

Ćwiczenie 2

Temat: Metody i narzędzia pomiarowe

Cel ćwiczenia

Zaznajomienie się z narzędziami i metodami pomiarowymi. Nauczenie się, jak mierzyć miernikami analogowymi i cyfrowymi. Obsługa przyrządów pomiarowych i badanie urządzeń elektronicznych, w oparciu o przedstawione schematy układów pomiarowych. Przestrzeganie przepisów bhp podczas ćwiczenia.

INSTRUKCJA DO WYKONANIA ZADANIA

Przestrzegaj zasad BHP przy pomiarach elektrycznych. Zachowaj ostrożność w czasie ćwiczenia. Sprawdź stan elementów zastosowanych w ćwiczeniu oraz narzędzi.

Metody pomiarowe

Metoda pomiarowa określa sposób porównania wielkości mierzonej z wzorcem tej wielkości zastosowanym w pomiarach, celem wyznaczenia wyniku pomiaru. Stosuje się różne metody w zależności od: rodzaju wielkości mierzonej, wymaganej dokładności, sposobu opracowania wyników, warunków pomiaru (laboratoryjne, przemysłowe, terenowe). *Te* sama wielkość (np. rezystancje) można mierzyć różnymi metodami. Stosuje się wiele klasyfikacji metod.

W **metodzie pomiarowej bezpośredniej** wartość wielkości mierzonej otrzymuje się bezpośrednio bez dodatkowych obliczeń, np. pomiar prądu elektrycznego - amperomierzem, mocy elektrycznej - watomierzem (rys. 3.1a), rezystancji elektrycznej - omomierzem.



Rys. 3.1. Metody pomiaru mocy:

a) bezpośrednia;

b) pośrednia

W **metodzie pomiarowej pośredniej** mierzy się bezpośrednio nie wielkość badana Y , lecz wielkości A, B, C, \dots związane z wielkością Y zależnością funkcyjną $Y=f(A, B, C, \dots)$

ustalona teoretycznie lub doświadczalnie. Przykładem jest pomiar mocy P lub pomiar rezystancji R za pomocą woltomierza (napięcie U) i amperomierza (prąd I), a następnie obliczenie $P = UI$ (rys. 3.1b) *lub* $R = U/I$.

W metodzie pomiarowej bezpośredniej rozróżnia się **metodę jednoczesnego porównania z wzorcem** (zerowa, przez podstawienie, przez przestawienie), **metodę niejednoczesnego porównania z wzorcem** (wychyleniową) i **metodę kombinowanego porównania z wzorcem** (różnicową, koincydencyjną). Ze względu na sposób pomiaru i sposób zastosowania wzorca rozróżnia się metodę zerową: kompensacyjną i komparacyjną. W **metodzie zerowej kompensacyjnej** wielkość mierzona (np. napięcie U_x rys. 3.2) przeciwdziała wielkości wzorcowej U_K (również napięcie) i kompensuje jej oddziaływanie na detektor D . W stanie równowagi oddziaływanie na detektor obu wielkości jest jednakowe, lecz przeciwnie skierowane, więc napięcie na detektorze jest równe zero. Gdy $UD = 0$, wówczas $U_x = U_K$. W **metodzie zerowej komparacyjnej** porównuje się znaną krotność k wielkości mierzonej X ze znaną wartością X_w wielkości wzorcowej. W stanie równowagi $X = X_w/k$. W **metodzie wychyleniowej** określa się wartość wielkości mierzonej na podstawie wychylenia urządzenia wskazującego (np. wskazówki nad wywzorcowaną i opisaną podziałką). Metoda wychyleniowa jest najprostszą metodą pomiarową.

