

**1. Wymienić parametry przyrządów pomiarowych:**

- wartość maksymalna  $X_{\max}$
- czułość przyrządu pomiarowego S
- stała przyrządu pomiarowego
- rezystancja wejściowa (pobór energii z układu pomiarowego)
- błąd pomiaru

**2. Przedstawić klasyfikację błędów pomiaru ze względu na przyczynę ich powstawania:**

- błąd systematyczny
- błąd grubo
- błąd przypadkowy

**3. Przedstawić sposób wyznaczania wartości błędu systematycznego wielkości mierzonej pośrednio.**

- przyjąć wartości średnie zmierzonego napięcia i prądu
- policzyć błędy bezwzględne wyznaczenia napięcia, prądu i rezystancji wewnętrznej amperomierza
- podstawić wyliczone wartości do wzoru na różniczkę zupełną
- obliczyć wartość błędu systematycznego pomiaru mocy
- obliczyć wartość mocy wydzielanej na rezystorze

**4. Przedstawić sposób wyznaczania wartości błędu przypadkowego wielkości mierzonej pośrednio.**

- wyznaczenie wartości średnich prądu i napięcia
- obliczyć wartość średnią mocy
- obliczyć błąd średni kwadratowy wyznaczenia napięcia
- obliczyć błąd średni kwadratowy wyznaczenia prądu
- zastosować rozkład t-studenta

**5. Przedstawić sposób wyznaczania niepewności rozszerzonej.**

Określa się ją na podstawie wzoru:

$$U = k_p \cdot u_\tau(y)$$

$$u_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{\bar{x}})^2}{(n-1) \cdot n}}$$

$u_t = u_A$     $k_p$  – stała

$X_{\bar{x}}$  – wartość średnia mierzonej wielkości

$X_i$  - wielkość mierzona metodą bezpośrednią

Jeżeli rozkład wyników pomiarów nie jest opisany ani przez rozkład normalny ani przez rozkład t-Studenta należy arbitralnie przyjąć wartość  $k_p=2$  dla poziomu ufności 0,95 bądź  $k_p=3$  dla poziomu ufności 0,99.

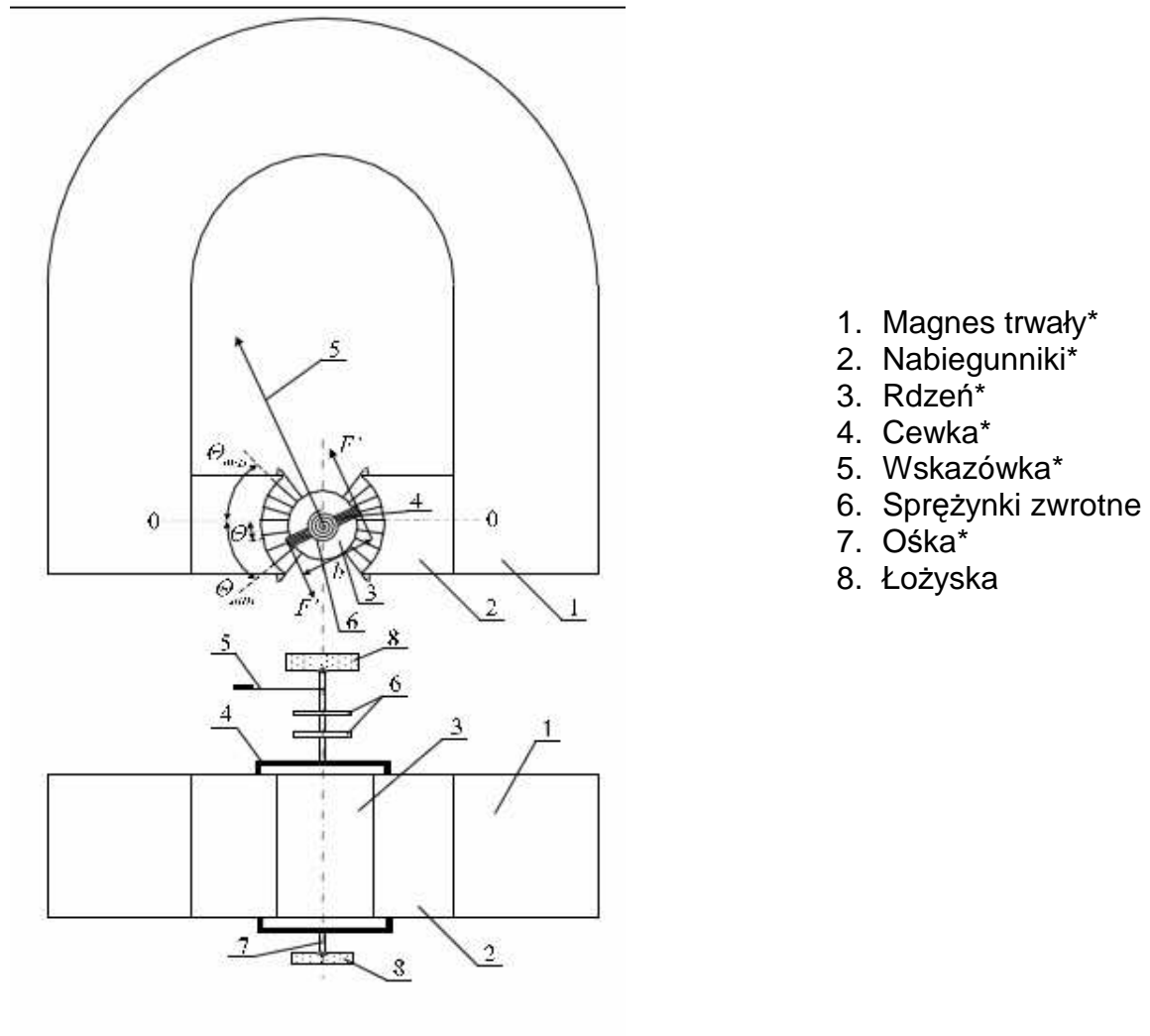
**6. Jaki rozkład wyników pomiarów należy przyjąć przy wyznaczaniu błędu przypadkowego, wiedząc, że wykonano n pomiarów.**

