

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM

Természettudományi Kar

Kísérleti Fizikai Tanszék

**Számítógépes fizikai mérések a CASSY
rendszerrel**

SZAKDOLGOZAT

Készítette: **Rácz László**

Témavezető: **Dr. Papp Katalin**

egyetemi docens

2006

I. BEVEZETÉS

A mérés a gondolkodás feltehetően legrégebbi termékei közül való. Alapja az összehasonlítás, a leggyakoribb formája a megszámlálás. A mérés a mennyiség első absztrakciójának köszönhető, és maga a mérés szinte minden mérhetőre kiterjed. A mérés alapvető dolog a tudományos életben, kutatásban. Kezdetben a matematikai tudományokban, később minden tudományban, de a mindennapi életben is központi szerepet kapott és döntően befolyásolja a gondolkodásunkat. A fizikában és a műszaki tudományokban a mérés a valós világ tárgyai, eseményei fizikai mennyiségeinek összehasonlítási folyamatából áll. [7]

A középiskolai fizikatanítás elképzelhetetlen a tapasztalati alapokat megadó és az érdeklődést felkeltő tanári, tanulói mérés, kísérletezés nélkül. Az elmúlt években a központi tantervi szabályozások eredményeképpen lecsökkent a középiskolai fizikaoktatás óraszámja. A kísérletezéseket, illetve a méréseket ebben a lecsökkent órakeretben kell megvalósítanunk. A technika fejlődésével egyre több eszközt kapunk ahhoz, hogy minél több szempontból, többféle módszerrel tudjuk vizsgálni a természeti jelenségeket, illetve az általunk előállított modelleket, kísérleteket. Ezek közül célszerű olyanokat választani, amelyekkel rövid idő alatt részletes képet kaphatunk az adott mérés lefolyásáról, eredményeiről. Ennek a célnak rendkívüli módon megfelelő eszköz a számítógép, amely interface, és érzékelők segítségével alkalmas a különböző folyamatok pontos rögzítésére, leírására és széles körű, gyors kiértékelésére. Használhatjuk tanári kísérletek bemutatásakor, de a tanulók is dolgozhatnak vele szakköri, illetve fakultációs keretek között. A konkrét alkalmazási példákon keresztül a diákok ráérezhetnek a számítógépek sokoldalú felhasználhatóságára.

A szegedi Dugonics András Piarista Gimnázium fizika szertára rendelkezik a Cassy számítógéppel vezérelt mérőeszközzel. Szakdolgozatom célja ennek a rendszernek a bemutatása néhány kísérleten keresztül.

II. A SZÁMÍTÓGÉP ALKALMAZÁSA AZ OKTATÁSBAN

1. A számítógép, mint oktatási eszköz

A tanár jelenléte az oktatás folyamat során rendkívül fontos, még akkor is, ha modern korunkban a tömegoktatás a divat, mert az kifizetődő. Az emberi kapcsolatok ugyanis a legfontosabb meghatározók a szellemi fejlődés során. A leghatékonyabb nevelő a tanár személyisége. Bármely tudomány csak ez után lehetséges. A tanár személyisége az a döntő tényező, amely a tanulót el fogja indítani, hogy a tudást megszerezze. A tudást ugyanis mindenkinek magának kell megszereznie.

Nem mindegy azonban, hogy a tudás megszerzése során milyen eszközök állnak a rendelkezésre. Egy időben az írásvetítő volt az, amit felfedezett az oktatás. Ma a számítógép van a porondon. Nagyon nagy kihívást jelent az olyan eszköz, amelyet az információ befogadására, feldolgozására, annak különböző megjelenítésére hoztak létre. Univerzálisnak tűnik, azonban a tanárt nem helyettesíthetjük vele. Kétségtelen azonban, hogy igen sok terület van, ahol a számítógép teret hódít az oktatásban.

- A szövegszerkesztő, mint általánosan alkalmazott eszköz használatos a tanári munkában mindenütt, ahol írásos feladat lehetséges.
- Hasonló a helyzet a táblázatkezelőkkel.
- Az előadások megtartását jól lehet ppt eszközökkel támogatni.
- A képeket, szemelvényeket ugyancsak számítógéppel, vagy kiegészítőikkel, scannerrel, digitális fényképezőgéppel vihetjük át olyan formára, ahol a tanulók elé kerül.
- A tanár a vázlatokat, amelyeket az óra megtartásához használ, közzéteheti. A floppy-tól a helyi hálózaton keresztül az internetig sok minden lehetséges. A vázlat bármekkora terjedelmű, akár tankönyv méretű is lehet.
- A különböző technikai jellegű tárgyak, mint a fizika, elektronika stb. a számítógép mérőeszközéül szolgálhat.
- Sok lehetőség rejlik olyan esetekben, amikor alkalmas szoftverrel máshogy be nem mutatható jelenségeket szemléltetünk. Ilyenek pl. a szimulációk.
- A számítógép lehetővé teszi ellenőrző jellegű szoftverek futtatását.
- Egyre elterjedtebb a kapcsolattartás a tanár és a diák között elektronikus levelezés útján. A házi dolgozatok elkészítése, és beszédese. [5]

2. A számítógép és a fizikaoktatás

A szimuláció során a jelenségeket számítógépen állítjuk elő. Erre olyan esetekben van szükség, amikor a kísérlet a tanteremben nem valósítható meg mérete, bonyolultsága, költséges volta miatt. Ilyen pl a Rutherford szórás, az atomerőmű működése stb.

A hosszú idejű jelenségek bemutatása esetén az idő felgyorsítható, így sok évmilliót igénylő égi mechanikai, illetve csillagászati folyamatokat szemléltethetünk.

Rövid idejű jelenségek, mint pl. az ütközések, rezgések vizsgálhatók, analizálhatók a számítógép segítségével.

Statisztikus fizikai jelenségeket tanulmányozhatunk, ahol a rendszer nagy elemszámú, az ütközések véletlenszerűek. A lépésszám korlátlanul változtatható.

Tanulói mérések eredményeinek feldolgozását, kiértékelését, függvények rajzolását végezhetjük számítógéppel.

A számítógép mérőeszközként is alkalmazható. Kis átalakítással, illetve interface használatával alkalmassá tehető fizikai mennyiségek mérésére. [6]

III. A Cassy rendszer

1. Ismertetés

A CASSY mozaik szó, a Computer Assisted Science System (Komputerrel vezérelt tudományos rendszer) rövidítése. A rendszert a számítógép MS_DOS programjával és a CASSY-E rendszerrel, mint interface egységgel használjuk, mely segítséget nyújt kísérletek elvégzéséhez, kiértékeléséhez, ábrázolásához a fizika, technika, kémia és biológia területén. A CASSY rendszerben feszültségeket és impulzusokat használunk bemenetként, de kimenetben is megjelenhetnek. Így az interface alkalmas:

egyen- és váltófeszültség mérésére, bizonyos mennyiségek feszültséggé alakítására a négy analóg bemeneten (A, B, C, D)

idő, sebesség, frekvencia mérésére a két időmérő bemeneten (E, F)

analóg feszültség a külső folyamatok ellenőrzésére (X, Y)

Az MS-DOS L kapcsoló egy kapcsolótáblából és egy szalagkábelből áll. A tábla a szalagon keresztül van kapcsolatban a Cassy-E-vel.



1. ábra: A Cassy-E interface

Biztonsági útmutatások

- A CASSY-E-hez vezető szalagkábel csak a számítógép kikapcsolt állapotában csatlakoztassuk, illetve szereljük szét.
- Az interface-t csak kis feszültségeken üzemeltessük:

Az A...F bemeneteken maximum ± 30 V

Az X és Y kimeneteken maximum ± 15 V

A relén maximum 30 V/1A

- Figyeljünk arra, hogy a CASSY-E interface A...F bemeneteinek alsó csatlakozói összekapcsolva csatlakoznak a számítógép földpontjához

A CASSY- rendszerhez többféle szenzor és konverter, érzékelő doboz, illetve szoftver rendelhető:

Szenzor és konverter	Érzékelő dobozok	Szoftverek
		Mérés és kiértékelés (524117)
Univerzál mikrofon (58626)		Rezgések (524301)
		Univerzális kiértékelő program (525032)
		Csatolt inga (524312)
Fotokapu (33746)		Mérés és kiértékelés (524112)
		Univerzális kiértékelő program
		Mozgások (524332)
		Ütközési kísérletek(524722)
Fotokapu és küllős kerék (337461)		Mozgások (524332)
	Mozgásérzékelő(524032)	
Mozgásérzékelő (337631)	Mozgásérzékelő(524032)	Univerzális kiértékelő program
		Mozgások (524702)
Útérzékelő(529031)	Áramforrás doboz (524031)	Mérés és kiértékelés (524112)
		Univerzális kiértékelő program
Erőérzékelő (314260)	Híd doboz (524041)	Mérés és kiértékelés (524112)
		Univerzális kiértékelő program
Röntgensugarat számláló (55901)	GM doboz (524033)	Mérés és kiértékelés (524112)
		Univerzális kiértékelő program
Geiger számláló 667918)	GM doboz (524033)	Mérés és kiértékelés (524112)
		Univerzális kiértékelő program
Nyomás érzékelő (529038)		Mérés és kiértékelés (524112)
Abszolút nyomásmérő (529039)	Indukciódoboz (524038)	Univerzális kiértékelő program
Termisztoros érzékelő (529036)	KTY doboz (524036)	Univerzális kiértékelő program
NiCrMi hőmérsékletérzékelő (666193)	Hőmérsékletdoboz (524045)	Univerzális kiértékelő program
	Elektrométer (524054)	Mérés és kiértékelés (524112)
Fényerősség érzékelő (666243)	Fényerősség doboz (524051)	Mérés és kiértékelés (524112)

		Univerzális kiértékelő program
	Differenciális erősítő (524039)	Mérés és kiértékelés (524112)
		Univerzális kiértékelő program
	Erősítő (524055)	Mérés és kiértékelés (524112)
		Univerzális kiértékelő program

2. ábra: A Cassy-hez rendelhető szenzorok, érzékelő dobozok

2. A CASSY RENDSZER DOS ALATT

Az interface funkciói aktiválhatók a „**Mérés és kiértékelés**” szoftver használatával (A mozgásérzékelőhöz használt „BMW” szoftver német nyelvű, ennek a menüpontjai hasonlóak a „Mérés és kiértékelés” szoftver menüpontjaihoz). A következő programok szerepelnek a lemezen:

- LH.EXE: futtatható program
- LH.CFG: konfigurációs file az
 - áramforrás-doboz (524 031),
 - GM doboz (524 033)
 - pH doboz (542 035),
 - KTY doboz (524 036) és a
 - dU doboz (524 039)inicializálásához.
- LH.TXT: Szöveg file
 - A file-t bármilyen szövegszerkesztővel módosíthatjuk, a file kicsomagolása után.
- LH1.TXT-LH6.TXT:
 - Előkészített szöveg file-ok, amelyekbe a felhasználó beírhatja az egyes mérésekre vonatkozó megjegyzéseit.
- <DIR> file-ok:
 - Mérési példákat tartalmazó alkönyvtárak.

Mérő és kiértékelő programok

Az LH.EXE behívásával 6 mérőprogram közül választhatunk. Ezeken csatornánként 2500 mérési pontot vehetünk fel, ábrázolhatunk és értékelhetünk ki.

- Feszültség mérése a B és C analóg bemeneteken (ill. az A és/vagy D bemenetre kapcsolt analóg mérő és érzékelődoboz esetén az A,D az A,C vagy a B,D bemeneteken.
 - Multiméter (egy- vagy kétcsatornás), nagyméretű kijelzővel
 - Tárolós oszcilloszkóp (egy vagy kétcsatornás)
 - XY-rajzoló
- TTL impulzusok felvétele az E és F időmérő bemeneteken keresztül
 - Elektronikus stopperóra

- Frekvenciamérő és impulzusszámláló

- Számítógép nélkül végzett mérések billentyűzetten keresztül bevitt adatainak kiértékelése, valamint a számítógéppel végzett mérések adatainak további feldolgozása az "XYZ-bevitel" program segítségével.

A „Mérés és kiértékelés” program használata

A programokra és azok használatára vonatkozó tudnivalók a menü-vezérelt programba beépítve találhatóak:

- Az „Ismertetés/Megjegyzés” menüpont, amely a program által nyújtott mérési lehetőségekről tájékoztat
- A képernyő legalsó sorában található útmutatások
- A "Help" által adott tájékoztatások, amelyeket az F10 billentyűvel érhetünk el akkor, amikor az „F10-HELP” , vagy az „F10-formula help” jelzés látható a képernyő alsó sorában

A gyakrabban használt utasítások összefoglalása:

- Egy menüpont kiválasztása: álljunk rá a kívánt menüpontra a kurzor billentyűkkel és nyomjuk meg az Entert.
- Bevitel a billentyűzetről: A program számára szükséges adatokat a billentyűzetten gépeljük be, majd nyomjuk meg az Entert. Minden új bevitel felülírja a korábban bevitt adatot. Egyes karakterek a funkcióbillentyűk segítségével érhetők el: F1 – Ω
F2 – 2 F3 – $^{\circ}$ F4 – μ F5 – σ F6 – α F7 – θ F8 – δ F9 – f
Szorzás a*b, osztás a/b, hatványozás a^b, négyzetgyökvonás sqrt(a)
- Bevitel törlése: „Esc”
- Visszatérés az előző képernyőhöz. „Esc”
- A program újraindítása hibaüzenet után: „Esc”
- A mérés leállítása „Esc”
- A képernyő kinyomtatása: Az aktuális képernyő tartalmát a „Shift-Print Screen” billentyűkkel nyomtathatjuk ki. Ugyanezen billentyűk ismételt leütésével állíthatjuk le a nyomtatást. A nyomtatás alatt a programmal tovább dolgozhatunk.

Számítógép-vezérelt mérés

A „Mérés és kiértékelés” program betöltése után a programválasztó menüből öt mérőprogram közül választhatunk, amelyek az interface analóg és időmérő bemenetein keresztül mérnek:

- Három mérőprogram, amelyekkel feszültségeket, vagy feszültséggé konvertált más mennyiségeket mérhetünk egy vagy két analóg bemeneten. A mért mennyiségek kalibrálva, dimenzióhelyesen kerülnek kiírásra.

