



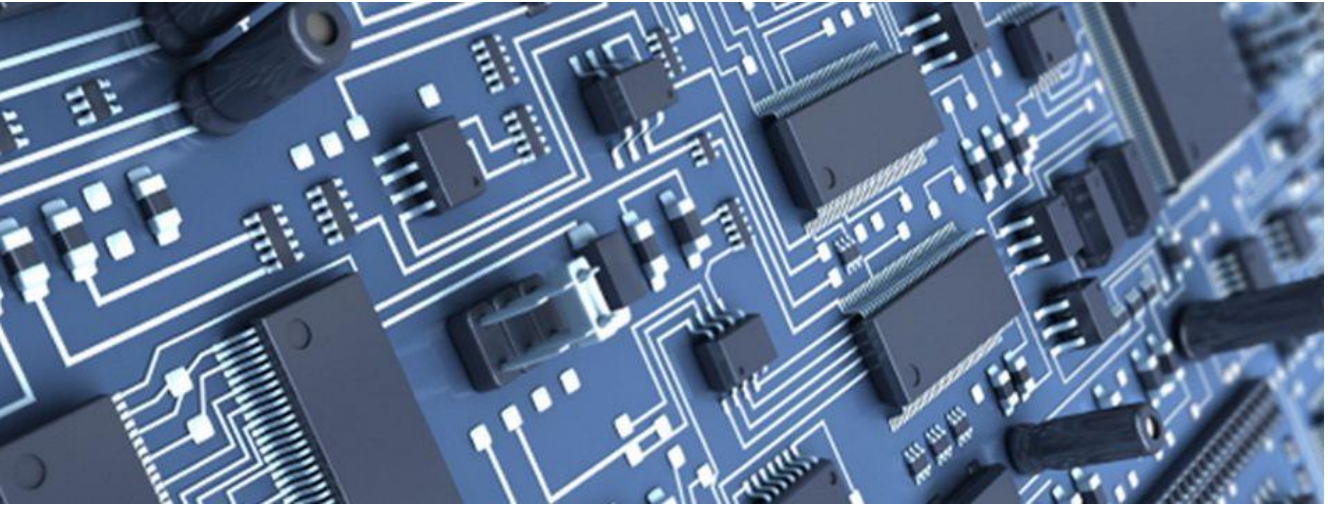
T.C.

NUH NACI YAZGAN ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ

ÖLÇME VE ANALİZ LABORATUVARI DERSİ

DENEY FÖYÜ



**HAZIRLAYAN
ARŞ. GÖR. ERHAN KURT**

KAYSERİ – 2013

LABORATUVAR GÜVENLİK FORMU

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. Böyle bir nedenle cihazları bozan grubun cihazları kullanmayı bilmediği düşünülür ve deney notu sıfır olur.
- Laboratuvarda hiçbir zaman koşmayınız, en acil durumlarda bile yürüyünüz. Birbirinizle el şakası yapmanız veya boğuşmanız herhangi bir kazaya sebep olabilir, alet ve cihazlar hasara uğrayabilir.
- Laboratuvarların sessiz ve sakin ortamını bozacak yüksek sesle konuşma, tartışma yapılması yasaktır. Başka grupların çalışmalarını engellemek, izin almadan laboratuvarı terk etmek, diğer gruplardan yardım almaya çalışmak ve laboratuvarda dolaşmak laboratuvardan ihraç sebebidir
- Laboratuvarlara yiyecek, içecek sokmak, sigara vb. içmek yasaktır.
- Laboratuvarlarda cep telefonu kullanımı yasaktır.
- Çalışma esnasında saçlar uzun ise mutlaka toplanmalıdır.
- Hafta içi mesai saatleri dışında ve hafta sonu laboratuvar görevlisi olmadan çalışılması yasaktır.
- Laboratuvara işi olmayan kişilerin girmesi yasaktır.
- Laboratuvarlara tam zamanında geliniz ve sadece ara verildiğinde dışarı çıkınız.
- Çalışma bittikten sonra kullanılan cihazlar yerlerine konulmalıdır.
- Laboratuvarda çalıştığımız alanın temizliği sizin sorumluluğunuzdadır. Çalışmalar bittikten sonra gereken temizlik yapılmalıdır.
- Laboratuvar çalışmalarında çıkan atıklar, laboratuvar görevlilerinin belirlediği kurallar çerçevesinde uzaklaştırılmalıdır.
- Laboratuvardan çıkmadan önce enerji kesilmelidir.

DİKKAT!

Laboratuvarda 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.

Yukarıdaki kuralları okudum ve kabul ediyorum.

Tarih : / /2013

Öğrencinin Adı Soyadı ve İmzası

Genel Notlandırma

Mazeretsiz olarak deneyden üçüne girmeyen kişiye FF notu verilecektir. Laboratuvar dersinin notu bütün laboratuvarlardan alınan toplam notların ortalamasına bakılarak verilecektir.

Ölçme ve Analiz Laboratuvarı dersi vize notu aşağıda yer alan üç not ile belirlenecektir.

Deney öncesi sınav (%40)

Her laboratuvar dersinin başında 10 dakikalık küçük sınavlar yapılacaktır. Küçük sınavlar önceki hafta yapılan ve o hafta yapılacak olan deneyle ilgili sorulardan oluşacaktır. Öğrenci bu soruları tek başına cevaplandıracaktır. Herhangi bir kopya durumunda öğrencinin deney notu sıfır olur.

Deneyler öncesi rapor(%30)

İlgili deneyin başında yapılması istenen kısımdır. Her grup üyesi ayrı olarak ön çalışmayı yapmalıdır. O hafta yapılacak olan deneyin ön çalışması deneye gelmeden önce hazırlanmalıdır. Deney öncesi hazırlık Proteus programı ile yapılabilir.

Uygulama kısmı (%30)

Deneyin laboratuvarında öğrenci tarafından gösterilen performansı içerir.

Genel Kurallar

- Deneyler gruplar şeklinde yapılacaktır.
- Deneyler süresi içerisinde bitirilmek zorundadır. Bu nedenle öğrencinin deney içeriğini dikkate alarak zaman yönetimi yapılması gerekir.
- Her öğrencinin laboratuvar güvenlik kılavuzunu imzalayarak ilk deneyde deney sorumlusuna teslim emesi gereklidir.
- Deney ön hazırlıkları, tüm deneylerin teorik sonuçlarını ve Proteus kullanarak elde edilen benzetim sonuçlarını içermelidir. Bir ön hazırlık sayfasında sayfa sayısının az olmasına dikkat edilmelidir. Bu nedenle sonuçlar “painte” atılarak küçültülmelidir.
- Deney raporu temiz beyaz bir A4 kâğıdına yazılmalıdır. Aksi durumda raporlar değerlendirilmeyecektir.
- Deney raporlarını her öğrenci sadece kendi tecrübelerini kullanarak yazmalıdır. Başka bir grubun deney sonuçlarını veya başka kaynaklardan alınmış çıktıları getirmemelidir. Bu durumda öğrencinin deneyler öncesi rapor notu sıfır verilecektir.
- Rapor zımbalanmalıdır, ayrı bir dosya kullanılmamalıdır.
- Raporda yapılan devreler ve kullanılan elemanlar özenli ve detaylı bir biçimde verilmelidir. Tüm ölçüm ve çizimlerde kullanılan birimler mutlaka yazılmalıdır. Çizim ve tablolar mümkün olduğu kadar özenli ve ölçekli olmalıdır.
- Raporlarda bilimsel olarak anlamlı düzgün bir dil kullanılmalıdır. Basit ve gereksiz cümleler kullanılmamalıdır basit anlatımlar kesinlikle yazılmamalıdır.
- Kapaksız raporlar değerlendirilmeyecektir.

DENEY-1

ÖLÇÜ ALETLERİNİN İNCELENMESİ VE BREADBOARD KULLANIMI

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 setinde kurularak devredeki akım ve gerilim değerleri ölçülecektir.

Kullanılan Alet ve Malzemeler:

- a) Avometre (Multimetre)
- b) Değişik değerlerde direnç ve bağlantı kabloları
- c) Breadboard

Ek Bilgiler ve Teorinin Açıklaması:

Ölçme, bir büyüklüğün aynı cins başka bir büyüklükle karşılaştırılması demektir. Örneğin, herhangi bir büyüklüğün uzunluğunu ölçmek demek, bilinen bir metre ile o cismin boyunu karşılaştırmaktır veya o cismin boyu içinde kaç tane metre olduğunu araştırmaktır. İki nokta arasındaki uzaklığı ölçmek için uzunluk birimi olan metreyi, bir kütlenin ağırlığını ölçmek için kütle birimi olan kilogramı kullanırız.

Ölçülecek büyüklükler değiştikçe bunlara ait birimler de değişmektedir. Yalnız bu büyüklüklerin ölçülmesinde birlik ve beraberliği sağlamak için uluslararası standart haline getirilen birimler sistemi kullanılır. Ayrıca her birimin alt ve üst katları vardır. Elektrik enerjisinin üretimi ve tüketimi sırasında bilgi akışını sağlamak ve gerekli bilgileri toplamak için ölçmeye ihtiyacımız vardır. Bir elektrik motorunun çektiği akımı bilirsek, kullanılacak iletkeni, sigortayı, aşırı akım rölesini uygun şekilde seçebiliriz. Bir elektrik tesisatının akım ve gerilim değerini bilirsek, buna uygun kablo seçmemiz daha kolay olur. Ayrıca ölçme sayesinde çeşitli cihazların onarımı ve arıza yerinin bulunması kolaylaşır. Kullandığımız elektrikli cihazın akımını, gücünü, gerilimini bilirsek, kullandığımız koruyucu ve ayarlayıcı elemanları daha güvenli şekilde seçebiliriz.

