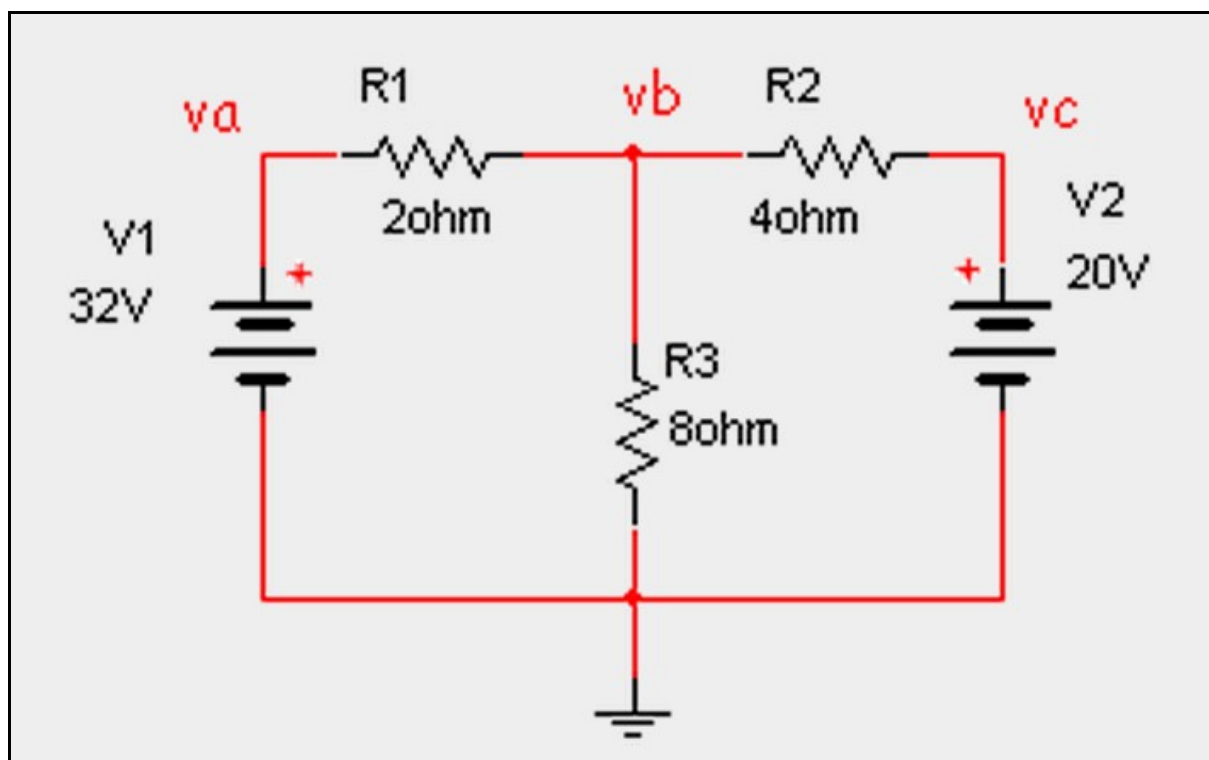


METODA UZLOVÝCH NAPĚTÍ

NODE VOLTAGE METHOD



Дьянов, А.; Библиотечная 1, Институт Библиотечного дела, 1998

<http://www.swarthmore.edu>
www.falstad.com

Zpracoval: Ing. Bc. Miloslav Otýpka

Metoda uzlových napětí

Metoda řešení pomocí uzlových napětí usnadňuje a zrychluje výpočty elektrických obvodů a je vhodná především tam, kde se vyskytují proudové zdroje. Její

princip vychází z Kirchhoffových zákonů a zavádí nové veličiny tzv. **uzlové napětí** a **referenční uzel**. Jeden vhodně zvolený uzel (ve kterém je spojeno nejvíce prvků) označujeme jako uzel referenční. Napětí každého z ostatních uzlů, vztaženého k uzlu referenčnímu označujeme jako uzlové napětí. Proudů v prvcích obvodu vyjádříme pomocí uzlových napětí a napětí zdrojů.

