

**Narzędzia pomiarowe** – zespół środków technicznych umożliwiających wykonanie pomiaru.

Obejmują:

- wzorce
- przyrządy pomiarowe
- przetworniki pomiarowe
- układy pomiarowe
- systemy pomiarowe

**Wzorce** są to narzędzia pomiarowe odtwarzające jednostki miary lub ich wielokrotności.

Od wzorców wymaga się:

- niezmienności w czasie,
- łatwej porównywalności,
- łatwości odtwarzania,
- łatwości stosowania,
- dużej dokładności.

**Parametrami wzorca są:**

- nominalna miara wzorca,
- niedokładność miary wzorca,
- okres zachowania niedokładności miary wzorca,
- warunki, w których miara i dokładność są zachowane.

Hierarchia wzorców:

- \* Etalony (wzorce międzynarodowe, wzorce państwowe, I rzędu, II rzędu)
- \* Wzorce użytkowe.

## **Przyrząd pomiarowy:**

Jest to narzędzie służące do przetwarzania wielkości mierzonej na wskazania lub równoważną informację. Przyrząd pomiarowy składa się najczęściej z kilku przetworników pomiarowych połączonych szeregowo lub równoległe ze sprzężeniem zwrotnym. Przyrządy pomiarowe klasyfikuje się wg różnych kryteriów np. według spełnianych funkcji.

Przyrządy pomiarowe dzieli się na:

- mierniki,
- rejestratory,
- charakterografy,
- liczniki,
- detektory zera.

### **Miernik:**

Jest to przyrząd pomiarowy wyskalowany w jednostkach miary wielkości mierzonej.

### **Rejestrator:**

Jest to przyrząd pomiarowy umożliwiający zapis mierzonej wielkości w funkcji czasu (rejestratory X-t) lub w funkcji innej wielkości (rejestratory X-Y).

### **Charakterograf:**

Jest przyrządem umożliwiającym obserwację, pomiar lub rejestrację charakterystyki elementów lub układów

### **Licznik:**

Jest to przyrząd pomiarowy wskazujący stopniowo narastającą w czasie wartość wielkości mierzonej.

### **Detektor zera:**

Umożliwia stwierdzenie zaniku wielkości np. prądu, strumienia magnetycznego.

## **Przyrząd analogowy, przyrząd cyfrowy:**

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(A\A), analogowo-cyfrowe(A\C), cyfrowo-analogowe(C\A), cyfrowo-cyfrowe(C\C).

# Wybrane przyrządy pomiarowe

Przyrząd pomiarowy: urządzenie przeznaczone do wykonywania pomiarów, samodzielnie lub w połączeniu z jednym lub wieloma urządzeniami dodatkowymi.

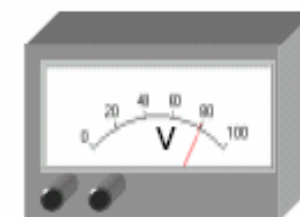


stoper

pH-metr  
AMEL 11D8602



waga



woltomierz

Przyrządy wielofunkcyjne  
multimetry



HP 2373A, E2377A, and E2371A



przetworniki



rejestrator

oscyloskop

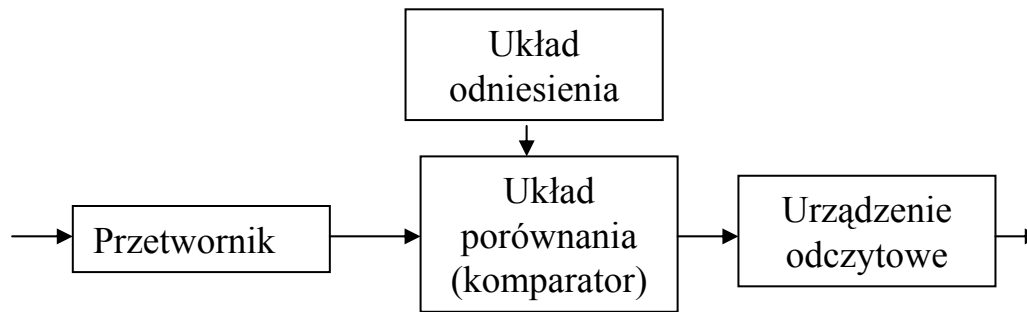


Współczesne przyrządy pomiarowe wyposażone są zwykle w interfejsy cyfrowe umożliwiające przesyłanie wyników pomiaru pod wskazany adres w komputerowym systemie pomiarowym.

