



ELEKTRİK 2

(MANYETİZMA)

LABORATUVARI

DENEY KLAVUZU

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
GAZİ EĞİTİM FAKÜLTESİ
FİZİK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

ANKARA

Güncelleme: 2024

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
DENEY 1 : Manyetik Kuvvetin Belirlenmesi	3
DENEY 2 : e/m Oranının Belirlenmesi	9
DENEY 3 : Alternatif Akımın Frekansının Belirlenmesi	15
DENEY 4 : Doğrusal Telden Geçen Akımın Oluşturduğu Manyetik Alan	19
DENEY 5 : Akım Geçen Bir Tel Halkanın Merkezindeki Manyetik Alan	25
DENEY 6 : Wattmetre ve Watt-Saat-Metre	29
DENEY 7 : Sığa Ölçmek	35
DENEY 8 : Elektromanyetik İndüksiyon	41
DENEY 9 : Bir Bobinin Öz indüksiyon Katsayısının Bulunması	47
DENEY 10 : Transformatörler	55

DENEY 1

MANYETİK KUVVETİN BELİRLENMESİ

Ön Çalışma Soruları

1. Manyetik alanın kaynağı nedir? Açıklayınız.
2. Hangi durumlarda manyetik kuvvet etki eder? Manyetik kuvvetin meydana geldiği her bir durum için manyetik kuvvetin yönü ve şiddeti nasıl bulunur? Şekil çizerek açıklayınız.
3. Deneydeki (her bir bölüm için) bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkenleri belirtiniz.
4. Deneyde hangi grafikleri çizeceksiniz? Bu grafiklerin nasıl çıkmasını bekliyorsunuz? Açıklayınız.
5. Bu deneyle ya da deneyde geçen kavramlarla ilgili **kendiniz** bir soru hazırlayarak soruyu **cevaplayınız**.

1.1. DENEYİN AMACI

Üzerinden akım geçen doğrusal bir tele etki eden manyetik kuvvetin tel üzerinden geçen akıma ve manyetik alan içerisinde kalan telin uzunluğuna bağlılığını incelemek.

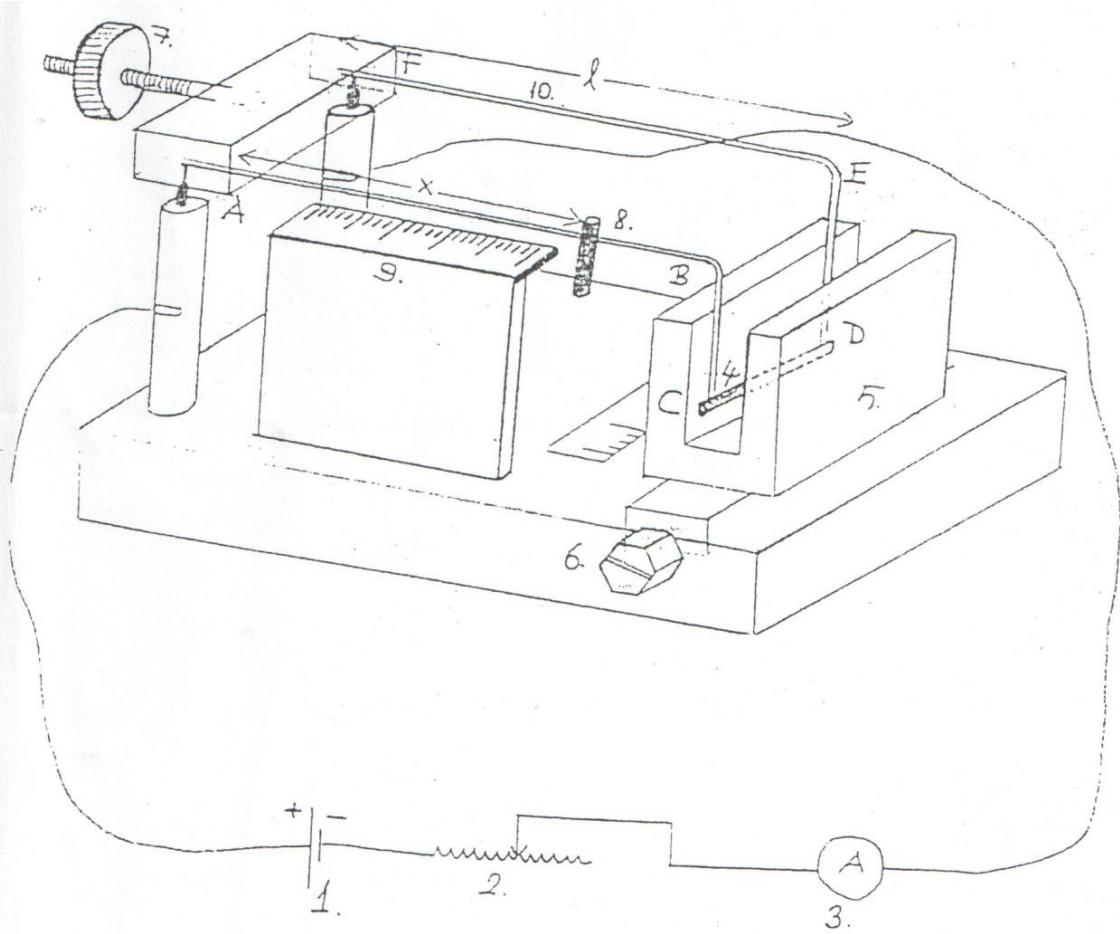
1.2. ARAÇ VE GEREÇLER

Manyetik kuvvet ölçme düzeneği, güç kaynağı, reosta, akımölçer, bağlantı kabloları.

1.3. TEORİK BİLGİ

Manyetik kuvvet, manyetik alanda içerisinde akım geçen tele etkiyen kuvvettir $\vec{F} = I. (\vec{L} \times \vec{B})$ ile tanımlanır. Büyüklüğü ise $F = B.I.L.Sin\theta$ ile belirlenir. Yönü ve doğrultusu sağ el kuralı ile belirlenir. Başparmak akım yönünde, işaret parmağı manyetik alan yönünde tutulunca, bunların düzlemine dik olan orta parmak (veya avuç içi) manyetik kuvvetin yönünü gösterir.

1.4. DENEY DÜZENEGİ



Şekil 1.1. Deney düzeneği

Düzenegın Bölümleri:

1. (0-12V) DC alçak gerilim kaynağı
2. Reosta
3. (0-5A) DC akımölçer
4. $|CD|$ uzunluđu = L akım geçen telin manyetik alan içerisindeki uzunluđu
5. U mıknatıs
6. U mıknatısı hareket ettiren vida. Manyetik alan içerisindeki L uzunluğunu değiştirmeye yarar.
7. Akım geçmezken AB ve EF'nin yatay durmasını sağlayan vida
8. Manyetik kuvvet etki eden telin yatay konumlanmasını sağlayan kütle ($m = 0,8412$ g)
9. Cetvel; x uzunluğunun ölçer.
10. l uzunluğu: Vida ile mıknatıs arasında kalan yatay telin uzunluğu.

1.5. DENEYİN YAPILIŞI

Deney başlamadan önce manyetik kuvvet ölçme düzeneğindeki 8 no'lu m kütlesi ($m = 0,8412$ g) mıknatıstan en uzak noktaya (vidaya en yakın) kadar itilir. Hareketli vidalar yardımıyla 10 no ile gösterilen l uzunluklu telin masa düzlemine paralel olması sağlanır. Ardından Şekil 1.1'deki deney düzeneği hazırlanır. Akımın yönü; L uzunluklu akım geçen tele etkiden manyetik kuvvet yukarı yönde olacak şekilde seçilir. Akım geçince bozulan denge 8 no'lu eleman mıknatısa doğru hareket ettirilerek sağlanır. Denge sağlandığında şekilde belirtilen "x" uzunlukları (m kütlelerinin yer değişimi) cetvel yardımıyla ölçülür. Ardından denge noktasından alınan Tork yardımıyla,

$$F.l = (m.g).x \text{ ten } F = \left(m.\frac{g}{l}\right)x = (\text{Sabit}).x \text{ olur.}$$

$$\text{SABİT} = \frac{m(\text{kg}).9,8\left(\frac{m}{s^2}\right).x(\text{m})}{l(\text{m})} \rightarrow (\text{N/m})$$

Tüm denemelerde aynı sabit kullanılacağından önce formüldeki sabiti hesaplayarak aşağıdaki boşluğa yazınız.

$$\text{SABİT} = \dots\dots\dots \text{N/m}$$

Ardından her bir denemenizdeki "x" değişkenini yerine koyarak

$F = \text{Sabit (N/m)} \cdot x (\text{m})$ formülünden F , manyetik kuvvetini Newton (N) cinsinden bulunuz.

Bulduğunuz değerleri kullanarak Çizelge 1.1 ve Çizelge 1.2'yi doldurunuz.

1. AŞAMA:

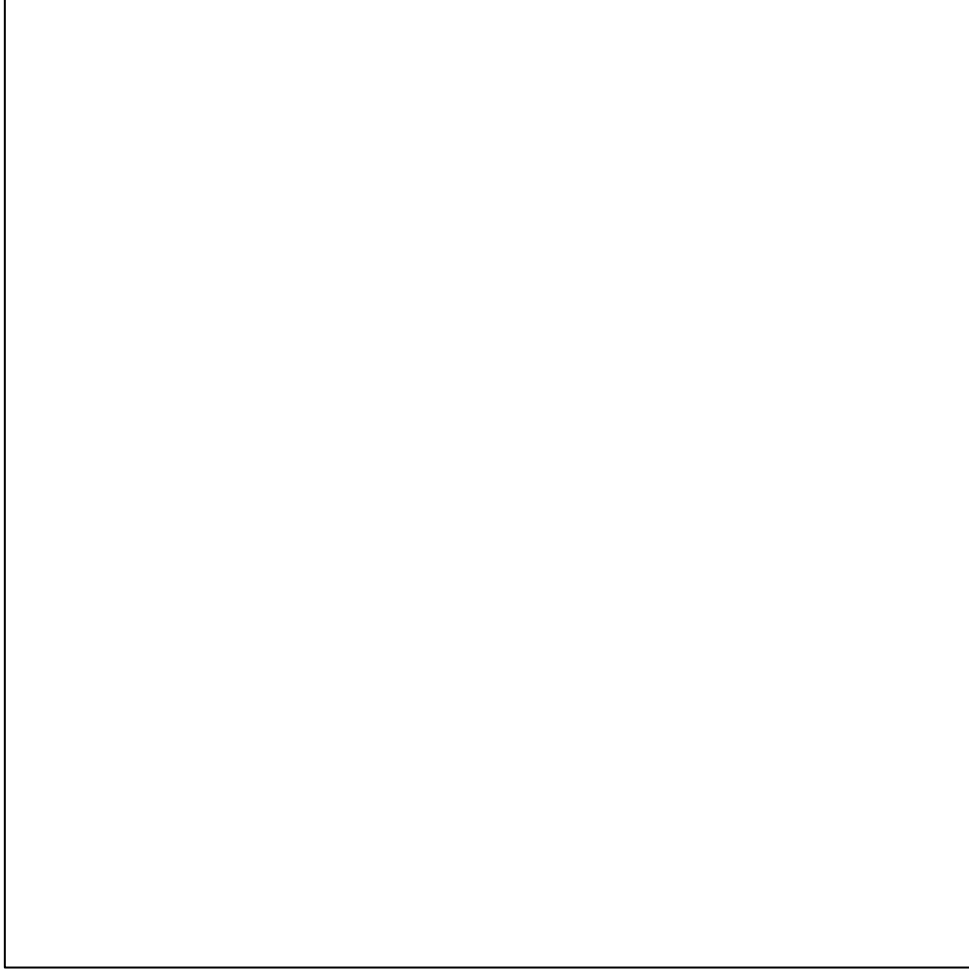
B ve L_{\max} sabit olup manyetik alan ile manyetik alan içerisindeki L uzunluklu tel arasındaki açı (θ) 90° dir. Bu durumda manyetik kuvvetin akıma bağıllığı inceleyiniz. Çizelge 1.1'i doldurarak $F_B = f(I)$ grafiği çiziniz. Grafiği yorumlayınız.

Çizelge 1.1.

I(A)	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
x(m)							
F (N)							

$$F = (\text{sabit}).x (\text{N})$$

$$\text{Sabit: } \dots\dots\dots (\text{N/m})$$

**Grafik 1.1.****2. AŞAMA:**

B ve I (akım) sabit olup manyetik alan ile manyetik alan içerisindeki L uzunluklu tel arasındaki açı (θ) 90° dir. Bu durumda manyetik kuvvetin manyetik alan içerisindeki telin L uzunluğuna bağlılığı inceleyiniz. Çizelge 1.2'yi doldurarak $F_B = f(L)$ grafiği çiziniz. Grafiği yorumlayınız.

Çizelge 1.2.

$L \times 10^{-2}$ (m)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
x (m)						
F (N)						

$$F = (\text{sabit}) \cdot x \text{ (N)}$$

Sabit:(N/m)



Grafik 1.2.

3. AŞAMA:

1 ve 2. aşamalarda çizilen grafiklerden yararlanarak, düzende sabit olan U mıknatısın kutupları arasındaki manyetik alanın değerini (B) temel birimler cinsinden ($N/m.A$) hesaplayınız.

$B = \dots\dots\dots N/m.A$

1.5. SONUÇ VE YORUM

DENEY 2

e/m ORANININ BELİRLENMESİ

Ön Çalışma Soruları

1. Helmholtz bobinlerinin yapısı ve kullanım amacını açıklayınız.
2. Bu deney için gerekli olan e/m oranını veren bağıntıyı teorik olarak çıkarınız.
3. Biot-Savart ve Ampere yasalarından yararlanarak içinden akım geçen bir halkanın merkezinden x kadar uzaklıkta bulunan bir noktada oluşturduğu manyetik alanın büyüklüğünü bulunuz. Bu veriden yararlanarak, deneyde verilen bobinlerin ortasında oluşan manyetik alanın şiddetini akıma bağlı olarak veren bağıntıyı çıkarınız.
4. Deneyde elde ettiğiniz verilerden hangi grafikleri çizeceksiniz? Grafiklerden yararlanarak e/m oranına nasıl ulaşacaksınız? Açıklayınız.
5. Bu deneyle ya da deneyde geçen kavramlarla ilgili **kendiniz** bir soru hazırlayarak soruyu **cevaplayınız**.

2.1. DENEYİN AMACI

Düzgün bir manyetik alan içerisine V hızıyla giren elektronun davranışından yola çıkarak e/m oranını hesaplamak.

2.2. ARAÇ VE GEREÇLER

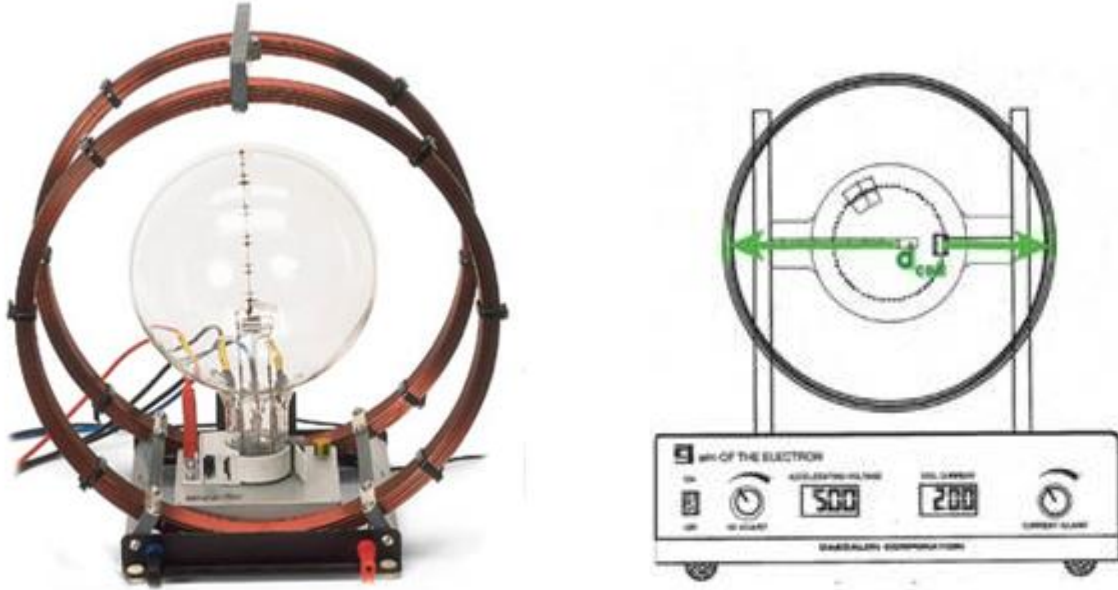
Helmholtz bobini

2.3. TEORİK BİLGİ

Deneyde, ısıtılmış katottan hızlandırma gerilimi altında elektron demeti içindeki bir elektron, $e.V = \frac{1}{2}mv^2$ bağıntısına uygun olarak hızlanacaktır. Hızlanan elektron, bobinlere I akımı verildiğinde oluşan manyetik alan nedeniyle çembersel hareket yapacaktır. Çembersel hareketin yarıçapı, $e.v.B = m\frac{v^2}{R}$ bağıntısına uygun olacaktır. Bu iki bağıntıdan yararlanarak e/m oranı bulunabilir.

2.4. DENEY DÜZENEGİ

Düşük basınçlı Helyum'dan oluşmuş ve hızlandırıcı anot ile ısıtılmış katottan oluşan elektron tüpünün etrafındaki, yarıçapı $r = 150$ mm, bobin başına sargısı $N = 130$ olan ve aralarında $d = 160$ mm uzaklık olan birbirini destekleyici iki adet Helmholtz bobininden oluşan ve resmi aşağıda verilen düzenektir.



Şekil 2.1. Deney düzeneği

Düzenekte yer alan düğmelerden biri elektronun fırlatıldığı elektron tabancasındaki gerilimi (V), diğeri bobinden geçen akım şiddetini (A) değiştirmek amacıyla kullanılır.

1.5. DENEYİN YAPILIŞI

Deney düzeneğini kullanmadan önce aşağıdaki uyarıları dikkatlice okuyunuz ve her bir aşamadaki soruları yanıtlamaya çalışınız. *(Lütfen aracı ilk kez kullanıyorsanız laboratuvar sorumlusundan yardım alınız)*

- Aracı düzgün bir masanın üzerine yerleştiriniz. Oda ışığının loş bir ortam olmasını sağlayınız.
- Aracın ömrünün uzun olabilmesi için gerekli işlemleri ve verileri kısa sürede almaya çalışınız.
- Düzeneği çalıştırmadan önce düzenek üzerindeki gerilim (V) ve akım (A) ayarlama düğmelerinin o değerinde olması için en sola çevriniz.
- Dünyanın (yerin) manyetik alan yönünü dikkate alarak düzeneği uygun konumda yerleştiriniz. Neden böyle yapmamız gerektiğini açıklayınız.

.....

.....

.....

- Aracın kablosunu 220 V şehir gerilimine takınız, açma-kapama düğmesinden açarak çalıştırınız. 30 saniyelik kendi kendine test yapan aracın ampermetre ve voltmetre göstergelerinin “.000” olacak şekilde gelmesini bekleyiniz.
- Gerilim düğmesini saat yönünde yavaşça çevirerek yükseltiniz (en çok 200 V). Yeşilimsi bir ışığın tüpün alt kısmına doğru ilerlediğini gözlemleyiniz. Neden böyle olduğunu açıklamaya çalışınız. Yeşil parıltının nedenini ve neyi temsil ettiğini açıklayınız.
-
-
-
- Akım düğmesini saat yönünde çevirerek en çok 2 Amper olacak şekilde ayarlama yapınız. Gözlemlediğiniz olayı fiziksel yorumuyla birlikte açıklamaya çalışınız.
-
-
-

Akım ve Voltaj Değişirse Elektron Tüpünde Neler Olur?

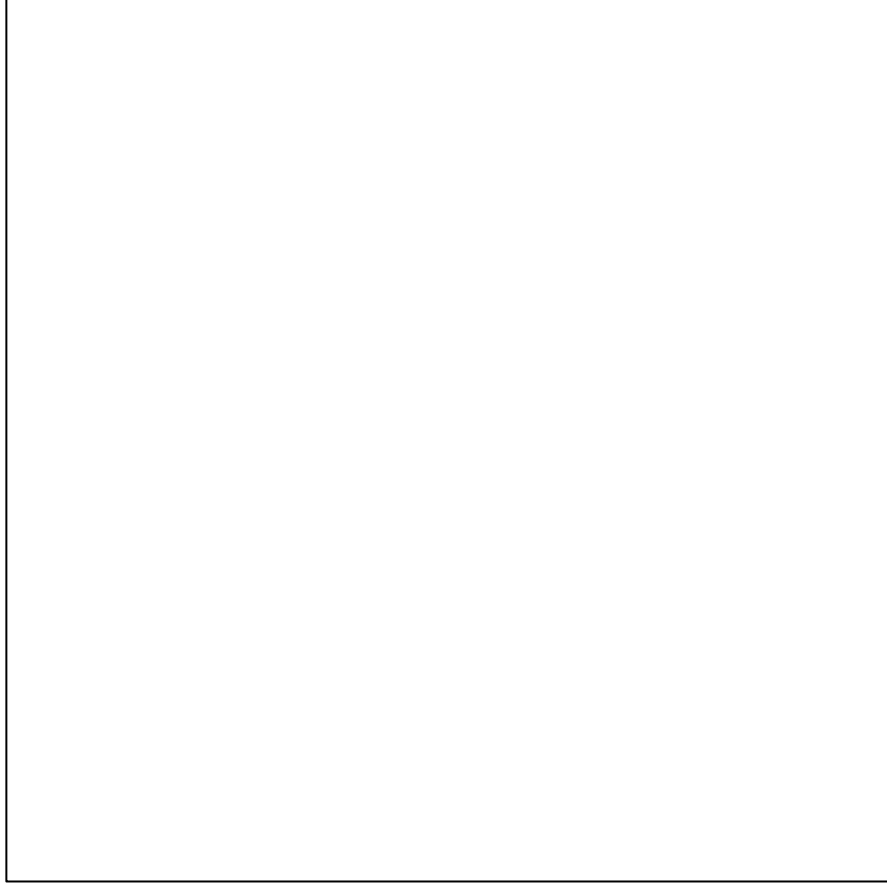
- a) Devreye uygulanan gerilimi sabit tutarak akımı değiştirdiğinizde (0-2,5 A arası) katot tüpünün içerisindeki olayı gözlemleyerek, elektronun yörünge yarıçapını Çizelge 2.1'e yazınız.

Çizelge 2.1.

$\Delta V = \dots\dots\dots$ V (sabit) için;

I (A)	r (m)

Bulduğunuz değerleri kullanarak $\dots = f(I)$ grafiğini çiziniz. Grafiği yorumlayınız.

**Grafik 2.1.**

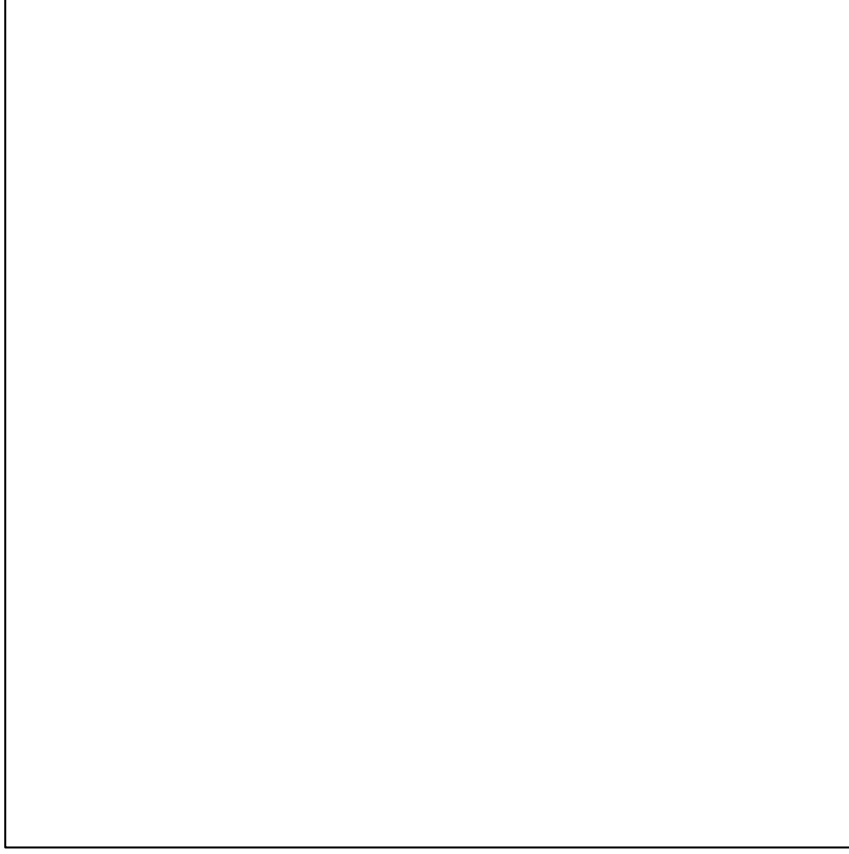
b) Bu aşamada devreden geçen akımı sabit tutarak gerilimin belli değerler için “a” kısmında yaptığınız gibi yörünge yarıçaplarını Çizelge 2.2’ye yazınız.

Çizelge 2.2.

I= A (sabit) için

ΔV (V)	r (m)

Bulduğunuz değerlerle = f(V) grafiğini çiziniz. Grafiği yorumlayınız.



Grafik 2.2.

- Hemolt bobininin merkezinde oluşturduğu manyetik alanı Biot-Savart yasasını kullanarak hesaplayınız. (*Ön çalışma sorularında yaptıysanız bulduğunuz formülü doğrudan yazabilirsiniz.*)

e/m Oranın Hesaplanması

Yaptığınız bu denemelerden yola çıkarak henüz göremediğimiz bir parçacık olan elektronun kütlesi ile yükü arasındaki ilişkiyi hesaplamak için gerekli işlemleri yapınız.

2.5. SONUÇ VE YORUM

DENEY 3

ALTERNATİF AKIM FREKANSININ BELİRLENMESİ

Ön Çalışma Soruları

1. Şekil 3.2'deki düzenekten alternatif akım geçirildiğinde telin hangi düzlemde ne tür bir hareket yapmasını beklersiniz? Sebebiyle beraber açıklayınız.
2. Rezonans nedir? Günlük hayattan örnekler vererek açıklayınız.
3. Deneyde kullanacağınız $f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ formülünü uygun formüllerden yararlanarak çıkarınız.
4. Bu deneyle ya da deneyde geçen kavramlarla ilgili **kendiniz** bir soru hazırlayarak soruyu **cevaplayınız**.

3.1. DENEYİN AMACI

Gerilmiş bir telde kararlı dalgalar oluşturularak alternatif akımın frekansını bulmak.

3.2. ARAÇ VE GEREÇLER

Alçak gerilim güç kaynağı, AC akımölçer (0-5 A), reosta, at nalı mıknatıs, tartım takımı, kefe, ince bakır tel, döküm üçayak, makara, masa kıskacı, iki statik çubuk, bağlantı kabloları.

3.3. TEORİK BİLGİ

Üzerinden akım geçen bir tel, manyetik alanda bulunursa alan tarafından tele bir kuvvet etki eder. Bu elektromanyetik kuvvet (F);

$$F = B \cdot I \cdot L \cdot \sin\theta$$

büyükliğindedir. B Manyetik alan, I telden geçen akım ve L telin boyu ve θ manyetik alan çizgileri ile telin doğrultusu arasındaki açıdır. Tele etkileyen kuvvet akım şiddeti ile değişir. Uygulanan akım alternatif akım olursa kuvvet de alternatif olur. Üzerinden akım geçen bir tel ise manyetik kuvvet etkisiyle titreşim hareketi yapar. Titreşim yapan bir telin frekansı (f) ;

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

bağıntısı ile verilir. Bağıntıda;

- n: Teldeki yarım dalga boylarının sayısı
- L: Telin titreşen kısmının boyu
- F: Teli geren kuvvet

- μ : Telin boyca yoğunluğu (birim uzunluğunun kütlesi): $\mu = \frac{m}{l}$

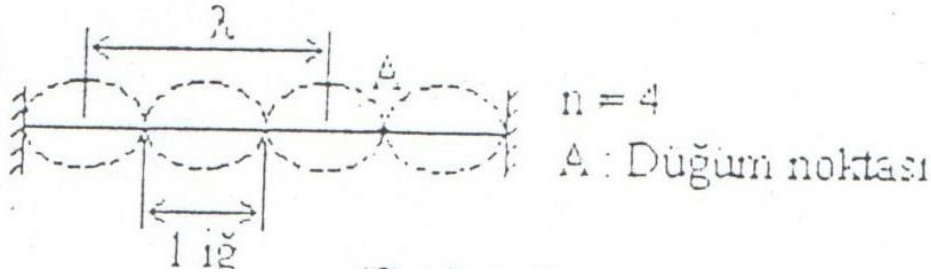
Öncelikle telin boyca yoğunluğunu ölçerek hesaplayınız.

- Telin kütlesi (m): kg
- Telin boyu (l): m
- Telin boyca yoğunluğu (μ): kg/m

$n = 1$ olursa f' 'ye telin ana frekansı denir. L ve μ sabit olursa frekans yalnızca F' 'nin karekökü ile orantılı olur.

Elektromanyetik kuvvet etkisi ile telde oluşan titreşim frekansının telin kendi doğal titreşim frekansına eşit olduğu duruma “rezonans” (eşitini, tınlaşım) denir. Rezonans durumunda tel en büyük genlikle titreşir.

Teli geren F kuvveti değiştirilip rezonans durumu elde edilebilir. Rezonans durumunda frekansların eşitliğinden faydalanarak alternatif akım frekansı bulunabilir. Tel titreşirken üzerinde dalgalar oluşur ve bu dalgalar telin diğer ucundan yansır. Yansıyan dalgalar gelen dalgalarla aynı periyot aynı genlik ve aynı dalga boyuna sahiptir. Aynı özellikte gelen bu dalgalar girişim oluştururlar. Rezonans durumunda, bu tip dalgalara “kararlı dalga” denir.



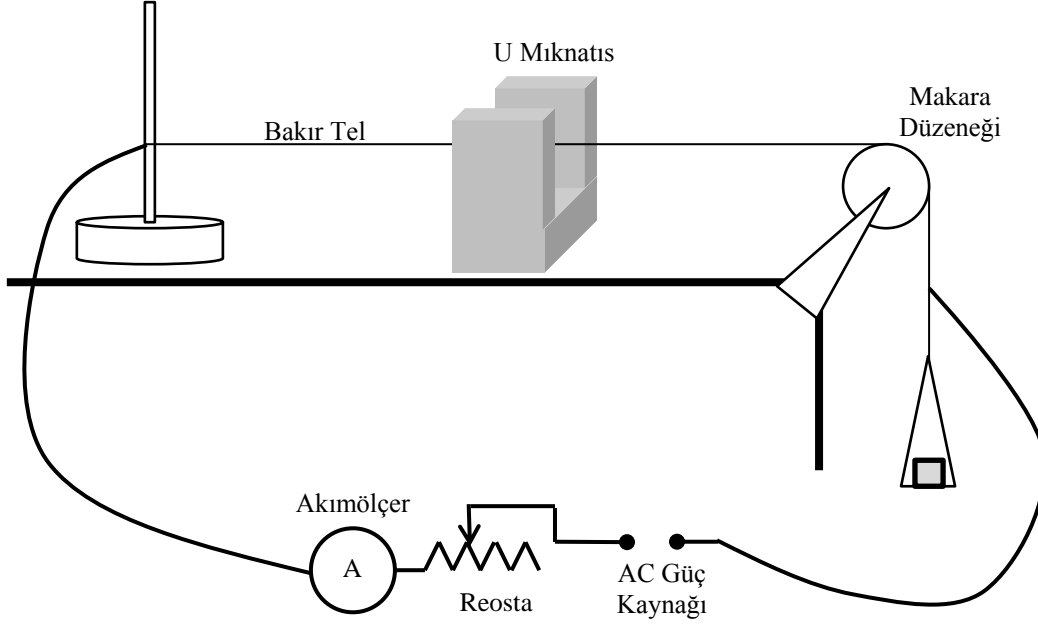
Şekil 3.1. Kararlı Dalga

Manyetik alanda, F kuvveti etkileyen tel şekildeki gibi titreşir. Bu iki dalga tepesi arası uzaklık dalga boyu (λ) iken, iki düğüm noktası arası uzaklık “iğ” adını alır. 1 iğ yarım dalga boyu kadardır.

