



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Číslo projektu	CZ.1.07/1.5.00/34.0425
Název školy	Integrovaná střední škola technická, Benešov
Předmět	Elektrotechnika
Tematický okruh	Základy elektrotechniky
Téma	Pracovní list č.7 – Metoda uzlových napětí
Ročník	1. elektrikář, Mechanik elektronik.
Autor	Ing. František Kumšta
Datum výroby	červenec 2013
Anotace	DUM slouží k výuce žáků 1 ročníku k procvičení řešení příkladů stejnosměrného proudu s jedním a s několika zdroji s využitím I.Kirchhoffova zákona.

Pracovní list č 6 :

Procvičení příkladů s řešením obvodů stejnosměrného proudu s jedním nebo několika zdroji.

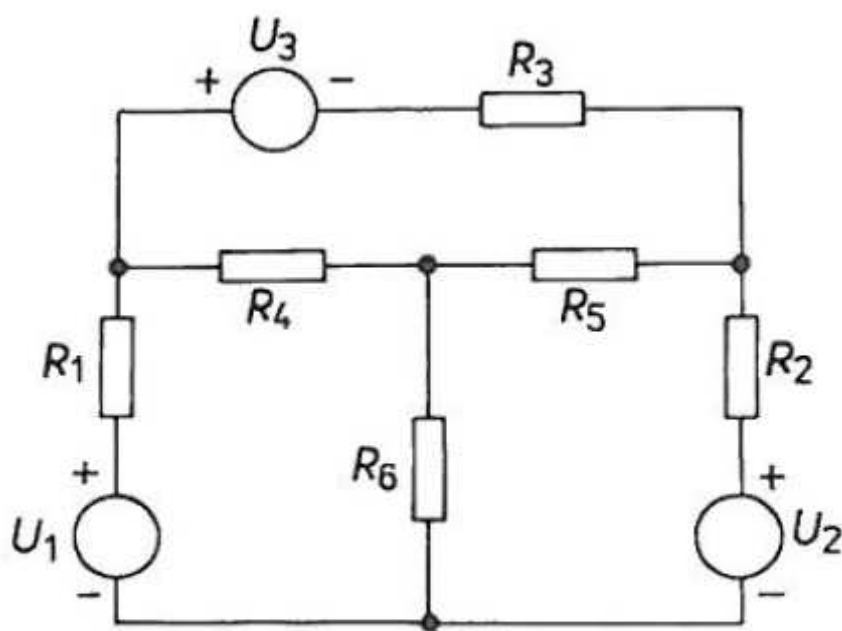
Metoda smyčkových proudů :

Metoda se používá při řešení složitějších obvodů za využití pouze II. Kirchhoffova zákona a postupujeme následovně :

- u jednotlivých odporů označíme smysl předpokládaných proudů
- zvolíme smyčky tak, aby každá větev obvodu byla alespoň v jedné smyčce
- zvolíme smyčky smyčkových proudů pro jednoduchost v kladném smyslu
- určíme rovnice dle II. Kirchhoffova zákona v každé smyčce, úbytky napětí na odporech se určí ze smyčkových proudů
- vypočteme smyčkové proudy
- vypočteme proudy skutečné pomocí smyčkových proudů.
- Vyjdou-li skutečné proudy se záporným znaménkem, pak skutečný proud má opačný smysl než se předpokládalo.

Příklad :

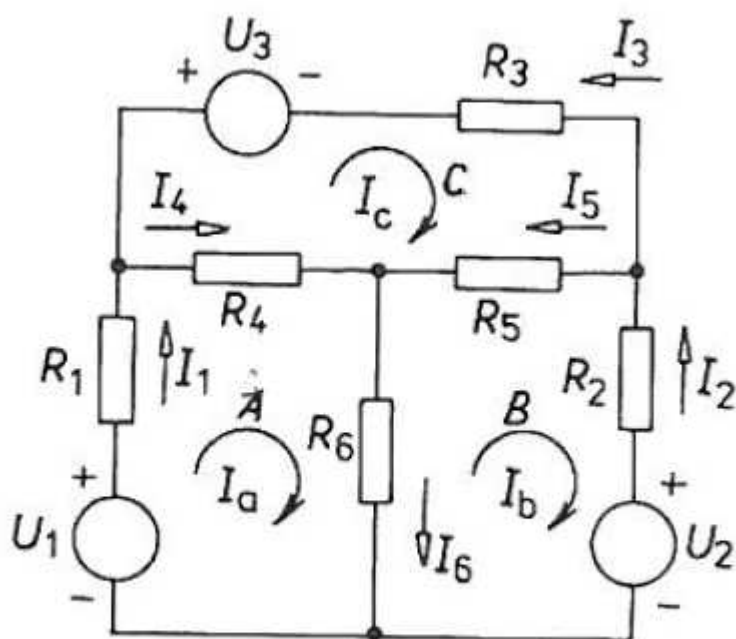
Určete proudy ve všech členech obvodu. Napětí zdrojů jsou $U_1 = 130 \text{ V}$, $U_2 = 40 \text{ V}$ a $U_3 = 100 \text{ V}$. Odpory rezistorů jsou $R_1 = 1 \Omega$, $R_2 = 5 \Omega$, $R_3 = 2 \Omega$, $R_4 = 4 \Omega$, $R_5 = 10 \Omega$, $R_6 = 5 \Omega$. Schéma zapojení je na obr. 33.



