



PRZYRZĄDY POMIAROWE



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

*Publikacja współfinansowana
ze środków Unii Europejskiej
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego*

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Przyrządy pomiarowe

Ogólny podział: mierniki, rejestratory, detektory, charakterografy.

Budowa przyrządów pomiarowych:

- urządzenie odczytowe *liczba na wyświetlaczu lub wskazówka*
 - ustrój pomiarowy *przetworniki elektromechaniczne lub elektroniczne przetwarzające mierzone wielkości na sygnały do urządzenia odczytowego*
 - obudowa
-

Podział mierników ze względu na mierzoną wielkość:

- przyrządy na prąd stały, na prąd przemienny
- amperomierze
- omomierze
- liczniki energii elektrycznej
- woltomierze
- watomierze

Uniwersalne przyrządy pomiarowe (multimetry) - łączą funkcję kilku w/w.

Dokładność pomiaru:

- *błąd bezwzględny pomiaru (uchyb)*

$$\Delta = X_{\text{zmierzone}} - X_{\text{rzeczyw}}$$

- *błąd względny*

$$\delta = (\Delta / \text{zakres}) \cdot 100 \%$$

Klasa dokładności przyrządu (opisana na miernikach) = największy dopuszczalny względny błąd pomiaru.

Istniejące klasy: 0.05; 0.1; 0.2; 0.5; 1; 1.5; 2.5; 5

Jaki maksymalny bezwzględny błąd pomiaru może wystąpić? :

$$\Delta_{\text{max}} = \pm(\text{klasa}/100) \cdot \text{zakres}$$

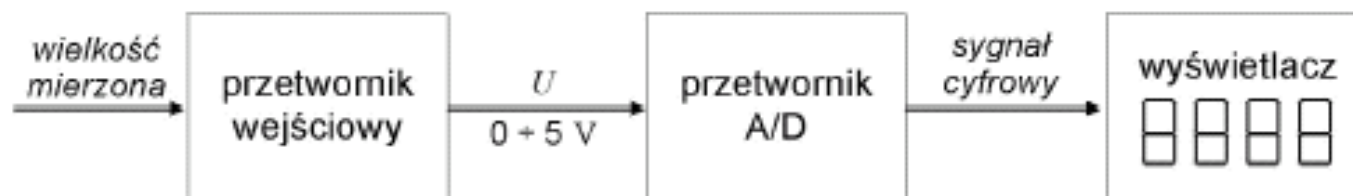
np.: zakres 300V, klasa 1.5, wskazanie 200V $\Rightarrow \Delta_{\text{max}} = \pm(1.5/100) \cdot 300 = 4.5V$

czyli wynik pomiaru zapisujemy: $200 \pm 4.5 V$

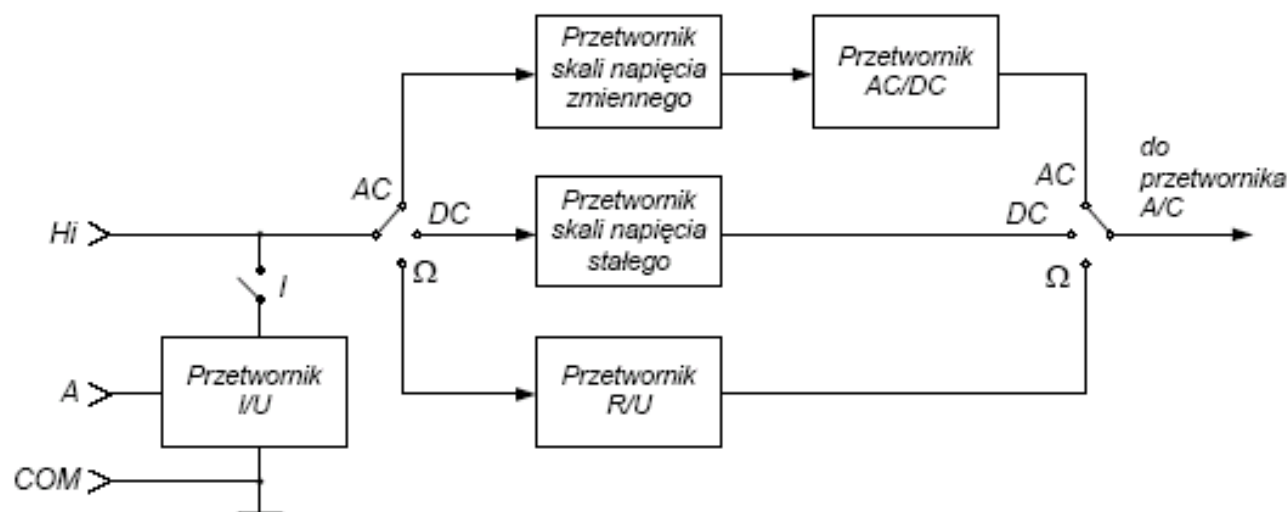
Z punktu widzenia klasy dokładności pomiaru, przyrządy dzielimy na:

- wskaźniki klasa 2.5 i 5 przybliżone oszacowanie wartości mierzonej
- mierniki techniczne klasa 1 i 1.5 typowe zastosowania przemysłowe
- mierniki laboratoryjne klasa 0.5
- przyrządy wzorcowe klasa 0.05, 0.1, 0.2
do skalowania i wzorcowania innych mierników

