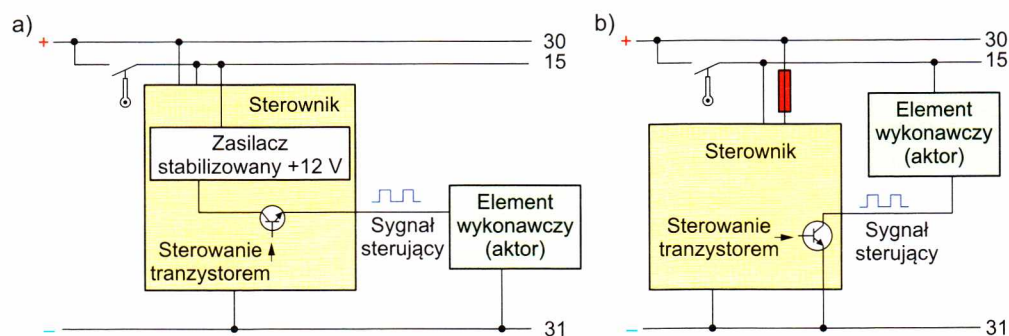
A1 – sterownik silnika, A2 – sterownik układu ABS, A4 – sterownik układu SRS, A8 – sterownik centralnego modułu elektroniki, A7 – sterownik zestawu wskaźników, B9 – czujnik kąta skrętu kierownicy, A7 – jednostka komunikacyjna, X9 – gniazdo diagnostyczne (oznaczenia styków zgodnie z rysunkiem 6.5)

Jeżeli diagnostyk nawiąże połączenie ze sterownikiem, oznacza to, że sterownik jest sprawny. Jeśli połączenie jest niemożliwe, należy sprawdzić zasilanie sterownika z instalacji pokładowej samochodu oraz jego połączenie z masą pojazdu. W dalszej kolejności sprawdzamy ciągłość odpowiednich przewodów. Gdy wykonane pomiary wykazują prawidłowe zasilanie sterownika oraz odpowiednie podłączenie i stan przewodów magistrali komunikacyjnej, świadczy to o uszkodzeniu układu nadawczo-odbiorczego sterownika.

Na podstawie sygnałów pochodzących od sensorów i innych elementów sterownik wypracowuje decyzję dotyczącą sterowania elementami wykonawczymi. Sygnał sterujący za pomocą końcowych stopni mocy wysyłany jest do sterowanego elementu w postaci sygnału

elektrycznego o odpowiednim przebiegu i wartości. Do sterowania elementami wykonawczymi wykorzystuje się zazwyczaj tranzystory polowe typu FET (ang. *Field Effect Transistor*) lub w starszych rozwiązaniach tranzystory bipolarne.

Zasada podłączenia tranzystora bipolarnego do sterowania elementem wykonawczym jest następująca: wysterowanie odpowiednim sygnałem sterującym tranzystora powoduje jego przejście w stan przewodzenia i pozwala na przepływ prądu między kolektorem a emiterym. Sterownik za pomocą wyjściowych stopni mocy steruje urządzeniem wykonawczym, przy czym jego wyjścia sterujące pracują w dwóch trybach: kluczkowania plusem (zmiana parametrów sygnału) lub kluczkowania masą. Schematy ideowe obu trybów pracy stopni sterujących pokazano na rysunku 14.14.



Rys. 14.14. Schematy trybów pracy stopni wyjściowych sterownika: a) kluczkowanie plusem, b) kluczkowanie masą

W trybie kluczkowania plusem (rys. 14.14a) element wykonawczy jest podłączony bezpośrednio do masy. Sterując bazą tranzystora, sterownik umożliwia podanie napięcia zasilającego na element wykonawczy (przepływ prądu). W trybie pracy kluczkowania masą (rys. 14.14b) element wykonawczy jest podłączony przez tranzystor do dodatniego bieguna zasilania (i odłączony od masy pojazdu), a przepływ prądu jest możliwy dopiero po przejściu tranzystora w stan przewodzenia (tj. po jego odpowiednim wysterowaniu).

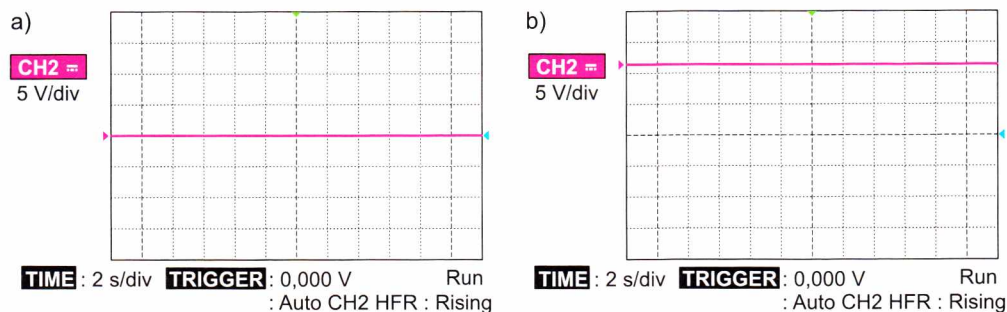
Diagnozowanie sterownika zamontowanego w samochodzie

Jeżeli sygnał sterujący nie uruchamia jakiegoś elementu wykonawczego, należy sprawdzić, czy jego niesprawność (potwierdzona przez system autodiagnostyki odpowiednim kodem usterki) wynika z uszkodzenia stopnia końcowego sterownika, czy z defektu samego elementu wykonawczego lub przewodów elektrycznych, łączących sterownik z instalacją pokładową samochodu. Kontrola za pomocą oscyloskopu lub miernika uniwersalnego (w zależności od rodzaju sygnału sterującego) polega na sprawdzeniu sygnałów uruchamiających dany element. Pomiaru najlepiej dokonać bezpośrednio na złączu wielostykowym sterownika – wyklucza to możliwość błędu wynikającego z uszkodzenia przewodów elektrycznych. Przed pomiarem identyfikujemy styki sterownika, które łączą sprawdzany element. Niezbędny jest w tym celu schemat połączeń elektrycznych.

Sposób sprawdzenia stanu technicznego sterownika przedstawiono na przykładzie kontroli obwodu sterowania wtryskiwaczem paliwa Y1 (rys. 14.15). Ze schematu wynika, że wtryskiwacz Y1 (tak jak pozostałe wtryskiwacze Y2–Y4) sterowany jest przez połączenie jego obwodu elektrycznego zasilania z masą sterownika (pojazdu), czyli przez kluczkowanie masą. Wszystkie wtryskiwacze zasilane są napięciem z instalacji pokładowej za pośrednictwem przekaźnika K1, uruchamianego przez sterownik po włączeniu zapłonu.

efektem jest ciągły przepływ prądu w tym obwodzie, który możemy potwierdzić za pomocą sondy prądowej (rys. 14.15c na s. 383), umieszczonej na przewodzie między stykiem 2. wtryskiwacza Y1 a stykiem 73. sterownika. Wtryskiwacz jest wtedy stale otwarty i podaje przez cały czas paliwo do cylindra.

Natomiast jeżeli na styku 73. zarejestrujemy ciągły przebieg napięcia o wartości zbliżonej do napięcia instalacji pokładowej samochodu (rys. 14.16b), wskazuje to na uszkodzenie tranzystora sterującego lub przerwanie obwodu między odpowiednim stykiem w złączu wielostykowym sterownika a tranzystorem (lub z masą pojazdu).



Rys. 14.16. Przebiegi sygnału sterującego wtryskiwaczem Y1 zarejestrowane na styku 73. sterownika z rys. 14.15, wskazujące na uszkodzenie sterownika: a) zwarcie w sterowniku do masy, b) przerwa w sterowniku

Jeżeli pomiary sterownika wykazały jego uszkodzenie, wymieniamy go na nowy. Dalsze jego diagnozowanie można wykonać tylko na specjalnym stanowisku pomiarowym, wyposażonym w odpowiednie przyrządy diagnostyczno-pomiarowe (zasilacze, testery, analizatory CAN, generatory sygnałów wzorcowych itp.).

Po demontażu obudowy sterownika możliwe jest wykonanie różnego rodzaju **czynności kontrolnych**. Obejmują one:

- **organoleptyczne sprawdzenie**, czy na elementach elektronicznych, zamontowanych na płycie sterownika, lub na jego złączu elektrycznym nie ma śladów korozji i wilgoci, czy ścieżki na płycie nie są spalone, czy nie widać jakichkolwiek symptomów uszkodzeń elementów (np. charakterystycznych wybrzuszeń kondensatorów);
- **zapoznanie się z dokumentacją serwisową sterownika**, a w szczególności z przyporządkowaniem jego poszczególnych styków; należy określić styki, z których sterownik podłączany jest do linii zasilających (30 i 15) oraz do masy pojazdu (linia 31), a także w jaki sposób (tj. na których stykach) przyłączany jest do magistrali danych (np. CAN);
- **podłączenie sterownika** (zgodnie ze schematem) **do źródeł zasilania** (zasilacza z ograniczeniem prądowym) **i masy oraz sprawdzenie poboru prądu** przez sterownik; jeśli zmierzona wartość pobieranego prądu jest znacznie większa niż wartość nominalna, wskazuje to na zwarcie w obwodzie zasilającym sterownika;
- jeżeli wykluczono niesprawność układu elektrycznego zasilania sterownika, należy **sprawdzić komunikację ze sterownikiem** (układy nadawczo-odbiorcze magistrali CAN sterownika) – w tym celu podłączamy do odpowiednich styków sterownika analizator CAN, który generuje sygnały testowe i rejestruje odpowiedzi sterownika; jeżeli oprogramowanie analizatora nie zarejestrowało ramek danych, należy sprawdzić (za pomocą oscyloskopu) wartości sygnałów na poszczególnych przewodach magistrali (wartości napięcia odpowiadające bitom recesywnym i dominującym powinny zawierać się w określonym przedziale – patrz rozdział 9) oraz prawidłowość ramki danych; brak odpowiedzi

sterownika, nieprawidłowa postać przebiegu sygnału albo zła wartość sygnałów na poszczególnych przewodach oznacza, że uszkodzony jest układ nadawczo-odbiorczy (ang. *transceiver*) sterownika;

- **sprawdzenie działania poszczególnych członów wykonawczych i pomiarowych sterownika** – przeprowadza się je wtedy, gdy przewody zasilające i masowe podłączone są do sterownika, do którego docierają sygnały zastępcze (przesyłane np. za pomocą generatora lub emulatora), odpowiadające rzeczywistym sygnałom otrzymywanym przez sterownik; sygnały te są konieczne, aby sprawdzany obwód (element) zadziałał – może to być na przykład sygnał prędkości obrotowej silnika, bez którego niemożliwe jest uruchomienie i sprawdzenie działania układu wykonawczego sterującego pracą wtryskiwaczy paliwa; kontrolę członów wykonawczych i pomiarowych sterownika przeprowadzamy oscyloskopem (multimetrem) i postać mierzonego sygnału porównujemy z wzorcowymi przebiegami.

