

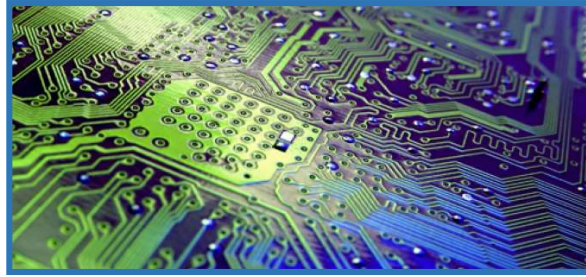


T.C.

**MALATYA TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ**

**ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
BÖLÜMÜ**

**EEM 211 ELEKTRİK DEVRELERİ LABORATUVARI
DENEY FÖYÜ**



Doç. Dr. Deniz KORKMAZ

Arş. Gör. Muhammed Buğracan ÖZKÜÇÜK

2025-2026 Güz Dönemi

LABORATUVAR GÜVENLİK KLAVUZU

Laboratuvar ortamında çalışanların sağlık ve güvenliği ile yürütülen çalışmaların başarısı için temel güvenlik kurallarına uyulması büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple aşağıda tanımlanan kurallara uyulması gerekmektedir.

- 13 mA'den büyük akım veya 40 V'dan büyük voltajlar insan sağlığı için tehlike arz etmektedir ve öldürücü etkisi vardır. Bu nedenle elektrik çarpmalarından korunmak için gerekli önlemleri alınız ve görevlilerin uyarılarına mutlaka uyunuz. Kaza ve yaralanmalar olduğu zaman görevliye derhal haber veriniz. Kazayı bildirmek için vakit geçirmeyiniz.
- Hasara uğramış veya çalışmayan alet ve cihazları derhal laboratuvar görevlisine bildirin.
- Herhangi bir nedenle hasar verdiğiniz tüm cihaz ve donanımlarının onarımı ya da yeniden alınma bedeli tarafınızdan karşılanacaktır. Cihazların üzerine kitap defter gibi ağır malzemeler yerleştirmeyiniz ve yerlerini değiştirmeyiniz.
- Multimetreleri ölçüm kademelerinin sınırı dışındaki akım veya gerilim kademelerinde çalıştırmayınız. Güç kaynaklarından düşük gerilim alınız.
- Laboratuvarların sessiz ve sakin ortamını bozacak yüksek sesle konuşmak, tartışma yapmak, başka grupların çalışmalarını engellemek, izin almadan laboratuvarı terk etmek, diğer gruplardan yardım almaya çalışmak ve laboratuvarında dolaşmak yasaktır.
- Laboratuvarlara yiyecek ve içecek sokmak yasaktır.
- Laboratuvarlarda cep telefonu kullanımı yasaktır.
- Çalışma esnasında saçlar uzun ise mutlaka toplanmalıdır.
- Çalışma bittikten sonra kullanılan cihazlar yerlerine konulmalıdır.
- Laboratuvarında çalıştığınız alanın temizliği sizin sorumluluğunuzdadır. Çalışmalar bittikten sonra gereken temizlik yapılmalıdır.
- Laboratuvardan çıkmadan önce masanın enerjisi kesilmelidir.

DİKKAT!

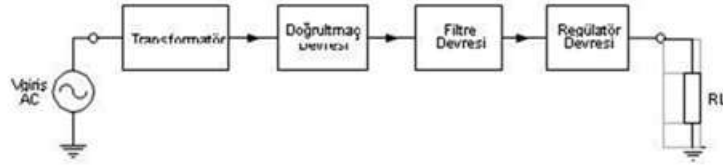
Laboratuvarında çalışan herkesin belirtilen kuralların tümüne uyması zorunludur. Bu kurallara uymayanlar laboratuvar sorumluları tarafından uyarılacak, gerekirse laboratuvardan süreli uzaklaştırma ile cezalandırılacaklardır. Laboratuvara kasıtlı olarak zarar verdiği tespit edilen kişiler laboratuvardan süresiz olarak uzaklaştırılacak ve verilen zarar tazmin ettirilecektir

1. DC / AC GÜÇ KAYNAĞI

Güç kaynağı, genel tanımıyla, bir enerji üreticidir. Bu enerji elektrik enerjisi olduğu gibi, mekanik, ısı ve ışık enerjisi şeklinde de olabilir. Konumuz elektronik olduğu için biz elektronik devreler için gerekli güç kaynağı olan doğrultucular kullanılacaktır. Doğrultucu nedir? AC gerilimi DC gerilime çeviren güç kaynaklarıdır. Elektronikte kullanılan doğrultucuların yararlandığı AC gerilim, şehir şebekesinden alınan 220 V'luk gerilimdir.

İyi bir doğrultucudan beklenen, AC geriliminden, hiç dalgalanması olmayan ve istenilen değerde bir DC gerilim oluşturmaktır. "+" ve "-" değerlendirilmesi kaynağın toprağa bağlanan ucu ile yapılmaktadır. Kaynağın (-) ucu toprağa (şaseye) bağlanırsa, besleme gerilimi (+) pozitif olarak kullanılır.

0/I güç anahtarı "ON" konumuna alarak güç kaynağı çalıştırabilir ya da aynı anahtarı "OFF" konumuna alınarak pasif duruma alınabilir.



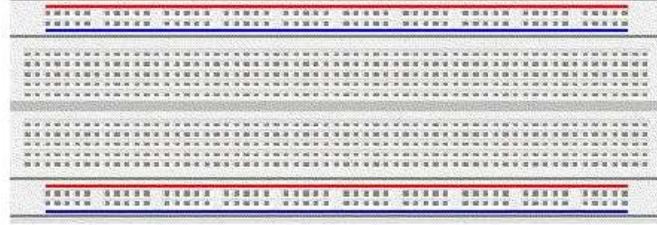
Şekil 1. DC güç kaynağı

Açıklamalar:

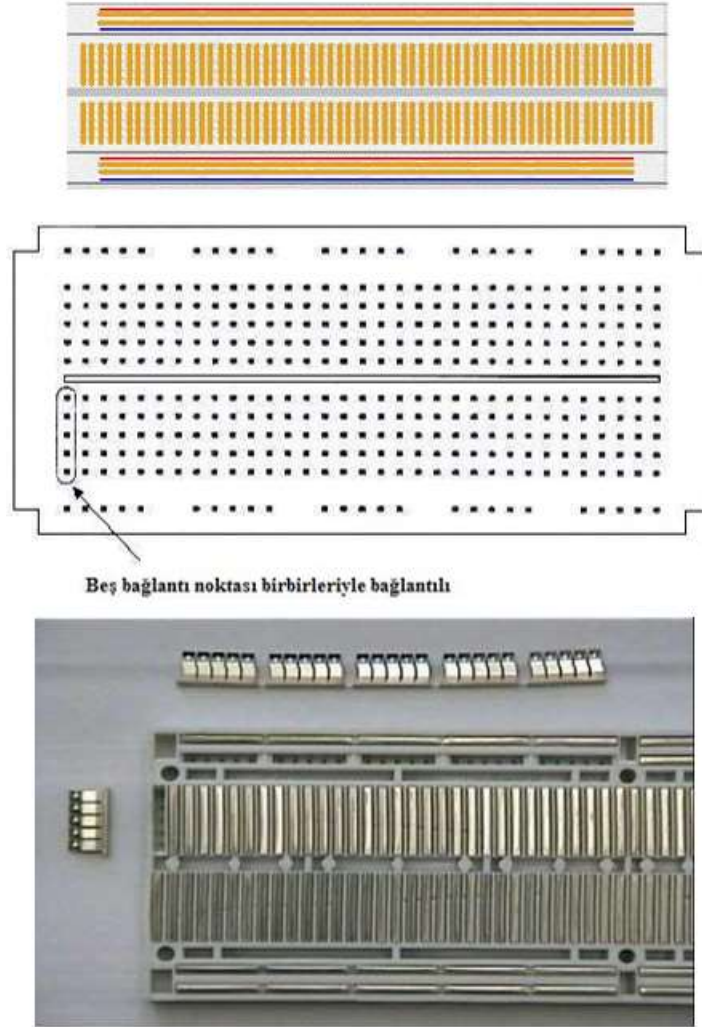
1. ± 5 V / 12 V DC simetrik gerilim elde edilebilir.
2. 0 – 30 V DC gerilim elde edilebilir.

2. BREADBOARD / DEVRE HAZIRLAMA BORDU

Harici deneylerin yapılabilceği ve devrelerin üzerine kurulabilceği elemandır. Kullanımına ait bilgiler ve bağlantı Şekilleri aşağıdaki Şekillerde verilmiŐtir.



Şekil 2. Breadboard



Şekil 3. Breadboard'un alt g3r3n3Ő3 ve kısa devre hatları

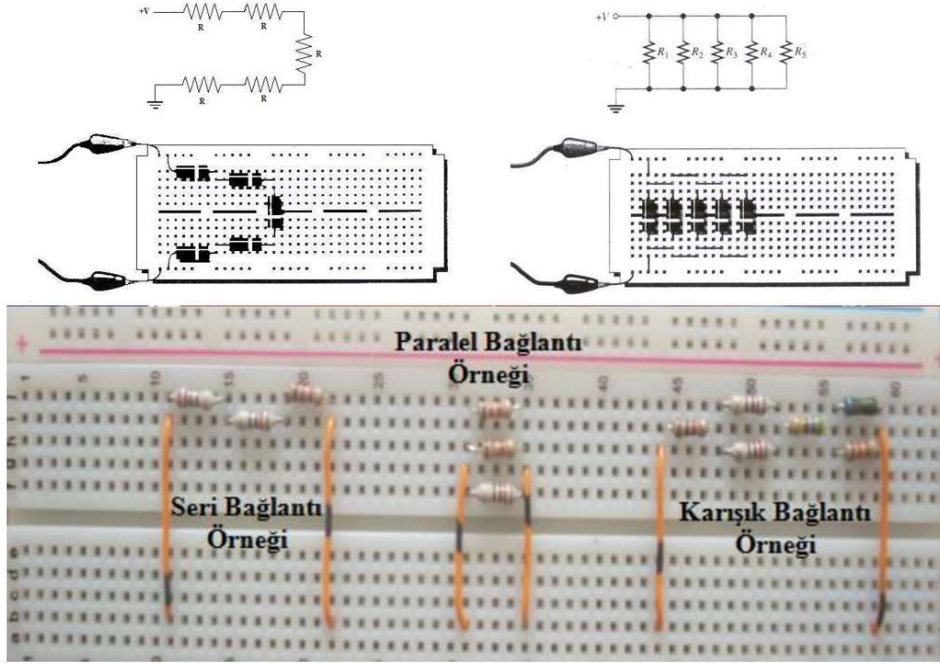
Yukarıdaki Şekillerde verildiği gibi beŐerli delikler dikey olarak ve her iki tarafındaki boydan boy delikler dizisi de yatay olarak birbirlerine bağlıdır. Yatay olan diziler mavi ve kırmızı olarak

işaretlenirler ve genellikle güç bağlantısını taşımak için kullanılırlar. Bağlantıların yerlerini bilen kullanıcı, bunları devresini oluşturan iletken teller yerine kullanır.

Elemanların montajı board üzerindeki deliklere takılmasından ibarettir. Board içerisindeki iletkenlerin yeterli olmadığı zamanlarda tek damarlı teller kullanılarak, board üzerindeki deliklere takılır ve gerekli bağlantıların gerçekleştirilmesi sağlanır. Deliklere takılan elemanlar takıldıkları deliklerde hafif şekilde bağlantı hatları tarafından sıkıştırılır ve bu sayede board ters çevrilse bile düşmezler.

