

## Elektromosság III.

# Fizika 10.

Készítette: Rapavi Róbert

Lektorálta: Gavlikné Kis Anita

Kiskunhalas, 2014. december 31.



KISKUNHALASI  
REFORMÁTUS KOLLÉGIUM  
SZILÁDY ÁRON GIMNÁZIUMA

6400 Kiskunhalas, Kossuth Lajos utca 14. OM: 027956  
tel.: 77 / 421-215 e-mail: szilady@gmail.com web: szilady.net

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0025

„Jövőd a természettudományokban rejlik!”

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

## *Balesetvédelem*

Minden munkahelyen, így a természettudományos kísérletek végzésekor is be kell tartani azokat a szabályokat, amelyek garantálják a biztonságos munkavégzést a gimnáziumunkban. Az előírásokat komolyan kell venni, és aláírással igazolni, hogy tűz és balesetvédelmi oktatáson részt vettél.

### **Általános szabályok**

- A tanulók a laboratóriumi gyakorlat megkezdése előtt a folyosón várakoznak, s csak tanári kísérettel léphetnek be a laboratóriumba.
- A laboratóriumba csak az ott szükséges füzetet, könyvet, íróeszközt viheted be. Táskát, kabátot csak külön engedély alapján szabad bevinni.
- A laboratóriumban étel nem tárolható; ott enni, inni tilos!
- A laboratóriumban az iskolától kapott köpenyt kell viselni, a hosszú haját hajgumival össze kell kötni!
- A munkahelyedet a feladat végzése közben tartsd rendben és tisztán!
- A munkavédelmi, tűzrendészeti előírásokat pontosan tartsd be!
- A laboratóriumot csak a kijelölt szünetben hagyhatod el. Más időpontban a távozáshoz a tanártól engedélyt kell kérni.
- A laboratóriumban csak a kijelölt munkával foglalkozhatsz. A gyakorlati munkát csak az elméleti anyag elsajátítása után kezdheted meg.
- Az anyag-és eszközkidást, a füzetvezetést az órát tartó tanár szabályozza.
- A laboratórium vezetőjének, munkatársainak, tanárod utasításait maradéktalanul be kell tartanod!

### **Néhány fontos munkaszabály**

- Törött vagy repedt üvegedényt ne használj!
- Folyadékot tartalmazó kémcső a folyadékfelszíntől lefelé haladva melegítendő. Nyílását ne tartsd magad vagy társad felé!
- A vegyszeres üvegek dugóit ne cserélgess össze! Szilárd vegyszert tiszta vegyszeres kanállal vedd ki, a kanalat használat után töröl el! Megmaradt vegyszert a vegyszeres edénybe visszaönteni nem szabad!
- A laboratóriumi lefolyóba ne dobj olyan anyagot (pl. szűrőpapírt, gyufaszálat, parafadugót, üvegcserepet stb.), amely dugulást okozhat!
- Az eszközöket csak rendeltetészerűen, tanári engedéllyel szabad használni!
- Az eszközöket, berendezéseket csak rendeltetészerűen és csak az adott paraméterekre beállítva használhatod!
- Vegyszerekhez kézzel nyúlni szigorúan tilos!
- Soha ne szagolj meg közvetlenül vegyszereket, ne kóstolj meg anyagokat kémia órán!
- Ha bőrödre sav vagy lúg kerül, először mindig töröld szárazra, majd bő vízzel öblítsd le!
- A legkisebb balesetet vagy az eszközök meghibásodását azonnal jelentsd a szaktanárnak!
- Munka közben mind a saját, mind társaid testi épségére vigyáznod kell!
- Tanóra végén rakj rendet az asztalodon tanárod és a laboráns irányításával!

## 1. óra

## Erőhatások elektromágneses térben – Elektromágneses indukció

**Emlékeztető**

Egy mágneses térbe helyezett árammal átjárt vezető esetén erőhatások figyelhetők meg, a vezető elmozdul a mágneses térben. Hogyan nevezzük az ekkor fellépő erőt?

Milyen mennyiségektől függ az erő, hogyan számítjuk ki a nagyságát és milyen szabály alapján határozható meg az iránya? .....

Milyen erő hat a mágneses térben mozgó töltésekre? Mi az erőhatás feltétele, kiszámítási módja? .....

A mozgó töltések mágneses teret hoznak létre, így az árammal átjárt vezetékek, huzalok körül mágneses teret észlelünk. Hogyan jellemezhetjük ezt a teret? .....