1. Multiméter: A számítógépes mérőállomás 2 csatornás voltmérőként működik, digitális kijelzővel. A mért feszültség max. 30 V csúcsértékű legyen egyen- és váltófeszültség esetén. Egy- és kétcsatornás üzemmód között választhatunk.

Egycsatornás: feszültség mérése vagy az B vagy a A bemeneten.

Kétcsatornás: feszültség mérése a B és C bemeneten, vagy az A, C vagy a B, D vagy az A, D bemeneteken.

A mért feszültség átszámítható bármilyen fizikai mennyiséggé, melyet feszültséggé alakítva mérünk, de az arányossági tényezőt és a mértékegységet definiálni kell.

A mért mennyiséget a következő változók függvényében vehetjük fel:

- mérési sorozat szerinti „n” szám
- az „n” sorszám és egy billentyűzeten keresztül bevitt mennyiség (paraméter)
- az „n” sorszám és az automatikusan mért „t” idő

A program alapbeállítása

- egyenfeszültség mérése a B bemeneten
- csatlakoztatott mérődoboz esetén mérés az A vagy D bemeneten
- grafikon $U(n)$

2. Oszilloszkóp: A mérőállomás tárolós oszcilloszkópként működik, amely a B és C analóg bemenetekre kapcsolt U_1 és U_2 feszültségeket méri az idő függvényében. Egy- vagy kétcsatornás üzemmód. A mérési időt 1 ms és 9999 ms, valamint 1 s és 1250 s között választhatjuk meg. A választott mérési idő lesz a t tengelyen szereplő legnagyobb érték. A kiválasztott időhöz a program egy időbeli felbontást rendel (0,02 ms...0,5s). Ez határozza meg a mérési pontok számát.

Adatfelvétel indítása

- billentyűleütésre
- automatikusan
- a bemenetre kapcsolt mérődobozon át

Adatfelvétel

- folyamatosan (indítás, megállítás F1-gyel)
- indítás F2-vel (a mérés az előre beállított mérési idő után áll le)

3. X-Y rajzoló: Az interface B és C analóg bemeneteire kapcsolt U_1 és U_2 pillanatnyi feszültségek közötti függvénykapcsolat felvételére alkalmas.

$$U_2 = f(U_1)$$

- Két mérőprogram, amelyek az E és F időmérő bemeneteken mérnek, nagyméretű digitális kijelzővel:

1. Stopperóra: A start és a stop jel közötti időtartam mérésére, részidőmérési lehetőséggel

2. Frekvenciamérő: Digitális számlálóként működik az interface E digitális bemenetén megjelenő jelekre (minimális amplitúdó: +3 V, TTL jelszint).

Akusztikus impulzus jelzés impulzusszámlálás esetén, amely ki-be kapcsolható az F4 billentyűvel.

Mérési módszer:

- előre megadott kapuidő (t) alatt beérkező impulzusszám (N) mérése
- előre megadott impulzusszám (N) beérkezéséhez szükséges idő (t) mérése.
- a frekvencia és az impulzussűrűség kiszámítása „N” és „t” alapján.

Kijelzők

Frekvenciamérés esetén

- a frekvencia folyamatos kiírása (f)
- az impulzusszám kiírása (N)
- a periodusidő kiírása T(s)

Impulzusszámlálás esetén

- impulzus sűrűség R (1/s)
- a beérkezett impulzusszám (N) folyamatos kiírása

A mért mennyiségeket felvehetjük

- a mérés sorszáma (n) függvényében
- egy paraméter függvényében
- az ismétlési idő függvényében

Ha az interface-hez egy vagy két érzékelő-dobozt csatlakoztatunk, akkor a mérési program kiválasztásakor a gép automatikusan a mérendő mennyiségnek vagy mennyiségeknek megfelelően kalibrálja magát, és erről a vezérlő mezőben tájékoztat, például áramforrás-doboz (524 031) használata esetén ellenállást R jelez ki, hőmérséklet-doboz esetén a T hőmérsékletet.

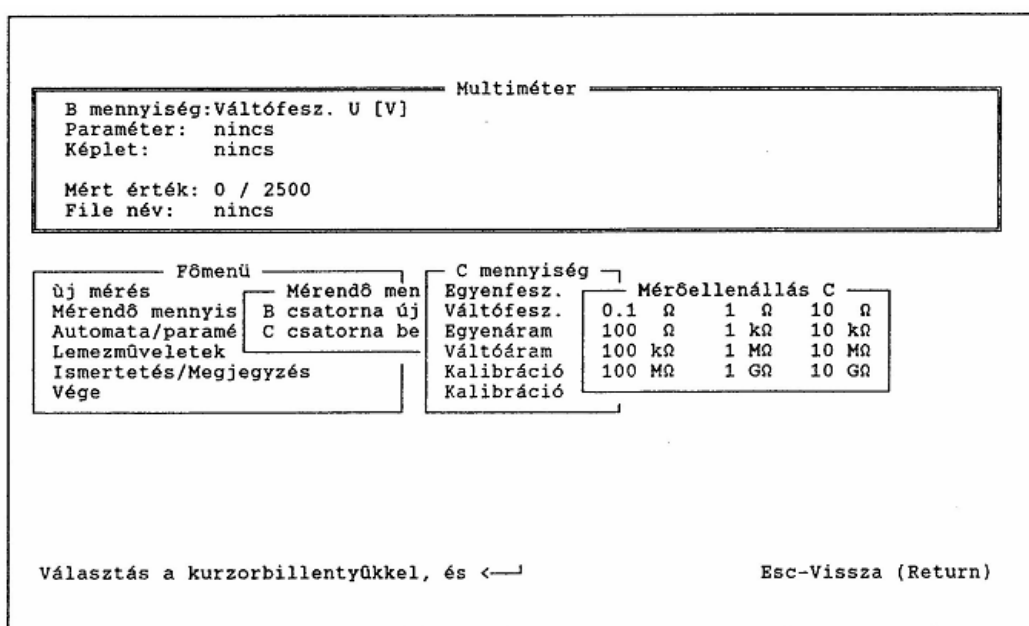
A kívánt mérés elindításához a kurzorbillentyűkkel válasszuk ki a megfelelő programot és nyomjuk meg az Enter billentyűt. Ekkor megjelenik a kiválasztott program menüsora.

Elkezdhetjük a mérést: a vezérlőmezőben meghatározott fizikai mennyiségre vonatkozó adatfelvételt és a mért adatok megjelenítését.

Ha a vezérlőmezőben szereplő beállítások megfelelnek a méréshez, akkor a mérést az „Új mérés” menüpont választásával vagy az F1 billentyűvel indíthatjuk el. Ezzel a mérőképernyőre kapcsolunk. A mérési adatok felvétele a képernyő alsó sorában található tájékoztatás szerint történik. További tájékoztatást kaphatunk a mérésről az „Ismertetés/Megjegyzés” menüpont alatt.

A beállítások módosítása

A programon belül a különböző mérési feladatoknak megfelelő beállításokat a „Mérendő mennyiség választás”, „Méréshatár választás” és az „Idő/élek választása” menüpontok alatt található almenü-pontok alatt választhatjuk ki.



3. ábra: A beállítások módosítása

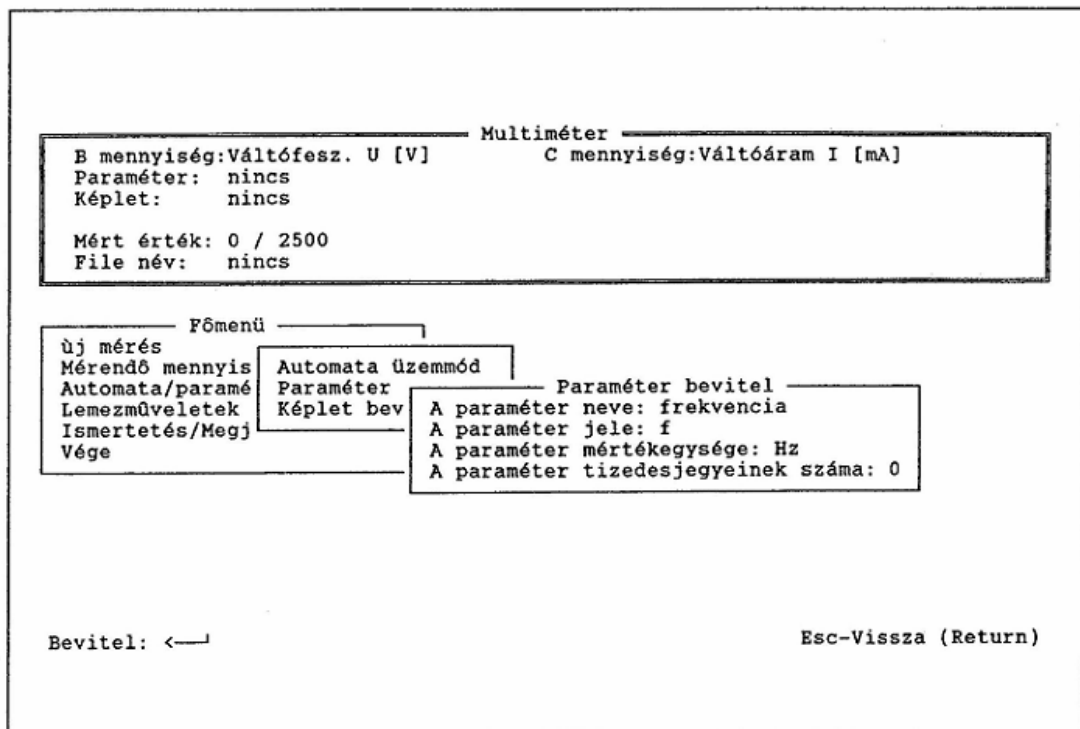
Összetettebb mérési és kiértékelési feladatoknak megfelelő beállításokat valósíthatunk meg az „Automata/paraméter/képlet” menüpont alatt található funkciókkal.

Jelentése:

- Automata: A mérés bizonyos előre beállított időközönként megismétlődik. A mérést a képernyő alsó sorában található útmutatásoknak megfelelően billentyű leütéssel állíthatjuk meg. A mért adatok automatikusan a RAM-ba kerülnek.

Ha paramétert adunk meg, az automatikusan kikapcsolja az automata mérés ismétlést.

- **Paraméter::** Minden y mért értékhez (vagy, kétcsatornás üzemmód esetén minden y_1 és y_2 adatpárhoz) hozzárendelhetünk egy x értéket a billentyűzeten keresztül (pl. egy, az interface által mért x adatot, ami szükséges az $y=f(x)$ sorozat felvételéhez). Ha itt kijelölünk valamilyen paramétert, akkor minden egyes mérés után a képernyő alsó sorában a program kérésére beírhatjuk a kívánt paraméter.
Az automatikus mérésismétlési mód bekapcsolásakor a paraméter beállítás törlődik.

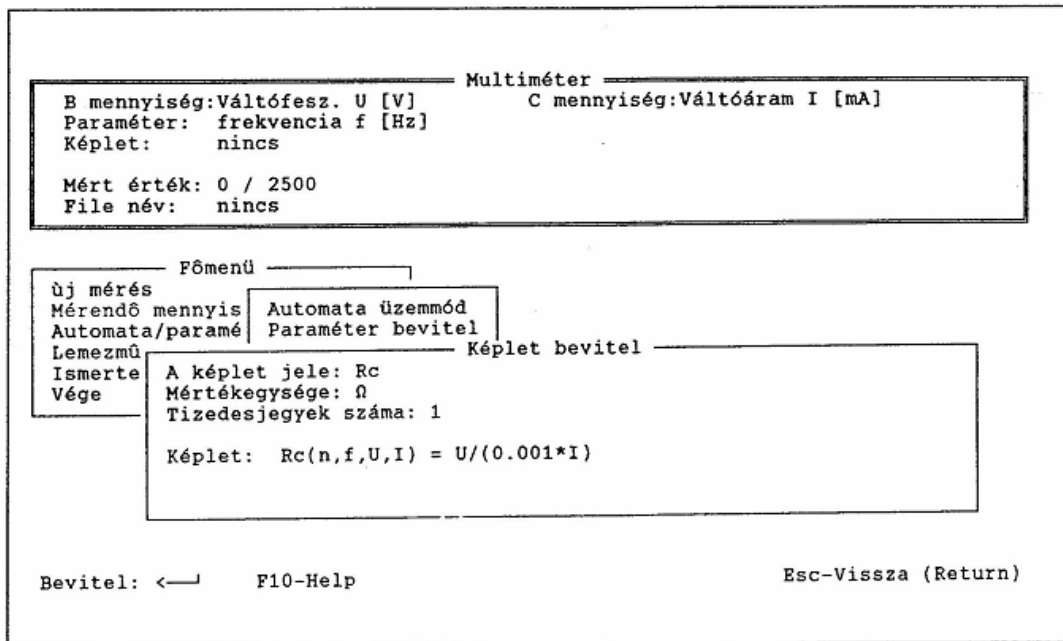


4. ábra: A paraméter beállításai

- **Képlet:** Lehetőséget nyújt minden, a RAM-memóriában található adat egymással és a billentyűzeten keresztül a mérés előtt vagy későbbi kiértékelés során bevitt adatokkal és számokkal való kombinálásra (pl. az R ellenállás kiszámítása a mért U és I értékekből). A képlettel kiszámolt mennyiség megjelenik a mérőképernyő táblázatában (digitális kijelzőjú programok esetén) és a RAM memóriába kerülnek (minden program esetén), így azokat a grafikus kiértékelés során használhatjuk. A „Képlet bevitel” menüpont alatt határozzuk meg a képlet segítségével a kiszámítandó fizikai mennyiséget, amelyet a program a „Képlet” sorban megadott módon számít ki. A program csak a számértékekkel dolgozik, és az eredmény végére az általunk megadott mértékegységet írja.

A képlet törlődik, ha

- megváltoztatjuk a mérendő mennyiségeket,
- ki- vagy bekapcsoljuk a második csatornát,
- az automata mérésismétlést vagy a paraméter beállítást bekapcsoljuk, módosítjuk vagy töröljük.



5. ábra: Képlet bevitel

A vezérlőmezőben megjelennek az aktuális mérésre vonatkozó beállítások, így a felhasználó látja a pillanatnyi mérési lehetőségeket.