3.4. DENEYİN YAPILIŞI

Masanın bir ucundan yaklaşık 1 m uzaklığa üçayak ve ona bağlı olarak statik çubuk yerleştiriniz. Masanın ucuna ise masa kıskacı yardımı ile makara düzeneği tutturunuz. Şekildeki gibi bakır teli bu ikisi arasına geriniz. Ancak bakır tel yalıtkan bir doku ile kaplıdır. Üzerinden akım geçebilmesi için önceden uçlarını zımpara kullanarak temizleyiniz. Bakır telin her iki ucu bağlantı kabloları ile güç kaynağı, ampermetre ve reosta ile seri olarak

bağlayınız. Bakır telin makaranın olduğu tarafına kefe ve kefenin içine de kütleler konur. U mıknatısı, bakır teli çevreleyecek biçimde telin yaklaşık olarak boyca ortasına yerleştiriniz. AC güç kaynağının 3-6 V aralığını kullanınız. Deney düzeneğini şekildeki gibi kurduktan sonra kontrol ettiriniz.



Şekil 3.2. Deney Düzeneği

Güç kaynağını çalıştırarak akımölçer ile akım geçip geçmediğini kontrol ediniz.

- Devreye akım verilince oluşan manyetik kuvvet hangi yönde olmalıdır? Bu kuvvete bağlı olarak telin titreşim yönü nasıl olmalıdır?
- Kefeye uygun kütleler koyularak maksimum titreşim genliğini bulunuz. Bunun için kefeyle elinizle bastırınız. Eğer titreşim genliği artarsa kefeye kütle ekleyiniz, azalırsa kefedeki kütle alınız. En büyük genlikli titreşimi bulduğunuzda A ve B düğüm noktalarıdır.
- Rezonans sırasında telin destekler arasındaki kısmının boyunu ölçünüz. Bu anda mıknatıs telin ortasında mıdır?
- Kefedeki kütleleri değiştirerek deneyi iki kez daha tekrarlayınız. Rezonansı sağlayan toplam üç kütle değeri bulunuz. Bu değerleri kullanarak frekansı hesaplayınız.
- Teli yaklaşık yarısı kadar kısaltıp ağırlıkları kullanarak rezonans durumunu tekrar elde ediniz. Bu durum için L ve F'yi ölçerek frekansı hesaplayınız.

NOT: Denklemden verilen " μ " telin boyca yoğunluğu olup telin tümü terazi ile tartılarak kütle boyuna oranlanmalıdır. 1 m'sinin kütle boyca yoğunluğu verir. Bu değerler için laboratuvar sorumlusundan yardım isteyiniz.

Bulduğunuz değerleri Çizelge 3.1'e yazınız ve gerekli hesaplamaları yapınız.

Çizelge 3.1.

Deneme	n (iğ sayısı)	F (N)	μ (kg/m)	L (m)	f (s^{-1})
1					
2					
3					

f (ortalama): s^{-1}

3.5. HESAPLAMALAR

3.6. SONUÇ VE YORUM

DENEY 4

DOĞRUSAL TELDEN GEÇEN AKIMIN OLUŞTURDUĞU MANYETİK ALAN

Ön Çalışma Soruları

1. Manyetik alanın kaynakları nelerdir? Açıklayınız.
2. Ampere yasasını açıklayınız.
3. Pusulanın yapısını kısaca açıklayınız.
4. Bu deneyle ya da deneyde geçen kavramlarla ilgili **kendiniz** bir soru hazırlayarak soruyu **cevaplayınız**.

4.1. DENEYİN AMACI:

Doğrusal bir telden geçen akımın oluşturduğu manyetik alanın, telden olan uzaklığa ve akım şiddetine nasıl bağlı olduğunu incelemek.

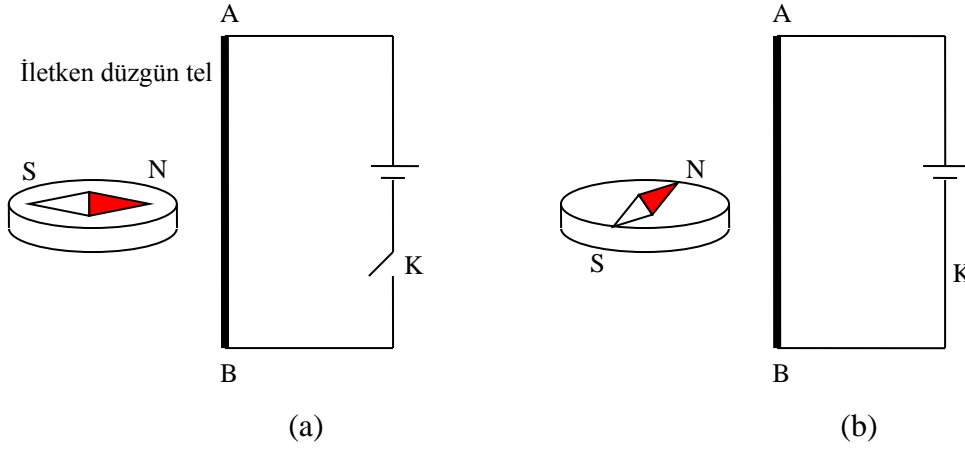
4.2. DENEYDE KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER:

Doğru akım güç kaynağı, ampermetre (0-5A), sürgülü reosta, yalıtılmış uzun akım teli, pusula, ağırlık, ayaklı destek, bağlantı kabloları.

4.3. GEREKLİ TEORİK BİLGİLER:

Normal konumda bir pusula yerin manyetik alanının yatay bileşeni doğrultusunu alır; ancak pusulaya bir mıknatıs yaklaştırılırsa sapmaya uğrar. Bu durumda pusulanın gösterdiği yön; yerin manyetik alanının yatay bileşeni ile mıknatısın manyetik alanının bileşkesi yönündedir.

İçinden akım geçen uzun bir telin çevresinde de bir manyetik alan oluşur. Şekil 4.1a.'deki gibi bir devre kurulup K anahtar kapatıldığında, pusula iğnesi Şekil 4.1b'deki konumunu alır. Pusula iğnesinin konumunun değişmesi, bu bölgedeki manyetik alanının değişimini gösterir. Manyetik alanın değişmesinin nedeni, telden geçen elektrik akımıdır. İçinden I şiddetinde doğru akım geçen düz bir telin etrafında bir manyetik alan meydana gelir. Alan çizgileri tele dik düzlem içerisinde teli merkez kabul eden iç içe çemberler şeklindedir. Manyetik alanın dolanım yönü ise "SAĞ EL KURALI" ile bulunur.



Şekil 4.1.

Doğrusal Telin Oluşturduğu Manyetik Alan Vektörü:

Akım geçen doğrusal telin çevresinde meydana gelen manyetik alan çizgileri aynı merkezli çemberler şeklindedir. Telden d kadar uzaktaki bir noktada manyetik alan şiddeti;

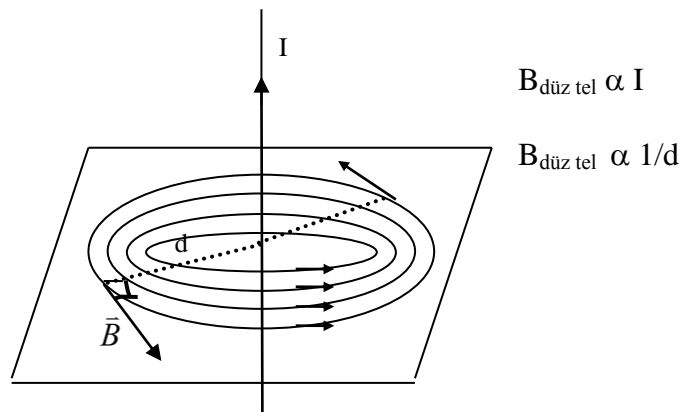
$$B = K \frac{2I}{d}$$

I : Telden geçen akım şiddeti (Amper)

d : Alan şiddeti hesaplanacak olan noktanın tele olan uzaklığı (metre)

K : Orantı sabiti ($K = 10^{-7} \text{ N/A}^2$)

B : Manyetik alan şiddeti (Newton/Amper.metre veya Tesla)

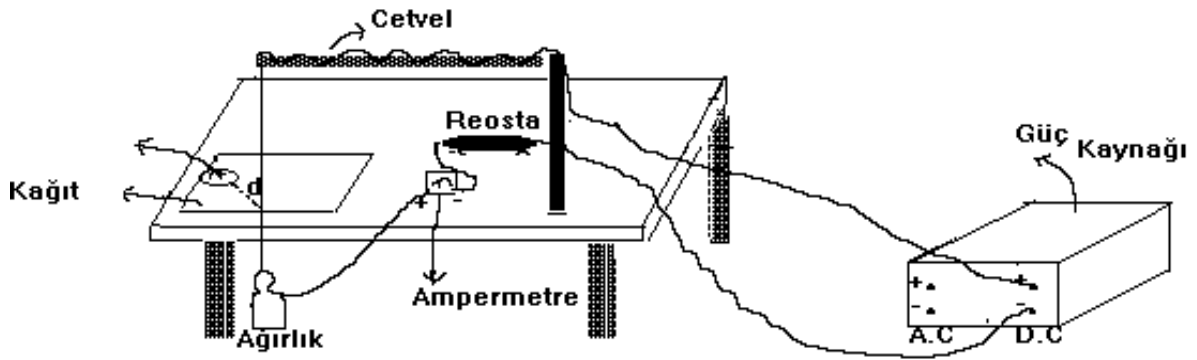


Şekil 4.2.: Alan çizgilerinin sembolik gösterimi

4.4. DENEYİN YAPILIŞI:

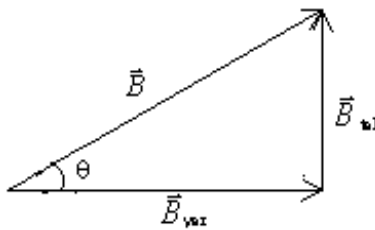
A. Akım Geçen Uzun Düz Bir Telin Çevresinde Oluşturduğu Manyetik Alanın Şiddetinin, Akım Şiddeti İle Ne Şekilde Değiştiğinin İncelenmesi:

Şekil 4.3.'teki devreyi kurun. Bir parça yapışkan bantla, teli, masanın kenarına yakın konumda; grafik kâğıdını da masa üzerine tutturun. Grafik kâğıdını masaya tutturduktan sonra, üzerine telden geçen ve pusula iğnesine paralel olan bir doğru çizin. Bu doğru deney yaptığınız yerde, Yerkürenin manyetik alanının yatay bileşeninin doğrultusunu belirler. Pusula demirden ve elektrikli aletlerden etkilendiği için bütün demir cisimleri ve elektrikli cihazları pusulayı üzerinde hareket ettireceğiniz grafik kâğıdından uzaklaştırın. Uzun telin düşey kısmı hariç diğer bütün kısımları grafik kâğıdından uzakta bulunmalıdır.



Şekil 4.3.

Yer'in manyetik alanının yatay bileşeni (B_{yer}), akımın meydana getirdiği alan (B_{tel}) ve sapma açısı (θ) arasındaki bağıntı Şekil 4.4.'ten,



$$B_{tel} = B_{yer} \tan \theta$$

olur. O halde B_{yer} sabit olduğundan akımın meydana getirdiği manyetik alan sapma açısının tanjantı ile doğru orantılıdır.

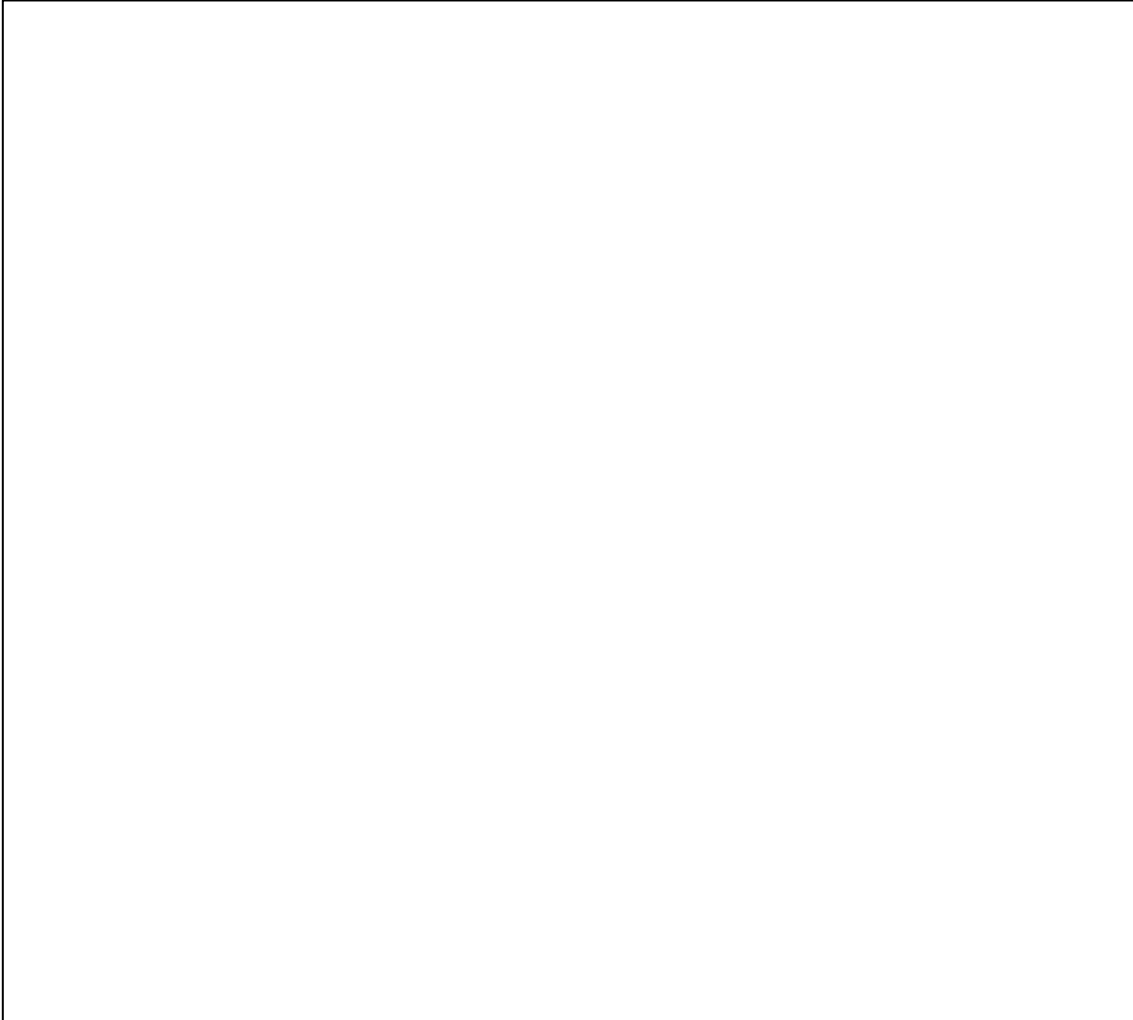
Şekil 4.4.

Telden geçen akımın değişiminin manyetik alanı nasıl etkilediğini bulmak için pusulayı telden belli bir uzaklığa koyun. Uzaklığı sabit tutarak akımı reosta yardımıyla değiştirin. Pusula iğnesinin sapma açılarını ölçerek Çizelge 4.1'i doldurun.

Çizelge 4.1.