Elektrik motoru, elektrikli ev aletleri gibi alıcıların özelliklerini ifade edebilmemiz, uygun koruyucu elemanlar seçebilmemiz, teknikerlerin kendi aralarında iletişimi sağlayabilmesi için, mutlaka ölçme işlemine ihtiyaç duyulur. Burada ölçmenin çok önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Ölçü aletleri içinde en gelişmiş olanı elektronik aletlerdir. Yapıları daha karmaşık olmasına rağmen bazı üstünlükleri vardır. Bunların duyarlılıkları yüksek olup çok küçük genlikli işaretleri ölçebilirler. Giriş dirençleri çok büyük olduğundan, ölçülen devrede olumsuz etkileri azdır. Ayrıca elektronik cihazlarla ölçülen büyüklüklerin uzak mesafelere taşınması ve uzaktan izlenip kontrol edilmesi mümkündür.

Ölçü Birimleri

Temel ve Türetilmiş Birimler

Ölçüm sonucunda elde edilen sayılar, fiziksel büyüklüklere bağlı olarak çeşitli birimlerle birlikte bir anlam ifade eder. Çok değişik fiziksel büyüklük olmasına rağmen, bunların bir kısmı temel birim olarak seçilmiştir. Diğer büyüklükler ise, temel büyüklük (Temel birimler) cinsinden ifade edilirler. İlk olarak 1898 yılında birçok ülkenin gönderdiği temsilcilerden oluşmuş Uluslararası Ağırlıklar ve Ölçüler Konferansında temel birimler belirlenmiştir. Daha sonra 1960 yılında birim, tanım ve semboller güncelleştirilmiştir. Bu sistem Uluslararası Birim Sistemi (Systeme International d'Unite SI) olarak bilinir. Uluslararası Sistem (SI) dışında çeşitli ülkelerin kullandığı Özel Birim Sistemleri de hala kullanılmaktadır. Uluslararası Sistemin kabul ettiği yedi Temel Birim vardır.

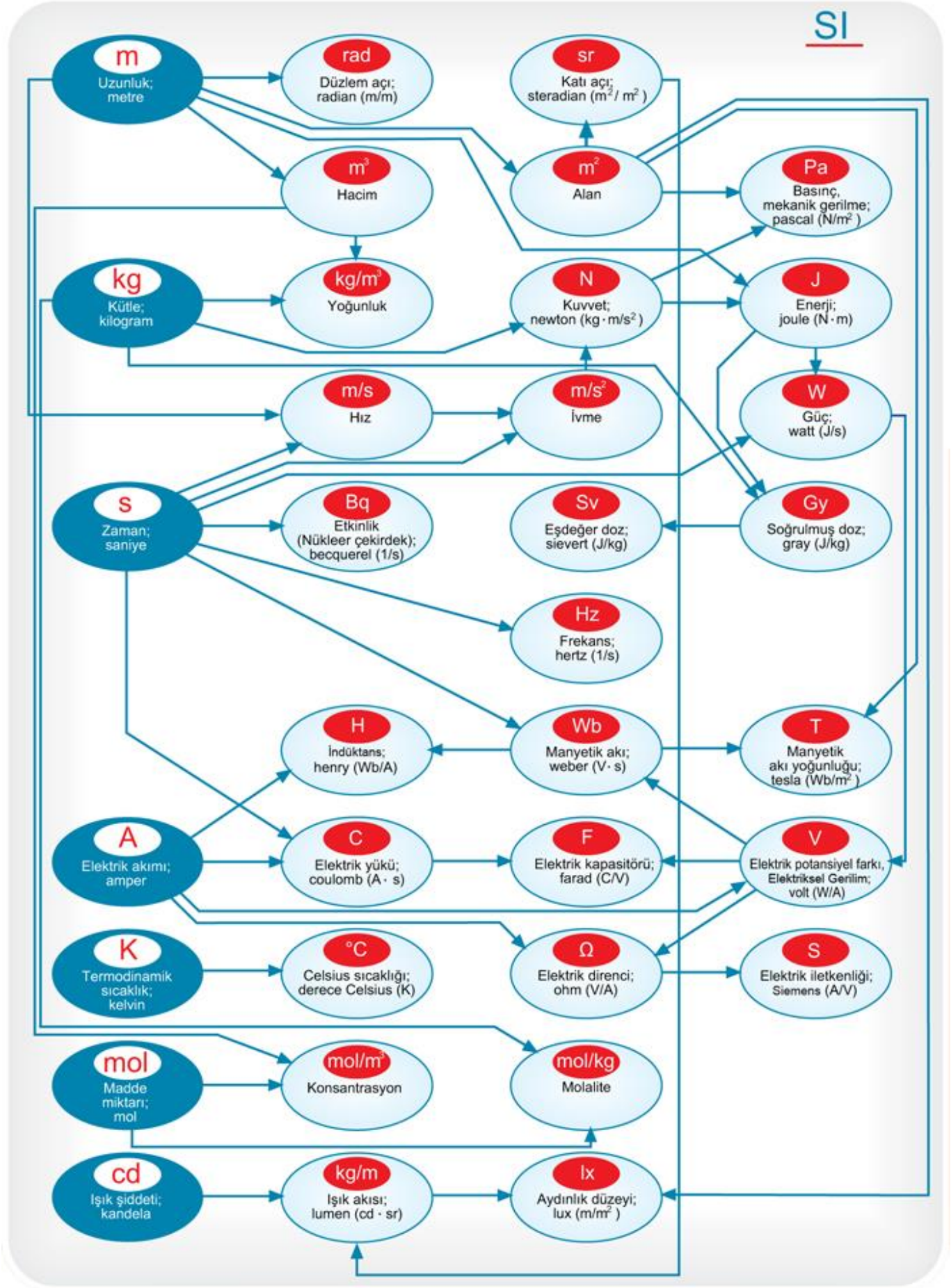
Tablo 1.1

BÜYÜKLÜK	BİRİMİ	SEMBOLÜ
1- Uzunluk	Metre	(m)
2- Kütle	Kilogram	(kg)
3- Zaman	Saniye	(s)
4- Sıcaklık	Kelvin Derece	(K)
5- Elektrik Akımı	Amper	(A)
6- Işık Şiddeti	Candela	(cd)
7- Madde Miktarı	Mol	(mol)

SI Sisteminde Temel Birimler

Temel birimlerin çarpım veya bölümü ile elde edilen yeni birimlere Türetilmiş Birimler denir (Tablo1.2) En çok kullanılan bazı türetilmiş mekanik ve elektriksel büyüklüklerin Temel Birimlerden türetiliş biçimleri ile birlikte bir sonraki sayfada verilmiştir.

Tablo 1.2 Türetilmiş Birimler



Elektriksel Büyüklükler ve Tanımları

Elektroteknikte ölçülmesi istenen büyüklükler çok çeşitlidir. Bu büyüklüklerden en çok kullanılanları ve tanımları,

Ampere (A): Elektrikte akım şiddeti birimidir; akım şiddeti, birim zamanda geçen elektrik yükü miktarıdır. Bir iletkenin belli bir kesitinden saniyede (t) bir Coulomb elektrik yükü (Q) geçerse, akım şiddeti (I) 1 A olur. Bir gümüş nitrat eriyiğinden (AgNO₃), saniyede 1,118 miligram gümüş ayıran elektrik akım şiddeti birimine 1 A denir.

$$I = \frac{Q}{t}$$

Coulomb (Kulon) (C), elektrik yükü veya miktarıdır. Bir kulomb, 0.00111800 g gümüş iyonunun gümüş metaline dönüşmesi için gereken yüküdür. Coulomb yasası, elektrik yüklü iki parçacık arasındaki kuvvetin büyüklüğü, yüklerin çarpımı ile doğru, yüklerin arasındaki uzaklığın (d) karesiyle ters orantılıdır. Yüklü taneciklerin (Q) birbirine uyguladıkları kuvvete Coulomb kuvveti denir.

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{d^2}$$

F: Coulomb kuvveti, k: Coulomb sabitidir. k ortamın cinsine ve kullanılan birim sistemine bağı olarak değişir. Boşluk ya da hava ortamında, $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{c}^2$.

Volt (V): Gerilim (potansiyel farkı) birimidir. Direnci 1 Ω olan ve içinden 1 A şiddetinde akım geçiren bir iletkenin uçları arasındaki potansiyel farka 1 V denir.

$$1 \text{ V} = \frac{1 \text{ (kg m}^2\text{)}}{\text{s}^3 \text{ A}}$$

Ohm (Ω): Direnç birimidir. Elektrik akımına karşı gösterilen zorluğa direnç denir. 1 mm² kesitinde, 106,3 cm uzunluğunda, 0°C de ve 14,4521 gr ağırlığındaki cıva sütununun iç direncine 1 Ω denir.

$$\text{Ohm} = \frac{\text{volt}}{\text{amper}}$$

Watt (W): Güç birimidir. Bir alıcının uçları arasındaki potansiyel farkı 1 V ve içinden geçen akım şiddeti 1 A ise, bu alıcının gücü 1 W dır.

Henry (H): Elektromanyetikte indüktans birimidir. Bir devrede saniyede 1 A akım değişikliği altında meydana gelen zıt e.m.k 1 V ise, bu devrenin öz indükleme katsayısı 1 H dir.

$$1 \text{ H} = \frac{1 \text{ kg m}^2}{\text{s}^2 \text{ A}^2}$$

Farad (F): Kapasitans birimidir. Saniyede 1 V'luk gerilim değişimi altında 1 kulonluk (coulomb) elektrik yükü ile yüklenen kondansatörün kapasitesi 1 F dir.

$$1 \text{ F} = \frac{1 \text{ coulomb}}{\text{volt}} \quad 1 \text{ F} = 6.02 \times 10^{23} \text{ yüklü taneciktir.}$$

Simens (S), elektrik iletkenliği (G), direncin tersi olan bir ifadedir ve birimi "ters ohm" (Ω^{-1}), veya simens (S) tir.

$$S = \frac{\text{amper}}{\text{volt}}$$

Hertz (Hz), frekansın, saniyede bir devire eşit olan birimidir, alternatif akımda, pozitif ve negatif kutupların bir saniyedeki değişim sayısıdır.

