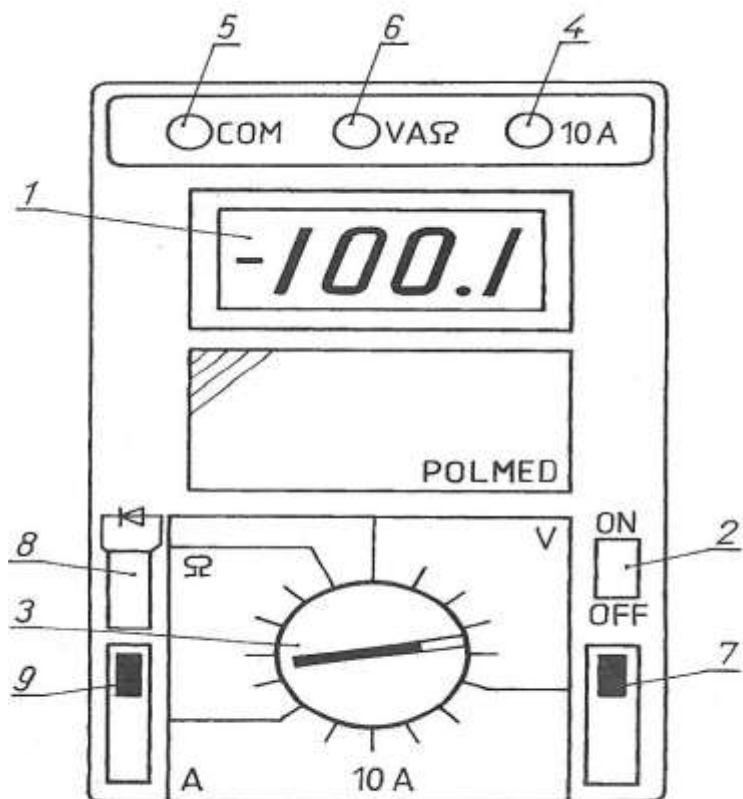


Lekcja 72. Elektryczne przyrządy pomiarowe.

Przyrządy pomiarowe elektroniczne odznaczają się wieloma zaletami, których brak jest przyrządom elektromechanicznym. Wykorzystanie do pomiarów układów elektronicznych oraz wyświetlaczy cyfrowych pozwala na zwiększenie dokładności i szybkości pomiaru, umożliwia wykonanie pomiarów w szerokich pasmach częstotliwości i powoduje, że pomiar odbywa się przy bardzo małym poborze energii z obwodu badanego. Umożliwia również bezpośrednie odczytywanie wyniku przez obserwatora, co znacznie ułatwia odczyt i eliminuje błąd odczytu występujący w przyrządach wskazówkowych.

Istotną zaletą zastosowania układów elektronicznych w tych przyrządach jest to, że można z nich łatwo tworzyć przyrządy wielofunkcyjne i wielozakresowe. Łatwo je przystosować do współpracy z centralnymi systemami rejestracji i przetwarzania danych lub automatycznego sterowania i regulacji. Nadają się do badania i rejestracji przebiegów szybkozmiennych o dowolnym kształcie.

Przyrządy pomiarowe elektroniczne mają stosunkowo małe wymiary i niewielki ciężar. Są one wyposażone w ustroje pomiarowe składające się z wielu wzmacniaczy, przetworników, filtrów, zasilaczy, generatorów sygnałów, układów sterujących, przerzutników, wyzwaczy, bloków logicznych itd. Elementy takich układów wymagają polaryzacji, a więc elektroniczne przyrządy pomiarowe muszą mieć zasilanie wewnętrzne (z baterii, akumulatora) lub zewnętrzne (z zasilacza). Przykładem miernika elektronicznego wielofunkcyjnego (multimetru) o szerokim zakresie wielkości mierzonych i niewielkim ciężarze może być miernik krajowej produkcji typu DM-53. Wygląd jego płyty czołowej pokazano na rys. 15.9.



