

# Passzív alkatrészek jegyzőkönyv

Kiss Réka

Méréspartner: Juhász Kinga

Gyakorlatvezető: Sántha Levente Márk

Mérés ideje: 2019.03.04. 9:15-12:00

Mérés helye: Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Információs Technológiai és Bionikai Kar

1083 Budapest, Práter utca 50/a

kiss.reka.3@hallgato.ppke.hu

## I. ALKATRÉSZEK MEGHATÁROZÁSA

A mérés során 6 alkatrészt kellett megvizsgálnunk, melyek között 2 ellenállás, 2 tekercs és 2 kondenzátor volt. Ezeket az NI-Elvis mérőműszer segítségével vizsgáltuk.

Az alkatrészek típusát többféleképpen is meghatározhatjuk. Az egyik módszer, hogy minden alkatrésznél elvégezzük a háromféle mérést (ellenállás, kapacitás, induktivitás mérése), majd a kapott értékekből következtetünk az alkatrész típusára. Ez - hacsak nem rontjuk el a mérést - biztosan jó eredményt ad. Mérés nélkül is megtippelhetjük azonban például kinézet alapján, hogy melyik alkatrész mi lehet. (Ehhez azonban nem árt tisztában lennünk azzal, hogy az egyes áramköri alkatrészeknek milyen feladata van.)

- Az ellenállás feladata, hogy megfelelő mértékű elektromos ellenállást biztosítson egy áramkör adott részén.
- A tekercs csavarmenet-szerűen tekeredő elektromos vezető. A menetek (és az egymásra feltekert rétegek) között szigetelés van. Felhasználása lehet ellenállásként vagy induktivitásként is.
- A kondenzátor pedig az az áramköri elem, amely villamos tér létrehozásával elektromos töltést képes tárolni. A leggyengébb kondenzátor legalább két, párhuzamos vezető anyagból (fegyverzet) és a közöttük lévő elektromosan szigetelő anyagból áll. Képes töltést tárolására, amit a kapacitással jellemezhetünk.
- A váltóáramnál az ellenállást mint mennyiséget impedanciának nevezzük, és ez egy komplex szám, a komplex feszültség és a komplex áramerősség hányadosa.

Mi a mérésünk elvégzése során először kinézet alapján próbáltuk meg beazonosítani a kérdéses alkatrészt. A kék és zöld színű "hurkákon" színekódokat vettünk észre. Mint kiderült, ezek 5csíkos ellenállások, leolvasásuk során az első három csík az értéket, a következő csík a 10 valamely hatványával való szorzást, az utolsó csík pedig a hibahatárt jelenti. A hengereket induktivitásoknak azonosítottuk be, a téglatestet és a "szürke hengert" pedig kondenzátornak. A kondenzátorokon lévő "1J63" és "22n K" jelek alapján azok névleges értéke is meghatározható volt, ahogy az induktivitásokra (tekercsekre) ráírt 101 és 4R7 kódolás alapján azok értéke is.

Ezek után pedig alkalmaztuk az elsőként említett módszert, mely szerint megmértük az alkatrészek adatait, és ebből következtettünk arra, hogy milyen áramköri alkatrész. A kapott eredményeket a következő táblázat ábrázolja, a helyes értékek zölddel, míg a rossz értékek pirossal vannak kiemelve.

Alkatrész	mért ellenállás	mért induktivitás	mért kapacitás
kekE	99.4 k $\Omega$	+over	+over
zoldE	10.98 k $\Omega$	+over	+over
T <sub>1</sub>	0 $\Omega$	101.7 $\mu H$	+over
T <sub>2</sub>	0 $\Omega$	5.2 $\mu H$	+over
K <sub>1</sub>	+over	+over	101812.83 pF
K <sub>2</sub>	$\pm over$	+over	22391.17 pF

Ahol a kekE és zoldE rövidítések az eredményekből meghatározott két ellenállást jelentik, a T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> a két tekercset, a K<sub>1</sub> és K<sub>2</sub> jelölések pedig a két kondenzátort. A későbbi méréseket ez alapján a három csoport alapján végeztük el. Ezekből az alkatrészekből hoztunk létre egyszerű áramköröket, és mértük meg az egyes elemek ellenállását, kapacitását, induktivitását, valamint az Impedancia Analizátorral a magnitúdó, a fáziszög, rezisztencia és a reaktancia változásait a frekvencia függvényében.

