

Přímé a nepřímé měření odporu

Úkol měření

1. V rámci domácí přípravy nastudujte problematiku rezistorů jako součástek elektronických obvodů, dále problematiku proudového pole a základní a charakteristické vlastnosti vodivých materiálů.
2. Do závěrečných poznámek zpracujte v rámci domácí přípravy přehled druhů vyráběných rezistorů, jejich vlastnosti, orientační cenové relace (výpisy z katalogových listů). Dále zpracujte přehled veličin používaných pro popis proudového pole a vztahy mezi nimi.
3. Změřte hodnoty jednotlivých odporů R_1 a R_2 , dále změřte odpor jejich sériové a paralelní kombinace:
 - přímou metodou (multimetr);
 - Ohmovou metodou;
 - paralelní srovnávací metodou;
 - sériovou srovnávací metodou;
 - Wheatstoneovým můstkem.
4. Z výrobcem udaných hodnot vypočtete odpor sériové a paralelní kombinace rezistorů R_1 a R_2 .
5. Naměřené a vypočtené hodnoty zanepte do tabulky a porovnejte.
6. Vyjádřete procentuelní odchylky naměřených hodnot a srovnajte s hodnotami udanými výrobcem.

Obecná část

Měření RLC můstkem

Odpor lze měřit přímou metodou pomocí digitálního RLC můstku, na jehož svorky připojíme přívody měřeného rezistoru. V takovémto případě je chyba měření dána chybou můstku.

Dále lze použít nepřímých metod založených na základních principech elektrotechniky. Jedná se o Ohmovu metodu, dále metody srovnávací (sériová a paralelní), dále o měření pomocí Wheatstoneova můstku.

Ohmova metoda

Tato metoda je založena na využití Ohmova zákona, používá ampérmetr a voltmetr. Z měřicích přístrojů odečítáme hodnoty napětí a proudu, jejichž dosazením pak obdržíme hodnotu měřeného odporu. Užijeme Ohmův zákon ve tvaru:

Rovnice 1

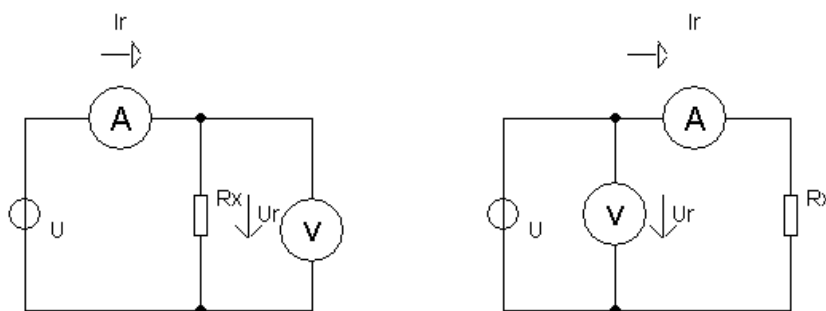
$$R_x = \frac{U}{I}$$

Pro měření používáme různá schémata (uvedená na obrázku níže), volba závisí na očekávané velikosti měřeného odporu a na parametrech použitých přístrojů. Pokud je předpoklad, že je neznámý odpor menší, než odpor voltmetru ($R_x \ll R_V$), použijeme první schéma. Ampérmetr měří celkový proud procházející jednak měřeným rezistorem, jednak voltmetrem. Proud voltmetrem způsobuje chybu metody, při splnění předpokladu (R_V je alespoň 500x větší, než neznámý odpor) lze zanedbat, v opačném případě je nutno početně korigovat. Do Ohmova zákona pak dosadíme naměřený celkový proud, zmenšený o proud tekoucí voltmetrem I_V :

Rovnice 2

$$R_x = \frac{U}{I_{\square} - I_V}$$

Měření zůstává i nadále ovlivněno chybami měřicích přístrojů, výše uvedená korekce pokrývá chybu metody způsobenou spotřebou voltmetru.



Obrázek 1: Různé realizace Ohmovy metody

Pro měření větších odporů lze použít druhé schéma, kdy předpokládáme, že odpor ampérmetru bude zanedbatelný proti měřenému odporu ($R_A \ll R_x$; alespoň 500x). Chybu metody způsobenou tentokrát spotřebou ampérmetru můžeme korigovat analogickým způsobem. I v tomto případě zůstává měření zatíženo chybou měřicích přístrojů.

Paralelní srovnávací metoda

Metoda je založena na srovnání dvou proudů vyvozených stejným napětím v součástkách s různým odporem (neznámý odpor a odpor definovaný s minimální tolerancí – např. odporová dekáda). Pokud měříme oba (velikostně srovnatelné) proudy stejným měřidlem, nebude se chyba měřidla projevovat, měření odporu zůstane zatíženo chybou etalonu (např. odporové dekády).

Rovnice 3

$$R_N * I_N = R_X * I_X$$

Sériová srovnávací metoda

Metoda je založena na srovnání úbytků napětí vyvozených stejným proudem na součástkách s různým odporem (neznámý odpor a odpor definovaný s minimální tolerancí – např. odporová dekáda). Pokud měříme oba (velikostně srovnatelné) úbytky napětí stejným měřidlem, nebude se

chyba měřidla projevovat, může se projevovat chyba metody způsobená spotřebou voltmetru (bude zanedbatelná, pokud použijeme voltmetr s dostatečně velkým vstupním odporem), měření odporu zůstane zatíženo chybou etalonu (např. odporové dekády).

Rovnice 4

$$\frac{U_N}{R_N} = \frac{U_X}{R_X}$$

Wheatstoneův můstek

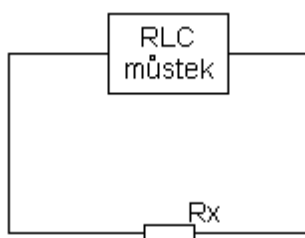
Můstek je složen ze čtyř rezistorů, z nichž jeden je neznámý, druhý je proměnný etalon používaný pro vyvážení (odporová dekáda), další dva rezistory slouží pro nastavení rozsahu můstku. Mezi protilehlé uzly připojíme napájecí zdroj, mezi protilehlé uzly druhé dvojice připojujeme voltmetr jako indikátor vyvážení (označovaný někdy díky tomu IV, může být použit analogový i digitální). IV musí být přesný a citlivý, v opačném případě bude měření zatíženo velkou chybou. Po sestavení můstku ve většině případů indikátor vyvážení ukazuje nějaké napětí. Změnou odporu dekády se snažíme toto napětí minimalizovat, pokud nelze, musíme změnit odpor rezistorů nastavujících rozsah můstku. Při nulovém napětí je můstek vyvážen a platí, že součiny odporů v jednotlivých větvích se rovnají.

Rovnice 5

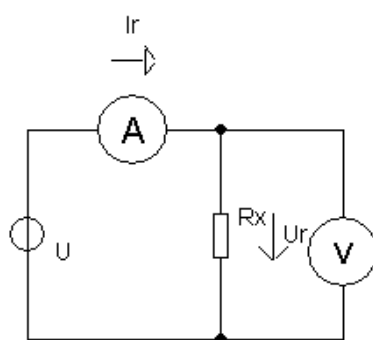
$$R_X * R_N = R_1 * R_3$$

Schéma zapojení

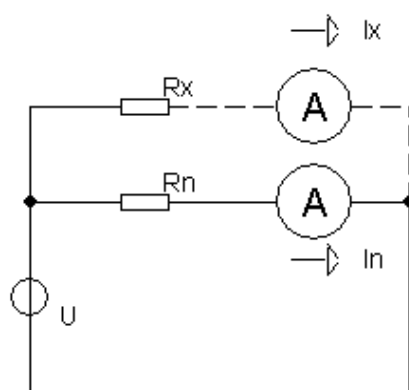
Poznámka: R_X je neznámá hodnota odporu (jednotlivé rezistory a jejich kombinace), R_N je hodnota nastavená na odporové dekádě.



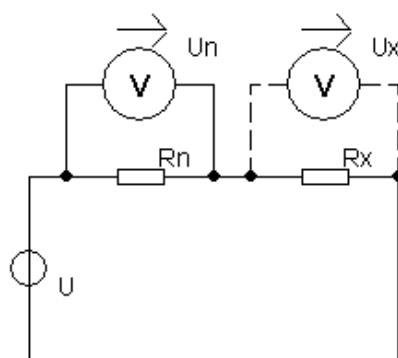
Obrázek 2: Měření RLC můstkem



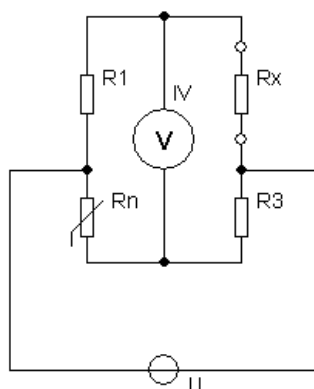
Obrázek 3: Měření Ohmovou metodou



Obrázek 4: Měření paralelní srovnávací metodou



Obrázek 5: Měření sériovou srovnávací metodou



Obrázek 6: Měření Wheatstoneovým můstkem (rezistory označené R_1 , R_3 a R_n jsou interní odpory můstku)

Postup měření

1. Připojíme jednotlivě rezistory (a poté sériovou a paralelní kombinaci) ke svorkám RLC můstku (případně multimetru) a změříme hodnotu jejich odporu a zapíšeme ji.
2. Sestavíme schéma pro měření odporu Ohmovou metodou. Postupně připojujeme rezistory a jejich kombinace, zapisujeme hodnoty napětí a proudů. Zaznamenáme si typy měřících přístrojů a použité rozsahy pro výpočet chyb měření.
3. Realizujeme schéma pro měření odporu paralelní srovnávací metodou. Pro jednotlivé rezistory a jejich kombinace si zaznamenáme hodnotu normálu (nastavení odporové dekády R_N), dále proudy dekádou a měřenými rezistory a kombinacemi (včetně rozsahů pro výpočet chyb).
4. Realizujeme schéma pro měření odporu sériovou srovnávací metodou. Pro jednotlivé rezistory a jejich kombinace si zaznamenáme hodnotu normálu R_N (nastavení odporové dekády), dále úbytky napětí na dekáde a na měřených rezistorech a kombinacích (včetně rozsahů pro výpočet chyb).
5. K Wheatstoneovu můstku dle schématu připojíme odpor R_x (opět se jedná o jednotlivé rezistory, následně jejich sériovou a paralelní kombinaci) ke svorkám označeným X. Připojíme zdroj napětí. Pomocí odporové dekády můstku se snažíme můstek vyvážit. Nelze-li, je nutno změnit hodnotu rezistorů určujících rozsah můstku (přepnout jeho rozsah). Po vyvážení zapíšeme hodnotu nastavení interní dekády můstku a zvolený rozsah.

Otázky

1. Popište problematiku elektrického odporu látek – fyzikální principy (závislosti na stavbě hmoty, okolních vlivech atd.).
2. Popište význam problematiky měření elektrického odporu pro technickou praxi.
3. Jaké parametry rezistorů musíme brát v úvahu při návrhu a realizaci různých elektrických a elektronických zařízení?
4. Rezistory jsou vyráběny v tzv. řadách (E12 apod.). Vysvětlete značení řad. Zdůvodněte použití výrobních řad.
5. Jaká znáte provedení rezistorů?

Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola strojní, stavební a dopravní, Děčín
Elektrická měření – laboratorní cvičení

Tabulky naměřených hodnot

Tabulka 1: Měření RLC můstkem (poznamenejte hodnotu změřenou můstkem, případně hodnotu jmenovitou)

$R_{1\text{RLC}} (\Omega)$	$R_{2\text{RLC}} (\Omega)$	$R_{12S\text{RLC}} (\Omega)$	$R_{12P\text{RLC}} (\Omega)$

Tabulka 2: Měření Ohmovou metodou (vstupní hodnoty pro výpočet odporu)

$U_{1\text{OHM}} (\text{V})$	$U_{2\text{OHM}} (\text{V})$	$U_{12S\text{OHM}} (\text{V})$	$U_{12P\text{OHM}} (\text{V})$
$I_{1\text{OHM}} (\text{mA})$	$I_{2\text{OHM}} (\text{mA})$	$I_{12S\text{OHM}} (\text{mA})$	$I_{12P\text{OHM}} (\text{mA})$

(poznamenejte proudy a napětí pro jednotlivé rezistory i jejich kombinace)

Tabulka 3: Měření Ohmovou metodou (rozsahy pro výpočet chyb jednotlivých měření)

typ měřidla	$U_{1\text{OHM}} (\text{V})$	$U_{2\text{OHM}} (\text{V})$	$U_{12S\text{OHM}} (\text{V})$	$U_{12P\text{OHM}} (\text{V})$
typ měřidla	$I_{1\text{OHM}} (\text{mA})$	$I_{2\text{OHM}} (\text{mA})$	$I_{12S\text{OHM}} (\text{mA})$	$I_{12P\text{OHM}} (\text{mA})$

Tabulka 4: Měření paralelní srovnávací metodou (vstupní hodnoty pro výpočet odporu – nastavený odpor dekády, proudy jednotlivými větvemi)

$R_{1N\text{PSM}} (\Omega)$	$R_{2N\text{PSM}} (\Omega)$	$R_{12SN\text{PSM}} (\Omega)$	$R_{12PN\text{PSM}} (\Omega)$
$I_{1N\text{PSM}} (\text{mA})$	$I_{2N\text{PSM}} (\text{mA})$	$I_{12SN\text{PSM}} (\text{mA})$	$I_{12PN\text{PSM}} (\text{mA})$
$I_{1X\text{PSM}} (\text{mA})$	$I_{2X\text{PSM}} (\text{mA})$	$I_{12SX\text{PSM}} (\text{mA})$	$I_{12PX\text{PSM}} (\text{mA})$

Tabulka 5: Měření paralelní srovnávací metodou (rozsahy pro výpočet chyb jednotlivých měření)

typ měřidla	$I_{1N\text{PSM}} (\text{mA})$	$I_{2N\text{PSM}} (\text{mA})$	$I_{12SN\text{PSM}} (\text{mA})$	$I_{12PN\text{PSM}} (\text{mA})$
typ měřidla	$I_{1X\text{PSM}} (\text{mA})$	$I_{2X\text{PSM}} (\text{mA})$	$I_{12SX\text{PSM}} (\text{mA})$	$I_{12PX\text{PSM}} (\text{mA})$

Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola strojní, stavební a dopravní, Děčín
Elektrická měření – laboratorní cvičení

--	--	--	--	--

Tabulka 6: Měření sériovou srovnávací metodou (vstupní hodnoty pro výpočet odporu – nastavený odpor dekády, napětí na jednotlivých odporech)

$R_{1N\ SSM} (\Omega)$	$R_{2N\ SSM} (\Omega)$	$R_{125N\ SSM} (\Omega)$	$R_{12PN\ SSM} (\Omega)$
$U_{1N\ SSM} (V)$	$U_{2N\ SSM} (V)$	$U_{125N\ SSM} (V)$	$U_{12PN\ SSM} (V)$
$U_{1X\ SSM} (V)$	$U_{2X\ SSM} (V)$	$U_{125X\ SSM} (V)$	$U_{12PX\ SSM} (V)$

Tabulka 7: Měření sériovou srovnávací metodou (rozsahy pro výpočet chyb jednotlivých měření)

typ měřidla	$U_{1N\ SSM} (V)$	$U_{2N\ SSM} (V)$	$U_{125N\ SSM} (V)$	$U_{12PN\ SSM} (V)$
typ měřidla	$U_{1X\ SSM} (V)$	$U_{2X\ SSM} (V)$	$U_{125X\ SSM} (V)$	$U_{12PX\ SSM} (V)$

Tabulka 8: Měření Wheatstoneovým můstkem (zapište odpor nastavený dekádou můstku a zvolený rozsah můstku)

$R_{1\ W1} (\Omega)$	$R_{2\ W1} (\Omega)$	$R_{125\ W1} (\Omega)$	$R_{12P\ W1} (\Omega)$
Násobitel	Násobitel	Násobitel	Násobitel

Výpočty a odvození

Zde proveďte vzorová dosazení pro jednotlivé výpočty.

Ohmova metoda

$$R_{1OHM} = \frac{U_{1OHM}}{I_{1OHM}} = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \Omega$$

$$\Delta_{1OHM} = R_{1OHM} - R_{1RLC} = \dots\dots\dots - \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \Omega$$

$$\delta_{1\text{OHM}} = 100 * \frac{\Delta_{1\text{OHM}}}{R_{1\text{RLC}}} = 100 * \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots\%$$

Paralelní srovnávací metoda

$$R_{1\text{PSM}} = \frac{R_{1\text{NPSM}} * I_{1\text{NPSM}}}{I_{1\text{XPSM}}} = \frac{\dots\dots\dots * \dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots\Omega$$

$$\Delta_{1\text{PSM}} = R_{1\text{PSM}} - R_{1\text{RLC}} = \dots\dots\dots - \dots\dots\dots = \dots\dots\dots\Omega$$

$$\delta_{1\text{PSM}} = 100 * \frac{\Delta_{1\text{PSM}}}{R_{1\text{RLC}}} = 100 * \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots\%$$

Sériová srovnávací metoda

$$R_{1\text{SSM}} = \frac{R_{1\text{NSSM}} * U_{1\text{XSSM}}}{U_{1\text{NSSM}}} = \frac{\dots\dots\dots * \dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots\Omega$$

$$\Delta_{1\text{SSM}} = R_{1\text{SSM}} - R_{1\text{RLC}} = \dots\dots\dots - \dots\dots\dots = \dots\dots\dots\Omega$$

$$\delta_{1\text{SSM}} = 100 * \frac{\Delta_{1\text{SSM}}}{R_{1\text{RLC}}} = 100 * \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots\%$$

Wheatstoneův můstek

$$\Delta_{1W} = R_{1W} - R_{1\text{RLC}} = \dots\dots\dots - \dots\dots\dots = \dots\dots\dots\Omega$$

$$\delta_{1W} = 100 * \frac{\Delta_{1W}}{R_{1\text{RLC}}} = 100 * \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots\%$$

Tabulky vypočtených hodnot

Tabulka 9: Měření Ohmovou metodou

$R_{1\text{ OHM}} (\Omega)$	$R_{2\text{ OHM}} (\Omega)$	$R_{12S\text{ OHM}} (\Omega)$	$R_{12P\text{ OHM}} (\Omega)$
$\Delta_{1\text{ OHM}} (\Omega)$	$\Delta_{2\text{ OHM}} (\Omega)$	$\Delta_{12S\text{ OHM}} (\Omega)$	$\Delta_{12P\text{ OHM}} (\Omega)$
$\delta_{1\text{ OHM}} (\%)$	$\delta_{2\text{ OHM}} (\%)$	$\delta_{12S\text{ OHM}} (\%)$	$\delta_{12P\text{ OHM}} (\%)$

Tabulka 10: Měření paralelní srovnávací metodou

$R_{1\text{ PSM}} (\Omega)$	$R_{2\text{ PSM}} (\Omega)$	$R_{12S\text{ PSM}} (\Omega)$	$R_{12P\text{ PSM}} (\Omega)$
$\Delta_{1\text{ PSM}} (\Omega)$	$\Delta_{2\text{ PSM}} (\Omega)$	$\Delta_{12S\text{ PSM}} (\Omega)$	$\Delta_{12P\text{ PSM}} (\Omega)$
$\delta_{1\text{ PSM}} (\%)$	$\delta_{2\text{ PSM}} (\%)$	$\delta_{12S\text{ PSM}} (\%)$	$\delta_{12P\text{ PSM}} (\%)$

Tabulka 11: Měření sériovou srovnávací metodou

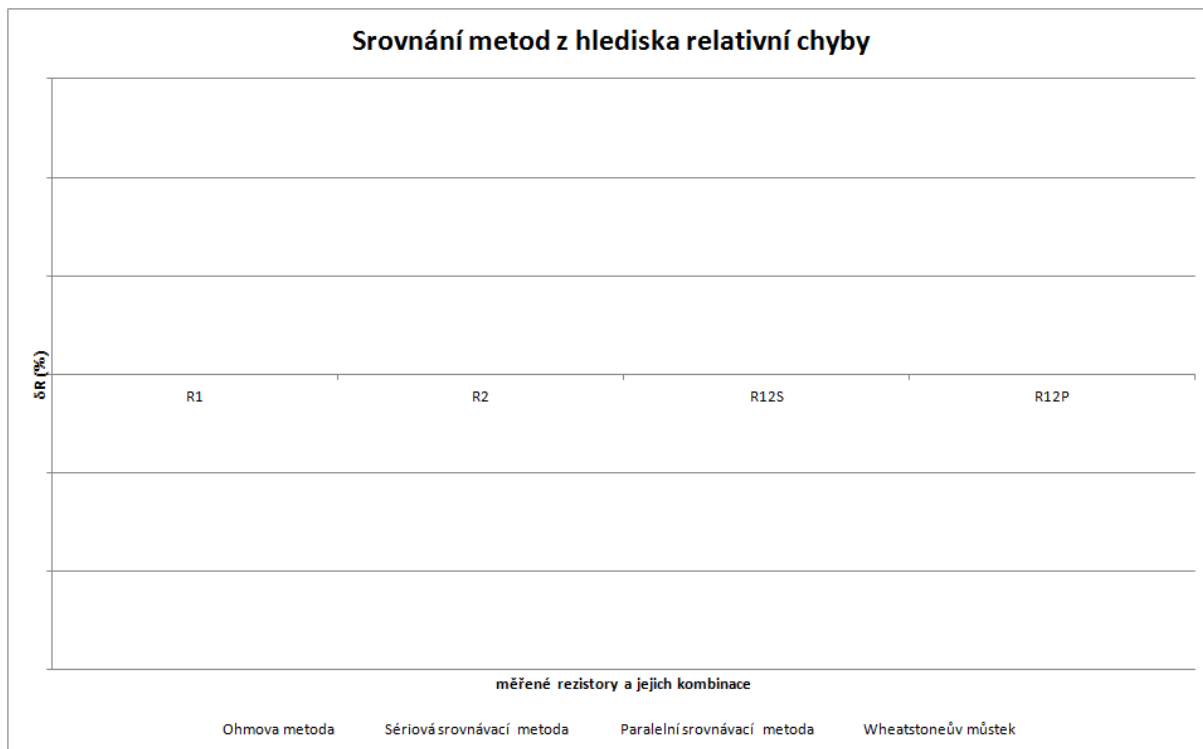
$R_{1\text{ SSM}} (\Omega)$	$R_{2\text{ SSM}} (\Omega)$	$R_{12S\text{ SSM}} (\Omega)$	$R_{12P\text{ SSM}} (\Omega)$
$\Delta_{1\text{ SSM}} (\Omega)$	$\Delta_{2\text{ SSM}} (\Omega)$	$\Delta_{12S\text{ SSM}} (\Omega)$	$\Delta_{12P\text{ SSM}} (\Omega)$
$\delta_{1\text{ SSM}} (\%)$	$\delta_{2\text{ SSM}} (\%)$	$\delta_{12S\text{ SSM}} (\%)$	$\delta_{12P\text{ SSM}} (\%)$

Tabulka 12: Měření Wheatstoneovým můstkem

$R_{1\text{ W}} (\Omega)$	$R_{2\text{ W}} (\Omega)$	$R_{12S\text{ W}} (\Omega)$	$R_{12P\text{ W}} (\Omega)$

Grafické závislosti

Použijte sloupcový graf, srovnání velikostí chyb pak bude vodítkem k určení optimální metody měření odporu.



Obrázek 7: Relativní chyby měření odporů různými metodami

Odpovědi na otázky

1.
.....
.....
2.
.....
.....
3.
.....
.....
4.
.....
.....
5.
.....
.....

Závěr

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Informační prameny použité pro zpracování protokolu

1.
2.
3.
4.
5.
6.

Datum vypracování:	
Čestné prohlášení:	Prohlašuji, že jsem protokol zpracoval samostatně, veškeré použité prameny jsem uvedl ve stati „Informační prameny použité pro zpracování protokolu“.
	Podpis studenta:

Použité přístroje

<i>Přístroj</i>	<i>Typ</i>	<i>Výrobní číslo</i>	<i>Inventární číslo</i>	<i>Poznámka</i>
multimetr				
multimetr				
napájecí zdroj				
měřené rezistory				
odporová dekáda				
RLC můstek				
Wheatstoneův můstek				

Hodnocení

<i>Etapa hodnocení úlohy</i>	<i>Bodovaná část</i>	<i>Maximální počet bodů</i>	<i>Získané body</i>
Samostatná příprava	Ústní přezkoušení z měřené problematiky ¹	10	
Měření v laboratoři	Zapojování schémat, průběh měření	5	
Konzultace	Nepovinná, proběhla dne:..... ²	5	
Zpracování protokolu	Úpravnost, struktura protokolu	5	
	Výpočty (dosazení, výsledky, jednotky)	5	
	Tabulky	5	
	Grafy (popis os, měřítko, vlastní graf)	15	
	Odpovědi na otázky	10	
	Závěr	10	
	Obhajoba ³	30	
Celkové hodnocení	protokolu o laboratorním cvičení	100	

<i>Přiřazení klasifikace</i>	
<i>Počet získaných bodů</i>	<i>Hodnocení⁴</i>
řádný termín	
0 až 49	5
50 až 60	4
61 až 70	3
71 až 85	2
86 až 100	1
Uzavření klasifikace protokolu dne:	
Podpis:	

Poznámky

Přehled rezistorů, výpisy z katalogových listů

¹ Ústní přezkoušení prověřuje připravenost studenta. Nepřipravený student získá 0 bodů, obdrží náhradní práci, laboratorní úlohu měří po dohodě s vyučujícím v náhradním termínu. Pro náhradní termíny zůstává bodový stav 0, připravenost je již jen podmínkou k připuštění studenta k vlastnímu měření. Termín pro odevzdání protokolu se počítá od řádného termínu laboratorního cvičení.

² Údaj v kolonce získané body platí pouze s vyplněním data, kdy konzultace proběhla, vyučující potvrdil konzultaci svým podpisem.

³ Obhajoba je ústní (s přípravou) nebo písemná, povinná. Student, který neprokáže znalost problematiky, nezískává body, úloha je hodnocena **NEDOSTATEČNĚ!**

⁴ V případě neuzavření klasifikace protokolu v řádném termínu je postupováno dle pravidel pro odevzdávání protokolů, jejichž znalost student potvrdil svým podpisem.

Přehled veličin a vztahů proudového pole

Přehled základních a charakteristických vlastností vodivých materiálů

Záznam naměřených hodnot

Uloha:	Přímé a nepřímé měření odporu
Datum měření:	Příjmení a jméno studenta:

Tabulka 13: Měření RLC můstkem (poznamenejte hodnotu změřenou můstkem, případně hodnotu jmenovitou)

$R_{1\text{RLC}} (\Omega)$	$R_{2\text{RLC}} (\Omega)$	$R_{12S\text{RLC}} (\Omega)$	$R_{12P\text{RLC}} (\Omega)$

Tabulka 14: Měření Ohmovou metodou (vstupní hodnoty pro výpočet odporu)

$U_{1\text{OHM}} (\text{V})$	$U_{2\text{OHM}} (\text{V})$	$U_{12S\text{OHM}} (\text{V})$	$U_{12P\text{OHM}} (\text{V})$
$I_{1\text{OHM}} (\text{mA})$	$I_{2\text{OHM}} (\text{mA})$	$I_{12S\text{OHM}} (\text{mA})$	$I_{12P\text{OHM}} (\text{mA})$

(poznamenejte proudy a napětí pro jednotlivé rezistory i jejich kombinace)

Tabulka 15: Měření Ohmovou metodou (rozsahy pro výpočet chyb jednotlivých měření)

typ měřidla	$U_{1\text{OHM}} (\text{V})$	$U_{2\text{OHM}} (\text{V})$	$U_{12S\text{OHM}} (\text{V})$	$U_{12P\text{OHM}} (\text{V})$
typ měřidla	$I_{1\text{OHM}} (\text{mA})$	$I_{2\text{OHM}} (\text{mA})$	$I_{12S\text{OHM}} (\text{mA})$	$I_{12P\text{OHM}} (\text{mA})$

Tabulka 16: Měření paralelní srovnávací metodou (vstupní hodnoty pro výpočet odporu – nastavený odpor dekády, proudy jednotlivými větvemi)

$R_{1N\text{PSM}} (\Omega)$	$R_{2N\text{PSM}} (\Omega)$	$R_{12SN\text{PSM}} (\Omega)$	$R_{12PN\text{PSM}} (\Omega)$
$I_{1N\text{PSM}} (\text{mA})$	$I_{2N\text{PSM}} (\text{mA})$	$I_{12SN\text{PSM}} (\text{mA})$	$I_{12PN\text{PSM}} (\text{mA})$
$I_{1X\text{PSM}} (\text{mA})$	$I_{2X\text{PSM}} (\text{mA})$	$I_{12SX\text{PSM}} (\text{mA})$	$I_{12PX\text{PSM}} (\text{mA})$

Tabulka 17: Měření paralelní srovnávací metodou (rozsahy pro výpočet chyb jednotlivých měření)

typ měřidla	$I_{1N\text{PSM}} (\text{mA})$	$I_{2N\text{PSM}} (\text{mA})$	$I_{12SN\text{PSM}} (\text{mA})$	$I_{12PN\text{PSM}} (\text{mA})$

Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola strojní, stavební a dopravní, Děčín
Elektrická měření – laboratorní cvičení

typ měřidla	$I_{1X\ PSM}\ (mA)$	$I_{2X\ PSM}\ (mA)$	$I_{12SX\ PSM}\ (mA)$	$I_{12PX\ PSM}\ (mA)$

Tabulka 18: Měření sériovou srovnávací metodou (vstupní hodnoty pro výpočet odporu – nastavený odpor dekády, napětí na jednotlivých odporech)

$R_{1N\ SSM}\ (\Omega)$	$R_{2N\ SSM}\ (\Omega)$	$R_{12SN\ SSM}\ (\Omega)$	$R_{12PN\ SSM}\ (\Omega)$
$U_{1N\ SSM}\ (V)$	$U_{2N\ SSM}\ (V)$	$U_{12SN\ SSM}\ (V)$	$U_{12PN\ SSM}\ (V)$
$U_{1X\ SSM}\ (V)$	$U_{2X\ SSM}\ (V)$	$U_{12SX\ SSM}\ (V)$	$U_{12PX\ SSM}\ (V)$

Tabulka 19: Měření sériovou srovnávací metodou (rozsahy pro výpočet chyb jednotlivých měření)

typ měřidla	$U_{1N\ SSM}\ (V)$	$U_{2N\ SSM}\ (V)$	$U_{12SN\ SSM}\ (V)$	$U_{12PN\ SSM}\ (V)$
typ měřidla	$U_{1X\ SSM}\ (V)$	$U_{2X\ SSM}\ (V)$	$U_{12SX\ SSM}\ (V)$	$U_{12PX\ SSM}\ (V)$

Tabulka 20: Měření Wheatstoneovým můstkem (zapište odpor nastavený dekádou můstku a zvolený rozsah můstku)

$R_{1\ W1}\ (\Omega)$	$R_{2\ W1}\ (\Omega)$	$R_{12S\ W1}\ (\Omega)$	$R_{12P\ W1}\ (\Omega)$
Rozsah	Rozsah	Rozsah	Rozsah

Datum měření:.....Termín: řádný – náhradní (důvod:.....)⁵

Použité přístroje

Přístroj	Typ	Výrobní číslo	Inventární číslo	Poznámka
multimetr				
multimetr				
napájecí zdroj				
měřené rezistory				

⁵ Nehodící se škrtněte!

Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola strojní, stavební a dopravní, Děčín
Elektrická měření – laboratorní cvičení

odporová dekáda				
RLC můstek				
Wheatstoneův můstek				

Poznámky

Verifikace

Podpis vyučujícího:.....