I Akım Şiddeti (Amper)							
α Sapma Açısı							
$\tan \alpha$							

Çizelge 4.1.'deki değerleri kullanarak sapma açılarının tanjantlarını akım şiddetinin fonksiyonu olarak gösteren bir grafik (Grafik 4.1) çizin. *SI: Ne buldunuz?*

**Grafik 4.1.**

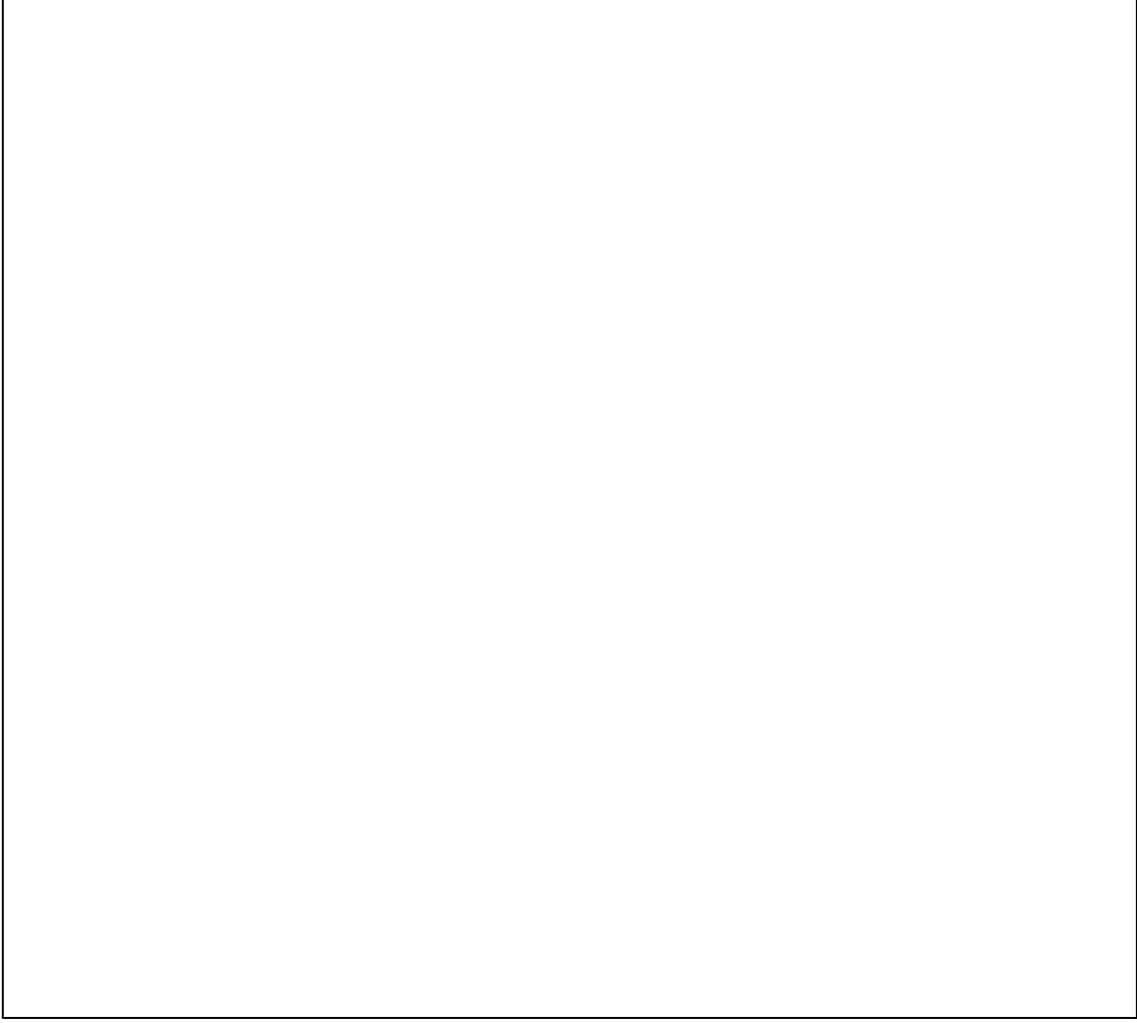
B. İçinden Akım Geçen Uzun Düz Bir Telin Çevresinde Oluşturduğu Manyetik Alanın Şiddetinin, Telden Olan Uzaklıkla Ne Şekilde Değiştiğinin İncelenmesi:

Şekil 4.3'teki devreyi kurun. Devreye akım verin ve reostayı kullanarak akımı sabit bir değerde tutun. Daha sonra akımı değiştirmeden pusulayı akım telinden çeşitli uzaklıklara koyarak, her durumda pusulanın sapmalarını, tam üstten bakarak Çizelge 4.2'yi doldurun. Pusulanın tele olan uzaklığını, pusulanın merkezinden itibaren ölçün.

Çizelge 4.2.

d (cm)							
1/d (cm ⁻¹)							
α							
tan α							

Telin manyetik alan şiddeti telden olan uzaklıkla nasıl değiştiğini görebilmek için tan α 'nın uzaklığın tersine bağlı değişim grafiğini (Grafik 4.2) çizin. **S2: Ne buldunuz?**



Grafik 4.2.

4.5. SONUÇ VE YORUM:

DENEY 5

AKIM GEÇEN BİR TEL HALKANIN MERKEZİNDEKİ MANYETİK ALAN

Ön Çalışma Soruları

1. Biot-Savart yasasını kendi deneyiniz üzerinden açıklayınız.
2. Manyetik özelliklerine göre maddelerin sınıflandırmasını yaparak bu maddelerin özellikleri hakkında kısaca bilgi veriniz.
3. Bu deney ile ilgili kendiniz bir soru hazırlayarak soruyla birlikte cevabını yazınız.
4. Bu deneyde ya da deneyde geçen kavramlarla ilgili **kendiniz** bir soru hazırlayarak soruyu **cevaplayınız**.

5.1. DENEYİN AMACI:

Üzerinden akım geçen bir tel halkanın merkezindeki manyetik alanın, halkadan geçen akım şiddetine ve halkadaki sarım sayısına nasıl bağlı olduğunu incelemek.

5.2. DENEYDE KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER:

Doğru akım güç kaynağı (0-12 Volt), pusula, kangal sarma takımı (tanjant galvanometresi takımı), yalıtılmış uzun akım teli, ampermetre (0-5 A), sürgülü reosta, bağlantı kabloları.

5.3. GEREKLİ TEORİK BİLGİLER:

Üzerinden akım geçirilen çember şeklindeki bir tel halkanın merkezinde bir manyetik alan meydana gelir. Akımın meydana getirdiği bu manyetik alan; yerin manyetik alanının yatay bileşeni ve kangalın merkezine konan bir pusula ile ölçülen sapma açısından faydalanılarak bulunabilir. Bu deneyde yapımı kolay olduğu için çember şeklindeki tel halka yerine kare şeklindeki tel halka kullanılacaktır.

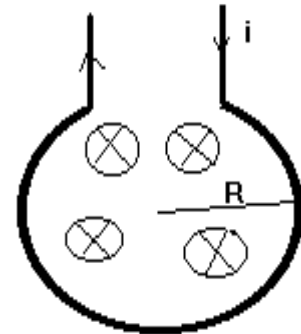
B_h : Halkanın manyetik alanı;

$$B_h = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi I}{R}; \quad \frac{\mu_0}{4\pi} = K = \text{sabit} \Rightarrow B_h = K 2\pi \frac{I}{R}$$

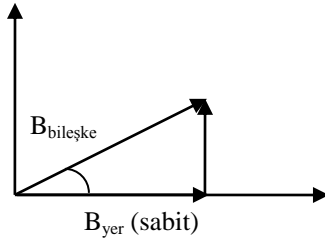
olur. Eğer halka N sarımlı ise;

$$B_h = 2\pi KN \frac{I}{R}$$

olur.



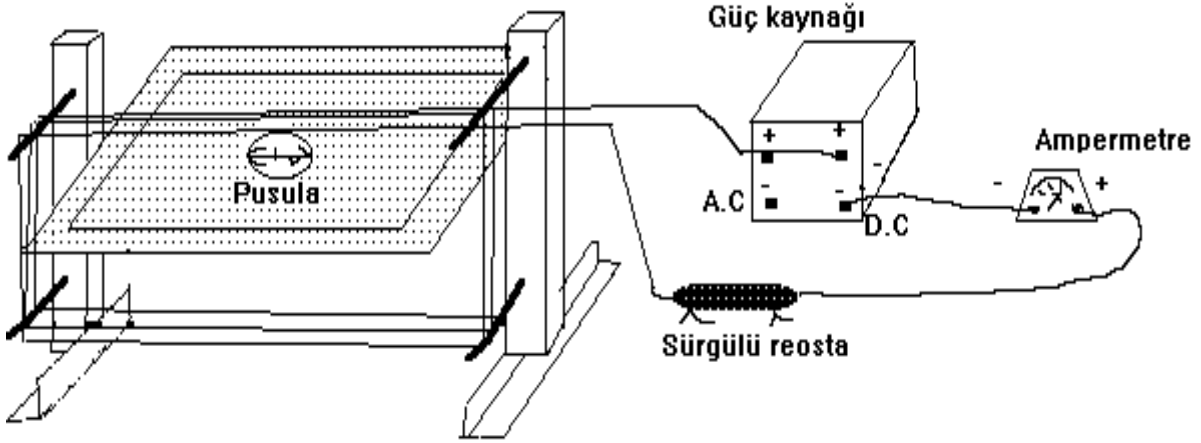
Şekil 5.1.



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{B_h}{B_{yer}} \Rightarrow B_h = B_{yer} \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

Manyetik alanın yön ve doğrultusu sağ el kuralı ile bulunur.

5.4. DENEYİN YAPILIŞI:



Şekil 5.3.

A. Üzerinden Akım Geçen Bir Tel Halkanın Merkezindeki Manyetik Alan Şiddetinin, Akım Şiddeti İle Ne Şekilde Değiştiğinin İncelenmesi:

Şekil 5.3.'deki devreyi kargal tek sarımlı olacak şekilde kurun. Grafik kâğıdını bir çizgisi kargal düzlemine dik olacak şekilde bantlayın. Sonra pusulayı kargal merkezine koyup kargal düzleminde pusula iğnesi doğrultusu ile karşılaştırın. Bu doğrultuyu kâğıt üzerinde belirleyin. Telin diğer kısımlarının kargaldan uzak durmasını sağlayın. **S1:** Doğru akım güç kaynağı ile devreye akım verdiğinizde pusulanın doğrultusunda bir değişme gözleniyor mu? (Pusulanın her iki ucunun yeni doğrultusunu işaretleyin.)

.....

Reosta yardımıyla devreye değişken akımlar vererek (1-3,5 A arası) pusuladaki sapma açılarını belirleyin. **S3:** Açıların artışı düzgün mü?

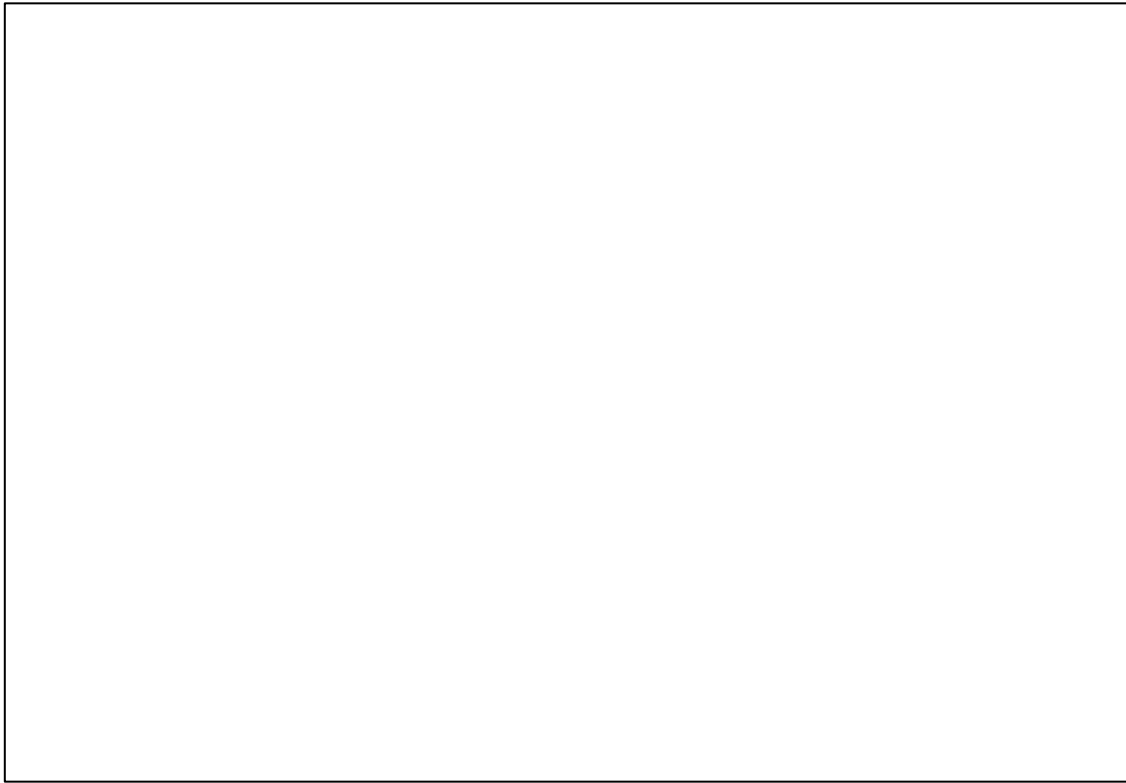
.....

Çerçeve merkezindeki manyetik alan, $\tan\theta$ ile doğru orantılı mı? Çerçeve merkezinde akımın meydana getirdiği manyetik alanın akım şiddeti ile nasıl değiştiğini $\tan\theta$ 'yı akım

şiddetinin fonksiyonu olarak gösteren bir grafik çizerek gösterebilirsiniz. Ölçüleri Çizelge 5.1.'e kaydederek $f(i) = \tan\theta$ grafiğini (Grafik 5.1.) çizin. Ardından grafiği yorumlayınız.

Çizelge 5.1.

Akım (Amper)							
θ (sapma açısı)							
$\text{tg}\alpha$							



Grafik 5.1.

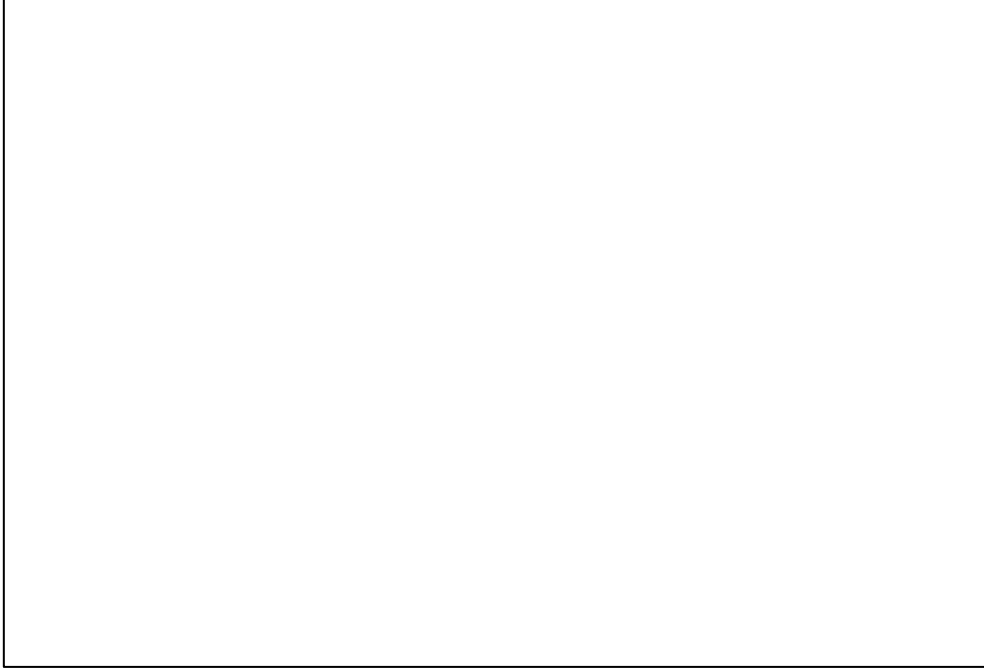
B. Üzerinden Akım Geçen Bir Tel Halkanın Merkezindeki Manyetik Alan Şiddetinin, Sarım Sayısı İle Ne Şekilde Değiştiğinin İncelenmesi:

Akımı yaklaşık 2A'de sabit tutarak sarım sayısını artırmak suretiyle değiştirin (teli aynı yönde dolayın). Pusula yardımıyla sapma açılarını tespit ederek halkanın manyetik alanının sarım sayısı ile ilişkisini inceleyin. Sonuçları Çizelge 5.2.'ye aktardıktan sonra sarım sayısına bağlı olarak $\tan\theta = f(N)$ grafiğini (Grafik 5.2.) çizin. **S5: Ne buldunuz?**

.....

Çizelge 10.2.

N (Sarımlar sayısı)	1	2	3	4	5
θ (Sapma açısı)					
$\tan\theta$					

**Grafik 5.2.**

- Dört sarımlı kangalın iki sarımını bir yönde diğer ikisini ise ters yönde sardıktan sonra devreye akım veriniz. **S6:** Bir sapma oluyor mu? Gözlemlerinizi tartışınız.
-

5.5. SONUÇ VE YORUM:

DENEY 6

WATTMETRE VE WATT-SAAT-METRE

Ön Çalışma Soruları

1. Evlerde elektrik tesisatlarında kullanılan akıllı sayaç nedir? Akıllı sayaç ile Watt-saat metre ile aralarındaki benzerlikler ve farklılıklar nelerdir?
2. 40W, 60W ve 100W gücündeki ampuller arasındaki farklılıklar nelerdir? Direnç, parlaklık ve harcadıkları enerji açısından değerlendiriniz.
3. Yapacağınız deneylerdeki ampuller birbirine seri mi yoksa paralel mi bağlanmalıdır? Sebebini evlerdeki elektrik tesisatı ile bağdaştırarak açıklayınız.
4. Bu deneyle ya da deneyde geçen kavramlarla ilgili **kendiniz** bir soru hazırlayarak soruyu **cevaplayınız**.

6.1. DENEYİN AMACI

Wattmetre ile lambaların gücünün ölçülmesi, watt-saat-metredeki kursun bir dönmesi için gereken enerjinin hesaplanması

6.2. ARAÇ VE GEREÇLER

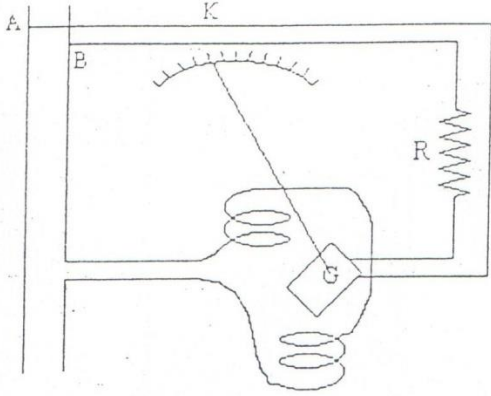
Wattmetre, Watt-saat-metre, süreölçer, seri bağlı dört tane lamba, akımölçer (0-1 Amper), bağlantı kabloları.

6.3. TEORİK BİLGİ

Bir elektrik devresinde, iki nokta arasındaki güç (P); potansiyel farkı (V) ve akım şiddeti (I) ise; $P = V \cdot I$ biçimindedir. Buna göre güç ölçen bir aletin göstergesi, hem potansiyel farkı hem de akım şiddeti ile orantılı bir sapma göstermelidir.

Elektrikte güç Watt ile ölçüldüğü için, güç ölçmeye yarayan aletlere “Wattmetre” denir. Wattmetre devreye seri bağlı bir akım bobini ile paralel bağlı gerilim bobininden oluşmaktadır. Akım bobininden bir I_1 akımı geçtiğinde makaranın ortasında meydana gelen alan şiddeti;

$$H = \frac{2\pi I_1}{10r} \text{ dir.}$$



Şekil 6.1. Wattmetre

Büyük bir dirençle seri olarak bağlandıktan sonra devreye paralel bağlanan gerilim bobininden geçen akım I_2 olsun. Amper makarasının H alanı içindeki bulunan gerilim bobinine etki eden tork;

$$\tau = \frac{HI_1NS}{10} = \frac{2I_1I_2\pi NS}{100r}$$

olur. A ve B noktaları arası potansiyel farkı V, potansiyel bobinin direnci R ise;

$$I_2 = \frac{V}{R} \text{ ve tork } \tau = VI_1 \frac{2\pi NS}{100rR} \text{ olur. } \frac{2\pi NS}{100rR} = \text{Sabit olduğu için bu ifadeye K dersek tork;}$$

$$\tau = K.V.I_1$$

olur. Devreden geçen toplam akım I ise $I = I_1 + I_2$ 'dir. I_1 'in yanında I_2 göz önüne alınamayacağından $I_1 \approx I$ alınabilir. Bu durumda tork;

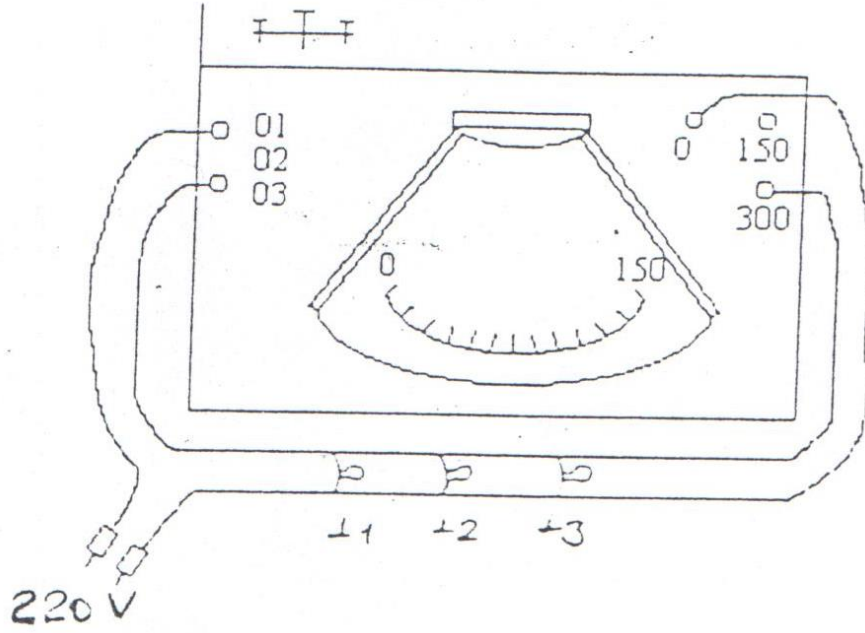
$$\tau = K.V.I$$

şeklinde yazılabilir.

6.4. DENEYİN YAPILIŞI

Wattmetrenin Kullanılışı

Aleti kapağı açık ve yatay durumda masa üzerine koyunca sağ taraftaki siyah başlıklı düğmeler gerilim bobininin uçlarıdır. Bu düğmelerden (0-150) 150 V'a, (0-300) 300 V'a kadar olan potansiyel farklar için kullanılır. Eğer doğrudan şehir gerilimi ile çalışan bir devrede kullanılacaksa daima 0 düğmeleri kullanılmalıdır.



Şekil 6.2. Deney Düzenegi

Aracın sol tarafında akım bobininin uçları olan iki metal düğme vardır. Bu düğmelerden araç devreye seri olarak bağlanır. Düğmelerin yanında üç fiş yatağı vardır. Bu yuvalara kutunun kapağındaki özel yuvalarda bulunan fişler takılır. Fişlerden birisini ortadaki fiş yuvasına takarsak eşel üzerindeki her bölme 10 Watt gösterir. Yine tek fişi 1 ve 3 yuvalarına takarsak her bölme 20 Watt gösterir. Eğer iki fişi herhangi iki yuvaya takarsak her bölme 20 Watt gösterir. Bu değerler aletin (0-300) V düğmeleri kullanımına göre dir. Eğer (0-150) V düğmeleri kullanılırsa bu değerlerin yarısını almak gerekir.

1. AŞAMA:

Wattmetre İle Gücün Ölçülmesi

Şekildeki 6.2'deki düzenegi hazırlayınız. Devreyi dikkatlice kurduktan sonra kontrol ettiriniz. Bu işlemler bitince fişleri masadaki prize takıp akım veriniz. Devredeki lambaların tek tek ve sonrada lambaların hepsini yakıp lambaların gücünü belirleyerek Çizelge 6.1'i doldurunuz. Bulduğunuz değerleri lambanın üzerinde yazılı olan değerle karşılaştırınız.

Çizelge 6.1.

	Tek fiş iki no'lu yuvada takılı iken lambanın gücü	İki fiş (1 ve 3 no'lu) yuvaya takılı iken lambanın gücü
1 Lamba		
2 Lamba		
3 Lamba		

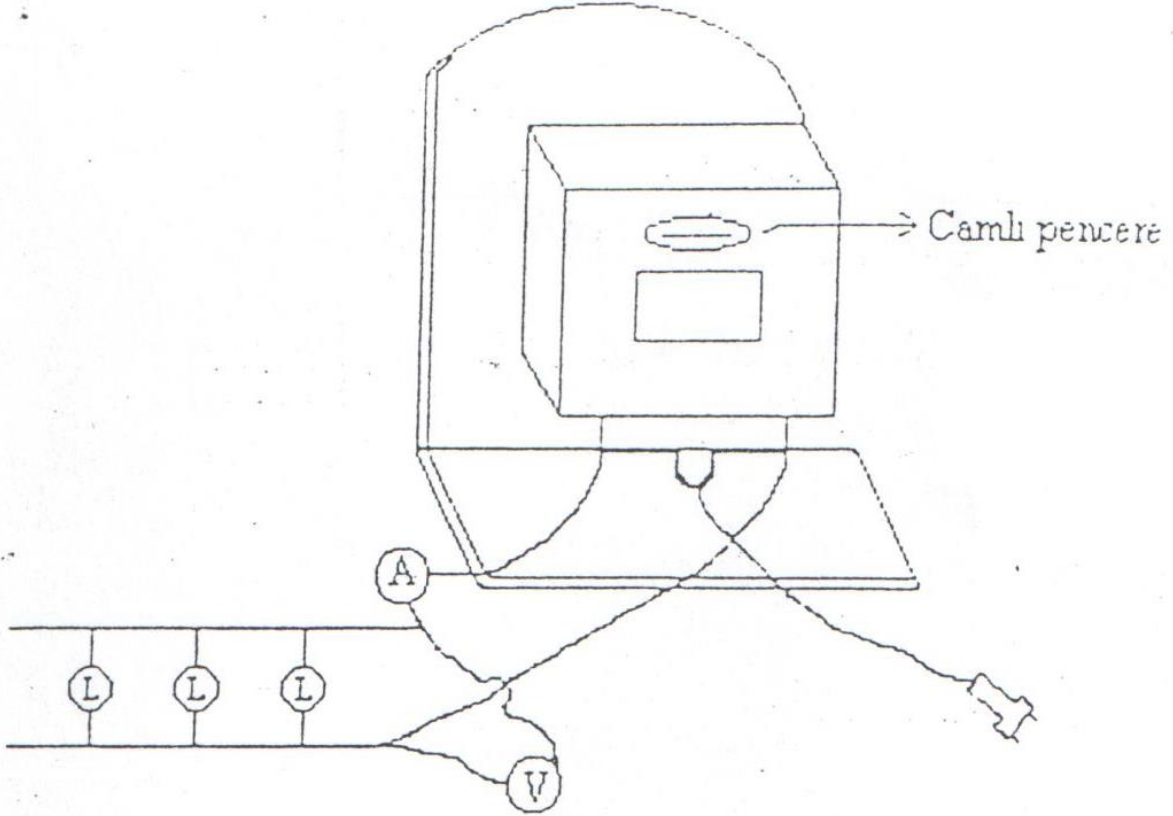
2. AŞAMA:***Watt-Saat-Metre (Elektrik Sayacı)***

Bir devrede harcanan elektrik enerjisi

$$W = \text{Güç} \times \text{Zaman (Watt.s)}$$

dir. Gücü Watt olan bir almanın saatte harcadığı enerji miktarına 1 watt-saat denir. Bir Watt-saat'in Joule olarak değeri 3600 Joule'dür. Gücü 1 kilowatt (1 kW) olan bir almanın bir saatte harcamış olduğu enerjiye 1 kilowatt-saat (1 kWh) denir. Bir yerde harcanan toplam elektrik enerjisinin ölçülmesinde Wattmetre kullanılmaz. Çünkü bu araç yalnızca ölçü yapıldığı andaki gücü gösterir. Güç yerine bir yere verilen veya alınan toplam elektrik enerjisini ölçmek için kullanılan araçlara Watt-saat-metre denir.

Watt-saat-metre elektriksel yapısı bakımından Wattmetreye benzer. Wattmetredeki hareketli çerçeve yerine dönen bir kurs vardır. Kursun dönme hızı devredeki güçle orantılıdır. Kursun hareketi sırasında dönen dişliler, harcanan elektrik dişlisini doğrudan kilowatt-saat olarak verecek şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 6.3. Deney Düzenegi

Watt-saat-metredeki Kursun Bir Dönmesi İçin Gereken Enerjinin Hesaplanması

Şekildeki sayaçtan 4 kablo çıkmaktadır. Bunlardan ikisini kullanarak devreyi kurunuz. Hazırladığınız düzenekle şekli dikkatlice karşılaştırınız ve kontrol ettiriniz. Sayacın ön tarafındaki pencereden bakıp dönen diskin üzerindeki siyah işareti görünüz. Kursun siyah işareti geçerken ayarladığınız süreölçeri çalıştırınız. Kursun dönmesini sayınız ve süreölçeri durdurunuz. Geçen zamanı okuyunuz.

Gerilimölçer ve akımölçerden gerilim ve akım şiddetini yazınız. Kursun 5 dönmesi ve sonrada 1 dönmesi için gerekli olan enerjiyi hesaplayınız.

Deneyi üç kez tekrar ederek değerleri Çizelge 6.2'ye yazınız.

Çizelge 6.2.

Gerilim (V)	Akım (A)	5 Dönme Süresi	5 Dönme Enerjisi	1 Dönme Enerjisi
Ortalama Bir Dönme Enerjisi				

3. AŞAMA:***Watt-Saat-Metre İle Bir Lambanın Gücünün Ölçülmesi***

Şekildeki devreden voltmetre ve ampermetreyi çıkarınız. Devrenin bu hali ile lambalardan bir tanesini yakınız. Kursun 5 dönmesi için geçen zamanı bulunuz. Yukarıda kursun bir dönmesi için gereken enerjiyi bulmuştunuz. Buna göre 5 dönmede, sonra da bir saniyede harcanan enerjiyi bulunuz. Bulunan bu değer lambanın gücüdür.

Soru: Lambanın gücünü bulduğunuza göre, lambanın uçları arasındaki potansiyel farkını gerilimölçer ile ölçerek veya şehir gerilimini 220 volt alarak lambanın direncini hesaplayınız. Ayrıca Ohm Kanunu ile bir kez daha hesaplayınız. Bulduğunuz değerleri karşılaştırınız.

6.5. SONUÇ VE YORUM

DENEY 7

SİĞA ÖLÇMEK

Ön Çalışma Soruları

1. Sığa nedir? Nelere bağlıdır?
2. Kapasitif reaktans nedir? Nelere bağlıdır?
3. Bir kondansatörün doğru akım kaynağına veya alternatif akım kaynağına bağlanması arasında farklılık var mıdır? Varsa bunlar nelerdir?
4. Bir kondansatörün plakaları arasından akım geçer mi? Geçerse eğer plakaların arasındaki yalıtkan maddeden akımın nasıl geçebildiğini izah ediniz.
5. Bu deneyle ya da deneyde geçen kavramlarla ilgili **kendiniz** bir soru hazırlayarak soruyu **cevaplayınız**.

7.1. DENEYİN AMACI

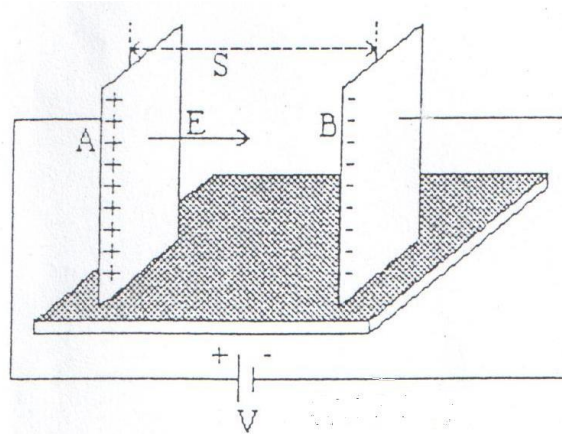
Telli köprü yöntemiyle sığası bilinmeyen bir kondansatörün sığasının bulunması.

