

# Základní odporové obvody III – pokyny k měření

Laboratorní cvičení č. 4

## Zadání:

1. K přípravku (desce plošných spojů - DPS) připojte podle zadaného schématu zdroje se zvolenými hodnotami napětí. Změřte hodnoty napětí a proudů na všech prvcích. Porovnejte je s teoreticky vypočítanými hodnotami a ověřte platnost Kirchhoffových zákonů.
2. Pro ověření platnosti principu superpozice nejprve zapojte pouze zdroj  $U_1$ , zdroj  $U_2$  nahraďte jeho vnitřním odporem – zkratem. Změřte všechna napětí a proudy a zkontrolujte s teoreticky vypočítanými.
3. Jako další krok ověření platnosti principu superpozice zapojte pouze zdroj  $U_2$ , zdroj  $U_1$  nahraďte jeho vnitřním odporem – zkratem. Změřte všechna napětí a proudy a zkontrolujte s teoreticky vypočítanými.
4. V posledním kroku pro ověření platnosti principu superpozice sečtěte výsledky měření z bodu 2 a 3 a porovnejte s teoretickými hodnotami a s naměřenými hodnotami v bodu 1.

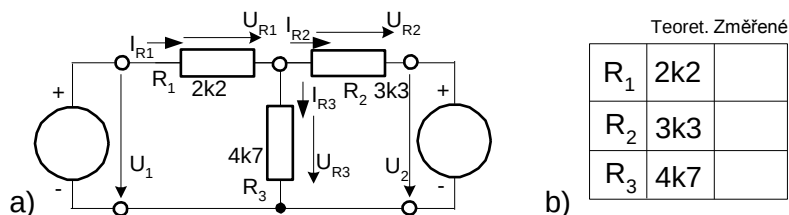
## Pokyny k zadání:

### Doporučené přístroje a pomůcky:

- laboratorní zdroj stejnosměrných napětí Diametral P230R51D (1 ks),
- měřič RLCG Tesla BM 591 (měření parametrů součástek, 1 ks),
- přenosný (ruční) číslicový multimetr (2 ks),
- stolní multimetr Agilent 34405A (1 ks),
- DPS s přípravkem.

### Ad 1, Ověření Kirchhoffových zákonů

#### Schéma zapojení:



Obr. 1. a) Zapojení obvodu, b) tabulka teoretických a změřených hodnot odporů.

#### Při domácí přípravě:

Nejprve si každá dvojice studentů zvolí jinou kombinaci hodnot  $U_1$  a  $U_2$  (z hodnot 5-6-7-8-9-10 V,  $U_1 \neq U_2$ ) a tyto hodnoty bude používat pro celou laboratorní úlohu. Pro tyto zvolené hodnoty vypočtete hodnoty napětí a proudů všech tří odporů podle schématu na obr. 1. Všechny tyto hodnoty vepište do 3. řádku Tab. 1.

#### Měření v LC:

Nejprve změřte ohmmetrem skutečné velikosti odporů  $R_1$ ,  $R_2$  a  $R_3$  v přípravku a запиšte je do tabulky u obr. 1. Pak tyto hodnoty použijete v tabulkách 1 až 4. K přípravku připojte zdroje napětí a nastavte jejich hodnoty tak, jak jste si je při přípravě na měření zvolili a s nimiž jste počítali. Změřte všechny hodnoty napětí. Hodnoty proudů jednotlivých odporů vypočítejte z Ohmova zákona, což je přesnější (minimální vliv odporu voltmetru), než přímé měření proudu (vliv úbytku napětí na ampérmetru). Ale pro kontrolu změřte proudy odpory  $R_1$  a  $R_2$  připojením ampérmetru do série se zdrojem napětí  $U_1$  resp.  $U_2$ .

**Upozornění:** Ve všech výpočtech a měřeních důsledně zjišťujte polaritu napětí a proudu s ohledem na zvolené směry šipek na obr. 1, 2 a 3. V některých případech mohou vyjít záporné hodnoty.

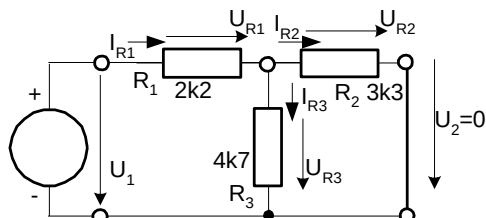
Tabulka 1. Teoretické a naměřené hodnoty napětí a proudů obvodu z obr. 1

|         | $U_1$ | $U_2$ | $R_1$ | $U_{R1}$ | $U_{R1}/R_1$ | $I_{R1}$ | $R_2$ | $U_{R2}$ | $U_{R2}/R_2$ | $I_{R2}$ | $R_3$ | $U_{R3}$ | $U_{R3}/R_3$ |
|---------|-------|-------|-------|----------|--------------|----------|-------|----------|--------------|----------|-------|----------|--------------|
|         | [V]   | [V]   | [kΩ]  | [V]      | [mA]         | [mA]     | [kΩ]  | [V]      | [mA]         | [mA]     | [kΩ]  | [V]      | [mA]         |
| Výpočet |       |       | 2,2   |          |              |          | 3,3   |          |              |          | 4,7   |          |              |
| Měření  |       |       |       |          |              |          |       |          |              |          |       |          |              |