Megjegyzés: A mérésre vonatkozó beállításokat elmenthetjük egy file-ba, akkor is, ha nem vettünk még fel mérési adatokat. („Lemezműveletek” menüpont). HA később ezt a file-t behívjuk, az adott beállításokkal azonnal kezdhetjük a mérést.

A mérés végrehajtása

Ha a vezérlőmezőben lévő beállítások megfelelnek a kivitelezendő mérésnek, átkapcsolhatunk a mérő képernyőre az „Új mérés” vagy a „Mérés” menüpont aktiválásával.

A mérési adatok felvétele után az Esc billentyűvel térhetünk vissza a főmenühöz. A mért adatok MEASURE.DT? név alatt automatikusan elmentésre kerülnek a merevlemezre.

Ha a következő lépések valamelyikével töröljük a RAM memória tartalmát, elveszítjük a mért adatokat:

- Ha az „Új mérés”, vagy a „Mérés” menüpontok valamelyikét aktiváljuk,
- Ha megváltoztatjuk a mérendő mennyiségeket vagy a méréshatárokat,
- Ha a második csatornát be- vagy kikapcsoljuk,
- Ha a trigger módot (oszilloszkóp), vagy az indító/megállító éleket (stopperóra) megváltoztatjuk,
- Ha az automata üzemmód vagy paraméter beállítást megváltoztatjuk.

A mérési adatok kiértékelése

A mérési adatok numerikus kiértékelésére már egyetlen mérési adat esetén is lehetőségünk van („Képlet” menüpont). Grafikus kiértékeléshez legalább három mérési adat szükséges.

- A „Mérési adatok megjelenítése” menüponttal kiírathatjuk a mért adatokat táblázatban, vagy pedig az egyes adatpárokat nagyméretű digitális kijelzőn. A nem kívánt mérési adatokat a DEL \leftarrow utasítással törölhetjük, ahol n a törölni kívánt adat sorszáma.
- Digitális kijelzőjű programok esetén a „Mérés folytatása” menüponttal visszatérhetünk a mérőképernyőre és további adatokat vehetünk felváltoztatlan program beállítások mellett. A mérés folytatása csak akkor lehetséges, ha egyetlen mérési adatot sem töröltünk a táblázatból és nem változtattuk meg a beállításokat.
- A „Grafikus kiértékelés” menüponttal kapcsolhatunk át a kiértékelési képernyőre, ahol a mérési adatokat az „Ábrázolás választás” menüpont alatt meghatározott módon ábrázoljuk. Az F10 billentyűvel elérhető Help szövegek tájékoztatnak a lehetséges kiértékelési eljárásokról. A mérési adatok ábrázolása Descartes-féle derékszögű koordináta-rendszerben történik. Az y tengely kétcsatornás mérés esetén kétféle skálázással rendelkezik. A koordináta tengelyek maximuma a legnagyobb mérési pont értékével egyezik meg. Digitális kijelzőjű programok esetén az y érték az interface segítségével mért adatot jelenti, x pedig a méréstől függően lehet
 - mérés sorszáma (n)
 - automatikus mérésismétlés esetén a mérési idő (t)
 - a mérés során bevitt paraméter (ha van ilyen)

Rajzoló programok esetén az $y = f(t)$ ($y_1 = f(t), y_2(t)$) adatpárok („Tárolós oszcilloszkóp”), illetve az $y_2 = f(y_1)$ adatpárok („XY-rajzoló”) ábrázolása vonalakkal összekötött pontokkal történik.

- Az „Ábrázolás választás” menüpont alatt határozhatjuk meg a méréshez legjobban megfelelő ábrázolási módot.
 - Tengelyek mennyiségeinek a megválasztása (y tengelyen kétféle mennyiség is lehet egyidejűleg), tengelyek skálázása
 - A mért mennyiség négyzetének, reciprokának, reciprok négyzetének, logaritmusának az ábrázolása
 - „Tengelyek optimalizálása”: a tengely skálázása a mérési adat minimumától a maximumáig terjed

Lemezműveletek

A „Lemezműveletek” menüpont alatt találjuk meg a mérési adatsorok és programbeállítások mentésére, behívására és törlésére vonatkozó utasításokat. Innen hívhatjuk be a „Multigráf” képernyőt is, amelyen akár tíz mérési adatsor egyidejű kiértékelése is lehetséges összehasonlító elemzés céljából. A képernyő nyomtatását a Shift-PrtSc billentyűk lenyomásával indíthatjuk el. [9]

3. A CASSY RENDSZER WINDOWS ALATT

Az „Általános adatfelvétel” szoftver-csomagot számítógép-vezérelt mérésekhez használhatjuk. A windows program felhasználóbarát kialakításának köszönhetően a szoftver használata a kevésbé gyakorlott felhasználónak sem okozhat nehézséget.

Ha nem akarunk új mérést végezni, csak lemezzel betöltött korábbi mérési eredményeket feldolgozni, akkor nincs szükség a CASSY interface-re.

Szoftver installáció

A lemezen található SETUP.EXE nevű program, amely elvégzi a lemez tartalmának a merevlemezre történő installációját. Ha szükséges, a SETUP.EXE létrehoz egy alkönyvtárat a merevlemezre az „Általános adatfelvétel” program számára (pl. C:\LHWIN) és bemásolja az összes szükséges file-t. A setup program ezenkívül létrehoz egy CASSY nevű programcsoportot a Program Manager-ben, ami tartalmazza magát a programot és egy sor mérési példát.

A program használata

A windows alatt futtatható programcsoport angol vagy német nyelven érhető el. Az általános adatfelvétel programot a „Universal Data Acquisition” feliratú ikon segítségével indíthatjuk el. A programcsoport további ikonjai a *mintakísérletek*hez tartoznak, amelyeket szintén kétszeri klikkeléssel indíthatunk el. A mintakísérletre vonatkozó tudnivalókat a CASSY programcsoportban található „I” ikon segítségével érhetjük el, és akár ki is nyomtathatjuk.

A program elindításakor megjelenik a főablak. Az üres főablak egy üres laboratóriumhoz hasonlítható, ahol még nem építettük fel a kísérletet. Ekkor két lehetőségünk van:

- Új kísérletet indíthatunk el: összeállítjuk a mérő- és vezérlőberendezéseket, végrehajtjuk a kísérletet és kiértékeljük a mérési eredményeket
- Betölthetünk egy kísérletet tartalmazó file-t, végrehajtjuk és kiértékeljük a mérést.

A mérés és vezérlés előkészítése

Egy adott mérési és vezérlési feladat beállításához először meg kell határozni a Cassy ki- és bemeneteket. Ezt a „Channels” (csatornák) főmenü pont alatt tehetjük meg, ahol az egyes Cassy ki és bemeneteket egymástól függetlenül választhatjuk ki és állíthatjuk

be. A beállításokra vonatkozó további információkat az F1 billentyűvel elérhető Help ablakban találhatjuk meg.

A beállítások nem véglegesek. A mérés kezdetéig bármikor megváltoztathatjuk azokat, még akkor is, amikor a műszer megjelent a képernyőn. Ehhez válasszuk a „Channels” majd a „Settings” (beállítások) menüpontot, vagy pedig klikkeljünk kétszer a kívánt műszerre az egér jobboldali gombjával.

„Channels→ Inputs→ Analog Input” (csatornák→ bemenetek→ analóg bemenet)

A CASSY-E négy analóg bemenettel rendelkezik, amelyek közül kettőre érzékelődobozokat is csatlakoztathatunk. Az összes analóg érzékelődobozt használhatjuk. Ezek használata elsősorban olyan esetekben javasolt, amikor az ismételt mérések közötti idő nagyobb, mint 1 s. Az érzékelődobozokat egyszerűen be kell dugni a csatlakozóba, még mielőtt az analóg bemenetek beállítására vonatkozó menüpontot választanánk.

Érzékelődobozok nélkül csak feszültséget vagy áramot mérhetünk. Árammérés esetén a program feltételezi, hogy az áram értékét 1 ohmos ellenálláson eső feszültség mérésével kapjuk. Ha más ellenállást használunk, vagy ha más mennyiséget mérünk, meg kell adnunk a képletet, amellyel a program a mért feszültséget a kívánt mennyiséggé konvertálja.

Az eredmény megjelenítéséhez használt műszer rajzát is megválaszthatjuk: a kijelző lehet digitális vagy analóg.

Ha az érzékelődoboz lehetővé teszi a nullpont beállítását vagy a doboz állapotának átkapcsolását (amit LED jelez), akkor lehetőségünk van a „Boksz Tare” (tárálás) ill. a „Boksz LED” ablakok választására.

A számláló bemeneteket (E, F) a „Channels → Inputs → Counter Input (csatornák → bemenetek → számláló bemenet) úton érhetjük el.

A két analóg kimenet (X, Y: 10V /1 A) beállításához „Channels → Inputs → Analog Output” módon jutunk el. Az analog kimenetre küldendő mennyiséget képlet segítségével határozhatjuk meg.

A „Channels → Formula” (csatornák → képlet) menüpont alatt olyan képleteket adhatunk meg, amelyekkel a bevitt adatokat változtathatjuk meg (ezek nem kerülnek az interface-re).

A mérés elindítása

A „Channels → Time” menüpont alatt az időmérés mértékegységét (h, min, sec) és a mérési pontok között eltelt időintervallumot adhatjuk meg.

A mérés során az összes mérési mennyiség a RAM memóriába kerül. A mérés elindítása után a be- és kimeneteket nem változtathatjuk meg. Egy kiválasztott műszert csak akkor zárhatunk be és választhatjuk újra a ki – és bemeneteit, ha a műszerrel való mérést töröltük és a változókat lenulláztuk.

A mérés megkezdése előtt töröljük az előző mérés adatait: „ Measuring → Delete Del”. A mérést a „ Measuring → Start Space” menüponttal indítjuk el.

A mérés kiértékelése

A „Channels → Table” menüpont alatt maximum kilenc oszlopos táblázatokat definiálhatunk. A „ File → Print” ill. a „Channels → Copy” választásával nyomtathatjuk, ill. más Windows alkalmazásba másolhatjuk a táblázatot.

A „Channels → Diagram” választása esetén egy x tengelyt és legfeljebb nyolc y tengelyt definiálhatunk. (Célszerű inkább több grafikont létrehozni). A grafikon ábrázolási módjának beállításaira az „Evaluations” (kiértékelési eljárások) főmenüpont alatt van lehetőségünk. Ezek a következők:

- Koordináta-kiíratás a státusz sorban
- Egyes mérési pontok beírása és törlése
- A mérési pontokat összekötő vonalak behúzása és törlése
- A grafikon bal oldalán és tetején elhelyezkedő skála ki-be kapcsolása
- Koordináta-háló ki-be kapcsolása
- A grafikon egy részletének kinagyítása
- Szöveg beírása a grafikon tetszőleges pontjára
- Egy kijelölt tartomány átlagértékének kiszámítása és berajzolása
- Egyenes illesztése a grafikon egy kijelölt tartományára
- Parabola illesztése a grafikon egy kijelölt tartományára
- Egy kijelölt tartomány integráljának kiszámítása és megjelölése

A grafikon nyomtatására és mentésére is lehetőségünk van hasonlóan, mint a táblázatoknál.

A mérési eredményeinket a „File → Save (As)” választásával menthetjük el. Lehetőségünk van új file behívására a fő ablakban: „File → Open” . Ily módon korábban elmentett mérést hívhatunk be, és végezhetünk újra anélkül, hogy a szükséges konfigurációt ismét be kellene állítani. [11]

IV. MÉRÉSEK

1. HARMONIKUS REZGŐMOZGÁS

A kísérlet célja

Bemutatni a rugón függő test *kitérés-idő*, illetve *sebesség-idő* függését. A *kitérés-idő* függvény érintőjének a mereedségéből a sebesség meghatározása, a *sebesség-idő* grafikon alatti területből az amplitúdó meghatározása. A fázistér vizsgálata.

Szükséges eszközök

- Cassy-E érzékelő doboz
- Rugó
- 50 g-os tömeg
- Mozgásérzékelő (337631 szenzor)
- Mozgásérzékelő (BMW) doboz
- Mozgásérzékelő (BMW) program



6. ábra: A harmonikus rezgés kísérleti vizsgálata

A program beállítása

Mérési kalibráció (↵)

Szabad kalibráció (↵)

s kalibráció (↵)

A mennyiség neve: út

A mennyiség jele: s

A mennyiség mértékegysége: cm

Faktor: 100 cm/m

Offset : 0cm

(Esc)

v kalibráció (↵)

A mennyiség neve: sebesség

A mennyiség jele: v

A mennyiség mértékegysége: m/s

Faktor 1m/s(m/s)

Offset: 0

A mérés végrehajtása

Mérési opciók (↵)

s mérése (↵)

v mérése (↵)

Ábrázolás választása (↵)

x tengely választása (↵) t (↵)

y₁ tengely választása (↵) s (↵)

y₂ tengely választása (↵) v (↵)

A sebesség meghatározása

F1 Mérés elindítása

Grafikus kiértékelés

F9 Grafikus kurzor bekapcsolása

Ctrl← Balhatár beállítása

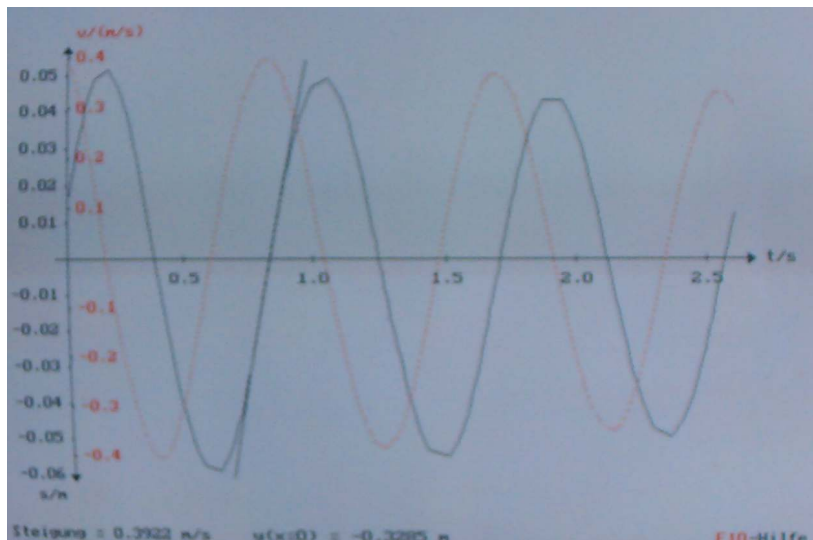
Ctrl→ Jobbhatár beállítása

Enter Adatok rögzítése

F2 A meghatározott pontba érintő egyenes rajzolása

Alt+F2

Az egyenes meredekségének a meghatározása



7. ábra: Érintő illesztése

Az egyenes meredeksége $v=ds/dt=0,3922$ m/s, mely érték a grafikonról is leolvasható.

Az amplitúdó meghatározása

Szükséges változtatás a főmenüben:

Ábrázolás változtatása (↵)

x tengely választása (↵) t (↵)

y₁ tengely választása (↵) v (↵)

y₂ tengely választása (↵) s (↵)

F1 Mérés elindítása

F1 A mérés leállítása

Grafikus kiértékelés (↵)

F9 Grafikus kurzor bekapcsolása

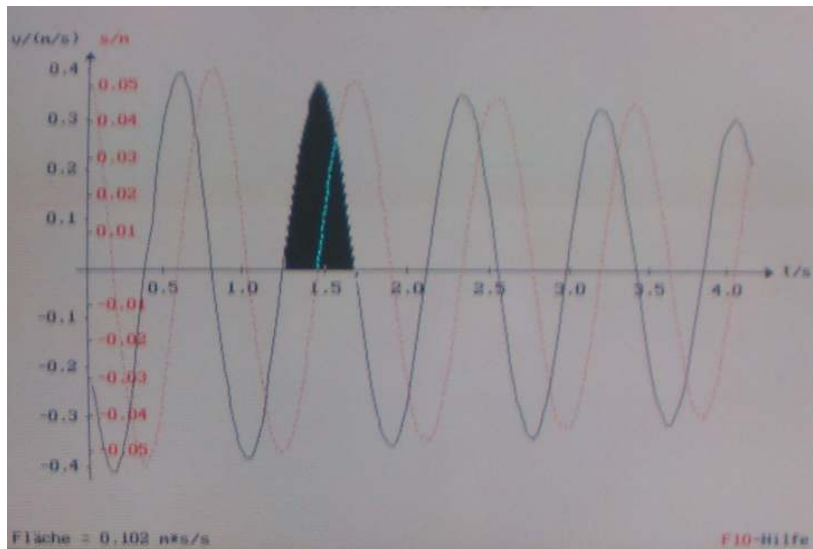
Ctrl← Balhatár beállítása

Ctrl→ Jobbhatár beállítása

Enter Adatok rögzítése

F5 A kirajzolt terület besatírozása

Alt+F5 A besatírozott terület meghatározása

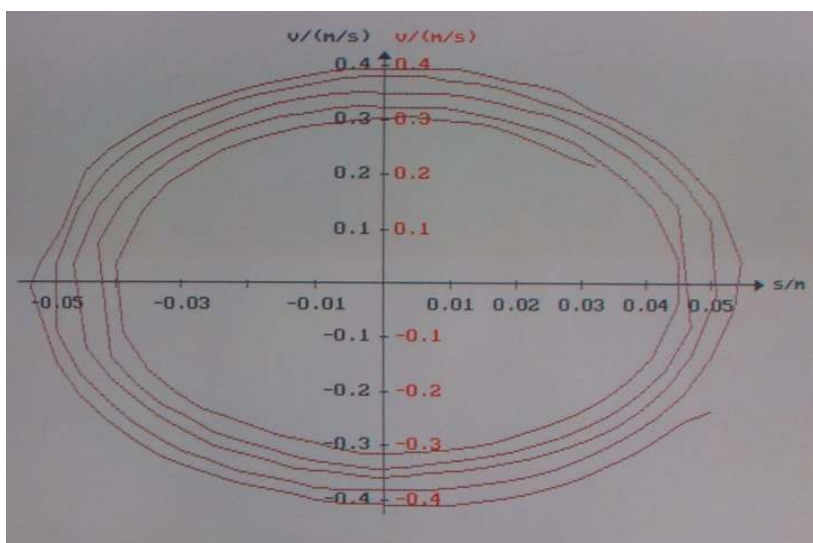


8. ábra: Az amplitúdó meghatározása

A sebesség-idő grafikon alatti terület számértékileg a megtett úttal egyenlő. Az amplitúdó kétszeresének az értéke 0,1 m, amiből $A = 0,05$ m. Ez az érték a grafikonról is leolvasható. [11]

A fázistér vizsgálata

- Ábrázolás választása (↵)
- x tengely választása (↵) s (↵)
- y₁ tengely választása (↵) v (↵)
- Vissza a főmenühöz (Esc)
- Grafikus kiértékelés (↵)



9. ábra: Fázistér

2. LEBEGÉS

A kísérlet célja

Bemutatni, hogy a közel azonos frekvenciájú rezgések egyirányú összetételekor az eredő rezgés amplitúdója $\nu_l = \nu_1 - \nu_2$ frekvenciával változik, „lebeg”.

A mérés elve

A lebegés az egyirányú rezgések összetételének a speciális esete, amikor két közel egyenlő frekvenciájú rezgés adódik össze. Egyenlő amplitúdó és 0 fázisállandó esetén a két rezgés $x = a \sin \omega_1 t + a \cos \omega_2 t$ eredője egyszerű átalakítás után:

$$x = 2a \cos \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t \cdot \sin \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t . \text{ Mivel } \omega_1 - \omega_2 \text{ kicsiny az } \omega_1 + \omega_2 \text{ -höz viszonyítva}$$

($\omega_1 \approx \omega_2$), a koszinusztényező sokkal lassabban változik, mint a szinusztényező. Ezért a folyamatot közelítőleg olyan szinuszrezgésnek foghatjuk fel, amelynek a körfrekvenciája

$\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$, és amelynek az amplitúdója, $2a \cos \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t$ viszonylag lassan ingadozik $2a$ és

0 között. Ez a jelenség a lebegés vagy lüktetés. Az az időtartam pedig, amely két egymás

utáni amplitúdómaximum között eltelik, a lebegési idő, T_l . Ez az idő a $\cos \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t$

függvény periódusidejének a fele: $T_l = \frac{2\pi}{\omega_1 - \omega_2} = \frac{1}{\nu_1 - \nu_2}$. Ebből következik, hogy a

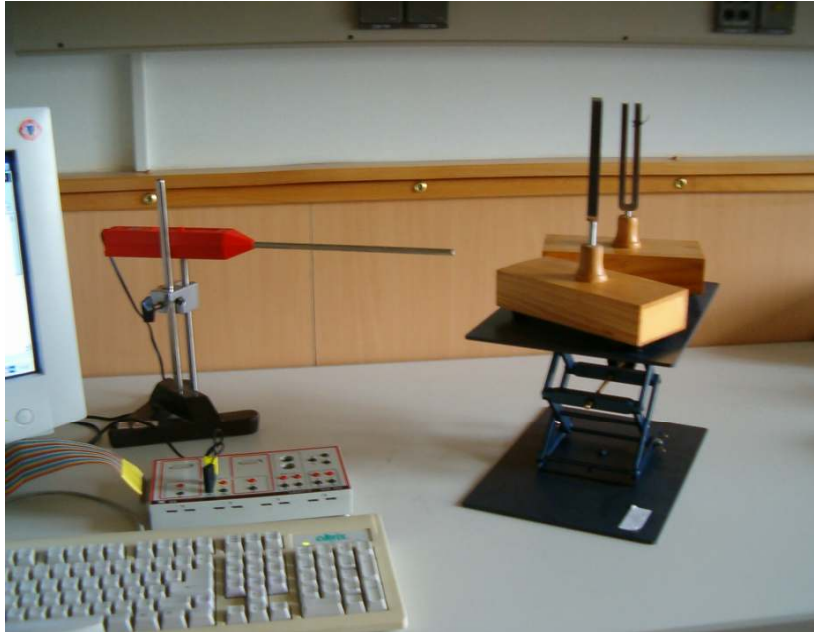
lebegési frekvencia a két rezgés frekvenciájának a különbsége $\nu_l = \nu_1 - \nu_2$. [3]

A mérés célja, hogy a kapott összefüggést méréssel igazoljuk.

Szükséges eszközök

- CASSY-E
- 2 db hangvilla rezonanciaszekrényvel, hangolótesttel (drót), ütőkalapáccsal
- Univerzális mikrofon
- Mérés és kiértékelés szoftver

A mérés összeállítása



10.ábra: A lebegés kísérleti vizsgálata

A mikrofon beállításai

- Állítókapcsoló: ”~” állásba

A mérés végrehajtása

1. Frekvenciamérés

A mikrofon kapcsolóját a Cassy interface E bemenetére kapcsoljuk.

- **Programválasztás**

Frekvenciamérés (↵)

- **Programbeállítás**

Mérendő mennyiség választása (↵)

Frekvenciamérés (↵)

Kapuidő: 1s (↵)

Frekvenciaosztó(1):1

Vissza a főmenühez (Esc)

F1 a mérés indítása, ez egyik hangvilla megütése

F1 a mérés leállítása. Ismételjük meg a másik hangvillával is!

$f_1 = 434 \text{ Hz}$

$f_2 = 443 \text{ Hz}$

$f_2 - f_1 = 9 \text{ Hz}$

2. Oszilloszkópos vizsgálat

A mikrofon csatlakozóját a Cassy interface B bemenetére kapcsoljuk.

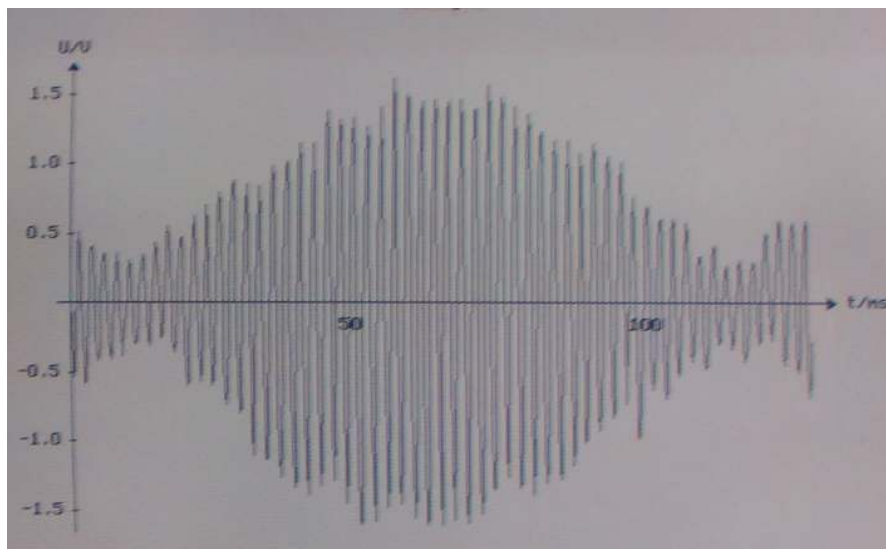
A mikrofon beállításai

- Állítókapcsoló: ”π” állásba

- **Programválasztás**
Oszilloszkóp (↵)
- **Programbeállítás**
Méréshatárválasztás (↵)
Új mérés határ B (↵)
-3...3V (↵)
(Esc)
Időbeli felbontás (↵)
Extrafelbontás (↵)
Vissza a főmenühez (Esc)
F1 a mérés indítása
Ütőkalapáccsal üssük meg mindkét hangvillát!
F1 a mérés megállítása

Kiértékelés

Grafikus kiértékelés (↵)



11.ábra: Lebegés

A grafikonról leolvassuk, hogy mekkora a „lebegési idő” ennek a reciprokaként meghatározzuk a lebegési frekvenciát. Összehasonlítjuk a frekvenciakülönbségből kapott értékkel.

$T = 100 \text{ ms}$, $f = 10 \text{ Hz}$, amely majdnem pontosan megegyezik a frekvencia különbségekből kapott (9 Hz) értékkel. [10]

3. LISSAJOUS-GÖRBÉK

A kísérlet célja

Bemutatni, hogy a harmonikus rezgések egymásra merőleges összetevésekor elliptikus alakzatokat, illetve bonyolultabb görbéket kapunk eredőül. Megfigyeljük, hogyan függ a frekvenciák arányától az eredő rezgés.

A mérés elve

Két egymásra merőleges, egyenlő frekvenciájú rezgés eredője azonos fázis esetén egyenes, $\pi/2$ fáziskülönbség esetén kör ($x = A \sin \omega t$, $y = \pm A \cos \omega t$), egyébként pedig ellipszis.

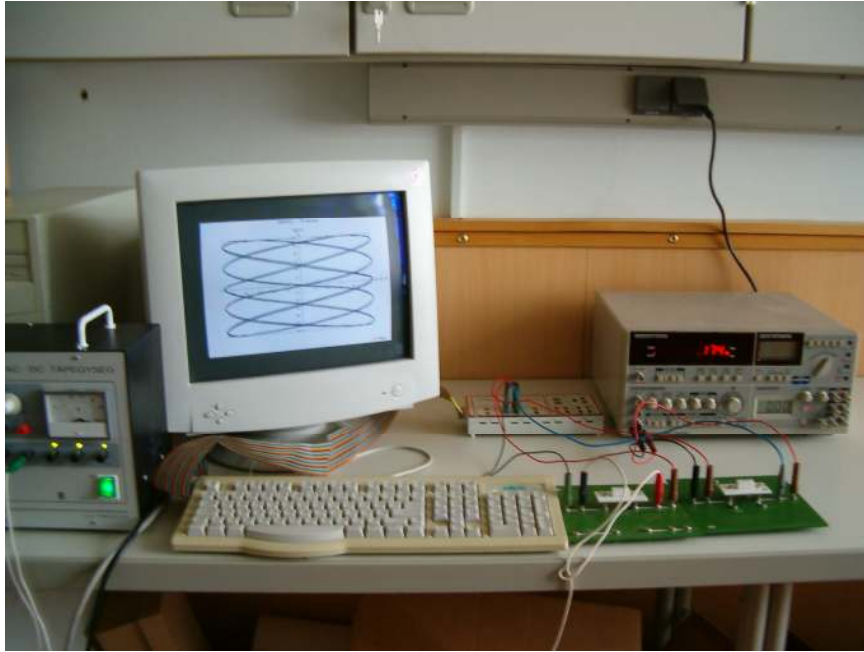
Két egymásra merőleges, különböző frekvenciájú rezgés eredőjének általában bonyolultabb görbék, az ún. Lissajous-görbék felelnek meg. Ezek racionális frekvenciaarány esetén önmagukba záródó görbék (periodikus mozgás), ellenkező esetben a görbe sohasem záródik, a pont szigorúan véve sohasem tér vissza eredeti helyzetébe. [3]

Szükséges eszközök

- CASSY-E
- Hangfrekvenciás feszültséggenerátor
- 50 Hz-es váltakozó feszültséget adó tápegység
- 2 db 100 Ω -os ellenállás
- Mérés és kiértékelés szoftver

A mérés összeállítása

A hangfrekvenciás generátorhoz és a tápegységhez (5V) kötünk egy-egy 100 Ω -os ellenállást. Az egyik ellenállás kivezetéseit a Cassy B bemenetére, a másik ellenállás kivezetéseit a Cassy C bemenetére kötjük.



