

T É M A : ZÁVISLOST SVORKOVÉHO NAPĚTÍ ZDROJE NA ELEKTRICKÉM PROUDU V OBVODU

Vypracoval/a:

Třída:

Spolupracoval/a:

Datum:

ANOTACE:

Cílem této laboratorní práce je, aby si žáci prakticky vyzkoušeli měření elektrického napětí a elektrického proudu v obvodu, regulaci proudu reostatem a vytvoření grafu vyjadřujícího závislost svorkového napětí zdroje na elektrickém proudu v obvodu.

TEORIE:

OHMŮV ZÁKON PRO UZAVŘENÝ OBVOD

Na obrázku vidíme jednoduchý elektrický obvod se zdrojem stejnosměrného elektrického napětí, žárovkou a spínačem. Voltmetrem změříme napětí mezi body M a N nejdříve na rozpojeném spínači a potom při sepnutém spínači.

V prvním případě, kdy žárovkou neprochází elektrický proud, měříme voltmetrem napětí tzv. **nezatíženého zdroje**. Říkáme mu **napětí naprázdno** a značíme je U_0 (nepatrný proud procházející voltmetrem zanedbáváme). Víme, že napětí naprázdno má stejnou velikost jako elektromotorické napětí zdroje U_e .

$$U_0 = U_e$$

V druhém případě, kdy po sepnutí spínače proud žárovkou prochází a ze zdroje je odebírána určitá energie, měříme voltmetrem **napětí zatíženého zdroje**. Označujeme je jen U bez indexu. Porovnáme-li obě naměřené hodnoty, zjistíme, že:

$$U < U_0$$

$$U < U_e$$

Abychom mohli tento závěr srozumitelně vysvětlit, budeme muset prozkoumat celý uzavřený obvod, a zabývat se tedy i ději ve vnitřní části obvodu – uvnitř zdroje napětí.

Vnější část obvodu tvoří spotřebiče, vodiče, spínače, rezistory a další elektrické prvky připojené ke svorkám zdroje. Odpor této části obvodu nazýváme **vnější odpor obvodu R** .

Vnitřní část obvodu tvoří vodivý prostor mezi svorkami uvnitř zdroje. Odpor této části obvodu nazýváme **vnitřní odpor zdroje** a značíme jej R_i .

V případě uzavřeného obvodu prochází proud oběma částmi obvodu. Zdroj napětí vydává energii $E_z = Q U_e$, která se přeměňuje na energii E elektrického pole ve vnější části obvodu a energii E_i elektrického pole uvnitř zdroje.

Ze zákona zachování energie vyplývá:

$$E_z = E + E_i$$

Po dosazení vztahů pro jednotlivé energie získáme: $Q U_e = Q U + Q U_i$
 $\underline{U_e = U + U_i}$

Vyjádříme-li podle Ohmova zákona pro část obvodu napětí jako součin proudu procházejícího obvodem a příslušného odporu, dostaneme:

$$U_e = R I + R_i I$$

$$U_e = I (R + R_i)$$

$$I = \frac{U_e}{R + R_i}$$

Poslední uvedený vztah nazýváme **Ohmův zákon pro uzavřený obvod**. Proud v uzavřeném obvodu je roven podílu elektromotorického napětí zdroje a celkového odporu obvodu, který je dán součtem odporů vnější a vnitřní části obvodu.

Ze vztahu vyplývá, že proud v obvodu je ovlivněn parametry zdroje, což jsou elektromotorické napětí zdroje a vnitřní odpor zdroje, a odporem vnější části obvodu.

Veličinu $U = R I$ nazýváme **svorkové napětí zdroje při průchodu proudu I** (napětí zatíženého zdroje, napětí na vnější části obvodu).

Veličinu $U_i = R_i I$ nazýváme **úbytek napětí na zdroji** (úbytek napětí na vnitřní části obvodu).

Z Ohmova zákona pro uzavřený obvod odvodíme: $U + R_i I = U_e$

$$U = U_e - R_i I$$

Na základě tohoto vztahu vidíme, jak závisí svorkové napětí zatíženého zdroje na velikosti procházejícího proudu. Vidíme, že svorkové napětí musí být vždy menší než elektromotorické napětí zdroje. Příčinou je tedy vnitřní odpor zdroje. Reálné zdroje napětí mají vždy nenulový vnitřní odpor.

