

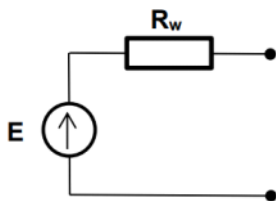
Lab2

wtorek, 5 grudnia 2023 08:25

1. Czym się różni rzeczywiste źródło napięcia od źródła idealnego?

Rzeczywiste źródło napięcia posiada opór wewnętrzny, którego nie posiada źródło idealne,

2. Narysuj schemat zastępczy rzeczywistego źródła napięcia i oznacz jego elementy.



3. Jakie wartości przyjmuje rezystancja wewnętrzna rzeczywistych źródeł napięcia?

Od kilku mΩ do kilku kΩ.

4. Do czego służy woltomierz i jakimi parametrami można go scharakteryzować?

Woltomierz służy do mierzenia napięcia elektrycznego między dwoma punktami w obwodzie elektrycznym. Charakteryzują go: Zakres pomiarowy, rezystancja wewnętrzna, dokładność

5. Jaką rezystancję wewnętrzną charakteryzują się spotykane w praktyce woltomierze?

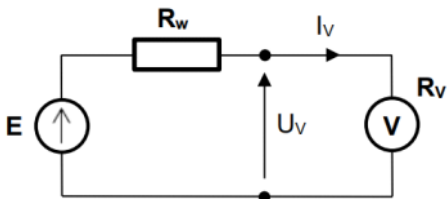
Od kilku kΩ w przypadku woltomierzy analogowych, do nawet 10 GΩ w przypadku woltomierzy cyfrowych

6. W jaki sposób włącza się w obwód pomiarowy amperomierz, a w jaki woltomierz?

Amperomierz włącza się szeregowo do źródła a woltomierz równolegle do niego

7. Co to jest błąd metody? Narysuj odpowiedni schemat i opisz istotę tego błędu dla bezpośredniego pomiaru napięcia.

Błąd metody jest to różnica między napięciem zmierzonym na woltomierzu a tym rzeczywistym wynikająca z rezystancji wewnętrznej źródła.



8. Wyprowadź wyrażenie na błąd metody przy pomiarze siły elektromotorycznej rzeczywistego źródła napięcia woltomierzem o skończonej rezystancji wewnętrznej.

$$I_v = \frac{E}{R_w + R_v}$$

$$U_v = E - I_v \cdot R_w = E \cdot \frac{R_v}{R_w + R_v} = E \cdot \frac{1}{1 + \frac{R_w}{R_v}}$$

$$\Delta_m E = U_v - E = -E \cdot \frac{1}{1 + \frac{R_v}{R_w}} = -U_v \cdot \frac{R_w}{R_v}$$

9. Jaki parametr woltomierza magnetoelektrycznego określa niepewność pomiaru?

Ten parametr to klasa przyrządu

10. Podaj wzór na niepewność standardową pomiaru napięcia za pomocą woltomierza magnetoelektrycznego.

$$u(U) = \frac{\Delta_{kl} U}{\sqrt{3}}$$

11. Jak oblicza się niepewność standardową względną pomiaru napięcia na podstawie klasy woltomierza? Jaką minimalną wartość może mieć ta niepewność dla woltomierza klasy 0,5?

$$u_{rel}(U) = \frac{\Delta_{kl} U}{U \cdot \sqrt{3}} \cdot 100\%$$

Dla woltomierza klasy 0,5 może ona mieć minimalną wartość równą

$$\Delta_{kl} U = U \cdot \frac{u_2}{100} = \frac{1}{2} \cdot \frac{u_2}{100}$$

$$u_{rel}(U) = \frac{1}{2} \cdot \frac{u_2}{100} \cdot \frac{1}{U \cdot \sqrt{3}} \cdot 100\% = \frac{1}{2\sqrt{3}} \cdot \frac{u_2}{U} \% = \frac{\sqrt{3}}{6} \cdot \frac{u_2}{U} \%$$

12. Opisz, w jaki sposób można wyznaczyć rezystancję wewnętrzną źródła napięcia mając do dyspozycji dwa woltomierze. Jakie warunki muszą być spełnione, aby wynik był wiarygodny?

