

1. Kirchhoffov zákon: Súčet prúdov pritekajúcich do jedného uzla sa rovná súčtu prúdov vytekajúcich z uzla

$$\Sigma \pm (I) = 0$$

2. Kirchhoffov zákon: V uzavretom obvode sa algebrický súčet napätí zdrojov rovná súčtu úbytkov napätí na jednotlivých odporoch

$$\Sigma \pm (U) = \Sigma \pm (IR)$$

Ak je obvod zložitejší, musíme napísať toľko rovníc, koľko je v obvode neznámych prúdov.

Aby bol celý postup čo najúspornejší, zhrnieme ho do niekoľkých pravidiel. Celý postup je naznačený na obr. 5.19.

1. Nakreslíme schému obvodu (obr. 5.19a).
2. Vyznačíme polaritu zdrojov prúdu, príp. napätia. Šípka vnútorného napätia smeruje vždy od kladnej svorky + k zápornej svorky - (obr. 5.19b).
3. Šípkou vyznačíme smery prúdov vo vetvách. Ak nepoznáme smery prúdov, zvolíme ľubovoľný smer šípek. Nesprávne odhadnuté smery sa prejaví po číselnom výpočte záporným znamienkom (obr. 5.19c).
4. V obvode vyznačíme smer postupu spočítavania jednotlivých napätí (obr. 5.19d).

Týmito bodom končí grafické vyznačovanie obvodu a môžeme pristúpiť k matematickému spracovaniu.

5. Napätie zdroja dosadíme ako kladné vtedy, keď je zhodný smer šípek zdroja a smer postupu v obvode.

6. Úbytky napätí IR sú kladné vtedy, keď je zhodný smer prúdu v príslušnom odpore a smer postupu v obvode.

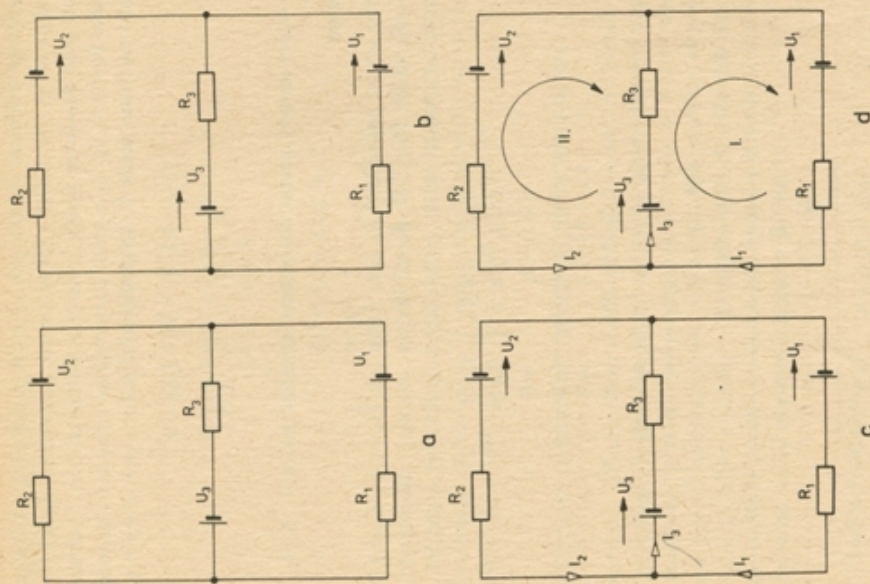
7. Napíšeme toľko rovníc podľa 2. Kirchhoffovho zákona, koľko je v obvode slučiek, cez ktoré neprechádza žiadna vetva (tým vylúčime zhodnosť rovníc).

8. Ďalšie potrebné rovnice napíšeme podľa 1. Kirchhoffovho zákona.

9. Riešime sústavu rovníc. Výsledkom riešenia je hodnota a polarita prúdov v jednotlivých vetvách.

Uvedený postup treba zachovať, lebo pri zložitejších obvodoch musíme riešiť veľký počet rovníc a mohlo by dôjsť k omylu.

Celý postup sa naučíme na konkrétnom príklade.



Obr. 5.19. Riešenie obvodu s viacerými zdrojmi

a — schéma obvodu, b — vyznačenie polarít zdrojov prúdu, c — vyznačenie smerov prúdu, d — vyznačenie smerov postupu v slučkách

Zostavme základné rovnice pre výpočet neznámych prúdov v obvode nakreslenom na obr. 5.19d. Obvod má dve samostatné slučky I a II. Dve rovnice teda napíšeme podľa 2. Kirchhoffovho zákona. V obvode sú tri neznáme prúdy I_1 , I_2 , I_3 , a preto potrebujeme celkom tri rovnice. Tretiu rovnicu napíšeme podľa 1. Kirchhoffovho zákona pre jeden z uzlov

$$\begin{aligned} -U_1 + I_1 R_1 + U_3 + I_3 R_3 &= 0 \\ -U_3 - I_2 R_2 + U_2 - I_3 R_3 &= 0 \\ I_1 + I_2 - I_3 &= 0 \end{aligned}$$

Riešením sústavy rovníc dostaneme neznáme prúdy I_1 , I_2 , I_3 .

Príklad

Riešte obvod nakreslený na obr. 5.19d, ak $U_1 = 4 \text{ V}$, $U_2 = 3 \text{ V}$, $U_3 = 5 \text{ V}$, $R_1 = 6 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$, $R_3 = 7 \Omega$

Základné rovnice:

$$\begin{aligned} -4 + I_1 \cdot 6 + 5 + I_3 \cdot 7 &= 0 \\ -5 - I_2 \cdot 2 + 3 - I_3 \cdot 7 &= 0 \\ I_1 + I_2 - I_3 &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 6I_1 + 7I_3 + 1 &= 0 \\ -2I_2 - 7I_3 - 2 &= 0 \\ I_1 &= I_3 - I_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 6(I_3 - I_2) + 7 \cdot I_3 + 1 &= 0 \\ -2I_2 - 7 \cdot I_3 - 2 &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 6I_3 - 6I_2 + 7I_3 + 1 &= 0 \\ -2I_2 - 7I_3 - 2 &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -6I_2 + 13I_3 + 1 &= 0 \\ -2I_2 - 7I_3 - 2 &= 0 / \cdot (-3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -6I_2 + 13I_3 + 1 &= 0 \\ 6I_2 + 21I_3 + 6 &= 0 \end{aligned}$$

Spočítajme obidve rovnice

$$\begin{aligned} 34I_3 &= -7 \\ I_3 &= -\frac{7}{34} = -0,20 \text{ A} \\ -2I_2 - 7I_3 - 2 &= 0 / \cdot (-1) \\ I_2 &= \frac{-0,6}{2} = -0,30 \text{ A} \\ I_1 &= I_3 - I_2 \\ I_1 &= -0,2 + 0,3 = 0,10 \text{ A} \\ I_1 &= 0,10 \text{ A} \end{aligned}$$

Podľa uvedeného príkladu vidíme, že aj pre jednoduchý obvod je riešenie zdĺhavé a pri väčšom počte slučiek môže ľahko dôjsť k omylu. Preto používame efektívnejšie a racionálnejšie metódy, ktoré znižujú počet rovníc alebo inak zjednodušujú celé riešenie.

5.8 METÓDY RIEŠENIA ZLOŽITEJŠÍCH OBVODOV

V obvodoch s väčším počtom slučiek a uzlov je teoretický rozbor alebo výpočet na základe doteraz uvedených spôsobov veľmi zdĺhavý a obťažný. Často nemusíme poznať všetky napätia a prúdy v celom obvode. V takomto prípade môžeme obvod riešiť oveľa jednoduchšie, ak použijeme niektoré princípy a poučky vyplývajúce z Kirchhoffových zákonov. V ďalšom uvedená poučka platia len pre lineárne obvody, teda obvody, v ktorých vzťah medzi napätím a prúdom je lineárny.

5.8.1 Poučka o superpozícii

V obvode s viacerými zdrojmi môžeme brať do úvahy pôsobenie každého zdroja samostatne. Výsledné prúdy, ktoré pretekajú jednotlivými vetvami, sú algebrickým súčtom čiastkových prúdov, ktoré vyvolávajú jednotlivé zdroje. Túto zákonitosť objavil Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz (1821–1894) a môžeme ju formulovať takto „Prúd vo