



MINISTERSTWO EDUKACJI  
NARODOWEJ



**Tomasz Kozłowski**

**Badanie i naprawa elektronicznych elementów układów  
zasilania silników z zapłonem iskrowym i samoczynnym  
724[02].Z2.04**

**Poradnik dla ucznia**

**Wydawca**  
**Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy**  
**Radom 2007**

Recenzenci:

mgr inż. Tadeusz Ługowski

mgr inż. Tomasz Czaj

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Tomasz Kozłowski

Konsultacja:

mgr inż. Jolanta Skoczyła

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 724[02].Z2.O4, „Badanie i naprawa elektronicznych elementów układów zasilania silników z zapłonem iskrowym i samoczynnym”, zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu elektromechanik pojazdów samochodowych.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2007

# SPIS TREŚCI

|  |    |
|--|----|
| <b>1. Wprowadzenie</b>   | 3  |
| <b>2. Wymagania wstępne</b>  | 5  |
| <b>3. Cele kształcenia</b>   | 7  |
| <b>4. Materiał nauczania</b>   | 8  |
| <b>4.1. Bezpieczeństwo i higiena pracy, ochrona przeciwpożarowa oraz ochrona środowiska podczas badania i naprawy elektronicznych elementów układów zasilania silników z zapłonem iskrowym i samoczynnym</b> | 8  |
| 4.1.1. Materiał nauczania  | 8  |
| 4.1.2. Pytania sprawdzające  | 12 |
| 4.1.3. Ćwiczenia   | 12 |
| 4.1.4. Sprawdzian postępów   | 13 |
| <b>4.2. Aparatura diagnostyczna i przyrządy kontrolno-pomiarowe elementów elektronicznych układów zasilania silników z zapłonem iskrowym i samoczynnym oraz oprogramowanie diagnostyczne</b>                 | 14 |
| 4.2.1. Materiał nauczania  | 14 |
| 4.2.2. Pytania sprawdzające  | 22 |
| 4.2.3. Ćwiczenia   | 22 |
| 4.2.4. Sprawdzian postępów   | 23 |
| <b>4.3. Metody diagnozowania i naprawy elektronicznych elementów układów zasilania silników z zapłonem iskrowym</b>  | 24 |
| 4.3.1. Materiał nauczania  | 24 |
| 4.3.2. Pytania sprawdzające  | 27 |
| 4.3.3. Ćwiczenia   | 28 |
| 4.3.4. Sprawdzian postępów   | 29 |
| <b>4.4. Metody diagnozowania i naprawy elektronicznych elementów układów zasilania silników z zapłonem samoczynnym</b>   | 30 |
| 4.4.1. Materiał nauczania  | 30 |
| 4.4.2. Pytania sprawdzające  | 36 |
| 4.4.3. Ćwiczenia   | 37 |
| 4.4.4. Sprawdzian postępów   | 38 |
| <b>5. Sprawdzian osiągnięć</b>   | 39 |
| <b>6. Literatura</b>   | 44 |

# 1. WPROWADZENIE

Poradnik, który masz w rękach pomoże Ci w przyswojeniu wiedzy i umiejętności z zakresu wykonywania „Badanie i naprawa elektronicznych elementów układów zasilania silników z zapłonem iskrowym i samoczynnym”.

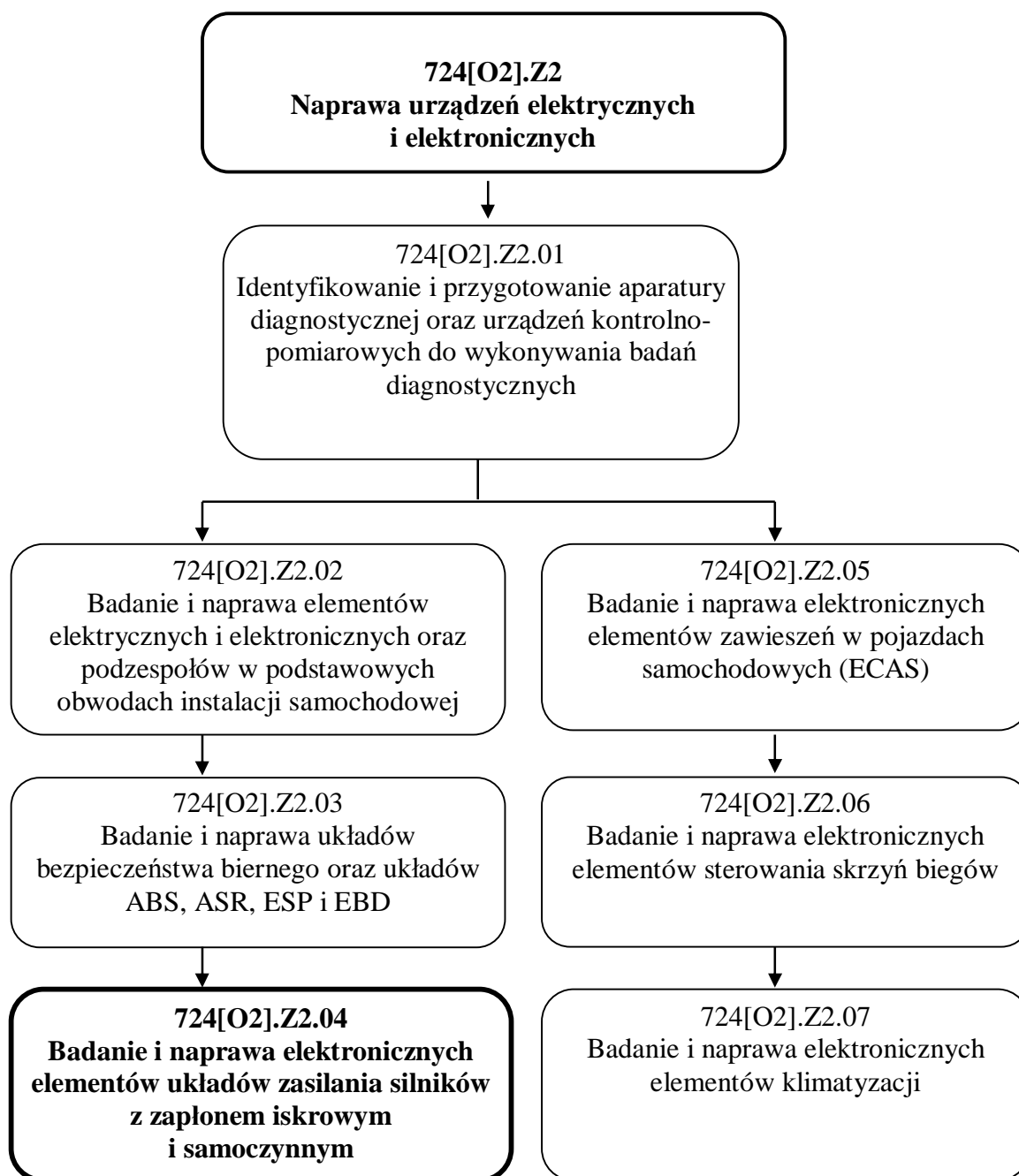
W poradniku zamieszczono:

1. Wymagania wstępne, czyli wykaz niezbędnych umiejętności i wiedzy, które powinieneś mieć opanowane, aby przystąpić do realizacji tej jednostki modułowej.
2. Cele kształcenia tej jednostki modułowej.
3. Materiał nauczania (rozdział 4), który umożliwi samodzielne przygotowanie się do wykonania ćwiczeń i zaliczenia sprawdzianów. Obejmuje on również ćwiczenia, które zawierają wykaz materiałów, narzędzi i sprzętu potrzebnych do realizacji ćwiczeń. Przed ćwiczeniami zamieszczono pytania sprawdzające wiedzę potrzebną do ich wykonania. Po ćwiczeniach zamieszczony został sprawdzian postępów. Wykonując sprawdzian postępów, powinieneś odpowiadać na pytania „tak” lub „nie”, co jednoznacznie oznacza, że opanowałeś materiał lub go nie opanowałeś.
4. Sprawdzian osiągnięć, w którym zamieszczono instrukcję dla ucznia oraz zestaw zadań testowych sprawdzających opanowanie wiedzy i umiejętności z zakresu całej jednostki. Zamieszczona została także karta odpowiedzi.
5. Wykaz literatury obejmujący zakres wiadomości, dotyczących tej jednostki modułowej, która umożliwi Ci pogłębienie nabytych umiejętności.

Jednostka modułowa: Badanie i naprawa elektronicznych elementów układów zasilania silników z zapłonem iskrowym i samoczynnym, zawarta jest w module 724[02].Z4 „Badanie i naprawa elektronicznych elementów układów zasilania silników z zapłonem iskrowym i samoczynnym” i jest oznaczona na schemacie na str. 4.

## **Bezpieczeństwo i higiena pracy**

W czasie pobytu w pracowni musisz przestrzegać regulaminów, przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy oraz instrukcji przeciwpożarowych, wynikających z rodzaju wykonywanych prac. Przepisy te poznasz podczas trwania nauki.



Schemat układu jednostek modułowych

## 2. WYMAGANIA WSTĘPNE

- Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:
- rozróżniać elementy i układy elektryczne pojazdu,
  - łączyć elementy i układy elektryczne na podstawie schematów ideowych i montażowych,
  - mierzyć parametry podstawowych elementów i układów elektrycznych na podstawie schematu układu pomiarowego,
  - ocenić stan techniczny układów elektrycznych na podstawie oględzin i pomiarów,
  - dobierać z katalogów zamienniki elementów elektrycznych,
  - zlokalizować urządzenia elektrotechniki samochodowej w pojazdach,
  - montować układy elektroniczne w pojazdach,
  - montować i demontować elementy i układy elektryczne,
  - opracować wyniki pomiarów z wykorzystaniem techniki komputerowej,
  - wyszukiwać parametry elementów elektronicznych z wykorzystaniem przeglądarki internetowej,
  - określać symbole graficzne i oznaczenia stosowane w rysunku technicznym elektrycznym,
  - czytać schematy instalacji, urządzeń elektrycznych i elektronicznych pojazdów samochodowych,
  - rozróżniać połączenia rozłączne i nierozłączne stosowane w instalacjach elektrycznych pojazdów samochodowych,
  - rozróżniać elektrochemiczne i elektromechaniczne źródła energii elektrycznej oraz ich parametry techniczne,
  - dobierać przyrządy pomiarowe do pomiaru podstawowych wielkości elektrycznych i nieelektrycznych,
  - mierzyć podstawowe wielkości elektryczne i nieelektryczne,
  - rozróżniać elementy elektroniczne na podstawie wyglądu, oznaczeń na nich umieszczonych oraz symboli graficznych,
  - charakteryzować właściwości elementów elektronicznych stosowanych w pojazdach samochodowych,
  - analizować pracę prostych układów elektrycznych i elektronicznych na podstawie schematów ideowych,
  - łączyć układy elektryczne oraz elektroniczne na podstawie schematów,
  - interpretować wyniki pomiarów przedstawione w postaci liczbowej lub graficznej,
  - mierzyć parametry podstawowych elementów elektrycznych i elektronicznych,
  - rozpoznawać symbole graficzne elementów i urządzeń wyposażenia elektrycznego i elektronicznego pojazdów samochodowych,
  - rozróżniać podstawowe parametry techniczne elementów i urządzeń elektrycznych stosowanych w pojazdach samochodowych,
  - rozpoznawać elementy instalacji elektrycznej na podstawie wyglądu zewnętrznego i oznaczeń,
  - posługiwać się dokumentacją techniczną i serwisową, instrukcjami obsługi oraz katalogami elementów, podzespołów i urządzeń elektrycznych i elektronicznych w pojazdach samochodowych,
  - określać funkcje oraz parametry użytkowe elementów i urządzeń elektrycznych i elektronicznych na podstawie oznaczeń zawartych na tabliczkach znamionowych,
  - określać podstawowe obwody i układy elektryczne pojazdów samochodowych,

- stosować podstawowe pojęcia dotyczące urządzeń elektrycznych i elektronicznych pojazdów samochodowych,
- określać wartości wielkości fizycznych w obwodach, układach i urządzeniach elektrycznych i elektronicznych pojazdów samochodowych,
- stosować metody, przyrządy pomiarowe oraz urządzenia diagnostyczne do pomiaru wielkości elektrycznych i nieelektrycznych w instalacjach elektrycznych pojazdów samochodowych,
- oceniać stan techniczny elementów i urządzeń elektrycznych i elektronicznych,
- określać oprzyrządowanie uniwersalne i specjalistyczne do demontażu i montażu podzespołów w pojazdach samochodowych,
- demontować i montować podzespoły w pojazdach samochodowych,
- łączyć elementy instalacji elektrycznej pojazdów samochodowych z wykorzystaniem różnych technik,
- lokalizować i usuwać drobne uszkodzenia w instalacji i urządzeniach elektrycznych pojazdów samochodowych,
- kontrolować jakość wykonywanych prac,
- stosować przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej, ochrony od porażeń prądem elektrycznym oraz ochrony środowiska obowiązujące na stanowisku pracy.

### 3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- określić rodzaj i zakres pomiarów diagnostycznych w badanych podzespołach układów zasilania silników z zapłonem iskrowym,
- dobrać przyrządy pomiarowe do pomiarów diagnostycznych określonych elementów układów zasilania silników z zapłonem iskrowym,
- określić rodzaj i zakres pomiarów diagnostycznych w badanych podzespołach układów zasilania silników z zapłonem samoczynnym,
- dobrać przyrządy pomiarowe do pomiarów diagnostycznych określonych elementów układów zasilania silników z zapłonem samoczynnym,
- posłużyć się dokumentacją serwisową podczas badań diagnostycznych,
- wykorzystać programy komputerowe do badań diagnostycznych elementów i układów zasilania paliwem,
- sporządzić protokół z wykonanych badań i pomiarów,
- zlokalizować usterkę systemu i dokonać naprawy układu zasilania silników,
- zastosować przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania badań i naprawy.



## 4. MATERIAŁ NAUCZANIA

### 4.1. Bezpieczeństwo i higiena pracy, ochrona przeciwpożarowa oraz ochrona środowiska podczas badania i naprawy elektronicznych elementów układów zasilania silników z zapłonem iskrowym i samoczynnym

#### 4.1.1. Materiał nauczania

W warsztacie elektrotechniki samochodowej wykonywany jest szeroki zakres napraw wymagający zastosowania ostrożności oraz przestrzegania wielu zasad bhp i ppoż. Prowadzenie wszelkich prac warsztatowo-konserwacyjnych, począwszy od prac renowacyjnych oraz kosmetycznych, aż po naprawy główne podzespołów elektrycznych i elektronicznych wiąże się z występowaniem różnego rodzaju zagrożeń.

Typowe zagrożenia występujące w czasie prac przy naprawach elektrycznych to:

- zanieczyszczenie powietrza szkodliwymi oparami wodoru,
- zagrożenie uszkodzenia naskórka (skaleczenie),
- zagrożenie wybuchu powodowane iskrzeniem,
- zagrożenie pożarem lub wybuchem gazów podczas ładowania akumulatorów,
- zagrożenie poparzeniem elektrolitem,
- zagrożenie spowodowane wirującymi elementami osprzętu silnika,
- uderzenie oraz wiele innych.

