

Idő és fázis mérési feladatok

Radványi Zita

NEPTUN kód: F346YE

Mérőpár: Zahoray Anna

NEPTUN kód: EF2JUM

Mérés ideje: 2023. 03. 23. 8:00-11:00

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

Magyarország, 1083, Budapest, Práter utca 50/a

radvanyi.zita@hallgato.ppke.hu

I. FOGALMAK, HASZNÁLT ÖSSZEFÜGGÉSEK

- Passzív alkatrészek: passzív elektronikai alkatrészek olyanok, amelyek nem képesek áramot vezérelni egy másik elektromos jel segítségével. Passzív elektronikai komponensek például a kondenzátorok, ellenállások, induktorok, transzformátorok és diódák.
- Jelalak: A jelalakvizsgálat azért lényeges, mert a valóságban a jelek alakja nem ideális. A négyszögjel felfutó és lefutó éle például nem függőleges. A felfutási idő oszcilloszkóp segítségével úgy határozható meg, ha úgy állítjuk be, hogy az impulzus magassága a 0-tól a 100%-ig terjedjen, majd leolvassuk a felfutó él 10%-ához és 90%-ához tartozó időt. Ezek különbsége adja a felfutási időt. A másik fontos jellemzője a négyszögjelnek az impulzusidő. Ez a felfutó és a lefutó él 50%-os értékéhez tartozó idők különbsége.
- Spektrumanalizátor: A digitális spektrumanalizátor időben változó feszültségek harmonikus felbontására és vizsgálatára alkalmas mérőműszer. Ez a műszer tetszőleges bemeneti feszültségjelek vizsgálatát teszi lehetővé. Lehetőséget nyújt alacsony frekvenciás rezgések, például ipari gépek, repülőgépek, épületek rezgésprofiljainak megjelenítésére. Ezek mellett magas frekvenciás, például műholdas kapcsolatok analizálására is alkalmas. Harmonikus vizsgálat alatt azt értjük, hogy a műszer bemenetére érkező jeleken harmonikus analízist végez, tehát megvizsgálja és megjeleníti a bemeneti jel Fourier spektrumát. A digitális spektrumanalizátor tehát egy feszültségmérő műszer, amire jellemző az, hogy mekkora frekvencia tartományon képes feldolgozni a bemenetére érkező jeleket. Jellemző értékek a távközlésben használt spektrumanalizátorok esetén, hogy pár Hz és néhány GHz tartományban képesek a jel harmonikus tartalmának kiszámítására és megjelenítésére. A műszer bemenet általában $1\text{M}\Omega$ 15 pF mint az oszcilloszkópok esetén, de lehetőség van a szokásos $50\ \Omega$ -os koaxiális kábelek közvetlen fogadására is. Ebben az esetben a műszer $50\ \Omega$ bemeneti ellenállással dolgozik. Az NI ELVIS Dynamic Signal Analyzer (DSA) kiszámítja és megjeleníti az egycsatornás RMS átlagolt teljesítmény spektrumát. Különböző ablakolási és átlagolási módok alkalmazhatók a jelre. Ezen kívül felismeri a csúcsfrekvenciaösszetevőt, és becsüli meg a tényleges frekvenciát és teljesítményt. Ez a műszer támogatja a digitális és az analóg, szinkron kiváltást. A digitális indításhoz TTL-szintű triggerjelet kell csatlakoztatni az NI ELVIS II sorozatú

munkaállomás TRIG vonalához. Az analóg indításhoz beállíthatja a trigger szintet és a meredekséget. Kurzorok és jelmérések állnak rendelkezésre a jel elemzéséhez.

- Frekvenciamérés: A digitális frekvenciamérés elve a mérendő jel időegységre eső periódusainak számának meghatározásán alapul. A bemeneti jelformáló egység a mérendő periodikus jelet négyszögjellé alakítja, a számláló pedig számlálja a jelkapun átjutó impulzusokat.
- Függvénygenerátor: A függvénygenerátor egy olyan eszköz, mely feszültségváltozások időbeni előállítására szolgál. Időben váltakozó feszültséget állít elő a működése során. Leggyakrabban használt, a függvénygenerátor által előállított jelalakok a szinusz, a négyszög és a háromszög. A szinusz jel előállítását akkor használjuk, amikor a digitális függvénygenerátorok lineáris szakaszokkal közelített vagy mintákból összerakott szinuszt szimulálnak. A szinusz jelet különböző frekvencián képes előállítani a függvénygenerátor, így alkalmas frekvencia tartományban történő vizsgálatokhoz bemenő jel előállítására. A négyszögjel általában valamilyen tranziens vizsgálatára nyújt lehetőséget, oly módon, hogy az előállított jel fel vagy lefutó éle hozzá létre azt a jelenséget mely a tranziens viselkedést kiváltja. A tranziens pontos követését az oszcilloszkóp teszi lehetővé. A háromszög jelet például átviteli karakterisztika rajzolásra szokták használni, mivel széles feszültség tartományon egyenletes változást biztosít, és az adott rendszer választás oszcilloszkóp segítségével lehet vizsgálni. A függvénygenerátor tehát egy feszültségforrás, amire jellemző az üresjáratú kimeneti feszültsége, valamint a kimeneti impedanciája. Jellegzetes értékek a 10 Vpp kimeneti feszültség valamint az $50\ \Omega$ kimeneti impedancia, de ettől eltérő értékek is előfordulnak. Az NI ELVIS funkciógenerátor egy önálló, szoftveres rendszer, amely segítségével a következő paramétereket tudjuk beállítani az előállítandó jelnek:

- Hullámforma: milyen legyen a jelalak. Szinuszos, négyszög vagy háromszög.
- A váltakozó feszültség frekvenciája Hz-ben.
- A jel amplitúdója.
- DC eltolás.
- Működési ciklus.

Ezeket a funkciókat kívül a virtuális műszer a kimeneti jel frekvenciájának folyamatosan monitorozására is képes.

- Oszcilloszkóp: Az oszcilloszkóp olyan elektronikus

mérőműszer, amely – legáltalánosabb felhasználásakor – elektromos feszültségek időtartománybeli ábrázolására és mérésére szolgál. Kiegészítővel sokféle mérés megvalósítását teszi lehetővé.

- Boode diagram: A Bode-diagram a rendszerelmélet, irányítástechnika, jelfeldolgozás és hálózatszámítás területén elterjedten használt grafikon, mely egy egy bemenetű, egy kimenetű rendszer átviteli karakterisztikájának ábrázolására szolgál. A diagram részét alkotó két részdiagram az átviteli karakteristika amplitúdóját illetve fázisát ábrázolja a frekvencia függvényében.
- Impedancia: Az impedancia jelentése váltakozó áramú ellenállás. Váltakozó áramú elektromos hálózatban egy fogyasztó komplex impedanciájának nevezzük a komplex feszültség és a komplex áramerősség hányadosát, jele Z . Képlettel: A komplex impedancia abszolút értékét látszólagos ellenállásnak nevezzük, jele Z .
- Látszólagos ellenállásnak nevezzük a komplex impedancia abszolút értékét. A látszólagos ellenállás jele Z , mértékegysége az ohm.

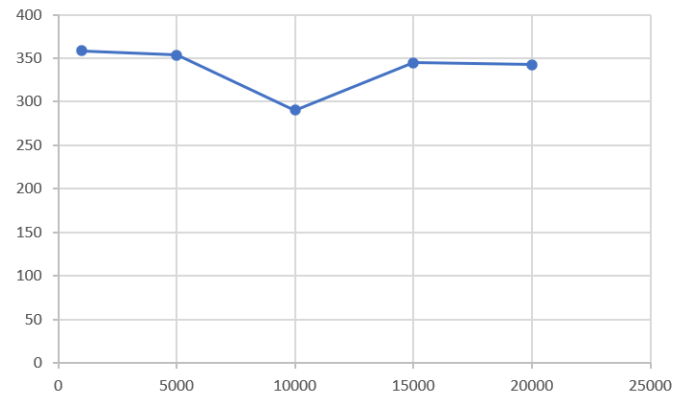
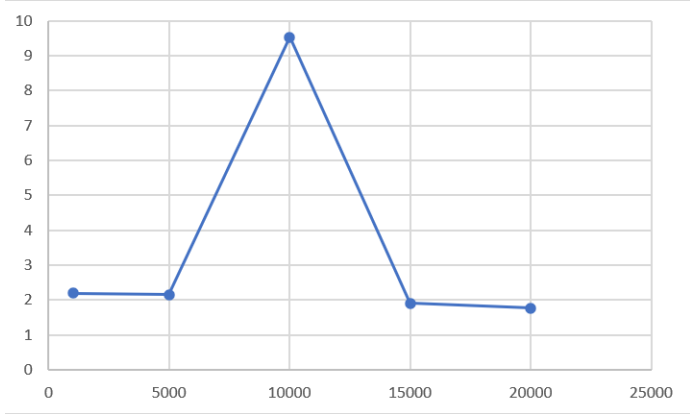
II. ELSŐ FELADAT

Válasszon ki az alkatrészek közül egy ellenállást és egy kapacitást. a további méréseket ennek felhasználásával végezze! Az utsításoknak megfelelően 10 kOhm-nál nagyobb ellenállást választottunk, így kellett egy kis idő, mire megtaláltuk a megfelelőt, melynek az értéke 14 kOhm volt, melyet az internetes kalkulátorral állapítottunk meg a színkódok alapján, majd az ELVIS digitális multiméter segítségével is megmértük, ahol szintén ezt az eredményt kaptuk. A kapacitás értékét ugyancsak a digitális multiméter segítségével mértük meg, ahol az eszköz lenullázása után 47 nF volt. A későbbi mérések során ezeket az eszközöket használtuk, és végig ezekkel végeztük a számolásokat is.

III. MÁSODIK FELADAT

Határozza meg a bemeneti impedancia értékét különböző frekvenciákon és ábrázolja a kapott adatokat egy frekvencia amplitúdó és egy frekvencia fázisszög grafikonon. Miután meghatároztuk az ellenállás és a kapacitás értékét, majd az ELVIS eszközön összeállítottuk a megfelelő kapcsolást, majd alábbi feladat során átállítottuk a mérőprogramot az impedancia mérésére alkalmas felületre, majd megadtuk a különböző frekvenciákat, melyeken végeztük a mérést. Első sorban a megadott frekvencia nem más volt, mint az 1000 Hz, melyen elvégeztük a mérést. Ezt követően leolvasva az eredményeket megállapítottuk, hogy az amplitudo 2,2 MOhm, valamint a fázisszög az 358,60 fok volt. Ezt a mérést a megadott feladatok szerint még négy alkalommal folytattuk, le nagy osztásközzel, hogy a különbségek jól látható és lényeges eltérést tükrözzenek. A második megadott frekvencia 5000 Hz volt. Ebben az esetben az amplitudo 2,16 MOhm, valamint a fázisszög pedig 353,72 fok volt. A harmadik esetben a megadott frekvencia 10.000 Hz volt, az így kapott eredmények: az amplitudo 952,3 MOhm, valamint 290,18 fok volt. A negyedik, általunk megadott érték esetében a mérés, 15.000 Hz-en az amplitudo 1.91 MOhm, a fázisszög pedig 344,91 fok volt. Ez után már csak az ötödik mérés volt hátra, amelyhez következetesen 20.000 frekvencián mértünk, így leolvasva az adatokat, az amplitudo 1,77 MOhm, a fázisszög pedig 342,67 fok volt. Ezeket az adatokat excel táblázatban

elhelyezve létrehoztam az alábbiakban megtekinthető diagrammot, amelyen frekvencia függvényében ábrázoltam az amplitudot, majd a második ábrán látható, hogy a frekvencia függvényében a fázisszöget is megjelenítettem.



IV. HARMADIK FELADAT

Ellenőrizze a kapott értékeket szimulációval. A feladat során használatba vettük az LTspice nevű programot, amely tökéletesen alkalmas a kapcsolási rajzok létrehozására, valamint a megadott értékek segítségével kiszámítja a mérés eredményét. Ezt kihasználva megadtuk a korábban a digitális multiméter segítségével megmért, valamint a hivatalos adatokat összehasonlítva kapott értékeket, így ezzel számolva az LTspice létre tudta hozni a számunkra ellenőrző számításokat. Ezt a szimulációt kielemmezve örömmel konstatáltuk, hogy az

--- AC Analysis ---				
frequency:	1000	Hz		
V(n002):	mag:	1	phase: 1.38585e-08°	voltage
V(n001):	mag:	1	phase: 0°	voltage
I(C1):	mag:	7.14286e-05	phase: 0°	device_curr
I(R1):	mag:	7.14286e-05	phase: 1.38585e-08°	device_curr
I(V1):	mag:	7.14286e-05	phase: 180°	device_curr

által számított eredmények minimális eltéréssel megegyeznek az általunk végzett mérés eredményekkel.

V. NEGYEDIK FELADAT

A mérési elrendezés megegyezik az passzív alkatrészek mérésnél használt elrendezéssel. Kérem a jegyzőkönyvbe rögzítse a kapcsolást mellyel a mérést végezte.

A feladat során létrehozott kapcsolás tartalmazott a korábban megmért ellenállást, a szintén digitális multiméter segítségével meghatározott kapacitást, valamint az összeköttetéshez használt drótokat. A feladat során a összeköttetést szolgáló drótokat az ELVIS eszközön az impedance analyser + és - bemenetébe és kimenetébe csatlakoztattuk, ezt összekötvé az ellenállás egyik végével. Az ellenállás másik végéhez a kapacitás egyik csatlakoztatását kötöttük, majd a kapacitás másik kimenetéhez kötöttük az impedanciához csatlakoztatott másik drótot.

VI. ÖTÖDIK FELADAT

A feszültségosztó összefüggések ismeretében számítással határozza meg a be és kimeneti feszültségek viszonyát váltakozó feszültség esetén $Z_1 = C$ és $Z_2 = R$ esetén. Ha az áram (ill. feszültség) iránya állandó, csak az erőssége változik, változó áramú (váltakozó feszültségű) áramkörrel beszélünk. Az áram (feszültség) idő függvényében történő változását grafikonon ábrázolhatjuk.

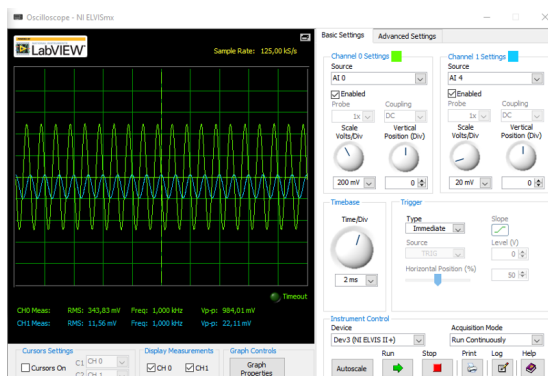
VII. HATODIK FELADAT

Határozza meg a méréshez szükséges frekvenciákat. f_0 legyen az a frekvencia ahol a kapacitás látszólagos ellenállásának abszolút értéke megegyezi az ellenállás értékével. Legyen továbbá 5db f_0 -nál kisebb és 5 db f_0 -nál nagyobb frekvencia, melyek $q=2$ értékű mértani sorozatot alkotnak.

Olyan váltakozó feszültségnél, amelynél az effektív értékek egyenesen arányosak a csúcserősségekkel (pl. a szinuszos váltakozó feszültségnél), a látszólagos ellenállás az effektív feszültség és az effektív áramerősség hányadosaként is kiszámítható: $Z = \frac{U_0}{I_0} = \frac{U_{eff}}{I_{eff}}$.

VIII. HETEDIK FELADAT

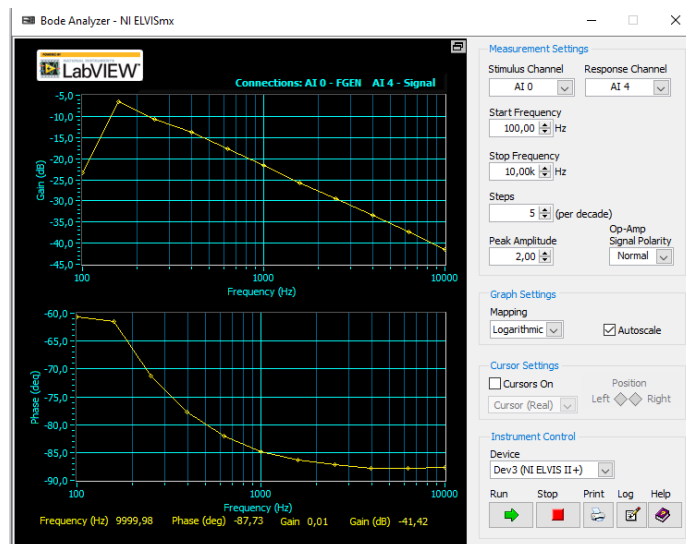
Végezze el a mérést (1.ábra) oszcilloszkóp segítségével. Ehhez a mérés elvégzéséhez szükségünk volt egy function generator használatára is, hogy az oszcilloszkóp segítségével le tudjuk szimulálni és meg tudjuk mérni a megadott feladatot. Ebben az esetben a generatort 1 KHz frekvencián működtettük, valamint egy sinus hullámot állítottunk be rajta. Ezt követően az oszcilloszkópon beállítottuk a megfelelő bemeneteket, melyekre bekötöttük a az ELVIS eszközön a drótokat, hozzákapcsolva azt az ellenálláshoz, valamint a kapacitáshoz a kapcsolási rajz alapján. Ezt az alábbi ábrán láthatjuk:



IX. NYOLCADIK FELADAT

Végezze el a mérést (1.ábra) boode analizátorral.

Ebben az esetben is az kapcsolási rajz alapján összeállított kapcsolás alapján dolgoztunk az ELVIS multiméter segítségével. A boode analizátoron is szintén be kellett állítani a hiányzó bemeneti energia forrás, ahova a kapcsolást elvégeztük, ezt követően már nagyon könnyen leolvasható volt az érték a kirajzolódott diagrammokon.



X. EREDMÉNYEK KIÉRTÉKELÉSE

Az oszcilloszkópos ábrákról leolvas az adatokat a következőket kaptam. Fontos, hogy a chanel0-ra (CH0) van a kimenet kötve és chanel1-re (CH1) van a bemenet. Az adatokat az alábbi táblázatba foglaltam. A mért RMS értékek alapján (ki és bemeneti feszültség) az amplitúdó számolható. A táblázatban számolt adatok szerepelnek az amplitúdó oszlopban.

XI. A MÉRÉS HIBÁJA

A mérés során minden zökkenőmentesen működött, az ellenállás értéke megfelelt az internetes ellenőrző program által meghatározottnak. A kapacitás értékét szintén zökkenőmentesen meg tudtuk határozni, a létrehozandó kapcsolások is a megfelelő összeállításban jöttek létre, ezáltal megfelelő értékeket kaptunk a mérések során.