

Passzív alkatrészek vizsgálata

Juhász Kinga

(Mérőpartner: Kiss Réka)

Pázmány Péter Katolikus Egyetem Információs Technológiai Kar

Budapest, Práter u. 50/A, 1083, Magyarország

juhasz.kinga@hallgato.ppke.hu

Kivonat—Ez a dokumentum azoknak a méréseknek a jegyzőkönyvét tartalmazza, melyeket az Elvis mérőműszerrel Kiss Réka és Juhász Kinga végzett el a PPKE ITK 321-es laborában 2020.03.04-én 9:15 és 12:00 óra között. A gyakorlat során összesen hat passzív alkatrész (két ellenállás, két kondenzátor, két tekercs) tulajdonságait kellett megvizsgálnunk, illetve kapcsolásaik közötti összefüggéseket bemutatni az NI ELVIS mérőműszerrel.

I. PASSZÍV ALKATRÉSZEK

Passzív áramköri elemnek nevezzük azokat az alkatrészeket, amelyek mindig fogyasztják (soha nem termelik) az energiát, azaz a munkafüggvényük mindig pozitív. Az ellenállás, a tekercs és a kondenzátor ilyen áramköri elemek.[1]

Az ellenállás, mint áramköri alkatrész feladata, hogy megfelelő mértékű elektromos ellenállást biztosítson egy áramkör adott részén. [2] A váltóáramnál az ellenállást mint mennyiséget impedanciának nevezzük. Ez egy komplex szám, a komplex feszültség és a komplex áramerősség hányadosa. (A komplex impedancia abszolút értékét nevezzük látszólagos ellenállásnak.)[3] Mivel a mérés során váltóárammal dolgoztunk, az egyes alkatrészek vizsgálatához az ELVIS mérőműszer Impedance Analyzer funkcióját használtuk.

A kondenzátor az az áramköri elem, amely villamos tér létrehozásával elektromos töltést képes tárolni. A legegyszerűbb kondenzátor legalább két, párhuzamos vezető anyagból (fegyverzet) és a közöttük lévő elektromosan szigetelő anyagból (dielektrikum) áll. [4]

A tekercs pedig egy csavarmenet-szerűen tekeredő elektromos vezető. A menetek (és az egymásra feltekert rétegek) között szigetelés van. Felhasználható ellenállásként vagy induktivitásként is. [5]

A mérések során ezekből az alkatrészekből illesztettünk össze egyszerű áramköröket, és mértük meg az egyes elemek ellenállását, kapacitását, induktivitását az NI ELVIS Digitális multiméterével, valamint az Impedancia Analizátorral a magnitúdó, a fázisszög, rezisztencia és a reaktancia változásait a frekvencia függvényében.

II. ELLENÁLLÁSOK

Az ellenállások mérésénél először is az ELVIS Digitális multiméter segítségével meg kellett határoznunk az ismeretlen ellenállások mértékét, majd megvizsgálni azokat kapacitását és induktivitását is.

A műszer bekapcsolása után két vezeték csatlakoztattunk a Current HI és Current LO pontokhoz (mivel az árammérő bemenet szolgál ellenállás és kapacitás mérésére is). Ezután az NI ELVIS alkalmazásban megnyitottuk a Digitális multimétert, és megmértük az ellenállások értékét, kapacitását és induktivitását, a kapcsolást a feladat által megadott kapcsolási rajznak megfelelően összeállítva. A műszert minden üzemmódban lenulláztuk a pontos eredmény érdekében (ellenállás és induktivitás mérésénél rövidrezárással, kapacitás mérésénél az

áramkör megszakításával). A nullérték ellenállásmérés esetén $0\text{ k}\Omega$, kapacitásmérés esetén $-8,75\text{ pF}$, induktivitásmérés esetén $-31,55\text{ nH}$ volt. Az alábbi táblázat tartalmazza a mérések eredményét, ahol a jó értékek zöld, a hibás eredmények piros színnel szerepelnek:

	Ellenállás	Kapacitás	Induktivitás
Kék ellenállás	10,98 k Ω	+over	+over
Zöld ellenállás	99,40 k Ω	+over	+over

A kapacitás és induktivitás mérésénél láthatóan hibás eredményeket kaptunk. (A +over egy olyan érték, amit a számítógép már nem volt képes kiszámolni.)