7.2. ARAÇ VE GEREÇLER

Sığası bilinen bir kondansatör ($5\mu\text{F}$), güç kaynağı, bağlantı kabloları, sığası bilinmeyen kondansatör, telefon kulaklığı veya hoparlör, 2 adet masa kısıncı, 1 metre uzunluğunda direnç teli.

7.3. TEORİK BİLGİ

Sabit bir potansiyel farkı altında enerji depolamaya yarayan aletlere kondansatör denir. Kondansatörler, biri pozitif diğeri negatif eşit yüklerle yüklenmiş levhalardan ve bu iki levha arasında yer alan yalıtkan kısımdan oluşur. Kondansatör bir güç kaynağına bağlanınca iletken levhalar yüklenir.



Şekil 7.1. Kondansatör

Bir kondansatörün en önemli özelliği sığasıdır. Bu aynı gerilim altında levhalar üzerinde zıt işaretli yüklerin ne kadarının toplanabileceğini belirler. Plakalardan birisi (+) diğeri ise (-) olduğundan aralarında (+)'dan (-)'ye doğru bir elektrik alan oluşur. Bu elektrik alan kondansatörün plakaları arasındaki uzaklık d ise, $\Delta V/d$ kadardır.

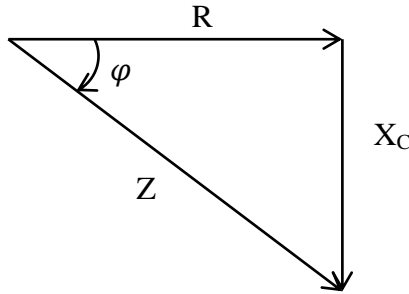
Sığa birim potansiyel fark başına düşen yük miktarıdır ve C ile ifade edilir. Sığa birimi, SI birim sisteminde yük (Coulomb) / potansiyel farkı (Volt) olup, FARAD'dır.

$$1\text{FARAD} = \frac{1 \text{ Coulomb}}{1 \text{ Volt}}$$

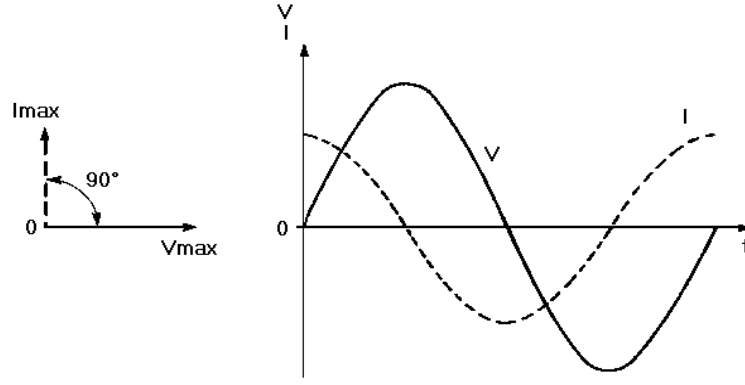
Kondansatörlü Devre:

Kondansatörden alternatif akım geçerken, gerilim artarken akım azalır ve gerilim maksimum olunca akım sıfıra düşer. Bu durumda kondansatör yüklenir. Devreye uygulanan gerilim azaldıkça, kondansatör devreye akım verir ve boşalır. Kondansatör bulunan bir devrede akım ve gerilim arasında 90° 'lık bir faz farkı vardır. Akım gerilimden $\pi/2$ kadar öndedir. Neden? Sığası C olan bir kondansatörün uçları arasındaki potansiyel farkı ΔV ise;

$\Delta V = \Delta V_m \cdot \sin(\omega t)$ 'dir ($\omega =$ açısal hız). Akım şiddeti, $I = \frac{dQ}{dt} = I_m \sin(\omega t + \varphi)$ olur (φ : V ile I arasındaki faz farkı).



Şekil 7.2. RC devresinin vektör diyagramı



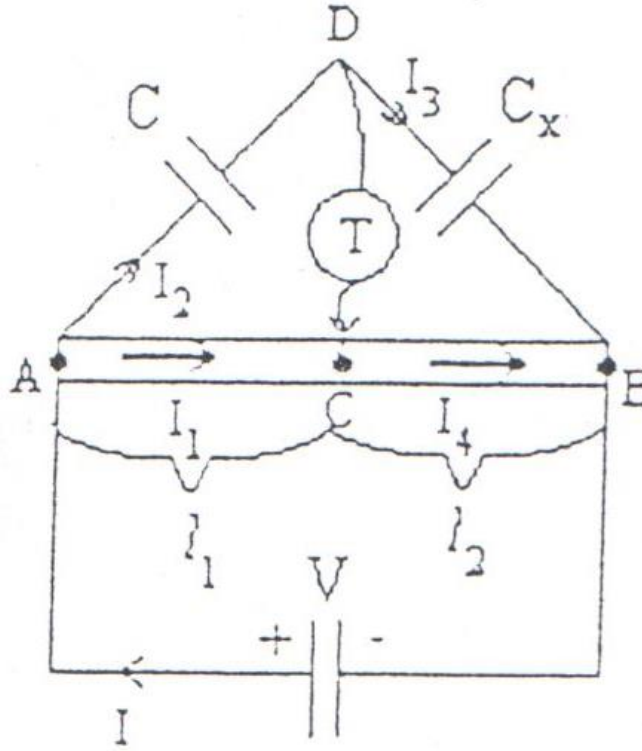
Şekil 7.3. RC devresinde akım ve gerilim

Sadece kondansatör bulunan bir devrenin alternatif akıma karşı gösterdiği dirence “Kapasitif reaktans” denir. Kapasitif Reaktans X_C ile gösterilir.

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

Telli Köprü Yöntemi ile Sığa Ölçmek:

Telli köprü ile sığası bilinmeyen bir kondansatörün sığası; sığası bilinen bir kondansatör yardımıyla bulunabilir. A ve B noktalan arasına kalınlığı her yerde aynı olan bir tel gerilir. Buna sığası bilinen bir kondansatör (C) ve sığası bilinmeyen kondansatör (C_x) bağlanır. Bu düzenekte galvanometre, hoparlör veya telefon kulaklığı kullanılabilir. Galvanometreden akım geçmezse “sıfır”ı gösterir. Telefon kulaklığında veya hoparlörde ise akım geçince ses duyulur.



Şekil 7.4. Deney Düzenegi

Telefon kulaklığında hiç ses duyulmadığında akım geçmiyor demektir. D ve C noktaları arasındaki potansiyel farkı sıfır olur. Bu durumda;

$$V_{DC} = 0 \Rightarrow V_D = V_C$$

$$V_{AC} = V_{AD}, V_{DB} = V_{CB}$$

Telin AC kısmının direncine R_1 , CB kısmının direncine R_2 dersek,

$$V_{AD} = I_2 \frac{1}{2\pi f C} = I_1 R_1 \quad V_{BD} = I_3 = \frac{1}{2\pi f C_x} = I_4 R_2$$

noktalar arası potansiyel bağıntıları yazılabilir. Bunları taraf tarafa oranlanırsa;

$$\frac{I_2}{I_3} \cdot \frac{C_x}{C} = \frac{I_1}{I_4} \cdot \frac{R_1}{R_2} \quad (I_1 = I_4, I_2 = I_3)$$

$$\frac{C_x}{C} = \frac{R_1}{R_2}$$

olur. Tel homojen olduğu için $|AC| = l_1$, $|CB| = l_2$ dersek $\frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1}{l_2}$ yazılabilir. Bu ifade yukarıda belirtilen sığa formülünde yerine yazılırsa, bilinmeyen sığa aşağıdaki bağıntı ile bulunabilir.

$$C_x = C \frac{l_1}{l_2}$$

C, l_1 ve l_2 ölçülürse C_x hesaplanabilir.

7.4. DENEYİN YAPILIŞI

Masanın kenarına metre çubuğu koyup metrenin iki ucu arasına bir AB teli geriniz. Telin bir ucuna sığası bilinen C kondansatörünü, buna da sığası bilinmeyen C_x kondansatörünü bağlayıp, C_x 'den telin diğer ucuna bir telle bağlantı kurunuz. Güç kaynağının 3-6 voltluk düşmelerini A ve B'ye bağlayınız.

C ve C_x kondansatörlerinin arasına kulaklığı takınız (Şekildeki D noktasına takınız). Bu telefonda alternatif akım geçtiği sürece ses duyarsınız. Köprü dengede olduğu zaman bu sesin şiddeti minimum olur. Telefonun bir ucunu C ve C_x kondansatörleri arasına (D noktasına) yerleştirmiştiniz. Diğer ucunu AB teli üzerinde gezdirerek sesin en az olduğu noktayı saptayın (Bunu yaparken tel boydan boya sürülmeyecek, hafif dokundurulmak suretiyle gezdirilecektir). Cetvelinizden minimum sesin olduğu yerin noktasını işaretleyerek l_1 ve l_2 uzunluklarını ölçünüz.

İki farklı sığası bilinen kondansatör kullanarak deneyi tekrar ediniz. Bulduğunuz değerleri Çizelge 7.1'de yerine yazınız.

Çizelge 7.1.

Deneme	l_1 ()	l_2 ()	C ()	C_x ()
1				
2				
3				
4				
	$C_{x \text{ ort}}$ ()			

Şimdi de C_x ile C 'nin yerlerini değiştirerek deneyi tekrarlayınız. Bulduğunuz değerleri Çizelge 7.2'de yerine yazınız.

Çizelge 7.2.

l_1 ()	l_2 ()	C ()	C_x ()
$C_{x \text{ ort}}$ ()			

7.5. SONUÇ VE YORUM

DENEY 8

ELEKTROMANYETİK İNDÜKSİYON

Ön Çalışma Soruları

1. Faraday yasasını vereceğiniz **bir örnek** üzerinden açıklayınız.
2. Lenz yasasını vereceğiniz **bir örnek üzerinden** açıklayınız.
3. Manyetik akı nedir? Hangi durumlarda manyetik akı maksimum ve minimum değerde olur? Açıklayınız.
4. Bu deneyle ya da deneyde geçen kavramlarla ilgili **kendiniz** bir soru hazırlayarak soruyu **cevaplayınız**.

8.1. DENEYİN AMACI

Manyetik akı değişiminden kaynaklanan indüksiyon akımını gözlemlemek ve oluşan indüksiyon akımının yönünü ve şiddetini etkileyen faktörleri belirlemektir.

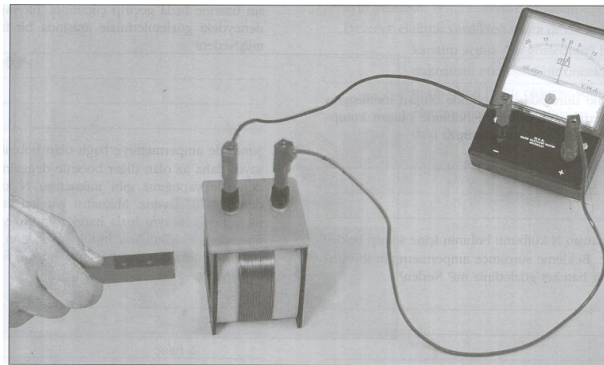
8.2. ARAÇ VE GEREÇLER

2 adet çubuk mıknatıs, pusula, anahtar, farklı sarım sayılarına ($n=300$ ve $n=600$) sahip iki bobin, reosta, bağlantı kabloları, miliampermetre, DC güç kaynağı.

8.3. DENEYİN YAPILIŞI

1. AŞAMA

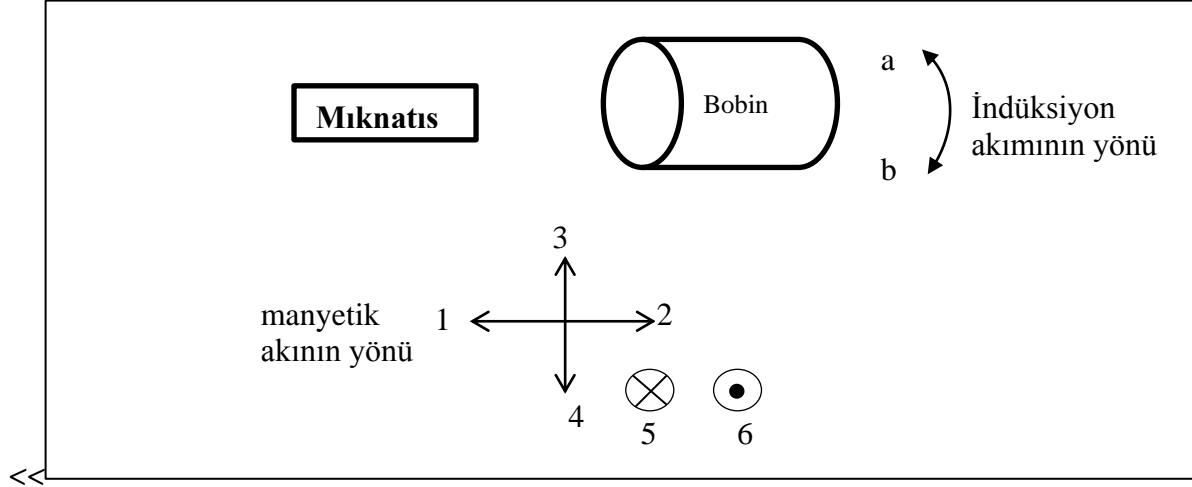
Sarım sayısı 600 olan bir bobin ile bir mili ampermetreyi Şekil 8.1'deki gibi bağlayınız.



Şekil 8.1. Deney Düzenegi

Elinize aldığımız çubuk mıknatısı bobinin içine ve dışına doğru, çubuk mıknatısın hareket yönü bobinin merkezine paralel olacak şekilde hareket ettirerek aşağıdaki **Çizelge 8.1**'i doldurunuz. (Not Çizelgeyi doldururken **Şekil 8.2**'deki temsili çizimi dikkate alınız. Mıknatısın

bobinin merkezine yaklaştırılırken ve merkezinden uzaklaştırılırken ki durumları ayrı ayrı değerlendiriniz.)



Şekil 8.2 Temsili deney düzeneği: Masanın üstten (kuş bakışı) görünüşü

Çizelge 8.3

Deneme No	Mıknatısın yönü	Mıknatıs bobinin merkezine yaklaşırken			Mıknatıs bobinin merkezinden uzaklaşırken		
		Manyetik akımın yönü	Manyetik akımın zamanla değişimi	İndüksiyon akımının yönü	Manyetik akımın yönü	Manyetik akımın zamanla değişimi	İndüksiyon akımının yönü
1	N S		<input type="checkbox"/> değişmez <input type="checkbox"/> artar <input type="checkbox"/> azalır			<input type="checkbox"/> değişmez <input type="checkbox"/> artar <input type="checkbox"/> azalır	
2	S N		<input type="checkbox"/> değişmez <input type="checkbox"/> artar <input type="checkbox"/> azalır			<input type="checkbox"/> değişmez <input type="checkbox"/> artar <input type="checkbox"/> azalır	

Deneydeki gözlemlerinize göre aşağıdaki soruları yanıtlayınız. (Not: Mıknatısın bobinin merkezine yaklaştırılırken ve merkezinden uzaklaştırılırken ki durumları ayrı ayrı değerlendiriniz.)

a) Miliampermetrenin ibresinde ne gözlemliyorsunuz? Nedeniyle beraber açıklayınız?

b) Mıknatısı ilk denemenize göre daha hızlı (veya yavaş) hareket ettirdiğinizde harekette bir değişiklik oluyor mu? Oluyorsa ne gözlemlediğinizi nedeni ile beraber açıklayınız.

c) Mıknatısın önce kuzey kutbu ardından güney kutbu bobine doğru olacak şekilde hareket ettirdiğinizde ne gözlemliyorsunuz? Nedeniyle beraber açıklayınız.

d) Şimdi de mıknatısı sabit tutarak bobini mıknatısa doğru hareket ettiriniz. Bu olay sırasında neler gözlemliyorsunuz? Nedeniyle beraber açıklayınız.

e) Mıknatısı bobinin içine hareketsiz olacak şekilde yerleştiriniz. Bu olay sırasında neler gözlemliyorsunuz? Nedeniyle beraber açıklayınız.