Sposób postępowania zależy przede wszystkim od wyników pomiarów diagnostycznych sterownika zamontowanego w samochodzie, rodzaju kodów usterek odczytanych z jego pamięci lub nieprawidłowości stwierdzonych w pracy nadzorowanego przez sterownik układu (zespołu).

Ogólny zakres czynności diagnostycznych ma na celu ustalenie charakteru i miejsca występowania usterki sterownika oraz możliwości jej naprawy. Pomiaru tego rodzaju wymagają bardzo dobrej znajomości budowy i działania sterowników oraz umiejętności wykonywania pomiarów elektrycznych.

Producenci zalecają wymianę uszkodzonego sterownika na nowy.

PYTANIA I POLECENIA

1. Wskaż punkty zasilania i punkty połączenia z masą sterownika pokazanego na rys. 14.8.
2. W jaki sposób sprawdza się stan układu nadawczo-odbiorczego sterownika?
3. Jakie pomiary diagnostyczne obejmuje sprawdzanie współpracy sterownika z czujnikami?
4. Podaj sposób kontroli sygnału wyjściowego (sterującego) ze sterownika.

ZAPAMIĘTAJ

Sterownik jest zespołem różnego rodzaju elementów funkcjonalnych: mikrokontrolera (z oprogramowaniem), układów wejściowych i wyjściowych, układów komunikacji z innymi sterownikami oraz układów zasilających. Jego zadaniem jest przetwarzanie otrzymywanych danych oraz wypracowanie i wysłanie do elementów wykonawczych sygnałów sterujących.

Działanie sterownika nadzorują procedury samodiagnozy. Układ autodiagnostyki zapewnia kontrolę czujników i elementów wykonawczych przyłączonych do sterownika pod względem poprawności zasilania, połączenia z masą i wiarygodności sygnału.

Diagnozowanie sterowników w samochodzie polega na sprawdzeniu:

- ich zasilania elektrycznego i połączenia z masą pojazdu,
- pracy układu nadawczo-odbiorczego (ang. *transceiver*),
- napięcia zasilania czujników podłączonych do sterownika,
- pracy członów sterujących.

W diagnozowaniu sterowników samochodowych niezbędne są schematy elektryczne ich podłączeń oraz znajomość wartości parametrów elektrycznych występujących na poszczególnych stykach. Podczas czynności diagnostycznych należy zachować szczególną ostrożność, aby nie uszkodzić sterownika.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Wymień przykładowe sterowniki samochodowe i wyjaśnij, jakie funkcje spełniają.
2. Wymień podstawowe bloki funkcjonalne sterownika.
3. Uzasadnij potrzebę stabilizowania napięcia zasilającego czujniki, podawanego przez sterownik.
4. Omów zakres diagnozowania sterownika zamontowanego w samochodzie.
5. Korzystając z rys. 14.8, opisz sposób kontroli napięcia zasilania sterownika i połączenia go z masą.
6. Korzystając z rys. 14.15, wymień pomiary, jakie należy przeprowadzić, aby sprawdzić obwody sterownika współpracujące z czujnikiem położenia przepustnicy – B5.

LITERATURA

- [1] M. Dąbrowski, S. Kowalczyk, G. Trawiński, *Diagnostyka pojazdów samochodowych*, WSiP, Warszawa 2013.
- [2] J. Gładysek, M. Gładysek, *Poradnik diagnostyki samochodowej. Diagnostyk silnikowy, Bosch FSA seria 7XX*. Bosch, Kraków 2008.
- [3] M. Pachowiak, *Sterowniki samochodowe, część 1–19*. „AutoElektro” nr 124–128, 130/131, 134–136, 138/139, 142/143, 146–148.
- [4] Praca zbiorowa: *Silniki pojazdów samochodowych*, Wydawnictwo Rea, Warszawa 2010.
- [5] J. Watson, *Elektronika*, WKŁ, Warszawa 2006.
- [6] Informator Techniczny Bosch, *Elektroniczne sterowanie skrzynką biegów EGS*, WKŁ, Warszawa 2005r.
- [7] Informator Techniczny Bosch, *Sterowanie silników o zapłonie iskrowym. Układy Motronic*, WKŁ, Warszawa 2004.

15. Dokumentacja warsztatowa pojazdu samochodowego

- Dokumentacja związana z przyjęciem pojazdu do warsztatu samochodowego
- Sporządzanie dokumentacji wykonanych pomiarów elektrycznych

15.1

Dokumentacja związana z przyjęciem pojazdu do warsztatu samochodowego

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie czynności należy wykonać przed przyjęciem pojazdu do naprawy
- jakie dokumenty powinna wypełnić osoba przyjmująca pojazd

W pojazdach samochodowych mogą wystąpić usterki mechaniczne, elektryczne lub elektroniczne. Podstawową (wstępną) metodą wykrywania usterek w obwodach, elementach i zespołach elektrycznych jest autodiagnostyka, wykonywana przez poszczególne sterowniki. W razie wykrycia przez system autodiagnostyki jakichkolwiek usterek w nadzorowanym obwodzie elektrycznym zapala się lampka kontrolna na desce rozdzielczej samochodu. Należy wtedy odstawić samochód do autoryzowanego warsztatu naprawczego, gdzie po wykryciu usterki lub usterek nastąpi ich usunięcie (np. przez wymianę uszkodzonego elementu) i przywrócenie prawidłowego stanu technicznego elementu/zespołu/układu.

Współczesne samochody wymagają od pracowników warsztatów samochodowych dużej wiedzy dotyczącej znajomości budowy i działania elementów/zespołów/układów samochodu oraz umiejętności przeprowadzenia czynności diagnostycznych. Systemy autodiagnostyki, w które są wyposażone wszystkie nowoczesne pojazdy, dostarczają wstępnych informacji o stanie technicznym samochodu. Kody usterek umożliwiają szybką kontrolę bieżących wartości parametrów działania poszczególnych czujników czy elementów wykonawczych i ułatwiają wykrycie rzeczywistych powodów niewłaściwego stanu technicznego układów pojazdu. Przykładowo, pojawienie się ogólnego kodu usterek dotyczącego niewłaściwego działania układu recyrkulacji spalin z zaworem sterowanym pneumatycznie (np. P0400 – nieprawidłowy przepływ spalin), wymusza konieczność sprawdzenia kilku elementów mających wpływ na prawidłowe funkcjonowanie układu. Należy wtedy sprawdzić między innymi pompę podciśnienia, modulator elektropneumatyczny i jego układ elektrycznego sterowania, przepływomierz powietrza, czujnik ciśnienia doładowania oraz sam zawór recyrkulacji. Kontrola zaworu obejmuje przede wszystkim sprawdzenie szczelności komory siłownika pneumatycznego zaworu, przylegania grzybka zaworu do gniazda dla zaworu zamkniętego (może być niedostateczne z powodu gromadzenia się osadów węglowych na grzybku) oraz płynnego przemieszczania się zaworu. Wymaga to pozostawienia samochodu w serwisie na czas niezbędny do wykrycia przyczyny usterki i jej usunięcia.

Ważnym elementem działalności każdego warsztatu samochodowego jest wypełnienie odpowiedniej **dokumentacji** w chwili przyjmowania pojazdu do warsztatu. Wygląd takiego formularza w różnych warsztatach może być nieco odmienny, jednak zawsze zawiera on rubryki (pola), w których należy podać podstawowe dane identyfikujące pojazd (markę, typ, rocznik, numer rejestracyjny, stan licznika kilometrów) oraz dane użytkownika (właściciela) pojazdu.

Podstawowym dokumentem obowiązującym w serwisach samochodowych jest **karta zlecenia** (rys. 15.1). W dokumencie tym, oprócz wcześniej wymienionych danych, znajdują się

SERWIS SAMOCHODOWY BOSCH



KARTA ZLECENIA

Zlecenie naprawy nr

Data przyjęcia

Godzina

Pleczeń serwisu

DANE KLIENTA

Imię i Nazwisko/Firma

Adres zamieszkania/Siedziba firmy

NIP/PESEL

Kod

Miejscowość

Telefon kontaktowy

DANE SAMOCHODU/URZĄDZENIA

Marka/model

Nr rejestracyjny

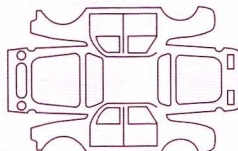
Nr nadwozia

Typ silnika

Rok produkcji

Stan paliwa

Przebieg (przed naprawą/po naprawie)

 rezerwa 1/4
 1/2
 3/4
 pełen


Schemat uszkodzeń samochodu

 W Wgniecenie

 R Rysy, uszkodzenia lakieru

Przewidywany termin odbioru auta z serwisu

Szacunkowy koszt usługi (robocizna + części)

Pozostawione dokumenty samochodu

Dowód rejestracyjny OC

Pozostawione wartościowe przedmioty

Ilość pozostawionych kluczyków (kpl.)

Zgoda na jazdę próbną TAK NIEZwrot zużytych części TAK NIE

Zakres zleconych prac przez klienta

Podpis przyjmującego zlecenie

Podpis przyjmującego naprawę*

Podpis mechanika wykonującego naprawę

Pokwitowanie odbioru samochodu/urządzenia

* Poświadczam, że zapoznałem się z „Ogólnymi warunkami naprawy” doręczonymi mi przed zawarciem umowy – zlecenia i zamieszczonymi na stronie www.bosch-service.pl

** Wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych przez Robert Bosch Sp. z o.o. z siedzibą w Warszawie, przy ul. Poleczkich 3 oraz związane umowami Robert Bosch Sp. z o.o. Autoryzowaną Stacją Obsługi Bosch-Service w celach marketingowych, zgodnie z ustawą z dn. 29.08.1997 r. o Ochronie Danych Osobowych (Dz.U 101 z 2002 r. poz. 926 wraz z póź. zm.). Jednocześnie oświadczam, że udostępniłem swoje dane osobowe dobrowolnie oraz, że zostałem poinformowany o prawie dostępu do treści swoich danych oraz ich poprawiania.

