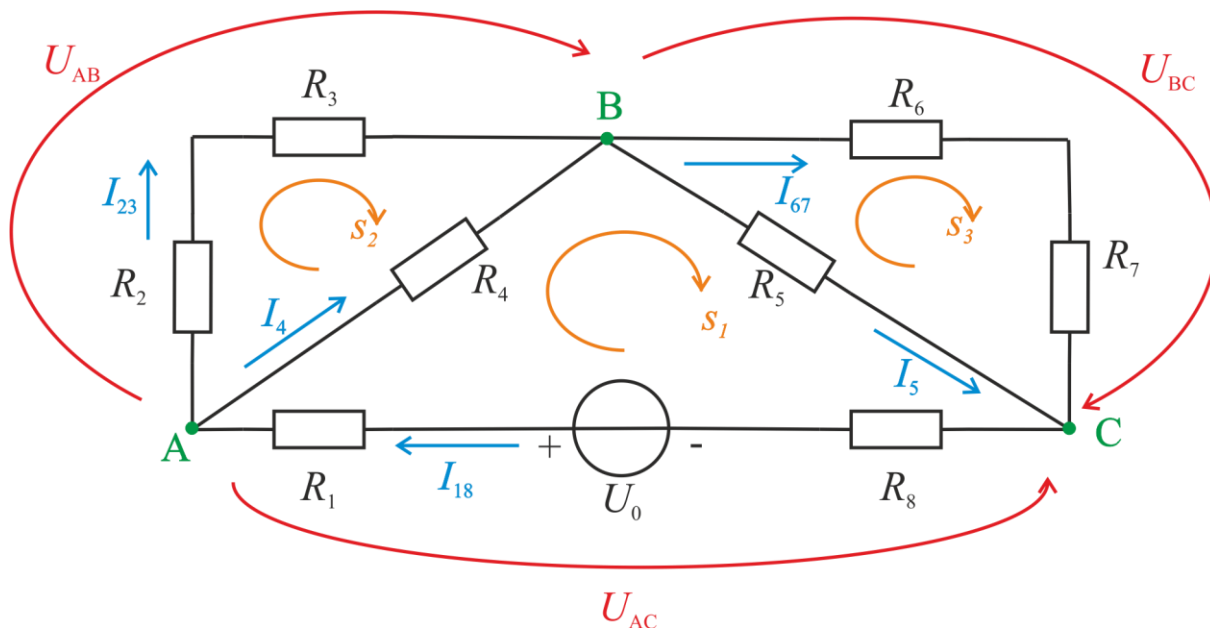


**Příklad:**

Určete proudy  $I_{18}$ ,  $I_{23}$ ,  $I_4$ ,  $I_5$ ,  $I_{67}$ , stanovte větvová napětí a větvové výkony v obvodu na obr., je-li dáno:

$R_1 = 1 \Omega$ ,  $R_2 = 2 \Omega$ ,  $R_3 = 3 \Omega$ ,  $R_4 = 5 \Omega$ ,  $R_5 = 3 \Omega$ ,  $R_6 = 2 \Omega$ ,  $R_7 = 4 \Omega$ ,  $R_8 = 4,5 \Omega$ ,  $U_0 = 60 \text{ V}$ .



**Řešení:**

- zjištění větvoových proudů  $I_{18}$ ,  $I_{23}$ ,  $I_4$ ,  $I_5$ ,  $I_{67}$  pomocí přímé aplikace Kirchhoffových zákonů

- |  |   |
|--|---|
| 1. Kirchhoffův zákon pro <b>uzel A</b> :               | $I_{18} - I_{23} - I_4 = 0$                             |
| 1. Kirchhoffův zákon pro <b>uzel C</b> :               | $I_5 + I_{67} - I_{18} = 0$                             |
| 2. Kirchhoffův zákon pro <b>smyčku s<sub>1</sub></b> : | $R_1 I_{18} + R_4 I_4 + R_5 I_5 + R_8 I_{18} - U_0 = 0$ |
| 2. Kirchhoffův zákon pro <b>smyčku s<sub>2</sub></b> : | $R_2 I_{23} + R_3 I_{23} - R_4 I_4 = 0$                 |
| 2. Kirchhoffův zákon pro <b>smyčku s<sub>3</sub></b> : | $R_6 I_{67} + R_7 I_{67} - R_5 I_5 = 0$                 |

Řešíme soustavu 5 rovnic o 5 neznámých:

