

Podstawy miernictwa

Miernik - przyrząd pozwalający określić wartość mierzonej wielkości (np. napięcia elektrycznego, ciśnienia, wilgotności), zazwyczaj przy pomocy podziałki ze wskazówką lub wyświetlacza cyfrowego. Szersze pojęcie to "przyrządy pomiarowe", obejmujące również urządzenia do rejestracji wartości, generatory pomiarowe, wzorce, analizatory itp.

Najczęściej spotykane mierniki, to:

- amperomierz
- galwanometr
- watomierz
- woltomierz

Mierniki magnetoelektryczne

W mierniku ME magnes i nabiegunniki tworzą organ nieruchomy, organem ruchomym jest cewka połączona ze wskazówką. Na każdy z boków cewki działa siła $F = N \cdot B \cdot l$ (l - długość boku cewki) i moment M proporcjonalne do siły, a więc również proporcjonalny do prądu.

$$M = C \cdot J, \quad F = C \cdot I$$

(C - stała miernika, zależna od wykonania miernika).

Oznacza to że kąt wychylenia wskazówki jest także proporcjonalny do prądu.

Zależność $M = C \cdot I$ jest liniowa, a więc podziałka jest równomierna.

Zalety ME:

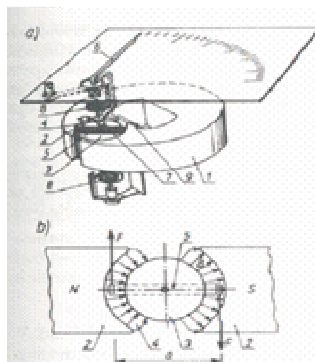
- duża czułość
- duża dokładność
- mały pobór mocy

Ruchowi obrotowemu wskazówki zapobiegają sprężyny zwrotne, które również służą do doprowadzenia prądu do miernika

Ruch wskazówki następuje na skutek oddziaływania pola magnetycznego, magnesu trwałego i ruchomej cewki, przez którą płynie prąd.

Zasada działania miernika magnetoelektrycznego

1) magnes trwały 2) nabiegunniki 3) rdzeń 4) szczelina powietrzna 5) cewka 6) wskazówka 7) masy równoważące 8) sprężyny 9) bocznik B - indukcja magnetyczna F - siły oddziaływania pola a - szerokość cewki



Mierniki elektromagnetyczne

Zasada działania miernika elektromagnetycznego polega na oddziaływaniu pola magnetycznego cewki przewodzącej prąd, na ruchomy rdzeń ferromagnetyczny umieszczony w tym polu. Wskazówka połączona z rdzeniem wskazuje wartość prądu przepływającego przez cewkę. Im większy prąd przepływa przez cewkę, tym silniej jest wciągany rdzeń, tym większy jest moment i większe odchylenie wskazówki.

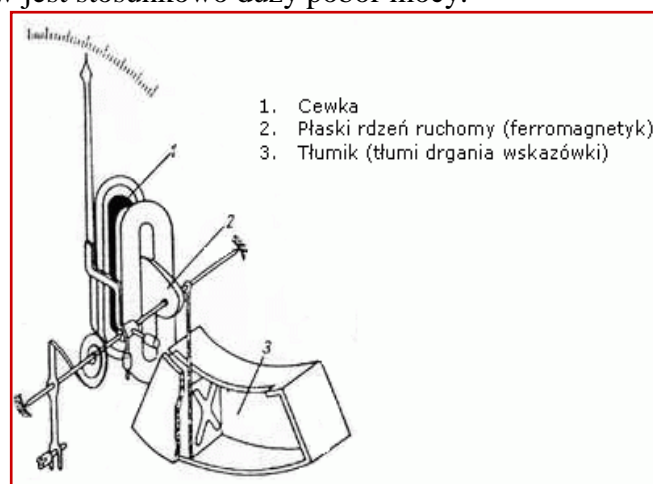
Ponieważ moment napędowy jest proporcjonalny zarówno do prądu płynącego przez cewkę jak i pola magnetycznego wytworzonego przez ten prąd możemy przyjąć, że:

$$M=C*B*I=C*I^2$$

Wynika stąd, że zmiana biegunowości nie ma wpływu na kierunek wychylenia wskazówki, a więc mierniki te są stosowane jako amperomierze i woltomierze prądu stałego i przemiennego.

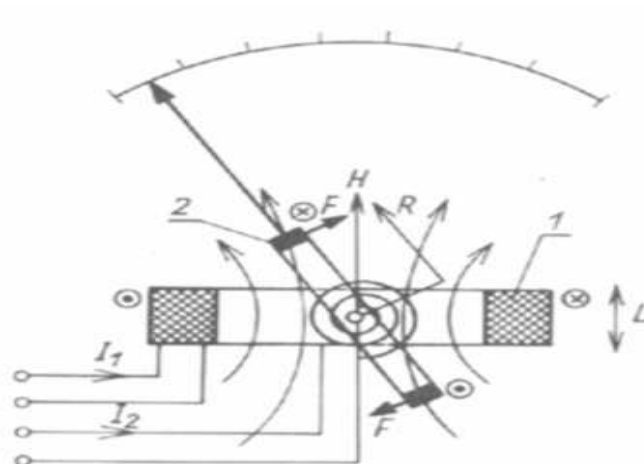
Mierniki elektromagnetyczne są stosowane do pomiarów prądu i napięcia małej częstotliwości (amperomierze do 1500Hz, woltomierze do 1kHz) obiektów o mocy ponad 500 VA. Najmniejszy zakres prądowy wynosi 1mA. Moment tłumiący wytwarza tłumik powietrzny lub elektromagnetyczny.

Wadą tych mierników jest stosunkowo duży pobór mocy.



Miernik elektrodynamiczny

Miernikami elektrodynamicznymi nazywamy mierniki, w których odchylenie organu ruchomego następuje w wyniku oddziaływania elektrodynamicznego dwóch cewek, przez które płyną prądy. Cewka ruchoma osadzona na osi, do której jest przymocowana wskazówka, znajduje się wewnątrz cewki nieruchomej. W wyniku oddziaływania elektrodynamicznego cewek powstają siły wytwarzające moment napędowy. Moment ten jest równoważony przez moment zwracający dwóch sprężynek spiralnych, doprowadzających jednocześnie prąd do cewki ruchomej.



Zasada działania miernika elektrodynamicznego

- 1- cewka nieruchoma
- 2- cewka ruchoma
- I_1, I_2 prądy zasilające
- F- siła oddziaływania
- H- natężenie pola magnetycznego
- R- korektor zera

Amperomierz

Amperomierz – przyrząd pomiarowy służący do pomiaru natężenia prądu elektrycznego. W zależności od zakresu amperomierza używane są też nazwy: kiloamperomierz, miliamperomierz, mikroamperomierz.

Woltomierz

Woltomierz jest to przyrząd pomiarowy za pomocą którego mierzy się napięcie elektryczne. Jest włączany równolegle do obwodu elektrycznego. Idealny woltomierz posiada nieskończenie dużą rezystancję wewnętrzną. W związku z tym oczekuje się pomijalnie małego poboru prądu przez cewkę pomiarową.

Watomierz

Watomierz jest przyrządem przeznaczonym do pomiaru mocy czynnej. Ma on dwie cewki: nieruchomą cewkę prądową, o małej rezystancji oraz ruchomą cewkę napięciową, o dużej rezystancji. Cewkę prądową włącza się do układu poprzez zaciski prądowe, szeregowo z obciążeniem. Cewkę napięciową – poprzez zaciski napięciowe, równolegle z obciążeniem. Odchylenie wskazówki miernika jest proporcjonalne do iloczynu prądu w cewce prądowej, napięcia na cewce napięciowej i $\cos \varphi$.

Galwanometr

Galwanometr – czuły miernik magnetoelektryczny, służy do mierzenia niewielkich wartości natężenia prądu elektrycznego (wykrywa nawet milionowe części ampera), może też służyć do sygnalizacji stanu równowagi mostka elektrycznego.

Parametry przyrządów pomiarowych

- **Nazwa przyrządu**
rodzaj mierzonej wielkości, np. amperomierz, woltomierz, ciśnieniomierz, czasomierz
- **Zakres pomiarowy przyrządu**
to zbiór wartości wielkości wzorcowej, odtwarzany przez przyrząd, scharakteryzowany przez kres dolny i kres górny zbioru.
- **Klasa niedokładności przyrządu**
Klasa niedokładności to umownie przyjęta wartość błędu dopuszczalnego w dowolnym punkcie zakresu pomiarowego przyrządu w warunkach odniesienia, przy czym błąd ten, podany w procentach, jest odniesiony do długości zakresu pomiarowego przyrządu.
- **Błędy dodatkowe przyrządu**
są to błędy wskazania, występujące przy stosowaniu przyrządu w warunkach odmiennych od warunków odniesienia.
- **Właściwości dynamiczne przyrządu**
określają zdolność przyrządu do dokonywania pomiaru wielkości zmieniających się w czasie.
- **Rezystancja wejściowa (wewnętrzna)**
charakteryzuje obciążenie źródła wielkości mierzonej przez przyrząd, co może powodować zmianę wartości wielkości mierzonej.
- **Niezawodność przyrządu**
jest to właściwość charakteryzująca spełnianie funkcji celu przez przyrząd.
- **Inne właściwości przyrządu**
parametry sygnałów wyjściowych, od których zależy możliwość współpracy z innymi urządzeniami, parametry zasilania, gabaryty, właściwości ergonomiczne, właściwości estetyczne i inne

Rozszerzanie zakresów pomiarowych

Rezystor dodatkowy pozwala na poszerzenie zakresu miernika dowolną ilość razy.

- **Bocznik**
W celu rozszerzenia zakresu pomiarowego amperomierza, równoległe z ustrojem miernika łączymy rezystor dodatkowy R_d , często zwany również bocznikiem R_b .
- **Posobnik**
Aby poszerzyć zakres pomiarowy woltomierza n -razy, szeregowo z ustrojem miernika włączamy rezystor dodatkowy zwany posobnikiem R_p .

Błędy wyników pomiarowych i narzędzi pomiarowych

Wyróżniamy następujące rodzaje błędów:

- **Bezwzględne**

Błąd bezwzględny pomiaru to algebraiczna różnica między wartością zmierzoną (wynikiem pomiaru) X_m , a wartością poprawną (ponieważ rzeczywista nie jest znana) X_p wielkości mierzonej.

$$\Delta X = X_m - X_p$$

- **Względne**

Błąd względny jest to iloraz błędu bezwzględnego i wartości poprawnej, często wyrażonych w procentach

$$\delta = \Delta X / X_p * 100\%$$

- **Graniczny błąd względny procentowy**

Największy dopuszczalny błąd względny miernika jest podstawą do zaliczenia go do odpowiedniej klasy dokładności, która określa błąd miernika w normalnych warunkach użytkowania.

Jednorazowy pomiar pośredni

Przy pośrednich pomiarach wielkości (np. pomiar rezystancji za pomocą amperomierza i woltomierza) błąd pomiaru zależy od wszystkich użytych przyrządów.

$$\delta R_{max} = \delta I + \delta U$$

Jeżeli w pomiarach nie wiadomo jakie znaki mają błędy δI i δU to często przyjmuje się błąd graniczny

$$\delta R_{gr} = \pm(\delta I + \delta U)$$

Wielokrotne pomiary bezpośrednie

Celem zmniejszenia wpływu błędów przypadkowych na wynik pomiaru, daną wielkość mierzy się n-krotnie. W praktycznie tych samych warunkach i otrzymuje się n-różniących się od siebie pomiarów $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$. Opracowanie wyników pomiarów polega na wyliczeniu średniej arytmetycznej, która jest najlepszym przybliżeniem, wartości poprawnej.

Metody pomiarowe

Jest to sposób porównania wielkości wartości mierzonej z wartością umownie przyjętą za jednostkę.

Metoda bezpośrednia

Wynik otrzymujemy bezpośrednio z odczytu jego wskazań bez wykonywania obliczeń (np. Pomiar rezystancji omomierzem)

Metoda pośrednia

Wartość wielkości mierzonej otrzymuje się pośrednio na podstawie bezpośrednich pomiarów innych wielkości związanych z nią zależnością (pomiar rezystancji za pomocą amperomierza i woltomierza).

Metoda odchyleniowa

Wartości wielkości mierzonej określa się w niej na podstawie odchylenia wskazówki lub wskazania cyfrowego narzędzia pomiarowego.

Metoda różnicowa

To metoda porównawcza, przy której w układzie pomiarowym występuje wzorzec wielkości o wartości zbliżonej do wielkości mierzonej. Bezpośrednio mierzy się różnicę obu wartości, a wynik pomiaru określa się: $x = x_w + \Delta x$, gdzie x_w - wartość wzorcowa, Δx - zmierzona bezpośrednia różnica z uwzględnieniem znaku.

Metoda podstawieniowa

W układzie musi się znajdować wzorzec wielkości mierzonej o wartościach nastawialnych w szerokich granicach. Wartość mierzoną zastępuje się wartością wzorcową x_w , tak aby wyniki obu pomiarów były takie same.

Oznaczenia spotykane na skalach instrumentów pomiarowych

Oznaczenie	Opis
	Ustrój magnetoelektryczny z magnesem stałym
	Ustrój magnetoelektryczny ilorazowy
	Ustrój elektromagnetyczny
	Ustrój elektromagnetyczny ilorazowy
	Ustrój pomiarowy z magnesem ruchomym
	Ustrój ilorazowy z magnesem obrotowym
	Ustrój pomiarowy wskazówkowy
	Ustrój pomiarowy elektrodynamiczny
	Ustrój elektrodynamiczny zwarty
	Ustrój elektrodynamiczny ilorazowy
	Ustrój elektrodynamiczny ilorazowy w obudowie zamkniętej
	Ustrój pomiarowy indukcyjny
	Ustrój indukcyjno-ilorazowy
	Ustrój termodynamiczny
	Ustrój bimetaliczny
	Ustrój elektrostatyczny

	Ustrój wibracyjny
ast	Ustrój pomiarowy astatyczny Zasada działania ustroju

Oznaczenie	Opis
	Przetwornik termoelektryczny izolowany
	Przetwornik termoelektryczny nieizolowany
	Przetwornik Dodatkowy przetwornik pomiarowy

Oznaczenie	Opis
	Przyrząd trójfazowy z jednym ustrojem
	Przyrząd trójfazowy z dwoma ustrojami
	Przyrząd trójfazowy z jednym ustrojem pomiarowym Dla mierników trójfazowych

Oznaczenie	Opis
	Ekranowanie elektrostatyczne
	Ekranowanie magnetyczne Ekranowanie

Oznaczenie	Opis
	Ekranowanie elektrostatyczne
	Ekranowanie magnetyczne Ekranowanie

Oznaczenie	Opis
	Prąd stały
	Prąd przemienny
	Prąd stały i przemienny Rodzaj prądu

Oznaczenie	Opis
	Położenie pionowe
	Położenie poziome
	Położenie nominalne skośne, np. z kątem nachylenia 60° Położenie nominalne

Oznaczenie	Opis
	Próba napięciowa 500 V
	Próba napięciowa powyżej 500 V (np. 2 kV)
	Bez próby napięciowej Próby napięciowe

Oznaczenie	Opis
	Ustrój magnetoelektryczny z prostownikiem

Źródła:

- <http://www.4eden.net/mila/pliki/>
- http://www.sciaga.pl/tekst/33188-34-mierniki_elektromagnetyczne
- <http://www.elektro.zspczarnkow.edu.pl>
- <http://www.wikipedia.pl>
- <http://www.automatykaonline.pl/poradnik/artykuly.php?id=13>