Rys. 15.9

Płyta czołowa multimetru typu DM-53

1 – wyświetlacz cyfrowy, 2 – łącznik zasilania, 3 – przełącznik wielkości mierzonych i zakresu wartości, 4 – gniazdo wejściowe 10 A, 5 – gniazdo wejściowe „common”, 6 – gniazdo wejściowe V, A, Ω , 7 – przełącznik DC/AC, 8 – gniazdo „test diody lub tyrystora”, 9 – przełącznik „ U_D/h_{2E} ”

Przyrządem tym można również badać niektóre elementy elektroniczne (diody, tranzystory). Miernik ma obudowę izolacyjną o wymiarach $80 \times 130 \times 35$ mm i waży 280 gramów.

Innym przykładem miernika elektronicznego może być oscyloskop. Stosuje się go powszechnie w laboratoriach, gdyż umożliwia zobrazowanie szybkozmiennych przebiegów elektrycznych (jednego lub kilku jednocześnie). Obraz przebiegu jest wyświetlany na ekranie lampy oscyloskopowej. Podobnymi w zastosowaniu są oscylografy, które zamiast wyświetlać obrazy przebiegów, zapisują je (rejestrują) na specjalnych taśmach papierowych, np. światłoczułych.

Oscyloskop — przyrząd elektroniczny służący do obserwowania, obrazowania i badania przebiegów zależności pomiędzy dwiema wielkościami elektrycznymi, bądź innymi wielkościami fizycznymi reprezentowanymi w postaci elektrycznej.



Lekcja 73. Symbole i oznaczenia mierników.

1. Błąd bezwzględny miernika

Różnica pomiędzy wartością wskazaną przez miernik a wartością rzeczywistą wielkości mierzonej nazywamy błędem bezwzględnym miernika (uchybem bezwzględnym) i oznaczamy wielką literą grecką Δ (delta)

$$\Delta = W_w - W_{rz}$$

2. Błąd względny miernika

Postępując się przyrządami wskazówkowymi określamy błąd względny, który wyrażany jest w procentach i oznaczany małą literą grecką δ (delta)

$$\delta = \frac{W_w - W_{rz}}{W_{max}} \cdot 100\%$$

W_{max} - końcowa wartość zakresu pomiarowego miernika, odpowiadająca odchyleniu wskazówki do końca podziałki

3. Klasa dokładności





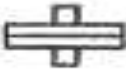



Największy dopuszczalny błąd względny miernika wskazówkowego (amperomierza, woltomierza, watomierza), jest podstawą do zaliczenia go do odpowiedniej klasy dokładności. W normach polskich podaje się następujące klasy dokładności: 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5.

4. Symbole i oznaczenia mierników










Wszystkie potrzebne informacje o właściwościach miernika i rodzaju mierzonych wielkości powinny być umieszczone na tarczy podziałkowej lub na płytach czołowych mierników:

- Oznaczenie jednostki mierzonej
- Znak wytwórni, nr fabryczny, rok wydania
- Symbol ustawienia miernika
- Symbol rodzaju prądu
- Symbol napięcia probierczego
- Klasę dokładności (przyrządy wskazówkowe)
- Symbol ustroju pomiarowego (przyrządy wskazówkowe)

Ustroje mierników elektromechanicznych i ich symbole

Nazwa ustroju	Symbol
Magnetoelektryczny o ruchomej cewce	
Magnetoelektryczny ilorazowy o ruchomych cewkach	
Magnetoelektryczny o ruchomej cewce z prostownikiem	
Elektromagnetyczny	
Elektrodynamiczny	
Ferrodynamiczny	
Ciepłny (termiczny)	
Indukcyjny	

Oznaczenia na miernikach elektromechanicznych

Nazwa oznaczenia	Symbol
Miernik prądu stałego	
Miernik prądu przemiennego	
Miernik prądu stałego i przemiennego	
Miernik trójfazowy prądu o jednym układzie pomiarowym	
Miernik trójfazowy prądu o dwóch układach pomiarowych	
Miernik trójfazowy prądu o trzech układach pomiarowych	
Miernik sprawdzony napięciem probierczym (np. 2 kV)	
Klasa dokładności (np. 1,5)	1.5
Miernik wyskalowany z przekładnikiem prądowym (np. 100/5 A)	<u>100/5</u>
Miernik wyskalowany z przekładnikiem napięciowym (np. 10 000/100 V)	<u>10000/100</u>
Miernik do użycia w pozycji poziomej	
Miernik do użycia w pozycji pionowej	

Lekcja 74. Przyrządy uniwersalne

Przyrząd Uniwersalny inaczej zwany **Multimetrem** jest zespolonym urządzeniem pomiarowym posiadającym możliwość pomiaru różnych wielkości fizycznych.

Termin stosowany najczęściej w elektrotechnice do opisanie urządzenia zawierającego co najmniej: amperomierz, woltomierz, omomierz.

Cechą charakterystyczną jest sposób prezentacji pomiaru - zawsze na tym samym elemencie wyjściowym, przy użyciu:

- wskaźnika wychyłowego napędzanego siłą elektromotoryczną w multimetrze analogowym,
- wyświetlacza LCD lub LED sterowanego mikroprocesorowo w multimetrze cyfrowym,
- interfejsu elektronicznego do przekazania danych np. do komputera.

Nowoczesne multimetry potrafią m inn.
realizować kilka pomiarów jednocześnie, np.
wartości napięcia i jego częstotliwości,
zapamiętywać mierzone wielkości, czy
wyznaczać średnią z pomiarów.

- Multimetr analogowy LAVO 2

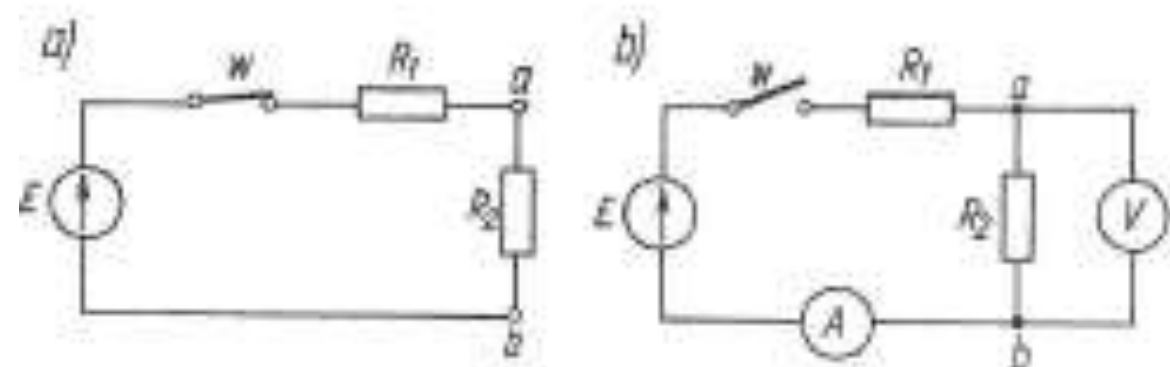


Multimetr cyfrowy

Lekcja 75- 76. Pomiar napięcia i prądu

Chcąc zmierzyć napięcie pomiędzy dwoma dowolnymi punktami obwodu elektrycznego łączymy przewodami zaciski woltomierza z tymi punktami.

Na rys. 15.10*a* przedstawiono schemat obwodu elektrycznego z wybranymi dwoma zaciskami *a*, *b*, między którymi chcemy zmierzyć napięcie. Na rys. 15.10*b* przedstawiono schemat tego samego obwodu z włączonym woltomierzem. Włączanie woltomierza powinno się odbywać ze względów bezpieczeństwa w stanie beznapięciowym, a więc przy otwartym wyłączniku *w*. Dopiero po włączeniu woltomierza można zamknąć wyłącznik.



Rys. 15.10

Pomiar napięcia między punktami a , b obwodu elektrycznego: a) schemat obwodu; b) przyłączanie woltomierza i amperomierza przy otwartym wyłączniku

Aby włączenie woltomierza nie wpłynęło wyraźnie na istniejący rozptyw prądu w obwodzie, rezystancja woltomierza powinna być jak największa, czyli pobór prądu jak najmniejszy. Pod tym względem najkorzystniejsze są woltomierze magnetoelektryczne, w których do odchylenia wskazówki do końca podziałki wystarcza na ogół prąd I_v o wartości 1 mA, a nawet mniejszej. Tak np. w mierniku UM5 produkcji krajowej wskazówka osiąga koniec podziałki przy prądzie $I_v = 50 \mu\text{A}$.

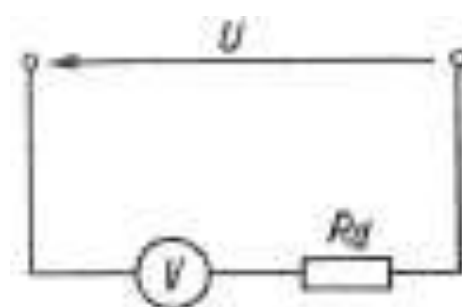
Poszerzanie zakresu pomiarowego woltomierzy

Odchylenie wskazówki woltomierza zależy bezpośrednio od prądu I_v płynącego przez woltomierz, a tylko pośrednio od napięcia U_v , które jest równe iloczynowi rezystancji R_v woltomierza i prądu I_v płynącego przez woltomierz

$$R_v I_v = U_v \quad (15.8)$$

Jeżeli w szereg z woltomierzem włączymy rezystor dodatkowy R_d (rys. 15.11), to przy tym samym prądzie I_v napięcie mierzone na końcach gałęzi szeregowej

$$(R_d + R_v)I_v = U \quad (15.9)$$



Rys. 15.11

Poszerzanie zakresu pomiarowego woltomierza

Chcąc mierzyć napięcie $U = nU_v$, tzn. n razy większe niż napięcie woltomierza, musimy odpowiednio dobrać rezystor R_d . Z podzielenia stronami równania (15.9) przez równanie (15.8) otrzymujemy

$$\frac{R_d + R_v}{R_v} = \frac{U}{U_v} = n$$

Woltomierze przenośne wykonuje się zwykle na dwa lub więcej zakresów pomiarowych, a rezystory dodatkowe wbudowuje się w obudowę miernika.

Na obudowie woltomierzy przeznaczonych tylko do pomiaru napięcia stałego (magnetoelektrycznych) umieszcza się jeden zacisk opatrzony znakiem + i po jednym zacisku dla każdego zakresu pomiarowego z podaniem obok niego liczby, np. 150 i 300 V.

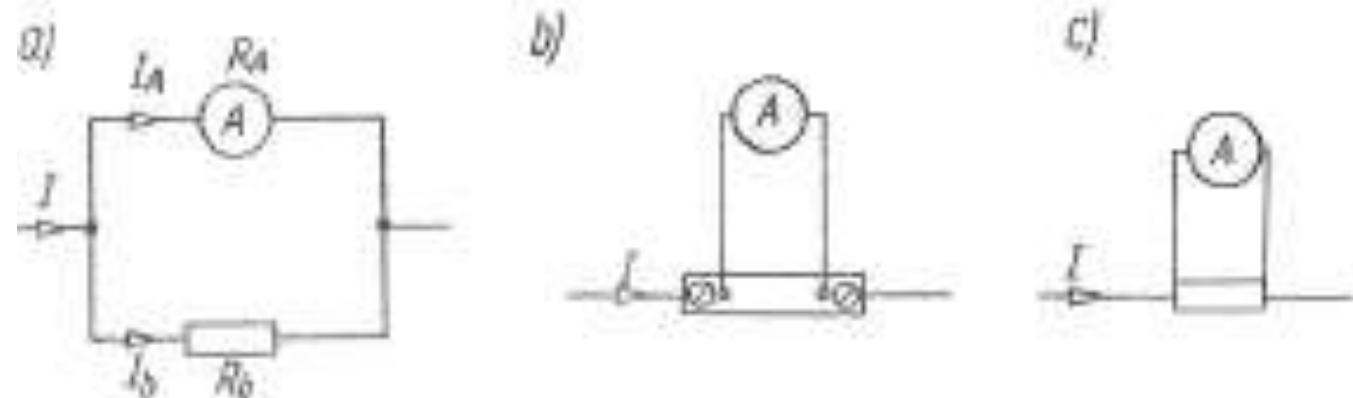
Woltomierz kilkuzakresowy należy włączyć lub nastawić na największy zakres, a dopiero gdy odchylenie wskazówki jest za małe, przestawić na niższy zakres. Ma to na celu uniknięcie uszkodzenia woltomierza.

Pomiar prądu. Poszerzanie zakresu pomiarowego amperomierzy

Do pomiaru prądu służą amperomierze. Włącza się je w obwód w szereg z odbiornikiem lub innym elementem, w którym ma być zmierzony prąd (rys. 15.10b). Włączanie amperomierza powinno odbywać się

w stanie beznapięciowym, a więc przy otwartym wyłączniku w . Aby włączenie amperomierza nie wpłynęło wyraźnie na wartość mierzonego prądu, rezystancja R_A amperomierza powinna być jak najmniejsza, ściślej mówiąc, spadek napięcia na amperomierzu powinien być jak najmniejszy. Obliczamy go mnożąc rezystancję R_A przez zakres pomiarowy I_A amperomierza.

Zakres pomiarowy amperomierza magnetoelektrycznego można zwiększyć włączając równoległe do amperomierza bocznik, tj. rezystor o odpowiednio małej rezystancji R_b (rys. 15.12).



Rys. 15.12
 Poszerzanie zakresu pomiarowego amperomierza: a) schemat rozptywu prądu; b) sposób włączania bocznika i amperomierza; c) symbol graficzny amperomierza z bocznikiem

Przypuśćmy, że chcemy zwiększyć zakres n -krotnie, czyli chcemy mierzyć prąd $I = nI_A$. Zgodnie z I prawem Kirchoffa prąd w boczniku

$$I_b = I - I_A = nI_A = (n - 1)I_A \quad (15.11)$$

Bocznik i amperomierz są połączone równolegle, więc płynące przez nie prądy są odwrotnie proporcjonalne do ich rezystancji. Jeżeli zatem prąd w boczniku ma być $(n - 1)$ razy większy od prądu w amperomierzu, to rezystancja bocznika powinna być $(n - 1)$ razy mniejsza od rezystancji amperomierza.

$$R_b = \frac{R_A}{n - 1} \quad (15.12)$$

Dzięki bocznikowi można wykonać cewkę organu ruchomego na mały prąd, rzędu miliamperów, co jest konieczne ze względu na wymaganą lekkość cewki i zmieszczenie jej w szczelinie obwodu magnetycznego.

Amperomierze tablicowe i przenośne techniczne mają z reguły boczniki wbudowane, a na obudowie mają oznaczony zacisk + i dwa do trzech zacisków z zaznaczeniem obok nich zakresów prądowych, np. 1 A, 2 A.

Boczniki oddzielne stosuje się do mierników laboratoryjnych klasy 0,2 i 0,1. Każdy boczniak ma dwa większe zaciski do włączenia ich w mierzony obwód, oraz dwa mniejsze zaciski do połączenia ich z samym miernikiem za pomocą specjalnych przewodów dostarczonych razem z amperomierzem.

Do amperomierzy elektromagnetycznych nie stosuje się boczniaków. Dwa zakresy uzyskuje się w nich za pomocą cewki dwudzielnej w układzie szeregowym lub równoległym.