



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Tomasz Suwalski
Piotr Ziembicki

Badanie układów elektronicznych występujących w pojazdach samochodowych 724[02].O1.11

Poradnik dla ucznia

Wydawca
Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2007

Recenzenci:

mgr inż. Dariusz Duralski

mgr inż. Marcin Łukasiewicz

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Tomasz Suwalski

mgr inż. Piotr Ziembicki

Konsultacja:

mgr inż. Jolanta Skoczylas

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 724[02].O1.11 „Badanie układów elektronicznych występujących w pojazdach samochodowych”, zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu elektromechanik pojazdów samochodowych.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2007

SPIS TREŚCI

| | |
|---|----|
| 1. Wprowadzenie | 3 |
| 2. Wymagania wstępne | 5 |
| 3. Cele kształcenia | 6 |
| 4. Materiał nauczania | 7 |
| 4.1. Przepisy BHP. Zasady montażu i demontażu elementów układów elektronicznych | 7 |
| 4.1.1. Materiał nauczania | 7 |
| 4.1.2. Pytania sprawdzające | 9 |
| 4.1.3. Ćwiczenia | 9 |
| 4.1.4. Sprawdzian postępów | 9 |
| 4.2. Układy zasilające. Układy tyrystorowe | 10 |
| 4.2.1. Materiał nauczania | 10 |
| 4.2.2. Pytania sprawdzające | 14 |
| 4.2.3. Ćwiczenia | 14 |
| 4.2.4. Sprawdzian postępów | 16 |
| 4.3. Projektowanie układów elektronicznych. Wzmacniacze elektroniczne. Elektroniczne układy przekształcające i generacyjne | 17 |
| 4.3.1. Materiał nauczania | 17 |
| 4.3.2. Pytania sprawdzające | 23 |
| 4.3.3. Ćwiczenia | 23 |
| 4.3.4. Sprawdzian postępów | 25 |
| 4.4. Elektroniczne układy cyfrowe. Cyfrowe systemy pomiarowe | 26 |
| 4.4.1. Materiał nauczania | 26 |
| 4.4.2. Pytania sprawdzające | 31 |
| 4.4.3. Ćwiczenia | 31 |
| 4.4.4. Sprawdzian postępów | 33 |
| 4.5. Elektroniczne urządzenia automatyki | 34 |
| 4.5.1. Materiał nauczania | 34 |
| 4.5.2. Pytania sprawdzające | 41 |
| 4.5.3. Ćwiczenia | 41 |
| 4.5.4. Sprawdzian postępów | 42 |
| 4.6. Urządzenia elektroniki samochodowej | 43 |
| 4.6.1. Materiał nauczania | 43 |
| 4.6.2. Pytania sprawdzające | 48 |
| 4.6.3. Ćwiczenia | 48 |
| 4.6.4. Sprawdzian postępów | 49 |
| 5. Sprawdzian osiągnięć | 50 |
| 6. Literatura | 55 |

1. WPROWADZENIE

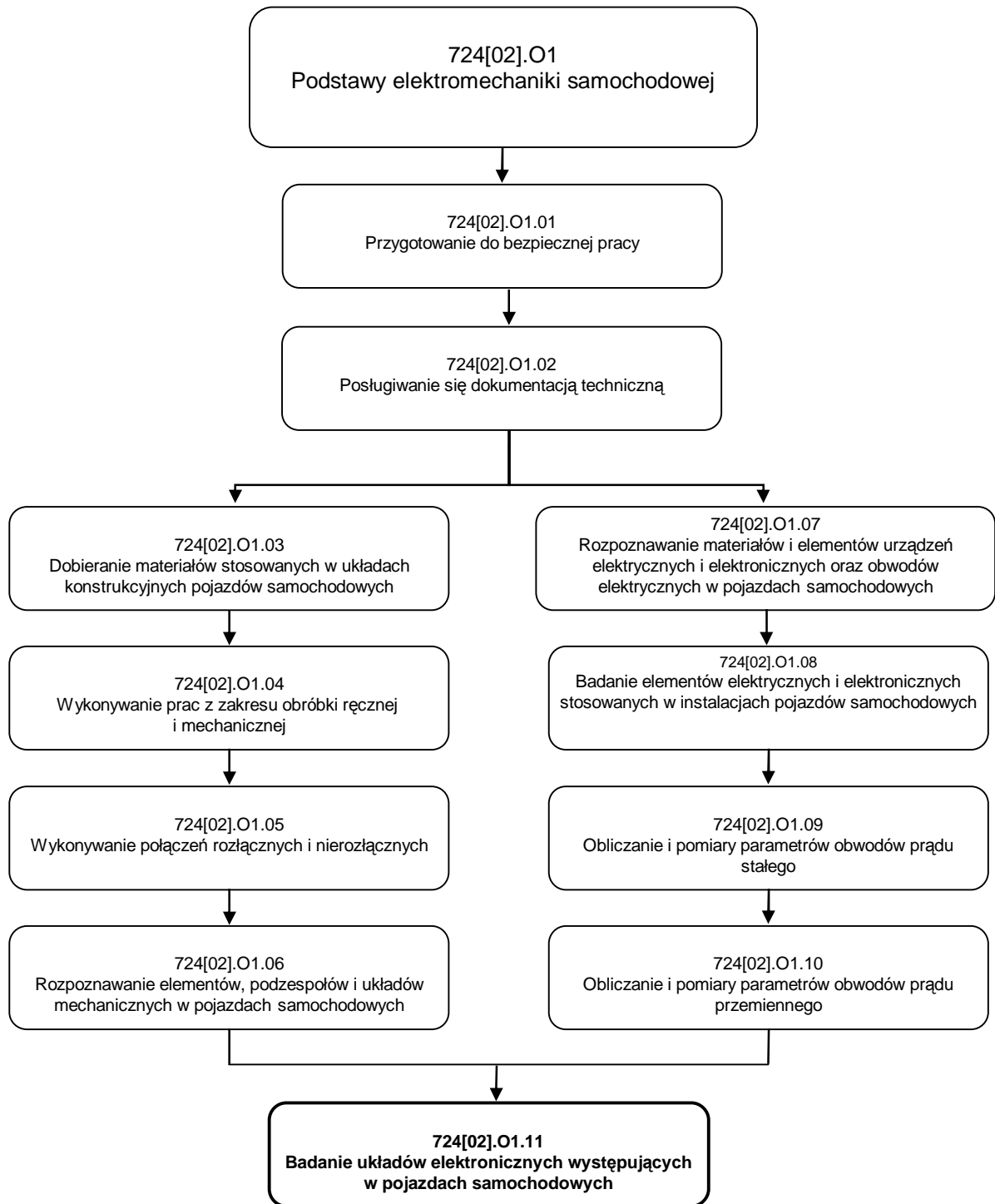
Poradnik ten będzie Ci pomocny w ukształtowaniu umiejętności z zakresu elektroniki. Zawarto w nim podstawowe informacje o układów elektronicznych występujących w pojazdach samochodowych. Ułatwi Ci to ukształtowanie umiejętności rozpoznawania elementów obwodów elektrycznych, analizowania zjawisk, wykonywania pomiarów, oraz interpretowania wyników pomiarów.

W poradniku znajdziesz:

- wymagania wstępne – wykaz umiejętności, jakie powinieneś mieć już ukształtowane, abyś bez problemów mógł korzystać z poradnika,
- cele kształcenia – wykaz umiejętności, jakie ukształtujesz podczas pracy z poradnikiem,
- materiał nauczania – wiadomości teoretyczne niezbędne do osiągnięcia założonych celów kształcenia i opanowania umiejętności zawartych w jednostce modułowej,
- zestaw pytań, abyś mógł sprawdzić, czy jesteś już przygotowany do wykonywania ćwiczeń,
- ćwiczenia, które pomogą Ci zweryfikować wiadomości teoretyczne oraz ukształtować umiejętności praktyczne, w przypadku pytań i ćwiczeń, których rozwiązanie sprawia Ci trudności, zwracaj się o pomoc do nauczyciela,
- sprawdziany postępów, czyli zestawy pytań, na które należy odpowiedzieć, dla samooceny,
- test osiągnięć, przykładowy zestaw zadań: pozytywny wynik testu potwierdzi, że dobrze pracowałeś podczas zajęć i ukształtowałeś umiejętności z tej jednostki modułowej,
- literaturę uzupełniającą, do której należy sięgać dla pogłębienia wiedzy.

Bezpieczeństwo i higiena pracy

W czasie pobytu w pracowni musisz przestrzegać regulaminów, przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy oraz instrukcji przeciwpożarowych, wynikających z rodzaju wykonanych prac.



Schemat układu jednostek modułowych

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu nauczania jednostki modułowej powinieneś umieć:

- stosować jednostki układu SI,
- przeliczać wielkości wielokrotne i podwielokrotne podstawowych wielkości elektrycznych,
- korzystać z różnych źródeł informacji,
- użytkować komputer na poziomie podstawowym,
- współpracować w grupie,
- posługiwać się podstawowymi pojęciami z chemii i fizyki z zakresu budowy materii i zjawisk związanych z elektrycznością,
- odczytywać i wykonywać wykresy funkcji,
- rozwiązywać równania matematyczne, przekształcać wzory,
- wykonywać pomiary oscyloskopem,
- wykonywać pomiary multimetrem,
- odczytywać rysunki techniczne.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- rozpoznać elementy i układy elektroniczne,
- połączyć elementy i układy elektroniczne na podstawie schematów ideowych i montażowych,
- zmierzyć parametry podstawowych elementów i układów elektronicznych na podstawie schematu układu pomiarowego,
- ocenić stan techniczny układów elektronicznych na podstawie oględzin i pomiarów,
- dokonać analizy pracy prostych układów elektronicznych na podstawie schematów ideowych oraz uzyskanych wyników pomiarów,
- zlokalizować i usunąć usterki w układach elektronicznych,
- dobrać z katalogów zamienniki elementów elektronicznych,
- zamontować układy elektroniczne w pojazdach,
- wyjaśnić budowę i zasadę działania oraz określić zastosowanie elektronicznych urządzeń automatyki i urządzeń elektroniki samochodowej,
- opracować wyniki pomiarów z wykorzystaniem techniki komputerowej,
- zastosować zasady montażu i demontażu elementów i układów elektronicznych,
- zlokalizować urządzenia elektroniki samochodowej w pojazdach,
- wyszukać parametry elementów elektronicznych z wykorzystaniem przeglądarki internetowej,
- wykonać proste urządzenie elektroniczne na płycie drukowanej,
- zastosować przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej, ochrony od porażeń prądem elektrycznym oraz ochrony środowiska obowiązujące na stanowisku pracy.

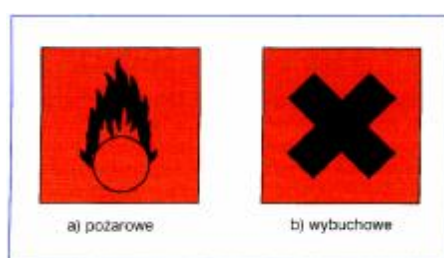
4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Przepisy BHP. Zasady montażu i demontażu elementów układów elektronicznych

4.1.1. Materiał nauczania

Przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy

Podstawowym czynnikiem decydującym o bezpieczeństwie w pracowni jest właściwa organizacja zajęć. W celu zagwarantowania bezpieczeństwa pracy w pracowni elektronicznej należy przestrzegać przedstawionych poniżej zasad postępowania.



Rys. 1. Symbole zagrożeń [1, s. 198]

- 1) Uczniowie mogą przebywać w pracowni tylko pod opieką nauczyciela.
- 2) Przed przystąpieniem do pracy należy sprawdzić, czy używane przyrządy nie są uszkodzone mechanicznie (luźno zamocowane zaciski, pokrętła regulacyjne, uszkodzona izolacja przewodów itp.). W przypadku stwierdzenia takich uszkodzeń należy niezwłocznie powiadomić nauczyciela prowadzącego zajęcia.
- 3) W trakcie zajęć należy ostrożnie obchodzić się z przyrządami, zwłaszcza przy ich przenoszeniu lub ustawianiu. Nie należy stawiać przyrządu na przewodzie zasilającym.
- 4) Przyrządy pomiarowe należy ustawić na stole pomiarowym tak, aby połączenia występujące pomiędzy nimi a badanym układem były jak najkrótsze. Przejrzyste, zgodne ze schematem pomiarowym, rozmieszczenie przyrządów ułatwi sprawdzenie prawidłowości połączeń i obserwację wskazań.
- 5) Stoły pomiarowe powinny być oczyszczone ze zbędnych przedmiotów (torby, nie używane książki, nie wykorzystywane przewody itp.).
- 6) Przy badaniu układów zasilanych napięciami niebezpiecznymi należy postępować ściśle według wskazówek nauczyciela.
- 7) Połączony układ pomiarowy, w którym występują napięcia niebezpieczne, trzeba zgłosić do sprawdzenia nauczycielowi. Włączenia napięcia dokonuje nauczyciel.
- 8) Przed podłączeniem napięcia sprawdzić czy układ pomiarowy jest wykonany tak, aby w każdej chwili było możliwe jego odłączenie od napięcia.
- 9) Wszelkie zmiany w układzie pomiarowym, w którym występują napięcia niebezpieczne, wolno przeprowadzać tylko po uprzednim wyłączeniu napięcia zasilającego. Sprawdzenia prawidłowości zmian dokonanych w układzie pomiarowym i ponownego włączenia napięcia dokonuje nauczyciel.
- 10) Podczas wykonywania pomiarów należy postępować zgodnie z zasadą, że przyrządy pomiarowe obsługuje się jedną ręką.

- 11) W przypadku zauważenia zmian w układzie, które mogą spowodować uszkodzenie urządzeń lub stworzyć niebezpieczeństwo porażenia, należy natychmiast wyłączyć napięcie zasilające i wezwać nauczyciela prowadzącego zajęcia.
- 12) Demontaż układu należy wykonać jedynie po uprzednim wyłączeniu napięcia zasilającego.
- 13) Każda pracownia powinna być wyposażona w łatwo dostępne przyciski, służące do wyłączenia napięcia zasilającego stoły pomiarowe. W przypadku niebezpieczeństwa, np. porażenia osób, pożaru itp., należy w pierwszej kolejności wyłączyć napięcie zasilające.

Podczas montażu i demontażu układów elektrycznych należy przestrzegać następujących zasad:

- 1) naprawy w układzie elektrycznym powinny być wykonywane przez wykwalifikowany personel techniczny,
- 2) przed każdymi pracami na układzie elektrycznym należy ze względów bezpieczeństwa zawsze odłączać akumulator przy wyłączonym silniku,
- 3) nie stosować pomocy w rozruchu w postaci urządzenia szybko ładującego,
- 4) szybkie ładowanie akumulatorów przeprowadzać tylko przy odłączonym przewodzie plus i minus, zwracać uwagę na prawidłową biegowość akumulatorów i prostowników,
- 5) przy pracującym alternatorze unikać jakichkolwiek zwarć na alternatorze i wyprowadzeniach regulatora a w szczególności z masą,
- 6) do pomiarów używać tylko odpowiednich i sprawnych przyrządów pomiarowych,
- 7) unikać zwarć,
- 8) wtyczkę wiązki kablowej elektronicznych urządzeń sterujących wyjmować lub wkładać tylko przy wyłączonym „zapłonie”,
- 9) przy myciu chronić elementy układu elektrycznego przed zamoczeniem,
- 10) przy prowadzeniu wszelkich prac spawalniczych należy bezwzględnie odłączyć akumulator,
- 11) sterowniki elektroniczne od instalacji elektrycznej pojazdu a najlepiej je wymontować, odłączyć akumulatory. Zacisk masowy spawarki należy podłączyć bezpośrednio do spawanej części pojazdu, w przeciwnym razie następuje przepływ prądów zwarciovych i prądów spawalniczych przez alternator i regulator, co przeciąża termicznie ich elementy półprzewodnikowe.

4.1.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jak zorganizować stanowisko pomiarowe?
2. Jakie czynności należy wykonać przed demontażem urządzeń elektronicznych?
3. Jaka zasada obowiązuje podczas wykonywania pomiarów elektrycznych?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Sformułuj czynniki stanowiące zagrożenia podczas wykonywania ćwiczeń w pracowni pomiarów oraz przedstaw sposoby zapobiegania im.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zaplanować tok postępowania,
- 2) przygotować tabelę przedstawiającą czynniki stanowiące zagrożenie oraz sposoby zapobiegania wypadkom podczas wykonywania następujących czynności:
 - organizowania stanowiska pomiarowego,
 - przed przystąpieniem do wykonywania pomiarów, montażu/demontażu,
 - w trakcie wykonywania pomiarów,
 - przed przeprowadzeniem zmian w układzie,
 - w przypadku niebezpieczeństwa porażenia osób, pożaru i innych przypadków,
- 3) opisać wykonanie ćwiczenia,
- 4) zaprezentować pracę.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- regulamin zajęć w pracowni pomiarów elektrycznych,
- instrukcja bezpieczeństwa w pracowni pomiarów elektrycznych,
- arkusz papieru, przybory do pisania,
- literatura rozdz. 6.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

| | Tak | Nie |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1) zorganizować stanowisko pomiarowe zgodnie z przepisami bezpieczeństwa i higieny pracy? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) zastosować reguły bezpieczeństwa przed przystąpieniem do prac montażowych i demontażowych? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) postępować zgodnie z regulaminem zajęć w pracowni pomiarów elektrycznych? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) określić zagrożenia bezpieczeństwa na pracowni? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

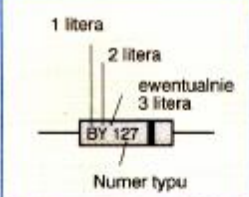
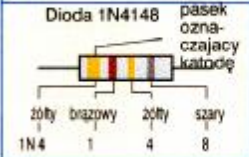
4.2. Układy zasilające. Układy tyrystorowe

4.2.1. Materiał nauczania

Diody są elementami jednozłączowymi. Mają właściwości zaworowe. Przewodzą prąd tylko w jednym kierunku. Wyprowadzenia diody nazywają się odpowiednio anodą i katodą. Do produkcji diod stosuje się pierwiastki: german lub krzem. W zależności od zastosowania wyróżnia się różne rodzaje diod.

Diody małosygnałowe są wytwarzane dla małych (rzędu miliamperów) wartości prądów. Stosuje się je w układach przełączających oraz prostownikach w zakresie wielkich częstotliwości. Wytwarza się je z germanu lub krzemu.

