

## 6. Kirchhoffovy zákony



Složitější elektrické obvody se nazývají **elektrické sítě**. **Uzel** sítě je místo, kde se stýkají nejméně tři vodiče. Vodiivé spojení sousedních uzlů se nazývá **větev**. V této části se omezíme pouze na sítě, ve kterých jsou zdroje a rezistory a ve kterých mají hodnoty proudu a napětí ustálenou hodnotu. Při řešení sítí obvykle známe napětí zdrojů a hodnoty odporů rezistorů. Hledáme hodnoty proudů, které procházejí jednotlivými větvemi a napětí na jednotlivých rezistorech. Lze však také při známých hodnotách napětí a proudů určovat neznámé odpory. Využijeme k tomu zákony, které objevil v roce 1841 německý fyzik G. R. Kirchhoff:

**1. Kirchhoffův zákon (pro uzel elektrické sítě)** je důsledkem zákona zachování náboje. Částice s nábojem nemohou v uzlu vznikat ani zanikat. **Proto platí, že součet proudů do uzlu přitékajících je roven součtu proudů z uzlu odtékajících.**

**přitékající +  
odtékající-**

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0$$

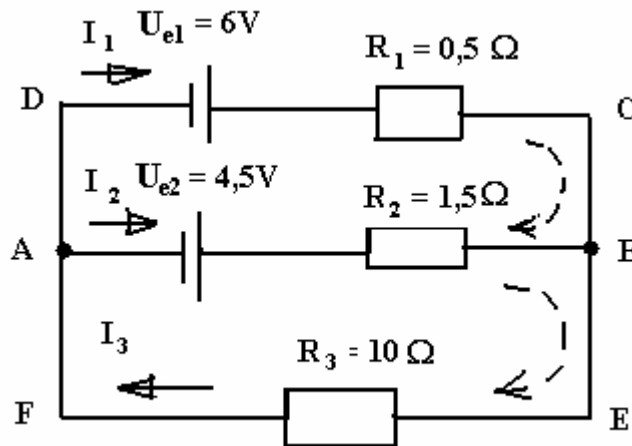
**2. Kirchhoffův zákon (pro jednoduchou smyčku elektrické sítě)** říká, že součet úbytků napětí na jednotlivých odporech obvodu je roven součtu elektromotorických napětí v tomto obvodu. Jestliže se ve smyčce nachází  $n$  rezistorů a  $m$  zdrojů, platí:

$$\sum_{k=1}^n R_k I_k = \sum_{j=1}^m U_{ej}$$

Postup při praktickém použití Kirchhoffových zákonů si ukážeme na příkladu elektrické sítě se dvěma uzly a třemi větvemi (obr. 12). Známe elektromotorická napětí zdrojů a odpory rezistorů. Chceme zjistit proudy ve větvích a napětí mezi uzly.

1. Nejprve zvolíme označení a kladnou orientaci proudů v jednotlivých větvích (bez ohledu na to, že skutečnou orientaci zatím neznáme).
2. Při sestavování rovnice na základě 1. Kirchhoffova zákona bereme proudy, jejichž vyznačený směr je orientován do uzlu s kladným znaménkem. Ostatní se znaménkem záporným. Například pro uzel B můžeme psát:

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad (1)$$



Obr. 12 Příklad jednoduché sítě

3. Při sestavování rovnice na základě 2. Kirchhoffova zákona vybereme v síti uzavřenou smyčku a zvolíme v ní směr obíhání (čárkované šipky). Elektromotorická napětí orientovaná souhlasně se směrem obíhání a úbytky napětí na rezistorech, kde zvolená orientace proudu souhlasí se směrem obíhání, píšeme kladným znaménkem. Ostatní se znaménkem záporným. Pro smyčku ADCB platí:

$$R_1 \cdot I_1 - R_2 I_2 = U_{e1} - U_{e2} \quad (2)$$

Pro smyčku ABEFA platí:

$$R_2 \cdot I_2 + R_3 \cdot I_3 = U_{e2} \quad (3)$$

Dosazením číselných hodnot do rovnic (1), (2) a (3) a zavedením neznámých  $x = I_1$ ,  $y = I_2$ ,  $z = I_3$  dostáváme soustavu rovnic:

$$x + y - z = 0$$

$$0,5x - 1,5y = 1,5$$

$$1,5y + 10z = 4,5$$

Hledané proudy jsou  $I_1 = 1,16\text{A}$ ,  $I_2 = -0,61\text{A}$ ,  $I_3 = 0,54\text{A}$ . Záporný výsledek u proudu  $I_2$  znamená, že skutečný směr proudu  $I_2$  je opačný než původně vyznačený směr ve schématu. Napětí mezi uzly B, A je orientováno stejně jako proud  $I_3$  a má hodnotu:

$$U_{BA} = R_3 I_3 = 5,4 \text{ V}$$

?

**Úkoly:**

1. Co nám říká první Kirchhoffův zákon? Napište jeho matematické vyjádření.
2. Co nám říká druhý Kirchhoffův zákon? Napište jeho matematické vyjádření.
3. Na konkrétním příkladu jednoduché elektrické sítě objasněte postup při použití Kirchhoffových zákonů.