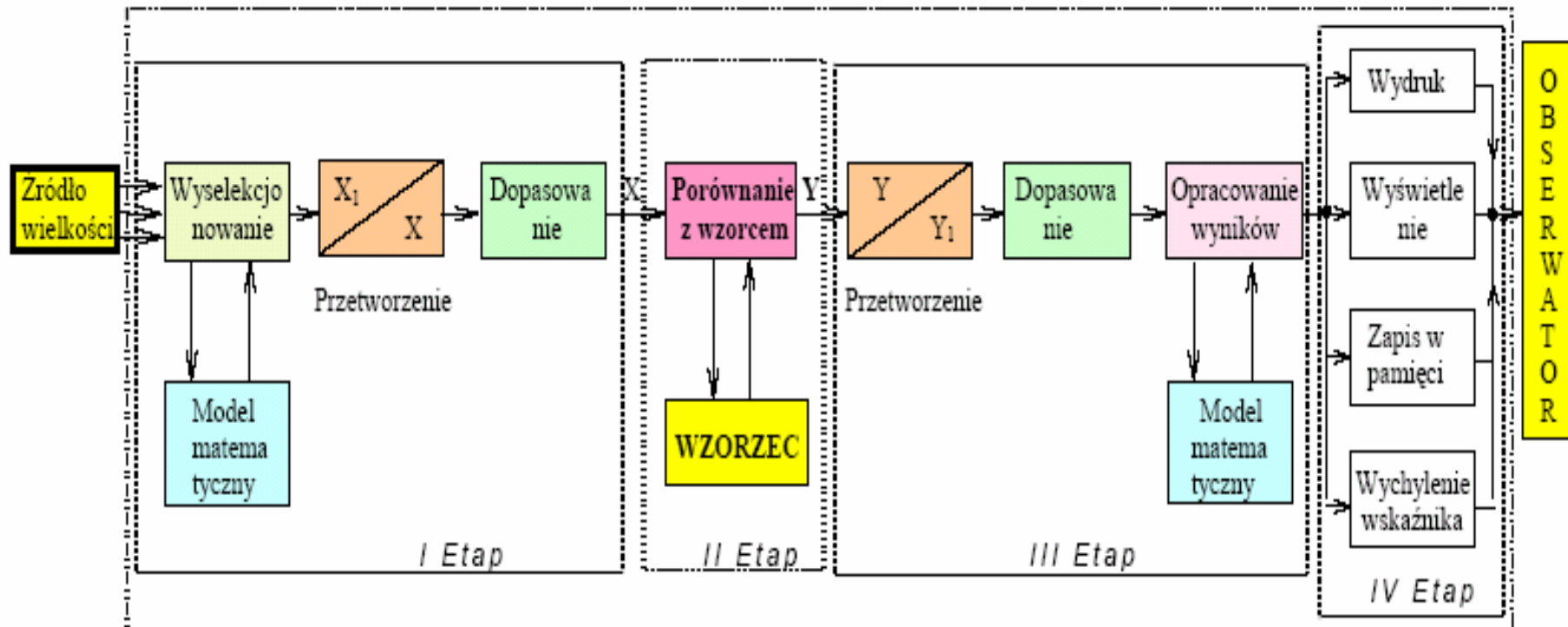
Dobierając przyrządy do wykonania eksperymentu należy przede wszystkim brać pod uwagę:

**zakres pomiarowy,  
błąd podstawowy  
oraz błędy dodatkowe**

## Schemat funkcjonalny przyrządu pomiarowego



## Struktura przyrządu pomiarowego



Przyrząd pomiarowy

## Podstawowe definicje:

**Miernik wskazówkowy** (analogowy), jest to miernik przeznaczony do wskazywania z określoną dokładnością wartości wielkości mierzonej za pomocą wskazówki materialnej lub świetlnej, przesuwającej się wzdłuż podziałki. Częścią składową każdego miernika jest **ustrój pomiarowy**. Ustrój ten ma część nieruchomą i część ruchomą zwaną organem ruchomym do którego przymocowana jest wskazówka. Do ustroju zostaje doprowadzona pewna wielkość elektryczna Y (najczęściej prąd). Pod działaniem wielkości Y w ustroju powstaje siła F przesuwająca organ ruchomy łącznie ze wskazówką względem części nieruchomej na drodze F. Jeżeli nie można doprowadzić bezpośrednio wielkości mierzonej do ustroju ruchomego stosujemy układy pomiarowe miernika. Do układu pomiarowego miernika doprowadzamy wielkość mierzoną X, układ przetwarza ją w wielkość Y, działającą bezpośrednio na ustrój. Ustrój z kolei przetwarza wielkość Y na przesunięcie organu ruchomego.

**Czułością miernika** nazywamy stosunek  $S = \Delta\alpha / \Delta x$  mówiący o tym jaki przyrost odchylenia odpowiada jednostkowej zmianie wartości wielkości. Jeżeli czułość ma wartość stałą to podziałka miernika jest równomierna ponieważ jednostkowej zmianie x odpowiada zawsze taka sama zmiana  $\alpha$ . Zmiana czułości miernika powoduje nierównomierność podziałki. Jeżeli czułość rośnie podziałka jest rozszerzona. Jeżeli czułość maleje to podziałka jest zagęszczona. Odwrotnością czułości jest stała, która wskazuje ile jednostek wielkości mierzonej przypada na jednostkę odchylenia-  $C = 1 / S = \Delta x / \Delta\alpha$

**Uchyb bezwzględny** miernika jest to różnica między wartością wielkości mierzonej wskazaną przez miernik  $X_w$ , a wartością tej wielkości określoną za pomocą przyrządu kontrolnego  $X_o$ . Przedział wartości wielkości mierzonej odpowiadający całej podziałce miernika nazywa się **zakresem wskazań**. Ta część zakresu wskazań dla której spełnione są wymagania dotyczące dokładności pomiaru, nosi nazwę zakresu pomiarowego.

**Galwanometry** to elektryczne przyrządy wskazówkowe o bardzo dużej czułości używane do wykonywania pomiarów (wykrywania) wielkości niewielkich prądów, napięć i ładunków elektrycznych. Pozbawione są układów pomiarowych.

## Właściwości użytkowe mierników analogowych

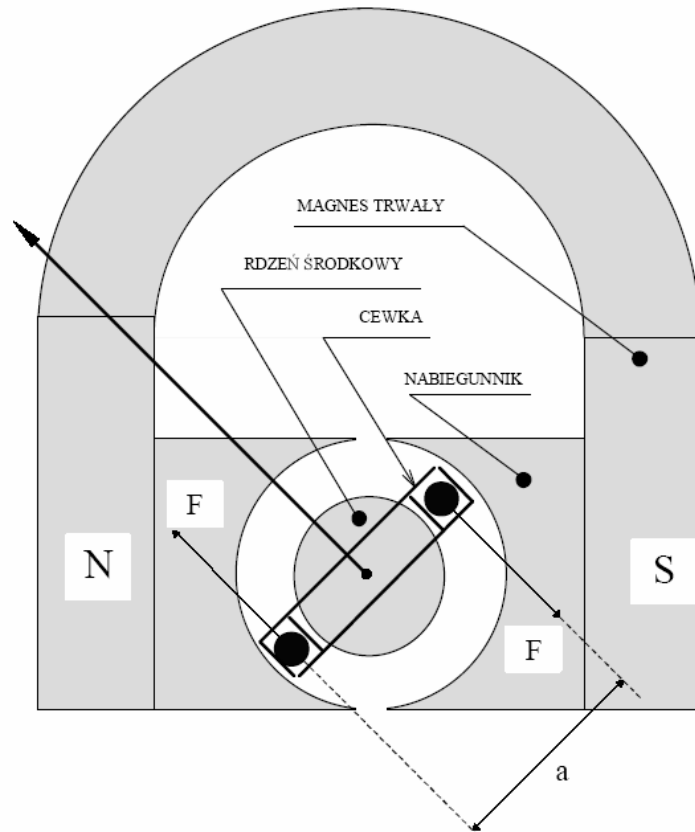
- zakres pomiarowy, - dokładność wskazań (klasa dokładności),
- pobór mocy, - przeciążalność, - właściwości dynamiczne,
- wielkości wpływające, takie jak: temperatura, wilgotność, obce pola magnetyczne, a dla mierników prądu zmiennego wpływ częstotliwości i kształtu krzywej na wskazania.

