



NI-myDAQ pályázat

Elektromágneses folyamatok tanulmányozása

(RLC áramkörök, rezgőkörök, Labview alkalmazások)

**Bolyai János Gimnázium
Kecskemét, Irinyi u. 49.**

Tanulók

Bíró Henrik

Lőz Dávid

Szaktanár

Sikó Dezső

Kecskemét, 2016. január 22.

Pályázati regisztráció

Pályázat címe: Váltóáramú soros és párhuzamos RLC áramkörök tanulmányozása

Tervezett kísérletek témája: A feszültség – áramerősség fázisviszonyainak tanulmányozása és megjelenítése az NI myDAQ rendszerrel

Pályázó neve: Sikó Dezső

Elérhetőség: e-mail – kreksd@gmail.com

telefon: - 0620-4817403

Iskola: Kecskeméti Bolyai János Gimnázium, Kecskemét, Irinyi u. 49, tel:76/491-524

Projektterv

A gimnáziumi fizika oktatásában az elektromosság jelenségeinek tanulmányozásánál fontos helyet foglal el a váltóáramú jelenségek tanulmányozása. A háztartási eszközök, ipari berendezések és energetikai rendszerek váltóáramú áramköri példákra épülnek. A nemlineáris áramköri elemek (R-elektromos ellenállás, L-tekercs, C-kondenzátor) elektrotechnikai alkalmazásaik mellett fontos elméleti ismeretek megszerzését teszik lehetővé. A soros és párhuzamos RLC áramkörök megismerése alapjait képezik az elektromágneses rezgések keltésének, az elektromágneses hullámok kisugárzásának és detektálásának. A tankönyvi példák gyakorlati kiszélesítése során a tanulók természettudományos és műszaki érdeklődésük is növeljük, az elméletet összekapcsoljuk a gyakorlattal. Az NI myDAQ eszközzel és a hozzá csatlakozó Labview szoftverrel az alábbi tanórai kísérleteket szeretnénk elvégezni:

- egyenáramú RC, RL tranziens folyamatok tanulmányozása és megjelenítése
- az R, L, C váltóáramú körök fázisviszonyainak tanulmányozása
- az RLC soros váltóáramú körök feszültség rezonanciájának megjelenítése
- az RLC párhuzamos körök áram rezonanciájának tanulmányozása
- az RLC rezgőkörök működése és hatásfokának tanulmányozása
- a csatolt elektromágneses körök megjelenítése
- a váltóáramú egyenirányítók és szűrők vizsgálata

A fenti jelenségek és kísérletek során az elméleti tananyagot vizuálisan megjelenítve hatékonyan lehet tanítani, gyakorlati alkalmazásokon keresztül válik hozzáférhetővé az érdeklődő tanulók számára. Az órai munka érdekes, látványos, mindenki számára hozzáférhetővé válik.

Eszközигény megjelölése: - 1 db. myDAQ mérőcsatlakozó eszköz

- Labview felhasználói szoftver **Felkészítő oktatásra történő igény megjelölése:** - az eszköz felhasználási lehetőségeinek megismerési továbbképzésére jelentkezem

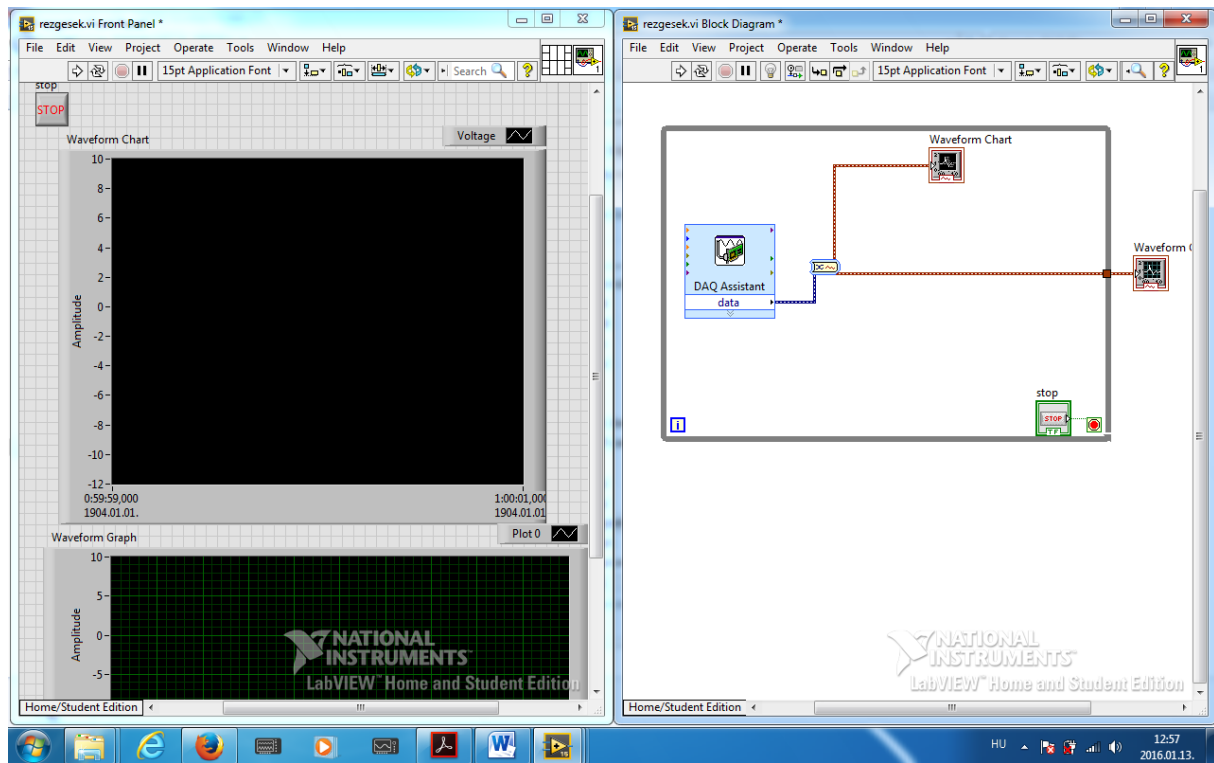
Tartalomjegyzék

Pályázati regisztráció.....	2. old.
Tartalomjegyzék.....	3. old.
Labview leírás.....	4. old.
Egyenirányítás.....	5. old.
Tranziens jelenségek tanulmányozása.....	9. old.
LED-es villogó tanulmányozása.....	13. old.
Rezgőkörök tanulmányozása.....	14. old.
Detektoros rádióvevő készülék tanulmányozása.....	17. old.
Soros RLC kapcsolás tanulmányozása.....	20. old.
Rezgések összetevése (Labview alkalmazások).....	23. old.
Szakirodalom.....	26. old.
Köszönetnyilvánítás.....	27. old.

Labview

Az alábbi egyszerű programot használtuk a pályázatunk elkészítése során:

<https://drive.google.com/file/d/0BxR8wJPo1rp-VE5xYkhKdHVVeEU/view?usp=sharing>



A működése a következő:

Mint a mellékelt képen is látható, a program hat külön egységből tevődik össze. Az adatok a DAQ Assistant segítségével az NI myDAQ eszközzel beolvasva, egy adatkonvertáló segítségével grafikusán ábrázolhatóvá válnak. Amint a konvertálás megtörténik, a program két irányba ágazik el. Az egyik ág a Waveform Chart-nak továbbítja az adatokat, a másik pedig a Waveform Graph-nak. Ennek azért van jelentősége, mert így a mérés közben is láthatjuk grafikusán a mért adatokat (Waveform Chart), valamint a mérés befejeztével, egyszerre megjelenítve is (Waveform Graph). Az előbb említett elemeket egy while-ciklus foglalja magába, melynek segítségével a program addig fut, amíg a felhasználó a stop gomb megnyomásával meg nem állítja.

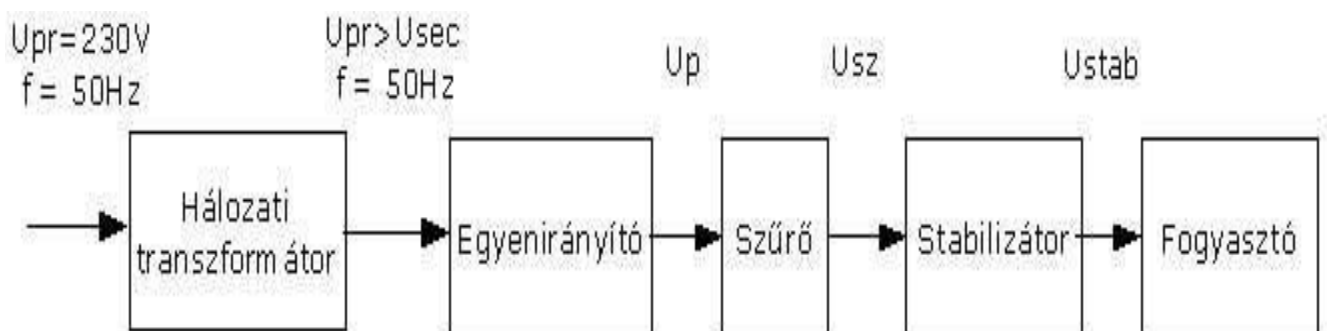
A front panel felületén jelennek meg a két grafikus megjelenítő eszköz adatai, melyekből egyértelmű következtetéseket vonhatunk le.

Egyenirányítás

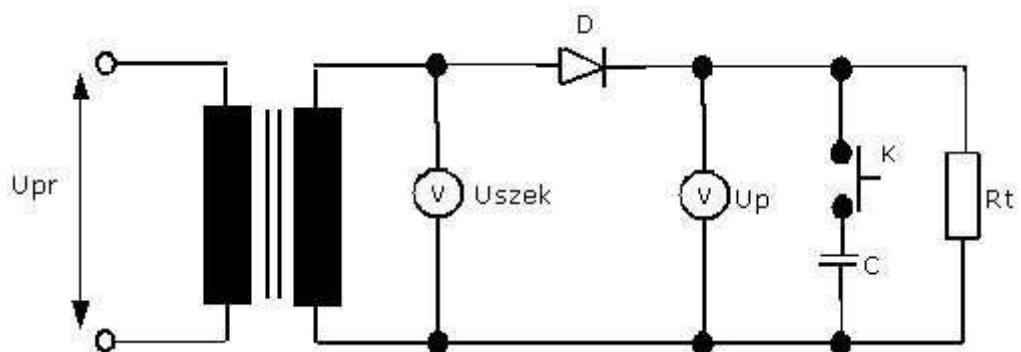
Az alábbiakban a dióda egyik legelterjedtebb alkalmazásának, az egyenirányításnak tanulmányozására kerül sor.

Az elektronikus berendezések általában egy vagy több egyen feszültséget igényelnek. Nagyobb teljesítményigénynél az elemek használata gazdaságtalan, ilyenkor az egyen feszültséget hálózati transzformátorral, és egyenirányítóval állítjuk elő. Az így nyert egyen feszültségnek rendszerint pulzáló jellege lesz, ennek simítására kapacitív szűrést alkalmazunk.