Ha fordított folyamatokat nézünk, akkor azt látjuk, hogy nemcsak az elektromos áram hoz létre mágneses teret, hanem megfelelő körülmények között a mágneses tér elektromos áramot, ill. feszültséget indukál. Ez a jelenség az elektromágneses indukció. Az indukciónak két fajtája van. A nyugalmi indukció és a mozgási indukció.

A mozgási indukció során a vezető mozog az állandó mágneses térben vagy a nyugalomban lévő vezető környezetében mozgatunk egy mágnezt, míg a mozgási indukció esetén a nyugalomban lévő vezetőben úgy változtatjuk meg a mágneses teret, hogy változtatjuk az áramerősséget. Hogyan határozható meg mozgási indukció esetén az indukált feszültség nagysága?

Ha az  $N$  menetszámú tekercs környezetében  $\Delta t$  idő alatt  $\Delta\Phi$ -vel változik meg a mágneses tér fluxusa, akkor az indukált feszültség:

$$U_i = N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Hogyan szól a Lenz-törvény? .....

**Munkavédelem**

Figyelj az elektromos áram használatánál! A kísérletek során bizonyos tárgyak, eszközök fel-forrósodhatnak, óvatosan dolgozz velük!



### Eszköz és anyaglista

300/600 és 600/1200 menetes tekercsek	rúd mágnes
6 V-os izzó	tűállvány
kapcsoló	1,5 V-os izzó
zárt vasmag	rövidzár karika
ampermérő	voltmérő
változtatható áramforrás	zsinórok/alumínium szalag
pillanatkapcsoló	Lenz-karikák
alumíniumcső	kis mágnes henger
„Thomson-ágyú” készlet	

### A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

#### I. kísérlet – Áramvezetők egymásra gyakorolt hatása

Bunsen-állvány megfelelően kialakított tartóiba rögzítsünk egy-egy kb. 50 cm hosszú vezetékot vagy alumínium szalagot. A vezetékek néhány cm-re legyenek egymástól, de ne legyenek teljesen kifeszítve. Kapcsoljunk áramot a vezetékekre úgy, hogy ellentétes irányban folyjon az áram. Mit tapasztalunk? .....

Magyarázzuk meg! .....

.....

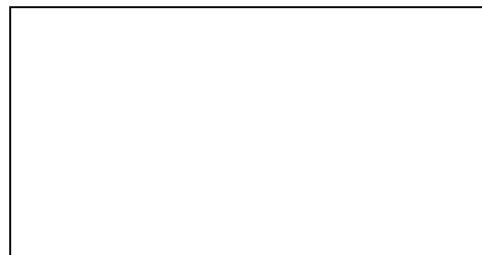
Változtassuk meg az áramirányt úgy, hogy azonos legyen a két vezetékben. Magyarázzuk meg a mostani tapasztalatainkat! .....

.....

Készítsünk rajzot!



ellentétes áramirány



azonos áramirány

#### II. kísérlet – Mozgási indukció

Kössük össze a tekercs két kivezetését voltmérővel. Mozgassunk lassan egy rúd mágneset a tekercs felé. Mit tapasztalunk? Mit mutat a műszer? .....

Ismételjük meg a mozgást, de az előzőnél gyorsabban mozgatva a mágneset. Most mit látunk? .....

.....

Mit mutat a műszer, ha a mozgás ellentétes irányú? .....

Magyarázzuk meg a látottakat!

.....

Ismételjük meg a mágnesrúd mozgatását 600 és 1200 menetes tekercsek esetén is. Próbáljuk azonos sebességgel mozgatni a mágneset. Milyen eltérést látunk a műszer által mutatott értékek között? Mi az eltérés oka? .....

.....

Utoljára helyezzünk az 1200 menetes tekercsbe vasmagot. Írjuk le megfigyelésünket! .....

.....

### III. kísérlet – Indukció egyenárammal

Egy egyszerű áramkörbe kapcsoljunk 6 V-os egyenáramú áramforrást, kapcsolót és a zárt vasmagra szerelt 300/600 menetes tekercset 600-as kivevéseivel. A másik tekercs szintén 600-as kivevéseire kapcsoljuk a 1,5 V-os izzót.

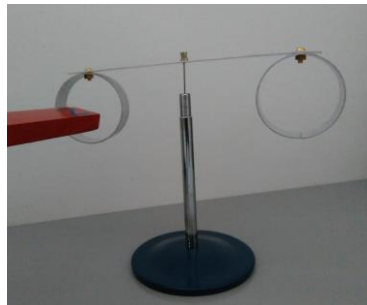
Zárjuk az áramkört és figyeljük meg ennek hatását az izzóra. Mit látunk? .....

Nyissuk ki a kapcsolót. Most mit látunk? .....

Kapcsolgassuk a kapcsolót folyamatosan ki-be. Milyen hatással van ez az izzóra? .....

.....

### IV. kísérlet – Lenz törvénye



Tűállványra illesszünk alumínium karikát, majd közelítsünk hozzá rúd-mágneset. Mit tapasztalunk? .....

.....

Mi történik, ha a karikából kifelé mozgatjuk a mágneset? .....

Ismételjük meg a mozgatásokat olyan karikával, amely nem folytonos, hanem át van vágva. Most mit látunk? .....

Magyarázzuk meg a különbséget! .....

.....

Kössünk a 6 V-os áramforrás áramkörébe kapcsolót és 1200 menetes vasmagos tekercset. A vasmagot egy papírlap segítségével szorítsuk bele a tekercsbe. A karikát függesztjük a tartóra, miközben a karika fogja teljesen körbe a vasmagot.

Rövid szüneteket tartva kapcsoljuk be és ki a kapcsolót, közben figyeljük meg a rövidzár karikát. Mit tapasztalunk? .....

Mi a jelenség magyarázata? .....

### *Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések*

#### **Tanári kísérlet „Thomson-ágyú”**

300 menetes tekercsbe helyezünk el egy kiálló vasmagot, és húzzunk rá nagyobb átmérőjű alumínium vagy réz karikát. Pillanatkapcsolóval kössünk hálózati áramra a tekercset. A kapcsoló zárásakor a karika felrepül. Ismételjük meg a kísérletet két, három majd egyre több karikával. Mit tapasztalunk? Próbáljuk megmagyarázni a látottakat!

#### **Tanári kísérlet – Mágnes lassú esése**

1–2 m hosszú alumíniumcsőben ejtsünk kis vashengert, majd mágnest. Azt látjuk, hogy a mágnes látszólag a gravitációnak ellenállva, sokkal lassabban halad végig a csövön. A kialakuló örvényáramok Lenz törvénye értelmében fékezik a mágnes mozgását.

#### **Waltenhofen-féle inga**

([http://garazskiserlet.blog.hu/2013/12/30/hogy\\_fekezzuk\\_meg\\_a\\_villanyorat](http://garazskiserlet.blog.hu/2013/12/30/hogy_fekezzuk_meg_a_villanyorat))

Az alumínium inga szabadon leng a tekercsek vasmagjára erősített mágnespofák között. Amint a tekercsre kb. 10 V-os egyenáramot kapcsolunk, az inga aperiodikusan lefékeződik. A jelenséget az alumíniumlapban kialakuló örvényáramokkal magyarázhatjuk. Amennyiben az inga lapja olyan alumíniumlap, amelyben függőleges bevágások találhatók, az előbbi lefékeződést nem fogjuk látni. Mivel a lap nem folytonos, így az örvényáramok nem tudnak kialakulni.

### *Házi feladat*

Gondolkozz! Első kísérletünket váltakozó árammal elvégezve vajon mi történne a vezetékkel?

Nézz utána, hogy az örvényáramoknak milyen jelentősége van a gyakorlatban? Hol hasznosítják őket, mikor van káros hatásuk, hogyan csökkentik ezen káros hatásokat?

### *Felhasznált irodalom*

Juhász András: Fizikai kísérletek gyűjteménye TYPOTEX Kiadó; Budapest 1994.  
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Manoderecha.svg>  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Fleming%27s\\_left-hand\\_rule\\_for\\_motors](http://en.wikipedia.org/wiki/Fleming%27s_left-hand_rule_for_motors)  
<http://www.education.com/science-fair/article/effect-magnet-electron-beam-right/>

## 2. óra

## A generátor; az elektromos motor

**Emlékeztető**

Az elektromágneses indukció jelenségét már megismertük. Tudjuk, hogy a változó mágneses mező elektromos áramot, ill. feszültséget indukál a közelében elhelyezett tekercsben.

Hogyan határozható meg az indukált feszültség nagysága? .....