Podle hodnoty vnitřního odporu R_i rozlišujeme **tvrdé zdroje napětí** s velmi malým vnitřním odporem a **měkké zdroje napětí** s větším vnitřním odporem. Příkladem tvrdého zdroje je akumulátorová baterie, jejíž vnitřní odpor může dosahovat řádově setiny ohmu. Příkladem měkkého zdroje je plochá baterie, jejíž vnitřní odpor má hodnotu jednotek ohmů.

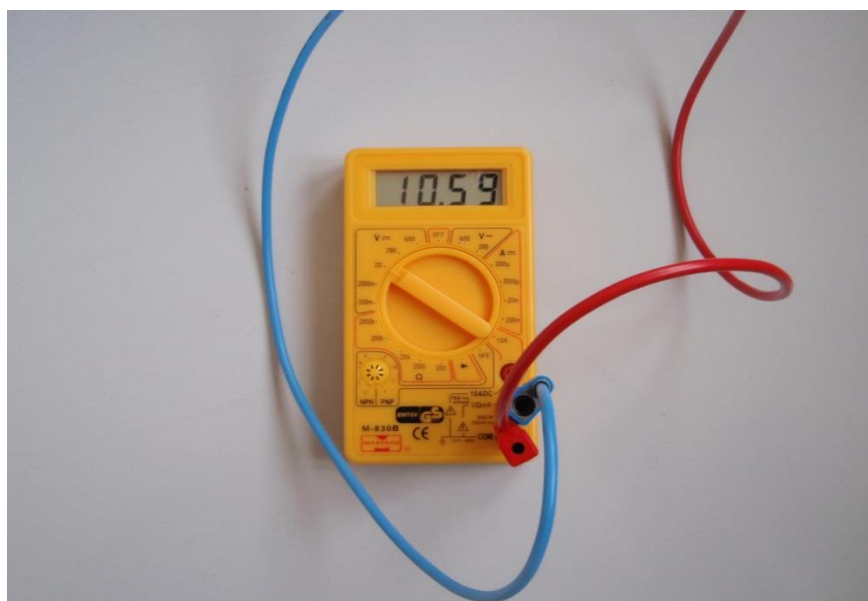
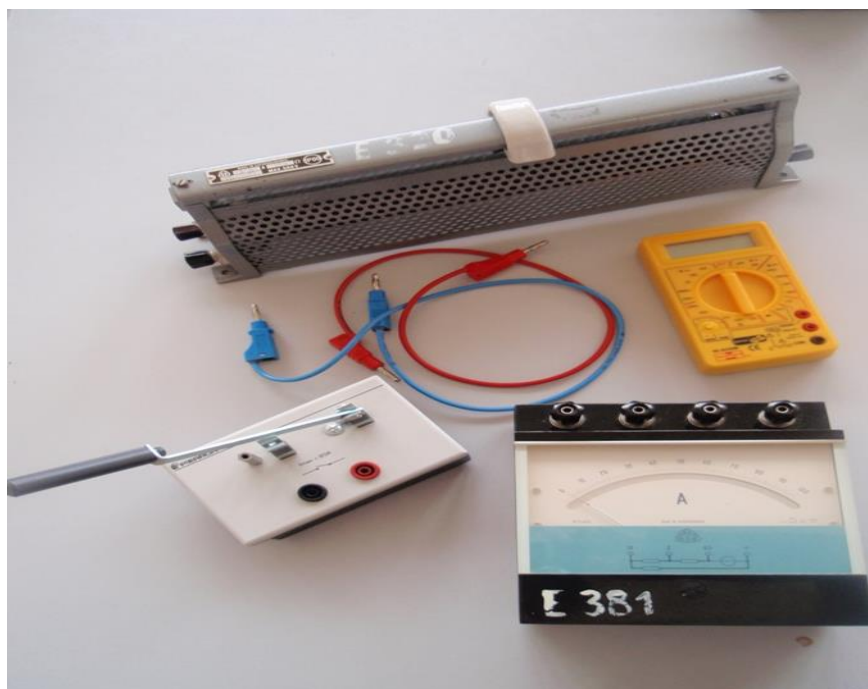
Jestliže spojíme svorky zdroje na malou chvíli pouze spojovacím vodičem, nastane spojení nakrátko, tedy zkrat. V tomto případě je vnější odpor téměř nulový, proto napětí $U = 0$ a proud v obvodu dosahuje maximální hodnoty označené I_{max} .

