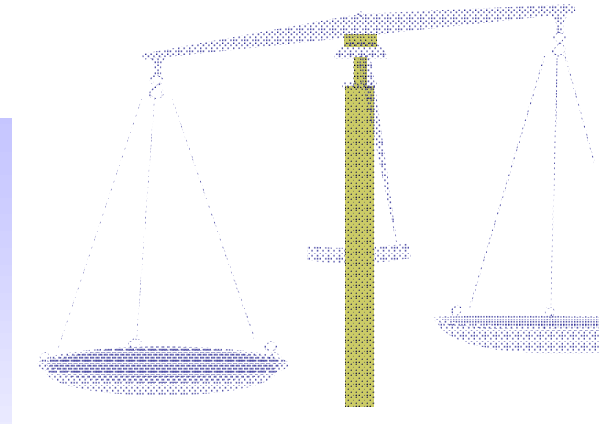
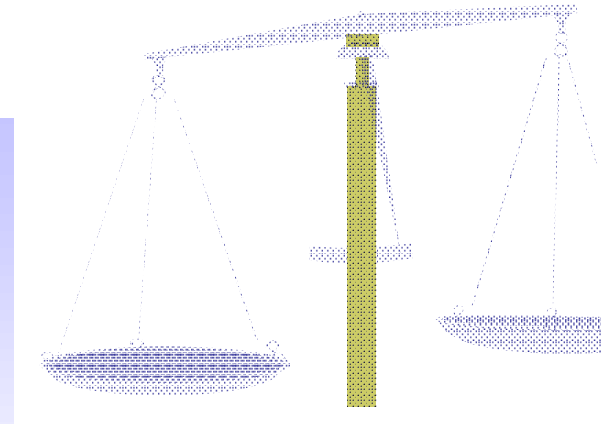


Wstęp do metrologii



Tematyka wykładu:

- metrologia i jej rodzaje,
- pomiar,
- układ jednostek SI,
- metody pomiarowe,
- narzędzia pomiarowe.



Metrologia

METROLOGIA - nauka o pomiarach (metron – miara, logos – słowo, nauka)

METROLOGIA [gr.], dziedzina wiedzy o pomiarach; obejmuje wszystkie teoretyczne i praktyczne problemy związane z pomiarami, niezależnie od rodzaju wielkości mierzonej i dokładności pomiaru.



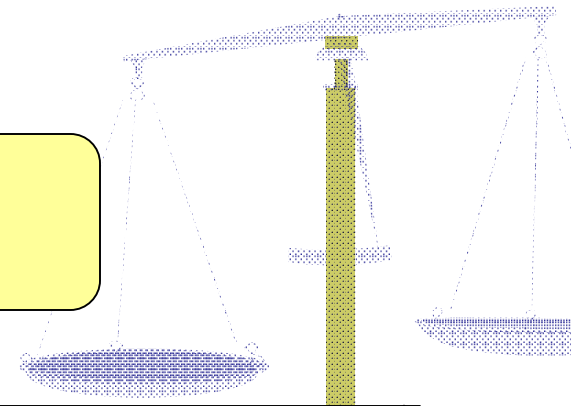
Zakres metrologii:

- jednostki miar oraz ich etalonów,
- teoria i praktyka pomiarów,
- narzędzi pomiarowe oraz cech obserwatorów;
- wyznaczanie stałych fizycznych,
- określanie właściwości materiałów i tworzyw.

Metrologia



METROLOGIA



**METROLOGIA
OGÓLNA**

**METROLOGIA
STOSOWANA**

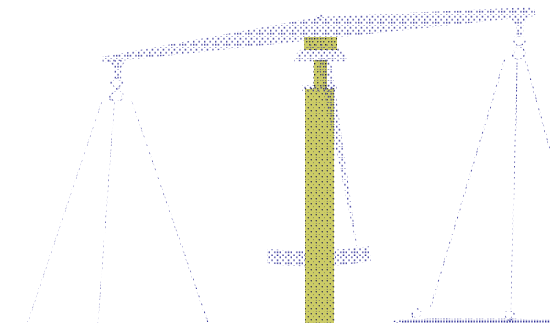
**METROLOGIA
TEORETYCZNA**

**METROLOGIA
PRAWNA**

**TECHNIKA
POMIARÓW**



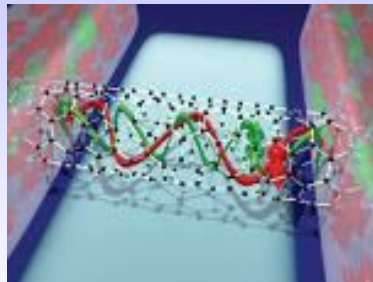
Wstęp do metrologii



Pomiar



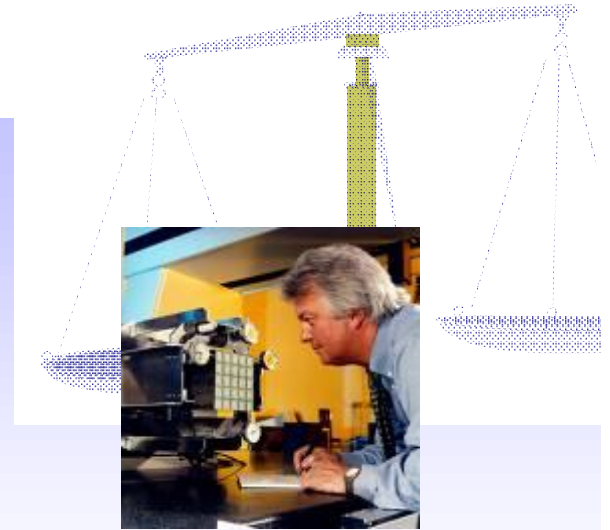
Proces pomiarowy



**Źródło
zjawiska**



**Przyrząd
pomiarowy**



Obserwator

Wzorzec

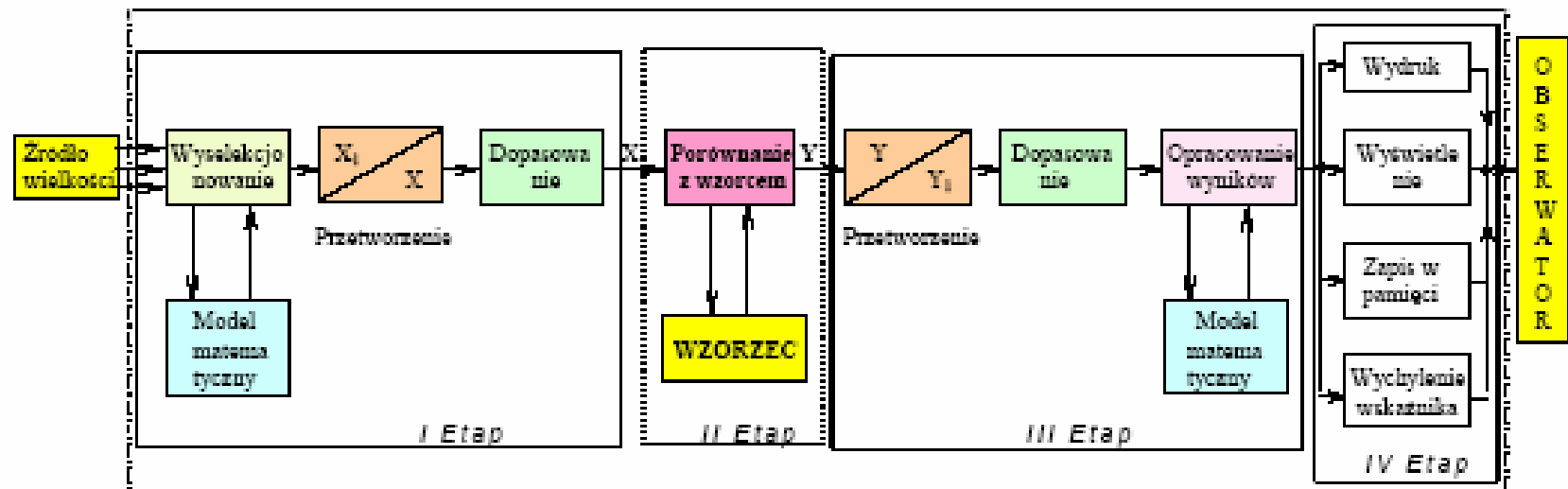


Cechy pomiaru:

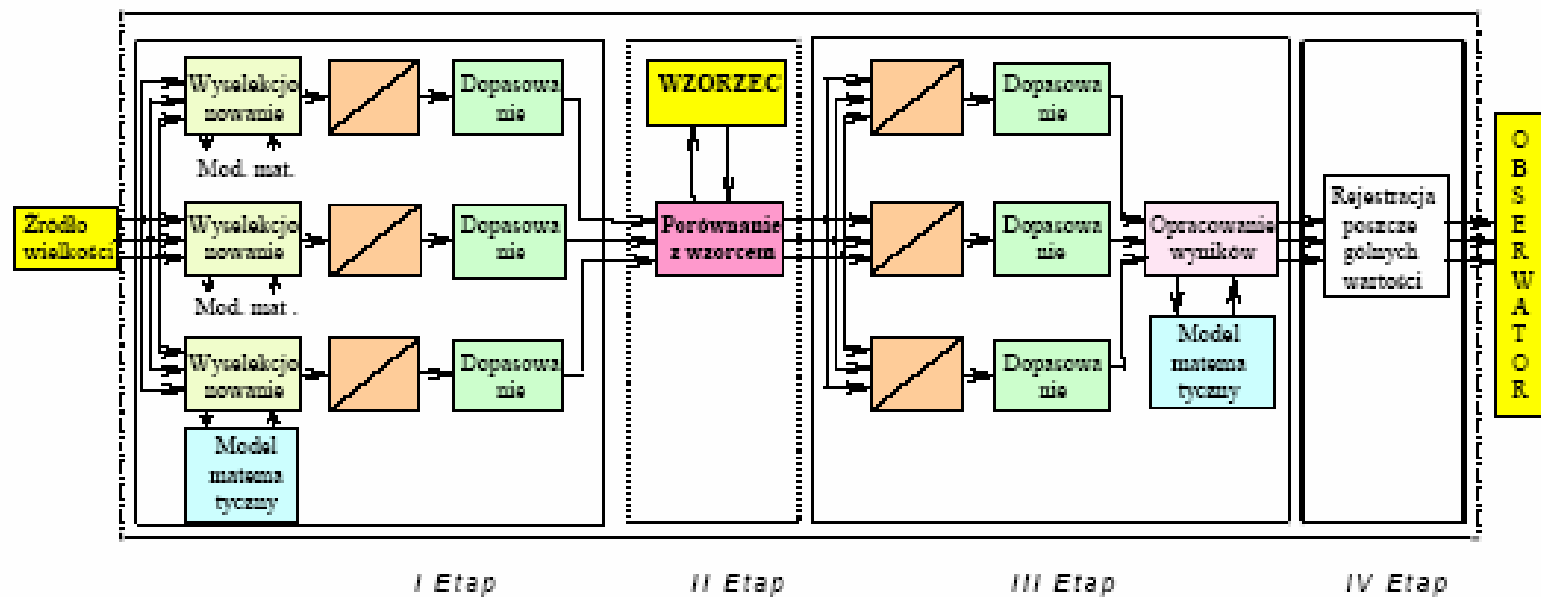
- wiarygodność,
- dokładność,
- jednolitość w skali krajowej i międzynarodowej.

Pomiar – Wielkość fizyczna – Jednostka miary

Proces pomiarowy

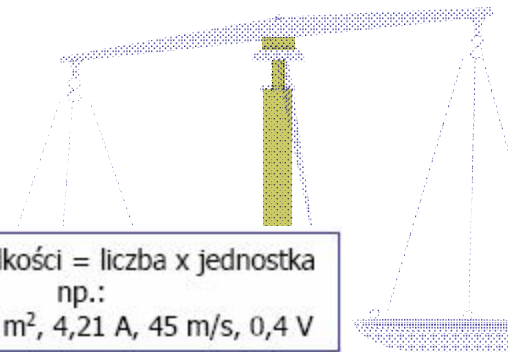


Przyrząd pomiarowy



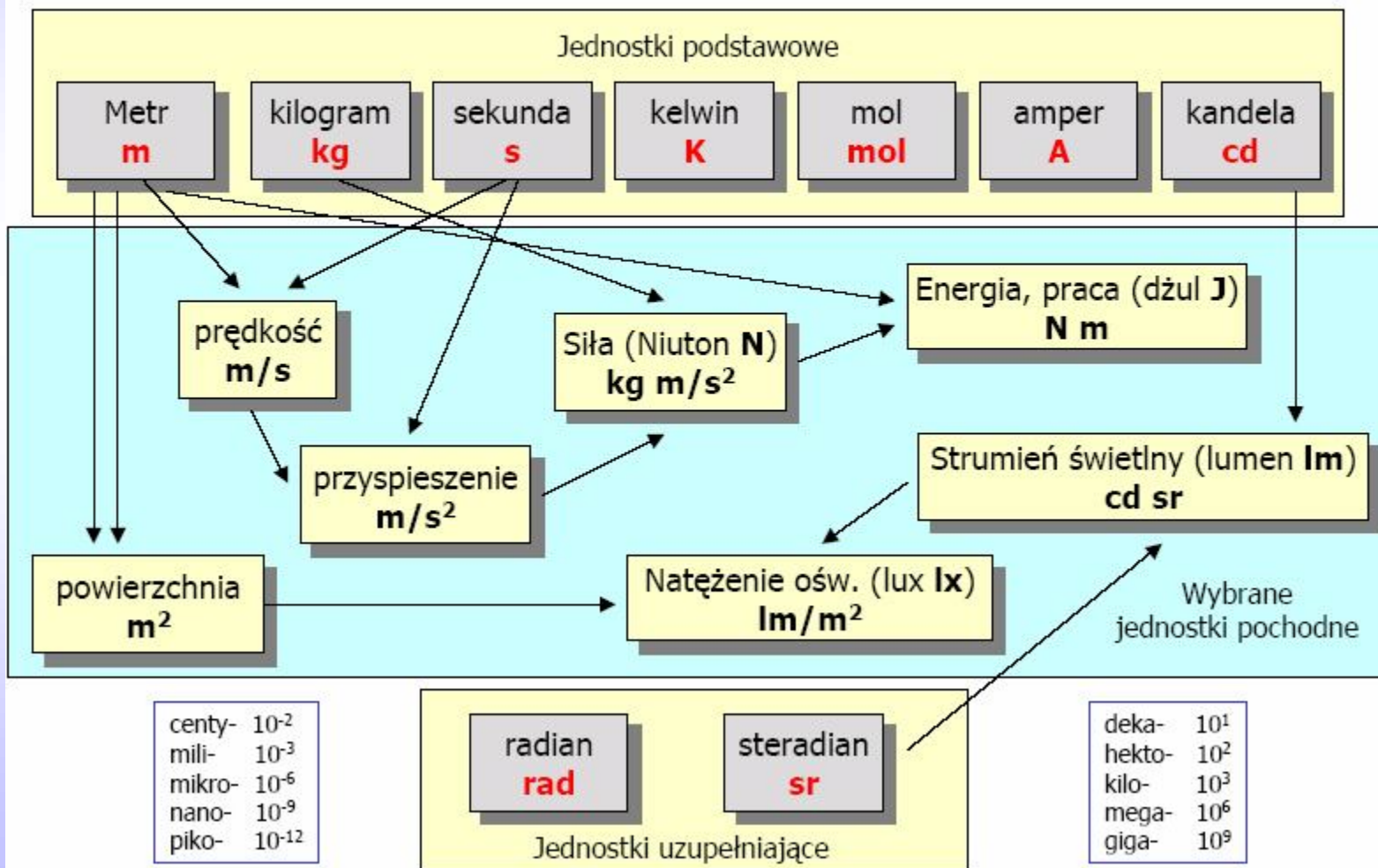
Schemat procesu pomiarowego kilku różnych wartości

