

Passzív alkatrészek vizsgálata jegyzőkönyv

Levente VAJNA

(Mérési partner: Válik Levente Ferenc)

(Gyakorlatvezető: Tihanyi Attila Kálmán)

Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Információs Technológiai és Bionikai Kar

Magyarország, 1083 Budapest, Práter utca 50/a

vajna.levente@hallgato.ppke.hu

Kivonat—Ezen mérés során először megismerkedünk a National Instruments Elvis III digitális multiméterével, és passzív áramköri alkatrészeket mérünk, felhasználva a középiskolabeli fizikai tanulmányainkat. MÉRÜNK ellenállást, induktivitást, illetve kapacitást is. Ki jön látható módon a mért és a valós adat közti különbség.

Keywords—áramköri alkatrészek; DMM; NI ELVIS III; multiméter; RLC; alap elektronikai mérések

Mérés ideje: 2023.03.30.

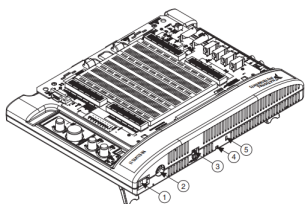
I. FELADAT: ISMERKEDÉS AZ ÁRAMKÖRI ELEKTROMOS ALKATRÉSZEKKEL

Definíció: Az elektromos alkatrész egy “megfogható” fizikai objektum. A fizikai áramkörök ilyen elektromos alkatrészek vezetékes összekapcsolásából áll. [1]

Definíció: Ezeknek az elektromos alkatrészeknek az ideális modelljei az áramkörelméletben a komponensek, azaz a áramköri elemek.

Többféle alkatrésszel is megismerkedünk mérésünk során, ezeket mutatom be:

- 1) Multiméter: A műszer, amivel dolgoztunk egy Elvis III Multiméter a National Instruments-től. Ez egy olyan műszer, ami elég sok mindent tud mérni, ábrázolni, ki-mutatni, kedvünkre, preferenciánk alapján választhatunk a használatra szánt funkciók közül.



1. ábra. NI Elvis II vázlatos rajza

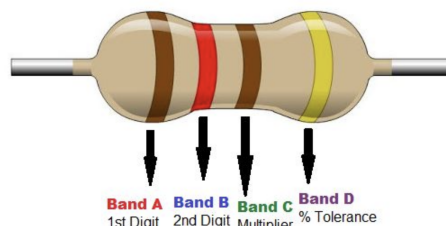
Az 1. ábrán látható az Elvis II műszer vázlatos rajza, de láthatóak rajta a ki és bemenetek, és az alap felépítése. Található rajta egy áramkör, hogy tetszőleges mérendő áramkör építése esetén még ezzel se legyen az embernek gondja. Többféle bemenet is található rajta, legtöbbet úgynevezett Banana csatlakozóval köthetjük a mérendő áramkörünkbe. Amit mi mérésünk során használtunk, az a COM és az ohmikus jellel ellátott bemenet, valamint a VI Analyzer mindkét bemenetét is igénybe vettük az induktivitás és a kapacitás mérésekor. A mérési eredmények megtekintéséhez az Elvis III óta egy online felület van, ott lehet konfigurálni, hogy mi mindent szeretnénk mérni, milyen felületre van szükségünk. Mi a mérésünk során a Digital Multi-meter panelt vettük igénybe, és azon beállítva tud-

tuk megmérni az induktivitásokat, kapacitásokat, ellenállásokat. Sajnos a nevét meghazudtoló módon az Elvis III mérőműszernél, szemben az Elvis II-vel nem lehet módosítani a frekvenciáját, így a jegyzőkönyv erre vonatkozó feladatait elvégezni nem tudom. [2]

- 2) Ellenállás: Ohmikus ellenállás, jele: R , mértékegysége Ω [ohm]. Minden fogyasztónak, de még vezetéknek, sőt még az embereknek is van ellenállása, amit legtöbbször ki lehet mérni. Középiskolai ismereteinkből ismerjük Ohm törvényét, mely lehetővé teszi számunkra az ellenállások értékeinek kiszámítását az áramerősség és a feszültség ismeretében, az összefüggés pedig:

$$R = \frac{U}{I},$$

ahol U az ellenálláson eső feszültség, az I pedig az ellenálláson átmenő áramerősség.



2. ábra. Ellenállások színyűrűkkel

Az ellenállások igen különbözőek lehetnek megjelenésük szerint, amint az a 2. ábrán is látható. A nagyobb, áramköri ellenállások jellemzően színes csíkokkal vannak megjelölve, és ezek alapján határozható meg az áramköri ellenállás rezisztenciája. [3] Vannak továbbá például integrált áramkörre illeszthető milliméteres nagyságú ellenállások. Azoknak értékét leggyakrabban egy háromjegyű szám írja le, aminek első két számjegyét kell szorozni a tíz harmadik számjegyedek hatványával, azaz ha egy ellenállásra XYZ egész számok vannak írva, akkor:

$$R = (10X + Y) \cdot 10^Z$$

Az ellenállások leggyakrabban csupán kisméretű kerámia testek.

- 3) Tekercs: A mai áramkörök egyik elengedhetetlen eleme, elsősorban rezgőkörökben, vezeték nélküli jel-továbbításoknál, elektromos motoroknál, de még akár régitípusú lámpáknál is. A nevéből adódóan a tekercs egy N menetszámú rézhuzal, általában egy vas-, vagy egyéb anyagú magra feltekerve. Jele: L [önindukciós együttható], mértékegysége: H [Henry].



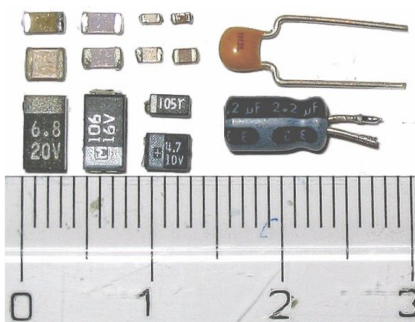
3. ábra. Tekercs

A 3. ábrán látható tekercsek még kisebbeknek mondhatók, ennél kisebb áramköri elemektől kezdve a transzformátorokban találhatókig, vagy még annál is nagyobbakig elég sokféle megjelenésű, felhasználásban és önindukciójában eltérő megtalálható a környezetünkben. Ezt a tekercsre jellemző önindukciós együtthatót a vas-maggal ellátott tekercsek esetén az alábbi képlet adja meg:

$$L = \mu_0 \mu_r \frac{N^2 A}{l}$$

[4] Használatos generátorokban, motorokban, elektromágnesekben, transzformátorokban, és bárhol, ahol a cél, hogy áramjárta feltekercselt vezetőben feszültség indukálódjon.

- 4) Kondenzátor: Ezeknek is több típusa létezik. Kondenzátorok tulajdonsága, hogy feszültség alatt képes töltéseket tárolni, de ha nem sütjük ki, akár még feszültség hiányában is képes a töltések megőrzésére.



4. ábra. Kondenzátorok több típusa vonalzó mellett szemléltetve, milyen eltérőek tudnak lenni

A 4. ábrán található kondenzátorok típusai közül választottunk mi is egyet a méréshez, ezen mértük a kapacitív impedanciáját. A kondenzátorok leírására és jellemzésére alkották meg a mértékegységet: F [Fahrad], valamint a képlet a kiszámítására:

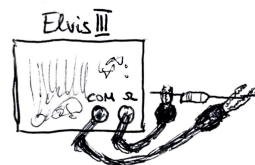
$$Q = C \cdot U_C(t),$$

ahol Q a töltés, U_C a rajta eső feszültség, C pedig a kondenzátor kapacitása.

II. FELADAT: AZ ELLENÁLLÁS MÉRÉSE

Első mérésünként egy ohmikus ellenállás rezisztenciájának megállapítása volt a feladat. Az 5. ábrán láthatóak alapján az ellenállást a COM (Component Objekt Model) és az

Ω jelzéssel ellátott portokhoz kötöttük, úgynevezett Banana csatlakozókkal, amiknek a másik vége krokodil csatlakozó volt, ami biztosította, hogy a mérés során nem esik szét az áramkörünk. Mielőtt még elindítottuk volna a mérést, megállapítottuk a színes gyűrűk alapján, hogy mekkora az ellenállás névleges értéke a laborban elénk helyezett színkódfejtő táblázat alapján. A csíkok barna-barna-fekete-barna-barna sorrendben helyezkedtek el, ami azt jelenti, hogy $110 \cdot 10^1 \Omega \pm 1\%$. Ez utóbbi hibalehetőség azt biztosítja, hogy ha az ellenállás előállítása során legfeljebb $\pm 11\Omega$ -mal félregyártották, akkor azt még jónak tekinthetjük, de az áramkörbe helyezés során egy állandó hibaként kell vele számolnunk. Mérésünk során $1,0985k\Omega$ -ot mértünk, és mivel $1089\Omega \leq 1098,5\Omega \leq 1111\Omega$, ezért mérésünket helytállónak ítéltük meg.



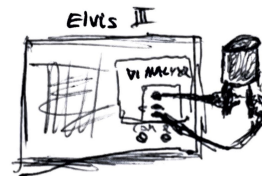
5. ábra. Az ellenállás a műszerre bekötve mérés közben

További feladat volt továbbá, hogy nézzük meg a mért értéket, ha induktivitás, illetve kapacitás módba állítjuk a műszert. A multiméter mindkét állásában nem számbeli értéket mutatott, vagyis ez azt jelenti, hogy a mért áramköri alkatrésznek nincs reaktanciája. Ez a mérés szerintünk is, illetve a mérésvezetőnk szerint is helyesnek bizonyult, amit a tanultak alá is támasztottak.

Megmértük természetesen, hogy ellenállás nélkül mit mutat a műszer, az eredmény $-0,170\Omega$ volt, ami feltehetőleg a műszer, és a kábel ellenállását tartalmazhatta. Mérésvezetőnk azonban azt állította, hogy ezzel nincs semmi gond, mert a műszer kalkulál ezzel a hibával is.

III. FELADAT: AZ INDUKTIVITÁS MÉRÉSE

Következő feladatunk egy tekercsnek a megmérése volt. Ehhez már másik bemenetet illetve kimenetet kellett használnunk, amit a 6. ábra szemléltet is, és amire a mérési utasítás is felhívja a figyelmünket.



6. ábra. A tekercs a műszerhez való csatlakoztatásának vázlatos rajza

Mielőtt még a DUT+ és DUT- jelzésű portokhoz kapcsoltuk volna mérendő alkatrészt, leolvastuk az alkatrész névleges induktivitását. Egy szám állt rajta, 471. Ezt mérésvezetőnk elmondta nekünk, hogy ez az érték mikroHenry-t jelent, azaz a tekercs névleges önindukciós együtthatója $471\mu H = 0,471mH$.

A mérést elindítva azt tapasztaltuk, hogy a mérési eredmény nem egy konstans értéket mutatott, hanem egy bizonyos intervallumban folyamatosan ingadozott. Emiatt egy olyan értéket

tulajdonítottunk eredményül, amit néhány percnnyi megfigyelés után az eredmények "átlagának" tekintettünk, vagyis ami körül mozgott a kijelzett érték. Ez az eredmény $0,426mH$, amin azért lepődtem meg, mivel itt a relatív eltérés nagyobb volt, mint az ellenállás esetében.

Kapacitás módban a műszer "Over" értéket mutatott, mely értéken nem, lepődtem meg, ismervén az induktivitás kiszámítására való képletet: [1]

$$u_L(t) = L \frac{di_L(t)}{dt} = L \cdot \dot{i}_L(t) \quad (1)$$

tehát a tekercsen eső feszültség az idő függvényében megegyezik az önindukciós együttható és az áramerősség idő szerinti deriváltjának szorzatával.

Illetve ismerjük a kapacitás kiszámítására szolgáló képletet is:

$$i_C(t) = C \frac{du_C(t)}{dt} = C \cdot \dot{u}_C(t) \quad (2)$$

vagyis a kondenzátoron átmenő áramerősség az idő függvényében megegyezik a kapacitás és a kondenzátoron eső feszültség időbeli deriváltjának szorzatával.

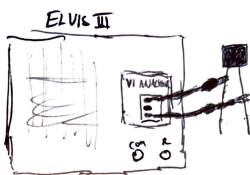
Az 1. és a 2. egyenlet alapján látszik, hogy az $u(t)$ és az $i(t)$ éppen fordítottan arányosan jelennek meg a két különböző egyenletben, így tehát a kapott "Over" érték érthető.

Megmértük továbbá ohmikus ellenállásként is, amiből megtudtuk, hogy a látszólagos ellenállása, azaz az induktív reaktanciája $0,833\Omega$, amit másképp így is számolhatunk:

$$X_L = \omega L \quad (3)$$

IV. FELADAT: A KAPACITÁS MÉRÉSE

Ezen feladatunknál a célunk az volt, hogy a kapott $6n8$ feliratú kondenzátor kapacitását mérjük meg. Ezt a $6n8$ jelzést úgy kell értelmezni, hogy az n helyén van a tizedesvessző, az n pedig a prefixumot jelöli, tehát a névleges értéke $6,8nH$.



7. ábra. A kondenzátor az Elvis III műszerhez kapcsolt vázlatos rajza

A kondenzátor lábait a tekercshez hasonlóan megint a VI Analyzer lábaihoz kötöttük be, ahogy azt a 7. ábra is mutatja. A műszer kapacitív mérőmódba helyezése után megkaptuk, hogy a mért érték $6,61nF$, ami némiképp megnyugtató volt, mivel itt a relatív eltérés a névleges értéktől kisebb, mint a tekercs esetében.

Induktív módba helyezés után a műszer a kondenzátort "Over" értékűnek deklarálta, ami nem lepett meg, mivel a tekercs esetében is már beláttuk az 1. és a 2. összefüggés alapján, hogy a fordítottan arányos $u(t)$ és $i(t)$ hányados ennek a jelenségnek a kiváltó oka.

Végezetül a kondenzátor lábait a rezisztencia mérésére alkalmas áramkörbe helyzetük. Azt tapasztaltuk, hogy a műszer egyre nagyobb számot mutat ki, mutatott valami $M\Omega$ nagyságrendű értéket egy fél pillanatra, majd átváltott "Over"

értékre. Némiképp meglepett, de az összefüggés ismeretében már megértettem a történetek miertjét:

$$X_C = -\frac{1}{\omega C} \quad (4)$$

A 3. és a 4. összefüggést vizsgálva rájöttem, hogy itt is a kiváltó ok, a fordítottan arányosság, azaz egy olyan kicsi számnak veszi a reciprokát, amit már nem tud értelmezni, valamint arra következtettem még, hogy a kondenzátoron feltüntetett 100 érték a $6n8$ alatt azt takarja, hogy $100V$ az a feszültség, ami alatt rendeltetésszerűen viselkedik. Számításaim és ismereteim alapján az ellenálláson lévő áram frekvenciája ezt meghaladja, tehát beszámítható viselkedés nem várható.

LEZÁRÁS

Kicsit sajnáltam az Elvis III-on való lehetőségcsökkenés okozta feladatkihagyást, mivel érdekelt volna, hogy mi történik, ha tudjuk változtatni a frekvenciát, és ezt meg is tesszük. Talán még a kapacitív reaktanciát is megláthattuk volna valamely megfelelő frekvencián. Mindezen átlépve jó volt meglátni és megízlelni az igazi áramköri méréseket, még ha ez csak bevezetés is volt. És most, hogy tapasztaltam is, és Lineáris Algebrán tanulunk is a komplex számokról, szépen kirajzolódik, hogy mit is jelentett az a képlet, hogy:

$$Z = R + j(X_C + X_L).$$

HIVATKOZÁSOK

- [1] K. András, „Áramkörelmélet,” 03 2023. [Online]. Available: https://moodle.ppke.hu/pluginfile.php/73356/mod_resource/content/1/Bev_Meres_2022_aram.pdf
- [2] NI, „Ni elvis iii using your instruments,” 03 2023. [Online]. Available: <https://www.ni.com/docs/en-US/bundle/ni-elvis-iii-using-instruments/page/dmmsignal.html#GUID-85C2C093-C6FA-4963-A11A-57E109492515>
- [3] Calculator.net, „Resistor calculator,” 2023. [Online]. Available: <https://www.calculator.net/resistor-calculator.html>
- [4] V. Péter, „Vasmagos tekercs önindukciós együtthatója,” 04 2022. [Online]. Available: <http://eik.bme.hu/~vanko/labor/kutato/HG.pdf>