Diody prostownicze muszą najczęściej przewodzić prądy o wartościach rzędu amperów. Dlatego nazywa się je często także diodami mocy. Do ich produkcji stosuje się krzem.

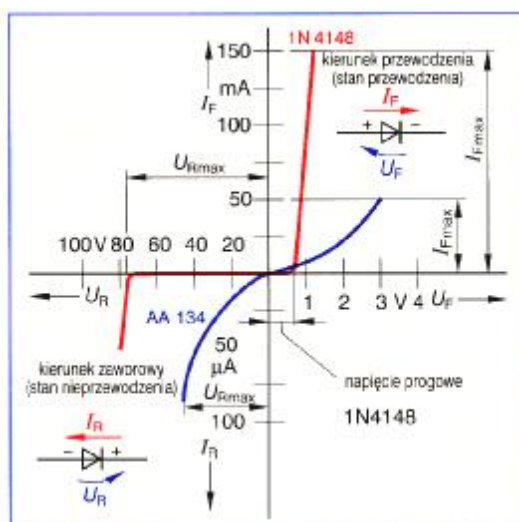
| Przykład: | Oznaczenie |
|--|---|
|  | <p>Nadruk: Oznaczenie składa się z dwóch lub trzech liter i cyfr.</p> <p>1. litera: Materiał półprzewodnika, np. A - german, B - krzem, C - arsenek galu.</p> <p>2. litera: Funkcja, np. A - dioda sygnałowa, Y - dioda prostownicza, Q - dioda świecąca.</p> <p>3. litera: Zastosowanie przemysłowe: (profesjonalne np. X, Y, Z jak BAY 89).</p> <p>Liczba: (Numer typu)</p> |
|  | <p>Oznaczenie kolorami wg JEDEC: Oznaczenie składa się z kombinacji „1N” i czterocyfrowej liczby podanej w postaci kolorowych pasków za pomocą kodu barw.</p> <p>Poszczególne kolory oznaczają: Czarny – 0, brązowy – 1, czerwony – 2, pomarańczowy – 3, żółty – 4, zielony – 5, niebieski – 6, fioletowy – 7, szary – 8, biały – 9.</p> |

Rys. 2. Oznaczenia diod [1, s. 206]

Oznaczenia diod. Kierunek przepływu prądu przez diodę wskazuje symbol trójkąta równobocznego. Wierzchołek trójkąta pokazuje kierunek przepływu prądu przewodzenia I_F , który może płynąć tylko wtedy, kiedy anoda jest spolaryzowana dodatnio względem katody.

Wartość napięcia U_s zależy od materiału, z jakiego wykonano diodę. W diodach germanowych $U_s \approx 0,2$ V, w krzemowych $U_s \approx 0,6$ V. Obudowy wykonuje się np. z plastiku, lub metalu. Diody z mocowaniem śrubowym są diodami mocy i mogą być mocowane na radiatorze wykonanym z blachy lub kształtownika. Na obudowę diody mocy może być wyprowadzona katoda lub anoda. Z tego powodu bardzo często w procesie produkcyjnym nanosi się na nią odpowiednio ukierunkowany symbol diody. Diody bez wydrukowanego symbolu mają katodę zaznaczoną kolorowym paskiem. Na wszystkich diodach drukuje się oznaczenie typu. Podane jest ono w formie tekstu lub w postaci kolorowych pasków. Według normy JEDEC (norma amerykańska) diody mają oznaczenie 1N.... W normach europejskich Pro-Electron oznaczenia rozpoczynają litery: „A...” dla elementów germanowych i „B....”, dla elementów krzemowych.

Symbolami U_F i I_F , oznacza się wartości napięć i prądów, które występują podczas pracy diody spolaryzowanej w kierunku przewodzenia. Wartości graniczne, np. I_{Rmax} przy U_{Rmax} , podaje się dla diody spolaryzowanej w kierunku zaporowym. Wartości te nie powinny być przekraczane, ponieważ grozi to uszkodzeniem diody. Z charakterystyk można odczytać najistotniejsze wartości charakterystyczne i graniczne diody.



Rys. 3. Charakterystyka diody germanowej AA134 i diody krzemowej 1N4148 [1, s. 207]

Po przekroczeniu napięcia progowego U_s w diodzie, prąd przewodzenia I_F szybko narasta. Spadek napięcia na przewodzącej diodzie zwiększa się i jest większy od napięcia progowego U_s . Prąd wsteczny I_R w diodzie krzemowej można pominąć przy napięciach nie większych od U_{Rmax} . Jeżeli zostanie przekroczona wartość napięcia U_{Rmax} , prąd wsteczny I_R szybko rośnie.

Diody Zenera są diodami krzemowymi. Pracują zawsze w kierunku zaporowym. Stosuje się je do stabilizacji napięć stałych. W kierunku zaporowym płynie przez diodę Zenera duży prąd, kiedy napięcie na jej zaciskach będzie większe od napięcia przebicia U_z . Diody takie produkuje się na napięcia przebicia od 1 V do 200 V. Jeżeli napięcie na zaciskach diody jest mniejsze od wartości U_z , dioda nie przewodzi.



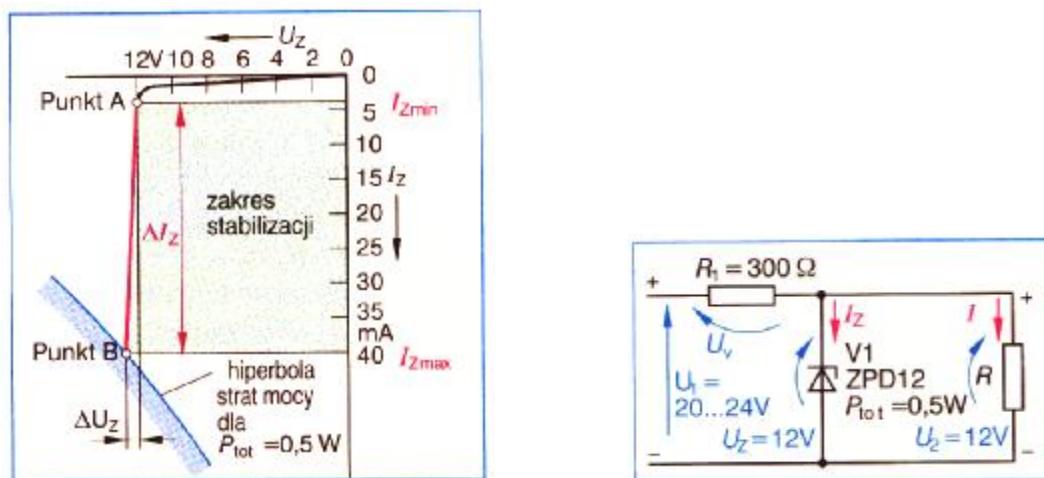
Rys. 4. Symbol, wyprowadzenia, widok obudowy diod (na prawym rys. dioda zenera) [1, s.206]

Oznaczenia na elementach wykonuje się w postaci nadruku. Najczęściej zaczynają się od liter Z, BZ lub 1N. Litera B oznacza krzem, litera Z diodę Zenera. Liczba, która występuje po opisie literowym, podaje wartość napięcia przebicia U_z .

Każda dioda Zenera ma własną charakterystykę. W kierunku zaporowym na początku płynie mały prąd wsteczny. Po przekroczeniu napięcia przebicia U_z prąd I_z bardzo szybko rośnie, a napięcie na diodzie pozostaje praktycznie stałe. Wynosi ono np. 12 V i może zmienić się o niewielką wartość ΔU_z . Zakres stabilizacji ΔI_z leży pomiędzy punktami A (I_{Zmin}) i B (I_{Zmax}). Prąd I_{Zmin} jest konieczny do osiągnięcia na zaciskach diody napięcia U_z . Straty mocy w diodzie P_{tot} , równe 0,5 W, przedstawiono na wykresie jako hiperbolę mocy. Jest to linia wyznaczająca punkty, dla których iloczyn wartości prądu i napięcia jest równy 0,5 W.

Stabilizator napięcia z diodą Zenera. Układy stabilizujące mają stabilizować na zadanym poziomie napięcie wyjściowe U_2 . Odbiornik zasilany jest w tym przypadku

w przybliżeniu stałym napięciem $U_z = U_2$. W prostych układach stabilizatorów parametrycznych stosuje się diody Zenera. Napięcie wejściowe U_1 jest w przybliżeniu dwukrotnie większe od napięcia wyjściowego U_2 .



Rys. 5. Charakterystyka diody Zenera typu ZPD12, oraz stabilizator napięcia z diodą Zenera [1, s. 209]

Układy prostownikowe

Do zasilania wielu urządzeń potrzebne jest napięcie stałe. W tym celu wykorzystuje się zasilacze, w których napięcie przemienne przekształcane jest na napięcie stałe. Każdy zasilacz zawiera transformator, prostownik i filtr. Układ prostownika, napięcie wyjściowe U_{di} i moc pozorna transformatora są zależne od prądu obciążenia.



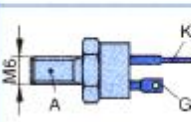
| Układ | Obwód prądu przy dodatniej półfali napięcia zasilającego | Obwód prądu przy ujemnej półfali napięcia zasilającego | Napięcie wyjściowe | Zastosowanie |
|---|--|--|--------------------|---|
| <p>Jednopulsowy</p> <p>$U_{di} = 0,45 \cdot U_1$; $I_d = I_z$ $P_T = 3,1 \cdot P_d$</p> | | | | Proste układy zasilaczy, np. do zabawek. |
| <p>Dwupulsowy, mostkowy</p> <p>$U_{di} = 0,9 \cdot U_1$; $I_d = 2 \cdot I_z$ $P_T = 1,23 \cdot P_d$</p> | | | | Zasilacze, przyrządy pomiarowe, układy przekąźnikowe, domofony, alarmy. |
| <p>Dwupulsowy z dzielonym uzwojeniem wtórnym transformatora</p> <p>$U_{di} = 0,45 \cdot U_1$; $I_d = 2 \cdot I_z$ $P_T = 1,5 \cdot P_d$</p> | | | | |

U_1 wartość skuteczna napięcia zasilającego, U_{di} napięcie stałe biegu jałowego (wartość średnia), I_d prąd stały (wartość średnia), I_z prąd diody prostownika (wartość średnia), P_T moc transformatora, P_d moc w obwodzie prądu stałego

Rys. 6. Najczęściej stosowane układy prostownikowe [1, s. 207]

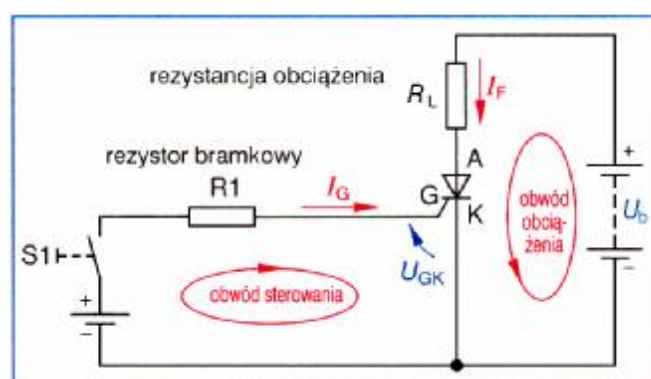
Tyrystor jest sterowaną krzemową diodą prostowniczą. Tyrystora stosuje się przy napięciach stałych lub przemiennych, m.in. do łączenia odbiorników, do sterowania mocą, do sterowania prędkością obrotową silników. Tyrystora mają trzy wyprowadzenia:

- G (Gate = bramka),
- A (anoda),
- K (katoda).

| Typ | Obudowa i wyprowadzenia | Typowe parametry I_G, U_{GK} | Parametry graniczne I_{Fmax}, U_{Rmax} |
|-------------|---|--------------------------------|--|
| BRY 55/100 |  | 0,2 mA 0,8 V | 0,8 A 100 V |
| BT 151/500R |  | 15 mA 1,5 V | 12 A 500 V |
| T12 N900 |  | 50 mA 1,2 V | 30 A 900 V |

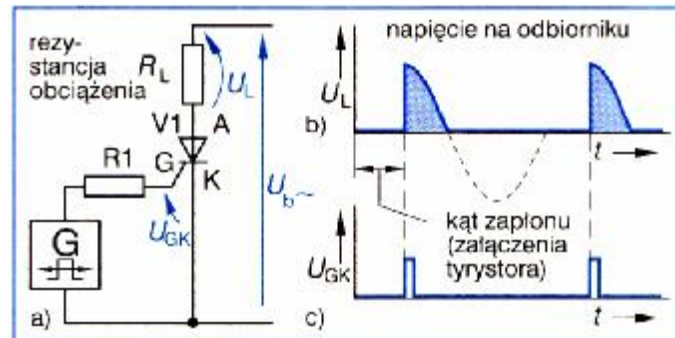
Rys. 7. Obudowy, wyprowadzenia, wybrane parametry [1, s. 216]

Prąd sterujący I_G i napięcie sterujące U_{GK} wprowadzają tyrystor w stan przewodzenia. Mówi się w tym wypadku o zapłonie tyrystora. Do załączenia tyrystora wymagany jest dodatni impuls. Jeżeli tyrystor przewodzi, odbiornik jest dołączony do sieci zasilającej. Wartości graniczne: I_{Fmax} – jest to skuteczna wartość największego ciągłego prądu przewodzenia. Taki prąd może płynąć przez tyrystor, U_{Rmax} – jest to największa z możliwych chwilowa wartość napięcia na tyrystorze w obwodzie A - K w stanie zaporowym. Podaje się go dla dodatniego i ujemnego napięcia zawierającego wszystkie możliwe impulsy przepięciowe. Jeżeli będą przekroczone wartości prądu I_{Fmax} i napięcia U_{max} , tyrystor ulegnie zniszczeniu. Jeżeli prąd w obwodzie głównym tyrystora będzie mniejszy od prądu podtrzymania, to tyrystor wyłączy się. Rezystancja pomiędzy anodą i katodą będzie miała dużą wartość. Jeżeli napięcie na tyrystorze osiągnie wartość U_{AK0} , tyrystor załączy się bez udziału prądu sterującego. Jest to efekt niepożądany. Dlatego włącza się równoległe do tyrystora pomiędzy anodę i katodę człony RC, które zmniejszają występujące przepięcia. Wartość napięcia załączenia U_{KA0} , oraz parametry członów RC podaje producent.



Rys. 8. Tyrystor w obwodzie prądu stałego [1, s. 216]

Rezystor obciążenia R_L jest dołączony do anody tyrystora. W ten sposób nie ma on wpływu na napięcie sterujące. Po przycisnięciu przycisku S1 w obwodzie sterującym płynie prąd I_G , którego wartość ogranicza rezystor R_1 . Prąd I_G załącza tyrystor. Tyrystor przewodzi. Przez rezystor obciążenia płynie prąd I_F . Po zwolnieniu przycisku S1 tyrystor pozostanie nadal w stanie przewodzenia. Aby odłączyć odbiornik, należy zmniejszyć prąd I_F do wartości prądu podtrzymania I_H . W praktyce uzyskuje się to przez wprowadzenie np. tyrystora gaszącego (komutacyjnego). Zadziałanie tyrystora komutacyjnego spowoduje wyłączenie tyrystora.



Rys. 9. Tyrystor w obwodzie prądu przemiennego [1, s. 216]

Jeżeli zastosuje się przemienne napięcie zasilające U_b , tyrystor będzie zachowywał się jak prostownik. Po załączeniu tyrystora na rezystancji obciążenia będzie odkładało się napięcie odpowiadające dodatniej półfali napięcia zasilającego. Przy ujemnej półfali tyrystor nie będzie przewodził. Podobnie jak przy napięciu stałym, dodatni impuls napięcia U_{GK} załącza tyrystor. Jeżeli impuls zapłonowy opóźni się w czasie trwania dodatniej półfali, będzie można zmniejszyć moc wydzieloną odbiornika. Ten sposób sterowania wykorzystano w układach prostowników sterowanych.

4.2.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jak oznacza się wyprowadzenia diody?
2. Jakie jest znaczenie oznaczenia BY127?
3. Jak można sprawdzić diodę?
4. Gdzie stosuje się diodę Zenera?
5. Jak nazywają się wyprowadzenia tyrystora?
6. Jakich wartości granicznych nie należy przekraczać stosując diody i tyrystory?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wyznacz parametry diody do zastosowania w układzie prostownika jednopółkowego, oraz wykonaj jej charakterystykę.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) sprawdzić oznaczenie diody,
- 2) wyszukać dane katalogowe producenta diody (Internet, katalog),
- 3) określić zakres napięć i prądu przy jakich będziesz dokonywał pomiarów,

- 4) narysować charakterystykę diody z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego,
- 5) dokonać porównania otrzymanej charakterystyki z katalogową,
- 6) zaproponować zamiennik diody pod względem parametru I_F i U_S ,
- 7) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dioda,
- zasilacz,
- mierniki uniwersalne,
- opornica suwakowa,
- instrukcja wykonania ćwiczenia,
- komputer z oprogramowaniem (arkusz kalkulacyjny) i dostępem do Internetu
- literatura rozdz. 6,
- zeszyt, przybory do pisania.

Ćwiczenie 2

Wyznacz parametry tyrystora, oraz wykonaj jego charakterystykę.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) sprawdzić oznaczenie tyrystora,
- 2) wyszukać dane katalogowe producenta tyrystora (Internet, katalog),
- 3) określić zakres napięć i prądu, przy jakich będziesz dokonywał pomiarów,
- 4) narysować charakterystykę tyrystora z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego,
- 5) dokonać porównania otrzymanej charakterystyki z katalogową,
- 6) zaproponować zamiennik tyrystora pod względem parametru wartości prądu i napięcia pracy,
- 7) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- tyrystor,
- zasilacz.
- mierniki uniwersalne,
- opornica suwakowa,
- instrukcja wykonania ćwiczenia,
- komputer z oprogramowaniem (arkusz kalkulacyjny) i dostępem do Internetu,
- literatura rozdz. 6,
- zeszyt, przybory do pisania.

