

# Elektronika

## - Laboratórium Gyakorlat-

Jegyzőkönyv

4. gyakorlat

2023. október 16.

## Elméleti összefoglaló

A negyedik gyakorlat témája az integráló és deriváló áramkör megismerése volt, és azoknak a jellegzetességeinek a megismerése.

Az elsődleges dolog, ami akadályt jelenthet, hogy ezen áramkörök vizsgálásánál (a viselkedésük és nagy értéktartomány miatt) használnunk kell a logaritmikus és exponenciális függvényeket. Természetesen egy kis matekozás után megkapjuk, hogy ha „logaritmikusan lineáris” vizsgálást szeretnénk, csinálni, akkor a következő képletet kell használnunk: ( $c$  = hányadik érték a sorban,  $n$  = összesen hány mérést végzünk.)

$$f(c, n, f_{min}, f_{max}) = f_{min} \cdot \left( \frac{f_{max}}{f_{min}} \right)^{\frac{n}{c-1}}$$

Ezen túl fontos megismerkednünk a differenciáló és integráló áramkörnek a frekvencia pólusával. Ez egy olyan érték, ami a kondenzátortól és az ellenállástól függ.  $f_p = \frac{1}{R \cdot C \cdot 2\pi}$

Miután ismerjük az áramkörünk pólus frekvenciáját el tudjuk kezdeni vizsgálni azt egy tartományon. Ilyenkor megéri dekádokkal dolgoznunk, ami azt jelenti, hogy „tízes nagyságrend”. Például, ha dekádonként 2 méréspontunk van, akkor 1-től 1000-ig 6 (vagy 7) méréspontunk lesz.

Ezen információk és képletek azért volt szükség, mert ezen a gyakorlaton az áramköröknek azt a tulajdonságát vizsgáljuk, hogy frekvenciáktól függően mennyire torzítják el a jelet és mennyire „tompítják” a kijövő jelet. Ennek a menete az, hogy először kiválasztjuk a tartományt, amin „logaritmikusan lineáris” (fenti képlet) szerint méréseket végzünk és az alábbi információkra vagyunk kíváncsiak: Mennyire tompítja a jelet, ez az **átviteli karakterisztika** és mennyire tolja el a jelünk fázisát, ez az **eltolási karakterisztika**.

Ezeket egy logaritmikus x tengelyen (frekvencia) kerül ábrázolásra. Az így kapott értékeket nem kötjük össze, mert diszkrét értékek, mintavételezve voltak. Miután az ábránk elkészült csinálhatunk belőle egy **Bode-diagrammot**, ami azt jelenti, hogy ezeket a karakterisztikákat „linearizáljuk”, másszóval húzunk egy egyenest, ami nagyságrendben fedí a görbét.

A mérést nem fejtettem ki bővebben, ezért ezt most itt fogom. Az átviteli karakterisztikát úgy kell mérni, hogy a kimeneti jel és a bemeneti jel erősségének a hányadosa. Ez az információ számunkra a „tompítást” jelenti, és a mérési tapasztalatok azt mutatják, hogy ez egy integráló áramkörnél alacsony frekvenciánál kisebb érték, míg deriváló áramkörnél ez magasabb frekvenciánál kisebb érték. Ezt továbbá szokás **decibelben** is ábrázolni, a feladat megoldásokban mi is így fogjuk.

Ezen túl az eltolási karakterisztikát úgy kell mérni, hogy a bemeneti jel és a kimeneti jel között az eltolódást mérjük. Ez ugye egy fix érték lesz, mivel egy lineáris rendszerről beszélünk. A tapasztalat az, hogy a tompításhoz hasonlóan akkor kisebb az eltolás integráló áramkörnél, ha a frekvencia alacsony, a deriváló áramkörnél meg akkor, ha a frekvencia magasabb.

## Feladatok

### 1. Feladat

$f_1$  és  $f_2$  frekvencia között logaritmikus skálán egyenletesen elhelyezett  $n$  mérési pontot szeretnénk. Tervezzon eljárást, mellyel ez megoldható, és adja meg a formulát.

#### Levezetés

Az eljárásunk egy olyan függvény lesz, aminek 4 paramétert adunk.

