

| Technická měření v bezpečnostním inženýrství | |
|---|--|
| Čís. úlohy: 6 | Název úlohy: Elektrická měření – proud, napětí, odpor |

Úkol měření

- a) Změřte v propustném i závěrném směru voltampérovou charakteristiku
 - křemíkové diody pro všeobecné použití
 - Zenerovy diody
 - Schottkyho diody
- b) Stanovte měrný (specifický) odpor (rezistivitu) odporového drátu. Změřte odpor drátu přímou (ohmmetrem) a nepřímou metodou (výpočtem podle Ohmova zákona).

Obecná část

Voltampérová charakteristika (VA charakteristika) je závislost proudu protékajícího nějakou součástí na napětí na této součástce.

Polovodičové diody jsou nelineární prvky, jejichž nejdůležitější součástí je PN přechod (rozhraní mezi polovodičem s vodivostí typu p a typu n). VA charakteristika diody je silně nelineární (neplatí pro ni Ohmův zákon) a dioda propouští proud převážně jedním směrem. Existuje řada druhů diod, které se mimo jiné liší tvarem voltampérových charakteristik. Tvar VA charakteristiky je důležitý pro jednotlivé oblasti použití diod.

Elektrický odpor je fyzikální veličina charakterizující schopnost elektrických vodičů bránit průtoku elektrického proudu. Můžeme ho stanovit např. měřením ohmmetrem, podle Ohmova zákona, srovnávací, substituční nebo můstkovou metodou.

Ohmova metoda: Ampérmetrem měříme proud I , který protéká zkoumaným vodičem a současně voltmetrem napětí U na tomto vodiči. Odpor vodiče pak lze určit z Ohmova zákona:

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

Vztah (1) však lze použít jen s určitým omezením, neboť měřicí systém voltmetru i ampérmetru má určitý vlastní odpor, čímž se mění poměry v obvodu. Zapojení měřicích přístrojů v obvodu je nutné přizpůsobit vzájemnému poměru měřeného odporu a vnitřního odporu použitých měřicích přístrojů. Při znalosti vnitřních odporů voltmetru a ampérmetru je, v případě nutnosti, možno provést příslušnou korekci. Při měření je nutné respektovat velikost proudu protékajícího obvodem, jeho hodnotu je možné omezit do série s měřeným obvodem zapojeným ochranným odporem.

Měrný (specifický) odpor ρ udává odpor 1 m materiálu jednotkového průřezu. Základní jednotkou je $\Omega \cdot \text{m}$, v technické praxi se používá i $\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$. Měrný specifický odpor se vypočítá ze vztahu

$$\rho = R \frac{S}{l} [\Omega \cdot \text{m}] \quad (2)$$

kde

- r je měrný odpor [$\Omega \cdot \text{m}$],
- R odpor drátu [Ω],
- S plocha kolmého průřezu drátu [m^2],
- l délka drátu [m].

Použité přístroje

Úloha a)

Voltmetr (univerzální měřicí přístroj C4311), ampérmetr (multimetr METEX M-4660A), propojovací vodiče, stejnosměrný zdroj 0 až 30 V, měřicí přípravek s polovodičovými diodami a ochrannými odpory.

Úloha b)

Digitální multimetr ESCORT 3146A, ochranný odpor 150R/10W, měřicí lišta s odporovými dráty o délce 1 m, propojovací vodiče, stejnosměrný zdroj BK127, mikrometr, metr.

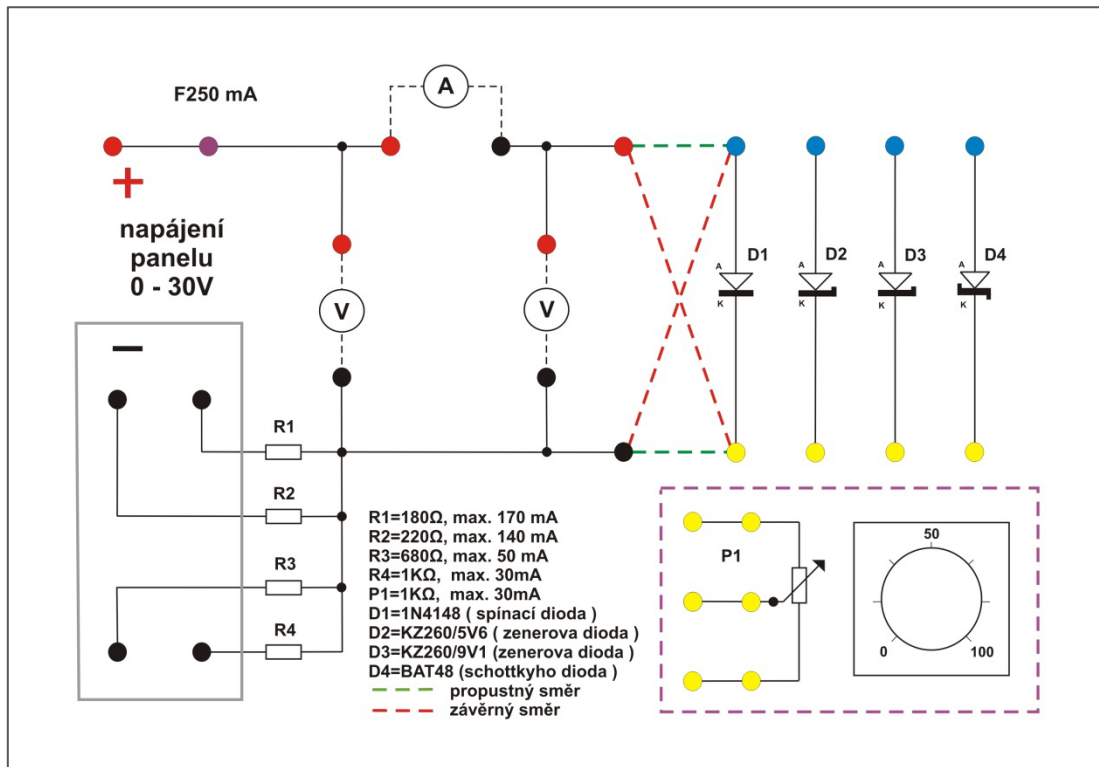
Postup práce

Úloha a)

1. Zaznamenejte potřebné údaje o použitých přístrojích a podmínkách měření.
2. Sestavte obvod podle schéma zapojení na obr. 1.
3. V měřicím přípravku použijte takového sériového odporu, aby proud v propustném (u zenerovy diody i v závěrném) směru nepřesáhl

| | |
|--|---------|
| - u křemíkové diody pro všeobecné použití (1N4148) | 100 mA |
| - u zenerovy diody (KZ260/5V6, KZ260/9V1) | 150 mA |
| - u schottkyho diody (BAT48) | 200 mA. |
4. U analogového voltmetru zkontrolujte (před jeho zapnutím) stisknutím příslušného tlačítka napětí vestavěné baterie. Pokud výchylka ručičky nebude v graficky znázorněném tolerančním poli baterie, potom přístroj nezapínejte a sdělte tento stav pedagogovi.
5. Zkontrolujte vypnutí napájecího zdroje, regulátor napětí na použitém zdroji (A) otočte zcela vlevo, regulátor proudu přibližně do střední hodnoty.
6. Zapojte měřicí přípravek do obvodu, záporný pól napájecího zdroje připojte do zdířky odpovídající zvolenému sériovému odporu pro omezení maximálního proudu obvodem.
7. Místo připojení voltmetru na měřicí přípravek volte tak, aby
 - při měření VA charakteristiky křemíkové diody a schottkyho diody v závěrném směru byl umístěn PŘED ampérmetrem
 - při měření všech diod v propustném směru a u zenerovy diody i při měření v závěrném směru ZA ampérmetrem.
8. Krátkými propojovacími vodiči zapojte na měřicím přípravku zvolenou diodu v propustném nebo závěrném směru.
9. Zkontrolujte správnost zapojení.
10. Na ampérmetru (digitálním multimetru) nastavte rozsah měřeného proudu na 200 mA, multimetr zapněte.
11. Na voltmetru nastavte jako výchozí rozsah 30 V =, voltmetr zapněte stisknutím tlačítka pro měření stejnosměrného napětí (U=).
12. Zapněte napájecí zdroj a postupně zvyšujte napětí (až do 30 V). Odečítejte napětí na měřené diodě a protékající proud. Podle potřeby měňte rozsahy voltmetru tak, aby odečet probíhal pokud možno v cca 2/3 rozsahu. U ampérmetru podle potřeby přepínejte rozsah mezi 200 mA a 2 mA (při měření závěrného proudu křemíkovou a schottkyho diodou). Měření proveďte v tolika bodech, abyste mohli sestavit graf závislosti proudu protékajícího diodou a napětí na diodě (VA charakteristika diody).
13. Regulátor napětí na napájecím zdroji nastavte na nulu (zcela vlevo) a zdroj spínačem vypněte.
14. Opakujte body 6 až 13, až proměříte propustnou i závěrnou charakteristiku všech tří diod.