## Miernik magnetoelektryczny.



Zasada działania miernika magnetoelektrycznego polega na działaniu pola magnetycznego magnesu trwałego na uzwojenie z prądem elektrycznym.

$$F = B \cdot I \cdot L \cdot \sin \alpha$$



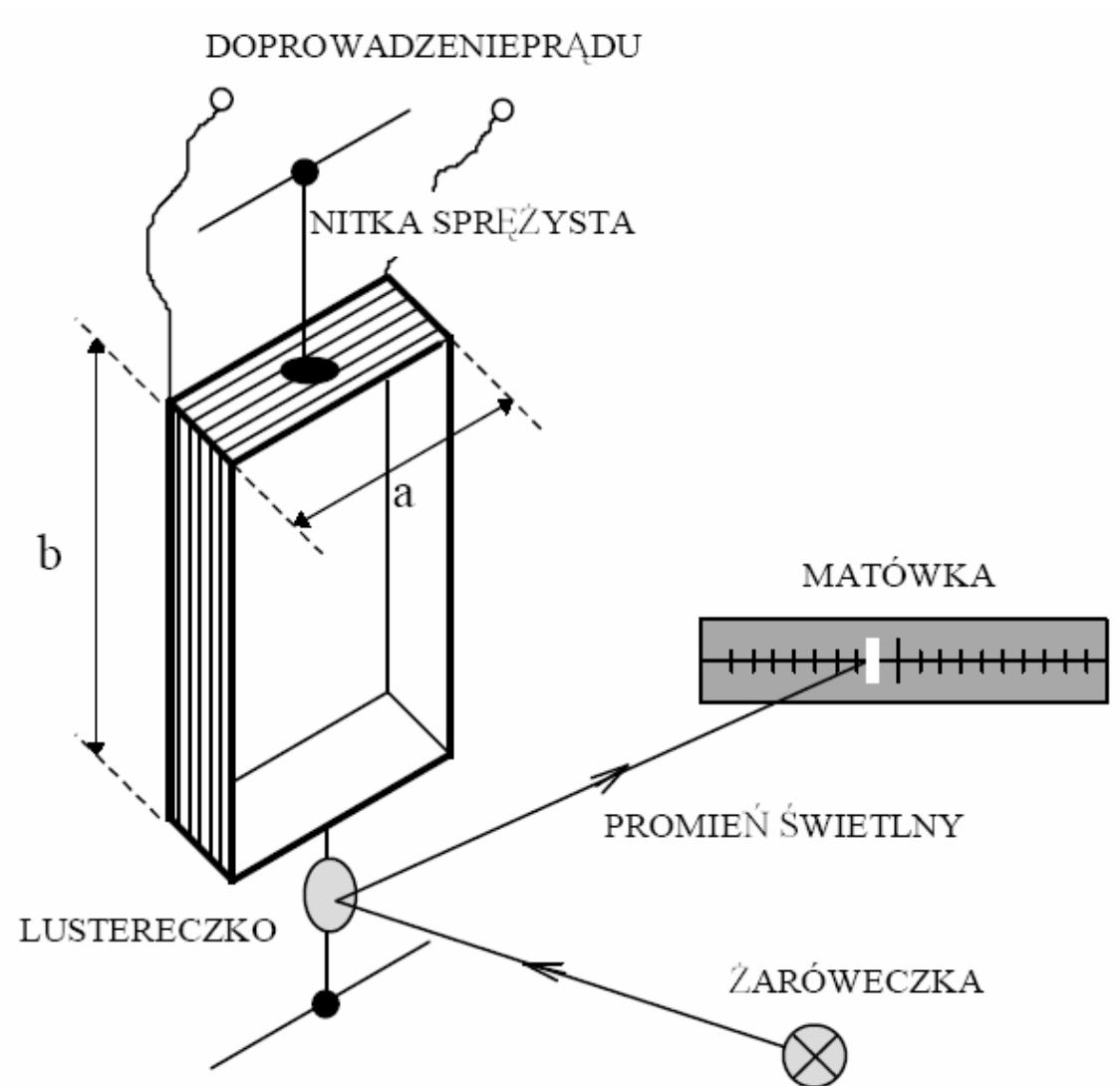
Konstrukcję miernika magnetoelektrycznego pokazuje rysunek. Organ ruchomy miernika składa się z cewki i wskazówki zamontowanych obrotowo. Obwód magnetyczny miernika, składający się z magnesu oraz wykonanych z miękkiej stali nabiegunników i rdzenia, wytwarza w odpowiednio ukształtowanej szczelinie indukcję  $B$ . Cewka nawinięta jest cienkim przewodem na aluminiowej ramce, która pełni rolę elementu wzmacniającego konstrukcję miernika, równocześnie stanowi tłumik elektromagnetyczny. W czasie ruchu cewki w szczelinie w zwartym zwoju, jaki stanowi ramka, indukują się prądy wytwarzające moment przeciwdziałający ruchowi.

Moment zwrotny uzyskany jest dzięki parze sprężynek zwrotnych, spełniających równocześnie rolę przewodów doprowadzających prąd do cewki.

Podstawowe właściwości miernika magnetoelektrycznego

1. Miernik reaguje bezpośrednio na prąd przepływający przez cewkę.
2. Kierunek przepływającego prądu decyduje o kierunku ruchu organu ruchomego.
3. Podziałka jest liniowa  $\alpha = c \cdot I$
4. Miernik jest odporny na zakłócenia polami zewnętrznymi ze względu na bardzo dużą indukcję magnetyczną, którą można uzyskać w wąskiej szczelinie między rdzeniem i nabiegunnikami.

# Galwanometr magnetoelektryczny ze skalą świetlną



## Miernik elektromagnetyczny.

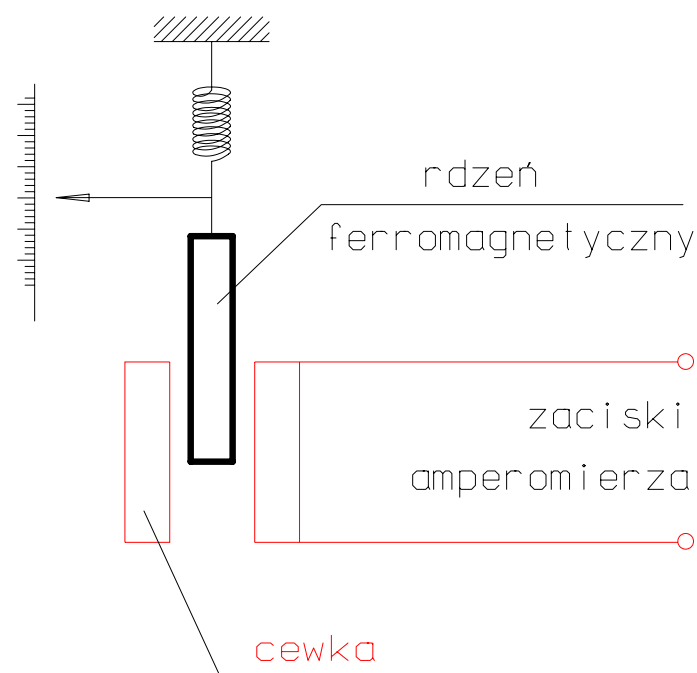


Zasada działania opiera się na przepływie prądu mierzonego w uzwojeniu nieruchomej cewki wciągającego ruchomy rdzeń stalowy zawieszony na sprężynie. Wciągnięcie rdzenia ferromagnetycznego do wnętrza cewki w której płynie prąd  $I$  powoduje zwiększenie się indukcyjności cewki, a więc wzrost zmagazynowanej w cewce energii magnetycznej.

