

**Názov cvičenia:****Meranie elektrického odporu**

Cieľ: naučiť žiakov odmerať elektrický odpor meracími metódami podľa zadania, vyhodnotiť meranie z hľadiska presnosti, dostupnosti a rýchlosti merania

Úlohy:

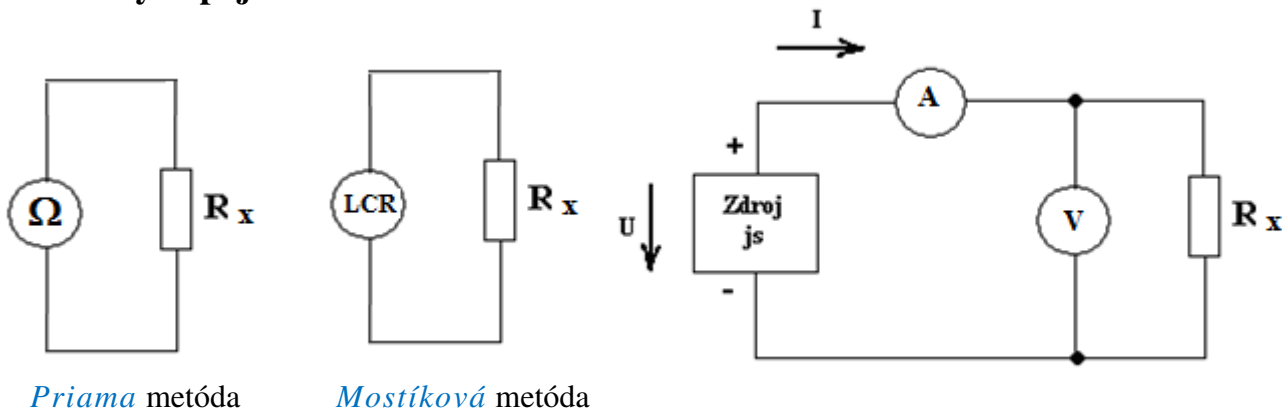
1. Odmerajte odpor daných rezistorov
 - multimetrom;
 - LCR mostíkom;
 - voltampérovou metódou v zapojení pre malé a veľké odpory;
 - porovnávacou metódou porovnaním napätí;
2. Vypočítajte hodnotu meraného odporu pri jednotlivých metódach a chyby merania
3. Posúďte vhodnosť jednotlivých metód z hľadiska dosiahnutej presnosti

Teoretický úvod:

Charakteristika rezistora, spôsoby označovania hodnôt odporu rezistora, údaje na rezistore, parameter potrebný pri pripojení rezistora do elektrického obvodu, meracie metódy, zdôvodnenie použitia zdroja na meranie odporu, zdôvodnenie strát po pripojení striedavého napätia

*Rezistor je pasívna, lineárna súčiastka, ktorá pri prechode el. prúdu kladie odpor. Elektrický odpor je jedna zo základných vlastností el. obvodov. Pri zapojení R do obvodu musíme poznať: **menovitú hodnotu odporu**(Ω), **toleranciu menovitej hodnoty**(%), **max. dovolený výkon**(W). Z hľadiska jeho veľkosti ich môžeme rozdeliť na: **malé** (do 1Ω), **stredné** (od 1Ω do $1\text{ M}\Omega$), **veľké** (nad $1\text{ M}\Omega$). Označenie hodnôt môže byť cez **farebný kód**, alebo **písomným označením** hodnoty a jeho tolerancie. Pri meraní jeho hodnoty sa používa na napájanie **js. zdroj**, ak by sme použili **striedavý**, tak sa už prejavujú ďalšie vlastnosti obvodu (kapacita, zvod, indukčnosť,...). Pre všetky veľkosti odporov je známa ich **závislosť na teplote** (zohriatím sa mení hodnota). Z hľadiska merania odporu si volíme **metódu merania**.*

