

Belsőellenállás-mérés

Heiszman Henrik

Neptun kód: ENV2R9

Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Információs Technológiai és Bionikai Kar

1083 Budapest, Práter utca 50/A

heiszman.henrik@hallgato.ppke.hu

Téma–ELVIS próbapanel segítségével a panel áram- és feszültségmérőjének belső ellenállásának meghatározása. Valamint a változtatható feszültségforrás belső ellenállásának vizsgálata. A mérés során felhasznált eszközök: NI ELVIS próbapanel, Digitális multiméter, NI ELVIS mx számítógépes kezelőfelület.

I. A JEGYZŐKÖNYVBEN HASZNÁLT FOGALMAK

Passzív áramköri elem: azok az elemek melynek helyettesítő képében nem található sem áramgenerátor, sem feszültséggenerátor ilyen lehet például egy ellenállás vagy egy kondenzátor.

Ellenállás (áramköri alkatrész): az elektronikai alkatrészek egyik fajtája, melynek feladata az, hogy megfelelő mértékű elektromos ellenállást biztosítson egy áramkör adott részén.

Elektromos ellenállás: elektromos vezető két pontjára kapcsolt feszültség és a vezetőn áthaladó áram erősségének a hányadosaként értelmezett fizikai mennyiség, mértékegysége az Ohm, jele: Ω .

Digitális multiméter: A digitális multiméter több méréshatárú feszültségmérőt, árammérőt és ellenállásmérőt tartalmaz, sok esetben más mennyiségek pl. frekvencia, tranzistorok áramerősítési tényezője, hőmérséklet stb. mérésére is alkalmas. Az én mérésem során ezt a szerepet is az NI ELVIS próbapanel és a hozzá tartozó szofver tölti be.

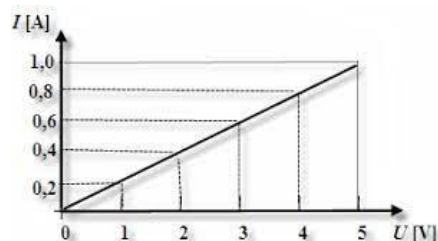
Belső ellenállás: a különböző áramforrások és valódi áramköri egységek jellemző adata. Ez a mennyiség határozza meg, hogy milyen mértékben terhelhető egy áramforrás, illetve, hogy egy-egy eszköz.

II. OHM-TÖRVÉNY

Kapcsoljunk össze egy aktív és egy passzív elemet, például egy feszültséggenerátort és egy ellenállást! Ez a legegyszerűbb áramkör. A feszültséggenerátor feszültsége az ellenállás és a vezeték szabad töltéshordozóit mozgásba hozza - az áramkörben áram folyik. A feszültséggenerátor lesz az energia forrása (vagy áramforrás), az ellenállás pedig a fogyasztó, amely "elfogyasztja" az elektromos energiát.

Ha változtatjuk a feszültséget (pl. labortápegységet használunk, vagy több elemet kapcsolunk össze), akkor azt tapasztaljuk, hogy az ellenálláson eső feszültség értéke a rajta átfolyó árammal egyenesen arányos, az arányossági tényező az itt fogyasztóként használt ellenállás értéke. Ez az Ohm törvénye.

$$R = \frac{U}{I} \text{ (állandó)}$$



1. ábra

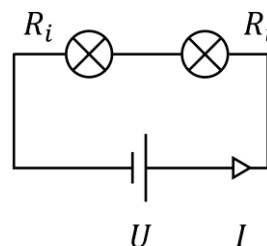
Ellenállás feszültség áram karakterisztikája

III. FESZÜLTSGMÉRŐ BELSŐ ELLENÁLLÁSA

Ideális esetben egy feszültség mérő belső ellenállása végtelen nagy. Erre azért van szükség, mert ha a műszer belső ellenállása végtelen, akkor az Ohm-törvényt felhasználva láthatjuk, hogy az eszközön nem folyik áram. Ebből adódóan a feszültségmérő nem zavarja meg az áramkört.