1.  $n$ , a mérési pontok száma.
2.  $c$ , az sorszáma a mérési pontnak.
3.  $f_1$ , az kisebb frekvencia.
4.  $f_2$ , a nagyobb frekvencia.

Ez alapján a következő négyváltozós függvény írhatjuk fel:

$$f(n, c, f_1, f_2) = 10^{\log(f_1) + \frac{\log f_2 - \log f_1}{c-1} \cdot n}$$

A következő lépésekben ezt a függvényt egyszerűsítjük.

$$f(n, c, f_1, f_2) = 10^{\log f_1} \cdot 10^{\frac{\log f_2 - \log f_1}{c-1} \cdot n}$$

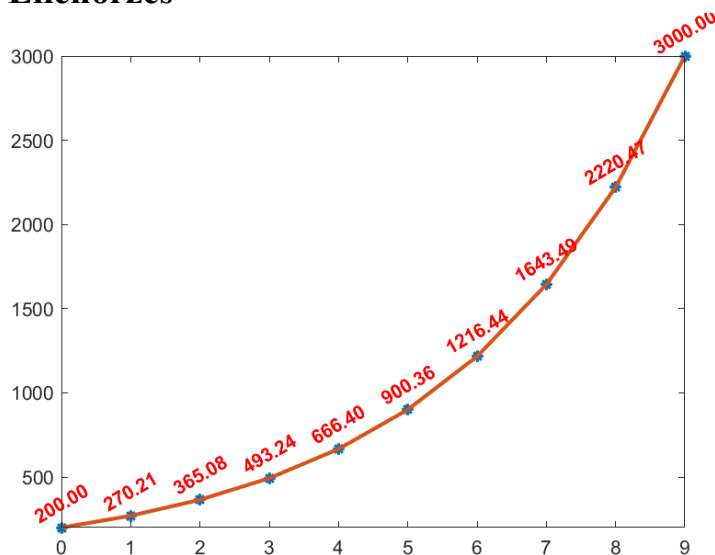
$$f(n, c, f_1, f_2) = f_1 \cdot 10^{\log_{f_1} \frac{f_2}{f_1} \cdot \frac{n}{c-1}}$$

$$f(n, c, f_1, f_2) = f_1 \cdot \left(10^{\log_{f_1} \frac{f_2}{f_1}}\right)^{\frac{n}{c-1}}$$

$$f(n, c, f_1, f_2) = f_1 \cdot \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^{\frac{n}{c-1}}$$

Ez a függvény a megfelelő paramétereket behelyettesítve megadja nekünk, hogy milyen helyeken kell mérnünk a logaritmikus skála eléréséhez.

#### Ellenőrzés



$$\begin{aligned}f_1 &= 200 \\f_2 &= 3000 \\n &= 10\end{aligned}$$

## 2. Feladat

Az integráló kör esetén számítsa ki  $f_p$  értékét ( $f = \frac{\omega}{2\pi}$ ), és ebből azokat a frekvenciákat, amelyeknél az átviteli függvény mérését fogja végezni! Legyen a mért frekvenciatartomány  $0,1f_p - 10f_p$ , és a frekvenciákat úgy válassza meg, hogy a  $\lg f$  ábrázolásnál a mérési pontok egyenlő távolságra essenek. Nagyságrendenként (dekádonként) legalább 10 pontban mérjen (lásd az 1. feladatot)!  $C$  értéke legyen  $22nF$ ,  $R$  értéke pedig  $10k\Omega$ .

$$f_p = \frac{1}{R \cdot C \cdot 2\pi} = 723Hz$$

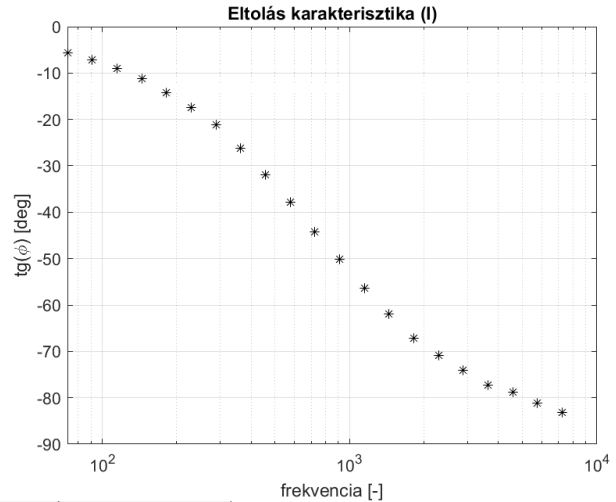
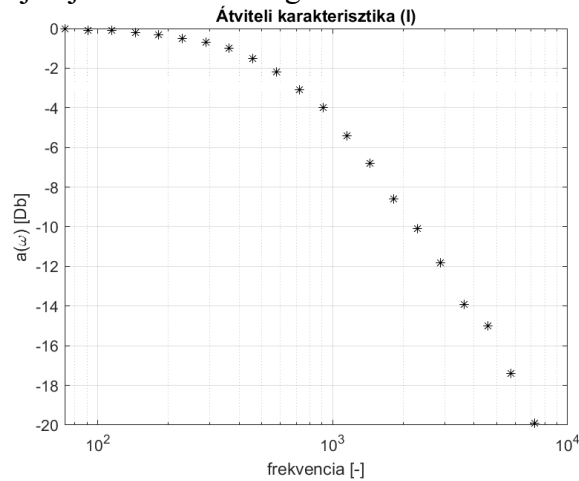
$$f_1 = 0,1 \cdot f_p = 72Hz$$

$$f_{max} = 10 \cdot f_p = 7230Hz$$

Sorszám	Érték
1	72Hz
2	91Hz
3	114Hz
4	144Hz
5	181Hz
6	228Hz
7	288Hz
8	362Hz
9	456Hz
10	574Hz
11	723Hz
12	910Hz
13	1146Hz
14	1443Hz
15	1817Hz
16	2287Hz
17	2880Hz
18	3625Hz
19	4564Hz
20	5746Hz
21	7230Hz

### 3. Feladat

Állítsa össze az integráló kört és szinuszos bemenő jelnél végezze el az  $a(f)$ , illetve a  $\varphi(f)$  mennyiségek meghatározásához szükséges méréseket! Számítsa ki az  $a(f)$  értékét  $dB$ -ben! A mérési eredményeket és az azokból számított értékeket táblázatban rögzítse. Ábrázolja a  $dB$ -ben számított átviteli függvényt, valamint a fáziseltérés értékét  $\lg f$  függvényében. Az  $a(f)$  grafikonra rajzolja be a *Bode*-diagramot is!



	Átvitel (dB)	Szög (°)
1	0	-5.7000
2	-0.1000	-7.1000
3	-0.1000	-9
4	-0.2000	-11.2000
5	-0.3000	-14.2000
6	-0.5000	-17.5000
7	-0.7000	-21.2000
8	-1	-26.2000
9	-1.5000	-31.9000
10	-2.2000	-37.8000
11	-3.1000	-44.2000
12	-4	-50.1000
13	-5.4000	-56.3000
14	-6.8000	-61.9000
15	-8.6000	-67.1000
16	-10.1000	-70.8000
17	-11.8000	-74.1000
18	-13.9000	-77.3000
19	-15	-78.8000
20	-17.4000	-81.2000
21	-19.9000	-83.1000

## 4. Feladat

Méréssel határozza meg a  $-3dB$ -nek megfelelő frekvenciát és hasonlítsa össze az  $R$  és  $C$  értéke alapján kiszámított értékkel!

A mért frekvencia  $-3dB$ -hez:  $712,9Hz$ , az elméleti érték  $f_p = 723Hz$ . A relatív eltérés  $\rho = \frac{712,9Hz - 723Hz}{723Hz} \cdot 100\% \approx -1,4\%$

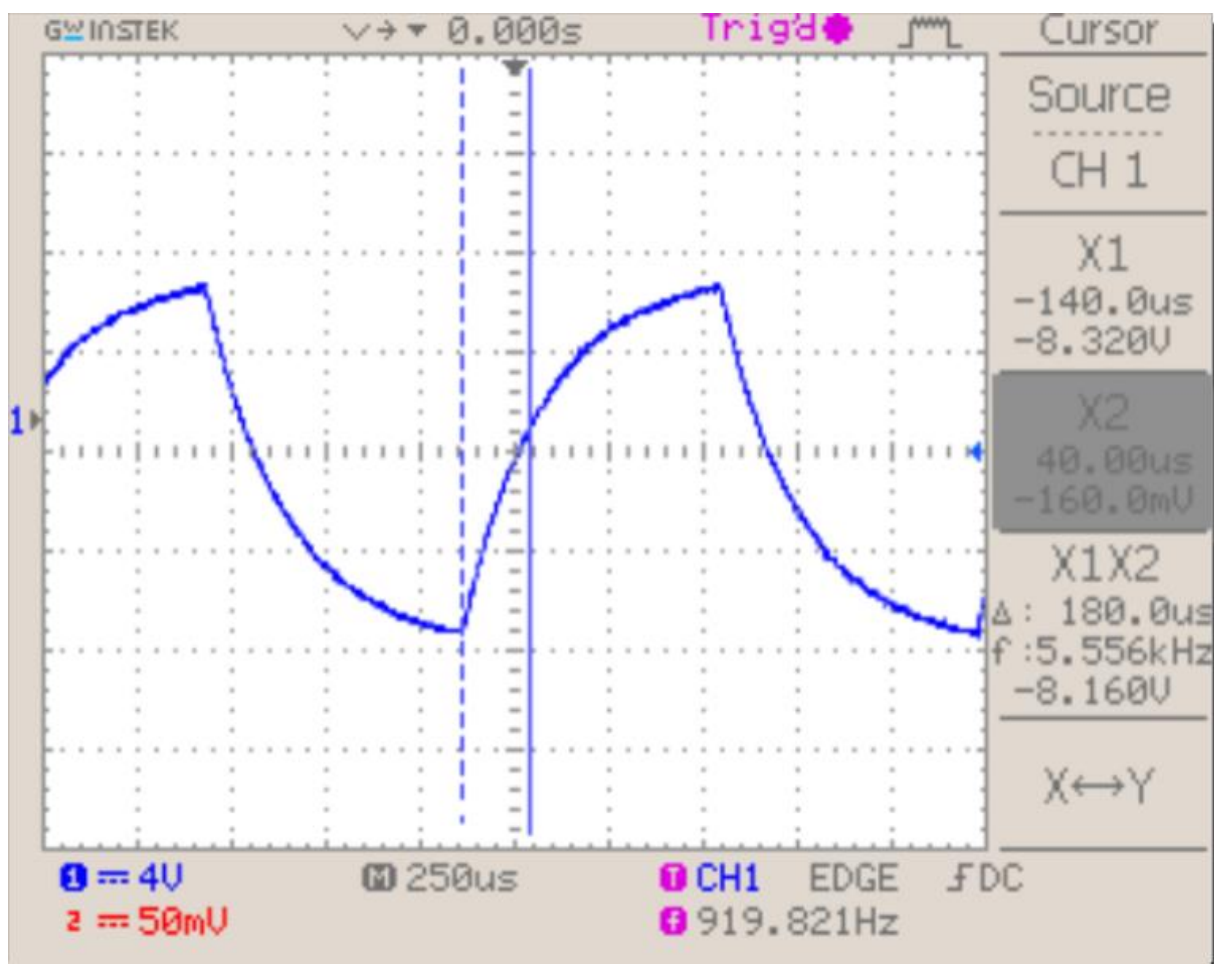
## 5. Feladat

Kapcsoljon négyszögjelet az áramkör bemenetére és a kimeneti jel oszcilloszkópos vizsgálatával határozza meg  $T$  értékét, majd ebből  $f_p$ -t!

$$V = 13V$$

$$T = 180\mu s = R \cdot C$$

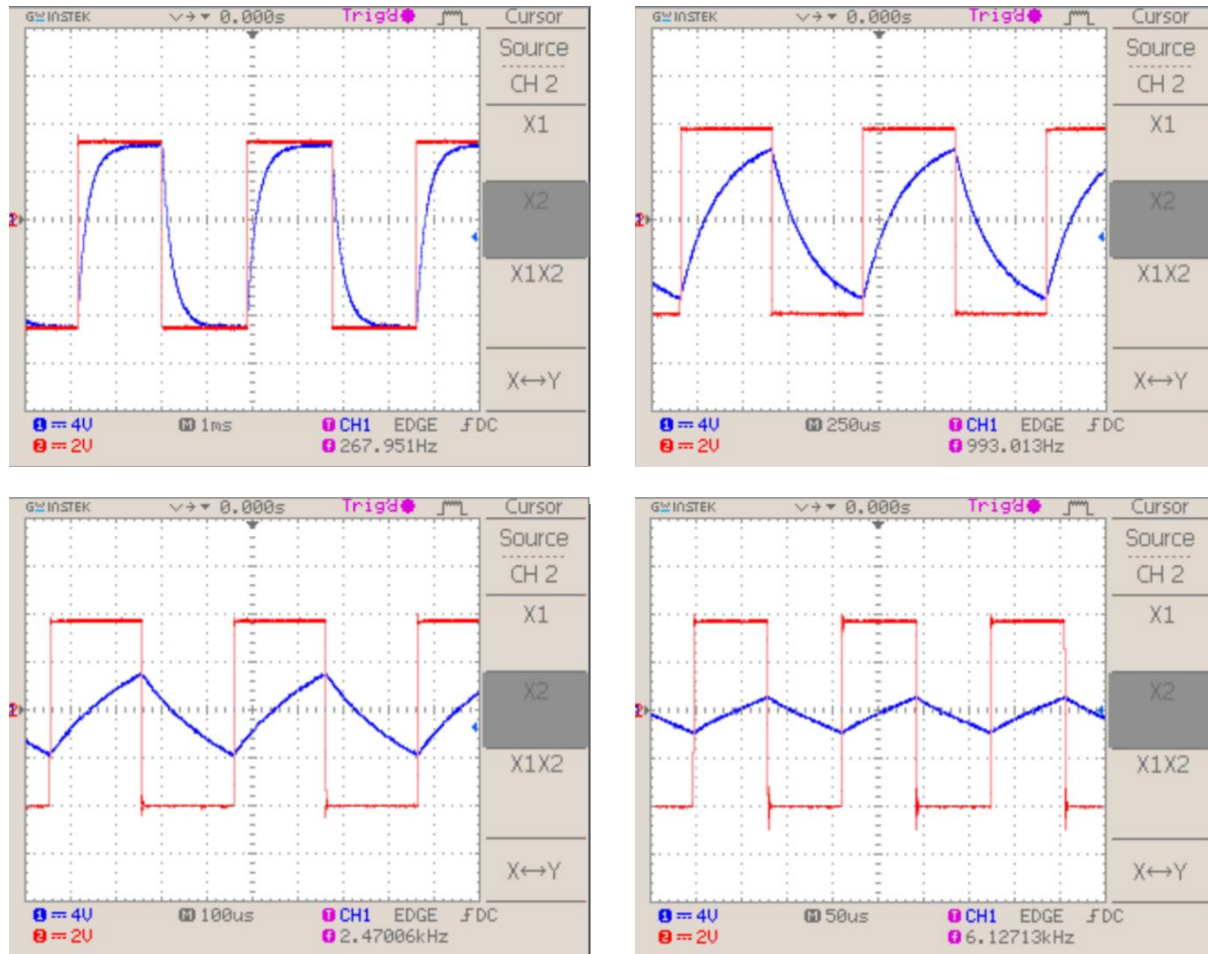
$$f_p = \frac{1}{2\pi T} = 884,19Hz$$



Az ábrán láthatóak az oszcilloszkóp beállításai.

## 6. Feladat

Állítsa elő és vizsgálja meg, valamint rajzolja le a Michailovits-jegyzet 3. ábrájának megfelelő jelalakokat integráló kör esetén! Néhány mondatban magyarázza meg a látottakat! (Figyelem, az ábrákon szereplő **T** a körfrekvenciákhoz tartozó érték!)



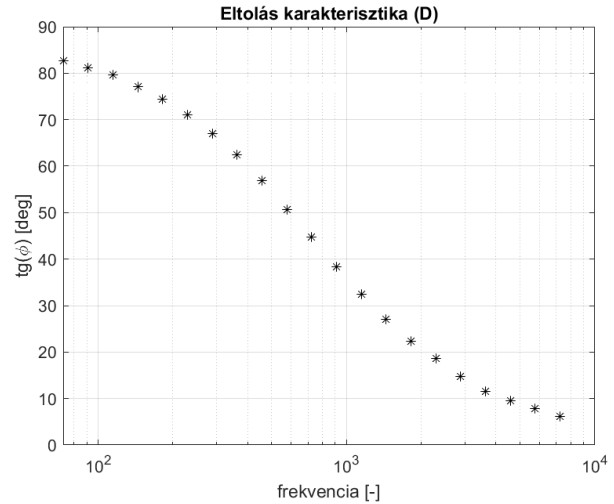
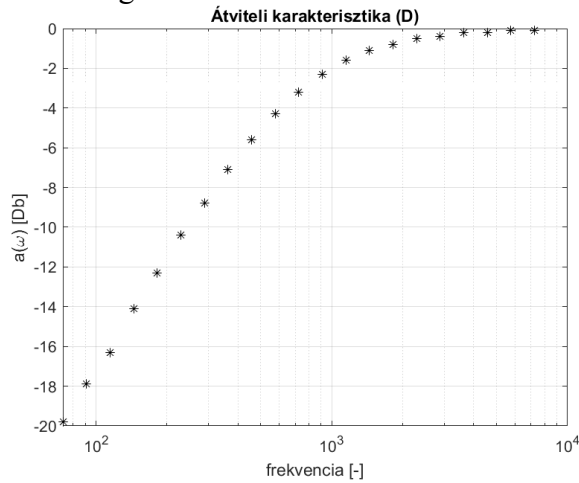
*Az ábrákon láthatóak az oszcilloszkóp beállításai.*

Ezekkel a mérésekkel azt a tapasztalatot szereztük, hogy az integráló áramkör annál jobban ronsolja és tompítja a jelet, minél magasabb a frekvenciája. Amíg az első ábra (bal felső) még hasonlít az eredeti és hasonló (fele akkora) amplitúdója van, addig a legmagasabb általunk mért frekvenciánál (jobb alsó) a jel erőssége már elenyésző és az eredeti forma felismerhetetlen.



## 7. Feladat

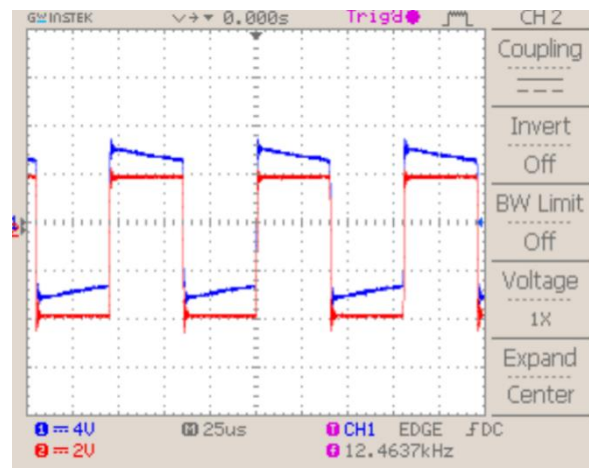
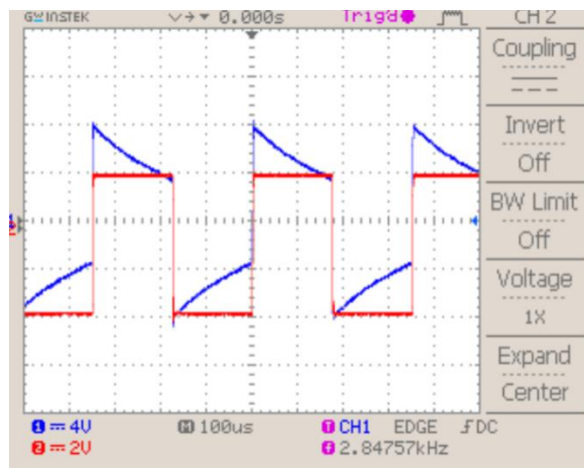
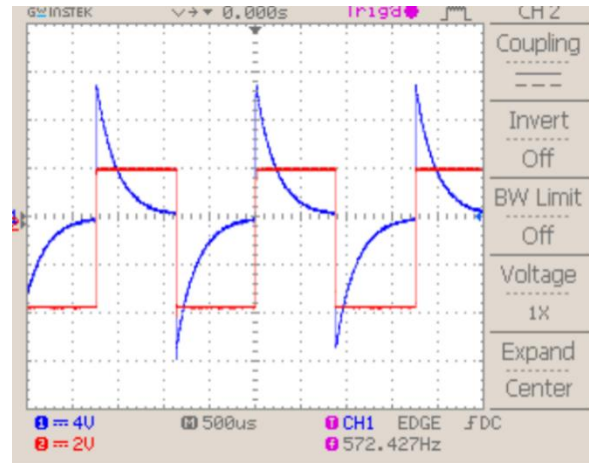
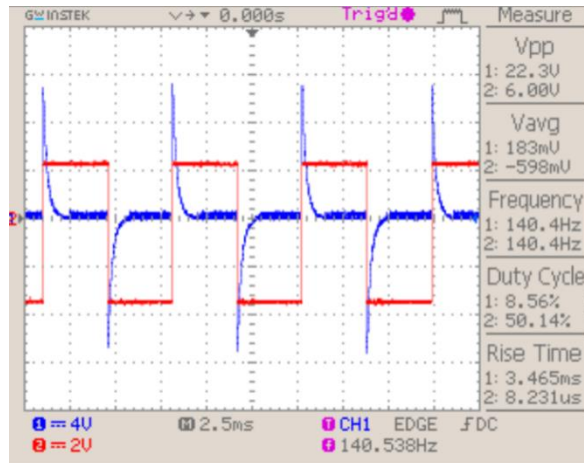
Állítsa össze a differenciáló kört és szinuszos bemenő jelnél végezze el az  $a(f)$ , illetve a  $\varphi(f)$  mennyiségek meghatározásához szükséges méréseket! A frekvenciatartomány egyezzen meg az integráló áramkör esetén választottal. Számítsa ki az  $a(f)$  értékét  $dB$ -ben! A mérési eredményeket és az azokból számított értékeket táblázatban rögzítse. Ábrázolja a  $dB$ -ben számított átviteli függvényt, valamint a fáziseltérés értékét  $\lg f$  függvényében. Az  $a(f)$  grafikonra rajzolja be a Bode-diagramot is!



	Átvitel (dB)	Szög (°)
1	-19.8000	82.6000
2	-17.9000	81.2000
3	-16.3000	79.6000
4	-14.1000	77.1000
5	-12.3000	74.4000
6	-10.4000	71
7	-8.8000	67
8	-7.1000	62.4000
9	-5.6000	56.9000
10	-4.3000	50.7000
11	-3.2000	44.8000
12	-2.3000	38.3000
13	-1.6000	32.5000
14	-1.1000	27.1000
15	-0.8000	22.3000
16	-0.5000	18.6000
17	-0.4000	14.7000
18	-0.2000	11.6000
19	-0.2000	9.5000
20	-0.1000	7.8000
21	-0.1000	6.1000

## 8. Feladat

Állítsa elő és vizsgálja meg, valamint rajzolja le a jegyzet 3. ábrájának megfelelő jelalakokat differenciáló kör esetén is! Néhány mondatban magyarázza meg a látottakat! (Figyelem, az ábrákon szereplő ***T*** a **körfrekvenciákhoz** tartozó érték!)



*Az ábrán láthatóak az oszcilloszkóp beállításai.*

A tapasztalatok hasonlóak a 6. feladatban találhatóakhoz, azzal a különbséggel, hogy itt pont fordítva történik a frekvencia tartomány tekintetében. A deriváló áramkör a magasabb feszültségeket nem ronsolja és tompítja annyira, amíg az alacsony frekvenciákat igen.