Mierniki cyfrowe



Ogólny schemat blokowy miernika cyfrowego



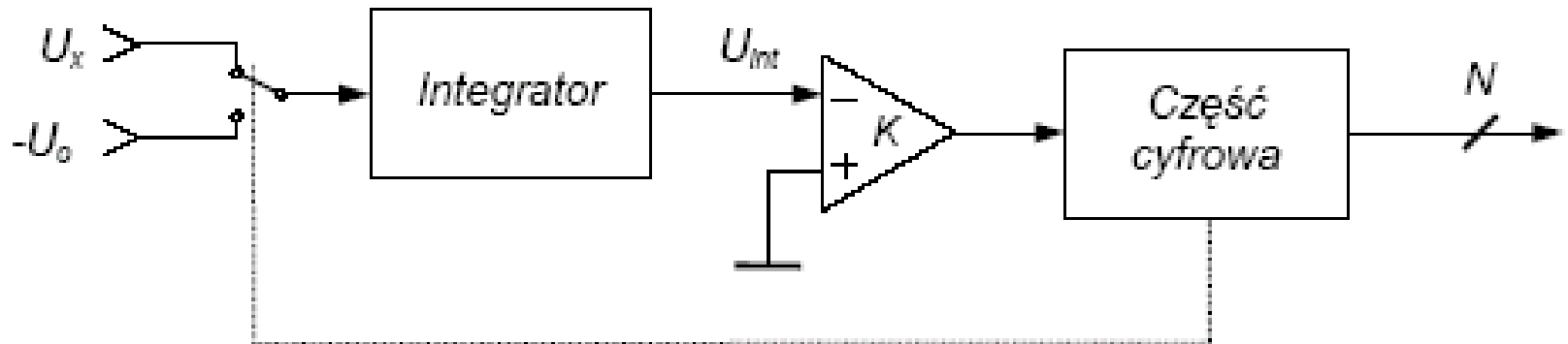
Bloki funkcjonalne kondycjonera sygnału wejściowego

- Pomiar natężenia prądu realizowany jest w multimetrach metodą pomiaru spadku napięcia na wewnętrznym wzorcowym rezystorze. Rezystor wzorcowy jest dobierany do zakresu pomiarowego, na przykład: $0,1\Omega$ dla zakresu 1 A; 1Ω dla zakresu 100 mA.
- Przy pomiarze napięcia lub natężenia prądu zmiennego sygnał mierzony po przeskalowaniu w dzielniku wejściowym jest podawany na przetwornik AC/DC.
- Przetwarzanie rezystancji na napięcie może polegać na bezpośrednim wykorzystaniu prawa Ohma: mierzony jest spadek napięcia na nieznanej rezystancji, wymuszony przepływem prądu ze źródła prądowego o dokładnie znanej wydajności.

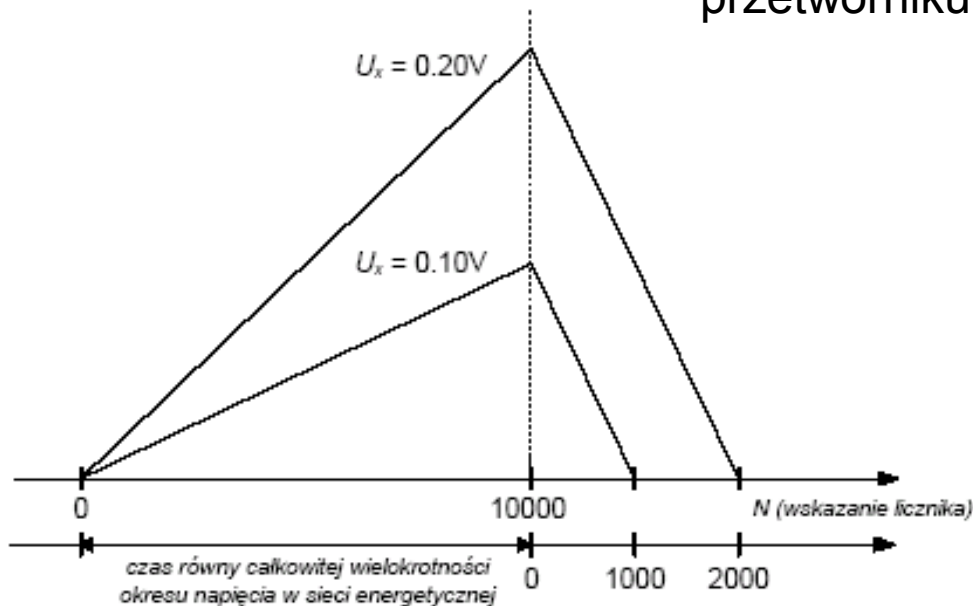
Przetworniki A/C stosowane w multimetrach cyfrowych

W większości multimetrów cyfrowych stosowane są integracyjne przetworniki A/C, bazujące na pośredniej metodzie przetwarzania.

Napięcie wejściowe jest najpierw przetwarzane na odcinek czasu lub częstotliwość, a następnie za pomocą licznika na postać cyfrową.



Przebieg napięcia na wyjściu integratora w przetworniku A/C z podwójnym całkowaniem.