Jednostki miar



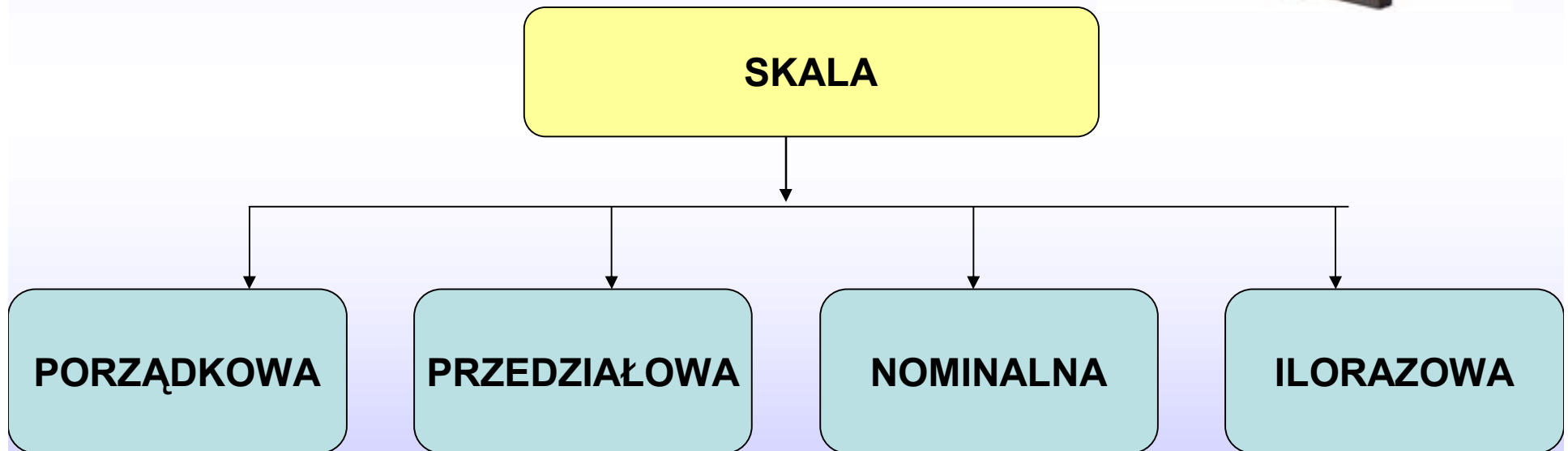
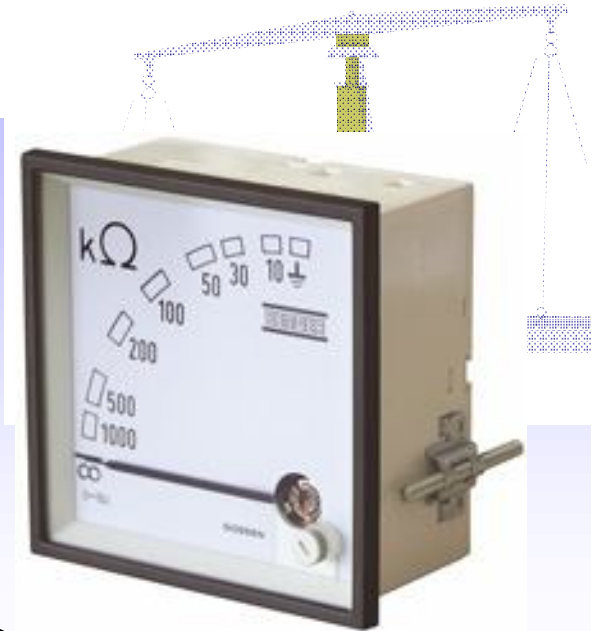
Międzynarodowy układ jednostek miar SI (*Systeme International*)

Wartość wielkości = liczba x jednostka
np.:
7,34 kg, 230 m², 4,21 A, 45 m/s, 0,4 V

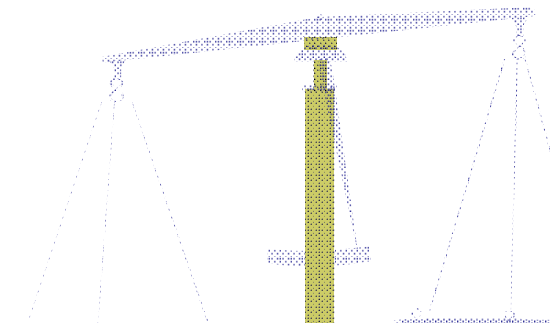


Skale pomiarowe

Pomiar ilościowy wymaga skali, czyli wyróżnionego, ustalonego wzorca, z którym porównuje się wartość mierzonego parametru, otrzymując wynik liczbowy, który można dalej przetwarzać matematycznie, zgodnie z prawami danej teorii. Istnieje kilka rodzajów skal, zależnych od własności mierzonej wielkości.



Wstęp do metrologii



Metody pomiarowe

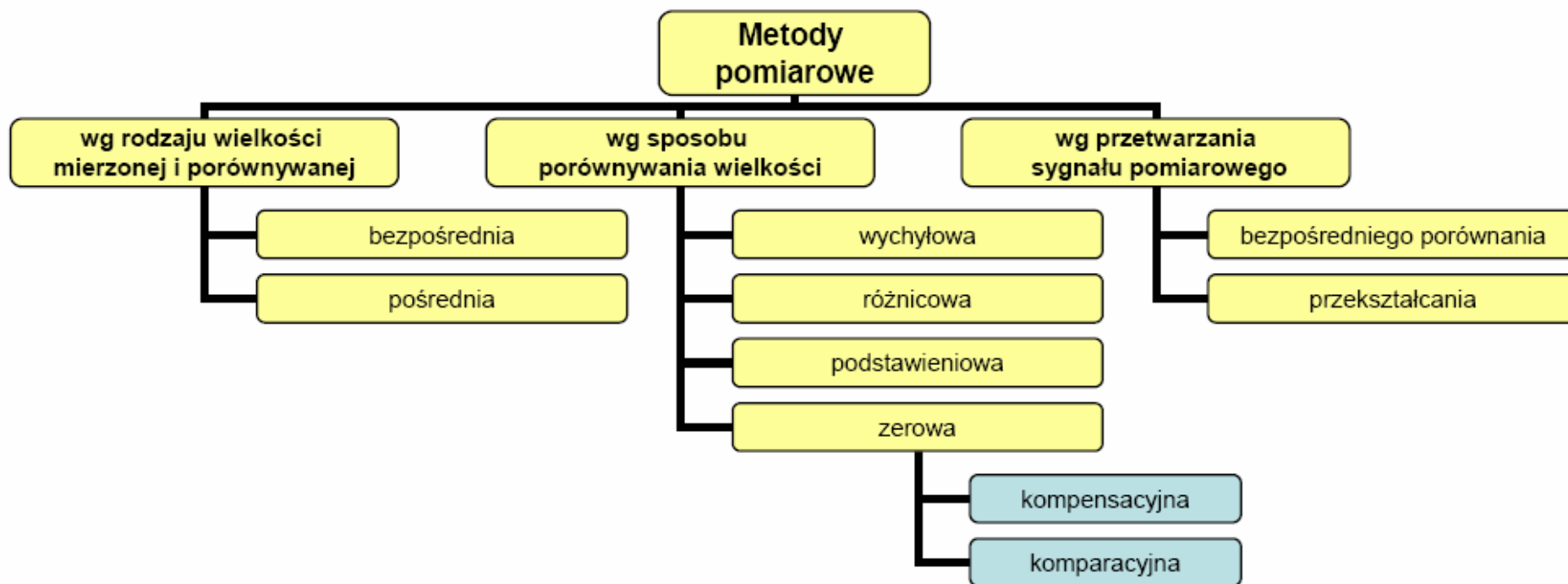


Metody pomiarowe

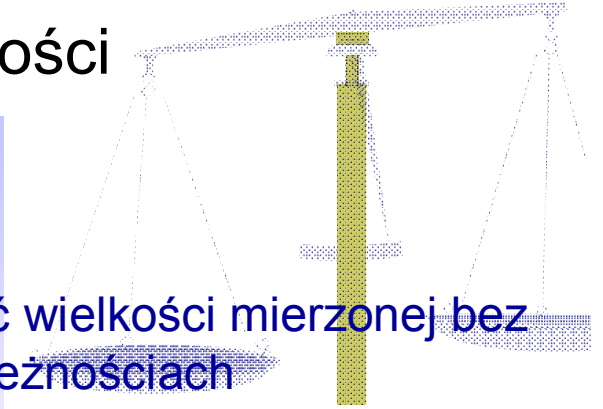
Zasada pomiaru określa zjawisko fizyczne stanowiące podstawę pomiaru np. zasada proporcjonalnego wydłużania słupka rtęci pod wpływem wzrostu temperatury.

Sposób pomiaru określa kolejność czynności koniecznych do wykonania pomiaru.

Metoda pomiarowa - sposób postępowania przy porównaniu parametrów badanego zjawiska z wzorcem celem wyznaczenia wartości danej wielkości fizycznej.



Pomiary bezpośrednie -rodzaj mierzonej wielkości



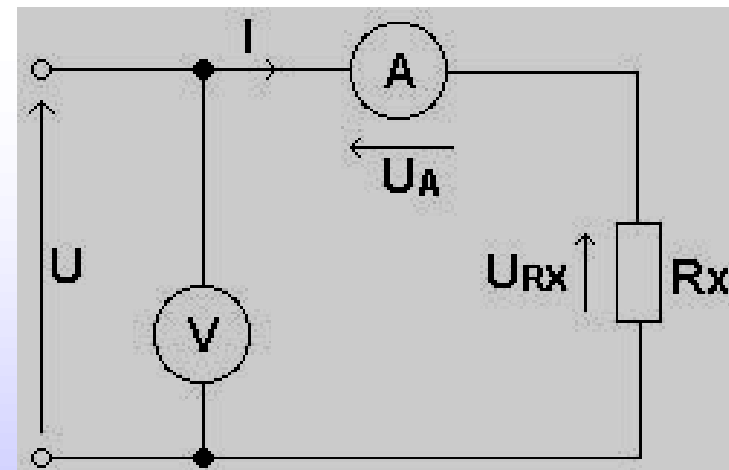
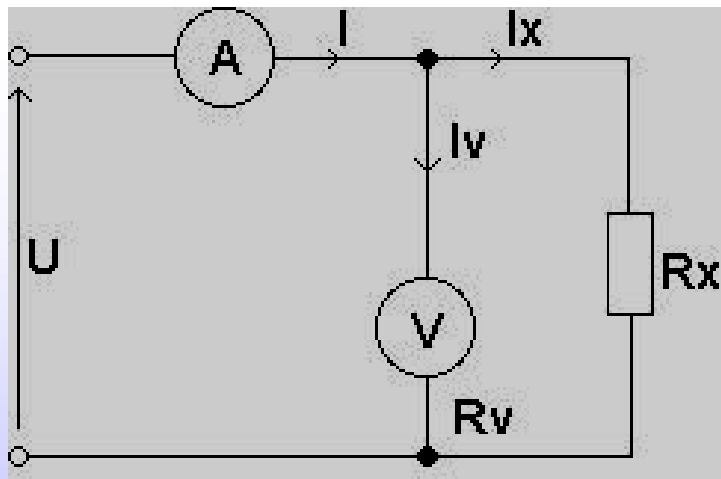
to takie, w wyniku których otrzymuje się bezpośrednio wartość wielkości mierzonej bez potrzeby wykonywania dodatkowych obliczeń opartych na zależnościach funkcjonalnych. Przykładami takich pomiarów jest pomiar napięcia woltomierzem, pomiar rezystancji omomierzem, pomiar częstotliwości częstościomierzem.



