

1 Omów prawa Kirchhoffa.

I prawo Kirchhoffa (prądowe prawo Kirchhoffa) mówi, że w węzłach sieci, tzn. w punktach wspólnych dla trzech lub więcej przewodów, algebraiczna suma natężeń prądów wpływających musi być równa zero. A więc suma natężeń prądów wpływających do węzła jest równa sumie natężeń prądów wypływających z tego węzła.

II prawo Kirchhoffa (napięciowe prawo Kirchhoffa) mówi, że suma różnic potencjałów obliczonych kolejno wzdłuż zamkniętej pętli sieci (tzw. oczka) - tzn. drogi, która rozpoczyna się i kończy w tym samym węźle - równa się zero.

2 Wyprowadź wzory na opór zastępczy dla połączenia szeregowego i równoległego dwóch oporników R1 i R2 .

Dla połączenia szeregowego mamy:

Prąd I wymuszony napięciem zasilania U wytworzy na R1 i R2 spadki napięć U1, U2.

Z drugiego prawa Kirchhoffa $U = U_1 + U_2$, więc:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{U_1 + U_2}{I} = \frac{IR_1 + IR_2}{I} = \frac{I(R_1 + R_2)}{I} = R_1 + R_2$$

Dla połączenia równoległego mamy:

Prąd I wymuszony napięciem zasilania U rozplynie się na prądy I1, I2 w gałęziach R1, R2.

Z pierwszego prawa Kirchhoffa $I = I_1 + I_2$, więc:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{U}{I_1 + I_2} = \frac{U}{\frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2}} = \frac{U}{U(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2})} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

Zatem :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

3 Co to jest opór właściwy i przewodność właściwa? Od czego zależy opór danego odcinka drutu przewodzącego?

Opór właściwy - wielkość charakteryzująca materiały pod względem przewodnictwa elektrycznego. Oznaczana jako ρ . Jednostka oporu właściwego to $\text{om} \cdot \text{m}$ [$\Omega \cdot m$].

Przewodność właściwa - wiąże gęstość prądu elektrycznego w materiale z natężeniem, pola elektrycznego powodującego przepływ tego prądu:

$$\vec{j} = \sigma \vec{E}$$

\vec{j} - gęstość prądu elektrycznego

\vec{E} - natężenie pola elektrycznego.

Wartość oporu zależy od długości przewodnika oraz pola przekroju poprzecznego. Im dłuższy przewodnik, tym większy opór. Im większe pole, tym mniejszy opór.

4 Omów zależność oporności elektrycznej metali od temperatury.

Zależność oporności od temperatury jest dla większości metali w przybliżeniu liniowa i dla szerokiego przedziału temperatur prawdziwy jest wzór:

$$R_T = R_0(1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

gdzie:

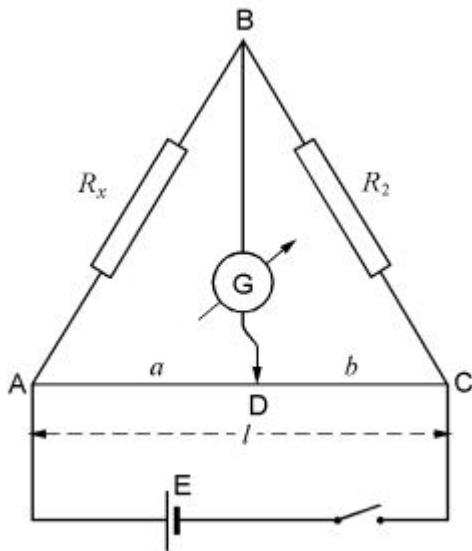
R_T – oporność w temperaturze T [Ω],

R_0 – oporność w temperaturze odniesienia T_0 [Ω],

α – temperaturowy współczynnik oporności [K^{-1}],

ΔT – zmiana temperatury równa $T - T_0$ [K].

5 Narysuj schemat układu dla mostka Wheatstone'a i wyprowadź wzór na wartość nieznanego oporu dla mostka zrównoważonego.



Gdy mostek jest zrównoważony $I_{BD} = 0$ więc przyjmując I jako natężenie prądu płynącego z ogniwa i korzystając z praw Kirchhoffa możemy utworzyć równania

$$I_{AB} + I_{AD} - I = 0$$

$$I_{AB} = I_{BC}$$

$$I_{AD} = I_{DC}$$

z tego

$$I_{AB}R_x = I_{AD}R_{AD}$$

$$I_{BC}R_2 = I_{DC}R_{DC}$$

$$\frac{R_x}{R_{AD}} = \frac{I_{AD}}{I_{AB}} \quad \frac{R_2}{R_{DC}} = \frac{I_{DC}}{I_{BC}} \quad \frac{R_2}{R_{DC}} = \frac{I_{AD}}{I_{AB}}$$