W **metodzie pomiarowej różnicowej** mierzy się różnice między wartością wielkości mierzonej a mało różniącą się od niej znaną wartością tej samej wielkości, np. pomiar siły elektromotorycznej (sem) E_x badanego ogniwa polega na porównaniu z siłą elektromotoryczną E_w ogniwa wzorcowego i pomiarze różnicy sem ΔE (rys. 3.3). Pomiar badanej wielkości metoda różnicową jest tym dokładniejszy, im mniejsza jest różnica między wartością wielkości mierzonej a wzorcem. Na przykład, jeżeli różnica sem ΔE wynosi 10% E_w i jest zmierzona z niepewnością 0,3%, to $E_x = E_w + \Delta E$, a niepewność pomiaru badanej sem E_x wynosi ok. $0,3\% \cdot \Delta E/E_w = 0,03\%$. W **metodzie koincydencyjnej** wyznacza się koincydencje (zbieżność) określonych wskazówek (wg tej metody działa suwmiarka) lub mało różniących

się sygnałów wartości wielkości mierzonej i wartości wzorcowej tej samej wielkości (stosowana przy regulacji okresu zegara badanego do okresu zegara wzorcowego).

Narzędzia pomiarowe

Podział narzędzi pomiarowych

Narzędzia pomiarowe są to środki techniczne służące do bezpośredniego porównania mierzonych wielkości z jednostkami miary tych wielkości. Są to wzorce, przyrządy pomiarowe, przetworniki pomiarowe.

Przyrząd pomiarowy jest to narzędzie pomiarowe służące do przetwarzania wielkości mierzonej na wskazania lub równoważną informację. Przyrząd pomiarowy składa się najczęściej z kilku przetworników pomiarowych połączonych szeregowo (struktura otwarta) lub równoległe ze sprzężeniem zwrotnym (struktura zamknięta).

Metrologiczne właściwości przyrządu zależą od metrologicznych właściwości zastosowanych przetworników pomiarowych.

Nazwa przyrządu pochodzi od: wielkości mierzonej (np. częstotściomierz, fazomierz), jednostki miary (np. amperomierz, omomierz), zasady działania (np. kompensator, komparator) lub od nazwiska wynalazcy (np. mostek Wheatstone'a, mostek Wiena). Przyrządy pomiarowe klasyfikuje się wg różnych kryteriów. Na przykład wg spełnianych funkcji przyrządy pomiarowe dzieli się na: **mierniki, rejestratory, liczniki i detektory- zera.**

Mierniki są to przyrządy pomiarowe wyskalowane w jednostkach miary wielkości mierzonej.

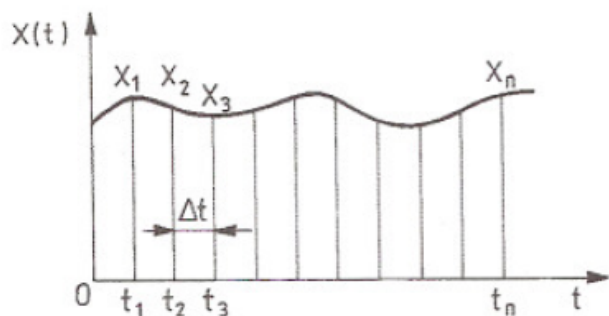
Rejestratory są to przyrządy pomiarowe umożliwiające zapis mierzonych wielkości w funkcji czasu (rejestratory $X-t$) lub w funkcji innej wielkości (rejestratory $X-Y$).

Liczniki są to przyrządy pomiarowe wskazujące stopniowo narastającą w czasie wartość wielkości mierzonej (np. energie proporcjonalna do liczby obrotów tarczy licznika, wskazywana przez liczydło).

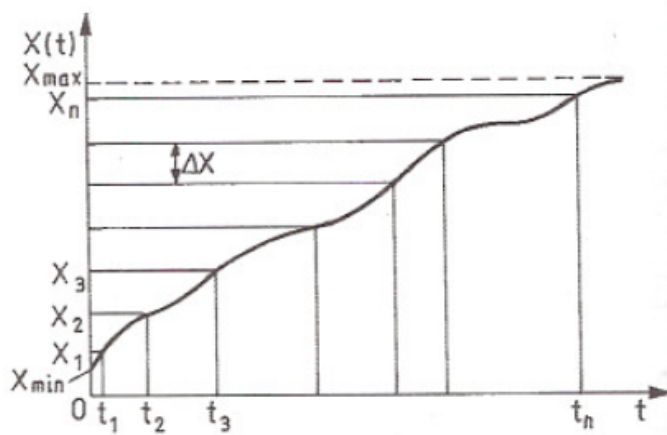
Detektory zera są to przyrządy umożliwiające stwierdzenie zaniku wielkości (np. prądu, strumienia magnetycznego).