Pomiary pośrednie--rodzaj mierzonej wielkości



to takie, w których otrzymuje się wartości innych wielkości związanych funkcjonalnie z wielkością mierzoną i znając zależność funkcjonalną oblicza się wielkość mierzoną. Przykładami pomiarów pośrednich jest pomiar rezystancji przez pomiar amperomierzem natężenia prądu płynącego przez rezystor i woltomierzem napięcia na rezystorze,

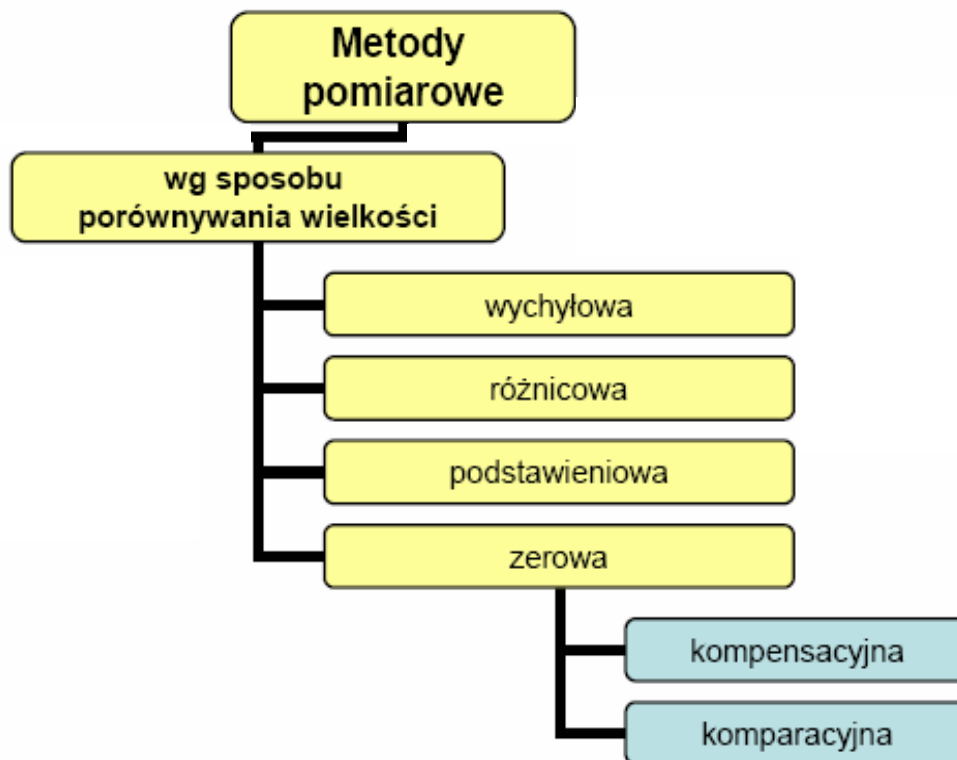
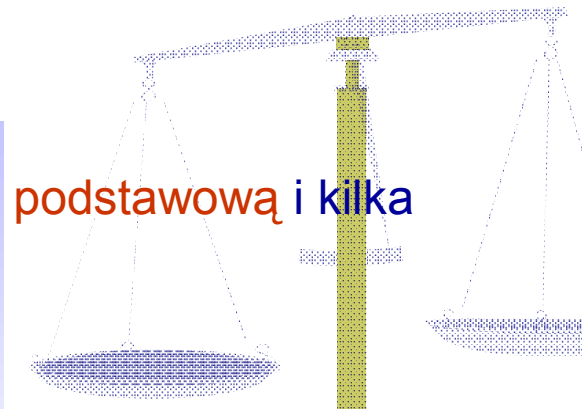


Metody porównawcze

Ze względu na sposób porównywania wyróżnia się **metodę podstawową** i kilka odmian **metod porównawczych**.

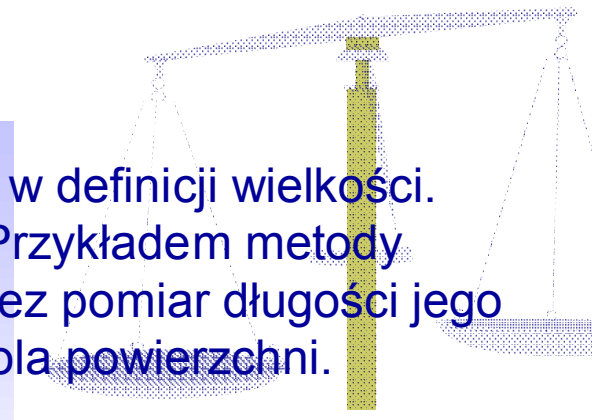
Metody porównawcze dzieli się na trzy grupy:

- metody bezpośredniego porównania,
- metody różnicowe,
- metody pośredniego porównania
- wyodrębnia z metody zerowej metodę kompensacyjną i metodę komparacyjną.



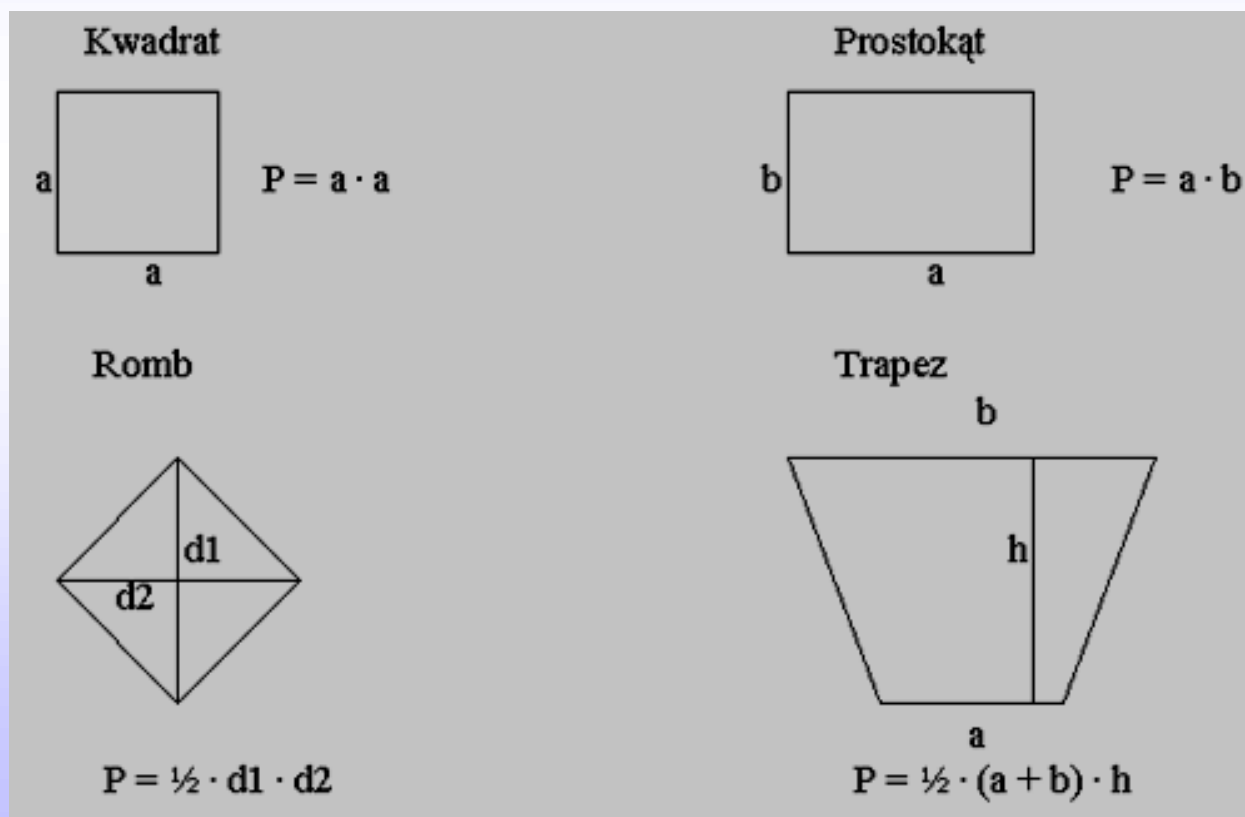
Metoda pomiarowa podstawowa

polega na pomiarach wielkości podstawowych wymienionych w definicji wielkości. Metoda ta jest też czasem nazywana metodą bezwzględną. Przykładem metody podstawowej jest pomiar wartości powierzchni prostokąta przez pomiar długości jego boków. W metodzie tej za podstawę przyjmuje się definicję pola powierzchni.



