

Úloha č. 1b

Voltův článek, ampérmetr, voltmetr, ohmmetr

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

Přístroje dělíme 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 pohyblivého ukazatele (ručička). Digitální vyhodnocují veličinu numericky a zobrazují ji na displeji.

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



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

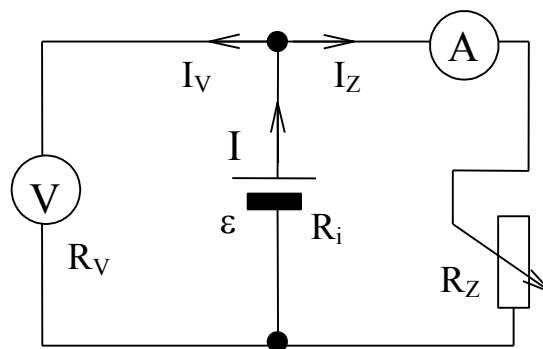
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

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

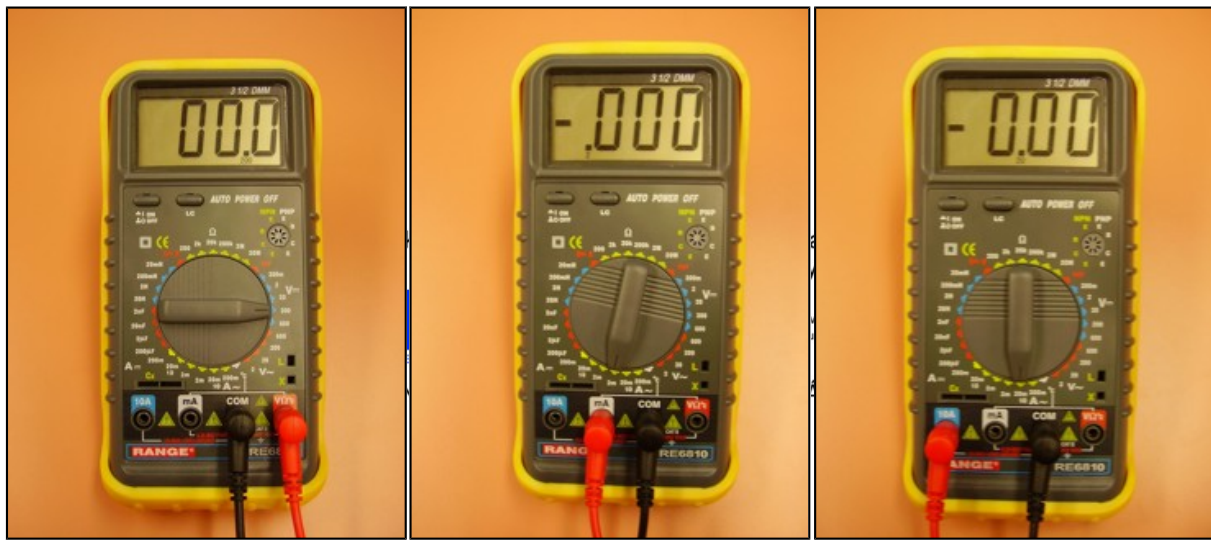
Přístroj používaný k měření proudu se nazývá ampérmetr. Abychom mohli měřit proud ve vodiči, musíme obvod přerušit a vložit ampérmetr, takže proud prochází přístrojem, viz obr. 1. Je důležité, aby odpor R_A byl velmi malý ve srovnání s ostatními prvky v obvodu, v opačném případě by přítomnost ampérmetru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



Obr. 1 Způsob zapojení voltmetru a ampérmetru do obvodu

Zapojení multimetrů jako voltmetr, ohmmetr a ampérmetr

Značným problémem mezi studenty v laboratorním cvičení bývá zapojení multimetrů do obvodu. Jakým způsobem se k multimetru připojují měřicí kabely, ukazuje obrázek 2. 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.



Obr. 2 Zapojení měřicích kabelů do multimetru, zleva – voltmetr resp. ohmmetr, uprostřed ampérmetr s rozsahem v miliampérech, vpravo ampérmetr s rozsahem do 10 A

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.

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) a tedy platí:

$$1\Omega = 1V \cdot A^{-1} \quad (2)$$

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.

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



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

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:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} \quad (1)$$

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

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)*:

$$G = \frac{1}{R} \quad (2)$$

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

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.

Neproměnné rezistory se dělí podle výrobního postupu a použitého materiálu na:

1. *Vrstvové* – odporový materiál je nanesený na keramickém tělisku různého geometrického tvaru (válec, hranol, destička).

Podle *typu vrstvy* se dělí na:

- a) metalizované,
- b) metaloxidové,

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



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

- c) uhlíkové,
 - d) speciální (vysokoohmové, vysokonapět'ové, s potlačenou indukčností atd.).
2. *Drátové* – odporový drát je navinutý v jedné nebo více vrstvách na keramické trubce, válci nebo destičce.

Podle *povrchové ochrany* vinutí se dělí na:

- a) lakové,
 - b) tmelené,
 - c) smaltované.
3. *Objemové* – lisování uhlíkových částic do odporových tyčinek.

Proměnné rezistory se dělí z konstrukčního hlediska na:

- a) *spojitě nastavitelné* (trimry, potenciometry),
- b) *nastavitelné ve stupních* (odporové dekády).

Značení rezistorů

S rozšířeným způsobem značení hodnot rezistorů nás seznamuje následující tabulka:

Tab. 1 Značení rezistorů

10, 56, 120, 240, 430, 680, 910	1k, 5k6, 8k2, 12k, 24k, 43k, 91k	M1, M56, 1M2, 2M4, 4M3, 6M8, 10M
------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

V levém sloupci tabulky je množina čísel, jejichž společným znakem je to, že za číslicí není žádné pojmenování. Do této skupiny patří čísla větší než 0 a menší než 1000. Všem číslům první množiny přísluší pojmenování Ω (ohmy). Čteme tedy 10 ohmů, 56 ohmů atd.

Do druhé skupiny patří čísla s označením k, což je značka předpony kilo, tedy 1000. Do této skupiny patří hodnoty větší než 1000 a menší než 100k. Čteme je tak, jak se píše, tedy například 5k6 čteme „pět ká šest“ a jeho velikost je 5600 Ω .

Společným znakem třetí skupiny je písmeno M, což je zkratka předpony mega a ta značí řád milionů. M1 čteme „em jedna“ a značí 100 000 Ω . 2M4 čteme „dva em čtyři“ a značí 2 400 000 Ω .

Odpory se nevyrábějí ve všech hodnotách odporů, ale v tzv. řadách jmenovitých hodnot. Nejznámější je řada E 12, která obsahuje prvky: 10-12-15-18-22-27-33-39-47-56-68-82. K těmto hodnotám se pak přiřazuje jedna nebo několik nul, takže se vyskytují v různých řádech.

Další z možností značení rezistorů je pomocí barevného kódu. Používá se 12 barev, které se nanášejí ve formě úzkého proužku vedle sebe po obvodu válcového těla rezistoru.

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



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Tab. 2 Barevná značení rezistorů

Barva	1. číslice	2. číslice	násobitel	odchylka
stříbrná	-	-	10^{-2}	$\pm 10 \%$
zlatá	-	-	10^{-1}	$\pm 5 \%$
černá	-	0	1	-
hnědá	1	1	10	$\pm 1 \%$
červená	2	2	10^2	$\pm 2 \%$
oranžová	3	3	10^3	-
žlutá	4	4	10^4	-
zelená	5	5	10^5	$\pm 0,5 \%$
modrá	6	6	10^6	$\pm 0,25 \%$
fialová	7	7	10^7	$\pm 0,1 \%$
šedá	8	8	10^8	-
bílá	9	9	10^9	-
žádná	-	-	-	$\pm 20 \%$

Jak postupovat při určení odporů?

1. Zjistíme, na které straně jsou proužky naneseny blíže k okraji, tam je začátek barevného kódu.
2. První a druhý proužek udává dvojčíslí, které patří do číselné řady jmenovitých hodnot.
3. Za dvojčíslí napíšeme tolik nul, kolik udává číslo ve druhém sloupci, které vyhodnotíme pomocí třetího proužku.
4. Čtvrtý proužek udává dovolenou odchylku v procentech.

Voltův článěk

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

Standardně je Voltův článěk 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 dlouhou velkým odběrem proudu, protože pak by docházelo ke změnám vnitřního odporu zdroje.

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



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

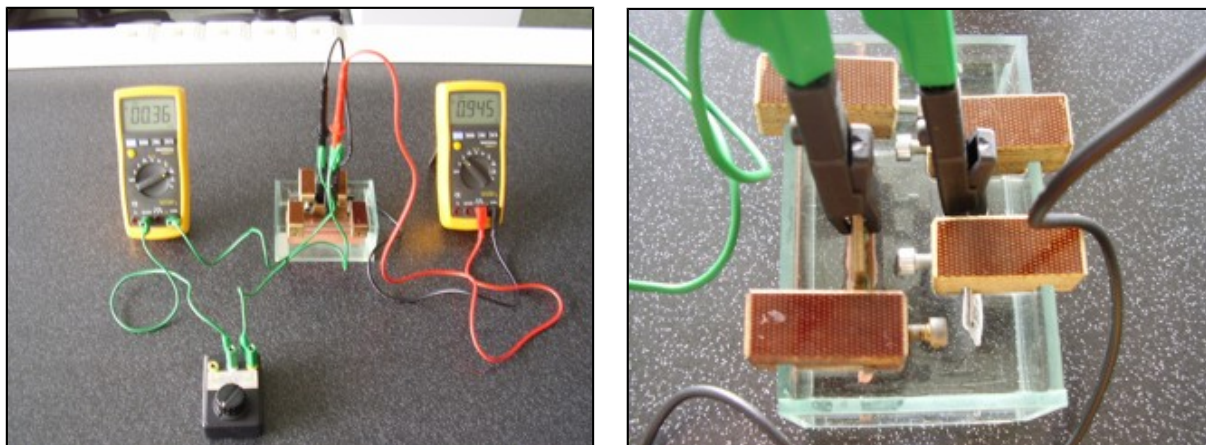


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Postupy měření a pokyny k úloze:

1. Sestrojíme Voltův článek zobrazený na obr. 3 vpravo: měděnou a zinkovou elektrodu uchytneme 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. Nastavíme otočením centrálního přepínače na přístrojích příslušné rozsahy.
5. Snižujeme hodnotu odporu rezistoru a sledujeme změny svorkového napětí U_z a proudu I_z . Zapište U_z a I_z pro 10 nastavených hodnot odporu rezistoru.
6. Sestrojte graf závislosti U_z na I_z pro sestupné hodnoty odporu rezistoru.
7. Vypište si pro nastavené rozsahy přístrojů chyby měření z technických listů přístroje.
8. Určete chyby u měřených veličin.



Obr. 3 Vlevo měřicí aparatura pro určení vnitřního odporu zdroje, vpravo detail Voltova článu

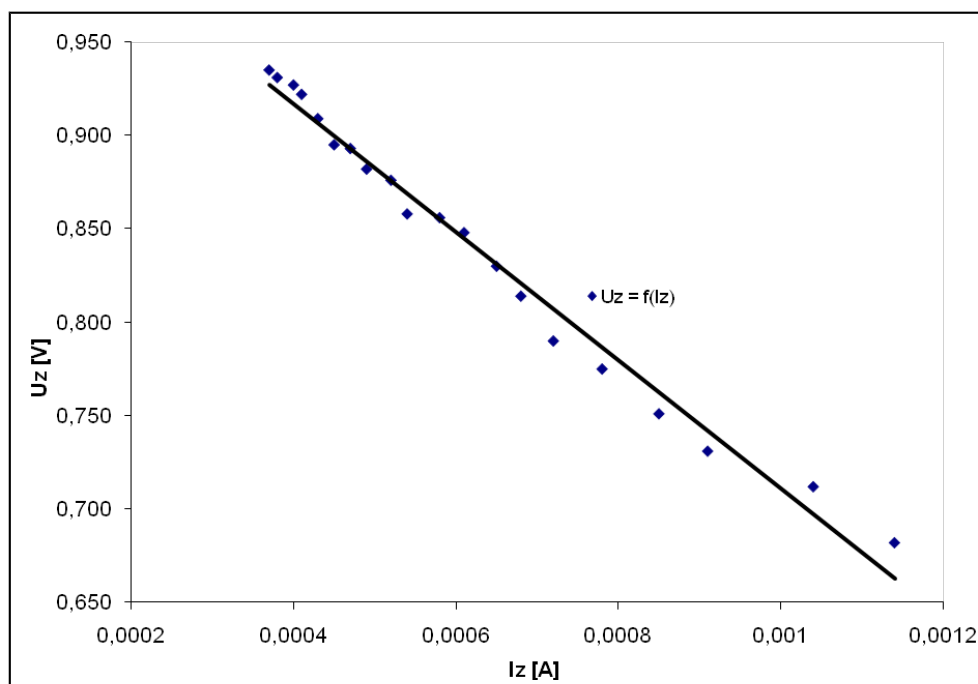
Jako ukázka změny svorkového napětí a proudu při snižování odporu na rezistoru je uveden obr. 4.

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



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 4 Závislost svorkového napětí na proudu (pro sestupné hodnoty odporu na reostatu)

Seznam použité a doporučené literatury:

- [1] Halliday D., Resnick R., Walker J.: Fyzika, VUT v Brně, Nakladatelství VUTIUM, (2000).
- [2] Žižka M., Stuchlíková Ľ.: Elektronické prvky, Vydavatelství STU v Bratislave (1999).
- [3] Malina V.: Poznáváme elektroniku VI, Kopp nakladatelství České Budějovice (2001).
- [4] Malina V.: Poznáváme elektroniku I, Kopp nakladatelství České Budějovice (2001).

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



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