Mivel a mágneses tér változásának iránya meghatározza a keletkező áram irányát is, így egy tekercs előtt állandó mágnezt forgatva, a tekercsben váltakozó áram indukálódik. Természetesen a mágneses teret létrehozhatjuk elektromágnessel is. A gyakorlatban ezt alkalmazzák. Alapvetően hasonlóképpen működik a dinamó is. A magyar jakobinus szerzetes Jedlik Ányos találta fel 1838-ban, de a világ Siemens német fizikusnak tulajdonítja a felfedezést. A dinamó és a generátor egyaránt a mozgási (forgási) energiát alakítja elektromos energiává, de egyik alapvető különbség köztük, hogy a dinamóval egyenáramot, míg a generátorral váltóáramot termelhetünk.

A generátorokban egyszerűsített felépítése egy gerjesztett forgórészből és a körülötte elhelyezett több tekercses állórészből tevődik össze. Ilyen generátorokat használnak minden villamos erőműben, ahol a forgórészt általában gőzturbinával mozgatják.

Az energia átalakítás fordítottja történik az elektromos motorokban. Itt az elektromos energiát alakítjuk mechanikai energiává, gyakorlatilag az előbb vázolt eljárást megfordítva. A motoroknak többféle fajtája létezik, felhasználási lehetőségeik igen sokrétűek.

**Munkavédelem**

Figyelj arra, hogy az elektromos kapcsolást megfelelően készítsd el a kapcsolási rajz alapján! Mindig a megfelelő feszültséget kapcsolod az áramkörre! Bizonyos esetekben jelentősége van

az áram irányának, ilyenkor ügyelj a helyes polaritásra!  

**Eszköz és anyaglista**

áramköri alaplapp	300/600 és 600/1200 menetes tekercs vasaggal
változtatható feszültségű áramforrás	vezetékek
változtatható ellenállás	voltmérő
rúd mágnes	tűállvány
elektromotor	kondenzátor (4700 $\mu\text{F}$ )
alumíniumpohár/korong	

**A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat**

**I. kísérlet – Elektromotor**

Kapcsoljunk 6 V-os egyenáramra egy kapcsoló segítségével 600 menetes vasmagos tekercset. (A vasmagot egy papírlappal rögzítsük a tekercsben.) Megfelelő távolságban elhelyezett tűállványra helyezzünk rúd-mágnessel.

.....

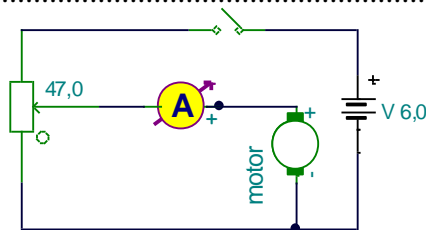
Ismétlődően nyitva és zárva az áramkört, mit tapasztalunk? .....

.....

Próbáljuk az áramkört olyan ütemben zárni és nyitni, hogy a rúd-mágnes folyamatosan forogjon.

Magyarázzuk meg a jelenséget! .....

.....



Készítsük el a fenti kapcsolást. Figyeljük meg a következőket!

- A motort beindítva változtassuk a potenciométer állását. Figyeljük meg a motor mozgását! .....

.....

- A motor tengelyére erősített kereket a kezünkkel óvatosan fékezve figyeljük meg az árammérő kijelzőjét. Milyen változást látunk? .....

.....

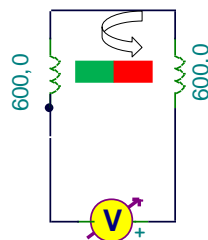
**II. kísérlet – A generátor elve**

Tűzzünk az áramköri panelre egy 1200 menetes tekercset és forgassunk meg előtte egy tűtengelyre helyezett mágnesrudat. Mit mutat a tekercshez kapcsolt voltmérő? .....

.....

Milyen változást tapasztalunk, ha a tekercsbe vasmagot rögzítünk? .....

.....



Ezután egymástól kellő távolságra tűzzünk be két tekercset, mindkettőt a 600-600 menetes részre kapcsolva. Tegyük a tekercsek közé középre a tűtartót, rá az állandó mágnessel. Kössük



össze a két tekercset egy voltmérővel, majd forgassuk meg a mágnesrudat. Milyen változást tapasztalunk? .....

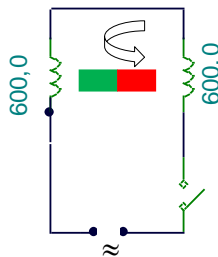
.....