12. ábra: A Lissajous-görbék vizsgálata

A mérés végrehajtása

- **Programválasztás**

XY-rajzoló (↵)

- **Programbeállítás**

Mérendő mennyiség választása (↵)

B csatorna újraválasztása (↵)

Feszültség (↵)

(Esc)

C csatorna újraválasztása (↵)

Feszültség (↵)

Vissza a főmenühez (Esc)

Méréshatár választás (↵)

A B és a C csatornán is -10...10V (↵)

Vissza a főmenühez (Esc)

A mérés megkezdése előtt állítsuk a hangfrekvenciás generátor kimenő jelét 50 Hz-re!

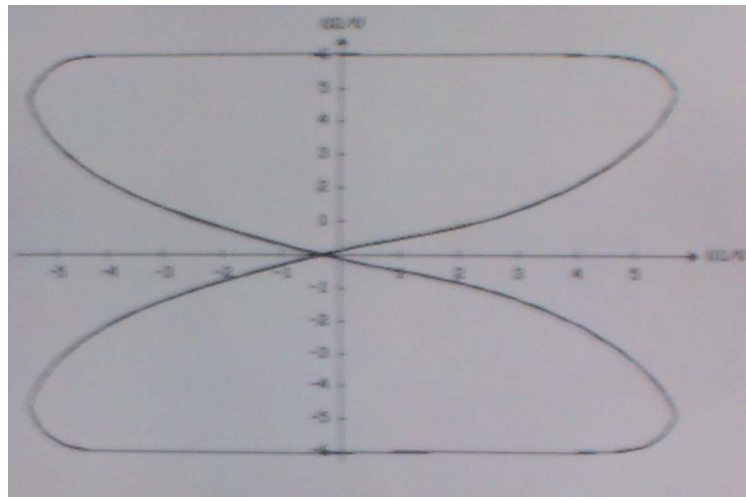
F1 a mérés indítása. A képernyőn megjelenik az eredő rezgés.

Kiértékelés

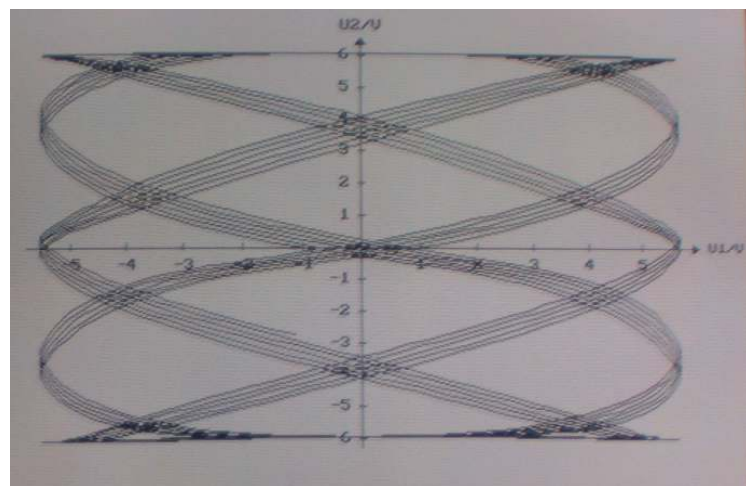
Grafikus kiértékelés (↵)

Teljes képernyőn jelenik meg az adott Lissajous-görbe

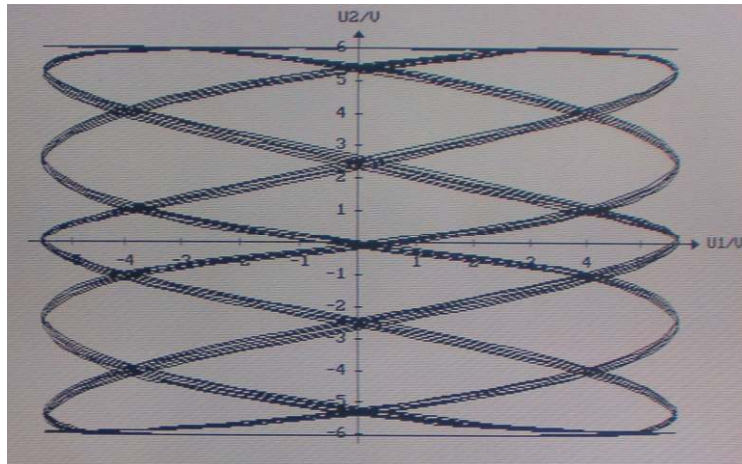
Változtassuk a hangfrekvenciás generátor jelét 75, 100, 125, 150, 175 stb. Hz-re, és végezzük el a méréseket, ill. a kiértékeléseket!



13. ábra: 1:2 frekvenciaarány



14. ábra: 2:5 frekvenciaarány



15. ábra: 2:7 frekvenciaarány

4. CSILLAPÍTOTT REZGÉSEK LC KÖRBEN

A kísérlet célja

Bemutatni az LC körben a csillapodó váltakozó feszültség időbeli lefolyását.

A mérés elve

Ha a kondenzátort feltöltjük, majd tekercsre kötjük, akkor váltakozó feszültség jön létre

($\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$). A rezgés amplitúdója a tekercs ohmos ellenállása miatt csökken.

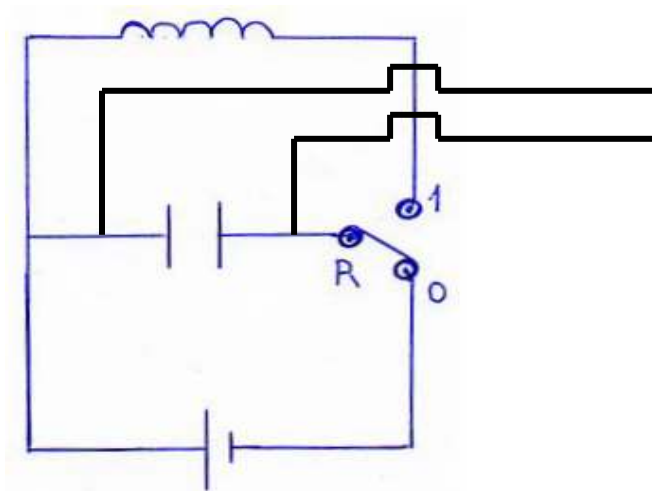
Szükséges eszközök

- Cassy-E
- 1200 menetes tekercs
- 2,2 μF és 4,7 μF kapacitású kondenzátor
- Egyenfeszültséget adó tápegység (max. 10 V)

A mérés összeállítása

A kapcsolási rajz alapján kössük össze a feszültségforrást, a 2,2 μF -os kondenzátort és a tekercset a Cassy-E reléjével! A kondenzátor feszültségét a Cassy-E B bemenetén mérjük!

A feszültséget 5-10 V közé állítsuk!



16. ábra: LC-kör kapcsolási rajz

A mérés végrehajtása

- **Programválasztás**
Oszcilloszkóp (\downarrow)

- **A program beállítása**

Méréshatár választás (↵)

Mérési idő ms-ban (↵)

Mérési idő 30 ms (↵)

Időbeli felbontás (↵)

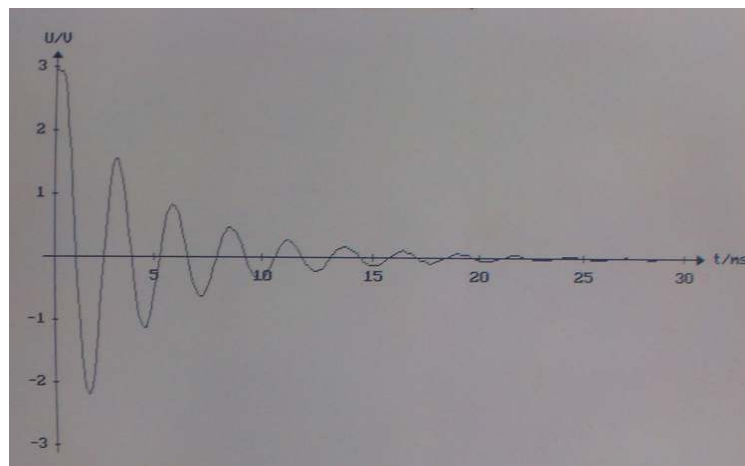
Extra felbontás (↵)

Vissza a főmenühez (Esc)

- **A mérés végrehajtása**

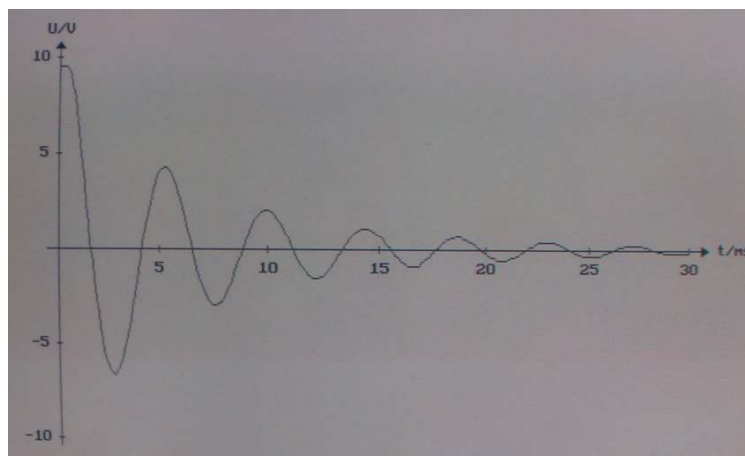
Új mérés (↵)

F1 Az U-t grafikonon csillapodó szinuszosan váltakozó rezgés jelenik meg.



17. ábra: Csillapodó rezgés (2,2 μF)

Ezután cseréljük ki a kondenzátort a 4,7 μF kapacitására, és ismételjük meg a mérést!



18. ábra: Csillapodó rezgés (4,7 μF)

5. CSILLAPÍTATLAN REZGÉSEK

A kísérlet célja

Az elektromágneses rezgések előállítása LC-körrel. Az energiaveszteség pótlása Meissner-féle visszacsatoló kapcsolással, amelyet egy tranzisztoron keresztül valósítunk meg.

Vizsgálni, hogyan függ a létrejövő rezgés frekvenciája a kondenzátor C kapacitásától.

Megfigyelni az állandósult rezgés kialakulását (berezési folyamat)!

A mérés elve

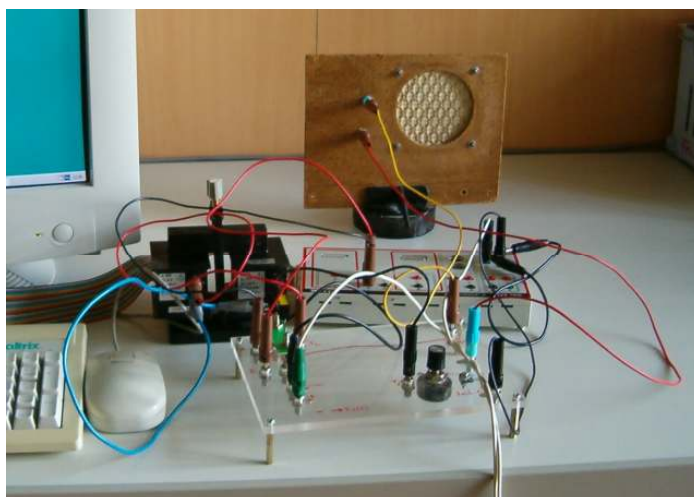
Thomson-formula a frekvenciára: $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$

A képletből következik az $f^2 \sim \frac{1}{C}$ arányosság, amelyet grafikusan igazolhatunk.

Szükséges eszközök

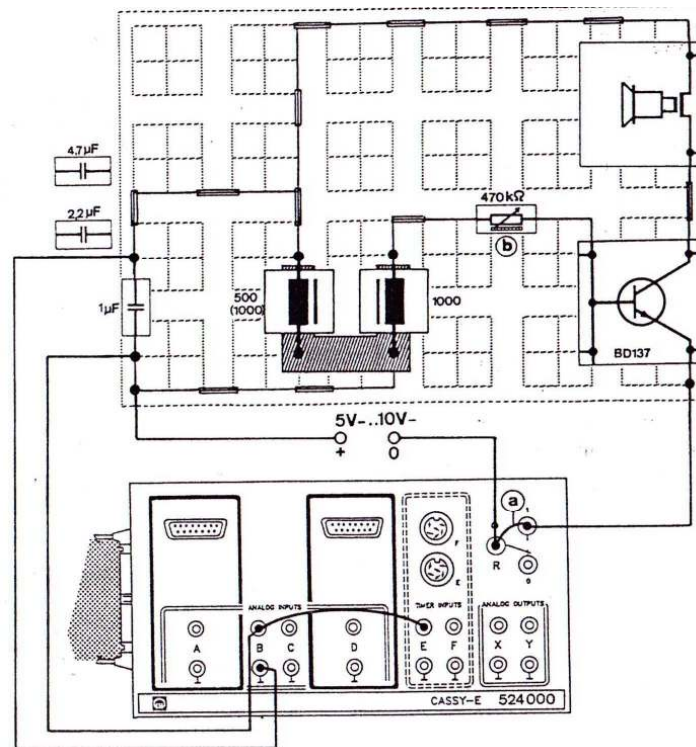
- Cassy-E
- Kondenzátorok (1 μ F, 2,2 μ F, 4,7 μ F)
- Tekercsek (2 db 560 menetes, közös vasmagon)
- 470 k Ω -os változtatható ellenállás
- Tranzisztor (BD 137)
- „Mérés és kiértékelés” szoftver

Összeállítás



19. ábra: Meissner-féle visszacsatolás

Kapcsolási rajz



20. ábra: Kapcsolási rajz a csillapítatlan rezgések előállításához

A kapcsolási rajz alapján a polaritásra figyelve állítsuk össze a mérési elrendezést.

Kössük össze vezetékkel a relét, az ellenállás álljon maximális értéken. Használjunk ezer menetes tekercset. A feszültséget kb. 8 V-ra állítsuk.

A mérés végrehajtása

A mérés I. része

Vizsgáljuk a rezgőkör feszültségének az időbeli lefutását, a berezgési folyamatot.

- **Programválasztás**

Oszilloszkóp (↵)

A B csatornára kössük a kondenzátor kivezetéseit!

- **A program beállítása**

Méréshatár választás (↵)

Mérési idő ms-ban (↵)

Mérési idő: 40 ms (↵)

Időbeli felbontás (↵)

Extra felbontás (↵)

Vissza a főmenühez (Esc)

- **A mérés végrehajtása**

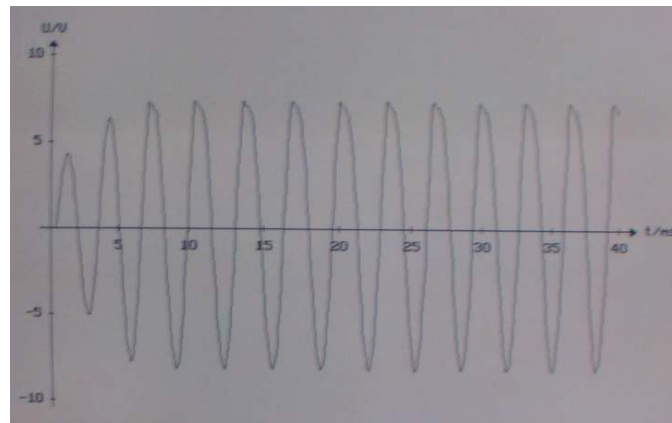
Új mérés (↵)

F1 Az U-t grafikonon 6-9 V csúcsértékű csillapítatlan szinuszosan váltakozó feszültség jelenik meg

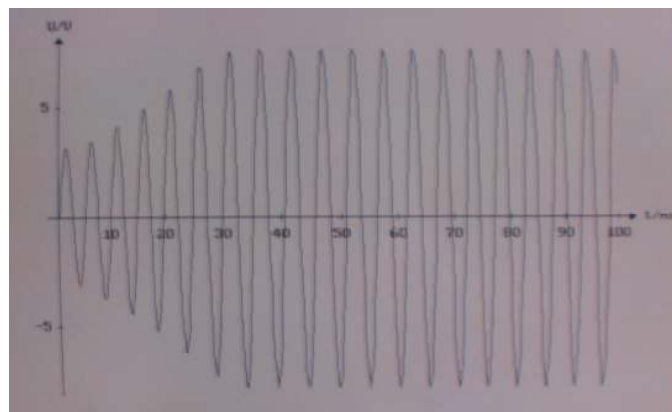
F1 A grafikus ábrázolás folyamatának a megállítása.

Lehetőség van a berezgési folyamat ábrázolására. Ehhez távolítsuk el a relét összekötő kábelt. Így a kapcsolót az áramkörbe iktattuk.

F2 A relé zárása. Az U(t) mérése 40 ms időtartamra. Az ellenállás változtatásával a rezgőkör különböző berezgési viselkedését demonstrálhatjuk. [10]



21. ábra: Berezgési folyamat (2,2 μ F)



22. ábra: Berezgési folyamat (4,7 μ F)

A mérés 2. része

Igazoljuk a Thomson-féle összefüggést, az $f \sim \frac{1}{\sqrt{C}}$ kapcsolatot. Kábellel kössük össze a

relét! Legyen $N=500$, $C=1\mu\text{F}$

- **Programválasztás**

Frekvenciamérés (↵)

A kondenzátort az E bemenetre kössük!

- **A program beállítása**

Mérendő mennyiség választás (↵)

Frekvenciamérés (↵)

Kapuidő ms-ban (↵)

Frekvenciaosztó: 1 (↵)

(Esc)

Automata/paraméter/képlet (↵)

Paraméter bevitel (↵)

Paraméter neve: kapacitás (↵)

Paraméter jele: C (↵)

Paraméter mértékegysége: μF (↵)

Tizedesjegyek száma: 1 (↵)

Vissza a főmenühez (Esc)

- **A mérés végrehajtása**

Új mérés (↵)

F1 A frekvencia tárolása. A billentyűzeten keresztül beírjuk az aktuális kapacitás értékét (↵). Ezután kicseréljük a kondenzátort 2,2; 3,2; 4,7; 5,7,6,9 és 7,9 μF

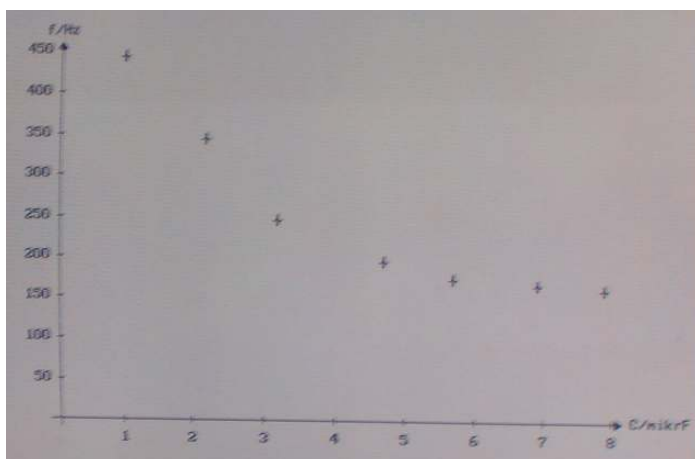
kapacitására, és ezekkel is elvégezzük a mérést. Az előbbi kapacitás értékeket az 1, a 2,2 és a 4,7 μF -os kondenzátorok megfelelő párhuzamos kapcsolásával állíthatjuk elő. A mérési adatokat mentjük el!

- **Kiértékelés**

Grafikus kiértékelés (↵)

A képernyőn megjelenik az $f(C)$ függvénygrafikon mérési pontokként.

Megfigyelhető, hogy a frekvencia nem lineárisan csökken a C növekedésével.



23. ábra: A frekvencia-kapacitás függvény

Az $f \sim \frac{1}{\sqrt{C}}$ összefüggés igazolásához hajtsunk végre linearizálást!

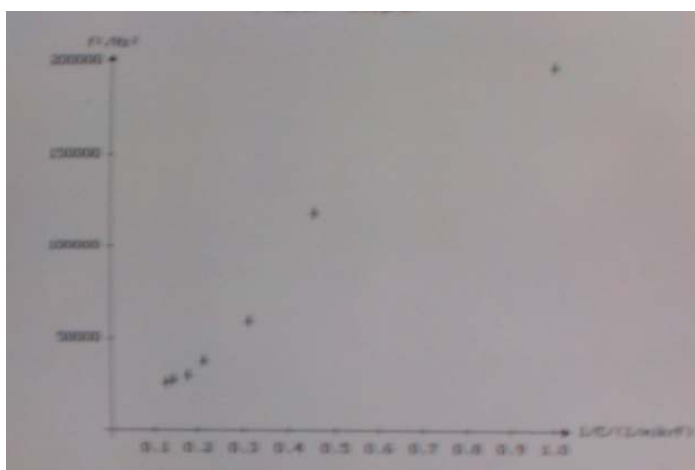
Ábrázolás választás (↵)

x tengely (↵) C (↵) 1/C (↵)

y₁ tengely (↵) f (↵) f² (↵)

Vissza a főmenühez (Esc)

Grafikus kiértékelés (↵)



24. ábra: $f^2\left(\frac{1}{C}\right)$ függvénykapcsolat

A kapott grafikon pontokra egyenest is illeszthetünk F2-vel.

6. SOROS RLC KÖR VIZSGÁLATA (elméleti összefoglaló)

Kapcsoljunk soros RLC körre szinuszos váltakozó feszültséget adó jelgenerátort! Ha

$U(t) = U_0 \sin(\omega t)$ a feszültség változását megadó függvény, akkor a körben folyó

$I(t)$ áramerősséget, hosszabb idő után az $I(t) = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}} \sin(\omega t - \varphi)$ kifejezés

adja meg, ahol a φ fázisszöget a $\operatorname{tg}\varphi = \frac{\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)}{R}$ kifejezés határozza meg. Az

áramerősség maximális értékét a, a kapcsolási elemek paramétereinek mellett, a generátor U_0 csúcsfeszültsége és ω körfrekvenciája határozza meg. Állandó U_0 esetén

$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ körfrekvenciánál kapunk maximális áramot. Ekkor $I = \frac{U_0}{R}$ és $\varphi = 0$. Az

ellenálláson eső feszültség a mindenkor generátorfeszültséggel egyezik meg. Az ideális tekercsen és kondenzátoron együttesen zérus az összefeszültség. Az egyes áramköri elemeken azonban az U_0 csúcsfeszültségnél nagyobb feszültségek is felléphetnek. Emiatt nevezik a jelenséget feszültségrezonanciának. [2]

7. REZONANCIAGÖRBE FELVÉTELE SOROS RLC KÖRNÉL

A kísérlet célja

Bemutatni, hogy a soros RLC kör impedanciája függ a körre kapcsolt feszültség frekvenciájától, igazolni azt, hogy az impedanciának bizonyos ω_0 körfrekvenciánál minimuma van, és ebből a kapacitás ismeretében a tekercs induktivitásának a meghatározása.

A mérés elve

Az RLC kör impedanciája az ω függvényében $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$ alakban írható fel.

Ennek a függvénynek *minimuma* van az $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ helyen. Ha a kapocsfeszültség állandó, akkor az áramerősségnek az ω_0 helyen *maximuma* van. Ennek a meghatározása után kiszámíthatjuk a tekercs induktivitását. A kapocsfeszültség állandóságát úgy biztosíthatjuk, hogy a feszültséget potenciométerről adjuk a körre, és a csúszka helyzetének változtatásával tartjuk állandó értéken a körre kapcsolt feszültség effektív értékét. [2]

Szükséges eszközök

- ellenállás (100 Ω)
- tekercs (1200 menetes, névleges ellenállása 17 Ω)
- kondenzátor (2,2 μF)
- potenciométer
- hangfrekvenciás jelgenerátor
- Cassy-E interface
- kézi multiméter
- frekvenciamérő
- „Mérés és kiértékelés” szoftver

A mérés összeállítása

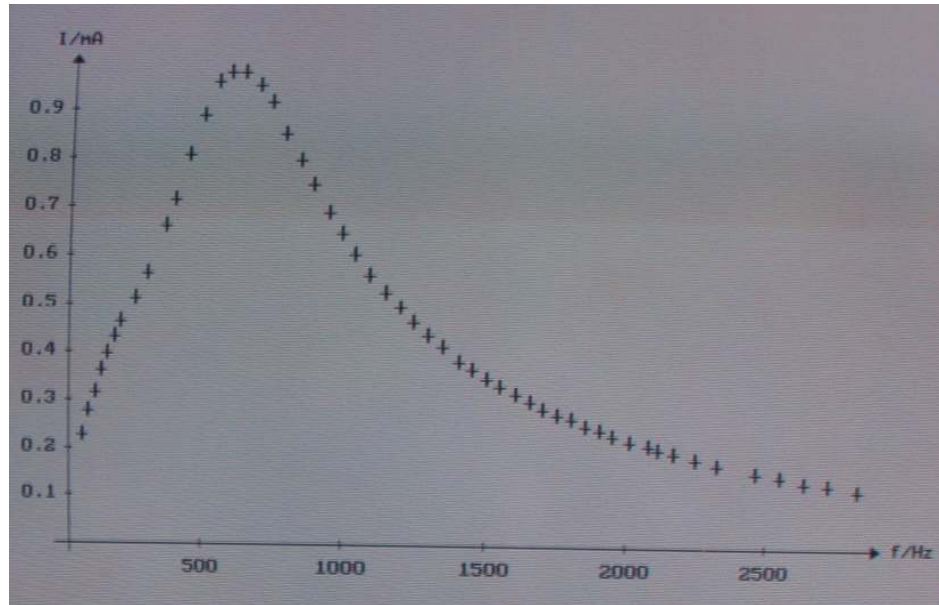
Kapcsoljuk sorba a 100 Ω -os ellenállást, a 2,2 μF kapacitású kondenzátort és az 1200 menetszámú tekercset! Kössük a kört a hangfrekvenciás feszültséggenerátorra a potenciométeren keresztül! Mérjük a generátor kapocsfeszültségét (U_{eff}) a kézi multiméterrel, valamint a körben folyó áram erősségét (I_{eff}) az interface B bemenetén a 100 Ω -os ellenállásról levéve. A jel frekvenciáját a frekvenciamérőről folyamatosan leolvashatjuk.

A mérés végrehajtása

Jelölés: ↵- enter (billentyűzetten)

- **Programválasztás** Billentyűzetről bevitt paraméterek
Multiméter (↵)
- **Programbeállítás**
Mérendő mennyiség választás (↵)
B csatorna (↵)
Váltóáram (↵) 100 r (↵)
Vissza a főmenühez (Esc)
Automata/paraméter/képlet (↵)
Paraméter bevitel (↵)
Paraméter neve:... (↵) frekvencia
Paraméter jele:... (↵) f
Paraméter mértékegysége:... (↵) Hz
Tizedesjegyek száma:... (↵) 0
- **Kivitelezés**
Állítsuk 50 Hz-re a szinuszjel frekvenciáját.
Új mérés (↵)
F1 (↵) A mérés indítása és az eredmény rögzítése. Meg kell adni a beállított frekvenciát a paraméter értékéhez (↵). Ezután növeljük 50 Hz-cel a frekvencia értékét, és újabb mérést végezzünk, amihez az újabb paraméter értéket adjuk meg. A mérést addig folytassuk, míg a mért érték 0-hoz nem közelít (célszerű kb. 2500 Hz-ig növelni a frekvenciát). Ezután vissza a főmenühez (Esc)
- **Kiértékelés**
Ábrázolás választás (↵) A grafikus ábrázoláshoz megadjuk a tengelyek mennyiségeit.
x(↵) f(↵)
y₁(↵) I(↵)
Vissza a főmenühez (Esc)
Grafikus kiértékelés (↵) A mért adatok megjelennek az $I(f)$ grafikonon.