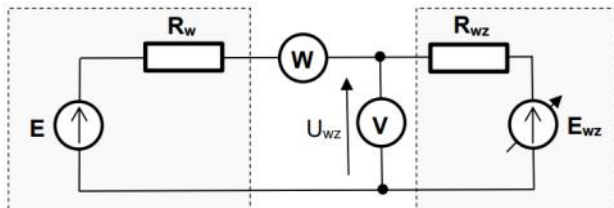
Aby obliczyć rezystancję wewnętrzną źródła napięcia musimy wziąć dwa woltomierze o znacznie różniących się rezystancjach wewnętrznych. Następnie wykorzystując wzór na napięcie na woltomierzu otrzymujemy układ dwóch równań, który możemy przekształcić by otrzymać wzór na rezystancję wewnętrzną.

$$U_1 = E \frac{R_{V1}}{R_w + R_{V1}}$$

$$U_2 = E \frac{R_{V2}}{R_w + R_{V2}}$$

$$R_w = R_{V1} \cdot R_{V2} \cdot \frac{U_1 - U_2}{R_{V1} \cdot U_2 - R_{V2} \cdot U_1}$$

13. Narysuj układ do pomiaru siły elektromotorycznej źródła metodą kompensacyjną. Jakie wymagania powinny spełniać wykorzystywane w układzie woltomierze, aby błąd pomiaru był najmniejszy?



Woltomierz mierzący napięcie wzorcowe powinien charakteryzować się bardzo dobrą dokładnością pomiaru. Woltomierz wskaźnikowy powinien charakteryzować się bardzo dobrą czułością.

14. Opisz sposób pomiaru siły elektromotorycznej źródła metodą kompensacyjną. W jakich warunkach warto stosować tę metodę?

Metoda kompensacyjna polega na porównaniu siły elektromotorycznej źródła o nieznannej rezystancji wewnętrznej z napięciem znanego regulowanego źródła o dowolnej, lecz niezbyt dużej rezystancji wewnętrznej. Metoda tą warto stosować kiedy potrzebujemy dokładnie zmierzyć SEM źródła prądu, a zewnętrzne czynniki mogą wpływać na dokładność pomiaru.

15. Podaj wady i zalety metody kompensacyjnej w stosunku do metody bezpośredniej.

Wady:

- Bardziej skomplikowana i wymagająca większej ilości urządzeń
- Drobne niedokładności w ustawieniach regulowanego źródła napięcia mogą wpływać na dokładność pomiaru

Zalety:

- Bardziej skuteczna przy mierzeniu niewielkich napięć
- Bardziej odporna na zewnętrzne czynniki

16. W jaki sposób rezystancja wewnętrzna woltomierza wpływa na wynik pomiaru w przypadku:

– źródła napięciowego idealnego,

– źródła napięciowego rzeczywistego.

W przypadku źródła napięcia idealnego, woltomierz zmierzy spadek napięcia wyłącznie na swojej rezystancji wewnętrznej. W takim wypadku, w obwodzie występuje jedynie rezystancja woltomierza, zatem zmierzemy realną właściwą wartość siły elektromotorycznej. W przypadku źródła napięcia rzeczywistego, woltomierz zmierzy spadek napięcia na swojej rezystancji

wewnętrznej. Jednak w obwodzie powstał typowy dzielnik napięcia, gdzie woltomierz wskaże wartość napięcia mniejszą niż w poprzednim wypadku.

17. Jaką wartość wskaże woltomierz o rezystancji wewnętrznej $10\text{ k}\Omega$ mierzący napięcie na zaciskach źródła napięciowego rzeczywistego o rezystancji $10\text{ k}\Omega$, jeżeli siła elektromotoryczna źródła wynosi 10 V ?

$$U_V = E \cdot \frac{1}{\frac{R_w}{R_V} + 1} = 10\text{ V} \cdot \frac{1}{2} = 5\text{ V}$$

18. Jaką rezystancję wewnętrzną powinien charakteryzować się woltomierz idealny, a jaką amperomierz idealny?

Woltomierz idealny powinien charakteryzować się nieskończenie dużą rezystancją wewnętrzną natomiast idealny amperomierz równą zero.