Charakteryzują się prostą i niezawodną konstrukcją (brak cewki ruchomej) lecz większym poborem mocy niż mierniki magnetoelektryczne. Stosowane są do pomiarów prądu i napięcia małej częstotliwości (amperomierze do 1500 Hz, woltomierze do 1 kHz).

Skala miernika jest nieliniowa.

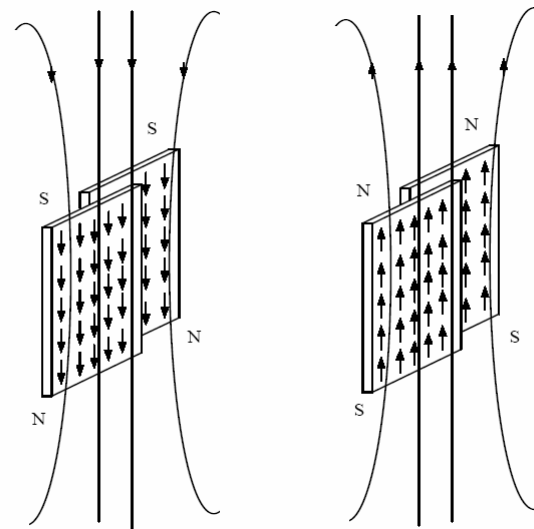
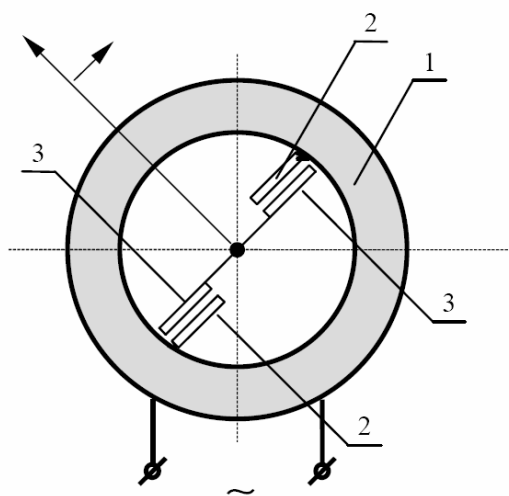
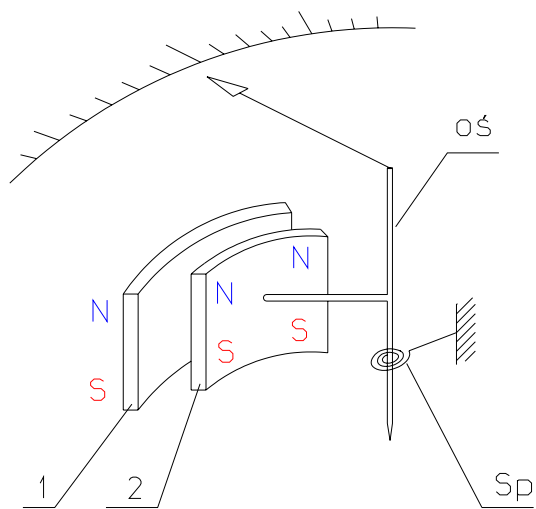
$$\alpha = \frac{1}{2 \cdot k} \cdot \frac{dL}{d\alpha} \cdot I^2$$



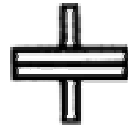


Inną konstrukcją miernika elektromagnetycznego przedstawiają rysunki poniżej.

Wewnątrz płaskiej cewki cylindrycznej znajduje się para ruchomych i druga para nieruchomych blaszek ferromagnetycznych, nazywanych rdzeniami ruchomymi i nieruchomymi ustroju. Gdy przez cewkę przepływa prąd, jego pole magnetyczne magnesuje zarówno rdzenie ruchome jak i nieruchome, przymocowane trwale do cewki. Bez względu na kierunek prądu obie pary rdzeni są magnesowane „jednoimiennie” i zawsze odpychają się. Kierunek obrotu organu ruchomego a wraz z nim wskazówki nie zależy więc od kierunku prądu w cewce, z czego wynika, że ustrój EM działa poprawnie zarówno przy prądzie zmiennym jak i stałym.