Not: Tüm devrenizi bu şekilde board içerisindeki kısa devre bölümler ve yardımcı teller kullanarak oluşturduktan sonra test ve çalıştırma aşamalarına geçebilirsiniz. Devrenin kolay kurulması, sorunsuz çalıştırılması ve bir hata durumunda hatanın kolayca bulunabilmesi için tel ve eleman montajı sırasında düzenli olunmasına dikkat edilmelidir.

Örnekler:



Şekil 4. Breadboard üzerinde paralel ve seri bağlantı

3. AVOMETRE (MULTİMETRE) ÖLÇÜ ALETİ

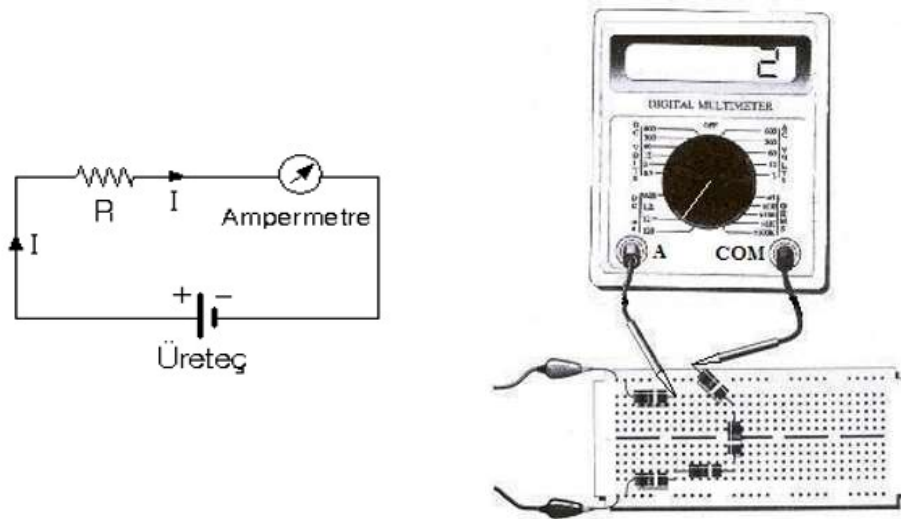
Avometre/multimetre (AVO = Amper, Volt, Ohm) akım, gerilim ve direnç ölçmek için kullanılan kombine ölçü aletinin genel adıdır. Avometrenin üzerindeki seçici anahtar vasıtası ile ölçülecek birim seçilir ve ölçüm işlemi gerçekleştirilir. Farklı elektriksel değerler ölçülürken cihazın ölçülecek büyüklüğün cinsine ve formuna göre ayarlanması gerekir.



Şekil 5. Dijital ve analog avometre

3.1. AKIM ÖLÇÜLMESİ

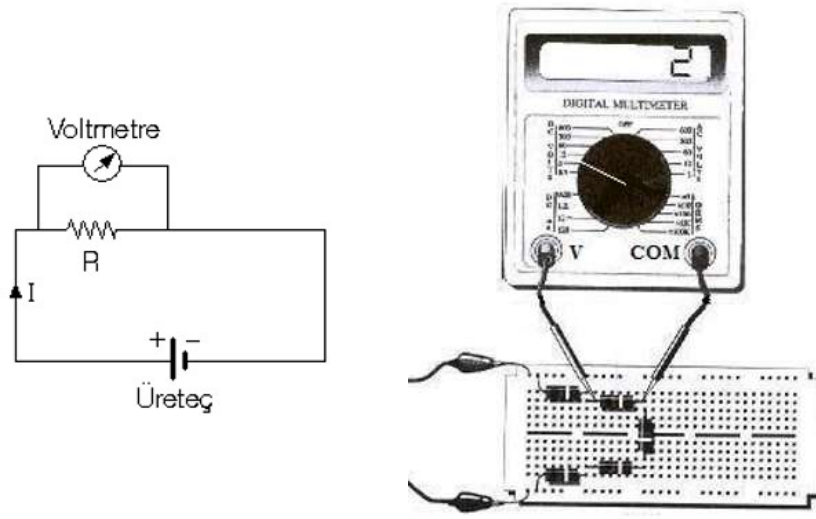
Akım ölçmek için cihazın seçici anahtarı akım kısmına (i) getirildiğinde, avometre ampermetre gibi davranacaktır. Ampermetrenin iç direnci çok küçük olduğundan dolayı bir koldan geçen akımı bulabilmek için, ampermetre o kola aşağıdaki şekilde olduğu gibi, seri olarak bağlanmalıdır. Aksi takdirde, ampermetre üzerinden çok fazla akım geçecek ve ampermetre zarar görecektir. Ayrıca ölçüm yaparken en büyük akım kademesinden başlanarak gerekirse ölçüm kademesi küçültülerek ölçüm sonuçları alınmalıdır. Unutulmamalı ki full skalaya yakın ölçülen sonuçların hata oranları çok daha küçük olmaktadır.



Şekil 6. Ampermetrenin devreye bağlantı şekli

3.2. GERİLİM ÖLÇÜLMESİ

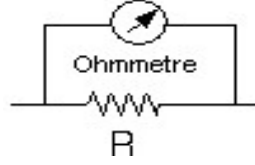
Avometrenin seçici anahtarı gerilim kısmına ayarlandığında (v), avometre voltmetre gibi davranacaktır. Fakat burada AC ve DC olmak üzere iki farklı gerilim formu bulunmaktadır. Ölçülecek gerilimin türüne göre uygun seçenek ve değerine göre de uygun kademe belirlenmelidir. Bir elektronik devre elemanın uçları arasındaki gerilimi ölçebilmek için, voltmetre elemana aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi paralel olarak bağlanmalıdır. Voltmetrenin paralel bağlanmasının nedeni iç direncinin çok büyük olmasıdır. Ölçüm yaparken cihazın en büyük gerilim kademesinden başlanmalı ve gerekirse ölçüm kademesi küçültülerek sonuç değerinin full skalaya yakın bir değerde olmasına dikkat edilmelidir.



Şekil 7. Voltmetrenin devreye bağlantı şekli

3.3. DİRENÇ ÖLÇÜMÜ

Avometrenin seçici anahtarı direnç kademesine (Ω) getirildiğinde, avometre ohmmetre formuna alınmış ve omik-direnç okuyabilecek duruma getirilmiş olur. Bir devre elemanın uçları arasındaki direnç değerini ölçebilmek için, ohmmetre elemana paralel olarak bağlanmalıdır fakat üzerinde gerilim olan bir malzemenin direnci ölçülmemelidir. Yani elemandan sadece ohmmetrenin akımı geçmelidir, aksi takdirde ölçülen değer hatalı olurken ohmmetre de aşırı akımdan dolayı zarar görebilir. Kısaca, ohmmetre cihazlarının doğru bir şekilde ölçüm yapılabilmeleri için, direnci ölçülecek olan elemanın bir ucu devreden ayrılmalı ve ölçüm proplarına el dokundurulmamalıdır. Çünkü değeri ölçülmek istenen ilgili elemanın direncine kullanıcının vücut direnci paralel bağlanmış olacağından ölçüm sonuçlarının hatalı olması kaçınılmaz olacaktır.



Şekil 8. Ohmmetrenin dirence bağlantı şekli

4. SİNYAL JENERATÖRÜ

İstenilen genlik ve frekansta sinyal üretmek için kullanılan bir kaynaktır. Sinyalin genliğini ayarlayabilmek için, “AMPLITUDE” potansiyometresini kullanmak gerekir. Ayrıca, sinyalin şeklini ayarlayabilmek içinde, “FUNCTION” kısmındaki butonları kullanılmalıdır. Bir sinyal jeneratörü, sinüs, üçgen ve kare olmak üzere üç farklı şekilde sinyal üretebilir. İstenilen sinyalin frekansını ise, “RANGE” bölümünden frekans aralığı seçildikten sonra, çarpan kademesi kullanarak ayarlanabilir.



Şekil 9. Sinyal Jeneratörünün ön-görünüşü

1. **Frekans Displayi:** 8 dijital bir likit kristal ekrandır. Frekans değerlerini gösterir. Maksimum MHz'e kadar gösterebilir. Aynı zamanda cihazın açık olup-olmadığını hata vererek uyarı mesajı üretebilir. Tuşların test edilmesinde de bu ekrandan yararlanır.
2. **Genlik Displayi:** 3 ½ dijital likit kristal ekrandır. RF çıkış seviyesini veya genlik değişmelerini göstermektedir. Ardışık sayıcıların akım display'i olarak kullanılır. Tuşların test işleminde kullanılır. Dedekte edilmiş ters gücü gösterir.
3. **RF Çıkış Soketi:** N kanallı soket AC çıkış sağlamaktadır. Çıkış empedansı 50 Ω 'dur. Çıkış frekans aralığı 100 KHz – 990 MHz'dir. Çıkış zayıflaması +13 dB'den –127 dB'ye kadardır.
4. **RF ON/OFF Anahtarı:** İki pozisyonlu bu anahtar RF sinyalinin çıkışını kontrol eder. On konumunda RF sinyalini çıkışa iletir. OFF konumunda ise RF sinyalinin çıkışını keser.
5. **Bilgi Giriş Tuşları:** Frekans, genlik değerlerinin seçildiği tuş takımlarıdır. (Örnek: 1KHz, 10 KHz)
6. **Değer Arttırma Anahtarı:** Frekans ve genlik arttırmamızı sağlayan kalibrasyon tuşlarıdır.
7. **Modülasyon Tuşları:** İstedğimiz modülasyonu seçmemizi sağlar: kare, sinüzoidal veya üçgen modülasyon. Ayrıca LEVEL, WIDE gibi tuşlar istediğimiz sinyali elde etmemizi sağlayan hassas ayarları yapabiliriz.

- 8. Modülasyon Giriş/Çıkış Soketi:** BNC soketi harici modülasyon sinyali (1 V pk) veya DC seviye (1 Vdc). İç modülasyon sinyali dahili ses osilatör katından üretilmektedir. 400 Hz veya 1KHz modülasyon sinyali üretir. Çıkış empedansı 600 Ω 'dur.

Sinyal Jeneratörünüm Yapısı:

Tipik sinyal jeneratörü beş bölümden meydana gelmektedir:

1. Osilatör Katı
2. Birleştirilmiş Modüleli Sinyal Katı
3. Zayıflatma Katı
4. Sabitlemiş ve Güç Seviye Katı
5. Çıkış Terminalleri ve Zayıflatma Katı

5. OSİLOSKOP

Elektriksel işaretlerin ölçülüp değerlendirilmesinde kullanılan aletler içinde en geniş ölçüm olanaklarına sahip olan osiloskop, işaretin dalga şeklinin, frekansının ve genliğinin aynı anda belirlenebilmesini sağlar.

Çalışması, hareket halindeki elektronların yörüngelerinin bir elektrik alan içerisinde geçerken sapmaları temel prensibine dayanır. Katot ışın tüpündeki saptırma plakaları adı verilen düzlemsel levhalara uygun potansiyellerde gerilimler uygulanarak oluşturulan elektrik alanlar, plakalar arasından geçen elektronları (elektron demetini) saptırarak fosfor ekrana çarptığı noktanın yerini değiştirir. Bu noktanın konumu saptırma plakalarına uygulanan gerilimin ani değeri ve dalga şekline bağlı olarak değişecek böylece ekranda ışıklı bir çizgi oluşacaktır.

Osiloskop devreye daima paralel bağlanır. Çok yüksek olan iç direnci nedeniyle seri bağlanması halinde ölçüm yapılmak istenen devreden akım akmasını engelleyecektir. Akım dalga şekillerini incelemek için akımın aktığı devreye küçük değerli bir direnç (ölçüm direnci) seri bağlanarak uçlarında düşen gerilimin dalga şekli incelenir. Bir omik dirençte içinden akan akım ve uçlarında düşen gerilimin dalga şekilleri ve fazlarının aynı oldukları göz önüne alınarak ve ohm kanunu gereği $V=I.R$ bağıntısı da göz önünde tutularak akım incelenir. Dikkat edilmesi gereken nokta, kullanılan direncin değerinin devre akımını çok fazla sınırlamayacak kadar küçük seçilmesi (genellikle akıma bağlı olarak 10 ile 200 miliohm arası) ve gücünün bu akıma dayanabilecek kadar büyük olmasıdır.



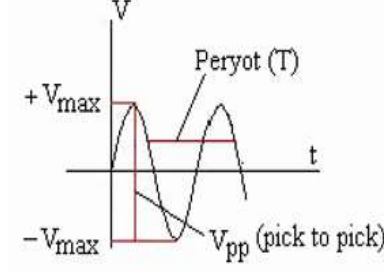
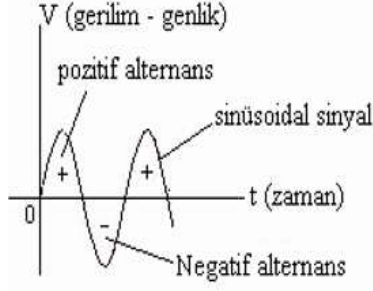
Şekil 10. Osiloskop görüntüsü

Bir osiloskop ile ölçme yapabilmek için, osiloskop ön panelinde bulunan düğme, anahtar, komütatör ve bağlantı uçlarının görevlerini ve kullanım biçimlerini bilmek gerekmektedir. Laboratuvarımızda kullandığımız osiloskoplar çift girişli olup, aynı anda iki farklı sinyal gözlemlenebilmektedir. Bu yüzden, bazı butonlardan ikişer tane bulunmasına rağmen, farklı girişlerdeki sinyaller üzerinde etkilidir. Aşağıda, osiloskopta bulunan bazı anahtar ve düğmelerin özellikleri kısaca anlatılmaktadır.

- **POWER (on / off):** Osiloskobu açar ve kapar. Anahtarın yanında LED var ise bu LED in ışık vermesi çalışma (açık olduğunu) durumunu gösterir.
- **INTENSITY:** Ekrandaki izin parlaklığını ayarlar.
- **FOCUS:** Ekrandaki izin net olarak elde edilmesi için odaklama yapar.
- **TRACE:** Yatay gösterge çizgisi ile tarama çizgisini hizalamak için yerin manyetik alanını dengeler.
- **X-POS:** Ekrandaki izin yatay konumunu kontrol eder.
- **TIME/DIV:** Zamanı (yatay eksen ölçeğini) 0,5 ms/bölme ile 0,2 s/bölme aralığında seçer.
- **VOLTS/DIV:** Giriş zayıflatıcısı (yatay eksen ölçeğini), giriş duyarlılığını 5 mV/bölme den 20 V/bölme arasında seçer.
- **Y-POS:** Ekrandaki sinyal görüntüsünün düşey konumunu kontrol eder, yani görüntüyü aşağı veya yukarı doğru kaydırır.

5.1. AC SİNYAL

Periyodik olarak genliği ve yönü düzenli olarak değişen sinyale AC sinyal denir. Yukarıdaki şekillerde sinüzoidal bir sinyal gösterilmiştir. Pozitif ve negatif alternansların değişimi için geçen süreye bir periyot denir. Periyodun birimi sn'dir ve T ile gösterilir. 1 saniyedeki periyot sayısına ise frekans denir. Frekansın birimi Hz'dir ve f ile gösterilir. Periyot ile frekans arasında bağıntı $f=1/T$ olur.



Şekil 11. Periyot ve frekans

Bu bağıntıda frekans Hz, periyot ise sn olarak alınmalıdır. Verilen değerlere göre gerekli dönüşümler yapılmalıdır. Aşağıdaki tabloda, Hz'in üst katları ve aralarındaki matematiksel çevirimleri bulunmaktadır.

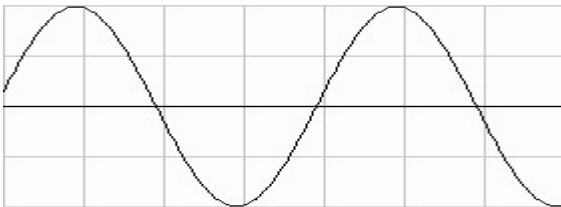
Osiloskopla Gerilimin Ölçülmesi:

Ekrandaki işaretin genliği **Y** (düşey) eksenine ilişkilidir. Ölçülecek sinyalin genlik değerinin ölçülebilmesi için, genliğin önce ekran üzerindeki kareler cinsinden belirlenmesi gerekir. Daha sonra **VOLTS/DIV** giriş zayıflatıcısı komütatörünün üzerindeki işaretin gösterdiği değer ile kare sayısı çarpılarak gerilimin gerçek değeri belirlenmiştir olur. Eğer zayıflatıcı (X10 veya X100) bir prob kullanılıyorsa, zayıflatma katsayısı da hesaba katılmalıdır. Osiloskobun hassasiyeti VOLTS/DIV komütatörünü saat yönünde çevirerek arttırılır.

Osiloskopla Frekans Ölçülmesi:

Osiloskoplarda frekans yerine periyot ölçülmektedir. Periyot ölçümleri **X** (yatay) ekseninde yapılır. Dalga şeklinin bir periyodunun **X** eksenine yönündeki uzunluğu kareler sayılarak belirlenir. Daha sonra **TIME/DIV** komütatörünün gösterdiği değer (sn/div, msn/div ya da µsn/div) ile kare sayısı çarpılarak işaretin periyodu belirlenir. Kullanılan prob (X1, X10 veya X100) zaman ölçümlerini etkilemez.

Örnek1. Aşağıdaki sinyalin frekans ve genliğini hesaplayınız.

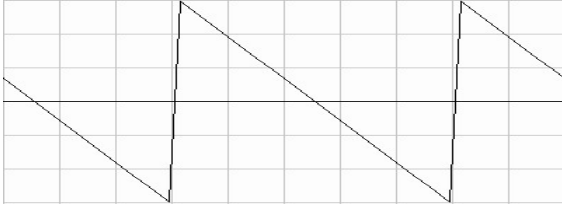


$$\text{Time/div} = 1 \text{ ms}$$

$$\text{Volt/div} = 5 \text{ volt}$$

$$V_{\text{max}} = \dots\dots\dots f = \dots\dots\dots$$

Örnek2. Aşağıdaki sinyalin frekans ve genliğini hesaplayınız.

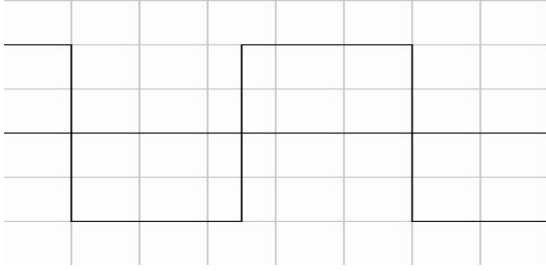


Time/div = 0.1 ms

Volt/div = 2 volt

$V_{max} = \dots\dots\dots f = \dots\dots\dots$

Örnek3. Aşağıdaki sinyalin frekans ve genliğini hesaplayınız.



Time/div =

Volt/div = 10 volt

$V_{max} = \dots\dots\dots f = \dots\dots\dots$

6. LEHİMLEME VE TEKNİKLERİ

Elektronik devrelerde bir sistemi oluşturmak için; elamanları ve tellerini birbirine tutturmak amacıyla belirli sıcaklıklarda eriyebilen tellere “lehim” denir. Lehimlerin sayesinde elektrik akımı devrelerin içerisinde elamanları çalıştıracak şekilde dolaşabilecektir. Lehim teli kalay ve kurşun metallerinin karışımından oluşturulmuştur. Lehim telinin içerisindeki kalay miktarı arttıkça kalite yükselmektedir. Çünkü erime sıcaklığı kalay çoğaldıkça azalmaktadır. Lehimin kalitesi kullanılacağı devrenin hassaslığına göre değişmektedir. Elektrik-elektronik devrelerin bağlantılarının birbirine tutturulmasında yumuşak lehimleme kullanılır.

Lehim karışım oranı (Ag: Gümüş, Sn: Kalay, Pb: kurşun, Cu: Bakır, Cd: Kadmiyum, Zn: Çinko)	Ergime sıcaklığı (°C)	Lehimleme sıcaklığı (°C)	Uygulama yerleri	Lehimleme işlemi
%63 Sn- %37 Pb	183	220–230	Hassas elektronik gereçler	Sızdırmalı lehimleme
%60 Sn- %40 Pb	190	240–250	Elektronik devre elamanları	Yumuşak lehimleme
%50 Sn- %50 Pb	215	260–280	Elektronik devreler ve ince iletkenler	Yumuşak lehimleme
%40 Sn- %60 Pb	238	280–300	Kalın iletkenler ve iri lehimler	Orta sert lehimleme
%40 Ag- %20 Cd- %19 Cu- %21 Zn	620	700–750	Bakır, Nikel, Çelik ve alaşımlarında	Sert lehimleme

Şekil 12. Lehim karışım oranına göre uygulama durumu

Yumuşak lehimde direnç değerinin çok düşük olması, elektrik akımının iletilmesini önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır. Lehim telleri kalınlıklarına göre de çeşitlendirilebilir. Buna göre 0,75mmf-1mmf-1,20mmf-1,60mmf çaplarında üretilebilirler. Tüp veya makara olarak piyasada satılmaktadırlar. Makaralar 100gr, 200gr veya 500gr olabilir.

6.1. PASTA



İletkenleri birbirine tutturabilmek için lehim pastası kullanılmalıdır. Lehim pastası kusursuz bir lehimleme için önemlidir. Lehim yapılırken metal yüzeyin temizlenmesi ve ısınmadan dolayı tekrar oluşabilecek oksitlenmeleri önlemek için lehim pastası kullanılır. Lehim pastası, katı durumda satılmaktadır. Erime ısıları lehime göre daha düşüktür. Bu nedenle lehimleme işleminden önce çok çabuk olarak uçucu gaz haline dönüşmektedir.

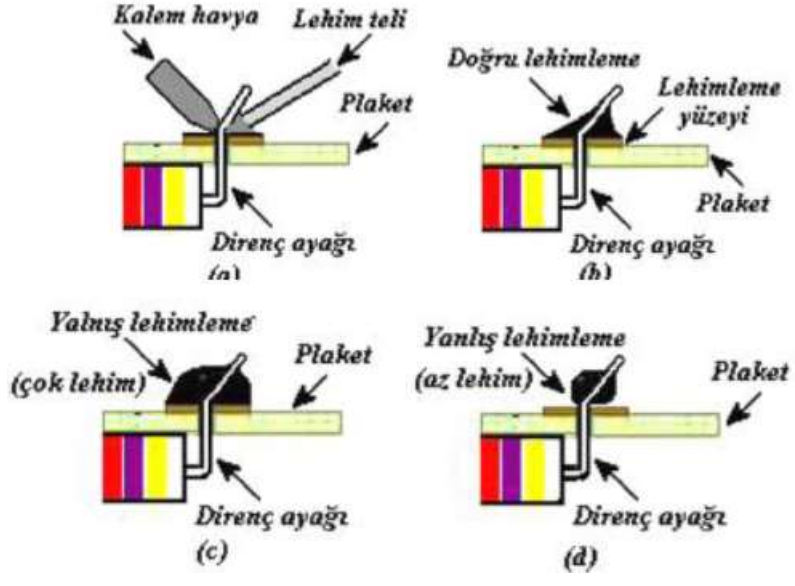
6.2. HAVYA



Lehimlemede kullanılan önemli elemanlardan biriside havyaadır. Elektrik ve elektronik devrelerde elemanlarını birbirine lehimlemeyebilmek için yüksek ve hızlı bir ısı kaynağına ihtiyaç vardır. Bu ihtiyacı karşılamak üzere bu alanda elektrikle çalışan “havyalar” kullanılmıştır. Havyalar 200 ile 500 derece arasında ısı yayabilecek şekilde üretilebilirler. Havyaların güçleri ise 5 ile 300 watt arasında değişebilmektedir. Firmaların üretimine göre bu oranlar değişiklik gösterebilir.

6.3. LEHİMLEMENİN YAPILMASI

- Lehim yapılacak yer iyice temizlenmelidir.
- Kaliteli lehim kullanılmalıdır.
- Havyanın ucu temiz olmalı, az miktarda lehimle kaplanmalıdır.
- Havya uygun sıcaklıkta olmalıdır.
- Eleman veya iletken uçları önceden az miktarda lehimlenmelidir. Buna ön lehimleme denir.
- Havyanın ucu lehim yapılan yeri ısıtmalı, ucun lehimle bir teması olmamalıdır.
- Lehim ısınan yere değdirilmeli, erimesi beklenmelidir.
- Yeteri kadar (ne az ne fazla) lehim kullanılmalıdır.
- Lehim eridikten sonra tekrar donması için 2-3 saniye bekleyiniz. Bu süre içinde lehimlenen elemanlar sarsılmamalıdır.
- Baskı devre üzerinde lehimleme yapılıyorsa aşırı ısınma sonucu baskı devre kalkabilir.
- Bu durumda lehimlenen yeri aşırı ısıtmamak gerekir.



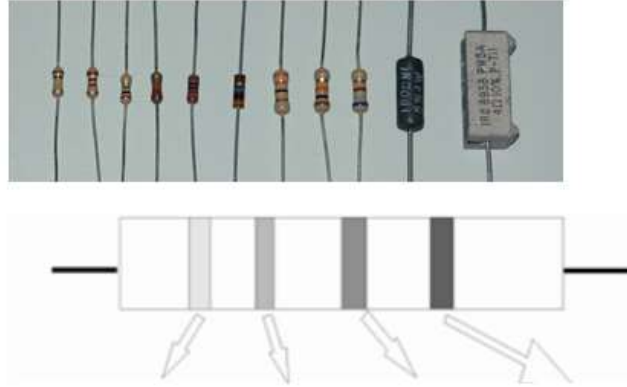
Şekil 13. Lehimlemenin doğru ve yanlış görseli

Deney No:	1
Deney Adı:	Direnç Renk Kodları ve OHM Yasası

Teorik Bilgi:

9. yüzyıl fizikçilerinden George Simon Ohm, elektriği keşfeden Benjamin Franklin'den sonra en önemli adımı atan bilim adamı oldu. Belirli kesit ve uzunluktaki, belirli bir maddeden yapılmış bir teli standart seçerek, öbür teller için bugün direnç denilen özelliği “indirgenmiş uzunluk” adıyla tanımladı. Deneysel yollarla ulaştığı ünlü yasasını 1986 yılındaki makalesinde, “akım Şiddeti=elektroskopik kuvvet/indirgenmiş uzunluk” biçiminde açıkladı.

Elektrik akımına karşı sergilenen direnç maddenin bir özelliğidir. Deneyde kullandığımız dirençler, Ohm kanununa uyan maddelerden yapılmış iletken araçlardır. Çok küçük olan dirençlerin değerlerini ve özelliklerini direnç üzerine yazmak çok zordur. Bu nedenle direnç değerlerini kolayca okumak için özel renk kodları geliştirilmiştir. Bu renk kodları ve direnç üzerindeki renklerin ne anlama geldiği aşağıda açıkça anlatılmıştır.



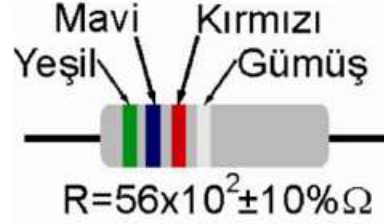
Renk	1. band	2. band	3. band (çarpan)	4. band(tolerans)
Siyah	0	0	$\times 10^0$	
Kahverengi	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$ (F)
Kırmızı	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$ (G)
Turuncu	3	3	$\times 10^3$	
Sarı	4	4	$\times 10^4$	
Yeşil	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$ (D)
Mavi	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$ (C)
Mor	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$ (B)
Gri	8	8	$\times 10^8$	$\pm 0.05\%$ (A)
Beyaz	9	9	$\times 10^9$	
Altın			$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$ (J)
Gümüş			$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$ (K)
Yok				$\pm 20\%$ (M)

Şekil 1.1. Direnç renk kodları

Yukarıdaki tablonun kolay ezberlenmesi açısından aşağıdaki gibi bir heceleme geliştirilmiştir.

“SoKaKtA SaYaMaM Gi i Ama Görürüm”

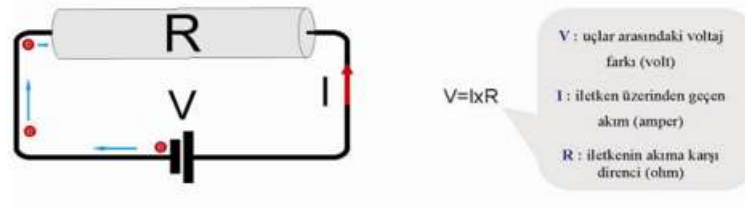
Burada dikkat edeceğimiz gibi ilk iki kelimenin sessiz harfleri sırası ile renk kodlarını (Siyah, Kahverengi, Kırmızı, Turuncu, Sarı, Yeşil, Mavi Mor, Gri, Beyaz), son iki kelimenin baş harfleri ise Altın ve Gümüş'ü anımsatmak için kullanılmıştır. S K K T S Y M M G B.



Ohm kanunu olarak bilinen,

$$I = \frac{V}{R}$$

denklemini, günümüzde tüm elektrik devrelerinin temelini oluşturmaktadır.



	Kırmızı-Sarı-Turuncu-Siyah-Kahverengi $243 \times 1 = 243 \text{ Ohm } \%1$
	Kahverengi-Sarı-Siyah-Altın-Kırmızı $140 \times 10^{-1} = 140 \times 0,1 = 14 \text{ Ohm } \%2$
	Yeşil-Beyaz-Siyah-Kırmızı-Kırmızı $590 \times 100 = 59 \text{ Kohm } \%2$
	Kahverengi-Kırmızı-Kahverengi-Turuncu-Kırmızı $121 \times 1000 = 121 \text{ Kohm } \%2$
	Sarı-Kırmızı-Kırmızı-Turuncu-Kırmızı $422 \times 1000 = 422 \text{ Kohm } \%2$
	Kahverengi-Siyah-Siyah-Altın-Kırmızı $100 \times 0,1 = 10 \text{ Ohm } \%2$

Şekil 1.2. Direnç hesaplaması

Deneyde kullanılacak malzemeler:

1. Delikli Panel
2. Çeşitli Dirençler (1 KΩ, 2.2 KΩ, 4.7 KΩ, 10 KΩ)
3. Multimetre

$$\text{Bağıl (Yüzde) Hata} = \left[\frac{\text{Ölçülen Değer} - \text{Hesaplanan Değer}}{\text{Hesaplanan Değer}} \right] \times 100$$

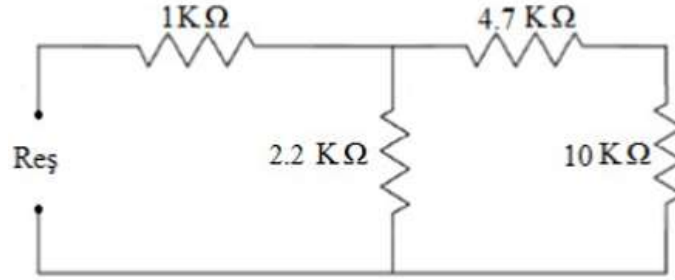
$$\text{Mutlak Hata} = [|\text{Ölçülen Değer} - \text{Hesaplanan Değer}|]$$

Analog Avometre Kullanarak Alınan Ölçüm;

$$\text{Analog Ölçüm Sonucu} = \left[\frac{\text{Ayarlanan Kademe} \times \text{Okunan Değer}}{\text{Gösterge En Büyük Değeri}} \right]$$

Deney Adımları:

1. Deneyde kullanacak tüm dirençlerin iki ucunu “boyları eşit uzunlukta olacak biçimde” 90 derecelik bir açı vererek bükünüz.
2. Şekil 1.3.’de gösterilen devreyi delikli panel üzerinde kurunuz.
3. Dirençleri ölçmek için analog ve sayısal ohmmetre kullanınız.
4. Tüm direnç değerlerini ölçerek aşağıdaki tabloyu doldurunuz.



Şekil 1.3. Deney bağlantı şeması

Tablo 1.1. Direnç hesaplama

Dirençler	Renkler				Hesaplanan	Sayısal ölçüm	Mutlak Hata	Bağıl Hata
	1.Renk	2.Renk	3.Renk	4.Renk				
1 KΩ								
2.2 KΩ								
4.7 KΩ								
10 KΩ								
Reş								

Laboratuvar Raporu için Sorular:

1. Her bir elaman için analog-dijital ohmmetre kullanımında yaptığınız hesaplamaları yazınız.
2. Tüm dirençleri çizin ve nasıl okuduğunuzu şekil ve renklerini çizerek belirtiniz.
3. Eşdeğer Direnç R_{eq} 'i bulmak için yapılan hesaplamaları yazın.
4. Elde ettiğiniz sonuçları hata değerlerini de göz önüne alarak ölçülen değerler ile karşılaştırıp yorumlayınız.

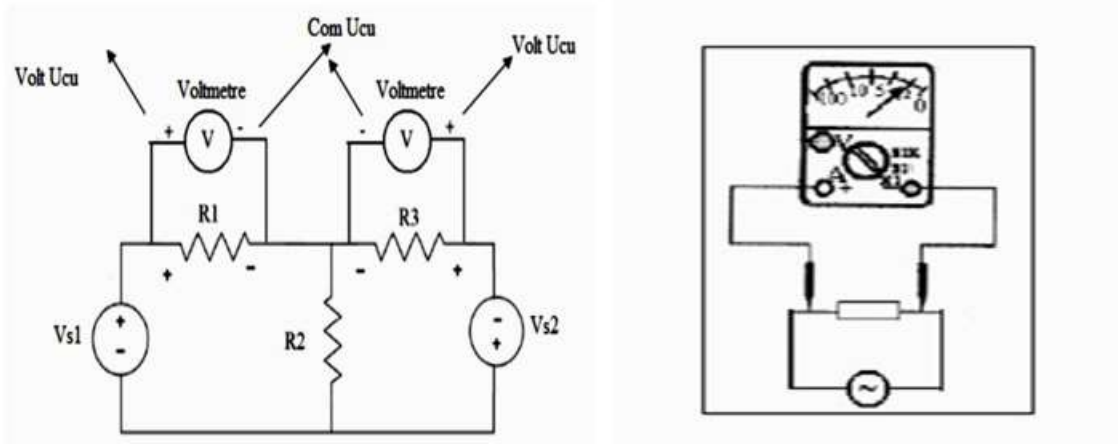
Deney No:	2
Deney Adı:	Dirençlerin Seri/Paralel/Karışık Bağlanması ve Akım, Gerilim Ölçülmesi

Teorik Bilgi:

Gerilim Ölçümü:

Gerilim Voltmetre veya osiloskop ile ölçülür. Voltmetre olarak kullanılan Avometre veya sayısal MultiMetre (SMM) bir devrenin herhangi iki noktası arasındaki potansiyel farkını ölçmek için kullanılan ölçü aletidir. Voltmetre ile gerilim ölçümü için sırasıyla aşağıdaki kurallar uygulanmalıdır:

- Voltmetre, gerilimi ölçülecek devre elemanı ile **paralel** bağlanır (Şekil 2.1.). Voltmetrelerin iç dirençleri genellikle çok büyük olduğundan (megaohm'lar mertebesinde) devreden çektikleri akım çok küçüktür. Voltmetrenin devreden akım çekmesi "yükleme etkisi" olarak tanımlanır. Voltmetrenin iç direnci ne kadar büyük olursa, yüklemeye etkisi ve dolayısıyla ölçüm hatası da o oranda az olur.



Şekil 2.1. Voltmetre ile gerilim ölçmek için bağlantı şekli

Şekil 2.1.'de, R1 ve R3 dirençleri üzerindeki gerilimleri ölçmek için voltmetrenin devreye nasıl bağlanacağı gösterilmiştir.

- DC gerilim ölçülürken yön önemlidir. Her şeyden önce hatalı bağlantı ile Kirchhoff'un kanunlarına aykırı bir iş yapıldığı için yönler dikkate alınarak bağlanmalıdır. Bazı analog voltmetrelerle ölçüm yaparken, voltmetrenin ölçüm uçları devreye ters bağlanırsa, ibre ters yönde sapmaya zorlanır, bunun sonucunda ibre eğrilebilir ya da ölçü aleti zarar görebilir. Ters yönde sapabilen ölçü analog ölçü aletleri mevcuttur. Sayısal ölçü aletleriyle DC gerilim ölçümünde, ölçüm uçlarının ters bağlanması durumunda göstergedeki gerilim değerinin önünde eksi işareti okunur.
- AC gerilim ölçümlerinde voltmetrenin bağlanma yönü önemli değildir.
- Ölçü aleti üzerinde gerilim ölçümü için mevcut olan uygun test soketlerinin kullanılması gerekir.

Akım veya direnç için ayrılan soketlerin kullanılmaması gerekir. Sadece gerilim ölçümü için ayrılan soketler kullanılmalıdır.

- AC veya DC ölçümün hangisi yapılıyorsa, fonksiyon seçme anahtarlarının bunlara uygun konumlarda olması gereklidir. Ölçü aleti DC kademede gerilimin ortalama değerini, AC kademede gerilimin efektif değerini gösterir.
- Ölçüm aralığı seçme anahtarlarının uygun konumlarda olması gereklidir. Eğer ölçülecek değer tam olarak bilinmiyorsa, tahmin edilen değer bir üst kademesine getirilerek ölçüme başlanmalıdır. Ölçülen kademede okunan değer, ancak ve ancak alt kademenin en büyük değerinden küçükse, hassas okuma yapmak için daha sonra alt kademeye getirilebilir.

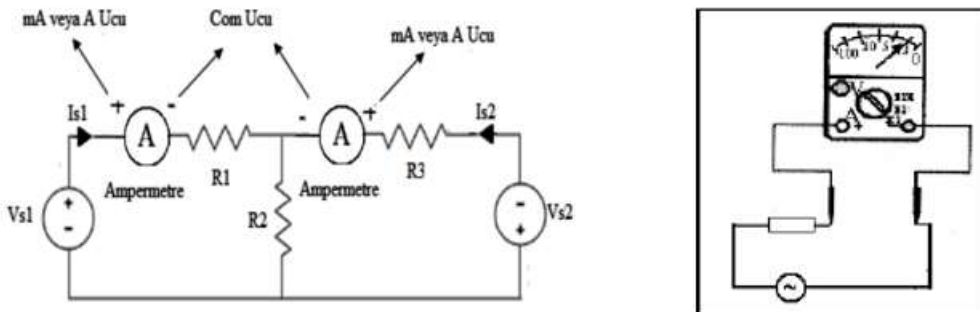
Bu ayarlamaların uygun yapılmaması durumunda ölçü aleti zarar görebilir.

Akım Ölçümü:

Akım Ampermetre ile ölçülür. Ampermetre olarak kullanılan Avometre veya Multimetre bir iletkenin ya da bir devre elemanının içinden geçen akımı ölçmek için kullanılan ölçü aletidir. **Ampermetre devreye bağlanırken güç kaynağının kapalı olması gereklidir.**

Ampermetre ile akım ölçümü için sırasıyla aşağıdaki kurallar uygulanmalıdır:

- Akımı ölçülecek devre elemanının bulunduğu bağlantı açılmalıdır. Bu noktaya Ampermetre **seri** bağlanmalıdır. **Aksi durumda ölçü aletinin sigortası yanabilir ya da tamamen bozulabilir.** Ampermetrenin devreye paralel olarak bağlanması durumunda, ya ampermetrenin sigortası atar ya da bununla kalmayıp ampermetre hasar görebilir. Ampermetre devreye seri bağlandığında, ampermetrenin iç direnci seri bağlı olduğu devrenin direncine eklenir. Bunun sonucunda, hem ölçülecek olan akım azalır hem de Ampermetre üzerinde bir gerilim düşümü olur. Bu etkiyi en aza indirmek amacıyla ampermetreler iç dirençleri çok küçük (güç değeri yüksek) olacak şekilde tasarlanırlar. Ampermetrenin iç direncinin devreye seri olarak eklenmesi sonucunda oluşacak ölçüm hatası “araya girme hatası” olarak da bilinir.



Şekil 2.2. Ampermetre ile akım ölçmek için bağlantı şekli

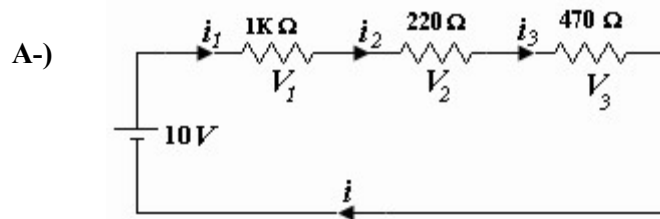
- DC akım ölçülürken yön önemlidir. Her şeyden önce hatalı bağlantı ile Kirchhoff'un kanunlarına

aykırı bir iş yapıldığı için yönler dikkate alınarak bağlanmalıdır. DC akım ölçümlerinde, akım ampermetrenin her zaman artı uç olarak gösterilen Amper (20A veya mA) soketlerinden birinden girip, eksi uç olarak bilinen COM soketinden çıkmalıdır. Analog DC ampermetre de akım yönüne duyarlıdır. Ters bağlantı yapıldığında ibre ters yöne sapar. Sayısal ampermetrelerde ise ters bağlantı durumunda göstergede akım değerinin başında eksi işareti okunur, fakat ölçü aleti hasar görmez.

- AC akım ölçümlerinde ampermetrenin bağlanma yönü önemli değildir.
- Ölçü aleti üzerinde akım ölçümü için mevcut olan uygun test soketlerinin kullanılması gerekir. Gerilim veya direnç için ayrılan soketlerin kullanılmaması gerekir. Sadece akım ölçümü için ayrılan soketler kullanılmalıdır.
- Ölçüm aralığı seçme anahtarlarının uygun konumlarda olması gereklidir. Eğer ölçülecek değer tam olarak bilinmiyorsa, tahmin edilen değer bir üst kademesine getirilerek ölçüme başlanmalıdır. Ölçülen kademedeki okunan değer, ancak ve ancak alt kademenin en büyük değerinden küçükse, hassas okuma yapmak için 7. adım sonundan sonra alt kademeye getirilebilir. Örneğin tahmin edilen değer 1.5 mA ise, ampermetre mA'lık sokete bağlanmalı ve anahtar bir üst kademe olan 10 mA kademesine getirilmelidir. Hiçbir tahmin yoksa ampermetre 20A'lık sokete bağlanmalı ve anahtar 20 A kademesine getirilmelidir. Bu ayarlamaların uygun yapılmaması durumunda **ölçü aletinin sigortası yanabilir ya da tamamen bozulabilir.**
- AC veya DC ölçümün hangisi yapılıyorsa, fonksiyon seçme anahtarlarının bunlara uygun konumlarda olması gereklidir. Ölçü aleti DC kademedeki akımın ortalama değerini, AC kademedeki akımın efektif değerini gösterir.
- Güç kaynağı açılır ve akımın geçtiği yöne göre (+) ya da (-) değer okunur. Elde edilen değer(-) ise ve böyle bir bağlantı deney sorumlusu tarafından istenmemişse hatalı bir bağlantı yapmışsınızdır. Ampermetre uçları güç kaynağı kapatılarak değiştirilmelidir.
- Dolaylı olarak osiloskop kullanarak da akım ölçümü yapılabilir. Değeri bilinen bir direnç üzerindeki gerilimi ölçüp, Ohm yasasından ($I=V/R$) yararlanarak devreden geçen akımı bulabilir.

Deney Yapılışı:

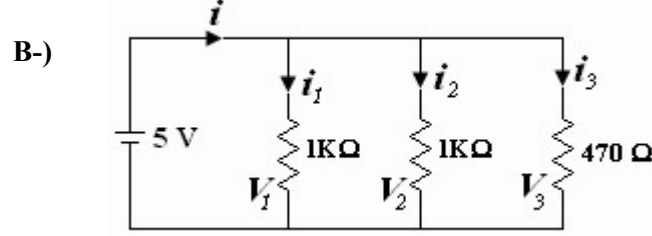
Aşağıda şemaları verilmiş olan 3 farklı devreyi kurarak, istenen gerilim ve akım değerlerini ölçünüz ve ilgili tabloyu doldurunuz. Hesaplayarak bulduğunuz ve ölçtüğünüz değerleri karşılaştırınız.



Şekil 2.3. Deney devre şeması

Tablo 2.1. Ölçüm hesaplama tablosu

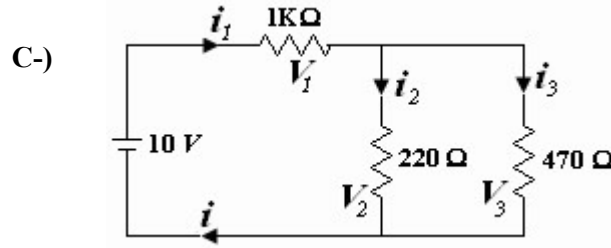
	V_1	V_2	V_3	i	i_1	i_2	i_3
Hesaplanan							
Ölçülen							



Şekil 2.4. Deney devre şeması

Tablo 2.2. Ölçüm hesaplama tablosu

	V_1	V_2	V_3	i	i_1	i_2	i_3
Hesaplanan							
Ölçülen							



Şekil 2.5. Deney devre şeması

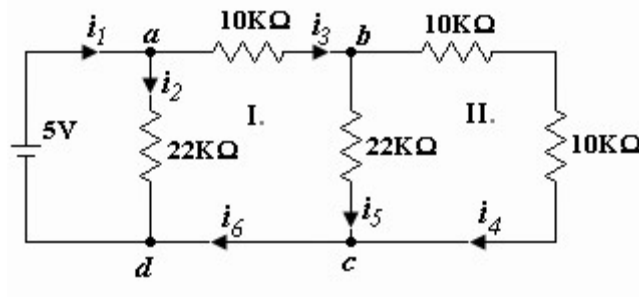
Tablo 2.3. Ölçüm hesaplama tablosu

	V_1	V_2	V_3	i	i_1	i_2	i_3
Hesaplanan							
Ölçülen							

SONUÇ:

Deney No:	3
Deney Adı:	Kirchoff Kanunları

Aşağıda devre şeması verilmiş olan devreyi kurarak tabloda istenen akım değerlerini ölçünüz. Hesaplayarak bulduğunuz ve ölçtüğünüz akım değerleri ile karşılaştırınız.