Tablo 1.3

+Bazı SI türeme birimleri için özel isimler ve semboller			
Fiziksel Nicelik	SI Biriminin Adı	SI Birimi için Sembol	SI Biriminin Tanımı
Kuvvet	newton	N	kg m s^{-2}
Basınç	pascal	Pa	$\text{N/m}^2 = \text{kg m}^{-1} \text{s}^{-2}$
Enerji	joule	J	$\text{N m} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$
Guç (fizik)	watt	W	$\text{J/s} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-3}$
Elektrik yükü	coulomb	C	$\text{A} \cdot \text{s}$
Elektriksel Potansiyel Farkı	volt	V	$\text{W/A} = \text{J/C} = \text{kg m}^2 \text{A}^{-1} \text{s}^{-3}$
Elektriksel Direnç	ohm	Ω	$\text{V/A} = \text{kg m}^2 \text{A}^{-2} \text{s}^{-3}$
İletkenlik (Elektrik)	siemens	S	$\Omega^{-1} = \text{kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{A}^2 \text{s}^3$
Elektriksel Sığa	farad	F	$\text{C/V} = \text{A}^2 \text{s}^4 \text{kg}^{-1} \text{m}^{-2}$
Manyetik Akı	weber	Wb	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{A}^{-1}$
İndüktans	henry	H	$\text{Wb/A} = \text{kg m}^2 \text{A}^{-2} \text{s}^{-2}$
Manyetik Akı Yoğunluğu	tesla	T	$\text{Wb/m}^2 = \text{kg s}^{-2} \text{A}^{-1}$
Işık akısı	lümen	lm	$\text{cd} \cdot \text{sr}$
Aydınlanma şiddeti	lüks	lx	$\text{lm/m}^2 = \text{cd sr m}^{-2}$
Frekans	hertz	Hz	s^{-1} (saniyede salınım)
Radyoaktivite	bekerel	Bq	s^{-1} (saniyede bozunma)

Elektriksel büyüklükleri ölçen aletler genel olarak ölçtüğü büyüklüğün biriminden ad alırlar. Örneğin, akım şiddeti birimi amper, akım şiddetini ölçen ölçü aleti ampermetredir.

Tablo 1.4

ELEKTRİKİ BÜYÜKLÜK	İŞARETİ	BİRİMİ	BİRİM İŞARETİ	ÖLÇEN ALETİN ADI
Akım Şiddeti	I	Amper	A	Ampermetre
Gerilim	V	Volt	V	Voltmetre
Direnç	R	Ohm	Ω	Ohmmetre
Aktif Güç	P	Watt	W	Wattmetre
Reaktif Güç	Q	VAR	VAR	Varmetre
Elektrik Enerjisi	E	Watt-saat	Wh	Sayaç
Frekans	f	Hertz	Hz	Frekansmetre
Güç Faktörü	$\text{Cos}\phi$			$\text{Cos}\phi$ metre
Faz Farkı	ϕ	Derece ⁰	Fazmetre

Bazı elektriksel büyüklükler ve bu büyüklükleri ölçen aletler

Ölçü Aletleri



Şekil 1.1 Çeşitli Ölçü Aletleri

Elektriksel büyüklüklerin ölçülmesinde kullanılan ölçü aletleri çok çeşitli tip ve modellerde olmasına karşılık, (Şekil 1.1) bazı ortak özellikleri yönü ile aynı çatı altında gruplandırılabilirler.

Yapısına Göre Ölçü Aletleri

Yapısına göre elektriksel ölçü aletleri, kendi aralarında ikiye ayrılır. Bunlar analog ölçü aletleri ve dijital ölçü aletleridir. Şimdi bunları sırası ile inceleyelim.

Analog Ölçü Aletleri

Ölçtüğü değeri skala taksimatı üzerinden ibre ile gösteren ölçü aletleridir. Analog ölçü aletleri çok değişik yapı ve skala taksimatlarına sahip olarak imal edilirler. Bu ölçü aletlerinde değer okumak daha zor gibi görünse de analog ölçü aletleri daha hassas ölçümlere olanak sağlarlar. Şekil 1.2’de bazı analog ölçü aletleri görülmektedir.



Şekil 1.2 Analog Ölçü Aletleri

Dijital Ölçü Aletleri

Ölçtüğü değeri dijital bir gösterge de sayılarla gösteren ölçü aletleridir. Bu ölçü aletlerinin kullanımı kolay olup özellikleri analog ölçü aletlerine göre daha fazladır. Günümüzde dijital ölçü aletleri ile ayarlanan değer aşıldığında sinyal alma, ölçülen değerlerin bilgisayar ortamına taşınması ve kullanılması gibi ilave işlemler yapılabilmekte olup yeni özellik ve nitelikler ilave edilerek geliştirilen ölçü aletleridir (Şekil 1.3).



Şekil 1.3 Dijital Ölçü Aletleri

Ölçtüğü Büyüklüğü Gösterme Şekline Göre

Ölçtüğü büyüklüğü kişiye çeşitli şekillerde yansıtan ölçü aletleri kendi aralarında üçe ayrılır. Bunlar; gösteren ölçü aletleri, kaydedici ölçü aletleri, toplayıcı ölçü aletleridir.

Gösteren Ölçü Aletleri

Bu ölçü aletleri ölçtükleri elektriksel büyüklüğün o andaki değeri skalasından veya göstergesinden gösteren, başka bir ölçüme geçildiğinde eski değeri kaybedip yeni ölçüm değerini gösteren ölçü aletleridir (Şekil 1.4). Bu ölçü aletlerinin ölçtükleri değerleri geriye dönük kendi belleğine kaydetme özelliği yoktur, ancak son zamanda gösteren ölçü aletlerinde ölçü aletleri ile bilgisayar arasında yapılan bağlantı ve bilgisayara yüklenen yazılım ile bu ölçü aletlerinin istenen gün, saat ve dakikada kaydettikleri değerler bilgisayar ortamında görüntülenebilmektedir.



Şekil 1.4 Gösteren Tip Ölçü Aletleri

Kaydedicili Ölçü Aletleri

Kaydedici ölçü aletleri, ölçülen büyüklüğün değerini zamana bağlı olarak graşk kağıdı üzerine çizerek kayıt ederler (Şekil 1.5). Bu ölçü aletlerinde geriye dönük ölçülen değerlerin okunması ve incelenmesi mümkündür. Bu tip ölçü aletleri genellikle elektrik santrallerinde üretilen enerjinin takibi için kullanılır.



Şekil 1.5 Kaydeden Tip Ölçü Aleti

Toplayıcı Ölçü Aletleri

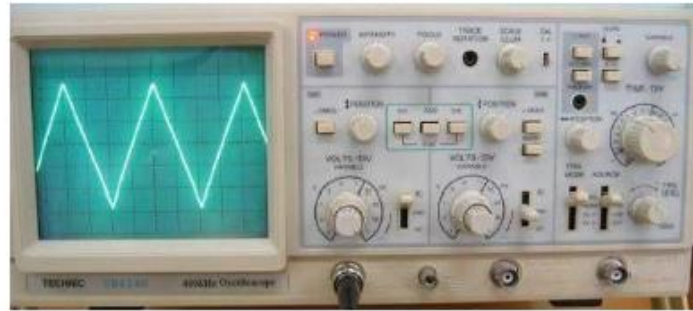
Toplayıcı ölçü aletleri, ölçtükleri elektriksel büyüklük değerini zamana bağlı olarak toplarlar (Şekil 1.6). Bu ölçü aletlerinin ekranında okunan değer, ölçüme başladığı andan itibaren ölçtüğü değerdir. Yani ölçtüğü değeri bir önceki değerine ilave ederek ölçüm yaparlar. Enerji kesildiğinde ölçülen değer sıfırlanmaz. Elektrik sayaçları bu tip ölçü aletlerine verilebilecek en iyi örneklerden biridir.



Şekil 1.6 Toplayıcı Tip Ölçü Aletleri

Ekranlı Ölçü Aletleri

Periyodik veya periyodik olmayan elektriksel işaretlerin ölçülmesi ve gözlenmesini sağlayan, çok yönlü elektronik cihazlardır (Şekil 1.7). Ölçülen büyüklükleri ekranında yazarak ya da graşık şeklinde çizerek ifade ederler. Ekranlı aletler daha çok ölçülecek işaretin zamana göre değişimini ölçmek amacıyla kullanılır. Ekranlı ölçü aletleri ile AC ve DC gerilimler, AC ve DC akımlar, periyod, frekans, faz ölçümü gibi büyüklükler ölçülebilir. Dijital avometreler, osilaskoplar bunlara örnek olarak gösterilebilir.



Şekil 1.7 Ekranlı Ölçü Aleti

Temel Ölçü Aletlerinin Kullanılışı

Ampermetre

Elektrik akım şiddetini ölçmeğe yarayan aletlere **Ampermetre** denir. Ampermetreler devreye daima seri olarak bağlanır (Şekil 1.8). Alıcıdan geçen elektrik akımı aynı zamanda ampermetreden de geçebilmesi için alet alıcı (yük veya cihaz) ile arka arkaya bağlanır. Bu bağlantı şekline seri bağlama denir.

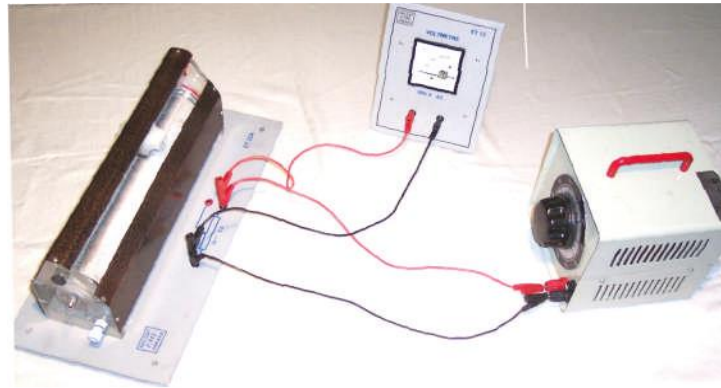


Şekil 1.8 Ampermetrenin Devreye Bağlanması

Ampermetreler, iç dirençleri küçük olan ölçü aletleridir. Bu nedenden ötürü ampermetreler elektrik devrelerine seri olarak bağlanırlar. Bu ölçü aletleri devreye paralel bağlanacak olursa, üzerinden büyük bir akım geçişi olacağından aletin bobini hasar görecektir.