Leolvassuk a grafikonról, illetve a táblázatból, hogy mely f_0 értékhez tartozik a görbe maximuma, ebből kiszámítjuk a tekercs induktivitását.



25. ábra: Rezonanciagörbe RLC körben

$$f_0 = 653\text{Hz} \quad L = 1,066\text{H}$$

- **Kiegészítés**

A grafikonnak cím adható:

Ábrázolás választás (↵) grafikon cím(↵) ... (↵)

A grafikont kinyomtathatjuk (shift+Print Screen), ha a képernyőn a grafikon látható.

A „Mérési adatok megjelenítése” menüpont alatt a mérési eredmények táblázat formájában megtekinthetők.

A táblázatot kinyomtathatjuk:

Táblázat nyomtatás (↵)

8. FÁZISVISZONYOK SOROS RLC KÖRBEN

A kísérlet célja

Bemutatni azt, hogy a soros RLC kör esetén a generátor feszültsége és a körben folyó áramerősség között fáziseltérés van.

A mérés elve

Soros RLC körben a szinuszos generátorfeszültség és az áramerősség közötti φ fázisszög

nagysága a $\operatorname{tg} \varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}$ összefüggéssel írható le. A két szinuszjel periódusa azonos, fázisa azonban eltérő. [2]

Szükséges eszközök

- ellenállás (100 Ω)
- tekercs (1200 menetes, névleges ellenállása 17 Ω)
- kondenzátor (2,2 μF)
- hangfrekvenciás jelgenerátor
- Cassy-E interface
- frekvenciamérő
- „Mérés és kiértékelés” szoftver

A mérés összeállítása

Kapcsoljuk sorba a 100 Ω -os ellenállást, a 2,2 μF kapacitású kondenzátort és az 1200 menetszámú tekercset! Kössük a kört a hangfrekvenciás feszültséggenerátorra. A generátor feszültségét kapcsoljuk a Cassy B bemenetére, az ohmos ellenállásról levett feszültséget pedig a C bemenetre! A jel frekvenciáját a frekvenciamérőről folyamatosan leolvashatjuk.

A mérés végrehajtása

Jelölés: ↵- enter (billentyűzet)

- **Programválasztás**
Tárolós oszcilloszkóp (↵)
- **Programbeállítás**
Mérendő mennyiség választása (↵)
B csatorna (↵)
Váltófeszültség (↵)

C csatorna (↵)

Váltóáram (↵)

100 r (↵)

Méréshatár választás (↵)

B csatorna (↵)

-10...10V (↵)

C csatorna (↵)

-100...100 mA (↵)

Vissza a főmenühöz (Esc)

F1 a mérés indítása

F1 mérés leállítása

Kiértékelés

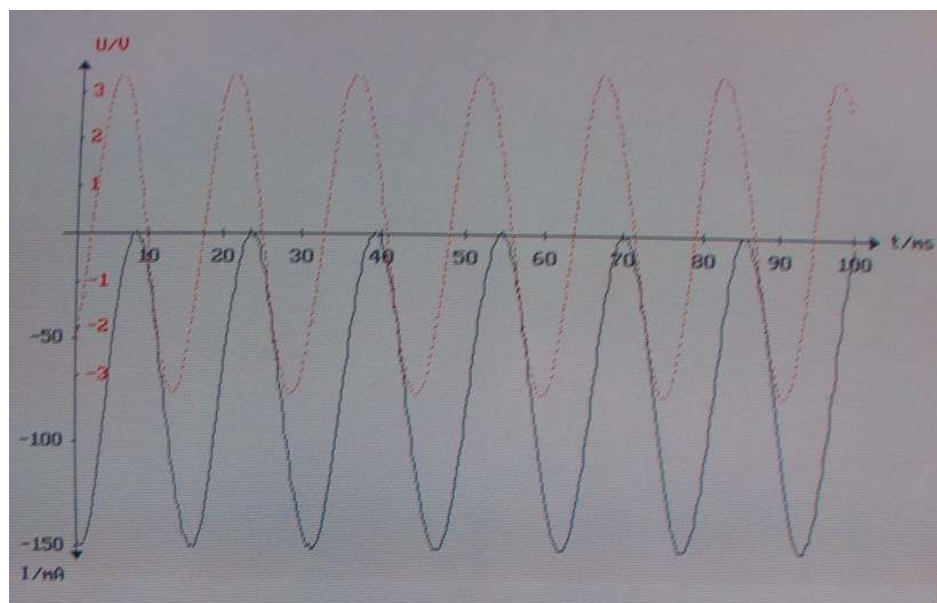
Tengely választás (↵)

x tengely (↵) t (↵)

y₁ tengely (↵) U (↵)

y₂ tengely (↵) I (↵)

Grafikus kiértékelés (↵)



26. ábra: A feszültség és az áramerősség diagramja RLC körben

A grafikonon látható a feszültség és az áramerősség közötti fáziseltérés. A fáziseltérés függ a tekercs induktivitásától, illetve a frekvenciától. A tekercs vasmagjának

helyzetét változtatva változik a fázis. A frekvencia változtatása is ezt eredményezi.

Előállítható olyan állapot, amikor a fáziseltérés 90 fok.

Minden változtatás után új mérést illetve kiértékelést hajtsunk végre!

9. A RADIOAKTÍV SUGÁRZÁS TÁVOLSÁGTÖRVÉNYE

A kísérlet célja

Az R számlálási gyakoriság meghatározása, melyet egy β -sugárzó az r távolság függvényében kivált egy Geiger-Müller számlálócsőben. Továbbá az r távolság és az R számlálási gyakoriság közötti nemlineáris kapcsolat grafikus igazolása, majd az R számlálási sebesség és a távolság reciproknégyzete közötti arányosság grafikus igazolása az $R = f(r)$ linearizálásával.

Szükséges eszközök

- ^{226}Ra preparátum
- α, β, γ sugarakhoz való számlálócső
- tartó állvány mérőléccel ellátva
- CASSY-E
- GM-doboz
- Mérés és kiértékelés szoftver



27. ábra: A radioaktív sugárzás vizsgálata

Programválasztás

Impulzusszámláló (↵)

A program beállítása

Mérendő mennyiség választás (↵) Megadjuk, hogy hány másodpercig mérjen a műszer.

Impulzusszám (↵)

Tetszőleges kapuidő:... (↵) 30 s

Automata/Paraméter/Képlet (↵) A mérés elvégzése előtt felvesszük a távolságot, mint paramétert.

Paraméter bevitel (↵)

 Paraméter neve:...(↵) távolság

 Paraméter jele:... (↵) r

 Paraméter mértékegysége:... (↵) cm

 Tizedesjegyek száma:... (↵) 0

A mérés végrehajtása

Állítsuk be a számlálósövet úgy, hogy mindig a sugárforrás felé álljon! A kezdeti távolság 20 cm.

Új mérés (↵) A beütés szám és a beütési gyakoriság folyamatosan jelenik meg a képernyőn.

F1 A mérés indítása.

F4 A becsapódások hallhatóvá tétele

A megadott mérési időtartam lejárta után a számlálás leáll. Ezután beírjuk a preparátum és a számlálóső ablaka közötti távolságot a billentyűzetről. Ezután megváltoztatjuk a gázharisnya és a számlálóső közötti távolságot, és új mérést indítunk el.

F1 A mérés indítása

A mérést 20 cm-ről kezdve 3 cm-éenként csökkentjük! A mérés befejeztével:

Esc Vissza a főmenühöz.

Kiértékelés, grafikus ábrázolás

Ábrázolás választás (↵) A grafikus ábrázoláshoz kiválasztjuk a tengelyeken a mért mennyiségeket

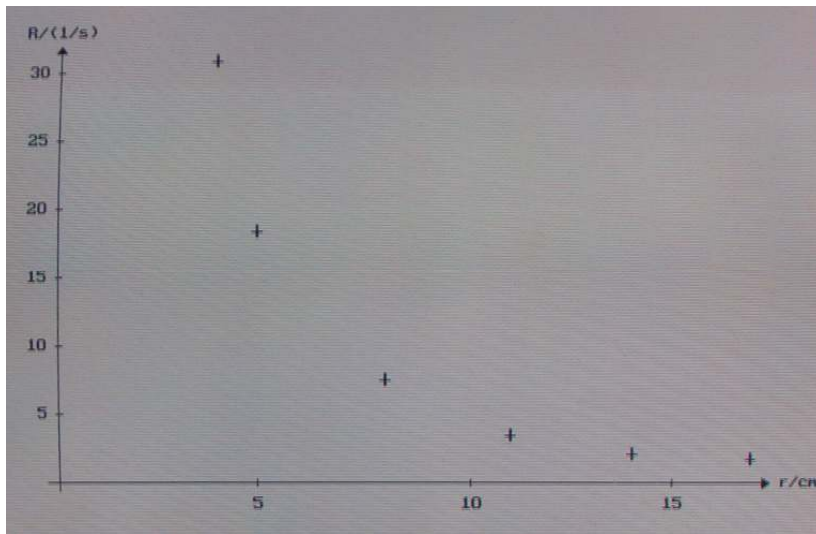
 x (↵) r (↵)

 y₁ (↵) R (↵)

 Esc Vissza a főmenühöz

Grafikus kiértékelés (↵)

Megjelennek az $R(r)$ grafikonon a mért értékek.



28. ábra: Az impulzussűrűség távolságtól való függése

Linearizálás

Ábrázolás választás (↵)

Az x tengely megváltoztatása.

x (↵) r (↵) (\rightarrow) $1/r^2$ (↵)

y_1 (↵) R (↵)

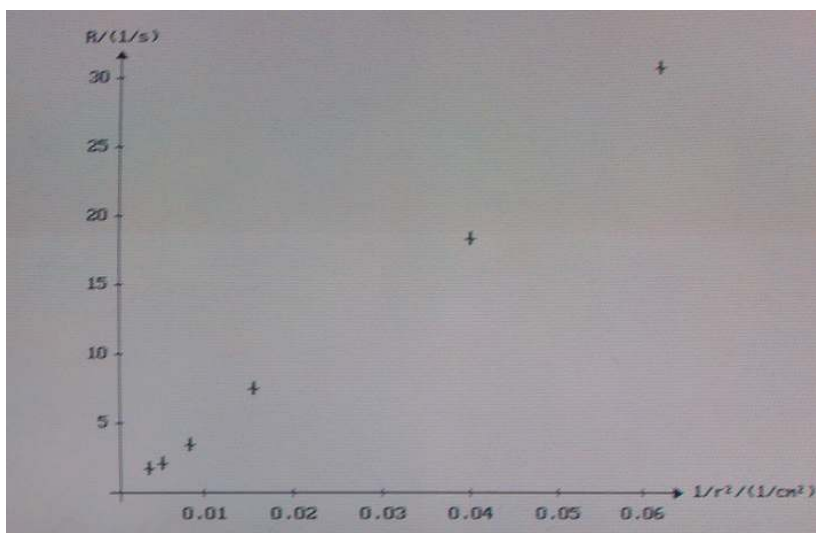
Esc

Vissza a főmenühöz.

Grafikus kiértékelés (↵)

A grafikonon a $R(r^*)$ linearizált

kapcsolat jelenik meg.



29. ábra: Az impulzussűrűség függvény linearizálása

Mentés, nyomtatás

Mentés

Lemezműveletek (↵)

Mért adatok mentése (↵)

Nyomtatás

Táblázat: Mérési adatok megjelenítése (↵)

Táblázat nyomtatása (↵)

Grafikon: Grafikus kiértékelés (↵)

(Shift)+Print Screen [9]

10. SZABADESÉS (WINDOS ALATT)

A kísérlet célja

Bemutatni a szabadesés esetén az út és az idő közötti négyzetes összefüggést, illetve a sebesség és az idő közötti lineáris kapcsolatot.

Szükséges eszközök

- Cassy-E
- 1 fotokapu
- 1 fémlap, amelyen 20 db rés van (mérőléc)

Összeállítás

A fotocellát csatlakoztassuk a Cassy E bemenetére.



30. ábra: A szabadesés kísérleti vizsgálata

A mérés végrehajtása

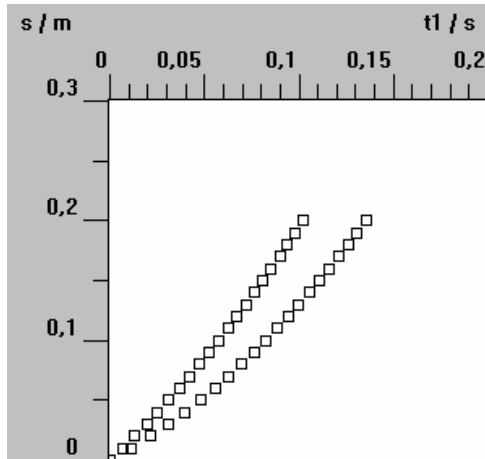
- **Programindítás**
A képernyőn bal alsó sarkában lévő Start menüre kattintva, a Minden program-ba lépve kiválasztjuk a CASSY-uk-t (angol nyelvű mérési program), és a megjelenő kísérletek közül a „Free fall (determination of g)” programra klikkelünk.

- **Programbeállítás**

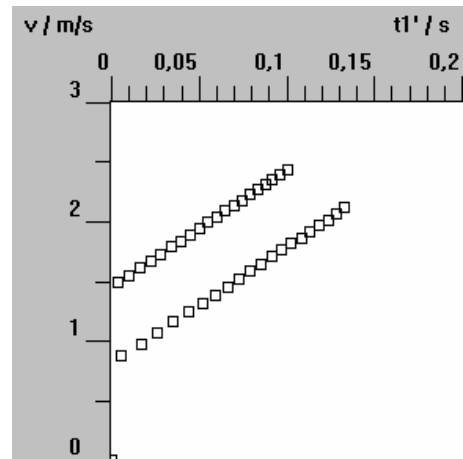
A képernyőn egy mintakísérlethez tartozó grafikonok illetve műszerek jelennek meg. A mérés elvégzéséhez töröljük ki a mintát. Az egér bal gombjával kattintsunk a Measuring főmenüre, ott pedig a Delete del pontra.