$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{U_x}{U_o} = \frac{N_x}{N_{max}}$$

Zasada pomiaru: Konwersja zaczyna się podaniem mierzonego napięcia U_x na integrator. Skutkiem tego jest liniowe narastanie napięcia na wyjściu integratora (pierwsze całkowanie), które trwa przez ściśle określony czas, wyznaczany przez licznik. Po upływie tego czasu układ sterowania przełącza wejście integratora na źródło napięcia wzorcowego U_o o przeciwnej polaryzacji i kondensator integratora rozładowuje się (drugie całkowanie) aż do czasu, gdy komparator wykryje, że osiągnięty został punkt startowy. Licznik mierzy odcinek czasu, jaki jest potrzebny do rozładowania kondensatora. Stosunek czasu rozładowania T_2 do czasu ładowania kondensatora T_1 odpowiada stosunkowi napięcia mierzonego U_x do napięcia referencyjnego U_o . Liczba impulsów zliczonych w czasie rozładowania kondensatora N_x jest proporcjonalna do mierzonego napięcia.

Parametry mierników cyfrowych

- *Zakres pomiarowy*

największa wartość mierzona X , jaką miernik może zmierzyć

- *Liczba cyfr*

Występuje także pojęcie „pół cyfry”. Np. określenie „miernik 3,5 –cyfrowy” oznacza miernik o zakresie wyświetlanych cyfr od 0 do 1999.

- *Rozdzielczość*

zdolność przyrządu do wykrycia zmiany wielkości mierzonej

np. $\delta U = 10 \text{ V} / 10^4 = 1 \text{ mV}$

- *Niepewność pomiaru ΔU*

Odczytywana ze specyfikacji przyrządu.

np.: „0,05% wartości mierzonej + 0,01% zakresu”

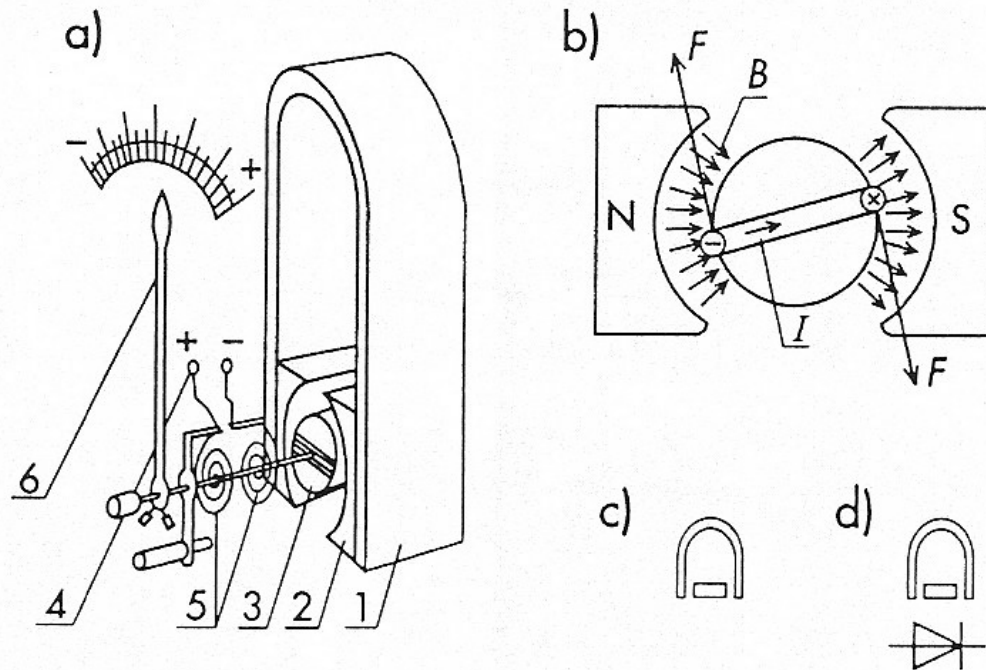
Jeśli przy w/w specyfikacji zmierzona wartość 6V na zakresie 10V, to:

$$\Delta U = \frac{0,05\%}{100\%} 6 \text{ V} + \frac{0,01\%}{100\%} 10 \text{ V} = 4 \text{ mV}$$

Mierniki analogowe

Podział mierników analogowych ze względu na ustroje pomiarowe:

- mierniki magnetoelektryczne
- mierniki elektromagnetyczne
- mierniki elektrodynamiczne
- mierniki indukcyjne