- <20 rozkład t- studenta
- >20 rozkład normalny

## 7. Wyjaśnić pojęcia *poziom ufności* i *przedział ufności*.

- Przedział ufności – przedział wartości mierzonej, w którym z prawdopodobieństwem równym poziomowi ufności znajduje się rzeczywista wartość mierzonej wielkości
- Poziom ufności – prawdopodobieństwo, że wynik pomiaru znajduje się w przedziale ufności

## 8. Przedstawić budowę miernika magnetoelektrycznego.



## 9. Obliczyć wartość bocznika umożliwiającą m-krotne rozszerzenie zakresu pomiarowego amperomierza o rezystancji wewnętrznej $R_A$ .

Obliczenia na podstawie wzoru:

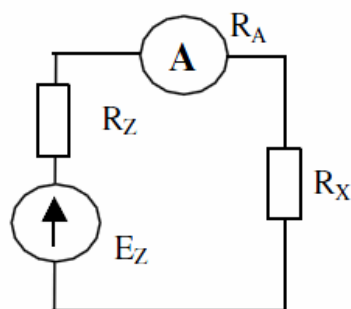
$$R_b = R_A / (m - 1)$$

10. Obliczyć wartość posobnika umożliwiającą m-krotne rozszerzenie zakresu pomiarowego woltomierza o rezystancji wewnętrznej  $R_V$ .

Obliczenia na podstawie wzoru:

$$R_p = R_V \cdot (m - 1)$$

11. Przedstawić układ omomierza szeregowego.



$E_Z$  – Źródło napięciowe  
 $R_Z$  - Rezystancja wewnętrzna  
 $R_X$  – Rezystancja mierzonego rezystora  
 $R_A$  – Rezystancja amperomierza

12. W jakiej części zakresu pomiarowego omomierza błąd pomiaru jest najmniejszy.

Przy wychyleniu wskazówki do połowy skali

13. Do jakiej wielkości elektrycznej proporcjonalne jest wskazanie miernika magnetoelektrycznego?

Do mierzonego prądu.