## II. ELLENÁLLÁSOK

A kapcsolási vázlatnak megfelelően összeállítottuk a mérést. Nagyon fontos, hogy még a konkrét mérés előtt kinullázzuk a műszer, amit ebben az esetben célszerű rövidzárral megtenni. Így kiküszöbölhetjük a nullponti hibát. A nullérték az ellenállásoknál 0,00  $\Omega$  lett. Az Elvis rendszer DMM (Digitális Multiméter) részét indítottuk el először. Két vezetékét használtunk, az egyiket a Current Hi bemenetbe, a másikat a Current LO bemenetbe csatlakoztattuk a mérőműszeren.

Az ellenállásokra a külsejükön lévő színekód alapján helyes értékeket kaptunk, mindegyik eredmény a hibahatáron belül esett. (A kék ellenállás névleges ellenállása 100 k  $\Omega$  volt egy százalékos hibahatárral, így a megengedett hiba ebből 1000  $\Omega$ . A zöldnél ugyanezek az értékek 11 k  $\Omega$ , amiből a megengedett hiba 1100  $\Omega$ . A 600  $\Omega$ -os és 20  $\Omega$ -os eltérés tehát helyes eredmény.) A kapacitás és az induktivitás mérése során kaptunk +over értékeket, ennek okait az Elvis-rendszer számolási elvében találhatjuk. Például a kapacitást a mérőrendszer az  $C = \frac{1}{2\pi f X_C}$  képlet alapján számolja. Hogyha a látszólagos ellenállásra nagyon kicsi értéket kap a rendszer, akkor - mivel ez a nevezőben van - nagyon nagy, mondhatni végtelen értéket kapunk.

Ezek után megmértük az ellenállásokat sorosan és párhuzamosan kapcsolva is. A soros kapcsolás eredményeként 110.3 k  $\Omega$ -ot kaptunk, a párhuzamos kapcsolásnál pedig 9.89 k  $\Omega$ -ot. Ezek az értékek nagyságrendileg megfeleltek az elvárásainknak. A kapott ellenállás értékeket azzal magyarázhatjuk, hogy az ellenállás a következő összefüggésekkel számolható:

- Soros kapcsolás esetén a kapcsolt ellenállások értéke összeadódik:

$$R_e = R_1 + R_2$$

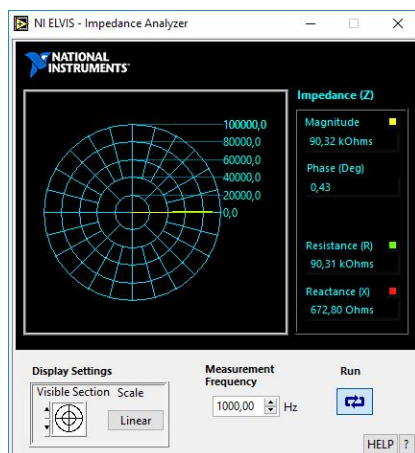
- Párhuzamos kapcsolás esetén az eredő ellenállás reciprokát a kapcsolásban részt vevő ellenállások reciprokösszegéből kapjuk:

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

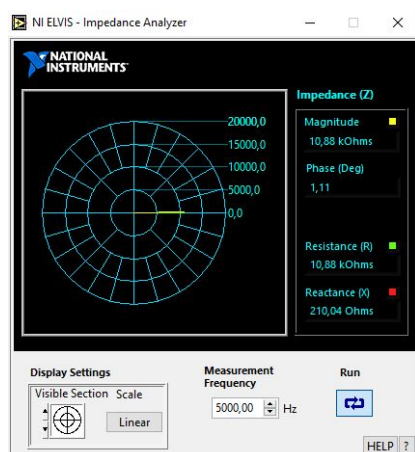
A feladat következő részét az Impedancia Analizátorral végeztük. Az alkatrész tulajdonságait különböző frekvenciákon vizsgáltuk. A vizsgált tartományt 3 részre osztottuk, és mindhárom értéknél elvégeztük a mérést. A kapott eredményeket a következő táblázat tartalmazza.

Ellenállás	Magnitúdó	Fázisszög	Rezisztencia	Reaktancia
<b>1000 Hz</b>				
kekE	90.32 kΩ	0.43°	90.31 kΩ	672.80 Ω
zoldE	10.88 kΩ	1.94°	10.88 kΩ	369.82 Ω
<b>5000 Hz</b>				
kekE	98.49 kΩ	0.59°	98.49 kΩ	1.01 kΩ
zoldE	10.88 kΩ	1.11°	10.88 kΩ	210.04 Ω
<b>10000 Hz</b>				
kekE	98.11 kΩ	0.97°	98.10 kΩ	1.65 kΩ
zoldE	10.88 kΩ	1.96°	10.87 kΩ	370.96 Ω

A táblázat eredményeit megvizsgálva látható, hogy melyik áramkörü elemet milyen tulajdonságok jellemzik frekvencia függvényében. Az ellenállások esetében azt kaptuk, hogy a magnitúdó nem függ a frekvenciától, mert mindegyik mérésnél kis eltéréssel azonos értékeket kaptunk. A rezisztencia is frekvenciától függetlenül stagnált, és némi mérési hibától eltekintve az ellenállások előzőekben mért értékét adták.



1. ábra. A kék ellenállás 1000 Hz-n



2. ábra. A zöld ellenállás 5000 Hz-en

### III. A TEKERCEK

Legelőször itt is nulláztuk a műszert, az előzőhöz hasonlóan rövidzárral. A nullvalue így -171.61 nH lett. A tekercsek névleges induktivitást összevetve a mért értékekkel ellenőrizhettük, hogy jó eredményeket kaptunk-e. A T1 névleges induktivitása 100 μmH, ennek a 101.7 μmH a közelében van. A T2 esetében is a 4.7 μmH és az 5.2 μmH nem tér el olyan nagy mértékben. Ezek után az induktivitásokat (tekercsek) sorosan és párhuzamosan kapcsolva is megmértük. (Az egyetlen különbség a külön-külön mérés során az volt, hogy ott a nullvalue más volt, ugyanis a két részfeladatot nem egymás után végeztük el.) Az elemeket sorba kapcsolva 107.3 μH-t kaptunk, míg párhuzamosan kötve őket 5.0 μH lett az eredményünk. Ezeket helyes méréseknek tartjuk, mivel:

- az eredő induktivitás soros kapcsolás esetén az egyes tekercsek induktivitásának összegével egyenlő:

$$L_e = L_1 + L_2$$

- Párhuzamos kapcsolás esetén pedig ezzel a képlettel számolhatunk:

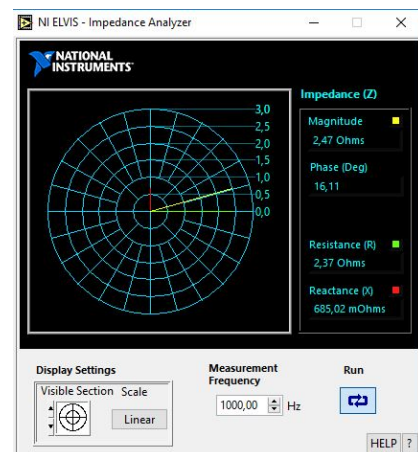
$$\frac{1}{L_e} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$$

Kis utánaszámolással tehát láthatjuk, hogy a mért eredmények valóban megfelelnek a képlettel számolt eredményeknek, hiszen kevesebb mint egy százalékkal térnek el egymástól.

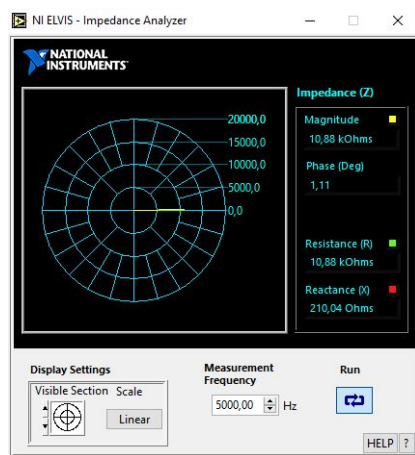
A következő részfeladatot elvégezve, az Impedancia Analizátorral ugyanúgy 1000-5000-10000 Hz-n vizsgáltuk az induktivitásokat. A kapott eredményeket a következő táblázat tartalmazza.

Tekercs	Magnitúdó	Fázisszög	Rezisztencia	Reaktancia
<b>1000 Hz</b>				
T1	2.47 Ω	16.11°	2.37 Ω	685.02 Ω
T2	2.62 Ω	1.99°	2.25 Ω	82.85 mΩ
<b>5000 Hz</b>				
T1	4.59 Ω	60.27°	2.28 Ω	3.98 Ω
T2	2.26 Ω	23.93°	2.06 Ω	915.19 mΩ
<b>10000 Hz</b>				
T1	8.49 Ω	72.05°	2.59 Ω	8.07 Ω
T2	3.01 Ω	40.20°	2.31 Ω	1.93 Ω

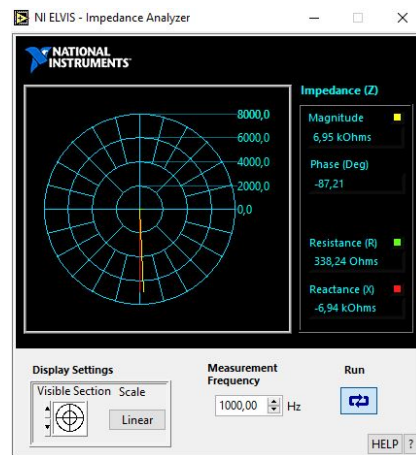
A tekercsek eredményeit megnézve megfigyelhető, hogy a rezisztencia és a reaktancia hasonló módon viselkedik, mint az ellenállásoknál, ugyanakkor a fázisszög a frekvencia növelésével látványosan növekedett.



3. ábra. A "T1" 1000 Hz-n



4. ábra. A "T2" 5000 Hz-en



5. ábra. A "K1" 1000 Hz-n

#### IV. A KONDENZÁTOROK

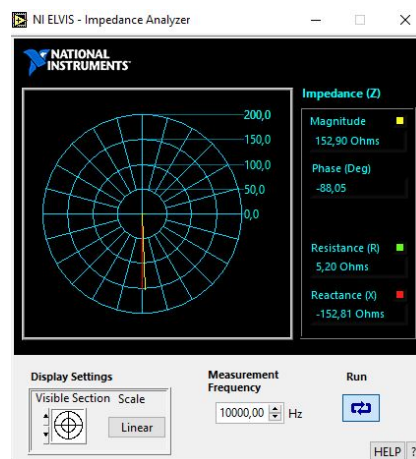
A kondenzátoroknál a nullponti hiba kiküszöbölése nem rövidzár segítségével történik, hanem szakadással. A nullvalue itt is az alkatrészek meghatározása és a soros-párhuzamos kapcsolás vizsgálata során eltért, előbbi érték -8.75 pF, utóbbi -9.15 pF. Az eltérés nem számottevően nagy, azonban a mérés pontosságához hozzátartozik ez is. Illetve a mért értékek és a névleges érték közötti különbséget is ellenőrizhetjük, a K1-nél 100000 pF körül kellett mérnünk, a K2 esetében pedig 22000 pF körül. Mindkettő megvalósult, tehát jól mértünk. A kondenzátorok soros kapcsolás esetén a mért értékünk 18355.85 pF volt, párhuzamos kapcsolás esetén 123909.34 pF. Ezeket az eredményeket ismét két képlettel tudjuk igazolni:

- Az ellenállásokkal ellentétben a kondenzátorok soros kapcsolása esetén az eredő kapacitás reciproka az egyes kapacitások reciprokszövegével egyenlő:

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

- Párhuzamos kapcsolásnál pedig az eredő kapacitás a kapacitások összeadásával számolható ki:

$$C_e = C_1 + C_2$$



6. ábra. A "K2" 10000 Hz-en

#### HIVATKOZÁSOK

- [1] Wikipédia-ellenállás Elérhető: [https://hu.wikipedia.org/wiki/Ellenállás\\_\(áramköri\\_alkatrész\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Ellenállás_(áramköri_alkatrész))
- [2] Wikipédia-tekerics Elérhető: [https://hu.wikipedia.org/wiki/Tekercs\\_\(áramköri\\_alkatrész\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Tekercs_(áramköri_alkatrész))
- [3] Wikipédia-kondenzátor Elérhető: [https://hu.wikipedia.org/wiki/Kondenzátor\\_\(áramköri\\_alkatrész\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Kondenzátor_(áramköri_alkatrész))
- [4] Wikipédia-impedancia Elérhető: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Impedancia>

Kondenzátor	Magnitúdó	Fázisszög	Rezisztencia	Reaktancia
<b>1000 Hz</b>				
K1	303.74 Ω	-88.56°	7.69 Ω	-303.72 Ω
K2	6.95 kΩ	-87.21°	338.24 Ω	-6.94 kΩ
<b>5000 Hz</b>				
K1	304.15 Ω	-88.97°	7.64 Ω	-303.71 Ω
K2	1.39 kΩ	-88.07°	47.61 Ω	-1.39 kΩ
<b>10000 Hz</b>				
K1	152.90 Ω	-88.05°	5.20 Ω	-152.81 Ω
K2	702.54 Ω	-88.49°	18.64 Ω	-702.26 Ω

Ezeket az adatokat is megvizsgálva és az ellenállás-hoz/induktivitásokhoz hasonlítva a magnitúdók értékei voltak szembetűnőek, ugyanis az eddigiekhez képest nagy adatokat kaptunk. Emellett megfigyelhető még, hogy a frekvencia emelésével az értékek jelentősen csökkentek. Valamint az eddigiektől eltérően a fázisszögek negatív értékeket vettek föl, és a frekvenciától függetlenül nagyjából ugyanakkora volt az értékük. Továbbá a rezisztencia és a reaktancia is fokozatosan csökkent a frekvencia növekedésével.