A következő egy jó példa arra, hogy mi történik abban az esetben, ha a mérőműszer belső ellenállása nem végtelenül nagy.

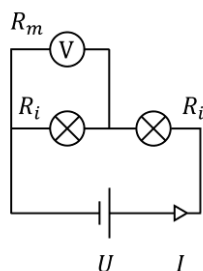
Az alábbi ábrán egy egyszerű áramkör látható, mely tartalmaz egy U feszültségű egyenáramú forrást, két R_i ellenállású izzót (sorosan kapcsolva), amelyen I áram folyik. (2. ábra)



2. ábra

A példában szereplő áramkör rajza

Ha ebben áramkörben nem ismerjük az U feszültséget, akkor az izzón eső U_i feszültséget egy feszültségmérő segítségével határozhatjuk meg. A feszültséget az izzó két lábán mérjük. Ez a következő ábra szemlélteti. (3. ábra)



3. ábra

A feszültségmérővel ellátott hálózat rajza

A bal oldali izzón biztos, hogy $\frac{U}{2}$ -nél kisebb feszültség fog esni, mivel ez az elem párhuzamosan van kötve a műszerrel, így a kettejük eredő ellenállása és a jobb oldali izzó ellenállása szabja meg, hogy az U feszültségnek mekkora része jut az áramkör bal felére illetve a jobb oldali izzóra.

A bal izzó és a műszer eredő ellenállása biztosan kisebb, mint bármelyikük ellenállása; így az R_i ellenállásnál is kisebb, így rájuk az U forrásfeszültségnek kevesebb, mint fele fog csak esni. Vagyis a mérés során a bal izzón kisebb feszültség esik; mint eredetileg esett.

Ebből látszik, hogy hibás értéket mérünk abban az esetben, ha a feszültségmérő műszer belső ellenállása nem végtelen nagy.

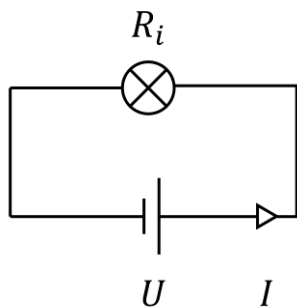
Természetesen a valóságban nem létezik végtelenül nagy ellenállás. A hétköznapi használt feszültségmérők belső ellenállása MΩ (megaohm) nagyságrendű.

IV. ÁRAMMÉRŐ BELSŐ ELLENÁLLÁSA

Ideális esetben egy árammérő műszer belső ellenállása nulla (végtelenül kicsi). Ebben az esetben is, csak úgy, mint a feszültségmérő esetében látható volt, azért van szükség, hogy az áramkörbe bekötött árammérő eszköz ne zavarja meg a hálózatot.

A következő példán szemléltettem, hogy mi történik abban az esetben, ha az áramkörbe becsatlakoztatott árammérő belső ellenállása nem végtelenül kicsi.

Az áramkör legyen a következő nagyon egyszerű kapcsolat. (4. ábra)



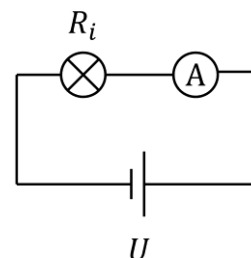
4. ábra

A példában szereplő áramkör rajza

Az áramkörben szerepel egy U feszültségű egyenáramú forrás és egy R_i ellenállású izzó, amelyen I áram folyik át. Ha ismerjük az izzó ellenállását, akkor Ohm törvényével egyszerűen meghatározhatjuk a rajta folyó áram értékét az alábbi képlet felhasználásával.

$$I = U \cdot R_i$$

Azonban abba az esetben, ha me, ismerjük az ellenállását az izzónak akkor egy árammérő bekötésével egyszerűen meghatározhatjuk azt. Ezt a következő módon kell elhelyezni az áramkörben (5. ábra)



5. ábra

Az árammérővel ellátott hálózat rajza

Ahogy azt az ábrán is láthatjuk, a mérőműszert az izzóval soros kapcsolásban kell bekötni (ellenben a feszültségmérővel, ahol azt az izzóval párhuzamosan kellett elhelyezni). Erre azért van szükség, mert csak ebben az esetben lesz a két alkatrészen átfolyó áram értéke azonos.

