

z. 3.21

Dane:

$$I_A = 1A$$

$$I_A' = 1,5A$$

$$U = 22,5V$$

$$R_1 = 60\Omega$$

$$R_2 = 20\Omega$$

$$R_3 = 42\Omega$$

$$R_4 = 3\Omega$$

a)

Zauważamy, że opornik 3 jest połączony z amperomierzem szeregowo. Natomiast z układem oporników 1, 2 połączony jest równolegle. Z tego wynika, że:

$$U_{A,3} = U_{1,2} = U$$

Obliczamy opór zastępczy opornika 2 i amperomierza.

$$R_{A,3} = R_3 + R_A$$

$$R_{A,3} = 42\Omega + 3\Omega = 45\Omega$$

$$I = \frac{U}{R} \quad \text{Prawo Ohma}$$

$$I_{A,3} = \frac{U}{R_{A,3}}$$

Podstawiamy dane liczbowe:

$$I_{A,3} = \frac{22,5V}{45\Omega} = 0,5A$$

b)

Obliczmy opór zastępczy oporników 1 i 2, które są połączone równolegle.

$$\frac{1}{R_{1,2}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_{1,2}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2}$$

$$R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_{1,2} = \frac{60\Omega \cdot 20\Omega}{60\Omega + 20\Omega} = \frac{1200}{80}\Omega = 15\Omega$$

Oznacza to, że natężenie prądu płynącego przez układ oporników 1,2 wynosi:

$$I_{1,2} = \frac{U}{R_{1,2}}$$

Podstawiamy dane liczbowe:

$$I_{1,2} = \frac{22,5V}{15\Omega} = 1,5A$$

WNIOSEK:

Natężenie prądu w przewodzie łączącym punkty X i Y wynosi 1,5 A. Jest ono większe niż natężenie, które może zmierzyć amperomierz podpięty do obwodu. Oznacza to, że tym samym amperomierzem nie możemy zmierzyć natężenia prądu w tej gałęzi.

c)

Bocznik podłączamy równolegle. Pierwsze prawo Kirchhoffa mówi nam, że suma natężeń prądów wpływających do węzła jest równa sumie natężeń prądów wypływających z węzła. Z tego wynika, że natężenie prądu płynące przez układ bocznika z amperomierzem wynosi:

$$I_A + I_b = I_A'$$

$$I_b = I_A' - I_A$$

Ponieważ bocznik połączony jest z amperomierzem równolegle, to napięcie na amperomierzu będzie takie samo jak napięcie na boczniku:

$$U_b = U_A$$

$$r_b \cdot I_b = R_A \cdot I_A$$

$$r_b = R_A \cdot \frac{I_A}{I_b}$$

$$r_b = R_A \cdot \frac{I_A}{I_A' - I_A}$$

Podstawiamy dane liczbowe:

$$r_b = 3\Omega \cdot \frac{1A}{1,5A - 1A} = 3\Omega \cdot \frac{1A}{0,5A} = 6\Omega$$

d)

Obliczmy opór zastępczy opornika 3 i układu amperomierza z bocznikiem. Amperomierz i bocznik połączone są równolegle.

$$\frac{1}{R_{A,b}} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{r_b}$$
$$\frac{1}{R_{A,b}} = \frac{1}{3\Omega} + \frac{1}{6\Omega} = \frac{2}{6\Omega} + \frac{1}{6\Omega} = \frac{1}{2}\Omega$$

Z tego wynika, że:

$$R_{A,b} = 2\Omega$$

Wiemy, że układ oporników 1 i 2 ma opór zastępczy o wartości:

$$R_{1,2} = 15\Omega$$

Zauważamy, że amperomierz o zwiększonym zakresie jest połączony szeregowo z układem oporników 1 i 2. Z tego wynika, że opór zastępczy na tej gałęzi wynosi:

$$R_z = R_{A,b} + R_{1,2}$$
$$R_z = 2\Omega + 15\Omega = 17\Omega$$

Wówczas natężenie prądu przepływającego przez tę gałąź wynosi:

$$I_{XY} = \frac{U}{R_z}$$

Podstawiamy dane liczbowe:

$$I_{XY} = \frac{22,5V}{17\Omega} \approx 1,3A$$