Obr. 33.

Rěšení příkladu :

V rezistorech označíme smysly předpokládaných proudů I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 a I_6 . Zvolíme smysly smyčkových proudů I_a, I_b a I_c (obr. 34). Určíme rovnice pro smyčky podle II. Kirchhoffova zákona.



Obr. 34.

Pro smyčku A platí

$$R_1 I_a + R_4(I_a - I_c) + R_6(I_a - I_b) - U_1 = 0$$

pro smyčku B

$$R_6(I_b - I_a) + R_5(I_b - I_c) + R_2 I_b + U_2 = 0$$

pro smyčku C

$$R_3 I_c + R_5(I_c - I_b) + R_4(I_c - I_a) + U_3 = 0$$

Po úpravě získáme rovnice

$$(R_1 + R_4 + R_6) I_a - R_6 I_b - R_4 I_c - U_1 = 0$$

$$-R_6 I_a + (R_2 + R_5 + R_6) I_b - R_5 I_c + U_2 = 0$$

$$-R_4 I_a - R_5 I_b + (R_3 + R_4 + R_5) I_c + U_3 = 0$$

Řešením této soustavy rovnic určíme neznámé smyčkové proudy I_a , I_b a I_c . Skutečné proudy v jednotlivých rezistorech, jejichž smysl jsme předpokládali, budou

$$I_1 = I_a \qquad I_4 = I_a - I_c$$

$$I_2 = -I_b \qquad I_5 = I_c - I_b$$

$$I_3 = -I_c \qquad I_6 = I_a - I_b$$

Po dosazení hodnot odporů a zdrojů dostaneme rovnice, pro něž číselně platí

$$10I_a - 5I_b - 4I_c = 130 \qquad (1)$$

$$-5I_a + 20I_b - 10I_c = -40 \qquad (2)$$

$$-4I_a - 10I_b + 16I_c = -100 \qquad (3)$$

Řešení soustavy rovnic

Rovnici (2) násobíme 2 a sečteme s rovnicí (1); dostaneme

$$\begin{array}{rcl} 10I_a - 5I_b - 4I_c & = & 130 \\ -10I_a + 40I_b - 20I_c & = & -80 \\ \hline 35I_b - 24I_c & = & 50 \end{array} \quad (4)$$

Rovnici (2) násobíme 4 a rovnicí (3) násobíme -5 , rovnice sečteme a dostaneme

$$\begin{array}{rcl} -20I_a + 80I_b - 40I_c & = & -160 \\ 20I_a + 50I_b - 80I_c & = & 500 \\ \hline 130I_b - 120I_c & = & 340 \end{array} \quad (5)$$

Řešením rovnic (4) a (5) obdržíme smyčkové proudy I_b a I_c

$$35I_b - 24I_c = 50 \quad (4)$$

$$130I_b - 120I_c = 340 \quad (5)$$

Rovnici (4) násobíme -5 , sečteme s rovnicí (5) a dostaneme

$$\begin{array}{rcl} -175I_b + 120I_c & = & -250 \\ 130I_b - 120I_c & = & 340 \\ \hline -45I_b & = & 90 \\ I_b & = & -2 \end{array}$$

Proud

$$I_b = -2 \text{ A}$$

dosadíme-li do rovnice (4) za $I_b = -2$, číselně dostaneme

$$\begin{array}{rcl} -70 - 24I_c & = & 50 \\ -24I_c & = & 120 \\ I_c & = & -5 \end{array}$$

Proud

$$I_c = -5 \text{ A}$$

Do rovnice (1) dosadíme za $I_b = -2$, $I_c = -5$ a dostaneme

$$\begin{array}{rcl} 10I_a + 10 + 20 & = & 130 \\ 10I_a & = & 100 \\ I_a & = & 10 \end{array}$$

Proud

$$I_a = 10 \text{ A}$$

Určíme skutečné proudy a jejich smysl:

$I_1 = I_a = 10 \text{ A}$	má smysl, jaký jsme předpokládali;
$I_2 = -I_b = 2 \text{ A}$	má smysl, jaký jsme předpokládali;
$I_3 = -I_c = 5 \text{ A}$	má smysl, jaký jsme předpokládali;
$I_4 = I_a - I_c = (10 + 5) \text{ A} = 15 \text{ A}$	má smysl, jaký jsme předpokládali;
$I_5 = I_c - I_b = (-5 + 2) \text{ A} = -3 \text{ A}$	má opačný smysl, než jsme předpokládali;
$I_6 = I_a - I_b = (10 + 2) \text{ A} = 12 \text{ A}$	má smysl, jaký jsme předpokládali.

Literatura :

Antonín Bláhovec – Elektrotechnika III, INFORMATORIUM,
Praha 2005