Şekil 3.1. Deney devre şeması

Tablo 3.1. Ölçüm hesaplama tablosu

	i_1	i_2	i_3	i_4	i_5	i_6
Hesaplanan						
Ölçülen						

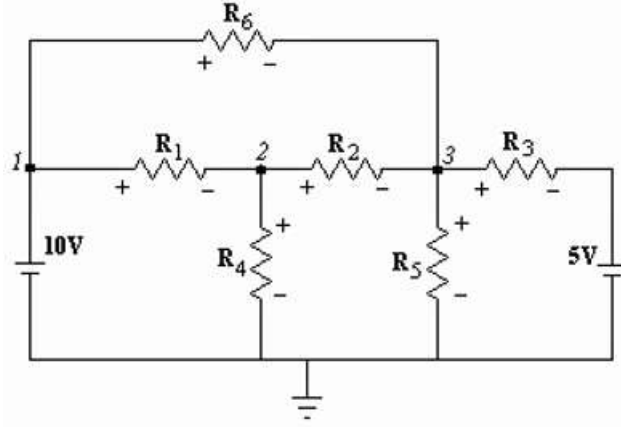
1. a , b , c , d düğüm noktalarına göre Kirchoff Akım Yasası denklemini yazınız. Hesapladığımız ve ölçtüğünüz değerleri bu denkleme yerleştirerek yasanın doğruluğunu gösteriniz.
2. I. ve II. nolu kapalı döngülerde Kirchoff Gerilim Yasası denklemini yazınız. Hesapladığımız ve ölçtüğünüz değerleri bu denkleme yerleştirerek yasanın doğruluğunu gösteriniz.

SONUÇ:

Deney No:	4
Deney Adı:	Düğüm Gerilimleri Yöntemi

A-) Aşağıdaki devrede düğüm gerilimleri yöntemini kullanarak; 1, 2 ve 3 nolu düğüm gerilimlerini, akım değerlerini ve elemanlar üzerindeki gerilim değerlerini elde ediniz. Bulduğunuz bu değerleri tablo 4.1.'deki ilgili yerlere yazınız.

$R_1=5.6K\Omega$, $R_2=10K\Omega$, $R_3=10K\Omega$, $R_4=10K\Omega$, $R_5=3.3K\Omega$, $R_6=2.2K\Omega$



Şekil 4.1. Deney devre şeması

B-) Yukarıdaki devreyi board üzerine kurarak, hesaplamış olduğunuz değerleri ölçünüz. Bu değerleri tablo 4.1.'deki ilgili yerlere yazınız ve Hesaplama/Ölçüm sonuçlarınızı birbiriyle karşılaştırınız.

Tablo 4.1. Ölçüm hesaplama tablosu

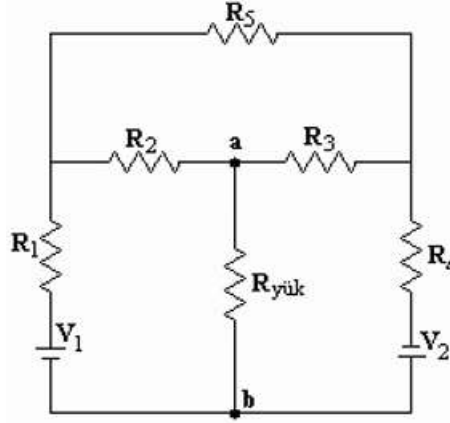
	V1	V2	V3			
Hesaplama						
Ölçüm						
	IR1	IR2	IR3	IR4	IR5	IR6
Hesaplama						
Ölçüm						
	VR1	VR2	VR3	VR4	VR5	VR6
Hesaplama						
Ölçüm						

SONUÇ:

Deney No:	5
Deney Adı:	Thevenin/Norton ve Maksimum Güç Teoremleri

A-) Aşağıdaki devrede $R_{yük}$ üzerinde maksimum gücün harcanabilmesi için gerekli olan direnç değerini teorik olarak elde ediniz. a-b noktaları arasına $10K\Omega$, $7.1K\Omega$ ve $5.6K\Omega$ değerindeki dirençleri bağlayarak, bu dirençler üzerinden geçen akımı ölçerek tespit ediniz ve ilgili sonuçları tablo 5.1.'e yerleştiriniz.

$R_1= 220\Omega$, $R_2= 10K\Omega$, $R_3= 22K\Omega$, $R_4= 1.5K\Omega$, $R_5= 22K\Omega$, $V_1= 10V$, $V_2= 5V$



Şekil 5.1. Deney devre şeması

B-) Bu üç farklı direnci, devrenin Thevenin eşdeğerine bağlayarak üzerlerinden geçen akımı ölçerek bulunuz. Bir önceki devrede ölçtüğünüz sonuçlarla karşılaştırınız.

Tablo 5.1. Ölçüm hesaplama tablosu

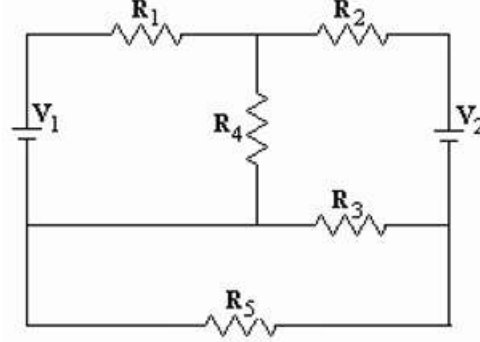
$R_{yük}$		$I_{R_{yük}}$	$P_{R_{yük}}$
5.6 K Ω	Orjinal Devre		
	Thevenin Eşd.		
7.1 K Ω	Orjinal Devre		
	Thevenin Eşd.		
10 K Ω	Orjinal Devre		
	Thevenin Eşd.		

SONUÇ:

Deney No:	6
Deney Adı:	Süper Pozisyon Teoremi

A-) Aşağıdaki devrede, süper pozisyon yöntemini kullanarak, R_4 direnci üzerinden geçen akımı hesaplayınız. Ayrıca, bulduğunuz teorik sonucu ölçüm yaparak elde ediniz.

$R_1= 100\Omega$, $R_2= 1K\Omega$, $R_3= 1K\Omega$, $R_4= 560\Omega$, $R_5= 100\Omega$, $V_1=10V$, $V_2=5V$



Şekil 6.1. Deney devre şeması

B-) V_2 'yi devreden çıkarıp yerine tel bağlayınız ve V_{R4} 'ü ölçerek kaydediniz.

C-) V_2 'yi devreye yeniden yerine bağlayın, V_1 'i devreden çıkarıp yerine tel bağlayınız ve V_{R4} 'ü yeniden ölçünüz ve kaydediniz.

D-) B ve C'de yaptığınız ölçümleri cebirsel olarak toplayınız. A'da ölçtüğünüz değerle karşılaştırınız.

SONUÇ:

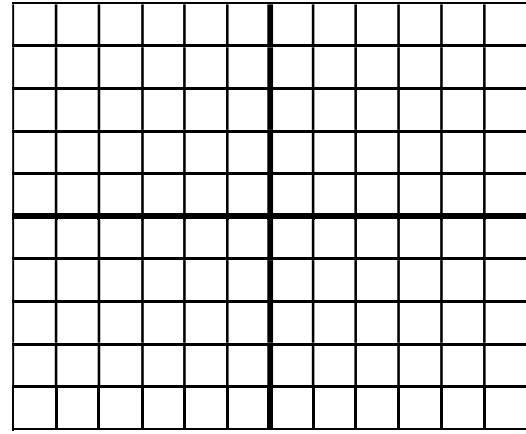
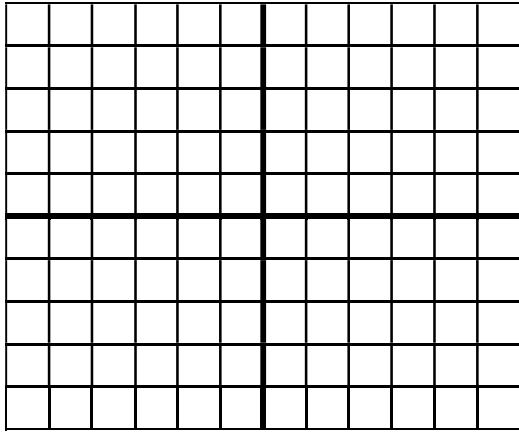
Deney No:	7
Deney Adı:	Osiloskop ve Sinyal Jeneratörü Kullanımı

Deney Adımları:

1. Osiloskobu Power düğmesine basarak açınız. Kısa bir süre içinde CRT ekranda düz bir ışın belirecektir. Ekranda ışının net, temiz ve ortalanmış olarak görüntülenmesi için aşağıdaki tuş ve/veya düğmelerle ayar yapınız.
2. Dikey konum ve yatay konum düğmeleri ile Focus ve Intensity düğmelerini ayarlayınız.
3. Osiloskobun Sweeptime/div düğmesini, 1ms/div konumuna alınız. Tetikleme modlarından AUTO seçili olmalıdır.
4. Osiloskobunuz çift kanallı (CH1 ve CH2) veya üç kanallı (CH1, CH2 veya CH3) olabilir. Osiloskop probunuzun BNC tarafını CH1 kanalının girişine bağlayınız ve saat yönünde çevirerek, bağlantı işlemini tamamlayınız. (Çıkarırken saat yönünün tersine çevirip; sonra çekiniz.) Probun diğer ucunu ise, osiloskobun ön panelinde yer alan CAL ucuna bağlayınız.
5. Kalibratör dalga şekli, ekranda belirir. CH1 kanalına ilişkin Volt/div düğmesinin konumunu değiştirerek, dalga şeklinin dikeyde kapladığı bölme sayısının değiştiğini gözlemleyiniz. 1V/div, 0.5V/div, 0.2V/div konumları için dikeydeki bölme sayısının değişimini kaydediniz.
6. Sweeptime/div düğmesinin konumunu sırasıyla 0,5ms/div, 0,2ms/div ve 0,1ms/div yaparak, ekranda dalga formunda oluşan değişiklikleri kaydediniz.
7. Ekrandaki dalga şekli, Sweeptime/div düğmesinin konumunu 1ms/div iken 3 periyot (cycle) görülecek şekilde Time/base ve Cal düğmeleri ile ayar yapınız.

Laboratuvar Çalışma Soruları

1. Osiloskopta Akım şekli dolaylı olarak nasıl elde edilir?
2. Osiloskopta Time/Div kademesini ve Volt/Div Kademesini değiştirmek işaretin frekansını ve genliğini değiştirir mi?
3. Aşağıdaki sıralanan işlevler, osiloskobun hangi düğme veya tuşu ile ayar yapmak koşulu ile gerçekleşir?
4. Kalibrasyon işaretini Prob çarpanını x1 ve x10 olarak değiştirerek aşağıya çiziniz.