Ćwiczenie 3

Narysuj charakterystykę napięciową z prostownika jednopółkowego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zaplanować działanie celem wykonania ćwiczenia,

- 2) określić warunki zasilania i obciążenia prostownika na podstawie danych katalogowych diody,
- 3) zmontować układ prostownika jednopółkowego,
- 4) sprawdzić poprawność połączenia,
- 5) podłączyć zasilanie,
- 6) zdjąć przebieg napięcia na wyjściu przy obciążonym prostowniku,
- 7) odłączyć zasilanie i ponownie dokonać pomiaru bez obciążenia,
- 8) dokonać porównania otrzymanych charakterystyk,
- 9) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dioda prostownicza,
- zasilacz,
- oscyloskop,
- opornica suwakowa jako obciążenie,
- instrukcja wykonania ćwiczenia,
- katalog, lub komputer z dostępem do Internetu,
- literatura rozdz. 6,
- zeszyt, przybory do pisania.

4.2.4. Sprawdzian postępów

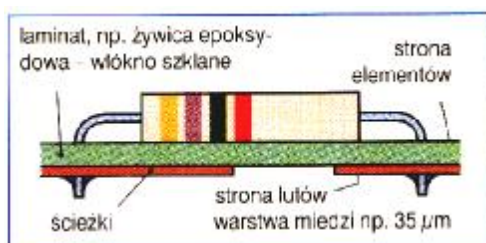
Czy potrafisz:

| | Tak | Nie |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1) zidentyfikować na podstawie wyglądu i katalogu diodę? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) zidentyfikować na podstawie wyglądu i katalogu tyrystor? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) określić parametry diody z pomocą katalogu? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) określić parametry tyrystora z pomocą katalogu? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5) sprawdzić stan techniczny diody? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6) sprawdzić stan techniczny tyrystora? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4.3. Projektowanie układów elektronicznych. Wzmacniacze elektroniczne. Elektroniczne układy przekształcające i generacyjne

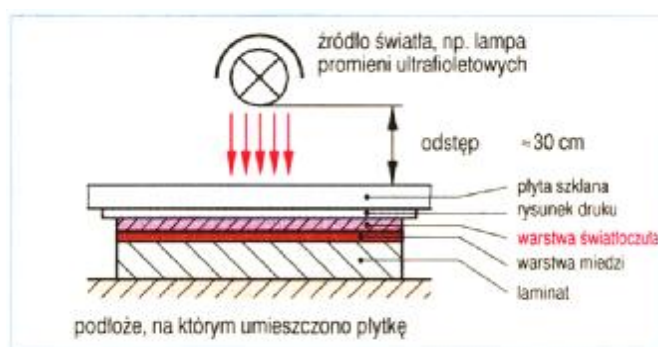
4.3.1. Materiał nauczania

Obwody drukowane mają prostą budowę i przejmują w sposób niezawodny i bezbłędny zadania połączeń wykonanych w tradycyjny sposób, przy użyciu przewodów. Dodatkową ich zaletą jest to, że mocują mechaniczne elementy. Są bardzo przejrzyste i łatwe w serwisie. Obwody drukowane można optymalnie zaprojektować, a składowe elementy elektroniczne można montować za pomocą automatów. Płytkę obwodu drukowanego składa się z materiału bazowego (widocznego od strony elementów) i warstwy miedzi (widocznej od strony lutów). Jako materiał bazowy wykorzystuje się różne materiały izolacyjne.



Rys. 10. Przekrój płytki obwodu drukowanego [1, s. 195]

W **technice negatywowej** obraz połączeń (ścieżek i punktów lutowniczych) zostaje przeniesiony bezpośrednio na płytkę obwodu drukowanego. Podczas procesu trawienia nadwyżki miedzi, nie zakryte rysunkiem połączeń, zostają usunięte z płytki. Do trawienia używa się m. in. trójchlorku żelaza lub nadsiarczanu amonowego. Obraz połączeń można narysować, wykleić, wydrukować lub wykonać za pomocą specjalnie oprogramowanego komputera. Do wykonania rysunku połączeń można zastosować także elastyczne taśmy samoprzylepne. Tą techniką wykonuje się również łuki. W miejscach przyłączenia elementów potrzebne są **punkty lutownicze**. Nanoszenie przez kalkowanie z odpowiednich folii wykonuje się za pomocą twardego pisaka, może to być długopis lub ołówek.



Rys. 11. Stanowisko do naświetlania płytek obwodów drukowanych pokrytych emulsją światłoczułą [1, s. 196]

Podczas produkcji płytek obwodów drukowanych stosuje się technikę **naświetlania**, lub **sitodruku**. Technikę naświetlania stosuje się w produkcji pojedynczych płytek, które powinny być wykonane z dużą dokładnością. W tym wypadku obraz jest narysowany, wyklejony lub naniesiony na papier albo folię. Następnie obraz połączeń jest przenoszony za

pomocą lampy ultrafioletowej, np. lampy fotograficznej, rtęciowej lampy kwarcowej, przez diapozytyw na warstwę światłoczułą na płytce. Po naświetleniu płytkę poddaje się procesowi trawienia. Powierzchnie, które nie zostały naświetlone, w czasie procesu trawienia zostają zachowane, gdyż są chronione warstwą światłoczułą. Żywice fenolowe (bakelit) i żywice epoksydowe (tekstolit) są często używane do budowy płytek mających zastosowanie w odbiornikach radiowych, telewizyjnych, oraz przyrządach pomiarowych. Płytki wykonane na bazie żywic epoksydowych i włókien szklanych wykorzystuje się do produkcji wysokiej jakości podzespołów, np. płyt do komputerów. Do produkcji płytek elastycznych (giętkich), wykonanych np. w postaci taśmy łączeniowej, stosuje się jako materiał bazowy folie poliestrowe. Materiał bazowy jest jedno, lub dwustronnie pokryty warstwą miedzi. Grubość warstwy miedzianej ma wymiary 35, lub 70 μm , natomiast całkowita grubość płytki, tzn. materiału izolacyjnego i warstwy miedzi, łącznie od 0,5 do 3,2 mm. Standardowe wymiary to 1,0 mm, 1,5 mm, 1,6 mm i 2 mm. Przeznaczenie płytki narzuca najczęściej jej gabaryty.

Technika sitodruku jest stosowana w przemyśle. Tą techniką można wytwarzać duże ilości płytek obwodów drukowanych.

W **technice pozytywowej** połączenia miedziane wytwarza się w procesie metalizacji (nanoszenie warstwy miedzi). Jako materiał wyjściowy stosowane są materiały izolacyjne te same, które wykorzystuje się w technice negatywowej. Podstawową zaletą techniki pozytywowej jest jej dokładność, co oznacza, że można tą techniką wykonać dużą liczbę wąskich ścieżek, np. 0,1 mm, umieszczonych w bardzo małej odległości od siebie.

Zasady projektowania obwodów drukowanych.

Obraz ścieżek powinien być przedstawiony w postaci rysunku, np. w skali 1:1, lub naniesiony wprost na płytkę laminatu od strony folii miedzianej. Prawidłowe wykonanie rysunku wymaga znajomości wymiarów zastosowanych do budowy elementów. Stosuje się znormalizowany wymiar siatki (calowy) 2,54 mm (1/10 cala) albo (metryczny) 2,50 mm. Siatka calowa jest zwykle stosowana do tranzystorów i układów scalonych. Przyjęto, że rozstaw wyprowadzeń wynosi 2,54 mm lub jest wielokrotnością tej odległości. Przekroje ścieżek powinny być 2 do 3 razy większe niż przekroje wyprowadzeń drutowych elementów stosowanych do montażu. Punkty lutownicze na zakończeniu ścieżek muszą być na tyle szerokie, aby mogły spełnić wymagania elektryczne i mechaniczne. Ścieżka szerokości 1 mm i grubości 35 μm może przewodzić prąd o natężeniu 1-2 A. Odstęp pomiędzy ścieżkami powinien być, z punktu widzenia własności izolacyjnych, nie mniejszy niż 0,5 mm. Jeżeli na płytkę jest wprowadzone napięcie sieciowe 230 V, odległości pomiędzy ścieżkami i punktami lutowniczymi, ze względów bezpieczeństwa, nie powinny być mniejsze niż 3 mm. Ścieżki powinny być prowadzone po łukach. Zapobiega to powstawaniu ostrych załamań pod małym kątem. Prawidłowe profile łuków umożliwiają dokładne wytrawienie ścieżek. W punkcie, w którym jest węzeł z rozplływem prądu, należy przewidzieć rozgałęzienie gwiazdziste.

Uzbrajanie i montaż płytki. Po wytrawieniu płytki należy wywiercić w niej otwory potrzebne do montażu elementów. Wykonuje się je od strony miedzi (ścieżek). W ten sposób nie powstają zadziory na krawędziach otworów. Średnicę wiertła dobiera się do przekroju wyprowadzeń elementów. Najczęściej do tranzystorów i układów scalonych stosuje się średnicę 0,8 mm, do rezystorów i kondensatorów 1 mm, do rezystorów nastawnych 1,3 mm. Po wierceniu płytkę pokrywa się specjalnym lakierem. Uzbrajanie rozpoczyna się od najmniejszych elementów, np. rezystorów. Wyprowadzenia z części elektronicznych są przy tym zaginane do odpowiedniego wymiaru za pomocą szczypców płaskich, lub specjalnej zaginarki. Na koniec elementy są lutowane. Do zabudowy płytek wykorzystuje się obudowy z tworzyw sztucznych.

Przygotowanie, montaż i lutowanie elementów elektronicznych

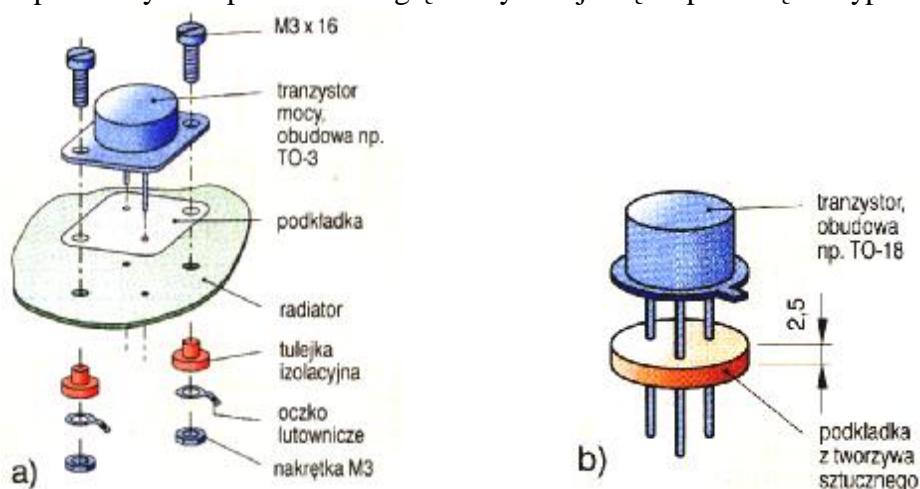
Przy lutowaniu rezystorów należy zwrócić uwagę na ich nagrzewanie się. Skuteczny sposób chłodzenia można osiągnąć przez zastosowanie odpowiednio dużego odstepu rezystora od płytki lub innych elementów. Do rezystorów mocy o dużych wymiarach silnie nagrzewających się w czasie pracy układu można stosować tuleje dystansowe.



Rys. 12. Zaginanie wyprowadzeń elementów [1, s. 199]

Przy zginaniu wyprowadzeń lutowniczych należy zachować odstęp od obudowy elementu - ok. 1,5 mm. Przy zginaniu nie należy tworzyć ostrych krawędzi tylko łuki. Zaginanie wyprowadzeń można wykonać za pomocą szczypców płaskich lub odpowiedniego szablonu. Wyprowadzenia po zagięciu powinny być, jeżeli jest to potrzebne, odpowiednio skrócone. Do elementów takich, jak np. kondensatory foliowe (z wyprowadzeniami do druku), nie należy zginąć wyprowadzeń. Kondensatory te należy wkładać bezpośrednio w płytkę. Żeby nie uszkodzić elementów podczas lutowania, temperatura lutownicy nie powinna być wyższa niż 280 °C. Czterosekundowy czas trwania lutowania uważa się za bezpieczny.

Elementy półprzewodnikowe, np. diody lub tranzystory, często są wylutowywane z płytki. Dlatego muszą mieć odpowiednio przygotowane wyprowadzenia. Zaginanie wyprowadzeń wprost przy obudowie jest niedopuszczalne. Należy utrzymać minimalny dystans około 1,5 mm. Nie zachowanie tego dystansu może doprowadzić do powstawania naprężeń materiału i uszkodzeń przyrządu półprzewodnikowego wewnątrz obudowy. Jeżeli przekrój wyprowadzeń jest większy niż 0,5 mm, nie zaleca się ich zginania lub, jeśli to jest konieczne, należy dystans odpowiednio przedłużyć. Odpowiednie zagięcie wykonuje się za pomocą szczypców płaskich.



Rys. 13. Montaż elementów półprzewodnikowych [1, s.199]

Montaż elementów półprzewodnikowych musi być wykonany starannie. Szczególną uwagę należy zwrócić na wykonanie izolacji. Izolacja jest niezbędna, jeżeli obudowa elementu, np. kolektor tranzystora mocy, jest na potencjale źródła zasilania. Jeżeli stosuje się radiator,

należy pomiędzy przyrząd półprzewodnikowy i radiator włożyć podkładkę. Podkładka izolująca elektrycznie musi być dobrym przewodnikiem ciepła. W małych tranzystorach niskonapięciowych, np. w obudowie TO-18, połączenia nie powinny być krótsze niż 2,5 mm. Aby utrzymać ten dystans montuje się tranzystor na podkładce z tworzywa sztucznego. By nie uszkodzić elementów przez zbyt wysoką temperaturę lutowania, temperatura lutownicy nie powinna być większa niż 245 °C. Najdłuższe czasy lutowania nie powinny przekraczać 3 s. przy odległościach 5 mm albo 5 s. przy odległościach większych niż 5 mm.

W celu miniaturyzacji i poprawy jakości, przy jednoczesnym obniżeniu kosztów, wprowadzono do produkcji płytek **technikę montażu powierzchniowego - SMD**. Pod pojęciem techniki SMD należy rozumieć montaż elementów, np. rezystorów, kondensatorów i tranzystorów, wprost na tej powierzchni płytki, na której znajdują się ścieżki połączeń.

Wzmacniacz jest to urządzenie elektroniczne, którego zadaniem jest zwiększenie poziomu sygnału elektrycznego przy użyciu energii źródła zasilającego.

Wzmacniacze możemy podzielić na:

- 1) Ze względu na rodzaj wzmacnianego sygnału:
 - prądu stałego (wzmacniają tylko sygnały prądu stałego lub wolno zmieniające się),
 - prądu przemiennego (wzmacniają w pewnych granicach sygnały prądu zmiennego, występują tu wzmacniacze m.cz. - małej częstotliwości i w.cz. - dużej częstotliwości).
- 2) Ze względu na pasmo częstotliwości:
 - wąskopasmowe - zwane selektywnymi,
 - szerokopasmowe.
- 3) Ze względu na rodzaj i sposób włączenia elementu obciążającego:
 - rezystancyjne,
 - transformatorowe,
 - rezonansowe.
- 4) Ze względu na liczbę i sposób włączenia urządzeń wzmacniających (tranzystorów):
 - jednostopniowe (w ich skład wchodzi tylko jeden element wzmacniający),
 - wielostopniowe,
 - przeciwsołbne.
- 5) Ze względu na rodzaj wielkości, która podlega wzmocnieniu:
 - wzmacniacze napięciowe,
 - wzmacniacze prądowe,
 - wzmacniacze mocy.
- 6) Ze względu na punkt pracy tranzystora wzmacniacza:
 - wzmacniacze klasy A,
 - wzmacniacze klasy B,
 - wzmacniacze klasy C,
 - wzmacniacze klasy D,
 - wzmacniacze klasy AB.

Najważniejszymi parametrami wzmacniaczy elektronicznych są:

- 1) Współczynnik wzmocnienia. Można wyróżnić wzmocnienie napięciowe, prądowe, oraz mocy. Każdy z tych parametrów definiowany jest jako stosunek wartości sygnału wyjściowego do wejściowego, i tak wzmocnienie napięciowe jest to iloraz napięcia wyjściowego do napięcia wejściowego.

$$k_u = \frac{U_{wy}}{U_{we}}$$

- 2) Identycznie wzmocnienie prądowe będzie stosunkiem prądu wyjściowego do wejściowego.

$$k_i = \frac{I_{wy}}{I_{we}}$$

- 3) Mnożąc współczynnik wzmocnienia napięciowego i prądowego uzyskamy współczynnik wzmocnienia mocy.

$$k_p = k_u \cdot k_i$$

- 4) Inaczej wzmocnieniem mocy nazywamy stosunek mocy, która wydziela się w obciążeniu do mocy dostarczonej przez źródło sygnału

$$k_p = \frac{P_{wy}}{P_{we}}$$

- 5) Impedancja wejściowa czyli stosunek napięcia wejściowego do prądu wejściowego.

$$Z_{we} = \frac{U_{we}}{I_{we}}$$

- 6) Impedancja wyjściowa czyli stosunek zmiany napięcia wyjściowego do zmiany prądu wyjściowego wywołanych zmianą obciążenia wzmacniacza. Impedancja wejściowa i wyjściowa to parametry, mające duży wpływ na współpracę wzmacniacza, ze źródłem sygnału i odbiornikiem sygnału (obciążeniem wzmacniacza).

$$Z_{wy} = \frac{\Delta U_{wy}}{\Delta I_{wy}}$$

- 7) Pasma przenoszenia wzmacniacza jest to parametr wynikający z faktu, że dany wzmacniacz elektroniczny nie wzmacnia w taki sam sposób sygnałów o różnych częstotliwościach. Określenie pasma jest możliwe na podstawie charakterystyk częstotliwościowych, a w szczególności charakterystyki amplitudowej.
- 8) Zniekształcenia nieliniowe. Przyczyną zniekształceń nieliniowych są nieliniowe charakterystyki prądowo-napięciowe elementów (diod, tranzystorów) wchodzących w skład układu wzmacniającego. Sygnał przepływając przez element nieliniowy ulega zniekształceniu, przez co na wyjściu, oprócz wszystkich częstotliwości, z jakich składa się przebieg wejściowy, pojawią się dodatkowe składowe sygnału o częstotliwości, których uprzednio nie było. Te dodatkowe składowe napięcia sygnału to tzw. wyższe harmoniczne. Im większe są amplitudy poszczególnych harmonicznych, tym większa jest wartość zniekształceń nieliniowych. W technice poziom zniekształceń nieliniowych określany jest współczynnikiem zawartości harmonicznych.

