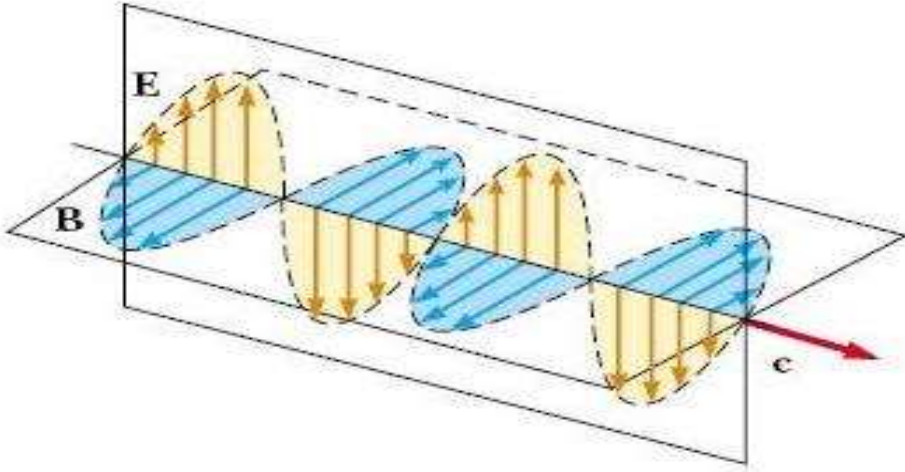


T.C.
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FİZİK-II DENEYLERİ DENEY KILAVUZU
(ELEKTRİK VE MANYETİZMA)

Hazırlayan
Prof. Dr. Songül AKBULUT ÖZEN



BURSA - 2022

T.C.

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FİZİK-II DENEYLERİ DENEY KILAVUZU
(ELEKTRİK VE MANYETİZMA)

Hazırlayan

Prof. Dr. Songül AKBULUT ÖZEN

Bursa – 2022

ÖNSÖZ

Sevgili Öğrenciler,

Bu deney kılavuzu fen ve mühendislik dallarında öğrenim gören öğrenciler için hazırlanmıştır. Amaç, elektrik ve manyetizma ile ilgili temel kavram ve prensiplerin öğrenciler tarafından anlaşılabilirliğini sağlamaktır.

Elektrik ve manyetizma yasaları, radyo, televizyon, elektrik motoru, bilgisayar, yüksek enerjili hızlandırıcı sistemleri ve benzeri elektronik aygıtların çalışmasında başlıca rol oynar. Katı ve sıvıların oluşmasını sağlayan atomlar ve moleküller arası kuvvetler temelde elektrik kökenlidir. Ayrıca cisimler arasındaki itme ve çekme kuvvetleri, bir yaydaki esneklik kuvveti gibi kuvvetler, atomsal düzeydeki elektrik kuvvetlerinden ileri gelir.

Deney kılavuzu laboratuvar çalışmaları boyunca ihtiyaç duyulacak bilgilerin bulunduğu genel bilgiler kısmı ile başlayıp, 1. Ohm Yasası, Seri ve Paralel Bağlı Devreler ve Kirchhoff Kurallarının Doğrulanması, 2. Transformatör, 3. Kondansatörün Şarj ve Deşarj Edilmesi, 4. Akım Geçen Tele Etkiyen Manyetik Kuvvetlerin Ölçümü, 5. Bir Bobinin Manyetik Alanı (Biot-Savart Yasası), başlıkları altında beş deney ve rapor hazırlamada kılavuz olması amacıyla bir de Örnek Deney Raporu Formundan oluşmaktadır. Deneyler Bursa Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Fizik Bölümü Laboratuvarındaki mevcut imkânlar doğrultusunda hazırlanmıştır.

Deneylerin yürütülmesinde yardımcı olacak bölümümüz asistanları Arş. Gör. Burhan ENGİN, Arş. Gör. Mehmet Hilmi SOMAY ve Arş. Gör. Berk MORKOÇ'a öz verili çalışmaları için şimdiden çok teşekkür ederim. 2021 - 2022 Eğitim ve Öğretim yılı Bahar Dönemini hep birlikte başarılı bir şekilde geçirmeyi temenni ederim.

Prof. Dr. Songül AKBULUT ÖZEN

Mart, 2022

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
LABORATUVAR DERSİ İLE İLGİLİ BİLGİLENDİRME VE KURALLAR.....	III
GENEL BİLGİLER.....	V
DENEY 1.....	1
OHM YASASI, SERİ VE PARALEL BAĞLI DEVRELER VE KİRCHHOFF KURALLARININ DOĞRULANMASI	
DENEY 2.....	9
TRANSFORMATÖR	
DENEY 3.....	19
KONDANSATÖRÜN ŞARJ VE DEŞARJ EDİLMESİ	
DENEY 4.....	28
AKIM GEÇEN TELE ETKİYEN MANYETİK KUVVETLERİN ÖLÇÜMÜ	
DENEY 5.....	35
BİR BOBİNİN MANYETİK ALANI (BİORT-SAVART YASASI)	
ÖRNEK DENEY RAPORU FORMU.....	44

LABORATUVAR DERSİ İLE İLGİLİ BİLGİLENDİRME VE KURALLAR

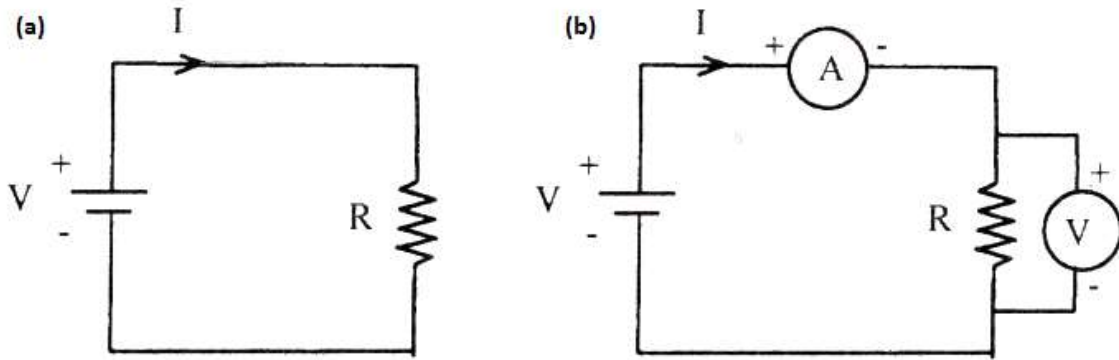
1. 2021-2022 Bahar döneminde toplam 5 deney yapılacaktır.
2. Şubedeki öğrenci sayısı ikiye bölündükten sonra gruplar oluşturulmuştur. Aynı grup laboratuvara iki haftada bir gelerek deneylerini tamamlayacaktır.
3. Gruplar ve deney tarihleri ilgili öğretim üyesi tarafından ilan edilecektir.
4. Deneyler bir çevrim içinde ilerleyecektir. Örneğin; ilk hafta 1. deneyi yapan grup için sırasıyla 2, 3, 4 ve 5. deney olarak, ilk hafta 3. deneyi yapan grup için ise sırasıyla 4, 5, 1 ve 2. deney şeklinde ilerleyecektir.
5. Laboratuvar için öğrencinin iki telafi ve bir mazeret hakkı bulunmaktadır. Deneyle ilgili gerekli ön çalışmayı yapmadan gelen, deney saatinden geç gelen ve yanında deney kılavuzunu bulundurmeyen öğrenci telafiye bırakılacaktır. Mücbir sebepler dışında hiçbir mazeret kabul edilmez. Öğrenci durumunu belgelendirerek bir defaya mahsus olmak üzere mazeretten faydalanabilir. (Sağlık Ocaklarından alınan raporlar kesinlikle kabul edilmeyecektir).
6. Kılavuzun ilk bölümü dikkatlice okunmalı, tüm deneylerde burada söz edilen bilgilere ihtiyaç duyulacağı unutulmamalıdır.
7. Laboratuvara yiyecek ve içecek getirmek yasaktır.
8. Deneyin yapılışı sırasında gözlemlerinizi, ölçümlerinizi ve hesaplamalarınızı deney veri kâğıdına not ediniz.
9. Deney sonunda öğrenilen bilgiler, toplanan veriler, yapılan hesaplamalar, oluşturulan tablolar, çizilen grafikler ve gerekli açıklamalarla birlikte hazırlanan raporlar bir sonraki deneye gelirken beraberinde getirilir vadersin başında yoklamanın alındığı esnada ismi okununca ilgili araştırma görevlisine teslim edilir. Raporunu zamanında teslim etmeyen öğrencinin rapor notu sıfır olarak değerlendirilir. Sonradan getirilen raporlar kesinlikle kabul edilmeyecektir.
10. Laboratuvardaki tüm araç ve gereçler kullanırken özenli ve dikkatli davranılmalıdır.
11. Çalışmalar sırasında ihtiyaç duyulduğunda araştırma görevlilerinin yardımına başvurulur ve onların bilgisi dışında araç ve gereç kullanılmaz.
12. Laboratuvarda her öğrenci kendi grubunun bulunduğu deney masasında olmalıdır, diğer masalarla ihtiyaç olmadıkça iletişim kurmamalıdır.
13. Hazırlanan raporlar ilgili araştırma görevlileri tarafından incelendikten sonra hatalarını görmeleri için öğrencilere geri verilmek üzere laboratuvarda ayrılan bölüme bırakılır. Bu bölümden her öğrenci sadece kendi raporunu almalıdır.
14. Rapor notlarının ortalaması dönem sonu ders notunun %20'sini oluşturacaktır.
15. Dönem sonunda not veya devam konusunda herhangi bir itirazı olan öğrenci, katıldığı tüm deneylerin incelenerek imzalanmış raporlarını ilgili öğretim üyesine zamanında sunmak durumundadır. Aksi halde itiraz hakkı yoktur. Ortaya çıkacak durumdan dolayı ilgili öğretim üyesi ve laboratuvarı yürüten araştırma görevlileri sorumlu tutulamaz. Bu gibi durumlar için öğrenciler tüm raporlarını ilgili araştırma görevlisinden imzalı olarak geri almalı ve muhafaza etmelidirler.

NOT: Tüm bu kuralların düzgün bir şekilde uygulanabilmesi ve faydalı bir yarı yıl geçirilmesi için öğrenciler kadar dersin sorumlusu Öğretim Üyesi ve derse katılan Araştırma Görevlilerinin de titiz ve sorumlu bir şekilde davranması gerekmektedir.

GENEL BİLGİLER

Ampermetre: Devreden geçen akımı ölçmeye yarar. İç direnci küçüktür. Bunun için devreye seri bağlanması gerekir. Paralel bağlanırsa hiçbir değer okuyamayız.

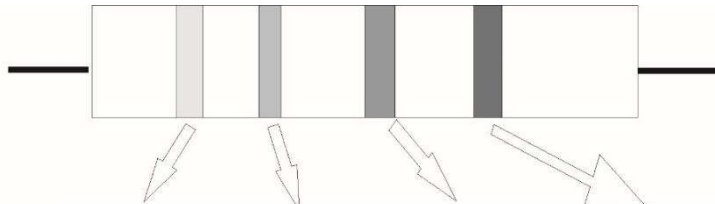
Voltmetre: Devredeki iki nokta arasındaki gerilim farkını ölçmeye yarar. İç direnci büyüktür. Bunun için devreye paralel bağlanması gerekir.



Şekil 1. (a) Tek dirençli basit bir devre (b) Bir devreye bağlanmış Ampermetre ve Voltmetre

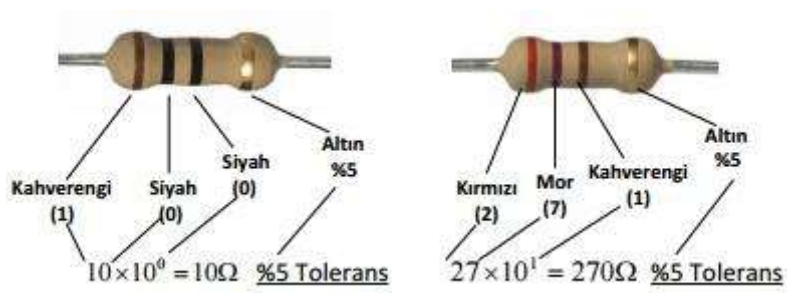
Direnç: Elektrik akımına karşı sergilenen direnç maddenin bir özelliğidir. Deneyde kullandığımız dirençler; Ohm kanununa uyan maddelerden yapılmış iletken araçlardır.

Renklerden Direnç Değerinin Okunması: Seramik dirençlerin değerleri, üzerine basılmış olan renkli bantlardan belirlenir. Şekil 2’de görüldüğü gibi her bir renk 0’dan 9’a kadar bir sayıyı simgeler. İlk iki bant iki basamaklı bir sayı verir. Örneğin; ilk iki bant sırasıyla SARI, MOR olsun. Buna göre; SARI = 4, MOR = 7; yani 47 sayısını verir. Üçüncü bant ise ilk iki banttı elde ettiğimiz iki basamaklı sayı ile çarpacağımız 10 sayısının kuvvetini verir. Örneğin; sırasıyla bant renkleri SARI, MOR, TURUNCU olsun. Buna göre, SARI ve MOR dan 47 sayısını bir önceki örnekte elde etmiştik. Şimdi TURUNCU = 3. Yani 47×10^3 sayısını elde ederiz. Dördüncü band, direncin tolerans değerini verir (% olarak belirlenen belirsizlik değeri). Altın sarısı % 5, Gümüş rengi % 10, 4. band yoksa belirsizlik % 20 civarındadır. Eğer varsa, beşinci band direncin güç oranını verir. Ama biz bununla ilgilenmeyeceğiz. Direnci okumak için baktığınızda hangi ucun başlangıç olduğunu belirlemek için 4. bandın gümüş veya altın rengi olduğunu hatırlınızda tutmanız faydalı olabilir. Şekil 3’te renklerden direnç değeri okumaya örnek verilmiştir.



Renk	Değer	Değer	Çarpım	Tolerans
Siyah	0	0	1	Kırmızı $\pm\%2$
Kahve	1	1	10	Altın $\pm\%5$
Kırmızı	2	2	100	Gümüş $\pm\%10$
Turuncu	3	3	1000	Bandsız $\pm\%20$
Sarı	4	4	10000	
Yeşil	5	5	100000	
Mavi	6	6	1000000	
Mor	7	7	Kullanılmıyor	
Gri	8	8	Kullanılmıyor	
Beyaz	9	9	Kullanılmıyor	

Şekil 2. Renk kodları şeması

Şekil 3. 10 Ω ve 270 Ω değerli dirençlerin okunması

Akım: Yüklerin herhangi bir yüzey boyunca kararlı akışı olan akım (amper cinsinden) aşağıdaki denklemle hesaplanabilir.

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1)$$

Burada Q, t zamanı içerisinde yüzey boyunca iletilmiş elektriksel yüküdür. Eğer Q ve t coulomb ve saniye cinsinden ölçülürse, I amper cinsinden olur. Daha genel olarak, elektrik akımı verilmiş yüzey boyunca yüklerin akış hızı olarak betimlenebilir.

$$I = \frac{dQ}{dt} \quad (2)$$

Doğru Akım (DC): Doğru akım elektrik yüklerinin yüksek potansiyelden alçak potansiyele doğru sabit olarak akmasıdır. Alternatif akımdan farkı, elektrik yüklerinin aynı yönde akması, yönünün ve şiddetinin değişmemesidir. Doğru akımın yönü değişmese de şiddeti değişebilir. Düzgün doğru ve değişken doğru akım olarak adlandırılabilir. Doğru akım telekomünikasyon sektöründe radyo, teyp, televizyon gibi elektronik cihazlarda maden arıtma ve maden kaplamacılığında elektrikli taşıtlarda (metro, tramvay), DC elektrik motorlarında vb kullanılmaktadır.

Doğru akım üreten kaynaklara örnek vermek gerekirse; kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren “pil” verilebilir. Akümülatörler, kimyasal yolla elektrik enerjisi üreten elamanlara diğer bir örnektir. Dinamo, alternatif akım elektrik enerjisini doğru akım elektrik enerjisine çeviren araçlardır. Güneş pili, güneş enerjisini DC elektrik enerjisine çeviren elemanlardır.

Alternatif Akım (AC): Zaman içerisinde yönü ve şiddeti belli bir düzende değişen akıma alternatif akım denmektedir. Alternatif akımın direnç üzerinden geçmesini sağlayan gerilim kaynağına ise alternatif gerilim kaynağı denir. Alternatif akım ev ve ofis binalarında, sokak aydınlatmasında vb alanlarda kullanılmaktadır. Batarya, pil, akü gibi elektrik kaynaklarında alternatif akım bulunmamaktadır.

1893 yılında Tesla ve Westinghouse için mutlu sonla biten akım savaşları sayesinde doğru akım mı yoksa alternatif akım mı sorusuna cevap bulunmuştur. Westinghouse firmasının kurucusu George Westinghouse ile Nikola Tesla, elektrik iletimi için alternatif akımın tercih edilmesini öne sürerken Thomas Edison, doğru akımın savunucusuydu. Edison’un savunma çabaları yetersiz kalıp Nikola Tesla’ya boyun eğmek zorunda kalmıştı. O günden bugüne gelecek olursak alternatif akımlı şebekeler, tüm dünyada elektrik enerjisinin iletimine hakim olmuştur. Böyle bir sonucun tabi ki nedenleri olmalıdır. Transformatörler sayesinde alternatif akım istenilen herhangi bir değere kolayca ayarlanabilir; ayrıca alternatif akım, birbirine entegre güç şebekelerinin geliştirilmesine imkan sağlamaktadır.

Alternatif akımın önemli dezavantajları da vardır. Elektriğin yüksek gerilimli güç hatları ile uzun mesafelerde iletiminde her 1.000 km’lik mesafede elektrik enerjisinin %10’undan fazlası kaybolmaktadır. Bu bakımdan doğru akım daha avantajlı gözükmemektedir. Sebebi ise doğru akımlı iletim sistemleri, güç hattındaki kayıpları 1/3 oranında düşürmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte elektronik güç yarı iletkenleri sayesinde güç santralleri ve rüzgâr çiftliklerinden çıkan alternatif akım, uygun fiyatlarla doğru akıma dönüşebilmekte ve enerji kaybının minimize olduğu görülmektedir.

Multimetre: Laboratuvar ortamında birçok elektronik devrenin istenilen biçimde çalışması için gerekli ölçümlerin yapılması gerekir. Bu ölçümler multimetre olarak adlandırılan cihazla yapılır. Günümüzde çok çeşit multimetreler vardır. Şekil 4’te fonksiyon tuşları gösterilen bir multimetre görülmektedir.



Şekil 4. Multimetre ve fonksiyon tuşları

DENEY 1

OHM YASASI, SERİ VE PARALEL BAĞLI DEVRELER VE KİRCHHOFF KURALLARININ DOĞRULANMASI

DENEYİN AMACI: OHM yasasının gözlemlenmesi ve deneysel teorik sonuçların karşılaştırılması, seri ve paralel bağlı devrelerin incelenmesi ve Kirchhoff kurallarını test etmek.

KULLANILAN ARAÇ GEREÇ: Voltaj kaynağı, 2 adet multimetre, farklı dirençler ve ampul, DC güç kaynağı, temel elektrik seti, bağlantı kabloları

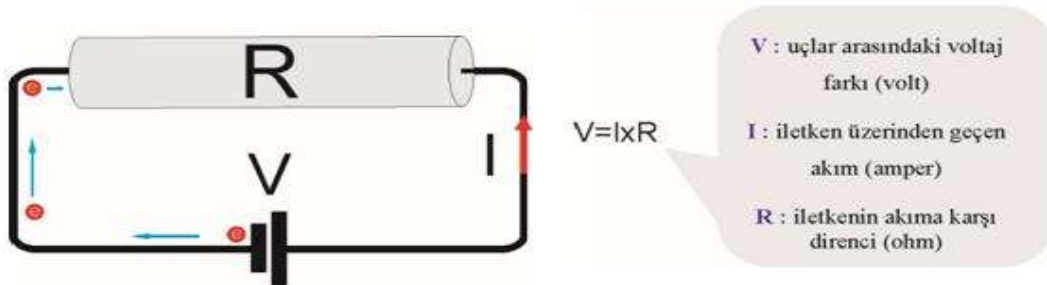
TEORİK BİLGİ

Bir iletkenin iki ucu arasındaki potansiyel farkın, iletken üzerinden geçen akım şiddetine oranı sabittir. Bu durum matematiksel olarak;

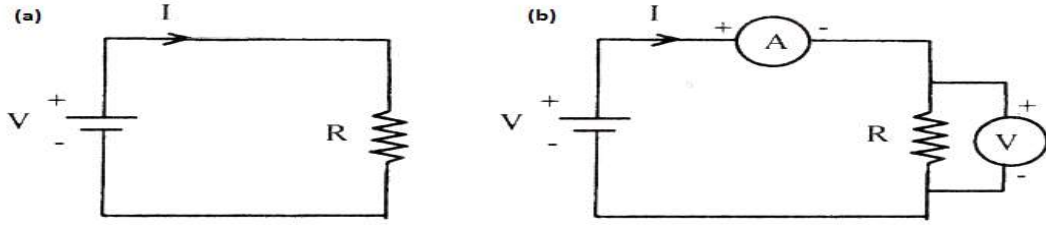
$$V = IR \quad (1.1)$$

şeklinde ifade edilir ve Ohm kanunu olarak adlandırılır.

Şekil 1.1. deki gibi basit bir elektrik devresi çizelim; deney yaparken akım ve voltajı ölçebilmek için ampermetre ve voltmetre nasıl kullanılır görelim.



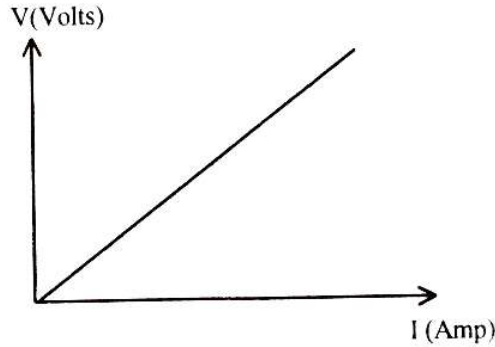
Şekil 1.1. Basit bir direnç devresi ve Ohm kanunu



Şekil 1.2. (a) Tek dirençli basit devre (b) Devreye, ampermetre ve voltmetre bağlanması

Şekil 1.2’de görüldüğü gibi ampermetre devreden geçen akımı ölçmeye yarar. Bunun için devreye seri bağlanması gerekir. Paralel bağlanırsa hiçbir değer okuyamayız. Voltmetre devredeki iki nokta arasındaki gerilim farkını ölçmeye yarar. Bunun için devreye paralel bağlanması gerekir.

Şekil 1.1’deki gibi basit bir devre çizdiğimizde, $V=IR$ formülünden R ’yi çekersek: $R = V/I$ elde ederiz. Buna göre; devrenin $V - I$ grafiğini çizersek, grafiğin eğimi (V/I) bize devrenin direncini verir (Şekil 1.3)



Şekil 1.3. Şekil 1.1’deki basit devrenin V-I grafiği

Eğer devrede birden fazla direnç varsa bu dirençlerin bağlanış şekline göre bize bir eşdeğer direnç verecektir. Bu durumda, devreden geçen akım Ohm kanuna göre bu eşdeğere bağlı olarak belirlenecektir.

Şimdi dirençlerin seri ve paralel bağlanmasına ve özelliklerine göz atalım. Elektrik akımına karşı sergilenen direnç maddenin bir özelliğidir. Deneyde kullandığımız dirençler Ohm kanununa uyan maddelerden yapılmış iletken araçlardır.

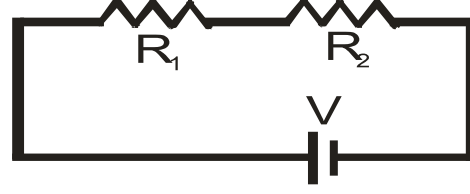
Paralel ve seri bağlı dirençlerin eşdeğer direncinin hesaplanması: Dirençler, basit elektrik devresine devredeki net direnci azaltmak ya da arttırmak için bağlanabilirler. Bu ayarlamalar seri ve paralel bağlamalarla sağlanır.

Şekil 1.4'teki gibi seri bağlanan dirençlerin üstünden aynı akım geçer ve devreye verilen voltajı direnç değerlerine göre paylaşırlar.

$$V_{es} = V_1 + V_2$$

$$IR_{es} = R_1 + R_2$$

$$R_{es} = R_1 + R_2 \quad (1.2)$$



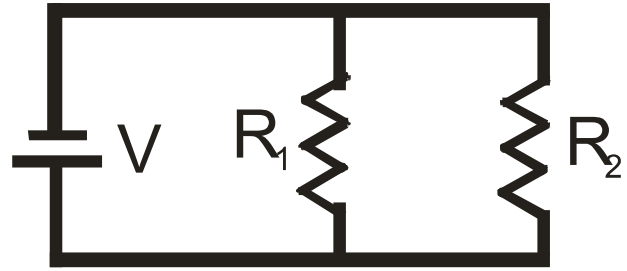
Şekil 1.4. Seri devre

Eğer Şekil 1.5'teki gibi dirençleri paralel bağlarsak dirençlerin üstüne düşen potansiyel eşit olur ve üzerinden geçen akım, direnç değerlerine göre belirlenir.

$$I = I_1 + I_2$$

$$V / R_{es} = V_1 / R_{es} + V_2 / R_{es}$$

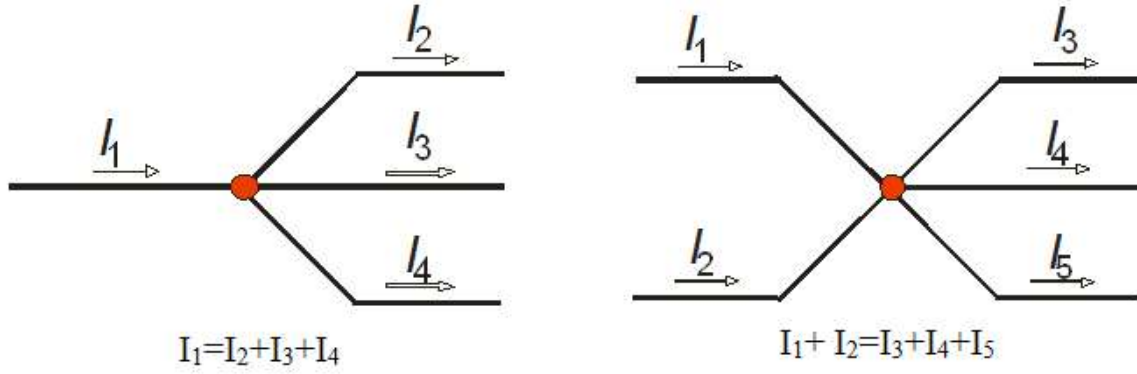
$$1 / R_{es} = 1 / R_1 + 1 / R_2 \quad (1.3)$$



Şekil 1.5. Paralel devre

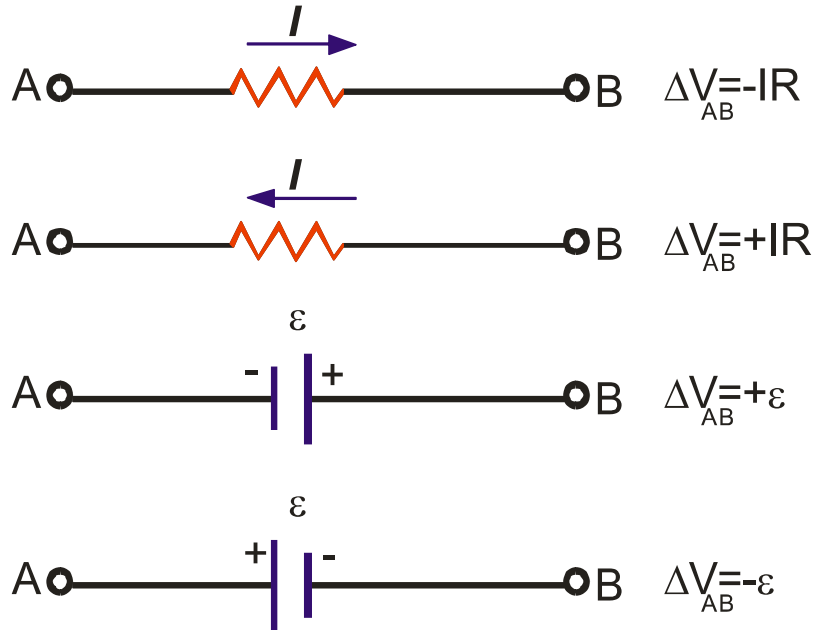
Kirchhoff Kuralları: Bazı elektrik devrelerinde, devreyi basit bir devreye dönüştürmek kolay olmayabilir. Hatta bazı devrelerde, devre kolları öyle karışıktır ve devrede birden fazla üreteç vardır ki bu durumda akımın yönüne bile karar veremeyebiliriz. Bu tür başa çıkmakta zorlandığımız devreler için Kirchhoff Kurallarını uyguluyoruz. Kirchhoff Kuralları ile akımın yönünü bilmemize gerek yoktur. Şimdi bu kuralları inceleyelim:

1. **Düğüm noktası kuralı:** Kapalı herhangi bir elektrik devresinde, herhangi bir noktaya gelen akımların toplamı o noktadan çıkan akımların toplamına eşittir.



Şekil 1.6. Düğüm noktası kuralı

2. Halka kuralı: Tüm elektrik devrelerinde; kapalı bir halka üzerinde herhangi bir noktadan başlayıp kapalı halkayı herhangi bir yönde takip ederek tekrar başladığımız noktaya geldiğimiz zaman devre elemanlarının uçları arasındaki gerilim farklarının toplamı sıfır olur. Bu ikinci kuralı uygulayabilmek için dikkat etmemiz gereken bazı önemli noktalar vardır:

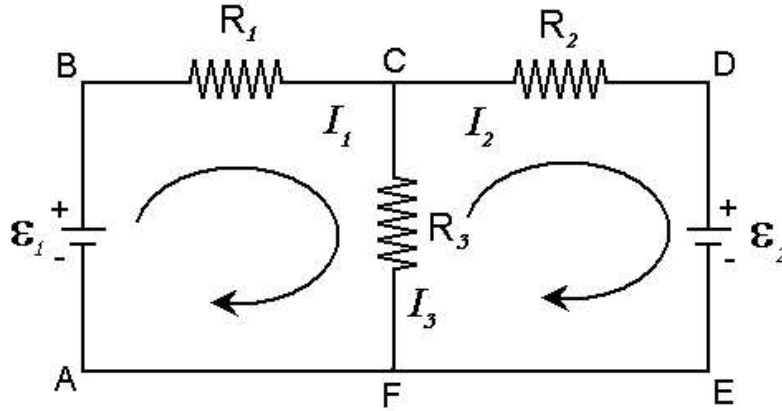


Şekil 1.7. Gerilim farklarının gösterimi

Yükler, direncin yüksek potansiyelli ucundan düşük potansiyelli ucuna hareket ettiği için bir direnç akım yönünde geçiliyorsa, direncin uçları arasındaki potansiyel değişimi $-IR$ 'dir. Direnç akımla ters yönde geçiliyorsa, direncin uçları arasındaki potansiyel farkı $+IR$ 'dir.

Bir emk kaynağı, emk yönünde (- uçtan + uca doğru) geçiliyorsa, potansiyel değişimi $+\epsilon$ 'dir. Bir emk kaynağı (iç direnci sıfır farzediliyor), emk'nın ters yönünde (+ uçtan - uca doğru) geçiliyorsa, potansiyel değişimi $-\epsilon$ 'dir

Şekil 1.8'deki gibi bir devreyi inceleyelim. Bu devrede akım yönlerine karar veremediğimizi düşünelim. O zaman, akım için her hangi bir yön seçelim ve o yönde devre elemanlarının uçları arasındaki gerilim farklarını toplayarak devam edelim. Örneğin; aşağıda verilen devrede ABCF halkasını inceleyelim.



Şekil 1.8. Deney Şeması

ABCF: Gösterilen yönde akım aktığını varsayalım ve o yönde kuralı uygulayalım:

$$V_1 - I_1 R_1 + I_3 R_3 = 0 \quad (1.4)$$

DEFC: Gösterilen yönde akım aktığını varsayalım ve o yönde kuralı uygulayalım:

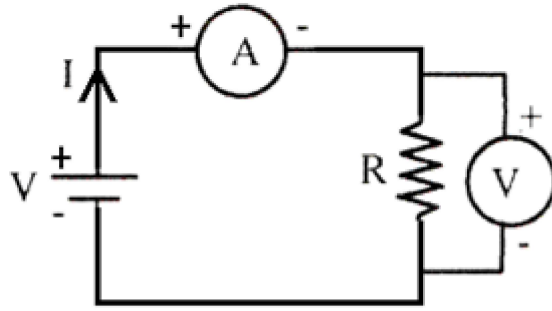
$$-V_2 - I_3 R_3 - I_2 R_2 = 0 \quad (1.5)$$

Seçtiğimiz yönlerdeki akım şiddetlerinin 1. kurala göre yazarsak $I_1 + I_3 = I_2$ denklemini elde ederiz. Bu üç denklemi kullanarak üç bilinmeyenli üç denklemi çözdüğümüz zaman tek tek tüm akımları bulabiliriz. Eğer bu sonuçlara göre akımlar $-$ işaretli çıkarsa bunun anlamı; o akım seçtiğimiz yönün ters yönünde akmaktadır.

DENEYİN YAPILIŞI

A. Birinci Kısım

1. Şekil 1.9’da gösterilen devreyi kurun. Güç kaynağını açık konuma getirin. Voltaj kaynağını sıfıra ayarlayın. Gerilim ayarlama düğmesini kullanarak kaynağın çıkış gerilimini 0 V’tan 7 V’a kadar 1 V aralıklarla değiştirin ve sırasıyla her bir direnç (100, 220, 1000 Ω) için voltmetre ve ampermetre göstergelerinden gerilim değerlerini (V) ve akım değerlerini (I) okuyun ve Tablo 1.1’e kaydedin.



Şekil 1.9. Deney Düzenegi

2. Tablo 1.1’de verilen değerler için (V-I) grafiğini çizin. Grafiğin eğiminin sabit direncin değerini verdiğini gösterin. Deneysel olarak bulduğunuz direnç değeri ile gerçek değer arasındaki hatayı aşağıdaki eşitlikten faydalanarak hesaplayın.

$$\%Hata = \frac{|R_{Deneyisel} - R_{Gerçek}|}{R_{Gerçek}} \times 100 \quad (1.6)$$

Tablo 1.1. Birinci kısımda alınan ölçümler

Voltaj (V)	100 Ω 'luk için I (A)	220 Ω 'luk için I (A)	1000 Ω 'luk için I (A)

3. Voltaj kaynağını tekrar sıfıra ayarlayınız. Direnç değerini bilmediğiniz bir ampülü devreye bağlayınız. Ampülün yanması için devreye verdiğimiz voltaj değerini 6V ile sınırlayınız. 0 V tan 6 V'a kadar 0.5 V aralıklarla ölçümler alarak akım ve voltaj değerini Tablo 1.2'ye kaydediniz. Voltaj arttıkça ışığın parlaklığının arttığını yani devreden geçen akımın arttığını gözlemleyiniz.

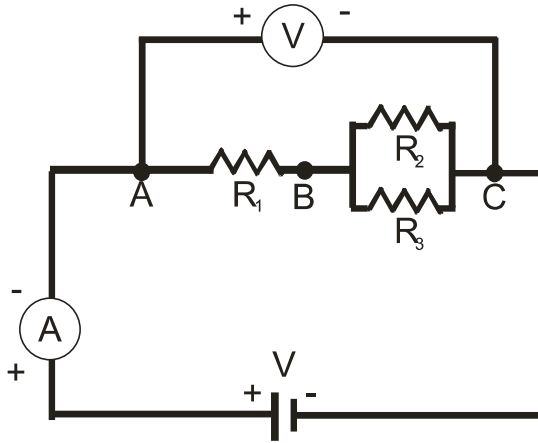
Tablo 1.2. İkinci kısım için alınan ölçümler

Voltaj (V)	Akım (I)

4. Tablo 1.2'de verilen değerlerden V-I grafiğini çiziniz. Grafiğin eğiminden sabit tutulan (bilinmeyen) direncin değerini bulunuz.

Dirençlerin Seri ve Paralel Kombinasyonu

Bilinmeyen dirençleri kullanarak Şekil 1.10'da verilen devreyi kurun



Şekil 1.10. Dirençlerin seri ve paralel kombinasyonundan oluşan devre

1. R_2 ve R_3 dirençlerinin değerlerini ölçün ve kaydedin. Bunu yapmak için ilk kısmında yaptığımız işlemleri her bir direnç için sadece bir kez (V ve I değeri alın) almanız yeterli

olacaktır ve bu değerlerden $R = V/I$ denklemini kullanarak R değerlerini bulabilirsiniz. Renk kodlarından da bu dirençlerin teorik değerlerini bulun ve bu iki değeri karşılaştırın.

2. Burada R_2 ve R_3 paralel olarak, bunların eşdeğer dirençleri de R_1 ile seri olarak bağlanmıştır. V ve I ölçümlerini bir kez alarak üç direncin eşdeğer direncini bulun. Daha önce renk kodlarına göre bulmuş olduğunuz değerlerden eşdeğer direnci hesaplayın ve sonuçları karşılaştırın.

B. İkinci Kısım

Kirchhoff Kurallarının Doğrulanması

- Şekil 1.8’de verilen devreyi temel elektrik setinde kurun ve kurduğunuz devrede, ampermetre yardımıyla her bir koldaki akımları ölçerek kaydedin.
- Her bir devre elemanının uçları arasındaki gerilim farkını ölçerek Tablo 1.3’e kaydedin.
- Eldeki verileri Kirchhoff kurallarını uygulayarak teorik V ve I değerlerini hesaplayarak Tablo 1.3’e kaydediniz ve deneysel değerler ile karşılaştırınız.

Tablo 1. 3. Birinci kısım veriler

$\varepsilon(emk) (V)$		$\varepsilon_1 = \dots\dots\dots$		
		$\varepsilon_2 = \dots\dots\dots$		
$R (\Omega)$	$I_{deneysel} (A)$	$V_{deneysel} (V)$	$V_{teorik} (V)$	$I_{teorik} (A)$
$R_1 = \dots\dots\dots$	$I_1 = \dots\dots\dots$	$V_1 = \dots\dots\dots$	$V_1 = \dots\dots\dots$	$I_1 = \dots\dots\dots$
$R_2 = \dots\dots\dots$	$I_2 = \dots\dots\dots$	$V_2 = \dots\dots\dots$	$V_2 = \dots\dots\dots$	$I_2 = \dots\dots\dots$
$R_3 = \dots\dots\dots$	$I_3 = \dots\dots\dots$	$V_3 = \dots\dots\dots$	$V_3 = \dots\dots\dots$	$I_3 = \dots\dots\dots$

SORULAR

- Dirençlerin değerleri nelere bağlıdır? Açıklayınız.
- Şehirlerarası elektrik iletim hatlarında neden yüksek voltaj-düşük akım tercih edilir açıklayınız. Eğer iletim hatları omik malzemeden yapılabilseydi bir şey değişir miydi?
- Ampermetre ve Voltmetre devreye nasıl bağlanır? Nedenini açıklayınız.

DENEY 2

TRANSFORMATÖR

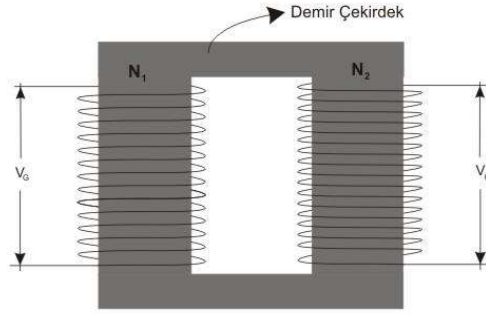
DENEYİN AMACI: 1. Transformatörün giriş ve çıkış geriliminin gözlenmesi, 2. Transformatörün yükseltme ve alçaltma katsayısının belirlenmesi. 3. Transformatörün yüklü ve yüksüz durumda çıkış geriliminin incelenmesi.

KULLANILAN ARAÇ GEREÇ: DC/AC güç kaynağı, farklı sarımlı bobinler, multimetre, trafo paneli, bağlantı kabloları, anahtar kutusu

TEORİK BİLGİ

Türkçe'ye Fransızca'dan girmiş olan transformatör sözcüğü “dönüştürücü” anlamına gelir. Transformatörler, bir elektrik akımının gerilimini, yani “voltaj” diye adlandırdığımız elektrik basıncını değiştiren aygıttır.

Transformatör, iki veya daha fazla elektrik devresini elektromanyetik indüksiyonla birbirine bağlayan bir elektrik aletidir. Bir elektrik devresinden diğer elektrik devresine enerjiyi elektromanyetik alan aracılığıyla nakledeleler. En basit halde, birbirine yakın konan iki sargıdan ibarettir (Şekil 2.1). Eğer bu iki sargı ince demir levhaların üzerine sarılmışsa buna demir çekirdekli transformatör denir. Eğer demirsiz plastik tüp gibi bir çekirdeğe sarılmışsa buna hava çekirdekli transformatör denir.



Şekil 2.1. Transformatör yapısı. N_1 ve N_2 Sarım sayıları,
 V_G Giriş gerilimi, V_C Çıkış gerilimi (indüklenen gerilim)

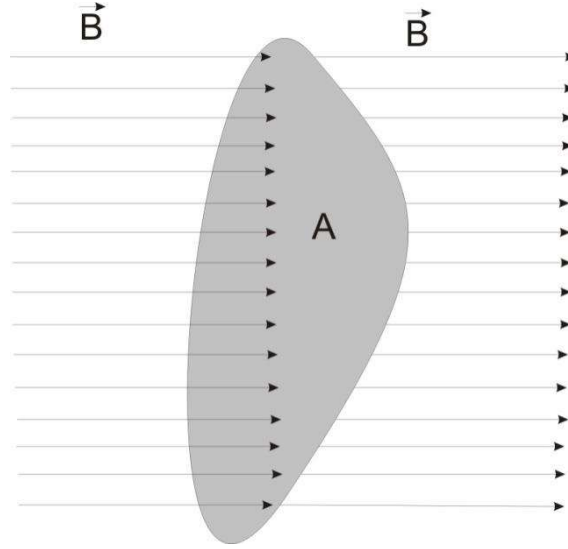
Aynı çekirdek üzerinde fakat birbirinden elektriksel olarak yalıtılmış iki bobinden biri olan, N_1 sarımlı bobine bir gerilim uygulanırsa, bir manyetik alan yaratılmış olur. Birinci bobinin yakınına konulan ikinci bobin bu manyetik alandan etkilenir. Birinci bobine uygulanan gerilim eğer alternatif gerilim olursa oluşan manyetik alanın büyüklüğü ve yönü, alternatif gerilimin frekansına bağlı olarak değişir.

$$I = I_0 \sin \omega t \quad (2.1)$$

Bu da ikinci bobinde indüklenmiş bir gerilim oluşmasına sebep olur. Oluşan bu indüklenmiş gerilimin sebebi manyetik akının zamana bağlı değişimidir ve 1830 'larda Faraday tarafından bulunmuştur. Eğer manyetik alanın geçtiği yüzeyin alanı A ve manyetik alan vektörüne $\vec{B}$ dersek, manyetik akıyı;

$$\Phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} \quad (2.2)$$

şeklinde tanımlarız. Burada ϕ manyetik akıyı temsil eder.



Şekil 2.2. Bir yüzeyden geçen manyetik alan çizgiler

Faraday Kanununa göre, eğer manyetik akıyı zamanla değiştirecek olursak, elektrik akımı oluşturmuş oluruz. Yani, bu yüzeye bir devre bağlarsak ve manyetik akıyı zamanla değiştirirsek, bu devrede indüklenmiş bir gerilimin oluşmasına sebep olur.

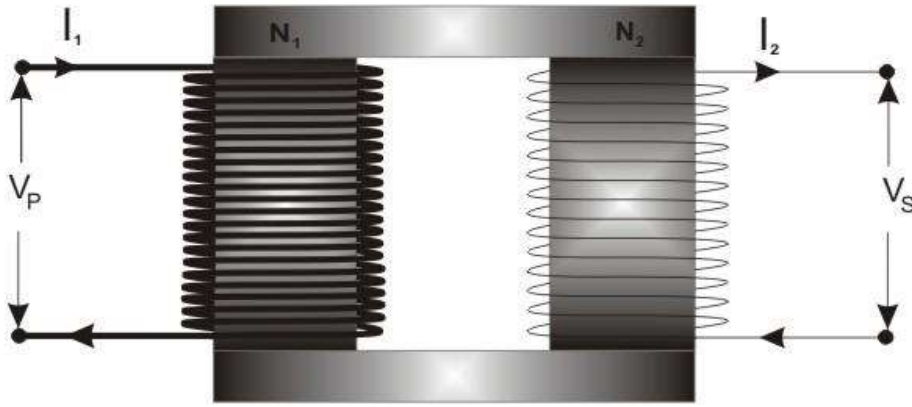
$$U = -\frac{d\phi}{dt} \quad (2.3)$$

Burada bobinin sarıldığı demir çekirdek, manyetik alan etkisiyle manyetize olur ve böylece oluşan manyetik alan yoğunlaştırılmış olur. Demir manyetik özellikleri ve manyetik alanı yoğunlaştırması sebebiyle çok az enerji kaybı olur ve verim % 97 - 99,9 arasındadır. Transformatörde gerilim değişikliği, iki bobindeki sarım sayılarının farklı olmasıyla sağlanır. Güç kaynağına bağlanan bobine birincil sargı (primer), akım çıkış bobine ikincil (sekonder) denir. Genel olarak tranformatörler bir elektrik devresinde gerilimi ya da akımı yükseltmek veya düşürmek için kullanılırlar. Transformatörün girişine uygulanan gerilimi ya da akımı yükseltmesi veya düşürmesi sarım sayılarına bağlıdır. Gerilim yükseltici transformatörlerde, ikincil bobinin sarım sayısı birincil bobinin sarım sayısından fazladır ve çıkış gerilimi (akımın tranformatörden çıkarkenki voltajı) giriş geriliminden yüksektir. Gerilim düşürücü transformatörlerde ise, ikincil sargının sarım sayısı birincil sargıdan daha azdır, çıkış gerilimi de giriş geriliminden daha düşüktür. Eğer ikincil sargının sarım sayısı, birincil sargının sarım sayısının 40 katıysa, çıkış gerilimi de giriş geriliminin 40 katı olur. Birincil bobine uygulanan alternatif akımın değeri de aynı oranda düşer. Bunun nedeni, tranformatörün aldığı güçten daha

fazlasını verememesi ve elektirik gücünün akım (birim zamanda akan elektirik miktarı) ile gerilimin çarpımına eşit olmasıdır.

$$n = \frac{V_s}{V_p} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{I_p}{I_s} \quad (2.4)$$

Yüksek gerilimlerde, yükseltme ya da düşürme sırasında, manyetik alanın zamanla değişimi nedeniyle demir çekirdek ısınır ve bu ısınmadan dolayı gerilim transferi sırasında bir güç kaybı gerçekleşir. Bunu minimuma indirmek için çekirdek tek parça döküm olarak değil, ince levhaların üst üste konulması şeklinde yapılır. Deney setimizde kullanılan gerilim değerleri küçük olduğundan çekirdek tek parça döküm olarak tasarlanmıştır.



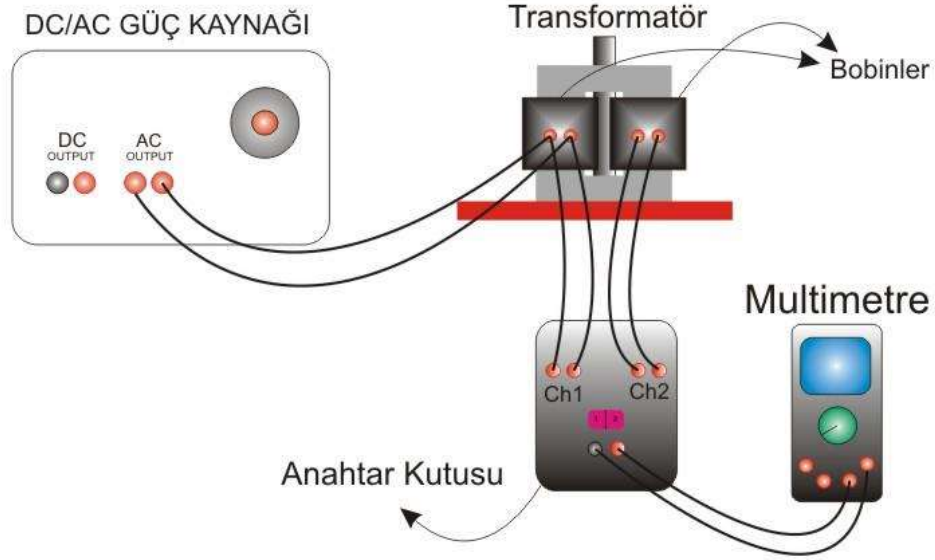
Şekil 2. 3. Yüksek amperli gerilim bobininin sarım sayısı N_1 ve uygulanan gerilim V_p , düşük amperli gerilim bobininin sarım sayısı N_2 ve indüklenen gerilim V_s dir.

İki bobin için kullanılan teller farklı kalınlıklardadır ve daha yüksek amperli akımı taşıyan tel daha kalındır (Şekil 2.4). Enerji santrallerindeki üreteçlerin ürettiği elektrik akımının şiddeti (miktarı) yüksek, gerilimi düşüktür. Eğer elde edilen bu enerji, bu değerleriyle doğrudan evlere ve sanayi kuruluşlarına iletilseydi, bunu taşıyacak tellerin kesit alanının büyük olması gerekirdi ve bu da pahalı olurdu. Dahası, eğer elektrik uzun mesafelere yüksek gerilim ve düşük akım şiddetinde gönderilirse, enerji iletim hatlarındaki dirençten kaynaklanan ısınma etkilerinin yol açacağı enerji kaybı daha az olur. Bu nedenle elektrik santrallerinde elde edilen elektrik akımı, enerji iletim hatlarına verilmeden önce yükselteci transformatörlerden geçirilerek gerilimi yüzbinlerce volt düzeyine çıkarılır ve böylece şiddeti çok aşağılara düşürülür. Enerji iletim hatları boyunca yer alan elektirik dağıtım istasyonlarındaki gerilim düşürücü transformatörlerde

gerilim, ağır sanayi, elektrikli demiryolları, hafif sanayi, hastaneler, mağazalar ve evlerce istenen çeşitli düzeylere göre birkaç kez düşürülür.

DENEYİN YAPILIŞI

A) Transformatör Yüksüz Durumdayken Giriş ve Çıkış Gerilimlerinin Okunması



Şekil 2.4. Giriş ve çıkış gerilimlerinin ölçülmesi devresi

Devre bu şekilde kurulduğunda sekonder bobinin uçları açık durumdadır. Çünkü bağlanan multimetre voltmetre olarak kullanıldığında sonsuz iç dirence sahiptir ve açık uçmuş gibi davranır.

1. Şekil 2.4'te görülen devreyi kurunuz.
2. DC/AC Güç kaynağını en kısık konuma getirerek açınız.
3. Multimetreyi uygun skalaya getiriniz (deneyin bu kısmında gerilim okunacaktır. Okunan gerilimin alternatif olduğunu unutmayınız).
4. Güç kaynağının üzerindeki ayar düğmesinden faydalanarak giriş gerilimini 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 V değerlerine ayarlayınız.
5. Anahtarı "1" konumuna getirerek "CH1" girişinden giriş gerilimini multimetreden okuyarak Tablo 2.1'e kaydediniz. (Anahtar kutusundaki anahtar "0" konumundayken herhangi bir yeri okumaz. Anahtar hangi tarafa basılırsa, basılı olan taraftaki uçlar arasındaki potansiyel farkı gösterir).
6. Sarım sayıları oranını $\left(n = \frac{N_1}{N_2}\right)$ hesaplayınız.

7. Giriş gerilimini, sarım sayıları oranına bölerek beklenen çıkış gerilimi değerini hesaplayınız.
8. Anahtarı “2” konumuna getirerek “CH2” girişinden çıkış gerilimini multimetreden okuyunuz.
9. Beklenen çıkış gerilimi değeriyle 8. madde de okunan çıkış gerilimi değerini karşılaştırınız.
10. Ölçüm sırasında yapılan hata oranını hesaplayınız.
11. Aynı işlemleri farklı primer ve sekonder bobinler için tekrarlayınız.

Dikkat:

- Bobinler yerleştirilirken yüksek akımın geçeceği bobinin telinin kalın olmasına özen gösteriniz.
- Yükseltici transformatör ($N_2 > N_1$) tasarlandığı zaman sekonder bobinden çıkacak gerilimin 60 V’u geçmemesi gereklidir. Aksi takdirde yaralanmalara sebep olabilir.
- Transformatör çekirdeğinin kapağını düzgün şekilde yerleştiriniz ve iyice sıkınız.

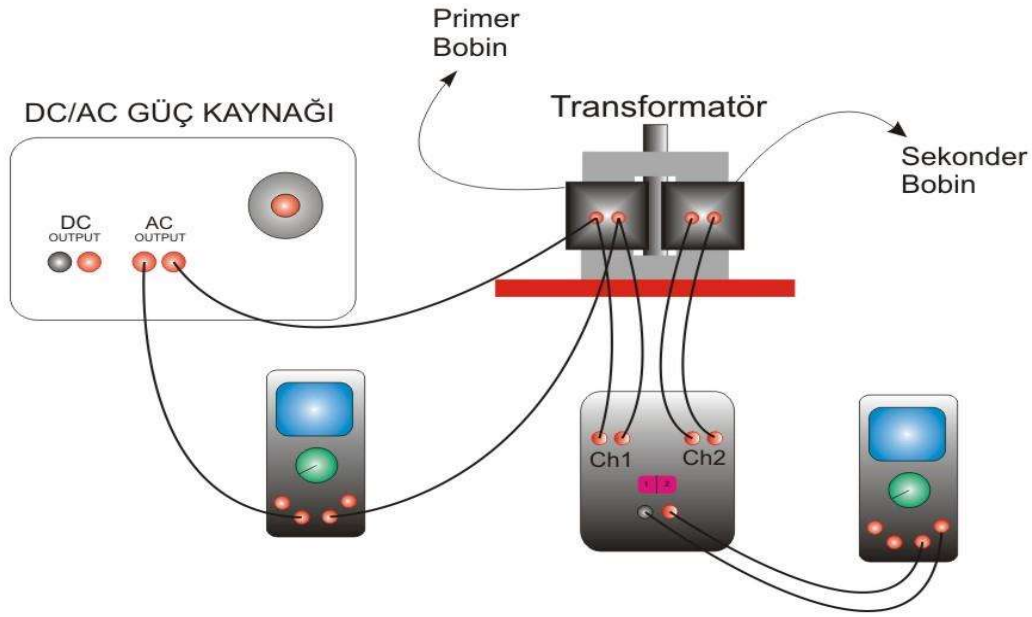
Tablo 2.1. Transformatör yüksüz durumdayken giriş ve çıkış gerilimlerinin okunması

$N_1 = \dots\dots\dots$ $N_2 = \dots\dots\dots$ $n = N_1/N_2$ (kuramsal).....		
V_1 (V)	V_2 (V)	
	Ölçülen	Hesaplanan
2		
4		
6		
8		
10		
12		
14		
Hata Oranı (%) :		

B) Transformatör Yüklü Durumdayken Giriş Çıkış Akımlarının Ölçülmesi

Transformatörün yüklü olması demek; sekonder bobinin uçları arasına devre elemanları bağlanarak birleştirilmesi veya iki ucun kısa devre edilmesi anlamına gelir. Biz deneyimizin bu aşamasında sekonder bobinin uçlarını kısa devre edeceğiz.

İlk olarak sekonder bobinin uçları kısa devre edilmeden, primer bobinden geçen akımı okuyunuz. Bunun için Şekil 2.5’de görülen devreyi kurunuz. Bu devrede sekonder bobinin uçları açık durumdadır.



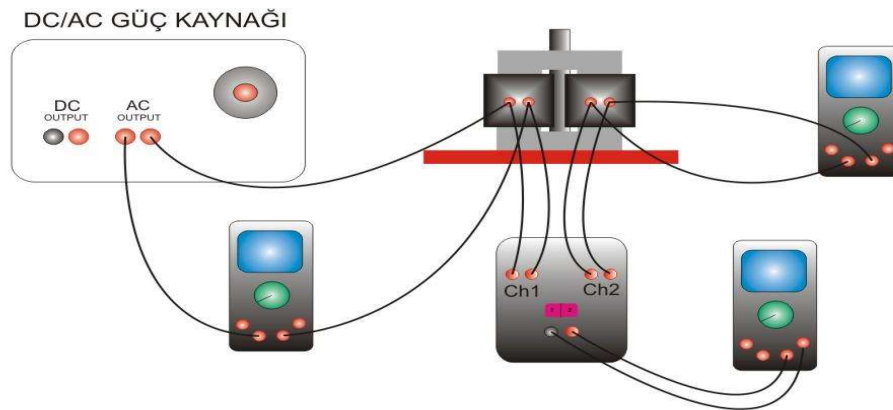
Şekil 2.5. Primer akımının okunması devresi

1. Şekil 2.5’teki devreyi kurunuz.
2. Primer ve sekonder bobinleri kendi isteğinize göre seçiniz ve yerleştiriniz.
3. Güç kaynağını en kısık konuma getirerek açınız.
4. Primer bobine uygulanacak gerilimi istediğiniz değere ayarlayınız.
5. Ampermetre olarak kullanılacak olan multimetrenin skalasını “alternatif akım, 20A’ya getiriniz.
6. Primer bobindeki gerilim ve üzerinden geçen akım değerini Tablo 2.2’ye not ediniz.

Tablo 2.2. Transformatör yüklü durumdayken giriş çıkış akımlarının ölçülmesi

$N_1 = \dots\dots\dots$		$N_2 = \dots\dots\dots$	$n = N_1/N_2$ (kuramsal).....		
V_1 (V)	V_2 (V)	Açık devre durumunda I_1 (A)	Kısa devre durumunda I_1 (A)	I_2 (A)	
				Ölçülen	Hesaplanan
2					
4					
6					
8					
12					
14					
Hata Oranı (%) :					

Sekonder bobinin çıkışına seri ampermetre bağlayınız ve güç kaynağından çıkan gerilim değerini değiştirmeyiniz. Bu durumda sekonder bobinin çıkışı kısa devre edilmiş olur. Sekonder bobinin iki ucu arasına bir kablo bağlamakla ampermetre bağlamak aynı şeydir. Çünkü multimetre, ampermetre durumundayken iç direnci sıfırdır.

**Şekil 2.6.** Primer ve Sekonder bobinden geçen akımların ölçülmesi devresi

1. Şekil 2.6'daki devreyi kurunuz.
2. Primer bobin akımını okuyunuz.

3. Okunan primer bobin akımını sarım sayıları oranı (n) ile çarparak beklenen sekonder akımı değerini bulunuz.
4. Sekonder bobinin üzerinden geçen akım değerini okuyarak not ediniz.
5. Beklenen değer ile ölçülen sekonder bobin akım değerlerini karşılaştırınız ve hata hesabını yapınız.
6. Primer bobindeki gerilim ve akım değerlerini, sekonder bobinin uçları açıkken ki gerilim ve akım değerleriyle karşılaştırınız. Sekonder bobinin ucu açıkken okunan değerlerle ucu kısa devreyken ki değerlerin farkını yorumlayınız.
7. Aynı işlemleri farklı primer ve sekonder bobinler için tekrarlayınız.

SORULAR

1. Transformatör nedir? Transformatörlerin günlük hayattaki kullanım alanları nelerdir?
2. Transformatörlerde niçin alternatif akım kullanılır? Doğru akım kullanılırsa ne olur?
3. Transformatörde ikincil devre akımının nasıl oluştuğunu açıklayınız.

DENEY 3

KONDANSATÖRÜN ŞARJ VE DEŞARJ EDİLMESİ

DENEYİN AMACI: 1. Boş bir kondansatörü şarj etmek, 2. Doldurduğumuz bu kondansatörü boşaltmak, 3. Kondansatörü şarj vedeşarj ederken kronometreyle zaman tutup, akımın zamana bağlı grafiğini çizmek, 4. Bu grafikten yararlanarak devrenin zaman sabitini hesaplamak, 5. Oluşan grafiğin üstel bir fonksiyon grafiği olduğunu doğrulamak.

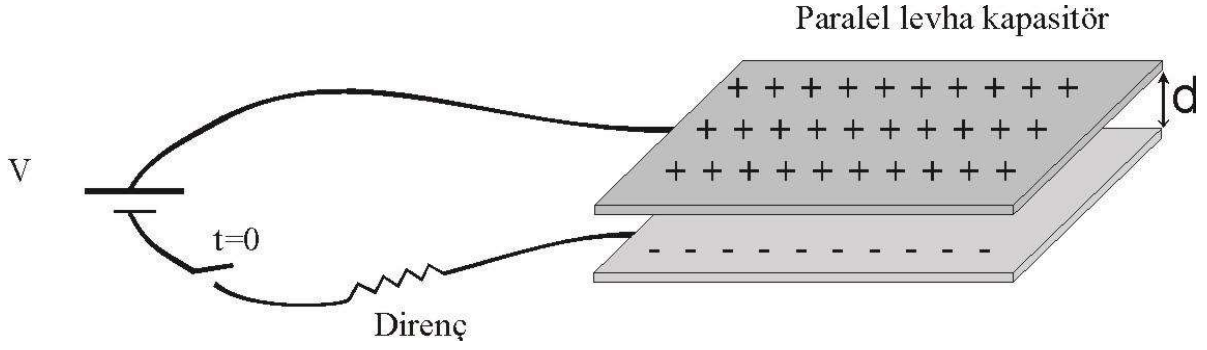
KULLANILAN ARAÇ GEREÇ: DC güç kaynağı, kondansatör, farklı dirençler, ampermetre, iki yönlü anahtar, bağlantı kabloları, kronometre, milimetrik grafik kağıdı.

TEORİK BİLGİ

Bu deneyde diğer devrelerden farklı olarak zamanla devreden geçen akımın değiştiği devreler ve bir devre elemanı olan kondansatör üzerinde çalışacağız. Kondansatör, elektrik depolamaya yarayan pasif bir devre elemanıdır. Paralel levha kapasitörler, her birinin alanı A olan iki iletken levhanın paralel olarak birbirinden d kadar uzağa yerleştirilmesiyle oluşturulur. Böyle bir kapasitörün kapasitansı;

$$C = \epsilon \kappa \frac{A}{d} \quad (3.1)$$

formülü ile hesaplanır. Buradaki; C : kapasitans (farad), A : her bir levhanın alanı (m^2), d : izolasyon (dielektirik) kalınlığı (m), ϵ : iki levha arasındaki bölgenin elektirik alan geçirgenliği (F/m), κ (kappa): dielektirik sabitidir.

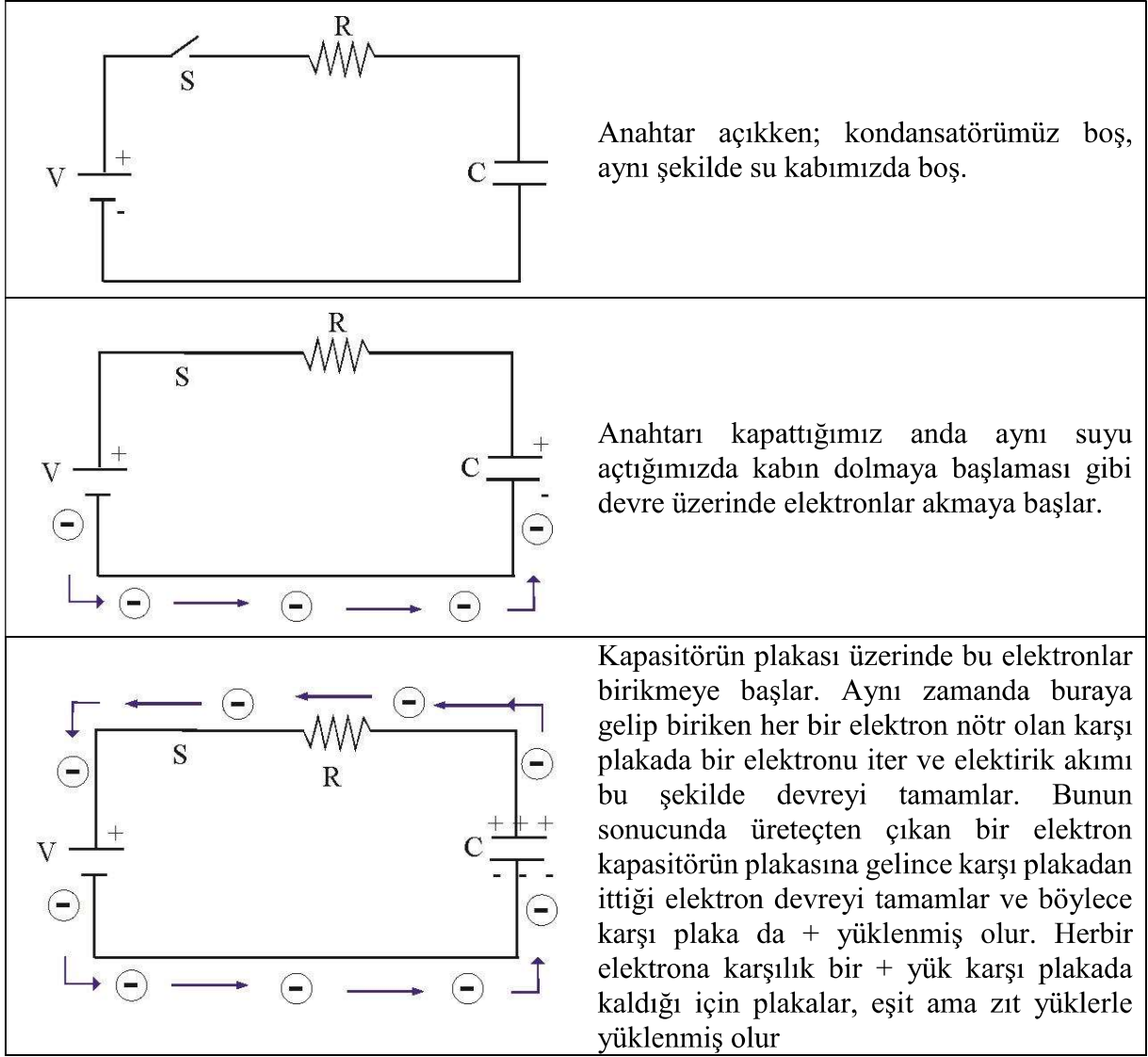


Şekil 3.1. Kapasitör ve direnç devre elemanlarından oluşan devre.

Kapasitör devreye bağlandıktan sonra şarj olmaya başlar ve toplanan bu şarj kondansatör uçları arasında voltaj farkı oluşturur. Kondansatörü meydana getiren bir yalıtkanla (plastik, kağıt, hava...) ayrılmış iki iletken levhada eşit fakat zıt yükle yüklenir ($+Q$ ve $-Q$). Kondansatörün şarj olurken maksimum taşıyabileceği bir Q yükü miktarı vardır. Daha fazlasını taşıyamaz. Bu Q yükünün, kondansatörün uçları arasında oluşan voltaj farkına oranı bize kondansatörün kapasitansını verir.

$$C = \frac{Q}{V} \quad (3.2)$$

burada; Q : kapasitördeki yük miktarı (coulombs), V : uçları arasındaki gerilim farkı (volt), C : kapasitans (farad) dır. Şekil 3.1'deki gibi bir devrede anahtar kapatılır kapatılmaz, kapasitör Q yükü ile dolmaz bu maksimum Q yük miktarına ulaşması biraz zaman alır. Bu durumu su doldurduğumuz bir kap olarak düşünebiliriz. Bu durum şematik olarak aşağıda Şekil 3.2'de verilmektedir.



Şekil 3.2. Şarj devresinin temsili gösterimi

Yukarıdaki Şekil 3.2, başta boş olan bir kondansatörün şarj devresini gösteren bir RC devresidir. Başlangıçta S anahtarı açıktır ve devreden akım geçmez. $t = 0$ anında anahtarı kapatırsak kondansatör q yüküyle dolmaya başlar ve $I(t)$, $q(t)$ 'nin ve kondansatörün uçları arasındaki voltaj farkının zamanla değiştiği gözlenir. Anahtarı kapattıktan sonra, herhangi bir t zamanında kirchhoff kapalı devre kanunu bize toplam voltajı verir.

$$V_C(t) + V_R(t) = V \quad (3.3)$$

$$V = q(t)/C + I(t).R \quad (3.4)$$

$$I(t) = V/R - q(t)/RC \quad (3.5)$$

ve $I(t) = \frac{dq}{dt}$ denklem (3.5)'de yerine koyarsak

$$\frac{dq}{dt} = V/R - q(t)/RC \quad (3.6)$$

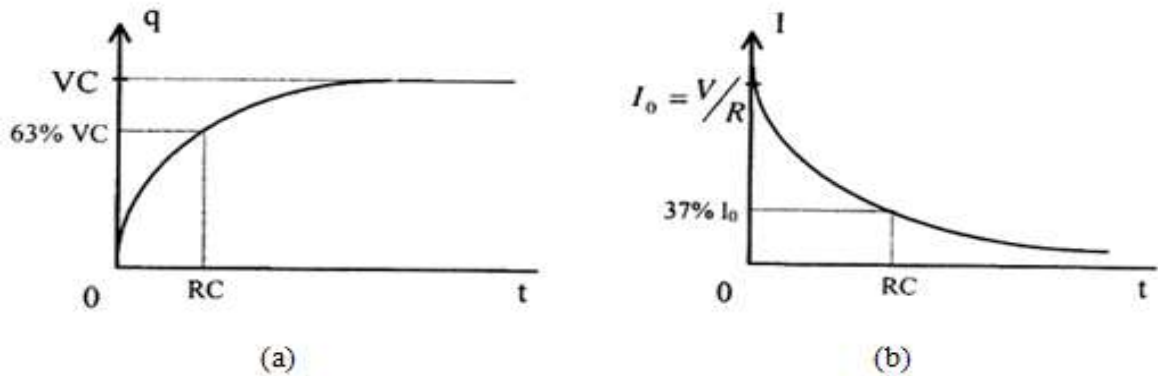
Yukarıdaki denklem (6), $q(t)$ 'ye bağlı diferansiyel denklemi bize q 'nin zamanla değişimini ve denklemin çözümü ise;

$$q(t) = VC(1 - e^{-t/RC}) \quad (3.7)$$

verir ve $I(t) = \frac{dq}{dt}$ denkleminde yerine koyarsak;

$$I(t) = V/R e^{-t/RC} \quad (3.8)$$

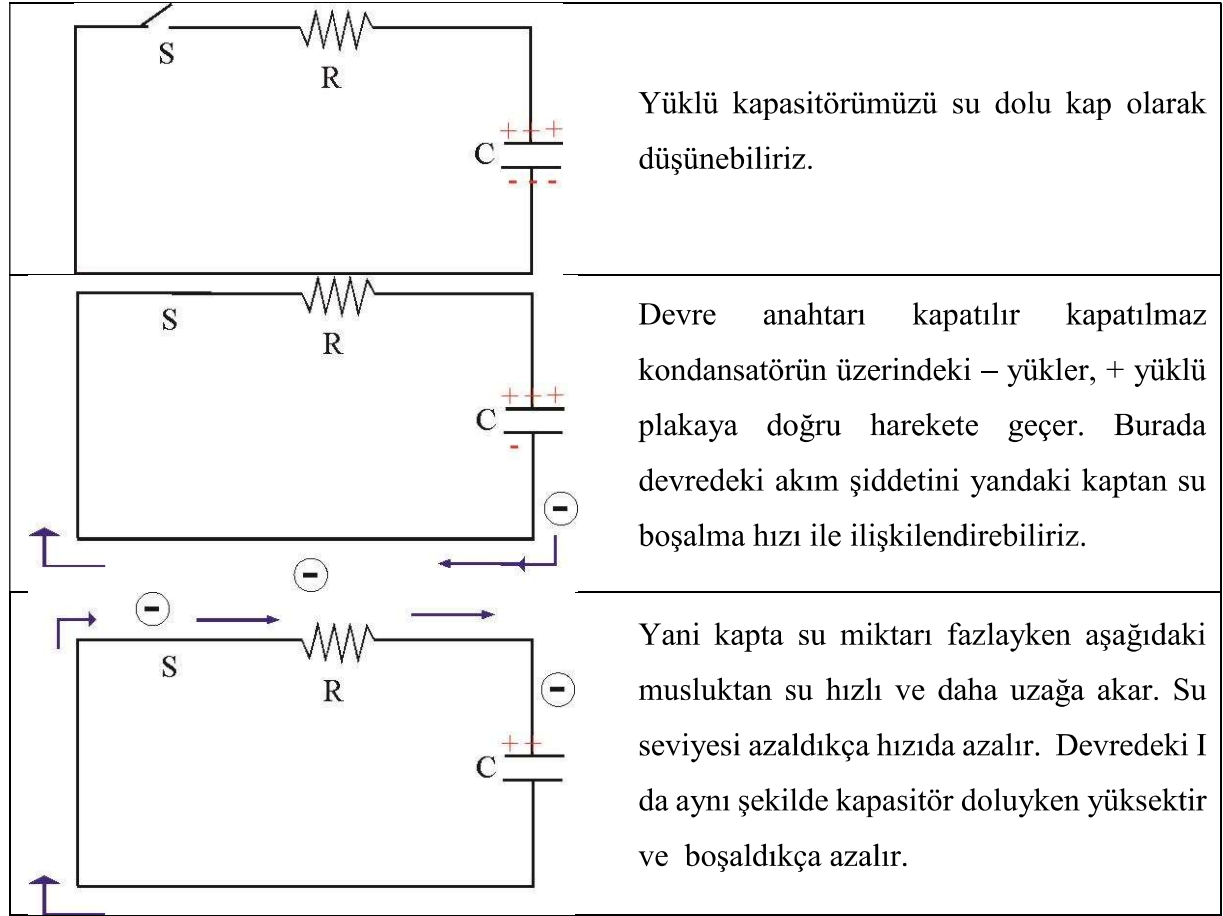
Yukarıdaki $q(t)$ ve $I(t)$ denklemleri bize q ve I 'nin herhangi bir anlık zamandaki davranışlarını verir. $t = 0$ anında $q(t) = 0$ ve $I(t) = V/R$ olur. $t = \infty$ anında $q(t)$ sabit bir değere ulaşacak ve $(q = \infty) = VC$ olacaktır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Dirençli bir şarj devresinde kondansatörün (a) q - t grafiği ve (b) I - t grafiği.

Şimdi deşarj olma işlemini inceleyelim. Şekil 3.4'teki gibi bir devrede anahtar kapatılır kapatılmaz, Q yükü ile dolu olan kapasitör hemen boşalmaz. Boşalması biraz zaman alır. Bu

durumu su doldurduğumuz bir kabın dibindeki bir musluğu açtığımızda suyun boşalması olarak düşünebiliriz. Bu durum şematik olarak aşağıda verilmektedir.



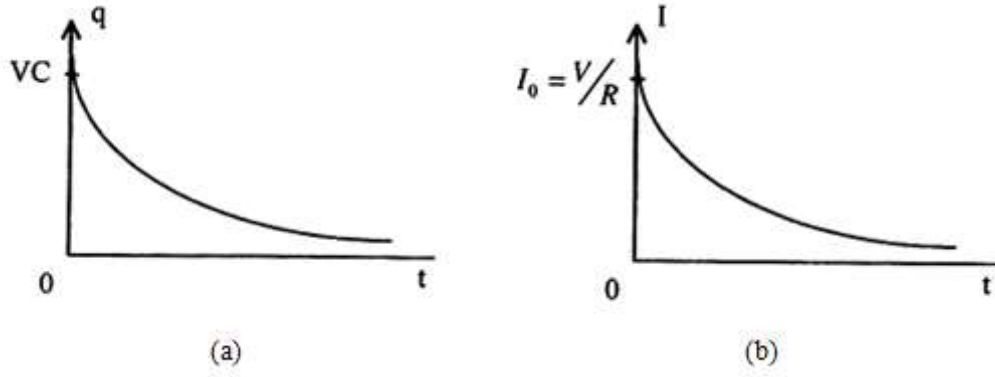
Şekil 3.4. Deşarj devresinin temsili gösterimi

Şekil 3.4'deki RC devresi şarj olmuş ($q = VC$) bir kondansatörün deşarj olma devresidir. Kondansatör ve akım zamanla azalacak ve $t = \infty$ anında sıfıra ulaşacaktır.

$$q(t) = q_0 e^{-t/RC}; \quad q_0 = VC \quad (3.9)$$

$$I(t) = I_0 e^{-t/RC}; \quad I_0 = V/R \quad (3.10)$$

Yukarıdaki eşitliklerin grafikleri Şekil 3.5'teki gibidir.



Şekil 3.5. Dirençli bir devrede deşarj edilen kondansatörün (a) q-t grafiği ve (b) I-t grafiği

RC devrelerinin önemli bir bölümü de; devrenin zaman sabitidir. Eğer $t = RC$ dersek;

$$I(t = RC) = V/R e^{-t/RC} = 0.37V/R = 0.37I_0 \quad (3.11)$$

$$q(t = RC) = VC(1 - e^{-t/RC}) = 0.63VC \quad (3.12)$$

$$q(t = RC) = VC(1 - e^{-t/RC}) \quad (3.13)$$

Bu deneyde, bir RC devresinde iki yönlü anahtar kullanarak şarj ve deşarj göreceksiniz. Şekil 3.4 size herhangi bir devre elemanını çıkarmadan kondansatörü şarj ve deşarj etmenizi sağlayacaktır. S anahtarını kapattığımızda $I(t)$ akımı devreden geçmeye başlar ve devrenin akım kaynağı şarj olmuş kondansatördür. Kondansatör zamanla boşalır ve akım azalır.

DENEYİN YAPILIŞI

1. Aşağıdaki devreyi kurun.



Şekil 3.6. Deneye ait devre

2. Farklı kapasitans (C) değerleri için sabit voltaj (V) ve sabit direnç (R) değerlerinde akımın zamana göre değişimini göstermek için Şekil 3.6'daki deney düzeneği kullanılmıştır. Kronometre yardımıyla sabit voltaj gerilimi $V = 15$ Volt ve sabit direnç $R = 2 \text{ M}\Omega$ iken farklı kapasitans değerleri ($C = 1 \text{ }\mu\text{F}$; $4,7 \text{ }\mu\text{F}$; $30 \text{ }\mu\text{F}$; $60 \text{ }\mu\text{F}$) için akımın zamana göre değişimini ölçünüz ve Tablo 3.1'e kaydediniz.
3. Tablo 3.1'deki değerleri dikkate alarak I-t grafiklerini aynı milimetrik kağıda çizin. Çizdiğiniz grafiklerden akımın ilk değerinin % 37'si olan değere düştüğü zamanı bularak devrenin zaman sabitini elde edin.
4. $\tau = RC$ formülünü kullanarak zaman sabitinin teorik değerini bulun ve grafikten bulduğunuz değerlerle karşılaştırın.
5. Denklem (3.13)'ü kullanarak kondansatörün tamamen şarj olduğu zaman depolanan yük miktarını hesaplayın. Bulduğunuz $t = \tau$ 'daki değeri $q(t = \infty) = VC$ yük değeriyle karşılaştırın. $q(t = RC) = VC(1 - e^{-t/RC})$

SORULAR

1. RC çarpımının zaman boyutunda olduğunu gösterin.
2. A anahtarı kapatılınca kondansatör niçin hızla doluyor da boşalması yavaş oluyor?
3. Kondansatörün boşalma zamanını ayarlama imkanımız var mıdır? Nasıl?
4. Seri ve paralel bağlı kondansatörler için eşdeğer sığa ifadelerini türetin.
5. Yaptığınız deneyi göz önüne alarak, sığanın değişimi ile zaman sabiti arasında nasıl bir ilişki vardır. Açıklayınız.

DENEY 4

AKIM GEÇEN TELE ETKİYEN MANYETİK KUVVETLERİN ÖLÇÜMÜ

DENEYİN AMACI: 1. Bu deneyde, düzgün ve statik bir manyetik $\vec{B}$ alanı içerisinde $\vec{I}$ elektrik akımını taşıyan tele etkiyen bir kuvvet olduğunun gözlenmesi. 2. Bu kuvveti ($\vec{B}$ ve $\vec{I}$ arasındaki) θ açısı, tel uzunluğu l ve $\vec{I}$ akımına bağlı olarak incelemek.

ARAÇ GEREÇ: Dijital terazi, akım kaynağı ve ampermetre, akım devresi, döner bobin seti, mıknatıs takımı, akım tel seti (50, 25, 12.5 cm 1 turlu 50 ve 25 cm 2 turlu)

TEORİK BİLGİ

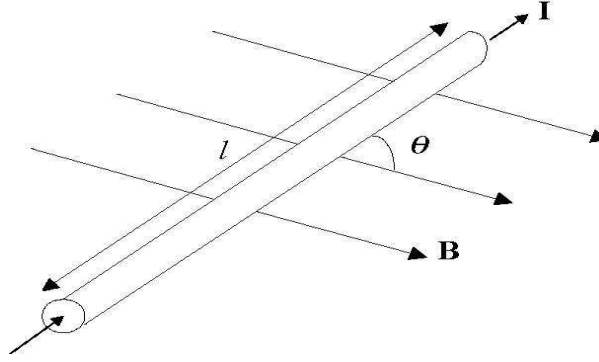
Tel üzerine etki eden manyetik kuvvet Lorentz denklemiyle açıklanmaktadır;

$$\vec{F} = I l \times \vec{B} \quad (4.1)$$

Burada $\vec{I}$, akım vektörünü l , telin manyetik alan içinde kalan boyunu ve $\vec{B}$, manyetik alan vektörünü göstermektedir (Şekil 4.1). Bu kuvvetin büyüklüğü;

$$F = I l B \sin\theta \quad (4.2)$$

denklemiyle açıklanabilir. Burada θ şekilde de gösterildiği gibi I ve B arasındaki açıdır.

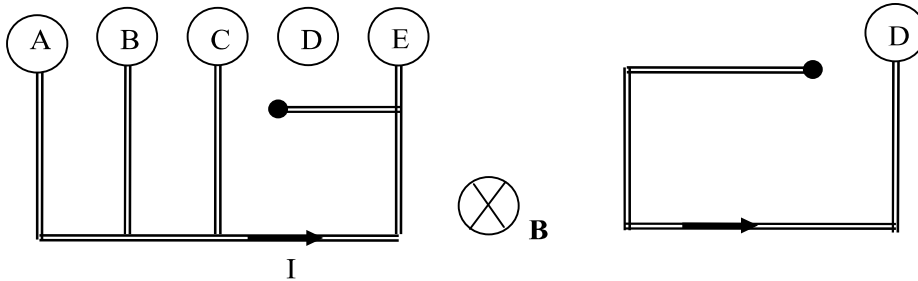


Şekil 4.1. Manyetik alan içine yerleştirilmiş akım taşıyan tel

Bu deneyin ilk kısmında manyetik alanın akımın yönüne dik olduğu varsayıldığından 1 numaralı eşitlik aşağıdaki şekilde basitleştirilebilir.

$$F = IlB \quad (4.3)$$

Akım Şekil 4.2’de gösterilen daha önceden hazırlanmış akım döngüleri boyunca akacaktır. Denklem 4.1’deki l uzunluğu mıknatısın kutupları arasındaki akım geçen telin yatay uzunluğunu göstermektedir. Buna test uzunluğu diyeceğiz. l uzunluğu 1 ile 7 birim arasında değiştirilebilir ve her birim yaklaşık 1 cm boyundadır. Deneyi yaparken kullandığınız test uzunluklarını ölçmeniz gerekmektedir. Akım döngüleri, üzerinde ampermetre bulunan bir doğru akım kaynağına bağlanacaktır. Eğer manyetik alan şekilde gösterildiği gibi ise (sayfa düzleminden içeri doğru) mıknatıs üzerinde istenilen yönde kuvvet oluşturulabilmesi için akım yönü şekilde gösterildiği gibi olmalıdır (Bu konu deneyin yapılışı bölümünde daha ayrıntılı açıklanacaktır).



Şekil 4.2. Akım devresi önden görünüş (sağ), arkadan görünüş (sol)

Tablo 4.1. Akım döngüsündeki tel uzunlukları

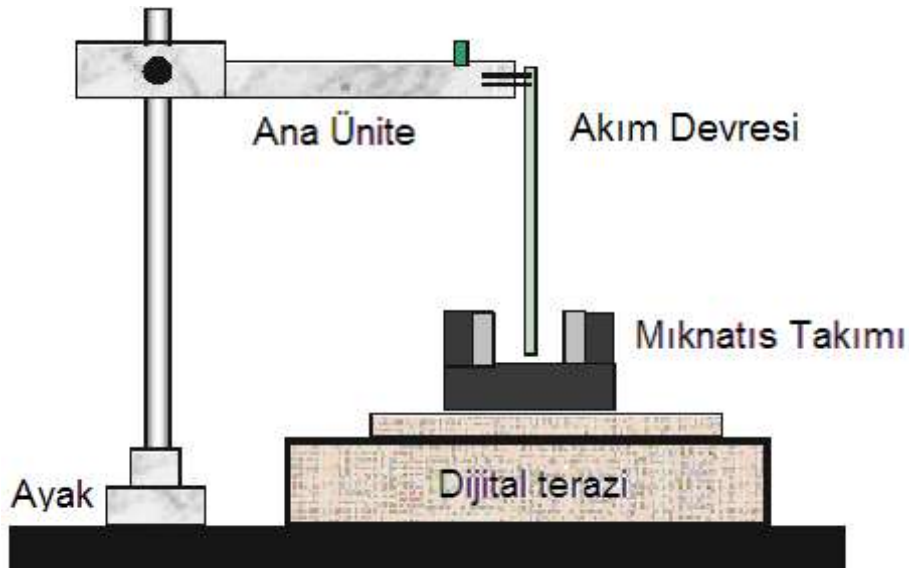
Akım döngüsü	Test uzunluğu l
AB veya BC	1 birim
AC veya CE	2 birim
BE veya ED	3 birim
AE	4 birim
CD	5 birim
BD	6 birim
AD	7 birim

****DİKKAT:** Akım döngülerinden geçen akım 5 amperi geçmemelidir.

DENEYİN YAPILIŞI

A) Manyetik Kuvvetin Akımla Değişmesi

1. 5 mm aralıklı mıknatıs gurubunu terazi üzerine yerleştiriniz.
2. En uzun l 'ye sahip akım döngüsünü seçin ve bu uzunluğu kaydedin.
3. Akım döngülerinin bulunduğu akım devresini aşağıya doğru uzayacak şekilde ana üniteye takın. Devre yüzeyinin aşağıya dönük olduğundan emin olun. (Şekil 4.3'e bakın)



Şekil 4.3. Akım terazisinin kuruluşu (yandan görünüşü)

4. Akım devresini alt kısmı mıknatıs grubunun kutupları arasından geçecek şekilde yerleştirin. Akım devresi düzleminin mıknatıs grubuna paralel olduğundan ve mıknatısa değmediğinden emin olun. Eğer gerekiyorsa ana ünitenin yüksekliğini ayarlayın.
5. Devrede akım yokken dijital terazinin tara “tare” butonuna basarak göstergede 0.00 gram değerini görün.
6. Akım kaynağını devreye bağlayın (Şekil 4.3’e bakın).
7. Devredeki akımı en fazla 5 ampere çıkana kadar 0.5 amperlik adımlar halinde artırın. Her akım değeri için mıknatıs takımının yeni kütleini dijital teraziden okuyun. Eğer akım arttıkça mıknatıs takımının kütlesi azalıyorsa manyetik alan içerisindeki akımın yönü Şekil 4.2’de gösterildiği gibi değildir. Bu durumda ana üniteye bağlıları ters çevirin.
8. Ölçümlemlerinizi akım değeri ile bunlara karşılık gelen dijital teraziden okunan kütle değeri Tablo 4.1’e kaydedin.

Tablo 4.1. Birinci kısım için veri tablosu

I (A)	Ölçülen Kütle (g)	F (Manyetik Kuvvet)
0.5		
1		
1.5		
2		
2.5		
3		
3.5		
4		
4.5		
5		

Analiz:

1. Okunan kütle değeri $g = 9.8m/s^2$ ile çarpın. Bu manyetik kuvvet F ’i verir.
2. Manyetik kuvveti (F) akımın (I) fonksiyonu olarak çizin.
3. Grafiğe en uygun olan doğrunun eğimini bulun.

4. En uygun doğrunun eğimi (Denklem 4.2’den görüleceği gibi) lB ’ye karşılık gelmektedir (akım geçen telin uzunluğu ile manyetik alanın vektörel çarpımı). Grafiğinizin eğiminden yararlanarak mıknatısın yarattığı manyetik alanın gücünü bulun.

B) Manyetik Kuvvetin Tel Uzunluğu İle Değişmesi

1. Önceki bölümde kurulan düzeneği bozmadan akımı sıfırlayın.
2. Tel uzunluğunu en kısa olacak şekilde ayarlayıp akım devresini ana üniteye bağlayın.
3. Dijital terazinin tara “tare” butonuna basarak ekranda 0.00 gramı değerini okuyun.
4. Akımı 3 ampere ayarlayarak bu tel uzunluğu için terazinin gösterdiği değeri okuyup kaydedin.
5. Akımı sıfırlayın ve akım kaynağı bağlantılarını ana ünitiden çıkarın.
6. 3, 4 ve 5 no’lu adımları farklı tel uzunlukları için tekrarlayın.
7. Akım devresinde kullanılan uzunlukları ve karşılık gelen kütle değerlerini Tablo 4.2’ye kaydedin.

Tablo 4.2. İkinci kısım için veri tablosu

I (A)	Uzunluk	Ölçülen Kütle (g)	F (Manyetik Kuvvet)
AB veya BC	1 birim		
AC veya CE	2 birim		
BE veya ED	3 birim		
AE	4 birim		
CD	5 birim		
BD	6 birim		
AD	7 birim		

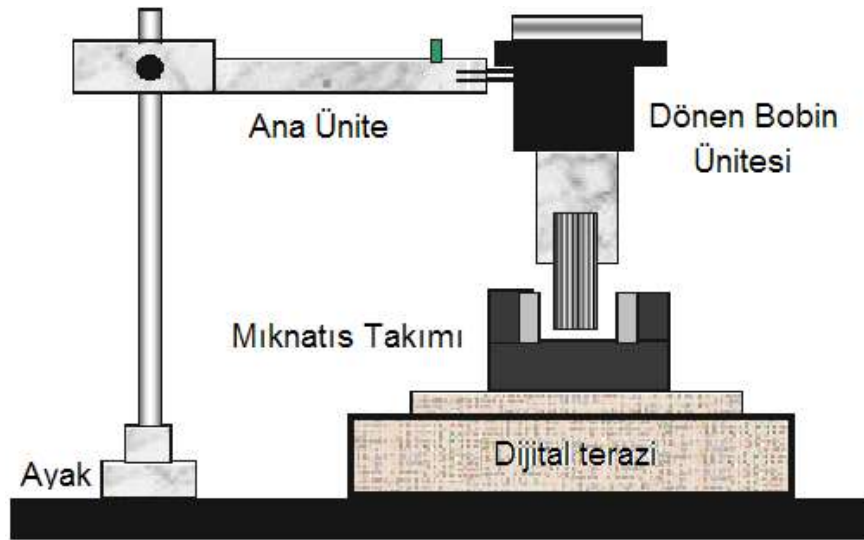
Analiz:

1. Okunan kütle değerini $g = 9.8m/s^2$ ile çarpın. Bu manyetik kuvvet F ’i verir.
2. Manyetik kuvveti (F) tel uzunluğunun (l) fonksiyonu olarak çizin.
3. Grafiğe en uygun olan doğrunun eğimini bulun.

4. Bu doğrunun eğimi (denklem 2’den görüleceği gibi) IB çarpımına eşittir. Bu çarpım akım ile manyetik alan kuvvetinin vektörel çarpımıdır. Doğrunun eğimini kullanarak mıknatısın yarattığı manyetik alan gücünü bulun. Bu değeri Bölüm 1’de elde ettiğimiz değer ile karşılaştırın.

C) Manyetik Kuvvetin Açı ile Değişmesi

1. 22 milimetrelik mıknatıs takımını dijital terazinin üzerine yerleştirin.
2. Dönen bobinin devre ünitesindeki tel uzunluğunu ölçüp kaydedin.
3. Dönen bobin devresini, bobin tarafını aşağıya gelecek şekilde ana üniteye takın.



Şekil 4.4. Akım terazisinin kurulumu (yandan görünüş)

4. Dönen bobin devresindeki tel kısmı mıknatıs takımının kutupları arasından geçecek şekilde yerleştirin. Bu kısım, mıknatıslara kesinlikle değmemelidir. Tel yüzeyinin mıknatıs takımına paralel olduğundan emin olun. Eğer gerekiyorsa ana ünitenin yüksekliğini ayarlayın.
5. Bobinden akım geçmezken dijital terazinin tara “tare” butonuna basarak göstergede 0.00 gram değerini görün.
6. Akım kaynağını devreye bağlayın.
7. Açığı bobin teli manyetik alana paralel olacak şekilde 0 dereceye ayarlayın. Akımı 3 amper gibi sabit bir değere ayarlayın. Terazideki kütle değerlerini kaydedin. Eğer bu

değerler akım arttıkça azalıyorsa manyetik alan içerisindeki akım yönü Şekil 4.2’de gösterildiği gibi değildir. Bu durumda ana üniteye bağlıları ters çevirin.

8. Bobini saat yönünde döndürerek açığı 10’ar derecelik basamaklarla 90° dereceye kadar arttırın, her adım için açı değerlerini ve karşılık gelen kütle değerlerini kaydedin.
9. Açığı tekrar 0° ye ayarlayın ve 8 no’lu adımda yaptığınız işlemi saatin tersi yönünde tekrarlayın
10. Tablo 4.3’e açı değerleri ve karşılık gelen kütle değerlerini kaydedin.

Tablo 4.3. Üçüncü kısım için veri tablosu

θ	Ölçülen Kütle (g)	F (Manyetik Kuvvet)
10		
20		
30		
40		
50		
60		
70		
80		
90		

Analiz:

1. Okunan kütle değerini $g = 9.8m/s^2$ ile çarpın. Bu manyetik kuvvet F ’i verir.
2. $F - \sin\theta$ grafiğini çizin.
3. Grafiğe en uygun olan doğrunun eğimini bulun. Bu doğrunun eğimi denklem 2’deki IlB çarpımına eşittir. Bu değer akımın, akım geçen telin uzunluğunun ve manyetik alan kuvvetinin vektörel çarpımıdır. Grafiğin eğimini kullanarak mıknatısın yarattığı manyetik alan gücünü bulun. Bulduğunuz değeri Bölüm 1 ve Bölüm 2’de bulduğunuz değerlerle karşılaştırın,

DENEY 5

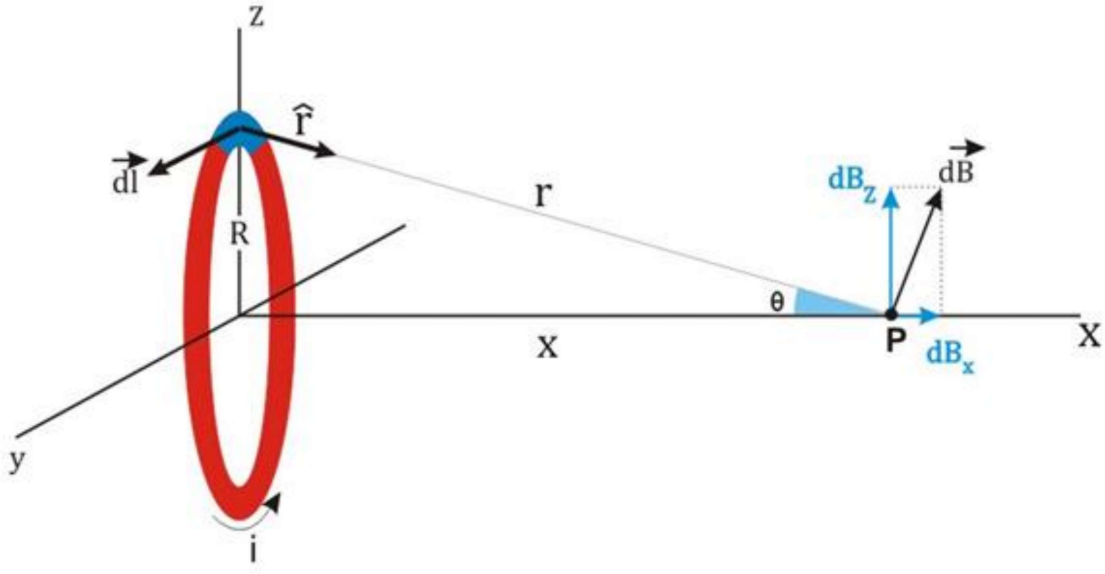
BİR BOBİNİN MANYETİK ALANI (BIORT-SAVART YASASI)

DENEYİN AMACI: 1. Bir tel halkanın manyetik alanını ölçerek Biort-Savart kanununu deneysel olarak doğrulamak, 2. Bobinde meydana gelen manyetik alanı incelemek.

ARAÇ GEREÇ: Doğru Akım kaynağı, teslametre, farklı boyda ve farklı sarımlı bobinler, bağlantı kabloları, cetvelli ray, tel halkalar, hall probu.

TEORİK BİLGİ

Oersted, 1819 yılında akım taşıyan bir iletkenin bir pusula iğnesini saptırdığını keşfetti. Bunun anlamı akım taşıyan bir iletken tel çevresinde bir manyetik alan oluşturmasıydı. Bu keşiften kısa bir süre sonra, Jean Baptiste Biort ve Felix Savart kararlı akım taşıyan bir iletkenin bir mıknatıs üzerinde kuvvet oluşturduğunu gördüler. Biot ve Savart deneysel sonuçlardan yola çıkarak uzayın bir noktasındaki manyetik alanı, bu alanı oluşturan akım cinsinden veren ifadeyi buldular. Bu yasanın matematiksel olarak elde edilmesini, Şekil 5.1'i kullanarak inceleyelim.



Şekil 5.1. İletken bir telden geçen sabit akımın uzaydaki bir P noktasında oluşturduğu manyetik alan

Üzerinden “i” akımı geçen tel üzerindeki $d\vec{l}$ elemanından eksen üzerindeki ölçüm noktasına uzanan vektör $\hat{r}$ ise, o noktadaki manyetik alan $d\vec{B}$ her iki vektöre de dik olup aşağıdaki şekilde yazılabilir;

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2} \quad (5.1)$$

Şekildeki $d\vec{l}$ vektörü sayfa düzlemine dik, $\hat{r}$ ve $d\vec{B}$ vektörleri ise sayfa düzleminde. Bu durumda tüm çembersel iletken üzerinden integral alınırsa;

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \int \frac{d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2} \sin \theta \quad (5.2)$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \int \frac{d\vec{l} \times R}{r^2} \quad (5.3)$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{4\pi} 2\pi R \frac{R}{(x^2 + R^2)^{3/2}} \quad (5.4)$$

P noktasında oluşan manyetik alanın büyüklüğü;

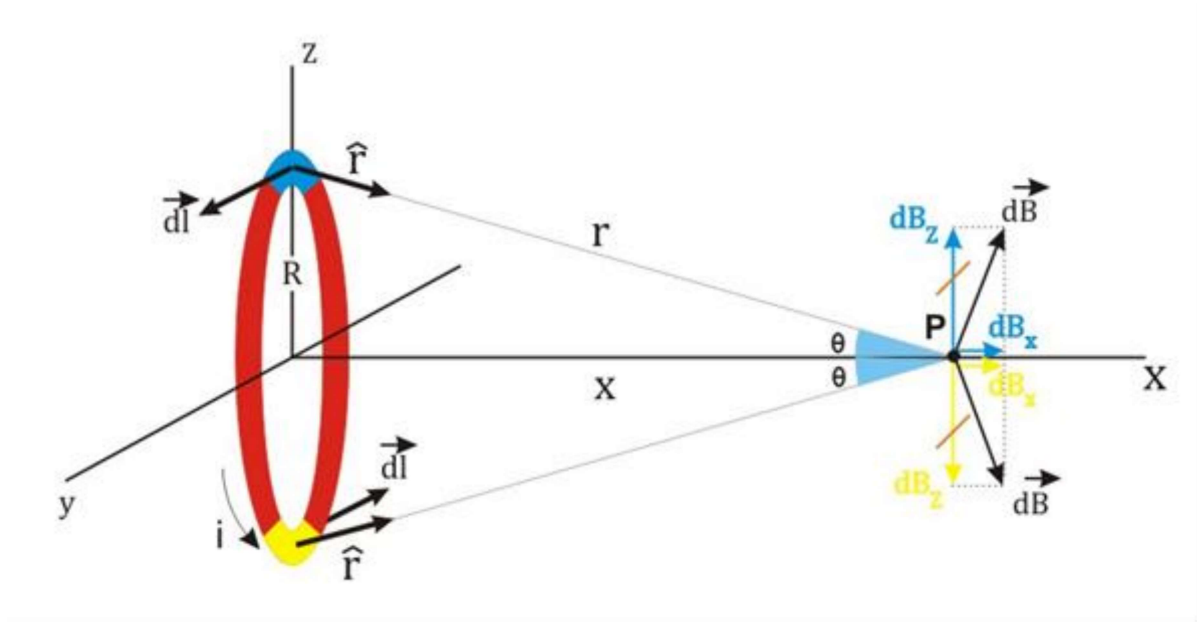
$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{2} \frac{R^2}{(x^2 + R^2)^{3/2}} \quad (5.5)$$

Ölçüm noktasındaki (P noktası) manyetik alan vektörü $d\vec{B}$, biri z-ekseni doğrultusunda (dB_z), diğeri ise x-ekseni doğrultusunda (dB_x) olmak üzere iki bileşene ayrılabilir. İletken tel üzerindeki tüm dl elemanlarından kaynaklanan bütün x-ekseni bileşenleri aynı yönde olduklarından birbirlerine eklenirler. Fakat bütün iletken tel üzerindeki dl elemanlarının yarattığı manyetik alanların z-ekseni bileşenleri ters yönlü olduğundan birbirlerini yok ederler (Şekil 5.2).

Hatırlatma: Manyetik alan($\vec{B}$) ile manyetik alan şiddeti($\vec{H}$) arasında,

$$\vec{B} = \mu_r \mu_0 \vec{H} \quad (5.6)$$

ilişkisi vardır. $\mu_r = 1.000004$ olduğundan ihmal edilebilir.

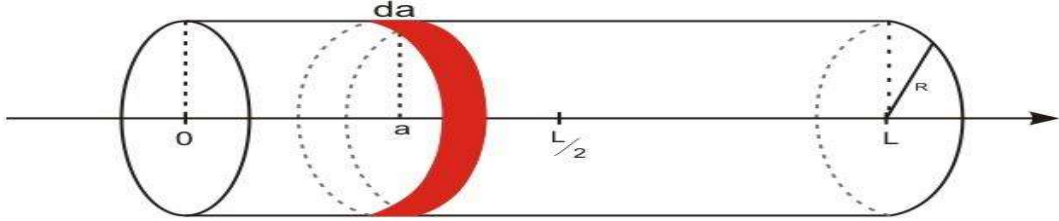


Şekil 5.2. İletken tel üzerinden geçen sabit akımın uzaydaki bir P noktasındaki manyetik alan bileşenleri ve net manyetik alan vektörünün yönü.

Sonuç olarak, R yarıçaplı, N adet iletken tel çemberden i akımı geçtiğinde çemberin eksenine boyunca ve merkezden x uzaklığında oluşan manyetik alan yoğunluğu aşağıdaki denklemlerle verilir:

$$B(x) = N\mu_0 \frac{i}{2} \frac{R^2}{[x^2 + R^2]^{3/2}} \quad (5.7)$$

Uzunluğu ihmal edilemeyecek kadar büyük ve L olan N sarımlı bir bobinin eksenini boyunca manyetik akının karakteristiği sonsuz küçük sayıda ve uzunlukta bobinlerden oluştuğu varsayılarak elde edilir (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Uzunluğu ihmal edilemeyecek kadar uzun ve L olan N sarımlı bobin

Orijinden belli bir uzaklıktaki bir bobinin kesiti, sonsuz küçüklükte bir manyetik alan verir;

$$dB(x) = \frac{1}{2} \frac{N}{L} \mu_0 i \frac{R^2}{[R^2 + (x-a)^2]^{3/2}} da \quad (5.8)$$

olarak bulunur.

Burada Nda/L ; da kalınlıklı bobin kesitindeki sarım sayısıdır. Toplam manyetik alan “a” üzerinden integral alınarak bulunur.

$$B(x) = \frac{N\mu_0 i R^2}{2L} \int_0^L \frac{da}{[R^2 + (x-a)^2]^{3/2}} \quad (5.9)$$

Eğer bu integral alınırsa;

$$B(x) = \frac{N\mu_0 i}{2L} \left[\frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} - \frac{x-L}{\sqrt{R^2 + (x-L)^2}} \right] \quad (5.10)$$

Uzun, ince bobinin ($R \ll L$) merkezine yakın bir noktada ($x = \frac{L}{2}$) manyetik alanın büyüklüğü Eşitlik 5.11’den şöyle bulunur;

$$B_{\text{merkez}} = \mu_0 i \frac{N}{L} \quad (5.11)$$

Bobinin merkezindeki manyetik alanın büyüklüğü Eşitlik (5.11) ile verilir iken bobinin uçlarındaki ($x = L$) manyetik alanın büyüklüğü bu değerin yarısı kadardır.

$$B_{uç} = \frac{1}{2} \mu_0 i \frac{N}{L} \quad (5.12)$$

NOT: $1T = \frac{N}{C.m/s} = \frac{N}{A.m} = 10^4 G, \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T.m/A$

DENEYİN YAPILIŞI

Deneyimiz iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci olarak farklı sarımlı ve yarıçaplı tellerin üzerinden sabit değerli bir doğru akım geçirildiğinde yuvarlak telin merkezinde oluşan manyetik alan büyüklüğünden μ_0 manyetik alan sabitinin bulunmasıdır. Bunun için öncelikle Şekil 5.4’deki devreyi kurun.



Şekil 5.4. İletken telin oluşturduğu manyetik alanın ölçülmesi devresi

A) Dairesel Tel Üzerinden Geçen Manyetik Alanın Ölçülmesi

1. Devre kurulduktan sonra öncelikle 3 cm yarıçaplı dairesel tellerden 1 sarımlı olanı yerleştirin.
2. Doğru akım kaynağını açın (açmadan önce amplitude ayarının en düşükte olduğundan emin olun).
3. Doğru akım kaynağı üzerindeki amplitude ayarını kullanarak 3A’ye ayarlayın.
4. Gaussmetreyi açın.
5. Gauss-militesla ayarından (Gs/mT) gauss skalasına geçin (bunun yapılmasının sebebi gaussun daha hassas olmasıdır. Çünkü $10^4 Gs = 1 T$).
6. Gaussmetre üzerindeki “RANGE” tuşunu kullanarak skalayı virgulden sonra $1/10$ hassasiyete getirin.

7. Gaussmetrenin probunun ucunun, kullanılan dairesel telin merkezinde olmasına dikkat edin.
8. Aynı işlemi 2, 3, 4 sarımlı dairesel teller için tekrarlayın ve Tablo 5.1' e kaydedin.
9. Okunan manyetik alan değerlerine karşı sarım sayısı grafiğini çizin. Her yarıçap için çizimleri aynı grafik kâğıdına farklı renkte çizin.
10. Grafiğin eğiminden ve Eşitlik 5.7'i kullanarak manyetik alan sabitini hesaplayın (okuduğunuz manyetik alan değerini SI birimi olan Tesla'ya çevirmeyi unutmayın).
11. Üçünün ortalamasını alarak elde edeceğiniz deneysel değerınızı, manyetik alan sabitinin kuramsal değeriyle karşılaştırarak, hata hesabı yapın.

Tablo 5.1. Dairesel tel üzerinden geçen manyetik alanlar için deneysel değerler

Yarıçap R (cm)	Sarım Sayısı N	Manyetik Alan B (Gauss)	Manyetik Alan B (mT)
3	1		
	2		
	3		
	4		
6.1	1		
	2		
	3		
	4		

B) Yer Değiştirmeye Bağlı Olarak Manyetik Alanın Değişimi

1. Gaussmetrenin probunun ucunu bobinin tam ucuna yerleştirin (probun ucunun bobinin kesit alanının tam merkezinde olmasına dikkat edin).
2. Akım değerini 0.8 A'e ayarlayarak bobinlere sabit voltaj uygulayın.
3. Probu raya bağlayan parçanın bir noktasını referans alarak yavaş hareketlerle bobinin içine doğru hareket ettirin.
4. 1 cm aralıklarla Gaussmetreden okunan manyetik alan değerlerini Tablo 5.2'ye not edin.
5. Bobinin tam ortasında okunan manyetik alan değerini yorumlayın.
6. $x = L/2$ iken okunan manyetik alan ile Eşitlik 5.10'u kullanarak hesaplayacağınız manyetik alan değerini karşılaştırınız (okuduğunuz manyetik alan değerini SI birimi olan Tesla'ya çevirmeyi unutmayınız).
7. Aynı işlemleri farklı sarımlı fakat aynı boylu ve yarıçaplı bobinler için tekrarlayınız.

Tablo 5.2. Yer değiştirmeye bağlı olarak manyetik alan için ölçümler

X (cm)	Bobin 1	Bobin 2
	N =..... R =.....cm L =.....cm	N =..... R =.....cm L =.....cm
	<i>B (mT)</i>	<i>B (mT)</i>
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

C) Bobinin Merkezindeki Manyetik Alan

1. Akım değerini 0.8 A'e ayarlayarak bobinlere sabit voltaj uygulayın.
2. Hall probunu farklı sarım sayılı bobinler için bobinin tam merkezine geldiğinde ($x = L/2$) manyetik alanın değerini okuyarak Tablo 5.3'e kaydedin.
3. Eşitlik 5.12'den manyetik alanını hesaplayınız ve ölçülen değerler ile karşılaştırarak hata hesabı yapınız.

Tablo 5.3. Bobinin merkezindeki manyetik alan için ölçüm değerleri tablosu

<i>N</i> (sarım sayısı)	<i>L</i> (bobinin boyu cm)	<i>R</i> (yarıçap cm)	<i>B</i> (manyetik alan mT)

SORULAR

1. Bobinin ucundan başlayarak gaussmetrenin probu içeri doğru hareket ettirildiğinde okunan manyetik alan büyüklükleri nasıl değişiyor? Bu değişimin sebebini yorumlayınız.
2. Dairesel tellerde oluşan manyetik alan büyüklükleri neden bobinlerin yarattığı manyetik alandan küçüktür

YARARLANILAN KAYNAKLAR

1. RENKO (Rentech) Ltd. Şti. Fizik Deney Föyleri, Ankara, 2014
2. PHYWE, Laboratory Experiments Physics Catalogue, Göttingen, Germany, 2005.
3. Fen ve Mühendislik için Fizik 2, Raymond A. Serway
4. Fizik-II Deney Kılavuzu Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Erzurum, 2002. Yayımlanmamış.
5. Fizik-II Elektrik ve Manyetizma Deney Kılavuzu, 19 Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 2016, Yayımlanmamış
6. Fundamentals of Physics, Halliday & Resnick, Jearl Walker, Tenth Edition, Wiley
7. General Physics II Laboratory, Trinh Thanh Thuy, International University-VNU-HCMC
8. General Physics Laboratory Handbook, Department of Physics and Astronomy Howard University, Washington, DC 20059.

ÖRNEK DENEY RAPORU FORMU

(KAPAK SAYFASI)

DENEY – NO

(Yapılan Deneyin Adı)

Adı-Soyadı	:
Numarası	:
Bölümü	:
Şube	: (Öğrenci A1, A2, A3, A4 B1, B2, B3, B4'ten hangi grupta ise o yazılacak)
Deneyin yapıldığı tarih	:
Rapor teslim tarihi	:
Öğrencinin imzası	:

.../.../2022

Sorumlu Asistanın Adı-Soyadı İmzası

DENEYİN AMACI:

Deneyin amacı kısa, sade ve net bir biçimde yazılır.

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇ:

Deneyde kullanılan alet ve araç-gereçlerin isimleri yazılır.

TEORİK BİLGİ:

Gerçekleştirilen deneyin dayandığı kuramlar, gerekli tanımlar kısaca anlatılır, önemli eşitlik, grafik ve denklemler ilgili kaynaklara atıf yapılarak verilir. Deneyin anlam ve önemi üzerinde durulur, Fizikteki öneminden ve diğer gerekli temel bilgilerden bahsedilir. Bu bölüme yazılanlar konunun temelini teşkil etmeli, fazla, gereksiz ve tekrar bilgilerden kaçınılmalı, sade ve net bir şekilde yazılmalıdır.

DENEYİN YAPILIŞI:

Bu bölümde deneyde kullanacağınız özel bir metot varsa adı ve sırasıyla işlem metodun basamakları yazılır ve ardından da deneyin yapıışı anlatılır. Deneyin yapıışı paragraf, liste ya da şematik olarak (ancak detaylı şekilde) anlatılabilir.

- Edilgen bir dil kullanılmalıdır.
- Birden fazla kısım varsa alt başlıklar halinde anlatılmalı.

ELDE EDİLEN VERİLER:

Deneyde elde ettiğiniz veriler yazılır. Veriler ile ilgili açıklama ve yorum bu kısımda yapılmaz.

HESAPLAMA/ANALİZ

- Veri bölümüne yazdığınız rakamsal veriler ile yaptığınız matematiksel hesaplamalar bu bölüme yazılır.
- Deney esnasında ve deney tamamlandıktan sonra yapılan hesaplamalar ve grafikler verilerek açıklamalarda bulunulur.
- İlk olarak hesapları yaparken kullandığınız formül ve bağıntıların yazılması (düzenli olması) gerekmektedir. Sonra hesaplamalara başlanmalıdır. Daha sonrasında hesaplanmış değerlerin birimleri yazılmalıdır. Birimler belirtilmemiş ise bunlarda gerekli formüller kullanılarak türetilmelidir.

GRAFİK/TABLO:

Ölçülen değerler ve hesaplamalar sonucu çizilmesi ya da oluşturulması gereken grafik veya tablolar bu bölüme yazılır. Grafikler milimetrik kâğıda çizilmelidir. Çizdiğiniz grafiği kesip kendi raporunuza ekleyebilirsiniz veya tam sayfa grafiklerinizi sayfa sırasını kaybetmeden raporun içine de ekleyebilirsiniz.

Grafik nasıl çizilir?

En başta uygun grafik kağıdının (logaritmik, lineer...) seçilmesi ile işe başlanmalıdır. Sonra hangi eksene hangi değişkenin yazılması gerektiğine karar verilmelidir. Genel bir kural olarak, bağımsız değişken x-eksenine bağlı değişkende y-eksenine yerleştirmek gerekir. Ek olarak eksenlerin ölçekleri de ayarlanmalıdır. Ölçeklerin ayarlanmasında en büyük veriden (data) en küçük veri (data) çıkarılır ve eksenin uzunluğuna bölünür. EN

MANTIKLI ÖLÇEĞİ SEÇMEYİ UNUTMAYIN. Gerekliyse grafiğin eğimini hesaplayın. Son olarak, EKSENLERE BİRİM YAZMAYI UNUTMAYIN.

Tablolar nasıl oluşturulur?

Elde ettiğiniz bütün verilerin düzenli bir şekilde tabloya döküldüğü bölümdür. Bir tabloda bulunan bütün değerlerin birimleri, ilgili yerlere yazılmalıdır.

SONUÇ/ TARTIŞMA/ÖNERİ:

Elde edilen deneysel sonuçların teorik değerlerden farklılık nedenleri, sonuçların anlamı ve mümkünse hassasiyet, doğruluk ve tekrarlanabilirlik ölçüleri verilir. Deney sonucunun olumlu veya olumsuz olmasının sebepleri, Deneyde hatalı yaptığınızı düşündüğünüz noktalar veya beklemediğiniz dış etkenlerin etkileri, Varsa daha sonra kullanmak ya da bu deneyi daha sonra yapacak olanlar için öneriler bu bölümde belirtilir. Bunlar farklı paragraflar halinde de yazılır. Kısaca deneyden ne öğrendiğinizi belirte bilirsiniz. Deneyi daha önce anlattığımız için, İŞLEM BASAMAKLARINI TEKRAR YAZMAYIN.

KAYNAKÇA:

Faydalanan kaynaklar sıralanır.