Jednak najważniejsze jest porażenia prądem elektrycznym.

W samochodach należy pamiętać o kilku zasadach bezpieczeństwa przy posługiwaniu się energią elektryczną:

- prowadzić prace przy częściach nie będących pod napięciem: najpierw odłączyć biegun minusowy akumulatora,
- zachować szczególną ostrożność przy urządzeniach wysokiego napięcia: przy pracach związanych z urządzeniem zapłonowym istnieje zagrożenie dla życia!
- nie naprawiać uszkodzonych bezpieczników, ale wymieniać uwzględniając wartość właściwego prądu znamionowego. W przeciwnym razie istnieje niebezpieczeństwo pożaru! [2, s. 94].

**Tabela 1.** Oddziaływanie prądu elektrycznego na człowieka.[3, s. 18]

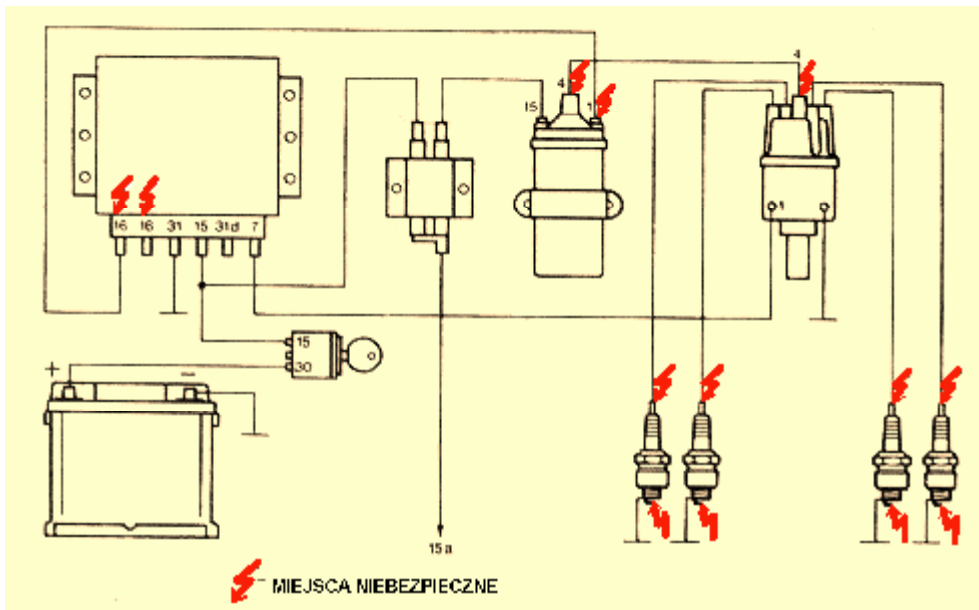
| Natężenie prądu                    |              | Fizjologiczne reakcje człowieka   |  |
|------------------------------------|--------------|---|--|
| Prąd przemienny                    | Prąd stały   | Objawy widoczne   | Objawy kliniczne   |
| Do 25 mA                           | Do 80 mA     | Reakcje mięśni palców, przerwanie kontaktu z prądem możliwe jeszcze przy 9 do 15 mA       | Przejściowy wzrost ciśnienia krwi bez wpływu na rytm serca i układ nerwowy |
| 25 do 80 mA                        | 80 do 300 mA | Natężenie prądu jeszcze możliwe do zniesienia, bez utraty przytomności                    | Chwilowe zatrzymanie akcji serca, chwilowy wzrost ciśnienia krwi           |
| Ponad 80 mA                        | Ponad 300 mA | Zatrzymanie pracy serca i oddychania, śmierć jeśli działanie prądu jest dłuższe niż 0,3 s | Migotanie komór serca  |
| Ponad 3 mA (przy wysokim napięciu) |              | Poparzenia, odwodnienia   |  |

W obwodzie elektrycznym obejmującym ciało człowieka natężenie prądu jest określone przez napięcie, rezystancję ciała i rezystancję połączeń. Istnienie rezystancji połączeń jest kwestią przypadku i nie można jej dokładnie określić. Napięcie przemienne powyżej 50 V jest dla człowieka niebezpieczne. Napięcie przemienne 220 V powoduje przepływ prądu zabójczy dla człowieka. Krótkie spięcia nawet przy napięciu poniżej 50 V mogą mieć bardzo ciężkie następstwa. Przy porażeniu prądem elektrycznym o przeżyciu decyduje natychmiastowe udzielenie pomocy. Najważniejsze, to natychmiastowe wyłączenie prądu. Jeżeli to możliwe, należy natychmiast odłączyć porażonego od elementów pozostających pod napięciem. Nie można go przy tym bezpośrednio dotykać. Następnie, przy braku oznak życia, zastosować sztuczne oddychanie. Po pierwszej próbie zbadać akcję serca i układu krążenia, sprawdzając poprzez dotyk puls na tętnicy szyjnej. W razie ustania akcji serca natychmiast zastosować masaż serca na przemian ze sztucznym oddychaniem. Nie zaprzestając reanimacji, wezwać przy pomocy osób trzecich pogotowie ratunkowe [3, s.19].

Niezastosowanie się do zasad bhp nawet przy prostych czynnościach związanych z diagnostyką samochodu stwarza dla wykonawcy niebezpieczeństwo wypadku, którego skutki mogą okazać się tragiczne. Pierwszym warunkiem bezpiecznej pracy jest poznanie możliwych zagrożeń, jakie niosą ze sobą niektóre czynności diagnostyczne. Poniżej przedstawiono przykłady zagrożeń wypadkiem i sposoby ich uniknięcia:

- Niedozwolone jest używanie lamp przenośnych zasilanych prądem o napięciu wyższym niż 24 V. Klosz lampy powinien mieć sztywną osłonę, z haczykiem do zawieszenia lampy.
- Niedopuszczalne jest (szczególnie w małych garażach pozbawionych prawidłowej wentylacji) zamykanie drzwi w czasie pracy silnika, ze względu na możliwość zatrucia się tlenkiem węgla. Regulację pracującego silnika można wykonać w pomieszczeniu zamkniętym dopiero po nałożeniu na rurę wydechową elastycznej rury, odprowadzającej spaliny na zewnątrz.
- Nie wolno używać etyliny do mycia części oraz do innych celów niezwiązanych z napędem silnika.
- Kwas siarkowy i w mniejszym stopniu, elektrolit powodują oparzenia ciała ludzkiego. W związku z tym podczas pomiaru gęstości elektrolitu, uzupełniania ogniw wodą i ładowania akumulatora należy stosować ochronne rękawice gumowe. Miejsca ciała polane elektrolitem lub kwasem należy osuszyć, a następnie przemyć dużą ilością wody oraz roztworem sody technicznej.
- Podczas przygotowywania elektrolitu do akumulatora kwas siarkowy wlewa się do wody destylowanej, a nigdy odwrotnie, gdyż grozi to ciężkim poparzeniem ciała.
- Do akumulatora podczas ładowania nie wolno zbliżać się z otwartym ogniem. Grozi to wybuchem gazów nagromadzonych w akumulatorze, co spowoduje jego uszkodzenie i może być niebezpieczne dla człowieka.
- Nie wolno sprawdzać napięcia akumulatora poprzez zwieranie jego biegunów kawałkiem drutu lub metalowym przedmiotem i obserwowanie długości iskry. Przepływający prąd o dużym natężeniu może spowodować poparzenie dłoni.
- Podczas obsługi instalacji elektrycznej pojazdu, będącej pod napięciem, należy posługiwać się narzędziami o izolowanych uchwytach. Każdy przepływ prądu elektrycznego (nawet o napięciu 24 V lub 12 V) przez organizm człowieka powoduje elektrolizę. Polega ona na rozkładzie płynnych lub półpłynnych substancji w komórkach organizmu na składniki, które nie zawsze są przyswajalne a niekiedy szkodliwe. Częsty przepływ prądu niskiego napięcia powoduje w ciągu paru lat gromadzenie się szkodliwych substancji, które są przyczyną chorób (najczęściej nerek).
- W elektronicznych układach zapłonowych występują napięcia niebezpieczne dla człowieka, szczególnie w obwodzie wysokiego napięcia (rys.). W związku z tym zaleca się wyłączenie zapłonu lub odłączenie akumulatora podczas wykonywania następujących prac:

- a) wymiana świec, cewki zapłonowej, rozdzielacza zapłonu, przewodów zapłonowych,
- b) podłączanie przyrządów diagnostycznych, takich jak lampa stroboskopowa, obrotomierz, oscyloskop itp.



**Rys. 1.** Miejsce występowania niebezpiecznych dla zdrowia napięć prądu w elektronicznym układzie zapłonowym [9, s. 315]

- Podczas pracy silnika nie wolno dotykać jakiegokolwiek elementu elektronicznego układu zapłonowego, gdyż grozi to porażeniem [9, s. 314].

Szczególnie ważne jest, by w pomieszczeniu, w którym pracujemy wykonana była wentylacja mechaniczna, a w pomieszczeniach, w których wykonuje się ładowanie wentylacja nawiewno-wywiewna, ze względu na szkodliwość oparów substancji chemicznych. Podłoga i lamperie powinny być wykonane jako kwasoodporne i łatwo zmywalne, co w znaczący sposób wpływa na utrzymanie czystości a zarazem zasad bezpieczeństwa w czasie pracy.

### Znaki bezpieczeństwa

Zgodnie z przepisami o zapobieganiu wypadkom pracodawca jest obowiązany zwrócić uwagę na zagrożenia i istniejące środki ochronne oraz podać niezbędne zakazy. Należy to zrobić we wszystkich miejscach pracy za pomocą znaków bezpieczeństwa. Podobnie jak w ruchu drogowym, już kształt i kolor znaku podpowiadają, czy chodzi o zakaz, nakaz, ostrzeżenie, ratunek czy znak pożarniczy:

- Znaki zakazu zabraniają zachowania, które może narażać na niebezpieczeństwa, np. palenie w pomieszczeniu akumulatorowni.
- Znaki nakazu zwracają uwagę na potrzebę odpowiedniego zachowania się pracownika, np. konieczność noszenia wyposażenia ochronnego.
- Znaki ostrzegawcze to znaki bezpieczeństwa, które ostrzegają przed zagrożeniem, np. przed niebezpiecznym napięciem.
- Znaki ratunkowe zawierają symbole, które w sytuacji zagrożenia wskazują drogę ewakuacji albo miejsce, gdzie są środki ratunkowe, np. urządzenia do przemywania oczu.
- Znaki pożarnicze wskazują miejsce, gdzie są urządzenia do zgłaszania albo zwalczania pożaru, np. przycisk alarmowy albo gaśnica.

- Znaki bezpieczeństwa mogą zawierać jedynie symbole, tzn. mieć tylko 1 formę graficzną. Dzięki temu każdy pracownik, niezależnie od tego, jakim językiem się posługuje, może rozumieć sens znaku.

Należy pamiętać, że pracodawca zobowiązany jest do:

- zapewnienia bezpieczeństwa oraz higieny pracy,
- przeprowadzania odpowiednich szkoleń pracowników,
- ochrony zdrowia pracowników,
- zapobiegania chorobom oraz wypadkom, a kiedy takie nastąpią, zobowiązany jest do przeprowadzenia właściwego postępowania powypadkowego.

Pracownik ma obowiązek:

- znać przepisy i zasady bhp i ppoż.,
- uczestniczyć we właściwych szkoleniach,
- poddawać się lekarskim badaniom profilaktycznym,
- zawsze powiadamiać przełożonego o zaistniałym wypadku.

Osoba zajmująca się naprawami układów elektrycznych, jak każdy pracownik warsztatu, powinna:

- posiadać kombinezon roboczy bądź fartuch ochronny,
- posiadać obuwie dostosowane do rodzaju wykonywanej pracy,
- posiadać izolowane rękawice ochronne,
- posiadać ewentualnie nakrycie głowy oraz okulary ochronne,
- zapoznać się z instrukcjami stanowiskowymi dla urządzeń i narzędzi,
- przed rozpoczęciem pracy sprawdzić stan techniczny elektronarzędzi.

Obsługa niektórych samochodowych układów zasilania często dokonywana jest na stanowisku naprawczym wyposażonym w podnośnik samochodowy, lub kanał naprawczy. Jeżeli zachodzi taka potrzeba, pod pojazdem należy ustawić „łapy” podnośnika.

Przestrzegając przepisów bhp podczas pracy z podnośnikiem należy przede wszystkim:

- solidnie i starannie ustawić „łapy” podnośnika pod wzmocnienia naprawianego pojazdu,
- odłączyć przewody zasilające od akumulatora, pamiętając, że pierwszy rozłączamy przewód „masowy”, tj. minus, a następnie przewód plusowy, używając klucza płaskiego lub oczkowego,
- wymontować, żądany element kontrolując poprawność ustawienia ramion podnośnika pod pojazdem,
- dokonać naprawy podzespołu na stanowisku naprawczym,
- zamontować naprawione urządzenie w pojeździe,
- podłączyć przewody akumulatora, najpierw „plus”, następnie „minus”,
- wykonać próbę pracy urządzenia,
- usunąć ramiona podnośnika.

Po zakończeniu prac ręce należy dokładnie umyć wodą z mydłem i sodą.

Należy zwrócić uwagę, aby nikt nie przebywał podczas opuszczania pojazdu pod podnośnikiem oraz należy przestrzegać zaleceń oraz instrukcji producenta urządzenia.

Podstawowe zasady budowy układów elektronicznych w samochodzie są zawsze takie same. Istnieje jednak wiele wersji zależnych od producentów. Dlatego ważne jest przestrzeganie nie tylko ogólnych zasad, lecz także szczegółowych wytycznych poszczególnych producentów:

- Nie wolno rozłączać złączy urządzeń elektronicznych, w tym również urządzeń sterujących, przy włączonym zapłonie lub podczas pracy układu. Powstające przy tym piki napięcia mogą prowadzić do zniszczenia elementów elektronicznych.
- Pomiary rezystancji można przeprowadzać tylko po wyjęciu wtyku z gniazdka urządzenia sterującego albo innego podzespołu elektronicznego. Pomiary rezystancji urządzeń

- elektronicznych, także mogą prowadzić do ich zniszczenia.
- Należy używać tylko przyrządów do pomiaru napięcia o dużej rezystancji wewnętrznej. W przeciwnym razie wyniki pomiarów mogą być zafałszowane, bądź też dodatkowy prąd płynący przez miernik, może przeciążyć elementy elektroniczne.
  - Podczas spawania nadwozia należy odłączyć zasilanie elektryczne urządzeń sterujących (odłączyć akumulator). Uwaga: samodiagnostujące się urządzenia sterujące utracą przy tym dane o zapamiętanych usterkach. Zostaną stracone także wartości adaptacyjne.
  - Podczas suszenia nadwozia w kabinie lakierniczej nie wolno dopuścić do przegrzania urządzeń sterujących.
  - Pomiar spadku napięcia jest dokładniejszy od pomiaru rezystancji i dlatego, jeśli jest to możliwe, należy go preferować.
  - Należy pamiętać, że także mechaniczne elementy mogą się zepsuć albo być źródłem nieprawidłowego działania układu.