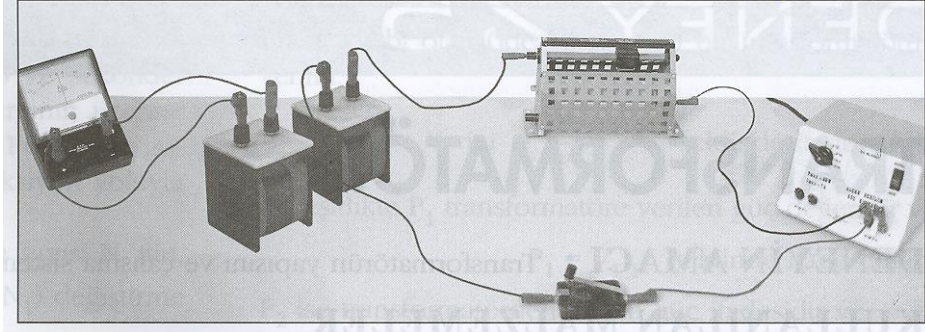
f) Yukarıdaki hareketleri, mıknatısın hareket eksenini bobinin merkez eksenine dik olacak şekilde tekrarlayınız. Bu olay sırasında neler gözlemliyorsunuz? Nedeniyle beraber açıklayınız.

g) Bobinin sarım sayısını değiştirdiğinizde (azalttığınızda ya arttırdığınızda) yukarıdaki olayların nasıl değişeceğini belirtiniz.

h) İki çubuk mıknatısın aynı kutupları üst üste gelecek şekilde birleştirerek deneyi tekrarlandığında yukarıdaki olayların nasıl değişeceğini belirtiniz.

2. AŞAMA

Sarım sayıları farklı olan iki bobin kullanarak Şekil 8.3'deki düzeneği kurunuz. (*Not: Sarım sayısı az olan bobini güç kaynağının bulunduğu tarafa bağlayınız.*)



Şekil 8.3. Deney Düzeneği

a) Güç kaynağını çalıştırınız. Ardından devredeki anahtarı ardı ardına açıp kapatınız. Miliampermetrenin ibresini gözlemleyiniz. Bu olayı nedeniyle beraber açıklayınız.

b) Güç kaynağının bağlı olduğu koldaki akımın yönünü değiştirerek aynı soruyu yanıtlayınız.

c) Anahtar uzun süre kapalı tutulduğunda meydana gelecek olayı gözlemleyerek olayı nedeniyle beraber açıklayınız.

8.5. SONUÇ VE YORUM

DENEY 9

BİR BOBİNİN ÖZİNDÜKSİYON KATSAYISININ BULUNMASI

Ön Çalışma Soruları

1. İndüktans (L), direnç (R), indüktif direnç veya indüktif reaktans (X_L), empedans (Z), öz indüksiyon, Faraday yasası kavramlarını yapacağınız deneyi de göz önünde bulundurarak açıklayınız.
2. Deneyde kullanılan bobinin uçları arasındaki potansiyel fark ile devreden geçen akım arasında faz farkı var mıdır? Var ise hangisi geridedir? Şekil 9.2'den yararlanarak açıklayınız.
3. Deneyin üçüncü bölümünde, bobinin içerisine demir çubuk yerleştirilerek deney tekrarlanıyor. Bu durumda demirin görevini açıklayınız. Demir yerine aynı boyutlarda bakır çubuk yerleştirilseydi bir şey değişir miydi? Açıklayınız.
4. Bu deneyle ya da deneyde geçen kavramlarla ilgili **kendiniz** bir soru hazırlayarak soruyu **cevaplayınız**.

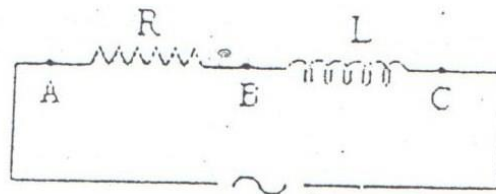
9.1. DENEYİN AMACI

Ampermetre-Voltmetre yöntemiyle bir makaranın omik direnç (R_L) ve empedansının (Z_L) hesaplayıp bunların yardımıyla makaranın öz indüksiyon katsayısını (L) bulmak ve L 'yi etkileyen etmenleri araştırmak

9.2. ARAÇ VE GEREÇLER

Akımölçer (0-1 Amper), gerilimölçer (0-5 Volt), reosta, alçak gerilim güç kaynağı (0-12 Volt), bobin

9.3. TEORİK BİLGİ



Şekil 9.1. Deney Düzenegi

Şekil 9.1'deki gibi bir direnç ve bobinin seri bağlanmasıyla oluşan devreye RL devresi denir. Bu devreye uygulanacak akımın doğru akım veya alternatif akım oluşu toplam direnci etkiler.

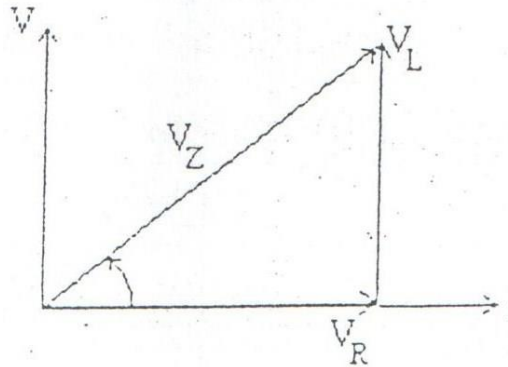
Bu etki bobinden kaynaklanır ve bobinin alternatif akıma karşı göstermiş olduğu direnç daha büyüktür. Alternatif akıma karşı gösterilen toplam direnç “empedans” ya da sanal (zahiri) direnç olarak adlandırılır. Omik dirençleri ihmal edilemeyecek kadar büyük olan bir bobin içeren bir alternatif akım devresinde, bobinin toplam direnci ya da empedansı (Z_L) bulunurken bobinin omik direnci (R_L) ile indüktif direncinin (X_L) vektörel olarak toplanması gerekir. Bu durumda $Z_L = \sqrt{R_L^2 + X_L^2}$ formülü ile bulunur. Öte yandan birçok fizik kitabında, bobin içeren alternatif akım devrelerinde bobinlerin omik dirençleri ihmal edildiğinden $Z_L = X_L$ olarak yazılabilir (Uyarı: Bu deneyde kullandığınız bobinin omik direncinin ihmal edilemeyecek kadar büyüktür.) Benzer şekilde, bir bobin ve dirençten oluşan bir alternatif akım RL devresinde devrenin toplam empedansı (Z), bulunurken devredeki dış direnç (R) ve bobinin (Z_L) alternatif akıma karşı gösterdiği direncin (Z_L) de vektörel olarak toplanması gerekir. Örneğin Şekil 9.1'de verilen böyle bir devrede, herhangi bir anda devrenin uçları arasındaki V_{AC} potansiyel farkı;

$$V_{AC} = V_{AB} + V_{BC}$$

$$V_{AC} = L \frac{dI}{dt} + RI$$

olur. R reostanın direnci, I akım şiddeti, $\frac{dI}{dt}$ akım değişim hızı, L de özindüksiyon katsayısı veya indüktanstır.

Ohm büyüklüğünde bir boyutu olan $X_L = L\omega$ 'ya reaktans denir. Burada $\omega = 2\pi f$ açısal frekans ve f alternatif akımın frekansıdır. Bir RL devresinde, bobinin uçlarındaki potansiyel farkı devrede akıma nazaran 90° ileride, direncin uçlarındaki gerilim ise akımla aynı fazdadır. Bunların vektör diyagramı aşağıdaki gibidir.



Şekil 9.2. Gerilimin vektörel gösterimi

Buna göre reostanın ve bobinin uçlarındaki potansiyel farkları arasında 90° 'lik bir faz farkı olur. V_L = bobinin uçları arasındaki gerilim V_R = reostanın uçları arasındaki gerilimi gösterebilir;

$$V_T = V_L + V_R \rightarrow V_T^2 = V_L^2 + V_R^2$$

$$V_T = V_{AC} = IZ, \quad V_L = V_{AB} = IL\omega, \quad V_R = V_{BC} = IR$$

Bu bağıntılar kullanılarak toplam direnci,

$$I^2 Z^2 = I^2 L^2 \omega^2 + I^2 R^2$$

Bağıntısından,

$$Z^2 = L^2 \omega^2 + R^2$$

bulunur. Bu bağıntılar düzenlenerek L öz indüksiyon katsayısı;

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

Bağıntısı ile verilir. Bu bağıntıda ω sabitken Z ve R bilirse L hesaplanabilir.

Bobinin uçları arasındaki gerilim akımdan 90° ileri fazdadır. Bu faz farkı vektör diyagramı ile bulunabilir. θ açısal faz farkı olup değeri;

$$\tan \theta = \frac{\Delta V_L}{\Delta V_R} = \frac{IL\omega}{IR} = \frac{L\omega}{R} \quad \text{dir. L ve R bilirse } \theta \text{ hesaplanabilir.}$$

Bobinin uçlarındaki etkin gerilim ve bobinden geçen etkin akım şiddeti ölçülüp, Ohm Yasası yazılabilir. Bu halde, bobinin empedansı;

$$Z_L = \frac{\Delta V_L}{I}$$

yazılabilir. Aynı şekilde direnç de (R) hesaplanabilir.

$$R = \frac{\Delta V_R}{I}$$

Bobin bulunan devrede indüksiyon katsayısı (L), Henry (H) birimiyle;

$$L = \mu \frac{N^2 A}{\ell}$$

dir. Burada N = bobindeki sarım sayısı, A = bobinin kesiti, ℓ = makaranın boyudur. Buna göre;

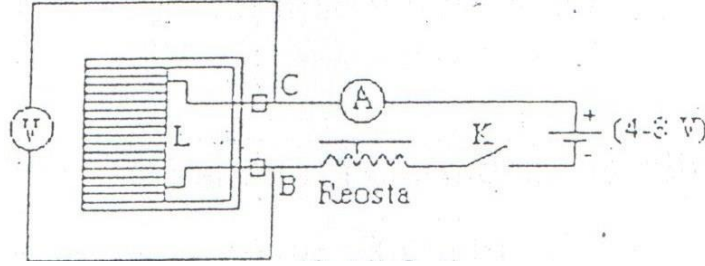
N , A , ℓ sabit kaldığı takdirde L özindüksiyon katsayısı yalnızca ortamın manyetik geçirgenliğine bağlıdır.

9.4. DENEYİN YAPILIŞI

1. AŞAMA:

Bobinin Omik Direncinin (R_L) Ampermetre-Voltmetre Yöntemi ile Ölçülmesi

Şekildeki devreyi kurunuz.



Şekil 9.3. Deney Düzenegi

K anahtarını kapatınız. Devreden akım geçişi olur ve gerilim ölçer ve akım ölçer sapar. Reosta ile bu akımı değiştirip bobinin uçları arasındaki gerilimi bulunuz. Bunu farklı üç akımı devreden geçirerek tekrarlayınız. Bulduğunuz akım (I) ve gerilim (V) değerlerini çizelgeye yazınız. Her durum için bobinin omik direnci bularak ortalamasını alınız.

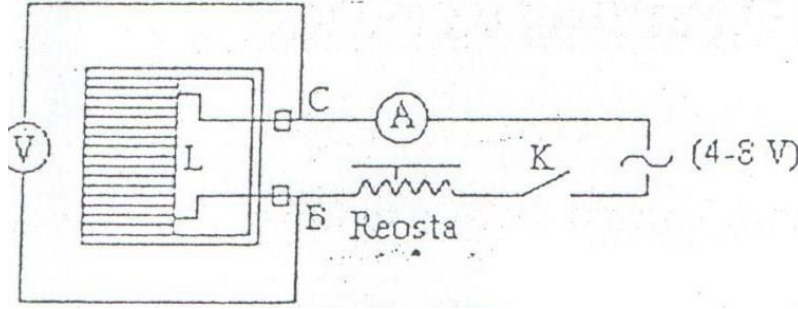
Çizelge 9.1.

I ()	V ()	R_L ()

$$R_{L \text{ ort.}} = \dots\dots\dots$$

2. AŞAMA:***Bobinin Sanal Direncinin (Z_L) Ampermetre-Voltmetre Yöntemi İle Ölçülmesi***

Şekildeki devrede güç kaynağının (3-6) voltluk alternatif akım uçlarını kullanınız. Bu durumda devredeki akımölçer ve gerilimölçerin AC değerlerini ölçen aletler olmasına dikkat ediniz. Doğru akım (DC) değerlerini ölçen aletleri kesinlikle devrede kullanmayınız.

**Şekil 9.4.** Deney Düzenegi

İlk kısımda yaptığınız gibi anahtarı kapatarak akım geçişini sağlayınız. Reosta yardımıyla farklı üç akım değeri için bobinin uçlarındaki gerilimleri voltmetreden okuyarak tabloya yazınız. Bu değerler yardımıyla bobinin empedansını (Z_L) bulunuz.

Çizelge 9.2.

I ()	V ()	Z_L ()

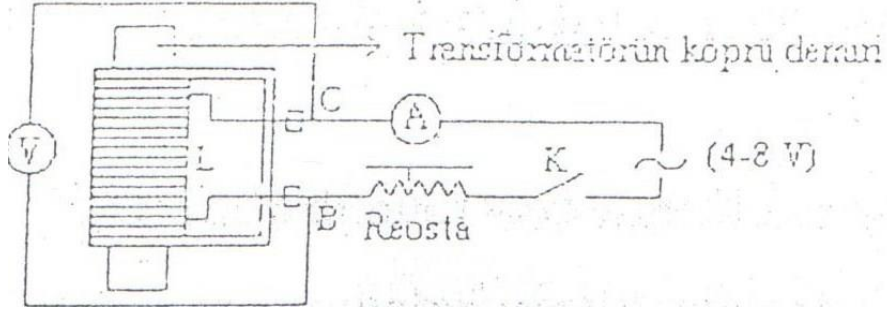
$$Z_{L \text{ ort.}} = \dots\dots\dots$$

Bobinin alternatif akıma karşı göstermiş olduğu direnci, doğru akıma karşı gösterdiği direnç ile karşılaştırınız. Bir fark görüyorsanız bunun nedenini açıklayınız.

Bobinin omik direncini (R_L) ve empedansını (Z_L) kullanarak bobinin indüktif reaktansını (X_L) hesaplayınız. (Not: Giriş bölümünde verilen açıklamalardan yararlanabilirsiniz.)

3. AŞAMA:***Bobinin Sanal Direncinin (Z_L) Ortamın Manyetik Geçirgenliği (μ) İle Değiştiğini Göstermek***

İkinci kısımda kullandığımız devrede bobinin içine transformatörün köprü demirini yerleştiriniz.

**Şekil 9.5.** Deney Düzenegi

K anahtarını kapatarak birinci ve ikinci kısımlarda yaptığımız gibi akım ve gerilimleri okuyarak Z_L' 'yi hesaplayınız ve Çizelge 9.3'ü doldurunuz.

Çizelge 9.3.

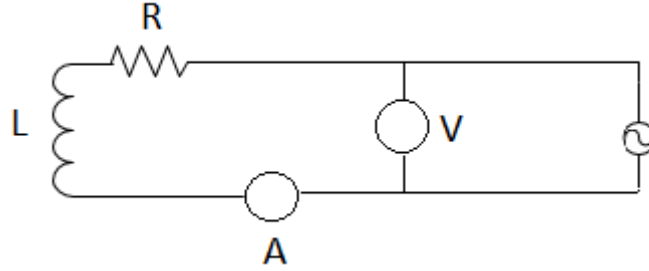
I ()	V ()	Z_L' ()

$$Z_L'_{\text{ort.}} = \dots\dots\dots$$

Bulduğunuz Z_L' 'yi ikinci kısımda bulduğunuz Z_L ile karşılaştırınız. Bir fark görüyorsanız bunu nasıl açıklarsınız?

4. AŞAMA:***Bobinin İndüksiyon Katsayısının (L) Bulunması***

Sekil 9.6'daki deney düzeneğini kurunuz. Ampermetre ve voltmetre kullanarak devreden geçen akımı ve bobin (L) ve dış dirençten (R) oluşan sistemin uçları arasındaki gerilimi ölçünüz. Üç farklı giriş gerilimi için ölçtüğünüz değerleri Çizelge 9.4'e yazınız. $Z = \frac{\Delta V}{I}$ bağıntısından yararlanarak devrenin empedansını (Z) bulunuz.