14. Ile wynosi rezystancja wewnętrzna idealnego woltomierza?

Nieskończoność

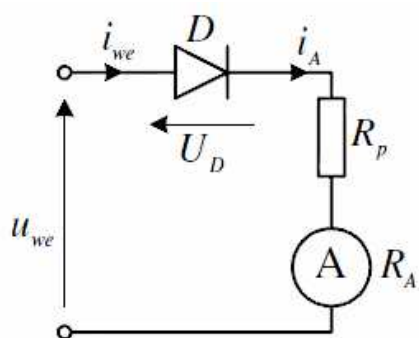
15. Ile wynosi rezystancja wewnętrzna idealnego amperomierza?

0

16. Podaj definicję wartości skutecznej napięcia.

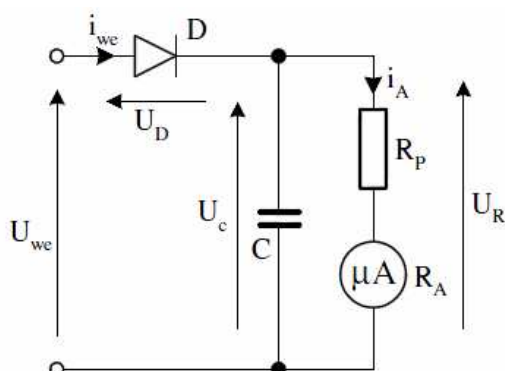
Wartość skuteczna napięcia ( $U_{RMS}$ ) – wartość napięcia stałego, które w tym samym obwodzie wydziela taką samą moc jak sygnał badany.

17. Przedstawić schemat woltomierza prostownikowego jednopółwkowego.



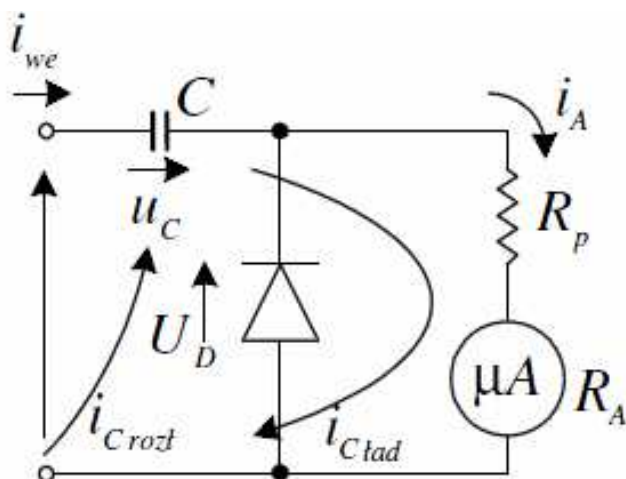
$D$  - dioda  
 $R_p$  - rezystancja posobnika  
 $R_A$  – rezystancja amperomierza

## 18. Przedstawić schemat woltomierza prostownikowego szeregowego szczytowego.



C - kondensator  
D - dioda  
 $R_p$  - rezystancja posobnika  
 $R_a$  - rezystancja amperomierza

## 19. Przedstawić schemat woltomierza prostownikowego równoległego szczytowego.



C - kondensator  
 $R_p$  - rezystancja posobnika  
 $R_a$  - rezystancja amperomierza  
 $I_{\text{crozł}}$  - prąd rozładowania kondensatora  
 $I_{\text{cład}}$  - prąd ładowania kondensatora  
 $U_c$  - napięcie na kondensatorze

## 20. Podać definicję współczynnika szczytu i współczynnika kształtu.

Współczynnik szczytu:

$$k_s = \frac{u_m}{U_{RMS}}$$

$u_m$  – wartość maksymalna napięcia w danym przebiegu

$U_{RMS}$  – wartość napięcia szczytowego w danym przebiegu

Współczynnik kształtu:

$$k_k = \frac{U_{RMS}}{|U|}$$

$U_{RMS}$  – wartość napięcia szczytowego dla danego przebiegu

$|U|$  - wartość średnia z modułu dla danego przebiegu

**21. Obliczyć błąd pomiaru wartości skutecznej napięcia wynikający z nieuwzględnienia kształtu mierzonego napięcia za pomocą przyrządu mierzącego wartość średnią z modułu. Współczynnik kształtu sygnału mierzonego i harmonicznego są dane.**