Voltmetre

Elektrik devrelerinde gerilim ölçmeye yarayan aletlere **Voltmetre** denir. Başka bir deyişle voltmetreler, bir elektrik devresinde iki nokta arasındaki potansiyel farkının (geriliminin) ölçülmesine yarayan bir ölçü aletidir. Ampermetrelerin aksine, gerilimi ölçülmek istenen elektrik devresinin veya gerilim kaynağının iki ucu arasına doğrudan doğruya paralel bağlanır (Şekil 1.9).



Şekil 1.9 Voltmetrenin Devreye Bağlanması

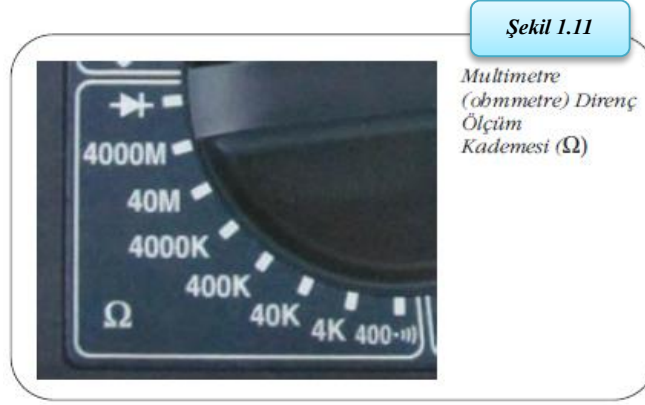
Voltmetreler, iç dirençleri büyük olan ölçü aletleridir. Bu nedenden ötürü voltmetreler elektrik devrelerine paralel olarak bağlanırlar. Bu ölçü alet devreye seri bağlanacak olursa, iç direncinin büyüklüğünden dolayı üzerinden büyük bir gerilim düşümü meydana gelir. Voltmetreler seri bağlantıda zarar görmezler.

Multimetre (Avometre A(mper)V(olt)O(hm)Metre)

Multimetre elektriksel olarak çok çeşitli ölçümler yapabilen bir cihazdır. Bir Multimetre kullanarak akım, direnç, indüktans, sığa ve voltaj (gerilim, potansiyel farkı) gibi çeşitli ölçümler yapılabilir. Multimetre genel olarak *ekran*, *kadran* ve *çıkış uçları* olmak üzere üç kısımdan oluşur (Şekil 1.10). Ekran üzerinde yapılan ölçümün sonucu görülür. Multimetrenin kırmızı ve siyah olmak üzere iki probu vardır. Kırmızı prob (+) kutbu, siyah prob (-) kutbu ifade etmektedir. Bu iki probun bağlantı uçları ölçülecek niceliğe bağlı olarak uygun çıkış uçlarına bağlanır. Multimetre ekranında (-) değer okunuyorsa, problemlerin ters tutulduğu anlaşılmalıdır.



Kademe anahtarı (düğmesi) dairesel olarak hareket ettirilerek ölçülmek istenen niceliğe göre ayarlanır. Kadran üzerinde akım **A**, direnç **W**, indüktans **H**, sığa **F** ve voltaj **V** ile gösterilmiştir. Direnç değerini ölçmek için kademe anahtarı **W** kademesine getirilmelidir. Multimetre direnç değeri belirlemek amacıyla kullanıldığında *ohmmetre* olarak adlandırılır. **W** kademesinde **ohm**, **kiloohm** ve **megaohm** mertebesinde direnç değerleri ölçülebilir. Şekil 1.11’de gösterilen ölçüm kademeleri 400, 4K, 40K, 400K, 4000K, 40M ve 4000M mertebesindedir. Direnç değeri ölçülürken öncelikle kademe anahtarı en yüksek değere (4000 **MW** mertebesi) ayarlanır. Bu kademede direnç değeri okunamıyorsa kademe anahtarı daha küçük değere çevrilerek direnç değeri belirlenir. Ölçülen direnç değerinin **KW** mertebesinde olması durumunda ekranda “**K**” harfi ve **MW** seviyesinde olması durumunda ekranda direnç değeri ile birlikte “**M**” harfi görülür.

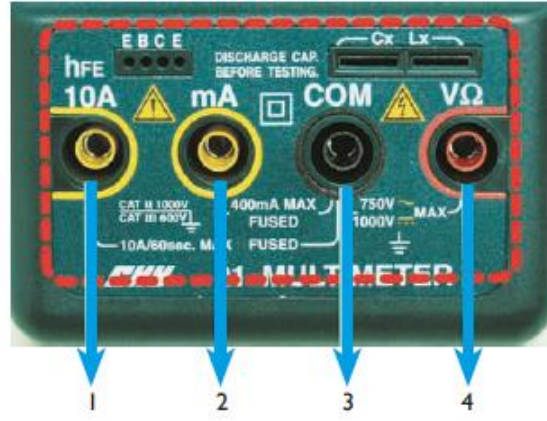


Akım ve voltaj ölçümleri için multimetrenin A ve V kademelerini kullanmak gerekir (şekil 1.12). Multimetre akım okumak üzere ayarlandığında ampermetre, voltaj okumak için ayarlandığında voltmetre adını alır. AC akım ölçmek için AC-DC düğmesi basılı olmalıdır. Kademe anahtarı ise akım kademesine ayarlanmalıdır. Benzer şekilde AC voltaj ölçmek için AC-DC düğmesi basılı iken kademe anahtarı voltaj kademesinde olmalıdır. Her iki durumda da ekranda “AC” uyarısı görülür. DC akım veya voltaj ölçümü yapmak için AC-DC düğmesi kapalı konumda iken akım veya voltaj kademesi ayarlanır. Bu durumda ise ekranda “DC” uyarısı görülür. Multimetreyi ölçüm yapılacak devre elemanına bağlamak için “**prob**” adı verilen kırmızı ve siyah renkli bağlantı kabloları multimetrenin çıkış uçlarına (yuvalarına) bağlanır.



Cihazın dört adet çıkış ucu vardır. Ölçümü yapılacak niceliğe göre doğru çıkış uçlarının kullanılması gerekir. Siyah renkli bağlantı kablosu her zaman “**COM**” isimli çıkış ucuna, kırmızı renkli kablo ise ölçülecek niceliğe göre uygun çıkış ucuna bağlanmalıdır. Akım ölçümü **amper** mertebesinde yapılırsa kırmızı bağlantı kablosu 1 numaralı çıkış ucuna, akım **miliamper** mertebesinde ise 2 numaralı çıkış ucuna bağlanmalıdır. Siyah bağlantı kablosunun bağlanacağı çıkış ucu 3 numaralı uçtur. Direnç ve voltaj ölçümü için kırmızı bağlantı kablosu 4 numaralı çıkışa bağlanmalıdır (şekil 1.13).

Şekil 1.13

Multimetre Çıkış
Uçları**DİKKAT**

Multimetre ile ölçüm yaparken kadranın uygun kademede olmasına dikkat edilmelidir. Bağlantı kablolarının doğru çıkış uçlarına bağlanması çok önemlidir. Akım kademesi seçilip çıkış uçları voltaj çıkışlarına bağlanırsa, bu durumda multimetrenin sigortası atabilir. Ardarda yapılan farklı niceliklerin ölçümü sırasında bağlantı kablolarının yerleri sık sık kontrol edilmeli ve varsa hata düzeltilmelidir.

Multimetreyi direnç değeri ölçmek için (ohmmetre) kullanmak gerektiğinde kırmızı prob 4 numaralı çıkış ucuna, siyah prob 3 numaralı çıkış ucuna takılmalıdır. Kademe anahtarı ise Ω kademesine çevrilmelidir.

**DİKKAT****Çalışma Soruları**

1. Ölçü aleti ile ölçüm yapılamıyorsa bunun nedenleri neler olabilir?
2. Analog ölçü aletlerinde problemlerin yanlış kutuplanmasının ne tür problemlere yol açabilir?
3. Dijital ve Analog ölçü aletlerinin birbirine göre avantajları ve dezavantajları nelerdir?

DENEY-2

KIRCHOFF AKIM VE GERİLİM KANUNLARININ İNCELENMESİ

Deneyin Amacı: Ohm ve Kirchoff kanunlarının geçerliliğinin deneysel olarak gözlenmesi.

Kullanılan Alet ve Malzemeler:

- DC güç kaynağı
- Mutimetre
- Değişik değerlerde direnç ve bağlantı kabloları

Ek Bilgiler ve Teorinin Açıklaması:

Direnç Türleri

Dirençler kullanım amaçlarına göre sabit ve değişken direnç olmak üzere iki gruba ayrılır.

Sabit Dirençler: Sabit direnç değerleri gerektiren uygulamalarda tercih edilirler. Bu tür dirençlerin hassasiyetleri yüksektir. Dirençler yapıldıkları maddeye göre üç gruba ayrılır.

- Karbon Dirençler: Toz haldeki karbona çeşitli değerler elde etmek için katkı maddesi ilave edilerek üretilir. Toleransları yüksektir, en düşük %5 olarak sağlanabilir. Karbon dirençler büyük değerli dirençlerin yapılmasına uygundur. En yaygın kullanılan direnç çeşididir. Bu tür dirençlerin değerleri renk bantları ile üzerine kodlanmıştır. Değerleri kullanıldıkça zamanla değişebilen dirençlerdir.

- Film Dirençler: Bir seramik çubuk üzerine elektrik akımına karşı direnç gösteren bir maddenin kaplanmasıyla elde edilirler. Toleransları % 0,1'dir. Film dirençlerin; karbon film, metal film ve metal oksit film dirençler olmak üzere üç çeşidi bulunur. Film dirençler düşük tolerans değerleri ve yüksek kararlılıkları nedeniyle hassas elektronik devrelerde tercih edilirler.

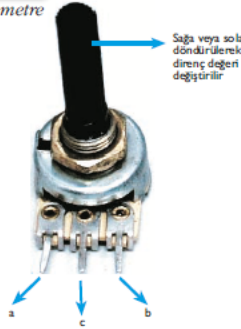
- Tel Dirençler: Toleransları %1'den küçüktür ve zamanla değer değiştirmezler. Küçük değerli dirençlerin yapılmasına uygundur. Güçlü olmaları nedeniyle diğerlerine üstünlük sağlarlar. Tel dirençlerin değerleri üzerlerinde yazılıdır.

Değişken Dirençler: Bu tip dirençler devrede akım ve gerilim ayarlayıcı olarak kullanılır. Hareket ettirilebilen ortak uçları yardımı ile değerleri değiştirilebilen dirençlerdir. Potansiyometre ve trimpot en sık kullanılan türleridir.

- Potansiyometre: Direnç değeri dairesel olarak döndürülebilen bir mil ile değiştirilebilen dirençlerdir. Şekil 2.1'de görüldüğü gibi potansiyometrelerin üç bacakları vardır. Üstteki siyah çubuğu dairesel olarak sağa sola çevirerek direnç değeri değiştirilir.

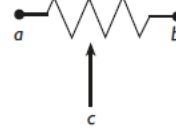
Şekil 2.1

Potansiyometre



Şekil 2.2

Potansiyometrenin Şematik Gösterimi



Şekil 2.3

Trimpot

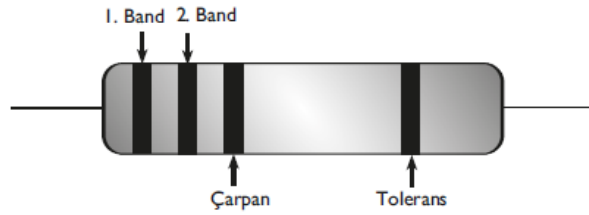


- **Trimpot:** Trimpotların çalışma prensibi potansiyometreler ile aynıdır. Tek farkları direnç değeri bir tornavida yardımıyla üstündeki vidanın döndürülmesiyle değiştirilmesidir (Şekil 2.3). Devrede direnç değeri sık sık değiştirilmesinin gerekmediği durumlarda tercih edilirler.

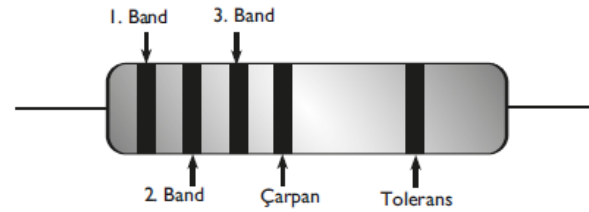
Direnç Renk Kodları ile Direnç Değerinin Belirlenmesi

Bir direncin değeri belirlenmenin bir diğer yolu, direnç üzerinde “renk bandı” denilen renkli şeritlerden yararlanmaktadır. Dirençlerin değeri bağlı olarak üzerinde değişik sayıda renk bandı bulunur. Elektrik devresi kurarken kullanılan dirençler çoğunlukla dört veya beş renk bantlı dirençlerdir. Şekil 2.4 ve Şekil 2.5’de sırasıyla dört renk bantlı ve beş renk bantlı dirençlerin şematik gösterimi verilmiştir.

Şekil 2.4

Dört Renk Bantlı
Direnç Şematik
Gösterimi

Şekil 2.5




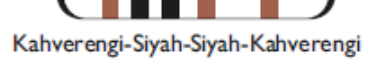
Beş Renk Bantlı
Direnç Şematik
Gösterimi

Tablo 2.1
Direnç Renk Kodları

RENK	1. band ①	2. band ②	3. band ③	Çarpan ④	Tolerans ⑤
Siyah	0	0		0	---
Kahverengi	1	1	1	10^1	$\pm\%1$
Kırmızı	2	2	2	10^2	$\pm\%2$
Turuncu	3	3	3	10^3	---
Sarı	4	4	4	10^4	---
Yeşil	5	5	5	10^5	$\pm\%0,5$
Mavi	6	6	6	10^6	$\pm\%0,25$
Mor	7	7	7	10^7	$\pm\%0,1$
Gri	8	8	8	---	$\pm\%0,05$
Beyaz	9	9	9	---	---
Altın Rengi	---	---	---	10^{-1}	$\pm\%5$
Gümüş Rengi	---	---	---	10^{-2}	$\pm\%10$
Renksiz	---	---	---	---	$\pm\%20$

Tablo 2.2

Direnç Renk Kodlarından Direnç Değeri Belirleme Örnekleri

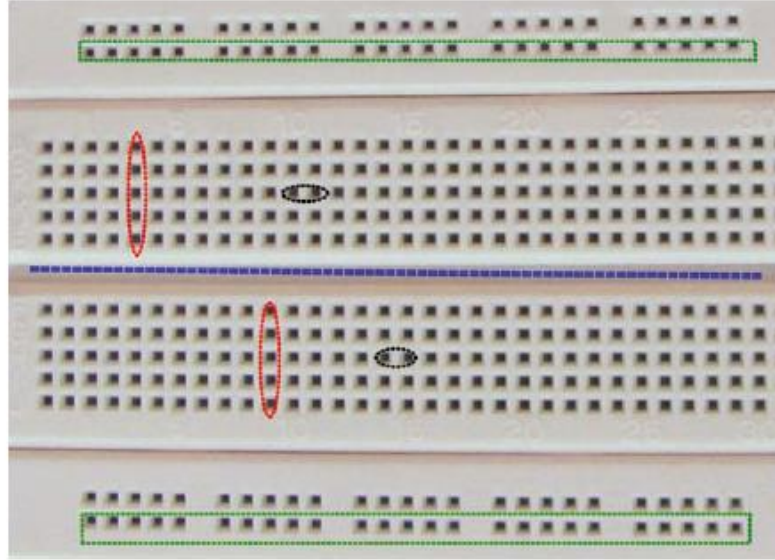
Renk bandları Renk	Renk Bandları Nümerik Değeri	Direnç Değeri	Maksimum Direnç Değeri	Minimum Direnç Değeri
 Mavi-Mavi-Siyah-Gümüş	$66 \times 10^0 \pm\%10$	66 Ω	72,6 Ω	59,4 Ω
 Kahverengi-Siyah-Kahverengi-Gümüş	$10 \times 10^1 \pm\%10$	100 Ω	110 Ω	90 Ω
 Kahverengi-Siyah-Siyah-Kahverengi	$100 \times 10^1 \pm\%1$	1k Ω	1,01 k Ω	990 Ω
 Turuncu-Turuncu-Kırmızı-Kırmızı Kahverengi	$332 \times 10^2 \pm\%1$	33,2 k Ω	33,532 k Ω	32,868 k Ω

Breadboard ve Kullanımı

Breadboard değişik devre elemanlarını bir araya getirip devre kurmak için en pratik yoldur. Breadboard direnç, kondansatör gibi devre elemanları ve kabloların bağlanacağı küçük delikler ile güç kaynağı gibi devre elemanlarının bağlanabileceği bağlantı noktalarından oluşmaktadır (Şekil 2.6).

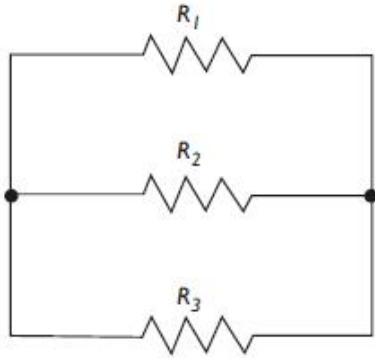
Şekil 2.6

Breadboard
Üzerindeki
Bağlantı
Noktalarının
Gösterimi



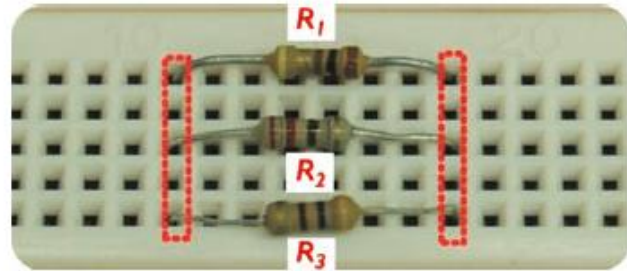
Şekil 2.7 ve Şekil 2.8 de yer alan devreleri breadboard üzerinde kurarak yapısını inceleyelim.

Şekil 2.7



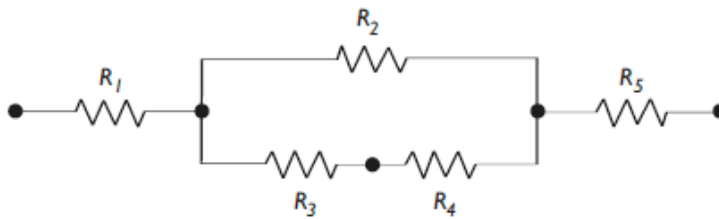
Paralel Bağlı Dirençlerin Şematik Gösterimi

Şekil 2.8



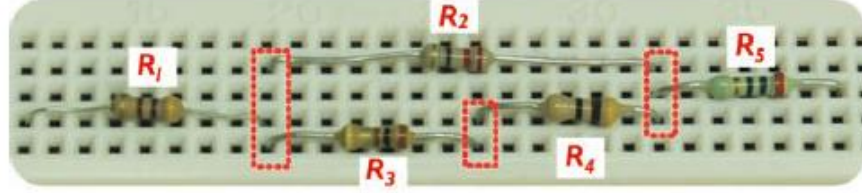
Breadboard Üzerinde Paralel Bağlı Dirençler