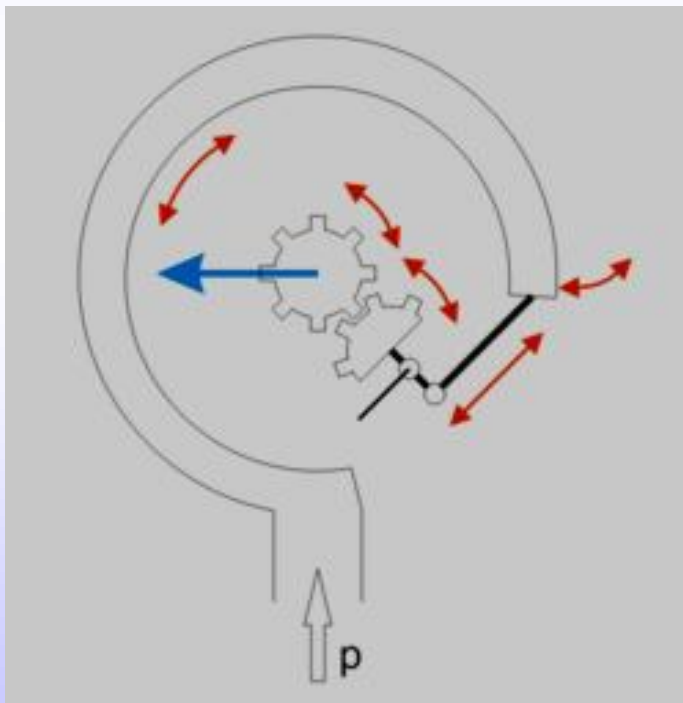
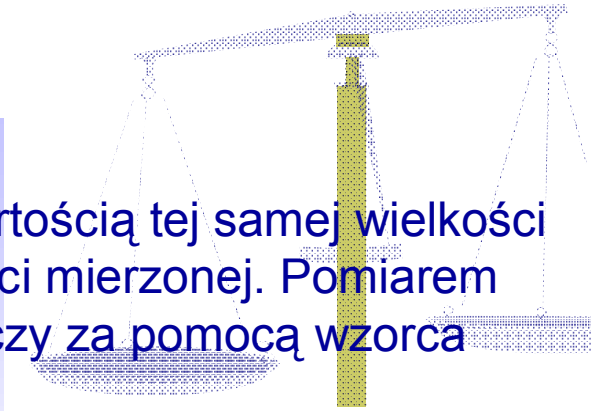
Jest to więc **metoda pośrednia**.

Natomiast w pomiarach wielkości podstawowych będzie to **metoda bezpośrednia**



Metoda pomiarowa porównawcza

polega na porównaniu wartości wielkości mierzonej z inną wartością tej samej wielkości lub też ze znaną wartością innej wielkości jako funkcji wielkości mierzonej. Pomiar porównawczym, zgodnie z definicją, jest pomiar objętości cieczy za pomocą wzorca pojemności, a także pomiar ciśnienia za pomocą manometru.

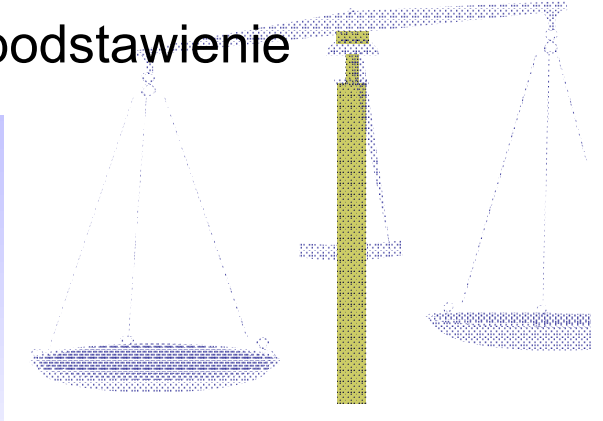


Metoda pomiarowa porównawcza bezpośrednia

polega na porównaniu całkowitej wartości wielkości mierzonej z wartością znaną tej samej wielkości, która w postaci wzorca wchodzi bezpośrednio do pomiaru. Pomiar długości za pomocą przymiaru kreskowego, objętości cieczy za pomocą pojemnika, masy za pomocą wagi przez zrównoważenie mierzonej masy ciała odpowiednią sumą mas odważników są przykładami metody bezpośredniego porównania.



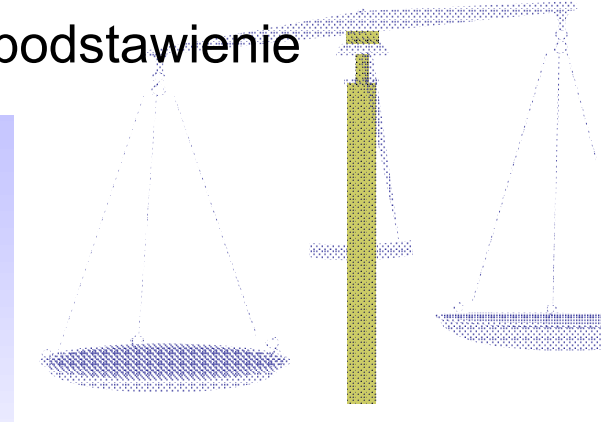
Metoda pomiarowa porównawcza bezpośrednia przez podstawienie



Metoda pomiarowa przez podstawienie jest metodą porównania bezpośredniego. W układzie pomiarowym musi znajdować się wzorzec wielkości mierzonej o wartościach nastawianych w szerokich granicach. Podczas pomiaru wartość mierzona X zastępuje się wartością wzorcową X_w , dobraną w taki sposób, aby skutki (np. odchylenia wskazówki miernika) wywoływane przez obie wartości były takie same, z czego wynika zależność: $X = X_w$.

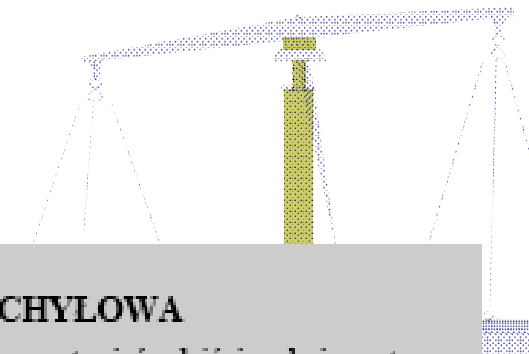
Pomiar rezystancji za pomocą rezystora wzorcowego, źródła prądowego i woltomierza

Metoda pomiarowa porównawcza bezpośrednia przez podstawienie



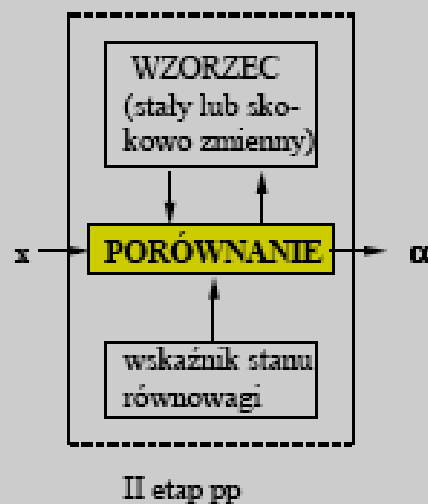
Na tej zasadzie oparta jest np. metoda podwójnego ważenia Gaussa stosowana do pomiaru masy za pomocą wagi i odważników.

Metoda wychyłowa - bezpośredniego odczytu



METODA WYCHYŁOWA

wartość x wielkości mierzonej X wyznacza stopień odejścia od pierwotnego stanu równowagi układu porównującego (II etap pp)



α - stopień odejścia od pierwotnego stanu równowagi

W niektórych pomiarach wzorzec nie uczestniczy bezpośrednio w procesie porównania - rolę jego przejmuje wcześniej wywzorcowana skala (przykład: termometr)

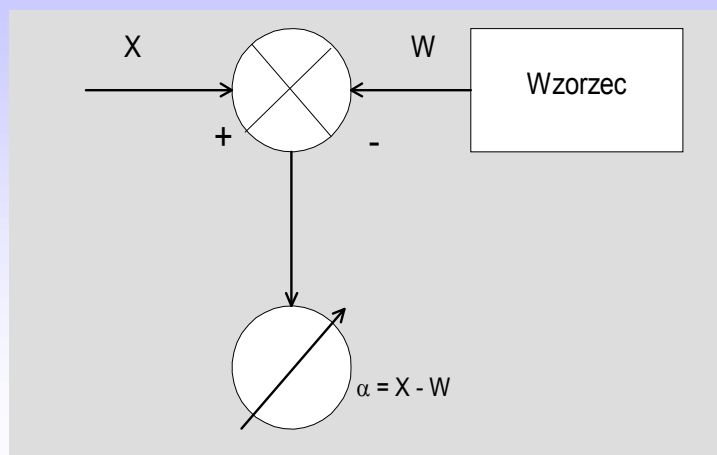
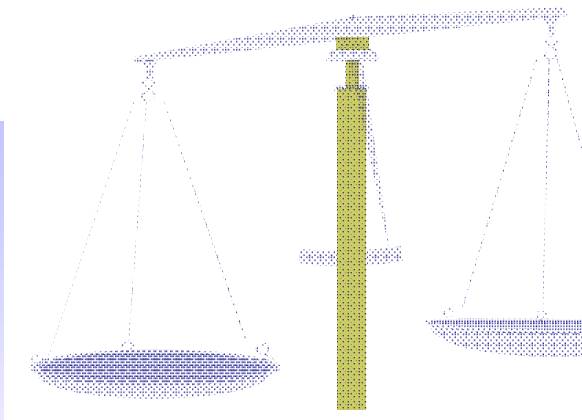
Równanie przetwarzania metody:

$$X = \alpha \pm \Delta\alpha$$

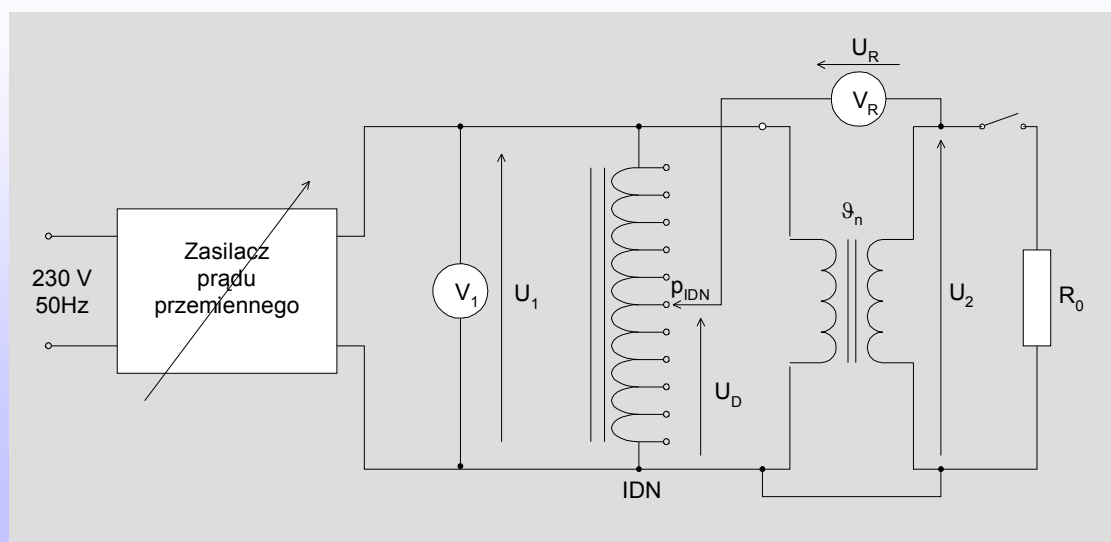
Metoda ta jest najprostsza, najłatwiejsza w zastosowaniu, daje natychmiastowe wyniki, ale przy wykorzystaniu analogowych narzędzi pomiarowych jest stosunkowo mało dokładna. Dokładność metody znacznie zwiększyła się z chwilą zastosowania bardzo dokładnych przyrządów cyfrowych.

Niedokładność pomiaru wykonywanego tą metodą wynika głównie z istnienia dopuszczalnego błędu systematycznego narzędzia pomiarowego określonego jego klasą dokładności.

Metoda różnicowa



Metoda różnicowa pozwala wykonać pomiary z dokładnościami niewiele gorszymi od dokładności wzorca. Stosowana jest wtedy, gdy pomiary metodą bezpośrednią nie dają zadowalających dokładności.



Metody zerowe

Metody pomiarowe zerowe są najdokładniejszymi metodami porównania bezpośredniego.

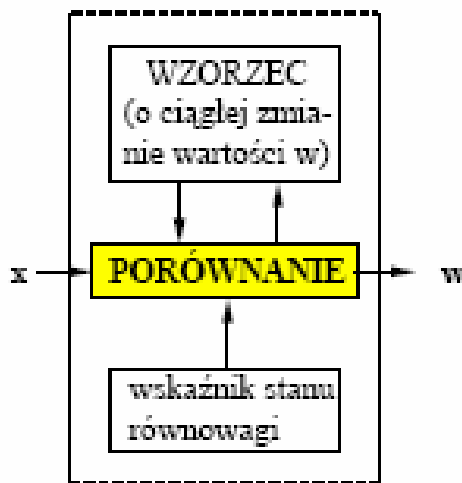
Porównanie wartości mierzonej z wartością wzorcową (lub z zespołem wartości wzorcowych) odbywa się w nich za pomocą układu pomiarowego, w którym przez zmianę parametrów elementów składowych doprowadza się do zaniku (do zera) napięcia lub prądu w kontrolowanej gałęzi układu.

Zastosowanie bardzo dokładnych wzorców oraz zastosowanie wskaźnika równowagi o wysokiej czułości ogranicza błędy systematyczne metody do wartości pomijalnych wobec błędów przypadkowych.



METODA ZEROWA

doprowadzenie różnicy wartości x wielkości mierzonej X i wzorcowej w do zera



II etap pp

$x - w = 0$ - stan równowagi

gdy $x - w > 0$ ($x > w$) - zwiększamy w

$x - w < 0$ ($x < w$) - zmniejszamy w

Równanie przetwarzania metody:

$$X = w \pm \Delta w$$

Metody zerowe- metoda kompensacyjna

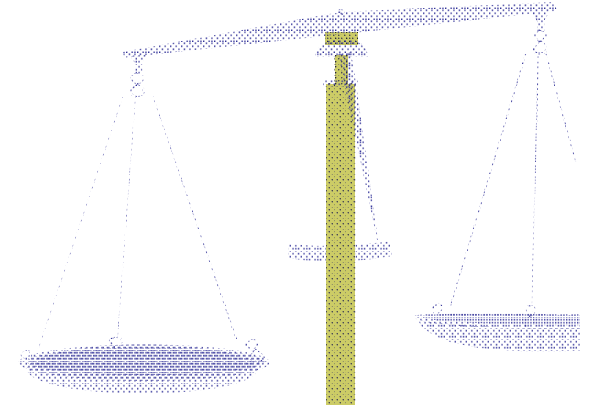


Metoda kompensacyjna charakteryzuje się tym, że wielkości mierzonej przeciwstawia się wzorcową wielkość kompensującą tego samego rodzaju o znanej wartości, która kompensuje fizyczne działanie wielkości mierzonej na detektor. W stanie równowagi fizycznej działanie wielkości mierzonej i kompensującej są jednakowe i przeciwnie skierowane, dlatego następuje pełna kompensacja ich działania. Fizyczne działanie wielkości można kompensować tylko wtedy, gdy jej sygnał jest nośnikiem energii. Jako przykład realizacji tej metody podaje się wagę równoramienną, w której następuje kompensacja momentów.

Metody mostkowe stosuje się najczęściej do dokładnych pomiarów takich parametrów jak rezystancja, pojemność i indukcyjność. *W zrównoważonym układzie przez obiekt badany płynie prąd stały lub przemienny.*

Szczególnie ważną zaletą metod kompensacyjnych jest to, że w chwili zrównoważenia układu przez obiekt badany nie płynie prąd, **nie ma zatem błędu systematycznego metody**, wynikającego ze spadku napięcia na rezystancji wewnętrznej obiektu badanego

Metody przetwarzające



Metoda koincydencyjna polega na zaobserwowaniu zgodności (koincydencji) wskazań lub sygnałów odpowiadających wartości wielkości mierzonej i z nią porównywanej znanej wartości wielkości tego samego rodzaju. Przykładem tej metody jest pomiar długości za pomocą suwmiarki, w którym zetknięciu szczęk suwmiarki z przedmiotem mierzonym w miejscach określających jego długość odpowiada wskazanie noniusza na podziałce suwmiarki.

Metodą tą mierzy się czas; obserwuje się koincydencję wzorcowych sygnałów czasu z sygnałami zegara porównawczego.

Metody przetwarzające

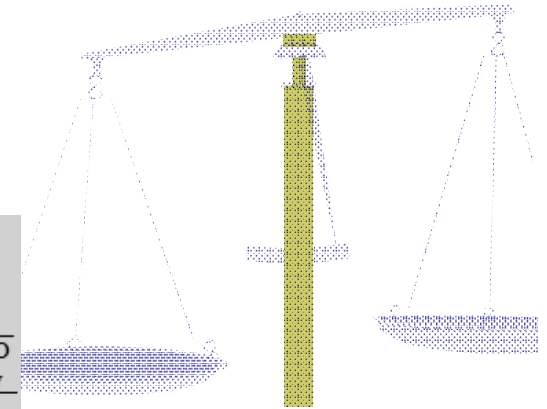


Ze względu na **sposób przetwarzania sygnału pomiarowego** rozróżnia się **metodę analogową i cyfrową**. W metodzie analogowej wartość wielkości mierzonej, która zmienia się w sposób ciągły, odpowiada również wielkość wyjściowa (wskazanie) o ciągłych wartościach. W metodzie cyfrowej ciągłym przedziałom wartości wielkości mierzonej są przyporządkowane nieciągłe (dyskretne) przydziały wartości wielkości Wyjściowe.

Metoda przekształcania polega na uformowaniu sygnału Y przez zmianę skali wielkości mierzonej X, zmianę rodzaju energii przenoszącej wielkość X lub też na drodze sterowania wielkością X procesami energetycznymi przenoszącymi sygnał Y.

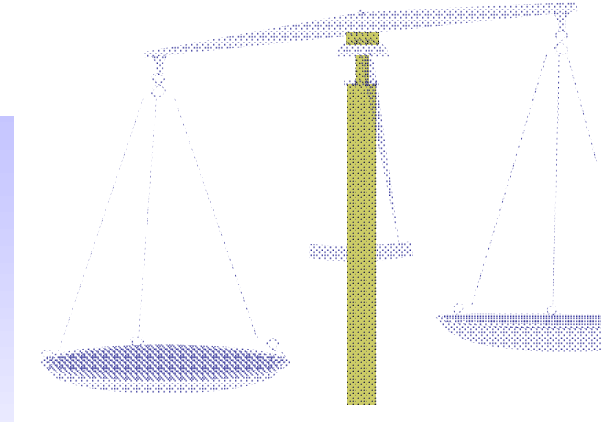
Metoda bezpośredniego porównania polega na uformowaniu sygnału Y przez porównanie wielkości mierzonej X z wielkością wzorcową X_w . Sygnał Y przenosi informacje o wartości wielkości wzorcowej X_w odpowiadającej stanowi równowagi, a więc i o wartości wielkości mierzonej.

Podsumowanie



METODY POMIARU przykład: pomiar masy na wadze uchyłnej	
WYCHYŁOWE	ZEROWE
KLASYCZNA: $x = \alpha$	PODSTAWIENIA WYMIENNEGO <i>w - zmienne</i> $x = w$
<p>$m_p = \alpha$</p>	<p>$\alpha = const$ $m_w - \text{zmienne}$ $m_p = m_w$</p>
WARIACYJNA $k_i = const.$ $x = k_i \alpha$	WARIACYJNA (komparacyjna) $k - \text{zmienne}; w_i = const.$ $x - k w_i = 0$
<p>$m_p = k_i \alpha$</p> <p>k_i zmienia się skokowo</p>	<p>$\alpha = 0$ $k - \text{zmienne}$ $m_w = const$</p> <p>$m_p - k m_w = 0$ \Downarrow $m_p = k m_w$</p>
RÓŻNICOWA: $w_i = const.$ $x = w_i + \alpha$	KOMPENSACYJNA <i>w - zmienne</i> $x - w = 0$
<p>częściowa kompensacja</p> <p>$m_p = m_w + \alpha$</p>	<p>całkowita kompensacja $\alpha = 0$ $m_w - \text{zmienne}$</p> <p>$m_p - m_w = 0$ \Downarrow $m_p = m_w$</p>

Kolejny wykład



Narzędzia pomiarowe – zespół środków technicznych umożliwiających wykonanie pomiaru.

Obejmują:

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