Przetwornik pomiarowy służy do przetwarzania wartości wielkości mierzonej na proporcjonalną wartość innej wielkości (np. termoelement) lub inną wartość tej samej wielkości (np. przekładnik prądowy, dzielnik napięcia) ..'

Ze względu na rodzaj wejściowej informacji pomiarowej rozróżnia się **analogowe** lub **cyfrowe** przyrządy i przetworniki pomiarowe. Ze względu na rodzaj sygnału pomiarowego na wejściu i wyjściu przetwornika rozróżnia się przetworniki: analogowo-analogowe (NA), analogowo-cyfrowe (NC), cyfrowo-analogowe (CA) i cyfrowo-cyfrowe (CC). Przy przetwarzaniu analogowo-cyfrowym na ogół stosuje się próbkowanie (dyskretyzację) i kwantowanie. **Próbkowanie** polega na pobieraniu chwilowych wartości X_1, X_2, X_3, \dots mierzonych wielkości ciągłej $X(t)$ w określonych chwilach t_1, t_2, t_3, \dots . Przedział czasu Δt (rys. 3.4) między kolejnymi próbkami jest nazywany **krokiem próbkowania**. **Kwantowanie** polega na przyporządkowaniu określonej liczby dyskretnych wielkości X_1, X_2, X_3, \dots o przyrostach ΔX w zakresie od X_{\min} do X_{\max} ciągłej wielkości mierzonej $X(t)$ (rys. 3.5). Przyrost ΔX nazywa się jednostką kwantyzacji (kwant, ziarno).



Rys. 3.4. Zasada próbkowania



Rys. 3.5. Zasada kwantowania

Mierniki w zależności od fizycznej zasady działania dzielimy na: magnetoelektryczne, elektromagnetyczne, elektrodynamiczne, ferrodynamiczne, elektrostatyczne, indukcyjne, cieplne, wibracyjne.

Miernik magnetoelektryczny - ME

- Najczęściej stosowany miernik elektromechaniczny, wykorzystujący zjawisko oddziaływania dwóch pól magnetycznych: najczęściej pola magnesu stałego i pola pochodzącego od ruchomej cewki.
- Mierniki ME reagują na kierunek natężenia prądu, dlatego stosowane są w obwodach prądu stałego przede wszystkim jako woltomierze i amperomierze.
- Wykorzystywane są do pomiarów małych wartości natężeń prądów; mierniki z "zerem" na środku podziałki jako galwanometry.
- Przy zastosowaniu przetworników (prostownika lub termoogniwa i wzmacniacza) umożliwiają pomiary w obwodach prądu przemiennego jako amperomierze i woltomierze elektroniczne, częstotściomierze i fazomierze.
- Mierniki ME z prostownikami wykorzystywane są jako mierniki uniwersalne (multimetry).
- Przy zastosowaniu dodatkowego źródła napięcia ustrój ME wykorzystany może być do pomiarów rezystancji (omomierz).
- Mierniki z ustrojem ME w obwodach prądu stałego wskazują wartość średnią mierzonej wielkości.
- Skala mierników jest równomierna.

Miernik elektromagnetyczny - EM

- Wykorzystuje wzajemne przyciąganie lub odpychanie się rdzeni (blaszek) z materiału ferromagnetycznego.
- Mierniki EM reagują na zmiany prądu w obu rdzeniach (zwojnicach), które odpychają się lub przyciągają niezależnie od kierunku prądu.
- Stosowane są w obwodach prądu przemiennego.
- Skala mierników nie jest równomierna.
- Mierniki EM wskazują wartości skuteczne mierzonej wielkości.