Podpis zlecającego naprawę

www.bosch-service.pl

Wzór prawnie chroniony

Rys. 15.1a. Przykładowa karta zlecenia naprawy pojazdu samochodowego

OGÓLNE WARUNKI NAPRAWY

1. Naprawy wykonywane są na żądanie Klienta, na podstawie sporządzonej przez Serwis karty zlecenia.
2. Na karcie zlecenia wpisywane są dane Klienta oraz dane pojazdu lub urządzenia. Ponadto karta zlecenia zawiera przewidywany zakres czynności naprawczych do wykonania.
3. Przed oddaniem pojazdu bądź urządzenia do naprawy Klient zobowiązany jest przekazać wykaz przedmiotów znajdujących się w pojeździe lub przekazanych wraz z urządzeniem, a niepołączonych z nimi trwale.
4. Na życzenie Klienta zostaną określone szacunkowe koszty naprawy. Koszty szacunkowe to bezpłatna forma określenia przewidywanych kosztów usługi na podstawie stanu pojazdu bądź urządzenia dającego się ustalić w czasie czynności przyjęcia z określeniem kosztów robocizny i części według cenników obowiązujących w momencie oszacowania.
5. Jeżeli podczas wykonywania usługi ujawni się konieczność wykonania dodatkowych czynności naprawczych, Serwis poinformuje o tym Klienta. W takim przypadku wykonanie czynności dodatkowych nastąpi dopiero po zatwierdzeniu rozszerzenia zakresu usług. Formę zatwierdzenia (pisemna, ustna, e-mail, faks) każdorazowo określi Serwis. W przypadku, gdy stwierdzone zostaną usterki, które nie były zlecone do naprawy, a mają wpływ na bezpieczeństwo pojazdu bądź urządzenia, Serwis uprzedzi Klienta o konieczności usunięcia takich usterek.
6. Przewidywany termin odbioru wyznaczony jest w karcie zlecenia w zależności od możliwości Serwisu i zakresu zleconej usługi. Klient zobowiązany jest do niezwłocznego odbioru pojazdu po upływie terminu ustalonego jako przewidywany termin w karcie zlecenia, chyba że usługa nie została do tego czasu wykonana. W razie uchybienia przez Klienta powyższemu terminowi odbioru, Serwis prześle Klientowi drogą pocztową wezwanie z podaniem dodatkowego terminu na odbiór. Gdy w terminie dodatkowym Klient nie odbierze pojazdu lub urządzenia, zapłaci Serwisowi karę umowną w wysokości 30 zł za każdy dzień zwłoki liczony od dnia następnego od wyznaczonego terminu dodatkowego. Serwis może dochodzić odszkodowania na zasadach ogólnych, jeżeli wysokość szkody przewyższy zastrzeżoną karę umowną.
7. Nieodebranie pojazdu lub urządzenia w ciągu 6. miesięcy po upływie dodatkowego terminu wskazanego zgodnie z pkt 6., oznacza wyrażenie zamiaru pozbycia się rzeczy. Serwis może usunąć porzucone w ten sposób pojazdy lub urządzenia.
8. Rozliczenie zlecenia następuje na podstawie cenników obowiązujących w Serwisie w momencie składania zlecenia. Cenniki robocizny oraz części zamiennych znajdują się w Serwisie i na żądanie Klienta będą mu przedstawione do wglądu. Należność za wykonane zlecenie jest płatna na podstawie wystawionej na dzień odbioru faktury, gotówką w kasie Serwisu przed wydaniem pojazdu bądź urządzenia lub inną formą płatności wskazaną przez Serwis (karta, przelew). Brak zapłaty stanowi podstawę do odmowy wydania pojazdu lub urządzenia oraz powoduje naliczanie odsetek w wysokości ustawowej – począwszy od dnia wymagalności.
9. W celu zabezpieczenia kosztów naprawy wykonywanej na podstawie zlecenia naprawy, Klient ustanawia na rzecz Serwisu zastaw na stanowiącym jego własność samochodzie lub urządzeniu bliżej określonym w karcie zlecenia o wartości do ustalenia według EURO TAX, AUDATEX itp.
10. Z chwilą zawarcia umowy Klient oddaje w posiadanie Serwisu przedmiot zastawu określony w pkt 9. Serwis może oddać przedmiot zastawu do przechowywania osobie trzeciej, zajmującej się przechowaniem rzeczy tego rodzaju, bądź przechowywać przedmiot zastawu we własnym zakresie przez czas od daty zawiadomienia Klienta o terminie wydania samochodu po naprawie do czasu zapłacenia kosztów naprawy na koszt Klienta.
11. Zastaw zabezpiecza wszelkie koszty Serwisu, należność za naprawę, odsetki za opóźnienie w zapłacie kosztów naprawy i inne koszty związane z przedmiotem zastawu.
12. Wszelkie spory wynikłe z wykonania usługi naprawy będą rozstrzygane przez sąd powszechny właściwy miejscowo ze względu na siedzibę Serwisu.

Postanowienia niniejszych ogólnych warunków niezgodne z art. 3851 i in. kc. obowiązują wyłącznie Klientów będących przedsiębiorcami.

informacje o objawach nieprawidłowego działania samochodu/silnika/układu itp., zaobserwowane przez kierowcę podczas użytkowania pojazdu. Aby je uzyskać, należy przeprowadzić z kierowcą wywiad, w trakcie którego staramy się zdobyć jak najwięcej informacji dotyczących okoliczności pojawienia się usterki (np. warunków pracy silnika), częstości jej występowania (stałe czy sporadycznie) oraz sposobu i czasu jej wykrycia przez system autodiagnostyki (zapalenie się lampek kontrolnych lub brak świecenia). Jeżeli klient sygnalizuje występowanie niedomagań w funkcjonowaniu samochodu, które nie powodują zapalenia się lampek kontrolnych, trzeba wykonać jazdę próbną. Podczas niej obserwujemy zachowanie się samochodu i jego układów oraz sprawdzamy, czy występują sygnalizowane przez kierowcę symptomy niewłaściwej pracy.

Karta zlecenia jest podstawą do przeprowadzenia szczegółowej diagnostyki pojazdu, a potem do jego naprawy. Oprócz informacji uzyskanych od klienta i opisu usterek stwierdzonych przez osobę przyjmującą pojazd w warsztacie, są w niej również informacje dotyczące ogólnych warunków wykonania prac w serwisie oraz prawa przysługujące klientowi w razie stwierdzenia wadliwie wykonanej usługi i warunki reklamacji.

Wypełnioną w trakcie oględzin pojazdu kartę zlecenia przedstawiamy klientowi do akceptacji (podpisu). Uzyskanie podpisu klienta na karcie oznacza wyrażenie jego zgody na warunki wykonania usługi. **Kartę zlecenia sporządzamy co najmniej w dwóch egzemplarzach.** Jeden otrzymuje klient, drugi pozostaje w serwisie. Po zaakceptowaniu karty zlecenia klient powinien zostawić dowód rejestracyjny pojazdu, stanowiący załącznik do zlecenia.

Karta zlecenia pozostająca w serwisie jest dokumentem, na podstawie którego można pobrać z magazynu lub zamówić części i materiały eksploatacyjne niezbędne do naprawy pojazdu.

Kartę zlecenia przechowujemy w serwisie na wypadek zastrzeżeń klienta dotyczących wykonanej usługi. Czas jej przechowywania zależy od rodzaju serwisu oraz obowiązujących w nim zasad obiegu dokumentacji.

Do karty zlecenia dołączamy w postaci załącznika **kartę sprawdzenia**, która zawiera wyniki pomiarów badanych elementów.

Po usunięciu usterki, stwierdzonej na podstawie oględzin oraz testów przeprowadzonych w obecności klienta, potwierdza on wykonanie usługi podpisem na karcie zlecenia i pozostawia jej kopię w serwisie, co stanowi podstawę do wydania mu pojazdu.



PYTANIA I POLECENIA

1. Jaki dokument należy wypełnić podczas przyjmowania pojazdu do serwisu?
2. Jakie informacje są zawarte w karcie zlecenia?
3. W ilu egzemplarzach wypełniamy kartę zlecenia?

15.2

Sporządzanie dokumentacji wykonanych pomiarów elektrycznych

W TYM ROZDZIALE DOWIESZ SIĘ:

- jakie dokumenty należy sporządzić w trakcie lub po wykonaniu pomiarów elektrycznych

Diagnozowanie pojazdów samochodowych nie jest możliwe bez wykonania odpowiednich pomiarów wielkości elektrycznych za pomocą diagnostyki warsztatowej, multimetru lub oscyloskopu. Szczegółowy zakres i sposób wykonania pomiarów zależy od diagnozowanego obiektu oraz dostępnego wyposażenia pomiarowego. Niezależnie od wyników pomiaru lub przeprowadzonych testów należy je udokumentować dla okazania klientowi w celu potwierdzenia postawionej diagnozy i uzasadnienia konieczności wykonania naprawy (np. wymiany elementów). Dokumentem takim jest **karta sprawdzenia elementu** (rys. 15.2).

Niezależnie od tego, jakie czynności wykonujemy (sprawdzanie czy pomiar), wyniki tych czynności dokumentujemy w karcie sprawdzenia. Podajemy w niej również informacje identyfikujące badany pojazd oraz dane osoby, która wykonała czynności diagnostyczne. Dokumentacja usterek elementów pojazdów samochodowych stanowi bazę informacji o usterkach, z której możemy korzystać, diagnozując usterki o podobnych objawach stwierdzone w pojazdach tej samej marki lub typu.

Informacje zawarte w karcie sprawdzenia zależą od możliwości przyrządów diagnostycznych, którymi dysponuje serwis.

