

Simulácia V-A metódy merania odporov v LabVIEW

Petruš Peter · Elektrotechnika, Študentské práce

23.11.2011



Táto práca je zameraná na uľahčenie a oboznámenie sa študentov s problematikou volt-ampérovej (V-A) metódy merania odporov prostredníctvom e-learningovej pomôcky vytvorenej v programe LabVIEW. Možnosť simulácie danej metódy umožní podnietiť študentov vytvárať a uľahčovať si komplikované merania s náročnou technikou na obsluhu i finančnou hodnotou prostredníctvom nich. Študenti sa budú môcť i takto nie len teoreticky, ale formou simulácie aj prakticky pripraviť na meranie odporov V-A metódou.

1. Úvod

Meranie veličín, a tým aj základných vlastností jednotlivých objektov nám prináša poznanie a porozumenie súvislostí okolitého sveta. Pre získavanie poznatkov z oblasti matematicko-fyzikálnych vied a ich implementácie do reálneho sveta nahradili reálne experimenty simuláciami. Tie prinášajú pomocou najmodernejšej výpočtovej techniky a postupov možnosť zrealizovať simulácie, ktoré by boli časovo náročné a finančne vysoko nákladové. Takáto demonštratívne využívanie pokrokových technológií umožňujú nie len zlepšiť a zefektívniť vývoj, a tým i prácu, ale i znížiť náklady na realizáciu jednotlivých projektov. Umožňujú väčším masám dosiahnuť patričné vedomosti v daných oblastiach.

Jednou z cieľových skupín, ktoré si osvojujú dané spôsoby praktickej realizácie týchto simulácií sú aj samotní študenti. Naša Fakulta elektrotechniky a informatiky Slovenskej technickej univerzity v Bratislave (ďalej len FEI) využíva túto možnosť vzdelávania študentov pri všetkých odboroch. Keďže väčšina študijných odborov sa oboznamuje s meraním vlastností elektrických obvodov, medzi ktoré patrí aj elektrický odpor, je táto práca zameraná práve k nim.

2. Metódy merania odporov

Pri meraní správnej veľkosti odporu pomocou určitej metódy je potrebné vedieť vlastnosti meraného objektu, podmienky, pri ktorých sa bude meranie vykonávať a vyžadovanú presnosť merania. Jednou zo základných vlastností, ktoré určia vhodnú metódu patrí i závislosť/nezávislosť pretekajúceho prúdu meraným objektom a veľkosť odporu meraného objektu. [1]

Pre meranie odporov existuje viacero metód, ako V-A metóda pre meranie veľkých a

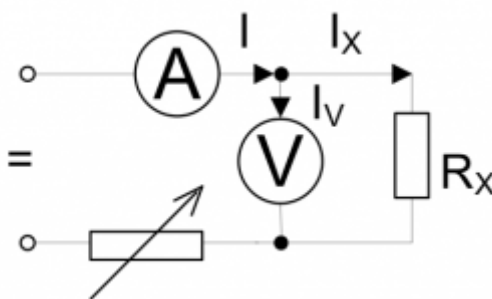
malých odporov, porovnávací metóda (porovnávaním prúdov alebo napätí), substitučná metóda (porovnávaním prúdov alebo napätí), nulová metóda (Wheatstonov mostík), meranie ohmmetrami, meranie multimetrom a iné. Ďalej sa budeme venovať len V-A metóde merania odporov.

2.1. Voltampérová metóda merania odporov

Voltampérová metóda je nepriama metóda merania odporov; hodnotu meraného odporu určíme výpočtom pomocou Ohmovho zákona

$$R_X = \frac{U_X}{I_X} = \frac{1V}{1A} = 1\Omega \quad (1)$$

Existujú dva spôsoby zapojenia obvodu na meranie odporov V-A metódou. Jeden z nich sa využíva pri meraní malých odporov, podľa schémy na (Obr. 1.) a druhý pri meraní veľkých odporov (Obr. 2) .