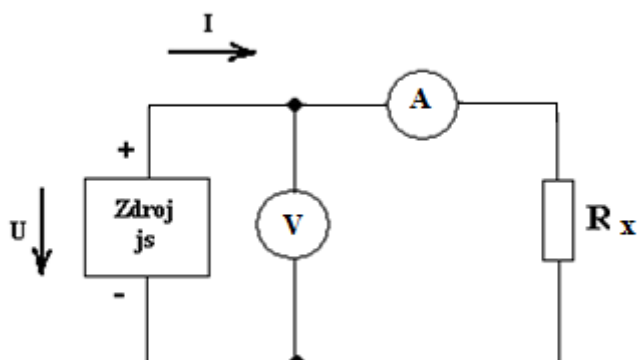
- 1.) **priama** – meranie R ohmmetrom (Multimeter, Analógový ohmmeter) → priamo
- 2.) **nepriama absolútna VA** – dopyčujú sa výpočtom; '**V pred A**' (na meranie stredných a veľkých odporov), '**A pred V**' (na meranie malých odporov)
- 3.) **nepriama porovnávací** – **porovnanie U** (malé R), **porovnanie I** (veľké R)
- 4.) **mostíková** – činný odpor nameriame len pri **js. napájaní (DCR)**, pri **striedavom** už to je **impedancia**

Schémy zapojenia:

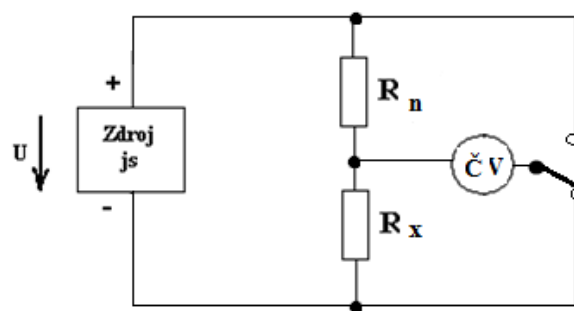
Priama metóda

Mostíková metóda

Nepriama – Ampér Voltová metóda
na meranie **malých** odporov



Nepriama – Volt Ampérová metóda
na meranie *stredných a veľkých* odporov



Nepriama – Porovnávací metóda

Použité meracie prístroje a pomôcky:

Ω – ohmmeter *AXIOMET AX585B*

LCR merač typ – *ELMA 6400*

mA – *analógový ML20 149695 TESLA*

μA – *analógový DL 5187722; TESLA*

V – *analógový 816234; TESLA*

js. zdroj typ – *DIAMETRAL P230R51D*

R_n – *TESLA METRA*

Meraný objekt – R_X :

Katalógové údaje výrobcu odporov:

R_{X1}

typ *pevný, vrstvomý*; menovitá hodnota $R_{X1} = 220 \Omega$; $P_{max1} = 0,5 \text{ W}$; $\delta R_{max1} = \pm 5 \%$;

menovitá hodnota odporu je v intervale $209 \Omega < R_{X1} < 231 \Omega$

napájacie napätie $U_{max1} = 10,49 \text{ V}$, *napájací prúd* $I_{max1} = 47,7 \text{ mA}$;

R_{X2}

typ *pevný, vrstvomý*; menovitá hodnota $R_{X2} = 24 \text{ k}\Omega$; $P_{max2} = 0,5 \text{ W}$; $\delta R_{max2} = \pm 5 \%$;

menovitá hodnota odporu je v intervale $22,8 \text{ k}\Omega < R_{X2} < 25,2 \text{ k}\Omega$

napájacie napätie $U_{max2} = 109,54 \text{ V}$, *napájací prúd* $I_{max2} = 4,56 \text{ mA}$;

Hodnoty a rozsahy meracích prístrojov nastavte tak, aby bola relatívna chyba údajov prístrojov čo najmenšia, pri dodržaní maximálnych hodnôt napätí a prúdov.

Tabuľky nameraných a vypočítaných hodnôt:

Priama metóda – pomocou multimetra

Meraný objekt	Odmerané $R_X (\Omega)$	Absolútna chyba $\Delta R_X (\Omega)$	Relatívna chyba $\delta R_X (\%)$	V/N
$R_{X1} 220 \Omega$	219,5	0,5	0,227	V
$R_{X2} 24 \text{ k}\Omega$	$23,7 \cdot 10^3$	300	1,25	V

Postup pri meraní: Zapojíme si rezistor do meracieho prístroja, na prvú svorku s vyznačením *com* a druhú na Ω . Priamo pomocou multimetra, ktorý má Ohmmeter, alebo iného MP môžeme priamo odčítať hodnotu neznámeho odporu. Po zapojení si správne zvolíme merací rozsah a zmeriame hodnotu odporu. Meranie zopakujeme aj pri 2 odpore.

