

Smyčkové proudy

Metoda řešení elektrických obvodů

Základní terminologie

II. Kirchhoffův zákon:

Součet všech napětí v uzavřeném obvodu (smyčce) je roven 0 (nule), resp. součet napětí na jednotlivých rezistorech (spotřebičích) je roven součtu napětí jednotlivých zdrojů v uzavřené smyčce.

Základní terminologie

Ohmův zákon:

Elektrický odpor vodiče je dán podílem elektrického napětí na vodiči a elektrickým proudem procházejícím vodičem.

Smyčkový proud:

Je proud zavedený ve smyčce a slouží ke zjednodušení výpočtu. Jeho orientace (směr) je libovolná.

Postup řešení

- 1) V každé smyčce obvodu označíme smyčkový proud (I_a , atd.).
- 2) Pro každou smyčku sestavíme rovnici dle II. Kirchhoffova zákona, přičemž počet rovnic odpovídá počtu smyčkových proudů, tím získáme soustavu rovnic.
- 3) Vyřešíme soustavu rovnic (metodou dosazovací nebo sčítací), tím získáme hodnoty smyčkových proudů.

Postup řešení

- 4) Na každém prvku obvodu označíme smysl skutečného proudu a napětí.
- 5) Skutečné proudy stanovíme ze smyčkových, vyjde-li skutečný proud se záporným znaménkem, je jeho smysl opačný, než jsme přepokládali.
- 6) Skutečná napětí na jednotlivých prvcích dopočteme pomocí Ohmova zákona ze skutečných proudů.

Řešený příklad

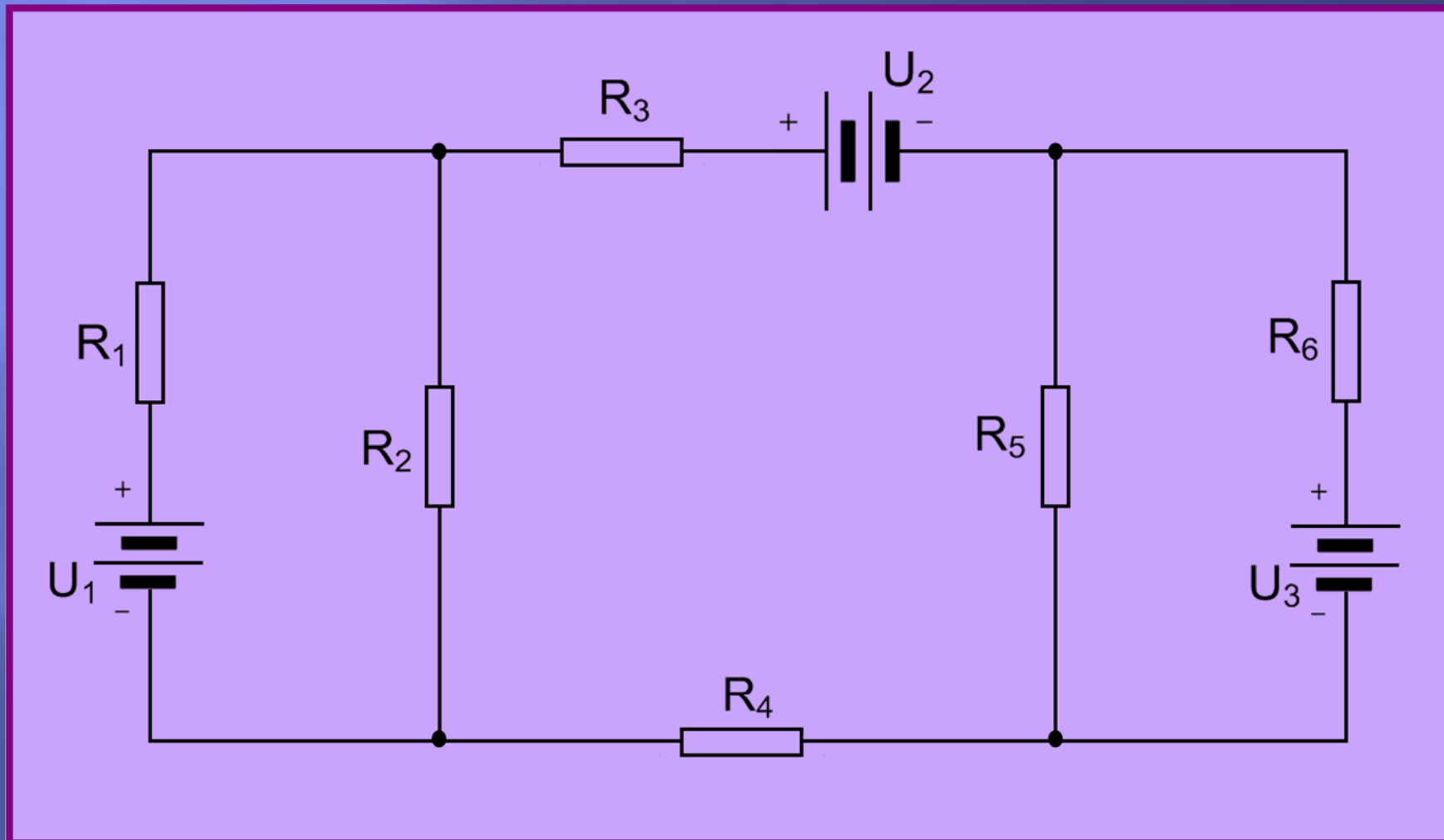
Zadání: V obvodu zapojeném dle schématu určete proudy ve všech větvích obvodu a napětí na jednotlivých prvcích.