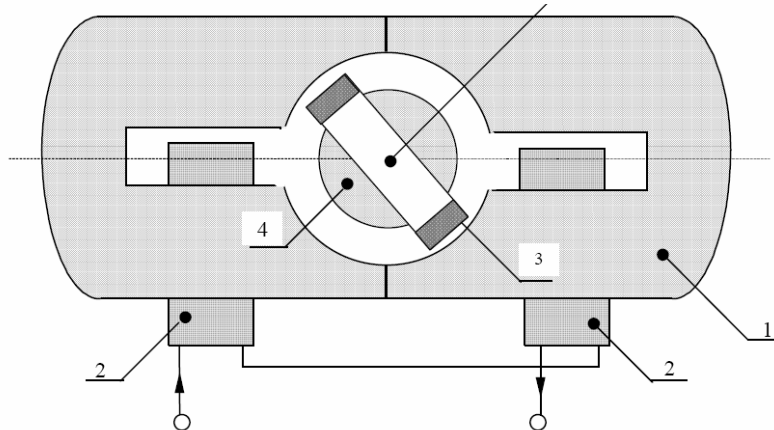


## Miernik elektrodynamiczny.



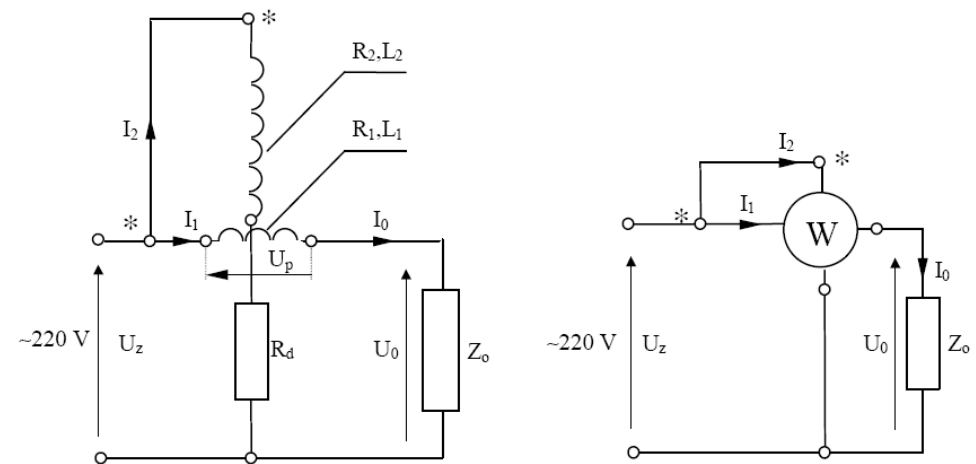
W ustroju elektrodynamicznym występują wzajemne oddziaływania dynamiczne dwóch przewodów z prądem. W rzeczywistości są to cewki nieruchoma i ruchoma. Cewka ruchoma obraca się na czopach wspartych na łożyskach. Prąd do cewki ruchomej doprowadza się za pomocą dwóch sprężyn spiralnych służących jednocześnie do wytwarzania momentu zwracającego. Do cewki ruchomej przymocowana jest wskazówka oraz skrzydło tłumika. Pod działaniem sił dynamicznych cewka ruchoma obraca się dookoła swej osi dążąc do zajęcia położenia przy którym kierunek jej pola magnetycznego będzie zgodny z kierunkiem pola cewki nieruchomej. Ze względu na złożoną konstrukcję i duży pobór mocy stosowane są wyłącznie jako watomierze.

$$M_N = cI_1I_2 \cos(\alpha)$$



1 - rdzeń , 2 - sekcja cewki prądowej,

3 - cewka napięciowa, 4 - rdzeń środkowy



$$P = U_{sk} I_{sk} \cos \varphi$$