

Úloha č. 4

Elektrická měření

Úkoly měření:

1. Sestrojte Voltův článek.
2. Seznamte se s multimetry a jejich zapojováním do obvodu.
3. Sestavte obvod pro určení vnitřního odporu zdroje.

Použité přístroje a pomůcky:

1. Zinková a měděná elektroda, kyselina, kádinka, svorky pro uchycení elektrod.
2. Proměnný odpor, ampérmetr, voltmetr, propojovací vodiče.
3. Technické listy k měřicím přístrojům (k určení tříd přesnosti pro jednotlivé rozsahy).

Základní pojmy, teoretický úvod:

Elektromotorické napětí

Zdroj elektromotorického napětí (neboli zdroj EMN) udržuje jisté napětí mezi svými svorkami. Aby ho udržel i při odběru proudu (při zatížení), musí být schopen konat práci na nosičích náboje.

Ideální EMN zdroj má nulový vnitřní odpor. Napětí na jeho svorkách je stále rovno elektromotorickému napětí ε . Reálný zdroj EMN má nenulový vnitřní odpor. Napětí na jeho svorkách je rovno elektromotorickému napětí ε pouze v případě, že zdrojem neprochází žádný proud. Jednotkou EMN v soustavě SI je volt, tedy stejná jednotka jako pro napětí.

Měřicí přístroje

Pro měření elektrických veličin se používají měřicí přístroje, které se dělí na dvě základní skupiny:

- a) založené na účincích elektrického proudu,
- b) založené na elektrostatickém působení elektrických nábojů.

Podle druhu měřené veličiny je to například:

- a) voltmetr – pro měření napětí,
- b) ampérmetr – pro měření proudu,
- c) ohmmetr – pro měření odporu,
- d) wattmetr – pro měření výkonu elektrického proudu.

Konstrukčně je dělíme na analogové a digitální. Analogové vyhodnocují měřenou veličinu spojitě pomocí pohybujícího se ukazatele (ručička). Digitální vyhodnocují veličinu numericky a zobrazují ji na displeji.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky



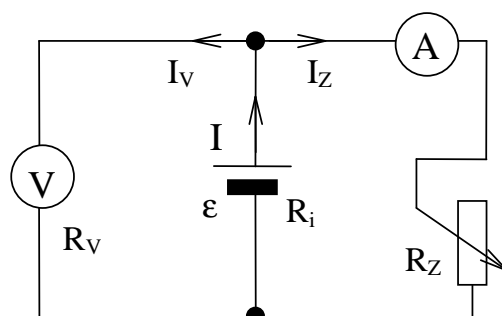
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Voltmetr

Přístroj k měření napětí (rozdílů potenciálů) se nazývá voltmetr. Při měření napětí mezi dvěma body obvodu připojujeme voltmetr mezi tyto body a měřený obvod nepřerušujeme. Odpor voltmetru musí být mnohem vyšší než odpor kteréhokoliv prvku obvodu, k němuž je voltmetr připojen. V opačném případě by proud tekoucí měřicím přístrojem již nebyl zanedbatelný a zmenšil by měřené napětí. Zapojení voltmetru je uvedeno na Obr. 1.

Ampérmetr

Přístroj používaný k měření proudu se nazývá ampérmetr. Abychom mohli měřit proud ve vodiči, musíme obvod přerušit a vložit ampérmetr, takže proud prochází přístrojem, viz. Obr. 1. Je důležité, aby odpor R_A byl velmi malý ve srovnání s ostatními prvky v obvodu, v opačném případě by přítomnost ampérmetru zmenšila měřený proud.



Obr. 1 Způsob zapojení voltmetru a ampérmetru do obvodu

Jak zapojit multimetru jako voltmetr, ohmmetr a ampérmetr?

Značným problémem mezi studenty v laboratorním cvičení bývá zapojení multimetru do obvodu. Platí, že vždy je jeden vodič připojen k vstupu s označením „COM“ a druhý kabel se připojuje dle požadovaného přístroje. Pokud chceme voltmetr, tak jej připojíme k vstupu s označením „V“. Stejným způsobem zapojujeme ohmmetr. Liší se zvoleným úsekem stupnice vybraným pomocí otočného přepínače. Pokud ale požadujeme ampérmetr, tak připojíme druhý konektor do vstupu s označením 10 A, resp. mA. Záleží na předpokládané velikosti proudu. V praxi se postupuje tak, že se vždy zvolí nejvyšší rozsah a v případě zobrazených nízkých hodnot na displeji se postupně přepíná na nižší rozsahy.

Odpor a rezistor

Jestliže ke koncům měděné a skleněné tyče stejného tvaru přiložíme stejné napětí, naměříme velmi odlišné proudy. Je to způsobeno tím, že měděná a skleněná tyč mají různý elektrický odpor. Odpor neboli rezistanci mezi libovolnými dvěma body vodiče určíme tak, že přiložíme napětí U mezi tyto body a změříme proud, který vodičem prochází.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Odpor R je pak:

$$R = \frac{U}{I} \quad (1)$$

Z rovnice plyne, že jednotkou odporu je v soustavě SI volt na ampér. Tato jednotka se vyskytuje tak často, že dostala svůj vlastní název *ohm* [Ω]. Platí $1\Omega = \text{V}\cdot\text{A}^{-1}$.

Dříve se užíval termín odpor i pro součástky, tedy pro *rezistory*. Takové nedůslednosti lze tolerovat pouze v případě, že nedochází k nedorozumění. Proto budeme důsledně dodržovat: **součástka se nazývá rezistor, zatímco vlastnost součástky se nazývá odpor.**

Rezistory patří mezi typické *pasivní prvky*. Dále mezi ně patří například cívky a kondenzátory.

Pod pojmem rezistor rozumíme prvek s převážně *elektrickým (ohmickým odporem)*. Rezistor má protékajícímu elektrickému proudu klást jen ohmický odpor bez reaktančních složek. Ve skutečnosti má rezistor vždy určitou parazitní kapacitu anebo indukčnost, které nemůžeme zanedbat, především při vyšších frekvencích.

Odpor měrný (specifický) vodivého materiálu je veličina, představující ohmický odpor jednotkové délky a jednotkového průřezu.

V tabulkách se udává pro 1 m délky při průřezu 1 mm². Označuje se řeckým písmenem ρ (ró). Odpor určité délky odporového drátu se vypočítá podle vztahu:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} \quad (2)$$

kde l je délka vodiče, ρ je měrný odpor vodiče a S je plocha kolmého průřezu na osu vodiče.

Ze známých materiálů má největší měrný odpor uhlík a dále slitiny kovů: chromnikl, konstantan, manganin, nikelin apod. Měrný odpor se ve většině případů v tabulkách udává při 18 °C, pro jiné teploty se musí přepočítat.

Obecně platí, že odpor čistých kovů se vzrůstající teplotou vzrůstá – mají kladný teplotní součinitel. Naopak záporný teplotní součinitel, tedy menší odpor s rostoucí teplotou, vykazuje uhlík, polovodiče, elektrolyty a některé slitiny.

Odpor ohmický – též odpor činný – je vlastnost některých látek (materiálů) klást odpor pronikajícím elektronům. Celkový odpor konkrétní součástky záleží na rozměrech a příslušném měrném odporu materiálu.

Převrácenou hodnotou odporu je *vodivost (konduktance)*:

$$G = \frac{1}{R} \quad (3)$$

Jednotkou vodivosti je v SI soustavě siemens, $S = \Omega^{-1}$.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky



Podle konstrukce rozdělujeme rezistory na dvě základní skupiny:

1. *Neproměnné (pevné) rezistory* - hodnotu odporu nemůžeme regulovat během provozu.
2. *Proměnné rezistory* - hodnotu elektrického odporu můžeme měnit mechanickým způsobem.

Voltův článek

Voltův článek je primární zdroj stejnosměrného napětí. Je pojmenován po Alessandru Voltovi, který jej využil při sestavení tzv. Voltova sloupu.

Standardně je Voltův článek tvořen měděnou a zinkovou elektrodou v elektrolytu tvořeném zředěnou kyselinou sírovou. V laboratořích fyziky se bude ale z důvodů bezpečnosti používat pouze elektrolyt tvořený zředěnou kyselinou citronovou.

V případě použití zředěného roztoku kyseliny sírové jako elektrolytu, je výsledné elektromotorické napětí cca 1,2 V. Je dáno součtem potenciálu mezi mědí a elektrolytem (+0,4 V) a mezi zinkem a elektrolytem (-0,8 V). Po zapojení spotřebiče do obvodu teče obvodem proud I_z a elektromotorické napětí klesne na napětí svorkové U_z .

Článek, který bude sestavován v laboratorním cvičení, má tlustou vrstvu elektrolytu a bude mít tedy vysoký vnitřní odpor. Po zapojení do obvodu bude schopen dodávat proud pouze v miliampérech. Pro relevantnost dat je navíc vhodné nezatěžovat zdroj příliš dlouho velkým odběrem proudu, protože pak by docházelo ke změnám vnitřního odporu zdroje.

Při připojení vnější zátěže o hodnotě odporu R_e bude podle II. Kirchhoffova zákona obvodem téci proud

$$I = \frac{\varepsilon}{R_i + R_e} \quad (4)$$

takže příslušné svorkové napětí (tj. napětí na zátěži) bude

$$U_z = \varepsilon - R_i I_z \quad (5)$$

Postupy měření a pokyny k úloze:

1. Sestrojíme Voltův článek, měděnou a zinkovou elektrodu uchytkáme do svorek a vložíme do zředěného roztoku kyseliny citronové.
2. Nastavíme na proměnném rezistoru nejvyšší hodnotu odporu.
3. Dle schématu obvodu na Obr. 1 připojíme propojovací vodiče a zapojíme proměnný odpor, voltmetr a ampérmetr.
4. Otočením centrálního přepínače na multimetru nastavíme příslušné rozsahy.
5. Snižujeme hodnotu odporu rezistoru a sledujeme změny svorkového napětí U_z proudu I_z . Zapište U_z a I_z pro 20 nastavených hodnot odporu rezistoru ve směru klesající zátěže a 20 nastavených hodnot odporu rezistoru ve směru rostoucí zátěže.
6. Sestrojte graf závislosti U_z na I_z pro sestupné a vzestupné hodnoty odporu rezistoru.
7. Z rovnic regrese pro závislost U_z na I_z (v sestupném a vzestupném směru) stanovte hodnoty ε a R_i (viz. rovnice 5). Určete nejistoty zjištěných veličin.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně