

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN FAKÜLTESİ FİZİK
BÖLÜMÜ**

**FİZİK LABORATUVARI – II
(ELEKTRİK VE MANYETİZMA)**

ŞUBAT 2025

İÇİNDEKİLER

Laboratuvar Çalışmalarında Dikkat Edilecek Hususlar.....	3
Deney Raporunun Hazırlanması.....	4
Deney 1: Elektrik Alan Çizgileri	5
Deney 2: Kondansatörler.....	8
Deney 3: Paralel Plaka Kondansatörler ve Dielektrik Malzemeler.....	10
Deney 4: Direnç Değerlerinin Tayini.....	13
Deney 5: Dirençlerin seri ve paralel bağlanması.....	16
Deney 6: Kirchhoff Kuralları ve Wheatstone Köprüsü.....	18
Deney 7: RC Zaman Sabitinin Tayini.....	23
Deney 8: Üzerinden Akım Geçen Bir Tel Halkanın Merkezindeki Manyetik Alan.....	26
Deney 9: Transformatörler ve İndüksiyon Bobini.....	33
Deney 10: Bir Makaranın Öz İndüksiyon Katsayısının (L) Tayini.....	36

LABORATUVAR ÇALIŞMASI HAKKINDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR:

- 1) Deney gruplarında bulunan öğrenciler, karşılıklı yardımlaşmanın yanında ölçülerini sıra ile alacaklar ve hesaplamalarını da ayrı ayrı yapacaklardır.
- 2) Laboratuvara gelmeden önce konu ile ilgili deney okunacak, gerekirse ilgili kitaplardan çalışılacaktır. Laboratuvarda bulunan araştırma görevlisi hazırlanmadığınızı anlarsa sizi laboratuvardan çıkarabilir. Deneyi telafi etme imkanı olmazsa, o deneyi yapmamış kabul edileceksiniz.
- 3) **Laboratuvara girince alet ve cihazlara dokunmayınız. Görevlinin gelmesini bekleyerek, iznini ve tavsiyelerini aldıktan sonra sadece size tanıtılan aletleri kullanınız.**
- 4) Laboratuvara gelirken yanınızda mutlaka grafik kağıdı getiriniz.
- 5) Deneyi kurduktan sonra kontrolünü yaptırıp ondan sonra çalışmaya başlayınız.
- 6) Laboratuvarda deney yaparken yüksek sesle konuşmayınız.
- 7) Çalışmalarınız sırasında diğer arkadaşlarınızı rahatsız etmeyiniz
- 8) Laboratuvara gelirken mutlaka cep telefonlarınızı kapatınız (deney sırasında da açmayınız).
- 9) Deney öncesi görevli tarafından yapılan açıklamaları mutlaka dikkatlice dinleyiniz ve gerektiği şekilde uygulayınız.
- 10) **Aletleri dikkatli ve özenli kullanınız. Aletlerde meydana gelebilecek bir hasarın maddi olarak tarafınızdan karşılanacağını unutmayınız.**
- 11) **Deneyinizi bitirdikten sonra masanızı kesinlikle temiz ve aldığınız gibi bırakınız.**
- 12) **Laboratuvara 80 devam zorunluluğu vardır. Bundan dolayı devama gereken hassasiyeti gösteriniz. Raporsuz 3 deneye gelmeyen öğrenciler dersten devamsız sayılacaktır.**

- 13)Öğrencilerin yarıyıl boyunca laboratuvar derslerine gelirken beyaz önlüklerini yanlarında getirmeleri zorunludur. **Önlüklü gelmeyenler laboratuvara alınmayacaktır.**
- 14)**Her deney öncesi kısa sınav yapılacaktır.** Bu nedenle herkes deneyine hazır olarak gelmelidir.
- 15)Her deneyden sonra gelirken yapılan deneyle ilgili rapor düzenli bir şekilde tutulacak ve bir sonraki deneye hazırlanan bu rapor deneyden sorumlu Araş. Görevlisine kontrol ettirilecektir.

4

DENEY RAPORUNUN HAZIRLANMASI:

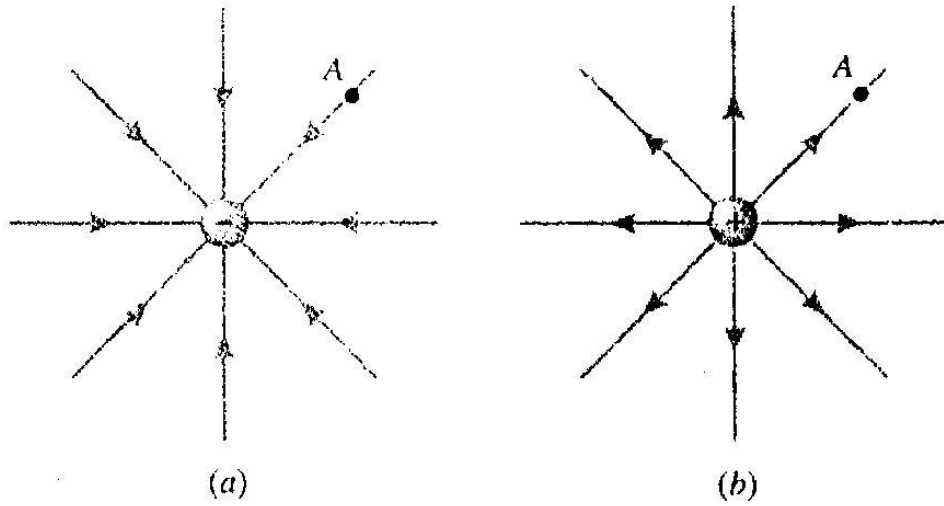
- 1- Hazırlayacağınız raporun ilk sayfasına(ortada olacak şekilde) deneyin adını, deneyin numarasını, adınızı, soyadınızı, numaranızı, hangi öğretimde olduğunuzu ve grubunuzu yazınız. Bu sayfaya başka herhangi bir şey yazmayınız.
- 2- Başlık ortalı bir şekilde yazılacak ve raporun hazırlanması işlemi aşağıdaki gibi olacaktır. 3- Deneyin adı
- 4- Deneyin amacı: yaptığınız deneyde neyi hedeflediğinizi kendi cümlelerinizle yazınız.
- 5- Deneyin teorisi: yaptığınız deneyin teorisini değişik kaynak kitaplar kullanarak yazınız.
- 6- Deneyin yapılışı: öncelikle deney şemasını nasıl kurduğunuzu, kullandığınız aletleri ve ölçüleri nasıl aldığınızı yazdıktan sonra hesaplamalarınızı yapınız. Eğer çizilmesi gereken grafik varsa milimetrik kağıt kullanarak hassas bir şekilde grafiğinizi çiziniz.
- 7- Sonuç, hata hesabı ve yorum: deneyin bu kısmında hesapladığınız büyüklük ile ilgili hata hesabını yaparak deneyinizi yorumlayınız.
- 8- Raporlar elle yazılacaktır, bilgisayar çıktısı kabul edilmeyecektir.

DENEY NO: 1**ELEKTRİK ALAN ÇİZGİLERİ****AMAÇ:**

Elektrik alan çizgilerinin eşpotansiyel yüzeylerden yararlanılarak tespit edilmesi

TEORİ:

Elektrik alan, kuvvet alanı içine konulan (+) birim yüke (deneme yükü) etki eden Coulomb kuvveti olarak tanımlanır. Bir noktadaki elektrik alanın yönü o noktaya konulan pozitif deneme yüküne etkiyen kuvvetin yönü ile aynıdır.



Şekil 1.

Şekil 1'de görüldüğü gibi pozitif deneme yükü(A), negatif yükün yanına konulduğunda etki eden kuvvet negatif yükün merkezine yönelmiştir. Buradan da negatif yükün çevresinde oluşan elektrik alanın yükün içine doğru radyal olarak yöneldiği sonucuna varılır.

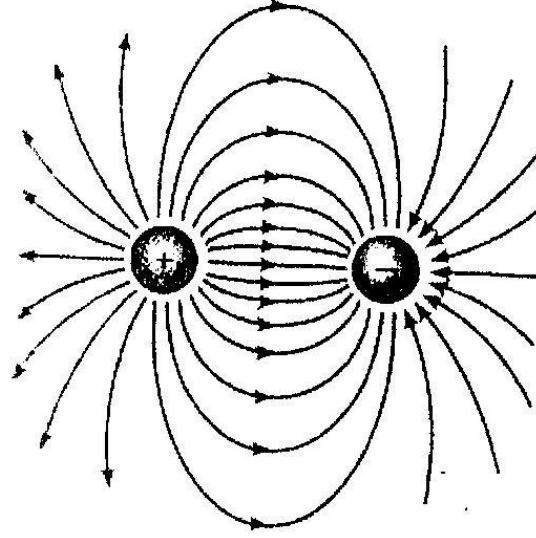
Eğer pozitif deneme yükü(A) pozitif bir yüke yaklaştırılırsa, merkezdeki pozitif yük tarafından dışa doğru itilir, bu da bize pozitif yükün elektrik alanının dışarıya doğru yöneldiğini gösterir.

Elektrik alan;

$$E = F/q_0 \text{ şeklinde ifade edilir. Birimi}$$

newton/coulomb (N/C)'dur.

Pozitif ve negatif yükler bir araya getirilirse, Şekil 2’de görüldüğü gibi elektrik alan çizgileri pozitif yükten çıkıp, negatif yükte sonlanacak şekilde yönelirler.



Şekil 2.

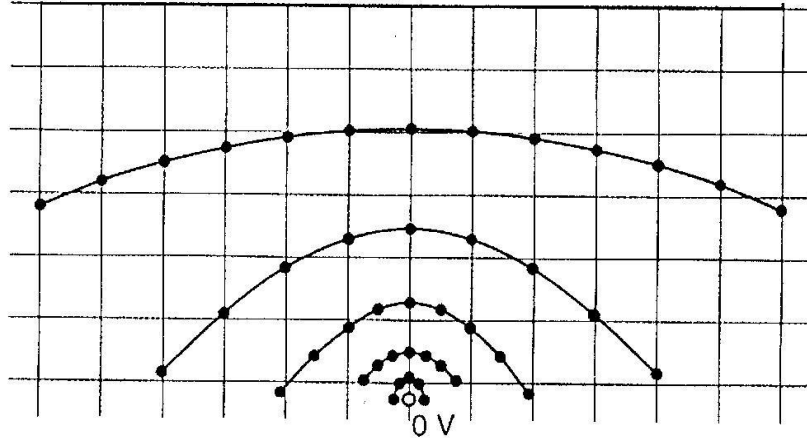
Kuvvet çizgileriyle elektrik alan vektörü arasındaki ilişkiler şunlardır:

1. Kuvvet çizgilerinin herhangi bir noktadaki teğeti o noktadaki elektrik alanın yönünü verir.
2. Elektrik alanın büyük olduğu yerlerde alan çizgileri sık, küçük olduğu yerlerde ise seyrekolarak gösterilir.

Pozitif deneme yükü, yüklü paralel levhalar arasına bırakılırsa levhaya dik bir doğru boyunca hareket eder (Bu gözlem bize neyi gösterir?).

Eşpotansiyel yüzey

Elektrik potansiyeli birbirine eşit noktaların oluşturduğu geometrik yüzeye eşpotansiyel yüzey denir (Şekil 3’de görülmektedir).



Şekil 3.

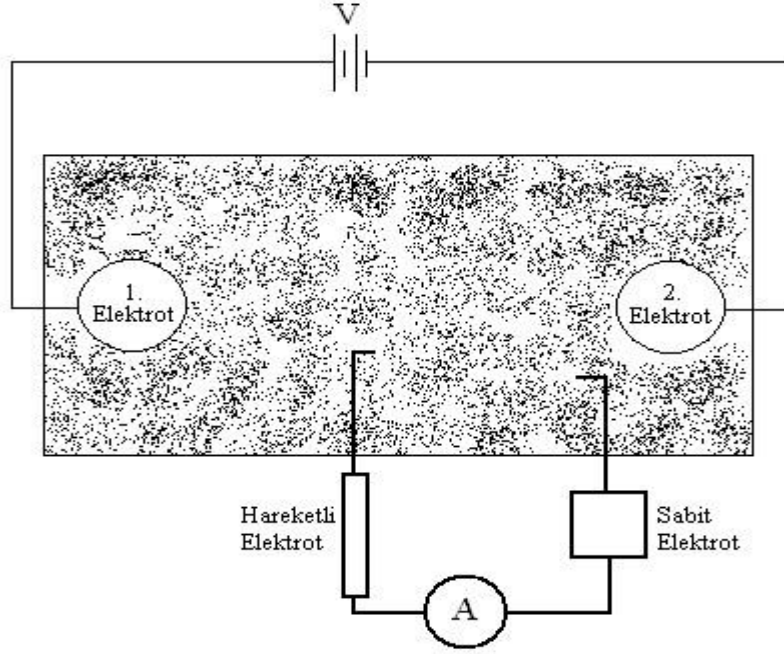
Bir deneme yükünü bir noktadan (A) diğer noktaya (B) taşıdığımızda yük üzerinde hiçbir iş yapılmıyorsa, bu iki nokta aynı elektriksel potansiyeldedir, yani eşpotansiyel yüzey üzerinde hareket edilmiş olur. Bu iki nokta arasında yükün hareketiyle yapılan iş

$$W_{AB} = q (V_{0B} - V_A)$$

ile verilir. Deneme yükü eşpotansiyel yüzey üzerinde hareket ettiğinde, $V_B = V_A$ olacağından W_{AB} (yapılan iş) sıfır olacaktır. Düzgün bir elektriksel alan eşpotansiyel yüzeylere dik düzlemlerden oluşur. Bu sonuca göre eşpotansiyel yüzeyler kullanılarak elektrik alan çizgileri tespit edilebilir.

DENEYİN YAPILIŞI:

Şekil 4'deki devre kurulur ve güç kaynağı DC konumuna getirilir. Kap içerisinde bulunan iletken bakır sülfat çözeltisi devrede yük akışını sağlar ve devre tamamlanır. (**Not:** Lab. Asistanı devreyi kontrol etmeden çalıştırmayınız. Kaptaki sıvı asidiktir bundan dolayı dikkatli olunması gerekir.) Biri sabit diğeri de gezici olan elektrotlardan sabit olanı bir noktaya konur, gezici olanı da çözelti içerisinde gezdirilerek akımın sıfır değerini gösterdiği nokta (eşpotansiyel yüzey noktası) bulunur ve dışarıdaki bir diğer grafik kağıdına kaydedilir. Bu noktalar birleştirilerek eşpotansiyel yüzeyler elde edilir. Yüzeylere her noktasında dik olacak şekilde çizilen çizgiler elektrik alan çizgilerini verir.



Şekil 4.

SORULAR

- 1) Elektrik alan çizgileri neden elektrotlara diktir?
- 2) Elektrotların boyları sonsuz uzunlukta olsaydı, deney sonuçlarında nasıl bir değişiklik beklerdiniz.

DENEY NO: 2

KONDANSATÖRLER

AMAÇ:

Kondansatörler ve yüklerin incelenmesi

TEORİ:

Birbirinden dielektrik madde ile ayrılmış iki veya daha fazla iletken levhadan oluşan ve üzerinde yük biriktirmeye yarayan devre elemanına kondansatör denir. Bu levhalar paralel ve zıt yüklüdür. İletken levhalarda V potansiyeli altında Q yükü biriktiği kabul edilirse, biriken bu yük ile potansiyel oranı sabit olup kondansatörün sığası adını alır ve C ile gösterilir. Buna göre,

$$Q = V.C \quad (1)$$

olur. Sığa yük biriktirme kabiliyetini anlatır. Birimi ise farad'dır. Farad çok büyük bir birim olduğu için, mikrofara (1 μ F = 10^{-6} F), nanofara (1 nF = 10^{-9}), pikofara (1 pF = 10^{-12}) gibi birimler kullanılır. Elektrik alan şiddetini azaltma yeteneğine sahip maddelere **dielektrik** madde denir. Dielektrik sabiti K ile gösterilir. Bu dielektrik sabiti boşluk için 1 olup diğer dielektrik maddeler için 1'den büyüktür. Örneğin hava için bu 1.006 ve mika için 6'dır. İki yüklü levha

arasına dielektrik madde konulursa kondansatörün sığası değişir. Paralel plakalı bir kondansatörün sığası,

$$C = \epsilon \cdot \frac{A}{d} \quad (2)$$

ile verilir. Burada A plakanın yüzey alanı, d levhalar arası uzaklık, ϵ ise ortamın elektriksel geçirgenliğidir. Boşluk için $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$ değerindedir.

Kondansatörlerin eşdeğer sığası seri bağlandığında,

$$\frac{1}{C_{\text{eş}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots \quad (3)$$

olur. Paralel bağlanma durumunda ise eşdeğer sığa,

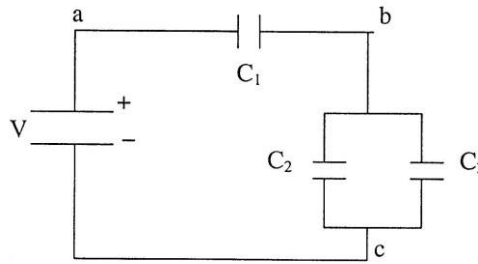
$$C_{\text{eş}} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots \quad (4)$$

ifadesiyle verilir.

DENEYİN YAPILIŞI:

Bölüm A

Devredeki kondansatörleri ve güç kaynağından vereceğiniz. V gerilimini belirleyerek Şekil 1'deki devreyi kurunuz. Gerilimin en çok 10 volt olmasına dikkat ediniz. Deneyde önce teorik hesaplamalar, daha sonra ölçümler yapılacaktır.



Şekil 1 Teorik Hesaplama: Belirlenen gerilim ve sığa değerlerine göre devrenin eşdeğer sığasını bulun. Sonra devreye verilen toplam yükü $Q_T = C_{\text{eş}} \cdot V$ 'den hesaplayın. Toplam yükün tamamı 1. kondansatörden geçeceğinden $Q_T = Q_1$ olacaktır. Daha sonra 2. ve 3. kondansatörler tarafından belirli bir oranda paylaşılacaktır. Eğer 2. ve 3. kondansatörler özdeş ise toplam yükü eşit olarak paylaşırlar. Kondansatörlerin sığaları ve yükleri bilindiğine göre gerilimleri hesaplayınız ve Tablo 1'de yerine yazınız.

Deneyisel Hesaplama: Avometre'yi gerilim ölçer konuma getirerek devrenin ab ve bc kollarındaki gerilimleri ölçünüz ve Tablo 1'de yerine yazınız. Daha sonra varsa hata yüzdeleri bulunuz ve yorumlayınız.

	Teorik	Deneyisel
V_{ab}		
V_{bc}		
V_T		

Tablo 1

Sorular

1) Seri ve paralel bağlı kondansatörlerde eşdeğer sığa formüllerini türetiniz.

BÖLÜM 3. PARALEL PLAKALI KONDANSATÖRLER VE DİELEKTRİK MALZEMELER

DENEY NO: 3

AMAÇ:

Paralel Plaka kondansatörlerde sığanın ve dielektrik maddenin geçirgenlik katsayısının bulunması

3.1. TEORİ:

Birbirinden dielektrik madde ile ayrılmış iki veya daha fazla iletken levhadan oluşan ve üzerinde yük biriktirmeye yarayan devre elemanına kondansatör denir. Bu levhalar paralel ve zıt yüklüdür. İletken levhalarda V potansiyeli altında Q yükü biriktiği kabul edilirse, biriken bu yük ile potansiyel oranı sabit olup kondansatörün sığası adını alır ve C ile gösterilir. Buna göre,

$$C = Q / V \quad (3.1)$$

olur. Sığa yük biriktirme kabiliyetini anlatır. Birimi ise Farad(F)'dır. Farad çok büyük bir birim olduğu için, mikroFarad ($1 \text{ F} = 10^{-6} \text{ F}$), nanoFarad ($1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F}$), pikoFarad ($1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$) gibi birimler kullanılır. Elektrik alan şiddetini azaltma yeteneğine sahip maddelere dielektrik madde denir. Bağlı dielektrik sabiti, malzemenin dielektrik geçirgenliğinin boşluğun dielektrik geçirgenliğine oranı olup $\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$ ile hesaplanır. Bu dielektrik sabiti boşluk için 1 olup diğer dielektrik maddeler için 1'den büyüktür. Örneğin hava için bu 1.006 ve mika için 6'dır. İki yüklü levha arasına dielektrik madde konulursa kondansatörün sığası değişir. Paralel plakalı bir kondansatörün sığası,

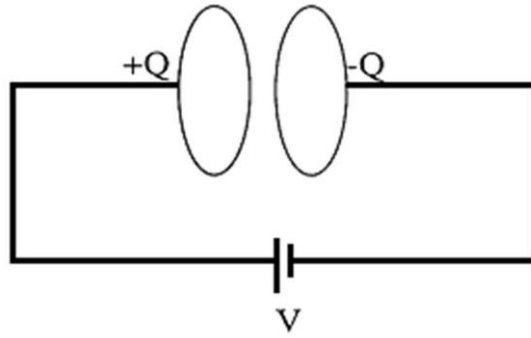
$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad (3.2)$$

ile verilir. Burada A plakanın yüzey alanı, d levhalar arası uzaklık, ϵ_0 ise ortamın elektriksel geçirgenliğidir. Boşluk için $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ değerindedir.

3.2. DENEYİN YAPILIŞI:

Aşağıdaki Şekil 6’da görüldüğü gibi aralarında belirli bir d uzaklığı bulunan paralel plakalı kondansatörün V gerilimi altındaki sığası ve yükü hesaplanacaktır. Bu gerilim altında plakalardan biri +Q, diğeri ise -Q yükü ile yüklenecektir. Plakalara uyguladığımız V gerilimini değiştirdiğimizde Q yük miktarı da değişeceğinden, Q/V oranı değişmez, yani C sığası sabit kalır. Öte yandan $C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$ ifadesine baktığımızda sığa C , A ve d’ye bağlıdır.

Bu nicelikler en az birinin değişmesi sığayı değiştirecektir.



Şekil 3-1 Paralel levhalı kondansatör

1. Aşama: Farklı d uzaklıkları için kondansatörde biriken q yükünü bulunuz. Bunu bulmak için multimetre ile (2 nF’lık kısma getirerek) sığayı ölçünüz. Devreye verilen gerilim ve sığa bilindiğine göre yük değerini bularak Tablo 3-1’e yazınız. Ayrıca d, A ve C bilindiğine göre ortamın (havanın) elektriksel geçirgenliğini (ϵ) bulunuz. Farklı d uzaklıkları için bulduğunuz ϵ değerlerinin ortalaması size havanın ortalama dielektrik geçirgenliğini verecektir. Bu değeri kullanarak havanın bağıl dielektrik katsayısını $\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$ ile bulunuz ve teorik değerle ($\epsilon_r = 1,006$) kıyaslayınız.

Tablo 3-1 Havanın elektrik geçirgenliği veri tablosu

d (m)	C (F)	A (m^2)	ϵ (F/m)

2. Aşama: Burada ise önce mika için ‘ ϵ ’ elektriksel geçirgenliğini bulacağız.

Bunun için plakalar arasındaki uzaklık d ile kondansatörün sığası C 'yi ölçünüz ve $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$ ifadesinden ϵ_r değerini bulunuz. Bundan sonra mika için $\epsilon_r =$ bağıl dielektrik sabitlerini bulunuz ve Tablo 3-2'de yerine yazınız.

Tablo 3-2 Mika ve mukavva için dielektrik katsayısı veri tablosu

	d (m)	C (F)	ϵ_r (ϵ_r / ϵ_0)	ϵ_r	ϵ_r
Mika					6

BÖLÜM 4. DİRENÇ DEĞERİNİN TAYİNİ

DENEY NO: 4

AMAÇ:

Dirençlerin renklerine bakarak değerlerinin tayin edilmesi

4.1. TEORİ:

Elektrik devrelerinde direnç, devre elemanının üzerinden geçen akıma gösterdiği zorluk anlamını taşımaktadır. Birimi “Ohm” olup “ Ω ” ile gösterilir. Devre kararlılığı ve akım geçişini düzenlemek, devrede direncin temel görevleri arasında yer alır. Bu amaçla farklı değerlerde dirençler üretilerek devrelerde kullanılmak üzere kullanıma sunulmuştur. Dirençler, temel pasif elektrik devre elemanları olarak hemen hemen bütün devrelerde önemli bir rol oynamaktadır. Devrenin kullanım amacına uygun olacak şekilde direnç seçimi yapılması gerektiğinden dirençlerin değerleri de birbirinden farklılık göstermektedir. Dirençlerin birbirinden ayrılması için “Renk Kodu” adını verdiğimiz bir kod kullanılmaktadır. Direnç renk kodları Tablo 4-1’de ayrıntılı bir biçimde sunulmuştur.

Tablo 4-1Direnç renkleri tablosu

RENK	1. RENK (İLK HANE) X	2. RENK (İKİNCİ HANE) Y	3. RENK (ÇARPAN) Z	4. RENK (TOLERANS) T
SİYAH	0	0	10^0	-
KAHVERENGİ	1	1	10^1	%1
KIRMIZI	2	2	10^2	%2
TURUNCU	3	3	10^3	-

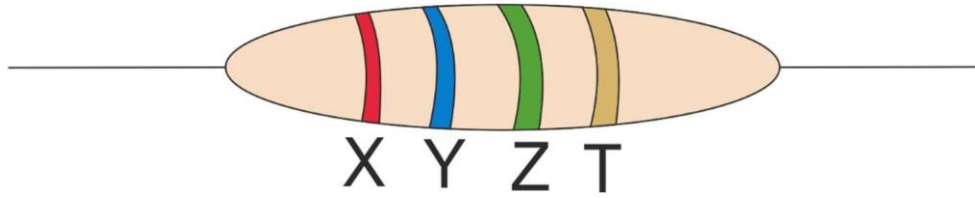
SARI	4	4	10^4	-
YEŞİL	5	5	10^5	%0,5
MAVİ	6	6	10^6	%0,25
MOR	7	7	10^7	%0,1
GRİ	8	8	10^8	-
BEYAZ	9	9	10^9	-
ALTIN	-	-	10^{-1}	%5
GÜMÜŞ	-	-	10^{-2}	%10

Tablo 4-1 kullanılarak bir direncin değeri;

$$\square = [\square\square] \times \square \pm \square \quad (4.1)$$

şeklinde hesaplanabilir. Renkler okunurken direncin ucuna yakın yerden başlanmalıdır.

Daha iyi örneklendirmek için Şekil 4-1’de görülen direncin değerini hesaplayalım;



Şekil 4-1 Kıl bir direnç üzerine renklerin görünümü.

Renkler X=kırmızı, Y=mavi, Z=yeşil ve T=altın olarak ayarlanmıştır. Buna göre

$$\square = 26 \times 10 \pm \%5 \Omega$$

olarak direncin değeri belirlenir. Yani bu direncin değeri 2.730.000 Ω ile 2.470.000 Ω arasında bir değerdir.

İpucu: Sayıların akılda kalması için kısa yol olarak; So-Ka-K-Ta Sa-

Ya-Ma-M Gi-Bi Ama Görürüm

şeklinde bir kıslatma düşünülebilir. Kalınla işaretlenmiş harfler sırasıyla renklere ve onlara karşı gelen sayılara işaret eder (S:Siyah=0, Ka:kahverengi=1, K:Kırmızı=2, T:Turuncu=3, S:Sarı=4, Y:yeşil=5, Ma:Mavi=6, M:Mor=7, G:Gri=8, B:Beyaz=9, A:Altın=%5, G:Gümüş=%10)

4.2. DENEYİN YAPILIŞI:

Deney için rastgele seçilmiş birbirinden farklı beş adet direnç üzerindeki renkler Tablo 5 üzerinde karşılık gelen yerlere yazılır. Bu değerler yardımıyla her bir direnç değeri teorik olarak hesaplanır. Hesaplanan değerler Tablo 4-3'te "Teorik değer" kısmına yazılır. Aynı dirençlerin değerleri multimetrenin direnç ölçüm skalası yardımı ile tekrar ölçülerek Tablo 4-3'te "Deneyisel Değer" kısmına yazılır. Teorik değer ile deneyisel değer uyumu raporda yorumlanır.

Tablo 4-2 Dirençlerin teorik değeri veri tablosu

D renç No:	1. RENK (İLK HANE) X	2. RENK (İKİNCİ HANE) Y	3. RENK (ÇARPAN) Z	4. RENK (TOLERANS) T
1. D renç				
2. D renç				
3. D renç				
4. D renç				
5. D renç				

Tablo 4-3 Dirençler teorik ve deneyisel değer karşılaştırma tablosu

D renç No:	Teorik Değer	Deneyisel Değer
1. D renç		
2. D renç		
3. D renç		
4. D renç		
5. D renç		

BÖLÜM 5. DİRENÇLERİN SERİ VE PARALEL BAĞLANMASI

DENEY NO: 5

AMAÇ:

Dirençlerin seri ve paralel bağlanması ile akımın kollara ayrılmasının incelenmesi

5.1. TEORİ:

Dirençlerin seri bağlanması durumunda eşdeğer direnç aşağıdaki gibi bulunur:

$$R_{\text{eş}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \quad (5.1)$$

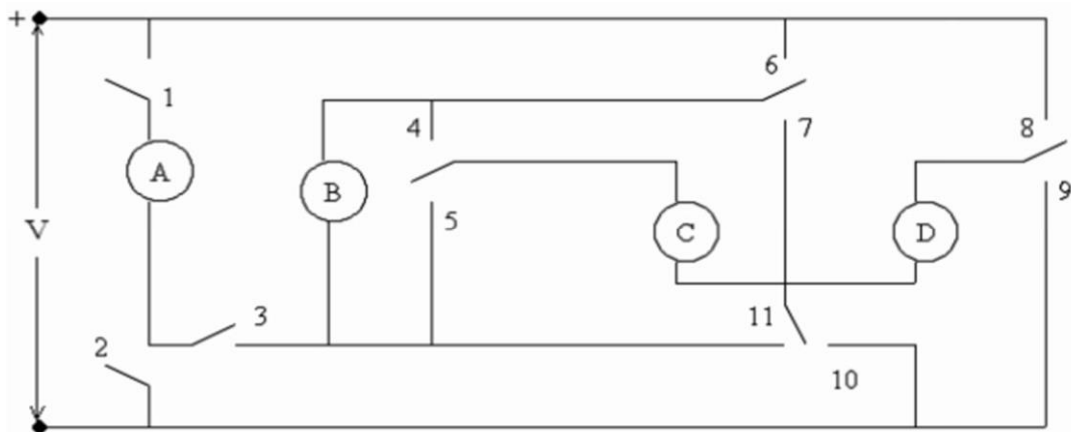
Paralel bağlı dirençlerde ise eşdeğer direnç değeri;

$$\frac{1}{R_{\text{eş}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots \quad (5.2)$$

şeklinde hesaplanabilir. Paralel ve seri dirençler beraber kullanılarak karma devreler elde edilebilir. Seri bir devrede bütün dirençlerden geçen akım aynıdır. Bir direnç devreden çıkarılırsa bu devreden akım geçmez. Paralel devrelerde ise akım paralel kollara ayrılır. Bir direnç devreden çıkarılırsa diğer kollardan geçen akımların şiddetleri artar.

5.2. DENEYİN YAPILIŞI:

Deneyde kullanılacak düzeneğin şematik gösterimi Şekil 1’de görülmektedir. Şekildeki 111 arası sayılar anahtarları gösterirken, A, B, C ve D ise lambalardır. Deneyde yapılacak devrelerin listesi bir sonraki kısımda verilmiştir. Deney düzeneğini kullanarak devrelerin kurulması için kapatılması gereken anahtarları tespit ediniz ve ilgili devrelerin yanına yazınız. Şekil 9’daki devreleri kurabilmek için kapatılması gereken anahtarları raporunuzda devrenin yanındaki boşluğa kaydediniz.

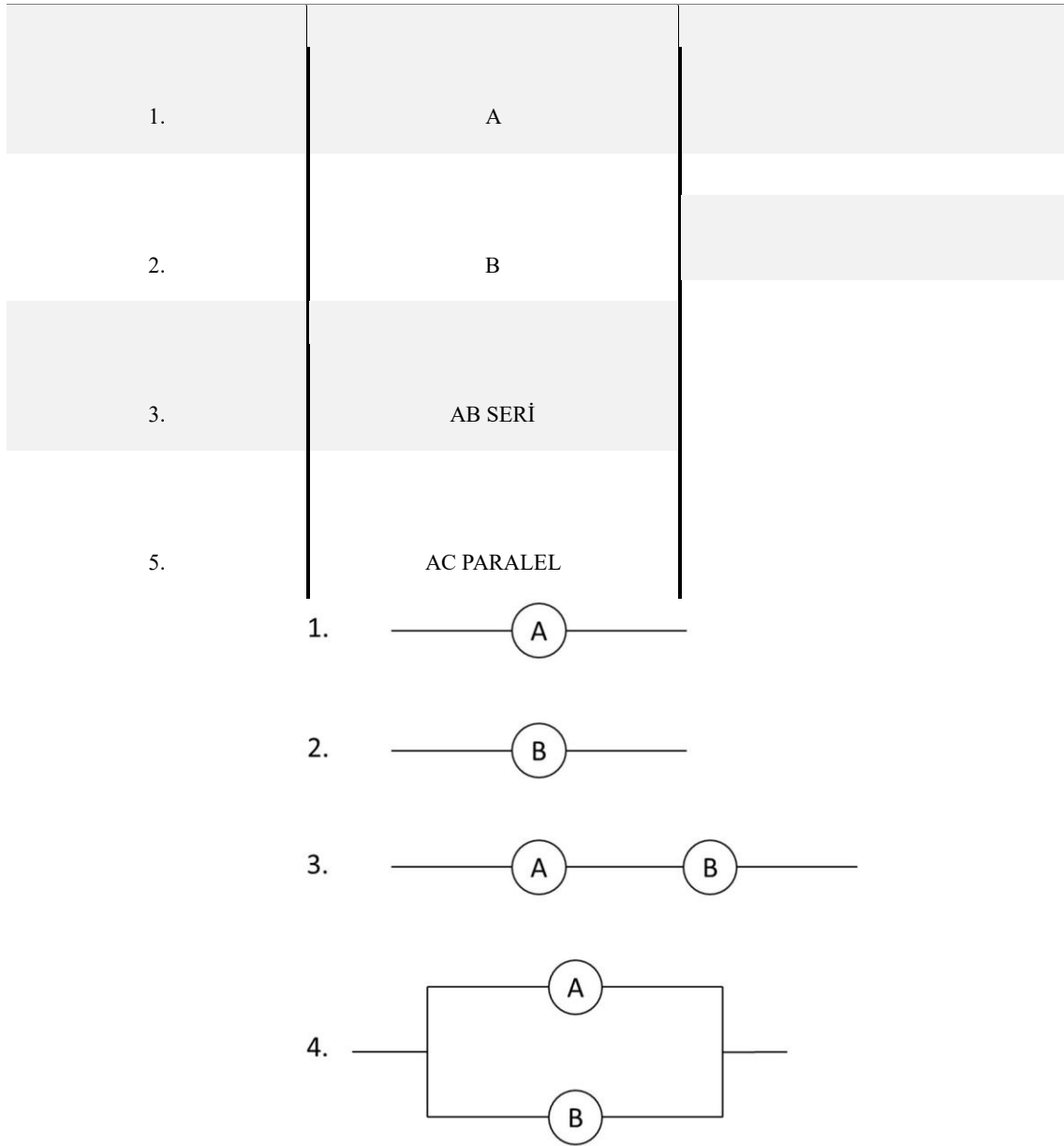


Şekil 5-1 Paralel ve seri devreler deney düzeneği

Tablo 5-1 Örnek devreler ve kapatılan anahtarlar

ÖRNEK DEVRE

KAPATILAN ANAHTAR



Şekil 5-2 Anahtarlar yardımıyla elde edilecek devreler

BÖLÜM 6. KIRCHHOFF KURALLARI VE WHEATSTONE KÖPRÜSÜ

DENEY NO: 6

AMAÇ:

1. Basit devre elemanlarının tanınması, çalışma prensiplerinin ve fiziksel özelliklerinin incelenmesi.

2. Bazı elektrik devrelerinde Kirchhoff kurallarının uygulanması, Wheatstone köprüsükullanılarak değeri bilinmeyen bir direncin değerinin ölçülmesi ve bir dirençteki değişimleri; köprünün denge voltajındaki değişimler cinsinden belirlenmesi.

6.1. TEORİ:

Bir devredeki akımı azaltmak veya gerilimi bölmek için kullanılan devre elemanına direnç denir. Kusursuz bir direncin en önemli özelliği uçları arasındaki V gerilimi ile üzerinden geçen I akımı arasında doğru bir orantı olmasıdır. Buna ohm kanunu da denir. $V=I.R$ ile ifade edilir. Bu kanuna göre, bir devrede direnç sabit tutulup gerilim yükseltirse akım artar, gerilim azaltılırsa akım azalır. Diğer taraftan gerilim sabit tutulur direnç arttırılırsa akım azalır, direnç azaltılırsa akım artar. Direncin birimi ohm'dur ve Ω ile gösterilir. Telli dirençler istenilen direnç değerine göre telin kalınlığının uzunluğunun ve cinsinin seçilmesi ve sonra bu telin yalıtkan destek üzerinde sarılması suretiyle yapılır. Deneylerde kullanılan üç tip direnç vardır;

1) **SABİT DİRENÇLER:** Bu tip dirençlerin boyutu ve yapılışı içinden geçecek akıma göre farklı olur. Düşük akımlarda madeni dirençler, yüksek akımlarda kil dirençler daha dayanıklı olduğu için kullanılır.

2) **AYARLANABİLİR DİRENÇLER:** Bir devrede direnç değerinin zaman zaman değiştirilmesi yada ayarlanması gerekiyorsa bu devrelerde ayarlanabilir direnç kullanılır. 3) **DEĞİŞKEN DİRENÇLER:** Bir devrede direncin değerinin sürekli olarak değişmesi istenirse istenilen güce göre tel sargılı REOSTA kullanılır. Bunların üç ucu vardır. İki dış uç sabit, orta uç ise değişkendir. Reosta üzerindeki kol sağa veya sola hareket ettirilerek devreden geçen akım istenilen şekilde ayarlanabilir.

Voltmetre: Bir devredeki iki nokta arasındaki gerilimi ölçen devre elemanına denir. Voltmetrenin iç direnci sonsuz büyük olduğu için devreye paralel olarak bağlanır.

Ampermetre: Devredeki akımı ölçmeye yarayan alettir. İç direnci sıfır kabul edilecek kadar küçüktür. Devreye seri olarak bağlanır.

Kısa Devre: Akımın, bir direncin üzerinden geçebilmesi için direncin uçlarının farklı potansiyele sahip olması gerekir. Eğer iki nokta da aynı potansiyele sahipse akım, direnç üzerinden geçmez. Bu olaya “kısa devre” denir.

Bazı elektrik devreleri ohm kanunu uygulandığında kolayca çözülemezler. Bu gibi devrelerin çözümünde kolaylık sağlayan bazı çözüm kuralları vardır. Bunlardan biri de Kirchhoff kurallarıdır.

Kirchhoff’un I. Kuralı

Kapalı bir devrenin herhangi bir noktasına gelen akımların toplamı, o noktadan çıkan akımların toplamına eşittir.

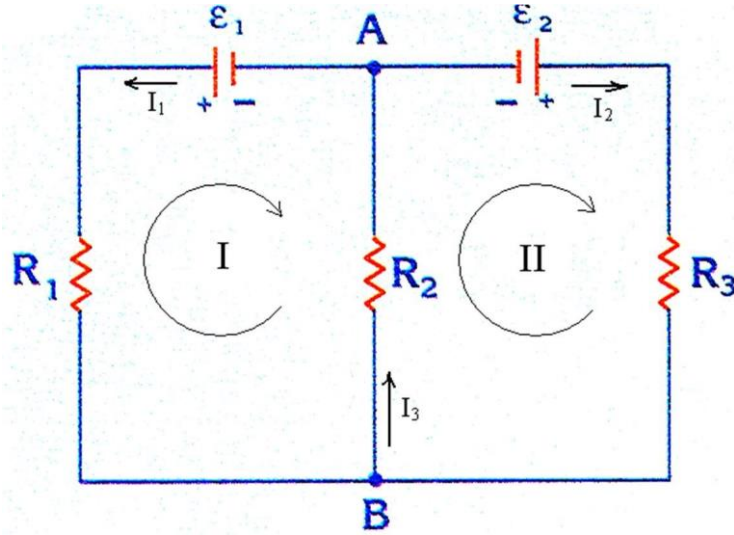
Kirchhoff’un II. Kuralı

Bir elektrik devresinin herhangi bir kapalı kısmındaki akımlarla dirençlerin çarpımlarının cebirsel toplamı, emk’ların cebirsel toplamına eşittir. Bunu cebirsel olarak kısaca,

$$\sum I = \sum \epsilon \quad (6.1)$$

olarak yazılabilir. Kirchhoff kuralları uygulanırken şunlara dikkat edilir:

1. Akımlara geliş-güzel yönler verilir. Bu yönlerin önemi yoktur. Sonuçta akım “+” çıktıysa, başlangıçta seçilen akım yönü doğru, eğer akım “-” çıktıysa seçilen akım yönü terstir.
2. Üreteçlerin emk yönleri işaretlenir. Bu yönler “-” kutuplardan “+” kutba doğru kabul edilir.
3. Kapalı devreler ve bu devrelerde dolanma yönleri belirlenir.
4. Kapalı devrede dolanma yönünde gidilirken akımla aynı yönde gidiliyorsa akım “+”, zıt yönde gidiliyorsa akım “-” alınır.
5. Kapalı devrede dolanma yönünde gidilirken üreticin artı kutbundan çıkılıyorsa emk “+”, eksi kutbundan çıkılıyorsa emk “-” alınır.
6. Kirchhoff’un kuralları uygulanarak, bilinmeyen büyüklükler sayısınca denklem oluşturulur.
7. Denklemler çözülerek aranan değerler bulunur.



Şekil 6-1 Kirchhoff kurallarının uygulanması için seçilen akımlar ve dönüş yönleri

Şekil 6-1'deki gibi bir devre için Kirchhoff kurallarını şu şekilde yazabiliriz:

i.Kirchhoff'un I. kuralı'na göre; B düğüm noktasına giren ve çıkan akımların toplamı birbirine eşittir. Yani; $I_3 = I_1 + I_2$ olmalıdır.

ii.Kirchhoff'un II. kuralı'na göre; I ve II kapalı devreleri için dolanım yönleri keyfî olarak seçilmiştir. Burada I. kapalı döngü için kural uygulanırsa;

$$\square = \square \cdot \square + \square \cdot \square \quad (6.2)$$

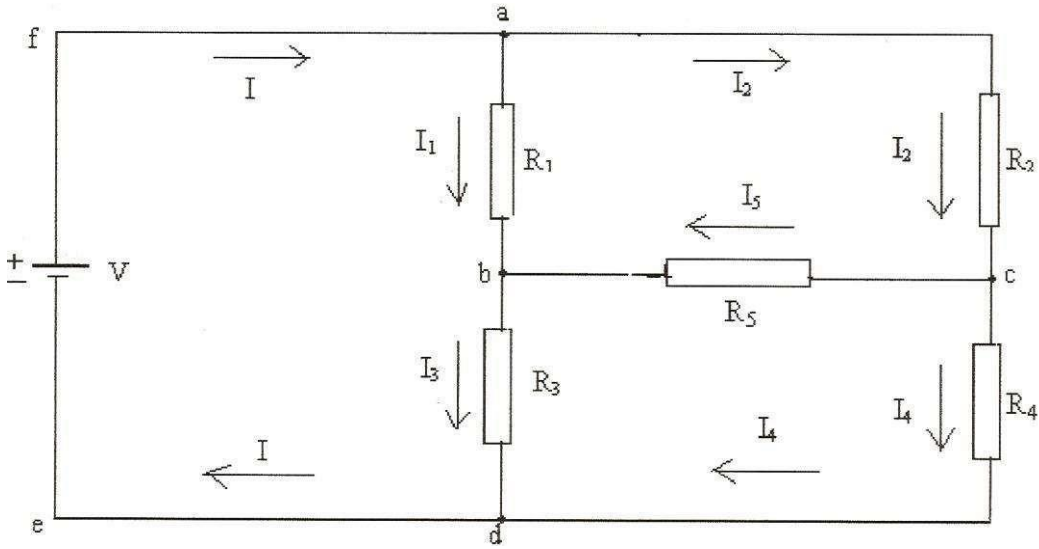
elde edilir. II Kapalı döngü için uygulandığında ise;

$$-\square = -\square \cdot \square - \square \cdot \square \quad (6.3)$$

denklemini elde edilir.

WHEATSTONE KÖPRÜSÜ:

Seri bağlı iki dirençten oluşan iki dalın birbirleriyle paralel bağlanması ile ortaya çıkan kapalı bir devre Şekil 6-2'de gösterilmiştir. Şekilde gösterilen R_1 , R_2 , R_3 ve R_4 dirençlerinden oluşan sisteme, direnç köprüsü (Wheatstone Köprüsü) denir. Köprünün a ve d noktaları arasında bir potansiyel farkı uygulanırsa, köprüyü oluşturan dirençlerden I_1 , I_2 , I_3 ve I_4 akımları geçer. b, c noktaları arasındaki orta koldan da bir I_5 akımı geçer ve b,c arasındaki potansiyel farkı V_{bc} voltmetre yardımıyla ölçülür. R_1 , R_3 , R_4 bilinen dirençler ise R_2 değişken direnci (reosta) değiştirilerek köprünün dengeye gelmesi sağlanır. R_5 de burada bir voltmetredir.



Şekil 6-2 Wheatstone köprüsü üzerinde akımların gösterimi

Kirchhoff kurallarına göre $I = I_1 + I_2$ ve $I_2 = I_4 + I_5$ ve $I_3 + I_4 = I$ ve $I_3 = I_1 + I_5$ olur. Köprünün denge durumu için şekilde gösterilen b ve c noktaları herhangi bir yolla aynı potansiyele getirilirse, yani $V_b = V_c$ yapılırsa, bu duruma köprünün denge durumu denir ve voltmetre $V_{bc} = 0$ olarak gösterir (ayrıca $I_5 = 0$ 'dır).

Köprü dengede iken $V_{bc} = 0$ ve $I_5 = 0$ olduğundan, 1. Kirchhoff kuralından, $I_1 = I_3$ ve $I_2 = I_4$ olacağı açıkça görülebilir. Ayrıca R_1 ile R_2 paralel, R_3 ve R_4 de kendi içinde paralel bağlı olduklarından bu paralel kollar üzerinden geçen voltajlar $V_{ab} = V_{ac}$ ve $V_{bd} = V_{cd}$ yazılabilir. Daha düzenli bir biçimde yazılarak ve $V_{ab} = I_1 \cdot R_1$ olduğunu dikkate alarak, önemli bir sonuca varabiliriz:

$$\square = \square \quad \square \square \cdot \square = \square \cdot \square \quad (6.4)$$

$$\square = \square \quad \square \square \cdot \square = \square \cdot \square \quad (6.5)$$

olur. Bu iki denklem birbirlerine orantılandığında;

$$\square = \frac{\square}{\square} \quad (6.6)$$

bağıntısı elde edilir. Doğal olarak denge sağlandığı zaman dirençlerden herhangi biri, diğer üçü cinsinden ifade edilebilir. Böylece bilinmeyen bir direnç bilinen dirençlerden yararlanılarak, köprü yöntemi ile ölçülebilir. Bu ölçüm için akım ve voltaj değerlerinin gerekli olmaması ve yalnızca köprünün dengede olduğunun gözlenmesi, bu yöntemin üstünlüğüdür.

6.2. DENEYİN YAPILIŞI

Değerleri $R_1=150\ \Omega$, $R_2=\text{Reosta}$, $R_3=100\ \Omega$ ve $R_4=50\ \Omega$ olan dirençleri alarak Şekil 62'deki devreyi köprü oluşturacak şekilde kurunuz. b ve c uçları arasına voltmetreyi bağlayın ve şekle uygun olarak güç kaynağını bağlayıp devreyi tamamlayın. Devreyi kurarken güç kaynağı kapalı olmalıdır. Reostanın (R_2) sürgüsünü hareket ettirerek voltmetrenin sıfır volt göstermesini sağlayın. Bu durumda köprü dengededir.

- i) Denge de R_2 direncinin yukarıda verilen ifadesinden yararlanarak kaç ohm olması gerektiğini hesaplayın.
- ii) R_2 'yi bir kez de reostanın dirençli toplam boyundan hesaplayın. Bu amaçla, reostanın dirençli toplam boyu L 'yi ve denge dağılayan boyu (x)'i cetvelle ölçün. Toplam reosta direnci R_L ise, bağıntısından R_2 'yi bulun.
- iii) Her iki yöntemle ölçülen R_2 birbirinden ne kadar farklıdır? Hata hesabı yapınız.

BÖLÜM 7. RC ZAMAN SABİTİNİN TAYİNİ

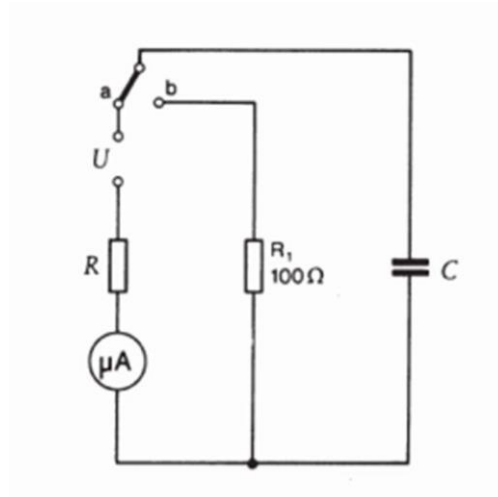
DENEY NO: 7

AMAÇ:

Bir RC (direnç-kondansatör) devresinde zaman sabitinin tayin edilmesi.

7.1. TEORİ:

Kondansatörlerin doluncaya (ya da boşalınca) kadar doğru akımın geçmesine izin verdiklerini biliyoruz. Dolan (veya boşalan) bir kondansatörün levhaları arasında, birinden diğerine doğru olan yük hareketi devrede geçici bir akım meydana getirir. Bu davranışı, Şekil 7-1'deki bir devreyi göz önüne alarak inceleyelim. Başlangıçta anahtar açık ve sıgasını C ile gösterdiğimiz kondansatör yüksüz olsun.



Anahtar a konumuna getirildiğinde, devrede tek yönde yük akışı olmaya başlayacaktır. Başlangıçta kondansatör yüksüz olduğundan, I akımı yalnız R direnci tarafından sınırlandırılır ve anahtar kapatıldıktan hemen sonra ($t=0$ anında) akım $I_0 = V_0/R$ olur. Zamanla kondansatörün plakalarında yük toplanır ve akım azalır. Kondansatörün plakaları arasındaki potansiyel fark bataryanın gerilimine eşit olduğunda akım sıfır olur. Bu son durumda, kondansatörün yükü $q_s = C.V_0$ değerindedir. Akım(I)-zaman(t) grafiği çizildiğinde, grafiğin üstel bir biçimde değiştiği rahatlıkla görülmektedir ve bu değişim;

$$I(t) = I_0 e^{-t/\tau} \quad (7.1)$$

matematiksel denklemi ile ifade edilebilir. İlk akım değeri olan I_0 ile hesaplanabilirken R.C ifadesi “Zaman çarpanı” olarak adlandırılır ve zaman boyutundadır. Yukarıdaki eşitliğin her iki tarafının da doğal logaritması alınır;

$$\ln(I(t)) = -\frac{1}{\tau} t + \ln(I_0) \quad (7.2)$$

eşitliği elde edilir. Bu eşitlik eğimi “m” olan bir doğru denklemi;

$$y = mx + b \quad (7.3)$$

ile kıyaslandığında $\ln(I(t))$ - I grafiğinin eğiminin $m = -\frac{1}{\tau}$ değerine eşit olacağı rahatlıkla görülebilir. Denklemin daha rahat görülebilmesi için her iki tarafı -1 ile çarparak;

$$-\ln(I(t)) = \frac{1}{\tau} t - \ln(I_0) \quad (7.4)$$

şeklinde yazılabilir.

7.2. DENEYİN YAPILIŞI:

- 1- RC deney düzeneği Şekil 13'teki gibi güç kaynağına ve multimetreye bağlanarak devreyi kurunuz.
- 2- RC seti üzerindeki anahtarı kapatarak kondansatörün dolmasını bekleyiniz.
- 3-Anahtarı açarak boşalma durumu için, elektrometreden Tablo 1 de verilen akım değerlerini gözlediğiniz zamanları belirleyerek tabloyu tamamlayınız($-\ln(I)$ değerlerini hesaplarken akımı amper biriminde almanız gerektiğini unutmayınız!)
- 4- $-\ln(I)-t$ grafiği çizerek RC zaman sabitini hesaplayınız.
- 5- Elde ettiğiniz sonuç ile teorik R ve C değerlerini kullanarak hesapladığınız zaman sabiti arasındaki hata oranını (% hata) hesaplayınız.



Şekil 7-2 Sığaç boşalması deney düzeneğinin kurulması

Tablo 7-1 Sığaç boşalması veri tablosu

V=10 Volt, $\square = 60 \square\square$, $\square = 1 \square\Omega$		
I (A)	t (s)	$-\ln(\square)$
$10,0 \times 10$		
$9,5 \times 10$		
$9,0 \times 10$		
$8,5 \times 10$		
$8,0 \times 10$		
$7,5 \times 10$		
$7,0 \times 10$		

$6,5 \times 10$		
$6,0 \times 10$		
$5,5 \times 10$		
$5,0 \times 10$		
$4,5 \times 10$		
$4,0 \times 10$		
$3,5 \times 10$		
$3,0 \times 10$		
$2,5 \times 10$		
$2,0 \times 10$		
$1,5 \times 10$		
$1,0 \times 10$		
$0,5 \times 10$		

BÖLÜM 8. ÜZERİNDEN AKIM GEÇEN BİR TEL HALKANIN MERKEZİNDEKİ MANYETİK ALAN

DENEY NO: 8

AMAÇ:

Akım taşıyan bir tel halkanın merkezindeki manyetik alan şiddetinin telden geçen akımın şiddetine ve telin sarım sayısına bağlılığının incelenmesi.

8.1. TEORİ:

Manyetik Alanın Tanımı ve Özellikleri

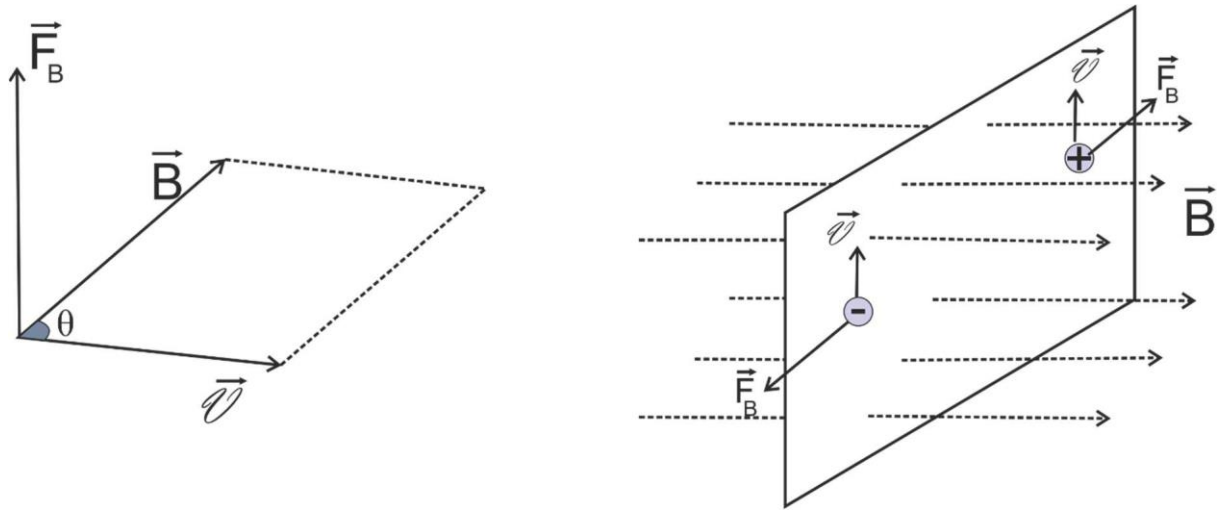
Uzayın belli bir noktasındaki elektrik alanı $\vec{E}$, o noktaya yerleştirilen bir deneme yüküne (birim yük başına) etkiyen elektrik kuvveti olarak tanımlanmıştır. Benzer biçimde, uzayda bir noktadaki yer çekim alanı $\vec{g}$, bir deneme kütesine (birim kütle başına) etkiyen yer çekim kuvvetidir. Şimdi uzaydaki bir noktada bir deneme cismine etkiyebilecek bir manyetik kuvvet cinsinden manyetik alan vektörü $\vec{B}$ (bazen manyetik indüksiyon ya da manyetik akı yoğunluğu da denir) tanımlayabiliriz. Deneme cismi $\vec{v}$ hızıyla hareket eden yüklü bir parçacık

olarak alınabilir. Şimdilik, yükün bulunduğu bölgede hiçbir elektrik ya da yer çekim alanı bulunmadığını varsayalım. Bir manyetik alan içerisinde hareket eden yüklü parçacıkların hareketleri ile ilgili deneyler aşağıdaki sonuçları verir:

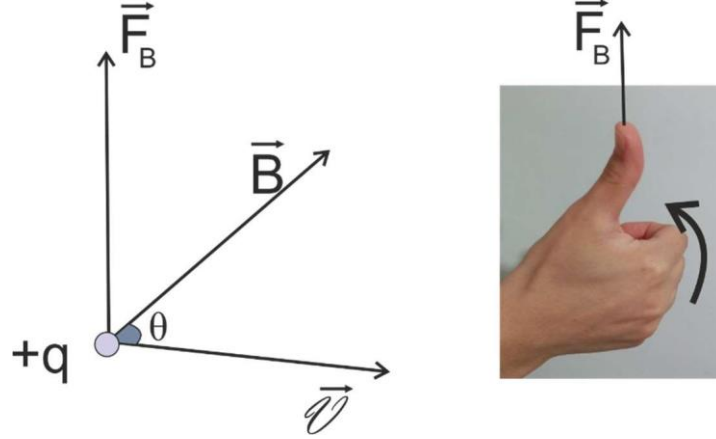
1. Manyetik kuvvet, parçacığın hızı $\vec{v}$ ve q yükü ile orantılıdır.
2. Manyetik kuvvetin büyüklüğü ve yönü, parçacığın hız vektörü ile ve manyetik alan vektörünün yönüne bağlıdır.
3. Yüklü bir parçacık manyetik alan vektörüne paralel yönde hareket ettiği zaman ona etkiyen $\vec{F}_B$ manyetik kuvveti sıfırdır.
4. Hız vektörü manyetik alanla bir θ açısı yaptığı zaman, manyetik kuvvet $\vec{F}_B$, hem $\vec{v}$ 'ye hem de $\vec{B}$ 'ye dik yönde etki eder. Yani, $\vec{F}_B$ kuvveti, $\vec{v}$ ve $\vec{B}$ 'nin oluşturduğu düzlemde diktir.
5. Bir pozitif yüke etkiyen manyetik kuvvet, aynı yönde hareket eden bir negatif yüke etkiyen kuvvetin yönüne terstir.
6. Eğer hız vektörü manyetik alanla bir θ açısı yaparsa, manyetik kuvvetin büyüklüğü $q v B \sin \theta$ ile doğru orantılıdır. Bu gözlemler, manyetik kuvvet;

$$\vec{F}_B = q \vec{v} \times \vec{B} \quad (8.1)$$

şeklinde yazılabilir. Burada manyetik kuvvetin yönü, $\vec{v} \times \vec{B}$ 'nin yönündedir. Bu kuvvetin yönü, vektörel çarpımın tanımı gereği hem hız vektörüne hem de manyetik alan vektörüne diktir. Yani hız vektörü ile manyetik alan vektörünün oluşturduğu düzlemde diktir. Şekil 81'de bu çarpımların sonucunda kuvvet vektörünün yönü görülmektedir.



$\vec{v} \times \vec{B}$ 'nin yönü, “sağ el kuralı” ile rahatlıkla bulunabilir. Şekil 8-2’de görüldüğü gibi dört parmak $\vec{B}$ ’den $\vec{v}$ ’ye doğru döndürülürken dik başparmak manyetik kuvvet yönünü gösterir. Yük negatif olduğunda ise kuvvet “-“ ile çarpılacağından yönü bulunan yönün tam tersi olacaktır.



Şekil 8-2 Sağ el kuralının gösterimi

Burada manyetik kuvvetin büyüklüğü;

$$F_B = q v B \sin \theta \quad (8.2)$$

ile bulunabilir. Elektrik ve manyetik kuvvetler arasında önemli farklar vardır;

1. Elektrik kuvveti, her zaman elektrik alanına paralel, buna karşılık manyetik kuvvet manyetik alana diktir.
2. Elektrik kuvveti, yüklü parçacığın hızından bağımsızdır. Hâlbuki manyetik kuvvetyalnızca yüklü parçacık hareket halinde ise ona etki edebilir.
3. Elektrik kuvveti yüklü bir parçacığın konumunu değiştirmekle iş yapar, buna karşınkararlı bir manyetik alandan kaynaklanan manyetik kuvvet, parçacık yer değiştirdiğinde iş yapmaz.

Manyetik alan birimi (SI sisteminde) metre kare başına Weber (Wb/m^2)' dir. Nikola tesla anısına bu birim “Tesla (T)” olarak da adlandırılır. Bu birim eşitlik kullanılarak temel birimlere bağlanabilir. Büyüklüğü 1 Tesla olan bir manyetik alan içerisinde, alana dik olarak 1 m/s 'lik bir hızla hareket eden 1 Coulomb'luk yük, 1 Newton'luk kuvvet etkisindedir. Pratikte, manyetik

alan birimi olarak cgs sisteminde Gauss (G) da kullanılmaktadır. Gauss, Tesla'ya $1 \text{ T} = 10^4 \text{ G}$ şeklinde bağlıdır. Alışılabilen mıknatıslar yaklaşık 25000 G ya da 2.5 T'ya kadar manyetik alan üretebilirler. Yaklaşık 12.000.000 G veya 1,2 kT büyüklüğüne ulaşan manyetik alanlar üretebilen süperiletken mıknatıslar yapılmıştır. Bu, dünya yüzeyine yakın yerlerdeki manyetik alanının değeri ile karşılaştırılabilir. Yerin alanı yaklaşık olarak 0.50 G veya $0.5 \times 10^{-4} \text{ T}$ 'dır.

Akım Taşıyan İletkene Etkiyen Manyetik Kuvvet

Tek bir yüklü parçacık, bir manyetik alan içinden geçerken bir kuvvet etkisinde kalıyorsa, üzerinden akım geçen bir tele de manyetik alan içinde kuvvet etkimesi sizce sürpriz olmamalıdır. Bu, akımın çok sayıda yüklü parçacıktan oluşmasının bir sonucudur; bu yüzden, tele etkiyen net kuvvet, her bir yüklü parçacığa etkiyen kuvvetlerin toplamıdır.

Buna göre üzerinden I akımı geçen ve l manyetik alanındaki l uzunluğundaki bir tel etkiyen kuvvet,

$$\vec{F} = I(\vec{l} \times \vec{B}) \quad (8.3)$$

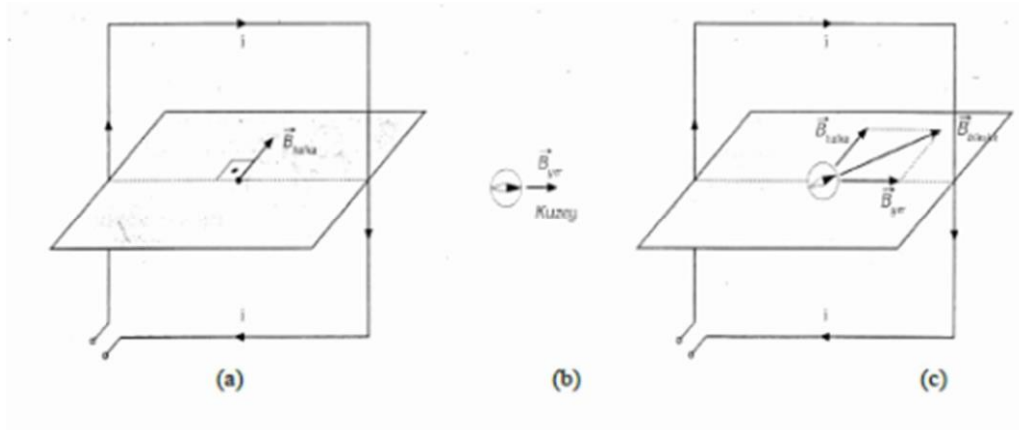
olarak verilir. Manyetik kuvvetin büyüklüğü;

$$F = I l B \sin \theta \quad (8.4)$$

şeklinde bulunabilir. Bu kuvvet hem akım geçen tele hem de manyetik alana diktir. Buradaki θ açısı akım geçen tele manyetik alan arasındaki açıdır. Burada da manyetik alan kuvvetinin yönü sağ el kuralıyla bulunur. Sağ el; başparmak akım yönünü, dört parmak da manyetik alanın yönünü gösterecek şekilde açılır. Avuç içine dik ve dışarı doğru olan yön, manyetik alan kuvvetinin yönüdür. Üzerinden akım geçen doğrusal bir telin etrafında manyetik alan oluştuğunu biliyoruz. Üzerinden elektrik akımı geçen bir tel halkanın da etrafında ve merkezinde bir manyetik alan oluşur.



Şekil 8-3 manyetik alan deney düzeneği



Şekil 8-4 manyetik alan yönünün deney düzeneğinde gösterimi

Merkezdeki manyetik alan vektörü halka düzlemine diktir ve yönü sağ el kuralı ile bulunur (Şekil 17a). Başka bir manyetik alanın etkisinde olmayan bir pusula ibresi yerin manyetik alan vektörü doğrultusunu gösterir (Şekil 17b). Pusula, düşey olarak duran halkanın merkezine konulduğunda, ibre yerin manyetik alan vektörü ile halkadan geçen akımın merkezde oluşturduğu manyetik alan vektörünün bileşkesinin doğrultusunda durur (Şekil 17c). Pusula ibresinin sapma açısına α dersek manyetik alan vektörleri arasındaki ilişki,

$$\square \square$$

$$\square \square \square \square = \text{_____} \quad (8.5)$$

olarak bulunabilir. Bu eşitlikten $\square = \square$. $\square \square \square \square$ elde edilir. Eşitlikte B'nin sabit olduğu düşünülürse $\square$ ile $\square \square \square \square$ 'nın doğru orantılı olduğu görülür. Bu deneyde halkanın merkezine bir pusula yerleştirilecektir. Önce halkadaki akım sabit tutularak sarım sayısı artırılacaktır.

İkinci bölümde ise sarım sayısı sabit tutularak halkadan geçen akımın şiddeti değiştirilecektir. İki durumda da pusula ibresindeki sapma açıları tespit edilerek halkadan geçen akımın ve sarım sayısının ibrenin sapma açısına, dolayısıyla merkezdeki manyetik alana etkisi incelenecektir. Deneyin uygulanmasında kolaylık sağlaması bakımından çember şeklindeki halka yerine kare şeklindeki halka kullanılacaktır.

8.2. DENEYİN YAPILIŞI

I. Kısım: Halkanın Merkezindeki Manyetik Alan Şiddetinin Sarım Sayısına Bağlılığı

1. Deney düzeneğini, halkada bir sarım olacak şekilde kurunuz.
2. Merkezdeki yatay duran alüminyum levhanın üzerine bir milimetrik kâğıt yerleştiriniz. Kâğıdı, çizgileri tabakanın kenarlarına paralel olacak şekilde bantla yapıştırarak sabitleyiniz.
3. Pusulayı, halkanın tam merkezinde olacak şekilde milimetrik kâğıdın üzerine yerleştiriniz. Gerekirse düzeneği sağa/sola döndürerek halka düzleminin, pusula ibresinin doğrultusunda (kuzey-güney doğrultusunda) olmasını sağlayınız. Bu durumdayken pusula ibresinin doğrultusunu kâğıt üzerine işaretleyiniz. Deney süresince pusulayı ve deney düzeneğini bulunduğu konumdan hareket ettirmemeye dikkat ediniz. Bunun için düzeneği ayaklarından masaya bantlayınız.

NOT: Halkayı güç kaynağına ve reostaya bağlayan bağlantı kablolarının halkadan uzakta durmasına dikkat ediniz. Böylece pusulayı kabloların oluşturacağı manyetik alanların etkisinden korumuş olursunuz.

4. Bağlantıları güç kaynağının DC kutuplarına yapınız. Güç kaynağını açarak devreye elektrik veriniz. Reosta vasıtasıyla akımı kontrol ederek ibrenin 10° 'lik bir sapma yapmasını sağlayınız. Bu durumda ibrenin sapma doğrultusunu kâğıt üzerine işaretleyip 1 olarak numaralayınız. Akım değerini ve sarım sayısını Ölçüm Tablosuna Ölçüm 1 olarak kaydediniz. Güç kaynağını kapatarak devreden elektriği kesiniz. Deneyin I. Kısımında telden geçen akım değeri sabit tutulacağından, reostanın ayarladığınız değerini değiştirmeyiniz. Aynı akım değerini Ölçüm 2, 3 ve 4 için de tabloya kaydediniz.
5. Halkaya, birinciyle aynı yönde akım taşıyacak şekilde bir sarım daha ilâve ediniz. Deneyi tekrarlayınız. İbrenin sapma doğrultusunu işaretleyerek 2 olarak numaralayınız. Sarım sayısını tabloya Ölçüm 2 olarak kaydediniz.
6. Ölçüm 3 için 3 sarım, Ölçüm 4 için de 4 sarımla deneyi tekrarlayınız. Sarımlardan geçen akımların aynı yönde olmasına dikkat ediniz. İbrenin sapma doğrultularını işaretleyerek

sırasıyla 3 ve 4 olarak numaralayınız. Sarım sayılarını tabloya Ölçüm 3 ve Ölçüm 4 olarak kaydediniz.

7. Pusulayı kaldırıp milimetrik kâğıdı yapışık olduğu yerden ayırınız. Pusula ibresi ilk konumundayken işaretlediğiniz kuzey-güney doğrultusunu cetvelle çizerek uzatınız.

İbrenin sapma doğrultularını gösteren çizgileri uzatarak bu çizgiyle kesiştiriniz.

8. Sapma açılarını ölçünüz. Her bir sapma açısını, verdiğiniz numarayla aynı numaralı ölçüm olarak tabloya kaydediniz.

9. $\tan \square$ -sarım sayısı grafiği çiziniz.

NOT: Pusula üzerinden ibrenin sapma açılarını ölçebiliyorsanız kağıt kullanmanıza ve sapma doğrultularını işaretlemenize gerek kalmaz. İbrenin sapma açılarını doğrudan pusula üzerinden okuyarak tabloya kaydedebilirsiniz.

II. Kısım: Halkanın Merkezindeki Manyetik Alan Şiddetinin Halkadan Geçen Akım Şiddetine Bağlılığı

1. Halkanın konumunu değiştirmeden, alüminyum levha üzerine yeni bir milimetrik kâğıdı ilk kâğıdı yerleştirdiğiniz gibi yerleştiriniz.

2. Pusulayı halkanın merkezine yerleştirerek ibrenin kâğıdın çizgilerine paralel olmasını sağlayınız. Halkada bulunan 4 sarımı bu bölümdeki deneyler boyunca değiştirmeyiniz.

3. Reosta yardımıyla telden geçen akımı Ölçüm 5 için 1 A, Ölçüm 6 için 2 A, Ölçüm 7 için 3 A ve Ölçüm 8 için de 4 A'e ayarlayarak deneyi tekrarlayınız. Her deneyde ibrenin sapma doğrultularını işaretleyerek sırasıyla 5, 6, 7 ve 8 olarak numaralayınız. Akım değerlerini tabloya kaydediniz.

4. Kâğıdı yapışık olduğu yerden ayırınız. Sapma çizgilerini uzatarak kuzey-güney doğrultusunu gösteren çizgiyle kesiştiriniz.

5. Sapma açılarını ölçünüz. Her bir sapma açısını verdiğiniz numarayla aynı numaralı ölçüm olarak Tablo 1'e kaydediniz.

6. $\tan \square$ -I grafiği çiziniz.

Tablo 8-1 Akım ve sarım sayısı veri tablosu

Ölçüm No	Akım (A)	Sarım Sayısı (N)	Sapma Açısı ($\square$)	$\tan \square$
1. Kısım				

1				
2				
3				
4				
2. Kısım				
1				
2				
3				
4				

BÖLÜM 9. TRANSFORMATÖRLER VE İNDÜKSİYON BOBİNİ

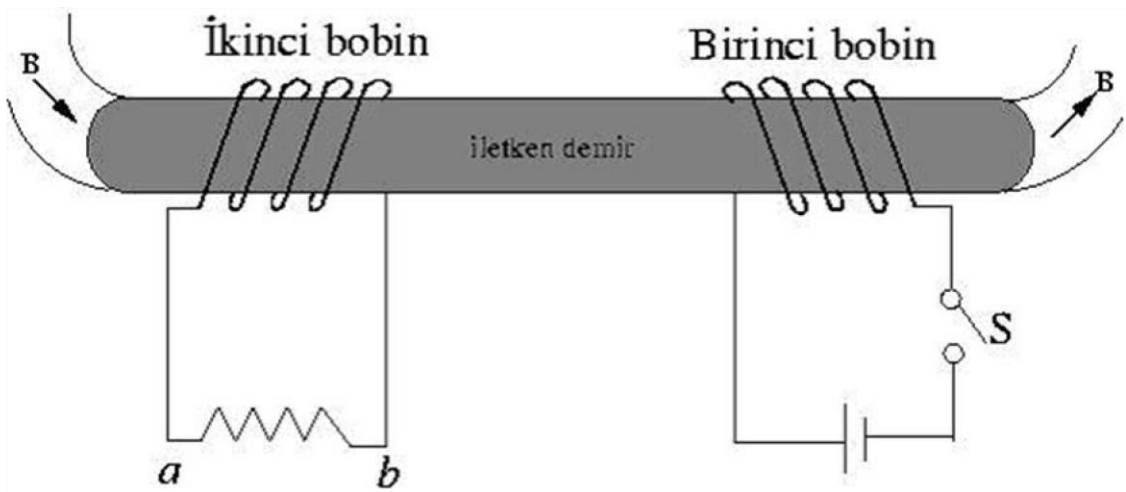
DENEY NO: 9

AMAÇ:

Transformatörlerin çıkış gerilimi ile bobinlerin sarım sayıları arasındaki bağıntıların ve indüksiyon bobininin incelenmesi

9.1. TEORİ:

Şekil 9-1’de, anahtar açıkken her iki bobinden geçen manyetik akı sıfırdır. Anahtar aniden kapatılırsa, birinci bobin bir elektromıknatıs gibi davranacak ve etrafında manyetik akı üretecektir. Bu akının bir kısmı ikinci bobinden geçer. Bu nedenle anahtar aniden kapatılınca ikinci bobinden geçen akı değişir. Ana bobindeki akım sıfırdan maksimum değerine yükselirken ikinci bobinde bir emk oluşur. Şekildeki S anahtarı kapatılınca oluşan akımın yönü b’den a’ya doğru olur.



Şekil 9-1 transformatör düzeneğinin gösterimi

İkinci bobinde indüklenen emk'nın büyüklüğü; her bir bobindeki sarım sayısına, bobinlerin uzaklığına, bobinlerin birbirlerine göre yönlerine ve kesit alanlarına bağlıdır. İndüklenen

$$V_2 = -N_2 \frac{\partial \Phi_m}{\partial t} \quad (9.3)$$

yazılabilir. İki eşitlik orantılanarak;

$$V_2 = \frac{N_2}{N_1} V_1 \quad (9.4)$$

yazılabilir. N_2 sarımı, N_1 'den büyük olduğunda V_2 çıkış gerilimi V_1 giriş geriliminden büyük olur. Bu durumda transformatör yükseltici, diğer durumda ise alçaltıcı olarak çalışır.

9.2. DENEYİN YAPILIŞI:

I. KISIM

Sarım sayısı değişmeyecek bir bobin (300 ya da 1200 sarımlı bobinlerden biri seçilebilir) U şeklindeki demire takılır. Bu bobin AC güç kaynağına bağlanır (güç kaynağını en fazla 8 Volt'a kadar yükseltin aksi taktirde tehlike arz edebilir). U şeklindeki demirin boş olan diğer koluna ise N_2 sarımlı bobin takılır (N_2 sarımlı bobin için 300, 600, 1200, 1800, 3600 sarımlı bobinlerden herhangi ikisi alınabilir). Bu bobin voltmetreye bağlanıp voltmetre AC ölçüm skalasına getirilir. U şeklindeki demir, takılı olan bobinlerle ve mevcut düzenekleriyle deney setindeki yerine konulur ve kapak kapatılır. Güç kaynağı açılır ve Tablo 1'de belirtilen sarımlar ve gerilimle için bütün çıkış gerilimleri not edilir. Bu işlemler ayrıca setteki U demirinin kapağı kapatılmadan tekrarlanır. Tabloda istenilen değerler yazıldıktan sonra, bu değerler kullanılarak farklı sarıma sahip her bir bobin için giriş-çıkış gerilim grafiği çizilir. (Not: Grafik sadece kapağın kapalı olduğu gerilim değerleri için çizilecektir)

Tablo 9-1 Gerilimin sarım sayısına oranı veri tablosu

Birinci Bobinin Sarım Sayısı	İkinci Bobinin Sarım Sayısı	Giriş gerilimi (V)	Çıkış gerilimi (V) (Kapak kapalı)	Çıkış gerilimi (V) (Kapak Açık)
$N_1 = \dots\dots\dots$	$N_2 = \dots\dots\dots$	2		
		3		
		4		
		5		
		6		
	$N_2 = \dots\dots\dots$	2		
		3		
		4		
		5		
		6		

II. KISIM

Bu bölümde amacımız sarım sayısı bilinmeyen bir bobinin sarım sayısını giriş çıkış gerilimleri ve N_1 sarımlı bobin yardımıyla bulmaktır. I. Bölümdeki N_2 sarımlı bobin yerine deney anında verilecek olan ve sarım sayısı bilinmeyen bobin konularak kapak kapatılır. Devreye bağlanan voltmetrelerden okunan değerlerle Tablo 2 oluşturulur. Bu tablodan faydalanarak bilinmeyen bobin için giriş-çıkış gerilim grafiği çizilir. Grafiğin eğiminden bobinin sarım sayısı bulunur.

Tablo 9-2 Sarım sayısı bilinmeyen bobin veri tablosu

Birinci Bobinin Sarım Sayısı	Sarım sayısı bilinmeyen bobin	Giriş gerilimi (V)	Çıkış gerilimi (V)
$N_1 = \dots\dots\dots$	$N_2 = ?$	2	
		3	
		4	

		5	
		6	
		7	
		8	

BÖLÜM 10. BİR MAKARANIN ÖZ İNDÜKSİYON KATSAYISININ (L) TAYİNİ DENEY

NO: 10

AMAÇ:

Bobinli bir devrenin doğru ve alternatif akıma karşı davranışının incelenmesi

10.1. TEORİ:

Bobinli bir devrenin doğru ve alternatif akıma karşı davranışı aynı değildir. Alternatif akıma karşı, doğru akıma olduğundan daha büyük direnç gösterir. Böyle bir devrenin alternatif akıma karşı gösterdiği dirence zahiri direnç (Z) veya empedans denir.

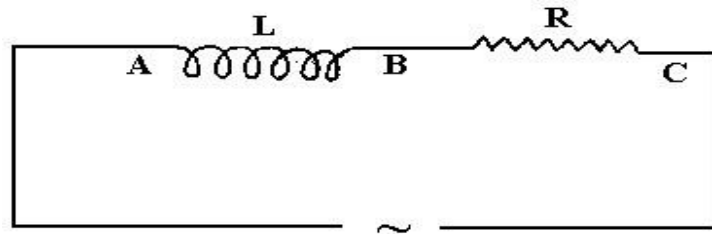
Uçlarına alternatif gerilim tatbik edilen bobinli bir devrenin direncini ve bobinini ayrı ayrı gösteren Şekil 1'i çizelim. Böyle bir devrede, herhangi bir anda devrenin uçları arasındaki V_{AC} potansiyel farkı;

$$V_{AC} = V_{AB} + V_{BC} \quad (10.1)$$

$$V_{AC} = L \frac{di}{dt} + i \cdot R \quad (10.2)$$

olur. R devrenin direnci, I devreden t anında geçen akım şiddeti, $\frac{di}{dt}$ akımın değişim hızı, L

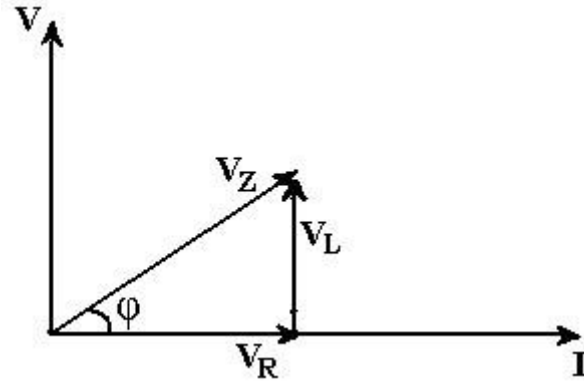
ise özindüksiyon katsayısı veya indüktans olarak adlandırılır.



Şekil 10-1 Alternatif gerilim altında R direnci ile L indüktansının gösterimi

Ohm boyutlu olan L , ω 'ya "reaktans" denir ve X_L ile gösterilir ($\omega = 2\pi f$ ve f (alternatif akımın frekansı)= $5 \times 10^4 \text{ s}^{-1}$). İndüktanslı bir devrede, bobinin uçlarındaki potansiyel farkı ile devredeki

akım arasında 90°'lik bir faz farkı olur. V_L bobinin gerilimi, V_R ise dirençteki gerilimi gösterebilir. Bunların vektörel toplamı Şekil 10-2'deki gibi olur.



Şekil 10-2 Seri bağlı indüktans ve direnç içeren devrede gerilimler

Şekle göre;

$$V_Z^2 = V_L^2 + V_R^2 \quad (10.3)$$

$$V_Z = V_{AC} = i \cdot Z \quad (10.4)$$

$$V_L = V_{AB} = i \cdot L \cdot \omega \quad (10.5)$$

$$V_R = V_{BC} = i \cdot R \quad (10.6)$$

$$i^2 Z^2 = i^2 L^2 \omega^2 + i^2 R^2 \quad (10.7)$$

$$Z^2 = L^2 \omega^2 + R^2 \text{ ve } L = \frac{1}{\omega} \sqrt{Z^2 - R^2} \quad (10.8)$$

yazılabilir. Burada Z, devrenin zahiri direncini (empedansını) temsil etmektedir. Eğer Z ve R ölçülürse L kolaylıkla hesaplanabilir. Şekil 10-2'de V_R ile V_Z arasındaki açı θ 'dir. Bu devredeki akımla devrenin uçlarındaki potansiyel fark arasındaki faz farkı sıfırdır. Çünkü akım V_R fazdadır. Bunun değeri,

$$V_L = iL\omega \quad L\omega$$

$$\tan\theta = \frac{V_R}{iR} = \frac{V_R}{R} = \frac{V_R}{R} \quad (10.9)$$

olur. L ve R bilinenleri ile θ açısı ters açı denklemleri ile hesaplanabilir.

İndüktanslı bir devrede devrenin zahiri direnci (Z), uçlarındaki etkin potansiyel farkı (V_E), etkin akım şiddeti (i_E) ölçülerek ohm kanunu indüktanslı devrelere uygulanırsa,

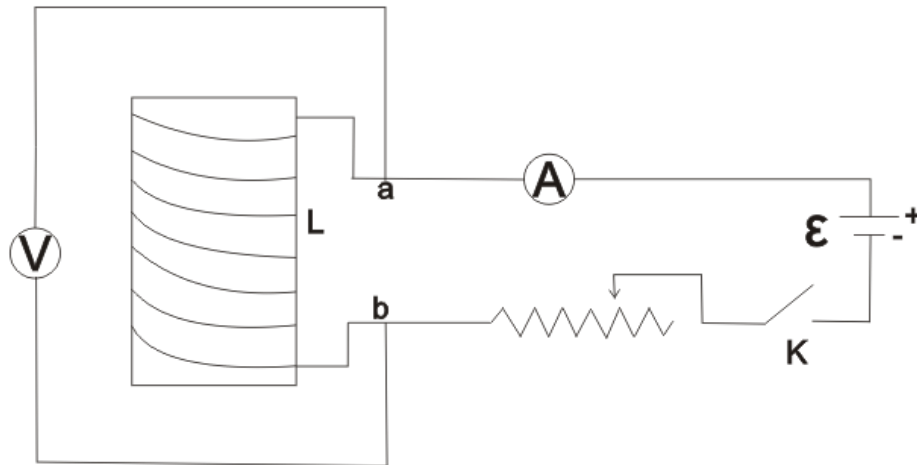
$$Z = \frac{V_E}{i_E} \quad (10.10)$$

denkleminde hesaplanabilir.

10.2. DENEYİN YAPILIŞI

Deney a) Akım makarasının R direncinin Ampermetre-Voltmetre metodu ile ölçülmesi.

Şekil 10-3'teki düzeneği hazırlayın. Burada A ve B akım makarası (L)'nin uçlarıdır. E için; akümülatörün iki elemanını kullanın, K anahtarını kapatın ve reostanın sürgüsünü hareket ettirerek devreden belli bir akım geçmesini sağlayın. Bu arada makaranın uçlarındaki potansiyel farkını voltmetreden okuyun.



Şekil 10-3 R ohmik direncinin elde edilmesi

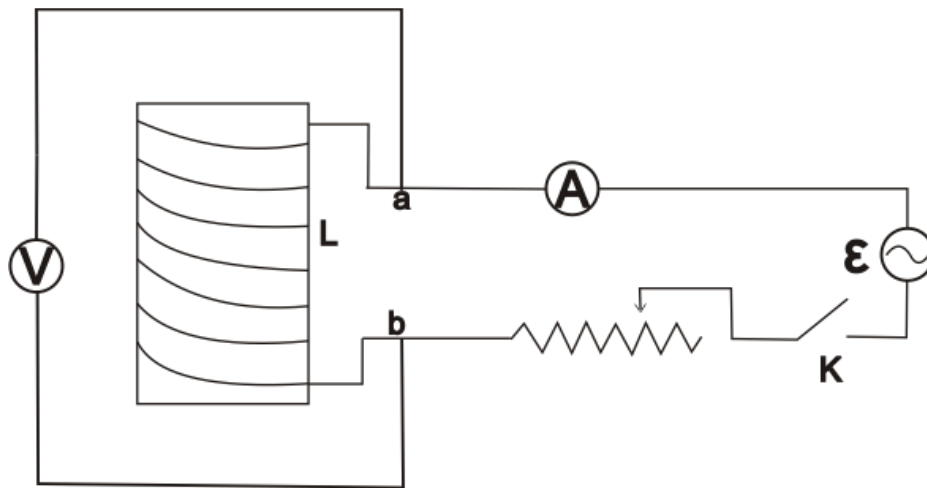
Devreden geçen akımı reosta ile değiştirip, akımın üç ayrı değeri için voltmetreden potansiyel farkını okuyup tabloyu doldurun. Ortalama alıp direncin ortalama değeri bulunur.

Tablo 10-1 Ohmik direnç ölçüm veri tablosu

I (A)	V (V)	R (Ω)
R_{ort}		

Deney b) Akım makarasının Z direncinin Ampermetre-Voltmetre metodu ile ölçülmesi

(a)'da kurduğunuz devrenin diğer yerlerine dokunmadan devreden sadece doğru akım üreticini (ε) çıkarın. ε yerine AC akım üreticinden alacağımız 4-6 V'luk alternatif gerilimi kullanınız.



Şekil 10-4 Alternatif gerilim altında Z empedansının eldesi

Aynı şekilde hareket edip reosta ile devredeki akımın şiddetini değiştiriniz. Devreden geçen akımın üç ayrı değeri için akım makarasının uçlarındaki potansiyel farkını ölçüp Tablo 10-2'yi doldurunuz. Daha sonra Z'lerin ortalamasını alıp ortalama empedans değeri Z_{ort} hesaplayın. R ve Z için bulduğunuz değerleri Denklem 10-8'de yerine koyup L'yi hesaplayın.

Tablo 10-2 Empedans değeri ölçüm veri tablosu

I (A)	V (V)	Z (Ω)

$Z_{ort} =$		

Şimdi özindüksiyon katsayısının ortamın manyetik geçirgenliği ($\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{Wb} \cdot \text{A}^{-1}$) ile değiştiğini gösterelim. Bir akım makarasının öz indüksiyon katsayısı (L) için,

$$L = \mu_o \frac{N^2 \cdot A}{l} \quad (10.11)$$

olarak yazılır. N bobindeki sarım sayısı, a makaranın kesit alanı ve l ise bobinin $N^2 \cdot A$ uzunluğudur. Tüm bu değerler sabit olduğundan $\frac{N^2 \cdot A}{l} = k$ gibi bir sabite eşitlersek;

$$L = \mu_o k \quad (10.12)$$

olacaktır. Bu durumda bobinin özellikleri değişmediği sürece L değeri yalnızca ortamın manyetik geçirgenliği olan μ_o ile doğru orantılı değişir.