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ R_1 + R_8 & 0 & R_4 & R_5 & 0 \\ 0 & R_2 + R_3 & -R_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -R_5 & R_6 + R_7 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_{18} \\ I_{23} \\ I_4 \\ I_5 \\ I_{67} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ U_0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

po dosazení

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ (1+4,5) & 0 & 5 & 3 & 0 \\ 0 & (2+3) & -5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -3 & (2+4) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_{18} \\ I_{23} \\ I_4 \\ I_5 \\ I_{67} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 60 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Řešení této soustavy rovnic je:

$$I_{18} = \underline{\underline{6 \text{ A}}}$$

$$I_{23} = \underline{\underline{3 \text{ A}}}$$

$$I_4 = \underline{\underline{3 \text{ A}}}$$

$$I_5 = \underline{\underline{4 \text{ A}}}$$

$$I_{67} = \underline{\underline{2 \text{ A}}}$$

- určení větvových napětí:

$$U_{CA} = R_1 I_{18} - U_0 + R_8 I_{18} = 1 \cdot 6 - 60 + 4,5 \cdot 6 = \underline{\underline{-27 \text{ V}}}, \quad \text{pozn. } U_{AC} = 27 \text{ V}$$

$$U_{AB} = R_2 I_{23} + R_3 I_{23} = 2 \cdot 3 + 3 \cdot 3 = \underline{\underline{15 \text{ V}}} \quad \text{nebo jiným způsobem:}$$

$$U_{AB} = R_4 I_4 = 5 \cdot 3 = \underline{\underline{15 \text{ V}}}$$

$$U_{BC} = R_5 I_5 = 3 \cdot 4 = \underline{\underline{12 \text{ V}}} \quad \text{nebo jiným způsobem:}$$

$$U_{BC} = R_6 I_{67} + R_7 I_{67} = 2 \cdot 2 + 4 \cdot 2 = \underline{\underline{12 \text{ V}}}$$

- určení větvových výkonů (tj. výkonů ve větvích obvodu, kde tečou větvové proudy  $I_{18}$ ,  $I_{23}$ ,  $I_4$ ,  $I_5$ ,  $I_{67}$ ):

$$P_{18} = U_{CA} I_{18} = (-27) \cdot 6 = \underline{\underline{-162 \text{ W}}}$$

$$P_{23} = U_{AB} I_{23} = 15 \cdot 3 = \underline{\underline{45 \text{ W}}}$$

$$P_4 = U_{AB} I_4 = 15 \cdot 3 = \underline{\underline{45 \text{ W}}}$$

$$P_5 = U_{BC} I_5 = 12 \cdot 4 = \underline{\underline{48 \text{ W}}}$$

$$P_{67} = U_{BC} I_{67} = 12 \cdot 2 = \underline{\underline{24 \text{ W}}}$$

Platí, že součet větvových výkonů v obvodu se rovná nule. Ověření:

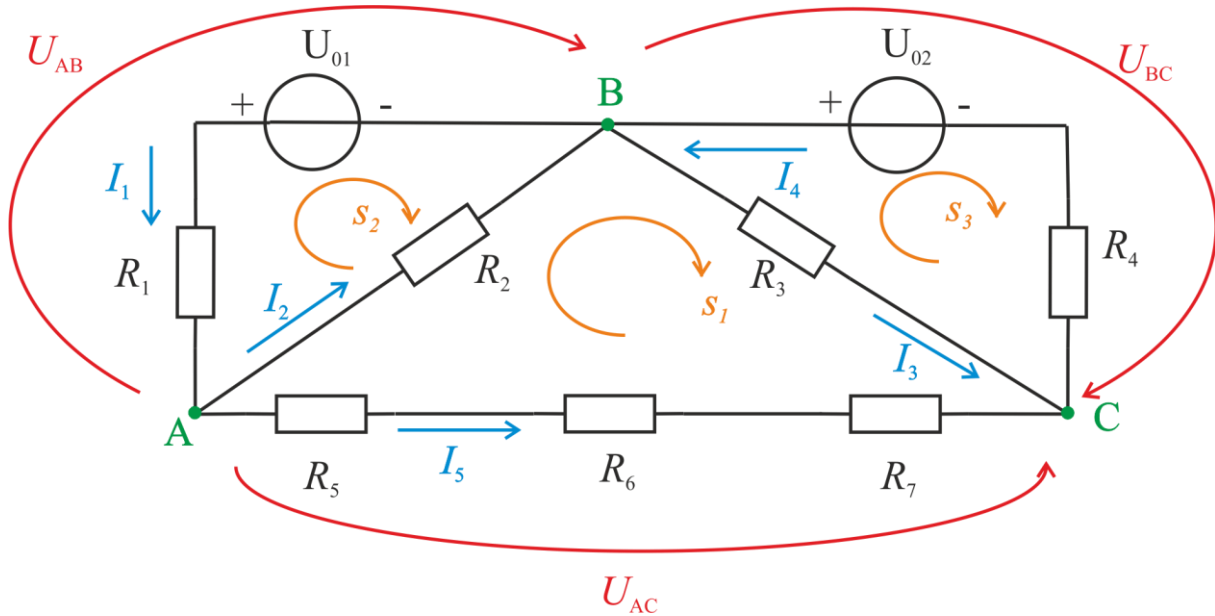
$$\sum_{i=1}^5 P_i = P_{18} + P_{23} + P_{67} + P_4 + P_5 = -162 + 45 + 24 + 45 + 48 = \underline{\underline{0 \text{ W}}}$$

Výsledky tohoto příkladu můžeme porovnat s řešením pomocí transfigurace na elementární obvod (viz 1. příklad v příslušném souboru výše).