Pierwszą czynnością, jaką wykonujemy podczas diagnozowania, jest **podłączenie diagnostyki do pojazdu i odczyt kodów usterek zapisanych w pamięci sterowników** umieszczonych w samochodzie. Wynik jest wyświetlany wraz z opisem. Jeżeli diagnostyka umożliwia wykonanie zrzutu ekranowego i jego zapis w pamięci komputera, należy to wykonać. Listę (wydruk) odczytanych kodów usterek dołączamy do karty sprawdzenia. Jeśli nie ma takiej możliwości, musimy ręcznie zanotować informacje wyświetlane na ekranie testera diagnostycznego. Diagnostyki umożliwiają również pomiar wartości rzeczywistych, które także powinny zostać odnotowane w karcie. Odręczne sporządzenie notatki z odczytu kodów błędów nie jest czasochłonne, jednak w razie konieczności zapisu wartości parametrów rzeczywistych może to zająć znaczną część czasu przeznaczanego na diagnozowanie. Jeżeli urządzenie pomiarowe (diagnostyka) umożliwia wykonanie zapisu, a następnie wydruk listy parametrów rzeczywistych, to takie czynności wykonujemy i dołączamy wydruk do karty sprawdzenia. Jeżeli nie ma możliwości wydrukowania listy parametrów rzeczywistych, diagnosta na karcie sprawdzenia zaznacza fakt wykonania odczytu tych parametrów i na podstawie własnej wiedzy i doświadczenia ocenia te wyniki czy są prawidłowe lub nie, zakreślając odpowiednią rubrykę na karcie sprawdzenia elementu.

Jeżeli **pomiary wykonywane są tylko za pomocą multimetru**, otrzymane wyniki zapisujemy w odpowiednim miejscu karty sprawdzenia elementu.

Jeżeli dokonujemy **obserwacji sygnałów elektrycznych oscyloskopem**, zapisu danych dokonujemy w urządzeniu diagnostycznym. Ponieważ oscyloskopy stanowią obecnie integralną

.....
 (Miejscowość, data)

KARTA SPRAWDZENIA ELEMENTU

Osoba przeprowadzająca sprawdzenie:
(Imię i Nazwisko)

Identyfikacja pojazdu

Marka
 Model
 Nr rejestracyjny
 Nr VIN

Identyfikacja sprawdzanego elementu¹

Czujnik Sterownik Element wykonawczy

.....
 (Nazwa badanego elementu)

Pomiary za pomocą diagnostyki warsztatowej: TAK/NIE²

Wydruk listy odczytanych kodów błędów: TAK/NIE²

Lista odczytanych błędów:

Wartości rzeczywiste: prawidłowe/nieprawidłowe² Wydruk: TAK/NIE

Pomiary za pomocą multimetru: TAK/NIE²

Mierzony parametr	Wynik pomiaru
Napięcie [V]
Natężenie [A]
Rezystancja [Ω]
	prawidłowy/nieprawidłowy

¹ Właściwe zaznacz „X”

² Niewłaściwe przekreśl

Rys. 15.2a. Przykładowa karta sprawdzenia elementu

Pomiary oscyloskopowe: TAK/NIE²Przebieg sygnału: prawidłowy/nieprawidłowy²Przebieg sygnału: zapisany/niezapisany² w pamięci komputera**Załączniki:¹**

Wydruk listy odczytanych kodów błędów

Wydruk listy parametrów bieżących

Wydruk przebiegu oscyloskopowy badanego sygnału

Inne: (wymienić)

.....
.....
.....
.....

UWAGI:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....
(podpis diagnosty)

Rys. 15.2b. Przykładowa karta sprawdzenia elementu (cd. poprzedniej)

część testera diagnostycznego, a przebieg sygnału jest wyświetlany na monitorze komputera, możemy zrobić zrzut ekranowy (ang. *screenshot*) zarejestrowanego przebiegu i zarchiwizować go w pamięci komputera. Wydruk zarejestrowanego przebiegu dołączamy do karty sprawdzenia w postaci załącznika.

Gdy nie mamy możliwości zapisania i wydruku wykonanych oscylogramów, odnotowujemy na karcie sprawdzenia tylko informację o wykonaniu (lub niewykonaniu) takiego badania oraz jego wyniku (przebieg prawidłowy/nieprawidłowy). Zapisujemy w niej również informację, czy usterka została zdiagnozowana i usunięta.

Kartę sprawdzenia elementu dołączamy do karty zlecenia. Na podstawie tych dokumentów serwis rozlicza się z klientem, a w sytuacjach spornych stanowią one podstawę do reklamacji.

Odpowiednio prowadzona dokumentacja serwisowa pozwala na profesjonalną i rzetelną obsługę klienta, stanowi również dowód przeprowadzonych czynności diagnostycznych oraz naliczania kosztów związanych z wykonaną usługą.

PYTANIA I POLECENIA

1. Wyjaśnij, do czego służy karta sprawdzenia elementu.
2. Jakie informacje z wykonanych pomiarów wielkości elektrycznych podajemy w karcie sprawdzenia elementu i jaka jest ich forma?
3. Czy w karcie sprawdzenia elementu zawarte są informacje o wszystkich czynnościach związanych z diagnozowaniem samochodu?

ZAPAMIĘTAJ

Dokumentacja serwisowa stanowi potwierdzenie naprawy pojazdu. Jej celem jest udokumentowanie zakresu prac i rozliczenie kosztów usługi (np. czasu przeznaczanego na diagnozowanie i naprawę oraz wykaz wymienionych elementów i zużytych materiałów).

Podstawowe dokumenty serwisowe to karta zlecenia, stanowiąca podstawę przyjęcia pojazdu do warsztatu, oraz karta sprawdzenia, dokumentująca wykonane pomiary diagnostyczne. Karta sprawdzenia powinna zawierać załączniki w postaci wydruków badań wykonanych za pomocą diagnostoskopów i wyniki pomiarów oscyloskopowych.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. W jakim celu sporządzamy dokumentację przyjęcia i naprawy pojazdu?
2. Co to jest karta zlecenia i jakie informacje zawiera?
3. Jakie dokumenty dołączamy do karty zlecenia?
4. Jaka jest różnica między kartą zlecenia a kartą sprawdzenia elementu?
5. Czy karty zlecenia należy przechowywać? Uzasadnij swoją odpowiedź.
6. Jakie dokumenty serwisowe wydaje się klientowi?

LITERATURA

- [1] M. Dąbrowski, S. Kowalczyk, G. Trawiński, *Pracownia diagnostyki pojazdów samochodowych*, WSiP, Warszawa 2011.

WYKAZ PODSTAWOWYCH POJĘĆ W JĘZYKACH POLSKIM, ANGIELSKIM I NIEMIECKIM

JĘZYK POLSKI	JĘZYK ANGIELSKI	JĘZYK NIEMIECKI
akumulator kwasowo-ołowiowy	lead-acid battery	Die Blei-Säure Batterie
alternator	alternator	Die Generator, die Drehstrom-generator
arbitraż	arbitration	Die Arbitrage
autodiagnostyka	car diagnostics	Die Autodiagnostik
bargraf	bar graph	Die Bargraph - Anzeige
bezpiecznik	fuse	Die Sicherung
biegun akumulatora	battery pole	Der Pol der Batterie
bloki pamięci	memory blocks	Speicherblöcke
bloki wejścia/wyjścia	input-output blocks	Ein-/ Ausgangsblöcke
bloki zasilania	power supply blocks	Einspeiseblöcke
błąd względny	approximation error	Die relative Messabweichung
centralny zamek	central locking system	Die Zentralverriegelung
cewka zapłonowa dwubiegunowa	double spark ignition coil	Die Doppelfunkenzündspule
cewka zapłonowa indywidualna	single spark ignition coil	Die Einzelfunkezündspule
cewka zapłonowa	ignition coil/spark coil	Das Zündspule
cewka zespolona	combined coil	Die Zündmodul
ciągłość przewodów	wire continuity	Die Kontinuität der Leitungen
częstotliwość	frequency	Die Frequenz, die Häufigkeit
czujnik	sensor	Der Sensor
czujnik ciśnienia powietrza	air pressure sensor	Der Luftdrucksensor
czujnik ciśnienia w ogumieniu	tyre pressure sensor	Der Reifendrucksensor
czujnik czynnika chłodniczego	coolant temperature sensor	Der Kühlflüssigkeitssensor
czujnik deszczu	rain sensor/rain switch	Der Regensensor
czujnik magnetorezystancyjny	magnetoresistance sensor	Der magnetoresistive Sensor
czujnik oleju	oil sensor	Der Öldrucksensor
czujnik paliwa	fuel sensor	Der Kraftstoffdrucksensor
czujnik pętlowy	loop sensor	Der induktive Sensor
czujnik pochylenia pojazdu	car angle sensor	Der Neigungssensor
czujnik położenia koła kierownicy	steering angle sensor	Der Lenkradsensor
czujnik położenia rezystancyjny	resistance position sensor	Der resistive Lagesensor
czujnik położenia wałka rozrządu	camshaft position sensor	Der Nockenwellesensor
czujnik poziomu cieczy chłodzącej	coolant level sensor	Der Kühlflüssigkeitsstand - Sensor der
czujnik poziomu oleju	oil level sensor	Der Ölstandsensor
czujnik poziomu paliwa	fuel level sensor	Der Tankfüllgeber
czujnik poziomu płynu hamulcowego	brake fluid level sensor	Der Bremsflüssigkeitsstand - Sensor
czujnik prędkości jazdy	vehicle speed sensor	Der Geschwindigkeitssensor

JĘZYK POLSKI	JĘZYK ANGIELSKI	JĘZYK NIEMIECKI
czujnik prędkości obrotowej kół	wheel speed sensor	Der Raddrehzahlsensor
czujnik prędkości obrotowej wału korbowego	crankshaft speed sensor	Der Kurbelwellendrehzahlsensor
czujnik spalania detonacyjnego	knock sensor/detonation sensor	Der Klopfsensor
czujnik stykowy	junction sensor	Der Kontaktsensor
czujnik temperatury cieczy chłodzącej	coolant temperature sensor	Der Kühlfüssigkeitstemperatur - Sensor
czujnik ultradźwiękowy	ultrasound sensor	Der Ultraschallsensor
czujnik zapełnienia filtra cząstek stałych	diesel particulate filter sensor	Der Partikelfilter - Sensor
czytnik kodów	code reader	Der Code Leser
diagnoskop	engine tester	Das Diagnosegerät
diagnostyka	diagnostics	Die Diagnostik
dioda	diode	Die Diode
dioda LED	LED diode	Die LED Diode
dokładność pomiaru	accuracy of measurement/ measuring accuracy	Die Genauigkeit der Messung
dzielnik napięcia	potential divider/voltage divider	Der Spannungsteiler
ekran (elektryczny)	electric screen	Der Bildschirm /elektrisch/
elektrolit	electrolyte	Der Elektrolyt
element wykonawczy	actuator	Das Ausführungselement
generator	generator	Der Generator
gniazdo diagnostyczne	diagnostic socket	Die Diagnosebuchse
hybrydowy układ napędowy	hybrid propelling system	Das Hybride Antriebssystem
identyfikator	identifier	Das Identifikationsgerät
immobilizer	immobiliser	Die Wegfahrsperr
instalacja alarmowa	autoalarm system	Die Alarmanlage
instalacja oświetlenia	lighting installations	Die Beleuchtung
izolacja przewodów	wire insulation	Die Kabelisolierung
karta sprawdzenia elementu	component check card	Die Kontrollkarte der Elemente
karta zlecenia	order card	Der Auftragsbogen
kąt zapłonu	spark ignition angle	Der Zündwinkel
kierunkowskazy	direction indicators	Die Blinker
klema	luster terminal	Die Klemme
kluczowanie masą	mass keying	Die Bandspreizmodulation
kluczowanie plusem	plus keying	Die Plusmodulation
kluczyk elektroniczny	electronic keystick	Der elektronische Schlüssel
kod usterki	trouble code	Der Fehlercode
konduktancja	conductance	Der elektrische Leitwert
kontaktron	reed relay/ferreed switch	Der Reedschalter

JĘZYK POLSKI	JĘZYK ANGIELSKI	JĘZYK NIEMIECKI
lampa wyładowcza (ksenonowa)	gas-discharge lamp, (flashtube/ flashlamp)	Die Gasentladungslampe
lampka kontrolna	control light	Die Kontrollleuchte
magistrala danych	data bus	Der Bus /Datenverarbeitung/
masa (elektryczna)	earth, ground	Die Masse /elektrische/
miernik uniwersalny	multimeter	Das Universalmessgerät
mikrokontroler	microcontroller	Der Mikrocontroller
mikroprocesor	microprocessor	Der Mikroprozessor
monitor diagnostyczny	diagnostics monitor	Der Diagnostik Bildschirm
mostek prostowniczy	rectifying bridge	Der Brückengleichrichter
napięcie	voltage	Der Spannung
napięcie pod obciążeniem	load voltage	Die Spannung unter Belastung
natężenie prądu	amperage	Die Stromstärke
odbiornik	receiver	Der Empfänger
oprogramowanie	software	Die Software
oscyloskop	oscilloscope	Das Oszilloskop
pamięć (elektroniczna)	computer memory	Der Speicher /elektronische/
pamięć EEPROM	EEPROM, Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory,	Der Flash – EEPROM,
pamięć EPROM	EPROM, Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory	Der Flash – EPROM
pamięć Flash	Flash memory	Der Flash – Speicher
pamięć PROM	Programmable Read-Only Memory PROM memory	Der Halbleiterspeicher
pamięć RAM	Read-Only Memory, RAM memory	Der Arbeitsspeicher
pamięć ROM	Random Access Memory, ROM memory	Der Festwertspeicher, Nur-Lese-Speicher
pirotechniczne napinacze pasów	pyrotechnical belt tensioners	Die pyrotechnische Gurtstraffer
płytką drukowaną	PCB, printed circuit board	Die Leiterplatte
podstawa czasu	time base	Die Zeitbasis
poduszka gazowa	compressed gas space, compressed gas cushion	Der Airbag
pole elektromagnetyczne pole magnetyczne	magnetic field electromagnetic field	Das elektromagnetische/ magnetische Feld
połączenie równoległe połączenie szeregowo	parallel connection series connection	Die Parallelschaltung/ Reihenschaltung
pomiary elektryczne	electric measurements	Die elektrischen Messungen
poziom wyzwalania	trigger level	Der Auslösungspegel
półprzewodnik	semiconductor	Der Halbleiter
prąd pompowania	pumping current	Der Pumpstrom
prąd stały	direct current (DC)	Der Gleichstrom
prąd przemienny	alternating current (AC)	Der Wechselstrom

JĘZYK POLSKI	JĘZYK ANGIELSKI	JĘZYK NIEMIECKI
prąd zimnego rozruchu	cold crankig amperage	Der Strom des Kaltstarts
program diagnostyczny	diagnostics program	Das diagnostische Programm
przełącznik	relay	Das Relais
przepływomierz powietrza (masowy)	air flow sensor	Der Luftmassenmesser
przepustnica elektroniczna	electronic throttle	Die elektronische Drosselkappe
przerwa (obwodu elektrycznego)	open circuit	Die Unterbrechung /im Schaltkreis/
przewód	wire/cable	Die Leitung
ramka „zamrożona”	freeze feame	Der Freeze Frame/ Das Standbild
ramka danych	data frame	Der Datenrahmen
reflektor	headlamp	Der Scheinwerfer
regulacja prędkości biegu jałowego	idle adjust	Der Leerlaufregler
regulator napięcia wielofunkcyjny	multi-function regulator	Der Multifunktions – Spannungsregler
rezystancja wewnętrzna	internal resistance	Der Innenwiderstand
rezystor terminujący	terminating resistor	Der Busabschluss
rozdzielczość pomiaru	measurement resolution	Der Abschlusswiderstand
rozrusznik	starter	Der Anlasser
schemat elektryczny	circuit diagram, electrical diagram, elementary diagram, electronic schematic	Das elektrische Schema /der Schaltplan
sieć transmisji danych	data transmission network	Das Datenübertragungsnetz
silnik (elektryczny)	electric motor	Der Motor /elektrisch/
silnik krokowy	stepper motor	Der Schrittmotor
siła elektromotoryczna	EMF, ElectroMotive Force	Die elektromotorische Kraft
siłownik elektromagnetyczny	electromagnetic ram	Der elektromagnetische Zylinder
sonda lambda dwustanowa	two-stage lambda sensor	Die Lambdasonde
sonda lambda szerokopasmowa	broadband lambda sensor	Die Breitbandlamdasonde
sonda lambda tytanowa	titanium lambda sensor	Die Titan Lambdasonde
sonda pomiarowa	measuring probe	Die Messsonde
sonda prądowa (cęgi)	current probe (clamp)	Die Stromsonde
sterowanie cyfrowe	digital controls	Die digitale Steuerung
sterownik	driver	Die Steuerung
stojan	stator	Der Stator
styk	contact	Der Kontakt
sygnał dźwiękowy, klakson	horn	Das Schallsignal
sygnał prostokątny	square wave signal	Das Signal rechteckig
sygnał sinusoidalny	sinusoidal signal	Das Signal sinusoidal
system diagnostyki pokładowej	On-Board Diagnostic System	Das Borddiagnostiksystem
światła cofania	tail lamp	Die Rückfahrcheinwerfer

JĘZYK POLSKI	JĘZYK ANGIELSKI	JĘZYK NIEMIECKI
światła drogowe	high beam	Die Fernlicht
światła hamowania	brake lights	Die Bremslichter
światła mijania	low beam	Die Abblendlicht
światła przeciwmgielne	fog lights	Die Nebelscheinwerfer
świeca zapłonowa	ignition plug, sparking-plug, spark-plug, plug	Die Zündkerze
świeca żarowa	glow tube, glow	Die Glühkerze
temperatura	temperature	Die Temperatur
test sprawności elektrycznej	ampere-hour efficiency test	Der Test der elektrischen Leistung
tętnienie napięcia	ripple from power supply	Das Pulsieren der Spannung
tranzystor	transistor	Der Transistor
układ ogrzewania	heating system	Das Heizungssystem
układ rozruchowy	start system	Das Anlasssystem
układ Start-Stop	ignition Start-Stop system	Das Start-Stopp-System
układ zapłonowy	ignition system	Das Zündsystem
uzwojenie grzewcze	bimetalic spring heating coil	Die Heizungswicklung
uzwojenie pierwotne (cewki)	primary winding	Die Primärwicklug /der Spule/
uzwojenie wtórne (cewki)	secondary winding	Die Sekundärwicklung /der Spule/
uzwojenie wzbudzenia	field winding, excitation winding	Die Anregungswicklung
wentylator	fan	Der Ventilator
wirnik	rotor	Der Rotor
włacznik	switch	Der Schalter
współczynnik wypełnienia impulsu	duty cycle	Der Testgrad, Aussteuergrad von Impulsen
wtryskiwacz elektromagnetyczny	electromagnetic injector valve	Die elektromagnetische
wtryskiwacz piezoelektryczny	piezo injector valve	Die piezoelektrische Einspritzventil
wtyczka	plug	Der Stecker
wycieraczki	windscreen wipers GB, windshield wipers US	Die Scheibenwischer
wypadanie zapłonów	misfire	Der Zündausfall
zacisk krokodylowy	aligator (crocodile) clip	Die Krokodilklemme
zacisk	clamp	Die Zwinge
zakres pomiarowy	measuring range, measuring capacity, measured range	Der Messbereich
zawór recyrkulacji spalin	Exhaust Gas Recirculation valve	Das Abgaszirkulationsventil
zbocze wyzwalania	trigger edge	Die Auslösungsflanke
zestaw wskaźników pokładowych	on-board indicator set	Der Satz von Indikatoren
zestyk	pair of contacts	Der Kontaktsatz
zębnik (rozzrusznika)	pinion	Die Ritzel /des Anlassers/
złącze elektryczne	electric connector	Die elektrische Verbindung

JĘZYK POLSKI	JĘZYK ANGIELSKI	JĘZYK NIEMIECKI
złącze wielostykowe	multi-pin connector	Die mehrpolige Steckverbindung
zwarcie (elektryczne)	short circuit	Der Kurzschluss /elektrische/
zwora	jumper	Der Jumper
źródło energii	energy source	Die Energiequelle
żarówka dwuwłóknowa	double-fibre bulb	Die Zweifaden – Glühlampe
żarówka jednowłóknowa	single-fibre bulb	Die Einfaden – Glühlampe