Priama metóda – pomocou LCR mostíka

Meraný objekt	Odmerané $R_X (\Omega)$	Absolútna chyba $\Delta R_X (\Omega)$	Relatívna chyba $\delta R_X (\%)$	V/N
$R_{X1} \text{ 220 } \Omega$	220,3	0,3	0,136	V
$R_{X2} \text{ 24 k}\Omega$	23,8.10 ³	200	0,83	V

Postup pri meraní: Zapojíme si rezistor do RLC mostíka, tento typ (ELMA 6400) si dokáže vybrať parameter, ktorý má odmerať (teraz meriame so str. zdrojom). Ďalej si môžeme na ňom meniť frekvenciu a pozrieť si, pri ktorej je najpresnejšie, alebo cez funkciu jednosmerného mostíka, ale keď porovnáme so striedavým tak sa hodnoty veľmi nelíšia. V budúcnosti pri meraní odporu L, alebo odporu vinutia transformátora na nemôžeme použiť fciu striedavého mostíka. Meranie zopakujeme aj pri 2 odpore.

**Nepriama metóda – VA metóda
Ampérmetr pred voltmetrom**

Meraný objekt	U (V)	I (mA)	R_X (Ω)	Absolútna chyba $\Delta R_X (\Omega)$	Relatívna chyba $\delta R_X (\%)$	V/N
$R_{X1} \text{ 220 } \Omega$	10	46,5	215,05	4,95	2,25	V
$R_{X2} \text{ 24 k}\Omega$	10	580 μ	17241,38	6758,62	28,16	N

Voltmeter pred ampérmetrom

Meraný objekt	U (V)	I (mA)	R_X (Ω)	Absolútna chyba $\Delta R_X (\Omega)$	Relatívna chyba $\delta R_X (\%)$	V/N
$R_{X1} \text{ 220 } \Omega$	10	46	217,39	2,61	1,18	V
$R_{X2} \text{ 24 k}\Omega$	10	400 μ	25000	1000	4,16	V

Z meracích prístrojov vypíšte ich vnútorné odpory alebo úbytky napätí pre použité rozsahy:

Voltmeter \rightarrow pre odpor R_{X1} $r_V = 5000 \Omega/V \rightarrow$ merací rozsah MR = 12 V $\rightarrow R_{V1} = 60\,000 \Omega$

\rightarrow pre odpor R_{X2} $r_V = 5000 \Omega/V \rightarrow$ merací rozsah MR = 12 V $\rightarrow R_{V2} = 60\,000 \Omega$

Ampérmetr \rightarrow pre odpor R_{X1} $\rightarrow \Delta U_{A1} = 86,25 \text{ mV} \rightarrow$ merací rozsah MR = 75 mA; $R_{A1} = 1,15 \Omega$

\rightarrow pre odpor R_{X2} $\rightarrow \Delta U_{A2} = 700 \text{ mV} \rightarrow$ merací rozsah MR = 750 μ A; $R_{A2} = 933,33 \Omega$

Postup pri meraní: Zapojíme si schému pre prvú meraciu metódu 'A pred V'. V prvom rade, keď budeme nastavovať veľkosti obvodových veličín, musíme vedieť o aký typ rezistora sa jedná (odpor, max. dovolený výkon). Mali by sme ísť len do 1/3 nominálneho výkonu, pretože rezistor sa môže nadmerne zohriať a tým sa mení jeho hodnota. Pri ampérmetri sme mali vnútorné odpory vypísané pre každý MR. Pre voltmeter musíme vnútorný odpor prepočítať na daný MR. Pre meranie pomocou nepriamej metódy potrebujeme vždy js. zdroj. Nastavíme si prúdovú ochranu a počet dielikov. Vypočítame si konštantu a pomocou nej jednoducho nameranú hodnotu s vynásobením výchylky ručičky MP. Ďalej vypočítame odmeranú hodnotu odporu, absolútnu, relatívnu chybu a porovnať z hľadiska tolerance, ktorou bol rezistor vyrobený. Pri meraní odporu vyššej hodnoty sme



museli použiť iný Ampérmeter, pretože napätie je vysoké a prúd veľmi maličký. 'V pred A' spravíme analogicky.

