

RC tag vizsgálata – Jegyzőkönyv

A mérést végző személyek: Ekart Csaba, Kincs Boglárka

A mérés helye: PPKE-ITK, 420-as mérőlabor

A mérés ideje: 2017.05.18. 12:15-15:00

Felhasznált mérőeszközök: NI ELVIS II. mérőrendszer

A mérés menete

1-3. feladat

Kikerestünk két ellenállást és egy kondenzátort, amiket az NI ELVIS II. mérőrendszer segítségével megmértünk a digitális multiméterrel.

$$R_1 = 119.39 \text{ k}\Omega$$

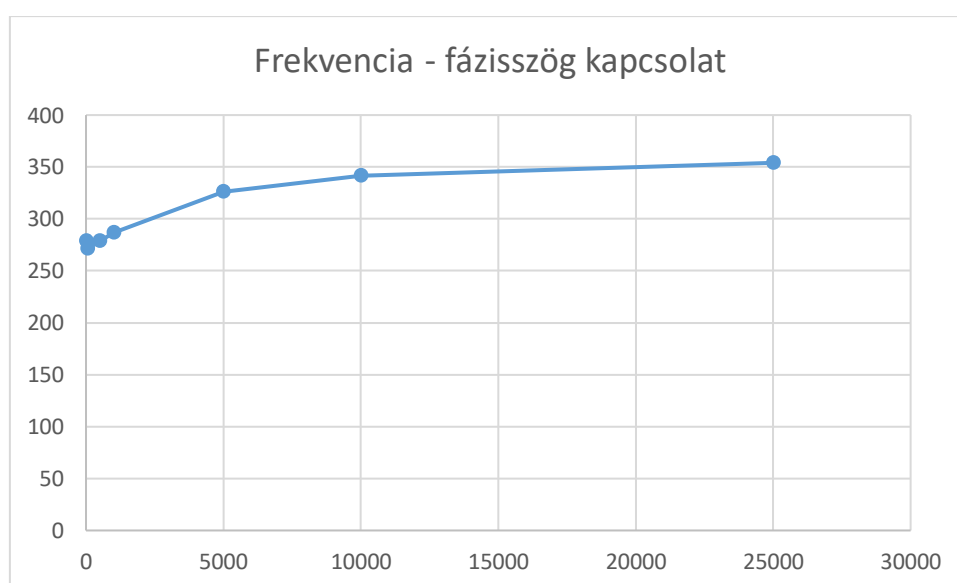
$$R_2 = 3.3104 \text{ k}\Omega$$

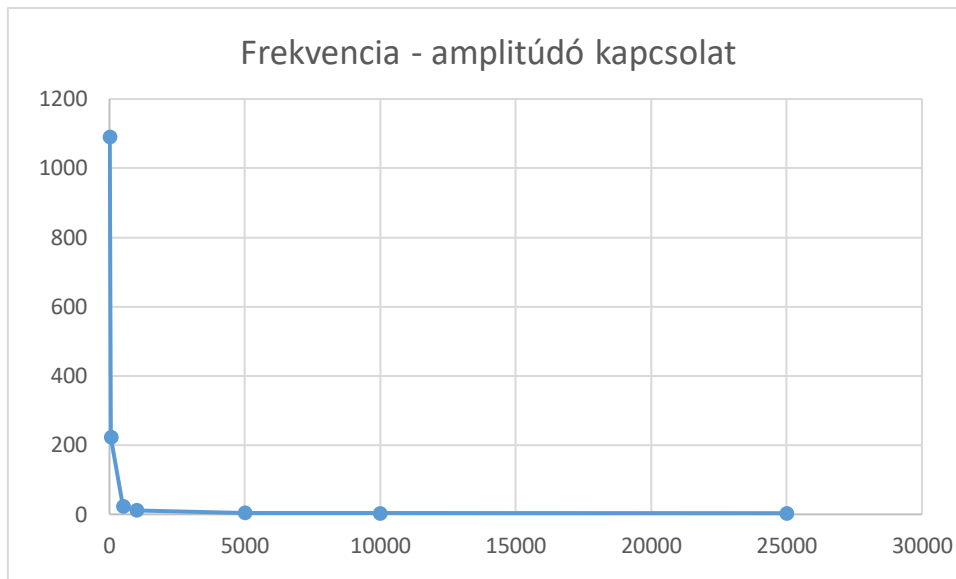
$$C = 14.23 \text{ nF}$$

4. feladat

Összeállítottuk a feladat szerinti kapcsolást, majd megmértük a bemeneti impedancia értékét különböző frekvenciákon. A mért értékek közötti szemléletes összefüggés megtekintéséhez grafikonokat hoztunk létre.

FREKVENCIA	AMPLITÚDÓ	FÁZISSZÖG
10 Hz	1090 k Ω	279.03 °
50 Hz	222.45 k Ω	271.4 °
500 Hz	22.62 k Ω	278.88 °
1000 Hz	11.67 k Ω	268.89 °
5000 Hz	4.02 k Ω	326.16 °
10000 Hz	3.5 k Ω	341.85 °
25000 Hz	3.35 k Ω	354.02 °



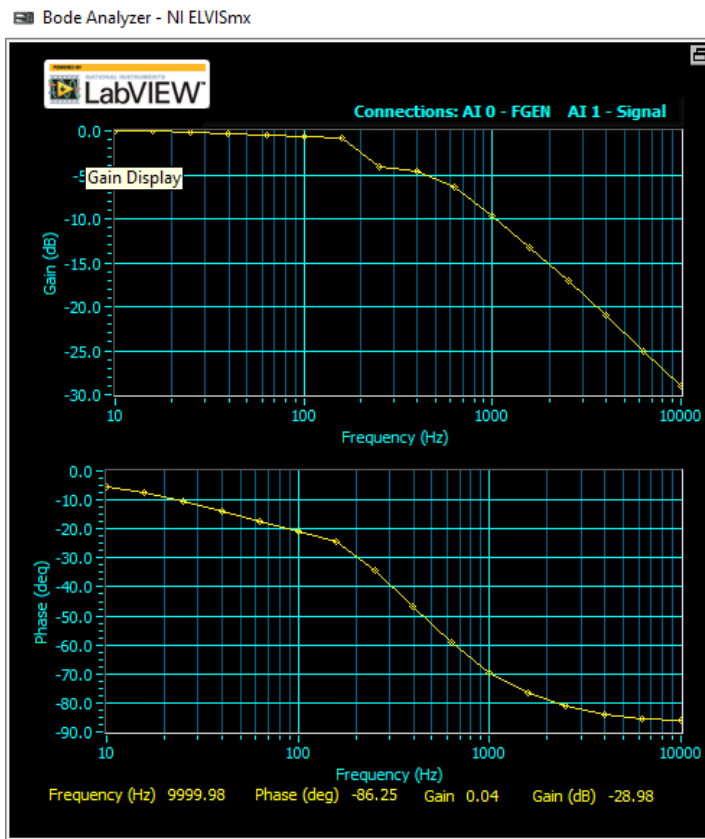
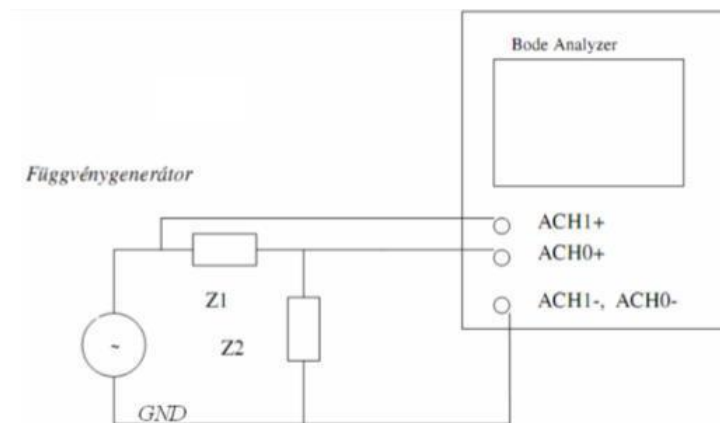


Tapasztalatok:

- Az impedancia amplitúdó csökken a frekvencia növekedésével, majd látszólag beáll az értéke. Erre magyarázat lehet, hogy
 - $X_C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot c}$ → csökken a frekvencia növekedésétől, és aszimptotikusan tart a nullához.
 - $|Z| = \sqrt{X_C + R^2}$ → mivel az X_C csökken a frekvencia növekedésével, ezért $|Z|$ is.
 - Mivel a $\lim_{f \rightarrow \infty} X_C = 0$, $|Z| = \sqrt{X_C + R^2} \rightarrow \lim_{f \rightarrow \infty} |Z| = \sqrt{R^2}$
- A frekvencia növekedésével a fázisszög nő, és tart a 360 °-hoz.

5. feladat

Az ábra alapján összeállítottuk a megfelelő kapcsolást ($Z_1 = R_1, Z_2 = C_1$), majd elindítottuk a BODE Analyzer-t. A kirajzolt grafikon képét rögzítettük.

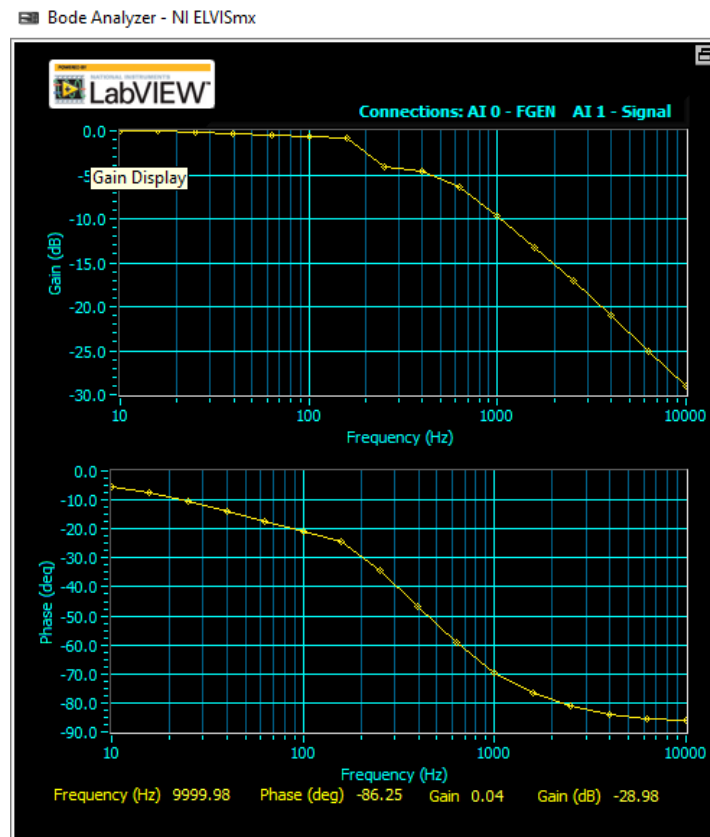


Tapasztalatok:

- A frekvencia növelésével csökken a reaktancia, tehát a feszültség amplitúdója is csökken.
- Az eddigiekből tudhatjuk, hogy kapcsolásunk egy alul áteresztő szűrő, mivel az alacsony frekvenciájú jeleket átengedi, míg a magas frekvenciájúak csillapodnak.

6. feladat

A kapcsolást a feladat szerint megtartottuk de a „szereplőket” $Z_1 = C_1$, $Z_2 = R_1$ -re cseréltük.

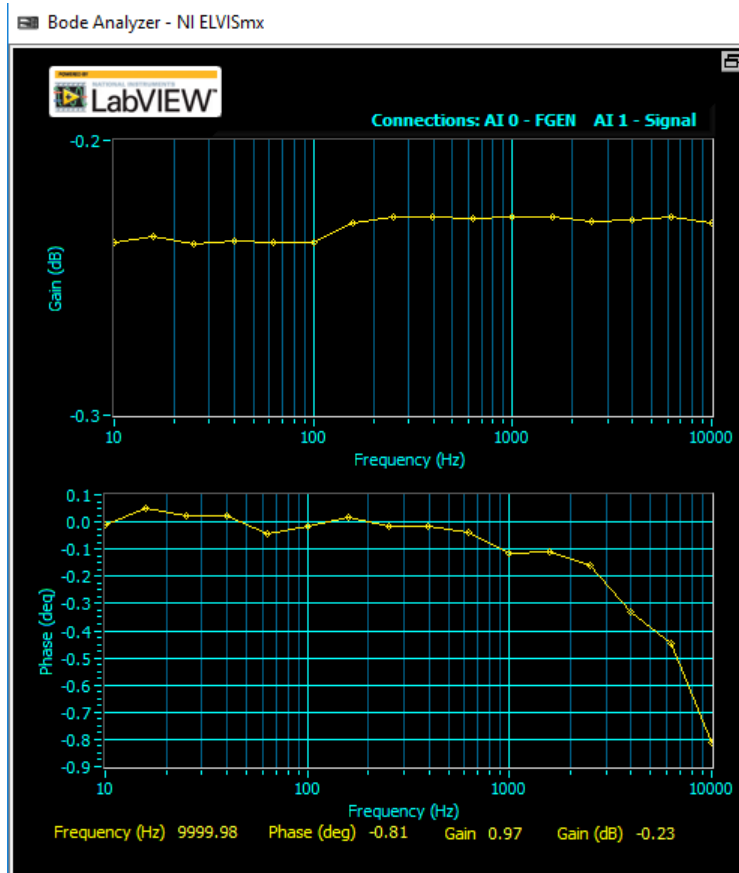


Tapasztalatok:

- Az előző feladat kapcsolásával ellentétben, minél nagyobb a frekvencia, annál kevésbé csökken a feszültség amplitúdója.
- A következtetések alapján egy felüláteresztő szűrőt kaptunk.

7. feladat

A kapcsolást a feladat szerint megtartottuk de a „szereplőket” $Z_1 = R_2, Z_2 = R_1$ -re cseréltük.

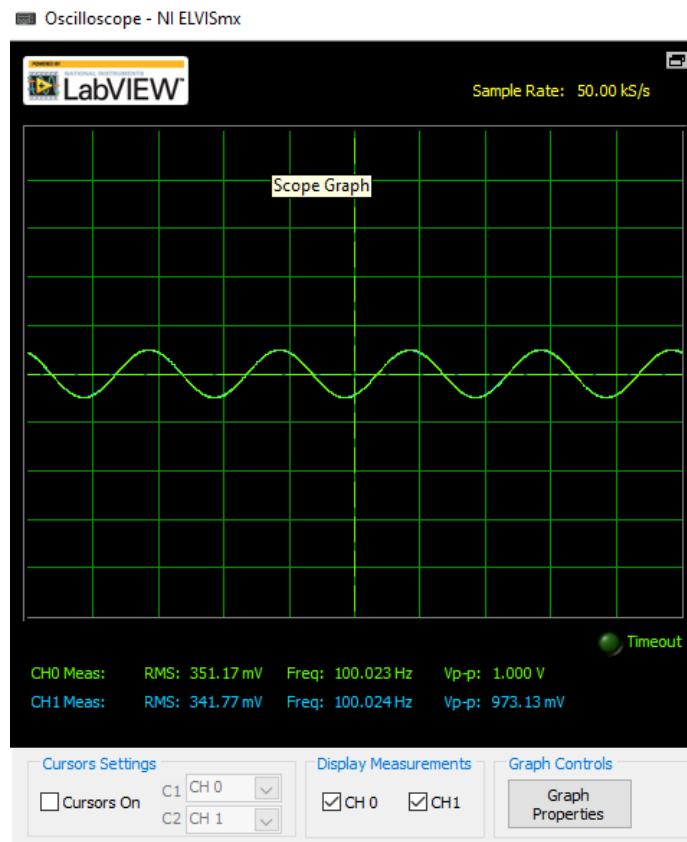


Tapasztalatok:

- Ezeknél a méréseknél konstans 0 értéket vártunk, ami a beosztásokat figyelembe véve reálisnak is tűnik, az ettől való eltérés mérési hibának is betudható.
- Ennek oka, hogy a rezisztív ellenállás értéke független a frekvenciától, így a rendszer nem változtat sem a bemenet erősségén, sem a pedig a jel fázisszögén.

8. feladat

A korábbi feladatoknál már létrehozott kapcsolási rajz alapján összeállítottuk a mérésünket. A feladat szerint megmértük a CH0 és CH1 csatornák közötti fázisszöveget mértünk az oszcilloszkóppal.



Tapasztalatok:

- Az ábra alapján azt a következtetést vontuk le, hogy a két jelnek elhanyagolható a fáziskülönbsége.

9. feladat

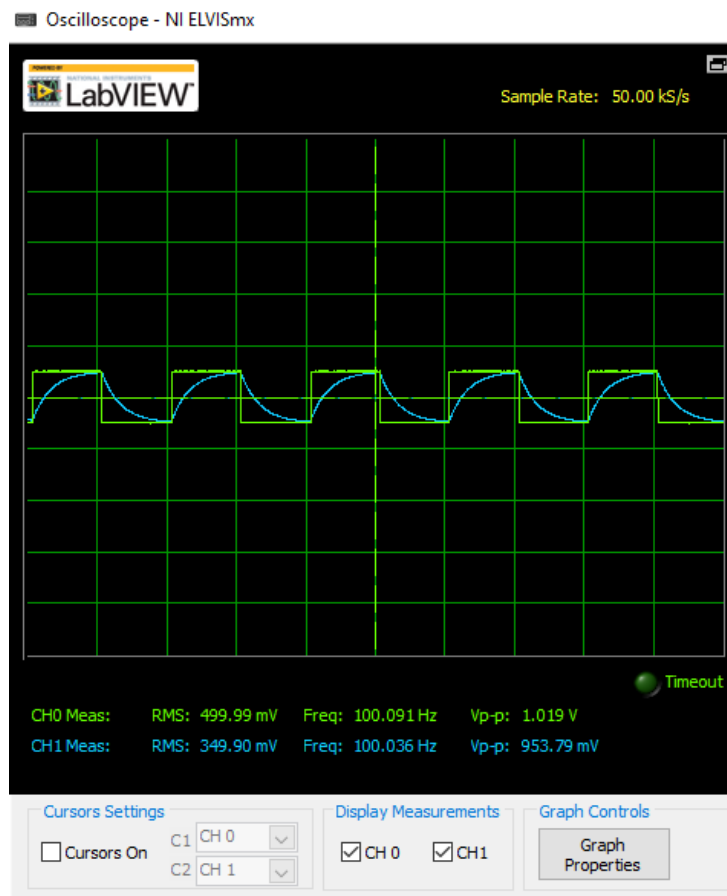
Először kiszámoltuk azt a frekvenciát, ahol a kondenzátor látszólagos ellenállása és az ellenállás értéke megegyezik (azaz a $\varphi = 45^\circ$).

$$|X_C| = R \Leftrightarrow \frac{1}{\omega C} = R \Leftrightarrow \omega = \frac{1}{RC}$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$f = 93.7 \text{ Hz} \approx 94 \text{ Hz}$$

A bemenetre négyszögjel generátort kapcsolva az alábbi ábrát kaptuk.

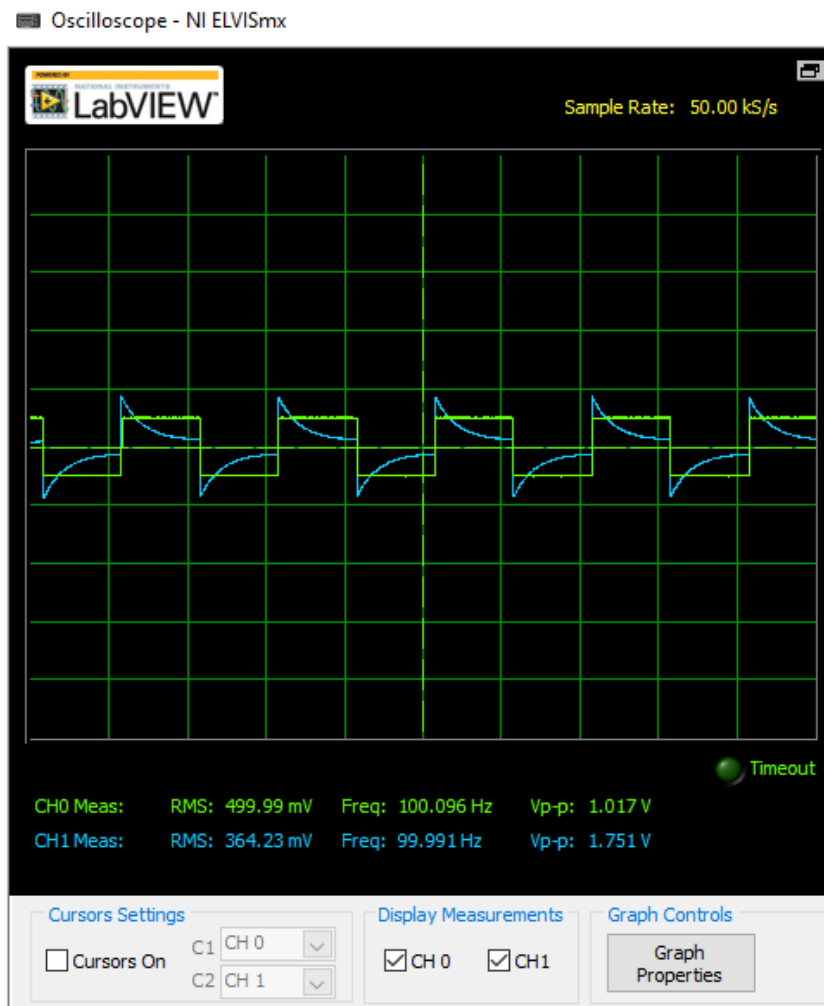


Tapasztalatok:

- Bár a jelalak különböző, az ábráról leolvasható, hogy a jelek amplitúdója megegyezik.
- Az ábrára magyarázatot adhat, hogy a kondenzátor feltöltődése-kisülése követi a bemenet feszültségét.

10. feladat

Az előző ponttól eltérően itt nem a kondenzátor hanem az R_1 ellenállás sarkain mérjük a feszültséget, hanem az ellenálláson eső feszültséget a kapcsolófeszültség függvényében.

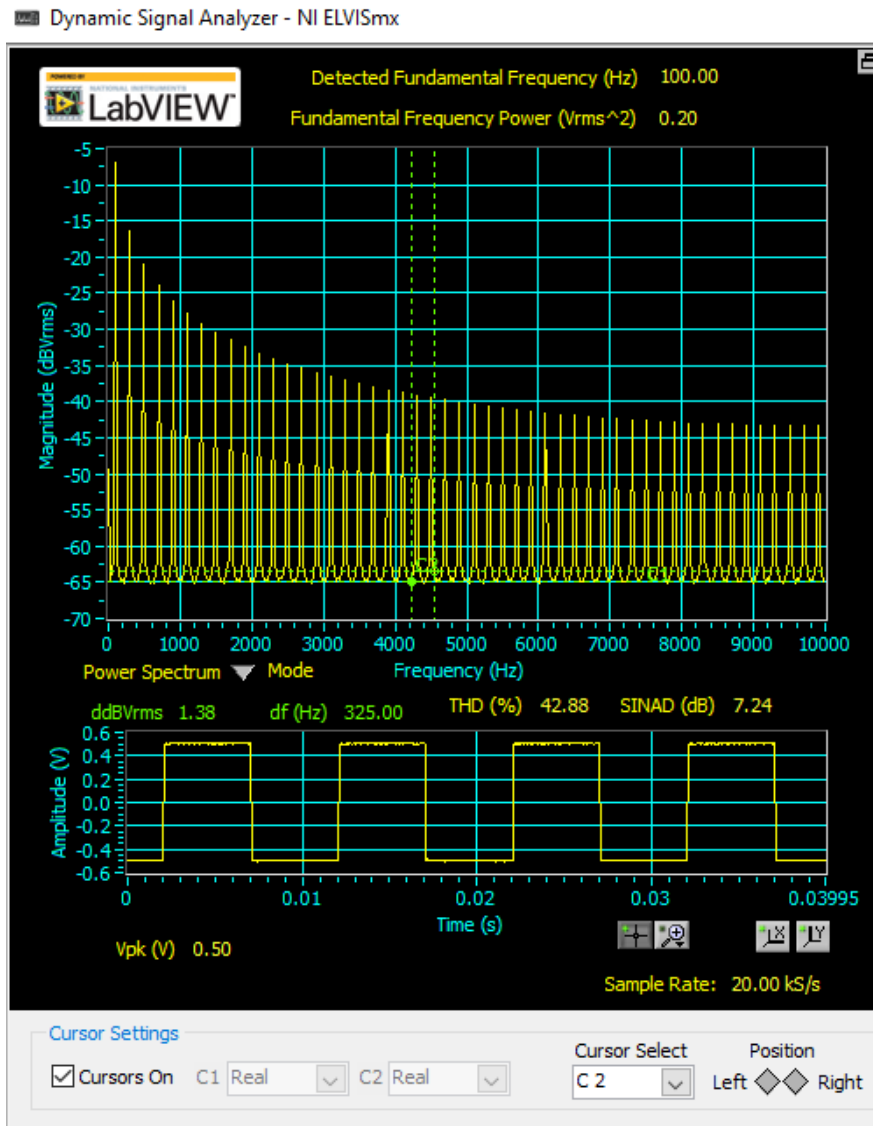


Tapasztalatok:

- Mivel Kirchhoff huroktörvénye tetszőleges időpillanataiban igaz az áramkörre, ezért az $U_R = U_{be} - U_c$. Az így kirajzolt jel pontosan adja ki a másik két függvény különbségét.
- Amikor a kapcsolófeszültség leesik a kondenzátor elkezd kisülni, és az ellenálláson fordított irányú áram folyik át.

11. feladat

Beállítottuk a Digital Signal Analyzer-t a megadott értékek szerint. Megvártuk, míg a gép elkészíti a grafikont, majd a kapott grafikon képét lementettük.



Tapasztalatok:

- Az eredmény ismét egy felüláteresztő szűrő.
- Mivel a négyszögjel függvény páratlan, ezért mindig csak a páratlan sorszámú együtthatókat kapjuk meg.
- A generátor amplitúdójához képest kisebb jeleket kaptunk.

12. feladat

A bementre küldött négyszögjel teljesíti a Fourier-sorba fejthetőség feltételeit, ezért alkalmazhatjuk rá a következő matematikai képleteket.

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos(kx) + b_k \sin(kx))$$

Mivel tudjuk, hogy a feszültségfüggvény páratlan, ezért $\forall a_k = 0$.

$$F(t) = \sum_{k=1}^{\infty} (b_k \cdot \sin(k\omega t))$$

$$b_k = \frac{4}{T} \int_0^{T/2} u(t) \cdot \sin(k\omega t)$$

$$b_k = \frac{1}{2k-1}$$

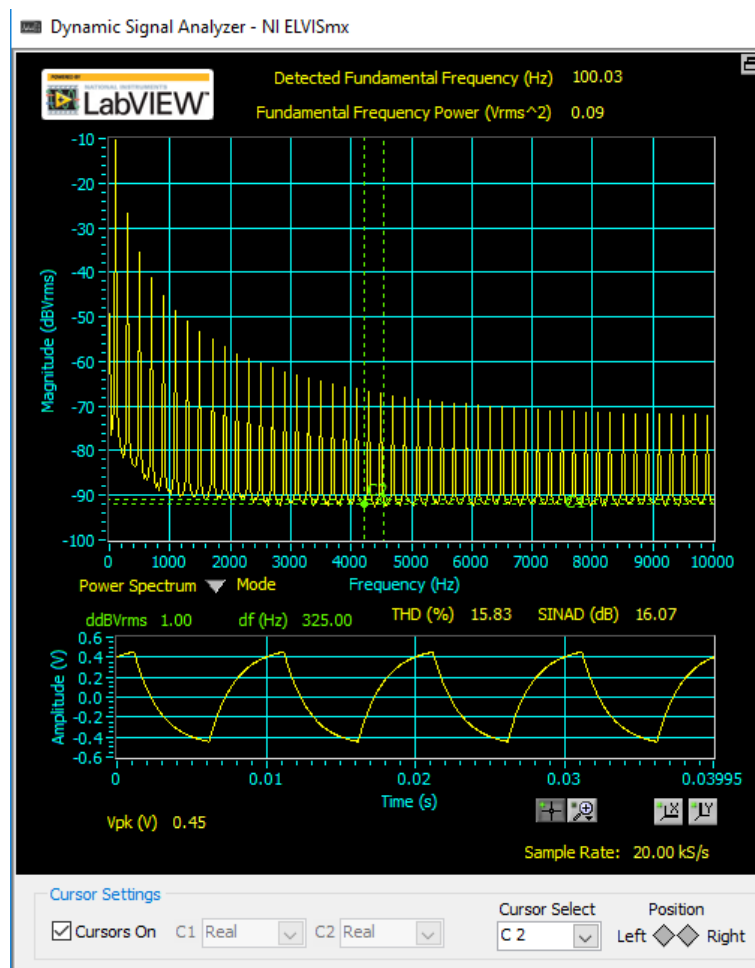
Az eddigiek alapján, az alábbi egyenlethez jutunk:

$$u(t) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{2k-1} \cdot \sin((2k-1) \cdot \omega t)$$

A szükséges táblázatot sajnos a mérés alatt nem tudtuk összeállítani.

13. feladat

A 11.-es feladathoz hasonlóan a $Z_1 = R_1, Z_2 = C_1$ szerint újra összeállítottuk a kapcsolást, és megmértük a kimenő periodikus jel frekvencia összetevőit az ELVIS Dynamic Signal Analyzerrel.



Tapasztalatok:

- Alacsony frekvenciákon a bemenet és kimenet közötti kondenzátor nagy reaktanciát okoz, amelyre csak kis feszültség esik, így a kimenetre a jel erősen csillapítva jut.
- A frekvencia növekedésével a kondenzátor reaktanciája csökken, ami miatt a kondenzátoron egyre kisebb feszültség esik, így a jel egyre nagyobb része jut el a kimenetre, ezért a szűrő csillapítása magas frekvenciákon kicsi, tehát látható, hogy a frekvencia növekedésével arányosan csökken.
- A tapasztalatok alapján azt a következtetést vontuk le, hogy az eredmény - a 11.-es feladattal ellentétben - egy alul-áteresztő függvény.

15. feladat

Végső következtetések:

- A tapasztalatok alapján azt a következtetést vonhatjuk le, hogy amennyiben a kondenzátor a Z_2 helyen található, akkor az eredmény egy alul-áteresztő csillapításos feszültségosztó.
- Amennyiben a Z_1 helyre kapcsoljuk a kondenzátort, felüláteresztő erősítéses feszültségosztót kapunk.