

WYKŁADOWCA

Daniel Dusza

ZAKRES MATERIAŁU:

- teoria błędów / niepewności pomiarów
- ostatni wykład: kolokwium
- obliczanie niepewności pomiarowych
- klos: 4 zadania do rozwiązania

ZASADY ZALICZENIA:

- klos 1, 2, 3 ($3 \rightarrow$ wykłady: 100% obecności)

RYS HISTORYCZNY

POCZĄTKI MIERNICTWA:

- rewolucja francuska \rightarrow metryczny system miar
- teoria Gaussa

MIARY ANGIELSKIE:

- 1 cal \rightarrow 2,54 cm \rightarrow dług. 3 dojrzałych ziaren jęczmienia
- 1 stopa \rightarrow 12 cali
- 1 mila starożytna \rightarrow 1000 passus (kroków) \rightarrow 1481,5 m
- 1 mila morska \rightarrow 1853,2 m
- 1 mila \rightarrow 1760 jardów

MIARY POLSKIE

- długość: łokieć, pięć, szóści, etc.

KALENDARIUM MIAR W POLSCE:

- 1420 → statuty krakowsko-warszawskie
- 1565 → ustawa na miary i wagi
- 1764 → bokser warszawski, fund, garniec, korzeń warszawski
- 1819 → jednolity układ miar, sys. metryczny

UKŁAD SI

- 1960 r. → XI Genewskie Konferencja Miar

JEDNOSTKI UKŁADU SI

- długość → metr → 1m → 1983
- natężenie prądu → amper → 1A → 1947
- kąt płaski → radian → 1 rad
- kąt bryłowy → steradian →

PROCES POMIAROWY

DEFINICJA:

- eksperyment fizyczny dokonywany w celu uzyskania informacji ilościowych o interesującym nas obiekcie
- pomiar polega na porównaniu badanej wielkości fizycznej z jednorodną wielkością przyjętą za jednostkę miary
- wynik pomiaru wielkości mierzonej L jest określony relacją

$$L = \{L\} [L]$$

przy czym: $\{L\}$ wartość wielkości mierzonej
 $[L]$ jednostka miary wielkości mierzonej

- nawias kwadratowy przy jednostce używamy we wzorach

CZYNNOŚCI PROCESU:

- wytypowanie wielkości obiektu, który należy zmierzyć
 ustalenie modelu fizycznego
- zbudowanie modelu matematycznego

$U = 230V$

$U = 230[V]$

- ustalenie modelu metrologicznego, stworzenie modelu matematyczno-fizycznego
- wybór metody pomiaru
- dokonanie operacji pomiaru
- opracowanie i interpretacja rezultatu pomiaru

NARZĘDZIA POMIAROWE

WZORCE:

- np. kl. 0,001; 0,002; 0,005 \rightarrow 0,05

PRZYRZĄDY POMIAROWE

- kl. 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1 \rightarrow 5

PRZETWORNIKI POMIAROWE

- kl. 0,1; 0,2; 1; 2,5; 4; 10

WZORCE:

- narzędzia pomiarowe oddające jednostki miary lub ich wielokrotności
- wymaga się od nich:
 - niezmienności w czasie
 - dużej powtarzalności
 - łatwości odtwarzania
 - łatwości stosowania
 - dużej dokładności
- parametry:
 - nominalna miara wzorca \rightarrow znamionowa wartość
 - niedokładność miary wzorca
 - warunki, w których miara i niedokładność są zachowane

- piramida hierarchiczna wzorców
 - szczyt: wzorzec pierwotny o randce wzorca międzynarodowego, a niekiedy państwowego
 - następnie wzorce I rzędu, II rzędu
 - podstawa: wzorce użytkowe



PRZYRZĄDY POMIAROWE

- narzędzia pomiarowe służące do określenia liczbowej wielkości mierzonej
- przykłady: przyimiar, katomierz, woltomierz analogowy, woltomierz cyfrowy, etc.

PRZETWORNIKI POMIAROWE

- narzędzia umożliwiające dopasowanie wartości wielkości mierzonej (sygnaturomiernego) do parametrów (zakresów) przyrządu pomiarowego
- typy:
 - przetworniki wartości
 - przetworniki wielkości
- przetworniki wartości przetwarzające wartość wielkości mierzonej na inną wartość tej samej wielkości, np. prąd SA na prąd 100A

ANALIZA DOKŁADNOŚCI POMIARÓW

Otrzymane na brodze doświadczalnej wynik pomiaru dowolnej wielkości fizycznej zawsze różni się od wartości rzeczywistej. Przyczynami tych różniczości są:

- ograniczona dokładność narzędzi pomiarowych
- zastosowana metoda pomiarowa
- niedokładności zmyśliów obserwatora
- zmieniające się warunki w czasie trwania pomiaru
- niewłaściwie prowadzone obliczenia i zapis wyniku pomiaru.