$$\frac{R_x}{R_{AD}} = \frac{R_2}{R_{DC}} \quad R_x = R_2 \frac{R_{AD}}{R_{DC}}$$

$$R_{AD} = \rho \frac{a}{S} \quad R_{DC} = \rho \frac{b}{S} \quad \text{gdzie } S \text{ to przekrój drutu a } \rho \text{ to oporność właściwa materiału drutu}$$

z tego

$$\frac{R_{AD}}{R_{DC} = \frac{a}{b}} = \frac{a}{l-a}$$

ostatecznie

$$R_x = R_2 \frac{a}{l-a}$$

6 Udowodnij, że opór zastępczy dwóch oporników połączonych równolegle jest mniejszy od oporu mniejszego z nich.

Dla dwóch oporników mamy:

R_1 i R_2

$\frac{1}{R_z} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ dla połączenia równoległego odwrotność oporu zastępczego = sumie odwrotności oporów składowych czyli:

po sprowadzeniu do wspólnego mianownika $R_1 \cdot R_2$

$$\frac{1}{R_z} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$$

$$R_z = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Przykład:

$$R_1 = 3\Omega, R_2 = 6\Omega$$

$$R_z = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} \Omega = 2 < R1$$

7 Zdefiniuj i omów pojęcia natężenia prądu elektrycznego oraz ładunku. Podaj definicje odpowiadających im jednostek.

Natężenie prądu elektrycznego to wielkość fizyczna charakteryzująca przepływ prądu elektrycznego zdefiniowana jako stosunek wartości ładunku elektrycznego przepływającego przez wyznaczoną powierzchnię do czasu przepływu ładunku.

$$I = \frac{dq}{dt}$$

gdzie:

I - natężenie prądu elektrycznego

dq - zmiana ładunku równoważna przepływającemu ładunkowi

dt - czas przepływu ładunku.

Jednostka to amper [$1A = \frac{1C}{s}$]. Jeden amper odpowiada prądowi przenoszącemu w ciągu jednej sekundy ładunek jednego kulomba.

Ładunek elektryczny ciała jest podstawową cechą materii. Wszelka znana jej postać musi występować w jednym z trzech stanów: dodatni, obojętny, ujemny. Jednostką ładunku elektrycznego jest kulomb. 1 kulomb (1 C) to ładunek elektryczny przenoszony w czasie 1 sekundy (1 s) przez prąd o natężeniu wynoszącym 1 amper (1 A).

8 Zdefiniuj i omów pojęcia napięcia oraz oporu elektrycznego. Podaj definicje odpowiadających im jednostek.

Napięcie elektryczne - różnica potencjałów elektrycznych między dwoma punktami obwodu elektrycznego. Jest to stosunek pracy wykonanej przeciwko polu, podczas przenoszenia ładunku elektrycznego między punktami, dla których określa się napięcie, do wartości tego ładunku.

$$U_{AB} = \phi_B - \phi_A = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$$

Jednostką napięcia jest volt. 1 volt (1 V) jest różnicą potencjałów elektrycznych pomiędzy dwoma punktami przewodu liniowego, w którym płynie niezmienny się prąd o natężeniu jednego ampera (1 A).

$$1V = \frac{1W}{1A} = \frac{1J}{1C} = \frac{1kgm^2}{1As^3}$$

Opór elektryczny - wielkość charakteryzująca relację między napięciem a natężeniem prądu elektrycznego w obwodach prądu stałego wyrażona wzorem:

$$R = \frac{U}{I}$$

Jednostką oporu jest om. 1 om to opór elektryczny istniejący pomiędzy dwoma punktami przewodu, gdy niezmienna różnica potencjałów jednego wolta (1 V) działająca między tymi dwoma punktami wywołuje w tym przewodzie prąd o natężeniu jednego ampera (1 A).

$$1\Omega = \frac{1V}{1A} = \frac{1kgm^2}{s^3A^2}$$

9 Jak stwierdzić, że dwie wielkości A i B obarczone niepewnościami $u(A)$ oraz $u(B)$ są sobie równe w granicach błędu?

Jeśli do dyspozycji mamy dwie wartości zmierzone, y_1, y_2 oraz ich niepewności standardowe $u(y_1), u(y_2)$, to zgodnie z prawem przenoszenia niepewności różnica $y_1 - y_2$ posiada niepewność równą sumie geometrycznej $u(y_1), u(y_2)$. Zatem niepewność rozszerzona wynosi

$$U(y_1 - y_2) = k\sqrt{(u(y_1))^2 + (u(y_2))^2}$$

Wyniki pomiaru uważamy za zgodne ze sobą, jeżeli $|y_1 - y_2| < U(y_1 - y_2)$.