

RC tagok vizsgálata

Erdélyi Áron

Pázmány Péter Catholic University, Faculty of Information Technology and Bionics

50/a Práter street, 1083 Budapest, Hungary

erdelyi.aron.janos@hallgato.ppke.hu

I. A MÉRÉS KÖRÜLMÉNYEI

A mérést 2018.04.11-én 16:00 és 19:00 között a PPKE ITK, 1083 Práter utca 50/a cím alatt található épületében, a 4. emeleti mérési laborban végeztem. A mérés során a National Instruments Elvis II nevű mérőműszert használtam.

II. A MÉRÉSBEN HASZNÁLT KOMPONENSEK

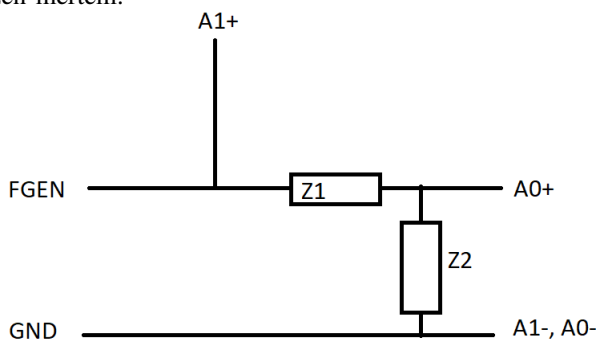
A mérés alatt 2 ellenállással és egy kondenzátorral dolgoztam. Az ellenállások mérése során odafigyeltem, hogy a nullponti hibát kiszűrjem. Ezt úgy tudtam megtenni, hogy lemértem az ellenállást a rövidre zárt áramkörön, és ezt az értéket kivontam az ellenállások mérésében kapott értékekből.

Így az ellenállások színkód alapján várt és a mérés alapján kapott értékeik:

	R_1	R_2	C
Várt érték	$18k\Omega$	$1,5k\Omega$	$0,1\mu F$
Mért érték	$17,920k\Omega$	$1,493k\Omega$	$0,1038\mu F$
Tűrés	1%	1%	

III. ÁRAMKÖR ÖSSZEÁLLÍTÁSA

A mérés során a következő áramkört állítottam össze, illetve ezen mértem:

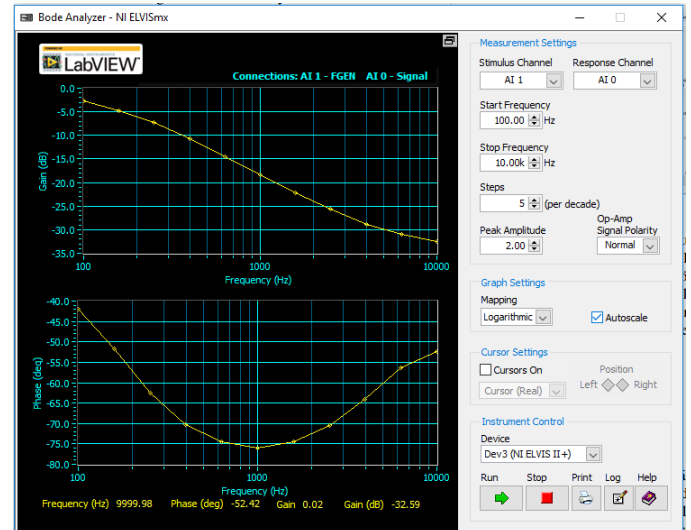


A Z_1 és Z_2 a feladatoktól függően változtak.

IV. ELSŐ MÉRÉSI FELADAT

Az első méréshez a Z_1 helyére R_1 , és Z_2 helyére C került.

A következő ábrán látható a bemeneti impedancia értéke különböző frekvenciákon.



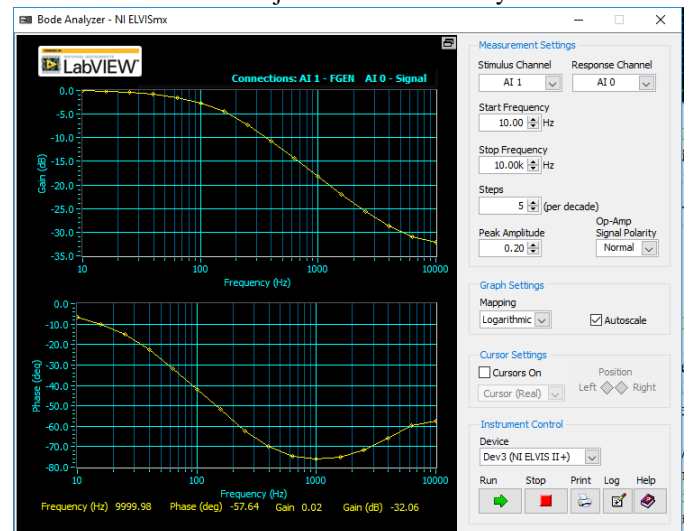
Logaritmusos megjelenítést használtam az átláthatósága miatt.

Jól látható, hogy ez az áramkör egy alul áteresztő szűrő. A 45° -os fázisszöveget közel 100Hz-nél éri el. Innentől kezdve az amplitúdó rohamosan csökken. Tehát az mondható, hogy ez a szűrő a 100Hz feletti frekvenciát szűri ki.

V. ELŐZŐ FELADAT MÓDOSÍTÁSA

Ezek után megmértem ugyan ezt az áramkört a következő beállításokkal. A frekvencia tartományt módosítottam 10-10k Hz-re, dekádonként 5 mérésponttal, valamint a csúcshővezetést megváltoztattam 0,2V-ra.

A következő ábra mutatja a mérési eredményem.



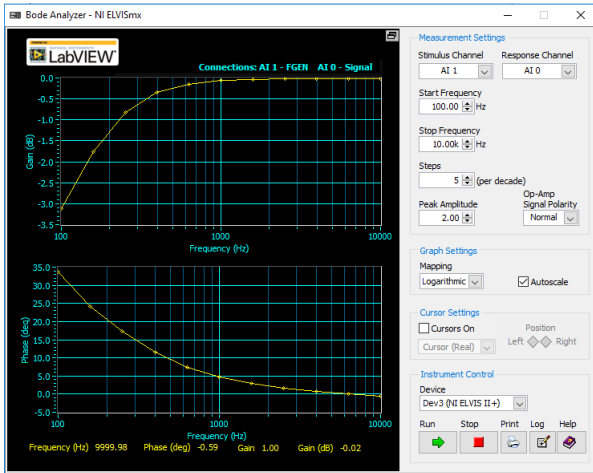
A kapott diagrammal megerősítettem a feltételezésem, miszerint az áramkör egy 100Hz-nél vágó, alul áteresztő szűrő.

Látható, hogy körül-belül 100Hz-ig a gain állandó, és 100Hz után rohamosan lecsökken.

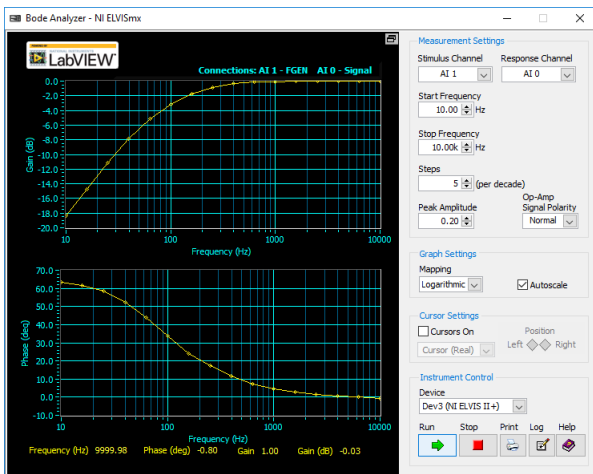
VI. ÁRAMKÖR ÁTALAKÍTÁSA

A következő mérésben megcseréltem a tagokat, tehát $Z_1 = C$, és $Z_2 = R_1$, majd végrehajtottam az előző két mérést. Az eredményeket a következő két kép ábrázolja.

