

GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ELEKTRİK DEVRELERİ LABORATUVARI 1

DENEY FÖYLERİ

İçindekiler

LABORATUVAR KURALLARI VE GİRİŞ **3**

1 DENEY-1: AVOMETRE, OSİLOSKOP VE İŞARET ÜRETİCİ KULLANIMI **4**
1.1 Hazırlık Çalışması . . . 4
1.2 Deneyin Amacı . . . 4
1.3 Ön Bilgi . . . 4
1.3.1 Avometre . . . 4
1.3.2 Osiloskop . . . 5
1.3.3 İşaret Üretici (Sinyal Jeneratörü) . . . 6
1.4 Deneyin Yapılışı . . . 7

2 DENEY-2: OSİLOSKOP DENEYİ **9**
2.1 Hazırlık Çalışması . . . 9
2.2 Deneyin Amacı . . . 9
2.3 Ön Bilgi . . . 9
2.3.1 Osiloskobun Tanıtılması . . . 9
2.3.2 Osiloskop ile Yapılan Ölçümler . . . 10
2.4 Deneyin Yapılışı . . . 11

3 DENEY-3: AKIM, GERİLİM VE DİRENÇ ÖLÇÜMÜ **14**
3.1 Hazırlık Çalışması . . . 14
3.2 Deneyin Amacı . . . 14
3.3 Ön Bilgi . . . 14
3.3.1 Direnç Ölçümü . . . 14
3.3.2 Akım Ölçümü . . . 15
3.3.3 Gerilim Ölçümü . . . 15
3.4 Deneyin Yapılışı . . . 16

4 DENEY-4: OHM KANUNU VE KIRCHHOFF YASALARI **18**
4.1 Hazırlık Çalışması . . . 18
4.2 Deneyin Amacı . . . 18
4.3 Ön Bilgi . . . 18
4.3.1 Ohm Kanunu . . . 18
4.3.2 Kirchhoff'un Akım ve Gerilim Yasaları . . . 18
4.4 Deneyin Yapılışı . . . 18

5 DENEY-5: THEVENIN, NORTON VE SUPERPOZİSYON TEOREMLERİ **21**
5.1 Hazırlık Çalışması . . . 21
5.2 Deneyin Amacı . . . 21
5.3 Ön Bilgi . . . 21
5.3.1 Thevenin Teoremi . . . 21
5.3.2 Norton Teoremi . . . 21
5.3.3 Süperpozisyon (Toplamsallık) Teoremi . . . 22
5.4 Deneyin Yapılışı . . . 22

6 DENEY-6: DOĞRU AKIM KÖPRÜLERİ **25**
6.1 Hazırlık Çalışması . . . 25
6.2 Deneyin Amacı . . . 25
6.3 Ön Bilgi . . . 25
6.3.1 Wheatstone Köprüsü . . . 25
6.4 Deneyin Yapılışı . . . 26

7 DENEY-7: RC VE RL DEVRELERİ **27**

7.1 Hazırlık Çalışması . . . 27
7.2 Deneyin Amacı . . . 27
7.3 Ön Bilgi . . . 27
7.3.1 Kondansatör ve RC Devresi . . . 27
7.3.2 Bobin ve RL Devresi . . . 28
7.4 Deneyin Yapılışı . . . 29

8 DENEY-8: DA DEVRELERİNDE GÜÇ ÖLÇÜMÜ 31
8.1 Hazırlık Çalışması . . . 31
8.2 Deneyin Amacı . . . 31
8.3 Ön Bilgi . . . 31
8.3.1 Maksimum Güç Teoremi . . . 31
8.4 Deneyin Yapılışı . . . 31

LABORATUVAR KURALLARI VE GİRİŞ

Giriş

Laboratuvar dersinde öğrencilerin başarısını belirleyen iki ana öge bulunmaktadır: deney sırasındaki performansları ve deney raporları. Ayrıca, öğrencilerin deneye hazırlık yaparak gelmeleri de büyük bir öneme sahiptir. Bu hazırlık, öğrencilerin deney föylerini gözden geçirmelerini, deneyle ilgili hazırlık sorularını araştırıp cevaplamaları ve bu sayede gerekli temel bilgiyi edinmelerini içerir. Öğrencinin bir deneyden alacağı puan, deney raporu, deney sırasında öğrenciye sorulacak sorular ve öğrencinin deney sırasındaki başarısı dikkate alınarak hesaplanacaktır.

Deneylerde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

YAPMAYINIZ:

1. Laboratuvarda kesinlikle yalnız çalışmayınız.
2. Laboratuvara yiyecek, içecek getirmeyiniz.
3. Deney masaları üzerine sıvı içeren bir şey koymayınız.
4. Deneyin dışında başka bir işle meşgul olmayınız.
5. Kullanımını bilmediğiniz cihazları kullanmayınız.
6. Deney sorumlusu kurduğunuz devreyi kontrol etmeden deney düzeneğine kesinlikle enerji vermeyiniz.
7. Enerji altında olup olmadığını bilmediğiniz makine parçalarına dokunmayınız.
8. Laboratuvarda yüksek sesle konuşmayınız.

YAPINIZ:

1. Deneye gelirken deney föyünüzü ve hesap makinenizi mutlaka getiriniz (Deney föyü yanında olmayan öğrenciler deneye alınmayacaktır.).
2. Deneyde devreleri kurarken enerji kapalı olmalıdır.
3. Deney devrenizi kurarken cihazları kapalı tutunuz.
4. Deney föyünüzü deneye gelmeden önce okuyunuz ve gerekli ön hazırlığı mutlaka yapınız.
5. Deney bitince cihazları kapatınız ve enerjiyi kesiniz.
6. Doğruluğundan emin olmadığınız bağlantıları her zaman deney sorumlusuna gösteriniz.
7. Deney esnasında yolunda gitmeyen bir durum fark ettiğiniz anda vakit kaybetmeden deney sorumlusuna haber veriniz.
8. Laboratuvardan ayrılırken bütün cihazları kapatınız, cihazları ve kabloları yerlerine koyunuz.
9. Deneylere giriş için zamanında (ders saatinden 5 dakika önce) laboratuvar önünde hazır bulununuz.

1 DENEY-1: AVOMETRE, OSİLOSKOP VE İŞARET ÜRETİCİ KULLANIMI

1.1 Hazırlık Çalışması

1. Voltmetre ve ampermetre devreye nasıl bağlanır?
2. Osiloskopta hangi tür işaretler görülür?
3. Osiloskobun probunda hangi tür devre elemanı vardır?
4. Avometre ile hangi büyüklükler nasıl ölçülür?
5. Frekans ve periyot arasındaki ilişki nedir? Osiloskopta frekans ölçümü nasıl yapılır?

1.2 Deneyin Amacı

Bu deneyde elektrik devrelerindeki akım, gerilim, direnç gibi fiziksel büyüklüklerin ölçülmesi konusu incelenecektir. Öncelikle bu büyüklüklerin ölçülmesinde kullanılan ölçü aletleri tanıtılacak, ardından basit bir elektrik devresi deney seti kurulacak ve devredeki akım ve gerilim değerleri ölçülecektir. Bu değerlerin Kirchhoff'un akım ve gerilim yasalarına uyup uymadığı kontrol edilecektir. Ayrıca elektriksel büyüklüklerin zamana göre değişim biçimlerini incelemede çok büyük önemi olan osiloskopta gerilim, akım, zaman ve frekans ölçümlerinin nasıl yapılacağı gösterilecektir.

1.3 Ön Bilgi

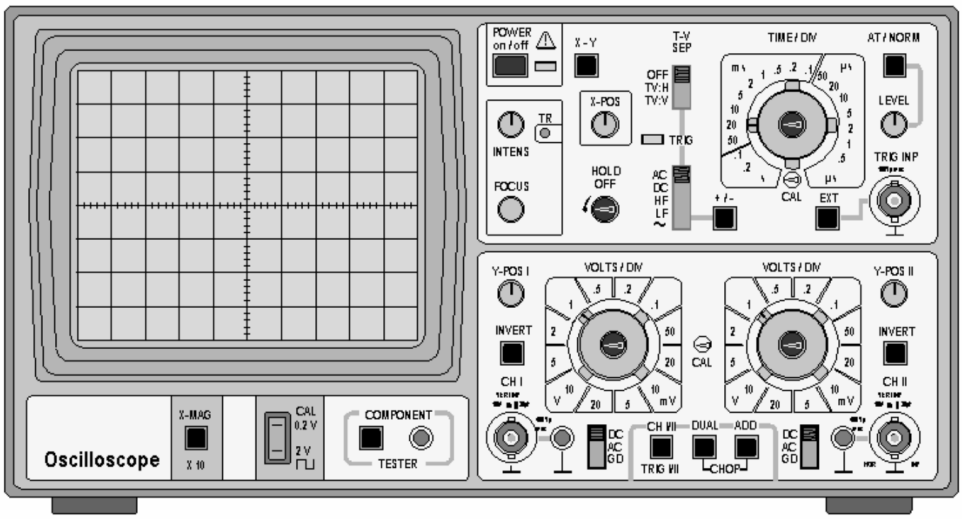
1.3.1 Avometre

Bir elektrik devresindeki temel büyüklükler, devre elemanları üzerindeki akım ve gerilim değerleridir. Bu büyüklükleri ölçmek için aslında kendileri de elektrik devreleri olan ölçü aletlerini kullanırız. Akım ölçmek istiyorsak, ölçeceğimiz akımı üzerinden geçen akımın değerini bize bildirecek bir devreden (ölçü aletinden) geçirmemiz gerekir, yani ölçü aletini devreye seri olarak bağlamalıyız. Gerilim ölçmek istiyorsak, uçlarına uygulanan gerilim değerini gösteren bir devreye (ölçü aletine) ölçmek istediğimiz gerilimi uygulamamız gerekir, yani ölçü aletini devreye paralel olarak bağlamalıyız. Bu ölçü aletleri, aşağıda tanıtacağımız avometre ve osiloskoptur. Avometre, üzerindeki anahtar kullanılarak isteğe göre bir ampermetre ya da voltmetre olarak kullanılabilen bir ölçme aletidir. Ayrıca elemanların direnç değerlerini de ölçebildiği için amper, volt ve ohm ölçebilen bir cihaz anlamında avometre adını almıştır. Osiloskop ise yalnızca gerilimi ölçer, ancak buna karşın devredeki bir gerilimin zamana göre değişimini ayrıntılı bir şekilde gösterir. Genel olarak, ölçme sürecindeki temel sorun, ölçme aletinin ölçüm yaptığımız sistemi etkilememesini sağlamaktır. Ancak her ölçü aletinin bir iç direnci olduğundan, akım ölçerken bu iç direnç akımını ölçeceğimiz elemana seri, gerilim ölçerken ise elemana paralel bağlanarak devredeki elektriksel büyüklükleri değiştirir. Bu kaçınılmaz sorunu azaltmanın yolu, ampermetre için iç direncin çok küçük, voltmetre için ise çok büyük olmasını sağlamaktır.

Analog avometreler (Şekil 1.1.a) ve dijital avometreler (Şekil 1.1.b), iç dirençleri nedeniyle ölçüm yapılan devreyi etkileyebilir. Dijital avometrelerin gerilim ölçümündeki giriş dirençleri genellikle yüksektir. Bu giriş direnci, ölçüm yapılan uçlardan görülen devrenin eşdeğer direncinden çok büyük olduğunda yükleme etkisi küçük olur; ancak özellikle yüksek dirençli devrelerde bu etki ihmal edilemeyebilir. Akım ölçümünde ise avometrenin iç direnci devreye seri olarak eklenerek ölçülen akımı değiştirebilir. Deneylerimiz boyunca dijital avometre kullanacağız. Not: Analog avometre kullanmanız durumunda, her bir kademe için iç direnç değerlerinin avometrenin arkasındaki etikette yazılı olduğunu bilmelisiniz. Bu değerleri hesaba katarak ölçüm yaparsanız, daha doğru sonuçlar elde edebilirsiniz. Kullanacağımız dijital avometrenin görüntüsü Şekil 1.1.b'de verilmiştir. Görüldüğü gibi, bir ayar düğmesi ile neyi ölçeceğimizi belirtmemiz gerekir. Daha sonra, gerilim ya da direnç ölçeceksek, kullandığımız problardan birini (problar, ölçü aleti ile devre arasında elektriksel bağlantıyı sağlayan kablolardır) ölçü aletinin COM girişine, diğerini ise V girişine takmalıyız. Akım ölçmek için ise problardan birini yine COM girişine, diğerini ise 10 A girişine takmalıyız. Akım girişinde 10 amperlik bir sigorta bulunmaktadır. Deney boyunca bu girişten 10 amperden yüksek akımlar geçmemelidir. Ölçü aletinde daha düşük değerlerde sigorta bulunan mA ve μA girişleri de mevcuttur, ancak bu deneyde bu girişleri kullanmayacağız.



Şekil 1.1: a) Analog avometre, b) Dijital avometre.



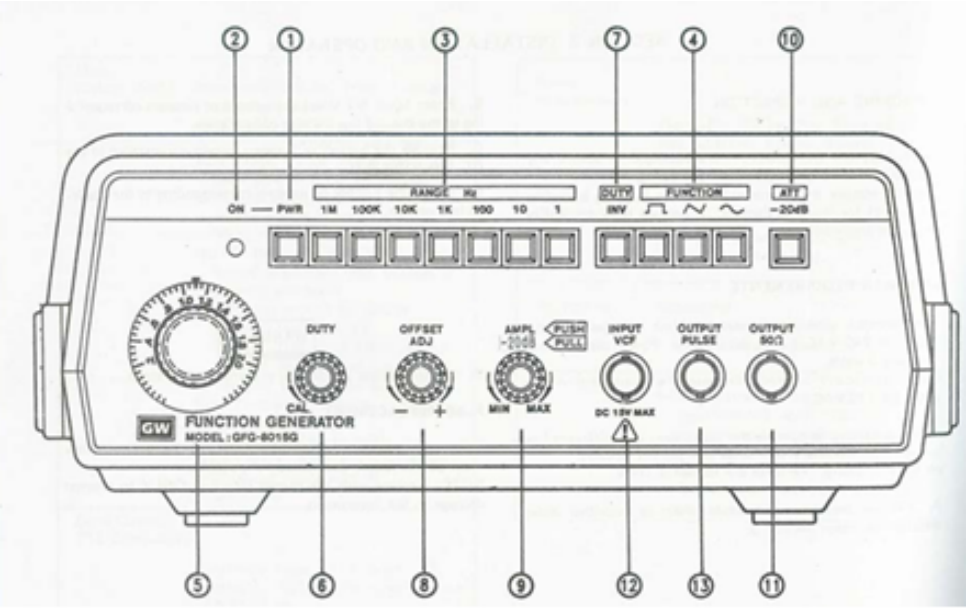
Şekil 1.2: Analog osiloskobun ön yüzü.

1.3.2 Osiloskop

Osiloskobun çalışma ilkesi ve iç yapısı ilerleyen deneylerde ele alınacaktır. Bu deneyde, kullanım için gereken temel bilgiler verilecektir. Osiloskop, temel olarak periyodik işaretleri durağan bir şekilde gözlemlemek için kullanılır, ancak daha detaylı kullanım alanlarına sahip olup, anlık işaretleri de gözlemlemeye imkan tanıyan bir ölçü aletidir.

Şekil 1.2'de görülen osiloskop, 2 kanallı analog bir cihazdır. CH1 ve CH2 prob girişleridir. Her kanalın yanında bulunan VOLTS/DIV anahtarı, ekrandaki bir düşey karenin kaç voltluk değişime karşılık geldiğini ayarlamak için kullanılır. TIME/DIV anahtarı ise yatay bir karenin kaç saniyeye karşılık geldiğini ayarlamak içindir. Osiloskobun çalışma prensibini şu şekilde özetleyebiliriz:

- Osiloskobun açma-kapama (ON-OFF) anahtarı kapalı konumdayken, odaklama (FOCUS) ve ışık şiddeti (INTENSITY) düğmeleri en küçük konumda olmalıdır.
- Düşey ve yatay konumu kontrol düğmeleri yaklaşık olarak ortada olmalıdır.
- Başka bir işaretle senkronizasyon sağlamak amacıyla (EXT) düğmesi, dışarıdan alınan herhangi bir işarete göre senkronizasyon istenmediği sürece kapalı konumda olmalıdır.
- Yukarıda belirtilen hususlara dikkat ettikten sonra osiloskobu elektrik prizine bağlayınız.
- Açma-kapama (ON-OFF) anahtarını ON konumuna getiriniz.



Şekil 1.3: İşaret üreticinin ön yüzü.

- Osiloskobun ısınmasını bekleyiniz. Daha sonra, ışık çizgisi ekranda görülebilecek kadar INTENSITY düğmesiyle ışık şiddetini ayarlayınız. Eğer çizgi ekranda görülmüyorsa, X-Y POSITION adı verilen konum kontrol düğmeleri yardımıyla ışık çizgisini bulunuz. Daima INTENSITY'yi mümkün olduğunca düşük seviyelerde tutunuz. Çünkü, ışıklı çizgi çok parlak olursa ekranın floresan maddesi daha çabuk tükenecektir.
- Odaklama (FOCUS) düğmesi ile ışıklı çizginin netliğini ayarlayınız.
- Konum kontrollerini X-Y POSITION ile kullanarak çizgiyi ortalayınız.
- AT/NORM düğmesini kapalı konuma getirerek tetiklemenin otomatik yapılmasını sağlayınız.
- TIME/DIV düğmesini 10 ms ya da daha kısa bir zamana ayarlayınız.

Osiloskop, bir voltmetre gibidir. Süpürme gerilimi uygulandığında, düşey girişe uygulanan sinüsoidal bir gerilimin zamana göre değişimi ekran üzerinde görülür. Düşey sapmanın uzunluğu okunarak giriş işaretinin tepeden tepeye değeri elde edilebilir. Burada istenirse işaretin etkin değeri de hesaplanabilir.

Osiloskoplar genellikle gerilim ölçmek için kullanılır. Dolaylı olarak akım ölçmek mümkündür. Akım ölçmenin bir yolu, değeri bilinen doğrusal bir direnç kullanarak bu direnç uçlarındaki gerilimi ölçmek ve Ohm yasasından yararlanmaktır. Endüktans göstermeyen, genellikle 1 ohm değerinde bir direnç seçilir. Bu durumda gözlenen gerilim, ölçülmek istenen akımla aynı biçimde ve sayısal değerde olur.

Süpürme gerilimi uygulandığında, osiloskobun zaman devresi TIME/DIV anahtarıyla dalga şekli ekranda elde edilir. Şekilde yatay bölmeler, okunabilir bir konuma getirilir. Bu durumda, zaman= yatay uzunluk * (time/div) olmaktadır.

Periyodik bir işaretin frekansı, osiloskop ekranında ölçülen periyodundan hesaplanabilir. İşaretin bir tam periyodunun kapladığı yatay bölme sayısı, TIME/DIV ayarının gösterdiği bölme başına süreyle çarpılarak periyot T bulunur. Ardından frekans, f= 1/T bağıntısıyla hesaplanır. Periyot saniye (s) cinsinden alındığında frekans hertz (Hz) cinsinden elde edilir.

1.3.3 İşaret Üretici (Sinyal Jeneratörü)

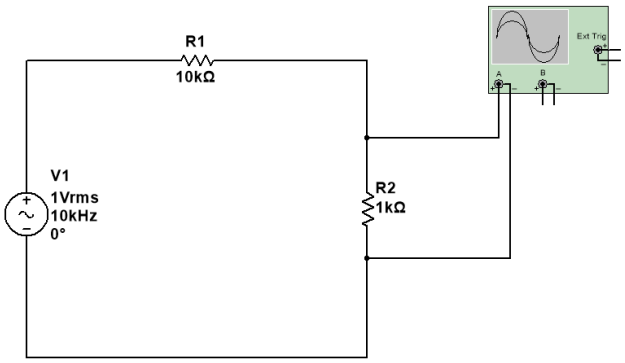
İşaret üretici, belirli üst ve alt sınırlar arasında, istenilen genlik ve frekans değerinde sinüs, kare, üçgen gibi dalga şekillerini üretebilir. Frekansı ayarlarken önce çalışılacak alan (RANGE) seçilir; sonra FREQUENCY düğmesiyle hassas bir ayar yapılarak istenilen frekans elde edilir. Şekil 1.3 örneği verilen işaret üreticisinin en önemli bileşenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Açma-kapama düğmesi.
2. İşaret üreticisinin çalışır durumda olduğunu gösteren düğme.
3. Frekans kademeleri düğmeleri.
4. Dalga şekilleri düğmeleri.
5. Çarpan katsayı, frekans kademesindeki değeri 0,2 ile 2,0 arasındaki bir sayı ile çarparak çalışmayı istediğimiz frekans değerine ayarlamamızı sağlar.
6. Dalga şeklinin zaman simetrisini kontrol eden düğme.
7. Zaman simetrisini tersine çeviren düğme.
8. Çıkış işaretinin doğrudan akım düzeyini ayarlamaya yarayan anahtar.
9. Çıkış işaretinin genliğini ayarlayan düğme.
10. Bu düğmeye basıldığında çıkış işaretinde 20 dB'lik bir zayıflama oluşur.
11. Kare, üçgen ve sinüs dalga şekillerinin elde edilebildiği çıkış.
12. Frekans aralığını dışarıdan taramak için kullanılan giriş (VCF: voltage-controlled frequency).
13. TTL mantık devrelerini sürmek için kullanılan çıkış.

1.4 Deneyin Yapılışı

Deney-1:

1. Deney föyündeki bilgileri dikkatlice okuyunuz ve anlamaya çalışınız.
2. Sorumlu kişi gözetiminde osiloskobunuzu çalıştırınız, problarını takınız ve kontrol ediniz.
3. İşaret üreticiyi çalıştırarak ve genliğini değiştirerek 5 V etkin değerde bir sinüs işareti elde ediniz. Bu değeri voltmetre ile kontrol ediniz.
4. İşaret üreticisini 50 Hz konumuna getiriniz.
5. İşaret üreticisini osiloskobun birinci kanalına (CH1) bağlayarak ürettiğiniz işareti ekranda görünüz. Eğer bu işaret ekrana sığmıyor ya da çok küçükse; Volt/Div ve Time/Div seçenekleri ile ekrana sığacak ve periyodu rahatça okunabilir hale getirecek şekilde ayarlayınız.
6. Diğer sağ, sol ve yukarı-aşağı düğmeleri ile işareti tam ortalayınız.
7. Bu işaret AC veya DC kuplajında gözlemlenebilir; ancak AC kuplajı düşük frekanslarda işaretin genliğini ve dalga şeklini etkileyebilir. GND konumuna geçerek ekranda görünen yatay çizgiyi, ilgili kanalın düşey konum düğmesi yardımıyla ekranın ortasına getiriniz. Ardından işareti gözlemlemek için yeniden AC veya DC kuplajını seçiniz.
8. Periyot ve genlik değerlerini ölçerek hesaplayınız. Hesapladığınız değerlerin doğruluğunu kontrol ediniz. Eğer doğruysa ölçümlere devam ediniz, değilse cihaz ayarlarını sorumlu kişi ile kontrol ediniz.
9. Aynı periyot ve genlik ölçümlerini, DC ofseti sıfır olan simetrik kare ve üçgen dalgalar için de tekrarlayınız. Sinüs işaretine göre kalibre edilmiş ve gerçek RMS ölçmeyen avometreler, bu dalgaların etkin değerini doğru göstermeyebilir. Bu nedenle etkin değerleri, osiloskopta ölçülen tepe değeri $V_{\max}$ üzerinden kare dalga için $V_{\text{etkin}} = V_{\max}$, üçgen dalga için $V_{\text{etkin}} = V_{\max}/\sqrt{3}$ bağıntılarıyla hesaplayınız.
10. Gördüğünüz şekilleri ve bulduğunuz sonuçları not ediniz. Gerekiyorsa fotoğrafını çekebilirsiniz.



Şekil 1.4: Deney 2 devre şeması.

Deney-2:

1. İşaret üreticiden elde edilecek sinüsoidal ve kare dalga işaretleri için gerilimleri 1 V, frekansları da $f = 800\,\text{Hz}$ ve $20\,\text{kHz}$ olarak ayarlayınız. Osiloskop ile işaret üretici arasındaki bağlantıyı sağlayarak osiloskop ekranında görülen işareti düşey ve yatay saptırma çarpanı katsayılarını göz önüne alarak çiziniz.

2. Şekil 1.4'teki düzeneği kullanarak 1 V'luk $f = 10\,\text{kHz}$ frekansında sinüsoidal gerilim için devreden geçen akımı osiloskop kullanarak bulunuz. Bulduğunuz akım değerini ve devrede kullanılan direnç değerlerini kullanarak işaret üreticiden elde edilen gerilim değerine ulaşmaya çalışınız.

Raporda İstenenler

1. Şekil 1.4'teki $1\,\text{k}\Omega$'luk direncin gerilimini kullanarak devre akımını bulunuz. Bu akımı kullanarak işaret üreticiden alınan sinüs işaretini yaklaşık olarak elde ediniz.

2. Bir benzetim yazılımında (örneğin LTspice'ta) Şekil 1.4'teki $1\,\text{k}\Omega$'luk direncin gerilimini zamana göre çizdirip, çıktı alınız.

3. Deneylerde elde edilen grafikleri A4 boyutlu milimetrik kağıtlara ölçekli çiziniz.

4. Hazırlık çalışmasındaki soruları cevaplayarak rapora ekleyiniz.

2 DENEY-2: OSİLOSKOP DENEYİ

2.1 Hazırlık Çalışması

1. Osiloskobun çalışma prensibi nedir? Araştırınız.
2. Osiloskopta ölçülen elektriksel büyüklük nedir? Osiloskopla akım ölçülebilir mi? Araştırınız.
3. Kalibrasyon nedir? Osiloskopta kalibrasyon nasıl yapılır? Araştırınız.
4. Katot ışınlı tüp ve elektron tabancası nedir? Araştırınız.
5. Osiloskopta faz ölçümü nasıl yapılır? Araştırınız.

2.2 Deneyin Amacı

Bu deneyde, analog osiloskop yardımıyla öğrencilere genlik, faz farkı ve frekans gibi çeşitli büyüklüklerin nasıl ölçüleceği öğretilmesi amaçlanmıştır.

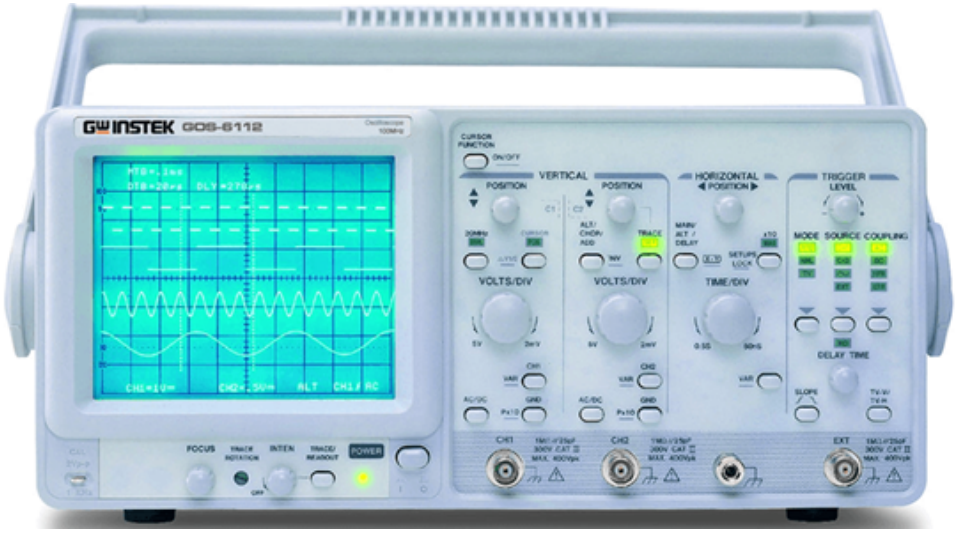
2.3 Ön Bilgi

Osiloskoplar, ekranda zamana göre değişen gerilim grafiğini gösterir ve bu grafikten yararlanarak birçok ölçüm yapma imkânı sunar.

2.3.1 Osiloskobun Tanıtılması

Şekil 2.1'de osiloskopun ön yüzü verilmektedir. Buradaki bileşenleri ve işlevlerini aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

- POWER: Osiloskobu açma-kapama düğmesi.
- INTEN: Osiloskoptaki işaretin parlaklığını (yoğunluğunu) ayarlar.
- TRACE ROTATION: Osiloskoptaki işaretin yatay düzlemde eksen çizgisine göre ayarlanmasını sağlar.
- FOCUS: Osiloskoptaki işaretin netliğini ayarlar.
- CAL 2Vp-p: Kalibrasyon için tepeden tepeye değeri 2V olan 1kHz'lik referans işaret sağlar.
- 20MHz BWL: Bant genişliğini yaklaşık 20 MHz olarak ayarlar.
- CH1 POSITION: CH1 (Kanal 1) için düşey konumunu ayarlamak ve CURSOR FUNCTION ile ölçüm yapmak için kullanılır.
- CH2 POSITION: CH2 (Kanal 2) için düşey konumunu ayarlamak için kullanılır.
- ALT/CHOP/ADD-INV: Osiloskobu ALTERNATE (atlamalı), CHOPPER (kıyımlı), ADD (toplama) ve INV (tersini alma) modunda çalıştırmak için kullanılır.
- CH1 VOLTS/DIV: Kanal 1'in hassasiyetini ayarlar. Bu düğme ile düşey saptırma çarpanı seçimi yani düşey eksenin ölçeklendirilmesi yapılır. Bu sayede ekrandaki yatay çizgilerin arasının kaç voltluk gerilime karşılık düştüğü ayarlanır. Ayar değeri genlik ölçümünde kullanılır (2mV/div - 5V/div).
- CH2 VOLTS/DIV: Kanal 2'nin hassasiyetini ayarlar. Bu düğme ile düşey saptırma çarpanı seçimi yani düşey eksenin ölçeklendirilmesi yapılır. Bu sayede ekrandaki yatay çizgilerin arasının kaç voltluk gerilime karşılık düştüğü ayarlanır. Ayar değeri genlik ölçümünde kullanılır (2mV/div - 5V/div).
- CH1-VAR: Ölçüm için CH1'deki işareti seçer.



Şekil 2.1: Osiloskobun ön yüzü.

- CH2-VAR: Ölçüm için CH2'deki işareti seçer.
- CH1 AC/DC: CH1 için AC veya DC kuplajı seçimi yapar.
- CH2 AC/DC: CH2 için AC veya DC kuplajı seçimi yapar.
- CH1 GND–P×10: Kısa süre basıldığında, CH1 kanalının düşey yükselteç girişi işaret girişinden ayrılarak cihaz içinde toprağa bağlanır ve ekranda sıfır gerilim referansı görüntülenir. Tekrar kısa süre basıldığında işaretin görüntülenmesine dönülür. Uzun süre basıldığında, 1:1 ve 10:1 prob katsayısı ayarları arasında geçiş yapılır. ×10 prob kullanıldığında 10:1 ayarı seçilmelidir. Bu ayar, ekranda gösterilen gerilim ölçeğinin ve imleçle yapılan gerilim ölçümlerinin probun zayıflatma katsayısına göre düzeltilmesini sağlar.
- CH2 GND–P×10: Kısa süre basıldığında, CH2 kanalının düşey yükselteç girişi işaret girişinden ayrılarak cihaz içinde toprağa bağlanır ve ekranda sıfır gerilim referansı görüntülenir. Tekrar kısa süre basıldığında işaretin görüntülenmesine dönülür. Uzun süre basıldığında, 1:1 ve 10:1 prob katsayısı ayarları arasında geçiş yapılır. ×10 prob kullanıldığında 10:1 ayarı seçilmelidir. Bu ayar, ekranda gösterilen gerilim ölçeğinin ve imleçle yapılan gerilim ölçümlerinin probun zayıflatma katsayısına göre düzeltilmesini sağlar.
- TIME/DIV: Zaman bazlı hızını ayarlar. Bu anahtar ile yatay tarama değerleri seçilerek yatay eksenin (zaman ekseni) ölçeklendirilmesi yapılır, yani yatay tarama hızı seçilir.

2.3.2 Osiloskop ile Yapılan Ölçümler

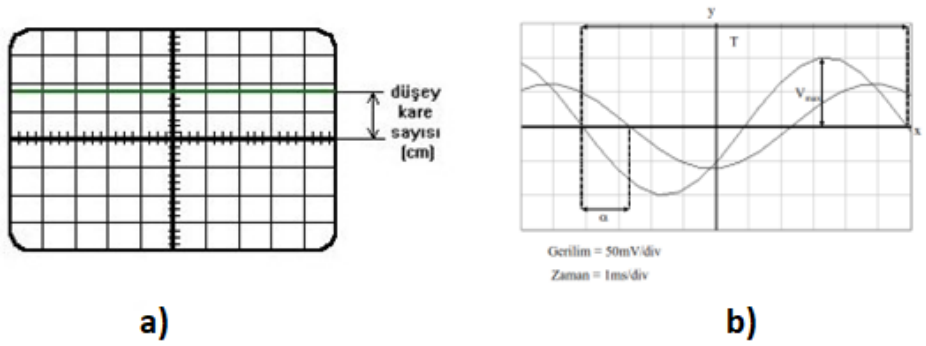
Bir osiloskop ile doğrudan gerilim ve zaman (periyot) değerleri ölçülebilir, ancak bu ölçümden yararlanarak akım, direnç, güç, frekans ve faz ölçümleri de dolaylı olarak yapılabilir. Bu ölçümlerin nasıl yapıldığı aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

Gerilim Ölçümü:

Doğru akım (DA veya DC) gerilimi Şekil 2.2.a'da gösterildiği gibi osiloskopta düz bir çizgi olarak görülür. Ekranda görünen DA geriliminin gerçek değerini bulmak için:

$$V = \text{prob çarpanı} \times \text{kare sayısı (düşey)} \times \text{Volts / DIV}$$

formülü kullanılır. **Not:** Bu formül, VOLTS/DIV değerinin prob katsayısını içermediği durum için geçerlidir. Prob katsayısı ekranda gösterilen VOLTS/DIV değerine zaten dâhil edilmişse, gerilim yalnızca düşey bölme sayısı ile bu değerin çarpılmasıyla hesaplanır; prob katsayısıyla tekrar çarpılmaz.



Şekil 2.2: a) DA ve b) AA gerilimlerinin osiloskop ekranında temsili görünümü.

Alternatif Akım (AA veya AC) geriliminin genliği ise osiloskop ekranında düşey (y-ekseni) eksende ölçülür. Genlik, ilk önce ekran üzerindeki kareler cinsinden belirlenir. Daha sonra VOLTS/DIV giriş zayıflatıcısı anahtarının üzerindeki işaretin gösterdiği değer ile kare sayısı çarpılarak gerilimin genliğini belirlenir. Şekil 2.2.b'de görüldüğü gibi gerilimin maksimum değeri 2 karedir ve osiloskoptaki ayarda her bir kare 50 mV'a ayarlanmıştır. Dolayısıyla gerilimin maksimum değeri:

$$V_{\text{max}} = 2 \times 50 \times 10^{-3} = 100\,\text{mV}$$

olarak hesaplanır. Gerilim dalga şeklinin etkin değerini hesaplayalım:

$$V_{\text{etkin}} = \frac{V_{\text{max}}}{\sqrt{2}} = \frac{100 \times 10^{-3}}{\sqrt{2}} \approx 70,71\,\text{mV}$$

olarak bulunur. Gerilimin etkin (efektif veya RMS olarak da adlandırılır) değeri avometre ile ölçüm yaptığımızda ölçeceğimiz gerilim değeridir.

Periyot Ölçümü:

Periyot ölçümleri yatay eksende yapılır. Dalga şeklinin bir periyodunun x ekseni yönündeki uzunluğu kareler cinsinden sayılarak belirlenir. Daha sonra TIME/DIV komutatörünün gösterdiği değer (örneğin burada 1 ms/div olsun) ile kare sayısı çarpılarak dalga şeklinin periyodu belirlenir. Şekil 2.2.b'ye tekrar bakacak olursak; dalga şekli bir periyodunu 10 karede tamamlar ve her bir kare 1 ms'ye eşit olduğundan dolayı dalga şeklinin periyodu 10 ms'dir. Buradan frekansada:

$$f = \frac{1}{10 \times 10^{-3}} = 100\,\text{Hz}$$

olarak hesaplanır.

Faz Farkı Ölçümü:

Şekil 2.2'de iki farklı işarete ait dalga şekilleri yer almaktadır. Şekil 2.2'ye baktığımızda bir periyodunun 10 karede tamamlandığı görülmektedir. Bu durumda her bir kare $360/10 = 36°$'ye eşittir. Faz farkı, yani $\alpha = 1.5$ kare olduğundan dolayı bu iki işaret arasındaki faz farkı; $\phi = 1.5 \times 36 = 54°$ olarak bulunur.

2.4 Deneyin Yapılışı

Deney-1:

1. Osiloskobun Güç (Power) düğmesine basarak bir süre ısınmasını bekleyin.
2. Parlaklık (INTEN) potansiyometresi ile parlaklık ayarı yapın. Çizgi belirdikten sonra, parlaklık yine bu düğme yardımıyla istenilen şekilde ayarlanabilir (Çok parlak olması fosfor ekrana zarar verir).

3. Çizgi ekran üzerinde görünür değilse, Position ve Horizontal position düğmeleri ile oynanarak çizgiyi ekran üzerine düşürülmeye çalışın.

4. Işıklı çizginin parlaklığı ayarlandıktan sonra, gerekiyorsa netliği de FOCUS ayarı yardımıyla sağlayın.

5. Deney setindeki doğru gerilim kaynağını 5 V değerine ayarlayınız. Osiloskobun CH1 kanalını GND konumuna getirerek ekranda görülen yatay çizgiyi düşey konum düğmesiyle x-ekseni üzerine yerleştiriniz. Ardından DC kuplajını seçiniz. CH1 kanalına bağlı probun ucunu kaynağın pozitif ucuna, toprak klipsini ise kaynağın negatif (ortak referans) ucuna bağlayınız. Ekrandaki yatay çizginin sıfır seviyesine göre kaç düşey bölme yer değiştirdiğini ve VOLTS/DIV ayarını Tablo 2.1'e kaydediniz. Kullanılan probun zayıflatma katsayısını da dikkate alarak DA gerilimini hesaplayınız ve Tablo 2.1'e kaydediniz.

Tablo 2.1: DA gerilimi ölçümü.

Büyüklük / Ayar	Ölçüm sonucu ve birimi
VOLTS/DIV konumu	
Düşey bölme sayısı (n)	
Ölçülen DA gerilimi (V_{DC})	

Deney-2:

Osiloskobun CH1 girişine, deney sorumlusu tarafından ayarlanan işareti uygulayınız. Osiloskobun CH1 girişini AC konumuna getiriniz. Yaklaşık bir tam periyot elde edebilmek için TIME/DIV anahtarını ayarlayınız. Daha sonra aşağıdaki adımları uygulayınız:

1. 5 VOLTS/DIV ve 1 ms TIME/DIV konumları için işaretin tepeden tepeye (peak to peak) genlik bölme sayısını ve genlik değerini Tablo 2.2'ye kaydediniz. Ayrıca sinüzoidal işaretin periyot bölme sayısını, periyotunu ve frekansını Tablo 2.2'ye kaydediniz.

2. 2 VOLTS/DIV ve 0.5 ms TIME/DIV konumları için işaretin tepeden tepeye (peak to peak) genlik bölme sayısını ve genlik değerini Tablo 2.2'ye kaydediniz. Ayrıca sinüzoidal işaretin periyot bölme sayısını, periyotunu ve frekansını Tablo 2.2'ye kaydediniz.

3. 1 VOLTS/DIV ve 0,2 ms TIME/DIV konumları için işaretin tepeden tepeye (peak to peak) genlik bölme sayısını ve genlik değerini Tablo 2.2'ye kaydediniz. Ayrıca sinüzoidal işaretin periyot bölme sayısını, periyotunu ve frekansını Tablo 2.2'ye kaydediniz.

Deney-3:

Deney sorumlusunun işaret üreticiden aynı frekansta ve aralarında faz farkı olan farklı genlikte iki adet işaret üretecektir. Bu işaretlerin osiloskobun Kanal 1 ve Kanal 2 girişlerine uygulayınız. Tetikleme seviyesini, VOLTS/DIV ve TIME/DIV anahtarlarını ayarlayarak iki işareti de ekranda görüntüleyiniz. İki işaret arasındaki faz farkını, bu işaretlerin genliklerini ve frekansını ölçerek hesaplayın ve Tablo 2.3'e kaydedin.

Tablo 2.2: AA genlik ve frekans ölçümleri.

Ölçülen/Hesaplanan Nicelik	**Ölçüm/Hesaplama Sonucu ve Birimi**
5 VOLTS/DIV ve 1 ms TIME/DIV konumları için	
Vpp'nin bölme sayısı ve değeri	
Periyot bölme sayısı ve değeri	
Hesapladığınız frekans değeri	
2 VOLTS/DIV ve 0.5 ms TIME/DIV konumları için	
Vpp'nin bölme sayısı ve değeri	
Periyot bölme sayısı ve değeri	
Hesapladığınız frekans değeri	
1 VOLTS/DIV ve 0.2 ms TIME/DIV konumları için	
Vpp'nin bölme sayısı ve değeri	
Periyot bölme sayısı ve değeri	
Hesapladığınız frekans değeri	

Tablo 2.3: Faz farkı ölçümü.

Ölçülen/Hesaplanan Nicelik	Ölçüm/Hesaplama Sonucu ve Birimi
CH1 ve CH2'deki işaretlerin arasındaki faz farkı	
CH1 ve CH2'deki işaretlerin genlikleri	CH1: CH2:
CH1 ve CH2'deki işaretlerin frekansı	CH1: CH2:

Raporda İstenenler

1. Deney sırasında elde ettiğiniz değerleri Tablo 2.1, Tablo 2.2 ve Tablo 2.3'e girerek istenenleri hesaplayınız. Elde ettiğiniz verileri rapor haline getirerek yorumlayınız.

2. Tablo 2.2'yi elde ederken osiloskobu farklı Volts/div ve Time/div seviyelerinde çalıştırdınız. Sizce hangi durumda (Volts/div ve time/div anahtarlarının konumları) daha hassas sonuç elde edilir? Açıklayın.

3. Osiloskop ile akım ölçülür mü? Ölçmek isteseniz nasıl ölçer ve hangi yöntemi kullanırsınız? Gerekiyorsa devre çizerek gösteriniz.

4. Aynı işlemleri bir benzetim programı ile evde tekrar ediniz. Bulduğunuz sonuçları karşılaştırınız. Deney sorumlusunun isteği doğrultusunda yaptığınız benzetim çalışmalarına ait dosyaları deney raporuna ekleyeceksiniz.

5. Hazırlık çalışmasındaki soruları cevaplayarak rapora ekleyiniz.

3 DENEY-3: AKIM, GERİLİM VE DİRENÇ ÖLÇÜMÜ

3.1 Hazırlık Çalışması

1. Akım, gerilim ve direnç ölçüm yöntemlerini araştırınız.
2. Voltmetre ve ampermetrenin devreye nasıl bağlanacağını araştırınız.
3. Direnç ölçümü yaparken, ölçeceğimiz direnç devreye bağlı ise doğru direnç değerini ölçebilir miyiz? Araştırınız.
4. Dirençlerde tolerans nedir? Araştırınız.
5. Ölçüm hatası nedir? Ölçüm hataları nelerden kaynaklanır? Araştırınız.

3.2 Deneyin Amacı

Bu deneyde akım, direnç ve gerilim büyüklüklerinin ölçüm prensipleri incelenecektir. Önceki deneylerde bu büyüklüklerin ölçümünde kullanılan ölçüm cihazları tanıtılacaktır. Bu bilgilerden yararlanarak ölçüm cihazlarının bu ölçümleri temel olarak nasıl gerçekleştirdiği incelenecektir.

3.3 Ön Bilgi

Herhangi bir devrenin işlevini istenilen bir şekilde ve düzgün olarak yerine getirebilmesi için, bu devreye ait akım, gerilim ve direnç gibi büyüklüklerin en yüksek doğrulukta ölçülebilir olması gereklidir. Örneğin, bir cep telefonu pilinin şarj durumunu gözlemlemek için sürekli akım ve gerilim ölçümünü gerçekleştirir. Bir sistemdeki herhangi bir çevre biriminin aşırı akım çekip çekmediği, sistemin kendi içinde yaptığı akım ölçümü ile gerçekleştirilir. Herhangi bir yük devreye alınmadan değeri bilinmesi gerekiyorsa, sistemin kendi içinde direnç ölçümü yapması gerekir.

3.3.1 Direnç Ölçümü

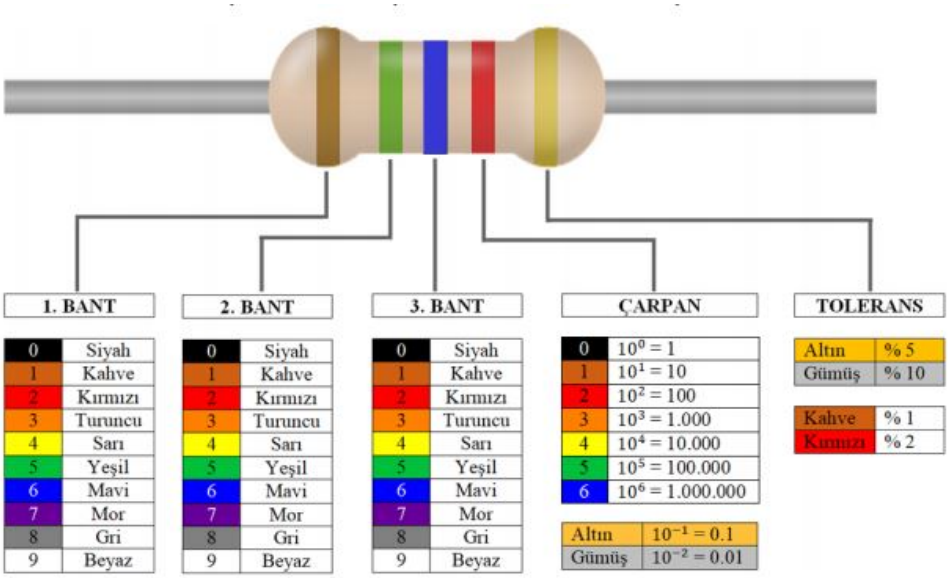
En basit ifade ile, direnç elektrik akımına karşı gösterilen zorluktur. Bir elektrik devresine gerilim uygulandığında, devreyi oluşturan iletkenden akım geçmektedir. Geçen akımı sınırlayan etken ise iletkenin ve devredeki diğer elemanların direncidir. Başka bir ifade ile, iletkenin veya devre elemanının direnci fazla ise üzerinden geçen akım miktarı az, iletkenin veya devre elemanının direnci az ise üzerinden geçen akım miktarı fazladır.

Bir iletkenin direnci R (ohm), iletkenin boyu l (metre), kesit alanı A (mm^2) ve iletkenin yapıldığı malzemenin öz direnci olan $\rho(\Omega.mm^2/m)$ ya bağlıdır. Direncin boyu, kesit ve öz dirençle arasındaki bağıntıyı veren formül $R = \frac{\rho * l}{A}$ olmaktadır.

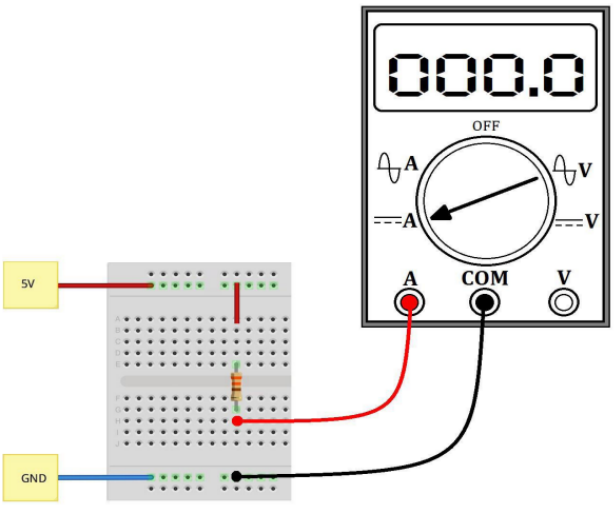
Renk kodlu dirençlerde genellikle dört, beş veya altı bant kullanılır. Renk bantlarının anlamları Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Dört bantlı dirençlerde ilk iki bant sayısal değerin rakamlarını, üçüncü bant çarpanı ve dördüncü bant toleransı belirtir. Beş bantlı dirençlerde ise ilk üç bant sayısal değerin rakamlarını, dördüncü bant çarpanı ve beşinci bant toleransı belirtir. Altı bantlı dirençlerde ilk beş bandın anlamı aynı olup altıncı bant, direncin sıcaklık katsayısını gösterir. Direncin ohm cinsinden nominal değeri, rakam bantlarının oluşturduğu sayı ile çarpan katsayısının çarpılmasıyla hesaplanır. Tolerans bandının rengi, direnç değerinin nominal değere göre izin verilen sapma sınırlarını gösterir. Altın ±5%, gümüş ±10%, kahverengi ±1% ve kırmızı ±2% toleransı ifade eder.

Örneğin, üzerinde sırasıyla yeşil, mavi, turuncu ve gümüş renkler bulunan 4 bantlı bir direncin değerini hesaplayalım: İlk iki rakam katsayı (5 ve 6) değeri 56, üçüncü rakam çarpan (değeri 3) 56'nın yanına üç sıfır eklenerek direnç değeri 56 000Ω olarak bulunur. Tolerans değeri %10 olduğuna göre, direncimiz ±5600Ω'luk hata olabileceği anlamına gelir. Bu durumda direnç değeri 50 400Ω ile 61 600Ω arasında bir değer alacaktır.

Direnç değerini renk bantlarından kendimiz hesaplayabileceğimiz gibi bir avometre kullanarak direnci doğrudan ölçebiliriz. Bunun için avometre, ohm konumuna getirilerek probları dirençin uçlarına temas ettirilerek ölçüm yapılabilir. Yani direnç değerini avometre ile ölçmek için herhangi bir devre bağlantısı yapmaya gerek yoktur.



Şekil 3.1: Direnç renk kodları.



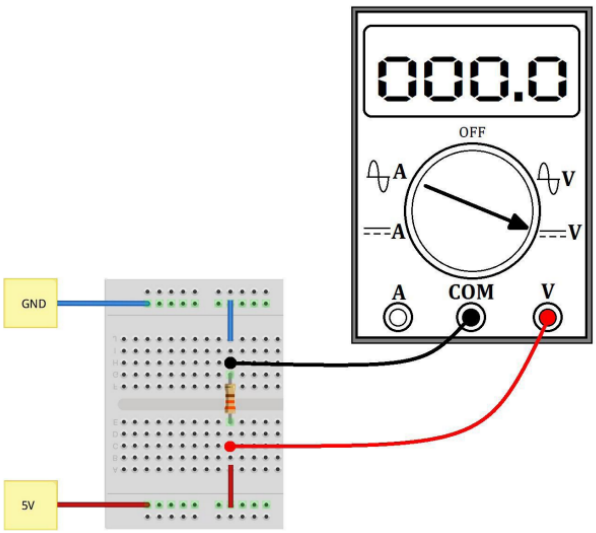
Şekil 3.2: Ampermetrenin devreye bağlanışı.

3.3.2 Akım Ölçümü

Yönü ve şiddeti, zamana göre değişmeyen akıma doğru akım (d.a.) denir. Aküler, bataryalar, piller ve doğru akım dinamoları, doğru akım kaynaklarına örnek olarak gösterilebilir. Doğru akım, ampermetre ile ölçülür. Elektrik akımı, bir iletkenden bir saniyede geçen elektrik yükü miktarını ifade eder. Simgesi I ve birimi amper Adır. Akımı ölçmek için ampermetrenin, akım ölçülecek iletkene seri olarak bağlanması, yani akım yolunun kesilerek araya sokulması gerekir. Avometrenin akım ölçmek için devreye ampermetre olarak bağlanma şekli Şekil 3.2'de gösterilmiştir.

3.3.3 Gerilim Ölçümü

Gerilim, bir elektrik devresinde akımın geçişini sağlayan etki olup iki nokta arasındaki potansiyel fark olarak ifade edilir. (V) harfi ile gösterilir. Gerilim birimi Volttur. Yönü ve şiddeti zamana göre değişmeyen gerilime de doğru akım gerilimi denir. Doğru akım gerilimi, voltmetre adı verilen aletle ölçülür. Voltmetrenin iç direnci çok yüksek olduğu için yaklaşık olarak sonsuz kabul edilir. Bu nedenle voltmetre ile ölçüm yapılabilmesi için devreye paralel olarak bağlanması gerekir. Avometrenin gerilim ölçmek için devreye voltmetre olarak bağlanma şekli Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3: Voltmetrenin devreye bağlanışı.

3.4 Deneyin Yapılışı

Deney-1:

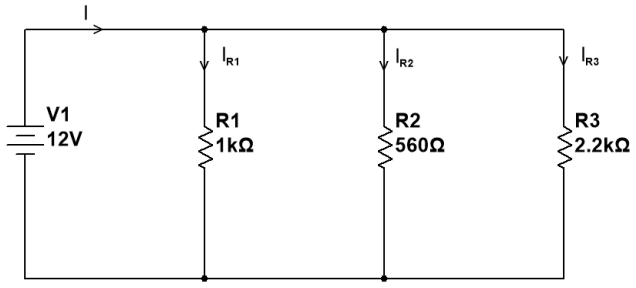
Deney sorumlusu tarafından size verilen rastgele dirençlerin değerlerini renk kodlarından hesaplayarak Tablo 3.1'e yazınız. Direnç toleranslarınıda hesaplayarak dirençlerin minimum ve maksimum değerlerini bulup tabloya ekleyiniz. Değerlerini hesapladıktan sonra avometre kullanarak dirençleri ölçünüz ve yaptığınız ölçümlerden elde edilen sonuçlarıda tabloya ekleyiniz.

Tablo 3.1: Direnç ölçüm tablosu.

1.Renk	2.Renk	3.Renk	4.Renk	Direncin Okunan Değeri	Direncin Minimum Değeri	Direncin Maksimum Değeri	Direncin Ölçülen Değeri

Deney-2:

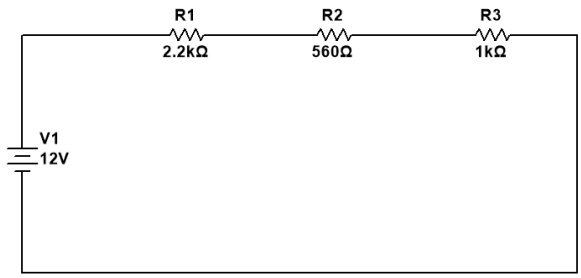
Şekil 3.4'te verilen devrenin bağlantısını yapınız. Herbir direnç üzerinden geçen akımı ölçünüz ve kaydediniz.



Şekil 3.4: Akım ölçüm devresi.

Deney-3:

Şekil 3.5'te verilen devrenin bağlantısını yapınız. Her bir direnç üzerine düşen gerilimi ölçünüz ve kaydediniz.



Şekil 3.5: Gerilim ölçüm devresi.

Raporda İstenenler

1. Deney sırasında almış olduğunuz değerleri rapor haline getiriniz ve yorumlayınız.
2. Aynı işlemleri bir benzetim programı ile evde tekrar ediniz. Bulduğunuz sonuçları karşılaştırınız. Deney sorumlusunun isteği doğrultusunda yaptığınız benzetim çalışmalarına ait dosyaları deney raporuna ekleyebilirsiniz.
3. Hazırlık çalışmasındaki soruları cevaplayarak rapora ekleyiniz.

4 DENEY-4: OHM KANUNU VE KIRCHHOFF YASALARI

4.1 Hazırlık Çalışması

1. Ohm kanunu nedir? Omik direnç ne demektir? Araştırınız.
2. Omik direnç için volt-amper eğrisi nasıldır? Araştırınız.
3. Doğrusal ve doğrusal olmayan direnç ne demektir? Araştırınız.
4. Kirchhoff yasaları nelerdir? Araştırınız.
5. Açık devre ve kısa devre ne demek? Araştırınız.

4.2 Deneyin Amacı

Bu deneyde, Ohm kanunu ve Kirchhoff'un akım ve gerilim yasalarının irdelenmesi ve bu yöntemlerin deneysel olarak doğrulanarak öğrenciler tarafından benimsenmelerinin sağlanması amaçlanmaktadır.

4.3 Ön Bilgi

4.3.1 Ohm Kanunu

Elektrik devrelerinde karşılaşılan en temel ve en önemli yasa Ohm kanunu olarak bilinir. Bu yasaya göre, bir iletkenin iki ucuna bir potansiyel fark (gerilim) uygulanırsa, iletkenden geçen akımla uygulanan gerilim arasında bir doğru orantı vardır. Başka bir ifadeyle, gerilim ile akımın oranı sabittir. Bu sabite o iletkenin direnci denir ve birimi ohmdur. Gerilim ve akım arasındaki bu ilişki

$$V = I \cdot R$$

eşitliği ile ifade edilir.

Ohm kanununda direncin değerinin sabit olması aslında bir varsayımdır. Gerçek hayatta hiçbir direncin değeri sabit değildir. Örneğin, bilinen en iyi dirençlerin değeri bile sıcaklık ile değişir. Ancak bu değişkenlik küçük sıcaklık aralıklarında çok küçük olduğunda ihmal edilir ve direncin sabit olduğu kabul edilir.

4.3.2 Kirchhoff'un Akım ve Gerilim Yasaları

Kirchhoff'un gerilim yasası (KGY), kapalı bir çevrede toplam gerilimin sıfır olduğunu ifade eder. Şekil 4.1 incelindiğinde KGY'yi sağlayan üç eşitlik elde edilebilir. Bu eşitlikler:

$$\begin{aligned} -V_K + V_{R1} + V_{R2} &= 0 \\ -V_{R2} + V_{R3} + V_{R4} &= 0 \\ -V_K + V_{R1} + V_{R3} + V_{R4} &= 0 \end{aligned}$$

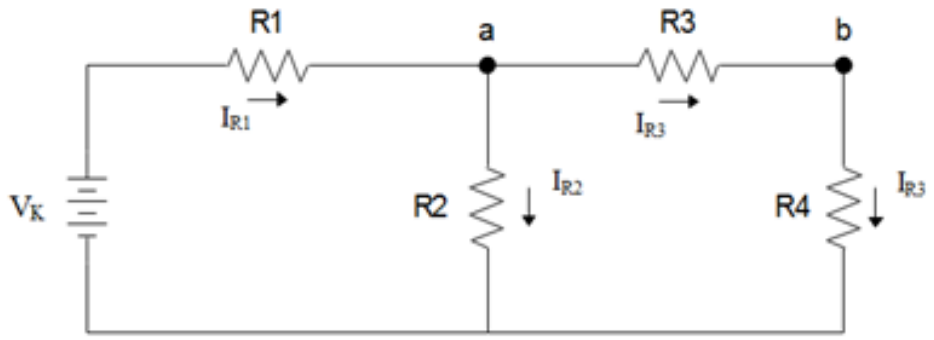
Kirchhoff'un akım yasası (KAY), bir düğüm noktasındaki akımların cebirsel toplamının sıfır olduğunu ifade eder. Başka bir deyişle, düğüme giren akımların toplamı, düğümden çıkan akımların toplamına eşittir. Şekil 4.1'de verilen devre incelendiğinde devrenin a noktasında bir düğüme sahip olduğu görülmektedir. Bu düğüme Kirchhoff'un akım yasası uygulanırsa aşağıdaki sonuç bulunur:

$$I_{R1} - I_{R2} - I_{R3} = 0$$

4.4 Deneyin Yapılışı

Deney-1:

1. 100Ω'luk bir direnç ile 10kΩ'luk bir potansiyometreyi seri bağlayarak 5V d.a. gerilimi uygulayınız.
2. Potansiyometrenin farklı 4 konumu için 100Ω'luk direncin gerilim ve akımını Tablo 4.1'e kaydediniz.



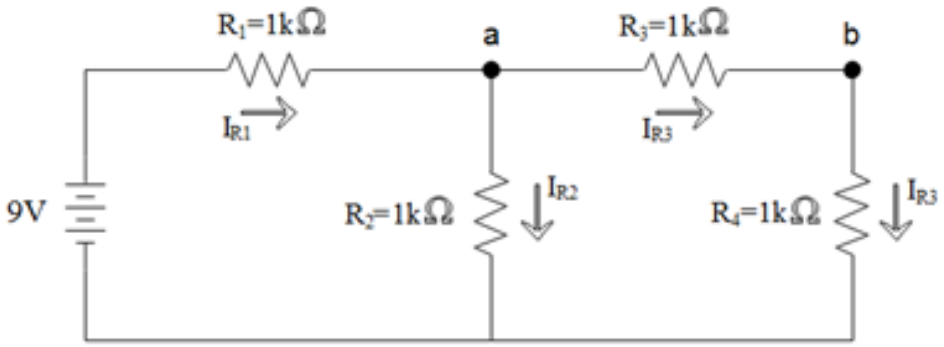
Şekil 4.1: Kirchhoff'un akım ve gerilim yasalarını gösteren örnek devre.

Tablo 4.1: Değişken direnç, gerilim ve akım ölçümü.

Potansiyometre Direnç Değeri(Ω)				
Gerilim (V)				
Akım (A)				

Deney-2:

1. Şekil 4.2'deki devreyi delikli panel üzerine kurunuz.
2. Avometre kullanarak, devredeki tüm dirençlerin üzerindeki gerilimleri ölçüp kaydediniz.
3. Madde 2'de bulduğunuz gerilim değerlerini kullanarak devreye Kirchhoff'un gerilim yasasını uygulayınız.



Şekil 4.2: Kirchhoff deneyleri için kurulacak devre.

Deney-3:

1. Şekil 4.2'deki devrede avometre kullanarak, devredeki tüm dirençlerin akımlarını ölçüp kaydediniz.
2. Birinci maddede ölçüm sonucu elde ettiğiniz akım değerlerini kullanarak devreye Kirchhoff'un akım yasasını uygulayınız.

Raporda İstenenler

1. Deney sırasında almış olduğunuz değerleri rapor haline getiriniz ve yorumlayınız.
2. Şekil 4.2'deki devreyi teorik olarak da çözümleyip akım ve gerilim değerlerini elde ediniz. Teorik olarak elde ettiğiniz ve deney sırasında ölçtüğünüz değerleri karşılaştırarak yorumlayınız.
3. Şekil 4.2'deki her direncin akımını ve gerilimini zamana göre bir benzetim yazılımında (örneğin LTspice'ta) çizdirip, çıktı alınız.
4. Hazırlık çalışmasındaki soruları cevaplayarak rapora ekleyiniz.

5 DENEY-5: THEVENIN, NORTON VE SUPERPOZİSYON TEOREMLERİ

5.1 Hazırlık Çalışması

1. Bağımlı ve bağımsız kaynak nedir? Araştırınız.
2. Thevenin ve Norton teoremleri devrelerde ne amaçla kullanılır? Araştırınız.
3. Süperpozisyon devre teoremi hangi tür devrelerin çözümünde kullanılır? Araştırınız.
4. Bir devrede Norton akımı ve Thevenin gerilimi nasıl bulunur? Araştırınız.
5. Devrelerde üçgen-yıldız ve yıldız-üçgen dönüşümleri ne amaçla yapılır? Araştırınız.

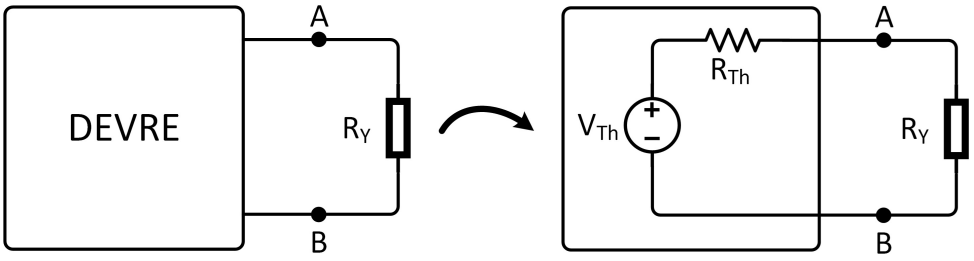
5.2 Deneyin Amacı

Thevenin, Norton ve Süperpozisyon teoremlerinin deneysel olarak doğrulanması ve alınan değerlerle devrelerin eşdeğerlerinin bulunması araştırılacaktır.

5.3 Ön Bilgi

5.3.1 Thevenin Teoremi

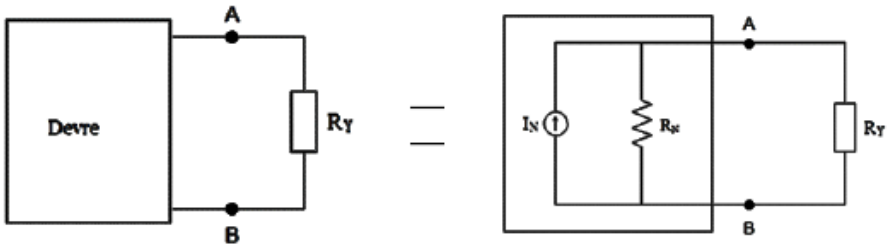
Thevenin Teoremi'ne göre, doğrusal bir doğru akım devresi, seçilen iki uçtan bakıldığında ideal bir gerilim kaynağı ve bu kaynağa seri bağlı bir dirençten oluşan eşdeğer bir devreyle temsil edilebilir. Bu basit olarak Şekil 5.1'deki gibidir.



Şekil 5.1: Bir devrenin Thevenin eşdeğeri.

5.3.2 Norton Teoremi

Norton Teoremi'ne göre, doğrusal bir doğru akım devresi, seçilen iki uçtan bakıldığında ideal bir akım kaynağı ve bu kaynağa paralel bağlı bir dirençten oluşan eşdeğer bir devreyle temsil edilebilir. Bu basit olarak Şekil 5.2'deki gibidir.



Şekil 5.2: Bir devrenin Norton eşdeğeri.

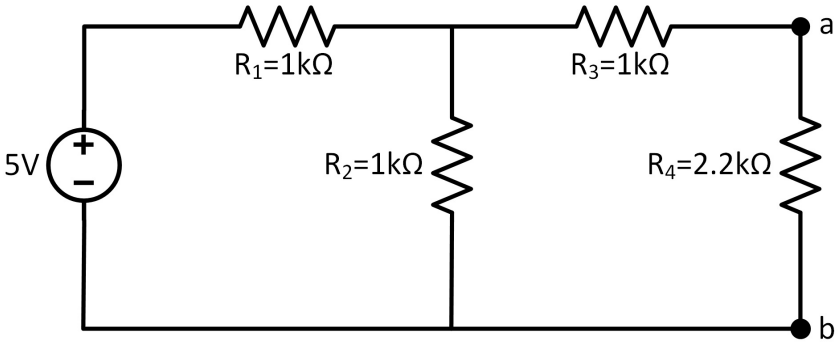
5.3.3 Süperpozisyon (Toplamsallık) Teoremi

Birden çok bağımsız kaynak içeren doğrusal bir elektrik devresinde, herhangi bir koldan geçen akım veya iki nokta arasındaki gerilim, her bağımsız kaynağın ayrı ayrı oluşturduğu katkıların cebirsel toplamına eşittir. Her bir kaynağın katkısı hesaplanırken diğer bağımsız kaynaklar sıfırlanır; bağımlı kaynaklar ise devrede etkin bırakılır. Bu kural şu şekilde uygulanır:

- Devredeki bağımsız kaynaklardan birisi seçilip, diğer bağımsız kaynaklar susturulur. Yani, gerilim kaynakları kısa devre, akım kaynakları açık devre yapılır.
- Elde edilen devrede istenilen değerler (akım veya gerilim) bulunur.
- Bu işlem sırasıyla her bağımsız kaynak için tekrarlanır.
- Her devrede elde edilen değerler (akım veya gerilim), yönleri de dikkate alınarak toplanır.

5.4 Deneyin Yapılışı

Deney-1:



Şekil 5.3: Thevenin ve Norton deneyi için kurulacak devre.

1. Şekil 5.3'teki devreyi kurunuz.
2. a-b uçlarından sola doğru görülen devrenin Thevenin eşdeğerini elde etmek amacıyla ilk olarak R_4 direnci için bir yön seçiniz.
3. R_4 direncini devreden çıkarıp, a-b uçları arasına (seçtiğiniz yöne göre) multimetre bağlayarak V_{Th} gerilimini ölçünüz ve Tablo 5.1'e yazınız.
4. Gerilim kaynağını devreden çıkarıp, devrenin boşta kalan uçlarını bir atlama kablosuyla kısa devre yapınız. Devre bu durumdayken, a-b uçlarından sola doğru görülen direnç değerini R_{Th} a-b uçlarına multimetre bağlayarak ölçünüz ve Tablo 5.1'e yazınız.

Tablo 5.1:

Ölçülen Değerler	V_{Th}=	R_{Th}=

5. Ölçtüğünüz değerleri ve R_4 direncini (yani yük direncini) kullanarak, devrenin a-b uçlarından görülen Thevenin eşdeğerini çiziniz.
6. Gerilim kaynağını ve R_4 direncini tekrar devreye bağlayınız. Multimetre kullanarak, V_{R4} ve I_{R4} değerlerini daha önce seçtiğiniz yöne göre ölçünüz ve Tablo 5.2'ye yazınız.

Tablo 5.2:

Ölçülen Değerler	V_{R4}=	I_{R4}=

Deney-2:

1. Yine Şekil 5.3'teki devreyi kurunuz.
2. Thevenin direnci R_{Th} ile Norton Direnci R_N aynı olduğundan daha önce ölçerek bulduğunuz Thevenin direncinin değerini Tablo 5.3'e yazınız.
3. a-b uçlarından sola doğru görülen devrenin Norton eşdeğerini elde etmek amacıyla ilk olarak R_4 direnci için bir yön seçiniz.
4. R_4 direncini devreden çıkarıp, a-b uçları arasına (seçtiğiniz yöne göre) multimetre bağlayarak I_N akımını ölçünüz ve Tablo 5.3'e yazınız.

Tablo 5.3:

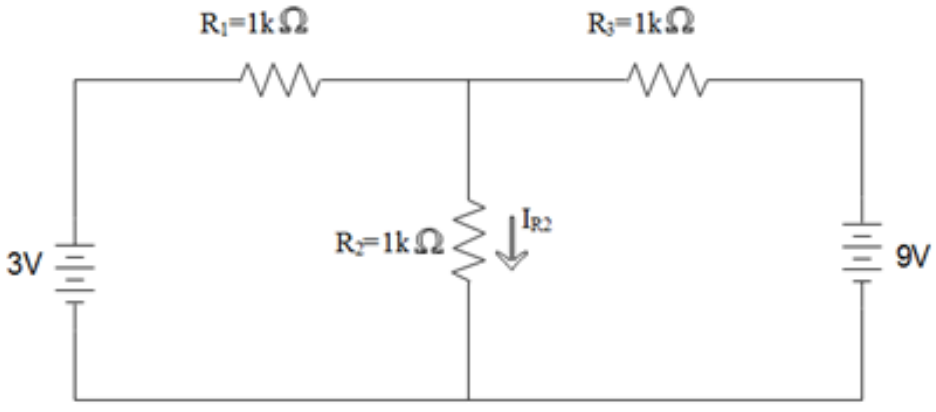
Ölçülen Değerler	R_N=	I_N=

5. Ölçtüğünüz değerleri ve R_4 direncini (yani yük direncini) kullanarak, devrenin a-b uçlarından görülen Norton eşdeğerini çiziniz.
6. Gerilim kaynağını ve R_4 direncini tekrar devreye bağlayınız. Multimetre kullanarak, V_{R4} ve I_{R4} değerlerini daha önce seçtiğiniz yöne göre ölçünüz ve Tablo 5.4'e yazınız.

Tablo 5.4:

Ölçülen Değerler	V_{R4}=	I_{R4}=

Deney-3:



Şekil 5.4: Süperpozisyon deneyi için kurulacak devre.

1. Şekil 5.4'teki devreyi kurunuz.
2. 3V'luk gerilim kaynağını devreden çıkarıp, devrenin boşta kalan uçlarını bir atlama kablosuyla kısa devre yapınız.

Tablo 5.5:

Ölçülen Değerler	V'_{R2}=	I'_{R2}=

3. Bu durumda R_2 direncinden akan akımı ve R_2 direnci üzerinde düşen gerilimi ölçüp, Tablo 5.5'e yazınız.
4. 3V'luk gerilim kaynağını devreye bağlayınız.
5. 9V'luk gerilim kaynağını devreden çıkarıp, devrenin boşta kalan uçlarını bir atlama kablosuyla kısa devre yapınız.
6. Bu durumda R_2 direncinden akan akımı ve R_2 direnci üzerinde düşen gerilimi ölçüp, Tablo 5.6'ya yazınız.

Tablo 5.6:

Ölçülen Değerler	V''_{R2}=	I''_{R2}=

7. 9V'luk gerilim kaynağını devreye bağlayarak, devreyi ilk haline getiriniz.
8. Bu durumda R_2 direncinden akan akımı ve R_2 direnci üzerinde düşen gerilimi ölçüp, Tablo 5.7'ye yazınız.

Tablo 5.7:

Ölçülen Değerler	V_{R2}=	I_{R2}=

9. Tablo 5.5 ve Tablo 5.6'daki değerleri yönlerini de dikkate alarak toplayıp, Tablo 5.7'deki değerlerle karşılaştırınız.

Raporda İstenenler

1. Deney sırasında almış olduğunuz değerleri rapor haline getiriniz ve yorumlayınız.
2. Şekil 5.3'teki R4 ve Şekil 5.4'teki R2 dirençlerinden geçen akımların ve bu dirençlerin uçları arasındaki gerilimlerin zamana bağlı değişimlerini tercih ettiğiniz bir benzetim yazılımını (örneğin LTspice) kullanarak çizdiriniz ve elde ettiğiniz grafiklerin çıktısını alınız.
3. Hazırlık çalışmasındaki soruları cevaplayarak rapora ekleyiniz.

6 DENEY-6: DOĞRU AKIM KÖPRÜLERİ

6.1 Hazırlık Çalışması

1. Köprü devreleri, elektriksel büyüklükleri nasıl dengeleyerek hassas ölçümler yapar? Araştırınız.
2. Wheatstone köprüsü, bilinmeyen bir direncin değerini nasıl ölçer ve bu süreçte dengeleme nasıl gerçekleşir? Araştırınız.
3. Köprü devrelerinin endüstriyel otomasyon ve sensör uygulamalarındaki rolü nedir ve neden hassasiyetleri önemlidir? Araştırınız.
4. Wheatstone köprüsünde denge durumu nedir ve bu durumda köprüdeki gerilim ne olur? Araştırınız.
5. Wheatstone köprüsü devresinde denge sağlanamadığında köprüdeki gerilim nasıl değişir ve bu durumda ölçüm nasıl etkilenir? Araştırınız.

6.2 Deneyin Amacı

Bu deneyin amacı, doğru akım köprü devrelerinin çalışma prensiplerini anlamak ve bu devreleri kullanarak direnç büyüklüklerini hassas bir şekilde nasıl ölçüldüğünü deneysel olarak gözlemlemektir. Deney, özellikle Wheatstone köprüsünün direnç ölçümünde nasıl denge sağladığını ve hassasiyetini inceleyerek, köprü devrelerinin temel işlevlerini ve kullanım alanlarını göstermeyi hedefler.

6.3 Ön Bilgi

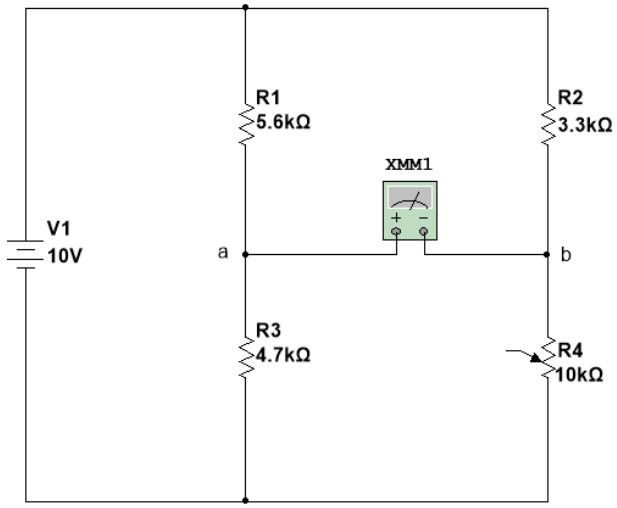
Köprü devreleri, doğru akım devrelerinde hassas ölçümler yapmak ve elektriksel büyüklükleri dengelemek için kullanılan önemli devre elemanlarıdır. En yaygın kullanılan köprü devresi Wheatstone Köprüsü'dür; ancak başka türleri de vardır. Köprü devreleri, hassas ölçümler ve dengeleme işlemlerinde kullanıldıkları için geniş bir uygulama alanına sahiptir: Direnç, kapasitans, endüktans gibi elektriksel büyüklüklerin doğru ve hassas ölçümü için kullanılır. Termistörler, gerilim ölçüm sensörleri ve gerinim ölçer (strain gauge) gibi sensörlerde hassas ölçümler yapabilmek için köprü devreleri kullanılır. Süreç kontrolü ve hata tespitinde, özellikle sıcaklık, basınç ve gerilim ölçümleri gibi uygulamalarda kullanılır. Elektronik cihazların kalibrasyonunda ve test sistemlerinde doğru ölçümler sağlamak için köprü devrelerinden faydalanılır.

Köprü devrelerinin en büyük avantajı, hassasiyeti ve dengeleme yaparak ölçüm doğruluğunu artırmasıdır. Bu sayede, özellikle hassas ölçümlerde büyük bir doğruluk sağlar. Ayrıca, köprü devreleri hata tespitinde ve sistemlerin güvenilir çalışmasını sağlamada kritik rol oynar. Düşük maliyetli ve pratik uygulamaları sayesinde endüstride ve laboratuvarlarda sıkça tercih edilir.

6.3.1 Wheatstone Köprüsü

Wheatstone köprüsü ile değeri bilinmeyen dirençler, değeri bilinen dirençlerle karşılaştırılarak ölçülür. Şekil 6.1'de R_1 ile gösterilen direnç, ölçülmek istenen R_x direncidir ($R_x = R_1$). R_2 ve R_3 değerleri bilinen sabit dirençlerdir. Köprü, R_4 değişken direnci ayarlanarak dengeye getirilir. Denge durumunda a ve b noktaları arasındaki gerilim sıfırdır ($V_{ab} = 0$). Köprü dengeye getirildiğinde, bilinmeyen direncin değeri aşağıdaki ifade ile hesaplanabilir:

$$R_x = \frac{R_2 R_3}{R_4}$$



Şekil 6.1: Wheatstone Köprüsü.

6.4 Deneyin Yapılışı

1. Şekil 6.1'de verilen devreyi kurunuz.
2. Voltmetreyi a-b uçları arasına bağlayınız. Voltmetrede gerilim değerini sıfır volt olarak okuyuncaya kadar potansiyometreyi yavaşça çeviriniz. a-b uçları arasındaki gerilim sıfır olduğunda köprü dengeye ulaşmış demektir.
3. Denge konumundayken potansiyometreyi oynatmadan devreden çıkarıp üzerindeki direnç değerini ölçünüz. Ölçtüğünüz bu değer R_x hesabı için verilen denklemde denge şartını sağlıyor mu?
4. Potansiyometreyi sıfıra çeviriniz ve bu konumdayken devreye tekrar bağlayınız. Potansiyometrenin rastgele 5 farklı konumu için a-b noktaları arasındaki gerilimi, R_4 ve R_x dirençlerinin değerlerini Tablo 6.1'e kaydediniz.

Tablo 6.1:

Konum	1	2	3	4	5
V_{ab}					
R_4					
R_x					

Raporda İstenenler

1. Deney sırasında almış olduğunuz değerleri rapor haline getiriniz ve yorumlayınız.
2. Aynı işlemleri bir benzetim programı ile evde tekrar ediniz. Bulduğunuz sonuçları karşılaştırınız. Deney sorumlusunun isteği doğrultusunda yaptığınız benzetim çalışmalarına ait dosyaları deney raporuna ekleyebilirsiniz.
3. Hazırlık çalışmasındaki soruları cevaplayarak rapora ekleyiniz.

7 DENEY-7: RC VE RL DEVRELERİ

7.1 Hazırlık Çalışması

1. Kondansatör ve bobin nedir? Yapıları nasıldır? Nasıl çalışırlar? Araştırınız.
2. Kondansatör ve bobin, doğru akım ve alternatif akım devrelerinde nasıl davranır? Araştırınız.
3. Seri ve paralel bağlı kondansatörlerin eşdeğer kapasitansı nasıl hesaplanır? Araştırınız.
4. Aralarında manyetik kuplaj bulunmayan bobinlerin seri ve paralel bağlantılarında eşdeğer endüktans nasıl hesaplanır? Araştırınız.
5. Zaman sabiti ne demektir? Kondansatör ve bobin için zaman sabiti nasıl hesaplanır? Araştırınız.

7.2 Deneyin Amacı

Bu deneyde kondansatörün ve bobinin çalışma mantığının anlaşılması ve doğru akım devrelerinde nasıl kullanılabileceklerinin uygulamalı olarak öğrenilmesi amaçlanmaktadır.

7.3 Ön Bilgi

7.3.1 Kondansatör ve RC Devresi

Kondansatörler, modern elektronik cihazların neredeyse her alanında vazgeçilmez bileşenlerdir ve elektrik devrelerinin önemli bir parçasıdır. Kondansatör, elektrik yükünü depolayan ve bu yükü hızlı bir şekilde boşaltabilen bir elektronik devre elemanıdır. Temel olarak, iki iletken plaka arasına yerleştirilmiş bir yalıtkan (dielektrik) malzemeden oluşur. Plakalar, bir elektrik kaynağına bağlandığında, biri pozitif, diğeri negatif yüklü hale gelir. Bu durumda, kondansatör plakaları arasında bir elektrik alan oluşur ve bu enerji kondansatörde depolanır. Kondansatörün elektrik yükünü depolama kapasitesi Farad (F) birimiyle ölçülür. Kapasite değeri, plaka alanı, plaka arası mesafe ve dielektrik malzemenin özelliklerine bağlıdır. Kondansatörde depolanan elektrik yükü (Q) Coulomb cinsinden ifade edilir. Yük, kapasite ve plakalar arasındaki gerilim (V) ile doğru orantılıdır: $Q = C \cdot V$.

Kondansatör, elektrik enerjisini kısa süreli depolayıp, gerektiğinde boşaltır. Örneğin, kamera flaşlarında kullanılır. Alternatif akımı geçiren ve doğru akımı engelleyen özellikleri sayesinde işaret filtreleme işlemlerinde kullanılır. Ayrıca güç kaynaklarında gerilim dalgalanmalarını dengeleyerek sistemlerin kararlı çalışmasını sağlar.

Kondansatör üzerindeki yük, depolanan elektriksel enerjiyi bir anda boşaltmaz; çünkü yükün boşalma süreci, devredeki direnç ve kondansatörün kapasitansı ile belirlenen bir zaman sabitine (τ) bağlıdır. Zaman sabiti, kondansatördeki enerjinin boşalmasını kademeli hale getirir. Bu zaman sabiti $\tau = RC$ formülü ile elde edilir. Kondansatör üzerinden akan akım:

$$I_c\left(t\right) = C\frac{dV_c\left(t\right)}{dt}$$

ile ifade edilir. Dolayısı ile her iki tarafın integrali alınıp gerilim değeri yanlız bırakılırsa, kondansatör gerilimide:

$$V_c\left(t\right) = \frac{1}{C}\int I_c\left(t\right)dt$$

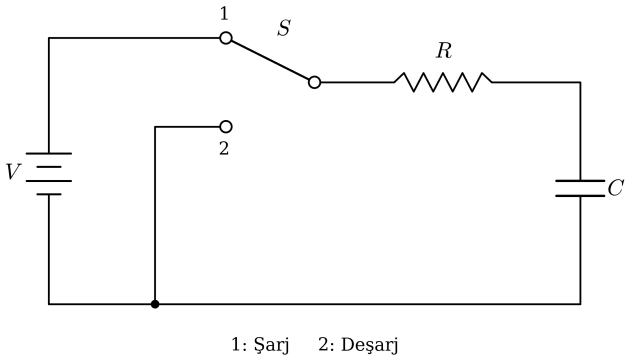
ifadesine eşit olacaktır.

Kondansatörün doğru akım devrelerindeki davranışını inceleyebilmek için en basit haliyle Şekil 7.1'deki gibi bir RC devresi ele alınabilir. Bu devrede S anahtarı 1 konumundayken kondansatör gerilimi, zaman sabiti ile belirlenen sürede kaynak gerilimine dolacaktır (şarj olacaktır). Kondansatör geriliminin yaklaşık 5τ sürede kaynak gerilimine dolduğu kabul edilir. RC devresinde, kondansatör dolarken uçlarındaki gerilim ve akım aşağıdaki ifadeler ile elde edilir:

$$V_c = V\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$
$$I_c = \frac{V}{R}e^{-\frac{t}{RC}}$$

S anahtarı 1 konumundayken devre kararlı duruma ulaştığında, ideal kondansatörün uçlarındaki gerilim kaynak gerilimine eşit olur ve devreden akım akmaz. Anahtar 2 konumuna alındığında, kaynak devreden ayrılır ve kondansatör ile dirençten oluşan kapalı bir boşalma çevrimi oluşur. Kondansatörün elektrik alanında depolanan enerji dirençte ısıya dönüşürken kondansatör gerilimi ve boşalma akımının büyüklüğü, $\tau = RC$ zaman sabitiyle üstel olarak azalır. Boşalma akımı, şarj akımına ters yöndedir. Anahtarın 2 konumuna alındığı an $t = 0$ kabul edilirse, kondansatörün uçlarındaki gerilimin ve üzerinden geçen akımın zamana bağlı değişimi aşağıdaki ifadelerle verilir:

$$V_c = Ve^{-\frac{t}{RC}}$$
$$I_c = -\frac{V}{R}e^{-\frac{t}{RC}}$$



Şekil 7.1: Seri RC devresi.

7.3.2 Bobin ve RL Devresi

Bobin (indüktans), bir devredeki elektrik akımındaki değişikliklere karşı koyan ve enerjiyi manyetik alan olarak depolayan devre elemanıdır. Endüktans, bir bobinin elektrik akımına uyguladığı manyetik karşıtlığı ifade eder, L ile gösterilir ve Henry (H) birimiyle ölçülür.

Bobin, genellikle iletken bir telin silindirik veya helezonik biçimde sarılmasıyla oluşturulur. Bir bobin üzerinden bir elektrik akımı geçtiğinde, etrafında bir manyetik alan oluşturur. Bu manyetik alan, bobin etrafında enerji depolar. Bobinden geçen akım değiştiğinde, bu değişime karşı koyan bir gerilim indüklenir. Bu olaya elektromanyetik indüksiyon denir. Bobinler, akımdaki değişimlere karşı koyma özellikleri nedeniyle elektronik filtreleme devrelerinde kullanılır. İdeal bir bobin, doğru akımda kararlı durumda kısa devre gibi davranır; sinüsoidal alternatif akımda ise endüktif reaktansı frekansla artar. Ayrıca, enerji depolama ve geri dönüşüm işlemlerinde kullanılır. Örneğin, güç kaynaklarında ve transformatörlerde enerji depolama elemanı olarak görev yaparlar. Bobinler, osilatör devrelerinde frekans kontrol elemanı olarak kullanılır. Radyo frekansı devrelerinde bobinler, işaret frekansını ayarlamak için kullanılır. İki bobinin manyetik olarak birbirine bağlandığı transformatörlerde, indüktans prensipleri kullanılarak gerilim dönüştürme işlemleri yapılır.

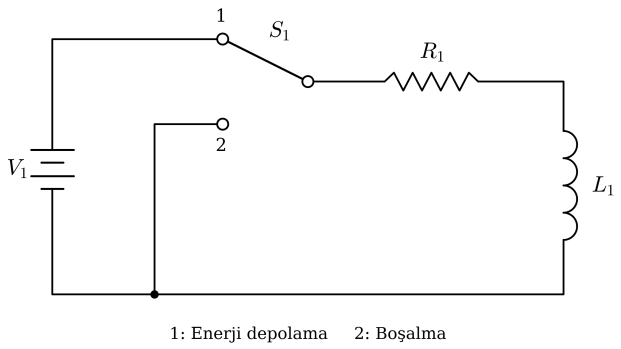
Bobinin doğru akım (DA) devrelerindeki davranışını inceleyebilmek için en basit haliyle Şekil 7.2'deki gibi bir RL devresi ele alınabilir. Bu devrede S1 anahtarı 1 konumundayken bobin akımı, zaman sabiti ile belirlenen sürede kaynaktan çekilebilen maksimum akım $\frac{V_1}{R_1}$ değerine dolacaktır (şarj

olacaktır). RL devresinde zaman sabiti $\tau = \frac{L}{R}$ formülü ile elde edilir. Bobin akımının yaklaşık 5τ sürede maksimum dolduğu kabul edilir. Bobin, akımdaki değişimlere karşı koyduğu için akım hemen en yüksek değere ulaşmaz. Bunun yerine, akım üstel (eksponansiyel) olarak artmaya başlar. RL devresinde, bobin dolarken uçlarındaki akım ve gerilim aşağıdaki ifadeler ile elde edilir:

$$I_L = \frac{V}{R}\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$
$$V_L = Ve^{-\frac{t}{\tau}}$$

Bobin akımı kararlı durum değerine ulaştıktan sonra S_1 anahtarı 2 konumuna alınır. Böylece kaynak devreden ayrılır ve bobin ile dirençten oluşan kapalı bir boşalma çevrimi oluşur. Bobinin manyetik alanında depolanan enerji dirençte ısıya dönüşürken bobin akımı, $\tau = L/R$ zaman sabitiyle üstel olarak azalır. Yaklaşık 5τ sonunda akım pratik olarak sıfır kabul edilir. Bu süreçte bobin akımının zamana bağlı değişimi aşağıdaki denklemle ifade edilir:

$$I_L = \frac{V}{R}e^{-\frac{t}{\tau}}$$



Şekil 7.2: Seri RL devresi.

7.4 Deneyin Yapılışı

Doğru akım devrelerinde kondansatör ve bobinin dolup boşalırken üzerlerindeki akım ve gerilimlerin değişimlerini düzgün bir şekilde gözlemleyebilmek için yukarıdaki şekillerde verildiği gibi bir anahtar kullanıldığında, anahtarlamanın çok hızlı yapılması gerekmektedir. Bu gözlemi daha kolay bir şekilde yapmak için gerilim kaynağı olarak bir kare dalga kullanılabilir.

Deney-1:

1. Şekil 7.1'deki direnç ve kondansatörü, anahtar kullanmadan seri bağlayınız. Direnç değerini 1 kΩ, kondansatör değerini 100 nF alınız. İşaret üreticisinin çıkışını direncin boşta kalan ucuna, ortak referans (toprak) ucunu ise kondansatörün boşta kalan ucuna bağlayınız.

2. Kaynak gerilimi olarak devreye işaret üreticiden minimum değeri 0 V maksimum değeri 5 V olan 1 kHz frekansında bir kare dalga uygulayınız.

3. Osiloskobun bir kanalını kaynak gerilimine, diğer kanalını da kondansatöre bağlayarak gerilimlerin zamana göre değişimlerini gözlemleyiniz.

4. Kurduğunuz devrenin zaman sabitini hesaplayınız.

Deney-2:

1. Şekil 7.2'deki direnç ve bobini, anahtar kullanmadan seri bağlayınız. Direnç değerini $100\,\Omega$, bobinin endüktansını $470\,\mu$H alınız. İşaret üreticisinin çıkışını direncin boşta kalan ucuna, ortak referans (toprak) ucunu ise bobinin boşta kalan ucuna bağlayınız.

2. Kaynak gerilimi olarak devreye işaret üreticiden minimum değeri 0 V maksimum değeri 5 V olan 10 kHz frekansında bir kare dalga uygulayınız.

3. Osiloskobun bir kanalını kaynak gerilimine, diğer kanalını da bobine bağlayarak gerilimlerin zamana göre değişimlerini gözlemleyiniz.

4. Kurduğunuz devrede, bobin ile devrenin ortak referans (toprak) noktası arasına seri olarak $1\,\Omega$'luk bir ölçüm direnci bağlayınız. Osiloskobun ikinci kanalının prob ucunu direncin bobine bağlı ucuna, toprak ucunu ise ortak referans noktasına bağlayarak direnç üzerindeki $v_R(t)$ gerilimini ölçünüz. Bobin akımını $i_L(t) = v_R(t)/(1\,\Omega)$ bağıntısıyla hesaplayınız. Bu durumda gerilimin volt cinsinden sayısal değeri, bobin akımının amper cinsinden sayısal değerine eşittir.

5. Birinci adımda kurduğunuz devrenin zaman sabitini hesaplayınız.

Raporda İstenenler

1. Deney sırasında almış olduğunuz değerleri rapor haline getiriniz ve yorumlayınız.

2. Aynı işlemleri bir benzetim programı ile evde tekrar ediniz. Bulduğunuz sonuçları karşılaştırınız. Deney sorumlusunun isteği doğrultusunda yaptığınız benzetim çalışmalarına ait dosyaları deney raporuna ekleyebilirsiniz.

3. Hazırlık çalışmasındaki soruları cevaplayarak rapora ekleyiniz.

8 DENEY-8: DA DEVRELERİNDE GÜÇ ÖLÇÜMÜ

8.1 Hazırlık Çalışması

1. Dirençler ve gerilim kaynağından oluşan bir doğru akım devresinde herhangi bir direncin üzerinde harcanan gücü hangi formüller ile hesaplayabiliriz? Araştırınız.

2. Maksimum Güç Teoremi'ne göre, bir doğru akım devresinde yük üzerine maksimum gücün aktarılabilmesi için yük direncinin hangi koşulu sağlaması gerekir? Araştırınız.

8.2 Deneyin Amacı

Bu deney, güç ölçüm yöntemlerini uygulamayı ve maksimum güç transferi koşullarını anlamayı sağlar. Ayrıca, gerçek devrelerde bu prensiplerin nasıl çalıştığını gözlemleyerek teorik bilgiyi pratiğe dökmek için fırsat sunar.

8.3 Ön Bilgi

Bir elektrik devresindeki güç kaynağının amacı, yüke elektrik enerjisi sağlamaktır. Elektriksel güç, bir elektrik devresindeki enerji dönüşüm hızını ifade eder. Başka bir deyişle, elektriksel güç, elektrik enerjisinin birim zamanda ne kadarının kullanıldığını veya dönüştürüldüğünü ölçer. Elektriksel güç, watt (W) birimiyle ifade edilir ve şu şekilde hesaplanır: $P = V \cdot I$. Burada P güç (watt), V gerilim (volt), I ise akım (amper)dir. Doğru akım devrelerinde elektriksel güç, uygulama amacına bağlı olarak çeşitli enerji türlerine dönüştürülebilir. Örneğin, bir direnç üzerinden geçen akım, Joule ısınma etkisiyle ısı enerjisine dönüşür. Bu, dirençli cihazlarda (örneğin, elektrikli ısıtıcılar) görülen bir etkidir. Doğru akım motorları gibi cihazlar, elektriksel gücü mekanik enerjiye dönüştürür. Elektrik akımı, motorun rotorunu döndürerek kinetik enerji üretir. LED'ler veya diğer elektrikli aydınlatma cihazları, elektriksel gücü ışık enerjisine dönüştürür. Elektroliz gibi süreçlerde, elektriksel güç kimyasal enerjilere dönüştürülür. Bu, suyun hidrojen ve oksijen gazlarına ayrılması gibi işlemleri içerir.

8.3.1 Maksimum Güç Teoremi

Maksimum Güç Teoremi, bir devredeki yük direncinin, devreyi besleyen kaynak veya iç direnç (veya devrede başka dirençler kullanılmışsa bu devrenin Thevenin eşdeğer direnci) ile aynı değere sahip olduğu durumda, devreye maksimum gücün aktarılacağını söyler. Eğer yük direnci büyükse, yükten daha az akım akar; bu da yükün gücünü azaltır. Eğer yük direnci küçükse, bu durumda da yükün gerilimi azalır ve bu da yükün gücünü azaltır. Bu teorem, özellikle güç transferinin optimize edilmesi gereken elektronik devrelerde, örneğin hoparlörler, antenler ve batarya şarj devrelerinde oldukça önemlidir.

Herhangi bir DA devresinde R_L yükü üzerinde harcanan maksimum gücü bulmak için devrenin geri kalanının Şekil 8.1'de gösterildiği gibi a-b uçlarına göre Thevenin eşdeğer direnci bulunup, yük direncinin bu eşdeğer dirence eşit olması sağlanır. $R_{\text{eş}} = R_L$ olduğunda yük üzerinde harcanan maksimum güç aşağıdaki formül ile hesaplanabilir:

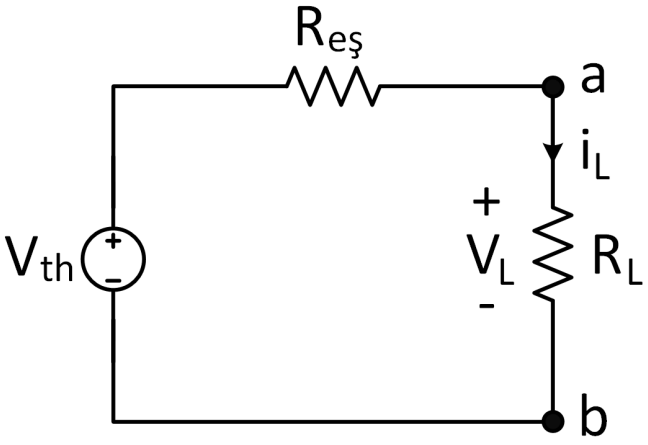
$$P_{L_{\max}} = \frac{V_{Th}^2}{4R_L}$$

Doğru akım devrelerinde güç, gerilim ve akım arasındaki ilişki kullanılarak hesaplanır. Güç ölçümü için wattmetre kullanılabilir ya da devredeki gerilim ve akım ölçülerek hesaplama yapılabilir. Temel güç formülleri, Ohm kanunu ile birleştirilerek farklı değişkenlere göre hesaplanabilir.

8.4 Deneyin Yapılışı

1. Şekil 8.1'de verilen devreyi $V_{Th} = 5V$ ve $R_{\text{eş}}$=100Ω olacak şekilde kurunuz.

2. Tablo 8.1'de verilen direnç değerlerini sırayla yük direnci olarak seçip her birinin gerilimlerini ölçün ve güç değerlerini hesaplayarak tabloya ekleyin.



Şekil 8.1: Maksimum güç teoremi için eşdeğer devre.

Tablo 8.1:

Yük Direnci (Ω)	22	47	100	150	180
Yük Gerilimi (V)					
Yüke Aktarılan Güç (mW)					

Raporda İstenenler

1. Deney sırasında almış olduğunuz değerleri rapor haline getiriniz ve yorumlayınız.
2. Şekil 8.1'deki yük direncinin değerini sırasıyla 22 Ω, 47 Ω, 100 Ω, 150 Ω ve 180 Ω olarak alınız. Yükte harcanan gücün yük direncine bağlı değişimini tercih ettiğiniz bir yazılımı (örneğin GNU Octave) kullanarak çizdiriniz ve elde ettiğiniz grafiğin çıktısını alınız.
3. Hazırlık çalışmasındaki soruları cevaplayarak rapora ekleyiniz.