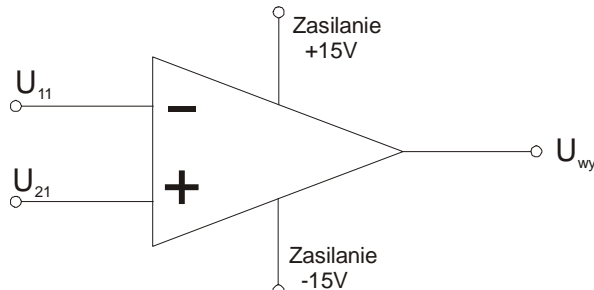
Wzmacniacze operacyjne są najbardziej rozpowszechnionym analogowym układem elektronicznym, realizowanym obecnie w postaci monolitycznych układów scalonych. Wielka uniwersalność, przy jednoczesnym wykorzystaniu istotnych właściwości układów scalonych, daje możliwość stosowania ich w rozmaitych układach, urządzeniach i systemach elektronicznych, zapewniając masową produkcję, niską cenę i bardzo dobre parametry użytkowe.

Wzmacniacz operacyjny posiada dwa wejścia: odwracające fazę napięcia na wyjściu (oznaczane symbolem '-', napięcie na tym wejściu U_{11}) i nieodwracające (oznaczane symbolem '+', napięcie na tym wejściu U_{21}), oraz jedno wyjście (napięcie na wyjściu U_{wy} , lub U_0). Różnica napięć wejściowych nazywa się napięciem różnicowym ($U_d = U_{21} - U_{11}$).

Idealny wzmacniacz charakteryzuje się:

- nieskończenie dużym różnicowym wzmocnieniem napięciowym,

- zerowym wzmocnieniem sygnału wspólnego,
- nieskończenie dużą impedancją wejściową,
- zerową impedancją wyjściową,
- nieskończenie szerokim pasmem przenoszonych częstotliwości,
- nieskończenie dużym zakresem dynamicznym sygnału.



Rys. 14. wzmacniacz operacyjny [źródło własne]

Parametry rzeczywistego wzmacniacza odbiegają od tych założeń, i tak dla $\mu A741$ wynoszą:

- wzmocnienie napięciowe sygnału różnicowego nie jest nieskończenie wielkie, choć bardzo duże – 2×10^5 V/V,
- impedancja wejściowa nie jest nieskończenie wielka, choć bardzo duża - rzędu megaomów – $2 \text{ M}\Omega$, wzmacniacz stanowi niewielkie obciążenie dla źródła sygnału prądy wejściowe są rzędu nano lub nawet pikoamperów – 20 nA ,
- impedancja wyjściowa nie jest równa zeru a rzędu kilkuset omów – 75Ω ,
- pasmo przenoszenia sygnałów nie jest nieograniczone, powyżej częstotliwości granicznej wzmocnienie zaczyna spadać – 1 MHz ,
- wejścia wzmacniacza nie są idealnie symetryczne, ze względu na ich asymetrię definiuje się tzw. wejściowe napięcie niezrównoważenia - jest to napięcie różnicowe (1 mikro do kilku miliwoltów – 1 mV), jakie trzeba podać na wejścia, aby napięcie wyjściowe było równe zero.

Generatory są to układy elektroniczne wytwarzające sygnały zmienne o określonym kształcie i częstotliwości kosztem energii pobieranej ze źródła zasilającego, bez konieczności doprowadzania z zewnątrz jakiegokolwiek sygnału sterującego. Pracują one przy wykorzystaniu dodatniego sprzężenia zwrotnego. Podstawowymi parametrami generatora są: wartość częstotliwości,

- kształt przebiegu generowanego,
- moc sygnału generowanego.

Ze względu na kształt generowanego przebiegu możemy je podzielić na: generatory drgań sinusoidalnych i niesinusoidalnych.

- sinusoidalne,
- impulsowe,
- przebiegu prostokątnego,
- przebiegu liniowego (trójkątnego, piłokształtnego).

Pod względem rodzaju elementów decydujących o częstotliwości generowanego przebiegu możemy je podzielić na trzy grupy:

- 1) RC,
- 2) LC,
- 3) kwarcowe.

Szczególnymi rodzajami generatorów są następujące generatory:

- wyzwalane, tj. takie w których pojawienie się na wyjściu impulsu danego kształtu, lub ciągu impulsów jest uwarunkowane wcześniejszą obecnością na wejściu impulsu wyzwalającego,
- synchronizowane, wytwarzające przebieg o zadanym kształcie bez względu na to co jest na wejściu tzn. czy są impulsy pobudzające, czy też nie. Impulsy te służą do ustawienia fazy generowanego sygnału,
- sterowane, w których częstotliwość jest zależna od wartości napięcia lub prądu sygnału wejściowego.

Parametrem generatorów jest stałość częstotliwości generowanego przebiegu – stosunek średniej wartości odchyłki częstotliwości do wartości nominalnej (f_0) częstotliwości. Wyrażana jest liczbą niemianowaną. W zależności od tego, za jaki okres czasu wyznacza się średnią wartość odchyłki częstotliwości, wyróżnia się stałość krótko- i długoterminową.

Innym ważnym parametrem jest również współczynnik zawartości harmonicznych, oraz zakres i charakter przestrajania generatora.

4.3.2. Pytania sprawdzające

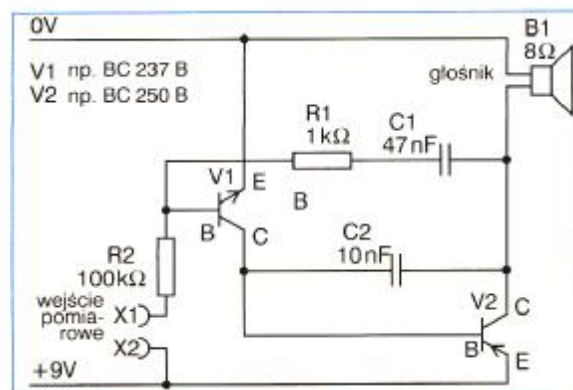
Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Z jakich materiałów składa się płytka drukowana?
2. Jakie są elementy składowe procesu wykonania płytki drukowanej na podstawie schematu ideowego?
3. W jakim celu stosuje się pasty termoprzewodzące?
4. Jakie urządzenie elektroniczne nazywamy wzmacniaczem?
5. Jakie urządzenie nazywamy generatorem?
6. Jaki sygnał jest wzmacniany przez wzmacniacz operacyjny?
7. Z jakich etapów składa się cykl technologiczny wykonania płytki drukowanej metodą fotochemiczną?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj tester przejść (generujący dźwięk w momencie zwarcia na wejściu pomiarowym) na podstawie schematu ideowego.



Rys. do ćwiczenia 1. Schemat ideowy [1, s. 197]

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się ze schematem ideowym,
- 2) przygotować niezbędne elementy do montażu,
- 3) zaprojektować płytkę drukowaną,
- 4) dokonać sprawdzenia poprawności projektu płytki ze schematem ideowym,
- 5) wykonać płytkę drukowaną,
- 6) wykonać montaż elementów na płytce,
- 7) wykonać sprawdzenia poprawności montażu,
- 8) wykonać próbne uruchomienie,
- 9) wykonać sprawdzenia układu i poprawności działania, zapisać wnioski,
- 10) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- mierniki uniwersalne,
- schemat ideowy,
- przybory do pisania i wykonania płytki drukowanej,
- laminat szklany,
- odczynniki chemiczne do wykonania płytki drukowanej,
- lampa do naświetlania,
- stacja lutownicza ze spoiwem lutowniczym,
- instrukcja wykonania ćwiczenia,
- zasilacz,
- literatura rozdz. 6.

Ćwiczenie 2

Zaobserwuj na ekranie oscyloskopu przebiegi sygnału w układzie z ćwiczenia 1. Dane: C_2 : 1 nF, 4,7 nF, 22 nF, oraz $C_1 = 22$ nF. Omów kształt otrzymanych charakterystyk.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się ze schematem ideowym,
- 2) przygotować niezbędne elementy do montażu,
- 3) wykonać sprawdzenie poprawności projektu płytki ze schematem ideowym,
- 4) wykonać demontaż i montaż C_2 i C_1 ,
- 5) wykonać sprawdzenia poprawności montażu,
- 6) wykonać próbne uruchomienie,
- 7) wykonać sprawdzenia układu i poprawności działania,
- 8) zaobserwować i narysować uzyskany przebieg napięcia na głośniku,
- 9) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- miernik uniwersalny,
- schemat ideowy,
- przybory do pisania, zeszyt,
- stacja lutownicza ze spoiwem lutowniczym,
- oscyloskop,
- instrukcja wykonania ćwiczenia,
- zasilacz,
- literatura rozdz. 6.

4.3.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

| | Tak | Nie |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1) posługiwać się schematem ideowym? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) wykonać płytkę drukowaną? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) zmontować i dokonać uruchomienia testera przejść? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) dokonać demontażu elementów z płytki drukowanej? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5) wymienić podstawowe parametry wzmacniacza operacyjnego? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6) wymienić parametry generatora? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7) dokonać pomiarów parametrów układu za pomocą oscyloskopu? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8) wymienić etapy procesu wykonania płytki drukowanej metodą fotochemiczną? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4.4. Elektroniczne układy cyfrowe. Cyfrowe systemy pomiarowe

4.4.1. Materiał nauczania

Budowanie układów cyfrowych ma swoją długą historię. Można uznać, że sięga ona nawet czasów starożytnych. Zdalne przekazywanie dwuwartościowych wiadomości było znane od dawna, np. jako zakrywanie i odkrywanie ogniska. Natura takich sygnałów ma charakter dyskretny, w odróżnieniu od sygnałów ciągłych, tj. analogowych. Takie dwuwartościowe sygnały dyskretnie nazywane są współcześnie cyfrowymi, zerojedynkowymi albo binarnymi. Są one odporne na zakłócenia, mogą być przekazywane z dużą szybkością i niezawodnością i dlatego ich przetwarzanie stało się ważną dziedziną nauki i techniki zwaną techniką cyfrową. Układy i systemy, w których zachodzi przetwarzanie sygnałów cyfrowych nazywane są układami i systemami cyfrowymi. Pierwsze układy cyfrowe były układami przekaźnikowymi, a ich opis i metodyka projektowania wykorzystywała tzw. algebrę Boole'a. W algebrze Boole'a są trzy działania na argumentach zerojedynkowych: suma logiczna (alternatywa zdarzeń), iloczyn logiczny (koniunkcja zdarzeń) i inwersja, czyli negacja. Za pomocą takich działań można określać różne funkcje, a biorąc zestaw przekaźników można zbudować układ cyfrowy realizujący daną funkcję.

Każdą liczbę można przedstawić w różnych systemach. Najpowszechniej używa się systemu dziesiętnego. W tym systemie liczbę x przedstawia się za pomocą słowa A składającego się z n cyfr dziesiętnych (0,1,...,9) zgodnie ze wzorem

$$x = L(A) = \sum_{i=0}^{n-1} a_i 10^i$$

Na przykład wartość trzycyfrowej liczby 127 ($a_2 = 1$, $a_1 = 2$, $a_0 = 7$) oblicza się jako:

$$L_{(127)} = 1 \cdot 10^2 + 2 \cdot 10^1 + 7 \cdot 10^0$$

Mówimy wtedy o reprezentacji liczb w systemie dziesiętnym lub inaczej w systemie o podstawie 10, co zapisać można jako 127_{10} . System dziesiętny jest systemem pozycyjnym, gdzie cyfra stojąca najbardziej po lewej stronie ma wagę największą, a cyfra stojąca najbardziej po prawej stronie ma wagę najmniejszą. Podstawa systemu równa 10 oznacza, że wszystkie wagi są potęgami dziesiątki.

W układach cyfrowych używa się systemów o podstawie 2, czyli tzw. systemów dwójkowych.

$$x = L(A) = \sum_{i=0}^{n-1} a_i 2^i, \quad a_i \in (0,1)$$




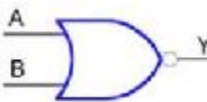


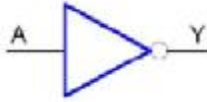
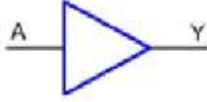
Konwersję 6-bitowej liczby 100011 na postać dziesiętną można wykonać według wzoru:

$$L_{(A)} = 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 35_{10}$$

Cyfrowe układy scalone pełnią funkcję łączników. Wielkości wejściowe i wyjściowe mogą przyjmować tylko dwie wartości napięcia. Niska wartość napięcia odpowiada 0 V. Wysoka wartość napięcia jest równa napięciu zasilania. Obu wartościom przyporządkowuje się stany logiczne. W logice pozytywowej napięciu 0 V odpowiada stan niski 0 lub L (Low), napięciu zasilania odpowiada 1 lub H (High). Mówi się wtedy o systemie binarnym.

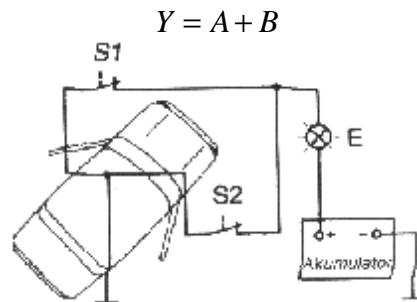
Podstawowe układy cyfrowe to LUB (OR), I (AND) i NIE (NOT) oraz ich kombinacje. Układy podstawowe dzieli się w zależności od zastosowania lub techniki wykonania, np. TTL i stosuje w układach pamięci, licznikach, układach czasowych i mikroprocesorach.

Tabela. 1. Podstawowe elementy układów cyfrowych

| Rodzaj bramki | Symbol bramki | Tabela prawdy |
|---------------|---|--|
| AND |  | $A \quad B \quad Y = A \cdot B$ 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1 |
| NAND |  | $A \quad B \quad Y = \overline{A \cdot B}$ 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 |
| OR |  | $A \quad B \quad Y = A + B$ 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 1 |
| NOR |  | $A \quad B \quad Y = \overline{A + B}$ 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0 |
| EX-OR |  | $A \quad B \quad Y = A \oplus B$ 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 0 |
| EX-NOR |  | $A \quad B \quad Y = A \otimes B$ 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 1 |
| INWERTER |  | $A \quad Y = \overline{A}$ 0 1 1 0 |
| BUFOR |  | $A \quad Y = A$ 0 1 1 1 |

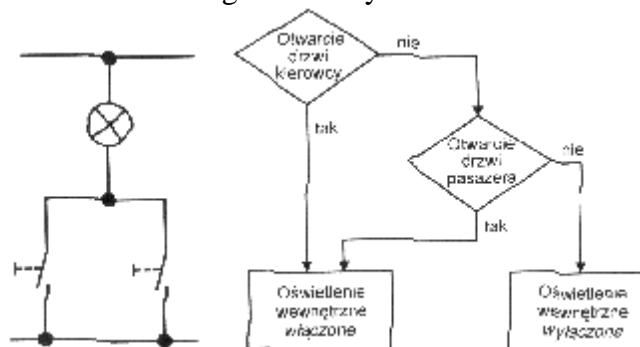
Prostymi przetwornikami cyfrowymi są przerzutniki budowane z bramek logicznych. Rozróżnia się przerzutniki asynchroniczne i synchroniczne. Podstawowymi elementami pamięciowymi są synchroniczne przerzutniki typu JK. Jeden przerzutnik umożliwia zapamiętanie jednego bitu informacji w układach pamięci cyfrowej.

W obwodach cyfrowych opis działania w układzie dokonuje się poprzez zapis matematyczny. Działanie oświetlenia kabiny pasażera można opisać:



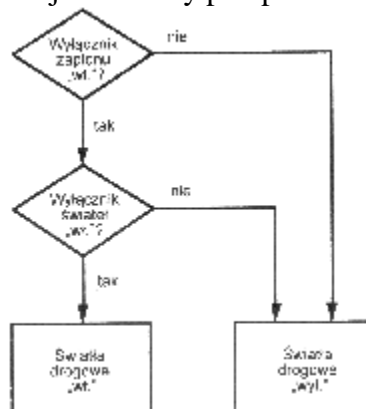
Rys. 15. Uproszczony obwód oświetlenia wewnętrznego w samochodzie [2, s. 132]

Przy uproszczeniu, że żarówka jest załączana dwoma zestykami w drzwiach. Wówczas zamknięcie obwodu przez którykolwiek zestyk powoduje jej zaświecenie. Działanie takiego obwodu możemy przedstawić również graficznie rys. 17.



Rys. 16. Realizacja sumy logicznej za pomocą 2 zestyków, schemat blokowy przetwarzania danych [2, s. 132]

W nowych rozwiązaniach motoryzacyjnych prąd do świateł nie jest doprowadzany bezpośrednio przez zestyk czujnika, lecz przez przekaźnik sterowany przez komputer pokładowy, który obejmuje również funkcję nadzoru nad światłami, określając czas opóźnienia wyłączenia się oświetlenia, sygnalizuje kierowcy przepalenie żarówki.



Rys. 17. Schemat blokowy przetwarzania danych - iloczyn logiczny [2, s. 132]

Przykładem układu realizującego iloczyn logiczny w samochodzie jest działanie świateł drogowych, które powinny świecić gdy kluczyk w stacyjce jest w położeniu „zapłon włączony” i zestyk świateł drogowych w pozycji „włączony” rys. 18.

Układy TTL zasilane są napięciem 5 V. Przedział napięcia od 0V do 0,8 V odpowiada stanowi logicznemu „0”. Przedział od +2 V do +5 V logicznej „1”. Wielkość tych napięć można skontrolować za pomocą woltomierza lub specjalnego testera układów TTL. Jeżeli zachodzi potrzeba wymiany wlutowanego układu scalonego, np. przy jego uszkodzeniu, do wylutowania należy użyć lutownicy ze specjalnym grotem oraz odsysacza cyny. Szczególne środki ostrożności są potrzebne w wypadku układów CMOS, ponieważ ładunek statyczny może uszkodzić lub zniszczyć te elementy.

Podczas uruchamiania nowych układów oraz w pracach serwisowych dotyczących układów cyfrowych, bardzo pomocne są specjalizowane przyrządy pomiarowo–testujące takie jak:

- próbniki stanów logicznych,
- wielokanałowe wskaźniki stanów logicznych,
- analizatory stanów logicznych.