Végül helyezzünk vasmagot mindkét tekercsbe és ismételjük meg a forgatást. Most mit mutat a műszer? .....

És ha ellenkező irányban forgatjuk a mágnesrudat? .....

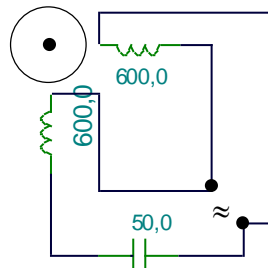
### III. kísérlet – Váltóáramú motor elve

Az előző kapcsoláson egy kicsit módosítsunk! A voltmérő helyett kapcsoljunk be 12 V-os váltóáramú tápegységet. A mágnesrudat kibillentve az egyensúlyából hozzuk forgásba a rúd-mágneset.



### IV. kísérlet – Segédfázisú és egyfázisú aszinkronmotor (Tanulói vagy tanári.)

Készítsük el az alábbi kapcsolást! Ügyelni kell arra, hogy a két tekercs tengelye pontosan merőleges legyen. Esetleg nagyobb menetszámú tekercs és vasmag is szükséges lehet. A kondenzátor 50–100  $\mu\text{F}$  kapacitású legyen.



A tekercsre kapcsoljunk 10–30 V-os váltakozó feszültséget. A túárványra helyezett alumínium pohár forgásba jön, hiszen a két tekercs között a kondenzátor miatt  $90^\circ$ -os fáziseltérés lesz. A változó mágneses tér örvényáramokat keltve forgásba hozza a poharat. A forgásba hozott pohár esetén a kondenzátort tartalmazó részt kikapcsolhatjuk, egyetlen tekercs is fenntartja a forgást.

### Házi feladat

Nézz utána, hogy milyen motorokat használnak a gyakorlatban? Melyiknek mi az előnye, hátránya?

### Felhasznált irodalom

Juhász András: Fizikai kísérletek gyűjteménye TYPOTEX Kiadó, Budapest 1994.

## 3. óra

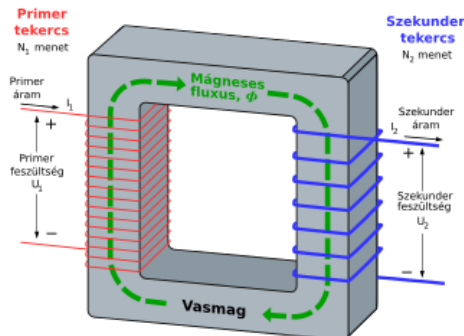
## A transzformátor

**Emlékeztető**

Déri Miksa, Bláthy Ottó és Zipernowsky Károly 1885-ben szabadalmaztatták találmányukat, a zárt vasmagú transzformátort. A transzformátor a villamos gépek csoportjába tartozik, amely elektromos energiát alakít elektromos energiává úgy, hogy megváltoztatja a feszültséget és az áramerősséget.

A transzformátor egy közös, zárt vasmagon elhelyezett legalább két különböző menetszámú tekercsből áll. A transzformátor működésének alapja a nyugalmi indukció, ebből következően váltakozó árammal működik.

Alapvetően a transzformátor két tekercse közül azt, amelyikbe bevezetjük az áramot primer tekercsnek, amelyikből a transzformált áramot nyerjük, szekunder tekercsnek nevezzük. Ennek megfelelően primer feszültségről és áramerősségről, valamint szekunder feszültségről és áramerősségről beszélünk.



A transzformátor megfelelő felépítés esetén – többek között lemezelt vasmag, hűtés – közel 100%-os hatásfokkal működik. Elméletileg azt mondjuk, hogy a primer és a szekunder oldalon mért teljesítmény megegyezik. Ha a szekunder oldalon nincs terhelés, akkor a primer oldalon sem ad le teljesítményt a tekercs, függetlenül attól, hogy rá van-e kapcsolva áram. A gyakorlatban ez nem teljesen így van.

**Munkavédelem**

Figyelj arra, hogy az elektromos kapcsolást megfelelően készítsd el a kapcsolási rajz alapján! Mindig a megfelelő feszültséget kapcsolod az áramkörre! Bizonyos esetekben jelentősége van az áram irányának, ilyenkor ügyelj a helyes polaritásra!