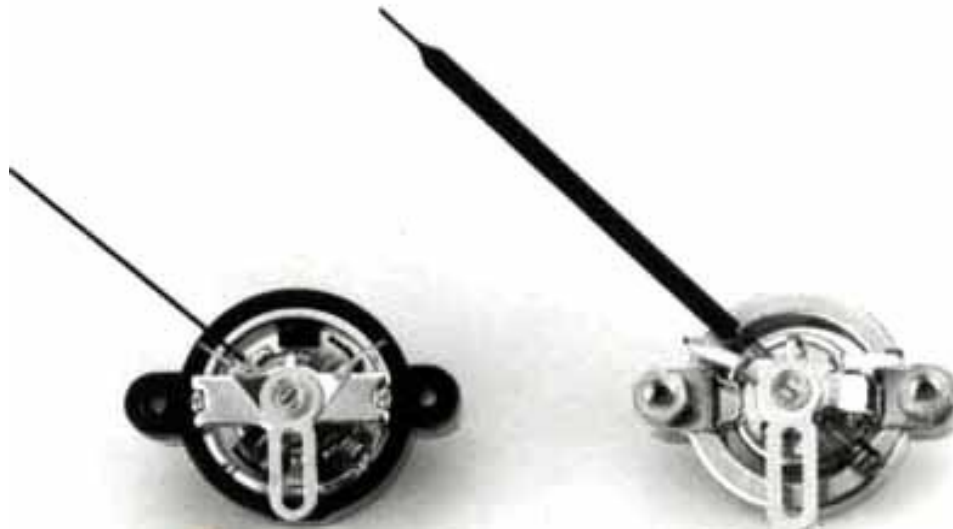
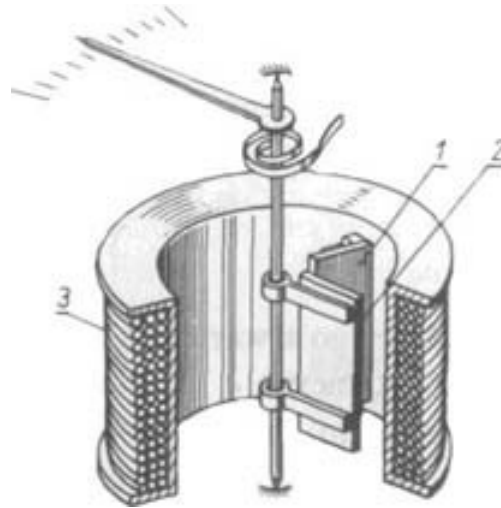
Magnetoelektryczny urządzenie pomiarowe: a) budowa; b) zasada powstawania momentu napędowego; c) symbol graficzny; d) symbol graficzny urządzenia magnetoelektrycznego z prostownikiem

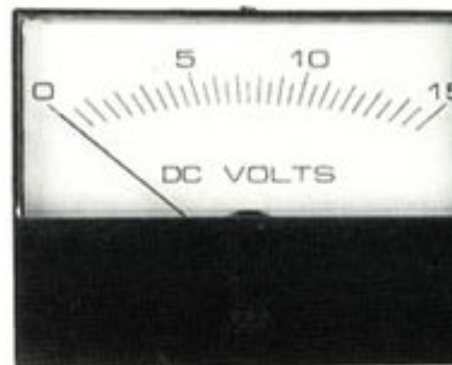
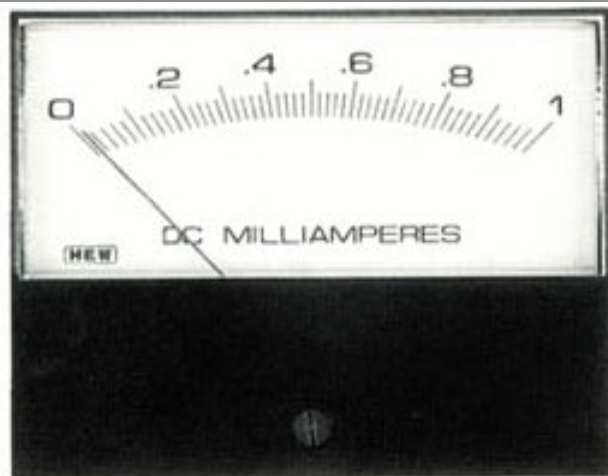
1 – magnes trwały, 2 – nabiegunknik, 3 – ruchomy rdzeń z cewką, 4 – zacisk przyłączeniowy przyrządu, 5 – sprężyna, 6 – wskazówka

Oddziaływanie stałego pola magnetycznego na uzwojenie, przez które płynie prąd.

Stosowane głównie do pomiaru natężenia i napięcia prądu stałego.

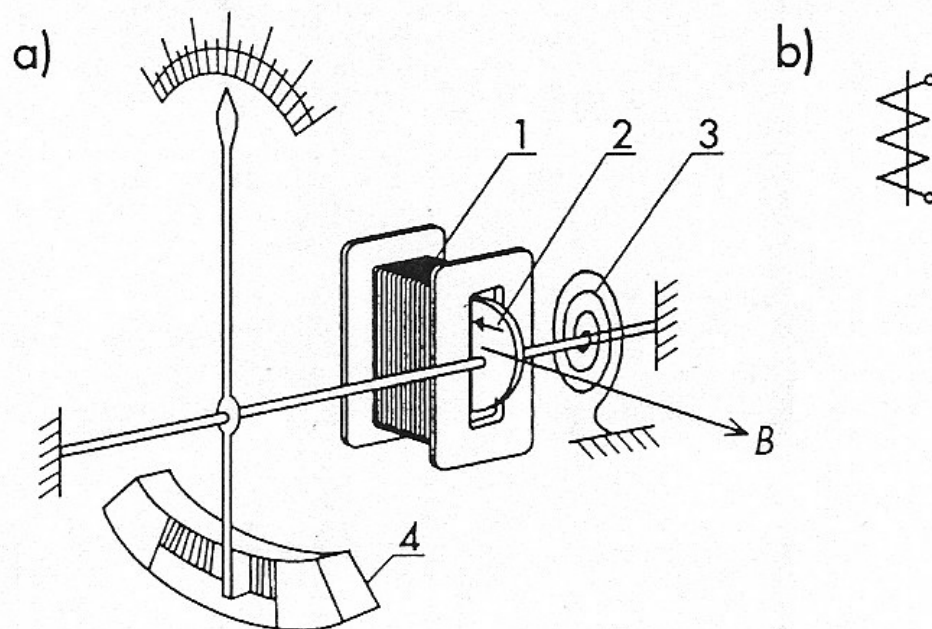
Podziałka jest równomierna, bo kąt wychylenia wskazówki jest proporcjonalny do I .