19. Zmierzono napięcie na zaciskach źródła rzeczywistego, którego siła elektromotoryczna wynosi $E = 5\text{ V}$. Uzyskano wynik $U = 2,500\text{ V}$. Ile wynosi rezystancja wewnętrzna źródła, jeśli rezystancja woltomierza wynosi $100\text{ k}\Omega$?

$$U_V = E \cdot \frac{R_V}{R_w + R_V} \Rightarrow \frac{U_V}{E} = \frac{R_V}{R_w + R_V} = R_V = \frac{U_V}{E} \cdot R_w + \frac{U_V}{E} \cdot R_V \Rightarrow R_w = R_V \left(1 - \frac{U_V}{E}\right) \cdot \frac{E}{U_V} \Rightarrow R_w = R_V \cdot \left(\frac{E}{U_V} - 1\right)$$

Stąd wynika że R_w wynosi tyle samo co R_V czyli $100\text{ k}\Omega$

20. Zmierzono natężenie prądu za pomocą amperomierza. Uzyskano wynik $I = 10,000\text{ mA}$ na zakresie $I_z = 50\text{ mA}$. Oblicz niepewność standardową względną pomiaru, jeśli największy dopuszczalny błąd względny pomiaru jest wyrażony wzorem:

$$\delta_g I = 0,05\% + 0,02\% \cdot \frac{I_z}{I}$$

$$\delta_g I = 0,05\% + 0,02\% \cdot \frac{50}{10} = 0,15\%$$

$$u_{rel}(I) = \frac{0,15\%}{\sqrt{3}} = 0,0866\%$$

21. Zmierzono prąd metodą pośrednią poprzez pomiar spadku napięcia na rezystorze o wartości $R = 10\text{ k}\Omega$. Woltomierz wskazał wartość $U = 10,000\text{ V}$ na zakresie $U_z = 20\text{ V}$. Podaj wartość prądu oraz niepewność standardową względną wyznaczenia tej wartości, jeśli największy dopuszczalny błąd względny pomiaru napięcia wyraża się zależnością

$$\delta_g U = 0,05\% + 0,01\% \cdot \frac{U_z}{U}$$

a tolerancja rezystora wynosi $0,1\%$.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{10,000}{10} = 1,000\text{ mA}$$

$$\delta_g U = 0,05\% + 0,01\% \cdot \frac{20}{10,000} = 0,07\% \approx 0,1\%$$

$$u_{rel}(I) = \frac{0,07 + 0,1\%}{\sqrt{3}} = 0,0881\% \approx 0,1\%$$

22. Zmierzono siłę elektromotoryczną źródła metodą kompensacyjną. Uzyskano wynik $U = 10,000\text{ V}$ na zakresie $U_z = 30\text{ V}$. Oblicz niepewność standardową $u(U)$ tego pomiaru, jeśli napięcie wzorcowe zmierzono woltomierzem, którego największy dopuszczalny błąd względny pomiaru wyraża się zależnością

$$\delta_g U = 0,01\% + 0,01\% \cdot \frac{U_z}{U}$$

rozdzielczość regulacji napięcia wzorcowego wynosi $\Delta U = 0,1\text{ mV}$, a najmniejsza możliwa do odczytania wartość napięcia na wskaźniku równowagi jest równa $\Delta U_{min} = 0,01\text{ mV}$.

$$U = 10,000V, U_z = 30V, \Delta U = 0,1mV, \Delta U_{min} = 0,01mV$$

$$\delta_p U = 0,01\% + 0,01\% \cdot \frac{30V}{10V} = 0,04\%$$

$$u(U) = \sqrt{\left(\frac{10,000 \cdot 0,04}{\sqrt{3} \cdot 100}\right)^2 + \left(\frac{0,1 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{0,01 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{3}}\right)^2} = 0,0023 \approx 0,003$$