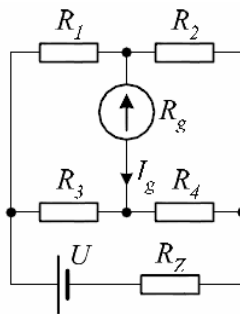
Tabela slajd 101 i przykład slajd 102

**22. Obliczyć błąd pomiaru wartości skutecznej napięcia wynikający z nieuwzględnienia kształtu mierzonego napięcia za pomocą przyrządu mierzącego wartość szczytową. Współczynnik szczytu sygnału mierzonego i harmonicznego są dane.**

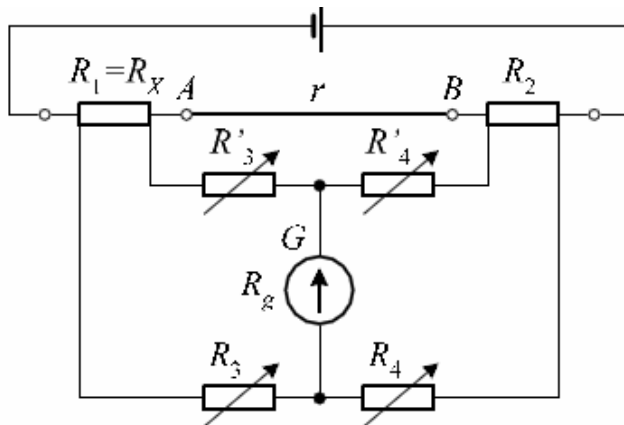
Tabela slajd 101 i przykład slajd 102

**23. Przedstawić schemat i warunek równowagi mostka Wheatstone'a.**

Mostek jest w stanie równowagi, gdy  $R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3$



**24. Przedstawić schemat i warunek równowagi mostka Thompsa.**



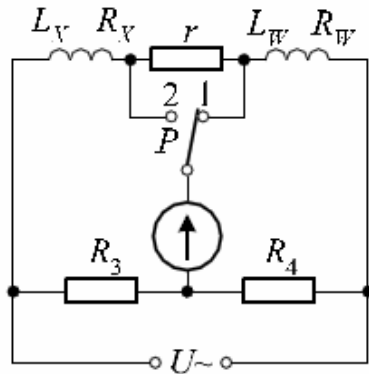
$$\frac{R_1 + R'_1}{R_3} = \frac{R_2 + R'_2}{R_4}$$

**25. Wymienić czynniki wpływające na błąd nieczułości mostka rezystancyjnego.**

- Mostek Wheatstone'a: rezystancja wewnętrzna i czułość galwanometru oraz wartość napięcia zasilania mostka
- Mostek Thompson'a: czułość układu i błędów systematycznych

## 26. Przedstawić nazwę, schemat i warunek równowagi wybranego mostka prądu zmiennego.

- mostek Maxwell'a

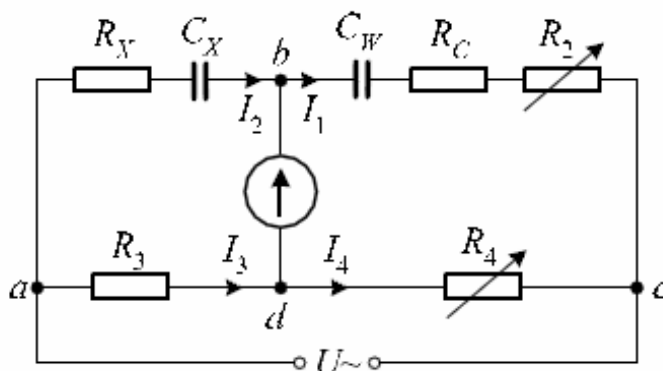


$L_w$  – indukcyjność wzorcowa  
 $L_x$  – indukcyjność mierzona  
 $R_x$  – rezystancja mierzona  
 $R_w$  – rezystancja wzorcowa

Warunek równowagi:

$$\frac{L_x}{R_x + r} = \frac{L_w}{R_w}$$

- mostek Wiena



$C_x$  – pojemność kondensatora mierzona  
 $C_w$  – wzorcowa pojemność kondensatora  
 $R_x$  – straty kondensatora mierzonego  
 $R_w$  – straty kondensatora wzorcowego