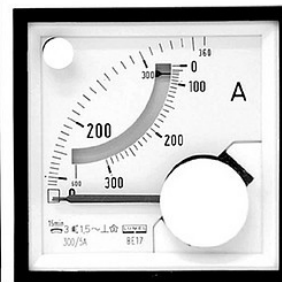
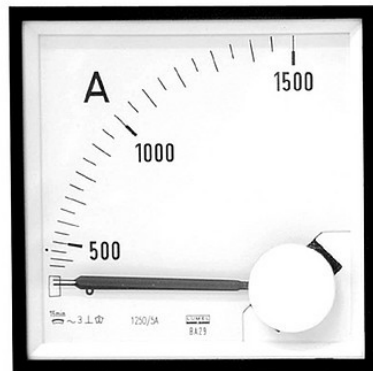
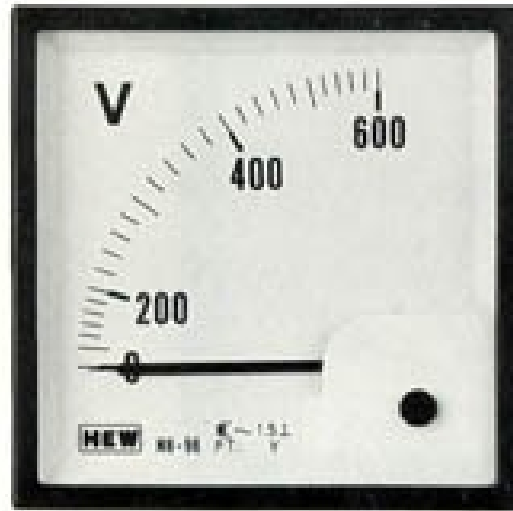
Elektromagnetyczny ustrój pomiarowy:
a) budowa; b) symbol graficzny
1 – cewka, 2 – rdzeń, 3 – sprężyna zwrotna,
4 – tłumik nadający wskazówce ruch płynny



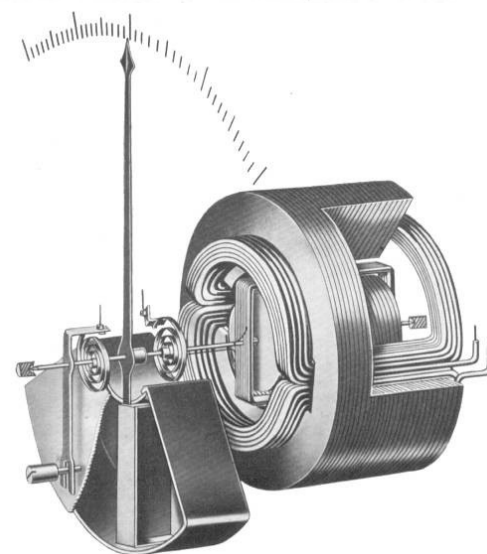
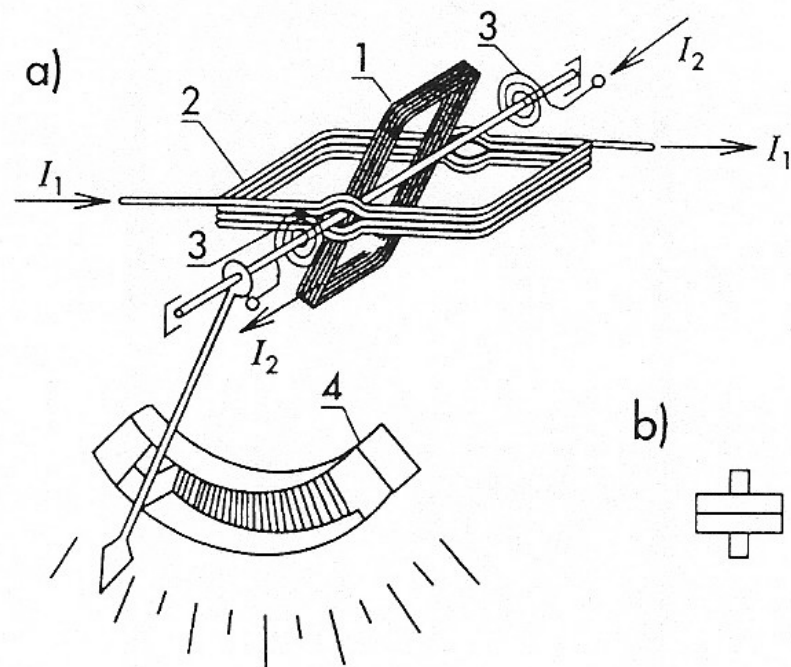
Ruchomy rdzeń stalowy jest wciągany do wnętrza nieruchomej cewki podczas przepływu w niej prądu.

Stosowane głównie do pomiaru prądu przemiennego, ale stosowane też dla prądu stałego.

Podziałka jest nierównomierna, bo kąt wychylenia wskazówki jest proporcjonalny do I^2 .



