

## 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  $U = U1 + U2$ , więc:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{U1 + U2}{I} = \frac{IR1 + IR2}{I} = \frac{I(R1 + R2)}{I} = R1 + R2$$

Dla połączenia równoległego mamy:

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

Z pierwszego prawa Kirchhoffa  $I = I1 + I2$ , więc:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{U}{I1 + I2} = \frac{U}{\frac{U}{R1} + \frac{U}{R2}} = \frac{U}{U(\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2})} = \frac{1}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2}}$$

Zatem :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2}$$

## 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  $\rho$ . 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:

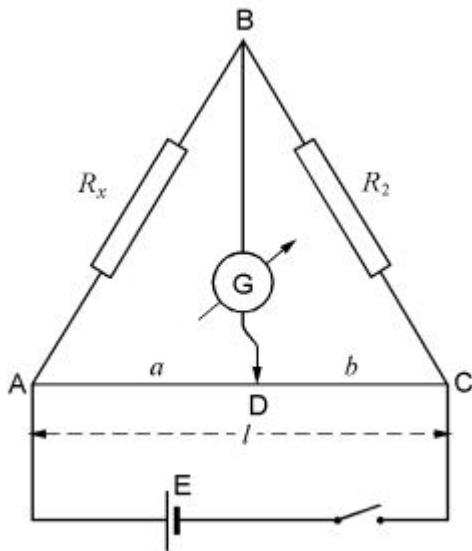
$R_T$  – oporność w temperaturze  $T$  [ $\Omega$ ],

$R_0$  – oporność w temperaturze odniesienia  $T_0$  [ $\Omega$ ],

$\alpha$  – temperaturowy współczynnik oporności [ $K^{-1}$ ],

$\Delta T$  – 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.**



**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:

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

$$R_z = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} \Omega = 2 < R_1$$

**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 volta (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  $|y_1 - y_2| < U(y_1 - y_2)$ .