

Základní odporové obvody I – pokyny k měření

Laboratorní cvičení č. 2

Zadání:

- Na přípravku (desce plošných spojů - DPS) realizujte připájením odporů dvě varianty zapojení odporového děliče napětí s odpovídajícími variantami hodnot odporů R_1 a R_2 . K vypínačům připájejte dvě varianty zatěžovacích odporů R_{Za} a R_{Zb} .
- Na přípravku realizujte zapojení nezatíženého odporového děliče napětí s dvěma variantami hodnot odporů R_1 a R_2 . Proměřte napětí a proudy obou variant děliče a srovnajte s teoretickými hodnotami.
- Na přípravku pro obě varianty děliče realizujte zapojení zatíženého odporového děliče napětí zapnutím odpovídajícího spínače S_1 či S_2 pro obě varianty R_2 . Proměřte napětí a proudy takového děliče pro obě varianty $R_1 = R_2$ a pro obě varianty R_2 a srovnajte s teoretickými hodnotami.
- V děliči nahraďte dolní rezistor nelineárním prvkem LED a sledujte hodnoty proudu a napětí pro různá vstupní napětí. Zkontrolujte naměřené výsledky s přibližným grafickým řešením.
- Výsledky měření zpracujte a formulujte závěry.

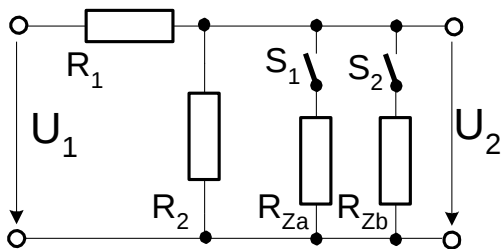
Pokyny k zadání:

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),
- přenosný (ruční) analogový multimetr (2 ks),
- stolní multimetr Agilent 34405A (1 ks),
- pájecí stanice PACE ST 50 s příslušenstvím, alternativně traťopájka 75 VA (1 ks),
- součástky a příslušenství pro pájení (rezistory, dioda, univerzální plošný spoj, pájka, kalafuna, pinzeta, kleště, propojovací vodiče, speciální podložka pro pájení).

Ad 1, Přípravek s dvěma variantami děliče

Schéma zapojení:



Obvod	1	2
R_1	330	33k
R_2	330	33k
R_{Za}	330	330
R_{Zb}	33k	33k

Teoretické hodnoty

Obvod	1	2
R_1		
R_2		
R_{Za}		
R_{Zb}		

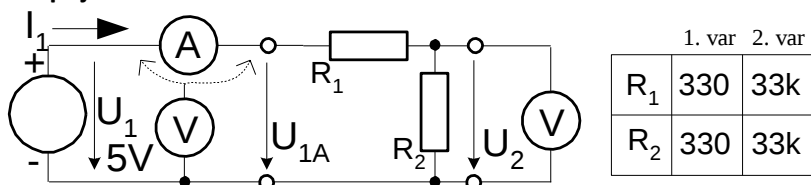
Změřené hodnoty

Obr. 1. Zapojení realizace děliče na přípravku.

Nejprve změřte ohmmetrem skutečné velikosti odporů R_1 , R_2 , R_{Za} a R_{Zb} a zapište je do **tabulky** u **obr. 1**. Obvod podle schématu zapojte v obou variantách pájení na desce plošných spojů (viz informace o pájení na str. 4).

Ad 2, Nezatížený dělič napětí (výstup naprázdno)

Schéma zapojení:



	1. var	2. var
R_1	330	33k
R_2	330	33k

Obr. 2. Zapojení děliče naprázdno a hodnoty odporů pro dvě varianty měření.

Nezatížený dělič realizujte na přípravku tím, že oba spínače přepnete do stavu vypnuto. Připojte zdroj a měřicí přístroje. Pro připojení zdroje a měřicích přístrojů dodržujte konvenci, že modrou barvu používáme pro záporný

pól, červenou pro kladný. Tím je zapojení přehlednější a zmenšujeme tak pravděpodobnost, že se dopustíme chyby. Zapojíte a měříte dvě varianty zapojení s odpovídajícími variantami hodnot dvojic odporů R_1 a R_2 podle **tabulky 1**.

Tabulka 1. Teoretické hodnoty veličin děliče napětí naprázdno – vypočítat v přípravě na LC.

U_1 [V]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	I_1 [mA]	U_{R1} [V]	U_{R2} [V]	U_2 [V]	U_2/U_1
5	330	330					
5	33k	33k					

Pro teoretický výpočet uvažujeme odpor ampérmetru nulový, takže $U_1 = U_{1A}$. Stejně tak uvažujeme odpor V-metru nekonečný.

Tabulka 2. Naměřené hodnoty veličin děliče napětí naprázdno.

U_1 [V]	U_{1A} [V]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	I_1 [mA]	U_{2D} [V]	U_{2A} [V]	U_{2D}/U_1
5							
5							

Napětí U_1 nastavíte na zdroji, rozsah A-metru nastavte na maximální a pak snižujte rozsahy tak, aby bylo možno správně odečíst výchylku. Napětí U_2 měřte nejprve digitálním V-metrem (U_{2D}), pak **k němu připojte paralelně** analogový (U_{2A}). Kromě výchylky analogového V-metru sledujte i změnu hodnoty na digitálním měřidle.

Hlavní zásada při práci se zdrojem:

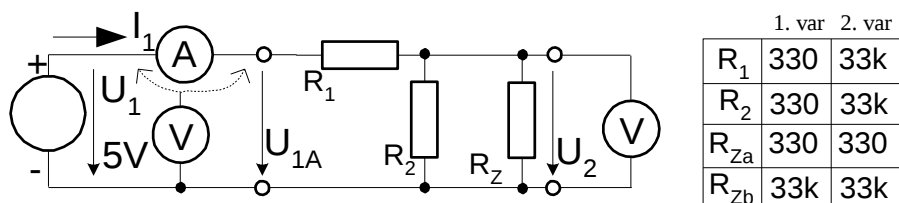
Než připojíte nastavené napětí zdroje na výstupní svorky, **učitel vám musí zkontrolovat a odsouhlasit zapojení**. Sami si **napřed ověřte volbu rozsahu a především nezapomeňte, že ampérmetr musí být vždy v sérii se zátěží**. Pokud jej připojíte paralelně, **můžete jej zničit!**

Do vyhodnocení tohoto měření (závěry) uveďte:

- 1) Při kterých hodnotách $R_1 = R_2$ z **tabulky 1** měří analogový voltmetr s menší chybou a proč? Jaký z toho lze udělat závěr?
- 2) Závisí dělicí poměr (U_2/U_1) na hodnotách $R_1 = R_2$ pro nezatížený dělič? Pokud ano, tak jak?

Ad 3, Zatížený dělič napětí

Schéma zapojení:



Obr. 3. Zapojení zatíženého děliče a hodnoty odporů pro dvě varianty měření.

Použijte shodné obvody pro oba děliče na DPS. Zatížené děliče realizujte na přípravku tím, že sepnete odpovídající spínač S_1 nebo S_2 pro připojení R_{Za} nebo R_{Zb} . Protože máme dvě varianty odporů děliče a dvě varianty zatěžovacího odporu R_Z , budete měřit celkem čtyři varianty zapojení.

Tabulka 3. Teoretické hodnoty veličin děliče napětí naprázdno – vypočítat v přípravě na LC.

U_1 [V]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	R_Z [Ω]	I_1 [mA]	U_{R1} [V]	U_{R2} [V]	U_2 [V]	U_2/U_1
5	330	330	330					
5	330	330	33k					
5	33k	33k	330					
5	33k	33k	33k					

Pro teoretický výpočet uvažujeme odpor ampérmetru nulový, takže $U_1 = U_{1A}$. Stejně tak uvažujeme odpor V-metru nekonečný.

Tabulka 4. Naměřené hodnoty veličin děliče napětí naprázdno.

U_1 [V]	U_{1A} [V]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	R_3 [Ω]	I_1 [mA]	U_{2D} [V]	U_{2A} [V]	U_{2D}/U_1
5								
5								
5								
5								

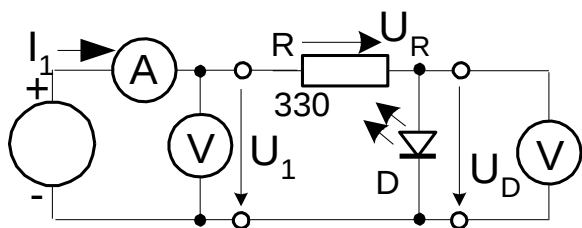
Stejně jako v bodu 2 nastavíte napětí U_1 na zdroji. A-metr nastavte na maximální proud a pak snižujte rozsah tak, až lze dobře odečíst údaj na měřidle. Skutečné velikosti odporů R_1 , R_2 a R_3 změřte ohmmetrem. Napětí U_2 měřte nejprve digitálním V-metrem (U_{2D}), pak **k němu připojte paralelně** analogový (U_{2A}). Kromě výchytky analogového V-metru sledujte i změnu údaje digitálního měřidla.

Do vyhodnocení tohoto měření (závěry) uveďte:

- 1) Při kterých hodnotách $R_1 = R_2$ a R_3 se dělič chová jako „tvrdý“ zdroj napětí a při kterých jako „měkký“ zdroj napětí a proč?
- 2) Závisí dělicí poměr (U_2/U_1) na hodnotách $R_1 = R_2$ pro zatížený dělič? Pokud ano, tak jak?

Ad 4, Měření na nelineárním děliči s LED

Schéma zapojení:



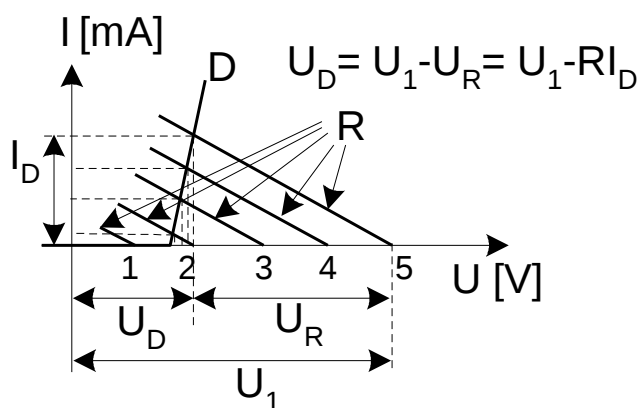
Obr. 4. Zapojení děliče se svítivou diodou (LED).

Zapojte diodu LED namísto R_2 v děliči v horní sekci DPS, kde R_1 má hodnotu 330 Ω . Dbejte na polaritu diody, po zapnutí zdroje musí svítit. Na zdroji postupně nastavujete co nejpřesněji napětí podle **tabulky 5** (kontrolujte voltmetrem).

Změřte proud diodou $I_D = I_1 = I_R$, dále napětí na diodě U_D a napětí na rezistoru U_R . Naměřené hodnoty ověřte grafickým řešením podle **obr. 5**, kde charakteristika diody je aproximována lomenou přímkou.

Tabulka 5. Naměřené hodnoty pro schéma z obr. 4.

U_1 [V]	R [Ω]	U_D [V]	U_R [V]	I_D [mA]	P_R [W]	P_D [W]
5	330					
4	330					
3	330					
2	330					
1	330					



Obr. 5. Zjednodušený model grafického řešení nelineárního děliče s LED.

Do vyhodnocení tohoto měření (závěry) uveďte:

- 1) Vysvětlete, jak závisí proud a výkon diody LED na jejím napětí a proč tomu tak je.
- 2) Jak navrhnout odpor pro dané napájecí napětí U_1 tak, aby dioda měla maximální svit a přitom nebyl překročen maximální proud (a tím i maximální výkon) diody LED (např. $U_1 = 5 \text{ V}$, $I_{Dmax} = 10 \text{ mA}$)? Pro běžnou přesnost výpočtu bude postačovat zjednodušení, že napětí diody je konstantní, např. $1,8 \text{ V}$.

Nepovinné (bonusové) otázky:

- 1) Pro **úkol 1** objasněte a doplňte výpočtem, proč v některých případech naměříme značně rozdílné hodnoty napětí při použití ručkového a číslicového V-metru.
- 2) Pro **úkol 2** odvoďte vzorec pro dělicí poměr $K = U_2/U_1$ děliče složeného z dvojice stejných rezistorů $R_1 = R_2 = R$ a zatíženého rezistorem o odporu R_z . Vzorec upravte tak, aby dělicí poměr byl funkcí normované zátěže R_z/R . Výsledek využijte k zjištění, kolikrát by musel být odpor zátěže větší než odpor R , aby odchylka dělicího poměru od ideální hodnoty nebyla větší než 10 %.
- 3) Pro **úkol 3** odhadněte přibližnou hodnotu prahového napětí diody LED a hodnotu jejího dynamického odporu pro aproximaci lomenou přímkou.

Základní informace k pájení

Pájení (anglicky soldering) je postup, kdy pomocí tzv. měkké pájky (slitina cínu a olova, např. Sn63Pb37 s bodem tání asi $183 \text{ }^\circ\text{C}$) se snažíme spojit dva vývody součástek, součástku na plošný spoj, apod. K tomu používáme pájecí stanici (jinak také pájedlo) s hrotem, rozežhátým na vyšší teplotu, cca $240\text{--}350 \text{ }^\circ\text{C}$ (měkké pájení) nebo transformátorové pájedlo. Zpravidla postupujeme takto:

- zapneme pájecí stanici a počkáme na ustálení teploty (např. $330 \text{ }^\circ\text{C}$),
- horkým hrotem rozežhřejeme pájku (lidově cín ve formě tenkého ohebného drátku) a spojíme oba materiály,
- často je vhodné ještě předem namočit hrot krátce do kalafuny (pryskyřice v roli tavidla), která chemicky očistí povrchy obou materiálů (vývodů, vodičů, plošného spoje) a zajistí tím dobrou *smáčivost* cínem,
- pro větší pájené plochy a spoje je výhodnější používat transformátorové pájedlo.

V laboratoři používáme pájecí stanice PACE ST 50 s hrotem, umístěným v pevném držáku, pod nímž se nachází namočená speciální houba, sloužící k očištění hrotu. Pájka (cín) se prodává jako drátek různého průměru, navinutý v cívkách. Často již obsahuje kalafunu. Vzhledem k vyšším teplotám je třeba být opatrný, používat pinzetu a dbát na svou osobní bezpečnost. Pracoviště jsou vybavená speciální teplotně i mechanicky odolnou podložkou pro pájení.

Vnitřní odpory multimetrů

Analogový:

Voltmetr C.A 406		Ampérmetr C.A 406		
Rozsah	R_V	Rozsah	U_A	R_A
100 mV	$2 \text{ k}\Omega$	1 mA	270 mV	270Ω
1 V	$20 \text{ k}\Omega$	10 mA	411 mV	$41,1 \Omega$
3 V	$63,2 \text{ k}\Omega$	100 mA	1,3 V	13Ω
10 V	$200 \text{ k}\Omega$	1 A	500 mV	$0,5 \Omega$
30 V	$632 \text{ k}\Omega$			
100 V	$2 \text{ M}\Omega$			
300 V	$6,32 \text{ M}\Omega$			
1000 V	$6,32 \text{ M}\Omega$			

Číslicový:

METEX M-4650 CR

$R_V = 10 \text{ M}\Omega$ $U_A = 0,3 \text{ V}$