A bekötést követően az áramkör eredő ellenállása megváltozik, mivel a kísérletben használt árammérő nm ideális, ami azt jelenti, hogy a belső ellenállása nem végtelenül kicsi. Ebből adódóan a mért áram és az izzón átfolyó áram értéke nem fog megegyezni.

Ebből a példából tehát jól, látszik, hogy miért lesz pontatlan a mérés abban az esetben, ha az árammérő belső ellenállása nem nulla.

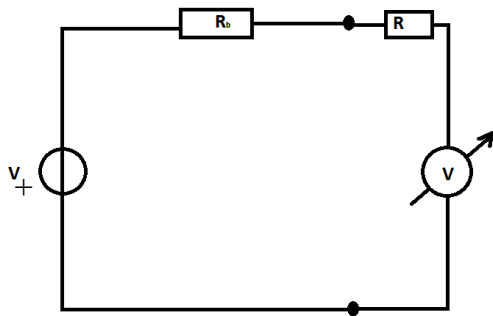
Természetesen a valóságban nem létezik, nulla belső ellenállású árammérő. A való életben Ω-kΩ nagyságrendű.

V. FESZÜLTSGMÉRŐ BELSŐ ELLENÁLLÁSÁNAK MÉRÉSE

A mérés során, az NI ELVIS próbapanelt és a hozzá tartozó számítógépes software-t használtam (NI ELVIS mx).

Mérés megkezdése előtt elindítottam a laborgépen a fent említett programot. Ezek után a megjelenő ablakból az „Instruments & Apps” fül alatt található „digital multimeter” funkciót választottam.

Ezek után, a feszültségmérő rendkívül nagy belső ellenállása miatt, választottam egy nagy ellenállás (MΩ-os nagyságrendűt). Ennek az ellenállásnak a színekódja a következő volt: zöld, barna, fekete, sárga, narancs. Az ELVIS segítségével ellenőriztem, hogy ténylegesen megfelelő nagyságú a választott ellenállás. A mérésem szerint az érték 5,079 MΩ. A választott ellenállás megfelelő. Ezek után összeállítottam a mérési utasítás követelményeinek megfelelő kapcsolást. (6. ábra)

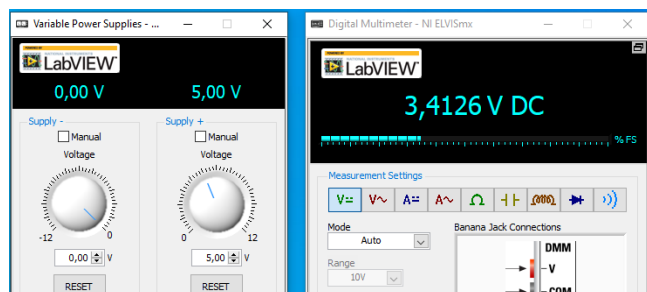


6. ábra
A megvalósított áramkör

Az ábrán R_b jelöli a feszültségforrás belső ellenállását, V a túlfeszültség értékét és R a hálózatban elhelyezett védőellenállást. A továbbiakban jelölje R_m a feszültségmérő belső ellenállását. A mérés során erre az értékre voltam kíváncsi.

A mérés elvégzéséhez a „Digital multimeter” nevű eszközt használtam az ELVIS-hez tartozó mérőprogramban eszközei közül. A mérési beállítások közül kiválasztottam, hogy egyenfeszültségű hálózatban (DC) szeretnék feszültséget mérni. Az offset beállítása után a mérővezeték piros (pozitív) részét az ellenállás után kötöttem, míg a fekete (negatív végét) pedig a leföldeltem (GND).

A feszültségforrás V feszültségét 5 V-ra állítottam és elvégeztem a mérést. A mérés során használt beállításokat és a mért értékeket a következő ábra szemlélteti. (7. ábra)



7. ábra
A mérési beállítások és a mért érték

5 V-os feszültségforrás mellett 3,4126 V-ot mértem a műszerrel.

A belső ellenállás kiszámolásához a feszültségosztó képletét alkalmaztam.

$$V_m = \frac{V \cdot R_m}{R_m + R}, \text{ ahol } V_m = 3,4126 \text{ V}, V = 5 \text{ V}, R = 5,079 \Omega$$

Ebből $R_m = 10,625 \text{ M}\Omega$, amely a hipotézisemet alátámasztja. Ellenőrzés képpen az ELVIS felhasználói kézikönyvében leírtak alapján a műszer belső ellenállása 11 $\text{M}\Omega$.

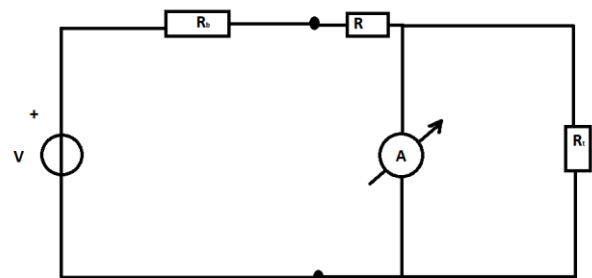
A számolásom hibahatáron belül van. Ezzel az első feladatban foglaltak elvégeztem.

VI. ÁRAMMÉRŐ BELSŐ ELLENÁLLÁSÁNAK MEGHATÁROZÁSA

A mérés során, szintén az NI ELVIS próbapanelt és a hozzá tartozó számítógépes software-t használtam (NI ELVIS mx).

Ebben az esetben is a „Digital multimeter” alkalmazást használtam, annyi eltéréssel, hogy most egyenfeszültség mellett (DC) áramot szerettem volna mérni.

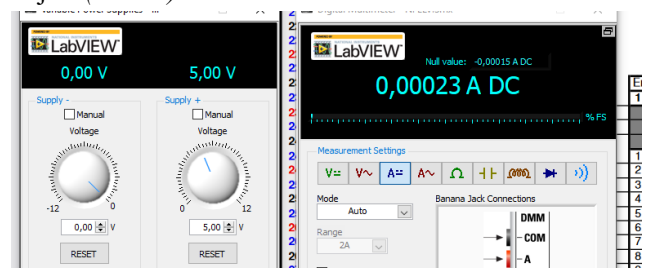
Annak érdekében, hogy a mérés során ne tegyen tönkre a műszert és megfelelő nagyságú áramot tudjak mérni, a feszültség forrás után, sorosan, bekötöttem egy nagyon nagy, $\text{M}\Omega$ -os nagyságrendű ellenállás. Erre azért volt szükség, hogy a mérés során kicsi áramerősséggel dolgozzak. A mérési leírásnak eleget téve a következő kapcsolást állítottam össze. (8. ábra)



8. ábra
A megvalósított áramkör

A rajzon az előző feladatban használt jelölést alkalmaztam. Az R_t ellenállás egy terhelő ellenállás. Abból adódóan, hogy tudjuk, hogy az árammérő belső ellenállása kicsi, így a terhelő ellenállást is kicsinek választottam meg. A mérés során használt elemek paraméterei a következők voltak. Tápfeszültség: $V = 5 \text{ V}$, $R = 5,097 \text{ M}\Omega$ (ez az előző mérés során használt ellenállás), $R_t = 0,329 \text{ k}\Omega$. A terhelő ellenállás paraméterét a színek alapján állapítottam meg, majd méréssel a már megtanult módon ellenőriztem. Számolásaim során a továbbiakban a mért értéket használtam.

