

## WZORCOWE ROZWIĄZANIE ZADANIA 2:

W pierwszej części rozwiązania należy dowolną metodą wyznaczyć natężenie prądu elektrycznego  $I$  w środkowej gałęzi jako funkcję napięcia  $E_2$  – np. bezpośrednio za pomocą równań Kirchhoffa:

$$\begin{cases} I_1 - I_2 - I = 0 \\ R_1 I_1 + RI = E_1 \\ R_2 I_2 - RI = E_2 \end{cases} \quad (1)$$

Rozwiązanie tego układu równań ze względu na wartość  $I$  ma postać:

$$I = a \cdot E_1 - b \cdot E_2, \quad (2)$$

gdzie

$$\begin{aligned} a &= \frac{R_2}{R_1 R_2 + R(R_1 + R_2)} = 0,2 \Omega^{-1} \\ b &= \frac{R_1}{R_1 R_2 + R(R_1 + R_2)} = 0,1 \Omega^{-1} \end{aligned} \quad (3)$$

Podstawiając za  $E_2$  we wzorze (2) jego zależność od prądu  $I$ :

$$E_2 = \alpha \cdot I \quad (4)$$

otrzymujemy

$$I = a \cdot E_1 - b \cdot \alpha I, \quad (5)$$

stąd możemy już wyznaczyć wartość  $I$ :

$$I = \frac{a E_1}{1 + \alpha b} \quad (6)$$

oraz odpowiadającą mu wartość  $E_2$ :

$$E_2 = \alpha \cdot I = \frac{\alpha a E_1}{1 + \alpha b}. \quad (7)$$

Aby rozwiązać drugą część zadania związaną z odwróceniem polaryzacji źródła  $E_2$  wystarczy zauważyć, że odpowiada to sytuacji zamiany współczynnika  $\alpha$  na  $-\alpha$ , stąd od razu otrzymujemy:

$$I = \frac{a E_1}{1 - \alpha b} \quad (8)$$

oraz

$$E_2 = -\alpha \cdot I = \frac{\alpha a E_1}{\alpha b - 1}. \quad (9)$$

Dyskusja:

W rozwiązaniach (6) i (7) sprzężenie powoduje stabilizację układu, co skutkuje zmianą prądu  $I$  z 1 A oraz napięcia  $E_2$  z 0 V dla  $\alpha = 0 \text{ VA}^{-1}$  do 0 A i 10 V odpowiednio w granicy  $\alpha \rightarrow \infty$ . Odwrócenie polaryzacji sprzyja zwiększaniu się prądów (8) i napięć (9) w układzie wraz z rosnącym  $\alpha$ , aż do krytycznej wartości  $\alpha = 10 \text{ VA}^{-1}$ , przy której  $I$  oraz  $E_2$  dążą do nieskończoności. Dalsze zwiększanie  $\alpha$ , chociaż daje fizyczne wyniki, to jednak nie odpowiada warunkowi zadania odwrócenia polaryzacji –  $E_2 < 0$  w (9).

### Punktacja:

1. Wypisanie równań (1) lub równoważnych, pozwalających na wyznaczenie zależności  $I(E_2)$  – 3 pkt..
2. Wyznaczenie jawnej postaci zależności  $I(E_2)$  – wzory (2) i (3) – 3 pkt..
3. Podstawienie wzoru (4) do (2) i wyznaczenie wartości  $I$  – wzór (6) oraz  $E_2$  wzór (7) – 2 pkt..
4. Rozważenie sytuacji odwrócenia polaryzacji  $E_2$  – 2 pkt..

Uwaga: Możliwe jest podstawienie zależności (4) bezpośrednio do równań Kirchhoffa (1).