Şekil 2.9

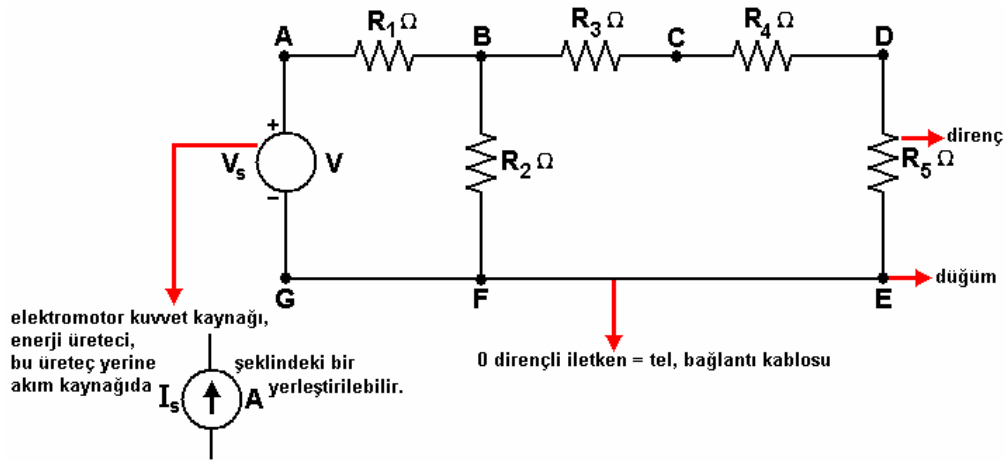
Seri-Paralel Karışık
Bağlı Devrenin
Şematik Gösterimi

Şekil 2.10

Seri-Paralel Karışık
Bağlı Dirençlerin
Breadboard
Üzerine
Yerleştirilmesi



Bir elektronik devrede gösterimler;

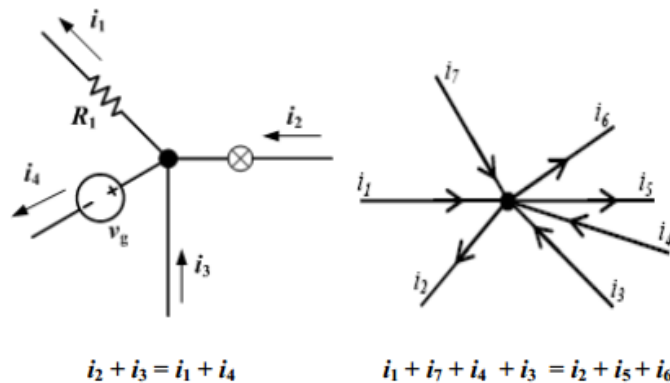


Şekil 2.11 Düğüm ve Gözlerin Gösterimi

Düğüm: İki veya daha çok elektronik devre elemanının birbirleri ile bağlandıkları bağlantı noktalarına düğüm adı verilir. Düğüm, akımın kollara ayrıldığı yolların birleşme noktaları olarak da tarif edilebilir.

Göz: Bir düğümden başlayarak, bu düğüme tekrar gelinceye dek elektriksel yollar üzerinden sadece bir kez geçmek şartı ile oluşturulan kapalı devreye göz (çevre) ismi verilir. Örneğin yukarıdaki devre şeklinde A, B, C, D, E=F=G noktaları birer düğüm olarak tanımlanırken, A-B-F-G, B-C-D-E-F ve A-B-C-D-E-F-G kapalı eğrileri de birer çevre (göz) olarak tanımlanabilir.

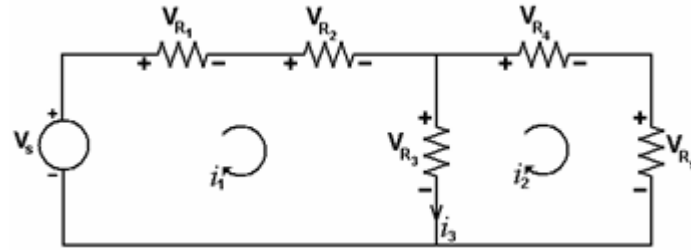
Kirchoff Akım Kanunu: Bir elektriksel yüzeye veya bir düğüm noktasına giren (düğümü besleyen) akımlar ile bu yüzey/düğüm noktasından çıkan (düğüm tarafından beslenen) akımların cebirsel toplamı 0 (sıfır) 'a eşittir.



Şekil 2.12 Kirchoff Akım Kanunu

Düğüm noktasını besleyen akımlar (giren) ve düğüm noktasından beslenen akımlar (çıkan) toplamı Şekil.15’de belirtildiği gibi birbirine eşittir.

Kirchoff Gerilim Kanunu: Bir elektronik devrenin sahip olduğu çevre(ler)deki gerilim düşümlerinin cebirsel toplamı 0 (sıfır) ‘a eşittir.



Şekil 2.13 Kirchoff Gerilim Kanunu

i_1 akımının dolaştığı kapalı çevre için $V_s - V_{R_1} - V_{R_2} - V_{R_3} = 0$

i_2 akımının dolaştığı kapalı çevre için $V_{R_3} - V_{R_4} - V_{R_5} = 0$

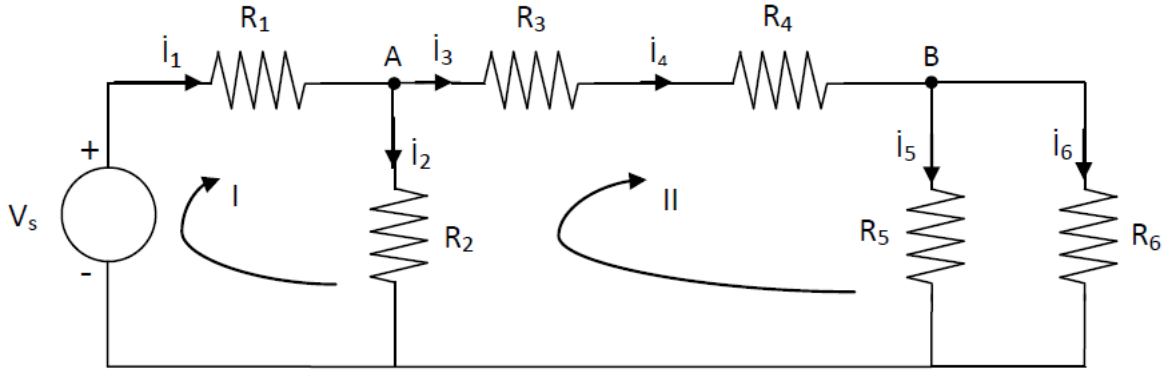
i_3 akımının dolaştığı kapalı çevre için yazılabilecektir.

Deneyin Yapılışı:

- 1- Şekil 2.14’de verilen devreyi kurunuz.
- 2- R_1 direnci üzerindeki gerilimi ve üzerinden akan akımı ölçerek Ohm Kanunun geçerliliğini gözleyiniz.
- 3- I ve II no lu gözlerdeki elemanlar üzerindeki gerilimleri ölçerek Kirchoff’un gerilim kanunu geçerliliğini gözleyiniz.

$$V_s - V_{R_1} - V_{R_2} - V_{R_4} - V_{R_5} = 0$$

- 4- A ve B düğüm noktalarına gelen ve giden akımları ölçerek Kirchoff’un akım kanunu geçerliliğini gözleyiniz.
- 5- Ölçmeleri yaparken paralel kollardaki gerilimlerin ve seri kol üzerindeki akımların bir birine eşit olduğunu kontrol ediniz.
- 6- Ölçme sonuçlarını Tablo 2.3’ e kaydediniz.
- 7- Kaynak gerilimini ölçtüğünüz değerde alıp teorik olarak hesaplayacağınız akım ve gerilim değerleri ile ölçülen değerleri karşılaştırınız.



Şekil 10

$$V_s = 5V \quad R_1 = 1K \quad R_2 = 2.2K \quad R_3 = 3.3K \quad R_4 = 4.7K \quad R_5 = 4.7K \quad R_6 = 10K$$

Tablo 2.3 Hesaplanan ve Ölçülen Değerler

	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	I_4 (mA)	I_5 (mA)	I_6 (mA)
Ölçme						
Hesap						
	V_{R1} (V)	V_{R2} (V)	V_{R3} (V)	V_{R4} (V)	V_{R5} (V)	V_{R6} (V)
Ölçme						
Hesap						

Çalışma Soruları

1. Teorik olarak hesaplayıp bulduğunuz akım ve gerilim değerleriyle, deneyde ölçtüğünüz değerleri karşılaştırınız. Eğer fark var ise sebebini belirtiniz ?

2. $V_A - V_B = i_3 \cdot (R_3 + R_4)$ ifadesini ölçtüğünüz değerlerle hesaplayarak doğruluğunu gösteriniz.

DENEY-3

AKIM VE GERİLİM BÖLME

Deneyin Amacı: Süper pozisyon teoreminin geçerliliğini deneysel olarak gözlemek.

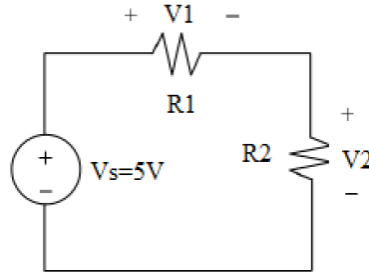
Kullanılan Alet ve Malzemeler:

- DC güç kaynağı
- Avometre
- Değişik değerlerde direnç ve bağlantı kabloları

Ek Bilgiler ve Teorinin Açıklaması:

Gerilim ve akım bölme bir devreyi analiz etme işlemini basitleştirir.

Gerilim bölme bir dizi seri dirençler üzerindeki toplam gerilimin ne kadarının herhangi bir direnç üzerinde düştüğünü hesaplamaya yardımcı olur. Şekil 3.1'deki devre için, gerilim bölme formülleri:

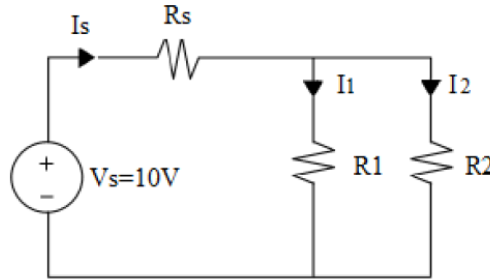


Şekil 3.1

$$V1 = \frac{R1}{R1 + R2} V_s$$

$$V2 = \frac{R2}{R1 + R2} V_s$$

Akım Bölme bir dizi paralel dirençlerden akan toplam akımın, ne kadarının herhangi bir dirençten aktığını hesaplamaya yardımcı olur (Şekil3.2).