Źródła ilustracji i fotografii

Tekst główny: s. 14 (algorytm zabiegów resuscytacyjnych) G. Trawiński; s. 19 (obwody instalacji elektrycznej) *Poradnik techniki samochodowej*, Wydawnictwo Rea, Warszawa 2010; s. 20 (schemat instalacji dwuprzewodowej samochodu) opracowanie G. Trawiński na podstawie M. Bustrycki *Diagnozowanie uszkodzeń obwodów elektrycznych*, Serwis Motoryzacyjny nr 6/2010; s. 22 (obwody elektryczne) opracowanie G. Trawiński na podstawie M. Bustrycki *Diagnozowanie uszkodzeń obwodów elektrycznych*, Serwis Motoryzacyjny nr 6/2010; s. 24 (prawidłowa praca oraz zwarcie w instalacji elektrycznej) opracowanie G. Trawiński; s. 25 (bezpieczniki samochodowe) G. Trawiński; s. 25 (skrzynka bezpieczników) G. Trawiński; s. 25 (schemat skrzynki bezpieczników) program AutoData; s. 28 (schemat ideowy obwodu przekaźnika samochodowego) G. Trawiński; s. 29 (budowa i działanie przekaźnika) A. Herner, H.J. Riehl, *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*, WKŁ, Warszawa 2011; s. 29 (budowa przekaźnika kontaktronowego) A. Herner, H.J. Riehl, *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*, WKŁ, Warszawa 2011; s. 30 (oznaczenia styków przekaźników samochodowych) opracowanie G. Trawiński na podstawie *Poradnik techniki samochodowej*, Wydawnictwo Rea, Warszawa 2010; s. 31 (oznaczenia bezpieczników) G. Trawiński; s. 32 i 33 (symbole graficzne elementów elektrycznych i elektronicznych) WKiŁ; s. 33 (oznaczenia literowe elementów instalacji elektrycznej) G. Trawiński; s. 34-36 (oznaczenia zacisków) *Poradnik techniki samochodowej*, Wydawnictwo Rea, Warszawa 2010; s. 37 (schemat połączeń elektrycznych układu poduszek gazowych) EsiTronic; s. 38 (schemat połączeń elektrycznych wtyczek sterowników) Esitronic; s. 39 (schemat magistrali CAN HighSpeed) program HGS Data; s. 45 (wskaźniki na desce rozdzielczej) G. Trawiński; s. 46 (multimetry) G. Trawiński; s. 46 (wyświetlacz multimetru z bargrafem) G. Dyga; s. 47 (dokładność pomiaru multimetrem) G. Trawiński; s. 48 (schemat blokowy oscyloskopu) G. Dyga; s. 49 (oscyloskop cyfrowy) G. Dyga; s. 49 (przykładowy ekran oscyloskopowy) G. Dyga; s. 51 (sondy pomiarowe multimetru i oscyloskopu) G. Dyga; s. 52 (sonda prądowa) G. Trawiński; s. 52 (sposób montażu sondy prądowej) G. Trawiński; s. 55 (oznaczenia na multimetrze) G. Dyga; s. 56 (pomiar napięcia multimetrem) G. Dyga; s. 56 (pomiar natężenia prądu multimetrem) G. Dyga; s. 56 (pomiar prądu za pomocą adaptera do multimetru) G. Trawiński; s. 58 (pomiar rezystancji multimetrem) G. Dyga; s. 58 (wyznaczenie rezystancji własnej przewodów multimetru) G. Trawiński; s. 59 (pomiar wysokiego napięcia w układzie zapłonowym) G. Trawiński; s. 59 (pomiar multimetrem) G. Trawiński; s. 61 i 62 (zrzuty ekranu oscyloskopu) G. Dyga; s. 65 (parametry bieżące odczytywane przez sterownik); G. Trawiński; s. 65 (gniazda oscyloskopów) G. Dyga; s. 66 (diagnoskop FSA 740) G. Trawiński; s. 67 (ekran oscyloskopów) s. 67 (sygnał prostokątny) G. Trawiński; s. 68 (informacje diagnostyczne) program AutoData; s. 69 (informacje diagnostyczne) program HGSDData (r.3.22) i Retis (r.3.23); s. 75 (budowa akumulatora) Bosch; s. 76 (zaciski akumulatora) G. Trawiński; s. 77 (zasada działania akumulatora) *Poradnik techniki samochodowej*, Wydawnictwo Rea, Warszawa 2010; s. 78 (tabliczka znamionowa akumulatora) G. Trawiński; s. 79 (akumulator AGM) Johnson Controls; s. 79 (akumulator z ogniwami spiralnymi) Johnson Controls; s. 80 (czujnik IBS) Hella; s. 81 (wskaźnik naładowania akumulatora) G. Trawiński; s. 82 (elementy wskaźnika naładowania akumulatora) G. Trawiński; s. 83 (areometr) G. Trawiński; s. 84 (refraktometr) G. Trawiński; s. 85 (pomiar siły elektromotorycznej i napięcia akumulatora pod obciążeniem) G. Trawiński; s. 87 (zasady wyznaczania wartości prądu rozruchowego) St. Myszkowski: *Elektroniczne testery akumulatorów*. Serwis Motoryzacyjny nr 11/2008; s. 88 (ocena akumulatora metodą konduktancji) G. Trawiński; s. 88 (interpretacja pomiaru konduktancji) St. Myszkowski: *Elektroniczne*

testery akumulatorów. Serwis Motoryzacyjny nr 11/2008; s. 91 (budowa alternatora) *Prądnicca*, Auto EXPERT nr 3/1995; s. 91 (elementy alternatora) Bosch; s. 92 (schemat budowy i działania alternatora) *Prądnicca*, Auto EXPERT nr 3/1995 G. Trawiński; s. 93 (zasada prostowania napięcia) *Poradnik techniki samochodowej*, Wydawnictwo Rea, Warszawa 2010; s. 94 (działanie obwodów alternatora) *Poradnik techniki samochodowej*, Wydawnictwo Rea, Warszawa 2010; s. 95 (alternator kompaktowy) Bosch; s. 95 (schemat elektryczny alternatora z regulatorem multifunkcyjnym) program Esitronic; s. 98 (wyniki oceny alternatora) G. Trawiński; s. 99 (schemat podłączenia alternatora do instalacji elektrycznej) G. Trawiński; s. 100 i 101 (oscylogramy napięcia) materiały Akademii, AutoElektro; s. 102 (tester alternatorów sterowanych cyfrowo) Wega; s. 107 (Budowa rozrusznika) Bosch; s. 108 (działanie rozrusznika) opracowanie G. Trawiński na podstawie *MAN Grundlagen der Nutzfahrzeugtechnik. Basiswissen Lkw und Bus*, MAN Truck & Bus AG; s. 109 (zabezpieczenie rozrusznika) G. Trawiński; s. 112 (pomiar napięcia zasilania rozrusznika) G. Dyga; s. 115 (schemat systemu Start-Stop) opracowanie G. Trawiński; s. 116 (przycisk systemu Start-Stop) (r. 5.6a) G. Trawiński; s. 116 (informacje o działaniu systemu Start-Stop) G. Dyga (r. 5.6b i c); s. 117 (rozwiązanie układu Start-Stop) Bosch; s. 118 (urządzenie do diagnozowania akumulatora systemu Start-Stop) Johnson Controls; s. 119 (raport z badania systemu Start-Stop) Johnson Controls; s. 121 (praca świecy żarowej sterowanej elektronicznie) M. Karczewski, L. Szczęch, G. Trawiński: *Silniki pojazdów samochodowych*, WSiP, Warszawa 2013; s. 122 (pomiar rezystancji świecy żarowej) G. Trawiński; s. 123 (pomiar prądu grzania świecy) G. Trawiński; s. 123 (przebieg prądu grzania świecy) G. Trawiński; s. 124 (schemat podłączenia sterownika świec żarowych) G. Trawiński; s. 125 (tester świec żarowych) G. Trawiński; s. 126 (tester niskonapięciowych świec żarowych) Federal Mogul/Beru; s. 130 (zadania systemu OBD II) U. Rokosch: *Układy oczyszczania spalin i pokładowe systemy diagnostyczne*, Warszawa, WKŁ 2007; s. 131 (ogólny schemat wykrywania usterek przez system OBD II) U. Rokosch: *Układy oczyszczania spalin i pokładowe systemy diagnostyczne*, Warszawa, WKŁ 2007; s. 133 (schemat wykrywania usterek elektrycznych czujników) G. Trawiński; s. 133 (schemat wykrywania usterek elektrycznych elementu wykonawczego) G. Trawiński; s. 134 (gniazdo diagnostyczne OBD II) norma SAE J1962 *Złącze diagnostyczne*; s. 135 (umieszczenie gniazda diagnostycznego OBD II) G. Trawiński; s. 137 (czytnik kodów) G. Trawiński; s. 137 (tester diagnostyczny, rejestratory danych) G. Dyga; s. 138 (dane z czytnika kodów AMX 550) G. Trawiński; s. 140 (przebiegi parametrów zarejestrowane rejestratorem danych) G. Trawiński; s. 141 (podłączenie czujnika temperatury do sterownika silnika) G. Trawiński; s. 144 (przebiegi zmian sygnałów) G. Trawiński; s. 145 (układy pomiaru prędkości obrotowej wału korbowego i identyfikacji cylindra) G. Trawiński; s. 146 (podłączenie czujnika indukcyjnego i hallotronowego) G. Trawiński; s. 148 (ocena czujnika indukcyjnego) G. Trawiński; s. 148 (sygnały z czujnika indukcyjnego i hallotronowego) G. Trawiński; s. 150 (schemat podłączenia przepływomierza powietrza) G. Trawiński; s. 150 (schemat podłączenia przepływomierza powietrza z czujnikiem temperatury) G. Trawiński; s. 151 (sygnały częstotliwościowe z przepływomierza powietrza) G. Trawiński; s. 153 (schemat podłączenia czujników ciśnienia powietrza) G. Trawiński; s. 154 (kontrola czujnika ciśnienia powietrza za pomocą manometru) G. Trawiński; s. 154 (sygnał częstotliwościowy z czujnika ciśnienia powietrza) G. Trawiński; s. 155 (schemat podłączenia czujnika temperatury) G. Trawiński; s. 157 (parametry bieżące sondy lambda) G. Trawiński; s. 157 (schemat podłączenia sondy lambda) G. Trawiński; s. 158 (kontrola sondy lambda) G. Trawiński; s. 159 (przebieg napięcia i prądu grzania sondy lambda) G. Trawiński; s. 160 (sygnały napięciowe z sondy lambda) U. Rokosch: *Układy oczyszczania spalin i pokładowe systemy diagnostyczne*, Warszawa, WKŁ 2007 (r. 6.28); s. 160 (ocena sondy za pomocą oscyloskopu)