Obr. 1. Schéma pre meranie malých odporov V-A metódou

Ako vidieť na Obr. 1., voltmeter meria skutočné napätie U_X , ampérmeter však nemeľa prúd I_X , ale meria prúd $I = I_X + I_V$. Ak teda chceme vypočítať skutočnú hodnotu odporu R_X , musíme určiť veľkosť prúdu I_V pomocou vnútorného odporu voltmetra R_V .

$$R_X = \frac{U_X}{I - I_V} = \frac{U_X}{I - \frac{U_X}{R_V}} \quad (2)$$

Ak predpokladáme, že $R_V \gg R_X$ (100-krát), môžeme prúd I_V zanedbať. Bude platiť:

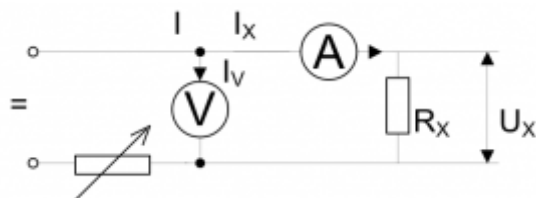
$$R'_X = \frac{U}{I} \quad (3)$$

Z výsledku vidieť, že nameriame vždy menší odpor, ako je skutočná hodnota odporu. Zanedbaním prúdu voltmetra pri výpočte sa dopúšťame absolútnej chyby metódy:

$$\Delta R_{MT} = \frac{U}{I} - \frac{U_X}{I_X} = \frac{-R_X^2}{R_X + R_V} \quad (4)$$

Percentuálna chyba metódy sa vypočíta:

$$\delta_{MT} = \frac{\Delta R_{MT}}{R_X} \cdot 100 = \frac{-R_X}{R_X + R_V} \cdot 100 \quad (\%) \quad (5)$$



Obr. 2. Schéma pre meranie veľkých odporov V-A metódou

Zo vzťahu (4) možno určiť chybu metódy pre známe hodnoty R_x a R_v . Z toho vyplýva, že dané zapojenie je vhodné na meranie malých a stredných odporov, ak voltmeter má veľký vnútorný odpor. V zapojení podľa Obr. 2. meria ampérmetr skutočný prúd I_x , voltmeter meria napätie na meranom odpore aj úbytok napätia na ampérmetri U_A

$$R_X = \frac{U_X}{I_X} = \frac{U - I_X \cdot R_A}{I_X} = \frac{U}{I_X} - R_A \quad (6)$$

Ak predpokladáme, že $R_x \gg R_A$, možno vo vzťahu (6) zanedbať odpor ampérmetra R_A . Potom platí vzťah (3). Pritom sa dopúšťame absolútnej chyby metódy

$$\Delta R_{MT} = \left(\frac{U}{I_X} \right) - R_X = R_A \quad (7)$$

Percentuálna chyba metódy bude potom:

$$\delta_{MT} = \frac{R_A}{R_X} \cdot 100 \quad (\%) \quad (8)$$

Ak teda $R_x = 100 R_A$, tak $\delta_{MT} = 1\%$; ak $R_x = 1000 R_A$, tak $\delta_{MT} = 0.1 \%$. Za takýchto okolností sú chyby meracích prístrojov väčšie ako chyba meracej metódy a netreba robiť opravu na odpor ampérmetra. Metóda je vhodná na meranie veľkých odporov, ak nerobíme opravu na chybu metódy.[2]

Chybu odporu vypočítame štandardne použitím vzťahov pre odhad chyby nepriamej metódy merania. Relatívnu chybu odporu počítaného podľa vzťahu (2), pre meranie malých odporov, určíme ako:

$$|\delta R_X| = \frac{R_X}{R'_X} (|\delta U| + |\delta I|) \quad (9)$$

Relatívnu chybu odporu počítaného podľa vzťahu (6), pre meranie veľkých odporov, určíme ako:

$$|\delta R_X| = \frac{R'_X}{R_X} (|\delta U| + |\delta I|) \quad (10)$$

Kde relatívne chyby δU a δI určíme z tried presností voltmetra a ampérmetra.[3]

3. Volba softvéru

Pre realizovanie simulácie V-A metódy merania odporov sme zvolili program LabVIEW 2010 [4]. Ten poskytuje dostatočne bohaté vývojárske prostredie, v ktorom sa dá realizovať náš cieľ, a to je vytvoriť vhodnú e-learningovú pomôcku pre študentov.

3.1. LabVIEW

V našom prípade využijeme LabVIEW (Laboratory Virtual Instruments Engineering Workbench) ako nástroj pre vytvorenie učebnej pomôcky, ktorá by mala slúžiť študentom na oboznámenie sa s rôznymi metódami merania odporov na Katedre merania FEI. LabVIEW je vývojové prostredie pre vytváranie aplikácií zameraných na oblasť merania, zberu, analýzy aj prezentácie nameraných dát.