Dáno: $R_1 = 2 \text{ } [\Omega]$, $R_2 = 6 \text{ } [\Omega]$, $R_3 = 2 \text{ } [W]$, $R_4 = 3 \text{ } [\Omega]$, $R_5 = 2 \text{ } [\Omega]$, $R_6 = 6 \text{ } [\Omega]$, $U_1 = 120 \text{ } [V]$, $U_2 = 6 \text{ } [V]$, $U_3 = 80 \text{ } [V]$.

Spočtete: $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6 = ? \text{ } [A]$, $U_{R1}, U_{R2}, U_{R3}, U_{R4}, U_{R5}, U_{R6} = ? \text{ } [V]$.

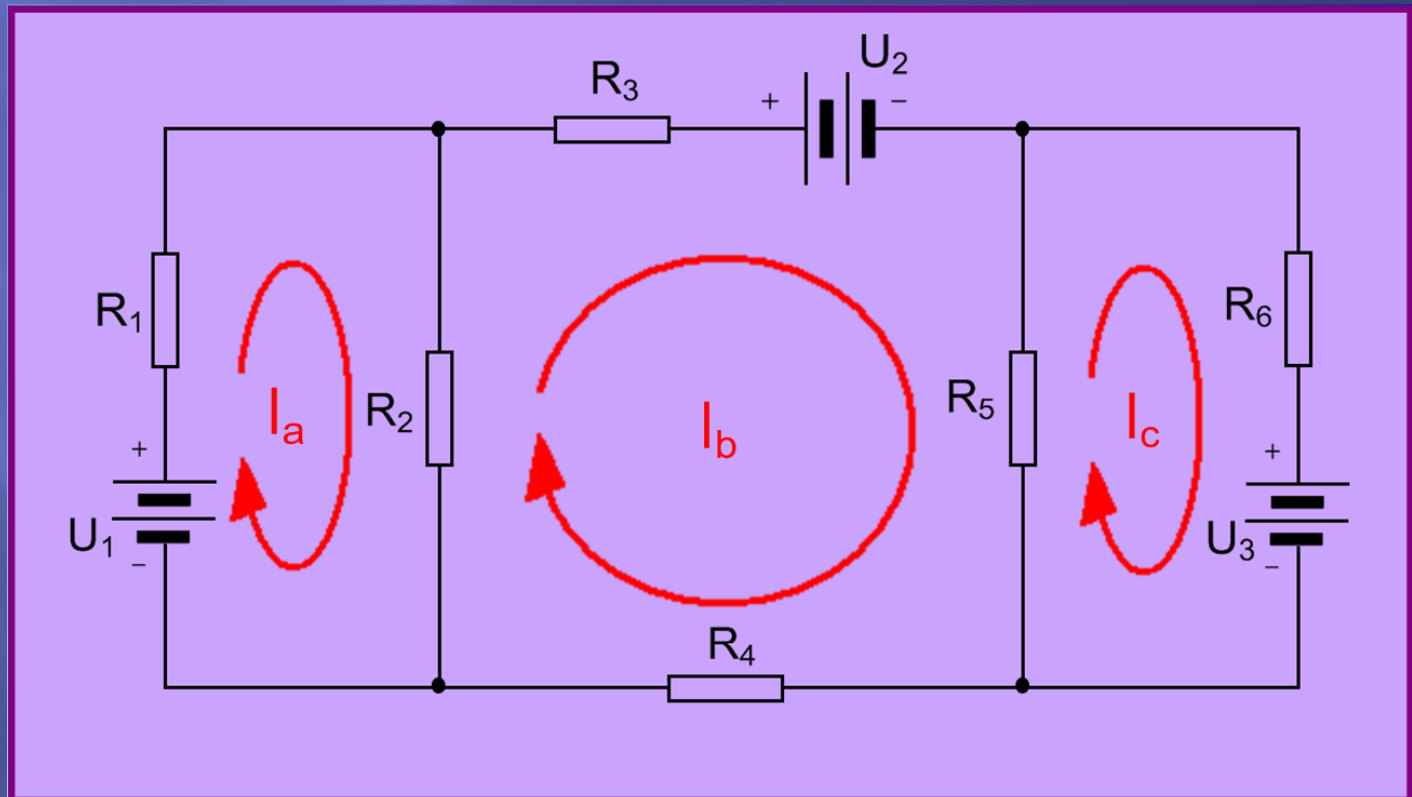
Řešený příklad

Schéma obvodu:



Řešený příklad - postup

1) V každé smyčce obvodu označíme smyčkový proud, v tomto řešeném příkladě I_a , I_b , I_c .



Řešený příklad - postup

2) Pro každou smyčku sestavíme rovnici dle II. KZ – počet rovnic = počtu smyčkových proudů – soustava rovnic.

Smyčka I_a :

$$R_1 \cdot I_a + R_2 \cdot (I_a - I_b) - U_1 = 0$$

Smyčka I_b :