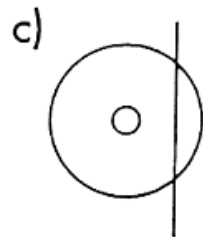
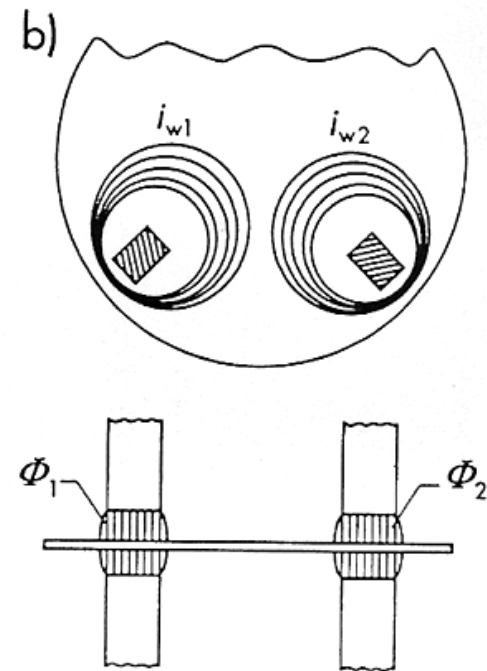
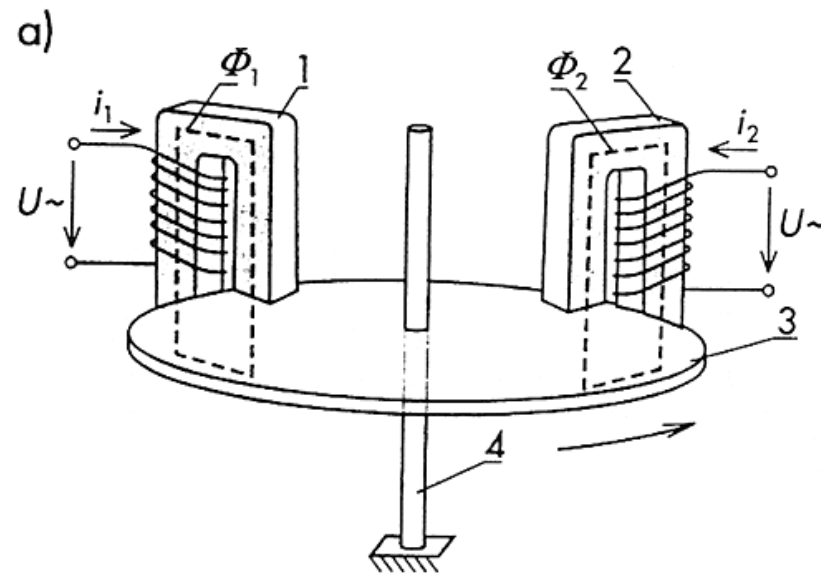
Elektrodynamiczny ustrój pomiarowy:
 a) budowa; b) symbol graficzny
 1 – cewka ruchoma, 2 – cewka nieruchoma, 3 – sprężyny doprowadzające prąd do cewki, 4 – tłumik



*Elektrodynamiczne oddziaływanie dwóch cewek
 (nieruchoma i ruchoma) przez które przepływa prąd.*

Stosowane głównie w watomierzach.



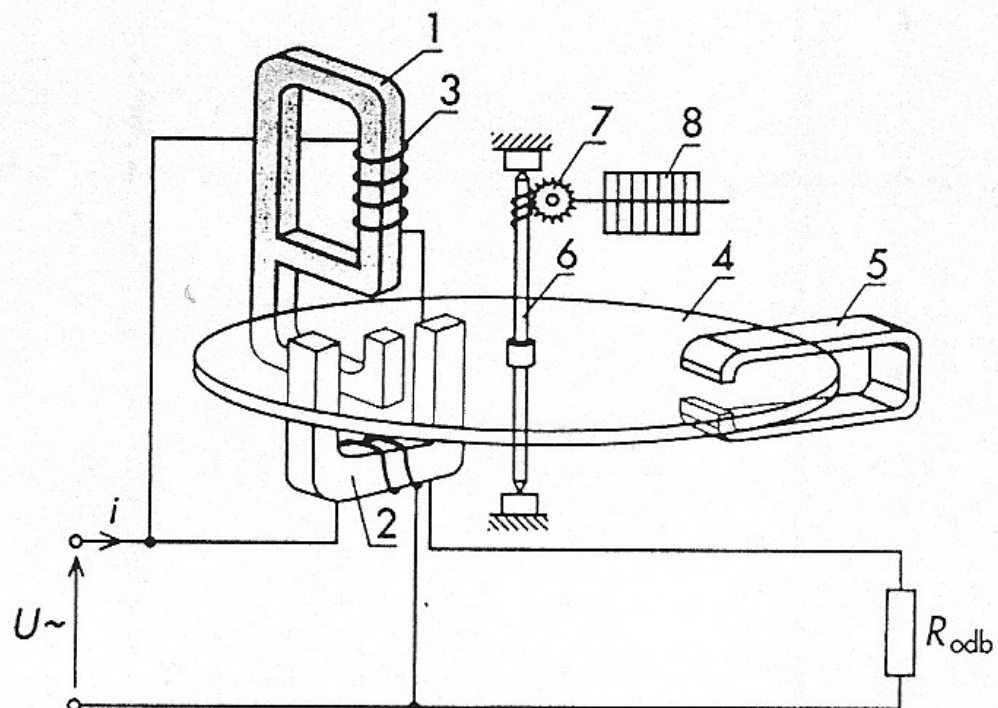


Indukcyjny ustrój pomiarowy: a) budowa; b) prądy wirowe wywołane strumieniami magnetycznymi; c) symbol graficzny