Wszelkie odpady i pozostałości po obsłudze i konserwacji obwodów elektrycznych powinny być odpowiednio składowane i utylizowane poza terenem zakładu w miejscach do tego przeznaczonych.

#### 4.1.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie są ogólne zasady postępowania z układami elektronicznymi podczas diagnostyki obwodu zasilania?
2. Jakie obowiązki spoczywają na pracodawcy w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy, oraz ochrony przeciwpożarowej?
3. Jakie zagrożenia występują podczas napraw elementów układu zasilania?
4. Jak zabezpieczyć się przed wypadkami podczas diagnostyki układu zasilania?
5. Na ile grup dzielimy znaki bezpieczeństwa?

#### 4.1.3. Ćwiczenia

##### Ćwiczenie 1

Wypisz kolejne czynności, jakie należy wykonać udzielając pierwszej pomocy porażonemu prądem elektrycznym.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać informacje zawarte w poradniku dla ucznia,
- 2) przeanalizować instrukcje, znaki bezpieczeństwa, tablice: ostrzegawcze, bezpieczeństwa i higieny pracy, przeciwpożarowe oraz udzielania pierwszej pomocy,
- 3) wypisać w zeszycie do ćwiczeń kolejne czynności, jakie należy wykonać udzielając pierwszej pomocy porażonemu prądem elektrycznym,
- 4) zaprezentować efekt swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- tablice poglądowe i ostrzegawcze przygotowane przez nauczyciela,
- instrukcje przygotowane przez nauczyciela dotyczące udzielania pierwszej pomocy osobom poszkodowanym w wypadkach przy pracy,
- instrukcje przeciwpożarowe oraz bezpieczeństwa i higieny pracy,

- film instruktażowy na temat: udzielania pierwszej pomocy,
- przybory do pisania,
- zeszyt do ćwiczeń.

## Ćwiczenie 2

Wypisz miejsca, w których występuje największe zagrożenie porażenia prądem elektrycznym, podczas badań i napraw układów zasilania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przeczytać informacje zawarte w poradniku dla ucznia,
- 2) przeczytać wskazane przez nauczyciela fragmenty literatury, instrukcje, znaki bezpieczeństwa, tablice: ostrzegawcze, bhp, ppoż., oraz udzielania pierwszej pomocy,
- 3) wypisać w zeszycie do ćwiczeń miejsca, w których występuje największe zagrożenie porażenia prądem.
- 4) zaprezentować efekt swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- tablice poglądowe i ostrzegawcze przygotowane przez nauczyciela,
- instrukcje stanowiskowe dla urządzeń i narzędzi,
- instrukcje bezpieczeństwa i higieny pracy oraz przeciwpożarowe,
- film instruktażowy na temat: porażenia prądem elektrycznym,
- przybory do pisania,
- zeszyt do ćwiczeń.

### 4.1.4. Sprawdzian postępów

**Czy potrafisz?**

|  | <b>Tak</b> | <b>Nie</b> |
|--|------------|------------|
| 1) wymienić zagrożenia występujące podczas badań i napraw zespołów elektronicznych układów zasilania?                          | ..         | ..         |
| 2) przewidzieć, jakiego zagrożenia można spodziewać się wykonując pracę związaną z badaniami i naprawą pojazdów samochodowych? | ..         | ..         |
| 3) wymienić zagrożenia występujące podczas obsługi i naprawy obwodu zasilania pojazdu?   | ..         | ..         |
| 4) wymienić zasady postępowania z układami elektronicznymi podczas diagnostyki obwodu zasilania?                               | ..         | ..         |

## 4.2. Aparatura diagnostyczna i przyrządy kontrolno-pomiarowe elementów elektronicznych układów zasilania silników z zapłonem iskrowym i samoczynnym oraz oprogramowanie diagnostyczne

### 4.2.1. Materiał nauczania

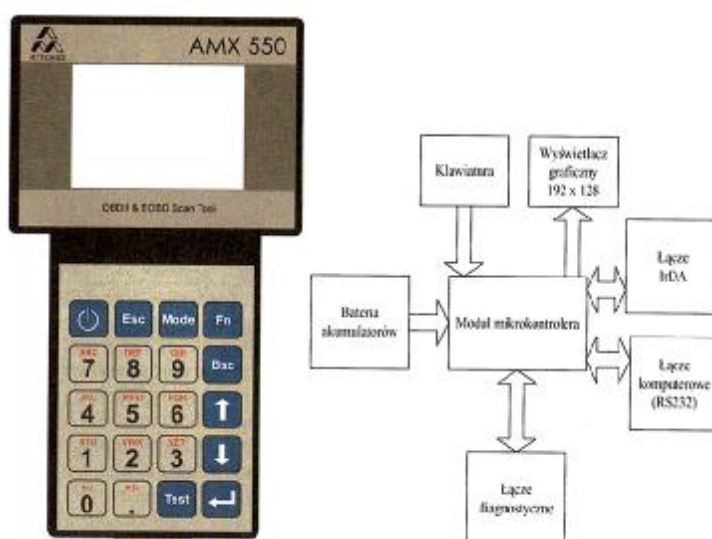
Dzięki rozwojowi mikroelektroniki zastosowania elektrotechniki i elektroniki w technice motoryzacyjnej są coraz szybsze i głębsze. Porównania z tradycyjnymi systemami mechanicznymi pokazały, że zastosowanie zamkniętych układów regulacji z elektrycznymi, elektropneumatycznymi albo elektrohydraulicznymi nastawnikami, pozwala na wprowadzenie ulepszonych i całkiem nowych funkcji regulacyjnych [1, s.122].

W rozdziale tym przypomniane i omówione zostaną: przykładowe przyrządy, oprogramowanie i aparatura diagnostyczna stosowane podczas diagnozowania układów zasilania.

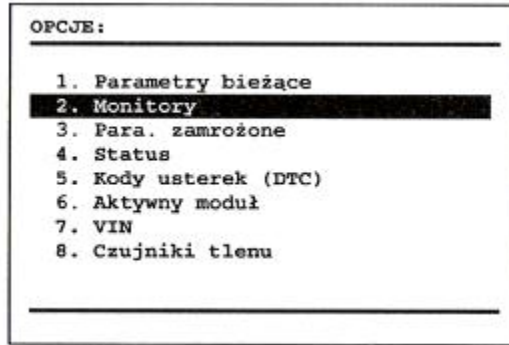
#### Ręczny czytnik informacji AMX 550

Tester AMX 550 jest małogabarytowym, przenośnym przyrządem mikroprocesorowym, służącym do odczytywania informacji z pokładowych systemów diagnostycznych zgodnych ze standardami OBD II/EODB. Głównym przeznaczeniem przyrządu jest odczytywanie informacji diagnostycznych o parametrach pracy układu napędowego związanych z emisją spalin, stanie dostępnych monitorów diagnostycznych oraz sprawdzanie i kasowanie kodów błędów zapamiętanych w pamięci komputera (-ów) pokładowych samochodu.

Po włączeniu przyrządu i nawiązaniu komunikacji z komputerem pokładowym badanego pojazdu, na wyświetlaczu pojawi się okno z listą dostępnych opcji. Wyszukanie niesprawnego elementu układu, w przypadku wystąpienia zakłóceń pracy silnika, polega albo na odczytaniu kodów samodiagnozy z błysków diody lub za pomocą odpowiedniego specjalistycznego czytnika, albo na sprawdzeniu kolejno poszczególnych czujników za pomocą zwykłego multimetru lub diagnostopu.



Rys. 2. Widok płyty czołowej i schematu blokowego przyrządu AMX 550 [7, s. 351]



Rys. 3. Okno menu wyboru funkcji systemu OBD II/EOBD [7, s. 354]

### Odczytywanie kodów z błysków diody

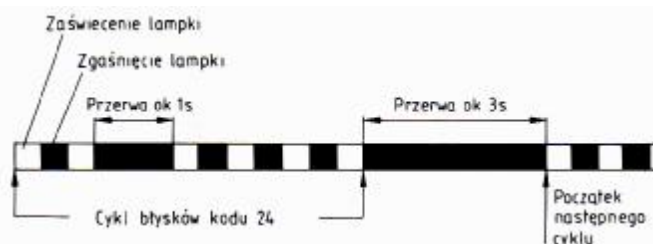
Mikroprocesorowe urządzenie sterujące ma zdolność do szerokiej samodiagnostyki, która umożliwia mechanikowi wykrycie przypadków wadliwego funkcjonowania systemu na podstawie sygnałów wysyłanych przez diodę LED umieszczoną na komputerze lub w zestawie wskaźników. Zaświecenie się lampki „CHECK ENGINE” w zestawie wskaźników podczas rozruchu silnika jest zjawiskiem normalnym i świadczy o rozpoczęciu procedury automatycznej kontroli układu. Jeżeli układ wtryskowy jest sprawny, to lampka gaśnie. Gdyby lampka nie zgasła lub zgasła po pewnym czasie, nie należy odłączać bez wyraźnej potrzeby akumulatora ani urządzenia sterującego do chwili zidentyfikowania usterki przez ASO. Przypadek wystąpienia niesprawności jest zapamiętywany przez komputer, jeżeli nawet lampka po pewnym czasie gaśnie (np., kiedy wada samoistnie zanika), i można go później odczytać wywołując błyski lampki lub podłączając komputer PC, pod warunkiem, że ani akumulator, ani komputer nie zostały odłączone.

W celu uruchomienia diagnostyki układu należy zatrzymać silnik:

- Zewrzeć styki „A i B” (np. spinaczem) w gnieździe wtykowym do diagnostyki.
- Przekręcić kluczyk w stacyjce w położenie GO (silnik unieruchomiony).

Lampka kontrolna zacznie błyskać, przekazując kody. Każdy kod składa się z dwóch grup krótkich błysków. Czas między błyskami jest bardzo krótki (0,4 s.), natomiast między grupami błysków wynosi około 1 s. Kod jest podawany trzykrotnie, w odstępach trzysekundowych.

Na przykład kod 24 będzie wyświetlany w następującej sekwencji.



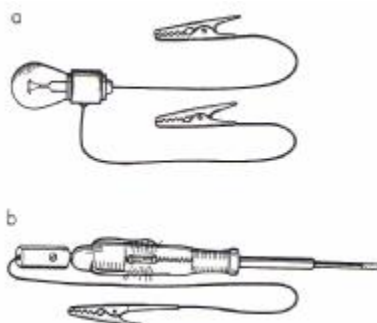
Rys. 4. Okno menu wyboru funkcji systemu OBD II/EOBD [9, s. 91]

Jako pierwszy będzie zawsze podawany kod 12, po nim nastąpią kody zarejestrowanych usterek, każdy trzykrotnie. Po zakończeniu przekazywania kodów cykle zostają powtórzone, począwszy od kodu 12. Jeżeli komputer nie zarejestrował żadnej niesprawności układu, to lampka kontrolna będzie pokazywać błyskami stale kod 12, który oznacza, że silnik nie pracuje.

Uwaga. Komputer ECM nie dostrzega różnicy między uszkodzeniem czujnika a niesprawnym połączeniem elektrycznym. Dlatego przed dokonaniem wymiany czujnika należy się upewnić, że jego przyłącze elektryczne jest poprawne [9, s. 90].

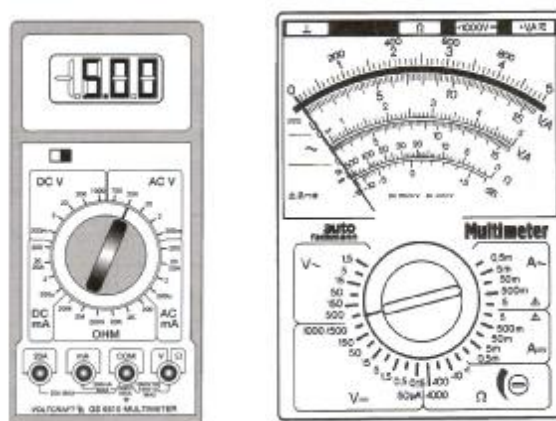


Poszukiwanie usterek w układach elektrycznych wymaga w pierwszej kolejności sprawdzenia ciągłości obwodu i przepływu prądu w tym obwodzie. Te czynności można wykonać za pomocą dwóch bardzo prostych przyrządów (rys. 5).



**Rys. 5.** Proste przyrządy do wykrywania przerw, zwarcie lub błędnych połączeń przewodów instalacji elektrycznej samochodu. a – lampka kontrolna, b – próbnik ciągłości obwodu elektrycznego [9, s132]

Poluzowane połączenia przewodów, utlenione styki, zwarcie z masą lub uszkodzenia izolacji są przyczyną powstawania spadków napięcia. Aby sprawdzić tego typu usterkę potrzebne są, co najmniej: woltomierz i odcinek przewodu elektrycznego.



**Rys. 6.** Uniwersalne mierniki: z lewej – cyfrowy, z prawej – analogowy [1, s. 33]

Awarie samochodowych instalacji elektrycznych i ich poszczególnych elementów mogą mieć charakter uszkodzeń:

- korozyjnych,
- termicznych (termochemicznych),
- mechanicznych.

Wszystkie one powodują albo przerwy w obwodach elektrycznych, czyli uszkodzenia izolacji i niekontrolowany przepływ prądu poza obwodami instalacji. Rezystancja połączeń zwarciovych jest przeważnie mała, więc przewodzą one silne prądy, które powodują przepalenie bezpieczników topikowych lub przerwanie obwodu przez bezpieczniki bimetaliczne lub elektromagnetyczne.

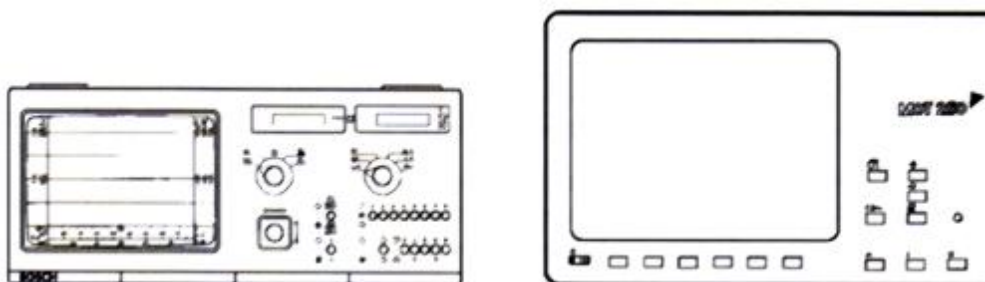
Mechaniczne uszkodzenia elementów instalacji elektrycznej powodowane są przeważnie drganiami nadwozi samochodowych podczas jazdy, eksploatacyjnym zużyciem ruchomych połączeń elektrycznych (szczotki, węglowe styki rozdzielaczy, wibrujące zwory elektromagnesów itp.), oraz błędami montażowymi popełnianymi podczas napraw pojazdów.