15. Po ukončení měření vypněte použité přístroje a napájecí zdroj odpojte od sítě.
16. Nakreslete VA charakteristiky použitých diod, popište jejich rozdíly.



Obr. 1 Zapojení měřicího přípravku pro měření VA charakteristik diod

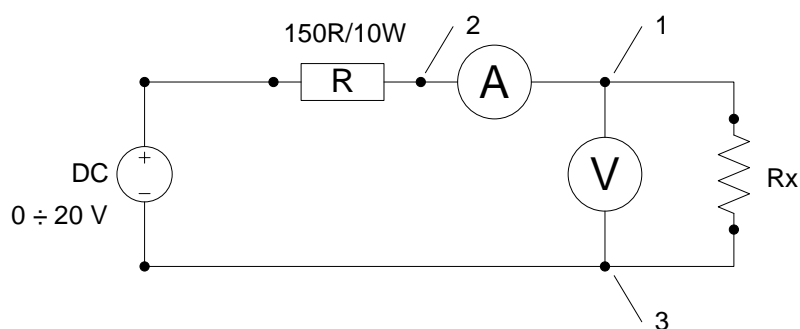
Úloha b)

1. Na měřicí liště změřte průměr vybraného odporového drátu. Vypočítejte průřez drátu.
2. Zkontrolujte vypnutí napájecího zdroje a multimetru. Na napájecím zdroji nastavte regulátor napětí zcela vlevo, regulátor proudu přibližně do střední hodnoty. Přepínač měření U-I přepněte do polohy měření napětí.
3. Zapojte vybraný odporový drát (Rx) umístěný na měřicí liště do obvodu podle schématu na obr. 2. Bod 1 ve schématu je společná vstupní zdička multimetru „Lo“ (černá), bod 2 zdička pro měření proudu (mA) „Lo Sense“ a bod 3 zdička „Hi“ pro měření napětí. **Po zapojení obvodu požádejte pedagoga o jeho kontrolu!**
4. Po kontrole zapojení zapněte multimetr a napájecí zdroj.
5. Stisknutím tlačítka =V přepněte multimetr do režimu měření napětí.
6. Stisknutím tlačítka **2nd** zapněte na multimetru funkci druhého měření a stisknutím tlačítka =A přepněte druhý displej do funkce měření proudu. Multimetr nyní měří současně napětí (levý displej) a proud (pravý displej). Přepínání rozsahů je automatické.
7. Na napájecím zdroji zvyšujte skokově napětí od cca 2 V do 20 V po cca 2 V.
8. Po zvýšení napětí na napájecím zdroji (vždy o cca 2 V) vyčkejte nejméně 5 sekund a na multimetru stisknutím tlačítka **HOLD** zafixujte na displejích poslední měřenou hodnotu napětí a proudu.
9. Odečtěte a zaznamenejte proud a napětí, novým stisknutím tlačítka **HOLD** obnovte průběžné měření. Napětí zaznamenejte v absolutní hodnotě, vzhledem k

použitému zapojení ukazuje multimetr zápornou hodnotu.

Poznámka: Multimetr ESCORT 3146A dosahuje výborné přesnosti měření. Chyba při měření stejnosměrného napětí je do 0,012 % + 5 digits, chyba při měření stejnosměrného proudu je do 0,15 % + 5 digits, chyba při měření odporu v dvoudrátovém zapojení je v rozsahu do 120 Ω do 0,1 % + 8 digits, pro větší odpory je chyba ještě menší.

10. Opakujte body 9 a 10 až do dosažení napětí 20 V na napájecím zdroji.
11. Regulátor napětí na napájecím zdroji otočte zcela vlevo a zdroj vypněte, vypněte multimetr ESCORT.
12. Rozpojte měřený obvod.
13. Pro každý naměřený pár hodnot proud – napětí vypočítejte podle Ohmova zákona odpor drátu. Z vypočtených hodnot odporu spočítejte průměrnou hodnotu.
14. Vybraný odporový drát na měřicí liště připojte propojovacími vodiči na vstup multimetru pro dvoudrátové měření odporu.
15. Zapněte multimetr, tlačítkem Ω zapněte měření odporů. Vpravo nahoře na displeji je zobrazen symbol dvoudrátového měření odporů 2W. Pokud je znázorněn symbol čtyřdrátového měření (4W), potom stiskněte tlačítko Ω ještě jednou a dojde k přepnutí na dvoudrátové měření.
16. Vyčkejte cca 5 sekund, stisknutím tlačítka **HOLD** zafixujte poslední měřenou hodnotu na displeji a tuto zaznamenejte. Dalším stisknutím tlačítka **HOLD** obnovte průběžné měření.
17. Postup podle bodu 16 opakujte 10x, vypočítejte průměrnou hodnotu odporu.
18. Po ukončení měření odpojte napájecí zdroj i multimetr ze sítě.
19. Na základě změřeného odporu a rozměrů drátu vypočítejte podle vztahu (2) měrný odpor materiálu odporového drátu. Vysvětlete rozdíly při měření odporu ohmmetrem a výpočtem podle Ohmova zákona. Vysvětlete rozdíly mezi jednotlivými hodnotami odporu vypočítanými podle Ohmova zákona. Sestavte graf závislosti těchto podle Ohmova zákona vypočtených odporů drátu na protékajícím proudu.

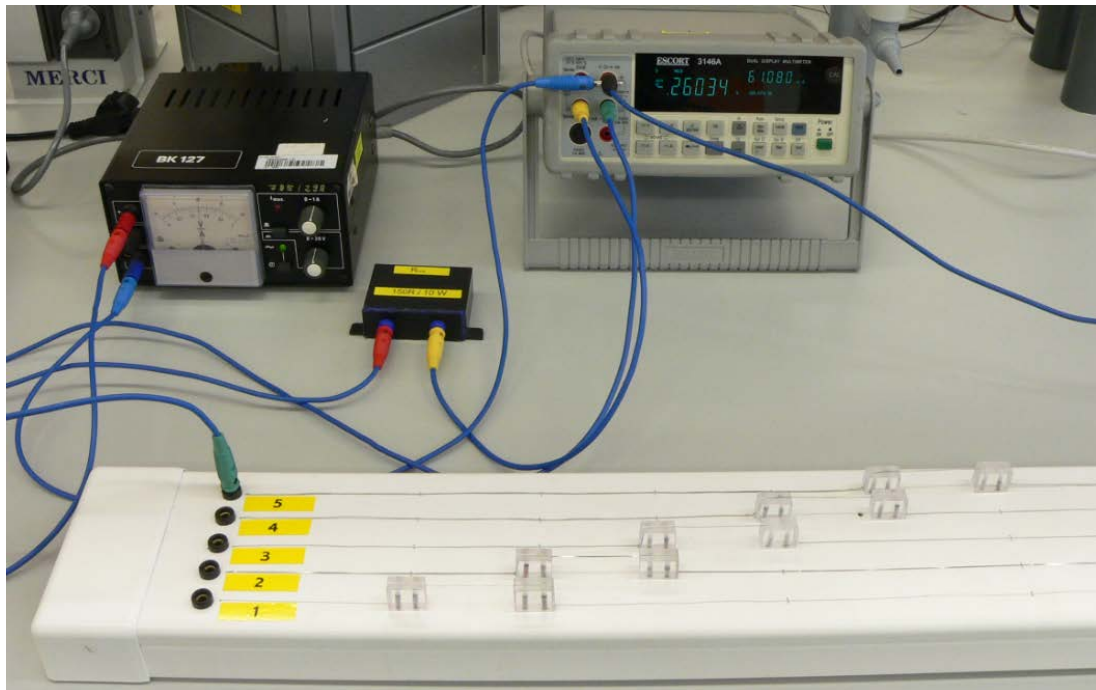


Obr. 2 Schéma zapojení obvodu pro měření odporu drátu

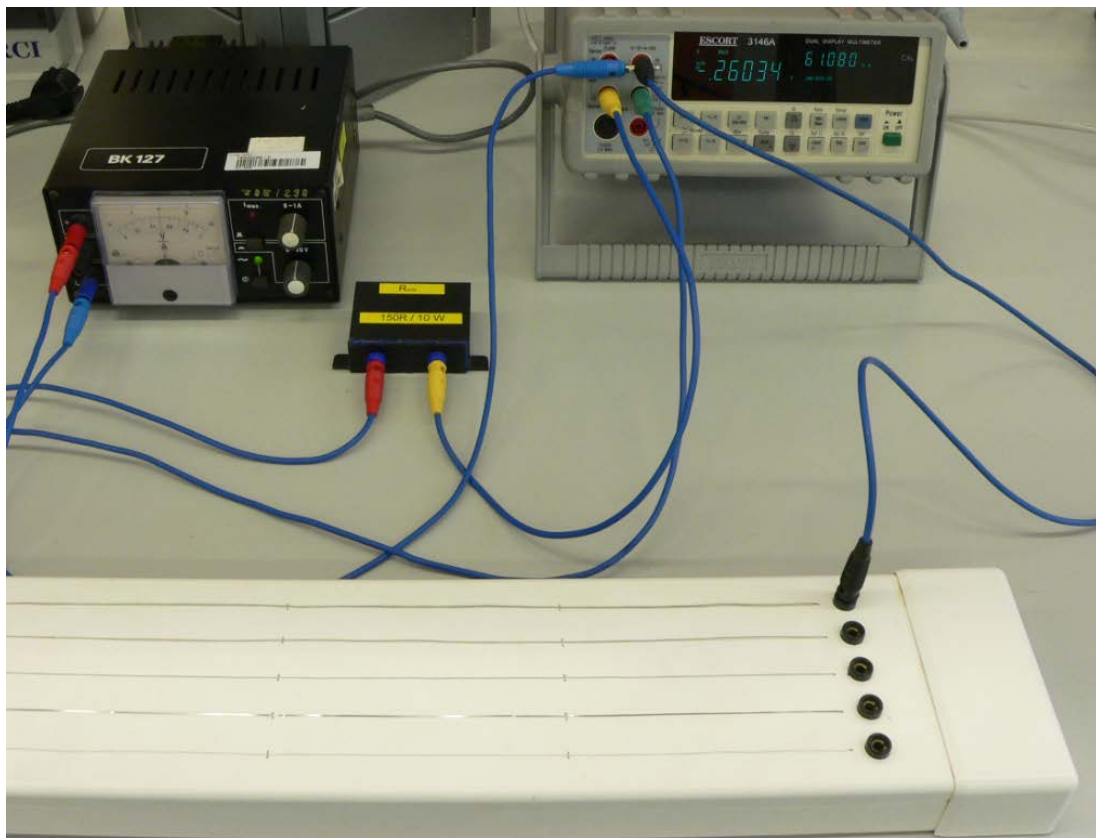
Výsledky - tabulky naměřených hodnot

Zapojení měřicího obvodu pro úlohu 6 b)

Levá strana měřicí lišty s odporovými dráty



Pravá strana měřicí lišty s odporovými dráty



Zapojení multimetru (pozn. vodič s černou a zelenou koncovkou může být prohozen)



Detail zapojení multimetru



Zapojení multimetru pro dvoudrátové měření odporu