**Do vyhodnocení tohoto měření (závěry) uveďte:**

- 1) Porovnejte teoreticky vypočtené a prakticky naměřené hodnoty napětí a proudů, uvedené v Tab. 1.
- 2) Vyjádřete Kirchhoffovy zákony pro obě smyčky a pro napěťový uzel mezi odpory a ověřte jejich platnost.

### Ad 2, Ověření principu superpozice – měření pro zdroj $U_1$



**Obr. 2.** Zapojení obvodu pro ověření principu superpozice – měření pro zdroj  $U_1$ .

Při domácí přípravě:

Pro shodnou hodnotu  $U_1$  jako v prvním bodu ( $U_2=0$ ) vypočtete hodnoty napětí a proudů všech tří odporů podle schématu na obr. 2. Všechny tyto hodnoty vepište do 3. řádku Tab. 2.

Měření v LC:

K přípravku připojte zdroj napětí  $U_1$  jako v prvním bodu. Zdroj napětí  $U_2$  nepřipojujte a svorky na přípravku zkratujte ( $U_2=0$ ). Změřte všechny hodnoty napětí. Hodnoty proudů jednotlivých odporů vypočítejte z Ohmova zákona. Pro kontrolu změřte proudy odpory  $R_1$  a  $R_2$  připojením ampérmetru do série se zdrojem napětí  $U_1$  resp. namísto zkratu pro  $U_2$ .

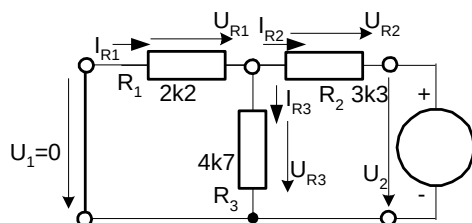
**Tabulka 2.** Teoretické a naměřené hodnoty napětí a proudů obvodu z obr. 2

|         | $U_1$ | $U_2$ | $R_1$ | $U_{R1}$ | $U_{R1}/R_1$ | $I_{R1}$ | $R_2$ | $U_{R2}$ | $U_{R2}/R_2$ | $I_{R2}$ | $R_3$ | $U_{R3}$ | $U_{R3}/R_3$ |
|---------|-------|-------|-------|----------|--------------|----------|-------|----------|--------------|----------|-------|----------|--------------|
|         | [V]   | [V]   | [kΩ]  | [V]      | [mA]         | [mA]     | [kΩ]  | [V]      | [mA]         | [mA]     | [kΩ]  | [V]      | [mA]         |
| Výpočet |       | 0     | 2,2   |          |              |          | 3,3   |          |              |          | 4,7   |          |              |
| Měření  |       | 0     |       |          |              |          |       |          |              |          |       |          |              |

**Do vyhodnocení tohoto měření (závěry) uveďte:**

- 1) Porovnejte teoreticky vypočtené a prakticky naměřené hodnoty napětí a proudů, uvedené v Tab. 2.
- 2) Zhodnoťte rozdíly hodnot proudů  $I_{R1}$  a  $I_{R2}$ , získané přímým měřením a nepřímo výpočtem ze změřených napětí.

### Ad 3, Ověření principu superpozice – měření pro zdroj $U_2$



**Obr. 3.** Zapojení obvodu pro ověření principu superpozice – měření pro zdroj  $U_2$ .

Při domácí přípravě:

Pro shodnou hodnotu  $U_2$  jako v prvním bodu ( $U_1=0$ ) vypočtete hodnoty napětí a proudů všech tří odporů podle schématu na obr. 3. Všechny tyto hodnoty vepište do 3. řádku Tab. 3.

Měření v LC:

K přípravku připojte zdroj napětí  $U_2$  jako v prvním bodu. Zdroj napětí  $U_1$  nepřipojujte a svorky na přípravku zkratujte ( $U_1=0$ ). Změřte všechny hodnoty napětí. Hodnoty proudů jednotlivých odporů vypočítejte z Ohmova zákona. Pro kontrolu změřte proudy odpory  $R_1$  a  $R_2$  připojením ampérmetru namísto zkratu pro  $U_1$  resp. do série se zdrojem napětí  $U_2$ .