- **A mérés elindítása**

Klikkeljünk a Measuring főmenü Start space pontjára. Engedjük el a mérőlemezt egy bizonyos magasságból. Ekkor a képernyőn megjelenik az út-idő grafikon, illetve a sebesség-idő grafikon, amelyeken a mérési pontokat kis négyzetek jelölik. Hajtsuk végre a mérést másik magasságból elindítva a mérőlemezt. Ekkor egy másik mérési sorozatot kapunk.



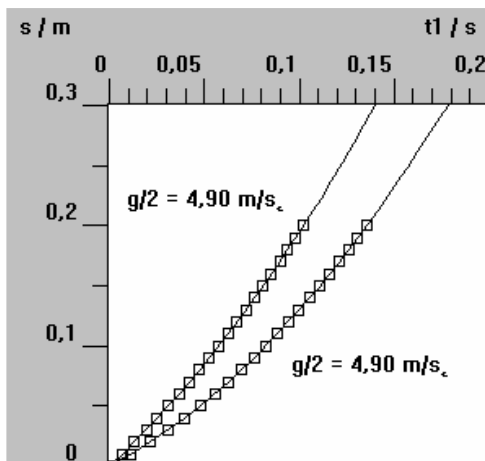
31. ábra: Út-idő függvény



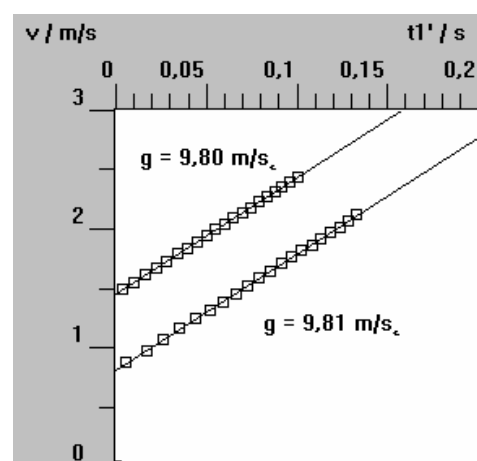
32. ábra: Sebesség-idő függvény

- **Kiértékelés**

Az „Evaluations” (kiértékelési eljárások) főmenü pont alatt a „Fit Line” pontot választva a v - t grafikonra egyenest illeszthetünk úgy, hogy az egér bal gombját lenyomva tartva a mérési pontokon végighaladunk a kurzorral. Hasonlóan az s - t grafikonra parabolát illeszthetünk a „Fit Parabola” pontot választva. Mindkét esetben megkaphatjuk a görbék paramétereit a „Set Marker → Text” menüpont alatt. A jelölést megváltoztathatjuk g ill. $g/2$ -re, és beilleszthetjük az adott értéket a grafikonokra.

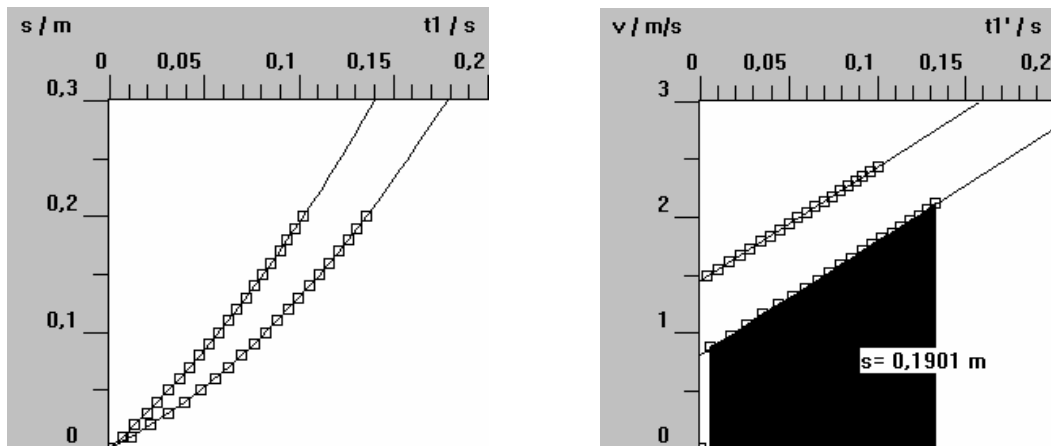


33. ábra: Parabola illesztése



34. ábra: Egyenes illesztése

Lehetőségünk van a görbe alatti terület kiszámítására a „Calculate integral” menüpont alatt. A terület megadása a „Set Marker → Text” segítségével történik. Itt is átnevezhetjük a megadott értéket.



35. ábra: Az út meghatározása integrálással

A KONDENZÁTOR FELTÖLTÉSE ÉS KISÜLÉSE (WINDOWS ALATT)

A kísérlet célja

Bemutatni a kondenzátor feltöltődésekor és kisütésekor a feszültség illetve az áramerősség időbeli lefutását. Vizsgálni a kondenzátor töltését, illetve a töltésen végzett munkát.

A mérés elve

Ha sorba kapcsolunk egy C kapacitású kondenzátort és egy R ellenállást U_0 egyenfeszültségű telepre egy kétállású kapcsoló segítségével, akkor a kapcsoló zárása a kondenzátor feltöltődését eredményezi. Az áramerősség értéke a feltöltődés során

exponenciálisan csökken: $I(t) = \frac{U_0}{R} \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$, a kondenzátor feszültsége pedig

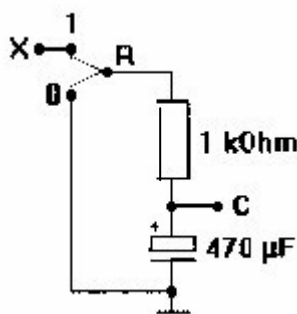
exponenciálisan nő: $U(t) = U_0(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$. A kapcsoló átbillentése után a kondenzátor az ellenálláson keresztül elveszti töltését (kisül). Az áramerősség a kondenzátor pillanatnyi

feszültségével arányosan, az $I(t) = \frac{U_C(t)}{R} = \frac{U_0}{R} \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$ függvény szerint változik. [4]

Szükséges eszközök

- Cassy-E
- 40 μF -os kondenzátor
- 2db 100 ohmos ellenállás
- Kétállású kapcsoló
- Egyenfeszültséget adó tápegység
- „Általános adatfelvétel a Windows alatt” szoftver (525037)

A mérés összeállítása



36. ábra: Kapcsolási rajz a kondenzátor feltöltésének a vizsgálatához

A mérés végrehajtása

- **Programindítás**

A képernyőn bal alsó sarkában lévő Start menüre kattintva, a Minden program-ba lépve kiválasztjuk a CASSY-uk-t (angol nyelvű mérési program), és a megjelenő kísérletek közül a „CAPATITOR charging and discharging” programra klikkelünk.

- **Programbeállítás**

A képernyőn egy mintakísérlethez tartozó grafikonok illetve műszerek jelennek meg. A mérés elvégzéséhez töröljük ki a mintát. Az egér bal gombjával kattintsunk a „Measuring” főmenüre, ott pedig a „Delete del” pontra.

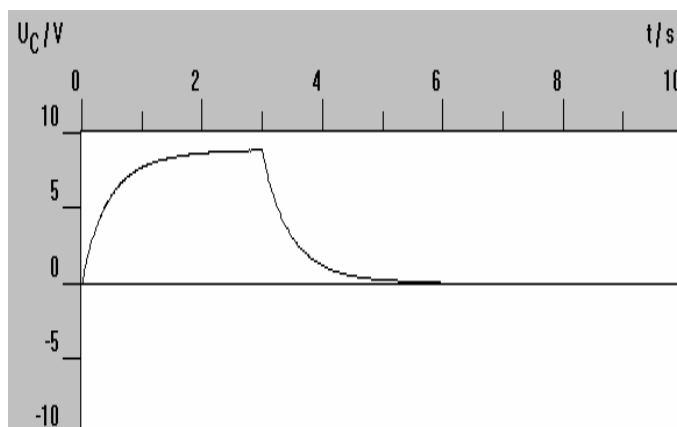
- **A mérés elindítása**

Klikkeljünk a „Measuring” főmenü „Start space” pontjára. Ekkor a képernyőn megjelenő grafikonon nyomon követhetjük a kondenzátor feszültségét, az átfolyó áramerősséget és a felvett teljesítményt.

- **Kiértékelés**

A „Channels” főmenü „Table” pontja alatt megtekinthetjük a mért adatokat a megfelelő mennyiség kiválasztásával.

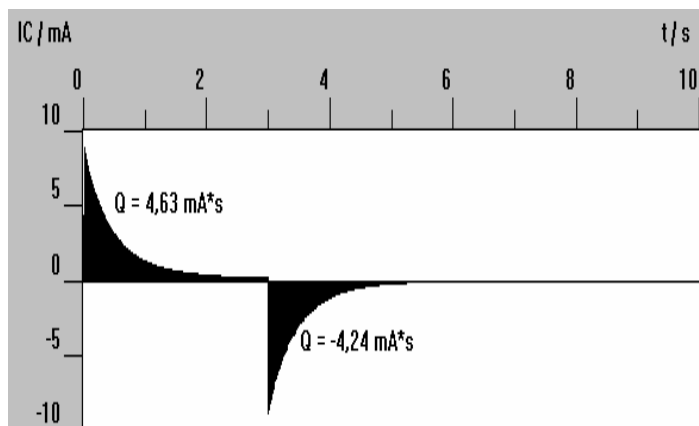
A „Channels” főmenü „Diagram” pontja alatt a grafikonokat választhatjuk külön megfelelő y_1 tengely-mennyiség (UC, IC, PC) választásával.



37. ábra: A kondenzátor feszültségének a változása

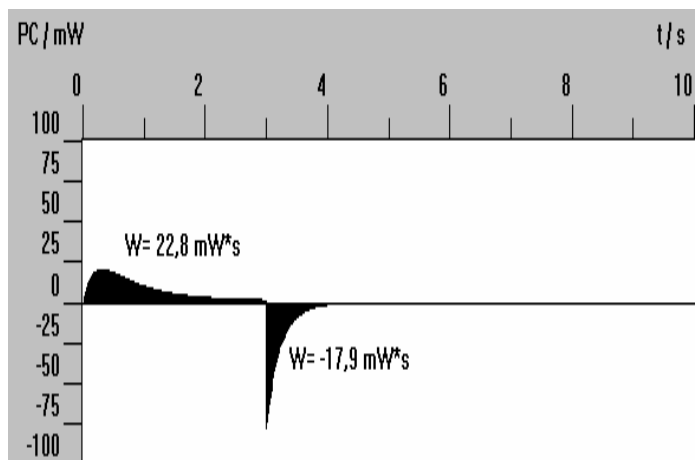
A feltöltéskor ill. a kisütéskor átáramlott töltés meghatározására is lehetőségünk van az $I_C(t)$ görbe alatti terület kiszámítására ($Q = \int I(t)dt$). Klikkeljünk az „Evaluations” főmenü „Calculate integral” pontjára, és itt válasszuk az „Area to x-axis”-t! Az egér bal gombját nyomva tartva megadhatjuk a kijelölendő területet. A

terület számszerű megadása a „Set Marker → Text” segítségével történik. Itt nevezzük át a megadott értéket Q-ra!



38. ábra: A kondenzátor töltése feltöltődéskor és kisüléskor

A töltéseken végzett munka a $P(t)$ grafikon alatti területből számolható hasonlóan, mint az $I(t)$ grafikonból a töltés.



39. ábra: A munka meghatározása

V. ÖSSZEGZÉS

A Cassy számítógéppel segített mérőberendezés kiválóan alkalmazható a középiskolai oktatásban. Előre beállított méréseket végezhetünk el, és a kiértékelést is bemutathatjuk viszonylag rövid idő alatt. A már elvégzett kísérleteket elmenthetjük, és így a konkrét mérés végrehajtása nélkül is demonstrálhatjuk a hosszabb összeállítást igénylő jelenségeket. Az érdeklődőbb diákok maguk is elvégezhetnek feladatokat szakköri vagy fakultációs kereteken belül. A rendszer előnye a hagyományos eszközökkel végrehajtott mérésekkel szemben többek között az, hogy adott idő alatt nagyon sok mérési adatot tud szolgáltatni, rövid, de akár hosszú időtartamon keresztül is működtethetjük, a mérési adatok rendkívül pontosak (a szenzorok érzékenysége határozza meg), a kapott eredményeket a számítógép tárolja és ezeket azonnal ki is értékelhetjük grafikus formában is. Az alkalmazási lehetőségek szinte kimeríthetetlenek (a megvásárolható érzékelődobozok és hozzátartozó szoftverek, illetve a felhasználó kreativitásának a függvényében). A fizika mellett szerephez juthat a kémia, de akár a biológia órán is úgy, hogy a szaktanárnak nem kell az egész rendszer működésében elmélyülnie, hanem néhány alapkísérlet végrehajtásának lépéseit kell csak elsajátítania.

Reményeim szerint a Cassy rendszer sok tanulót fog segíteni abban, hogy magas szintű természettudományos gondolkodásuk alakuljon ki, és hogy a középiskola elvégzése után tanulmányaikat fizikai vonalon folytassák.

VI. Irodalomjegyzék

- [1] Juhász András (szerk) Fizikai kísérletek gyűjteménye
(Arkhimédész Bt.-Typotex kiadó Bp. 1992)
- [2] Juhász András (szerk) Fizikai kísérletek gyűjteménye 2.
(Arkhimédész Bt.-Typotex kiadó Bp. 1995)
- [3] Budó Ágoston Kísérleti fizika I.
(Tk. Bp.1981)
- [4] Budó Ágoston Kísérleti fizika II.
(Tk. Bp.1979)
- [5] <http://informatika.kodolanyi.hu> A számítógép, mint oktatási eszköz
(2006. 03. 16.)
- [6] <http://www.mek.iif.hu> A számítógép alkalmazása a fizika tanításában
(2006. 03. 16.)
- [7] <http://hu.wikipedia.org/wiki/M> A mérés
(2006. 05. 8.)
- [8] Cassy Általános adatfelvétel a Windows alatt (leírás)
(Leybold Didactic GmbH)
- [9] Cassy Mérés és kiértékelés
(Leybold Didactic GmbH)
- [10] Cassy Experimentieren mit Cassy
(Leybold Didactic GmbH)
- [11] Cassy Bewegungsmeßwandler
(Leybold Didactic GmbH)