Miernik elektrodynamiczny - ED oraz miernik ferrodynamiczny - FD

- Wykorzystują zjawisko elektrodynamiczne, reagują na zmiany prądu w obu cewkach: nieruchomej i ruchomej, do której przymocowana jest wskazówka.
- Powstające siły elektrodynamiczne starają się ustawić obie cewki równolegle.
- Stosowane są w obwodach prądu stałego i przemiennego oraz prądów odkształconych, mierząc wartości skuteczne.
- Najczęściej wykorzystywane są w budowie watomierzy i waromierzy, także amperomierzy i woltomierzy wysokiej klasy dokładności.
- Podziałka mierników ED i FD jest równomierna.

Miernik indukcyjny - IND

- Wykorzystuje powstawanie w obrotowej tarczy aluminiowej prądów wirowych od rdzeni, na które nawinięte są uzwojenia prądowe i napięciowe.
- Stosowany jest najczęściej jako licznik energii elektrycznej.
- Zliczanie obrotów tarczy odbywa się za pomocą liczydełka.

Miernik elektrostatyczny - EST

- Wykorzystuje wzajemne oddziaływanie elektrod o różnych potencjałach elektrycznych.
- Jego zaletą jest bardzo mały pobór mocy.
- Mierniki EST stosowane są najczęściej jako woltomierze napięcia stałego i przemiennego.
- Wypierane są przez woltomierze elektroniczne o dużej impedancji wejściowej.

Miernik cieplny (termorozszerzalnościowy)

- Wykorzystuje zjawisko rozszerzenia cieplnego pod wpływem przepływającego przez drut prądu elektrycznego.
- Stosowany jako amperomierz i woltomierz w obwodach prądu stałego i przemiennego.
- Odporny na przeciążenia.

Miernik wibracyjny

- Wykorzystuje zmienne pole magnetyczne powodujące przyciąganie przez elektromagnes blaszek ("języczków") drgających ze zmianami prądu w ciągu jednego okresu.
- Miernik stosowany jest do pomiaru częstotliwości w obwodach prądu przemiennego.
- Odczyt częstotliwości mierzonej to największa amplituda drgań blaszek.

Mierniki ilorazowe - logometry

- Są odmianą odpowiednich mierników ME, EM i ED.
- Stosowane do pomiarów rezystancji izolacji, częstotliwości i kąta fazowego.

Właściwości narzędzi pomiarowych to: czułość narzędzia pomiarowego, błąd podstawowy i dodatkowy, klasa dokładności, błędy dynamiczne narzędzia pomiarowego, szybkość i czas przetwarzania, częstotliwość próbkowania.

Przetworniki pomiarowe stosowane są jako integralne części składowe określonych przyrządów lub jako samodzielne narzędzia pomiarowe. Analogowe przetworniki mogą zmieniać wartości określonej wielkości (np. dzielniki napięcia, posobniki, przekładniki, tłumiki) lub samą wielkość (np. boczniki, termoelementy). Przetworniki analogowo-cyfrowe stosowane są w miernikach cyfrowych. Dzięki połączeniu ustrojów mierników z przetwornikami możemy również dokonywać pomiarów wielkości nieelektrycznych (np. indukcji magnetycznej, siły, przesunięcia, prędkości, temperatury, ciśnienia, wilgotności, pR, itp.).

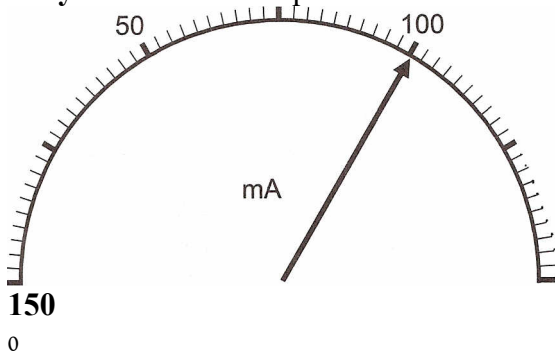
Odczytywanie wskazań mierników

Odczyt wskazań mierników cyfrowych oraz analogowych, w których ilość działek równa jest liczbie zakresu pomiarowego danego miernika nie sprawia kłopotu. W pozostałych miernikach należy przed pomiarem obliczyć tzw. stałą miernika. Wyznaczamy ją, dzieląc zakres pomiarowy (jego wartość maksymalną) przez liczbę działek na podziałce.

$$C = \frac{W_{\max}}{\alpha_{\max}}$$

gdzie: W_{\max} - maksymalna wartość zakresu pomiarowego [jednostka wielkości elektrycznej],
 α_{\max} - liczba działek podziałki [działki].

Przykład Dla miliamperomierza



o zakresie pomiarowym 150 mA i liczbie działek 60 stała miernika wynosi:

$$C = \frac{150 \text{ mA}}{60 \text{ dz}} = 2,5 \frac{\text{mA}}{\text{dz}}$$

Jeżeli liczba działek α , wskazana przez wskazówkę miernika wynosi 40, to wartość mierzonego prądu obliczamy

$$I = C \cdot \alpha = 2,5 \frac{\text{mA}}{\text{dz}} \cdot 40 \text{ dz} = 100 \text{ mA}$$

następująco:

Uwaga! Dokonanie pomiaru miernikiem cyfrowym wymagać będzie tylko poprawnego odczytu wartości danej wielkości elektrycznej.

Zespół Szkół Mechanicznych w Namysłowie Pomiary elektryczne i elektroniczne	Imię i nazwisko			
Temat ćwiczenia: Metody i narzędzia pomiarowe	Nrów 2	Klasa 1TEZ	Grupa	Zespół
	Data wykonania	OCENY		
		Samooceana	Wykonanie	Ogólna

Cel ćwiczenia;

Zaznajomienie się z narzędziami i metodami pomiarowymi. Nauczenie się, jak mierzyć miernikami analogowymi i cyfrowymi. Obsługa przyrządów pomiarowych i badanie urządzeń elektronicznych, w oparciu o przedstawione schematy układów pomiarowych. Przestrzeganie przepisów bhp podczas ćwiczenia.

PLAN DZIAŁANIA

Wykaz głównych czynności prowadzących do wykonania zadania:

1. Przestrzeganie zasad BHP.
2. Zorganizuj stanowisko pracy: pobierz z miejsca magazynowania potrzebne materiały, narzędzia i sprzęt oraz aparaturę kontrolno - pomiarową.
3. Sprawdź stan techniczny materiałów, narzędzi i sprzętu oraz aparatury kontrolno-pomiarowej.
4. Oblicz stałą mierników analogowych
 - Amperomierza
 - Woltomierza
 - Watomierza
5. W spostrzeżeniach wymień metody pomiarowe.
6. W spostrzeżeniach wymień rodzaje mierników.
7. W spostrzeżeniach wymień mierniki w zależności od fizycznej zasady działania wraz z symbolami.
8. Zgłoś gotowość do prezentacji wykonanego zadania.
9. Uporządkuj miejsce pracy po jej zakończeniu: oczyść narzędzia i sprzęt, odnieś je wraz z aparaturą kontrolno-pomiarową na miejsce składowania, odpady zgromadź w wyznaczonym miejscu.

Wykaz materiałów

.....
.....

Wykaz narzędzi i sprzętu

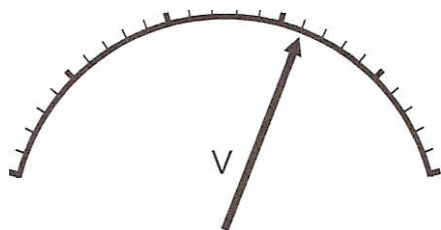
.....
.....

Wykaz aparatury kontrolno-pomiarowej.

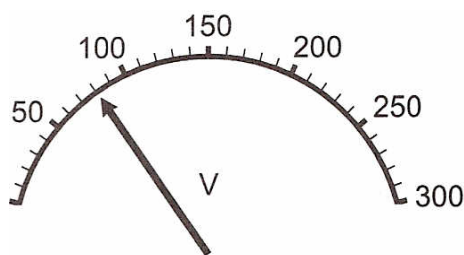
.....
.....

Pokazane są podziałki mierników: badanego i wzorcowego.

Określ zakres pomiarowy badanego woltomierza.

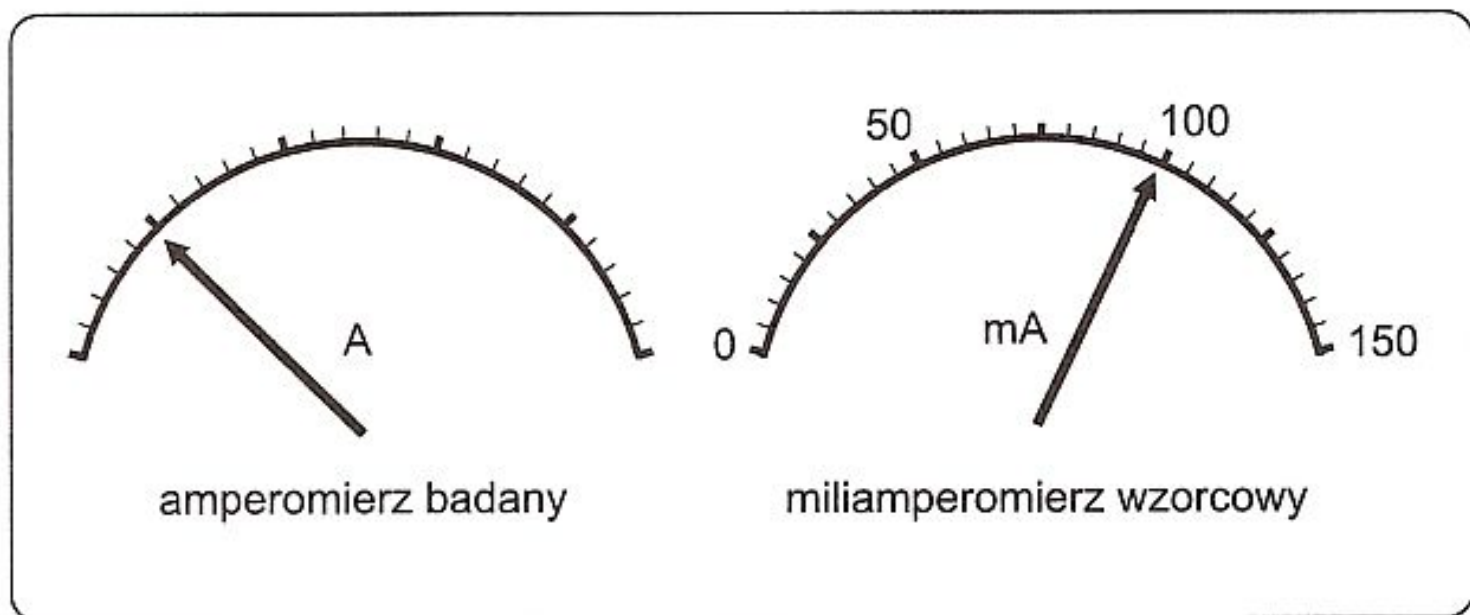


woltomierz badany



woltomierz wzorcowy

Pokazane są podziałki mierników: badanego i wzorcowego.
Określ zakres pomiarowy badanego amperomierza.



OBLICZENIA

Stała miernika $C_A = \frac{\text{zakres}}{\text{ilo.dzial}}$

$I = C_A \cdot \text{ilość działek wskazanych przez miernik.}$

Wnioski i spostrzeżenia