**Tabulka 3.** Teoretické a naměřené hodnoty napětí a proudů obvodu z obr. 3

|         | $U_1$ | $U_2$ | $R_1$ | $U_{R1}$ | $U_{R1}/R_1$ | $I_{R1}$ | $R_2$ | $U_{R2}$ | $U_{R2}/R_2$ | $I_{R2}$ | $R_2$ | $U_{R2}$ | $U_{R2}/R_2$ |
|---------|-------|-------|-------|----------|--------------|----------|-------|----------|--------------|----------|-------|----------|--------------|
|         | [V]   | [V]   | [kΩ]  | [V]      | [mA]         | [mA]     | [kΩ]  | [V]      | [mA]         | [mA]     | [kΩ]  | [V]      | [mA]         |
| Výpočet | 0     |       | 2,2   |          |              |          | 3,3   |          |              |          | 4,7   |          |              |
| Měření  | 0     |       |       |          |              |          |       |          |              |          |       |          |              |

**Do vyhodnocení tohoto měření (závěry) uveďte:**

- 1) Porovnejte teoreticky vypočtené a prakticky naměřené hodnoty napětí a proudů, uvedené v Tab. 3.
- 2) Zhodnoťte rozdíly hodnot proudů  $I_{R1}$  a  $I_{R2}$ , získané přímým měřením a nepřímo výpočtem ze změřených napětí.

#### Ad 4, Ověření principu superpozice – výsledný součet

Při domácí přípravě:

Teoreticky vypočtené hodnoty napětí a proudů z bodu 2 a 3 (řádky 3 v Tab. 2 a Tab. 3) sečtěte do 3. řádku Tab. 4.

Měření v LC:

Prakticky naměřené hodnoty napětí a proudů z bodu 2 a 3 (řádky 4 v Tab. 2 a Tab. 3) sečtěte do 5. řádku Tab. 4.

Výsledné teoreticky vypočtené hodnoty napětí a proudů z bodu 1 (řádek 3 v Tab. 1) vepište do 4. řádku Tab. 4.

Výsledné prakticky naměřené hodnoty napětí a proudů z bodu 1 (řádek 4 v Tab. 1) vepište do 6. řádku Tab. 4.

Porovnejte jak teoreticky vypočtené (3. a 4. řádek Tab. 4.), tak prakticky naměřené (5. a 6. řádek Tab. 4.) hodnoty napětí a proudů na všech třech odporech pro oba postupy – pro přímý výpočet či měření a pro metodu superpozice.

**Tabulka 4.** Součet teoreticky vypočtených a naměřených hodnot napětí a proudů obvodů z obr. 2 a z obr. 3

|             |         | $U_1$ | $U_2$ | $R_1$ | $U_{R1}$ | $U_{R1}/R_1$ | $I_{R1}$ | $R_2$ | $U_{R2}$ | $U_{R2}/R_2$ | $I_{R2}$ | $R_2$ | $U_{R2}$ | $U_{R2}/R_2$ |
|-------------|---------|-------|-------|-------|----------|--------------|----------|-------|----------|--------------|----------|-------|----------|--------------|
|             |         | [V]   | [V]   | [kΩ]  | [V]      | [mA]         | [mA]     | [kΩ]  | [V]      | [mA]         | [mA]     | [kΩ]  | [V]      | [mA]         |
| Přímo       | Výpočet |       |       | 2,2   |          |              |          | 3,3   |          |              |          | 4,7   |          |              |
|             |         |       |       |       |          |              |          |       |          |              |          |       |          |              |
| Superpozice | Měření  |       |       |       |          |              |          |       |          |              |          |       |          |              |
|             |         |       |       |       |          |              |          |       |          |              |          |       |          |              |

**Do vyhodnocení tohoto měření (závěry) uveďte:**

- 1) Porovnejte jak teoreticky vypočtené (3. a 4. řádek Tab. 4.), tak prakticky naměřené (5. a 6. řádek Tab. 4.) hodnoty napětí a proudů na všech třech odporech pro oba postupy – pro přímý výpočet či měření a pro metodu superpozice. Tím ověřte princip superpozice.
- 2) Jak by porovnání obou postupů dopadlo, kdybychom namísto odporu  $R_3$  použili nelineární prvek, např. LED diodu?

#### Nepovinné (bonusové) otázky:

- 1) Jakým způsobem by bylo možno jednoduše eliminovat vliv A-metru v případě **úkolů 1**? Proč je to obtížnější v **úkolech 2 a 3**?
- 2) Pro **úkoly 2 a 3** uvažujte, že bychom nenahrazovali ideální zdroj napětí  $U_1$  resp.  $U_2$ , ale reálný zdroj, tvořený dvojicí  $U_1, R_1$ , resp.  $U_2, R_2$ . Jak bychom postupovali a jaký by byl rozdíl v řešení oběma způsoby?
- 3) Proč princip superpozice nelze použít pro nelineární obvody?