Ohmův zákon bude mít tvar:

$$I_{max} = \frac{U_e}{R_i}$$

Této hodnotě elektrického proudu říkáme zkratový proud. Zvláště nebezpečné jsou zkratové proudy u akumulátorů a u rozvodné elektrické sítě. Zkratu lze předejít zařazením pojistek a jističů do elektrického obvodu. Tyto prvky zajistí přerušení elektrického obvodu v případě zkratu.

FOTO:



PŘÍPRAVA:

1. Zopakujte si učivo: Elektrický proud a elektrické napětí, elektrický odpor vodiče, Ohmův zákon pro část obvodu a pro uzavřený obvod, vnitřní odpor zdroje, zatěžovací charakteristika zdroje, vedení elektrického proudu v kovech.
2. Připomeňte si průběh zatěžovací charakteristiky zdroje a které důležité hodnoty napětí a proudu z ní můžeme určit.

ÚKOL:

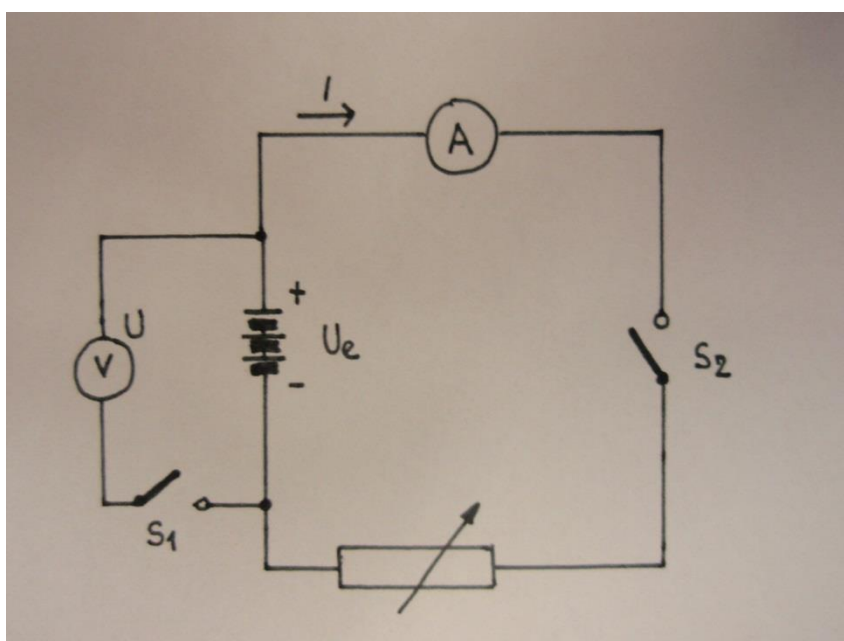
Prozkoumejte závislost svorkového napětí zdroje na elektrickém proudu procházejícím obvodem

POMŮCKY:

Stejnoseměrný zdroj napětí (např. plochá baterie 4,5 V), ampérmetr, voltmetr, reostat (100 Ω – 200 Ω), spínač, spojovací vodiče