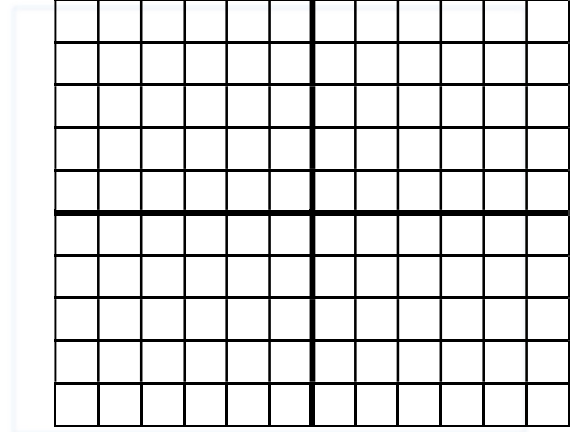
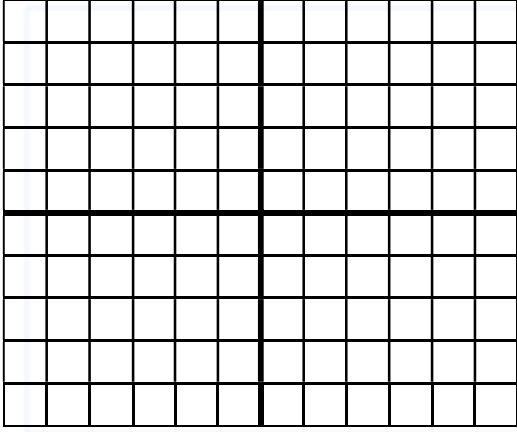


Volt/Div	Time/Div	Prob Çarpanı
		x 1

Volt/Div	Time/Div	Prob Çarpanı
		x 10

V _m	
V _{p-p}	
Frekans	
Peryodu	

V _m	
V _{p-p}	
Frekans	
Peryodu	

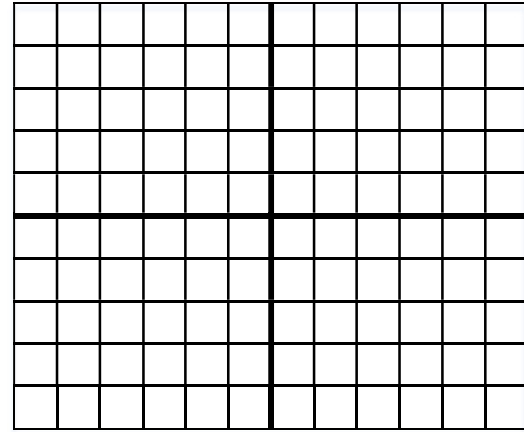
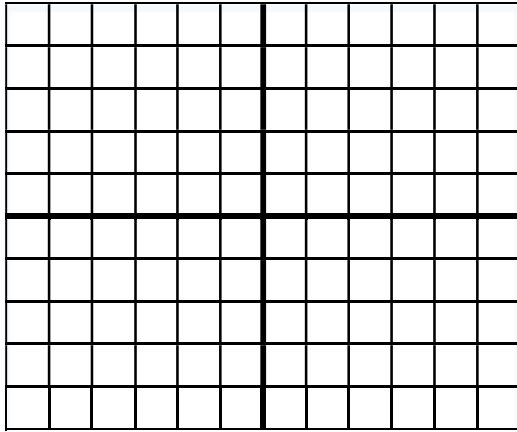


Volt/Div	Time/Div	Prob Çarpanı

Volt/Div	Time/Div	Prob Çarpanı

V _m	
V _{p-p}	
Frekans	
Peryodu	

V _m	
V _{p-p}	
Frekans	
Peryodu	



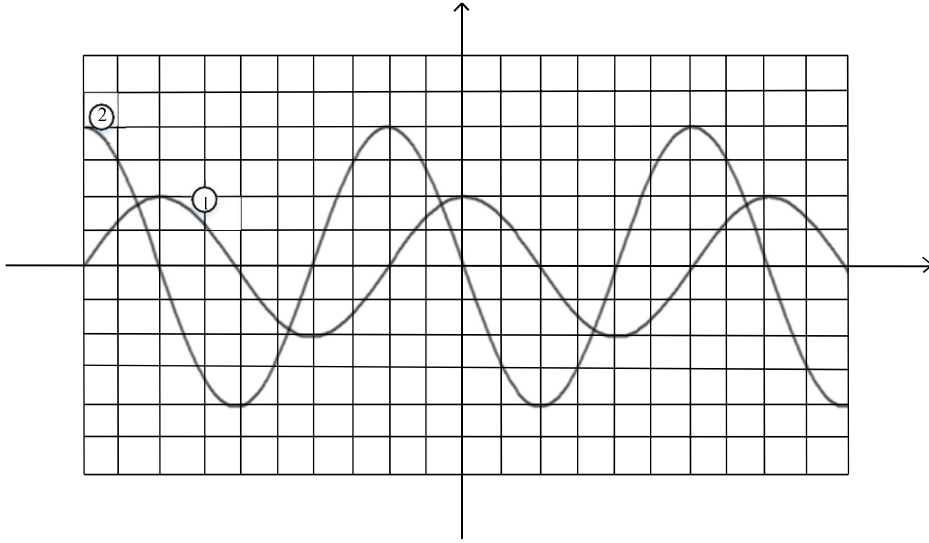
Volt/Div	Time/Div	Prob Çarpanı

Volt/Div	Time/Div	Prob Çarpanı

V _m	
V _{p-p}	
Frekans	
Peryodu	

V _m	
V _{p-p}	
Frekans	
Peryodu	

Soru 1:



Osiloskop ekranında CH1 ve CH2 kanallarına uygulanan iki sinyal birlikte görülmektedir. Her iki kanal için de Volt/Div=5V, Time/Div=10ms ve osiloskop problemleri (x1) kademesindedir.

Buna göre;

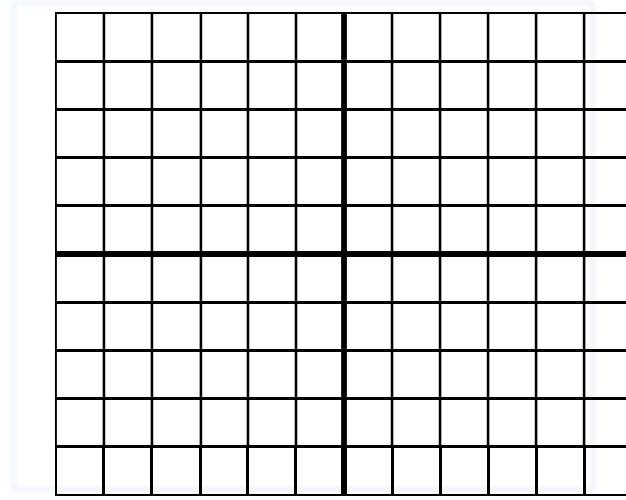
- 1.sinyalin periyodunu ve frekansını bulunuz.
- 1.dalga şeklinin sinüs formatında matematiksel ifadesini (denklemini) yazınız.
- İki dalga şekli arasındaki faz farkını hesaplayınız.

Soru 2:

Sinyal jeneratöründen osiloskobun CH1 kanalına $20\sin(314t)$ işareti ve CH2 kanalına $15\sin(314t+90^\circ)$ işareti uygulanmıştır. Osiloskobun 1.kanalı için Volt/Div=10V ve 2.kanalı için Volt/Div=5V'dur. Osiloskobun her iki kanalı için de Time/Div=5ms ve osiloskop probları (x1) kademesindedir.

Buna göre;

1. dalga şeklinin frekansı kaç Hz'dir.
2. dalga şeklinin periyodu kaç ms'dir.
- Bu iki dalga şeklini aşağıda verilen osiloskop ekranına ölçekli bir şekilde çizin.(Orjin noktası referans kabul edilecektir.)
- Bu iki dalga şekli arasındaki faz farkını osiloskop ekranında gösteriniz.

**CH1****CH2**

Volt/Div	Time/Div	Prob Çarpanı

Volt/Div	Time/Div	Prob Çarpanı

V _m	
V _{p-p}	
Frekans	
Peryodu	

V _m	
V _{p-p}	
Frekans	
Peryodu	

Deney No:	8
Deney Adı:	RC Devresinin Geçici Cevabı

Teorik Bilgi:

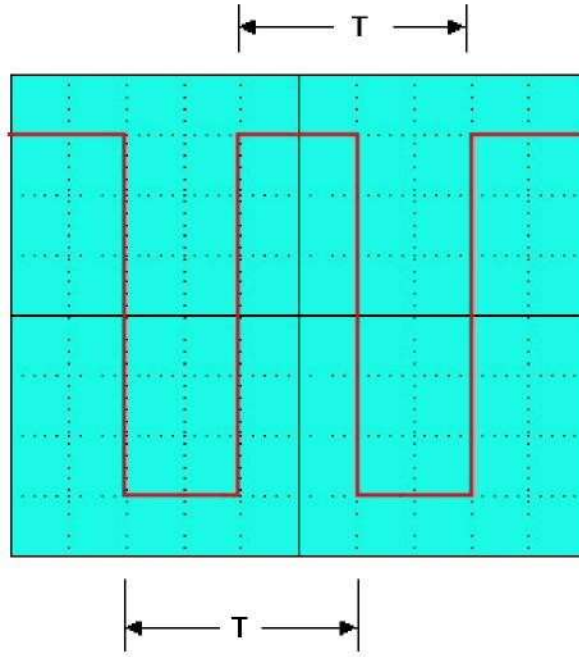
Bu deneyde, RC devresinin darbe geçici cevabını analiz etmek için, devrenin girişine darbe şeklinde bir sinyal uygulanarak, devrenin zaman sabitine ilişkin darbe genişliğinin RC devresinin nasıl etkilediği belirlenir.

Zaman Sabiti (τ): RC ve RL devrelerinde, gerilimlerdeki ve akımlardaki belirli değişimler için gereken zamanın bir ölçüsüdür. Genel olarak anahtarlama olduktan sonra geçen süre, zaman sabitlerinin 5 katı (5τ) ise, akımlar ve gerilimler onların final değerlerine ulaşmıştır. Bu duruma sürekli durum cevabı denir. Bir RC devresinin zaman sabiti, eşdeğer kapasitörün uçlarından görülen Thevenin direncinin ve eşdeğer kapasitansın çarpımıdır.

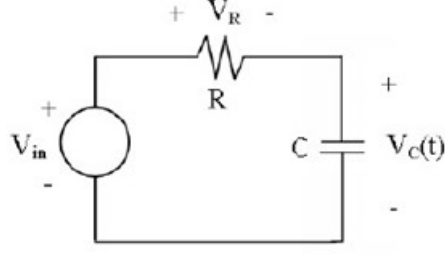
$$\tau=RC$$

Bir Darbe: Bir seviyeden diğerine değişen ve tekrar eden akım veya gerilimdir. Şekilde 8.1.'de görülen sinyaldeki gibi dalga şeklinin yüksek zaman kısmı, düşük zaman kısmına eşitse kare dalga denir. Darbe treninin her bir turunun (devrinin) uzunluğu (T) periyodu olarak isimlendirilir. İdeal bir kare dalganın darbe Genişliği (t_p) zaman periyodunun yarısına eşittir. Darbe genişliği ve frekans arasındaki ilişki:

$$f= 1/2t_p$$



Şekil 8.1. Kare dalga

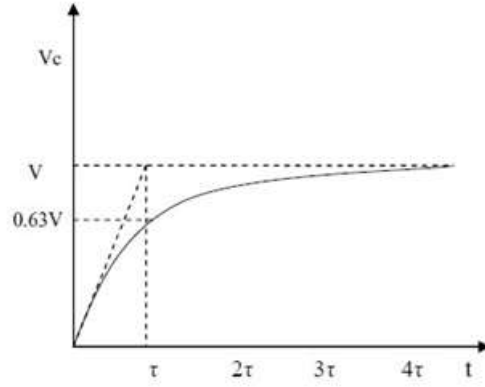


Şekil 8.2. Seri RC devresi

Kirchoff'un kanunlarından, Şekil 8.2.'deki kapasitör üzerindeki dolma gerilimi $V_C(t)$ aşağıdaki eşitlikle bulunur.

$$V_C(t) = V(1 - e^{-t/RC}) \quad t \geq 0$$

Burada V gerilimi $t \geq 0$ için devreye uygulanan kaynak gerilimidir. $RC = \tau$ zaman sabitidir. Cevap eğrisi artar ve Şekil 8.3.'teki gibi gösterilir.