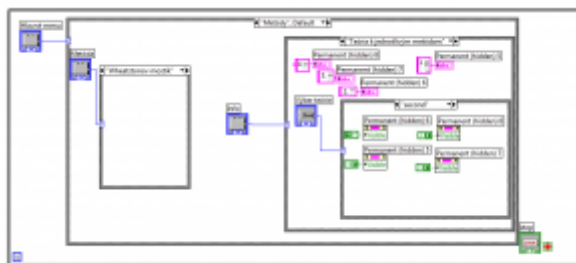
LabVIEW využíva grafický programovací jazyk. Výsledný produkt tohto prostredia sa nazýva virtuálnym prístrojom, pretože svojimi prejavmi a činnosťami pripomína klasický prístroj. Praktické využívanie LabVIEW ako nástroja pre vytvorenie učebnej pomôcky pre vzdialené laboratórium zberu dát využívajú napr. aj na Fakulte elektrotechniky a telekomunikácií Polytechnickej univerzity v Temešvári (Rumunsko). [5]

3.2. Realizácia

V programe LabVIEW sme najprv vytvorili šablónu, ktorú budeme postupne vyplňať a upravovať podľa našich požiadaviek. Pri navrhovaní užívateľského rozhrania sme sa snažili vytvoriť príťažlivý a jednoduchý vzhľad, v ktorom sa bude dať ľahko orientovať. Na internete sa nachádza množstvo variant vizuálnej realizácie programov v LabVIEW, ktoré sú inšpiratívnym zdrojom k tejto úlohe.

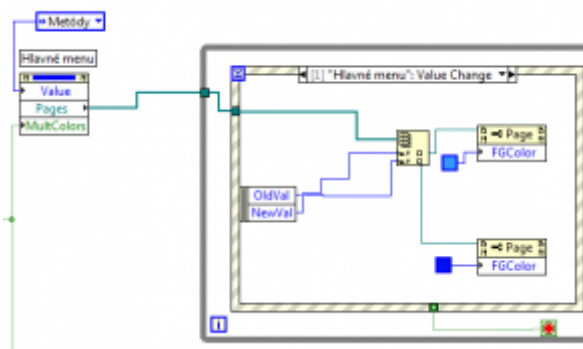
Najčastejšie k zjednoteniu jednotlivých častí programov sa používajú šablóny tzv. záložky (tabs). Tie umožňujú ohraničiť a zjednotiť obslužnú časť daného programu. Pre jednotlivé metódy merania odporu vytvoríme samostatné záložky. Vďaka možnosti upravovania ich vlastností (properties), ktoré vystupujú v blokovej časti LabVIEW ako bloky, je možné pomocou rôznych prepojení a kombinácií kreatívne realizovať dané zadanie.

Na Obr. 3. je návrh vizuálnej časti v blokovom diagrame, ktorá vytvára základné menu programu pre lepšiu orientáciu v aplikácii. *Popis meracieho prístroja* a *Teória* k danej metóde sú realizované prostredníctvom funkcie combo box, ktorý je prepojený s textovými poľami obsahujúcimi informácie zodpovedajúce danej hodnote.



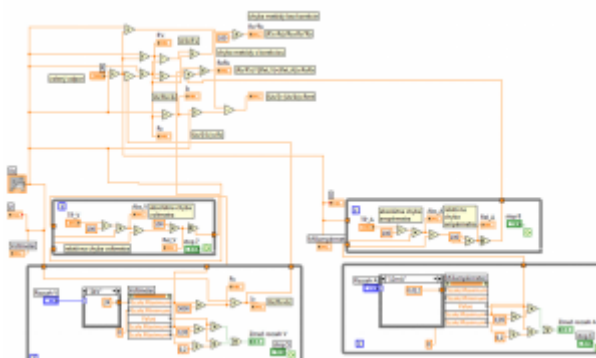
Obr. 3. Vizuálna časť v LabVIEW (Blokový diagram) – menu

Na Obr. 4. je zobrazená jedna z troch programovateľných častí pre farebné vyplnenie predného panela, ktoré dotvárajú podľa našich požiadaviek farebné rozlíšenie pevne nastavené, možné úpravy len blokovej časti programu.



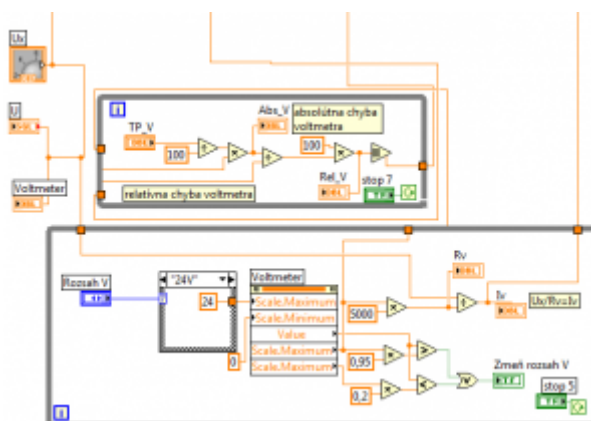
Obr. 4. Blokový diagram - nastavenie farby menu

Celková realizácia metódy v blokovom diagrame je zobrazená na Obr. 5. Je zložená z jednotlivých menších celkov: z meracích prístrojov, t.j. voltmetra (Obr. 6) a miliampérmetra, a tiež z matematickej časti, ktorá simuluje podľa vzťahov pre výpočet odporov, jednotlivých chýb pre danú metódu na prednom paneli.



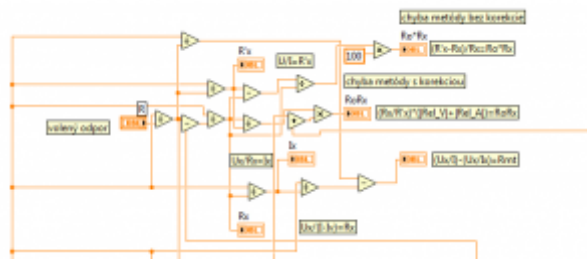
Obr. 5. Blokový diagram - celok

Na Obr. 6. je zobrazená bloková schéma voltmetra, ktorá pozostáva z dvoch častí. V dolnej časti obrázku je vytvorená simulácia meracieho prístroja s jeho vnútorným odporom, rozsahmi a prúdmi. V hornej časti sú realizované chyby daného meracieho prístroja. Podobným spôsobom je vytvorený i miliampérmeter, ktorý však má iné hodnoty vnútorných odporov pri zmene rozsahu.



Obr. 6. Blokový diagram - voltmeter

Jednotlivé matematické operácie zodpovedajúce VA metóde pre meranie malých odporov sú zobrazené na Obr. 7.



Obr. 7. Blokový diagram - matematická časť

Predný panel pre V-A metódu merania odporov a pre zapojenie na meranie malých odporov je na Obr. 8. V ľavej časti sa nachádza schéma pre danú metódu, prístroje - voltmeter a ampérmetr, s možnosťou voľby triedy presnosti a rozsahu. Je možné meniť vstupné napätie a sledovať, aký je vypočítaný odpor s korekciou, bez korekcie, aká je chyba metódy, či chyby jednotlivých prístrojov. V pravej časti je možné sledovať popis k prístrojom, prípadne teóriu k danej metóde.

4. Záver

Vytvorená aplikácia - simulácia V-A metódy merania odporov v programovom prostredí LabVIEW, bude slúžiť ako pomôcka, ktorá umožní študentom nastudovať si danú problematiku vopred, prípadne overiť namerané výsledky so simulovanými.



Obr. 8. Predný panel aplikácie

Súpis použitej literatúry

1. BARTOVÁ, Z. - FECKO, Š. - KOVÁČ, K.: Elektrické meranie - Návody na laboratórne cvičenia, 1. vyd. Bratislava: Edičné stredisko STU v Bratislave, 1993. 51 s. ISBN 80-22-0530-6.
2. ANTOŠOVSKÝ, V. 1988. Elektrické merania 1, 1. vyd. Bratislava : Alfa, 1988. 107-111 s. ISBN 80-05-00175-4.
3. Materiály k cvičeniam MIS 2010/11
4. www.ni.com
5. National instrument. 2010. LabVIEW 2010 - Building a Remote Learning Lab with LabVIEW and Data Acquisition [online]., 2010. [cit 7.11.2010] Dostupné na internete: <http://sine.ni.com/cs/app/doc/p/id/cs-12893>

Spoluautor článku je Ing. Eva Králiková, Katedra merania, Fakulta Elektrotechniky a Informatiky, Slovenská Technická Univerzita, Ilkovičova 3, Bratislava 812 19

Práca bola prezentovaná na Študentskej vedeckej a odbornej činnosti (ŠVOČ 2011) v sekcii Meracia technika, ISBN 978-80-227-3508-7