Warunki równowagi:

$$C_x = C_w \frac{R_4}{R_3} \quad R_x = (R_c + R_2) \frac{R_3}{R \cdot r_4}$$

## 27.\* Wyjaśnić sposób równoważenia wybranego mostka prądu zmiennego.

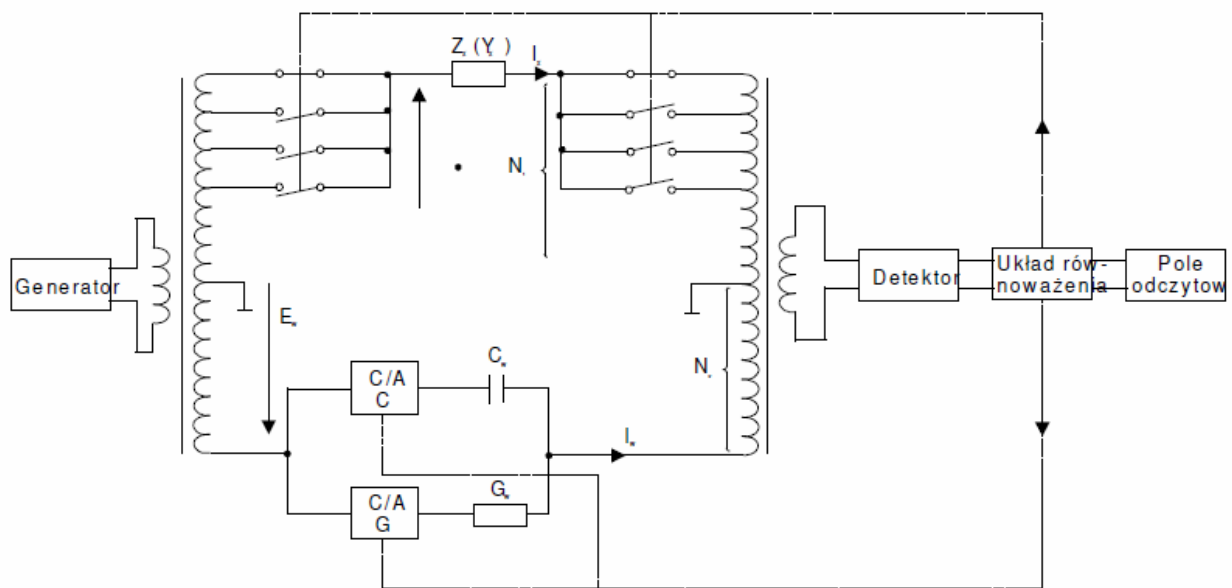
- \* Mostek Maxwell'a osiąga stan równowagi tylko w przypadku równości stałych czasowych elementu mierzonego i wzorca indukcyjności. Równość taka zachodzi bardzo rzadko. Wprowadza się więc w mostku dodatkowy regulowany rezystor  $r$ , który włącza się przełącznikiem  $P$  w ramię  $R_x$  (położenie 1) lub  $R_w$  (położenie 2) zależnie od tego, które z ramion ma większą stałą czasową. Jeżeli  $L_x/R_x > L_w/R_w$ , to po ustawieniu przełącznika w pozycji 1 przez regulację rezystora  $r$  osiąga się równowagę mostka.
- \* Mostek Wiena - poprzez regulowanie potencjometrów.

**28.\*Wyjaśnić zasadę działania półautomatycznego mostka prądu zmiennego.**

Rezystorem dekadowym  $R_4$  w mostku równoważy się ręcznie składową reaktancyjną elementu mierzonego, natomiast składową rezystancyjną równoważy automatycznie rezystancja sterowana  $R_A$  połączona z kondensatorem wzorcowym. Rezystancję sterowaną stanowi fotorezystor oświetlany diodą elektroluminescencyjną. Fotorezystor nieoświetlony ma bardzo dużą rezystancję, natomiast w miarę zwiększania natężenia oświetlenia rezystancja ta maleje. Intensywność oświetlenia zależy od prądu diody elektroluminescencyjnej.

**29.Wyjaśnić zasadę działania automatycznego mostka prądu zmiennego.**

Napięcie z generatora idzie w dwie gałęzie gałąź idealną i gałąź, w której znajduje się mierzony element. W gałęzi idealnej znajdują się dwa przetworniki i kondensator mające na celu równoważenie mostka. Warunkiem równowagi jest żeby obie gałęzie się równoważyły. Kontroluje to układ równoważenia działający automatycznie. Wynik pomiaru odczytujemy w polu odczytu.