Az első esetben 100-10kHz-ig végeztem a mérést, 2 voltos csúcsfeszültséggel.



Majd módosítva 10-10k Hz-re, dekádanként 5 mérésponttal, valamint a csúcsfeszültséget megváltoztattam 0,2V-ra.



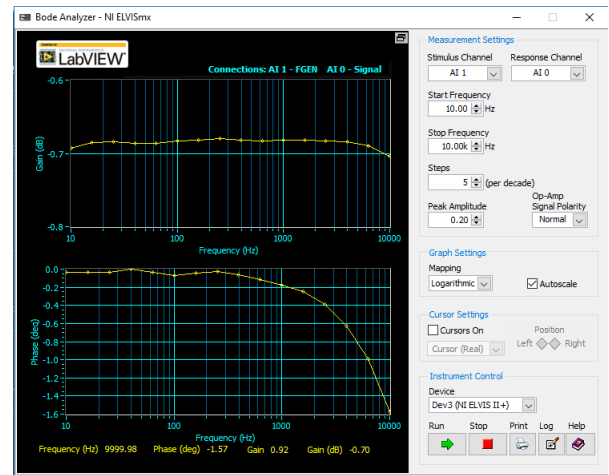
Látható, hogy most egy felül áteresztő szűrőt kaptunk. A vágáspont megint csak 100Hz körül volt, a fázis szög is nagyjából itt volt 45° -os.

VII. ÁRAMKÖR KÉT ELLENÁLLÁSSAL

Ezek után átalakítottam az áramkört úgy, hogy $Z_1 = R_2$, és $Z_2 = R_1$.

Azt vázoltam fel előre, hogy nem szűrőt fogok kapni, hiszen az ellenállások értékei nem változnak a frekvenciával.

A mérésről a következő képet készítettem.



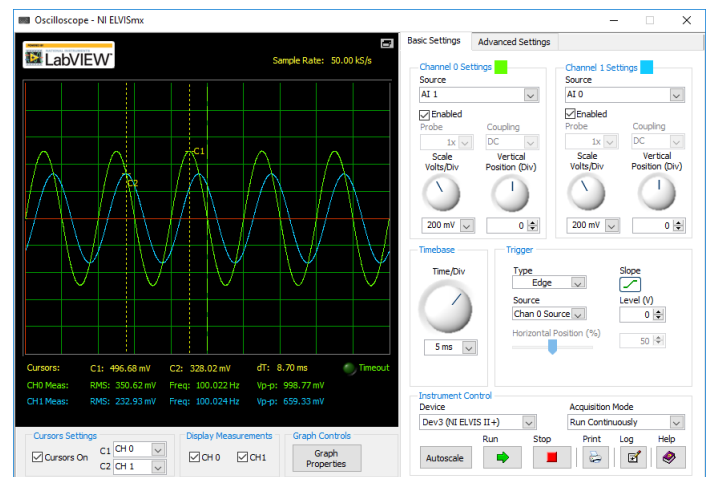
A képen látható adatok alapján nyilván nem szűrő jön létre, hiszen frekvenciától függetlenül gyakorlatilag ugyan azt az értéket kaptam, ezzel igazolva sejtésem.

VIII. FÁZISSZÖG SZINUSZOS JEL ESETÉN

Ebben a mérésrészletben mind a három eddigi áramkör variációnak megfigyeltem a szinuszos jel CH0 és CH1 közötti fázisszögét.

Ezt a mérést az Elvis mérőeszközbe beépített oszcilloszkóp segítségével tettem meg. A szinuszos függvényt, pedig szintén a beépített függvény generátor hozta létre.

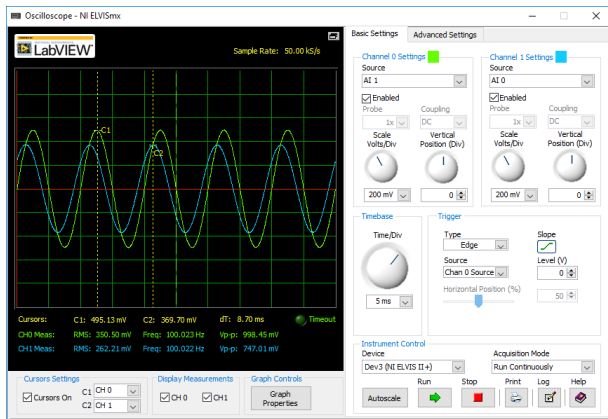
A kurzorok segítségével kijelöltem a két jelen két azonos fázisba való átmenetet. A triggert edge és immediate módman használtam.



A fent látható eredményeket a $Z_1 = R_1$ és $Z_2 = C$ összeállításban mértem.

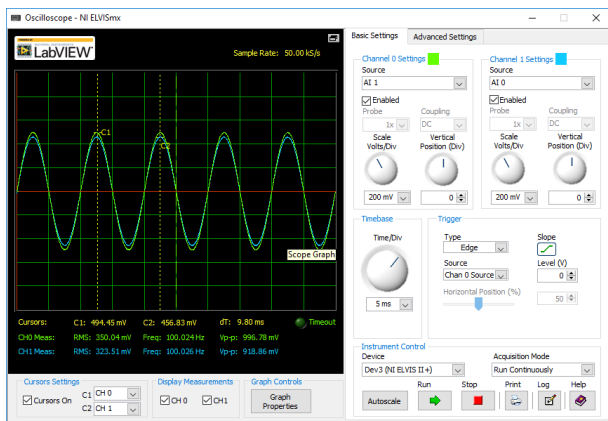
A C_1 -es kurzor, a zöld függvény maximumán 496,68mV, a C_2 -es kurzor, a kék függvény maximumán 328,02mV volt. A fázisszög:

$$\phi = \frac{\Delta t}{T} \cdot 2\pi = \frac{8,1 \cdot 10^{-3} s}{\frac{1}{100,022 Hz}} \cdot 2\pi = 5,0905^\circ$$



A fent látható eredményeket a $Z_1 = C$ és $Z_2 = R_1$ összeállításban mértem. A C_1 -es kurzor, a zöld függvény maximumán 495,13mV, a C_2 -es kurzor, a kék függvény maximumán 369,70mV volt. A fázisszög:

$$\phi = \frac{\Delta t}{T} \cdot 2\pi = \frac{8,7 \cdot 10^{-3} s}{\frac{1}{100,022 Hz}} \cdot 2\pi = 5,4676^\circ$$



A fent látható eredményeket a $Z_1 = R_2$ és $Z_2 = R_1$ összeállításban mértem. A C_1 -es kurzor, a zöld függvény maximumán 494,45mV, a C_2 -es kurzor, a kék függvény maximumán 456,83mV volt. Ebben az esetben a fázisszög nyilván 0, hiszen az ellenállások nem arányosak a frekvenciával.

IX. LÁTSZÓLAGOS ELLENÁLLÁS

Ebben a részfeladatban az volta célom, hogy megkeressem azt a frekvenciát, ahol az első esetben szereplő áramkörben ($Z_1 = R_1, Z_2 = C$) a kapacitív ellenállás megegyezik az ellenállás ohmikus értékével. A következő egyenletet írhattam fel azon frekvencia keresésére ahol a kapacitív ellenállás megegyezik az ohmikus ellenállásértékével:

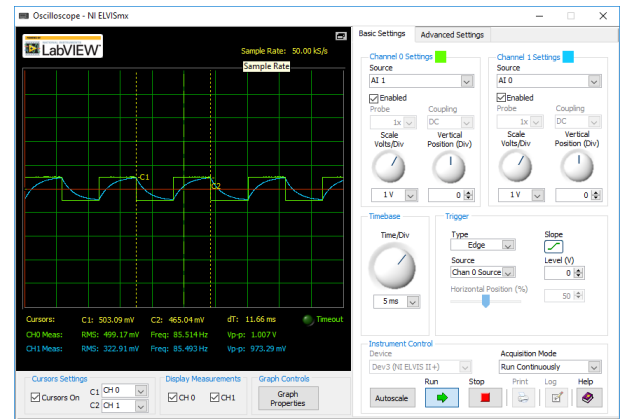
$$R_1 = \frac{1}{2\pi f C}$$

Ebből az f -et kifejezve:

$$f = \frac{1}{2\pi R_1 C} = \frac{1}{2\pi \cdot 17,92 \cdot 10^3 \cdot 0,1038 \cdot 10^{-6}} = 85,5628 Hz$$

Ez az áramkör levágási frekvenciája, amit az előző feladatokban 100Hz-nek becsültem.

A bemenetre 1V csúcsértékű négyszögjelet kapcsoltam, és az alábbi eredményeket kaptam:

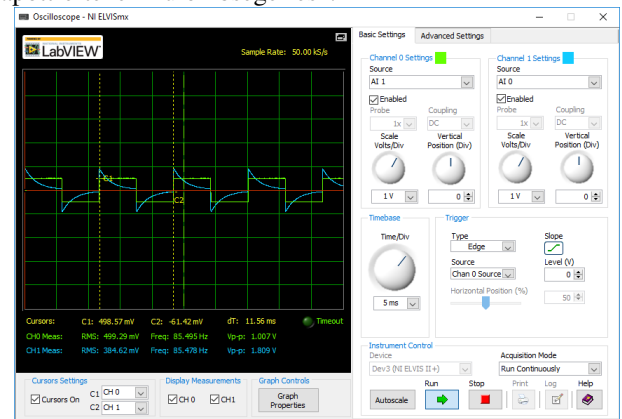


Az A0-on mért jel azért lett ilyen, mert a bemeneti feszültséget követi a kondenzátor töltődése és kisülése.

X. A MÁSIK ÁRAMKÖR VIZSGÁLATA

A következő mérésben felcseréltem a kondenzátor, illetve az ellenállás sorrendjét az áramkörben.

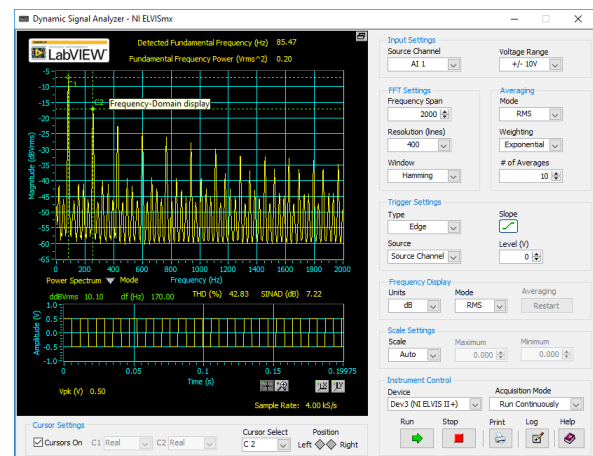
Ekkor a kimeneti jelet az ellenálláson mértem. Mivel érvényes az adott áramkörön Kirchhoff huroktörvénye, ezért a kapott jel a bemeneti négyszögjel, valamint az előző feladatban kapott értékek különbsége lesz:



XI. BEMENŐ NÉGYSZÖG JEL SPEKTRUMAI

Ebben a részfeladatban a bemenő négyszög jel frekvencia összetevőit rajzoltam ki az Elvis Dynamic Signal Analyzer nevű beépített modul segítségével.

Az előre megadott specifikációk beállítása után az M_1 markerrel megkerestem az alapharmonikust, majd az M_2 -tegy felharmonikusra helyeztem.



XII. A NÉGYSZÖG JEL FOURIER SORA

A négyszög jelet a következő Fourier sorral jellemezhetjük:

$$\sum \frac{U_{cs}}{2n-1} \cot \sin(2n-1)\omega t$$

Felírva a Fourier sor általános képletét:

$$\sum_{k=1}^{\infty} b_k \cos(k\omega t) + \sum_{k=1}^{\infty}$$

ahol az első szumma a sor valós tagja, a második pedig a képzetes tag. Ez alapján a Fourier sor alakja:

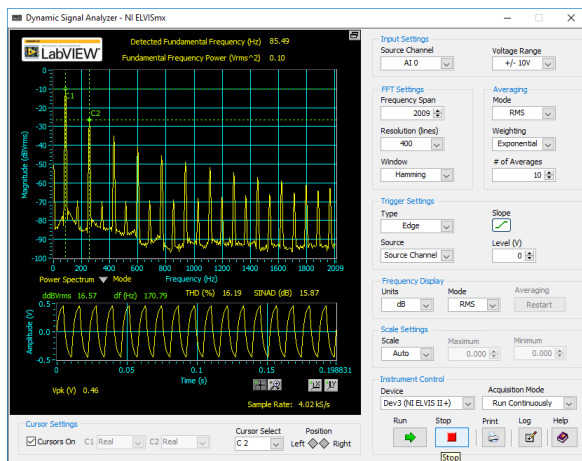
$$\sum_{k=1}^{\infty} c_k \cos(k\omega t + \phi_k)$$

ahol $c_k = \sqrt{b_k^2 + a_k^2}$ és $\phi_0 = \arctg(\frac{a_k}{b_k})$. Jelen esetben a ϕ_0 elhanyagolható, mert nem lényeges, hogy a függvény hol kezdődik.

Négyzetes jel esetén csak a páratlan harmonikusok figyelhetők meg.

XIII. PERIODIKUS JEL FREKVENCIA ÖSSZETEVŐI

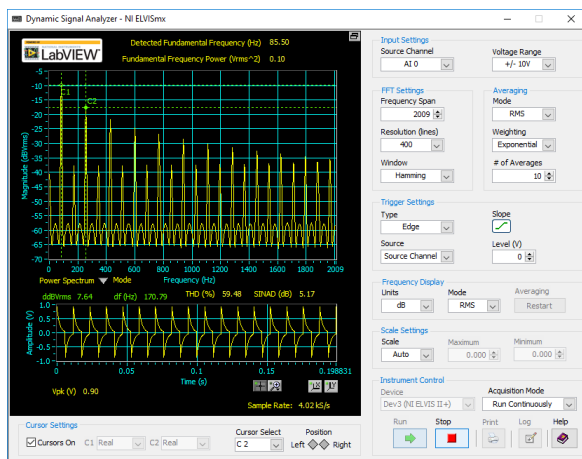
Ebben a mérésben lemértem az első áramkör ($Z_1 = R_1, Z_2 = C$) spektrumait.



Eredményemben megjelenik a IX. részben látható jel felbontása.

XIV. PERIODIKUS JEL FREKVENCIA ÖSSZETEVŐI MÁS ÁRAMKÖRBEN

Ebben a mérésben lemértem a második áramkör ($Z_1 = C, Z_2 = R_1$) spektrumait.



Eredményemben megjelenik a X. részben látható jel felbontása.

XV. KONKLÚZIÓ

Ezekben a mérésekben főleg 2 áramkört néztem ($Z_1 = R_1, Z_2 = C$, illetve fordítva). Az első mérésekben Bode Analyzerrel megállapítottam, hogy az első áramkör alul, a második egy felül áteresztő szűrő.

Színuszos gerjesztés esetén vizsgáltam a fázisszögeket, majd kiszámoltam, hogy a 45°-os fázisszöghöz 85,5628Hz-es frekvencia tartozott.

Végül Dynamic State Analyzerrel vizsgáltam a két áramkörhöz tartozó spektrumokat, amik nagyon hasonlóak voltak.