Şekil 3.2

$$I1 = \frac{R2}{R1 + R2} I_s$$

$$I2 = \frac{R1}{R1 + R2} I_s$$

Deneyin Yapılışı :

Gerilim bölme işlemini gerçekleştirme:

1) Şekil 3.1’de gösterilen devreyi kurunuz. Kaynak gerilimini $V_s = 5V$ ’a ayarlayarak ve dirençleri $R_1 = 5.6 K\Omega$ ve $R_2 = 2.2 K\Omega$ seçerek V_1 ve V_2 gerilimlerini ölçünüz. $R_1 = R_2 = 5.6 K\Omega$ için bu adımı tekrar ediniz. Ölçüm sonuçlarını Tablo 1’e yazınız.

2) Her bir durumda (1) ve (2)’deki formülleri kullanarak V_1 ve V_2 gerilimlerini hesaplayınız ve Tablo 3.1’e yazınız.

3) 1. ve 2. adımlarındaki sonuçları karşılaştırınız.

Tablo 3.1

Durumlar	Ölçülen Değerler		Hesaplanan Değerler	
	V1 (volt)	V2 (volt)	V1 (volt)	V2 (volt)
$R_1=5.6K\Omega, R_2=2.2K\Omega$				
$R_1=5.6K\Omega, R_2=5.6K\Omega$				

Akım bölme işlemini gerçekleştiriniz:

4) Şekil 3.2’de gösterilen devreyi kurunuz. Kaynak gerilimini $V_s = 10V$ ’a ayarlayarak ve dirençleri $R_1 = 2.2 K\Omega$, $R_2 = 5.6 K\Omega$ ve $R_s = 1 K\Omega$ seçerek I_s , I_1 ve I_2 akımlarını ölçünüz. $R_1 = R_2 = 2.2 K\Omega$ için bu adımı tekrar ediniz. Ölçüm sonuçlarını Tablo 2’ye yazınız.

5) Her bir durumda (3) ve (4)’deki formülleri kullanarak I_1 ve I_2 akımlarını hesaplayınız ve Tablo 3.2’ye yazınız

6) 4 ve 5 adımlarındaki sonuçları karşılaştırınız.

Tablo 3.2

Durumlar	Ölçülen Değerler			Hesaplanan Değerler		
	I_s (mA)	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_s (mA)	I_1 (mA)	I_2 (mA)
$R_s=1K\Omega, R_1=5.6K\Omega, R_2=2.2K\Omega$						
$R_s=1K\Omega, R_1=2.2K\Omega, R_2=2.2K\Omega$						

DENEY-4

SÜPERPOZİSYON TEOREMİNİN İNCELENMESİ

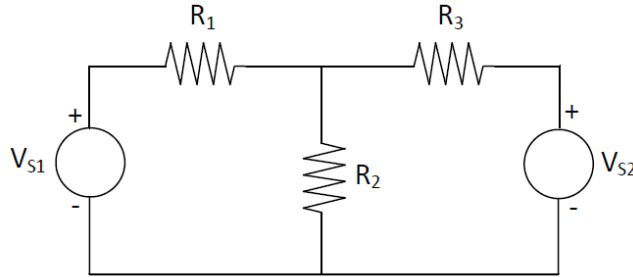
Deneyin Amacı: Süper pozisyon teoreminin geçerliliğini deneysel olarak gözlemek.

Kullanılan Alet ve Malzemeler:

- DC güç kaynağı
- Avometre
- Değişik değerlerde direnç ve bağlantı kabloları

Ek Bilgiler ve Teorinin Açıklaması:

Birden fazla kaynak içeren bir devre göz önüne alındığında; bu kaynakların devre üzerindeki toplam etkisi her bir kaynağın tek başına meydana getirdiği etkilerin toplamına eşittir. Buna süper pozisyon teoremi denir. Tek bir kaynağın etkisi incelenirken, o kaynağın dışındaki kaynaklar etkisiz hale getirilir (Akım kaynakları açık devre, gerilim kaynakları ise kısa devre). Tek tek her bir kaynağın etkisi elde edildikten sonra bu etkiler toplanarak tüm kaynakların toplam etkisi elde edilir.

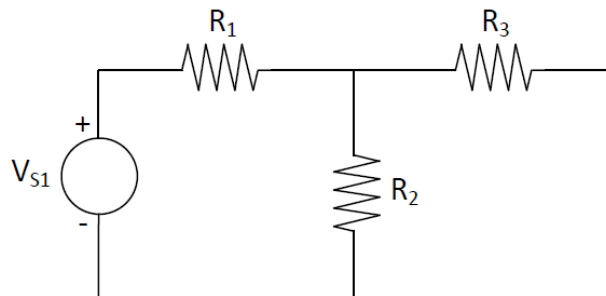


Şekil 4.1

Yukarıdaki devrede gerilim kaynakları ve dirençlerin eşdeğer olduğunu varsayarsak;

$R_1 = R_2 = R_3 = R$ ve $V_{S1} = V_{S2} = V$ olur. R_2 üzerindeki gerilim, $V_{R2} = 2V/3$ olur

Süperpozisyon tekniğini inceleyebilmek için öncelikle ilk kaynağın devre üzerinde etkisini görelim (Şekil4.2). İkinci kaynak bağımsız bir gerilim kaynağı olduğundan bu durumda kısa devre olacaktır.

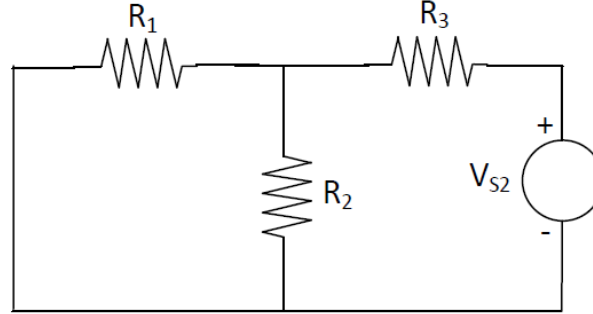


Şekil 4.2

Devre analiz edilirse;

$$V_{R2}^I = \frac{V}{3} \text{ olarak elde edilir.}$$

Şimdi ise ilk bağımsız gerilim kaynağı kısa devre edilip ikinci kaynağın etkisi incelenecek olursa;



Şekil 4.3

Devre analiz edilecek olursa;

$$V_{R2}^{II} = \frac{V}{3} \text{ olarak elde edilir.}$$

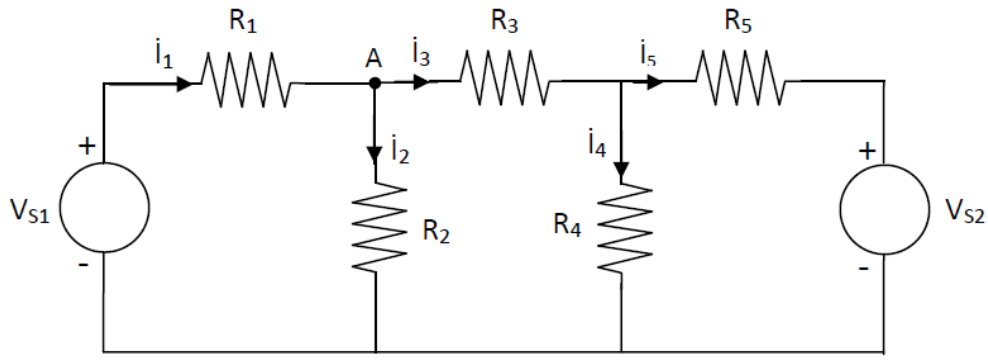
Süperpozisyon teoremine göre toplam gerilim 2 gerilimin toplamı olduğundan;

$$V_{R2} = V_{R2}^I + V_{R2}^{II} = \frac{V}{3} + \frac{V}{3} = \frac{2V}{3}$$

sonucuna ulaşılır.

Deneyin Yapılışı :

- 1) Şekil 4.4'de verilen devreyi kurunuz.
- 2) V_{S1} aktif iken (V_{S2} devrede değil ve uçları kısa devre iken) akım ve gerilim değerlerini ölçüp Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'ye kaydediniz.
- 3) V_{S2} aktif iken (V_{S1} devrede değil ve uçları kısa devre iken) akım ve gerilim değerlerini ölçüp Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'ye kaydediniz.
- 4) V_{S1} ve V_{S2} aktif iken akım ve gerilimleri ölçüp Tablo 4.3'ye kaydediniz.
- 5) 2. ve 3. şıklarda elde edilen değerlerin toplamlarının 4. şıkta elde edilen değerleri verip vermediğini kontrol ediniz.



Şekil 4.4

$$V_{S1} = 12 \text{ V } V_{S2} = 5 \text{ V } R_1 = 1 \text{ k}\Omega \text{ } R_2 = 2.2 \text{ k}\Omega \text{ } R_3 = 3.3 \text{ k}\Omega \text{ } R_4 = 4.7 \text{ k}\Omega \text{ } R_5 = 5.6 \text{ k}\Omega$$

Tablo 4.1

	i_1 (mA)	i_2 (mA)	i_3 (mA)	i_4 (mA)	i_5 (mA)
V_{S1} aktif iken					
V_{S2} aktif iken					
Toplam					

Tablo 4.2

	V_{R1} (V)	V_{R2} (V)	V_{R3} (V)	V_{R4} (V)	V_{R5} (V)
V_{S1} aktif iken					
V_{S2} aktif iken					
Toplam					

Tablo 4.3

	i_1 (mA)	i_2 (mA)	i_3 (mA)	i_4 (mA)	i_5 (mA)
$V_{S1} + V_{S2}$ aktif					
	V_{R1} (V)	V_{R2} (V)	V_{R3} (V)	V_{R4} (V)	V_{R5} (V)
$V_{S1} + V_{S2}$ aktif					

Çalışma Soruları

1. Teorik olarak hesapladığımız akım ve gerilim değerleriyle, deneyde ölçtüğünüz değerleri karşılaştırınız.
2. Tablo 4.3'deki değerlerin Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'deki toplam değerleri ile karşılaştırınız.