**Příklad:**

Určete proudy  $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5$ , stanovte větvová napětí a větvové výkony v obvodu na obr., je-li dáno:

$R_1 = 3 \Omega, R_2 = 2 \Omega, R_3 = 3 \Omega, R_4 = 6 \Omega, R_5 = 5 \Omega, R_6 = 6 \Omega, R_7 = 5 \Omega, U_{01} = 48 \text{ V}, U_{02} = 43,2 \text{ V}.$



**Řešení:**

- zjištění větvoých proudů  $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5$  pomocí přímé aplikace Kirchhoffových zákonů

- |   |   |
|---|---|
| 1. Kirchhoffův zákon pro <b>uzel A</b> :    | $I_1 - I_2 - I_5 = 0$                                 |
| 1. Kirchhoffův zákon pro <b>uzel C</b> :    | $I_3 - I_4 + I_5 = 0$                                 |
| 2. Kirchhoffův zákon pro <b>smyčku s1</b> : | $R_2 I_2 + R_3 I_3 - R_5 I_5 - R_6 I_5 - R_7 I_5 = 0$ |
| 2. Kirchhoffův zákon pro <b>smyčku s2</b> : | $-R_1 I_1 - R_2 I_2 + U_{01} = 0$                     |
| 2. Kirchhoffův zákon pro <b>smyčku s3</b> : | $-R_3 I_3 - R_4 I_4 + U_{02} = 0$                     |

Řešíme soustavu 5 rovnic o 5 neznámých:

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 1 \\ 0 & R_2 & R_3 & 0 & (-R_5 - R_6 - R_7) \\ -R_1 & -R_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -R_3 & -R_4 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \\ I_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -U_{01} \\ -U_{02} \end{bmatrix}$$

po dosazení

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 1 \\ 0 & 2 & 3 & 0 & (-5-6-5) \\ -3 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -3 & -6 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \\ I_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -48 \\ -43,2 \end{bmatrix}$$

Řešení této soustavy rovnic je:

$$I_1 = \underline{\underline{10,3000\text{A}}}$$

$$I_2 = \underline{\underline{8,5500\text{A}}}$$

$$I_3 = \underline{\underline{3,6333\text{A}}}$$

$$I_4 = \underline{\underline{5,3833\text{A}}}$$

$$I_5 = \underline{\underline{1,7500\text{A}}}$$

- určení větvových napětí:

$$U_{BA} = R_1 I_1 - U_{01} = 3 \cdot 10,3 - 48 = \underline{\underline{-17,1\text{V}}}$$

$$U_{AB} = R_2 I_2 = 2 \cdot 8,55 = \underline{\underline{17,1\text{V}}}$$

$$U_{BC} = R_3 I_3 = 3 \cdot 3,6333 = \underline{\underline{10,9\text{V}}}$$

$$U_{CB} = R_4 I_4 - U_{02} = 6 \cdot 5,3833 - 43,2 = \underline{\underline{-10,9\text{V}}}$$

$$U_{AC} = R_5 I_5 + R_6 I_5 + R_7 I_5 = 5 \cdot 1,75 + 6 \cdot 1,75 + 5 \cdot 1,75 = \underline{\underline{28\text{V}}}$$

- určení větvových výkonů (tj. výkonů ve větvích obvodu, kde tečou větvové proudy  $I_{18}$ ,  $I_{23}$ ,  $I_4$ ,  $I_5$ ,  $I_{67}$ ):

$$P_1 = U_{BA} I_1 = (-17,1) \cdot 10,3 = \underline{\underline{-176,130\text{W}}}$$

$$P_2 = U_{AB} I_2 = 17,1 \cdot 8,55 = \underline{\underline{146,205\text{W}}}$$

$$P_3 = U_{BC} I_3 = 10,9 \cdot 3,6333 = \underline{\underline{39,603\text{W}}}$$

$$P_4 = U_{CB} I_4 = (-10,9) \cdot 5,3833 = \underline{\underline{-58,678\text{W}}}$$

$$P_5 = U_{AC} I_5 = 28 \cdot 1,75 = \underline{\underline{49\text{W}}}$$

Platí, že součet větvových výkonů v obvodu se rovná nule. Ověření:

$$\sum_{i=1}^5 P_i = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = -176,130 + 146,205 + 39,603 - 58,678 + 49 = \underline{\underline{0\text{W}}}$$

Výsledky tohoto příkladu můžeme porovnat s řešením pomocí transfigurace na elementární obvod (viz 2. příklad v příslušném souboru výše).