

Feszültségosztó vizsgálata

Erdélyi Áron

Pázmány Péter Catholic University, Faculty of Information Technology and Bionics

50/a Práter street, 1083 Budapest, Hungary

erdelyi.aron.janos@hallgato.ppke.hu

I. A MÉRÉS KÖRÜLMÉNYEI

A mérést 2018.03.14-én 16:00 és 19:00 között a PPKE ITK, 1083 Práter utca 50/a cím alatt található épületében, a 4. emeleti mérési laborban végeztem. A mérés során a National Instruments Elvis II nevű mérőműszert használtam.

II. A MÉRÉSBEN HASZNÁLT ELLENÁLLÁSOK

A mérés alatt 3 ellenállással dolgoztam. Az ellenállások mérése során odafigyeltem, hogy a nullponti hibát kiszűrjem. Ezt úgy tudtam megtenni, hogy lemértem az ellenállást a rövidre zárt áramkörön, és ezt az értéket kivontam az ellenállások mérésében kapott értékekből.

Így az ellenállások színkód alapján várt és a mérés alapján kapott értékeik:

	R_1	R_2	R_3
Várt érték	$22k\Omega$	$20k\Omega$	$0,11k\Omega$
Kapott érték	$21,939k\Omega$	$19,924k\Omega$	$0,10986k\Omega$
Tűrés	2%	1%	1%

III. FESZÜLTÉGOSZTÁSI VISZONY MAXIMÁLIS ELTÉRÉSE

A leolvasott érték maximális tűrésmezőben engedélyezett eltéréssel a feszültségosztási viszony számított értéke is változik.

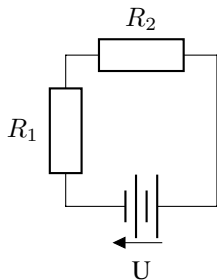


Fig. 1. 1. Áramkör feszültségmérő nélkül

Mivel a két ellenállás sorosan van kötve, a feszültség az ellenállások arányában eloszlik:

$$U_1 = U \frac{R_1}{R_1 + R_2}, \quad U_2 = U \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$
$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

Ebben az esetben maximális eltérést akkor kapunk, ha a számlálóban szereplő ellenállás tűrésének maximumát, a nevezőben szereplő ellenállás tűrésének maximumának negáltját nézzük. Ebben az esetben az eltérés számított értékeknél:

$$e = \frac{R_1}{R_2} - \frac{R_1 + 0,02R_1}{R_2 - 0,01R_2} = \frac{22k\Omega}{20k\Omega} - \frac{22k\Omega + 0,44k\Omega}{20k\Omega - 0,2k\Omega} = 1,1 - 1,13 = -0,03$$

Tehát a maximum várható eltérés az ellenállások tűrésének függvényében a számított értékeknél: 0,03.

Mért értékekkel számolva:

$$e = \frac{R_1}{R_2} - \frac{R_1 + 0,02R_1}{R_2 - 0,01R_2} = \frac{21,939k\Omega}{19,924k\Omega} - \frac{21,939k\Omega + 0,4388k\Omega}{19,924k\Omega - 0,1992k\Omega} = 1,1011 - 1,1345 = -0,0334$$

Tehát a maximum várható eltérés az ellenállások tűrésének függvényében a mért értékeknél: 0,0334.

IV. FESZÜLTÉS

Elméletileg az Elvis II által biztosított +5V feszültséggel dolgoztam. Ezt biztonságosan lemértem és a kapott feszültség értéke: $U=4,9399V$.

V. ELSŐ ÁRAMKÖR MÉRÉSE

A mérési feladatok alapján összeállított áramkörben meghatároztam előre számítással a feszültségek értékét, amit összevettem a mért értékekkel.

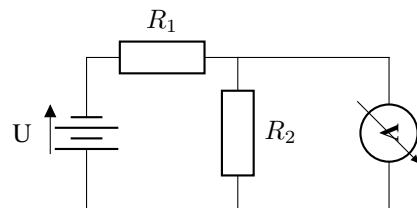


Fig. 2. 1. Áramkör feszültségmérővel

Számítások alapján az U_2 értéke:

$$U \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 4,9399V \frac{20 \cdot k\Omega}{22k\Omega + 20k\Omega} = 2,3523V$$

Mérés alapján az U_2 értéke: 2,3496V.

Ezek alapján a relatív eltérés:

$$100 - 100 \frac{2,3496V}{2,3523V} = 0,12\% < 1\%$$

VI. MÁSODIK ÁRAMKÖR MÉRÉSE

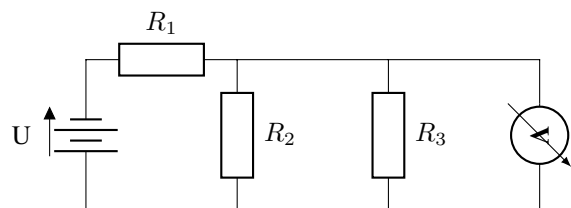


Fig. 3. 2. Áramkör feszültségmérővel

A mérési feladatok alapján összeállított áramkörben meghatároztam előre számítással a feszültségek értékét, amit összevettem a mért értékekkel.

Mivel az R_2 és az R_3 párhuzamosan vannak kötve, az összesített ellenállás mértéke:

$$\frac{1}{R_{2,3}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \rightarrow R_{2,3} = 0,10926k\Omega$$

Az ebből számolt kimenő feszültség:

$$U_2 = U \frac{R_{2,3}}{R_1 + R_{2,3}} = 4,9399V \frac{0,10926k\Omega}{22,0483k\Omega} = 0,02448V$$

A mért értékkel (0,024488V) számított eltérés:

$$100 - 100 \frac{0,024488V}{0,02448V} = 0,0327\%$$

VII. MÉRÉST BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK MODELLEZÉSE

A. Feszültséggenerátor belső ellenállásának eltérése

A kimeneti feszültség fordítottan arányos a feszültséggenerátor belső ellenállásával. Képletben:

$$U_2 = U \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_b}$$

ahol R_b a feszültséggenerátor belső ellenállásának értéke. Ezt a helyzetet modellezve, a következő kapcsolást állítottam össze:

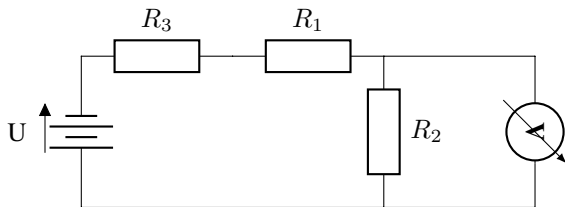


Fig. 4. 2. Áramkör feszültséggenerátor belső ellenállását modellező ellenállással

Itt az U_2 értéke számítás alapján:

$$U_2 = 4,9399V \frac{19,924k\Omega}{21,939k\Omega + 19,924k\Omega + 0,10986k\Omega} = 2,3449V$$

Látható, hogy a kapott érték kisebb, mint a belső ellenállás növelése nélkül.

VIII. FESZÜLTSGMÉRŐ BELSŐ ELLENÁLLÁSÁNAK CSÖKKENÉSE

Ideális esetben egy feszültségmérő belső ellenállása ∞ . A gyakorlatban ez egy nagy értékű ellenállást jelent. Ennek csökkentése által a párhuzamosan kötött ellenállásokon kisebb feszültség fog átfolyni. Képletben:

$$U_2 = U \frac{R_2 \times R_b}{R_1 + R_2 \times R_b}$$

Ennek a modellezésére két új kapcsolást hoztam létre, amik összehasonlításával megkaphattuk a gyakorlati eredményt is:

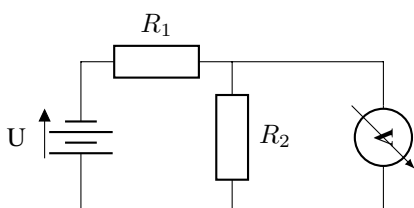


Fig. 5. 1. Áramkör feszültségmérővel

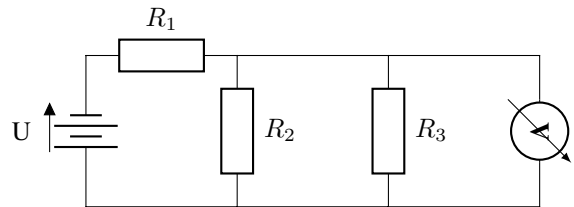


Fig. 6. 1. Áramkör ahol a feszültségmérő belső ellenállását növelem egy sorba kötött ellenállással

A Fig. 6.-on láthatjuk azt a modellt, ahol a belső ellenállást az R_3 reprezentálja, a Fig. 5.-n látható az az eset, amikor ezt eltávolítjuk.

Mérés alapján a Fig. 6.-on mért feszültség: 0,024488V, a Fig. 5.-ön látható kapcsoláson mért feszültség: 2,3496V. Látható, hogy a feszültségmérő belső ellenállásának csökkenésével az adott ellenállásra eső feszültség is csökken.