

Základní odporové obvody II – pokyny k měření

Laboratorní cvičení č. 3

Zadání:

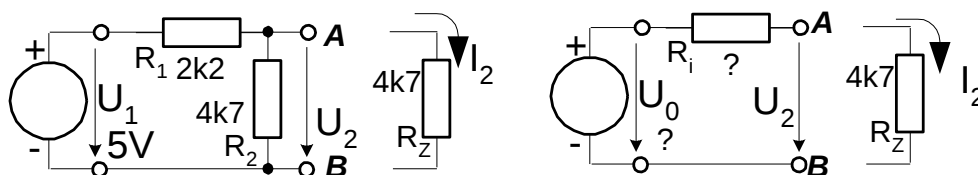
- Na horní části přípravku (desce plošných spojů - DPS) realizujte připojením rezistorů zapojení odporového děliče napětí, kde výstup děliče chápeme jako výstup reálného zdroje. Zjistěte hodnoty U_0 a R_i pro ekvivalentní Théveninův model náhradního zdroje a dále zjistěte výstupní napětí pro konkrétní zátěž R_Z .
- Na dolní části přípravku sestavte Théveninův model náhradního zdroje a ověřte pro stav naprázdno, nakrátko a pro zátěž R_Z , že jde o náhradu původního obvodu s ekvivalentním chováním.
- Změřte zatěžovací charakteristiku děliče a zatěžovací charakteristiku náhradního zdroje a hodnoty vynesete do grafů. Výsledky porovnejte.

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),
- odporová dekáda (2 ks),
- pájecí stanice PACE ST 50 s příslušenstvím, alternativně traťová pájka 75 VA (1 ks),
- součástky a příslušenství pro pájení (rezistory, plošný spoj, pájka, kalafuna, pinzeta, kleště, propojovací vodiče, speciální podložka pro pájení).

Schéma zapojení:



Obr. 1. a) Zapojení děliče naprázdno, b) schéma náhradního zdroje (Théveninův model).

Ad 1, Měření reálného zdroje

Domácí příprava:

Vypočítejte a do **tabulky 1** vepište chybějící údaje, konkrétně:

U_0 .. napětí naprázdno mezi svorkami A-B obvodu z **obr. 1 a)**,

I_k .. proud zkratem mezi svorkami A-B obvodu z **obr. 1 a)**,

R_i .. vnitřní odpor reálného zdroje: metoda 1 – výpočet z napětí naprázdno a proudu nakrátko, $R_i = U_0/I_k$,
metoda 2 – výpočet odporu mezi svorkami A-B při vyřazeném zdroji U_1 .

U_2 .. výstupní napětí děliče zatíženého rezistorem R_Z : metoda 1 – řešení původního zatíženého děliče na **obr. 1 a)**,
metoda 2 – řešení náhradního obvodu na **obr. 1 b)**.

Tabulka 1. Teoretické hodnoty pro parametry náhradního zdroje (Théveninův model) – vypočítat v přípravě na LC.

R_1 [kΩ]	R_2 [kΩ]	R_Z [kΩ]	U_0 [V]	I_k [mA]	R_i [kΩ]		U_2 [V]	
					metoda 1	metoda 2	metoda 1	metoda 2
2,2	4,7	4,7						

Měření v LC:

Nejprve změřte ohmmetrem skutečné velikosti odporů R_1 , R_2 a R_Z a запиšte je do **tabulky 2**.

Realizujte dělič podle schématu z **obr. 1 a)** tak, že do horní části desky plošných spojů zapájíte rezistory. Poté připojte zdroj a měřicí přístroje.

Tabulka 2. Naměřené hodnoty odporů děliče napětí.

R_1 [k Ω]	R_2 [k Ω]	R_z [k Ω]

Změřte a do **tabulky 3** vepište následující údaje:

$U_{2\infty}$... napětí naprázdno mezi výstupními svorkami A-B děliče (tedy mezi svorky A-B připojte pouze vysokoohmový voltmetr).

I_k proud zkratem mezi výstupními svorkami A-B děliče (tedy svorky A-B zkratujte ampérmetrem).

U_A ... napětí na ampérmetru, které není nulové, protože reálný ampérmetr má nenulový odpor (tedy paralelně k ampérmetru připojte vysokoohmový voltmetr).

R_i ... vnitřní odpor reálného zdroje: metoda 1 – výpočet z napětí naprázdno a proudu nakrátko, $R_i = U_{2\infty}/I_k$,
metoda 2 – změření odporu mezi svorkami A-B ohmmetrem; zdroj U_1 musíte před měřením odpojit a nahradit zkratem.

U_2 ... výstupní napětí děliče zatíženého rezistorem R_z .

Tabulka 3. Změřené hodnoty a stanovení parametrů náhradního zdroje (Théveninův model).

R_1 [k Ω]	R_2 [k Ω]	$U_{2\infty}$ [V]	I_k [mA]	U_A [V]	R_i [k Ω]		U_2 [V]
					metoda 1	metoda 2	

Do vyhodnocení tohoto měření (závěry) uveďte:

- 1) Která z metod (metoda 1 nebo metoda 2) pro určení vnitřního odporu R_i náhradního zdroje je přesnější a proč? Jakou roli v tom hraje změřené napětí U_A ?
- 2) Porovnejte zjištěné parametry U_0 , R_i ekvivalentního náhradního zdroje z **tabulky 3** s jejich teoretickými hodnotami z **tabulky 1** a vysvětlete případné rozdíly.

Ad 2, Měření náhradního zdroje pro Théveninův model

Obvod náhradního zdroje podle schématu z **obr. 1 b)** zapojte na dolní části desky plošných spojů. Jako R_i buď vyberte běžný rezistor, jehož odpor se odchyluje od požadované hodnoty maximálně o $\pm 1\%$, nebo použijte nastavitelnou dekádu (podle pokynů učitele). Napětí U_0 nastavte na hodnotu $U_{2\infty}$ z **tabulky 3**.

Poté změřte vlastnosti náhradního zdroje a do **tabulky 4** zapište:

R_i odpor rezistoru, použitý při měření, viz **obr. 1 b)**.

U_0 ... napětí, které jste nastavili na zdroji, viz **obr. 1 b)**.

$U_{2\infty}$... napětí naprázdno mezi svorkami A-B (tedy mezi svorky A-B připojte pouze vysokoohmový voltmetr).

I_k proud zkratem mezi svorkami A-B (tedy svorky A-B zkratujte ampérmetrem).

U_A ... napětí na ampérmetru, které není nulové, protože reálný ampérmetr má nenulový odpor (tedy paralelně k ampérmetru připojte vysokoohmový voltmetr).

R_i vnitřní odpor reálného zdroje: metoda 1 – výpočet z napětí naprázdno a proudu nakrátko, $R_i = U_{2\infty}/I_k$,
metoda 2 – změření odporu mezi svorkami A-B ohmmetrem; zdroj U_0 musíte před měřením odpojit a nahradit zkratem.

U_2 ... napětí mezi svorkami A-B zatíženými rezistorem R_z .

Tabulka 4. Změřené hodnoty parametrů náhradního zdroje (Théveninův model).

R_i [k Ω]	U_0 [V]	$U_{2\infty}$ [V]	I_k [mA]	U_A [V]	R_i [k Ω]		U_2 [V]
					metoda 1	metoda 2	

Do vyhodnocení tohoto měření (závěry) uveďte:

- 1) Která z metod (metoda 1 nebo metoda 2) pro určení vnitřního odporu R_i náhradního zdroje je přesnější a proč? Jakou roli v tom hraje změřené napětí U_A ?
- 2) Porovnejte vlastnosti tohoto náhradního zdroje (**tabulka 4**) s vlastnostmi původního obvodu (**tabulka 3**) pro stavy naprázdno ($U_{2\infty}$), nakrátko (I_k) a při zátěži (U_2) a vysvětlete případné rozdíly.

Ad 3, Měření zatěžovacích charakteristik reálného zdroje a náhradního zdroje

Pro oba obvody (dělič napětí na **obr. 1 a**) i jeho náhradní zdroj na **obr. 1 b**) nastavujte hodnoty zatěžovacího odporu R_z podle zadání v **tabulce 5**. Odpor R_z realizujte odporovou dekádou.

Měřte a do tabulky zapisujte:

U_2 ... napětí mezi svorkami A-B obou obvodů pro dané zátěže.

I_2 ... proudy tekoucí zátěžemi obou obvodů vypočítáte jako U_2/R_z .

R_z .. odpor zátěže, který zjistíte takto: nastavíte R_z tak, aby svorkové napětí U_2 pokleslo na polovinu U_0 . Příslušnou hodnotu R_z zapíšete do posledního sloupce **tabulky 5**.

Z naměřených hodnot U_2 a jim odpovídajících vypočtených hodnot I_2 vyneste zatěžovací charakteristiku děliče a zatěžovací charakteristiku náhradního zdroje. Obě charakteristiky vyneste do stejného grafu tak, abyste je mohli snadno porovnat.

Tabulka 5. Hodnoty napětí U_2 a I_2 pro zatěžovací charakteristiky děliče a náhradního zdroje.

	$R_z [\Omega]$	200	500	1k	2k	5k	7k	10k	∞		$U_2=U_0/2$
Dělič	$U_2 [V]$									$R_z [\Omega]$	
	$I_2 [mA]$										
Náhradní zdroj	$U_2 [V]$									$R_z [\Omega]$	
	$I_2 [mA]$										

Do vyhodnocení tohoto měření (závěry) uveďte:

- 1) Porovnání zatěžovacích charakteristik původního obvodu a ekvivalentního náhradního zdroje.
- 2) Porovnání hodnot I_k získaných ze zatěžovacích charakteristik pro obě zapojení.
- 3) Jaký je vztah mezi odporem R_i a hodnotou R_z , naměřenou pro $U_2=U_0/2$ a proč?

Nepovinné (bonusové) otázky:

- 1) Pro obvod z **obr. 1 b**) odvoďte vzorec, jak závisí zkratový proud na odporu ampérmetru R_A , který tento proud měří.
- 2) S využitím vzorce z úkolu 1 určete, jaký by měl být odpor ampérmetru, aby chyba měření zkratového proudu, způsobená nenulovým odporem ampérmetru, byla menší než 1%.
- 3) Pro obvod z **obr. 1 b**) určete, jaký by měl být odpor voltmetru, aby chyba měření napětí naprázdno byla menší než 1%.