### Oscyloskop warsztatowy

Wbudowany w niektóre testery samochodowe oscyloskop umożliwia mechanikowi wizualizację na monitorze prawie wszystkich sygnałów przesyłanych w samochodzie. Dzięki temu jest możliwa szybka diagnoza. Jest to jedyny sposób diagnozowania szybkich sygnałów. Możliwości zastosowań oscyloskopu:

- sprawdzanie układu zapłonowego (obraz usterek w obwodach prądu pierwotnego i wtórnego w układach zapłonowych),
- sprawdzanie prądnicy (obraz usterek i działanie regulatora),
- sygnały specjalne (sygnału od czujników i nastawników),
- sprawdzanie stanu technicznego silnika (prądy w rozruszniku podczas uruchamiania silnika, równomierność prędkości obrotowej silnika, ustereki w układzie wtrysku paliwa silników wysokoprężnych).

Poszukiwanie usterek sygnałów specjalnych i sprawdzanie stanu technicznego silnika nabierają szczególnego znaczenia, gdyż w ciasno zabudowanych silnikach jest już prawie niemożliwe przeprowadzanie testów metodami mechanicznymi, np. sprawdzenie ciśnienia sprężania. Prace związane z takim sposobem przeprowadzenia testu (m.in. odkręcenie świec zapłonowych) nie pozostają w żadnej rozsądnej proporcji do czasu trwania samego testu i wiarygodności wyniku. Różnice ciśnienia sprężania poszczególnych cylindrów można znacznie taniej i lepiej ustalić, mierząc prąd w rozruszniku podczas uruchamiania silnika albo sprawdzając równomierność pracy silnika po jego uruchomieniu [3, s. 185].



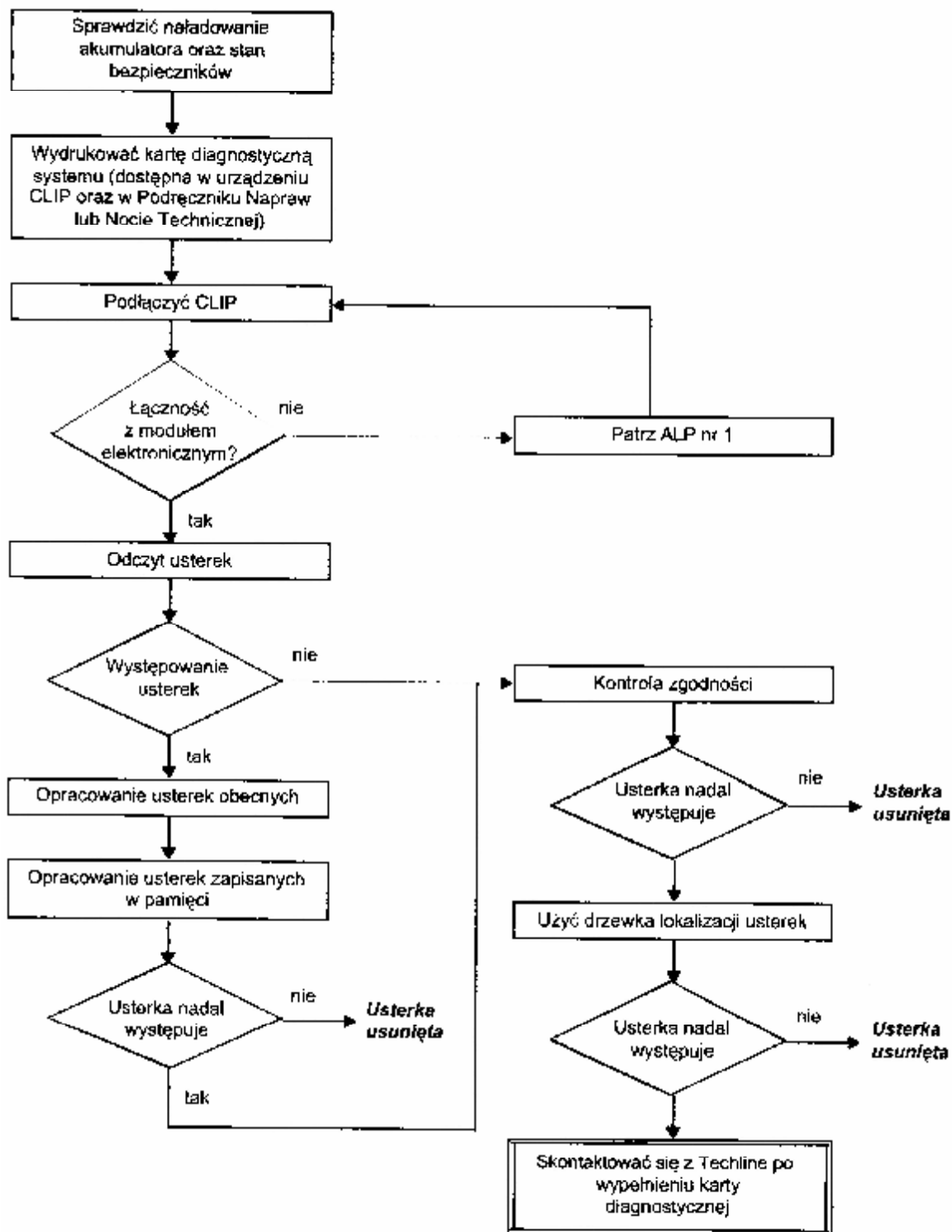
Rys. 7. Oscyloskopy: z lewej – analogowy, z prawej – cyfrowy [3, s. 185].

### Programowe czytniki informacji

Programowy czytnik informacji działa na bazie przenośnego lub stacjonarnego komputera klasy PC. Jest to w zasadzie zwykły komputer podłączony do systemu OBD II/EOBD będący wersją programową, opisanego powyżej, ręcznego czytnika informacji AMX 550.

Tego typu urządzenia, z oprogramowaniem diagnostyczno-naprawczym, wykorzystywane są w serwisach samochodowych w znaczny sposób ułatwiając i przyspieszając pracę, gdyż dany pracownik ma do dyspozycji całą dokumentację serwisową np.: procedury, kartę diagnostyczną itp..

4. PROCEDURA DIAGNOSTYCZNA



JSAA741.D

Rys. 8. Procedura diagnostyczna [11]



Z przerwami w obwodach mamy do czynienia wówczas, gdy dany odbiornik lub grupa odbiorników prądu po prostu nie działa, ale bezpieczniki pozostają w stanie nienaruszonym. Uszkodzeniom o charakterze zwarciovym towarzyszą zmiany stanu bezpieczników, a wymiana bezpiecznika topikowego lub ponowne włączenie bezpiecznika samoczynnego nie przynosi trwałych efektów. Z praktycznego punktu widzenia ważny jest nie tylko charakter, lecz także lokalizacja uszkodzenia. Pod względem lokalizacji uszkodzenia dzieli się umownie na wewnętrzne i zewnętrzne. Przy uszkodzeniach polegających na przerwaniu obwodu elektrycznego lokalizowanie polega na ustaleniu przy pomocy uniwersalnego miernika elektrycznego, żarówki probierczej lub próbnika neonowego, czy napięcie zasilające dociera do zacisków niedziałającego odbiornika. Jeśli tak - mamy do czynienia z przerwą w obwodzie wewnętrznym. Jeśli nie - przerwy należy szukać w przewodach zasilających, ich połączeniach z wyłącznikami, przekaźnikami lub źródłami prądu, bądź w samych tych elementach instalacji.

Przy uszkodzeniach zwarciovych postępuje się podobnie, lecz z kolejnym rozmontowywaniem połączeń instalacji. Jeśli po odłączeniu zacisków niedziałającego odbiornika na końcach jego przewodów zasilających występuje napięcie elektryczne, a odpowiedni bezpiecznik nie rozłącza obwodu wówczas mamy do czynienia ze zwarcie wewnętrznym. Zwarcie zewnętrzne powoduje przepalanie (wyłączenie) bezpieczników także po całkowitym odłączeniu danego odbiornika. Często przyczyną awarii typu zwarciovego bywają kondensatory stosowane jako przeciwwakłócenio we zabezpieczenia instalacji samochodowej. Termochemiczne uszkodzenia ich wewnętrznej warstwy izolacyjnej, zwane potocznie przebiciem, powodują zwarcie elektryczne, uniemożliwiające prawidłowe zasilanie zabezpieczonego odbiornika.

### **Elektrotechniczne metody diagnozowania obwodów**

W nowoczesnych instalacjach elektrycznych występują dwa rodzaje obwodów:

- dostarczania energii, zwanych potocznie obwodami mocy (w ich skład wchodzi źródła energii w postaci akumulatorów i prądnic wraz z regulatorami ich pracy oraz odbiorniki energii, do których należą różnego rodzaju silniki i grzejniki elektryczne, elektromagnetyczne cewki zapłonowe i rozmaite siłowniki wykonawcze.);
- sterowania i kontroli, czyli przekazywania impulsów informacyjnych, w skład których wchodzi: przetworniki zmian wielkości fizycznych na sygnały elektryczne (czujniki), przetworniki i rozdzielacze sygnałów sterujących (jednostki sterujące), a także rozmaite wskaźniki i czytniki.

Diagnozowanie obu typów obwodów polega na pomiarach napięć i rezystancji. Wyniki tych pomiarów poddawane są następnie różnym analizom i porównaniom w celu dokonania oceny stanu badanych urządzeń. Różnice w traktowaniu wspomnianych typów obwodów prowadzą do odmiennych zakresów mierzonych wartości, a zatem do korzystania z przyrządów pomiarowych o różnej rozpiętości skali. Można też w obydwu przypadkach korzystać z jednego miernika uniwersalnego o zmiennych (przełączanych) funkcjach (woltomierz, amperomierz, omomierz) i zakresach.

Każdy obwód elektryczny odznacza się swoją określoną rezystancją nominalną. Jeśli rzeczywista rezystancja obwodu ustalona w wyniku pomiarów jest większa od nominalnej, mamy do czynienia z częściowym (przeważnie korozyjnym) lub całkowitym (przeważnie mechanicznym) uszkodzeniem jego wewnętrznych albo zewnętrznych połączeń elektrycznych. Na przykład skorodowane bieguny lub zaciski akumulatora mogą niekiedy spowodować całkowite wyłączenie instalacji elektrycznej z pracy.

W przypadku rezystancji rzeczywistej mniejszej od nominalnej przyczyną wadliwego funkcjonowania obwodu jest jego awaryjne skrócenie („zwarcie”) na skutek uszkodzenia warstw izolacyjnych.

Cechą nowoczesnych instalacji elektrycznych jest współwystępowanie obwodów obu wspomnianych typów w jednym urządzeniu, gdzie obwód dostarczania energii zamykany jest lub otwierany przez elektryczne impulsy sterujące za pośrednictwem przekaźnika elektromagnetycznego lub tranzystorowego. W urządzeniach tego rodzaju pracujących samoczynnie i cyklicznie podstawowym badanym parametrem są (obok mierzonych statycznie rezystancji i napięć) zmiany napięcia w czasie, rejestrowane przy pomocy mierników oscyloskopowych.

### **Ogólne zasady postępowania z systemami elektronicznymi**

Podstawowa zasada konstrukcji samochodowych systemów elektronicznych jest zwykle taka sama. U różnych wytwórców występuje jednak duża liczba wariantów. Dlatego ważne jest by, oprócz funkcji ogólnej, zwracać uwagę na szczegółowe rozwiązania poszczególnych wytwórców.

Wymagania dotyczące dokładności sterowania i regulacji są często różne i zależą nie tylko od klasy cenowej pojazdu, ale również od „filozofii” producenta. Dlatego przed podjęciem pracy nad jakimś systemem należy koniecznie zapoznać się z jego szczegółami konstrukcyjnymi.

Zawsze jednak obowiązują następujące reguły obchodzenia się z systemami elektronicznymi:

- Nigdy nie wolno rozłączać złączy zespołów elektronicznych i urządzeń sterujących przy włączonym zapłonie lub w czasie pracy urządzenia, ponieważ skoki napięcia powstające w takich sytuacjach mogą prowadzić do zniszczenia elementów elektronicznych.
- Pomiary rezystancji powinno się podejmować tylko przy odłączonych zaciskach urządzeń sterujących lub elementów elektronicznych, ponieważ przykładane z zewnątrz napięcie może je zniszczyć.
- Należy używać przyrządów pomiarowych o dużej rezystancji wewnętrznej, gdyż w przeciwnym przypadku pomiary mogą zostać zafałszowane, a elementy elektroniczne przeciążone przez dodatkowy przepływ prądu.
- Przy pracach spawalniczych koniecznie trzeba odłączyć zasilanie urządzeń elektronicznych (odłączyć akumulator).
- Przy pracach lakierniczych i następującym po nich suszeniu w kabinie lakierniczej należy unikać przegrzewania urządzeń sterujących.
- Pomiar spadku napięcia jest z reguły dokładniejszy niż pomiar rezystancji i dlatego, jeżeli to możliwe, należy preferować pomiary spadku napięcia [6, s. 213].

### **Wskazówki diagnostyczne**

Po wystąpieniu nieprawidłowego działania układów elektronicznych, szczególnie jeżeli są to objawy sporadyczne, niezwykle ważne jest otrzymanie od klienta dokładnych objawów niesprawności. Chodzi tu także o informacje, w jakich okolicznościach występuje niesprawność.

Następnie należy odczytać zawartość pamięci diagnostycznej, jeśli układ ma funkcję samodiagnozowania. Należy pamiętać, że w pamięci usterek jest zapisana tylko informacja o rodzaju błędu albo o brakującym lub nieprawidłowym sygnale. Nie ma tam informacji, który element uległ uszkodzeniu i co jest rzeczywistą przyczyną usterki. Jeżeli nie można od razu rozpoznać przyczyny usterki, należy ją koniecznie zlokalizować, aby wyeliminować pojawianie się takich samych awarii w przyszłości. Jeśli urządzenie sterujące nie ma funkcji samodiagnozowania albo w pamięci urządzenia nie zarejestrowano żadnych błędów, a także można wykluczyć usterkę mechaniczną, wtedy jest wskazane rozpoczęcie poszukiwania przyczyny błędu od ostatniego elementu na drodze sygnału wyjściowego najbardziej prawdopodobnego podzespołu. Następnym krokiem jest sprawdzenie sygnału wyjściowego

bezpośrednio w urządzeniu sterującym. Jeżeli urządzenie sterujące generuje prawidłowy sygnał, wówczas należy krok po kroku dalej podążać wzdłuż danej ścieżki. Kiedy sygnał wyjściowy z urządzenia sterującego jest niewłaściwy, albo nie ma go wcale, wtedy należy sprawdzić sygnały wejściowe bezpośrednio na urządzeniu sterującym. Sygnał nieprawidłowy należy prześledzić aż do miejsca przyczyny błędu. Zsumowanie różnych tolerancji w sygnałach także może być przyczyną niewielkich odchyłek. Dopiero, kiedy wszystkie sygnały wejściowe są prawidłowe, a mimo to sygnał wyjściowy z urządzenia sterującego jest nieprawidłowy, można uznać, że przyczyną usterki jest urządzenie sterujące.

Doświadczenie wskazuje, że urządzenia sterujące bardzo rzadko są przyczyną usterek.