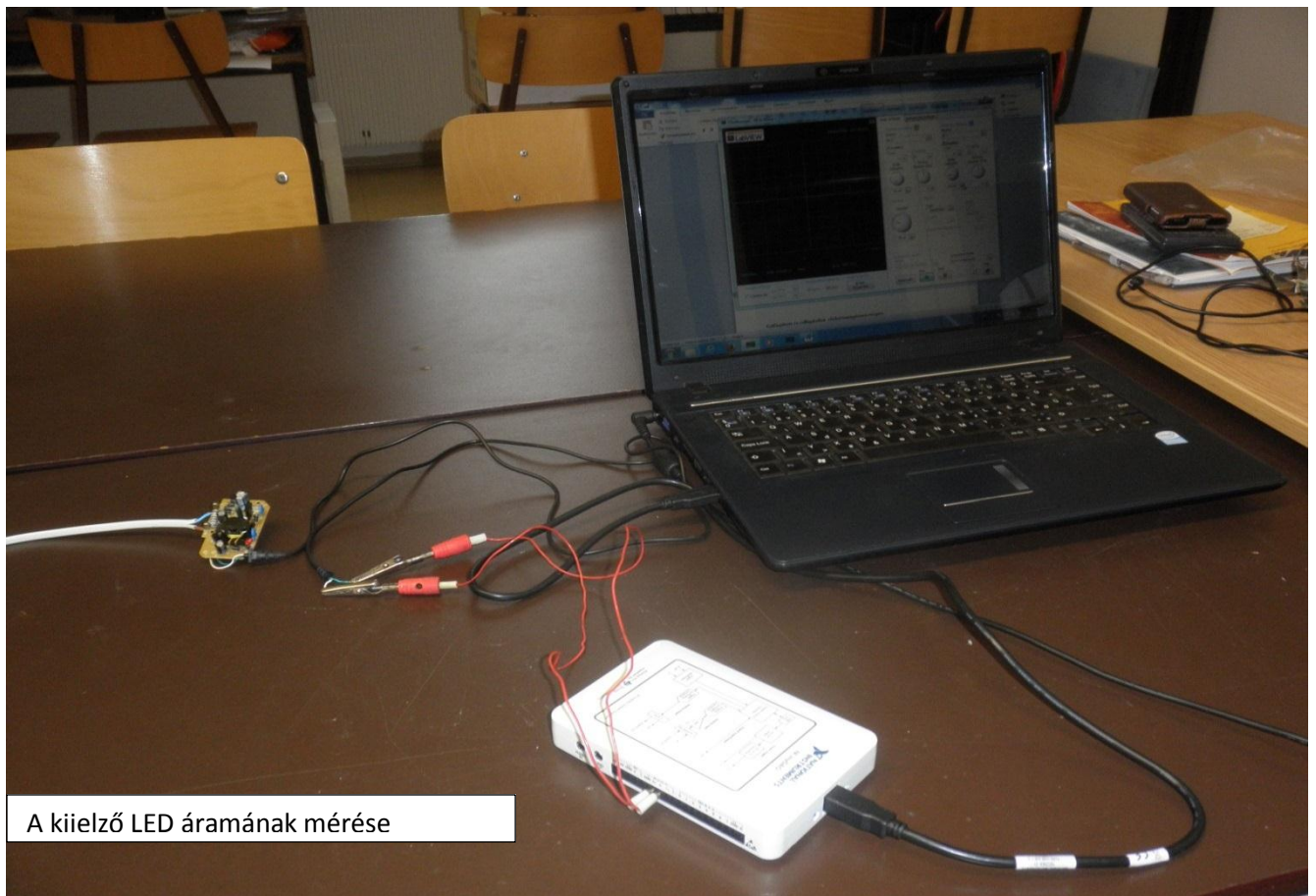
Egyen feszültségű tápegység tömbvázlata



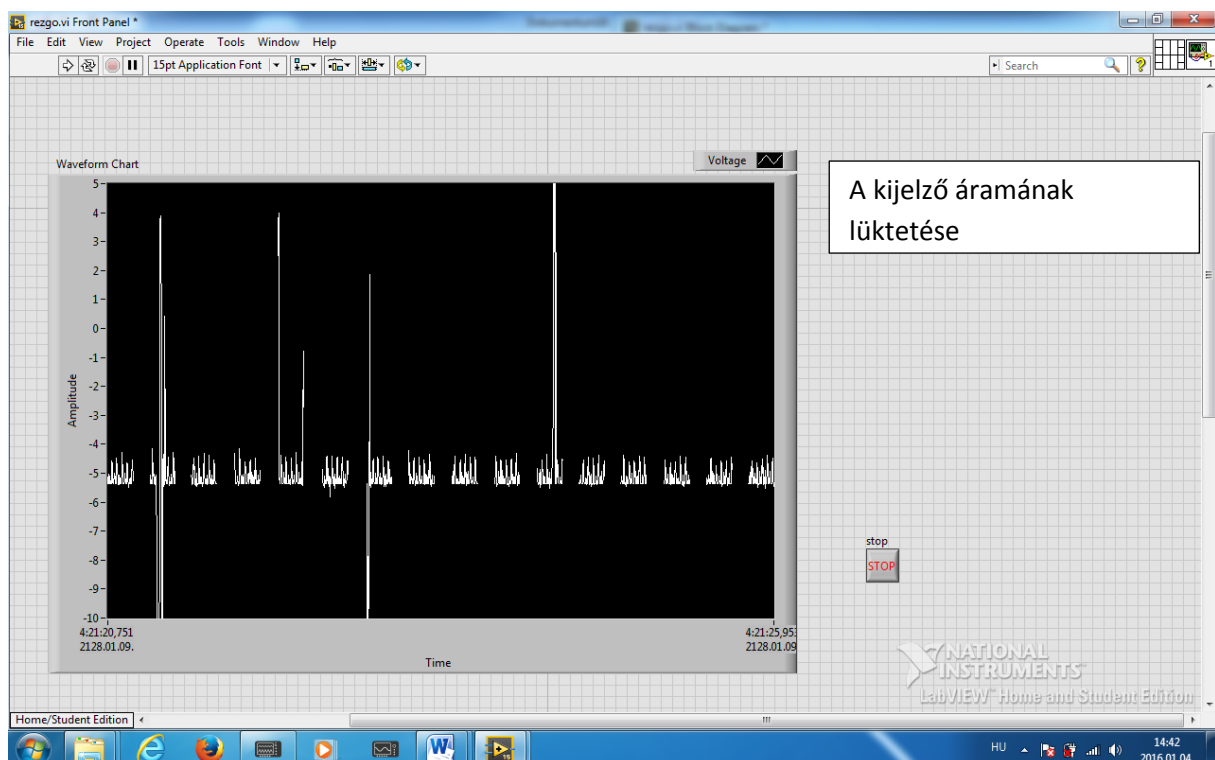
Egyutas egyenirányítók



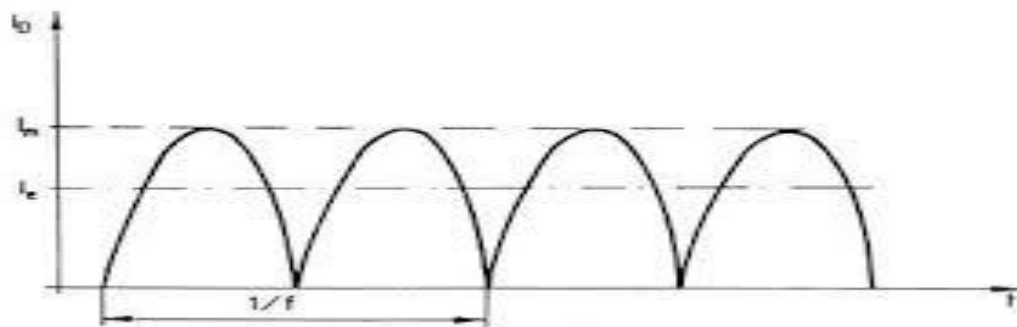
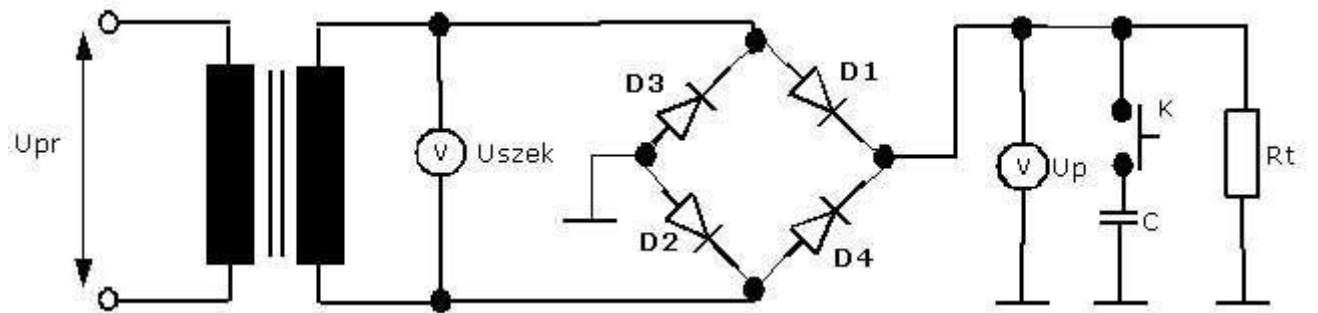
A kijelző áramának kimérése a telefontöltőn:



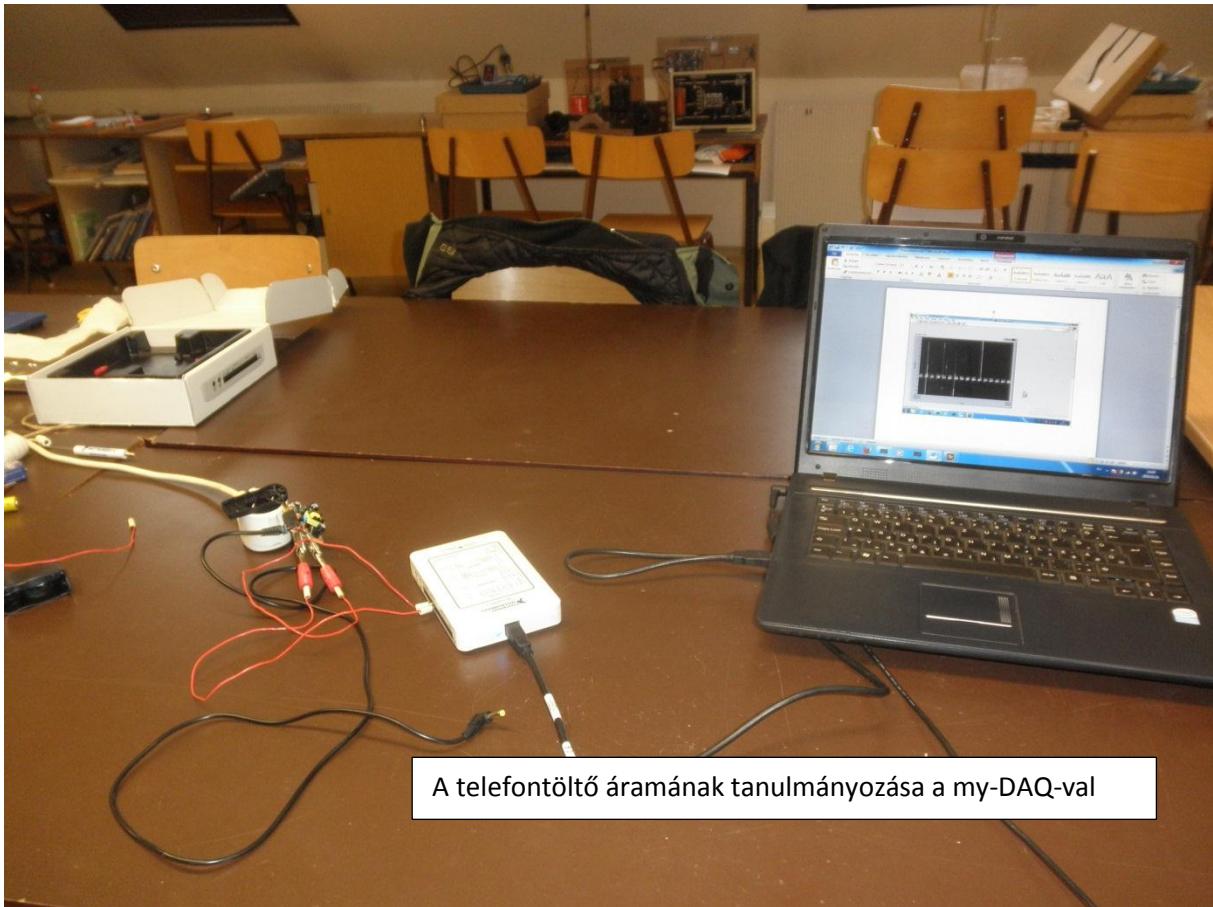
Az alábbi ábra az kijelző áramának lüktetését mutatja:



Kétutas egyenirányítók – Híd kapcsolás (Graetz)

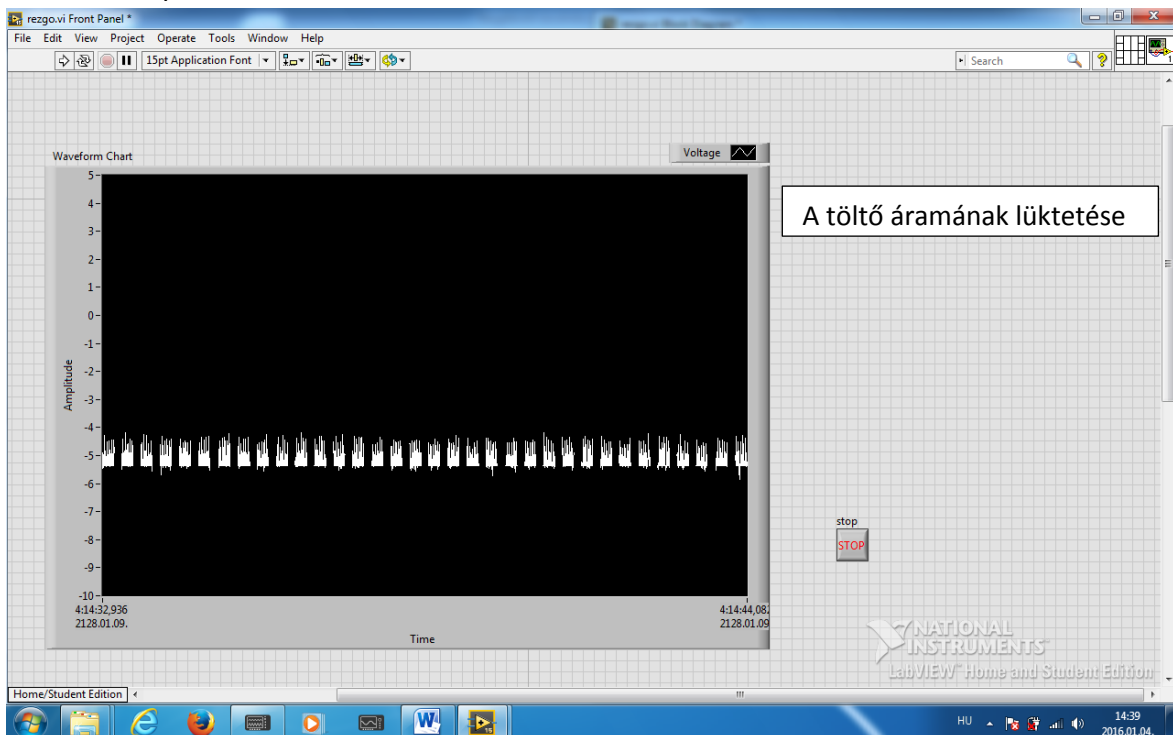


Az akkumulátortöltő áramának kimérése:



A telefontöltő áramának tanulmányozása a my-DAQ-val

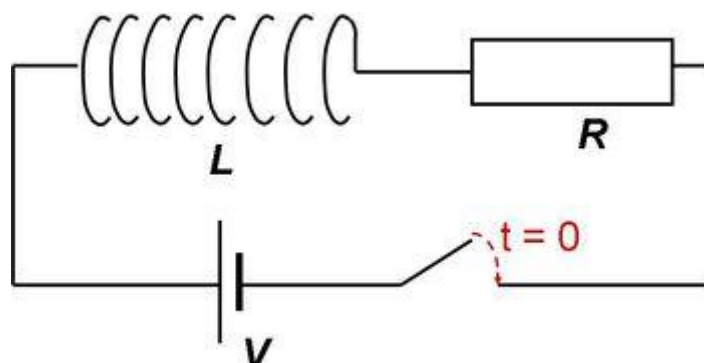
A következő ábra a telefontöltő áramának lüktetését mutatja be (csepptöltés):A felvételen megfigyelhető a töltési periódusok feleződése az előző ábrához viszonyítva, ugyanis itt mindkét fél periódusi időtartam alatt vezetnek a diódák.



A töltő áramának lüktetése

Tranziens jelenségek tanulmányozása

Az RL-kör bekapcsolási jelensége



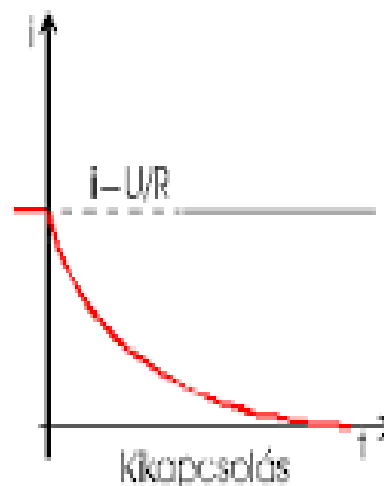
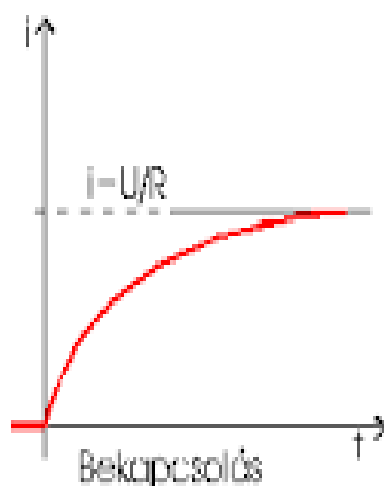
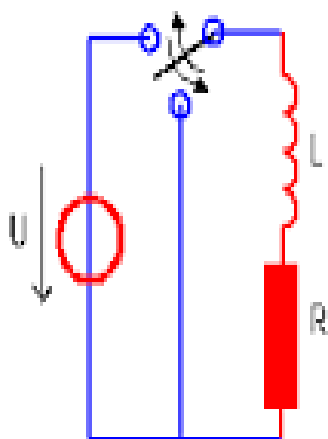
A probléma matematikai felírása már ismert:

$$L \frac{dI}{dt} + RI = U_o 1(t)$$

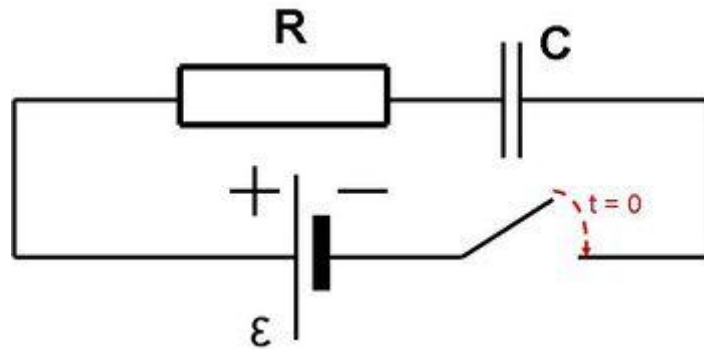
Az egyenlet megoldása az alábbi áramerősség változáshoz vezet:

$$I(t) = \frac{U_o}{R} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right),$$

bekapcsoláskor az áramerősség nulláról felfut a maximális értékre.



Az RC-kör bekapcsolási jelensége



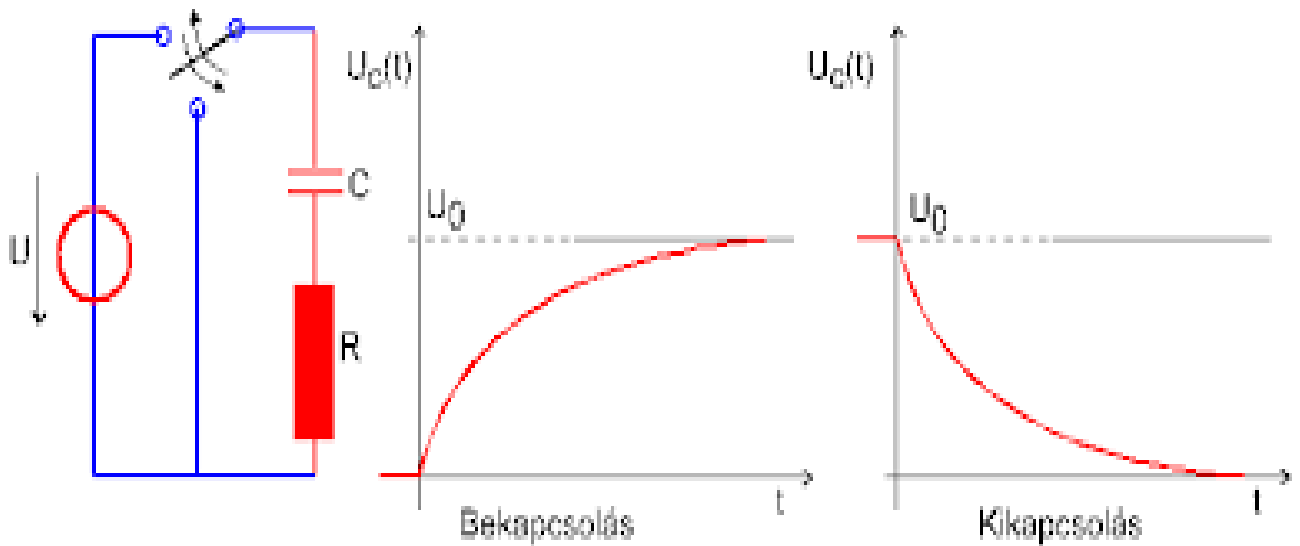
A probléma matematikai modellje ismert:

$$R \frac{dQ}{dt} + \frac{1}{C}Q = U_o 1(t)$$

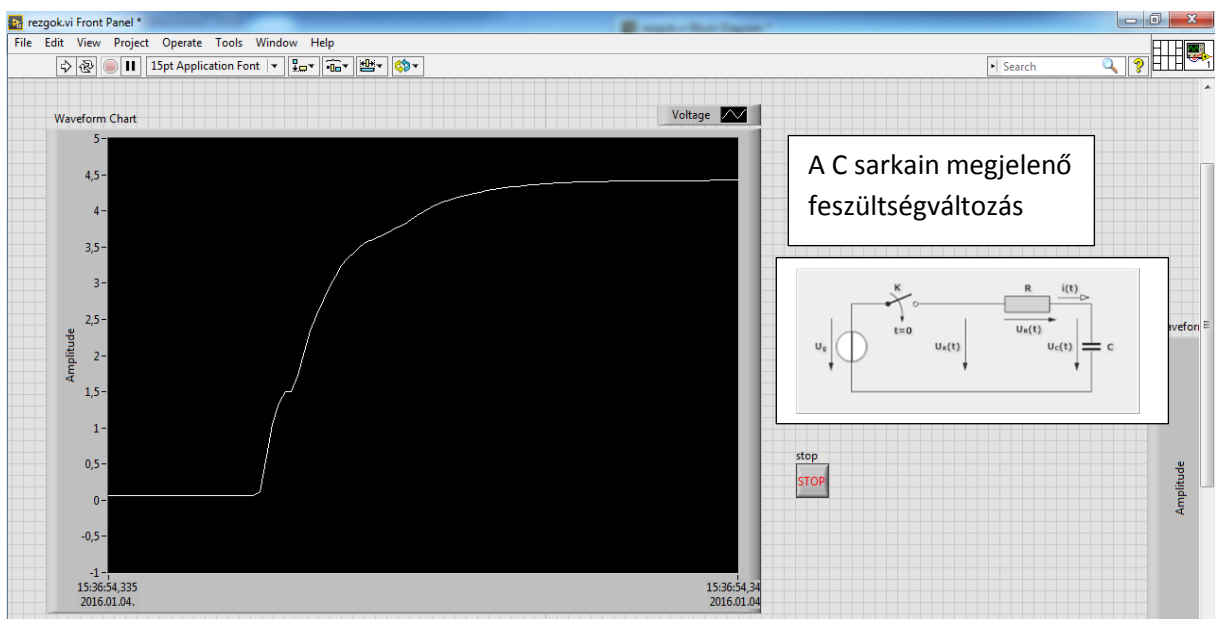
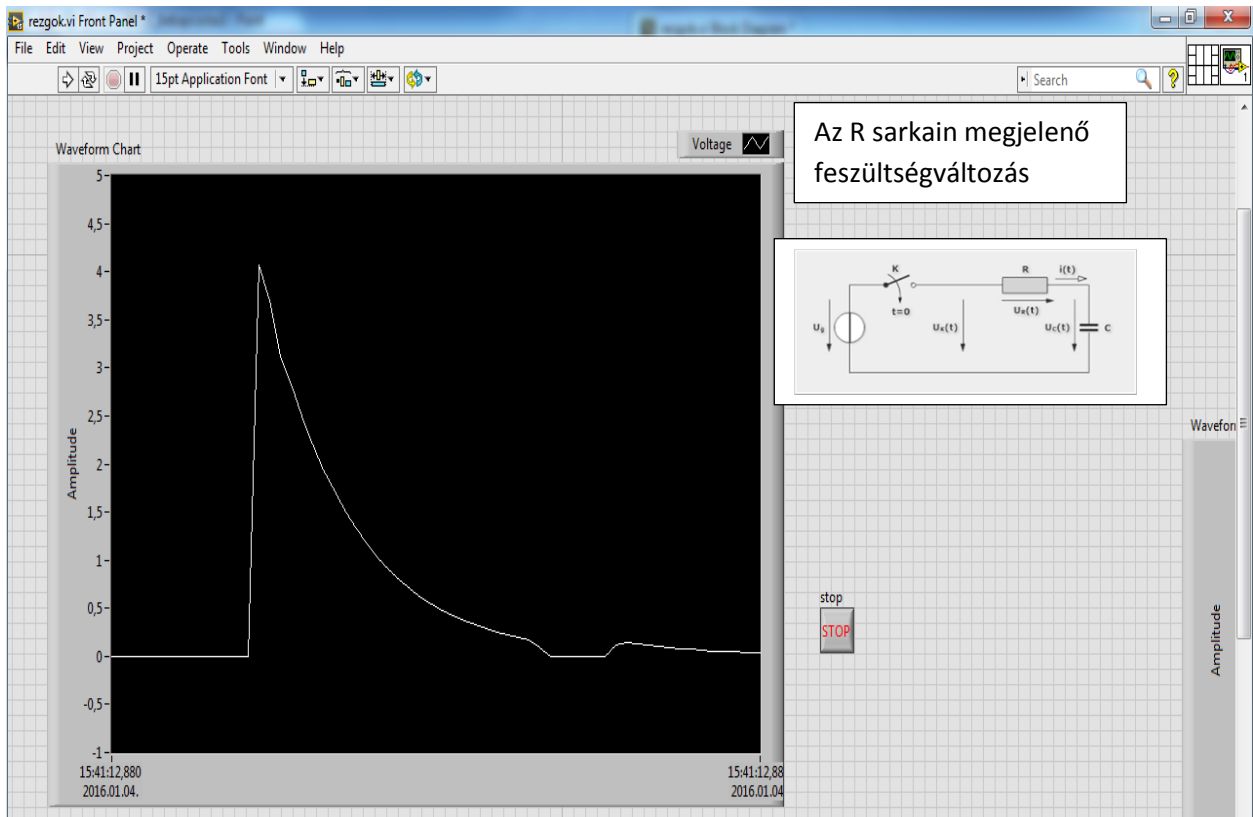
Az egyenletet megoldása az alábbi áramerősség változáshoz vezet:

$$I(t) = \frac{U_o}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$$

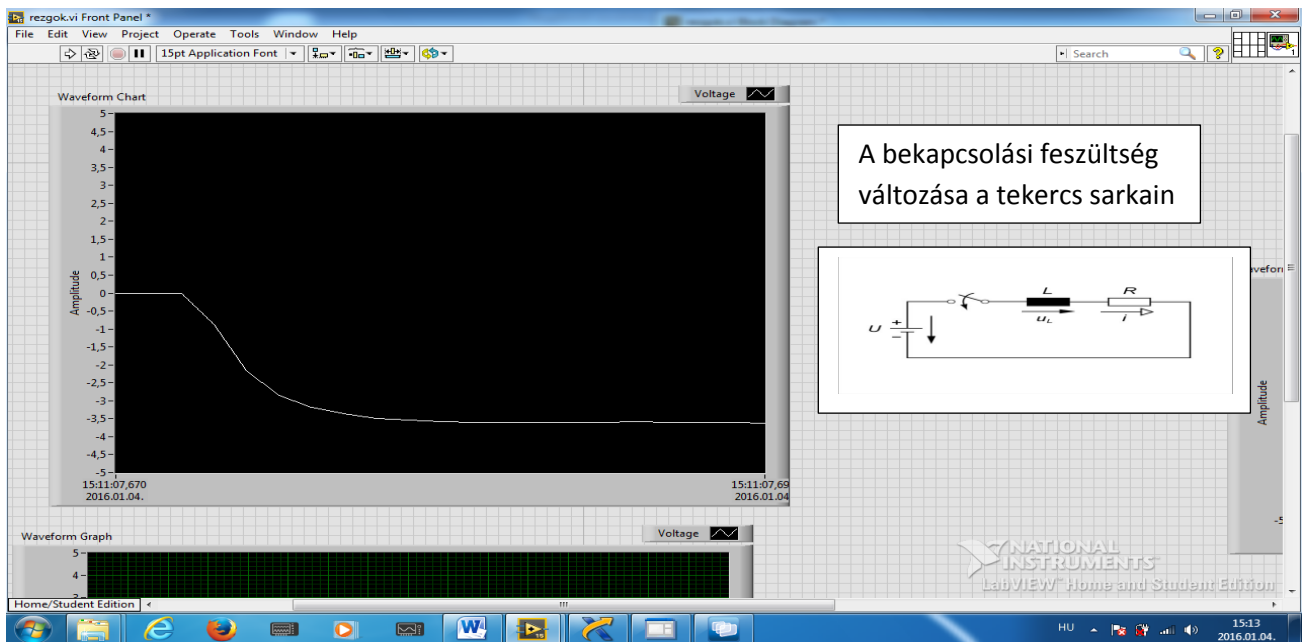
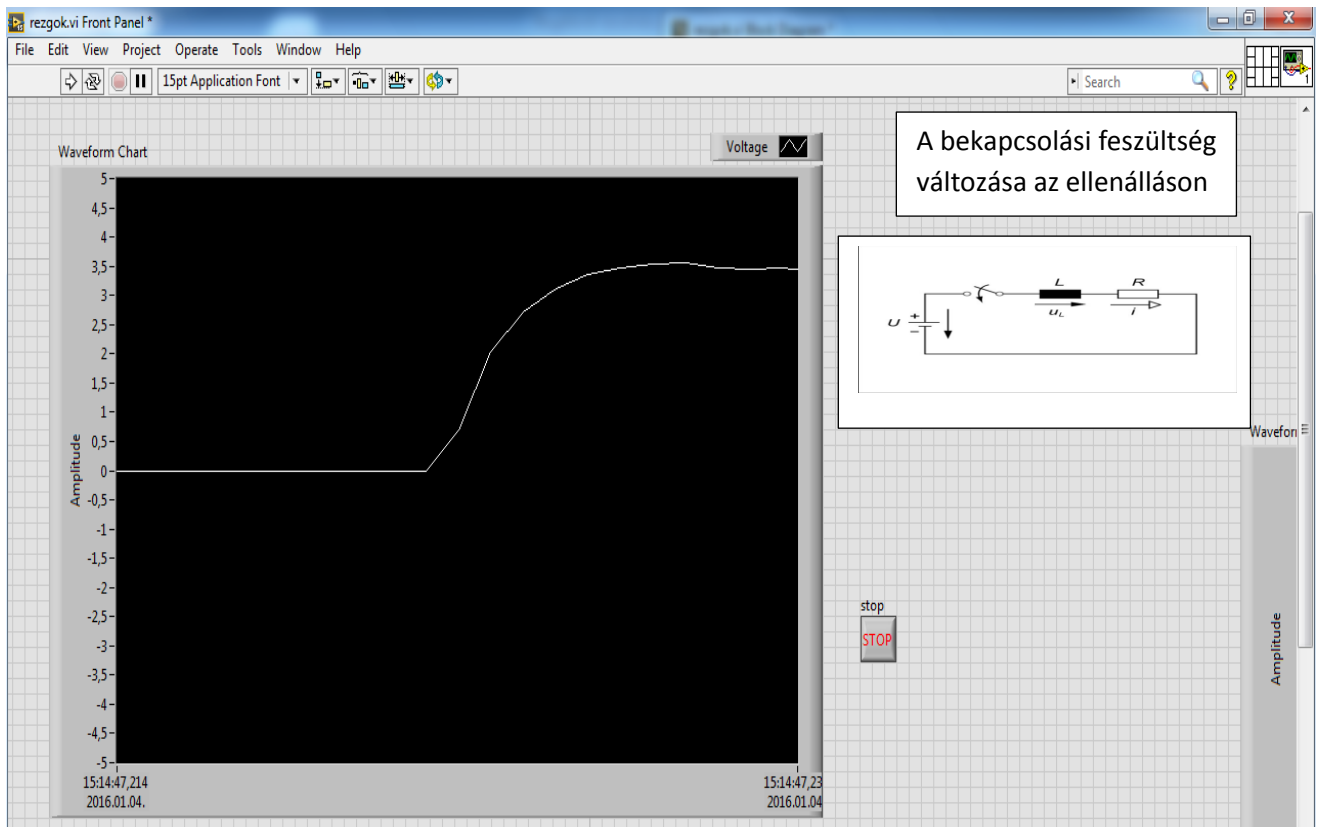
, bekapcsoláskor éri el a maximumát, majd lecseng.



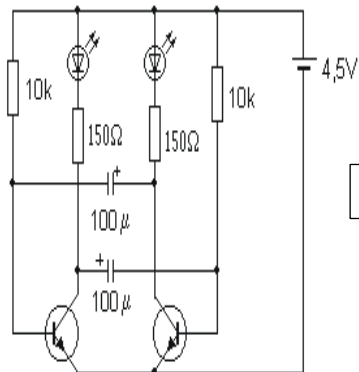
A következő ábrák az RC áramkörök bekapcsolásánál az ellenálláson és a kondenzátoron megjelenő feszültség időszerinti változását jelenítik meg:



A következő ábrák az RL áramkör viselkedését jelentik meg bekapcsoláskor:

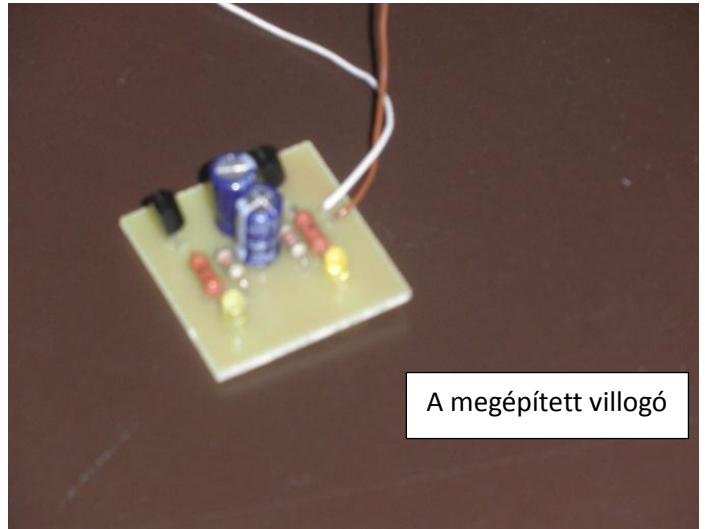


LED-es villogó tanulmányozása



Kapcsolási rajz

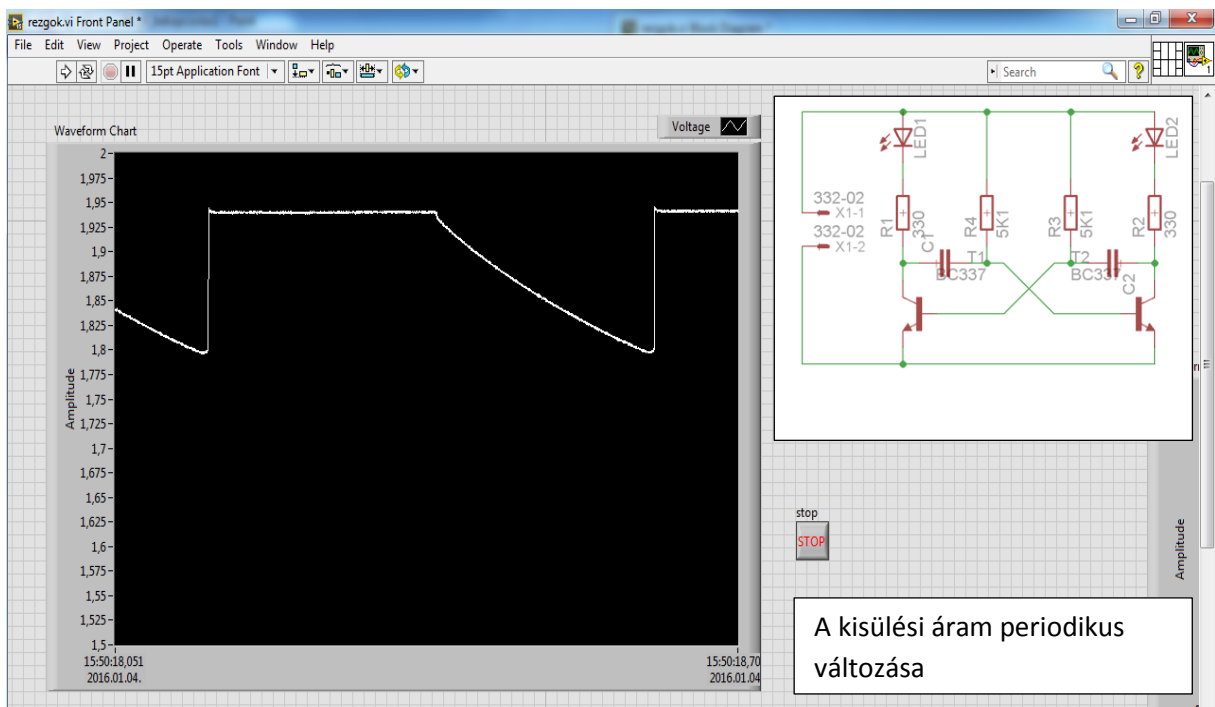
2x BC182, 183, 547, 548
 E
 B (alulról)
 C



A megépített villogó

Működése:

Ahogy feszültséget kap az áramkör, valamelyik tranzisztor bekapcsol, tegyük fel, hogy nekünk a bal oldali kapcsol be először. Amint bekapcsol, elkezd világítani az bal LED is, hiszen a tranzisztor vezetővé vált, és közben tölti a felső kondenzátort. Amint a kondenzátor feltöltődött annyira, hogy a jobboldali tranzisztornak elérte a bekapcsolásához szükséges feszültségét, bekapcsol a jobb oldali LED. Ekkor elkezdi tölteni az alsó kondenzátort. Ahogy az is feltöltődött, bekapcsol ismét a bal oldali. Akkor az megint elkezdi tölteni felső kondenzátort. És ez így tovább... Ettől villog egyfolytában. A következő ábra LED-es villogó áramának időszerinti változását mutatja be:



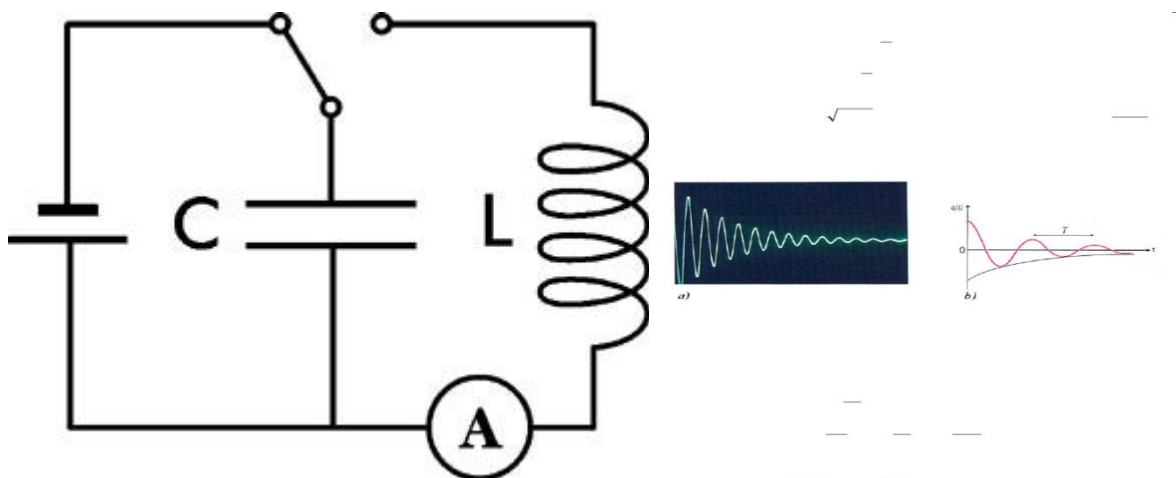
Rezgőkörök tanulmányozása

Az elektromos rezgés folyamata

Kapcsoljunk párhuzamosan nagy induktivitású tekercset nagy kapacitású kondenzátorral, és helyezzünk el az áramkörben egy középállású árammérő műszert is. A kétállású kapcsoló egyik állásában a kondenzátor feltöltődik a telep feszültségére, majd átkapcsolva a másik állásra, a kondenzátor kisül a tekercsen keresztül. Igen érdekes a kisülés folyamata. A műszer mutatója kezdetben nagy, később egyre csökkenő amplitúdóval rezeg, azaz csökkenő intenzitású váltakozó áram folyik az áramkörben. Hogyan lehetséges ez, hiszen a kondenzátort egyenfeszültségre töltöttük? Hogyan keletkezhetett a váltakozó áram az áramkörben?

Gondoljuk végig a folyamatot! Kezdetben a feltöltött kondenzátor feszültsége U (megegyezik a telep feszültségével), az áram erőssége pedig nulla. Az áram megindulása után a kondenzátor feszültsége csökken, hiszen csökken a töltése, így hamarosan nulla lesz. Ekkor viszont a tekercsnek már kiépült a mágneses tere, az áram maximális, de nincs töltésutánpótlás. Az áram ennek megfelelően nullára csökkenne, de emiatt változik a tekercsben a mágneses tér, és ez a változó mágneses tér maga körül Lenz törvénye értelmében olyan feszültséget indukál, amely az áram csökkenését akadályozni igyekszik a tekercsben, vagyis az eredeti áramirányt tartja fenn. Ennek következtében a kondenzátor ellenkező polaritással újra feltöltődik. Ezután a folyamat újra indul az ellenkező irányban. Ezt a mechanikai rezgésekkel analóg folyamatot **elektromágneses rezgésnek** nevezzük.

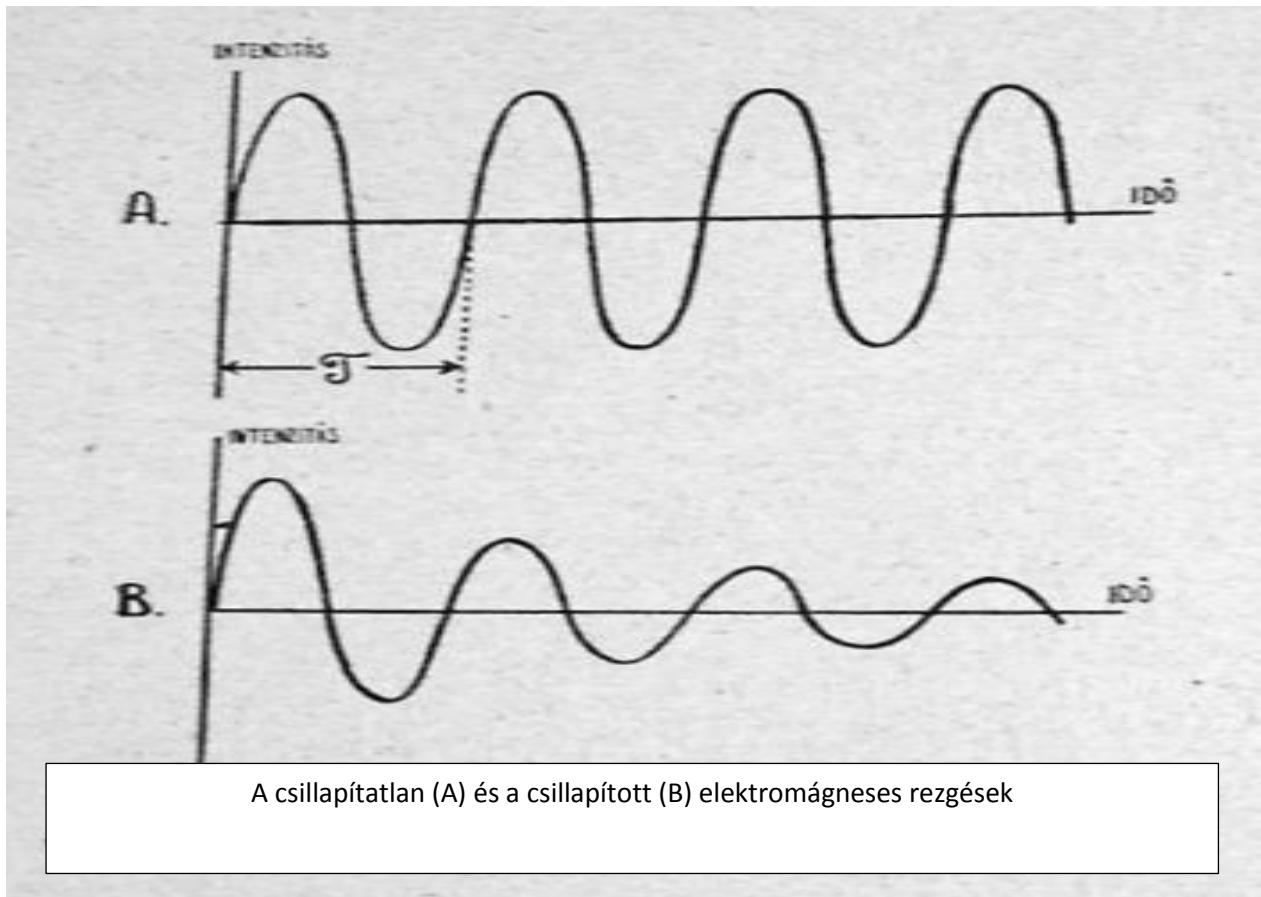
Energetikailag vizsgálva a folyamatot, azt mondhatjuk, hogy a kondenzátor elektromos terének az energiája alakult át a tekercs mágneses terének energiájává és fordítva. Hasonló történik egy vízszintesen rezgő test esetén is, amikor a rugalmas és a mozgási energiák alakulnak egymásba periodikusan.



Egyszerű rezgőkör

Csillapított és csillapítatlan elektromágneses rezgés:

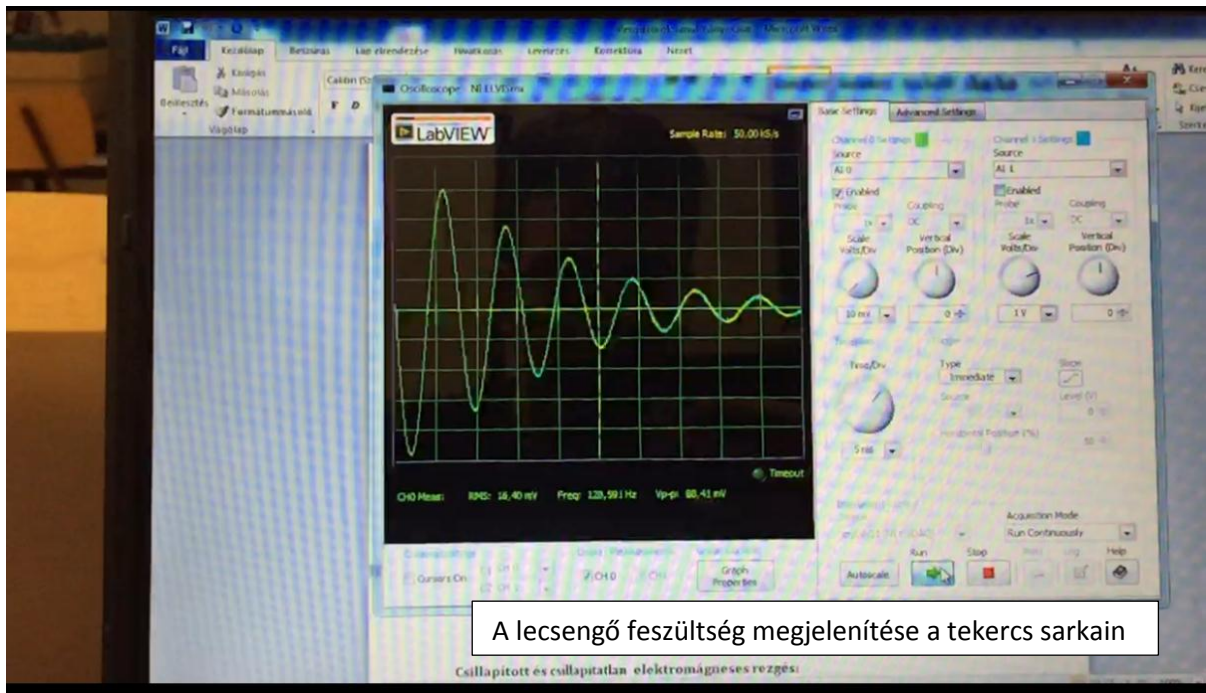
a rezgőkörben az ohmos ellenállás miatt csillapított elektromágneses rezgés jön létre, amiből csatolással, azaz periodikus energiaközléssel csillapítatlan elektromágneses rezgés hozható létre.



A rezgőkör sajátfrekvenciája $\omega = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$

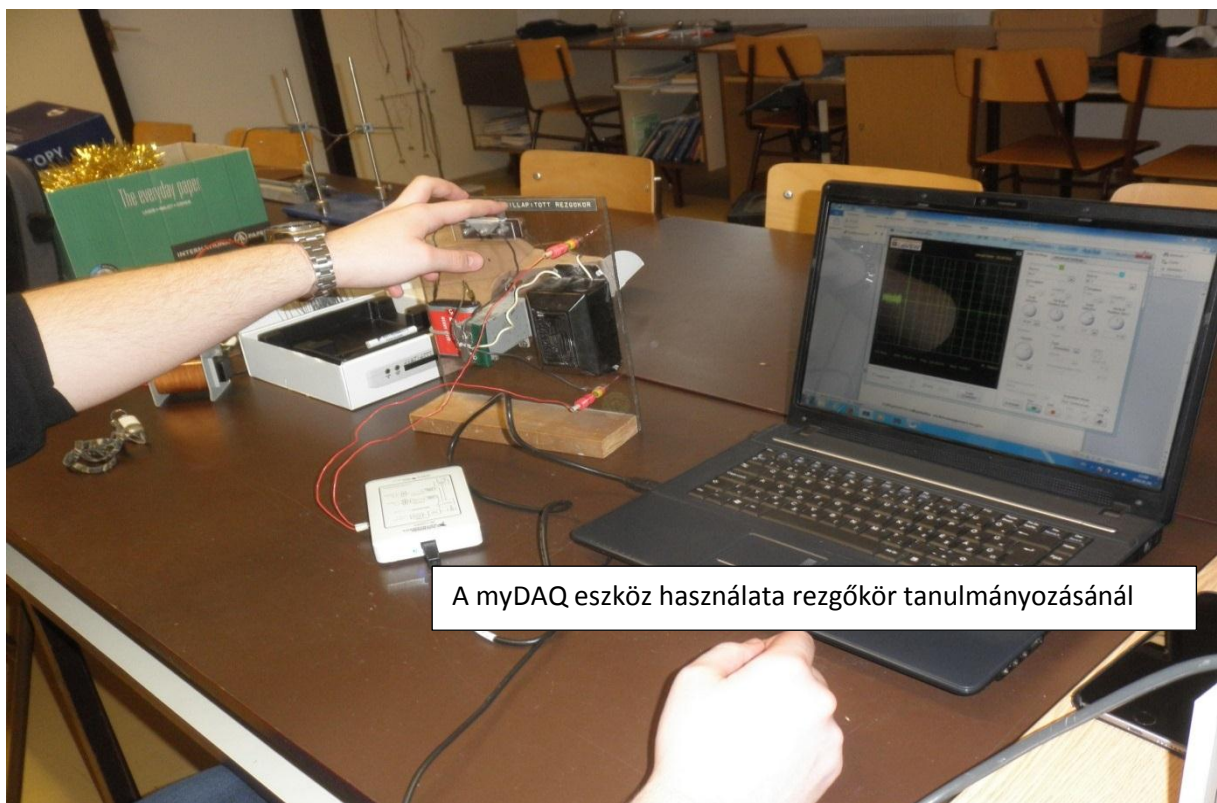
A csak tekercset és kondenzátort tartalmazó áramkörben elektromos rezgés jön létre. Általában, ha az áramkörre külső kényszer nem hat, úgy a rezgést **szabad elektromágneses rezgésnek**, a rezgés frekvenciáját **sajátfrekvenciának** nevezzük. A frekvencia 2π -szerese (ω) a tekercs önindukciós együtthatójától és a kondenzátor kapacitásától függ.

Az elektromágneses rezgések tanulmányozásánál a csillapított rezgések megjelenítésével láthatóvá válik az ellenállás okozta energiavesztés. Az oszcilloszkóp képernyőjéről a rezgés amplitúdó és a periódus is meghatározható ($f=130$ Hz, $U_{\max}=5$ V):



A lecsengő feszültség megjelenítése a tekercs sarkain

Csillapított és csillapítatlan elektromágneses rezgés:

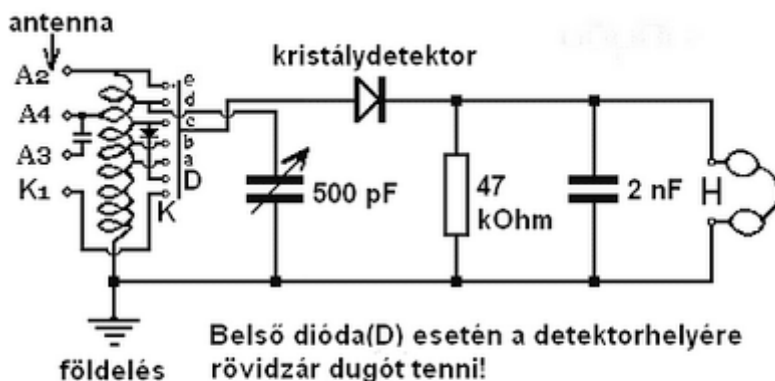


A myDAQ eszköz használata rezgőkör tanulmányozásánál

Detektoros rádióvevő készülék tanulmányozása

A **detektoros rádió** a legegyszerűbb rádió normál AM rádióadás vételére. Jellemzője, hogy nem tartalmaz erősítő elemet, ezért gyakran hívják passzív vevőnek (az elnevezés téves, mivel a dióda aktív elem).

Felépítése



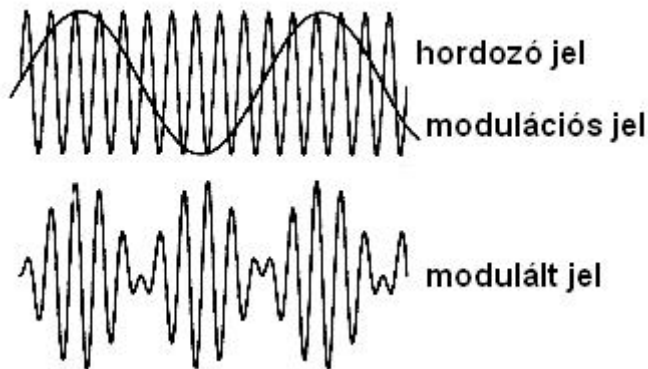
K(külső) állásban a belső rezgőkör lekapcsolódik.
Ebben az állásban külső rezgőkör csatlakoztatható a K és a földelés pontok közé, lehetővé téve a kísérletezést

Detektoros rádió kapcsolási rajza

A legalapvetőbb kiépítésben áll egy tekercsből, detektorból (demodulátor), valamint egy hallgatóból. Demodulátornak szinte bármilyen, akár házi készítésű dióda megfelel. A hallgatót mindig sorba kötik a diódával, így csak egyenáram juthat el oda. Később megjelent a hangolt kör, melyet forgókondenzátor segítségével lehetett hangolni a kívánt állomásra.

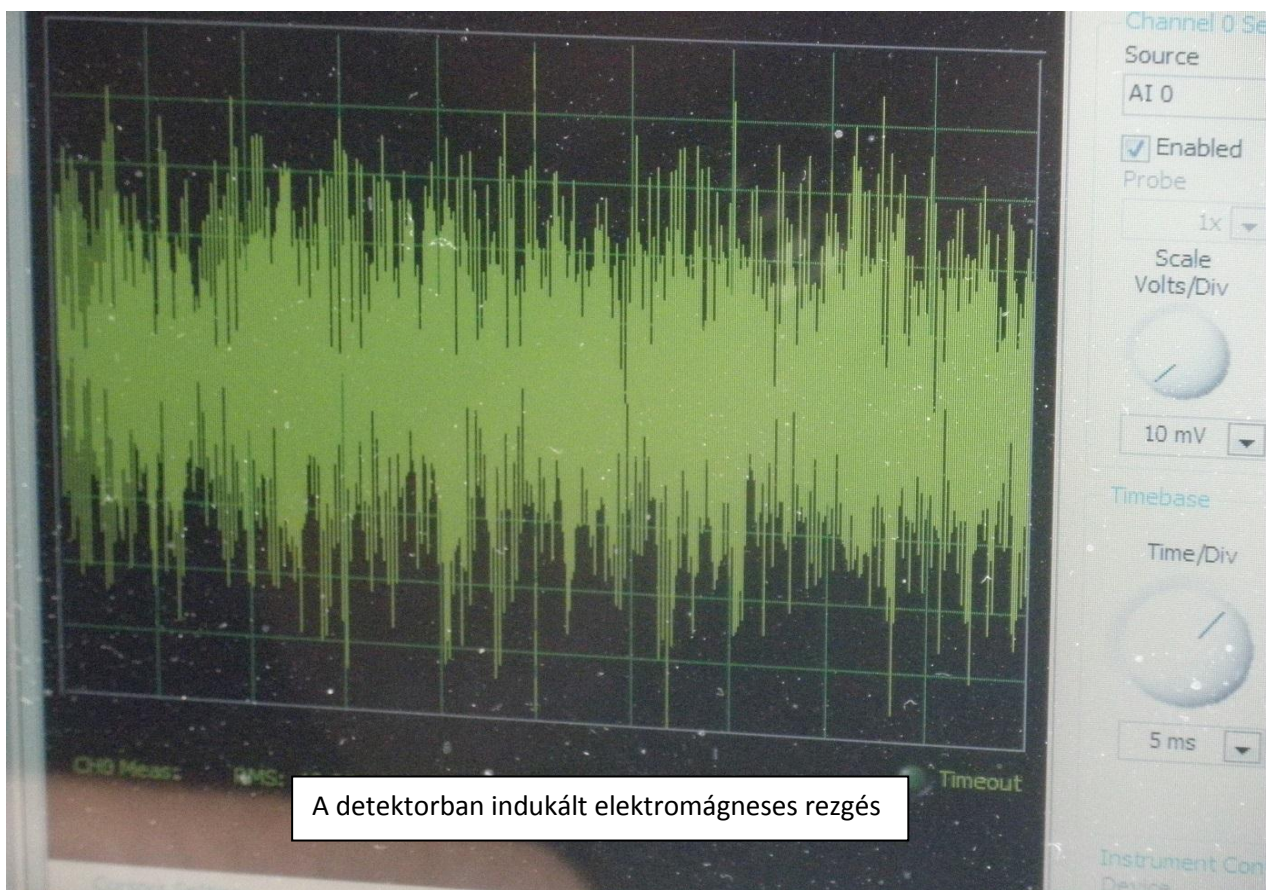
A **rádiózás** a fénynél alacsonyabb frekvenciájú elektromágneses hullámok modulációjával működő, jeltovábbításra használt technológia. Megkülönböztetünk rádióadót és rádióvevőt (illetve rádióadóvevőt) a jeltovábbítás irányának megfelelően, mivel ezek működése és belső felépítése jelentősen eltér. Napjainkban a GSM, Bluetooth, GPS, Wifi adatátvitel is erre épül. Az **amplitúdómoduláció** (rövidítve: **AM**) a jelátvitelben az amplitúdó változtatása, mely ezáltal az átviendő információt hordozza. Egy rádiófrekvenciás jelre több módon lehet az információt ráültetni, ennek egyik módja, ha a jel amplitúdóját változtatjuk (moduláljuk). Morzeadásnál az amplitúdó nulla és maximum között változik. Általában azonban hangot vagy videojelet (szélessávú jelet) ültetnek rá egy sokkal nagyobb frekvenciájú vivő jelre (hordozóra). Az amplitúdómodulációnál a moduláció mértékét százalékban fejezik ki. Ha nincs moduláció, a százalék nulla; ha a modulációs csúcs nulla és maximum között ingadozik, 100%. Az amatőrök általában 75% körüli modulációt használnak, 100% felett viszont torzítások lépnek fel. Moduláció során mindig keverés áll elő, azaz a vivő jel és a moduláló jel összege és különbsége jön létre. Az SSB/SC adás is alapjában véve amplitúdómodulációval működik, csak a vivőt elnyomják, és az egyik oldalsávot levágják. A vivőt a vételi oldalon kell helyre állítani ahhoz, hogy a vett jel azonos legyen a leadottal. A moduláció: A vivőhullám a moduláció során felveszi az információt hordozó alapjel jellegzetességeit. Amplitúdó

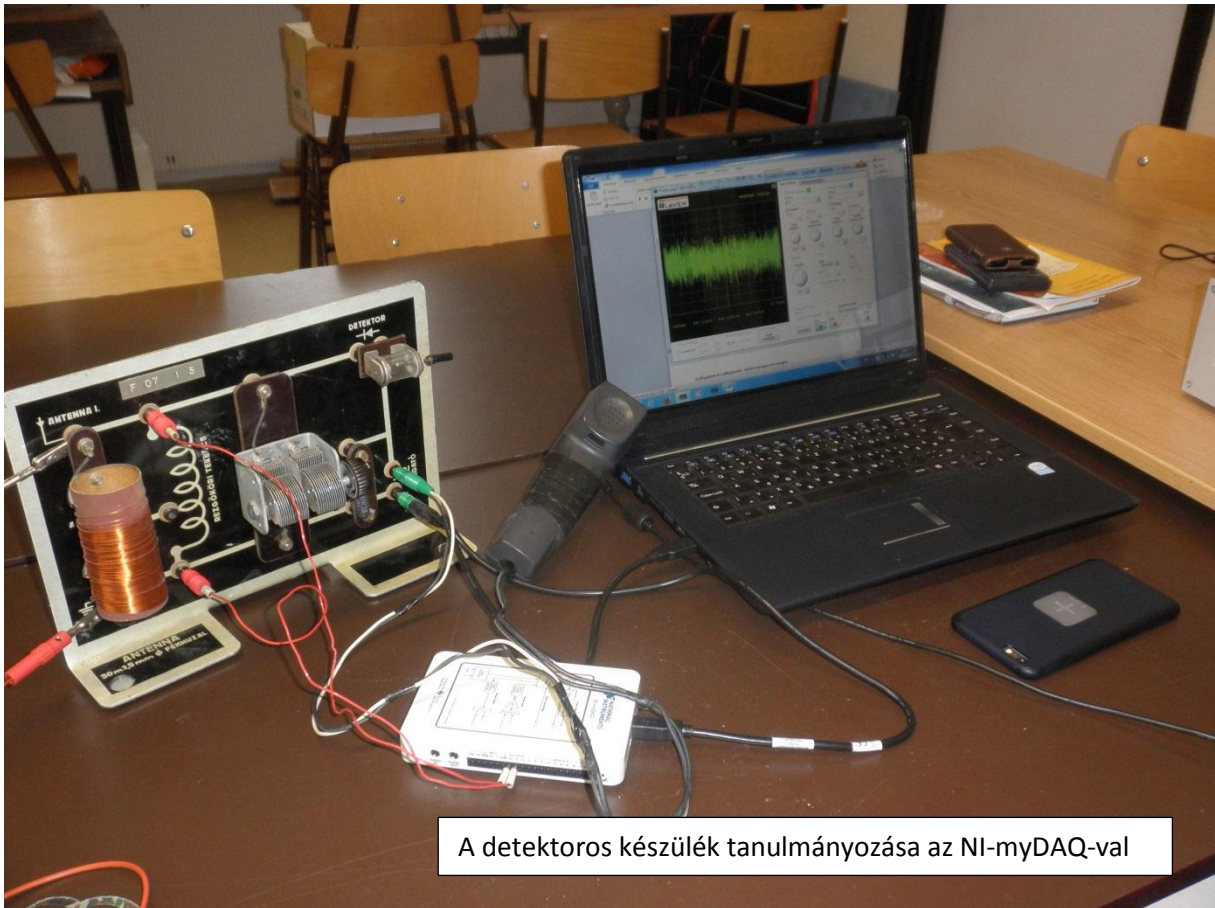
moduláció során a szinuszos vivő amplitúdóját változtatjuk az alapjel pillanatértékeivel arányosan.



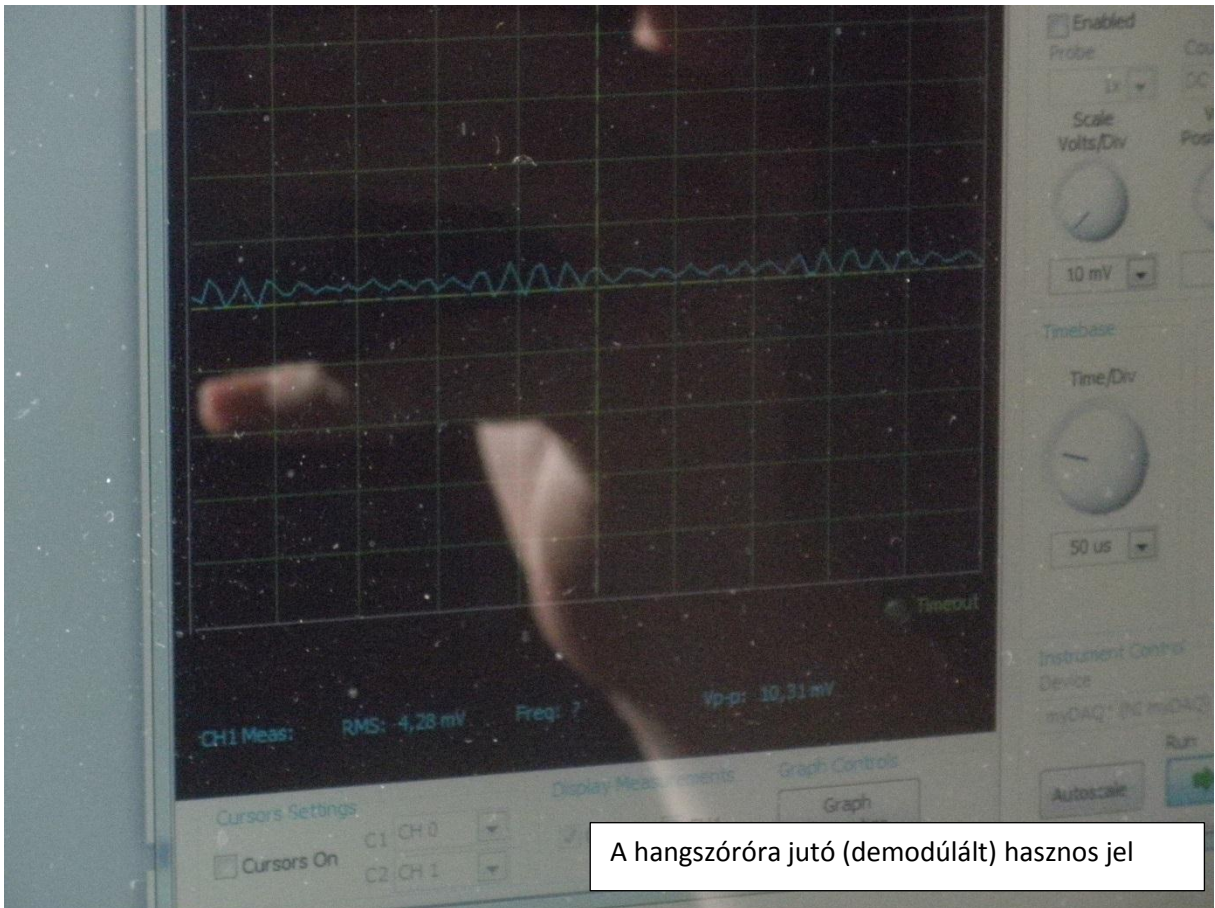
Detektoros készülék üzembe helyezése, használata és mérések megjelenítése:

A detektor rezgőkörének tekercséről kapott jelet oszcilloszkóppal megjelenítve láthatóvá válik a hordozó jel amplitúdó modulációja.





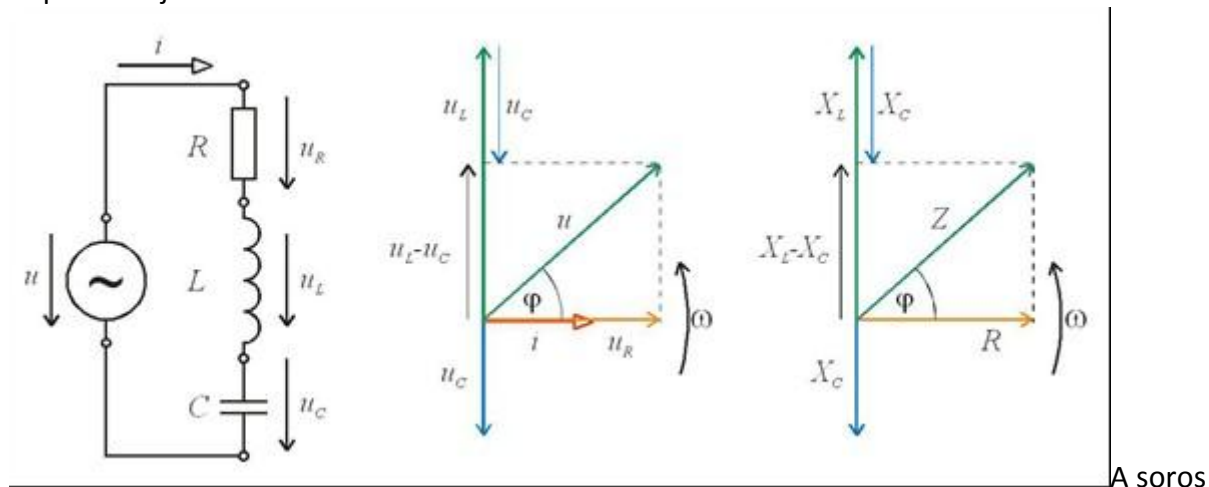
A detektoros készülék tanulmányozása az NI-myDAQ-val



A hangszóróra jutó (demodulált) hasznos jel

Soros R-L-C kapcsolás tanulmányozása

Határozzuk meg az áramköri elemek eredő áramkorlátozó hatását, tehát az áramkör impedanciáját!



R-L-C A feszültségeket (mivel váltakozó mennyiségekről van szó) vektoriálisan kell összegezni:

- az ellenállás feszültsége fázisban van az árammal,
- az induktívitás feszültsége az áramhoz képest 90° -ot siet,
- a kapacitáson a feszültség 90° -ot késik.

Frekvenciafüggőség

A soros R-L-C kapcsolás impedanciájának értéke és fázisszöge függ a frekvenciától, hiszen az impedanciára kapott összefüggés tartalmazza, amelyek értéke frekvenciafüggő.

Frekvenciafüggőségből az következik, hogy található egy olyan frekvencia, amelynél az induktívitás és a kapacitás feszültsége megegyezik. Ezt a frekvenciát rezonancia frekvenciának nevezzük.

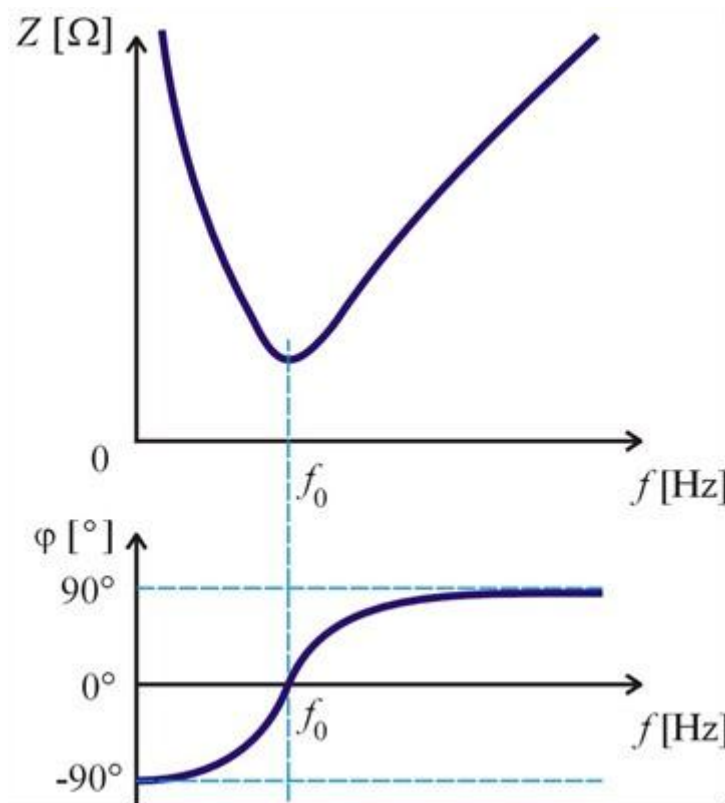
Eredő meghatározása

Ha rezonancia frekvencián végezzük el a feszültségek eredőjének meghatározását, akkor arra az eredményre jutunk, hogy az ellenálláson lévő feszültség megegyezik a generátor feszültségével. Az ilyen tulajdonságokkal bíró soros R-L-C áramkört soros rezgőkörnek nevezzük.

$$Z^2 = (R + R_L)^2 + (X_L - X_C)^2, \quad - \text{ az áramkör impedanciája}$$

Rezonancia görbe

A rezgőkört tápláló generátor frekvenciáját változtatva az impedancia nagysága és fázisszöge az ábra szerint változik. Az impedancia változását mutató görbét rezonancia görbének nevezzük.



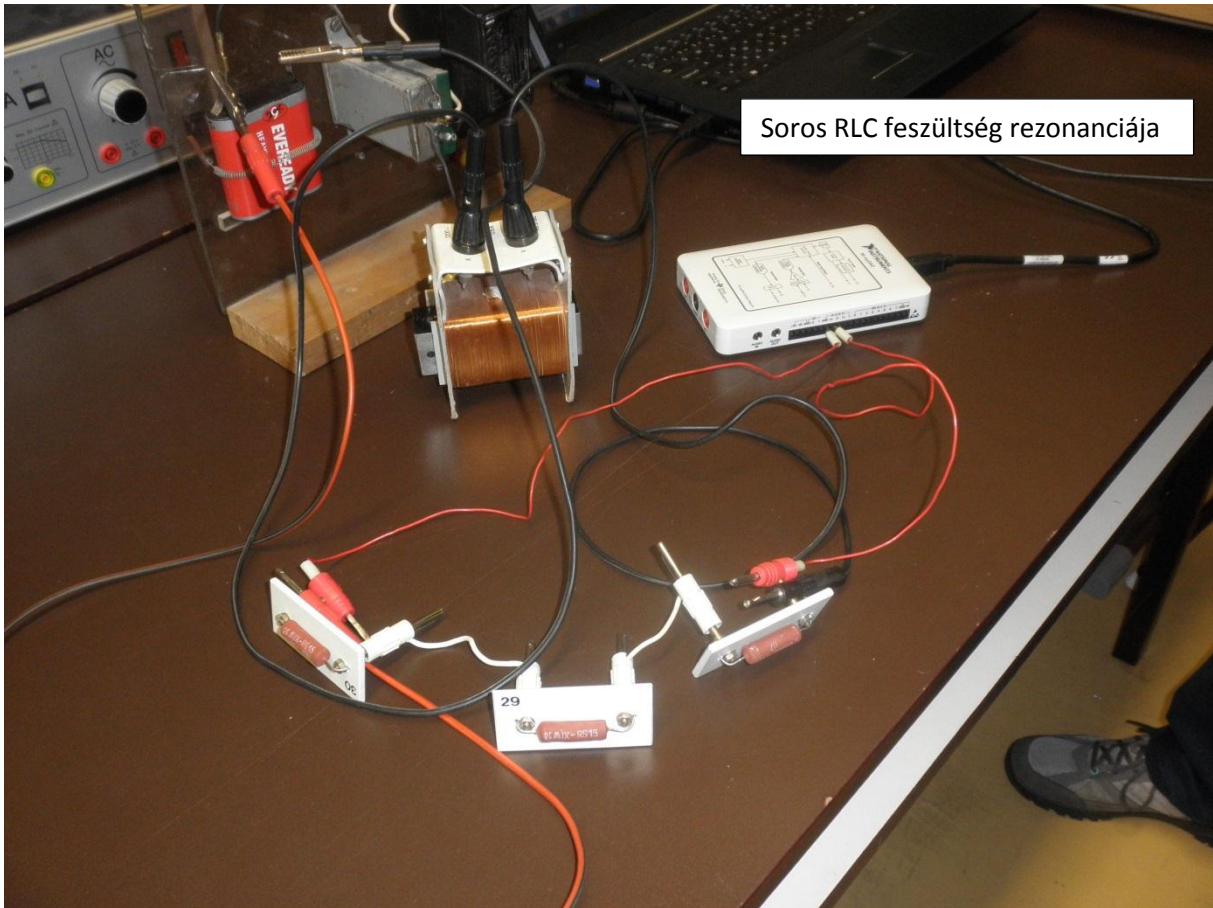
A soros R-L-C frekvenciafüggése

A soros R-L-C kapcsolás impedanciájának értéke és fázisszöge függ a frekvenciától, hiszen az impedanciára kapott összefüggés tartalmazza X_L t és X_C t, amelyek értéke frekvenciafüggő. Az hányados pedig a három sorba kapcsolt elem eredő váltakozó áramú áramkorlátozó hatása, vagyis az impedancia. Frekvenciafüggőségből az következik, hogy található egy olyan frekvencia, amelynél az induktivitás és a kapacitás feszültsége megegyezik. Ezt a frekvenciát rezonancia frekvenciának nevezzük.

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$$

Ha rezonancia frekvencián végezzük el a feszültségek eredőjének meghatározását, akkor arra az eredményre jutunk, hogy az ellenálláson lévő feszültség megegyezik a generátor feszültségével. Az ilyen tulajdonságokkal bíró soros R-L-C áramkört soros rezgőkörnek nevezzük. A tanulmányozott soros áramkör adatai:

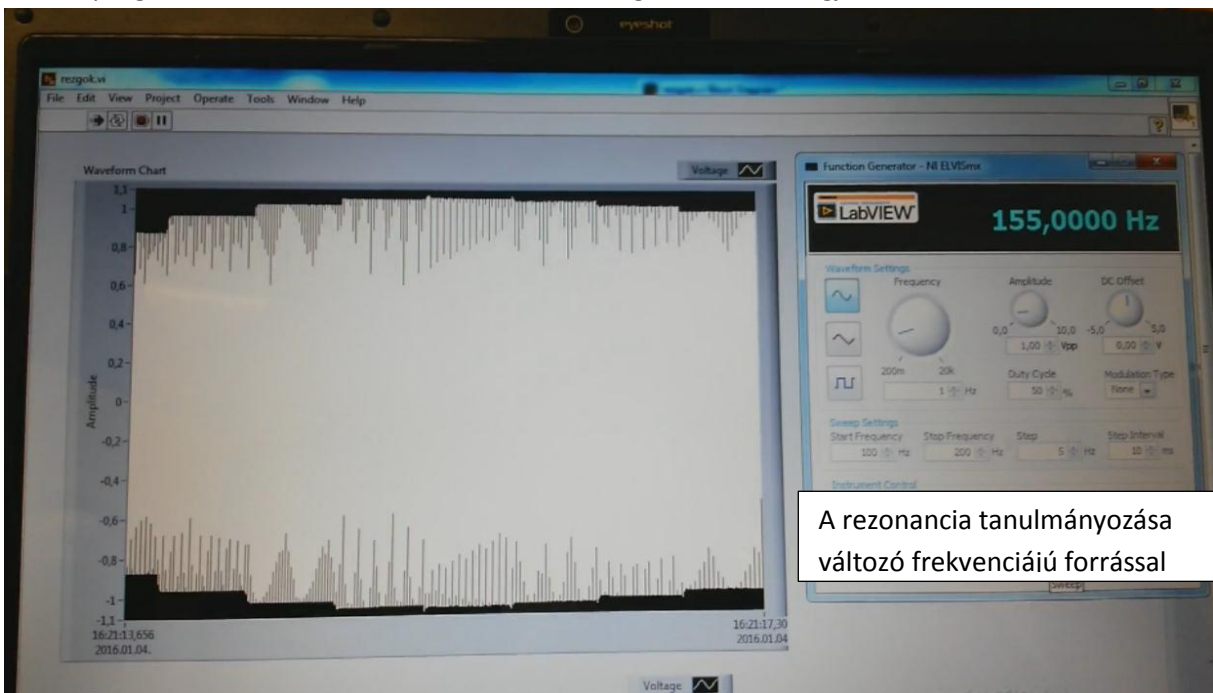
$R = 400 \Omega$, $L = 0,25 \text{ H}$, $C = 3,82 \mu\text{F}$, az elméleti rezonancia frekvencia **162 Hz**, a futó frekvenciás mérésnél **155 Hz** kaptunk, ami elfogadható érték.



A mérés folyamata az alábbi felületen tekinthető meg:

<https://goo.gl/photos/6JaopTU5aGJcL3wX6>

A mérőprogram futó frekvenciával elemzi a feszültségrezonancia megjelenését.

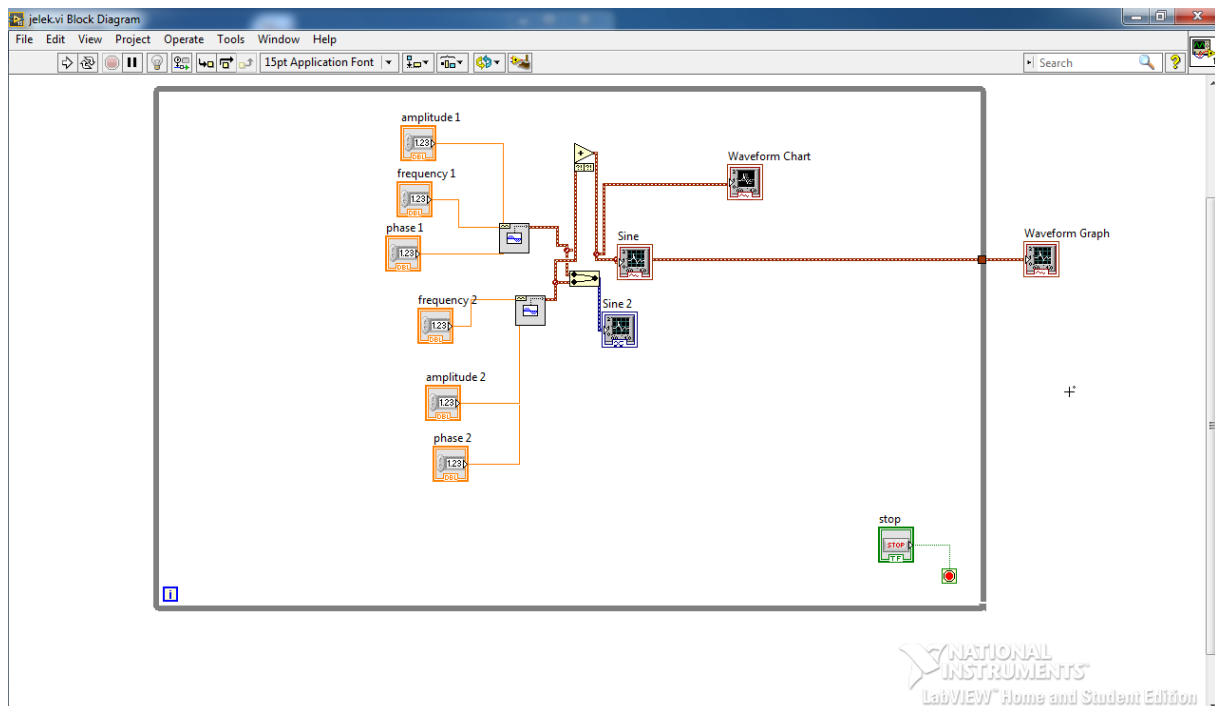


A rezgések összetétele (Labview alkalmazás)

Egy test egyidejűleg több rezgést végezhet, ha több periodikus erő hat rá. Két rezgés zavartalan összetevését (egyik a másik időbeli lefutását nem zavarja) szuperpozíciónak nevezzük. Mivel az erők vektorilag összegződnek, az eredő kitérés az egyes kitérések vektori összege. Az eredő rezgés kitérés-idő grafikonját megkapjuk, ha minden időpillanatban összeadjuk a két kitérést.

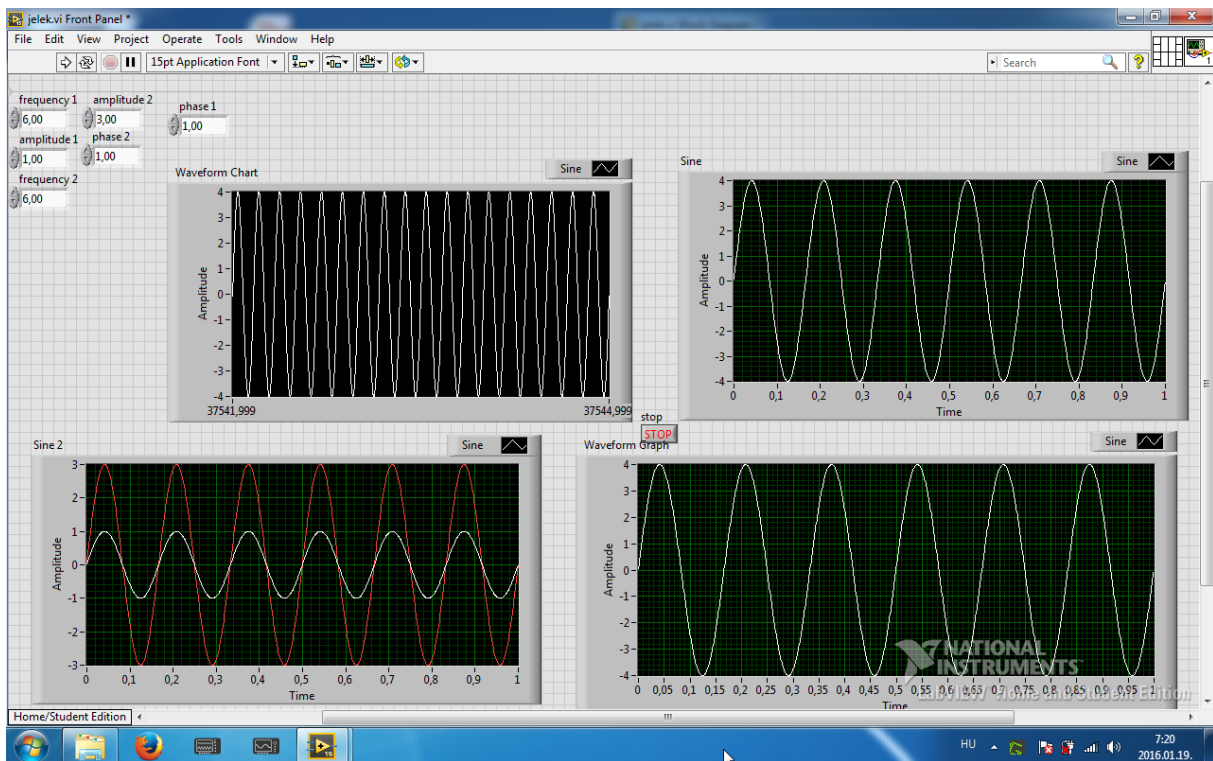
A rezgések összetevéséhez az alábbi programot használtuk:

<https://drive.google.com/file/d/0BxR8wJPo1rp-a09aU2hicjQzSzg/view?usp=sharing>

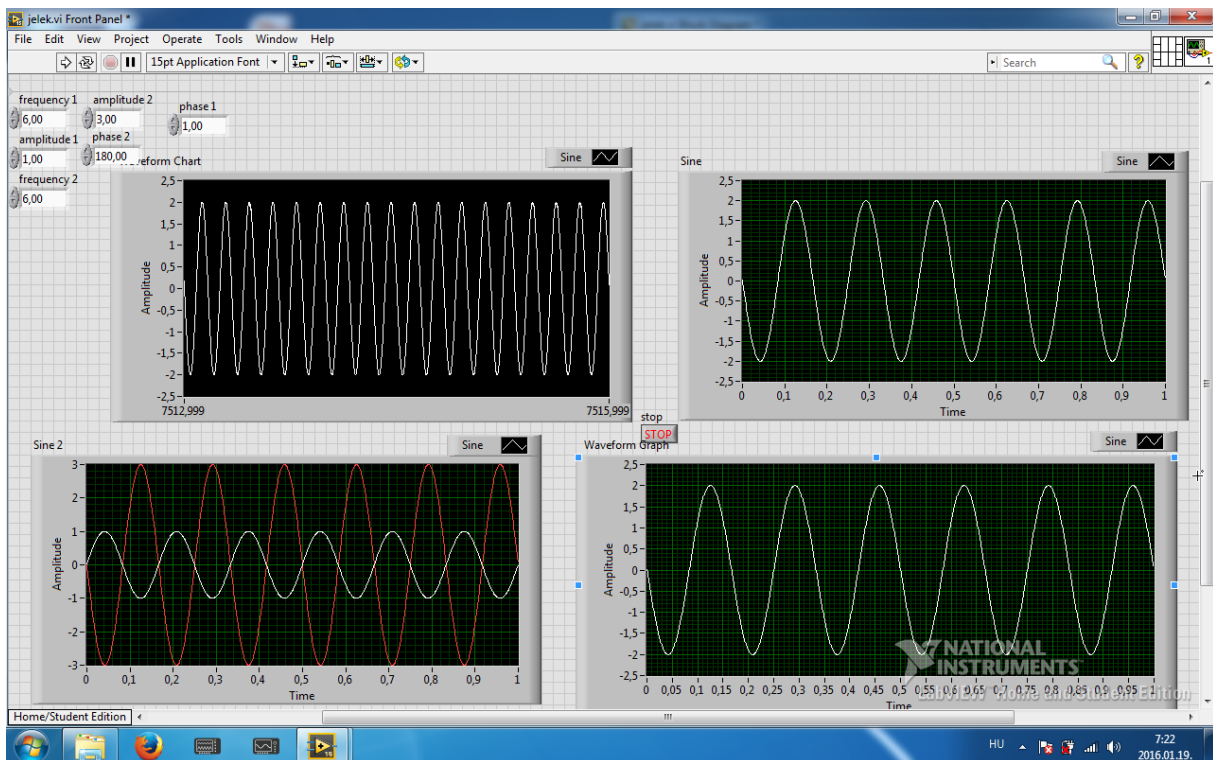


A program futtatásával kettő, egymástól független jel generálódik. Ezek jellemzőit a felhasználó tudja -akár a program futása során- is módosítani (amplitúdó, frekvencia, fázis). Az úgynevezett Numeric Control-ok segítségével befolyásolhatóvá válnak a generált jelek, melyek két irányba ágaznak el. Az egyik elágazás következtében, a „Merge Signals” segítségével lehetővé válik, hogy a két jel egy grafikonon legyen ábrázolva. A másik elágazás folyamán a két jel összeadódik és két grafikus megjelenítő egység segítségével a program futása során is láthatóak az összeadott jelek. A program futásának befejeztével, egy Waveform Graphnak köszönhetően megjelenítésre kerülnek a futás folyamán mért összeadott jelek. A programot egy while-ciklus foglalja magába, melynek segítségével a program addig fut, amíg a felhasználó a stop gomb megnyomásával meg nem állítja. A fenti program felhasználásával elektromos jeleket generálunk, (hasonlóan a párhuzamos rezgések összetevésénél), az eredő jelet láthatóvá tehetjük. Az amplitúdó, fázisszög és frekvencia függvényében, erősítést, gyengítést és lebegést tanulmányozhatóvá válik.

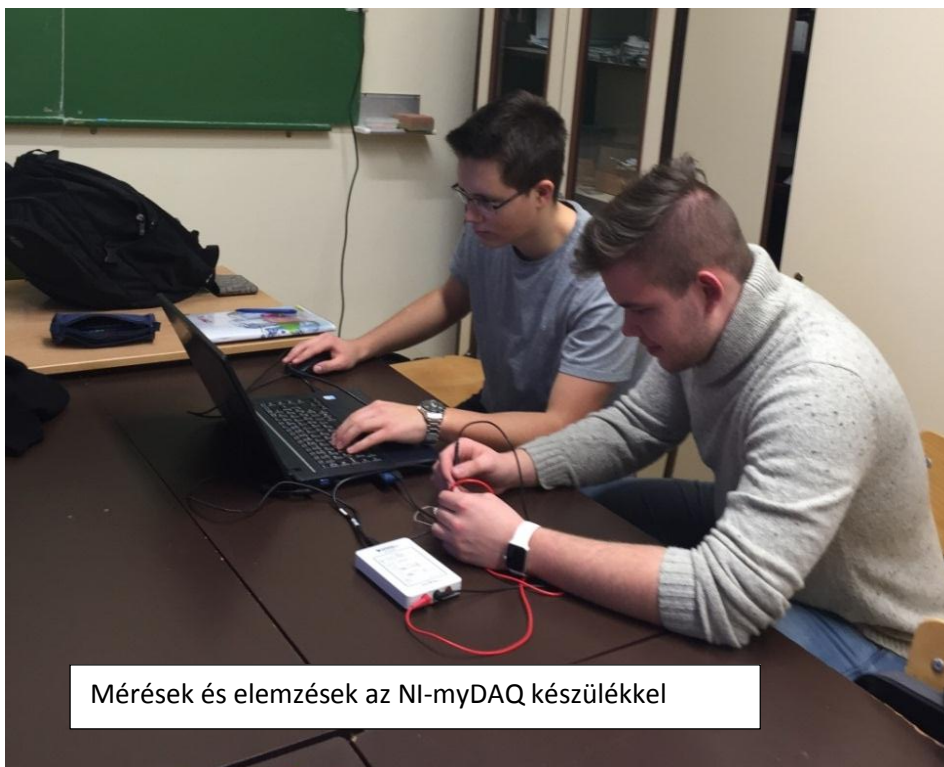
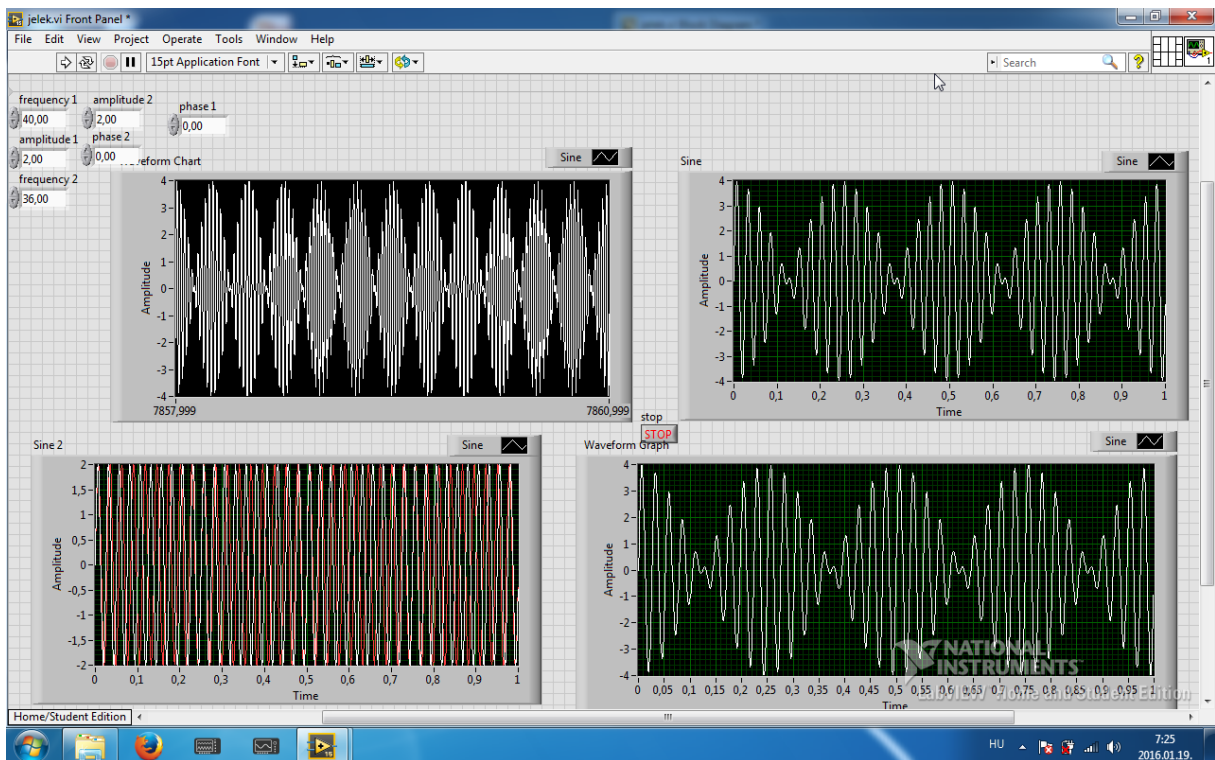
Határozzuk meg két ugyanakkora frekvenciájú nem azonos fázisból induló harmonikus rezgés eredőjét.



Határozzuk meg két ugyanakkora frekvenciájú ellentétes fázisból induló harmonikus rezgés eredőjét!



Lebegés: Legyen két azonos amplitúdójú rezgés, melyek frekvencia különbsége néhány Hz.



Mérések és elemzések az NI-myDAQ készülékkel

Felhasznált szakirodalom:

Budó Ágoston: Kísérleti fizika II., Tankönyvkiadó, Budapest, 1971

Simonyi Károly: Villamosságtan, Akadémiai könyvkiadó, Budapest, 1973

Fizika 11. Mozaik kiadó, Szeged, 2014

<http://docplayer.hu/1055478-Ni-mydaq-hasznalati-utasitas-es-specifikacio.html>

http://www.ms.sapientia.ro/elektronika/fileok/analog_szamtech/egyeniranyitas.pdf

http://www.puskas.hu/r_tanfolyam/radio_vevokeszulekek.pdf

<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/elektronika-elektrotechnika/szinuszos-mennyisegek-valtakoza-aramu-aramkorok/soros-r-c-kapcsolas-a-kondenzator-vesztesege/soros-r-c-kapcsolas>

Köszönetnyilvánítás

Az NI-myDAQ eszköz megismeréséért, a Labview rendszer alkalmazásáért köszönet illeti a pályázat kiíróit, a kapcsolattartókat, a konzultációs de. türelmes előadóját. Hasonló gondolatokkal vagyok Berecz János kollégám bizalmáért, Drenyovszki Rajmund türelmes segítségéért. A kitartó, korán kelő és sokszor du. is mérő tanulók munkája példaértékű, bízom, hogy a közös tevékenységnek, az egymástól való tanulásnak, ha nem is azonnal, meg lesz az eredménye.

Kecskemét, 2016. január 20.

Sikó Dezső
szaktanár