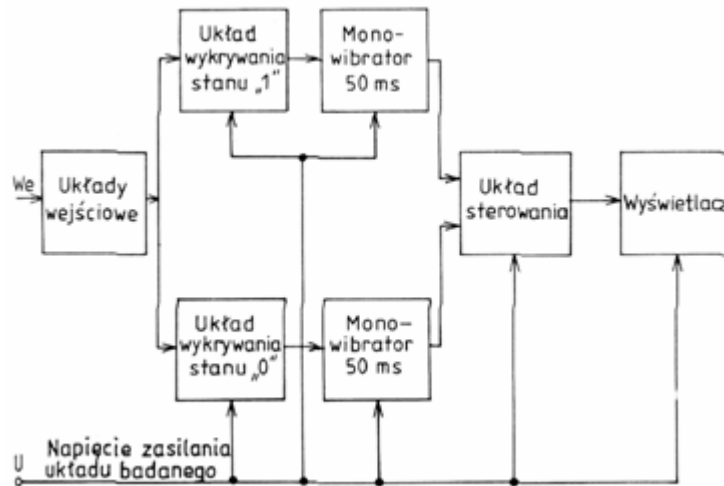
Próbniki stanów logicznych są to przyrządy umożliwiające rejestrację i wyświetlenie zmian dynamicznych oraz wskazywanie statycznych stanów logicznych w wybranych punktach układu cyfrowego. Typowe próbniki umożliwiają:

- wskazywanie stanów logicznych niskich i wysokich,
- wskazywanie stanu zabronionego (pomiędzy niskim i wysokim),
- ciągłych zmian stanów logicznych (ciąg impulsów),
- pojedynczych impulsów o krótkim czasie trwania,
- grupy impulsów.

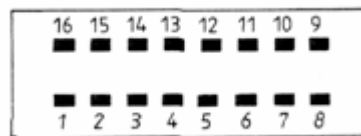
Próbniki są zwykle zasilane napięciem z badanego układu jak przykładowy próbnik typu HP 10525T. Próbnik ten sygnalizuje następujące stany logiczne:

- stan „0” (wskaźnik nie świeci),
- stan „1” (wskaźnik świeci),
- stan zabroniony powyżej logicznego „0” a poniżej logicznej „1” (wskaźnik świeci z mniejszą jasnością),
- impuls „1” (wskaźnik świeci przez 50 ms niezależnie od długości impulsu),
- impuls „0” (wskaźnik gaśnie na ok. 50 ms niezależnie od długości impulsu),
- ciąg powtarzających się impulsów (wskaźnik zapala się i gaśnie z częstotliwością ok. 10Hz).

Wielokanałowe wskaźniki stanów logicznych spełniają podobne funkcje jak próbniki, z tą różnicą, że jednocześnie jest badany i wskazywany stan wielu punktów układu (najczęściej wszystkich końcówek pojedynczego układu scalonego). Konstrukcja wskaźnika umożliwia jego nałożenie na układ scalony (np. 14- lub 16-nóżkowy), a rozmieszczenie diod świecących odwzorowuje rozkład końcówek układu.



Rys. 18. Schemat próbnika stanów logicznych HP 10525T [1, s. 245]



Rys. 19. rozmieszczenie diod wyświetlacza [1, s. 245]

Analizatory stanów logicznych są to przyrządy umożliwiające śledzenie i rejestrację strumienia sygnałów jednocześnie w wielu różnych punktach badanego układu. Analizator łączy się z wybranymi punktami w badanym układzie za pomocą wielowejsciowej sondy. Przebiegi sygnałów w tych punktach są próbkowane z częstotliwością impulsów zegarowych, generowanych w samym analizatorze lub doprowadzanych z zewnątrz (np. z badanego układu). Możliwe jest przy tym odwzorowanie relacji czasowych między sygnałami w badanych punktach układu. Zasada pracy takiego analizatora jest podobna do wielokanałowego oscyloskopu, ale są wyróżniane tylko dwa stany: wysoki i niski. Na ekranie mogą być wyświetlane przebiegi czasowe sygnałów w poszczególnych kanałach, lub ciągi zer i jedynek reprezentujące odpowiednie stany logiczne.

Działanie tego analizatora jest następujące:

- wyzwolenie przez operatora cyklu rejestracji powoduje podanie sygnału START następuje wówczas otwarcie bramki B, i jednocześnie jest generowany sygnał ZAPIS do pamięci,
- przepuszczane przez bramkę B impulsy taktują wpis wszystkich linii sygnałów wejściowych (buforowanych przez rejestry buforowe), impulsy zegarowe zliczane w liczniku powodują jednocześnie zmianę stanu linii adresowych pamięci tak, że dla każdego taktu stan linii wejściowych jest zapamiętywany w kolejnych komórkach pamięci,
- po zakończeniu cyklu rejestracji (co jest sygnalizowane dopełnieniem licznika sygnał KONIEC) następuje wyłączenie sygnału ZAPIS, a załączenie sygnału ODCZYT pamięci.
- podanie sygnału START powoduje otwarcie bramki B, impulsy zegarowe taktują odczyt pamięci i jednocześnie powodują cykliczną zmianę adresów odczytywanych komórek,
- sygnały na wyjściu pamięci poprzez układ wejściowy sterują wyświetlaczem, na którym odwzorowywana jest zarejestrowana sekwencja stanów logicznych we wszystkich kanałach rejestratora,
- cykl wyświetlania jest powtarzany aż do wyzwolenia kolejnego stanu rejestracji.

4.4.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakim napięciem zasilane są układy TTL?
2. W jaki sposób sprawdza się poprawność działania układu TTL?
3. W jaki sposób kontroluje się stany logiczne w układach cyfrowych?
4. W jaki sposób wykonuje się konwersję dziesiętno-dwójkową?
5. W jaki sposób wykonuje się konwersję dwójkowo-dziesiętną?
6. Jakie stany występują w logice cyfrowej?
7. Jakie elementy są podstawowymi w technice cyfrowej?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj konwersję dziesiętno-dwójkową liczb:

- a) 52,
- b) 47,
- c) 118.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zaplanować tok postępowania,
- 2) wykonać niezbędne obliczenia,
- 3) zaprezentować wyniki pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zeszyt i przybory do pisania,
- literatura rozdz. 6.

Ćwiczenie 2

Wykonaj konwersję dwójkowo-dziesiętną liczb:

- a) 010,
- b) 1011,
- c) 101110.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

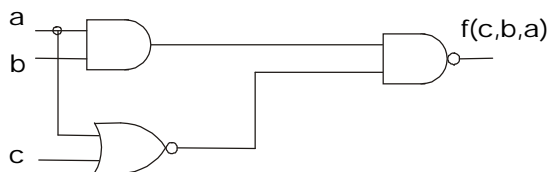
- 1) zaplanować tok postępowania,
- 2) wykonać niezbędne obliczenia,
- 3) zaprezentować wyniki pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zeszyt i przybory do pisania,
- literatura rozdz. 6.

Ćwiczenie 3

Napisz tablicę prawdy dla 3 wejściowego układu bramek.



Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zaplanować tok postępowania,
- 2) określić jaką funkcję realizują poszczególne bramki,
- 3) zapisać stany na wyjściach bramek dla kolejnych kombinacji stanów wejściowych,
- 4) zaprezentować efekty pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zeszyt i przybory do pisania,
- literatura rozdz. 6.

Ćwiczenie 4

Sprawdź poprawność działania bramek w układzie z ćwiczenia nr 3.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zaplanować tok postępowania,
- 2) dobrać korzystając z katalogu układ scalony zawierający odpowiednią bramkę,
- 3) określić warunki zasilania,
- 4) zmontować układ zgodnie ze schematem,
- 5) sprawdzić poprawność montażu,
- 6) podłączyć napięcie zasilające,
- 7) zapisać stany na wyjściach bramek dla kolejnych kombinacji stanów wejściowych,
- 8) porównać uzyskane wyniki ze stanami uzyskanymi w ćwiczeniu nr 3,
- 9) określić stan układu scalonego na podstawie sprawdzenia poszczególnych bramek układu,
- 10) zaprezentować efekty pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zasilacz laboratoryjny,
- płytki testowa wraz z przewodami,
- woltomierz, lub próbnik stanów logicznych, lub analizator stanów logicznych,
- zestaw układów scalonych zawierających bramki NAND, AND i NOR,
- katalog układów cyfrowych,
- zeszyt i przybory do pisania,
- instrukcja wykonania ćwiczenia,
- literatura rozdz. 6.

4.4.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

| | Tak | Nie |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1) wykonać konwersję dwójkowo-dziesiętną? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) wykonać konwersję dziesiętno-dwójkową? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) wyszukać za pomocą katalogu podstawowych danych układu scalonego? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) wykonać prosty układ elektroniczny na płycie drukowanej na podstawie schematu ideowego? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5) sprawdzić czy jest sprawna bramka? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6) sprawdzić czy jest sprawny układ zbudowany z bramek na podstawie sygnałów wejściowych i wyjściowych? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7) Określić sygnał cyfrowy? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4.5. Elektroniczne urządzenia automatyki

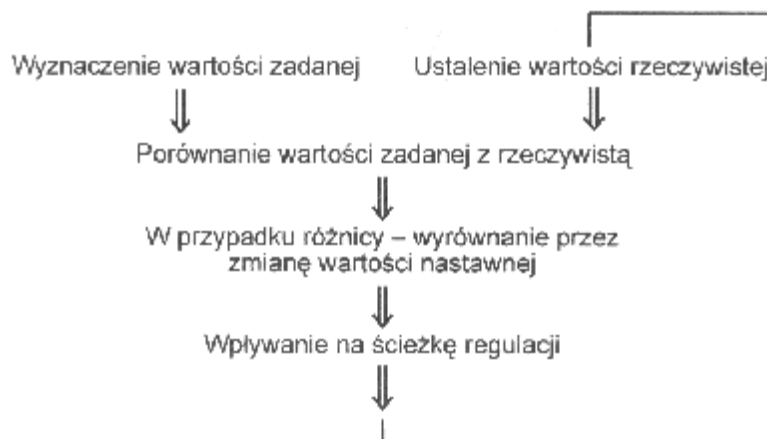
4.5.1. Materiał nauczania

Regulacja jest procesem, podczas którego wielkość regulowana jest na bieżąco mierzona i porównywana z inną wielkością, będącą wielkością zadaną.

Powyższą definicję regulacji można przedstawić opisując działania kierowcy kierującego samochodem. W jego umyśle są porównywane dwie wartości:

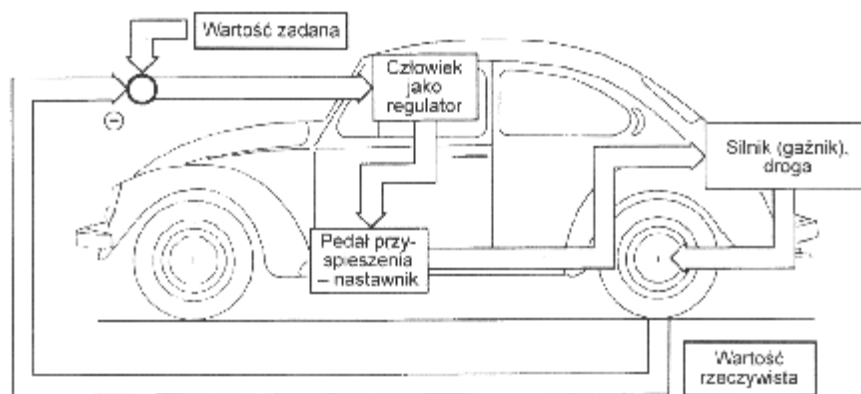
wartość zadana wielkości regulowanej – wartość oczekiwana prędkości.

wartość rzeczywista wielkości regulowanej – aktualna wartość prędkości samochodu.



Rys. 20. Zasada regulacji [2, s. 169]

Jeżeli obie te prędkości są takie same, człowiek nie musi ingerować w obwód regulacji. Kiedy jednak na skutek jazdy pod górę prędkość spadnie, wówczas wartość rzeczywista wielkości regulowanej jest różna od wartości zadanej. Odpowiednio do różnicy regulacji umysł kierowcy nakazuje użycie pedału przyspieszenia. Poprzez nastawnik zmieniona zostaje doprowadzana do silnika ilość mieszanki (rys. 20).

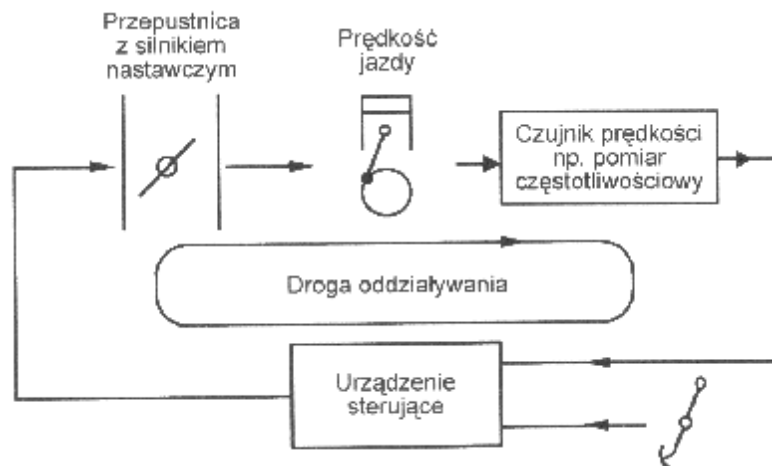


Rys. 21. Człowiek jako regulator [2, s. 168]

Wzrasta prędkość obrotowa silnika, dopóki nie zostanie osiągnięta wartość zadana (oczekiwana prędkość jazdy). Jeżeli dodatkowo wystąpią wielkości zakłócające (przeciwny wiatr, wzniesienia, zmiana nawierzchni drogi itp.) przebieg regulacji musi zostać powtórzony. Naturalnie „doregulowanie” może mieć miejsce tylko w granicach obszaru regulacji samochodu. Jeżeli np. wzniesienie jest zbyt duże, nie będzie możliwe utrzymanie oczekiwanej prędkości. Wystąpi wówczas trwała różnica regulacji. Regulowanie polega na nieustannym

porównywaniu wartości zadanej z rzeczywistą w zamkniętym obwodzie regulacji. Jeżeli sprzężenie nie następuje automatycznie, lecz przez człowieka to mamy wówczas do czynienia z nie samoczynnym sprzężeniem zwrotnym.

Tempomat jest układem automatycznej regulacji który pozwala na ograniczenie udziału człowieka w procesie regulacji.



Rys. 22. Tempomat [2, s. 170]

Pozwala na automatyczne ustawienie przepustnicy a zarazem obrotów, by utrzymać je na zadanym poziomie.

Układ regulacji składa się z następujących składników:

1) Regulatora:

- rządzenie pomiarowe – nieustanne rejestrowanie, najczęściej za pomocą czujnika, wartości rzeczywistej,
- ustawianie wartości zadanej – ustawianie pożądanej wartości wielkości regulowanej. Może to być wartość stała (prądnicą prądu przemiennego, regulacja lambda), albo zmienna (regulacja świateł drogowych),
- urządzenie porównujące – porównanie wartości rzeczywistych z zadanymi i sterowanie nastawnikiem, ewentualnie za pośrednictwem wzmacniacza,

2) Czujnika pomiarowego – podczas porównania wartości rzeczywistej z zadaną można ustalić różnicę tylko wtedy, gdy są to takie same wielkości fizyczne. W tym celu często stosuje się czujniki, które dokonują zamiany wartości nieelektrycznych najczęściej na napięcie,

3) Nastawnika – przetwarza sygnał wyjściowy regulatora na odpowiednią wielkość.

Ze względu na charakter regulacji regulatory dzielimy na:

- regulatory nieciągłe – wielkość nastawcza ma dwie lub kilka stałych wartości – sterowanie wentylatorem chłodnicy
- regulatory ciągłe – wielkość nastawcza ma nieskończoną ilość wartości, przeciwieństwie do regulatorów nie ciągłych każda zmiana wartości e skutkuje zmianą wielkości nastawczej – regulator napięcia alternatora.

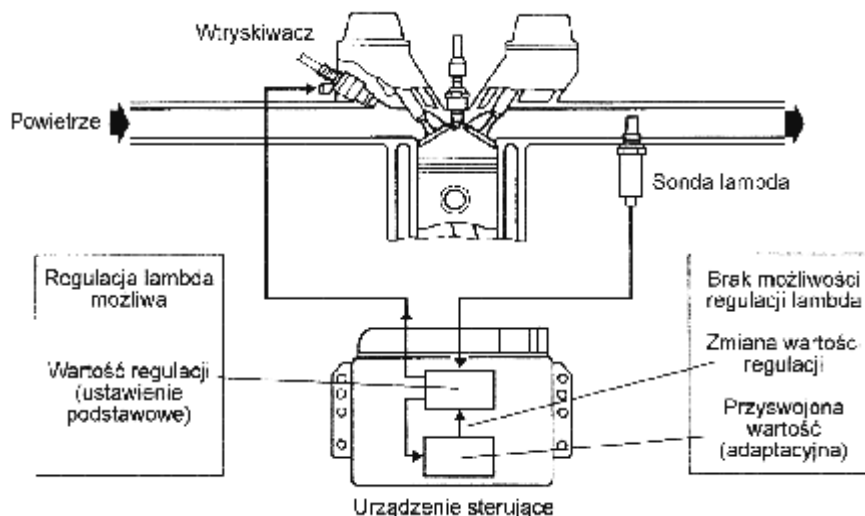
Regulatory mogą pracować bez potrzeby dodatkowego zasilania wtedy mamy do czynienia z regulatorami bez energii pomocniczej (zestyk bimetalowy jako wyłącznik elektrycznego wentylatora chłodnicy), lub ich praca jest uzależniona od zasilania zewnętrznym źródłem energii czyli z energią pomocniczą (regulacja składu mieszanki za pomocą sondy lambda).

Rozpatrując dynamicznie procesy zachodzące w silniku widzimy, że ogromna ilość różnych wielkości zmienia się osobno lub równocześnie. Przykładem może być regulacja lambda, gdzie czas przepływu gazów od miejsca tworzenia mieszanki przed wtryskiwaczami

do miejsca pomiaru ich składu przez sondę lambda zależy od prędkości obrotowej silnika. Im jest ona większa, tym krótszy jest czas a parametry regulacji są tak ustawione, aby w całym zakresie regulacji umożliwić pomiar i uwzględnić tę zależność od prędkości obrotowej. Jednak nie zawsze może być dotrzymany warunek konieczny dla największej konwersji katalizatora, czyli pracy silnika na mieszance stechiometrycznej (bliskiej $X_r = 1$), z uwagi na nieprzewidziane zmiany w układzie, np. dodatkowe (fałszywe) powietrze, mechaniczne zużycie elementów składowych. Czynniki te mogą doprowadzić do tego, że powstałe błędy nie będą mogły być skorygowane w ramach zakresu działania regulacji lambda.

Rozwiązaniem tego problemu jest układ regulacji, który może rejestrować i uwzględniać nieprzewidywalne zmiany parametrów, czyli adaptacyjny układ regulacji - „ucząca się regulacja”. Urządzenie sterujące reguluje skład mieszanki za pomocą zmiany ilości wtryskiwanego paliwa, w zależności od stężenia tlenu w spalinach (sygnał sondy lambda). W tym celu w pamięci urządzenia sterującego są zapisane wstępne wartości regulacji. Wartości te uwzględniają np. zależność napełnienia cylindra mieszanką od prędkości obrotowej silnika i dlatego dopasowują częstotliwość regulacji do prędkości obrotowej.

W przypadku gdy do przewodu dolotowego dostanie się dodatkowe powietrze i sonda lambda poinformuje o zbyt ubogiej mieszance, wtedy układ regulacji lambda za pomocą wtryskiwaczy doprowadzi do wzbogacenia mieszanki. Jeżeli granice regulacji zostały osiągnięte, a mieszanka jest nadal zbyt uboga, system „nauczy się” nowych wartości, dla jeszcze uboższej mieszanki i zapisze w pamięci nowe wartości regulacji (czas wtrysku wyrażony wartością prądu sterowania). Od następnego uruchomienia silnika te nowe wartości mogą być już wykorzystywane. Układ może dokonywać regulacji z wykorzystaniem wartości, których się „nauczył”.



Rys. 23. Zasada działania adaptacyjnej regulacji lambda [2, s. 181]

Adaptacja może prowadzić do tego, że pojawiające się błędy zostaną ukryte, albo zaadoptowane. Całkowite wypadnięcie z pracy jednego cylindra w silniku wielocylindrowym może nie być zauważone jako zmniejszenie prędkości obrotowej biegu jałowego, gdyż układ regulacji napełnienia na biegu jałowym zdoła utrzymać prędkość obrotową w granicach adaptacji na odpowiednim poziomie. Inne błędy, jak zużyte wtryskiwacze, utrata ciśnienia sprężania w cylindrze, zatkanie układu zasilania paliwem itd. zostaną także zrekompensovane przez adaptacyjne systemy regulacji. Dotychczasowe metody rozpoznawania błędów opierają się na wyznaczeniu statycznych wartości porównawczych, jak napięcie, współczynnik trwania impulsu, kąt zwarcia, kąt wyprzedzenia zapłonu, czas wtrysku itd. Wartości dynamiczne, albo trudne do zmierzenia zmiany wewnętrznego stanu silnika, np. zużycie albo nieszczelności,

nie mogą być tymi sposobami wiarygodnie rozpoznane, chyba że na skutek adaptacji doprowadziły do widocznego obniżenia komfortu jazdy. Dopiero po wystąpieniu większej awarii (np. uszkodzenie czujnika) przebieg procesu regulacji zostanie tak bardzo zakłócony, że znalezienie usterki będzie stosunkowo łatwe, gdyż system przestawi się na pracę w trybie awaryjnym.

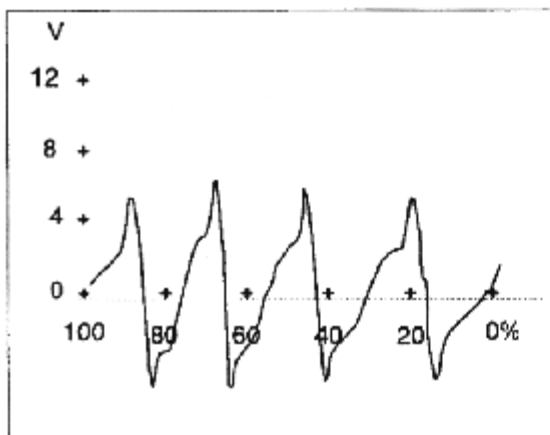
Nieustanny postęp w dziedzinie elektroniki stwarza możliwość nakazania urządzeniu regulacyjnemu, które dokonało adaptacji poinformowania o tym dopasowaniu personelu stacji obsługi przez odpowiednie łącze (interfejs). Zapisane w pamięci kroki adaptacji umożliwiają wczesne i jednoznaczne rozpoznanie usterki.

Przykłady adaptacyjnych układów regulacji w samochodzie:

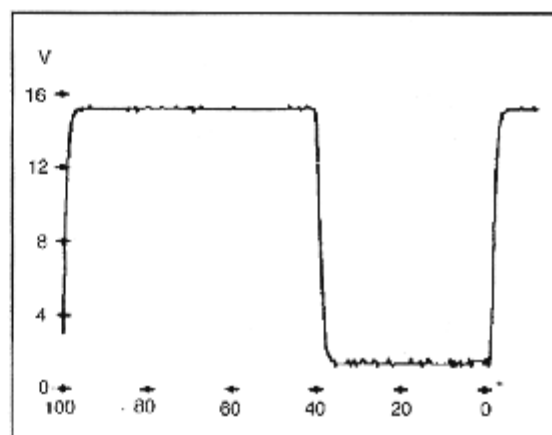
- regulacja lambda - kompensuje tolerancje w układzie zasilania paliwem, silniku i układzie Motronic oraz dopasowuje się do zmienionych warunków,
- stabilizacja prędkości obrotowej biegu jałowego - koryguje pracę zaworu regulacji prędkości obrotowej biegu jałowego, uwzględniając parametry eksploatacyjne i warunki zewnętrzne,
- regulacja przeciwstukowa - dopasowuje pole charakterystyki zapłonu do specyfiki silnika albo jakości paliwa tak, aby zminimalizować niebezpieczeństwo występowania spalania detonacyjnego.
- Wbudowany w niektóre testery samochodowe oscyloskop umożliwia mechanikowi wizualizację na monitorze prawie wszystkich sygnałów przesyłanych w samochodzie. Dzięki temu jest możliwa szybka diagnoza. Przykładowe sygnały z czujników zastosowanych w samochodzie.

Na rys. 25b i 26a jest przedstawiony graficznie czas otwarcia zaworu wtryskiwacza przy wtrysku wielopunktowym. Czas wtrysku czyli czas w którym zawór wtryskiwacza jest otwarty zwiększa się wraz obciążeniem. W silnikach z wtryskiem centralnym uzyskujemy nie co inne przebiegi tak jak na rys. 26b i 27.

a)

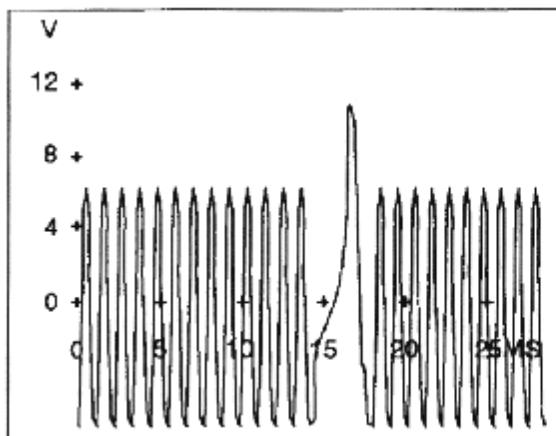


b)

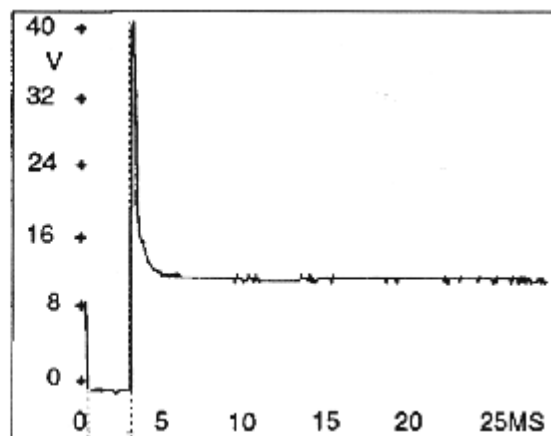


Rys. 24. a) sygnał indukcyjnego czujnika rozdzielacza zapłonu, b) czujnika Halla [2, s. 190]

a)

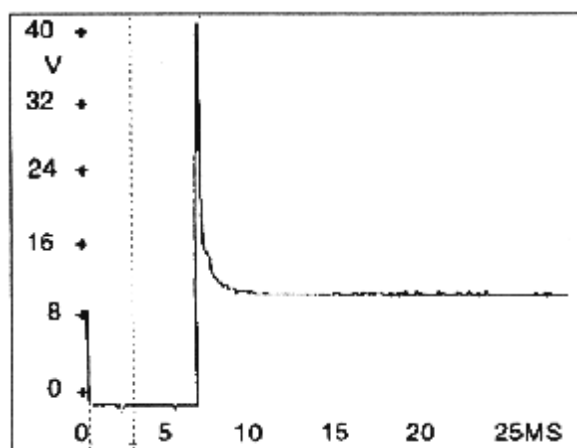


b)

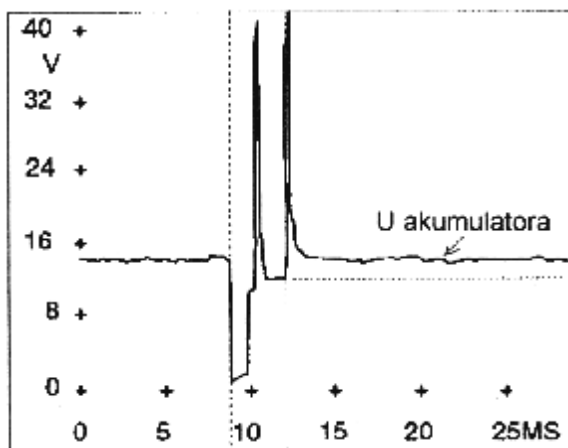


Rys. 25. a) sygnał czujnika prędkości obrotowej i położenia wału korbowego, b) czas otwarcia zaworu wtryskiwacza – silnik na biegu jałowym [2, s. 190]

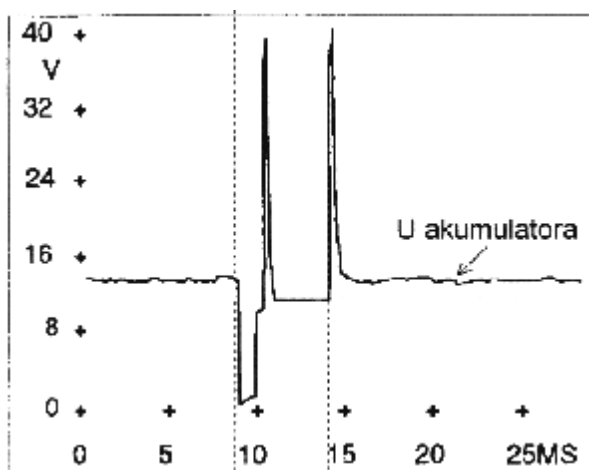
a)



b)



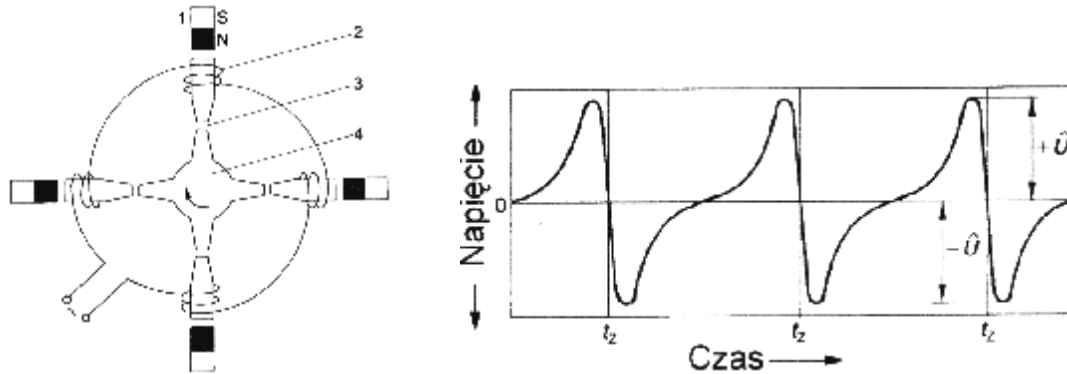
Rys. 26. a) czas otwarcia zaworu wtryskiwacza – silnik pod obciążeniem, b) czas wtrysku na biegu jałowym [2, s. 191]



Rys. 27. Czas otwarcia zaworu wtryskiwacza – silnik pod obciążeniem [2, s. 191]

Wykonanie pomiarów za pomocą oscyloskopu i porównanie ze wzorcowymi jest jednym z nielicznych sposobów diagnozowania szybkozmiennych sygnałów.

W indukcyjnym czujniku sterowania zapłonu na skutek zmian pola magnetycznego w wyniku obracania się tarczy impulsowej (wirnik) w uzwojeniu indukcyjnym (stojan) jest wytwarzane napięcie przemienne. Napięcie wzrasta w miarę zbliżania się garbów wirnika do biegunów stojana. Dodatnia półfala napięcia osiąga największą wartość, gdy odstęp między garbami wirnika i biegunami stojana jest najmniejszy. Ze wzrostem tego odstęp pole magnetyczne gwałtownie zmienia swój kierunek i napięcie staje się przeciwne. W chwili przzerwania przez sterownik prądu pierwotnego jest wyzwalany zapłon. Liczba garbów wirnika i biegunów stojana na ogół odpowiada liczbie cylindrów.



Rys. 28. Indukcyjny czujnik sterowania zapłonu z przebiegiem napięć [2, s. 203]

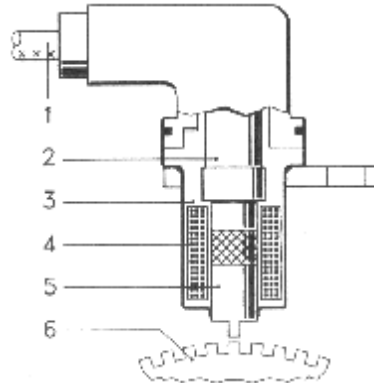
- 1) magnes trwały,
- 2) uzwojenie z rdzeniem,
- 3) szczelina powietrzna,
- 4) tarcza impulsowa.

Wirnik obraca się o połowę wolniej od wału korbowego. Napięcie maksymalne ($\pm U$) wynosi przy małej prędkości obrotowej ok. 0,5 V, a przy dużej prędkości do ok. 100 V. Sprawdzenia chwili zapłonu można dokonać tylko podczas pracy silnika, ponieważ bez obracającego się wirnika nie następuje zmiana pola magnetycznego, a tym samym nie może powstać sygnał.

Czujnik Halla jest dość często stosowany do wyzwalania zapłonu po zamianie układu zapłonowego ze stykowego na bezstykowy. Czujnik Halla można zamontować zamiast przerywacza zapłonu na tej samej ruchomej płytce nośnej. Dzięki temu można nadal wykorzystywać ten sam rozdzielacz zapłonu. Wirująca przesłona ze szczelinami (oknami) przecina linie pola magnetycznego oddziałującego na czujnik Halla. Kiedy pomiędzy magnesami prowadzącymi znajdzie się okno, wtedy powstaje napięcie Halla. Jeżeli w szczelinie powietrznej pomiędzy magnesami znajdzie się przesłona, wówczas linie pola magnetycznego nie mogą oddziaływać na czujnik Halla i napięcie jest bliskie zeru. Chociaż pozostaje niewielkie pole rozproszenia, to zmieniające się napięcie Halla jest precyzyjnym sygnałem sterującym zapłonem.

Czujniki prędkości obrotowej kół jest wykorzystywany we wszystkich układach ABS. Wszystkie czujniki indukują napięcie przemienne o sinusoidalnej charakterystyce dzięki obrotom zębatej tarczy impulsowej, sprzężonej z piastą koła (niekiedy także z mechanizmem różnicowym). Częstotliwość napięcia przemiennego jest wprost proporcjonalna do prędkości obrotowej koła. Działanie i sygnały czujników prędkości obrotowej są nieustannie kontrolowane i analizowane po przekroczeniu przez pojazd prędkości ok. 4-6 km/h. Ruch obrotowy zębatej tarczy impulsowej zmienia pole magnetyczne magnesów trwałych i dzięki temu jest indukowane napięcie przemienne. Może być ono sprawdzone na oscyloskopie.

Pomiar współczynnika trwania impulsu jest również wystarczająco dokładny. Czujniki prędkości obrotowej kół mogą być też sprawdzane statycznie przez pomiar rezystancji w celu wykrycia ewentualnych przerw w obwodzie. W motocyklach czujniki prędkości obrotowej nie mogą być chronione i dlatego nie stosuje się w nich magnesów trwałych. Dopiero w stanie gotowości całego układu przepływa przez nie prąd i tworzy się pole magnetyczne.

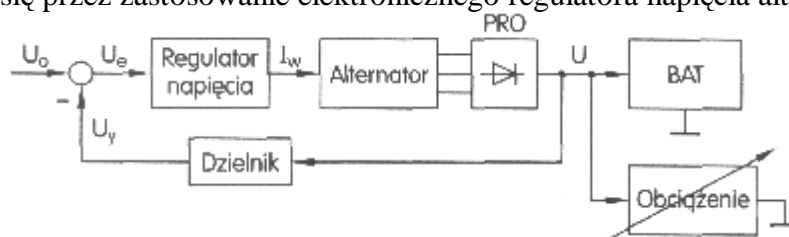


Rys. 29. Czujnik prędkości obrotowej:

- 1) przewód elektryczny, 2) magnes trwały, 3) obudowa,
- 4) cewka, 5) końcówka bieguna, 6) tarcza impulsowa [2, s. 294]

Dzięki obrotom tarczy impulsowej powstaje napięcie przemiennie o sinusoidalnej charakterystyce. W celu zlokalizowania ewentualnej usterki należy dodatkowo skontrolować, czy czujnik jest zasilany napięciem przez urządzenie sterujące. We wszystkich rozwiązaniach układu ABS istotne jest przestrzeganie ustalonego przez producenta odstępu (szczeliny powietrznej) pomiędzy tarczą impulsową i czujnikiem prędkości obrotowej. Szczelina ta wynosi na ogół ok. 1 mm. Ponadto należy zwrócić uwagę, czy tarcza impulsowa i czujnik są dobrze zamocowane i nie powstają zakłócenia w wyniku obłuzowania mocowania. Duże zanieczyszczenia, rdza i wilgotność także mogą powodować zakłócenia. Dotyczy to wszystkich rodzajów czujników.

Innym przykładem układu automatyki w samochodzie może być układ ładowania akumulatora. Napięcie alternatora zależy od prędkości obrotowej wirnika alternatora, prądu wzbudzenia i obciążenia generatora. Prędkość obrotowa silnika i obciążenie elektryczne zmieniają się w szerokich granicach, powodując duże wahania napięcia generatora. Stabilizację napięcia osiąga się przez zastosowanie elektronicznego regulatora napięcia alternatora.



Rys. 30. Schemat układu regulacji napięcia alternatora [3, s. 214]

Elementami składowymi są: akumulator (BAT), prostownik trójfazowy (PRO), napięcie zadane (U_o), napięcie regulowane (U), napięcie zmierzone (U_y), błąd regulacji (U_e) i prąd wzbudzenia (I_w).

Regulatory napięcia alternatorów działają dwupołożeniowo, to znaczy, że napięcie uzwojenia wzbudzenia zmieniają skokowo od wartości maksymalnej do minimalnej. Dzięki bezwładności obwodu wzbudzenia te drgania prostokątne zostają uśrednione i prąd wzbudzenia pulsuje nieznacznie.

4.5.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jaka wartość nazywamy zadaną wielkością regulowaną?
2. Jaka jest różnica pomiędzy regulatorami ciągłymi a nieciągłymi?
3. Jak dokonujemy sprawdzenia poprawności sygnałów szybkozmiennych?

4.5.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wyjaśnij budowę i zasadę działania oraz określ zastosowanie tempomatu jako elektronicznego urządzenia automatyki.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zaplanować tok postępowania,
- 2) przygotować tabelę przedstawiającą czynniki wpływające na prędkość:
 - stałe zależne od konstrukcji pojazdu,
 - zależne od nawierzchni toru jazdy,
 - warunków atmosferycznych,
- 3) na podstawie schematu blokowego opisać budowę i zasadę działania tempomatu,
- 4) zaprezentować pracę.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- instrukcja wykonania ćwiczenia,
- schemat blokowy tempomatu,
- arkusz papieru, przybory do pisania,
- literatura rozdz. 6.

Ćwiczenie 2

Zaobserwuj przebiegi sygnału na ekranie oscyloskopu z czujnika prędkości.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zaplanować tok postępowania,
- 2) podłączyć układ pomiarowy,
- 3) dokonać pomiaru oscyloskopem i narysować charakterystykę napięcia w czasie,
- 4) porównać uzyskaną charakterystykę z wzorcową,
- 5) zaprezentować efekty swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zestaw do badania czujnika indukcyjnego
- instrukcja wykonania ćwiczenia,
- oscyloskop,
- arkusz papieru, przybory do pisania,
- literatura z rozdz. 6.

Ćwiczenie 3

Sprawdź działanie czujnika Halla i zapisz wnioski.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zaplanować tok postępowania,
- 2) dobrać zakres napięcia podawanego z zasilacza na czujnik,
- 3) zmontować układ zgodnie ze schematem zawartym w nocie katalogowej,
- 4) sprawdzić poprawność montażu,
- 5) podłączyć napięcie zasilające,
- 6) narysować przebiegi napięć na wyjściu uzyskiwane w trakcie zbliżania i oddalania magnesu do czujnika,
- 7) porównać uzyskane przebiegi z wzorcowymi zawartymi w nocie katalogowej producenta,
- 8) określić stan czujnika,
- 9) zaprezentować efekty pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zasilacz laboratoryjny,
- czujnik Halla - TLE 4905L,
- płytki testowa wraz z przewodami,
- oscyloskop,
- magnes,
- nota katalogowa, lub dostęp do Internetu z możliwością ściągnięcia noty katalogowej,
- zeszyt i przybory do pisania.

4.5.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

| | Tak | Nie |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1) scharakteryzować działanie czujnika indukcyjnego? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) określić cel stosowania hallotronu? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) zdefiniować proces regulacji? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) wyjaśnić cel stosowania pomiarów oscyloskopowych? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5) wykonać pomiar charakterystyki napięciowej oscyloskopem? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6) zmontować prosty układ na podstawie schematu ideowego? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7) przedstawić działanie układu automatyki na podstawie tempomatu? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4.6. Urządzenia elektroniki samochodowej

4.6.1. Materiał nauczania

Zastosowanie coraz większej liczby elektronicznych układów w samochodzie umożliwia poprawę bezpieczeństwa, zwiększa moc silnika, poprawia komfort jazdy i zmniejsza koszty eksploatacji. Na początku zastosowań elektroniki każdy układ był samodzielny, niezależny od innych układów i mający jedno, ściśle zdefiniowane zadanie, np. uruchamianie zapłonu w bezstykowym układzie zapłonowym. Postęp w elektronice umożliwił jednocześnie korzystanie z tych samych informacji przez różne układy albo udostępnianie określonych informacji innemu układowi. Następnym krokiem było umożliwienie oddziaływania jednego układu na inny; np. zmiana kąta wyprzedzenia zapłonu przez układ Motronic podczas regulacji przeciwpoślizgowej kół napędowych albo uniemożliwienie zmiany biegu w automatycznej skrzynce przekładniowej podczas regulacji przeciwpoślizgowej.

Konieczność połączenia układów w sieć, ich wzajemnego wpływu na siebie i przetwarzania informacji dotyczy także układów centralnego blokowania drzwi, zabezpieczenia przed kradzieżą (instalacja alarmowa), zdalnej obsługi i wielu innych. Spowodowało to ogromną liczbę przewodów łączących poszczególne układy. W samochodzie wyższej klasy z pełnym wyposażeniem może być zamontowanych do 67 różnego rodzaju urządzeń sterujących z setkami elementów współpracujących, jak zestyki, wyłączniki, czujniki, silniki elektryczne itp. Do ich odpowiedniego połączenia potrzebne są przewody o łącznej długości ponad 3 km, w samochodzie o długości około 5 m (czyli 600-krotna długość samochodu). Wszelkiego rodzaju wtyki i złącza mają łącznie ok. 3000 styków. W samych tylko drzwiach kierowcy biegnie do 50 różnych przewodów do mikrowyłączników, silnika (silników) centralnego zamka, silnika zamykania i otwierania okna oraz jego przycisków sterujących, przycisków sterujących otwieraniem pozostałych okien, ustawianiem lusterek zewnętrznych, ogrzewaniem lusterek i zamka w drzwiach, wyłącznika instalacji alarmowej itd. Dalszy poważny problem coraz większej „elektronizacji” samochodu to znalezienie odpowiedniego miejsca dla dziesiątków urządzeń sterujących w tym wrogim dla nich środowisku, gdzie mogą być narażone na wilgoć, ekstremalne zmiany temperatury, drgania, wstrząsy i uderzenia. W żadnym przypadku nie może się to odbywać kosztem miejsca i komfortu jazdy pasażerów. Należy ponadto zwrócić uwagę zarówno na promieniowanie zakłócające ze strony układów elektronicznych, jak też ich podatność na promieniowanie zakłócające z obcych źródeł. Nie bez znaczenia są także rosnące w wyniku elektronizacji koszty produkcji i przyrost masy samochodu. Układy muszą pracować niezawodnie, a pojawiające się usterki powinny być łatwe do zdiagnozowania i usunięcia. Cała elektronika i elektryka jest przyczyną zaledwie 1 % wszystkich usterek powstających w samochodzie.

Ponad 50-procentowy udział wiązek przewodów w awariach wskazuje jednoznacznie na najsłabszy punkt układów elektroniczno-elektrycznych. Usterki przewodów są ponadto trudne do zdiagnozowania i usunięcia, gdyż często dają o sobie znać tylko w szczególnych okolicznościach (temperatura, drgania itp). Wymusza to rozwój układów elektronicznych w kierunku miniaturyzacji i scalania urządzeń sterujących, przy jednoczesnym zmniejszaniu liczby wzajemnych połączeń za pomocą przewodów elektrycznych. Warunkiem prawidłowego postępowania przy szukaniu uszkodzeń jest znajomość budowy i zasady działania urządzenia. Wiedzę tę można zdobyć przez doświadczenie albo na podstawie dokumentacji ideowej, np. ze schematów. Pierwszą czynnością podczas szukania uszkodzenia są oględziny. W ten sposób można znaleźć uszkodzone części lub wypalone styki. Często można zaoszczędzić czas, kiedy

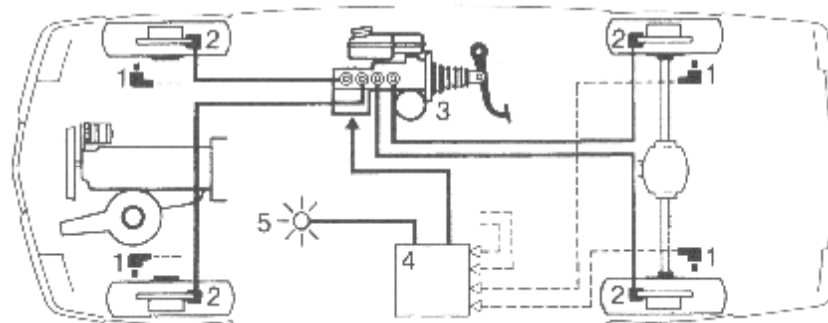
zapyta się użytkownika, jak doszło do uszkodzenia, a przede wszystkim, kiedy urządzenie źle funkcjonuje. Uszkodzenia mechaniczne w urządzeniach elektrycznych to najczęściej defekty wyłączników albo przycisków. Pomimo podania napięcia urządzenie nie działa. Kontrolując działanie wszystkich funkcji urządzenia, np. w urządzeniu napędowym o dwóch prędkościach obrotowych i zmiennym kierunku wirowania, można zlokalizować uszkodzenie. W wypadku uszkodzenia przewodu w urządzeniu roboczym nie ma napięcia. Przerwę w przewodzie można znaleźć metodą tzw. śledzenia napięcia. Prowadzi się go przy doprowadzonym do urządzenia napięciu. Do pomiaru używa się woltomierza, lub dwubiegunowego próbnika napięcia. Przy przyrządach uniwersalnych należy właściwie wybrać rodzaj prądu i odpowiedni zakres pomiarowy napięcia. Badania można prowadzić od źródła napięcia albo od miejsca, w którym nie funkcjonuje odbiornik. Podczas śledzenia napięcia można stwierdzić obecność wymaganego napięcia na badanych zaciskach.

Uszkodzenie znajduje się pomiędzy miejscem, gdzie po raz ostatni występowało, i miejscem, w którym w następnej kolejności powinno wystąpić napięcie. Jeżeli miejsca pomiaru napięć są znacznie od siebie oddalone, można wykonać dodatkowe pomiary. Wykonuje się je wówczas, kiedy urządzenie z powodu uszkodzenia nie może być załączone, np. z powodu występującego zwarcia.

W urządzeniach elektroniki samochodowej możemy wyodrębnić układy mające zasadniczy wpływ na:

- ekonomię i ekologię (elektroniczne układy zapłonowe i wtrysku),
- wzrost bezpieczeństwa biernego (sterownik poduszki powietrznej, napinacza pasów bezpieczeństwa),
- wzrost bezpieczeństwa aktywnego (ABS, ASR, elektronicznej regulacji amortyzatorów, blokady mechanizmu różnicowego),
- ochronę przed kradzieżą (immobilizera, alarm),
- zwiększenie komfortu jazdy (klimatyzacja, centralny zamek, elektryczne sterowanie lusterkami, siedzeniem itd.).

Układ ABS rozwiązuje problem zablokowania kół i wpadnięcia pojazdu w poślizg, regulując ciśnienie hamowania tak, aby na wszystkich rodzajach nawierzchni skutecznie wykluczyć blokowание kół i zapewnić panowanie nad pojazdem. Skuteczność jazdy musi być zachowana nie tylko na suchym asfalcie, lecz także podczas gołoledzi oraz we wszystkich innych warunkach. Urządzenie sterujące otrzymuje z czujników prędkości obrotowej kół informacje wejściowe potrzebne do regulowania procesu hamowania. Czujniki przekazują do urządzenia sterującego informacje o prędkości kół w postaci sinusoidalnego napięcia przemiennego.



Rys. 31. Samochód osobowy z ABS [2, s. 292]

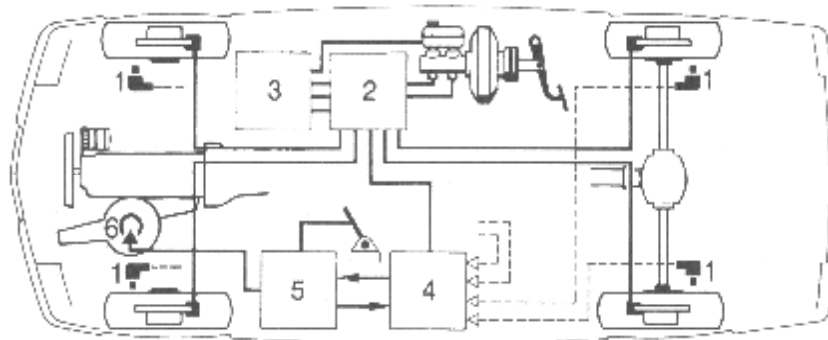
1. czujnik prędkości obrotowej koła,
2. hamulec koła,
3. zespół pompy hamulcowej i modulatora,
4. urządzenie sterujące,
5. lampka kontrolna.

Elektroniczny układ logiczny w urządzeniu sterującym określa na tej podstawie prędkość odniesienia pojazdu, stanowiącą punkt odniesienia procesu regulacji. Wszystkie zmiany prędkości obrotowej jednego lub kilku kół są rejestrowane. Zbyt duży spadek prędkości w określonym czasie albo w stosunku do prędkości odniesienia jest rozpoznawany jako niebezpieczeństwo zablokowania koła. W celu niedopuszczenia do zablokowania koła ciśnienie w rozpierczu hydraulicznym hamulca jest utrzymywane na osiągniętym wcześniej poziomie i dalej nie wzrasta (faza utrzymywania ciśnienia). Jeśli prędkość obrotowa koła nadal spada, ciśnienie hamowania zostaje zredukowane (faza zmniejszania ciśnienia) i koło jest hamowane słabiej. W rezultacie znowu zwiększa się prędkość obrotowa koła i pojazd pozostaje pod kontrolą. Osiągnięcie określonej wartości granicznej jest dla urządzenia sterującego sygnałem do ponownego zwiększenia ciśnienia hamowania w celu zmniejszenia prędkości obrotowej koła (faza zwiększania ciśnienia). W ten sposób regulacja zaczyna się od nowa. Zależnie od rodzaju nawierzchni może występować 4 do 10 cykli regulacji w ciągu sekundy aż do osiągnięcia dolnego progu regulacji, odpowiadającego prędkości samochodu ok. 4 km/h. W czasie wszystkich faz regulacji (utrzymywanie, zmniejszanie, zwiększanie ciśnienia) urządzenie sterujące uruchamia jeden lub kilka zaworów elektromagnetycznych zgrupowanych w modulatorze. W zależności od producenta są stosowane trzy podstawowe rozwiązania układu ABS:

- a) regulowane jest jednocześnie jedno koło przednie i znajdujące się po przekątnej pojazdu koło tylne,
- b) koła przednie są regulowane pojedynczo, a koła tylne wspólnie. Mówi się wtedy o regulacji select-low, to znaczy regulacja dotyczy zawsze tego koła, które jest najbliższe stanu zablokowania. Takie rozwiązanie jest stosowane najczęściej,
- c) regulowane jest ciśnienie hamowania każdego koła osobno (rozwiązanie optymalne, ale i najdroższe).

Wszystkie współczesne układy ABS są wyposażone w samodiagnozowanie i pamięć diagnostyczną. Z chwilą włączenia zapłonu urządzenie sterujące sprawdza siebie i wszystkie współpracujące z nim elementy układu. W razie wykrycia błędu w układzie ABS urządzenie sterujące wyłącza układ i zaczyna się świecić lampka kontrolna. Kierowca otrzymuje informację, że praca układu hamulcowego jest możliwa tylko w zwykłym trybie, bez regulacji ABS.

Odwrotnością układu przeciwblokującego jest układ regulacji poślizgu kół napędowych ASR. Uniemożliwia on ślizganie się kół podczas przyspieszania. Regulacja poślizgu kół napędowych opiera się także na czujnikach prędkości obrotowej kół.



Rys. 32. Samochód osobowy z ASR z udziałem przepustnicy i hamulców [2, s. 306]

1. czujnik prędkości obrotowej koła,
2. zespół hydrauliczny (modulator) ABS,
3. zespół hydrauliczny ASR,
4. urządzenie sterujące ABS/ASR
5. urządzenie sterujące EMS,
6. przepustnica.

Układy ASR i ABS mają wiele wspólnych elementów i podzespołów. Tworzą jedną całość i działają pod nadzorem jednego urządzenia sterującego. Znany już z opisu układu ABS zespół hydrauliczny po niewielkich modyfikacjach jest wykorzystywany przez oba układy, jeżeli układ ASR wykorzystuje hamulce samochodu. Z punktu widzenia sposobu reakcji urządzenia sterującego ASR istnieją w zasadzie trzy sposoby przeciwdziałania poślizgowi kół napędowych:

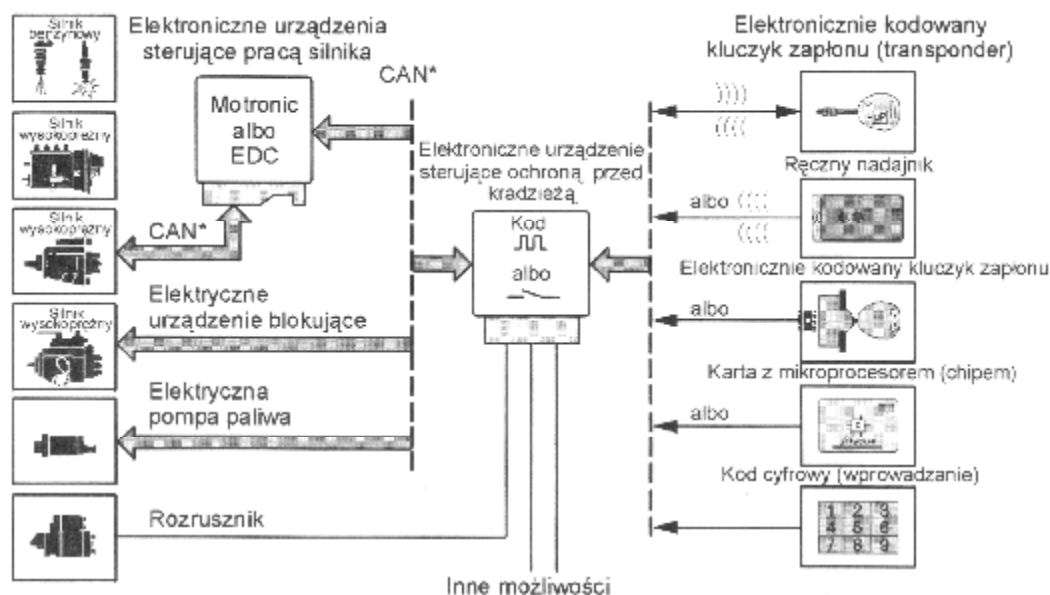
- a) wykorzystanie hamulców – jedno lub więcej kół napędowych, które utraciły przyczepność są hamowane dzięki zwiększeniu ciśnienia w rozpierczu hydraulicznym hamulca tego koła, względnie tych kół,
- b) odłączenie zapłonu i wtrysku – urządzenie sterujące Motronic najpierw przestawia zapłon na późniejszy. Jeżeli w wyniku opóźnienia zapłonu zmniejszenie momentu obrotowego jest zbyt małe, następuje chwilowe odcięcie zapłonu (w celu ochrony katalizatora jednocześnie jest blokowany wtrysk paliwa),
- c) wykorzystanie przepustnicy – silnik nastawczy zamyka przepustnicę wbrew dyspozycji kierowcy. Może to być dokonane zarówno w ramach elektronicznej regulacji mocy silnika EMS za pomocą specjalnego silnika nastawczego albo z wykorzystaniem drugiej przepustnicy, znajdującej się przed przepustnicą główną.

Zależnie od producenta i rozwiązania istnieją także układy, które wykorzystują wszystkie trzy sposoby regulacji poślizgu kół napędowych. Odpowiednio do zaprogramowanych progów regulacji i stosownie do sytuacji, każdy z podanych sposobów może być wykorzystywany osobno lub w odpowiedniej kombinacji z pozostałymi. Istnieją też układy ASR nie wykorzystujące hamulców lub nie odłączające zapłonu i wtrysku. Często, w połączeniu z układem ASR jest montowany układ regulacji momentu napędowego silnika MSR. Kiedy na śliskiej nawierzchni z powodu nagłego puszczenia pedału przyspieszenia, lub zredukowania biegu, albo na skutek momentu hamowania silnikiem koła znacznie zmniejszają prędkość obrotową, wtedy następuje zbyt duży poślizg. Dla utrzymania stabilności jazdy układ MSR wywoła wówczas niewielkie dodanie „gazu” (czyli zwiększenie momentu obrotowego). Może to nastąpić za pomocą nastawnika prędkości obrotowej biegu jałowego lub silnika nastawczego w układzie elektronicznej regulacji mocy silnika. Jednocześnie, w celu zwiększenia momentu obrotowego silnika, układ Motronic przyspiesza zapłon.

Liczne kradzieże samochodów zmusiły producentów do opracowania skutecznych (tzw. kwalifikowanych) rozwiązań chroniących samochody przed kradzieżą. Przez pojęcie „kwalifikowanej” ochrony przed kradzieżą jest rozumiane „samoaktywujące się, kodowane elektronicznie zabezpieczenie, działające na żywotne dla pracy silnika urządzenie sterujące, w celu uniemożliwienia odjechania pojazdem”. Producenci samochodów i wyposażenia bardzo szybko opracowali różne rozwiązania, zarówno na potrzeby fabrycznego montażu, jak i wyposażania samochodów używanych. Zamawianie i wysyłanie elementów składowych i części zamiennych instalacji uniemożliwiających odjechanie skradzionym samochodem jest obwarowane licznymi procedurami i koniecznością udokumentowania zamówienia. Rozwiązaniem, które się przebiło na rynku i najczęściej można się z nim spotkać jest elektronicznie kodowany kluczyk zapłonu z transponderem. Jest to sztucznie stworzone słowo, złożone z łacińskiego transmittere (nadawać) i angielskiego re-sponder (wysyłający odpowiedź). W rozwiązaniu tym klient nie musi zmieniać swoich przyzwyczajeń. Samochód można takim kluczem normalnie otworzyć, włożyć go do wyłącznika zapłonu (stacyjki),

obrócić i uruchomić silnik. Klient nie zauważa nawet, że w tym czasie następuje wymiana wielu danych. W skład układu wchodzi ponadto pierścieniowa antena (cewka odbiorcza), umieszczona w stacyjce, która odczytuje sygnały z transpondera oraz urządzenie sterujące układem, które przetwarza informacje. Układ jest też ściśle powiązany z urządzeniem sterującym silnika.

Po włożeniu kluczyka do stacyjki i włączeniu zapłonu odbywa się następująca wymiana danych: transponder wysyła kodowany sygnał do urządzenia sterującego immobilizera, które sygnał ten analizuje. Po uznaniu sygnału za prawidłowy urządzenie sterujące odsyła do transpondera swój odrębny, przemienny sygnał kodowy, wytwarzany w specjalnym generatorze. Kodowy sygnał przemienny uruchamia w transponderze określony, tajny proces obliczeniowy, który równoległe przeprowadza także urządzenie sterujące. Jeżeli wyniki obliczeń, które transponder i urządzenie sterujące wymieniają między sobą, okażą się identyczne, wówczas kluczyk uznany zostaje za właściwy (uprawniony). Następnie urządzenie sterujące immobilizera i urządzenie sterujące silnika wymieniają przemiennie sygnały kodowe. Dopiero po stwierdzeniu zgodności kodów silnik może być uruchomiony.



* szyna transmisji szeregowej, np. magistrala CAN, albo przewód K,...

Rys. 33. Sposoby działania elektronicznych układów ochrony przed kradzieżą [2, s. 362]

Ta wymiana danych trwa zaledwie kilka milisekund i nie powoduje jakiegokolwiek opóźnienia w dostępie kierowcy do pojazdu. Istnieje 10^{23} kombinacji przemiennych sygnałów kodowych. Wewnętrzny proces obliczeniowy jest tajemnicą producenta. Nie ma zatem żadnej możliwości kopiowania, skanowania sygnału, czy innego rodzaju manipulacji kluczykiem z transponderem. W niektórych tego rodzaju układach można identyfikować pojedyncze kluczyki. W razie ich zgubienia albo kradzieży można je zablokować za pomocą testera diagnostycznego. Zablokowanym kluczykiem nie można już uruchomić samochodu. W celu przeprowadzenia takiego zabiegu (blokowania, ale także odblokowania kluczyka) należy wszystkie pozostałe (nie zgubione) kluczyki wkładać do stacyjki i dokonywać określonej procedury diagnostycznej) podczas której urządzenia sterujące immobilizera i silnika wymieniają się danymi. Procedura taka jest też konieczna po wymianie urządzenia sterującego albo innego elementu układu. Konieczne jest przy tym użycie testera diagnostycznego przeznaczonego wyłącznie dla danego modelu pojazdu. Tylko w ten sposób jest możliwe przekazanie określonych, zakodowanych danych.

4.6.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jaki wpływ na bezpieczeństwo mają układy elektroniczne?
2. W jakim celu stosuje się w pojazdach samochodowych układy elektroniczne?
3. Jakie zadanie pełnią układy ochrony przed kradzieżą?
4. Jakie zadanie pełni układ ABS?
5. Jakie zadanie pełni układ ASR?
6. Jakie są wspólne elementy układu ABS i ASR?
7. Jakie zadanie pełni w pojazdach samochodowych układ MSR?

4.6.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Sformułuj i zapisz czynniki stanowiące zagrożenia podczas eksploatacji urządzeń elektronicznych w samochodzie i zapobieganie im.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zaplanować tok postępowania,
- 2) przygotować tabelę przedstawiającą czynniki stanowiące zagrożenie, oraz sposoby zapobiegania uszkodzeniom urządzeń elektronicznych,
- 3) opisać wykonanie ćwiczenia,
- 4) zaprezentować efekt pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- instrukcja wykonania ćwiczenia,
- arkusz papieru, przybory do pisania,
- literatura rozdz. 6.

Ćwiczenie 2

Scharakteryzuj i opisz cel stosowania układów ABS i ASR.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zaplanować tok postępowania,
- 2) przygotować tabelę przedstawiającą czynniki za i przeciw stosowaniu układów ABS i ASR,
- 3) wymień wspólne cechy,
- 4) opisać wykonanie ćwiczenia,
- 5) zaprezentować efekt pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- instrukcja wykonania ćwiczenia,
- arkusz papieru, przybory do pisania,
- literatura rozdz. 6.

4.6.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

| | Tak | Nie |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1) opisać działanie układu ABS? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) opisać działanie układu ARS? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) określić zadania układu ochrony przed kradzieżą? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) określić czynniki wpływające na awaryjność układów elektronicznych zastosowanych w samochodzie? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5) określić miejsce lokalizacji poszczególnych bloków układu ABS w samochodzie? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6) określić miejsce lokalizacji poszczególnych bloków układu ASR w samochodzie? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7) określić zależności układu ochrony przed kradzieżą z innymi układami w samochodzie? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

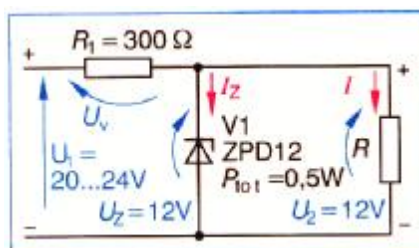
INSTRUKCJA DLA UCZNIĄ

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Udzielaj odpowiedzi na załączonej karcie odpowiedzi.
5. Test składa się z 20 zadań.
6. Za każde poprawnie rozwiązane zadanie uzyskasz 1 punkt.
7. Dla każdego zadania podane są cztery możliwe odpowiedzi: a, b, c, d.
8. Tylko jedna odpowiedź jest poprawna.
9. Zakreśl wybraną odpowiedź. Jeżeli się pomylisz i błędnie zaznaczysz odpowiedź, otocz ją kółkiem i zaznacz odpowiedź, którą uważasz za prawdziwą.
10. Przed wykonaniem każdego zadania przeczytaj bardzo uważnie polecenie.
11. Czas na rozwiązanie testu - 60 minut.

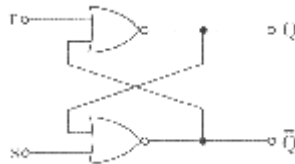
Powodzenia!

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Przed każdymi pracami montażowo – demontażowymi w układzie elektrycznym podczas których istnieje ryzyko wystąpienia zwarcia, należy
 - a) odłączyć akumulator.
 - b) naładować akumulator.
 - c) sprawdzić czy akumulator jest naładowany za pomocą woltomierza.
 - d) sprawdzić stan techniczny klem akumulatora.
2. Wykonując sprawdzenie przewodu omomierzem otrzymano wskazanie że rezystancja 1mb przewodu miedzianego o średnicy 1 mm² wynosi 3 Ω. Oznacza to, że
 - a) wartość rezystancji zbyt mała, prawdopodobnie uszkodzony przyrząd pomiarowy.
 - b) wartość rezystancji zbyt mała, prawdopodobnie uszkodzony przewód.
 - c) wartość rezystancji zbyt duża, prawdopodobnie uszkodzony przyrząd pomiarowy.
 - d) wartość rezystancji prawidłowa.
3. Wtyczkę wiązki kablowej elektronicznych urządzeń sterujących wyjmować lub wkładać tylko przy
 - a) pracującym silniku.
 - b) włączonym układzie zabezpieczenia przed kradzieżą.
 - c) przy zwartych stykach we wtyczce z uwagi na wyładowania elektrostatyczne.
 - d) wyłączonym zapłonie.
4. Na rysunku zaznaczono zmierzone wartości napięć, następnie zmieniono wartość rezystancji R na 30 Ω, jaka będzie wartość napięcia na R
 - a) znacznie większa od 12 V, ale mniejsza od 20 V.
 - b) ok. 2,2 V.
 - c) ok. 12 V.
 - d) bliska 0 V.



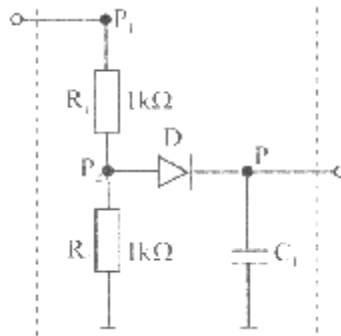
5. Na rysunku (pyt. 4) zaznaczono zmierzone wartości napięć, następnie odłączono rezystancję R, spowoduje to
- znaczący wzrost napięcia na diodzie powyżej 12 V.
 - wzrost prądu płynącego przez diodę.
 - uszkodzenie diody.
 - znaczący spadek napięcia na diodzie poniżej 12 V.
6. Załączenie tyrystora zależy od
- wartości prądu bramki i napięcia anodowego.
 - tylko wartości prądu bramki.
 - pulsacji napięcia anodowego i nie będzie możliwe przy napięciu stałym.
 - zastosowanego radiatora do którego jest on mocowany.
7. Na podstawie charakterystyki napięciowo-prądowej diody Zenera możemy
- określić parametry układu, w którym ona pracuje.
 - projektować układy prostowników.
 - określić zakres stabilizacji.
 - prąd bramki.
8. Podczas wykonywania płytki drukowanej metodą naświetlania
- nie można przerwać tego procesu nawet na kilka sekund.
 - można wykonać jedynie płytki jednostronne.
 - naświetla się warstwę miedzi która następnie łatwo daje się wytrawić.
 - stosuje się lampę ultrafioletową.
9. Asynchroniczny przerzutnik RS jest zbudowany z bramek
- AND.
 - NAND.
 - OR.
 - NOR.



10. Do wykonywania obwodów drukowanych stosuje się płytki
- dielektryczne pokryte warstwą rezystywną.
 - aluminiowe pokryte warstwą dielektryczną.
 - dielektryczne pokryte warstwą miedzi.
 - miedziane pokryte warstwą złota.
11. Pod względem konstrukcyjnym i technologicznym najprostsze do wykonania są płytki
- dwuwarstwowe bez metalizacji otworów.
 - jednowarstwowe bez metalizacji otworów.
 - wielowarstwowe z metalizacją otworów.
 - dwuwarstwowe z metalizacją otworów.

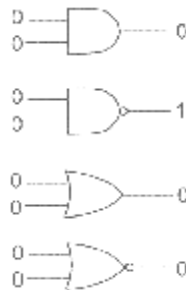
12. W układzie przedstawionym na rysunku wykonano pomiary rezystancji w punktach P_1 , P_2 i P_3 względem masy i uzyskano wyniki: $P_1 = 2 \text{ k}\Omega$, $P_2 = 1 \text{ k}\Omega$, $P_3 = 1 \text{ k}\Omega$. Który z elementów jest uszkodzony

- a) R_1 .
b) R_2 .
c) D_1 .
d) C_1 .



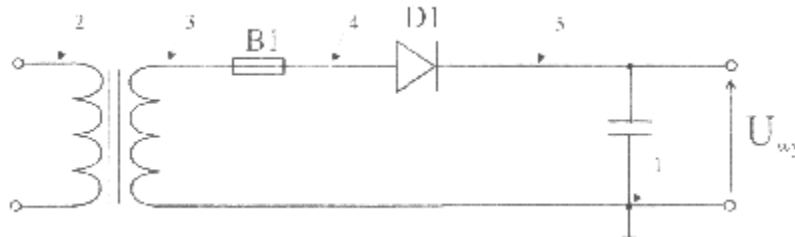
13. Wskaźnikiem stanów logicznych określono poziomy stanów logicznych na wejściu i wyjściu bramek. Wskazują one na wadliwe działanie bramki

- a) OR.
b) NOR.
c) AND.
d) NAND.



14. W układzie zasilacza niestabilizowanego do wykrycia uszkodzonego bezpiecznika B1 wystarczy wykonać pomiar omomierzem pomiędzy punktami

- a) 1-2.
b) 1-3.
c) 1-4.
d) 1-5.

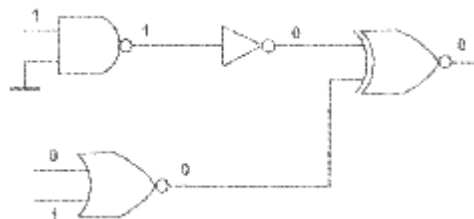


15. Wynikiem konwersji dziesiętno-dwójkowej liczby 21 jest

- a) 11101.
b) 111.
c) 11010.
d) 10101.

16. Wskaźnikiem stanów logicznych określono stany logiczne na wejściach i wyjściach bramek układu przedstawionego na rysunku. Stwierdzono że nieprawidłowo działa bramka

- a) EX-NOR.
b) NAND.
c) NOT.
d) NOR.



17. Wynikiem konwersji dwójkowo-dziesiętnej liczby jest 110
- a) 3.
 - b) 5.
 - c) 6.
 - d) 7.
18. Tempomat jest układem automatycznej regulacji który pozwala na ograniczenie udziału człowieka w procesie regulacji umożliwiając
- a) uzyskanie stałej prędkości sterując mocą silnika.
 - b) uzyskaniem stałej mocy silnika.
 - c) dobranie właściwego biegu w pojazdach z automatyczna skrzynią biegów.
 - d) automatyczną regulację nagłośnienia.
19. Czujnik Halla jest czujnikiem reagującym na
- a) wartość prądu jaka przez niego przepływa.
 - b) wartość napięcia jak jest do niego przyłożona.
 - c) wartość pola magnetycznego.
 - d) wartość przepływu powietrza w kolektorze dolotowym.
20. Układ ABS rozwiązuje problem
- a) zużycia opon.
 - b) zablokowania kół.
 - c) wibracji kół przy dużych prędkościach.
 - d) niskiego ciśnienia w ogumieniu kół.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i
nazwisko.....

Badanie układów elektronicznych występujących w pojazdach samochodowych

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 | |
| Razem: | | | | | |

6. LITERATURA

1. Bastion P., Schuberth G., Spievogel O., Steil H., Tkotz K., Ziegler K.: Praktyczna elektrotechnika ogólna. REA, Warszawa 2003
2. Herner A., Riehl H.: Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych. WKŁ, Warszawa 2006
3. Marusak A.: Urządzenia elektroniczne. WSiP, Warszawa 2000
4. Parchański J.: Miernictwo elektryczne i elektroniczne cz. III. WSiP, Warszawa 1998
5. www.centra.com.pl
6. www.daktik.rubikon.pl
7. www.elenota.pl
8. www.elfa.se