**30.Do czego stosowana jest metoda najmniejszych kwadratów?**

Metoda najmniejszych kwadratów – standardowa metoda przybliżania rozwiązań zestawu równań, w którym jest ich więcej niż zmiennych

### Komentarze/uwagi\*

3. Tu troszkę jak z zoologiem, który był miłośnikiem słoń i wiedział na ich temat absolutnie wszystko. Został zapytany jednak o dżdżownicę i po chwili namysłu odpowiedział:

- Dżdżownica to takie stworzenie, które w powiększeniu wygląda jak trąba słońa, a słoń to gatunek ssaka z rodziny... i nawijka o słońiu.

Zwróciłbym tu uwagę raczej na ogólny aspekt zagadnienia. Odsyłam do slajdu z różniczką zupełną.

Albo napisać, że rozważę to na podstawie układu takiego a takiego ale nie dam za to ręki, że przejdzie.

4. Słoń to gatunek z rodziny...

Tutaj procedura jest nieco bardziej skomplikowana:

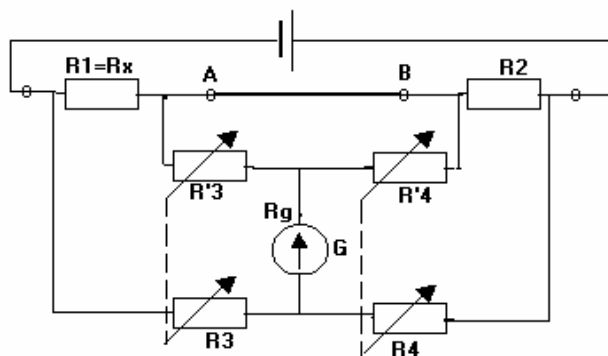
- obliczam wartość średnią wielkości mierzonej
- błąd średni kwadratowy
- błąd średni kwadratowy z wartości średniej
- pochodne cząstkowe wielkości
- określłam współczynnik rozszerzenia
- rozkład.

6. Według mnie 30, nie 20.

13. Zgodnie z równaniem  $F=B \cdot I \cdot L$ ,  $B \cdot L = \text{const}$

24. Jest tu pewna nieścisłość.

Schemat jak najbardziej poprawny, ale dałbym minimalnie zmieniony, tj.



Warunek równowagi wzięty z modelu zastępczego i ni jak ma się do podanego.

Należałoby w odpowiedzi dorysować układ zastępczy i wtedy przywołać podany przez Magdalенę warunek równowagi. A co jeśli trzeba będzie narysować tylko i wyłącznie schemat mostka, a układ zastępczy nie będzie uznawany?

Otóż można zauważyć, że wtedy warunek równowagi mostka wynosi:

$$R_x = R_2 \cdot \frac{R_3}{R_4} + R \cdot \frac{R_3 \cdot R'_4 - R'_3 \cdot R_4}{R_4 \cdot (R + R'_3 + R'_4)}$$

i/lub dopisać, że upraszcza się do postaci znanej z mostka Wheatstone'a gdy  $R_3=R'_3$  oraz  $R_4=R'_4$  (konstrukcyjnie dąży się właśnie do tego) a rezystancja łącząca punkty A i B jest bardzo mała.

25. Do mostka Thomsona przepisać z Wheatstone'a. To przy Thomsonie nieładnie napisane.

27. Mostek Wiena- do tej zawrotnej odpowiedzi przydałby się szkic na szybko, bo tak naprawdę nie wiadomo o co biega ;-)

### Poza konkursem

Zwróćcie uwagę na układ mostka z transformatorem różnicowym. Banalny do narysowania a jeszcze prostszy do opisu- strona 119 (pytania 26, 27).



Błędy przy pomiarach mostkami prądu zmiennego.

- niedokładność elementów mostka
- niedostateczna czułość mostka
- wpływ szkodliwych sprzężeń i zakłóceń

\*Sporządzone w oparciu o własną wiedzę, materiały ogólnodostępne w Internecie, notatki z wykładu. Nie ponoszę odpowiedzialności za błędy i uchybienia w materiale.