Podobnie można postępować ze wszystkimi układami elektronicznymi. Podczas poszukiwania usterki trzeba zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe zasilanie napięciem urządzenia sterującego (włącznie z połączeniem z masą). Napięcie zasilające często jest także napięciem odniesienia, to znaczy podstawą różnych obliczeń i przetwarzania danych w urządzeniu sterującym [3, s. 198].

Podsumowując:

- Obsługą pojazdów mechanicznych nazywa się zespół czynności służących do utrzymywania w pełnej gotowości eksploatacyjnej pojazdów będących w zadowalającym stanie technicznym. Diagnostyka to inaczej badanie aktualnego stanu technicznego pojazdów w celu wykrycia ewentualnych nieprawidłowości działania i ustalenia ich przyczyn. Badania diagnostyczne prowadzi się albo w celu ustalenia zakresu potrzebnej naprawy pojazdu, albo dla oceny ogólnej jego przydatności do eksploatacji (np. przed podjęciem decyzji o formalnym dopuszczeniu do ruchu na drogach publicznych).
- Diagnostyka jest działalnością specjalistyczną, oddzieloną formalnie i organizacyjnie od prac ściśle obsługowych. Jednak w praktycznym funkcjonowaniu zaplecza motoryzacji coraz częściej i coraz powszechniej mamy do czynienia z potrzebą łączenia spraw diagnostyki i obsługi nawet w obrębie jednego stanowiska warsztatowego [6, s. 7].

## 4.2.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jak dzielimy diagnostyczne narzędzia kontrolno - pomiarowe?
2. W jaki sposób diagnozuje się usterkę?
3. Jakie są rodzaje zwarć?
4. Jakie znasz rodzaje mierników?
5. Jak podłączyć woltomierz, omomierz i amperomierz?
6. Co jest zadaniem testera AMX 550?
7. Jakie możliwości daje oprogramowanie diagnostyczne?
8. Jakie zadanie mają kody usterek?
9. Co to są oscyloskopy i do czego służą?

## 4.2.3. Ćwiczenia

### Ćwiczenie 1

Wskaż i nazwij narzędzia i przyrządy służące do diagnostyki układów zasilania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przeczytać materiał nauczania zawarty w poradniku,
- 2) przeczytać literaturę wskazaną przez nauczyciela,

- 3) wskazać urządzenia służące wyłącznie do diagnostyki instalacji elektrycznych,
- 4) wykonać opis każdego urządzenia w zeszycie do ćwiczeń,
- 5) opisać zastosowanie każdego urządzenia,
- 6) zaprezentować efekt swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko multimedialne do zaprezentowania filmu instruktażowego na temat: nowoczesne urządzenia diagnostyczne,
- zestaw narzędzi diagnostycznych,
- narzędzia kontrolno-pomiarowe,
- zeszyt do ćwiczeń, przybory do pisania.

## Ćwiczenie 2

Wynotuj i opisz zastosowania diagnostyczne oscyloskopu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać instrukcję do zadania,
- 2) przeczytać materiał nauczania zawarty w poradniku,
- 3) przeczytać materiał wskazany przez nauczyciela,
- 4) w zeszycie do ćwiczeń wynotować zastosowania diagnostyki,
- 5) narysować i opisać charakterystyki poszczególnych sygnałów pomiarowych,
- 6) zapisać wnioski i spostrzeżenia z wykonanego ćwiczenia,
- 7) zaprezentować efekt swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko do wykonania ćwiczenia,
- stanowisko multimedialne do zaprezentowania filmu instruktażowego,
- instrukcje stanowiskowe dla urządzeń i narzędzi,
- instrukcje oraz tablice poglądowe i ostrzegawcze,
- akumulator,
- sprzęt kontrolno-pomiarowy,
- przybory do pisania,
- zeszyt do ćwiczeń.

### 4.2.4. Sprawdzian postępów

**Czy potrafisz?**

|  | <b>Tak</b> | <b>Nie</b> |
|--|------------|------------|
| 1) dobrać narzędzia do sprawdzenia stanu instalacji samochodu?                           | ..         | ..         |
| 2) dobrać narzędzia pomiarowe do diagnostyki układów zasilania?                          | ..         | ..         |
| 3) zastosować urządzenia służące do diagnostyki układów zasilania?                       | ..         | ..         |
| 4) wyjaśnić rolę urządzeń pomiarowych służących do diagnostyki układu zasilania ZI i ZS? | ..         | ..         |
| 5) wykonać ćwiczenie zgodnie z instrukcjami serwisowymi?                                 | ..         | ..         |
| 6) wyjaśnić i opisać rolę diagnostyczną oscyloskopu?                                     | ..         | ..         |
| 7) Wyjaśnić różnicę pomiędzy testerem, a programem diagnostycznym?                       | ..         | ..         |



## 4.3. Metody diagnozowania i naprawy elektronicznych elementów układów zasilania silników z zapłonem iskrowym

### 4.3.1. Materiał nauczania

Podczas badań w firmie VW sprawdzano stopień awaryjności układów elektronicznych w samochodach. Najbardziej psują się elementy czysto elektroniczne, jak tranzystory, układy scalone, urządzenia sterujące itp.

Największą awaryjność (ok. 60 %) wykazują złącza, składające się z gniazd i wtyków.

We współczesnych samochodach wstępne zlokalizowanie usterki następuje w ramach samodiagnozy systemu. Przez samodiagnozę rozumiemy samokontrolę układu elektronicznego, mającą na celu wspieranie stacji obsługi w poszukiwaniu usterki.

W niektórych markach samochodów samodiagnoza umożliwia ponadto:

- sygnalizowanie kierowcy usterki zapaleniem się lampki kontrolnej,
- zapisywanie kodów usterek w pamięci,
- wykasowanie z pamięci po kilku uruchomieniach samochodu nieistniejącej już usterki, np. obluzowanego styku,
- dostarczanie zastępczych danych zamiast sygnału z uszkodzonego czujnika, co umożliwia dojechanie do warsztatu o własnych siłach (tryb awaryjny).

Na przykład przerwanie przewodu powoduje powstanie nieskończonej dużej rezystancji czujnika temperatury. Usterka zostaje zapisana w pamięci i zasygnalizowana kierowcy w postaci zapalenia się lampki kontrolnej. Jednocześnie wartość ta zostaje odrzucona i zastąpiona zawartą w pamięci wartością zastępczą, np. 80 °C, co umożliwia kontynuowanie jazdy do stacji obsługi [1, s. 155].

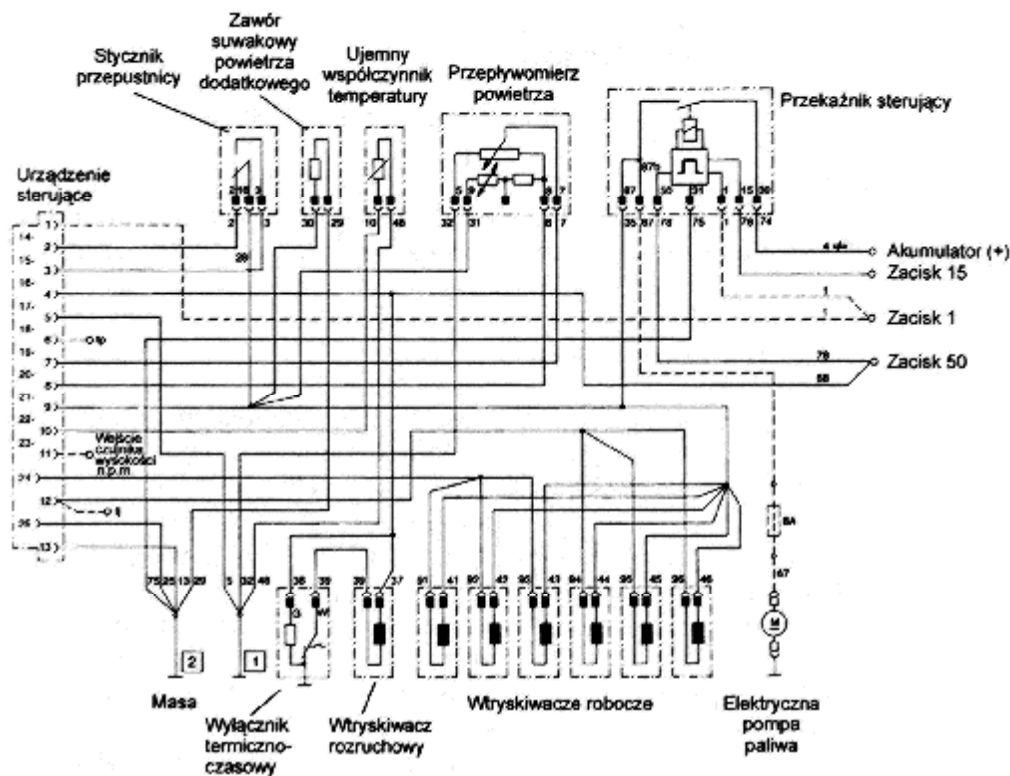
Częstą przyczyną usterek jest - pomimo prawidłowego z wyglądu stanu wtyków zła przewodność na stykach, spowodowana prawie niewidoczną ich korozją. Także wilgoć i obluzowane styki oraz „zimne” luty są częstą przyczyną „niewytłumaczalnych” usterek. Dość często nie zwraca się też uwagi na elementy mechaniczne jako źródła usterek w układach elektronicznych [1. s. 199].

Diagnostyka wykonywana jest także na stacjach obsługi następującymi metodami:

- przez odczyt kodów błędów zapisanych w pamięci sterowników podczas eksploatacji;
- przez wykonanie programów sprawdzających elementy układu i ich połączenia;
- na podstawie wartości otrzymanych z pomiarów wielkości elektrycznych;
- za pomocą analizy spalin;
- na stanowiskach badań podzespołów i elementów [4, s. 179].

Zadaniem **układów zasilania** jest dostarczenie niezbędnej mieszanki paliwowo-powietrznej i jak najlepsze dopasowanie jej składu do zmieniających się warunków pracy silnika. Dzięki wtryskowi paliwa bezpośrednio przed zaworem wlotowym lub bezpośrednio do komory spalania, każdy cylinder można zasilić dokładnie taką samą mieszanką, dobraną odpowiednio do ilości zassanego przez silnik powietrza.

Na rynku najlepiej przyjęły się dwa podstawowe rodzaje układów wtryskowych do silników o zapłonie iskrowym: układy o wtrysku ciągłym (np. K-, KE-Jetronic) i układy o wtrysku przerywanym (np. L-, LE-, LH-Jetronic). Na poniższym rysunku przedstawiono schemat elektryczny uproszczonego układu L-Jetronic, bez regulacji lambda; opisano poszczególne sygnały i wskazano sposoby ich sprawdzania.



Rys. 10. Schemat elektryczny układu Bosch L-Jetronic [1, s. 249]

Styk 1 - sygnały zacisku 1 (także w przekładniku sterującym). Sprawdzanie przez pomiar kąta zwarcia, albo współczynnika trwania impulsu.

Styk 2 - napięcie akumulatora przy zamkniętym zestyku położenia biegu jałowego i aktywnym urządzeniu sterującym. Sprawdzanie przez pomiar napięcia.

Styk 3 - podobnie, jak styk 2, ale przy zamkniętym zestyku położenia pełnego otwarcia

Styk 4 - napięcie akumulatora podczas rozruchu przez zacisk 50. Pomiar napięcia.

Styk 5 - masa. Pomiar rezystancji.

Styk 7 - sygnał napięcia z potencjometru. Wartość napięcia 1-10 V w zależności od położenia tarczy spiętrzającej. Warunkiem pomiaru jest podłączenie napięcia do styku 9 przepływomierza powietrza. Pomiar napięcia.

Styk 8 - sygnał napięcia z rezystora NTC w przepływomierzu powietrza (zależność od temperatury) o wartości 8-10 V. Pomiar napięcia.

Styk 9 - zasilanie napięciem akumulatora za pośrednictwem przekładnika sterującego. Sprawdzanie przez pomiar napięcia.

Styk 10 - wyjście sygnału napięcia z urządzenia sterującego do rezystora NTC. Pomiar rezystancji przy odłączonym wtyku urządzenia sterującego, pomiędzy stykiem 10 i masą (wartość  $2,5\text{ k}\Omega \pm 10\%$  przy  $20\text{ }^\circ\text{C}$ ).

Styki 12, 24 - sygnał  $t_i$  dla wtryskiwaczy. Pomiar współczynnikiem trwania impulsu z dodatnim biegunem akumulatora. Zależność od obciążenia w przedziale 3 % na biegu jałowym i do 99,9% przy pełnym obciążeniu.

Syki 13, 25 - masa. Pomiar rezystancji.

Styki 6, 11, 14 do 23 – niewykorzystane [1. s. 249].

W systemie sterowania elektronicznego silnika wyróżnia się trzy współpracujące ze sobą grupy zespołów stanowiące: czujniki przekazujące odpowiednie sygnały, sterowniki będące podstawą systemu regulacji i elektroniczne jednostki sterujące (EJS).

Zadania elektronicznej jednostki sterującej mogą być podzielone na: regulację elektronicznego wtrysku paliwa, elektroniczną regulację kąta wyprzedzenia zapłonu, regulację prędkości obrotowej biegu jałowego silnika, regulację układem diagnostycznym [8, s. 129].

Najczęściej występujące niedomagania silników samochodowych dotyczą z reguły osprzętu, a szczególnie układu zasilania. Celem każdej naprawy elementów tego układu musi być dokładne doprowadzenie ich do stanu pierwotnego, w jakim opuściły wytwórnę. Wszelkie przeróbki, poprawki i zmiany regulacyjne prowadzą zazwyczaj do pogorszenia osiągnięć i w konsekwencji - do poważnych uszkodzeń innych zespołów i układów. Niezależnie od konstrukcji układu zasilania usterki w jego funkcjonowaniu można podzielić na następujące rodzaje:

- nieprawidłowa praca na biegu jałowym,
- zakłócenia (brak płynności) podczas zmiany prędkości lub obciążenia silnika,
- spadek mocy i momentu obrotowego,
- trudności podczas rozruchu zimnego silnika,
- nadmierne zużycie paliwa i nieprawidłowy skład spalin.

Przyczyny tych zjawisk należy wiązać z niesprawnością układu zasilania, jeśli układ zapłonowy i rozrząd działają prawidłowo, a ciśnienie sprężania w cylindrach nie spada poniżej dopuszczalnych wartości [8, s. 139].

W silnikach z zarządzaniem elektronicznym dokładniejszą lokalizację usterki zapewnia użycie diagnostycznego testera sterowników i wybór odpowiedniego zadania z menu. Przy diagnozowaniu starszych konstrukcji badanie należy rozpocząć od ustalenia, czy prawidłowy jest dopływ paliwa do urządzenia dozującego.

Sprawdzanie prawidłowości działania pomp może się odbywać bez ich wymontowywania z pojazdu lub (rzadziej) po wymontowaniu w specjalnych urządzeniach diagnostycznych. Kontrola sprowadza się do zmierzenia następujących parametrów:

- nadciśnienia tłoczenia,
- podciśnienia ssania,
- wydatku pompy.

Do kompleksowego przebadania pompy w powyższym zakresie potrzebny jest zestaw diagnostyczny złożony z manometru, wakuometru, stopera i menzurki lub innego naczynia ze skalą pomiarową [5, s. 176].

W diagnostyce i naprawach instalacji tego typu konieczne staje się korzystanie z zupełnie nowej elektronicznej generacji sprzętu diagnostycznego. Podstawą diagnozowania w mniejszym stopniu są bezpośrednie pomiary parametrów fizycznych związanych z przebiegiem procesów spalania, w większym zaś - analiza elektronicznych sygnałów i impulsów sterujących tymi procesami.

Analizę tę ułatwiają funkcje samodiagnozy wbudowane w elektroniczne instalacje zarządzające pracą silników i innych zespołów samochodowych. Z danych diagnostycznych przechowywanych w pamięci mikroprocesora korzysta się przy pomocy elektronicznych czytników kodów samodiagnozy, które podłącza się do specjalnych gniazd diagnostycznych, będących standardowym wyposażeniem nowoczesnych pojazdów.

W przypadku elektronicznie sterowanych układów wtryskowych silników ZI wszelkie czynności naprawcze sprowadzają się do identyfikacji uszkodzeń i wymiany uszkodzonych elementów. Trudno przy tym w praktyce traktować odrębnie część mechaniczną i elektroniczną układów, ponieważ łączą się one niepodzielnie w zintegrowanych mechanizmach. Poza tym, zarówno części elektroniczne i elektryczne, jak i mechaniczne oraz hydrauliczne odznaczają się wykonaniem praktycznie wykluczającym naprawy w warunkach usługowego warsztatu mechaniki lub elektrotechniki samochodowej.

Szczegółowe ustalanie przyczyn niesprawności powinno być dokonywane według następującego schematu:

- 1) Najpierw należy sprawdzić, czy do elementu wykonawczego, odpowiedzialnego za dany parametr pracy silnika, docierają prawidłowe impulsy sterujące z centralnego mikroprocesora. Jeśli tak - należy wymienić dany element lub jego uszkodzoną część, jeśli nie - powinno się kontynuować poszukiwanie przyczyn niesprawności.
- 2) Drugą czynnością powinno być sprawdzenie, czy mikroprocesor wysyła prawidłowe impulsy sterujące do nie działającego elementu wykonawczego. Jeśli tak - sprawdzeniu, oczyszczeniu lub wymianie podlegają przewody i styki elektryczne na linii przekazywania impulsów sterujących. Jeśli nie - trzeba sprawdzić sygnały wpływające do mikroprocesora z odpowiednich czujników.
- 3) Na koniec należy upewnić się, czy do styków wejściowych mikroprocesora wpływają prawidłowe sygnały z czujnika nadzorującego dany parametr pracy silnika. Jeśli nie - przyczyną może być wadliwy czujnik lub przewody elektryczne i ich połączenia, jeśli tak - uszkodzony jest sam mikroprocesor.

Powyższe zasady dają się przełożyć na prostą instrukcję:

- najpierw szukamy ewentualnych przyczyn najprostszych, czyli przerw lub zwarć w połączeniach elektrycznych,
- następnie sprawdzamy odpowiednie elementy wykonawcze i czujniki,
- a dopiero na końcu kierujemy swe podejrzenia w stronę mikroprocesora będącego z reguły najtrwalszą i najbardziej niezawodną częścią całego systemu.

Także w odniesieniu do wtryskowych systemów zasilania warunkiem wstępnym, poprzedzającym wszelkie czynności diagnostyczno-naprawcze w obrębie układu wtryskowego, jest upewnienie się, czy:

- instalacja zapłonowa działa całkowicie prawidłowo (właściwy moment zapłonu, dobry stan świec, rozdzielacza i przewodów wysokiego napięcia),
- filtr powietrza nie jest nadmiernie zanieczyszczony,
- nie występują nieszczelności w przewodach dolotowych i wydechowych,
- ciśnienie sprężania w poszczególnych cylindrach silnika odpowiada fabrycznym normom producenta.

W układach wtryskowych współpracujących z sondami lambda umieszczonymi w przewodach wydechowych przyczyną nieprawidłowego składu mieszanki dostarczanej do silnika i wynikających stąd zakłóceń jego pracy mogą być również nieprawidłowe sygnały otrzymywane przez mikroprocesor z sondy lambda. Powodem tych nieprawidłowości może być z kolei:

- przerwa w elektrycznych połączeniach mikroprocesora z czujnikiem (sondą),
- uszkodzenie lub eksploatacyjne zużycie sondy,
- nieszczelność układu wydechowego, zniekształcająca informacje na temat rzeczywistego składu spalin [6, s. 155].

### 4.3.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie znasz układy zasilania?
2. Co jest zadaniem układów zasilania?
3. Jakich urządzeń użyjesz do diagnostyki układów zasilania?
4. Wymień ogólne zasady wykrywania usterek układów zasilania?
5. Jakie elementy wchodzi w skład obwodu zasilania?
6. Wymień sposoby wykrywania usterek układów zasilania?
7. Jak sprawdza się prawidłowość działania pompy paliwa?
8. Jak sprawdza się prawidłowość działania sterownika?

### 4.3.3. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Zlokalizuj i napraw uszkodzenie w systemie elektronicznego układu zasilania silnika ZI za pomocą oprogramowania diagnostycznego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać materiał nauczania zawarty w poradniku,
- 2) przeczytać instrukcję do przeprowadzenia ćwiczenia,
- 3) zapoznać się z przepisami i instrukcjami bezpieczeństwa,
- 4) w zeszyt do ćwiczeń sporządzić plan pracy,
- 5) dobrać odpowiednie narzędzia i przyrządy,
- 6) dokonać podłączenia badanego urządzenia,
- 7) dokonać pomiarów,
- 8) zapisać w zeszyt do ćwiczeń wyniki pomiarów i swoje wnioski,
- 9) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko do wykonania ćwiczenia,
- stanowisko multimedialne do zaprezentowania filmu instruktażowego,
- instrukcje stanowiskowe dla urządzeń i narzędzi,
- kompletny pojazd samochodowy lub makieta,
- zestaw narzędzi monterskich,
- narzędzia kontrolno-pomiarowe,
- kliny samochodowe,
- fartuchy ochronne na błotniki,
- środki ochrony osobistej,
- przybory do pisania, zeszyt do ćwiczeń.

#### Ćwiczenie 2

Zlokalizuj i napraw uszkodzenie w systemie elektronicznego układu zasilania silnika ZI na podstawie instrukcji serwisowej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać instrukcję do zadania,
- 2) przeczytać materiał nauczania zawarty w poradniku,
- 3) przeczytać materiał wskazany przez nauczyciela,
- 4) w zeszycie do ćwiczeń sporządzić plan pracy,
- 5) zgromadzić narzędzia i urządzenia niezbędne do wykonania ćwiczenia,
- 6) przygotować stanowisko pracy,
- 7) wykonać ćwiczenie zgodnie ze sporządzonym planem działania,
- 8) uporządkować stanowisko pracy,
- 9) zapisać wnioski i spostrzeżenia z wykonanego ćwiczenia,
- 10) zaprezentować efekt swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko do wykonania ćwiczenia,
- stanowisko multimedialne do zaprezentowania filmu instruktażowego,
- instrukcje stanowiskowe dla urządzeń i narzędzi,
- kompletny pojazd samochodowy lub makieta,
- zestaw narzędzi monterskich,
- narzędzia kontrolno-pomiarowe,
- kliny samochodowe,
- fartuchy ochronne na błotniki,
- środki ochrony osobistej,
- przybory do pisania,
- zeszyt do ćwiczeń.

#### 4.3.4. Sprawdzian postępów

**Czy potrafisz?**

|   | <b>Tak</b> | <b>Nie</b> |
|---|------------|------------|
| 1) przygotować stanowisko pracy do diagnozowania układu zasilania?                                  | ..         | ..         |
| 2) sporządzić wykaz: narzędzi i sprzętu kontrolno-pomiarowego do wykonania napraw układu zasilania? | ..         | ..         |
| 3) przeprowadzić i zinterpretować wynik diagnozy układu zasilania?                                  | ..         | ..         |
| 4) dobrać narzędzia i przyrządy niezbędne do wykonania naprawy układu zasilania?                    | ..         | ..         |
| 5) wymienić elementy budowy układu zasilania?   | ..         | ..         |

## 4.4. Metody diagnozowania i naprawy elektronicznych elementów układów zasilania silników z zapłonem samoczynnym

### 4.4.1. Materiał nauczania

#### Główne i korekcyjne parametry sterujące

Aby elektroniczny sterownik silnika mógł wysłać sygnały do urządzeń wykonawczych musi otrzymać informacje od przetworników i czujników o stanie silnika i nastawach zadanych przez kierującego. Nadzorowane są następujące układy:

- dawkowania paliwa i sterowania kąta wyprzedzenia wtrysku;
- doładowania i kolektora dolotowego;
- recyrkulacji spalin;
- oczyszczania spalin.

Aby optymalnie sterować wymienionymi układami obserwowane są:

- działanie kierowcy;
- siły oddziałujące na pojazd - czy nie występują niekorzystne poślizgi lub utrata stateczności;
- chwilowa prędkość obrotowa silnika;
- temperatury i ciśnienia wskazujące na stan silnika;
- ilość powietrza napełniającego cylindry;
- zjawiska związane z procesem spalania i odbioru energii.

Podstawowymi sygnałami wprowadzanymi do sterownika są:

- położenie pedału przyspieszenia;
- położenie wału korbowego;
- położenie wału rozrządu;
- prędkość obrotowa silnika;
- natężenie przepływu powietrza do silnika;
- ciśnienie doładowania;
- prędkość samochodu;
- temperatura cieczy chłodzącej;
- temperatura paliwa;
- temperatura powietrza dolotowego;
- stopień otwarcia zaworu recyrkulacji spalin;
- stany urządzeń sterowania obsługiwanych przez kierowcę, a w szczególności:
  - wyłączniki przy pedałach hamulca i sprzęgła,
  - włączenie tempomatu,
  - włączenie klimatyzacji,
  - położenie dźwigni sterowania automatyczną skrzynią biegów;
- napięcie w sieci zasilania;
- dane z innych sterowników, np. ABS o chwilowym poślizgu kół.

Za dostarczenie sygnałów wejściowych są odpowiedzialne przetworniki i czujniki, takie same jak w ZI. Wprowadzenie ich do silników ZS nastąpiło nieco później. Ważną funkcją układu sterowania jest ograniczenie maksymalnej prędkości obrotowej związane z niebezpieczeństwem zniszczenia silnika przez siły odśrodkowe. Również w zakresie małych prędkości obrotowych przez zmianę dawki paliwa uzyskuje się najmniejszą stabilną prędkość obrotową. Jest ona zapisana w sterowniku w zależności od warunków otoczenia i dodatkowego obciążenia silnika. Praca silnika poniżej tej prędkości nie jest zalecana,

ponieważ w niektórych cylindrach nie zachodzi wtedy proces spalania. Sygnały wyjściowe bardzo zależą od typu układu wtryskowego. Inne będą dla adaptacji pomp wtryskowych do sterowania elektronicznego, a inne dla układów zasobnikowych czy układów z pompowtryskiwaczami.

Do sterowania dawką paliwa w pompach wtryskowych wykorzystuje się najczęściej nastawniki elektromagnetyczne, liniowe lub obrotowe, albo elektromagnetyczne zawory upustowe. Zasadą sterowania jest wpływanie na czas zakończenia wtrysku przy niezmiennym w obwodzie sterowania początku wtrysku. Sterowanie końcem wtrysku odbywa się przez gwałtowne obniżenie ciśnienia w komorze albo komorach roboczych pompy wtryskowej.

Oprócz dawki paliwa układ zasilania steruje kątem wyprzedzenia tłoczenia lub wtrysku. Rozdzielenie pojęć tłoczenie i wtrysk jest ważne w układach pompa-przewód wtryskowy - wtryskiwacz. Fala ciśnienia, jaka przemieszcza się od zaworu odciążającego w głowicy pompy do wtryskiwacza, osiąga wtryskiwacz po kilku stopniach obrotu wału korbowego. Ponieważ zwłoka zapłonu związana z przygotowaniem mieszanki paliwa z powietrzem do spalania jest prawie niezależna od prędkości obrotowej, przy większych prędkościach trzeba odpowiednio wcześniej rozpocząć tłoczenie.

W starszych rozwiązaniach układów zasilania z pompami wtryskowymi początek wtrysku był zmieniany siłownikiem hydraulicznym lub elektromagnetycznym bez sprawdzenia, czy zamierzony efekt został osiągnięty. W rozwiązaniach bardziej współczesnych jeden z wtryskiwaczy silnika jest wyposażony w indukcyjny czujnik wzniosu iglicy. Za pomocą tego czujnika jest korygowany kąt wyprzedzenia wtrysku w pętli sprzężenia zwrotnego. Dane na temat optymalnego kąta dla danego punktu pracy silnika są zapisane w pamięci sterownika.

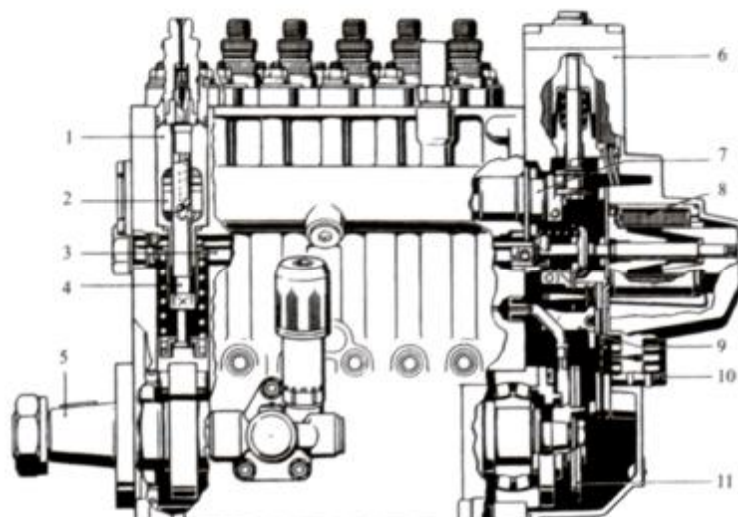
### **Układy z tradycyjnymi pompami wtryskowymi i sterowaniem elektronicznym**

Pierwsze seryjnie wprowadzone sterowanie elektroniczne pracą silników ZS było adaptacją klasycznych pomp wtryskowych. Wbudowano w nich nastawniki elektromagnetyczne z potencjometryczną kontrolą położenia. W ten sposób pracę przesuwu listwy lub obrotu dźwigni przez kierowcę wykonywał siłownik zasilany prądem. W pompach rotacyjnych jako czynnika sterującego używa się też paliwa, którego ciśnienie z kolei nastawiają elektromagnetyczne zawory przelewowe.

### **Rzędowe pompy z nastawnikiem listwy zębatej**

W silnikach pojazdów użytkowych do niedawna stosowano prawie wyłącznie rzędowe pompy wtryskowe o szczelinowym sterowaniu dawki wtryskiwanego paliwa. W tych pompach listwa zębata za pośrednictwem zabieraków obraca tłoczki względem cylinderek, zmieniając dawkę. Pojawiające się zastosowania elektronicznego sterowania doprowadziły do wprowadzenia sterowania siłownikami elektrycznymi tylko dla dawki paliwa, albo dawki i kąta wyprzedzenia tłoczenia. Aby ruch listwy mógł być sterowany elektrycznie, należało w miejscu odśrodkowego regulatora prędkości obrotowej wstawić liniowy siłownik elektromagnetyczny. Takie rozwiązanie prezentuje rysunek [4, s. 249].





**Rys. 11.** Rzędowa pompa wtryskowa z nastawnikiem elektromagnetycznym  
 1 – cylinderek sekcji tłoczącej, 2 – zabierak tłoczka sekcji tłoczącej, 3 – listwa sterująca wielkość dawki,  
 4 – tłoczek sekcji, 5 – wałek napędowy, 6 – elektromagnetyczny nastawnik kąta wyprzedzenia tłoczenia,  
 7 – wałek sterujący położenie suwaka, 8 – elektromagnes nastawnika wielkości dawki, 9 – indukcyjny  
 przetwornik położenia listwy zębatej, 10 – złącze elektryczne, 11 – przetwornik prędkości obrotowej [4, s. 249].

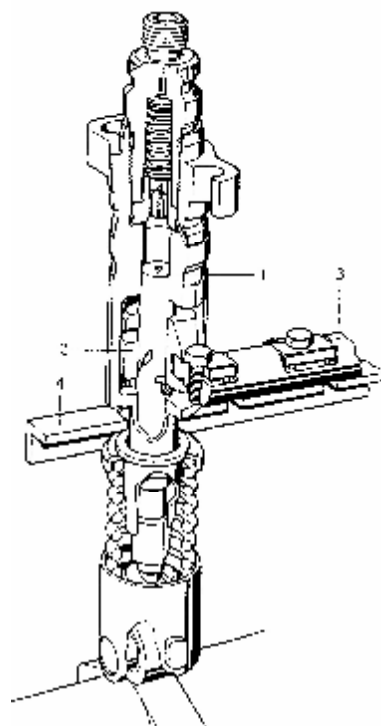
### **Sterowanie dawką wtryskiwanego paliwa**

Sterowanie ilością wtryskiwanego paliwa odbywa się podobnie jak w pompach sterowanych mechanicznie. Listwa z frezowanymi szczelinami obraca zabieraki tłoczków zaczeplone o listwę wypustami. Obrót tłoczków w cylindercie zmienia czynną długość pobocznicę tłoczka, która odsłania okno przelewowe. W pompie o sterowaniu elektronicznym listwę przesuwają nastawnik elektromagnetyczny.

### **Sterowanie kątem wyprzedzenia tłoczenia**

Zmiana początku tłoczenia w funkcji różnych parametrów pracy silnika odbywa się przez zmianę skoku wstępnego tłoczka. Tuleja z otworem przelewowym jest przesuwana w górę albo w dół po tłoczku (rysunek 12).

Przesunięcie w górę powoduje opóźnienie zamknięcia przez górną krawędź sterującą tłoczka okna przelewowego. Jest to równoznaczne z opóźnieniem tłoczenia. Przesunięcie tulei w dół zwiększa kąt wyprzedzenia tłoczenia.



**Rys. 12.** Zmiana początku tłoczenia za pomocą suwaka skoku  
 1 – tłoczek sekcji, 2 – suwak skoku, 3 – wałek sterujący położenie suwaka,  
 4 – listwa regulacyjna pompy wtryskowej [4, s. 255]

Głównymi sygnałami sterującymi w tym układzie są:

- położenie pedału przyspieszenia;
- ciśnienie powietrza w kolektorze dolotowym;
- prędkość obrotowa silnika;
- położenie wału rozrządu.

Dawka paliwa i kąt wyprzedzenia tłoczenia są korygowane na podstawie dodatkowych sygnałów sterujących, którymi są:

- rzeczywiste położenie organu sterującego dawką paliwa;
- naciśnięcie pedału sprzęgła;
- naciśnięcie pedału hamulca;
- prędkość samochodu;
- temperatura cieczy chłodzącej;
- temperatura powietrza dolotowego.

#### **Pompy z tłokorozdzielaczem i nastawnikiem elektromagnetycznym.**

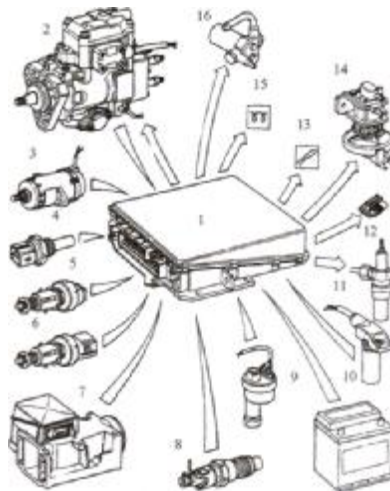
Dążenie do zmiany dawki paliwa na wtrysk i kąta wyprzedzenia wtrysku w sposób programowalny zaowocowało wprowadzeniem w silnikach koncernu Volkswagen pomp z tłokorozdzielaczem, wyposażonych w dwa układy sterowane elektronicznie. Wykorzystując konstrukcję pompy Bosch VE zamieniono mechaniczny regulator prędkości obrotowej na nastawnik elektromagnetyczny. Mechaniczny przestawiacz kąta wyprzedzenia tłoczenia zamieniono na regulator z elektromagnetycznym zaworem upustowym.

W ten sposób na bazie znanej, sprawdzonej konstrukcji pompy rozdzielaczowej typu VE powstały pompy typu EDC VE oraz HDK VE. Pompa EDC VE ma potencjometr do odczytu położenia dozatora, a pompa HDK VE ma w tym miejscu przetwornik indukcyjny. Elementy układu sterowania w układzie zasilania z pompą HDK VE pokazano na rysunku 13.

W układzie sterowania można wyróżnić następujące główne sygnały sterujące:

- położenie pedału przyspieszenia;

- natężenie dopływu powietrza do silnika;
  - prędkość obrotowa;
  - chwila wzniosu iglicy jednego z wtryskiwaczy.
- Sygnalami korekcyjnymi są:
- temperatura cieczy chłodzącej;
  - temperatura powietrza dolotowego;
  - ciśnienie powietrza dolotowego i atmosferycznego;
  - temperatura paliwa;
  - napięcie akumulatora;
  - położenie dozatora w pompie wtryskowej;
  - prędkość samochodu;
  - rozłączenie sprzęgła;
  - uruchomienie układu hamulcowego.
- Sterownik obsługuje następujące urządzenia:
- pompę wtryskową;
  - podgrzewacz paliwa;
  - świece żarowe;
  - zawór recyrkulacji spalin;
  - zawór ograniczenia ciśnienia doładowania.

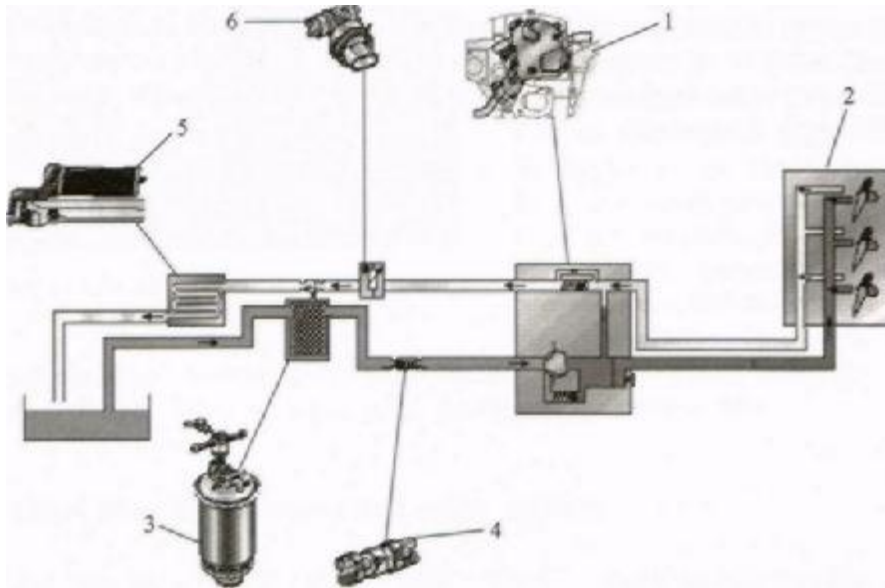


**Rys. 13.** Elementy układu sterowania z pompą typu HDK VE.

- 1 – sterownik silnika, 2 – pompa wtryskowa, 3 – potencjometr położenia pedału przyspieszenia, 4 – przetwornik temperatury cieczy chłodzącej, 5 – czujnik rozłączenia sprzęgła, 6 – czujnik naciśnięcia pedału hamulca, 7 – przepływomierz powietrza, 8 – wtryskiwacz paliwa z czujnikiem wzniosu iglicy wtryskiwacza, 9 – przetwornik prędkości samochodu, 10 – akumulator, 11 – podgrzewacz paliwa, 12 – gniazdo diagnostyczne, 13 – lampka ostrzegająca o awarii, 14 – zawór recyrkulacji spalin, 15 – świece żarowe, 16 – zawór elektromagnetyczny podgrzewacza paliwa [4, s. 257]

### **Zasilanie za pomocą pompowtryskiwaczy sterowanych elektronicznie**

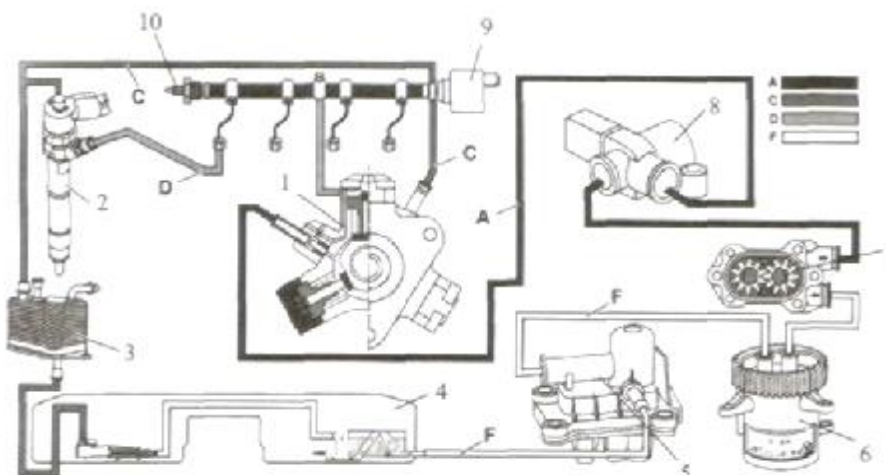
W dążeniu do poprawy rozpylenia paliwa w układach o wtrysku bezpośrednim konstruktorzy zwiększają ciśnienie wtrysku. Najwyższe stosowane obecnie ciśnienie we wtryskiwaczu przekracza nieco 200 MPa. Aby w bezpieczny sposób uzyskać tak wysokie ciśnienie, stosuje się indywidualne pompowtryskiwacze. Zamknięcie w jednej obudowie sekcji tłoczącej pompy i wtryskiwacza eliminuje z układu przewód wtryskowy, który byłby przeszkodą przy tak wysokim ciśnieniu i krótkim czasie wtrysku. W ostatnich latach dodano do produkowanych wcześniej pompowtryskiwaczy mechaniczny zawór sterujący. Aby praca układu była optymalna, musi on zawierać elektroniczny sterownik, korzystający z wielu czujników i przetworników, podobnie jak w innych współczesnych układach.



**Rys. 14.** Układ zasilania z elektrycznie sterowanymi pompowtryskiwaczami  
 1 – pompa wysokociśnieniowa, 2 – wtryskiwacze, 3 – filtr paliwa, 4 – zawór zwrotny,  
 5 – chłodnica paliwa, 6 – przetwornik temperatury paliwa. [4,s.274]

### Zasilanie zasobnikowe

W celu swobodnego kształtowania dawki wtryskiwanej bezpośrednio do cylindra skonstruowano liczne układy z zasobnikiem, w którym znajduje się paliwo pod wysokim ciśnieniem. Jest to rozwiązanie podobne do powszechnie stosowanego w silnikach ZI. W przypadku silników ZS nie można jednak zastosować jako wtryskiwaczy zaworów elektromagnetycznych, bo ze względu na wysokie ciśnienia wtrysku ich konstrukcja wymagałaby stosowania ciężkich, bezwładnych elementów. Czas przeznaczony na wtrysk bezpośrednio do cylindra jest krótki, np. 600  $\mu$ s. W takim czasie iglicę o dużej masie może unieść tylko ciśnienie oleju, dlatego w konstrukcji wtryskiwaczy stosuje się zawory elektromagnetyczne sterujące jedynie ciśnienie wewnątrz wtryskiwacza, a nie bezpośrednio ruch iglicy.



**Rys. 15.** Zasobnikowy układ zasilania  
 1 – pompa wysokiego ciśnienia, 2 – wtryskiwacz, 3 – chłodnica paliwa, 4 – zbiornik paliwa, 5 – podgrzewacz,  
 6 – filtr, 7 – pompa zasilająca, 8 – zawór odcinający, 9 – regulator ciśnienia, 10 – przetwornik ciśnienia,  
 A – ciśnienie zasilania, C – przelew nadmiaru, D – część wysokociśnieniowa, F – podciśnienie pompy zasilającej [4, s.284]

### **Badania diagnostyczne**

Przyczyną trudnych do znalezienia usterek są chwilowe braki ciągłości obwodów lub jeszcze gorsze zwarcie pomiędzy źle izolowanymi przewodami w wiązkach kablowych. Błędy są zapisywane w czasie eksploatacji na bieżąco z podziałem na ciągłe, występujące często oraz rzadkie. Błędy rzadkie są w niektórych sterownikach usuwane z pamięci, jeśli nie pojawią się po kilkudziesięciu kolejnych rozruchach silnika i po rozruchach silnik pracował po nagraniu. Część współczesnych sterowników przechowuje błędy aż do skasowania poleceniem testującego w pamięci nieulotnej typu EEPROM. Układ samodiagnostyki silnika, po wystąpieniu usterki w zależności od jej ważności ogranicza moc albo zatrzymuje silnik. Odczyt kodów błędów nie pozwala wykryć uszkodzeń natury przepływowej lub mechanicznej. Przy takich usterek bywa wręcz szkodliwy, generując kody nieprawdziwych błędów, wynikające z właściwych pomiarów wielkości fizycznych, których wartości leżą poza polem tolerancji.