Az áramkör összeállítása után a mérővezetékek két végét csatlakoztattam a megfelelő helyre a hálózatban. A piros (pozitív) vezeték az R ellenállás után, míg a feketét (negatív) leföldeltem, csak úgy, mint az előző mérés során. Ezek után elindítottam a mérést a fentebb leírt paramétereknek megfelelően. A műszer 0,00023 A-t mért. Ezt az alábbi ábrán is láthatjuk. (9. ábra)



9. ábra
A mért érték

Az árammérő műszer belső ellenállásának meghatározásához az áramosztó képletét használtam. A felhasznált összefüggés:

$$I_m = \frac{I_{be} * R_t}{R_m + R_t}$$

I_{be} jelöle az valódi áramot, amelyet akkor mértem, amikor még az R_t nem volt az áramkörben.

A számolások során $R_m=0,175 \Omega$ -ot kaptam. Az ELVIS felhasználói útmutató szerint ez az érték $0,05 \Omega$ körül van. A számítás értékének nagyságrendje megegyezik a várt értékkel. Látható, hogy minél kisebb ellenállással számolunk annál nagyobb a mérési hiba mértéke.

VII. FESZÜLTSGFORRÁS BELSŐ ELLENÁLLÁSA

Ebben a feladatban az összeállítás hasonló volt, mint a második feladat során. A két összeállítás abban különbözött, hogy most az R értéke $k\Omega$ nagyságrendű volt. Először megmértem az árammérő segítségével az áram nagyságát úgy, hogy az R_t terhelő ellenállás nem szerepelt az áramkörben. Ekkor $0,00036 \text{ A}$ -t kaptam. Ezek után az áramkörben elhelyeztem az R_t terhelő ellenállást és ebben az esetben is megmértem az áram értékét. Az elvárásaimnak megfelelően csökkent a mért érték, hiszen az átfolyó áram már két, párhuzamos kapcsolásban lévő alkatrészben oszlik el az ellenállásuk arányában. Ekkor a mért érték $0,00031 \text{ A}$ volt.

A számolások során a belső ellenállásra $\sim 11 \text{ k}\Omega$ érték adódott a feszültségforrás belső ellenállására. Az előzőleges tudásomból arra következtetek, hogy a mérés nagymértékben hibával terhelt, hiszen egy ideális feszültségforrás belső ellenállása végtelenül kicsi. Ebben az esetben is hiba lehet a kis ellenállásokkal és a kicsi áramerősséggel való mérés

VIII. MÉRÉS HIBÁJA

Több külső és belső hatás következménye lehet a mérési hiba. Külső behatás lehet például az, hogy remegett a kezünk mérés során, ebből adódóan nem megfelelő kontaktus jött létre a műszer és a mérendő objektum között. Másik ilyen zavaró tényező lehetett a levegőben lévő, töltéssel rendelkező részecskék befolyása.

Az előzőekben említettem, hogy az árammérő belső ellenállásának mérése során kis ellenállással dolgoztam, melynek következtében a hiba lényegesen nagyobb.

De számunkra ebben az esetben az igazán fontos, a mérést nagyban befolyásoló tényező a mérőműszerünk (ELVIS) belső ellenállása. Tudjuk, hogy feszültség mérő belső ellenállása ideális esetben végtelen. A mi esetünk az ELVIS gyártói specifikációi szerint a belső ellenállása $11 \text{ M}\Omega$.

FELHASZNÁLT FORRÁSOK

[MÉRÉSI SEGÉDLET](#)

[ELVIS SEGÉDLET](#)

[ELLENÁLLÁSOK](#)

[FESZÜLTSEGMÉRŐ](#)

[OHM-TÖRVÉNY](#)

[NI ELVIS HASZNÁLATI UTASÍTÁS](#)

[ÁRAMMÉRŐ](#)