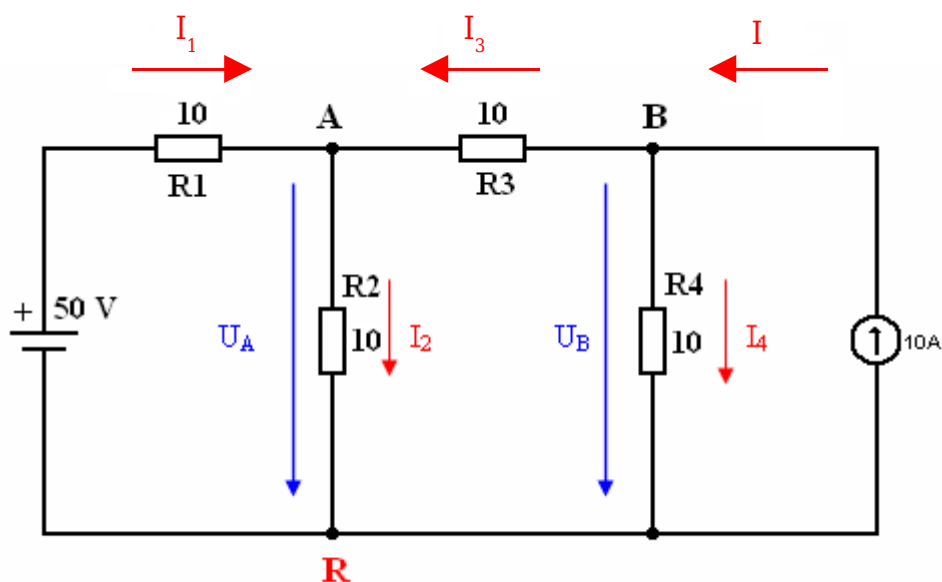
Při řešení elektrického obvodu metodou uzlových napětí postupujeme podle následujících kroků:

1. V zapojení označíme jednotlivé uzly (**A, B, C ...**) a jeden z uzlů zvolíme uzlem referenčním (R).
2. Mezi jednotlivými uzly a uzlem referenčním označíme uzlová napětí.
3. Napíšeme rovnici pro každý uzel pomocí I. Kirchhoffova zákona.
4. Proudů v prvcích obvodu vyjádříme pomocí uzlových napětí, napětí zdrojů a odporů (vodivostí) rezistorů. Tím získáme soustavu rovnic.
5. Řešením soustavy rovnic získáme uzlová napětí.
6. Pomocí uzlových napětí vypočítáme proudy a napětí na dílčích prvcích obvodu.

Řešený příklad přiblíží uvedený postup.

Příklad č. 1

Vypočítejte napětí na všech prvcích obvodu, kde $U = 50\text{ V}$, $I = 10\text{ A}$, $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 10\ \Omega$.



Krok č. 1

V zapojení označíme jednotlivé uzly **A**, **B** a jeden z uzlů zvolíme uzlem referenčním (R).

Krok č. 2

Mezi jednotlivými uzly a uzlem referenčním označíme uzlová napětí (U_A , U_B).
Označíme předpokládané směry skutečných proudů.

Krok č. 3

Napišeme rovnici pro každý uzel pomocí I. Kirchhoffova zákona.

Pro uzel A platí:

$$I_1 + I_3 - I_2 = 0$$

Pro uzel B platí:

$$I - I_3 - I_4 = 0$$

Krok č. 4

Proudy v prvcích obvodu vyjádříme pomocí uzlových napětí, napětí zdrojů a odporů (vodivostí) rezistorů. Tím získáme soustavu rovnic.

$$\frac{U - U_A}{R_1} + \frac{U_B - U_A}{R_3} - \frac{U_A}{R_2} = \frac{G_1(U - U_A) + G_3(U_B - U_A) - G_2 U_A}{0} = 0$$

$$I - \frac{U_B - U_A}{R_3} - \frac{U_B}{R_4} = \frac{I - G_3(U_B - U_A) - G_4 U_B}{0} = 0$$

Dosadíme číselné hodnoty do rovnic:

$$0,1(50 - U_A) + 0,1(U_B - U_A) - 0,1U_A = 0$$

$$10 - 0,1(U_B - U_A) - 0,1U_B = 0$$

Krok č. 5

Řešením soustavy rovnic získáme uzlová napětí.