### **Programy komputerowe sprawdzające elementy wykonawcze**

Metoda ta polega na załączaniu urządzeń wykonawczych z klawiatury mikrokomputera albo testera ręcznego i obserwacji związanych z tym zjawisk. Może być stosowana przy nie pracującym lub pracującym silniku. Od diagnostyki wymaga się wiedzy o skutkach załączenia urządzenia. W najprostszych przypadkach brak reakcji na włączenie zespołu czy elementu świadczy o jego uszkodzeniu. Do sprawdzanych tą metodą urządzeń wykonawczych należą:

- obwód świec żarowych;
- wstępna pompa paliwa napędzana elektrycznie;
- zawór upustowy spalin przy turbinie;
- nastawnik łopatek kierownicy turbiny;
- zawór recyrkulacji spalin;
- przepustnica awaryjnego „stopu”;
- sprzęgło sprężarki klimatyzacji;
- elektromagnetyczne nastawniki wielkości dawki;
- elektromagnetyczne nastawniki kąta wyprzedzenia tłoczenia.

Nie wszystkie wymienione powyżej elementy są obecne we wszystkich układach zasilania. Niektóre z nich realizują dla silnika te same funkcje np. regulacja ciśnienia doładowania odbywa się przez upust spalin, upust powietrza albo zmianę ustawienia łopatek kierownicy turbiny.

Często jedyną możliwą próbą obciążenia silnika i sprawdzenia, jakie są wówczas parametry jego pracy jest gwałtowne zwiększenie prędkości obrotowej. Przy skokowej zmianie położenia pedału przyspieszenia silnik, jako obiekt sterowania, odpowiada przyrostem prędkości. Jest przez chwilę obciążony bezwładnością poruszających się w nim elementów. Wobec powszechnego wprowadzenia do układów elektronicznego sterowania potencjometrów położenia pedału przyspieszenia stało się możliwe symulowanie ich gwałtownego ruchu. Można wywołać powtarzalne cykle przyspieszania biegu silnika. Ta metoda diagnostyki jest rozwijana od wielu lat w licznych ośrodkach. Sprawdza się w ten sposób zarówno dynamikę układu sterowania, jak i jakość przetwarzania energii w silniku. Możliwość cyfrowej rejestracji przebiegów czasowych i późniejszej analizy danych znacznie rozszerzyła możliwości metody.

#### **4.4.2. Pytania sprawdzające**

Odpowiadając na pytania sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie znasz rodzaje pomp wtryskowych ZS?
2. Jakie znasz metody i urządzenia do pomiaru układów zasilania ZS?
4. Jakie znasz sposoby diagnozy układów zasilania ZS?
5. Jakie znasz urządzenia wykonawcze układów zasilania ZS?
6. Jakie znasz główne sygnały sterujące układów zasilania ZS?

### 4.4.3. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Zlokalizuj i napraw uszkodzenie w systemie elektronicznego układu zasilania silnika ZS za pomocą oprogramowania diagnostycznego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać materiał nauczania zawarty w poradniku,
- 2) przeczytać instrukcję do przeprowadzenia ćwiczenia,
- 3) zapoznać się z przepisami i instrukcjami bezpieczeństwa,
- 4) w zeszyt do ćwiczeń sporządzić plan pracy,
- 5) dobrać odpowiednie narzędzia i przyrządy,
- 6) dokonać podłączenia badanego urządzenia,
- 7) dokonać pomiarów,
- 8) zapisać w zeszyt do ćwiczeń wyniki pomiarów i swoje wnioski,
- 9) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko do wykonania ćwiczenia,
- stanowisko multimedialne do zaprezentowania filmu instruktażowego na temat uszkodzenia w systemie elektronicznego układu zasilania silnika ZS,
- instrukcje stanowiskowe dla urządzeń i narzędzi,
- kompletny pojazd samochodowy,
- zestaw narzędzi monterskich,
- narzędzia kontrolno-pomiarowe,
- środki zabezpieczająco-ochronne,
- przybory do pisania, zeszyt do ćwiczeń.

#### Ćwiczenie 2

Zlokalizuj i napraw uszkodzenie w systemie elektronicznego układu zasilania silnika ZS na podstawie instrukcji serwisowej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać instrukcję do zadania,
- 2) przeczytać materiał nauczania zawarty w poradniku,
- 3) przeczytać materiał wskazany przez nauczyciela,
- 4) w zeszycie do ćwiczeń sporządzić plan pracy,
- 5) zgromadzić narzędzia i urządzenia niezbędne do wykonania ćwiczenia,
- 6) przygotować stanowisko pracy,
- 7) wykonać ćwiczenie zgodnie ze sporządzonym planem,
- 8) uporządkować stanowisko pracy,
- 9) zapisać wnioski i spostrzeżenia z wykonanego ćwiczenia,
- 10) zaprezentować efekt swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko do wykonania ćwiczenia,
- stanowisko multimedialne do zaprezentowania filmu instruktażowego na temat: układu zasilania silnika ZS,
- instrukcje stanowiskowe dla urządzeń i narzędzi,
- kompletny pojazd samochodowy lub makietę,
- zestaw narzędzi monterskich,
- narzędzia kontrolno-pomiarowe,
- środki zabezpieczająco-ochronne,
- przybory do pisania,
- zeszyt do ćwiczeń.

#### 4.4.4. Sprawdzian postępów

**Czy potrafisz?**

|   | <b>Tak</b> | <b>Nie</b> |
|---|------------|------------|
| 1) zorganizować stanowisko do pomiaru układu zasilania ZS?                  | ..         | ..         |
| 2) dokonać podziału narzędzi pomiarowych do diagnozy układu zasilania?      | ..         | ..         |
| 3) wskazać urządzenia służące wyłącznie do diagnostyki układu zasilania ZS? | ..         | ..         |
| 4) opisać zastosowanie oprogramowania diagnostycznego?                      | ..         | ..         |
| 5) dobrać przyrządy niezbędne do wykonania naprawy układu zasilania?        | ..         | ..         |
| 6) wymienić różnice pomiędzy elementami budowy układu zasilania ZI i ZS?    | ..         | ..         |
| 7) opisać funkcję i zasadę działania każdego elementu układu zasilania ZS?  | ..         | ..         |
| 8) przygotować stanowisko pracy do diagnozowania układu zasilania ZS?       | ..         | ..         |
| 9) przeprowadzić i zinterpretować wynik diagnozy układu zasilania?          | ..         | ..         |
| 10) zapisać wnioski i spostrzeżenia z wykonanego ćwiczenia?                 | ..         | ..         |

## 5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

### INSTRUKCJA DLA UCZNIĄ

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test zawiera 20 zadań o różnym stopniu trudności. Są to zadania wielokrotnego wyboru.
5. Za każdą poprawną odpowiedź możesz uzyskać 1 punkt.
6. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej karcie odpowiedzi. Dla każdego zadania podane są cztery możliwe odpowiedzi: a, b, c, d. Tylko jedna odpowiedź jest poprawna: wybierz ją i zaznacz kratkę z odpowiadającą jej literą znakiem X.
7. Staraj się wyraźnie zaznaczać odpowiedzi. Jeżeli się pomylisz i błędnie zaznaczysz odpowiedź, otocz ją kółkiem i zaznacz ponownie odpowiedź, którą uważasz za poprawną.
8. Test składa się z dwóch części. Część I zawiera zadania z poziomu podstawowego, natomiast w części II są zadania z poziomu ponadpodstawowego. Zadania te mogą przysporzyć Ci trudności, gdyż są one na poziomie wyższym niż pozostałe (dotyczy to pytań o numerach od 18 do 20).
9. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
10. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie sprawiało Ci trudność, wtedy odłóż rozwiązanie zadania na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci czas wolny.
11. Po rozwiązaniu testu sprawdź, czy zaznaczyłeś wszystkie odpowiedzi na KARCIE ODPOWIEDZI.
12. Na rozwiązanie testu masz 45 minut.

Powodzenia!

### ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. W czasie napraw instalacji elektrycznej największym zagrożeniem jest
  - a) porażenie prądem.
  - b) poparzenie elektrolitem.
  - c) wybuch spowodowany iskrzeniem.
  - d) skaleczenie.
2. Znaki bezpieczeństwa dzielimy na
  - a) 3 grupy.
  - b) 4 grupy.
  - c) 5 grup.
  - d) 6 grup.
3. U człowieka migotanie komór serca następuje przy przepływie prądu
  - a) 100 mA.
  - b) 200 mA.
  - c) 300 mA.
  - d) 400 mA.

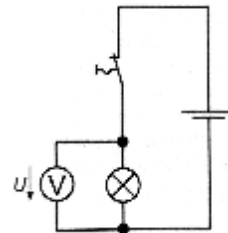


4. Najważniejszą 60 % awaryjność w samochodzie wykazują
- złącza.
  - gniazda.
  - wtyki.
  - elementy elektroniczne.

5. Tester AMX 550 służy do
- badania akumulatora.
  - badania układu hamulcowego.
  - odczytywania informacji diagnostycznych.
  - oceny jakości płynu chłodniczego.



6. Przedstawiony schemat pokazuje
- sposób podłączenia woltomierza.
  - sposób podłączenia amperomierza.
  - sposób podłączenia omomierza.
  - sprawdzenie akumulatora.



7. Najważniejszym zadaniem samodiagnozy wykonywanej przez centralny sterownik jest
- wspieranie stacji obsługi w poszukiwaniu usterki.
  - kontrola układu klimatyzacji.
  - określenie momentu zużycia silnika.
  - stałym pomiarze parametrów układu kierowniczego.
8. Najczęstszą przyczyną błędów wyłapywanych przez komputer w samochodzie jest
- zła przewodność na stykach.
  - zawilgocenie jednostki sterującej.
  - wstrząsy nadwozia.
  - przegrzanie wiązek elektrycznych.
9. Kody błędów zapisywane są w
- pamięci sterowników.
  - specjalnej zasilanej dodatkowo pamięci.
  - układzie scalonym połączonym z diodą sygnalizacyjną LED.
  - demontowanej pamięci przenośnej.
10. Migająca na tablicy wskaźników dioda LED świadczy o
- wadliwym funkcjonowaniu systemu.
  - przerwie w obwodzie zasilania.
  - wadzie reflektora świateł.
  - przerwie na przewodzie łączącym cewkę z aparatem zapłonowym.
11. Sterownik zapamiętuje występujące usterki pod warunkiem
- nie przerywania zasilania.
  - nie uszkodzenia baterii podtrzymującej pamięć.
  - nie przerywania zasilania na więcej niż 30 sekund.
  - prawidłowego chłodzenia jednostki sterującej.

12. Do diagnozowania szybkich błędów w samochodzie służy
  - a) miernik uniwersalny.
  - b) lampa stroboskopowa.
  - c) kontrolka.
  - d) oscyloskop.
  
13. Procedura naprawcza i karta diagnostyczna znajdują się w
  - a) programie do kosztorysowania pojazdów.
  - b) karcie serwisowej pojazdu.
  - c) ręcznym testerze diagnostycznym.
  - d) programowym czytniku informacji.
  
14. Zadaniem karty diagnostycznej jest
  - a) udokumentowanie procesu naprawy.
  - b) zaprotokołowanie wady przekazanej przez klienta.
  - c) przedstawienie kosztów wykonanej usługi.
  - d) ustalenie danych diagnostycznych samochodu.
  
15. Analizator spalin służy do
  - a) diagnozowania stanu pracy silnika.
  - b) poprawy spalania paliwa.
  - c) określenia stanu spalin.
  - d) stwierdzenia stanu zużycia jednostki napędowej.
  
16. Obsługą pojazdu nazywamy zespół czynności służących
  - a) badaniu aktualnego stanu technicznego.
  - b) utrzymanie pełnej gotowości eksploatacyjnej.
  - c) badaniu zużycia pierścieni tłokowych.
  - d) badaniu uszkodzeń elektrycznych pojazdu.
  
17. Zadaniem układu zasilania jest dostarczenie
  - a) niezbędnej mieszanki paliwowo-powietrznej.
  - b) niezbędnej ilości prądu.
  - c) wymaganych ilości oleju silnikowego.
  - d) wymaganych ilości paliwa.
  
18. Programowy czytnik informacji to
  - a) zapłon mierzony na wolnych obrotach.
  - b) komputer PC z oprogramowaniem diagnostycznym.
  - c) uniwersalny woltomierz samochodowy.
  - d) czytnik impulsów koła zamachowego.
  
19. Odłączenie akumulatora podczas migania diody LED spowoduje
  - a) uszkodzenie diody LED.
  - b) uszkodzenie pamięci.
  - c) uszkodzenie sterownika poprzez zapisanie błędów na stałe.
  - d) usunięcie kodów błędów z pamięci sterownika.

20. W systemie sterowania elektronicznego trzy współpracujące grupy zespołów to
- a) cęgła, przewody, sterowniki.
  - b) sterowniki, cęgła, silniczki.
  - c) czujniki, komputer, sterowniki.
  - d) zasilanie, czujniki, sterowniki.

## KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko .....

### Badanie i naprawa elektronicznych elementów układów zasilania silników z zapłonem iskrowym i samoczynnym

Zakreśl poprawną odpowiedź.

| Nr zadania    | Odpowiedź |   |   |   | Punkty |
|---------------|-----------|---|---|---|--------|
| 1             | a         | b | c | d |        |
| 2             | a         | b | c | d |        |
| 3             | a         | b | c | d |        |
| 4             | a         | b | c | d |        |
| 5             | a         | b | c | d |        |
| 6             | a         | b | c | d |        |
| 7             | a         | b | c | d |        |
| 8             | a         | b | c | d |        |
| 9             | a         | b | c | d |        |
| 10            | a         | b | c | d |        |
| 11            | a         | b | c | d |        |
| 12            | a         | b | c | d |        |
| 13            | a         | b | c | d |        |
| 14            | a         | b | c | d |        |
| 15            | a         | b | c | d |        |
| 16            | a         | b | c | d |        |
| 17            | a         | b | c | d |        |
| 18            | a         | b | c | d |        |
| 19            | a         | b | c | d |        |
| 20            | a         | b | c | d |        |
| <b>Razem:</b> |           |   |   |   |        |

## 6. LITERATURA

1. Gawin E. (red.): Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych. WKiŁ, Warszawa 2003
2. Grzybek S. (red.): Budowa pojazdów samochodowych. Część I. REA, Warszawa 2003
3. Herner A., Riehl H.: Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych. WKiŁ, Warszawa 2003
4. Kneba Z., Makowski S.: Zasilanie i sterowanie silników. WKiŁ, Warszawa 2004
5. Kozłowski M. (red.): Mechanik pojazdów samochodowych. Budowa i eksploatacja pojazdów. Część II. Vogel, Wrocław 2003
6. Kozłowski M. (red.): Mechanik pojazdów samochodowych. Budowa i eksploatacja pojazdów. Część III. Vogel, Wrocław 2002
7. Merkisz J., Mazurek St.: Pokładowe systemy diagnostyczne pojazdów samochodowych. WKiŁ, Warszawa 2004
8. Ocioszyński J.: Zespoły elektryczne i elektroniczne w samochodach. WNT, Warszawa 1999
9. Trzeciak K.: Diagnostyka samochodów osobowych. WKiŁ, Warszawa 1998

### **Materiały pomocnicze**

1. Program diagnostyczny: „Dialogys”
2. Janiszewski T., Mavrantzas S.: Elektroniczne układy wtryskowe silników wysokoprężnych. Wyd. 2. WKiŁ, Warszawa 2004