$$R_2 \cdot (I_b - I_a) + R_3 \cdot I_b + U_2 + R_5 \cdot (I_b - I_c) + R_4 \cdot I_b = 0$$

Smyčka I_c :

$$R_5 \cdot (I_c - I_b) + R_6 \cdot I_c + U_3 = 0$$

Řešený příklad - postup

3) Vyřešíme soustavu rovnic (metodou dosazovací nebo sčítací), tím získáme hodnoty smyčkových proudů.

Po úpravě:

$$\begin{aligned}(R_1 + R_2) \cdot I_a - R_2 \cdot I_b &= U_1 \\ -R_2 \cdot I_a + (R_2 + R_3 + R_4 + R_5) \cdot I_b - R_5 \cdot I_c &= -U_2 \\ -R_5 \cdot I_b + (R_5 + R_6) \cdot I_c &= -U_3\end{aligned}$$

Řešený příklad - postup

3) Vyřešíme soustavu rovnic (metodou dosazovací nebo sčítací), tím získáme hodnoty smyčkových proudů.

Po dosazení:

$$8 \cdot I_a - 6 \cdot I_b = 120$$

$$-6 \cdot I_a + 13 \cdot I_b - 2 \cdot I_c = -6$$

$$-2 \cdot I_b + 8 \cdot I_c = -80$$

Řešený příklad - postup

3) Vyřešíme soustavu rovnic (metodou dosazovací nebo sčítací), tím získáme hodnoty smyčkových proudů.