**Şekil 9.6.** Deney Düzeneği**Çizelge 9.4.**

I ()	V ()	Z ()

$$Z_{\text{ort.}} = \dots\dots\dots$$

Z'yi bir de vektörel toplama ile bulunuz. Deneysel olarak bulduğunuz sonuçla bu değeri karşılaştırınız.

- Dış direnci (R) ve devrenin empedansını (Z) ilgili formülde yerine koyarak bobinin indüksiyon katsayısını (L) hesaplayınız.
- Bobinin geometrik özelliklerinden yararlanarak indüksiyon katsayısını hesaplayınız.
- Dersin sorumlusu öğretim elemanının yardımıyla, RLC metre yardımıyla bobinin indüksiyon katsayısını ölçünüz.
- Bulduğunuz değerleri karşılaştırınız.

9.5. SONUÇ VE YORUM

DENEY 10

TRANSFORMATÖRLER

Ön Çalışma Soruları

1. Yapacağınız deneyde, birincil (primer) devreye alternatif gerilim mi yoksa doğru gerilim mi verilmelidir? Sebebini açıklayınız.
2. Şekil 6.3'deki düzenek kurularak devreden akım geçmesi sağlanıyor. Başlangıçta sekonder devredeki her üç ampulün de yandığını düşününüz (Durum 1). Bir süre sonra ampullerden biri devreden çıkarılıyor (Dudum 2). Durum 1 ve Durum 2 için primer ve sekonder devrelerden geçen akımların büyüklüklerini, nedenleriyle açıklayarak karşılaştırınız.
3. Şekil 6.4'deki düzenek kurularak devreden alternatif akım geçirildiğinde devredeki çiviye dokunmak tehlikeli midir? Açıklayınız.
4. Elektrik çarpması nedir? Açıklayınız.
5. Bu deneyle ya da deneyde geçen kavramlarla ilgili **kendiniz** bir soru hazırlayarak soruyu **cevaplayınız**.

10.1. DENEYİN AMACI

Transformatörün alternatif akım devrelerinde gerilimi değiştirmek amacıyla kullanıldığının görülmesi.

10.2. ARAÇ VE GEREÇLER

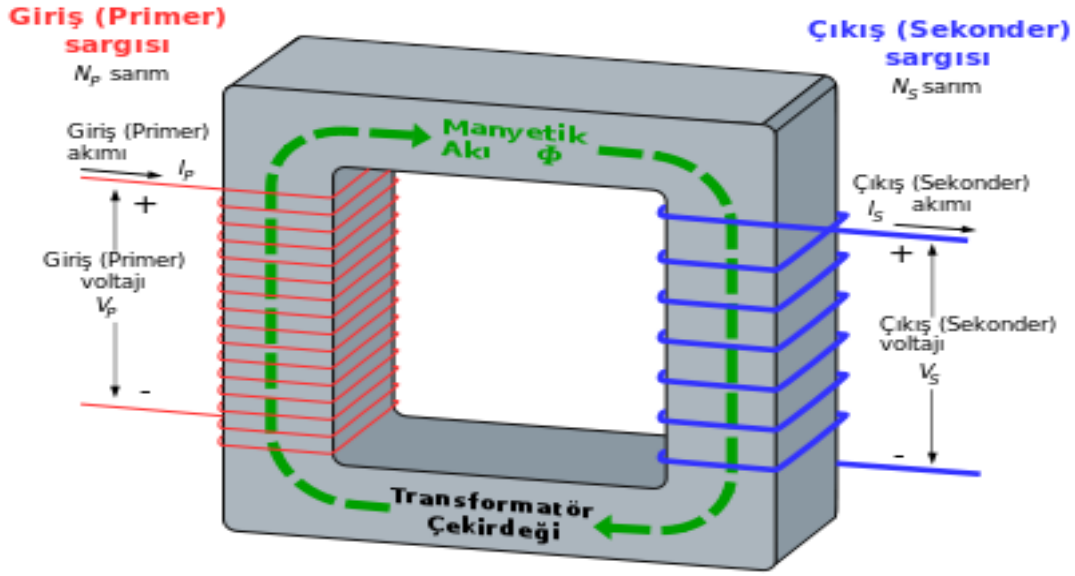
600 ve 1200 sarımlı iki bobin, transformatör çekirdeği, 220 Voltluk 4 lamba, iki akımölçer (0-1 Ampermetre), iki gerilimölçer (250 V), kalın bakır telli bobin (5 sarım), ortası oluklu yalıtkan saplı halka, alüminyum halka.

10.3. TEORİK BİLGİ

Gerilimi alçaltmak ve veya yükseltmek için kullanılan araçlara “transformatör” denir. Elektrik enerjisinin üretildiği yerden tüketildiği yere götürülmesi birçok sorunun çözülmesini gerektirir. Bu sorunlar içerisinde en önemlisi ise elektriği taşıyan tellerdeki enerji kaybının azaltılmasıdır. Kısaca elektriğin taşınmasındaki verim artırılmalıdır. Bir elektrik santralinde üretilen gerilim V olsun. Bu santralden bize gelinceye kadar yollardaki toplam direnç R olsun. Çekilen akım I ise yol boyunca voltaj kaybı $I.R$ kadar olur. Bize ulaşan gerilim ise $V-IR$ kadar olur. Buna göre verim; $\frac{V-IR}{V} = 1 - \frac{IR}{V}$ olur. Görüldüğü gibi, $\frac{IR}{V}$ verimi azaltmaktadır. Bu

terim yok olduğunda verim 1 yani %100 olacaktır. Verimi artırmanın en iyi yolu ise gerilimi yükseltmektir. Gerilimi olduğunca yükseltip, elektriği bu yüksek gerilimle taşırız. Ancak biz elektriği düşük gerilimlerde kullanırız. Yüksek gerilim bahsettiğimiz transformatörler yardımıyla alçaltılır.

Transformatörler Şekil 10.1'deki gibi bir demir halkanın kollarına sarılmış, sarım sayıları farklı iki bobinden oluşmaktadır. Bobinlerin birine güç verilir diğerinden ise alınır.



Şekil 10.1. Transformatör

Bobinlerin birine alternatif gerilim uygulanırsa indüksiyon yoluyla diğer bobinde alternatif bir e.m.k oluşur. Böylece elektrik enerjisi manyetik akı değişimleri aracılığıyla bir taraftan diğer tarafa aktarılmış olur. Bobinden geçen akım, bobinin içinde bir manyetik alan oluşturur. Bu manyetik alanın meydana getirdiği (Φ) akı demir gövde aracılığıyla diğer bobinin gövdesi içinden geçer. Demir, manyetik akıyı toplayan ve kendi içinden geçmeye zorlayan bir maddedir. Bu şekilde 1. bobinden (giriş) akı 2. bobine (çıkış) geçer. Eğer uygulanan akım değişkense akı da değişken olur. O halde 2. bobinde akı değişimleri nedeniyle indüksiyon e.m.k'sı oluşur. 1. bobine uygulanan gerilim alternatif ise 2. bobinden elde edilen gerilim de alternatiftir. Bu olay doğru akımla kesinlikle yapılamaz. Çünkü doğru akım değişken olmadığı için indüksiyon meydana getiremez.

Transformatörlerle İlgili Temel Kavramlar

- Birincil (Primer) Bobin: Elektrik enerjinin üretildiği yere alternatif akım üreticine bağlanan bobindir.

➤ İkincil (Sekonder) Bobin: Elektrik enerjinin kullanılacağı yere bağlı olan bobindir.

V_P : Primer Gerilimi

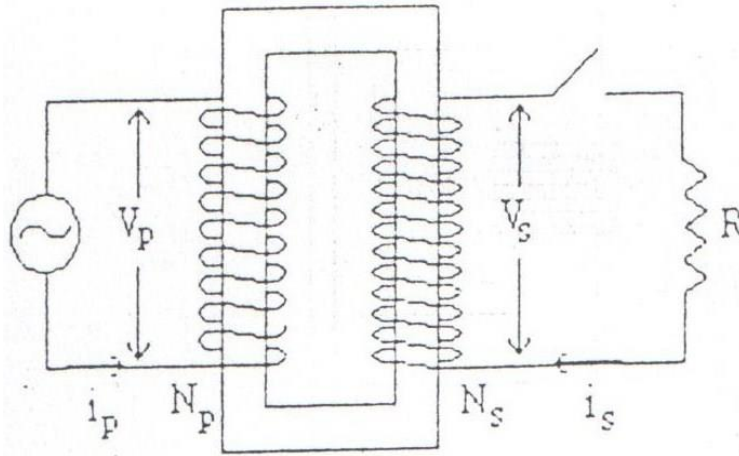
N_P : Primer Sarım Sayısı

I_P : Primerden Geçen Akım

V_S : Sekonder Gerilimi

N_S : Sekonder Sarım Sayısı

I_S : Sekonderden Geçen Akım



Şekil 10.2. Transformatörün bağlantısı

Enerji kaybı olmayan ideal transformatörlerde, güçler eşittir. Primerdeki gerilim V_P , akım I_P , sekonderdeki gerilim V_S , akım ise I_S ise aşağıdaki eşitlik yazılır.

$$I_S V_S = I_P V_P,$$

İdeal transformatörlerde, N_P ve N_S sarım sayılarını göstermek üzere;

$\frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S}$ ve $\frac{I_S}{I_P} = \frac{N_P}{N_S}$ bağıntıları vardır. Güçlerin oranına transformatörün verimi denir ve

$$\text{VERİM} = \frac{\text{Sekeonderdeki Güç}}{\text{Primerdeki Güç}} \text{ 'dir}$$

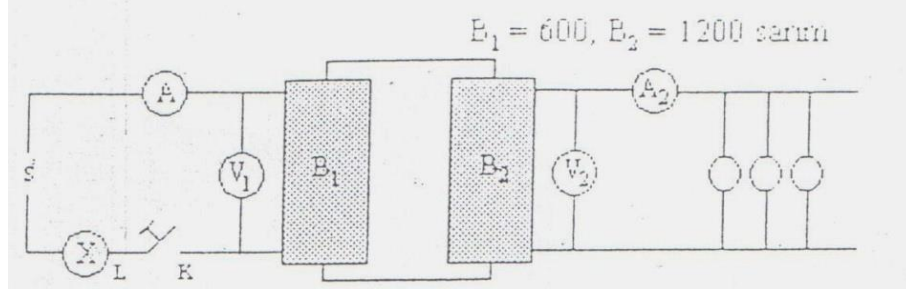
$\frac{N_P}{N_S} < 1$ ise transformatör yükselticidir.

$\frac{N_P}{N_S} > 1$ ise transformatör düşürücü olarak çalışır.

10.3. DENEYİN YAPILIŞI

1. AŞAMA:

Şekil 10.3'teki devreyi kurunuz.



Şekil 10.3. Deney Düzenegi

Devreyi kontrol ettiriniz ve devreye akım veriniz. Sekonder devredeki lambaları söndürünüz. Primerdeki lamba yanıyor mu? Ampermetre zayıf bir akım gösteriyor mu? Açıklayınız.

.....

Sekonder lambaları sırasıyla yakınız. Ampermetre ve voltmetreden okuduğunuz akım ve gerilimleri cetvele yazınız. Gerekli işlemleri yaparak aşağıdaki çizelgeleri doldurunuz.

Çizelge 10.1.

	I_1	V_1	$P_1 = I_1 \cdot V_1$	I_2	V_2	$P_2 = I_2 \cdot V_2$	P_2/P_1
1 lamba yanıyor							
2 lamba yanıyor							
3 lamba yanıyor							

Bobinlerin yerini değiştirerek deneyi tekrar yapınız.

Çizelge 10.2.

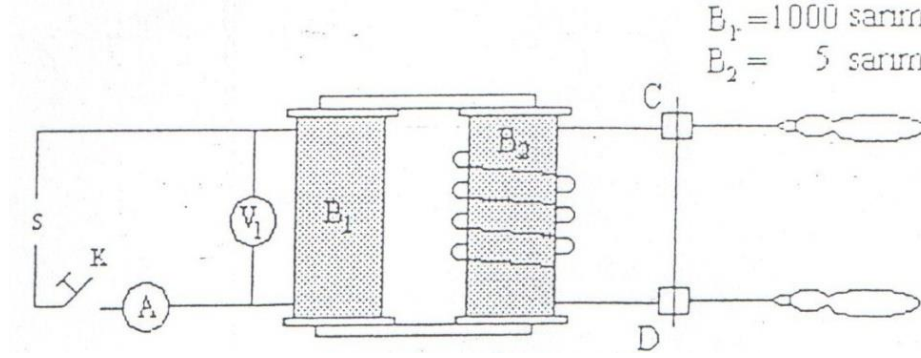
	I_1	V_1	$P_1 = I_1 \cdot V_1$	I_2	V_2	$P_2 = I_2 \cdot V_2$	P_2/P_1
1 lamba yanıyor							
2 lamba yanıyor							
3 lamba yanıyor							

Bulduğunuz sonuçlardan yola çıkarak iki değişik şekildeki transformatörlerin yükseltici mi yoksa alçaltıcı mı olduğunu belirtiniz.

.....

2. AŞAMA:

Şekil 10.4'teki düzeneği kurunuz.

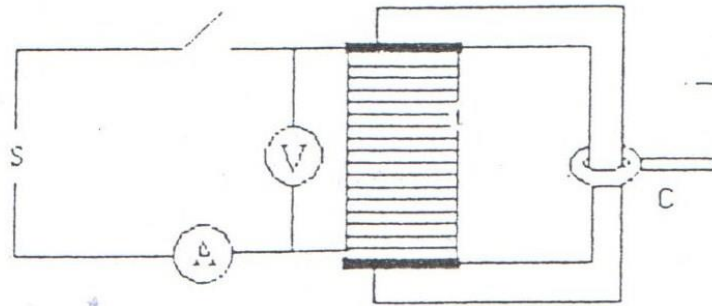


Şekil 10.4. Deney Düzeneği

C ve D vidaları arasına bir metal çubuk geçirerek vidaları sıkıştırınız. Düzeneği kontrol ettirdikten sonra çalıştırınız (Dikkat! Metal çubuğa dokunmayınız). Biraz sonra metal çubuk kızarmaya başlayacaktır. Transformatörün değişim oranı ve verimini bildiğimize göre B_2 'den geçen akımı bulunuz.

3. AŞAMA:

İkinci kısımda kurduğunuz devreden 5 sarımlı makarayı çıkarıp onun yerine yalıtkan saplı C halkasını takıp Şekil 10.5'teki düzeneği kurunuz.



Şekil 10.5. Deney Düzeneği

Düzeneği kontrol ettirdikten sonra devreye akım verdiğinizde gözlemlersiniz? Nedeniyle beraber açıklayınız.

.....

.....

C halkasının oluşuna su koyarsanız ne gözlemlersiniz? Nedeniyle beraber açıklayınız.

.....

.....

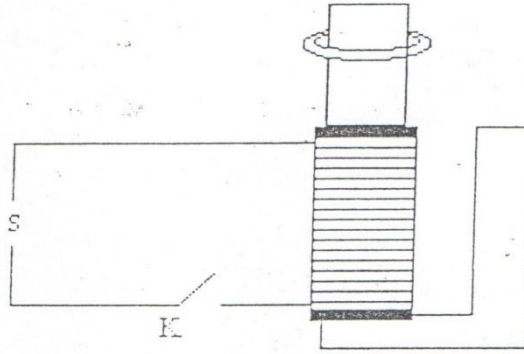
4. AŞAMA:

Transformatörün köprü demirini 1200 sarımlı makara üzerine dikip Şekil 10.6'daki düzeneği hazırlayınız. Alüminyum halkayı köprü demirinin üzerine getiriniz. Anahtarı kapattığımızda hala fırlayacaktır. Bunun nedeni nedir? Açıklayınız.

.....

.....

.....



Şekil 10.6. Deney Düzeneği

K anahtarı kapalı iken halkayı köprü demirine geçiriniz. Halka belli bir yükseklikte havada durur. Halkayı üstten bastırınız. Halka makaraya yaklaştıkça kuvvetin arttığını hissedeceksiniz. Halkayı belli bir yükseklikte elinizle tutunuz, halka ısındı mı? Nedeniyle beraber açıklayınız.

.....

.....

Gözlemlediklerinizi iletkenler arasında etkiyen kuvvet, transformatör prensipleri ve Lenz Yasası yönünden tartışınız.

.....

.....

.....

.....

10.4. SONUÇ VE YORUM