1, 2 – rdzenie elektromagnesów, 3 – obrotowa tarcza aluminiowa, 4 – oś tarczy

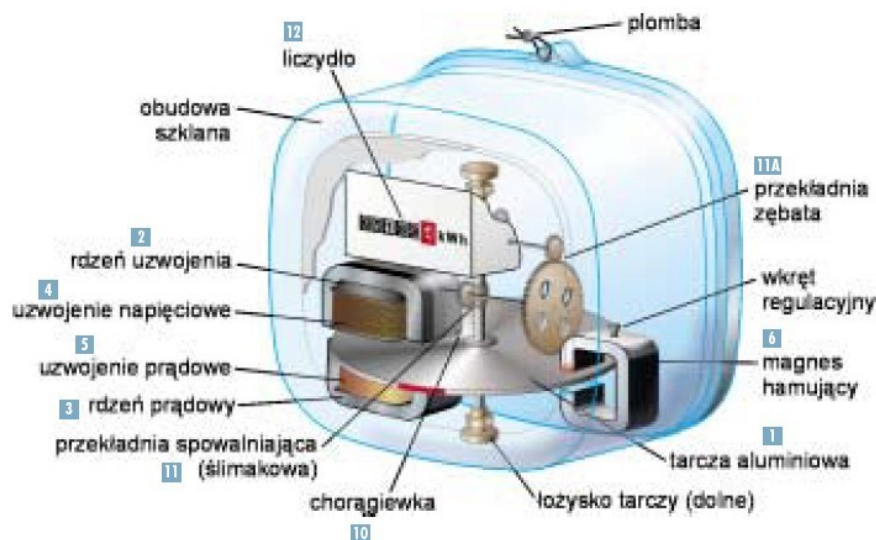
Zmienne pole magnetyczne oddziałuje na metalową tarczę.

Główne zastosowanie: liczniki energii elektrycznej.



Indukcyjny ustrój pomiarowy licznika energii elektrycznej

1 – rdzeń, 2 – cewka prądowa, 3 – cewka napięciowa, 4 – tarcza, 5 – magnes trwały, 6 – oś tarczy, 7 – przekładnia ślimakowa, 8 – liczydło



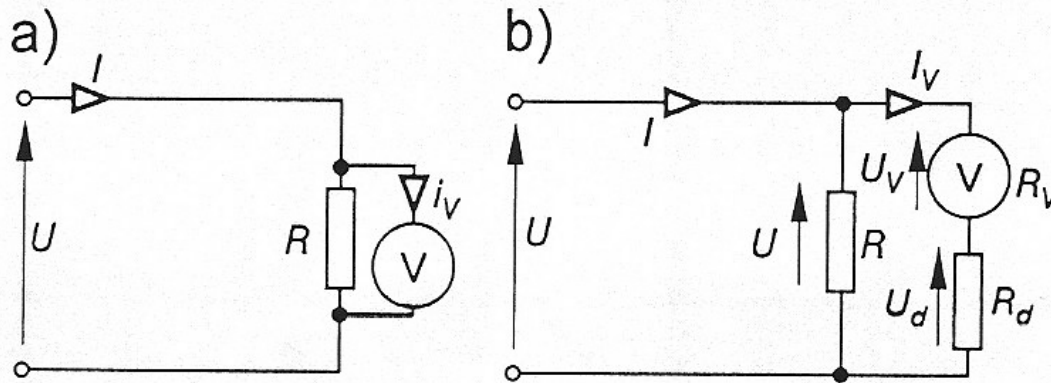
Rodzaj prądu

Oznaczenie	Opis
	Prąd stały
	Prąd przemienny
	Prąd stały i przemienny

Położenie nominalne

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

Zwiększenie zakresu pomiarowego woltomierza



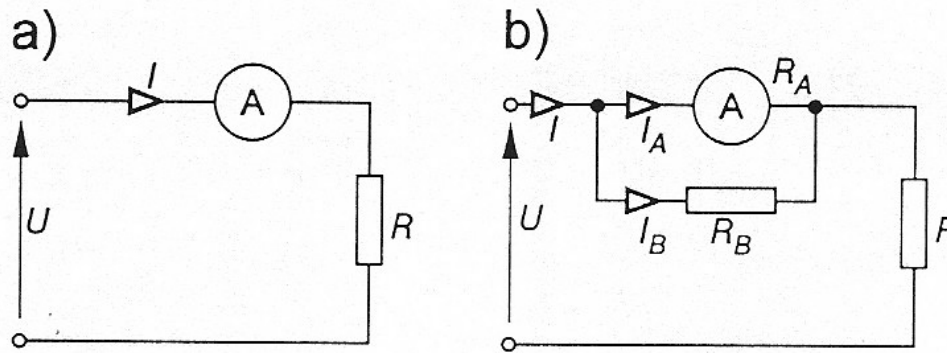
Pomiar napięcia: a) woltomierzem; b) woltomierzem z rezystorem dodatkowym

$$\frac{U}{U_V} = \frac{R_d + R_V}{R_V} = n,$$

$$R_d = (n - 1)R_V.$$

- W celu zwiększenia n -krotnego zakresu pomiarowego woltomierza należy włączyć w szereg z woltomierzem rezystor dodatkowy o rezystancji $(n - 1)$ razy większej od rezystancji woltomierza. ●