Vyučující provede řešení soustavy rovnic na tabuli krok za krokem.

Řešený příklad - postup

3) Vyřešíme soustavu rovnic (metodou dosazovací nebo sčítací), tím získáme hodnoty smyčkových proudů.

Hodnoty vyřešených
smyčkových proudů:

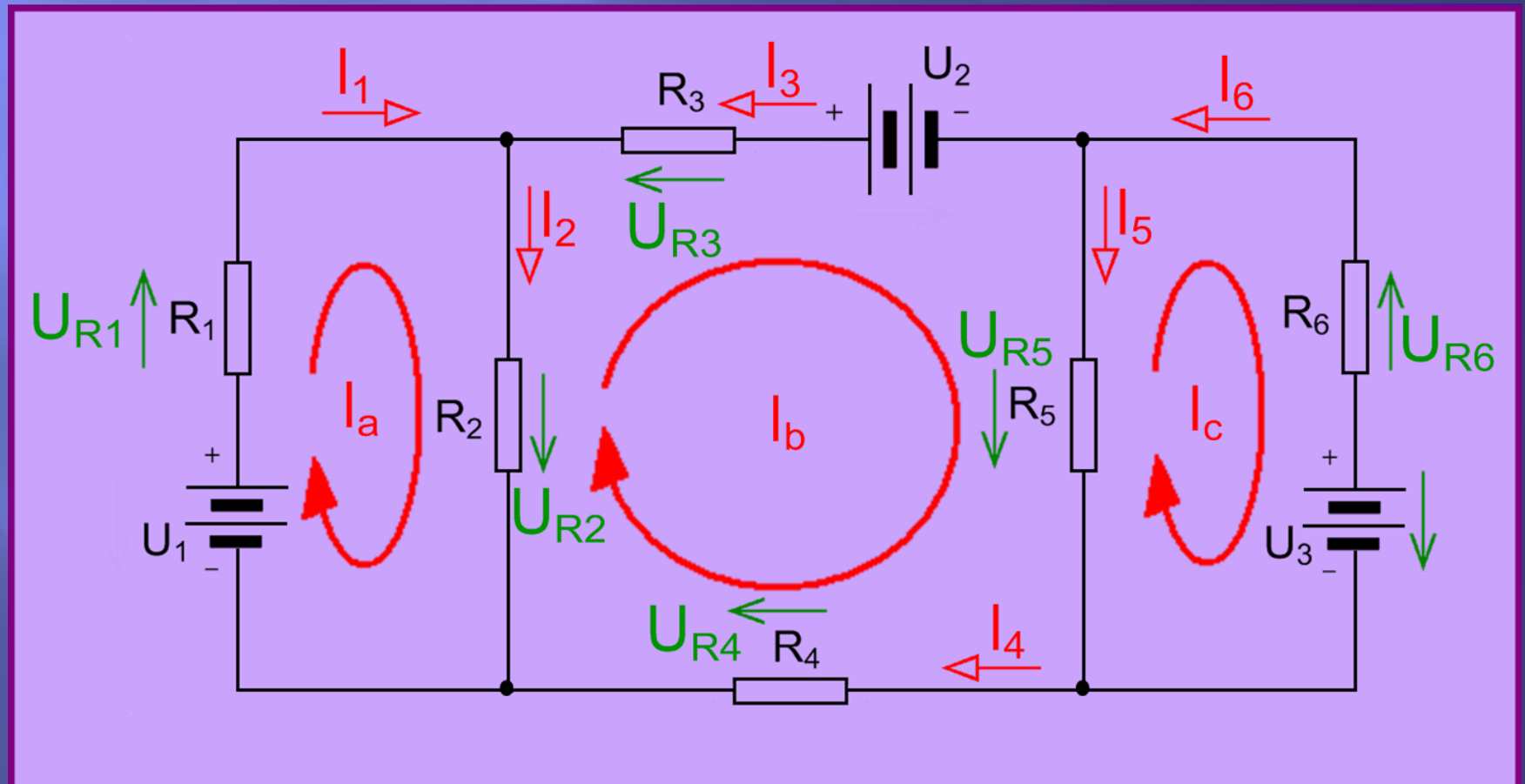
$$I_a = 21[A]$$

$$I_b = 8[A]$$

$$I_c = -8[A]$$

Řešený příklad - postup

4) Na každém prvku obvodu označíme smysl skutečného proudu a napětí.



Řešený příklad - postup

5) Skutečné proudy stanovíme ze smyčkových, vyjde-li skutečný proud se záporným znaménkem, je jeho smysl opačný, než jsme přepokládali.

$$I_1 = I_a = 21[A]$$

$$I_2 = I_a - I_b = 21 - 8 = 13[A]$$

$$I_3 = -I_b = -8[A]$$

Řešený příklad - postup

5) Skutečné proudy stanovíme ze smyčkových, vyjde-li skutečný proud se záporným znaménkem, je jeho smysl opačný, než jsme přepokládali.

$$I_4 = I_b = 8[A]$$

$$I_5 = I_b - I_c = 8 - (-8) = 16[A]$$

$$I_6 = -I_c = -(-8) = 8[A]$$

Řešený příklad - postup

5) Skutečné proudy stanovíme ze smyčkových, vyjde-li skutečný proud se záporným znaménkem, je jeho smysl opačný, než jsme předpokládali.

Z předešlého vyplývá, že proud I_3 bude mít opačný smysl, než jsme předpokládali, neboť má hodnotu se záporným znaménkem.

Řešený příklad - postup

6) Skutečná napětí na jednotlivých prvcích dopočteme pomocí Ohmova zákona ze skutečných proudů.

$$U_{R1} = R_1 \cdot I_1 = 2 \cdot 21 = 42 [V]$$

$$U_{R2} = R_2 \cdot I_2 = 6 \cdot 13 = 78 [V]$$

$$U_{R3} = R_3 \cdot I_3 = 2 \cdot 8 = 16 [V]$$

Řešený příklad - postup

6) Skutečná napětí na jednotlivých prvcích dopočteme pomocí Ohmova zákona ze skutečných proudů.

$$U_{R4} = R_4 \cdot I_4 = 3 \cdot 8 = 24 [V]$$

$$U_{R5} = R_5 \cdot I_5 = 2 \cdot 16 = 32 [V]$$

$$U_{R6} = R_6 \cdot I_6 = 6 \cdot 8 = 48 [V]$$

Řešený příklad - zkouška

Dosadíme vypočtené hodnoty do rovnic pro smyčkové proudy.

$$R_1 \cdot I_1 + R_2 \cdot I_2 - U_1 = 0$$

$$-R_2 \cdot I_2 + R_3 \cdot I_3 + U_2 + R_5 \cdot I_5 + R_4 \cdot I_4 = 0$$

$$-R_5 \cdot I_5 - R_6 \cdot I_6 + U_3 = 0$$

$$2 \cdot 21 + 6 \cdot 13 - 120 = 0 \Rightarrow 120 - 120 = 0$$

$$-6 \cdot 13 + 2 \cdot 8 + 6 + 2 \cdot 16 + 3 \cdot 8 = 0 \Rightarrow -78 + 78 = 0$$

$$-2 \cdot 16 - 6 \cdot 8 + 80 = 0 \Rightarrow -80 + 80 = 0$$

Použité zdroje

Literární publikace:

BLAHOVEC, A.: *Elektrotechnika I.*, 3. nezměněné vydání, Praha: INFORMATORIUM, 1999.

ISBN/EAN: 80-860-73-49-1 / 9788073330439

BLAHOVEC, A.: *Elektrotechnika III.*, 3. nezměněné vydání, Praha: INFORMATORIUM, 1999.

ISBN/EAN: 80-860-73-50-5 / 9788073330453