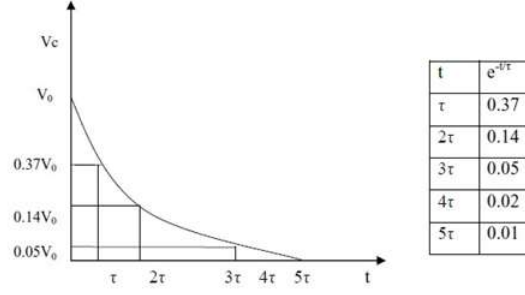


Şekil 8.3. τ ile normalize edilmiş zaman ekseninde, birim basamak girişli seri RC devresinde kapasitörün dolması.

Kapasitörün boşalma gerilimi $V_C(t)$ bağıntı aşağıdaki eşitlikle bulunur.

$$V_C(t) = V_0 e^{-t/RC} \quad t \geq 0$$

Burada V_0 gerilimi $t=0$ 'da kapasitörde depolanan başlangıç gerilimidir. $RC = \tau$ zaman sabitidir. Cevap eğrisi Şekil 8.4.'teki eksponansiyel olarak gibi azalır.



Şekil 8.4. Seri RC devresinde kapasitörün boşalma gerilimi

Deney Basamakları:

1. Aşağıdaki elemanları kullanarak Şekil 8.2.'de gösterilen devreyi kurunuz
 $R = 2 \text{ K}\Omega$, $C = 1 \mu\text{F}$
2. Sinyal jeneratöründen devreye giriş gerilimi olarak $4\text{V}_{\text{p-p}}$ kare dalga uygulayınız. Genliğini sinyal jeneratöründen ayarlayınız.
3. Osiloskobun ayarlarını Kanal1: $1\text{V}/\text{aralık}$, Kanal2: $2\text{V}/\text{aralık}$, Time base: $2\text{ms}/\text{aralık}$ olarak ayarlayınız. 1. kanalı kaynağı 2. kanalı kapasitör gerilimine bağlayınız. Sinyal jeneratöründeki herhangi bir değişiklik osiloskoba aynen yansır. Bunu gözlemleyebilirsiniz.
4. $t_p = 5\tau$ olacak şekilde sinyal jeneratörünün çıkışını ayarlayınız. Sizin bulduğunuz değer 50 Hz olması gerekir. Darbe genişliği tam olarak 5τ olduğu için, kapasitörün her bir darbe turunda tam olarak dolabilmesi ve boşalabilmesi gerekir. Osiloskop ekranından τ 'yu belirleyiniz.

Laboratuvar Raporu İçin Sorular:

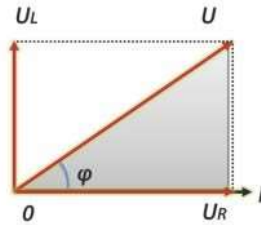
1. $t_p < 5\tau$ ve $t_p > 5\tau$ için V_c gerilimin değişimi nasıl olur? Kondansatör tam olarak boşalıp dolabilir mi? Sebepleriyle birlikte açıklayınız.

Deney No:	9
Deney Adı:	RL Devresinin Geçici Cevabı

Teorik Bilgi:

Alternatif akım devrelerinde; direnç, bobin veya kondansatörler saf ve tek olarak bulunmayabilirler. Çoğu kez biri veya birkaçı birlikte bulunurlar. Ayrıca direnç, bobin veya kondansatörlerin ikisi veya daha fazlası birbiriyle seri, paralel olarak da bağlanırlar. Birden fazla cinsteki elemanın (direnç, bobin, kondansatör) seri, paralel veya seri-paralel bağlanması ile oluşturulan alternatif akım devresinin yerine geçebilecek aynı özellikleri verebilen tek bir eşdeğer dirence " empedans " denir. Empedans Z harfi ile gösterilir ve birimi ohm' dur.

Şekil 9.1.'deki devrede direnç ve bobin saf elemanlar olarak alınmıştır. Bu seri devrede devre akımı, bütün devre elemanlardan geçmektedir. Devre gerilimi ise direnç ve bobin uçlarında düşen gerilimlerin vektörel toplamına eşittir. Bu vektörel değerler, bir vektör sistemiyle de gösterilebilir. Vektörün çizimine ortak değer olan akımla başlanır. Direnç uçlarında düşen gerilim (U_R) akımla aynı fazda ve bobinde düşen gerilim (U_L) akımdan 90° ileri fazdadır. Şekil 9.1.'de görüldüğü gibi U_R ile U_L vektörel olarak toplanırsa devre gerilimi (U) bulunur. U gerilimi ile I devre akımı arasında φ faz farkı vardır ve gerilim bu açı kadar akımdan, ileri fazdadır. Bu açığa devrenin " faz açısı " denir.

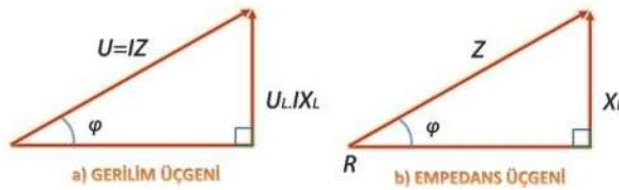


Şekil 9.1. RL devresi vektör gösterimi

$$U_R = R \cdot I \quad \text{İle} \quad U_L = X_L \cdot I \quad U = \sqrt{U_R^2 + U_L^2} \quad I_Z = \sqrt{(I \cdot R)^2 + (I \cdot X_L)^2}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

Şekil 9.2.'deki üçgene " gerilim üçgeni " denir. Şekil 9.2.'deki gerilim üçgeninde; yatay kenar direnç uçlarında düşen gerilim (U_R), dikey kenar bobin uçlarında düşen gerilim (U_L) ve hipotenüs devre gerilimi (U) dir. Gerilim üçgenini oluşturan değerler I akımına bölünürse empedans üçgeni elde edilir.



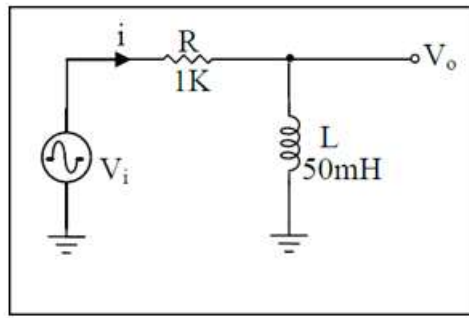
Şekil 9.2. Gerilim üçgeni

Deneyde Kullanılacak Elemanlar:

1. AC güç kaynağı
2. Direnç: 1 k Ω
3. Bobin: 50 mH
4. AVometre, Bağlantı kablosu

DENEYİN YAPILIŞI:

1. Şekil 9.3.'teki devreyi board üzerine kurduktan sonra devrenin kaynak gerilimini AC güç kaynağından 5V_{pp}-1KHz olarak VR ve VL gerilimleri ile kaynaktan çekilen i akımını hesaplayınız. Sonuçları Tablo 9.1.'e yazınız.
2. Kaynak frekansını 50Hz ile 1KHz arasında değiştirerek VR ve VL gerilimlerinin nasıl değiştiğini yorumlayınız?



Şekil 9.3. Deney devre şeması

Tablo 9.1. Ölçüm hesaplama tablosu

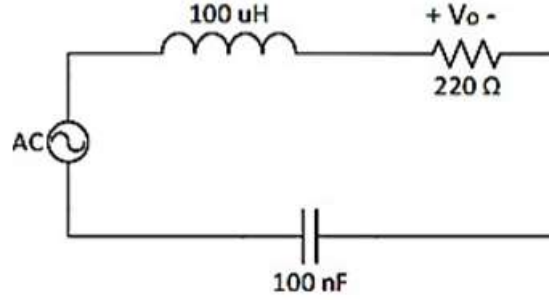
	V_R	V_L	I
RL devresi			

Deney No:	10
Deney Adı:	Seri Rezonans Devresi

Teorik Bilgi:

Rezonans, bobin ve kondansatör kullanılan AC elektrik ve elektronik devrelerinde oluşan özel bir durumdur. Herhangi bir AC devrede bobinin “**Endüktif Reaktansı**” ile kondansatörün “**Kapasitif Reaktansının**” eşit olması halinde, devre rezonansa gelir. Bilindiği gibi, bobin ve kondansatörün alternatif akıma gösterdiği zorluğa reaktans denir. Rezonans devreleri, radarların verici (Transmitter) ve alıcılarının (Receiver) çalışma frekanslarını kontrol etmede ve radyo alıcılarında istenilen istasyon frekanslarının ayarlanmasında (Tuning) kullanılır.

Seri rezonans devreleri bir bobinle bir kondansatörün seri bağlanmasından elde edilir. Seri rezonans devresi Şekil 10.1.’de gösterilmiştir. Bu devrede toplam empedans alttaki ifade ile gösterilir.



Şekil 10.1. Seri rezonans devresi

$$Z_{Toplam} = R_s + j(X_L - X_C)$$

Belirli bir frekans f_0 değeri için $X_L = X_C$ için olması durumunda reaktif terim sıfır olur ve devrenin toplam empedansı tamamen omik (reel) olur. Bu durum seri rezonans olarak adlandırılır ve f_0 frekansına seri-rezonans frekansı denir. Rezonans frekansı aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$X_L = X_C \rightarrow 2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

f_0 frekansında devrenin empedansı minimum olduğundan akım maksimum değerde ve gerilimle aynı fazda olur. Bobin ve kondansatördeki gerilimler arasında faz farkı vardır. Rezonans durumunda bu açılar toplamı sıfır olur. Rezonans halinde devrenin giriş direnci en küçük değerini alırken, akım ise en yüksek değerini alır.

Deneyde Kullanılacak Elemanlar:

1. AC güç kaynağı
2. Osiloskop
3. Direnç: 330 Ω
4. Kondansatör: 100 nF
5. Bobin: 50 uH
6. AVOMETRE, Bağlantı kablosu

Deneyin Yapılışı:

1. Şekil 10.1. deki Seri RLC devresi için sinyal jeneratöründen genliği $5V_{pp}$ genlikli sinüs işaretini devreye uygulayınız. Daha sonra yukarıda verilen ilgili formülle devrede kullanılan elemanların değerlerini baz alarak devrenin rezonans frekansını f_0 hesaplayınız. Rezonans frekansında devreden geçen akımın maksimum olduğunu, VL ve VC genliklerinin birbirine eşit büyüklükte olduğunu ve devrenin rezistif olduğunu hesap ve ölçüm yoluyla gözlemleyiniz?
2. Rezonans üstü ve rezonans altı çalışma durumlarını da inceleyerek ($X_L > X_C$ ve $X_L < X_C$) devrenin endüktif-kapasitif olmasını inceleyiniz? Seri RLC devresi için sinyal jeneratöründen alınan işaretin kaynak frekansını 1KHz ile 300KHz arasında değiştirerek (**Beş farklı frekans değeri için**) frekans-gerilim ($V_{out}=V_R$) değerlerini elde ediniz ve alttaki tablolara sırasıyla kaydediniz? Seri RLC devresinin frekans cevap grafiğini çiziniz?

Tablo 10.1. Ölçüm hesaplama tablosu

	Frekans	Genlik
1		
2		
3		
4		
5		

RAPOR DEĞERLENDİRME TABLOSU

DENEY NO									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ORTALAMA NOT									

AÇIKLAMA: