

Passzív alkatrészek vizsgálata mérési jegyzőkönyv

Mátyás Antal
(Supervisor: Attila Tihanyi)

Pázmány Péter Catholic University, Faculty of Information Technology and Bionics
50/a Práter street, 1083 Budapest, Hungary
antal.matyas.gergely@hallgato.ppke.hu

Abstract—A mérés célja volt ismerkedni a passzív elektromos alkatrészek tulajdonságaival, vizsgálatával, valamint az ELVIS mérőműszer és a hozzá tartozó szoftvercsomag használatával. A mérésre való felkészülés során átismételtük a középiskolában az ellenállásról, kondenzátorról, valamint az induktivitásról tanultakat, továbbá ezek mérési lehetőségeit.

I. MÉRENDŐ OBJEKTUMOK

A mérés kezdetén 6 darab ismeretlen áramköri elemet kaptunk, első feladatunk ezeknek felismerése volt. Ahhoz, hogy az egyes passzív alkatrészekről eldöntsük, ellenállással, kondenzátorral, vagy induktivitással van dolgunk az ELVIS mérőműszer Impedance Analyzerét használtuk. A leírás szerint a műszer DUT+ és DUT- kimenete közé bekötöttük az egyes elemeket, majd különböző frekvenciákon vizsgáltuk, figyelve az impedancia analízator diagramját. Amennyiben a *Magnitude* értéke közel megegyezett az ellenállás értékével, valamint a Reaktancia elhanyagolható volt az ellenálláshoz képest, azaz a fázisszög nagyon kis értékű volt, arra következtethettünk, hogy a mért alkatrész Ohmos ellenállás. Az ismeretlen elemet induktivitásnak jelöltük, amennyiben a fázisszög 0 és 90 fok közötti értéket vett fel, valamint az ellenállás és a reaktancia értéke nagyságrendileg megegyezett. Ha a fázisszög értéke 270 és 360 fok közé esett, valamint a reaktancia negatív értéket vett fel, kapacitást vizsgáltunk. Ezen mérések segítségével megállapítottuk, hogy 2 ellenállás, 2 induktivitás, valamint 2 kondenzátor a 6 mérendő objektum. Az alábbiakban az ELVIS digitális multiméter használatakor minden mérés előtt megmértük a műszer eredeti belső ellenállását, induktivitását, valamint kapacitását, majd a DMM Null Offset funkcióját használva ezt mindig kivontuk a mérési eredményből, ezzel is pontosítva azt.

II. ELLENÁLLÁS MÉRÉSE

A. DMM - ellenállás mód

A két ismeretlen ellenállás értékének meghatározásához az ELVIS DMM(digitális multiméter)-t használtuk. A műszert ellenállás módba kapcsolva követtük a kapcsolási utasítást, ennek megfelelően a panel oldalán található V és COM csatlakozók közé kapcsoltuk az ismeretlen ellenállásokat. Az első ellenállás - jelölje innentől R_1 - értéke a digitális multiméter mérése alapján $21.9k\Omega$, a második ellenállás - R_2 - értéke: 50.7Ω .

B. DMM - induktivitás, kapacitás mód

Az ellenállásokat a digitális multiméter utasítása alapján a DUT+ és DUT- kimeneti pontok közé kötve megvizsgáltuk induktivitás, majd kapacitás üzemmódban is. Az ellenállásokat kapacitás üzemmódban mérve az értékek igen ingadozóak voltak, így nem voltak mérhetőek. Az induktivitás üzemmódban való vizsgálat során a mért érték mindkét esetben $+Over$ volt.

TABLE I
 R_1 ELLENÁLLÁS

	100Hz	1000Hz	10000Hz
<i>Magnitude</i>	21.81k Ω	21.81k Ω	21.81k Ω
<i>Phase(deg)</i>	0.02	0.17	1.68
<i>Resistance</i>	21.8k Ω	21.8k Ω	21.8k Ω
<i>Reaktance</i>	6.44 Ω	63.46 Ω	639.79 Ω

TABLE II
 R_2 ELLENÁLLÁS

	100Hz	1000Hz	10000Hz
<i>Magnitude</i>	51.32 Ω	51.32 Ω	51.31 Ω
<i>Phase(deg)</i>	0.16	1.60	0.02
<i>Resistance</i>	51.35 Ω	51.34 Ω	51.32 Ω
<i>Reaktance</i>	143.35m Ω	1.43 Ω	14.84m Ω

C. Impedance Analyzer

Az ellenállásokat ezt követően az ELVIS Impedance Analyzerével is megvizsgáltuk 100, 1000 valamint 10000 Hz-es mérési frekvencián. A mérési eredményeket ellenállásokra lebontva a táblázatok szemléltetik.

D. Soros és párhuzamos kapcsolás

A feladat utolsó pontja volt a vizsgált ellenállásokat soros és párhuzamos kapcsolásban is megmérni. Az ellenállás méréséhez itt egyszerre használtuk az ELVIS mérőegység modellező lapját, valamint a digitális multiméter oldalsó kivezetéseit. A soros kapcsolás során elméleti számítások szerint, az $R_e = \sum_{k=1}^n R_k$ képlet alapján $21939 + 50 = 21989\Omega$ értéket kellett, hogy kapjunk, a mérés során pontosan ez lett az eredmény.

A párhuzamos kapcsolásnál az eredmény 51.7Ω lett, ami a $\frac{1}{R_e} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k}$ egyenlet alapján megfelelő eredmény.

III. INDUKTIVITÁS MÉRÉSE

A. DMM - induktivitás mód

A két ismeretlen értékű induktivitás meghatározásához az ELVIS DMM-t használtuk. Az induktivitás üzemmódban való méréshez tartozó utasítás szerint az ismeretlen induktivitásokat egymás után a DUT+ és DUT- kimenetek közé csatlakoztattuk, majd a digitális multiméter használatával megmértük az értéküket. Az első induktivitás - jelölje innentől L_1 - értéke $0.0220mH$, a másodiké - legyen L_2 - $0.223mH$ lett a műszer mérése alapján.

B. DMM - ellenállás, kapacitás mód

A digitális multimétert kapacitás üzemmódban állítva is megvizsgáltuk az induktivitásokat, mindkét esetben $+Over$ értékeket kapva.

TABLE III
 L_1 INDUKTIVITÁS

	100Hz	1000Hz	10000Hz
<i>Magnitude</i>	1.05 Ω	1.06 Ω	1.77k Ω
<i>Phase(deg)</i>	0.79	7.77	53.69
<i>Resistance</i>	1.05 Ω	1.05 Ω	1.05 Ω
<i>Reaktance</i>	14.63m Ω	143.67m Ω	1.43 Ω

TABLE IV
 L_2 INDUKTIVITÁS

	100Hz	1000Hz	10000Hz
<i>Magnitude</i>	2.04 Ω	1.97 Ω	2.49 Ω
<i>Phase(deg)</i>	0.39	4.21	35.50
<i>Resistance</i>	2.04 Ω	1.96 Ω	2.03 Ω
<i>Reaktance</i>	13.77m Ω	144.48m Ω	1.45 Ω

TABLE V
 C_1 KAPACITÁS

	100Hz	1000Hz	10000Hz
<i>Magnitude</i>	1.523k Ω	1.55k Ω	155.71 Ω
<i>Phase(deg)</i>	272.08	271.42	272.08
<i>Resistance</i>	5.66 Ω	376.1 Ω	74.94 Ω
<i>Reaktance</i>	-155.61k Ω	-15.22k Ω	-1.55k Ω

TABLE VI
 C_2 KAPACITÁS

	100Hz	1000Hz	10000Hz
<i>Magnitude</i>	357.47k Ω	36.04k Ω	3.65k Ω
<i>Phase(deg)</i>	271.31	271.3	271.48
<i>Resistance</i>	8.2k Ω	814.87 Ω	94.49 Ω
<i>Reaktance</i>	-357.37k Ω	-36.03k Ω	-3.65k Ω

Az ellenállás üzemmódban való méréshez természetesen módosítottunk a mérési összeállításon, az induktivitások két végét rögzítettük a V és COM kimenetek közé. Az L_1 induktivitás esetében az ellenállás $R = 0.429\Omega$, az L_2 induktivitás esetében pedig $R = 0.016\Omega$ lett a mérési eredmény.

C. Impedance Analyzer

A két induktivitást ezután az ELVIS Impedance Analyzerrel is vizsgáltuk különböző frekvenciákon, a III. és IV. táblázat szemlélteti a mérési eredményeket.

D. Soros és párhuzamos kapcsolás

A feladat utolsó pontjaként a két induktivitást sorosan valamint párhuzamos kapcsolással is megmértük a digitális multiméter segítségével, a kapcsolásokat az ELVIS mérőegység modellező lapján létrehozva és a DUT+ és DUT- kivezetések közé kötve. Soros kapcsolású mérés során a mért eredmény $L = 0.0322mH$ lett, párhuzamos kapcsolás esetén pedig $L = 0.0179mH$. A mérési értékeket az elméleti számítások is alátámasztják: Soros kapcsolás esetén $L_e = \sum_{k=1}^n L_k$, párhuzamos kapcsolás esetén pedig $\frac{1}{L_e} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{L_k}$.

IV. KAPACITÁS MÉRÉSE

A. DMM - kapacitás mód

A két ismeretlen értékű kapacitás méréséhez a digitális multiméter utasítása alapján a kapacitásokat a DUT+ és DUT- kivezetések közé kötöttük, majd DMM kapacitás üzemmódban leolvastuk az értékeiket. Az első kapacitás - legyen mostantól C_1 - értéke $C_1 = 0.1011nF$, a másodiké - innentől C_2 - $C_2 = 4.443nF$.

B. DMM - ellenállás, induktivitás mód

A két kapacitás értékét megvizsgáltuk továbbá a digitális multiméter ellenállás, majd pedig induktivitás üzemmódját használva. Az ellenállás méréséhez természetesen az ELVIS mérőegység oldalsó kivezetéseit (V és COM) használtuk. A mérés eredménye mindkét esetben $+Over$ lett.

C. Impedance Analyzer

Ezt követően a két kapacitást az ELVIS Impedance Analyzer segítségével vizsgáltuk, különböző frekvenciákon. A mérési eredményeket az V. és VI. táblázat tartalmazza.

D. Soros és párhuzamos kapcsolás

Az utolsó feladat a kapacitások soros valamint párhuzamos kapcsolás melletti mérése volt. A kapcsolásokat az ELVIS mérőegység modellezőtábláján állítottuk össze, a digitális multiméterrel való kapacitás méréséhez a DUT+ és DUT- kivezetések közé kapcsolva. A digitális multiméterről leolvasott értékek szerint soros kapcsolás esetén $C_e = 4.550nF$, párhuzamos kapcsolás esetén pedig $C_e = 0.1050F$. A kapott értékek helyességét alátámasztják ez elméleti számítások is: Soros kapcsolás $C_e = \sum_{k=1}^n \frac{1}{C_k}$ valamint párhuzamos kapcsolás $C_e = \sum_{k=1}^n C_k$.