Zwiększenie zakresu pomiarowego amperomierza



Pomiar natężenia prądu: a) amperomierzem; b) amperomierzem z bocznikiem

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{I_A}{I_B} = \frac{I_A}{(n-1)I_A},$$

$$R_B = \frac{R_A}{n-1}.$$

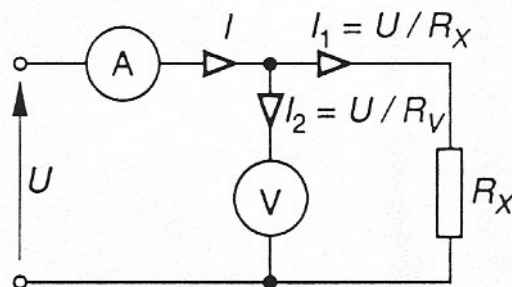
Chcąc zwiększyć n -krotnie zakres pomiarowy amperomierza, należy zastosować bocznik o rezystancji $(n - 1)$ razy mniejszej od rezystancji amperomierza.

Pomiar rezystancji metodą techniczną

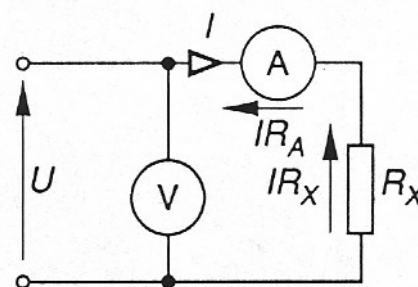
$$R_X = \frac{U}{I},$$

gdzie U, I — wskazania przyrządów.

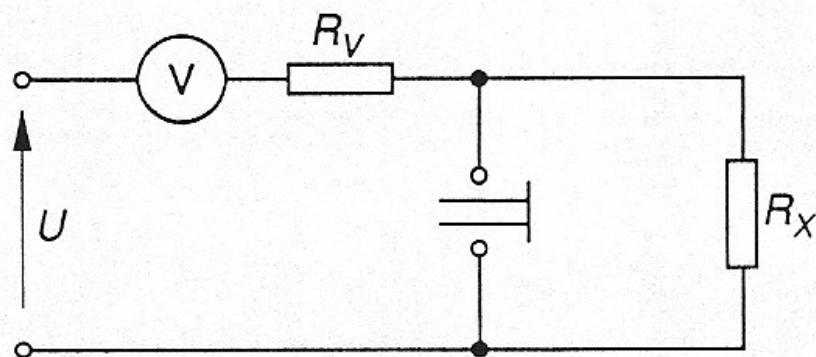
a)



b)



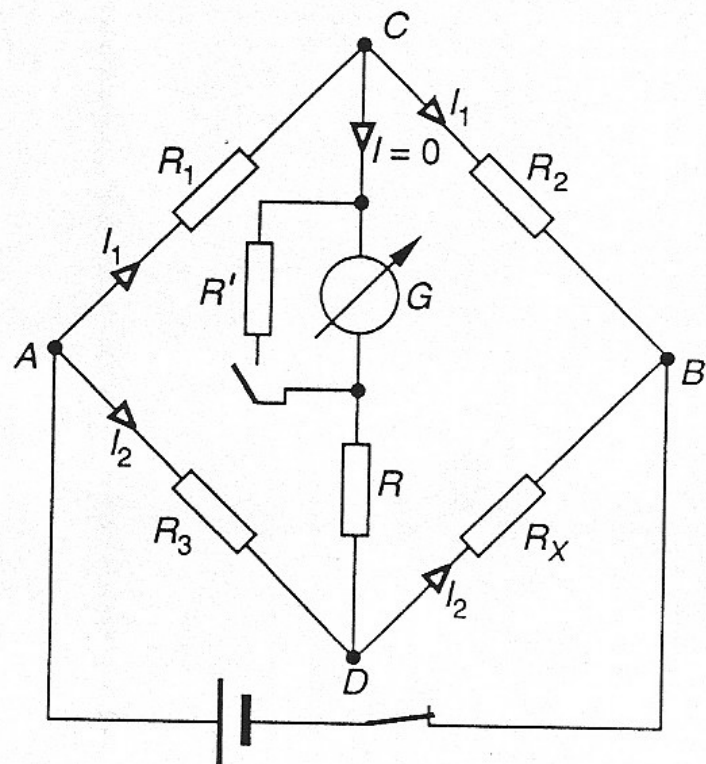
Pomiar rezystancji metodą techniczną: a) przy niewielkich wartościach R_X ;
b) przy średnich i dużych wartościach R_X



Pomiar rezystancji metodą woltomierzową

$$R_X = R_V \left(\frac{U}{U_V} - 1 \right),$$

gdzie R_V — znana wartość rezystancji woltomierza.



Pomiar rezystancji metodą
mostkową

$$I_1 R_1 = I_2 R_3, \quad I_1 R_2 = I_2 R_X.$$

$$\frac{R_X}{R_3} = \frac{R_2}{R_1},$$

$$R_X = \frac{R_2 R_3}{R_1}.$$

Omomierz