### Eszköz és anyaglista

áramköri alaplapp	áramforrás
ampermérő – voltmérő	2 db 100 $\Omega$ -os ellenállás
kapcsoló	300/600 és 600/1200 menetes tekercsek vasmaggal

### A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

Helyezzünk el egymással szemben, egymáshoz közel két 600-600 menetes tekercset. Kössünk az egyikre ampermérőt és figyeljük, mit mutat a műszer, ha a másikra kapcsolt egyenáramú áramforrás áramát bekapcsoljuk, majd kis idő múlva kikapcsoljuk. Tapasztalat: .....

.....

Magyarázat! .....

Ismételjük meg a kísérletünket váltakozó áramú áramforrással. Milyen különbséget látunk? ...

.....

Magyarázzuk meg! .....

.....

Helyezzük a tekercseinket közös, zárt vasmagra, és a primer oldali feszültséget változtatva mérjük a szekunder oldalon is a feszültséget. A bemenő feszültség 4 V, 8 V és 12 V legyen. Változtassuk a tekercsek menetszámait is. Mérési eredményeinket foglaljuk táblázatba.

	$N_p$	$N_{sz}$	$U_p$ (V)	$U_{sz}$ (V)	$U_p/U_{sz}$	$U_p/U_{sz}$ (átlag)	$N_p/N_{sz}$
1. mérés	300	600					
2. mérés							
3. mérés							
1. mérés	300	1200					
2. mérés							
3. mérés							
1. mérés	600	1200					
2. mérés							
3. mérés							
1. mérés	1200	600					
2. mérés							
3. mérés							
1. mérés	1200	300					
2. mérés							
3. mérés							

Méréseinket ismételjük meg az áramerősségek méréseivel is. Amennyiben nem áll rendelkezésre megfelelő mérőműszer, úgy ezt a mérést tanári kísérletként végezzük el!

	$N_p$	$N_{sz}$	$I_p$ (A)	$I_{sz}$ (V)	$I_p/I_{sz}$	$I_p/I_{sz}$ (átlag)	$N_p/N_{sz}$
1. mérés	300	600					
2. mérés							
3. mérés							
1. mérés	300	1200					
2. mérés							
3. mérés							
1. mérés	600	1200					
2. mérés							
3. mérés							
1. mérés	1200	600					
2. mérés							
3. mérés							
1. mérés	1200	300					
2. mérés							
3. mérés							

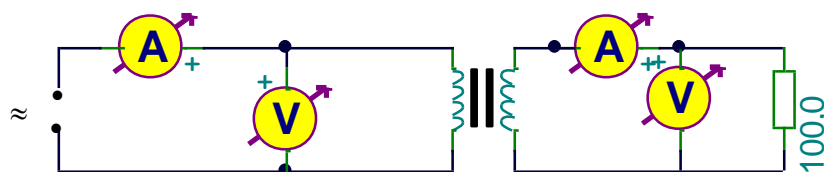
Mit állapíthatunk meg a primer és a szekunder oldali menetszámok és feszültségek, valamint a menetszámok és az áramerősségek közti kapcsolatról? .....

$$\frac{N_p}{N_{sz}} = \quad \quad \quad \frac{U_p}{U_{sz}} = \quad \quad \quad \frac{I_p}{I_{sz}} =$$

**Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések**

**Tanári kísérlet! A transzformátor hatásfokának vizsgálata**

Kössünk a transzformátor szekunder oldalára különböző nagyságú ellenállásokat és mérjük meg mindkét tekercsnél a feszültségeket és az áramerősségeket. Mérési adatainkat foglaljuk táblázatba és határozzuk meg a transzformátorunk hatásfokát! (Az 50 Ω-os és a 200 Ω-os ellenállást párhuzamos, ill. soros kapcsolással állítsuk elő.)



$R$	$50 \Omega$	$100 \Omega$	$200 \Omega$
$U_p$ (V)			
$I_p$ (A)			
$U_{sz}$ (V)			
$I_{sz}$ (A)			
$P_p$ (W)			
$P_{sz}$ (W)			
$\eta$			

A valóságos transzformátoroknak mindig van vesztesége.

- Vasveszteség /üresjárási veszteség/ – A vasmagban kialakuló örvényáramok és a hiszterézis veszteség miatt. Nagysága közel arányos a maximális indukciónak (az indukált feszültség közepes értékének is!) a négyzetével. Szinuszos változás esetén az indukált feszültség effektív értékének négyzetével is fennáll ez az arányosság.
- Rézveszteség /rövidrezárási veszteség/ – A tekercsek ohmos ellenállása miatt. Nagysága az effektív áramerősség négyzetével arányos.
- Dielektromos veszteség Elsősorban olajtranszformátoroknál lehet a mértéke jelentős. Nem mindegy, hogy a tartályban, vagy azon kívül mérik, mert a tartálynak is van vasvesztesége.

A megvalósított transzformátorok több primer/szekunder tekercsből állhatnak; így többféle feszültség is kivezethető belőlük; illetve többféle feszültségű betáplálásuk lehetséges. A lemezelte vasmagú transzformátoroknál a vasmag a betáplált feszültség frekvenciáján rezeg. A zaj csökkentésére szokásos a lemezek összeforrasztása, ragasztása, illetve kiöntése.

### Házi feladat

Nézz utána, hogy az elektromos energia szállításánál milyen jelentősége van a transzformátornak! Gyűjts össze minél több esetet a mindennapi gyakorlatból, ahol transzformátort alkalmaznak!

### Felhasznált irodalom

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Transzform%C3%A1tor>  
<http://jegyzet-tetel-puska.hu/okj-kepzes/transzformator>

## 4. óra

## Ellenállások váltakozó áramú áramkörben

**Emlékeztető**

A váltakozó áramú áramkörben többféle ellenállásról beszélhetünk. Az ohmikus ( $R$ ), a kapacitív ( $X_C$ ) és az induktív ( $X_L$ ) ellenállásról.

A vezető hossza ( $l$ ), keresztmetszete ( $A$ ) és anyagi minősége ( $\rho$ ) által meghatározott ellenállást váltakozó áramú áramkörben ohmos ellenállásnak nevezzük.

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

Az ohmos ellenállás nem változtatja meg az áram és a feszültség egymáshoz való időbeli viszonyát. Ha kondenzátort iktatunk a váltakozó áramú áramkörbe, a kondenzátor periodikus feltöltődése és kisülése biztosítja a körben az áramot, bár nyilván a fegyverzetek között nem mozognak töltéshordozó. Az áramkörben így mérhető ellenállást kapacitív ellenállásnak nevezzük.

$$X_C = \frac{1}{C \cdot \omega}$$

Ahol a  $C$  kondenzátor kapacitása,  $\omega$  a váltakozó áram körfrekvenciája. Ez az ellenállás sietteti az áramot a feszültséghez képest (fázissietés).

Ha az áramkörben önindukciós tekercs található, akkor az az önindukciós hatása miatt szintén ellenállásként viselkedik. Ez az induktív ellenállás.

$$X_L = L \cdot \omega$$

Az induktív ellenállás késlelteti az áramot a feszültséghez képest (fáziskésés).

A három ellenállás eredőjét  $Z$ -vel jelöljük és impedanciának nevezzük.

$$Z = \frac{U_{eff}}{I_{eff}}$$

Attól függően, hogy az áramkörben milyen ellenállások szerepelnek és ezek egymással milyen módon (sorosan vagy párhuzamosan) vannak összekapcsolva, az impedanciát is többféleképpen kell meghatározni  $R$ ,  $X_C$  és  $X_L$  értékeiből.

Egy tekercsnek a gyakorlatban ohmos és induktív ellenállása is van, s ezeket az áramkörben sorosan kapcsolva foghatjuk fel. Ebben az esetben a következő összefüggéseket tudjuk felírni:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}; \quad X_L = L \cdot \omega$$

$$X_L^2 = Z^2 - R^2; \quad Z = \frac{U_{eff}}{I_{eff}}$$

$$L = \frac{1}{\omega} \cdot \sqrt{Z^2 - R^2}$$

## Munkavédelem

Figyelj az elektromos áram használatánál!



## Eszköz és anyaglista

2 db 600 és egy db 1200 menetes tekercs	változtatható áramforrás
kapcsoló	zsinórok vagy áthidalók
ampermérő – voltmérő	áramköri panel

## A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

### Tekercs induktivitásának meghatározása áram- és feszültségméréssel

Első lépésben meghatározzuk a tekercsek ohmikus ( $R$ ) ellenállását, valamint a váltakozó áramú áramkörben a teljes ellenállásukat ( $Z$ ). Ehhez először egyenáramú körben megmérjük az áramforrás 5 különböző (2 V–4 V–6 V–8 V–10 V) feszültsége esetén a tekercsen átfolyó áram erősségét és a tekercsre eső feszültséget. Ezután megismételjük a méréseinket váltakozó feszültségek esetén is. Mérési eredményeinket foglaljuk táblázatba!

$\approx$	600 menet (1 db)			600 menet (2 db)			1200 menet		
	$U$ (V)	$I$ (A)	$R_1$ ( $\Omega$ )	$U$ (V)	$I$ (A)	$R_2$ ( $\Omega$ )	$U$ (V)	$I$ (A)	$R_3$ ( $\Omega$ )
1. mérés									
2. mérés									
3. mérés									
4. mérés									
5. mérés									
$R_{\text{átl}}$ ( $\Omega$ )									

$\approx$	600 menet (1 db)			600 menet (2 db)			1200 menet		
	$U_{\text{eff}}$ (V)	$I_{\text{eff}}$ (A)	$Z_1$ ( $\Omega$ )	$U_{\text{eff}}$ (V)	$I_{\text{eff}}$ (A)	$Z_2$ ( $\Omega$ )	$U_{\text{eff}}$ (V)	$I_{\text{eff}}$ (A)	$Z_3$ ( $\Omega$ )
1. mérés									
2. mérés									
3. mérés									
4. mérés									
5. mérés									
$Z_{\text{átl}}$ ( $\Omega$ )									

A váltakozó áram frekvenciájának ismeretében, valamint a megmért ellenállások alapján a feladatlap elején levezetett összefüggéssel számítsuk ki az egyes tekercsek inductivitását!

600 menetes tekercs,  $L_1 = \dots\dots$  H

2 db sorosan kötött 600 menetes tekercs,  $L_2 = \dots\dots$  H

1200 menetes tekercs,  $L_3 = \dots\dots$  H

Hasonlítsuk össze a tekercsek inductivitásait. Mit tapasztalunk? .....

.....

Méréseink alapján hogyan függ az inductivitás a tekercs fizikai paramétereitől? .....

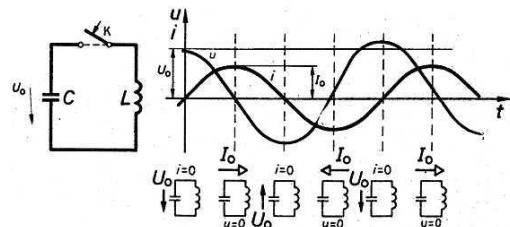
.....

### Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések

#### Hogyan „rezeg” a rezgőkör?

Töltsük fel az ábrán látható  $C$  kondenzátort  $U_0$  feszültségre, majd zárjuk a  $K$  kapcsolót.

Az összekapcsolás pillanatától mindkét elem ugyanakkora áram folyik, és ugyanakkora a feszültség is. A  $t = 0$  időpontban a kondenzátor  $U_0$  feszültségre van feltöltve, áram nem folyik. A feszültség hatására a tekercsen egyre nagyobb áram indul meg, amely a kondenzátort fokozatosan kisüti. Amikor a kondenzátor teljesen kisült, a feszültség 0, ugyanekkor folyik a legnagyobb áram. A tekercsen az áram tovább folyik, és – az előzővel ellentétes polaritással – tölteni kezdi a kondenzátort. Amikor a kondenzátor  $-U_0$  feszültségre töltődött, az áram ismét 0-ra csökken: A folyamat során a mágneses energia és az elektrosztatikus energia oda-vissza alakul. A folyamat ciklikusan ismétlődik, a feszültség és az áram lefolyását az ábra jobb oldalán láthatjuk. (Mindkét elem az ismert 90 fokos fáziseltérés van a feszültség és az áram között.) Tehát a „magára hagyott” LC körben szinuszos rezgés alakult ki, az ilyen elrendezést ezért nevezik rezgőkörnek.



Ha a rezgőkör ideális (veszteség nélküli) kondenzátorból és tekercsből áll, a rezgés az idők végeztéig fennmarad. A valóságban a rezgőkör elemei veszteségesek, ezt gyakorlati számításokkor a rezgőkörbe helyezett ellenállással vesszük figyelembe. A veszteségek miatt a rezgés amplitúdója folyamatosan csökken.

#### Felhasznált irodalom

Munkafüzet a tanulók fizikai méréseihez gimnázium IV. osztály; Tankönyvkiadó, Budapest, 1977.  
<http://wiki.ham.hu/index.php/Rezg%C5%91k%C3%B6r>