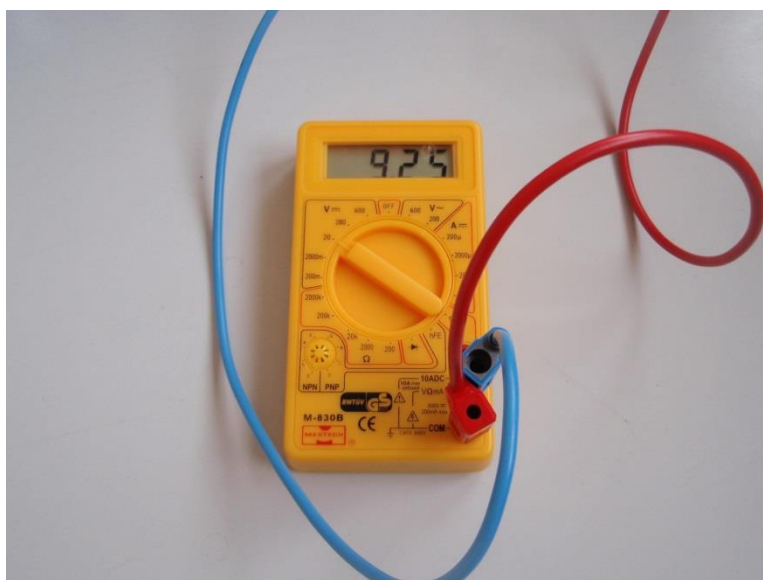
POSTUP:

1. Sestavte obvod podle následujícího schématu a neuzavírejte obvod (spínače nechte neseprnuté):



2. V obvodu jsou zapojeny ampérmetr a voltmetr. Na obou přístrojích nastavte zpočátku maximální rozsahy.
3. Polohu posuvného kontaktu reostatu nastavte tak, aby odpovídala maximálnímu odporu reostatu.
4. Pečlivě zkontrolujte polaritu připojeného zdroje napětí a sepněte oba spínače.
5. Rozsahy měřicích přístrojů přizpůsobte hodnotám proudu a napětí.
6. Nejprve změřte hodnotu napětí nezátíženého zdroje, tzv. napětí naprázdno. Rozepněte spínač S_2 a na voltmetru odečtěte hodnotu tohoto napětí. Pak spínač S_2 opět sepněte. Hodnotu napětí $U_0 = U_e$ si poznamenejte.
7. Pohybem posuvného kontaktu reostatu postupně snižujte jeho odpor. Při každé nastavené poloze kontaktu reostatu odečtěte hodnoty proudu a napětí z ampérmetru a voltmetru. Při měření by proud neměl překročit hodnotu 300 mA. V zájmu šetření baterie vykonajte měření tak, že při vyšších proudech obvod uzavřete jen na dobu nezbytně nutnou k získání údajů.

8. Provedte celkem 15 měření.
9. Naměřené hodnoty zapište do připravené tabulky.
10. Na závěr měření snižte pomocí reostatu proud na minimum, vypněte spínače a odpojte zdroj napětí.
11. Sestrojte graf závislosti svorkového napětí zatíženého zdroje na procházejícím proudu. Popište tvar této charakteristiky a vysvětlete význam významných bodů v grafu.
12. Určete vnitřní odpor zdroje. Vyjděte ze vztahu $R_i = \frac{|\Delta U|}{\Delta I}$. Hodnoty ΔU a ΔI vyčtěte ze zatěžovací charakteristiky zdroje.
13. Vysvětlete, proč neleží všechny body zjištěné měřením na jedné přímce. Uveďte možné příčiny chyb měření.
14. Vypočítejte, jak velký proud by procházel zdrojem při zkratu.



VYPRACOVÁNÍ:

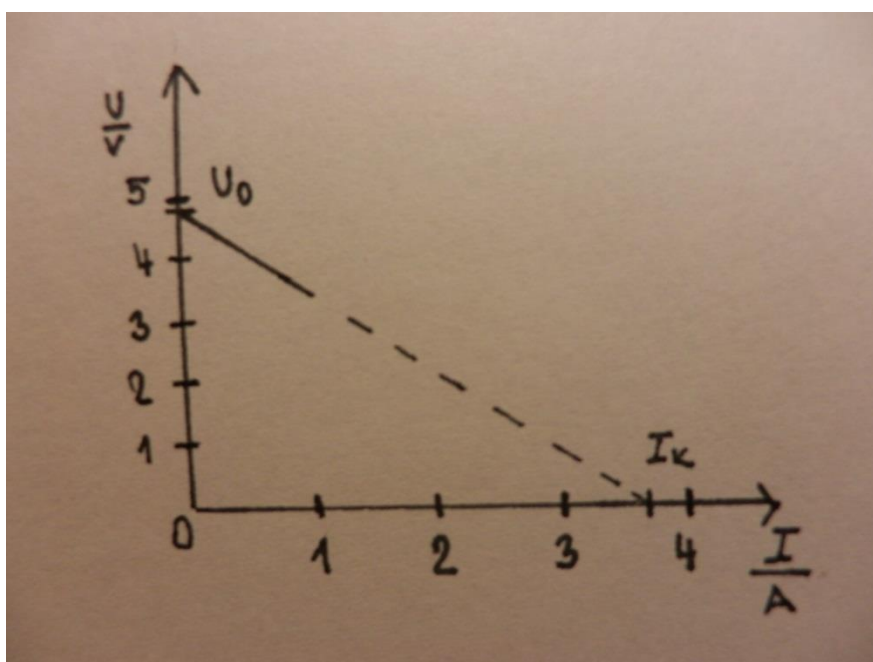
Měřením podle bodu 6 jsme zjistili hodnotu napětí nezatíženého zdroje: $U_0 = \dots\dots\dots$ V

TABULKA:

číslo měření	U/V	I/A
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

Výpočet vnitřního odporu zdroje: $R_i = \dots\dots\dots$

Graf závislosti svorkového napětí zatíženého zdroje na velikosti procházejícího proudu:



ZÁVĚR:

Žáci si vyzkoušeli práci s elektrickými měřicími přístroji. Zapojili ampérmetr a voltmetr do obvodu stejnosměrného proudu. Naučili se správně zapojit potenciometr a vyzkoušeli si jeho funkci. Poznali, v jakém vztahu jsou hodnoty napětí nezatíženého a zatíženého zdroje. Na základě naměřených hodnot sestrojili zatěžovací charakteristiku zdroje.

SHRNUTÍ:

Napětí naměřené na svorkách zdroje (svorkové napětí U) závisí na zatížení zdroje, tj. na hodnotě proudu I , který zdrojem prochází. S rostoucím proudem svorkové napětí klesá.

Pro svorkové napětí $U = R I$ platí: $U = U_e - R_i I$, kde R je elektrický odpor vnější části obvodu, U_e je elektromotorické napětí zdroje a R_i je vnitřní odpor zdroje. Svorkové napětí je lineární funkcí proudu. Z naměřené funkční závislosti $U = f(I)$ můžeme určit vnitřní odpor zdroje. Z předcházejícího vztahu dostaneme: $R_i = \frac{|\Delta U|}{\Delta I}$. Hodnoty ΔU a ΔI vyčteme ze zatěžovací charakteristiky zdroje.

Na základě domácí přípravy a tohoto laboratorního cvičení odpovězte na následující otázky:

1. Co je vnější a vnitřní část elektrického obvodu?
2. Z Ohmova zákona pro uzavřený obvod odvoďte vnitřní odpor zdroje.
3. Co je to potenciometr?
4. Jak můžeme změřit elektromotorické napětí zdroje pomocí voltmetru?
5. Vysvětlete spojení nakrátko.
6. Jaký tvar má zatěžovací charakteristika zdroje?

SEZNAM ZDROJŮ:

- [01] Lepil Oldřich, Šedivý Přemysl. Elektřina a magnetismus pro gymnázia. 5. vydání. Prométheus Praha, 2000
ISBN 80-7196-202-3
- [02] Svoboda Emanuel a kol.: Přehled středoškolské fyziky, 3. vydání. Prometheus Praha, 1996
ISBN 80-7196-116-7

METODICKÝ LIST

Název školy	Gymnázium a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky Zlín
Autor	Mgr. Petr Zezulka
Vzdělávací oblast	Elektřina
Vzdělávací obor	Fyzika
Tematický okruh	Elektrický proud a elektrické napětí
Druh učebního materiálu	Laboratorní cvičení – žák
Cílová skupina	Žák, 15 – 16 let
Anotace	Pracovní list určen do výuky studentům, podklad pro vlastní poznámky/sešit, náplň: práce s elektrickými měřicími přístroji, zapojení potenciometru do obvodu, měření napětí nezatíženého a zatíženého zdroje, určení zatěžovací charakteristiky zdroje.