Upravujeme obě rovnice:

$$5 - 0,1U_A + 0,1U_B - 0,1U_A - 0,1U_A = 5 - 0,3U_A + 0,1U_B = 0 \Rightarrow U_B = \frac{0,3U_A - 5}{0,1} = 3U_A - 50$$

$$10 - (0,1U_B - 0,1U_A) - 0,1U_B = 10 - 0,1U_B + 0,1U_A - 0,1U_B = 10 + 0,1U_A - 0,2U_B = 0$$

U_B dosadíme do druhé rovnice.

$$10 + 0,1U_A - 0,2(3U_A - 50) = 10 + 0,1U_A - 0,6U_A + 10 = 20 - 0,5U_A = 0$$

$$U_A = \frac{20}{0,5} = \underline{\underline{40V}}$$

$$U_B = 3U_A - 50 = \underline{\underline{70V}}$$

Krok č.6

Pomocí uzlových napětí vypočítáme napětí na dílčích prvcích obvodu.

$$U_{R1} = U - U_A = 50 - 40 = \underline{\underline{10V}}$$

$$U_{R2} = U_A = \underline{\underline{40V}}$$

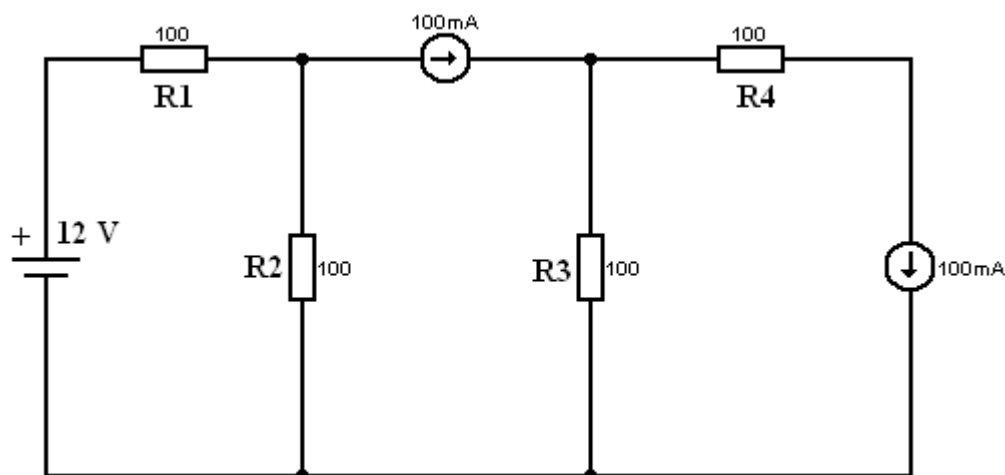
$$U_{R3} = U_B - U_A = 70 - 40 = \underline{\underline{30V}}$$

$$U_{R4} = U_B = \underline{\underline{70V}}$$

Proudy v prvcích obvodu bychom již snadno vypočítali podle Ohmova zákona.

Příklad č. 2 - k vlastnímu řešení

V obvodu na obrázku metodou uzlových napětí vypočítejte napětí na všech prvcích obvodu, proudy všemi prvky obvodu a výkony. Všechny rezistory mají odpor 100 Ω. Elektrické parametry zdrojů jsou vyznačeny na obvodu.



Správné výsledky¹:

$$[U_{R1} = 11 \text{ V}, U_{R2} = 1 \text{ V}, U_{R3} = 0 \text{ V}, U_{R4} = 10 \text{ V}]$$

$$[I_{R1} = 110 \text{ mA}, I_{R2} = 10 \text{ mA}, I_{R3} = 0 \text{ A}, I_{R4} = 100 \text{ mA}]$$

$$[P_{R1} = 1,21 \text{ W}, P_{R2} = 10 \text{ mW}, P_{R3} = 0 \text{ W}, P_{R4} = 1 \text{ W}]$$

Poznámka:

Můžete vypočítat i napětí proudových zdrojů. V pořadí zleva to je 1 V a 10 V.

¹ Výsledky byly zjištěny pomocí programu Circuit simulator (java applet - elektronický simulátor obvodů) a můžeme je vypočítat metodou uzlových napětí.