Az ellenállás értékeket a rajtuk lévő színkód alapján ellenőriztük. A kék ellenállás esetében a színkód 100 k Ω névleges ellenállást jelentett, 1%-os tűréshatárral. A mi mérésünk ettől 600 Ω -mal tért el, tehát a mérésünk eredménye helyes, tűréshatáron belüli érték volt.

A zöld ellenállás esetében a színkód 11k Ω névleges ellenállást jelentett, szintén 1%-os tűréshatárral. A mi mérésünk ettől 20 Ω -mal tért el, tehát ebben az esetben is helyes, tűréshatáron belüli értéket kaptunk.

Ezután a feladat értelmében megvizsgáltuk a két ellenállás tulajdonságait az Impedance Analyzer segítségével 1000 Hz-es, 5000 Hz-es, és 10000 Hz-es frekvencián. Az eredményeket az alábbi táblázat foglalja össze:

	Kék	Zöld
1000 Hz		
Magnitúdó	90,32 k Ω	10,88 Ω
Fázisszög	0,43°	1,99°
Rezisztencia	90,31 k Ω	10,87 k Ω
Reaktancia	672,80 Ω	369,82 Ω
5000 Hz		
Magnitúdó	98,49 k Ω	10,88 Ω
Fázisszög	0,59°	1,11°
Rezisztencia	98,49 k Ω	10,88 Ω
Reaktancia	1,01 Ω	210,04 Ω
10000 Hz		
Magnitúdó	98,11 k Ω	10,88 Ω
Fázisszög	0,97°	1,96°
Rezisztencia	98,10k Ω	10,87 Ω
Reaktancia	1,65 Ω	370,96 Ω

Miután ezekkel elkészültünk, nulláztuk a Digitális multiméter ellenállásmérőjét, és megmértük az ellenállások eredő ellenállását sorosan és párhuzamosan kapcsolva. A nullérték ezúttal is $0\text{ k}\Omega$ volt. Soros kapcsolás esetén 110,30 k Ω -ot kaptunk, párhuzamosnál 9,89 k Ω -ot. Az eredmények nagyságrendileg megfeleltek elvárásainknak, hiszen sorosan kapcsolt ellenállások értéke összeadódik:

$$R_e = R_1 + R_2$$

$$R_e = 10,98k\Omega + 99,40k\Omega = 110,38k\Omega,$$

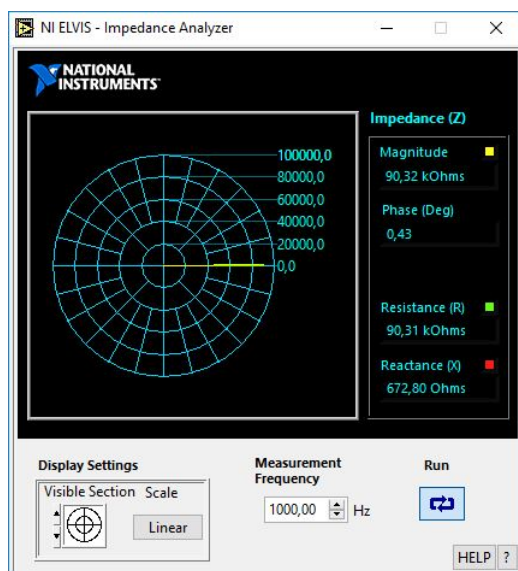
ezzel szemben párhuzamos kapcsolásnál viszont az eredő ellenállás reciprokát az összetevő ellenállások reciprokösszegeiből kapjuk:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

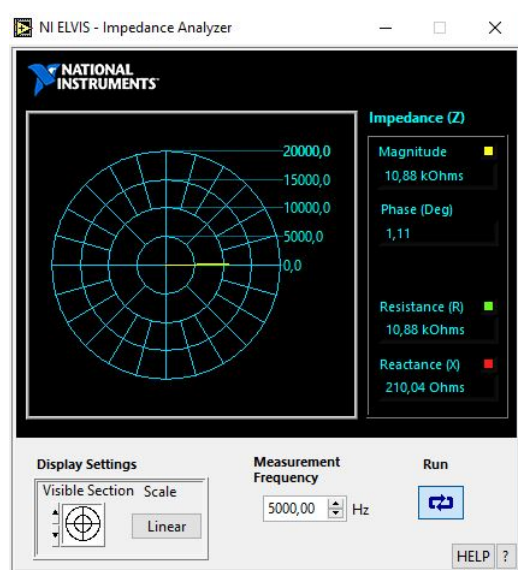
$$R_e = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

$$R_e = \frac{1}{\frac{1}{10,98k\Omega} + \frac{1}{99,40k\Omega}} = 9,89k\Omega$$

A mért eredmények valóban megfelelnek a képlettel számolt eredményeknek, hiszen kevesebb mint egy százalékkal térnek el egymástól.



1. ábra. Kék ellenállás, 1000 Hz-en mérve



2. ábra. Zöld ellenállás, 5000 Hz-en mérve

III. KONDENZÁTOROK

A kapacitás mérése hasonlóan zajlott, mint az ellenállásoké. Először is meg kellett határoznunk az ismeretlen kapacitások értékét, majd megvizsgálni azok ellenállását és induktivitását is.

A vezetékek továbbra is a Current HI és Current LO pontokhoz voltak csatlakoztatva. A feladatban szereplő kapcsolási rajznak megfelelően csatlakoztattuk az alkatrészeket, majd megmértük a kondenzátorok kapacitását, ellenállását és induktivitását. A műszert ebben az esetben is lenulláztuk minden üzemmódban a pontos eredmény érdekében. A nullértékek ugyanazok voltak, mint az ellenállás mérésének esetében. Ebben az esetben is, az ellenálláshoz hasonlóan kaptunk hibás eredményeket (az ellenállás és az induktivitás mérésénél), azaz "+over" eredményt, amit a számítógép már nem volt képes kiszámítani. Az alábbi táblázat tartalmazza a mérések eredményét, ahol a megfelelő értékek zöld, a hibás eredmények piros színnel szerepelnek:

	Ellenállás	Kapacitás	Induktivitás
Kondenzátor 1	+over	101812,83 pF	+over
Kondenzátor 2	+over	22391,17 pF	+over

A kondenzátorok esetében is leolvastuk a névleges értéküket a rajtuk lévő számkód alapján, így ellenőriztük mérésünk eredményét. Az első kondenzátorunk számkódja 100 nF, azaz 100000 pF kapacitásértéket jelentett (tűréshatár nem volt megadva), a második kondenzátorunk kódja 22 nF, azaz 22000 pF kapacitásértéket, és 10%-os tűréshatárt jelentett, így a mérés eredmények helyes értékeket adtak.

Ezután a feladat értelmében megvizsgáltuk a két kondenzátor tulajdonságait az Impedance Analyzer segítségével 1000 Hz-es, 5000 Hz-es, és 10000 Hz-es frekvencián. Az eredményeket az alábbi táblázat foglalja össze:

	Kondenzátor 1	Kondenzátor 2
1000 Hz		
Magnitúdó	303,74 kΩ	6,95 Ω
Fázisszög	-88,56°	-87,21°
Rezisztencia	7,69 kΩ	338,24 kΩ
Reaktancia	-303,72 Ω	-6,94 Ω
5000 Hz		
Magnitúdó	304,15 kΩ	1,39 Ω
Fázisszög	-88,97°	-88,07°
Rezisztencia	7,64 kΩ	47,61 Ω
Reaktancia	-303,71 Ω	-1,39 Ω
10000 Hz		
Magnitúdó	152,90 kΩ	702,54 Ω
Fázisszög	-88,05°	-88,49°
Rezisztencia	5,20 kΩ	18,64 Ω
Reaktancia	-152,81 Ω	-702,26 Ω

Miután ezekkel elkészültünk, nulláztuk a Digitális multi-méter kapacitásmérőjét, és megmértük a kondenzátorok eredő kapacitását sorosan és párhuzamosan kapcsolva. A nullérték - 9,15 pF volt. Soros kapcsolás esetén 18355,85 pF-ot kaptunk, párhuzamos kapcsolás esetén 123909,34 pF-ot, ezeket az eredményeket nagyságrendileg jónak találtuk. Az ellenállásokkal ellentétben a kondenzátorok soros kapcsolása esetén az eredő kapacitás reciproka az egyes kapacitások reciprokösszegeivel egyenlő:

$$\frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$C_e = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}$$

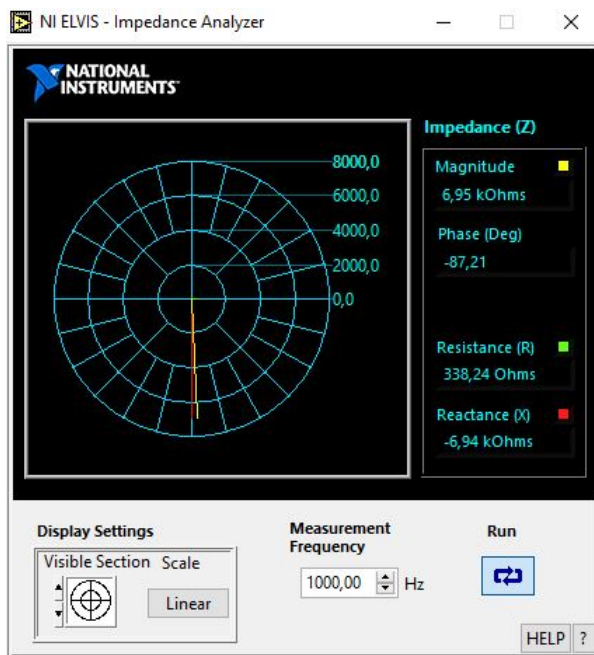
$$C_e = \frac{1}{\frac{1}{101812,83 \text{ pF}} + \frac{1}{22391,17 \text{ pF}}} = 18354,55 \text{ pF}$$

Párhuzamos kapcsolásnál az eredő kapacitás a kapacitások összeadásával számolható ki:

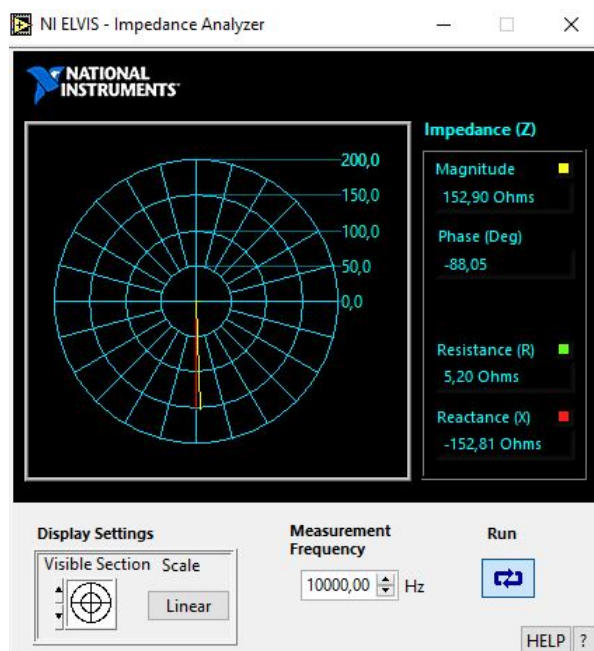
$$C_e = C_1 + C_2$$

$$C_e = 101812,83 \text{ pF} + 22391,17 \text{ pF} = 124204 \text{ pF}$$

A mért és a számolt eredmény között egy százaléknál is kisebb az eltérés, így méréseink helyesnek bizonyultak.



3. ábra. Kondenzátor 2, 1000 Hz



4. ábra. Kondenzátor 1, 10000 Hz

IV. TEKERCSEK

A tekercsek mérése is az előzőekhez hasonlóan zajlott. Legelőször is megmértük az ismeretlen induktivitások értékét, majd megvizsgáltuk azok ellenállását és kapacitását is.

A vezetékek továbbra is a Current HI és Current LO pontokhoz voltak csatlakoztatva. A feladatban szereplő kapcsolási rajznak megfelelően kötöttük be az alkatrészeket, majd megmértük a tekercsek induktivitását, ellenállását és kapacitását. A műszert minden üzemmódban lenulláztuk, a nullértékek továbbra is ugyanazok voltak, mint az ellenállás mérésénél. Ezúttal az ellenállás és kapacitás értékekre kaptunk hibás eredményeket. Az alábbi táblázat tartalmazza a mérések eredményét, ezúttal is pirossal jelölve a hibás értékeket, és zölddel a helyeseket:

	Ellenállás	Kapacitás	Induktivitás
Tekercs 1	0 Ω	+over	101,7 μH
Tekercs 2	0 Ω	+over	5,2 μH

Ezután összevetettük az értékeket a tekercsek névleges értékével. A rajtuk lévő számkód alapján azt olvastuk le, hogy az első tekercsnek 110,0 μH a névleges induktivitása, a második tekercsnek 4,7 μH a névleges értéke, így a mérések helyesnek bizonyultak.

Ezután a feladat értelmében megvizsgáltuk a két tekercs tulajdonságait az Impedance Analyzer segítségével 1000 Hz-es, 5000 Hz-es, és 10000 Hz-es frekvencián. Az eredményeket az alábbi táblázat foglalja össze:

	Tekercs 1	Tekercs 2
1000 Hz		
Magnitúdó	2,47 kΩ	2,26 Ω
Fázisszög	16,11°	1,99°
Rezisztencia	2,37 Ω	2,25 Ω
Reaktancia	685,02 mΩ	82,85 mΩ
5000 Hz		
Magnitúdó	4,59 Ω	2,26 Ω
Fázisszög	60,27°	23,93°
Rezisztencia	2,28 Ω	2,06 Ω
Reaktancia	3,98 Ω	915,19 mΩ
10000 Hz		
Magnitúdó	8,49 kΩ	3,01 Ω
Fázisszög	72,05°	40,20°
Rezisztencia	2,59 kΩ	2,31 Ω
Reaktancia	8,07 Ω	1,93 Ω

Miután ezekkel elkészültünk, nulláztuk a Digitális multiméter induktivitásmérőjét, és megmértük a tekercsek eredő induktivitását soros, illetve párhuzamos kapcsolás esetén. A nullérték -171,61 nH volt.

Az eredő induktivitás soros kapcsolásnál 107,3 μH, párhuzamosnál 5,0 μH lett. Ezeket helyes méréseknek tartjuk, mivel az eredő induktivitás soros kapcsolás esetén az egyes tekercsek induktivitásának összegével egyenlő:

$$L_e = L_1 + L_2$$

$$L_e = 101,7 \mu H + 5,2 \mu H = 106,9 \mu H$$

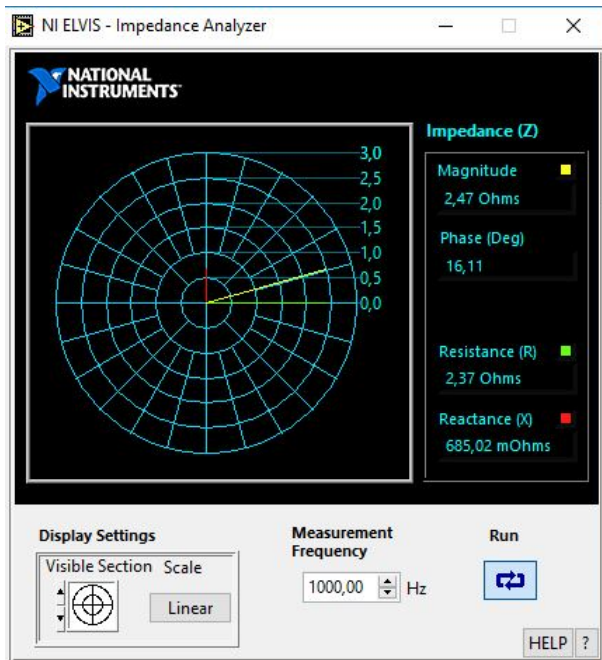
Párhuzamosan kapcsolt induktivitások reciprokaiknak összege pedig megadja az eredő induktivitás reciprokát:

$$\frac{1}{L_e} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$$

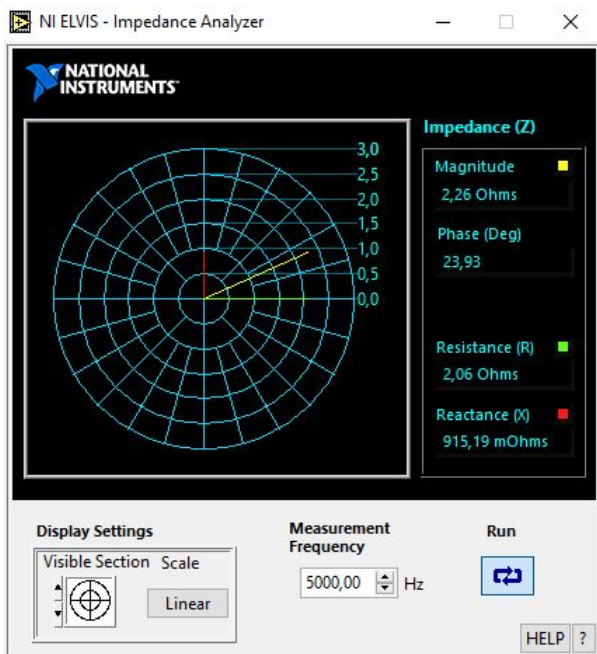
$$L_e = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}}$$

$$L_e = \frac{1}{\frac{1}{101,7\mu H} + \frac{1}{5,2\mu H}} = 4,95\mu H$$

A mért eredmények valóban megfelelnek a képlettel számolt eredményeknek, hiszen kevesebb mint egy százalékkal térnek el egymástól.



5. ábra. Tekercs 1, 1000 Hz-en mérve



6. ábra. Tekercs 2, 5000 Hz-en mérve

HIVATKOZÁSOK

- [1] https://wiki.itk.ppke.hu/twiki/pub/PPKE/BevAMeres/Bev_Meres_2016_ea02.pdf
- [2] [https://hu.wikipedia.org/wiki/Ellenállás_\(áramkört_alkatrész\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Ellenállás_(áramkört_alkatrész))
- [3] <https://hu.wikipedia.org/wiki/Impedancia>
- [4] [https://hu.wikipedia.org/wiki/Kondenzátor_\(áramkört_alkatrész\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Kondenzátor_(áramkört_alkatrész))
- [5] [https://hu.wikipedia.org/wiki/Tekercs_\(áramkört_alkatrész\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Tekercs_(áramkört_alkatrész))