

## 25. Zdroj elektromotorického napětí

### 1. Klíčová slova

Elektromotorické napětí, Ohmův zákon, elektrický proud, napětí, elektrický odpor.

### 2. Princip

Veličiny charakterizující zdroj elektromotorického napětí jsou stanoveny využitím Ohmova zákona, tzn. měřením napětí na zdroji a proudu jím procházejícím při různém zatížení zdroje.

### 3. Pomůcky

Elektrochemický zdroj, systém ISES s moduly voltmetrem a modulem ampérmetrem, odporová dekáda, vodiče.

### 4. Úkol

- Zjistěte závislost svorkového napětí  $U_{sv}$  zdroje elektromotorického napětí na proudu  $I$ , který jím protéká.
- Na základě měření v úkolu A zjistěte základní veličiny charakterizující zdroj elektromotorického napětí - jeho elektromotorické napětí  $\varepsilon$  a jeho vnitřní odpor  $R_i$ .
- Zjistěte závislost svorkového napětí  $U_{sv}$  zdroje elektromotorického napětí na velikosti odporu  $R$ .
- Na základě úkolu C zjistěte základní veličiny charakterizující zdroj elektromotorického napětí, tzn. jeho elektromotorické napětí  $\varepsilon$  a jeho vnitřní odpor  $R_i$  a srovnajte s výsledky dosažené v úkolu B.

### 5. Teorie:

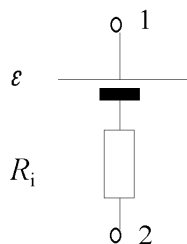
Zdrojem elektromotorického napětí (v dalším jen zdroj) může být elektrochemický článek, sluneční článek, nebo točivý generátor v elektrárně. Základní charakteristikou zdroje je elektromotorické napětí  $\varepsilon$  a vnitřní odpor  $R_i$  (viz. Obr. 25. 1).

Zapojíme-li takový zdroj do elektrického obvodu s rezistorem o odporu  $R$  (Obr. 25. 2), prochází obvodem proud  $I$ , jehož velikost je dána Ohmovým zákonem pro uzavřený obvod

$$I = \frac{\varepsilon}{R + R_i}. \quad (25.1)$$

Důsledkem přítomnosti vnitřního odporu  $R_i$  je tzv. svorkové napětí  $U_{sv}$ , to jest napětí mezi svorkami 1 a 2, závislé na proudu  $I$ , který protéká zdrojem, podle vztahu

$$U_{sv} = \varepsilon - R_i I. \quad (25.2)$$

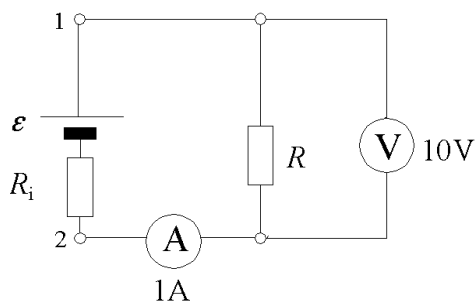


Ze vztahu (25.2) je zřejmé, že svorkové napětí  $U_{sv}$  je rovno elektromotorickému napětí zdroje  $\varepsilon$ , pokud neprochází zdrojem žádný proud, tj.  $I = 0$ . Z rovnice (25.1) vyplývá po menší úpravě vztah

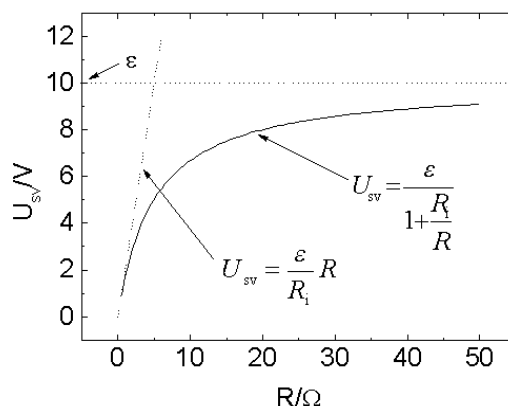
$$\frac{1}{I} = \frac{R_i}{\varepsilon} + \frac{R}{\varepsilon}. \quad (25.3)$$

Svorkové napětí je rovno napětí na zátěži a pomocí Ohmova zákona a rovnice (25.1) jej lze

Obr. 25. 1. Schéma elektromotorického zdroje napětí



**Obr. 25. 2.** Schéma zapojení elektrického obvodu vyjádřit



**Obr. 25. 3** Závislost svorkového napětí na zatěžovacím odporu

$$U_{sv} = RI = \frac{R\varepsilon}{R + R_i} = \frac{\varepsilon}{1 + \frac{R_i}{R}} \quad (25.4)$$

Pro  $R \ll R_i$  je přibližně

$$U_{sv} = \frac{\varepsilon}{R_i} R \quad (25.5)$$

### 6. Pokyny pro měření

Sestavte elektrický obvod podle schématu v Obr. 25. 2. Načtete konfigurační soubor **zdroj.cfg**. Měření je prováděno v pevně stanoveném počtu 14 kroků. Na dekádě nastavujte postupně odpor  $R$  0,5; 1;2;5  $\Omega$  a v rozmezí 10-100  $\Omega$  po kroku 10  $\Omega$ , pro každou hodnotu odporu dekády změřte svorkové napětí a proud obvodem.

### 7. Pokyny pro vyhodnocení

A. Sestrojte závislosti  $U_{sv} = f(I)$  a  $1/I = f(R)$ .

B. Veličiny  $\varepsilon$  a  $R_i$  zjistěte extrapolací měřených závislostí pro  $I=0$  a  $R=0$  porovnáním rovnic lineárních aproximací uvedených závislostí a teoretických rovnic (rovnice (25.2) a (25.3))

C. Sestrojte závislost  $U_{sv}=f(R)$ .

D. Závislost  $U_{sv}=f(R)$  má charakteristický tvar. Pro malé odpory odporu svorkové napětí roste lineárně, pro velké hodnoty odporu se limitně blíží k hodnotě elektromotorického napětí  $\varepsilon$ . Elektromotorické napětí  $\varepsilon$  určete z této závislosti extrapolací pro  $R \rightarrow \infty$ .

Pro odpory, které splňují podmínky  $R \ll R_i$ , se vztah mezi svorkovým napětím a odporem (25.4) zjednodušuje na přibližný

$$U_{sv} = \frac{\varepsilon}{R_i} R \quad (25.6)$$

kde  $\varepsilon/R_i$  je směrnice přímky. Z této přímkové aproximace vypočteme rovněž hodnotu vnitřního odporu  $R_i$ .

### 8. Kontrolní otázky

- Co je to elektrický proud.
- Definujte Ohmův zákon.
- Jaký je rozdíl mezi elektromotorických napětím zdroje a napětím svorkovým na zdroji?