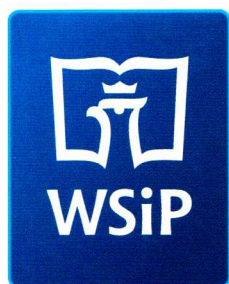
G. Trawiński (r. 6.29); s. 162 (schemat podłączenia szerokopasmowej sondy lambda) G. Trawiński; s. 162 (prąd pompowania sondy szerokopasmowej) G. Trawiński; s. 163 (pomiar napięcia referencyjnego sondy szerokopasmowej) G. Trawiński; s. 168 (przebieg napięcia i prądu wtryskiwacza) G. Trawiński; s. 168 (rodzaje sygnałów sterujących wtryskiwaczami) *Diagnoskop samochodowy CT 420. Instrukcja obsługi*; s. 169 (wykresy sygnałów sterujących wtryskiwaczami układu Common Rail) G. Trawiński; s. 170 (przebieg prądu pobieranego przez wtryskiwacza bezpośredniego wtrysku benzyny) G. Trawiński; s. 170 (schemat podłączenia wtryskiwaczy) G. Trawiński; s. 171 (schemat podłączania zaworu recyrkulacji spalin) G. Trawiński; s. 174 (schemat podłączania silnika krokowego) G. Trawiński; s. 175 (sygnały sterujące silnikiem krokowym) G. Trawiński; s. 175 (schemat podłączenia przepustnicy elektronicznej) G. Trawiński; s. 177 (sygnały wyjściowe z czujników położenia przepustnicy) G. Trawiński; s. 178 (systemy sterowania wentylatorami) G. Trawiński; s. 179 (sterowanie wentylatorem przez sterownik) G. Trawiński; s. 179 (jednostopniowy termowłącznik wentylatora) G. Trawiński; s. 180 (symulator rezystancyjnych czujników temperatury) G. Trawiński; s. 181 (kontrola przekaźnika) G. Trawiński; s. 187 (regulacja kata zapłonu) *Kraftfahrtechnisches Taschenbuch*, Robert Bosch GmbH, 2011; s. 187 (wykrywania wypadania zapłonów poprzez pomiar prędkości) G. Trawiński; s. 191 (cewki dwubiegunowe) G. Trawiński; s. 192 (sygnały sterujące cewka dwubiegunową) G. Trawiński; s. 192 (kontrola cewki dwubiegunowej) G. Trawiński; s. 193 (pomiar napięcia obwodów wtórnych układu zapłonowego) J. Gładyszek, M. Gładyszek: *Poradnik diagnostyki samochodowej. Diagnostoskop silnikowy Bosch FSA serii 7xx*. Bosch; s. 193 (przebieg napięcia w obwodzie pierwotnym cewki) G. Trawiński; s. 194 (przebieg napięcia w obwodzie wtórnym cewki) G. Trawiński; s. 194 (informacje z układu zapłonowego) G. Trawiński; s. 195 ((pomiar napięcia obwodów wtórnych układu zapłonowego z cewkami indywidualnymi) J. Gładyszek, M. Gładyszek: *Poradnik diagnostyki samochodowej. Diagnostoskop silnikowy Bosch FSA serii 7xx*. Bosch; s. 196 (schemat podłączenia cewek ołówkowych) G. Trawiński; s. 197 (schemat podłączenia cewek zespolonych – listwy) G. Trawiński; s. 198 (wygląd i schemat cewek indywidualnych) G. Trawiński; s. 199 (podłączenie czujnika spalania detonacyjnego) G. Trawiński; s. 200 (moment dokręcania czujnika spalania detonacyjnego) Program AutoData; s. 200 (sygnał z czujnika spalania detonacyjnego) G. Trawiński; s. 204 (schemat procesu regulacji) G. Trawiński; s. 207 (wyświetlacz) G. Trawiński; s. 209 (schemat ideowy magistrali CAN High Speed) G. Trawiński; s. 210 (rozdzielacze CAN) G. Trawiński; s. 211 (poziomy napięcie na przewodach magistrali CAN) G. Trawiński; s. 212 (wpływ zakłóceń na sygnał magistrali CAN) G. Trawiński; s. 212 (budowa sterowników CAN) G. Trawiński; s. 213 (schemat działania magistrali CAN) G. Trawiński; s. 214 (arbitraż magistrali CAN) G. Trawiński; s. 214 (struktura ramki danych CAN) G. Trawiński; s. 215 (ramka danych CAN) G. Trawiński; s. 217 (schematy połączeń magistral danych) G. Trawiński; s. 218 (schemat ideowy magistrali LIN) G. Trawiński; s. 219 (ogólny schemat działania magistrali LIN) G. Trawiński; s. 219 (elementy składowe magistrali LIN) G. Trawiński; s. 220 (poziomy napięcie na magistrali LIN) G. Trawiński; s. 221 (ramka danych LIN) G. Trawiński; s. 223 (protokół kontroli magistrali CAN) G. Trawiński; s. 224 (Pomiar rezystancji między przewodami magistrali CAN) G. Trawiński; s. 225 (pomiar napięcia na przewodach magistrali CAN) G. Trawiński; s. 227 (przykładowe przebiegi sygnałów na magistrali CAN) G. Trawiński; s. 228 (sposób lokalizacji usterki magistrali CAN) G. Trawiński; s. 229 (sposób lokalizacji usterki magistrali CAN) G. Trawiński; s. 230 (topologia gwiazdy magistrali LIN) G. Trawiński; s. 232 (diagnozowanie magistrali LIN) G. Trawiński; s. 233 (ramki danych magistrali LIN) G. Trawiński; s. (przebiegi oscyloskopowe na magistrali LIN) G. Trawiński; s. 239 (symbole lampek kontrolnych) *Poradnik techniki samochodowej*, Wydawnictwo Rea, Warszawa

2010; s. 240 (schemat blokowy zestawu wskaźników) K. Pacholski: *Elektryczne i elektroniczne wyposażenie pojazdów samochodowych. Część 2*, WKŁ, Warszawa 2013; s. 241 (podłączenie zestawu wskaźników do instalacji pokładowej samochodu) G. Trawiński; s. 243 (analogowy czujnik temperatury cieczy chłodzącej) G. Trawiński; s. 245 (widok czujnika kontaktronowego poziomu cieczy chłodzącej) G. Trawiński; s. 245 (zasada działania czujnika kontaktronowego) A. Herner, H.J. Riehl, *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*, WKŁ, Warszawa 2011; s. 246 (schemat stykowego czujnika spadku ciśnienia oleju) M. Bustrycki: *Włączniki elektryczne sterowane ciśnieniem*, Serwis Motoryzacyjny nr 7-8/2011; s. 247 (schemat podłączenia czujnika ciśnienia oleju) G. Trawiński; s. 248 (widok czujnika poziomu oleju) Bosch; s. 248 (schemat działanie pojemnościowego czujnika poziomu oleju) praca zbiorowa *Silniki pojazdów samochodowych*, Wydawnictwo Rea, Warszawa 2010; s. 248 (schemat podłączenia czujnika ciśnienia oleju) G. Trawiński; s. 249 (przykładowe sygnały z czujnika oleju) praca zbiorowa *Silniki pojazdów samochodowych*, Wydawnictwo Rea, Warszawa 2010; s. 250 (dwustykowy czujnik poziomu paliwa) G. Trawiński; s. 250 (schemat podłączenia trzystykowego czujnika poziomu paliwa) G. Trawiński; s. 252 (czujnik poziomu płynu hamulcowego) G. Trawiński; s. 253 (czujnik prędkości ruchu samochodu) G. Trawiński; s. 254 (sygnał prostokątny z czujnika prędkości ruchu) G. Trawiński; s. 258 (schemat układu ABS) program Esitronic; s. 259 (magnetorezystancyjny czujnik prędkości) *Czujniki w pojazdach samochodowych*, seria „Informator techniczny Bosch”, WKŁ, Warszawa 2002; s. 259 (kontrola wieńca magnetycznego) G. Trawiński; s. 260 (impulsatory prędkości obrotowej) G. Trawiński; s. 261 (wyniki kontroli działania czujników prędkości) G. Trawiński; s. 262 (schemat podłączenia czujników indukcyjnych) G. Trawiński; s. 262 (schemat podłączenia czujników hallotronowych) G. Trawiński; s. 263 (schemat podłączenia czujników magnetorezystancyjnych) G. Trawiński; s. 264 (tester ATE) G. Trawiński; s. 264 (wyniki pomiarów testerem ATE) G. Trawiński; s. 266 (budowa czujnika optycznego skretu koła kierownicy) *Elektromechaniczne wspomaganie układu kierowniczego z dwoma zębnikami. Budowa i zasada działania*. Zeszyt do samodzielnego kształcenia nr 317, VW; s. 266 (budowa czujnika magneto rezystancyjnego skretu koła kierownicy) *Czujniki w pojazdach samochodowych*, seria „Informator techniczny Bosch”, WKŁ, Warszawa 2002; s. 270 (lampki sygnalizacyjne układu SRS) G. Trawiński; s. 270 (zestyki zwierające złącz elektrycznych układu SRS) A. Herner, H.J. Riehl, *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*, WKŁ, Warszawa 2011; s. 272 (wyniki kontroli układu SRS) G. Trawiński; s. 273 (schemat połączeń układu SRS) program Esitronic; s. 275 (układ wycieraczek z czujnikiem deszczu) G. Dyga; s. 276 (budowa czujnika deszczu i światła) *Czujniki w pojazdach samochodowych*, seria „Informator techniczny Bosch”, WKŁ, Warszawa 2002; s. 276 (schemat układu sterowania wycieraczkami z przerywaczem) G. Dyga; s. 278 (schemat elektronicznego układu sterowania wycieraczkami) G. Dyga; s. 282 (informacje o ciśnieniu w ogumieniu) G. Trawiński; s. 282 (elementy składowe układu TPMS) G. Dyga; s. 282 (czujnik ciśnienia w ogumieniu) Federal Mogul/Beru; s. 283 (rozmieszczenie elementów układu TPMS) G. Dyga; s. 284 (schemat elektryczny układu TPMS) G. Dyga; s. 285 (układ pomiaru ciśnienia bez rozpoznawania położenia koła) G. Dyga; s. 285 (schemat elektryczny układu pomiaru ciśnienia bez rozpoznawania położenia koła) G. Dyga; s. 286 (informacje o ciśnieniu na wyświetlaczu) Federal Mogul/Beru; s. 286 (miernik do pomiaru ciśnienia w ogumieniu) G. Trawiński; s. 287 (urządzenie do kontroli czujników układu TPMS) ATEQ; s. 290 (schemat obiegu powietrza w układzie klimatyzacji i ogrzewania wnętrza) opracowanie G. Trawiński; s. 290 (schemat obiegu czynnika chłodniczego) T. Hinz: *Układy klimatyzacji. Budowa i obsługa*, Poradnik Serwisowy nr 1/2009; s. 295 (charakterystyka czujnika ciśnienia chłodniczego) G. Trawiński; s. 296 (tester zaworu

elektromagnetycznego sprzężarki) G. Trawiński; s. 302 (oznaczenia reflektora) *Podstawy wiedzy z zakresu technologii oświetleniowej. Zwięźle i praktycznie*, materiały firmy Hella; s. 309 (rodzaje odbłyśników reflektorów) *Podstawy wiedzy z zakresu technologii oświetleniowej. Zwięźle i praktycznie*, materiały firmy Hella; s. 311 (budowa lampy wyładowczej) K. Pacholski: *Elektryczne i elektroniczne wyposażenie pojazdów samochodowych. Cz. 2*, WKŁ, Warszawa 2013; s. 312 (układ automatycznej regulacji zasięgu światła mijania) Hella; s. 313 (budowa diody elektroluminescencyjnej) Hella; s. 314 (wykrywanie zwarcia) G. Trawiński; s. 315 (wykrywanie przerwy w instalacji elektrycznej) G. Trawiński; s. 321 (schemat funkcjonalny instalacji alarmowej) G. Dyga; s. 321 (schemat blokowy instalacji alarmowej) G. Dyga; s. 322 (zestyki drzwiowe) G. Dyga; s. 322 (syrena alarmowa) G. Dyga; s. 322 (elementy kluczyka samochodowego) G. Dyga; s. 323 (instalacja alarmowa samochodu z ochroną szyb) G. Dyga; s. 324 (ochrona wnętrza samochodu za pomocą czujników ultradźwiękowych) G. Dyga; s. 324 (widok czujnika ultradźwiękowego) G. Trawiński; s. 324 (budowa czujnika ultradźwiękowego) A. Gajek, Z. Juda: *Czujniki*, WKŁ, Warszawa 2009; s. 325 (czujnik indukcyjny) A. Herner, H.J. Riehl, *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*, WKŁ, Warszawa 2011; s. 325 (czujnik pojemnościowy pochylenia samochodu) A. Gajek, Z. Juda: *Czujniki*, WKŁ, Warszawa 2009; s. 326 (schemat instalacji alarmowej) G. Dyga; s. 328 (zasada działania immobilizera) A. Herner, H. J. Riehl: *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*, WKŁ, Warszawa 2011; s. 328 (immobiliser z klawiaturą numeryczną) M. Pachowiak: *Zabezpieczenia antykradzieżowe w pojazdach część 1. Kodowa blokada zapłonu koncernu PSA*, AutoElektro nr 149; s. 329 (przebieg komunikacji sterownik – immobiliser) M. Pachowiak: *Zabezpieczenia antykradzieżowe w pojazdach część 1. Kodowa blokada zapłonu koncernu PSA*, AutoElektro nr 149; s. 329 (transpondery) G. Trawiński; s. 330 (antena nadawczo-odbiorcza immobilizera) G. Trawiński, s. 330 (wymian informacji sterownik – immobiliser) K. Pacholski: *Elektryczne i elektroniczne wyposażenie pojazdów samochodowych. Cz. 2*, WKŁ, Warszawa 2013; s. 331 (komunikacja immobiliser – kluczyk elektroniczny) K. Pacholski: *Elektryczne i elektroniczne wyposażenie pojazdów samochodowych. Cz. 2*, WKŁ, Warszawa 2013; s. 332 (karta chipowa z czytnikiem) G. Trawiński; s. 333 (widok nastawnika zamka) G. Trawiński; s. 333 (budowa nastawnika zamka) A. Herner, H.J. Riehl, *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*, WKŁ, Warszawa 2011; s. 334 (schemat elektryczny układu centralnego zamka) G. Dyga; s. 335 (nastawnik centralnego zamka z silnikiem blokującym) A. Herner, H.J. Riehl, *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*, WKŁ, Warszawa 2011; s. 336 (układ elektryczny nastawnika) A. Herner, H.J. Riehl, *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*, WKŁ, Warszawa 2011; s. 337 (schemat elektryczny układu centralnego zamka) G. Dyga; s. 340 (kontrola instalacji alarmowej) G. Dyga; s. 340 (sprawdzanie zestyku instalacji alarmowej) G. Dyga; s. 341 (sprawdzanie czujnika kontaktronowego) G. Dyga; s. 341 (kontrola sterownika) G. Dyga; s. 342 (pomiar wykonywane na sterowniku) G. Dyga; s. 343 (pomiar rezystancji anteny nadawczo-odbiorczej immobilizera (G. Dyga); s. 344 (sygnały na pętli indukcyjnej) M. Pachowiak: *Zabezpieczenia antykradzieżowe w pojazdach część 2. Wprowadzenie do identyfikacji radiowej*, AutoElektro nr 150; s. 344 (sygnały oscyloskopowe) M. Pachowiak: *Zabezpieczenia antykradzieżowe w pojazdach część 3. Architektura i akwizycja danych*, AutoElektro nr 151, s. 345 (kontrola silownika centralnego zamka) G. Dyga; s. 346 (kontrola silnika nastawnika centralnego zamka) G. Dyga; s. 351 (zespół silnika elektrycznego-generatora) Bosch; s. 352 (schemat ideowy pełnego układu hybrydowego) Bosch; s. 353 (schemat przykładowego układu hybrydowego) Petrók J.: *Toyota Prius II*, Autotechnika nr 6/2003; s. 354 (schemat instalacji elektrycznej o różnym poziomie napięcia) Bosch; s. 356 (informacje diagnostyczne) Toyota Żerań; s. 357 (przrzędy do pomiarów wysokonapięciowych)

Bosch (po lewej), Werther Polska (po prawej); s. 357 (zwora rozłączająca akumulatory wysokiego napięcia) G. Trawiński; s. 358 (informacje o stanie pracy napędu hybrydowego) G. Trawiński; s. 359 (dane kontrolne) Werther Polska; s. 361 (kask i rękawice elektroizolacyjne) G. Trawiński; s. 367 (przykładowe rodzaje sterowników) G. Dyga; s. 368 (działanie sterownika samochodowego) G. Dyga; s. 369 (przykładowe sterowniki samochodowe) G. Trawiński; s. 370 (elementy funkcjonalne sterownika) G. Dyga; s. 370 (elementy składowe sterownika) G. Trawiński; s. 371 (kości pamięci) G. Trawiński; s. 373 (schemat połączeń wewnętrznych mikrokontrolera) J. Watson: *Elektronika*, WKŁ, Warszawa 2006; s. 376 (kontrola sterownika ABS) G. Dyga; s. 378 (sposoby zasilania czujników) G. Dyga; s. 378 (schemat blokowy zasilania czujników) G. Dyga; s. 379 (schemat podłączenia sterownika silnika do instalacji pokładowej samochodu) G. Dyga; s. 380 (pomiar zasilania czujnika temperatury) G. Dyga; s. 381 (schemat podłączenia gniazda diagnostycznego) G. Dyga; s. 382 (schematy trybów pracy stopni wyjściowych sterownika) G. Dyga; s. 383 (kontrola pracy wtryskiwaczy) G. Dyga; s. 384 (przykładowe sygnały sterujące) G. Dyga; s. 389 i 390 (karta zlecenia serwis samochodowy AUTO-TECH; s. 393 i 394 (karta sprawdzenia elementu) G. Dyga.

Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne oświadczają, że podjęły starania mające na celu dotarcie do właścicieli i dysponentów praw autorskich wszystkich zamieszczonych utworów. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, przytaczając w celach dydaktycznych utwory lub fragmenty, postępują zgodnie z art. 29 ustawy o prawie autorskim. Jednocześnie Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne oświadczają, że są jedynym podmiotem właściwym do kontaktu autorów tych utworów lub innych podmiotów uprawnionych w wypadkach, w których twórcy przysługuje prawo do wynagrodzenia.



WYDAWNICTWA SZKOLNE i PEDAGOGICZNE

wsip.pl

sklep.wsip.pl

infolinia: 801 220 555

ISBN 978-83-02-14674-9



9 788302 146749



51

INFORMACJA O WYDAWCY

Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, czyli **WSiP**, to najstarsze i najbardziej znane wydawnictwo edukacyjne w Polsce. **Od 70 lat** przygotowujemy podręczniki i pomoce edukacyjne dla tysięcy nauczycieli i uczniów. W całym kraju trudno byłoby znaleźć osobę, która nie uczyła się z naszych książek!

W stale rozwijanej ofercie mamy także **najnowocześniejsze materiały**: e-podręczniki, ćwiczenia elektroniczne, testy online, aplikacje i wiele innych produktów i usług. Znak WSiP, umieszczony na okładce, jest **gwarancją najwyższego poziomu merytorycznego** wszelkich publikacji dla uczniów w każdym wieku: od wychowania przedszkolnego po maturę i egzaminy zawodowe.

Pełną ofertę wydawnictwa publikujemy na stronie internetowej www.wsip.pl.