Ocena dokładności uzyskanych w procesie pomiaru wyników przeprowadzana jest przy wykorzystaniu teorii niepewności.

TEORIA BŁĘDÓW:

Wprowadzona w XIX wieku, bazuje na modelu deterministycznym i losowym niedokładności. Teoria ta jest stosowana do oceny dokładności przyrządów pomiarowych.

Teoria niepewności została przyjęta w 1993 roku przez międzynarodowe organizacje metrologiczne i europejskie laboratoria akredytowane. Przyjmuje za punkt wyjścia losowy model niedokładności.

Błędy pomiarów dzielimy na:

- błędy systematyczne
- błędy przypadkowe
- omyłki (błędy grubie)

BŁĘDY SYSTEMATYCZNE:

Poczas pomiarów wykonywanych w tych samych warunkach, błędy systematyczne pozostają stałe zarówno co do wartości, jak i co do znaku lub zmieniają swoje wartości według określonego prawa wraz ze zmianą warunków pomiaru (model deterministyczny).

Gdy znamy wartości i znak składowy błędu, to błąd minimalizujemy za pomocą

poprawek.

Z uwagi na przyczyny powodujące błędy systematyczne, dzielimy je na:

- podstawowe - występują, gdy narzędzia są stosowane w warunkach znanych
- dodatkowe - występują, gdy narzędzia są stosowane w warunkach różnych
- metody - są spowodowane energią pobieraną przez zastosowane narzędzia pomiarowe

BŁĘDY PRZYPADKOWE:

Zmieniają się w sposób nieprzewidziany zarówno co do wartości, jak i co do znaku podczas wykonywania pomiaru tej samej wartości pewnej wielkości w warunkach praktycznie niezmiennych (model losowy).

Przyczynami tych błędów są:

- niedokładność zmysłów obserwatora
- rozrzut uskań przyrządów pomiarowych powodowany nietakosieniem parametrów
- krótkokrotkie zmiany wielkości wpływowych

OMYŁKI:

Występują w wynikach pomiarów znacznie odbiegających od innych wyników tej samej serii.

Przyczyny:

- nieprawidłowy odczyt
- błędny zapis
- zastosowanie niewłaściwego przyrządu
- awaria przyrządu

BEZWZGLĘDNY I WZGLĘDNY BŁĄD POMIARU

Błąd bezwzględny pomiaru jest różnicą pomiędzy wielkością zmierzoną, a wartością rzeczywistą:

$$\Delta X = X_m - D$$

W pomiarach zamiast wart. rzeczywistej, używamy wartości poprawnej.

W praktyce : $\Delta X = X_m - X_p$

X_m - mierzone X_p - poprawne

BŁĄD BEZUZ GŁĘDNY napisany ze znakiem przeciwnym nazywany jest "poprawką"

$$\begin{aligned} p &= -\Delta X \\ \hookrightarrow X_p &= X_m + p \end{aligned}$$

BŁĄD WZGLĘDNY :

$$\text{teoria: } \delta X = \frac{\Delta X}{X} \cdot 100 = \frac{X_m - D}{D} \cdot 100$$

$$\text{praktyka: } \delta X = \frac{\Delta X}{X} \cdot 100 = \frac{X_m - X_p}{X_p} \cdot 100 = \frac{\Delta X}{X_m} \cdot 100$$

PRZYKŁAD:

Badany woltomierz wskaże napiecie $U_x = 230,0 \text{ V}$

Woltomierz wzorcowy, którego wskażanie uznaje się za poprawne, wskaże napiecie $U_{xp} = 230,4 \text{ V}$.

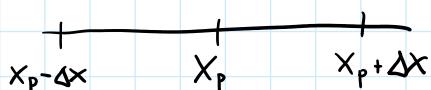
Oblicz błąd i poprawkę.

$$\Delta U = U_x - U_{xp} = 230,0 - 230,4 \text{ V} = -0,4 \text{ V}$$

$$p = -\Delta q = +0,4 \text{ V}$$

$$\text{Błąd względny: } \frac{\Delta U}{U_{xp}} \cdot 100 = \frac{-0,4}{230,4} = -0,17\% \approx -0,2\%$$

BŁĄD GRANICZNY jest równy potowię szerokości przedziału, jaki można ustalić wokół wartości oczekiwanej, w którym mieści się wartość poprawna.



$$x_p - \Delta x \quad x_p \quad x_p + \Delta x$$

$$\Delta_g X \geq \Delta x$$

$$\delta_g X = \frac{\Delta_g X}{x_p} \cdot 100$$