Nepriama metóda – porovnávacia metóda

Meraný objekt	U_n (V)	U_X (V)	R_n (Ω)	R_X (Ω)	Absolútna chyba ΔR_X (Ω)	Relatívna chyba δR_X (%)	V/N
R_{X1} 220 Ω	5,009	5,061	189	190,96	29,04	13,2	N
R_{X2} 24 k Ω	3,393	6,611	12k	23,381k	619	2,579	V

Postup pri meraní: Zapojíme si schému pre ďalšiu meráciu metódu - porovnávaciu (porovnaním napätia). Môžeme postupovať dvomi spôsobmi. Prvá možnosť je, že si nastavíme napätie zdroja, samozrejme si musíme zistiť aké napätia môžeme pripojiť na jednotlivé odpory a potom postupne pomocou odporovej dekády nastavujeme napätia na oboch odporoch tak, že budú rovnaké. Keď budú napätia rovnaké budú aj odpory rovnaké, tým že náš odpor bude z odporovej dekády, tak môžeme jednoducho odčítať hodnotu neznámeho odporu R_X . Zapneme si js. zdroj kde nastavíme napr. hodnotu 10 V. Postupne si na odporovej dekáde budeme nastavovať a pridávať hodnotu odporu a hľadať tak rovnaké úbytky napätia na odporoch. Pri väčšom odpore postupujeme analogicky. Keď sme si tu nastavili 10V tak bol pomerne vysoký úbytok napätia na neznámom odpore, pretože tam bola očividne veľká hodnota odporu. Keďže naša odporová dekáda už má niečo za sebou, tak si na nej nastavíme hodnotu známu hodnotu odporu.

Použitie vzťahy pre výpočet:

VA metóda :

$$R_X = \frac{U}{I} \quad (\Omega)$$

Absolútna chyba:

$$\Delta R_X = R_X - R_{X1} \quad (\Omega)$$

$$\Delta R_X = R_X - R_{X2} \quad (\Omega)$$

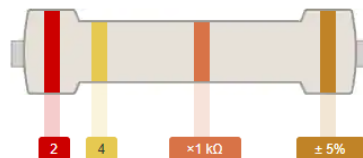
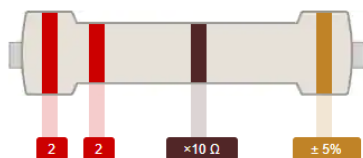
Porovnávacia metóda:

$$R_X = \frac{U_X}{U_n} \cdot R_n \quad (\Omega)$$

Relatívna chyba:

$$\delta R_X = \frac{\Delta R_X}{R_{X1}} \cdot 100 \quad (\%)$$

$$\delta R_X = \frac{\Delta R_X}{R_{X2}} \cdot 100 \quad (\%)$$



Prepočítajte pre VA metódy jednotlivé odpory rezistorov R_{X1} aj R_{X2} aj s prihliadnutím na použité meracie prístroje

Vyhodnotenie: porovnajme jednotlivé meracie metódy z hľadiska presnosti, rýchlosti merania a dostupnosti meracích prístrojov
Najefektívnejšia a najrýchlejšia metóda bola podľa môjho úsudku Priama, keďže z hľadiska presnosti a relatívnej chyby vyhovovala toleranciou do 5% na rezistoroch.



Nebolo na ňu potrebné použiť veľa meracích prístrojov len Multimeter, alebo RLC merač s 2 vodičmi. V zapojení nepriamej 'A pred V' chybu vnáša vnútorný odpor voltmetra a 'V pred A' je to naopak vnútorný odpor ampérmetra. Z hľadiska nepriamej metódy 'A pred V' je meranie presnejšie a vyhovujúce toleranciám len pri meraní malých odporov, ale aspoň 100x menších ako je odpor voltmetra. Je to meranie s istou relatívnou chybou (aspoň 1%!). (A meria aj prúd prechádzajúci V). Pri metóde 'V pred A' je meranie presnejšie pri meraní stredných a veľkých odporov, čiže aspoň 100x väčších ako vnútorný odpor ampérmetra. (V meria aj ΔU_A).