

# Elektronika

## - Laboratórium Gyakorlat-

Jegyzőkönyv

2. gyakorlat

2023. október 2.

## Elméleti összefoglaló

Az második gyakorlat fő témája a hálózatokra vonatkozó egyszerűsítő tételek használatának gyakorlása. A cél az lesz, hogy az elsőre bonyolultnak tűnő hálózatokból egy sokkal egyszerűbbet készítsünk, amik már később könnyebben kezelhetők.

A legegyszerűbb, és legtöbbet használt egyszerűsítési módszer, az **eredő ellenállások** módszere. Ennek lényege, hogy az áramkörben előforduló ellenállásokat egy eredő ellenállással helyettesítjük. Ezzel egyszerűsítve az áramkört, és a számolásokat. Ezt olyan áramkörökben vagy áramkörreszekben tehetjük meg, amelyeknek két kivezetése van. A **sorba** kötött ellenállások értéke **összegződik** ( $R_1 + R_2 = R_e$ ). Az egymással **párhuzamosan** kötött ellenállások eredőjéhez összegeznünk kell az ellenállások reciprokát, és az összeg reciproka lesz az eredő ( $R_1 || R_2 = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$ ).

A következő fontos tételünk az egyszerűsítésre a **Thevenin-tétel**, ami kimondja, hogy egy generátorokat és ellenállásokat tartalmazó, két kivezetéssel rendelkező áramkör vagy áramkörresz helyettesíthető egy feszültséggenerátorral, és egy vele sorba kötött ellenállással. A helyettesítés csak akkor ekvivalens, ha minden esetben úgy viselkedik, mint az eredeti áramkör. A Thevenin feszültséggenerátor értékét ( $U_{th}$ ) az eredeti áramkör üresjáratú feszültsége fogja megadni. Ez az a feszültség, ami a kivezetései között mérhető akkor, ha azokra nincs semmi kötve. Az ellenállás ( $R_{th}$ ) pedig az eredeti áramkörből úgy kapható meg, hogy a feszültséggenerátorokat rövidzárral, az áramgenerátorokat pedig szakadással helyettesítjük, és kiszámoljuk az eredő ellenállását. Az így megkapott ellenállás lesz a Thevenin ellenállás.

A Thevenin-tételről nem beszélhetünk anélkül, hogy ne említenénk meg a **Norton-tételt**. Hasonló dolgot állít ez is, annyi különbséggel, hogy itt a feszültséggenerátor helyett áramgenerátor kerül a helyettesítő áramkörbe. Ennek megfelelően nem sorba kell vele kötni az ellenállást, hanem vele párhuzamosan. Az áramgenerátor értékét úgy kapjuk meg, hogy a kivezetéseket rövidzárral összekötjük, és az ezen folyó áram lesz az értéke a generátornak. Az ellenállás kiszámításnak módszere megegyezik a Thevenin-tétlenél leírtakkal.

A Thevenin-tétel, és a Norton-tétel is **rekurzívan** használható egy áramkörben, azaz megtehető, hogy először helyettesítünk egy adott áramkörreszt, utána pedig a helyettesített áramkört egy további áramkörrel együtt ismét helyettesíthetjük.

Következő nagyon hasznos tétel, amit már az előzőekben is használnunk kellett a **szuperpozíció tétele**, egyszerűen megfogalmazva ez azt takarja, hogy a generátorok az áramkörben egymástól függetlenül működnek, és a hatásaik összegződnek. Ez a tétel csak lineáris hálózatokban működik. Használni olyan hálózatban lehet, amiben több, mint egy generátor van. Az összes generátorra egyesével kiszámoljuk a hálózatban a keresett áramot, vagy feszültséget, úgy, hogy az éppen figyelembe nem vett áramgenerátorokat szakadással, a feszültséggenerátorokat pedig rövidzárral helyettesítjük. Az így kapott értékeket összegezve pedig megkapjuk azt az áramot vagy feszültséget, amit akkor kapnánk, ha az összes generátort egyszerre figyelembe véve számolnánk.

Az utolsó tétel, ami annyira nem is az egyszerűsítésről szól, ám ide vág, az a **Tellegen-tétel**. Ez a Kirchhoff-törvényeket veszi alapul, és csak olyan hálózatokban működik, ahogy a Kirchhoff-törvények teljesülnek. Azt állítja, hogy fogyasztók által felvett teljesítmény, megegyezik a generátorok által leadott teljesítménnyel.

## Feladatok

### 1. Feladat

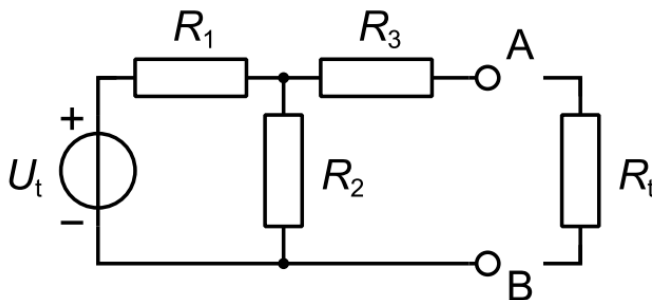
A 1. a) ábrának megfelelő áramkör Thevenin-tétel szerinti helyettesítőjét alkalmazva (1. b) ábra), számolja ki az  $U_{th}$  és  $R_{th}$  értéket.

Mérje meg az üresjárási feszültséget az A és a B pont között. Adja meg a mért és számított érték közötti relatív eltérést. Mérje meg a rövidzárási áramot ( $10\Omega$  ellenállással) az A és B pont között, majd számítsa ki a mért értékekből a Thevenin-ellenállást, és hasonlítsa össze az elméleti eredménnyel.

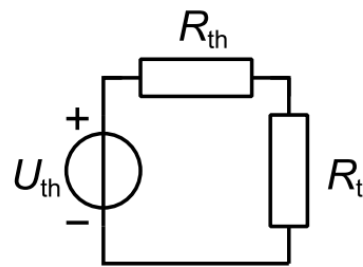
A tápfeszültség helyére kössön rövidzárat, számolja ki és mérje meg a kör eredő ellenállását az A és B pont között! A kapott értékeket vesse össze az előzőekben kapott Thevenin-ellenállással!

Kapcsoljon az A és B pontok közé egy  $R_t = 1,5k\Omega$ -os névleges értékű ellenállást. Számítsa ki az ellenálláson eső feszültséget az ekvivalens Thevenin helyettesítő kapcsolás felhasználásával, majd méréssel ellenőrizze az eredményt. Állítsa össze a 1.b) ábrának megfelelő helyettesítő kapcsolást is, és mérje meg a kapocsfeszültséget!

$$R_1 = 2,2k\Omega, R_2 = 3,3k\Omega, R_3 = 1k\Omega, U_t = 8V$$



a)



b)

### Adatok

$$R_1 = 2200\Omega$$

$$R_2 = 3300\Omega$$

$$R_3 = 1000\Omega$$

$$U_t = 8V$$

### Képletek

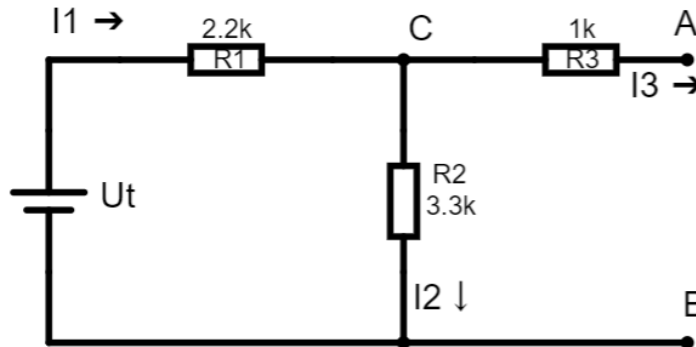
$$I = \frac{U}{R} \text{ Ohm törvénye}$$

$$0 = I_1 \pm I_2 \pm \dots \pm I_n \text{ Kirchhoff csomóponti törvényének formalizált alakja}$$

$$V_a - V_b = U_{g1} \pm U_{g2} \pm \dots \pm U_{gn} \pm I_1 \cdot R_1 \pm \dots \pm I_n \cdot R_n \text{ Kirchhoff hurok törvényének formalizált alakja}$$

## Számolás

A számolásokhoz a következő ábra jelöléseit vezetjük be.



A Thevenin tétel szerinti helyettesítéshez szükségünk van az üresjáratú feszültségre, és az áramkör eredő ellenállására. Üresjáratú feszültségnek az  $A$  és  $B$  pontok közötti feszültséget értjük abban az esetben, ha ezek nincsenek semmihez hozzákötve (azaz köztük szakadás van).

Az eredő ellenállást szintén az  $A$  és  $B$  pontok között kell kiszámolni.

$$I_1 = \frac{U_t}{R_1 + R_2} = \frac{8V}{2200\Omega + 3300\Omega} = \frac{8V}{5500\Omega} \approx 0,0015A = 1,5mA$$

A  $C$  csomópontban a csomóponti törvény alapján az  $I_1$  áramnak ketté kéne oszlania  $I_2$  és  $I_3$  áramokra. Mivel  $I_3$  irányába nem folyhat, mivel nincs zárt áramkör, ezért az  $I_3 = 0$ , amiből következik, hogy  $I_2 = I_1$ .

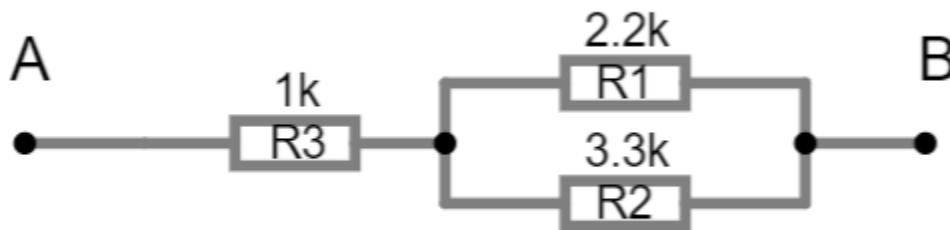
A  $B$  pontot kijelöljük relatív  $0V$ -nak, azaz földnek.

$$U_C - U_B = R_2 \cdot I_1 = 3300\Omega \cdot 1,5 \cdot 10^{-3}A = 4,8V$$

Az  $A$  és  $B$  pontok között ugyanannyi feszültség esik, mint a  $C$  és  $B$  pontok között, ezért az üresjáratú feszültség egyenlő az  $U_C$ -vel.

$$U_{th} = U_C = 4,8V$$

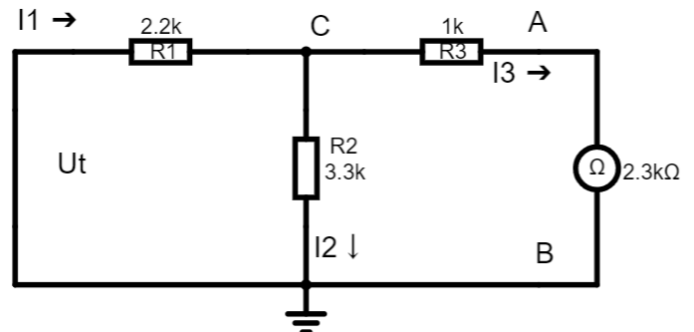
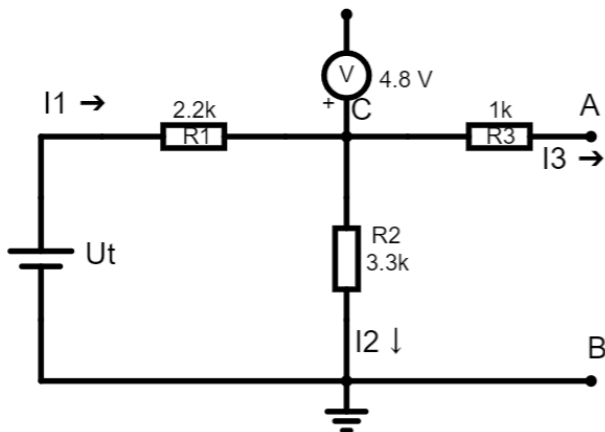
Az eredő ellenállás számításához pedig az ábrát átalakítottuk, hogy könnyebben követhető legyen a számolás.



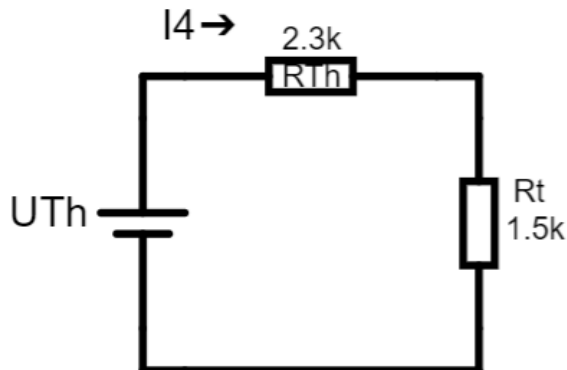
$$R_e = R_{th} = R_3 + \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = 1000\Omega + \frac{1}{\frac{1}{2200\Omega} + \frac{1}{3300\Omega}} = 2320\Omega$$

Így megkaptuk a helyettesítő áramkör feszültséggenerátorának értékét és ellenállásának értékét is.

## Ellenőrzés – szimulátor



## Számolás



A negyedik feladatrészhez a bal oldali ábrát készítettük szemléltetés céljából. Az itt használt értékek az előzőekben kiszámoltaknak felelnek meg, azaz:

$$R_{th} = 2320\Omega$$

$$U_{th} = 4,8V$$

$$R_t = 1500\Omega \text{ (a feladat alapján)}$$

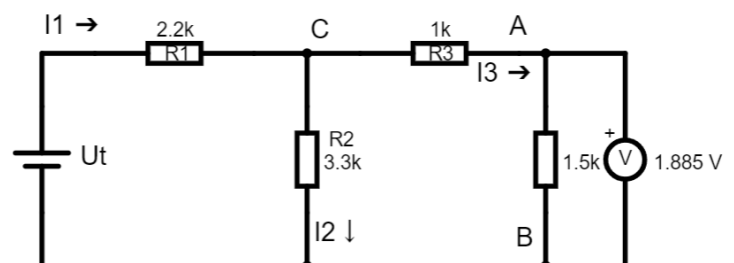
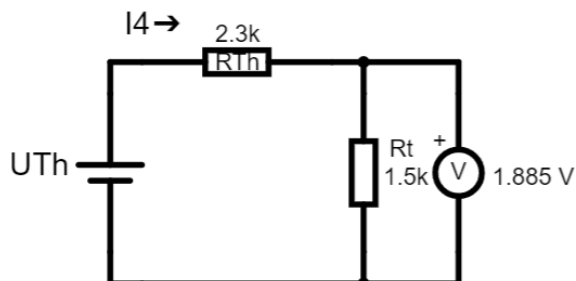
A feszültség kiszámításához szükségünk van az áramra is, amit Ohm-törvényével számolhatunk ki, a következőkben levezetett módon.

$$I_4 = \frac{U_{th}}{R_{th} + R_t} = \frac{4,8V}{2320\Omega + 1500\Omega} = 1,3mA$$

Így a  $R_t$  ellenálláson eső feszültség:

$$U_{R_t} = R_t \cdot I_4 = 1500\Omega \cdot 1,3 \cdot 10^{-3}A \approx 1,8848V$$

## Ellenőrzés – szimulátor



## Mérések

$$R_1 = 2203\Omega$$

$$R_2 = 3290\Omega$$

$$R_3 = 996\Omega$$

$$R_{th} = 2316\Omega$$

$$I_{r\ddot{o}vidz\ddot{a}r} = \frac{U_c}{R_c} = \frac{22 \cdot 10^{-3}V}{10\Omega} = 2,2mA$$

$$U_t = 8,00V$$

$$U_{th} = 4,79V$$

$$U_{R_t} = V$$

## Összevetés

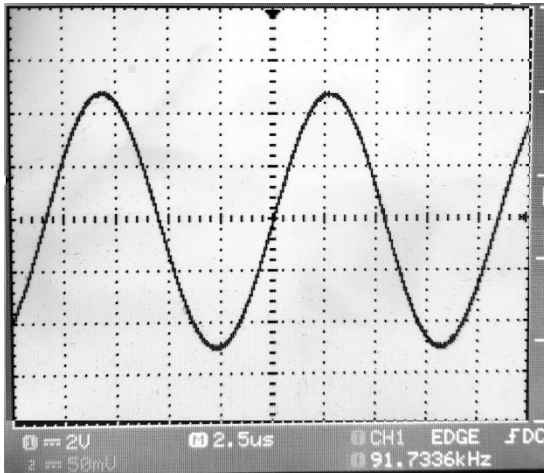
	Névleges érték	Mért érték	Relatív eltérés
$R_1$	2200 $\Omega$	2203 $\Omega$	$-1 < \_ < 1\%$
$R_2$	3300 $\Omega$	3290 $\Omega$	$-1 < \_ < 1\%$
$R_3$	1000 $\Omega$	996 $\Omega$	$-1 < \_ < 1\%$
$R_t$	1500 $\Omega$	1500 $\Omega$	0%
$R_{th}$	2320 $\Omega$	2316 $\Omega$	$-1 < \_ < 1\%$
$U_t$	8V	8,00V	0%
$U_{th}$	4,8V	4,79V	$-1 < \_ < 1\%$
$U_{R_t}$	$\approx 1,8848V$	1,909V	1,2%

A relatív eltérést minden esetben a következő képlettel számoltuk (behelyettesítve természetesen a megfelelő értékeket) –  $\chi$  helyettesíti a táblázat első oszlopainak jelölését.

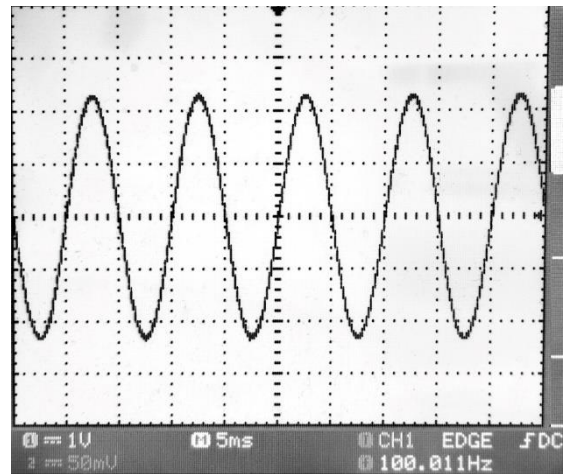
$$\rho_{rel} = \frac{\chi_{m\ddot{e}rt} - \chi_{n\ddot{e}vleges}}{\chi_{n\ddot{e}vleges}} \cdot 100\%$$

## 2. Feladat

Kapcsolja be a jelgenerátort és az oszcilloszkópot. A gyakorlatban, továbbá a gyakorlathoz mellékelt használati utasításban leírtak alapján ismerkedjen meg az oszcilloszkóp és a jelgenerátor kezelőszerveivel, valamint azok használatával. A kapott ábrákat és észrevételeit rögzítse a jegyzőkönyvében!



1. ábra

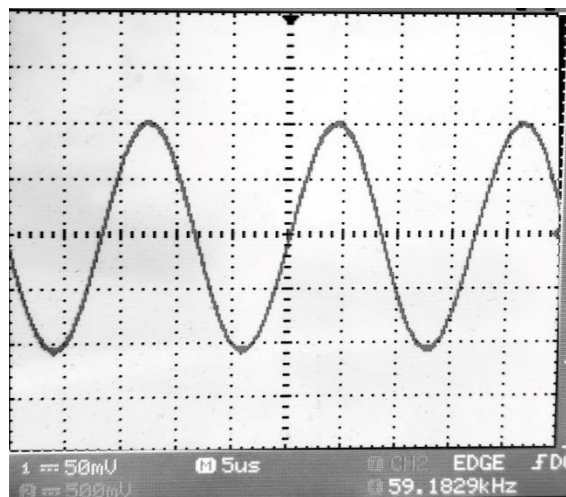


2. ábra

Az első ábra mérésének adatai:  $DC$ ,  $2V/div$ ,  $2,5\mu s/div$

A második ábra mérésnek adatai:  $DC$ ,  $1V/div$ ,  $5ms/div$

Látszik, hogy a felbontásokat változtatva a szinuszhullámot másképp látjuk. Ez hasznos lehet majd a további méréseknél.

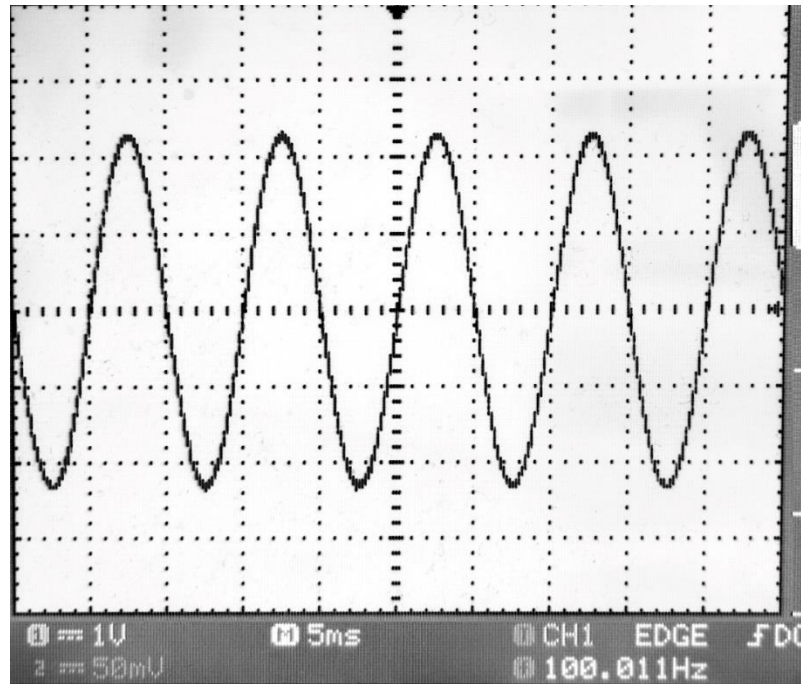


3. ábra

A harmadik ábra mérésnek adatai:  $DC$ ,  $0,5mV/div$ ,  $5\mu s/div$

### 3. Feladat

Kapcsoljon az oszcilloszkóp *X* bemenetére 100Hz frekvenciájú, 2V amplitúdójú szinusz jelet. Állítson elő álló képet. FONTOS! Az oszcilloszkópos gyakorlatok során figyeljünk rá, hogy a műszer mindvégig *VOLTAGE 1X* beállítás mellett üzemeljen! A jegyzőkönyvben szereplő oszcilloszkópos ábrák mellett mindig legyen feltüntetve, hogy a berendezést milyen beállítások mellett használtuk (pl. *DC*, *1V/div*, *20ms/div*). Enélkül nem értelmezhetőek a mérési eredmények.



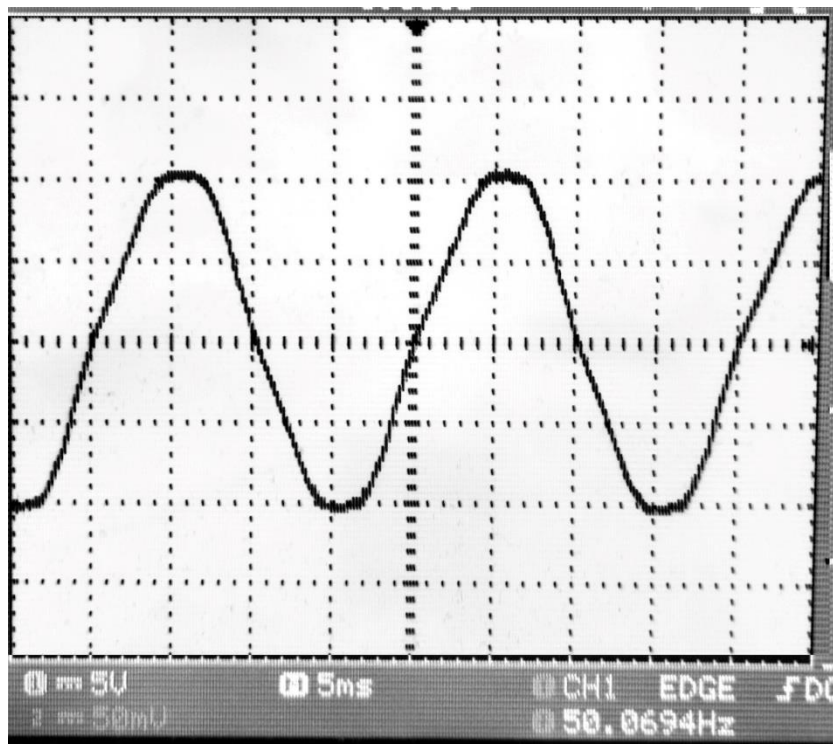
Az ábra mérésnek adatai: *DC*, *1V/div*, *5ms/div*

### 4. Feladat

A mellékelt transzformátor kimenő feszültsége nagyobb, mint az oszcilloszkópokon megjeleníthető 20V, ezért azt felére leosztva kösse az oszcilloszkóp *Y* bemenetére. Ehhez állítson elő egy feszültségosztót 10k $\Omega$ -os ellenállások segítségével (lásd a 2. ábra bal oldalát). A



transzformátor középső, és valamely szélső banánhüvelyét használja. Vizsgálja meg a transzformátor leosztott jelét!



Az oszcilloszkóp beállításai: *DC*, *5V/div*, *5ms/div*

A kapott jel hasonlít egy szinusz jelre, ám az amplitúdó teteje és az alja kissé „elváltozott”. Alapvetően ez csak akkor látszik, ha már majdnem csak egy jelet vizsgálunk, de ezzel ellenőriztük, hogy a fali áram nem tiszta szinusz hullám.

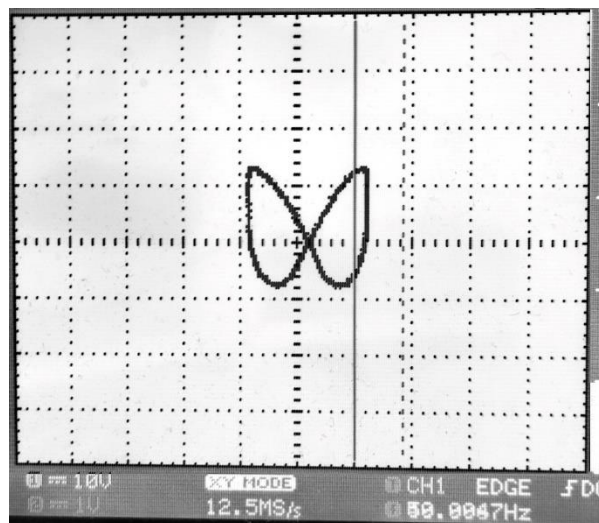
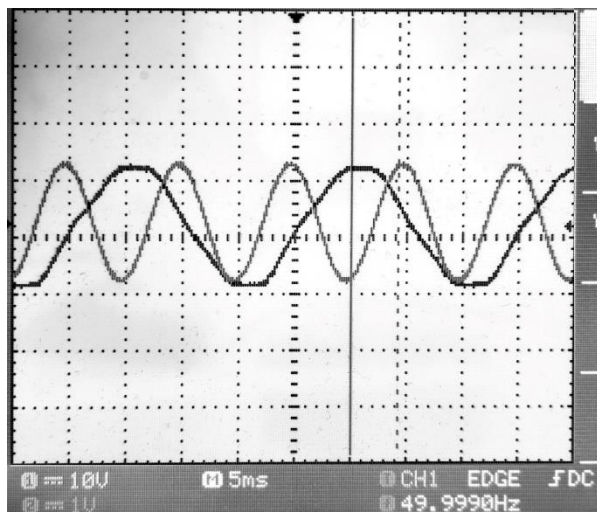
## 5. Feladat

Vizsgálja egyszerre a jelgenerátor és a transzformátor jelét „kétsugaras”, valamint *XY*-üzem-módban (*TIME* menü)!

Az első oszcilloszkóp beállításai: *DC*, *10V/div* és *1V/div s/div*

Az második oszcilloszkóp beállításai: *DC*, *10V/div* és *1V/div*, *XY*-üzemmód

A tapasztalatunk az volt, hogy először is meglepődtünk a meta logón, amit találtunk. Aztán rájöttünk, hogy szerencsére nem szűrtük el, viszont nagyon érdekes volt, hogy a jelgenerátorunk nem adott pontos jelet, így „csúszott” folyamatosan az ideálisabb szinusz hullámunk. Emiatt az XY megjelenítés forma is egy egész térbeli testet mutatott.



---

Stefán Kornél

---

Vad Avar