DENEY-5

THEVENİN TEOREMİNİN İNCELENMESİ

Deneyin Amacı : Thevenin teoreminin geçerliliğinin deneysel olarak gözlemlenmesi

Kullanılan Alet ve Malzemeler:

- DC Güç Kaynağı
- Avometre
- Potansiyometre, Çeşitli Değerlerde Dirençler ve bağlantı kabloları

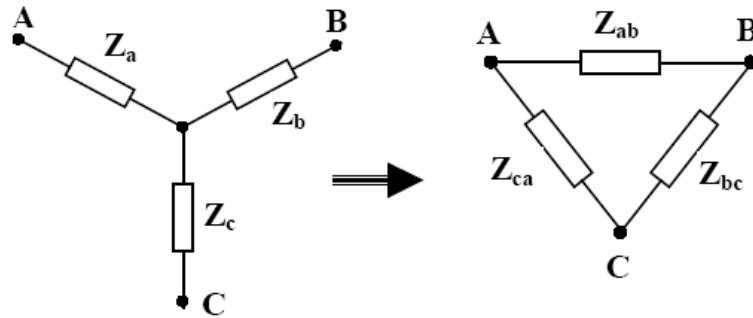
Ek Bilgiler ve Teorinin Açıklaması:

Yıldız-Üçgen ve Üçgen-Yıldız Dönüşümleri:

Yıldız-üçgen ve üçgen-yıldız dönüşüm işlemleri olarak adlandırılan işlemler, bir takım devrelerin çözümleri aşamasında kullanılması oldukça avantajlar sağlayan işlemlerdir. Bu dönüşümler ile yıldız yada üçgen bağlantıya sahip elemanların diğer bağlantı yapısına geçmesi için gerekli kriterler üretilmiş olur.

Yıldız-Üçgen Dönüşümü:

Aşağıda yıldız ve üçgen bağlantı şekilleri ile yıldız bağlantıdan üçgen bağlantıya geçmek için kullanılan denklem takımları verilmiştir.



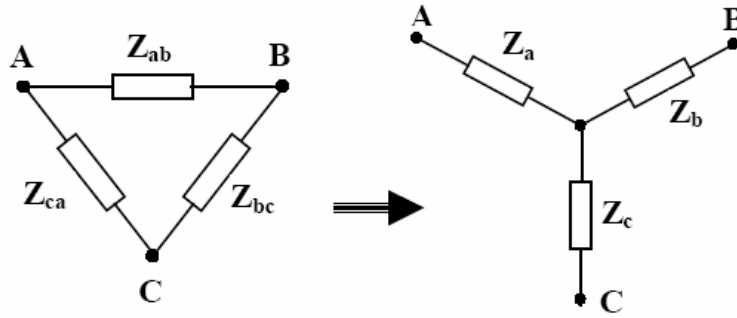
$$Z_{ab} = (Z_a \cdot Z_b + Z_b \cdot Z_c + Z_c \cdot Z_a) / Z_c$$

$$Z_{bc} = (Z_a \cdot Z_b + Z_b \cdot Z_c + Z_c \cdot Z_a) / Z_a$$

$$Z_{ca} = (Z_a \cdot Z_b + Z_b \cdot Z_c + Z_c \cdot Z_a) / Z_b$$

Üçgen-Yıldız Dönüşümü:

Aşağıda üçgen ve yıldız bağlantı şekilleri ile üçgen bağlantıdan yıldız bağlantıya geçmek için kullanılan denklem takımları verilmiştir.



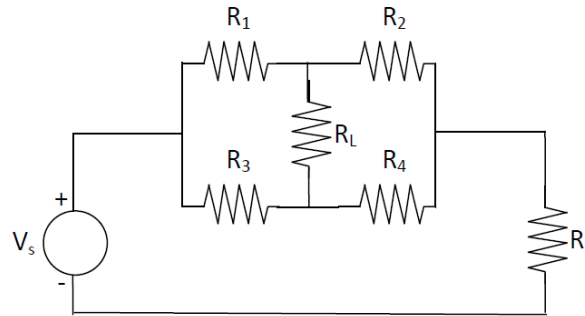
$$Z_a = (Z_{ab} \cdot Z_{ca}) / (Z_a + Z_b + Z_c)$$

$$Z_b = (Z_{ab} \cdot Z_{bc}) / (Z_a + Z_b + Z_c)$$

$$Z_c = (Z_{ca} \cdot Z_{bc}) / (Z_a + Z_b + Z_c)$$

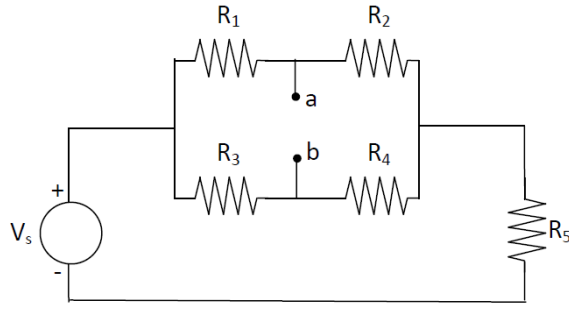
Thevenin Teoremi

Çok sayıda elemanı bulunan herhangi bir devrenin bir elemanın veya sadece bir kısmının incelenmesi gerektiğinde, tüm devreyi göz önüne almak yerine, incelenecek eleman ya da devre parçasını bütün olan devreden ayırıp geriye kalan devre parçasını bir kaynak ve buna seri bağlı bir empedans ile temsil etmek suretiyle, inceleme basite indirgenebilir. Bu işlemden kullanılan teoreme Thevenin teoremi denir ve elde edilen eşdeğer devreye Thevenin eşdeğer devresi adı verilir.



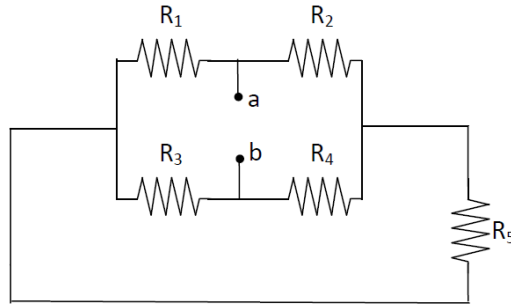
Şekil 5.1

Eşdeğer devre oluşturulurken ilgili eleman veya devre parçası devreden çıkarılır ve geriye kalan kısmın ayrılma noktaları arasındaki açık devre gerilim belirlenip bu gerilim Thevenin eşdeğer devresinin kaynak gerilimi olarak kullanılır (Şekil 5.2).



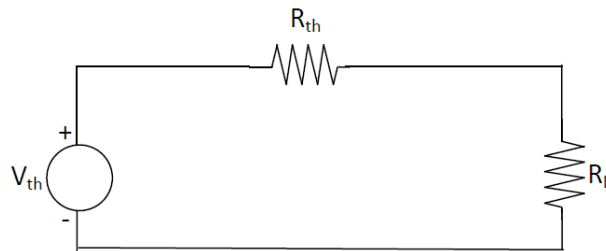
Şekil 5.2

Daha sonra eşdeğeri elde edilecek devre parçasındaki kaynaklar etkisiz hale getirilerek devrenin bölündüğü noktalardan bakıldığında görülen empedans hesaplanır ve thevenin eşdeğer empedansı olarak isimlendirilen bu empedans daha önce belirlenen kaynağa seri olarak bağlanır.



Şekil 5.3

Bir kaynaktan ve ona seri bağlı bir empedanstan oluşan bu eşdeğer devre, incelenecek kısmın devreden sökülmesi durumunda geriye kalan kısmın Thevenin eşdeğeridir. Şekil 5.1’de verilen devre göz önüne alındığında, a-b uçlarından görülen Thevenin eşdeğer devresini oluşturmak için V_{ab} (V_{th}) açık devre gerilimi Şekil 5.2’den, a-b uçlarından görülen eşdeğer dirençte (R_{th}) Şekil 5.3’den belirlenerek Şekil 5.4’deki eşdeğer devre elde edilir.



Şekil 5.4

Deneyin Yapılışı :

- Şekil 5.1’de verilen devreyi aşağıdaki elemanlarla kurunuz.
 $V_S = 12\text{ V}$ $R_1 = 1\text{ k}\Omega$ $R_2 = 3.3\text{ k}\Omega$ $R_3 = 330\ \Omega$ $R_4 = 220\ \Omega$ $R_5 = 100\ \Omega$ $R_L = 2.2\text{ k}\Omega$
- R_L direnci üzerinden akan akımı ve bu direnç üzerindeki gerilimi ölçerek Tablo 5.1’e kaydediniz.
- R_L direncini devreden çıkartarak a-b uçlarındaki açık devre gerilimini ölçüp Tablo 5.2’ye kaydediniz.
- Kaynağı kapatıp kaynağa bağlı uçları kısa devre ederek a-b uçlarından görülen direnci ohmmetre yardımıyla ölçüp Tablo 5.3’e kaydediniz.
- Şekil 5.4’teki devreyi kurunuz.
- R_{TH} direncini potansiyometre yardımıyla ayarlayınız.
- R_L direnci üzerinden akan akım ve bu direnç üzerindeki gerilimi ölçerek kaydediniz.

Tablo 5.1

	V_{RL} (V)	I_{RL} (mA)
Normal Devre İçin		

Tablo 3.2

	V_{AB} (V)	R_{AB} (ohm)
Normal Devre İçin		

Tablo 5.3

	V_{RL} (V)	I_{RL} (mA)
Thevenin Eşdeğer Devre İçin		

Çalışma Soruları

- 2.şıkta ölçülen değerlerle 7.şıkta ölçülen değerleri karşılaştırınız.
- V_{TH} teorik olarak nasıl bulunur?
- R_{TH} teorik olarak nasıl bulunur?

DENEY-6

MAKSİMUM GÜÇ TRANSFERİ

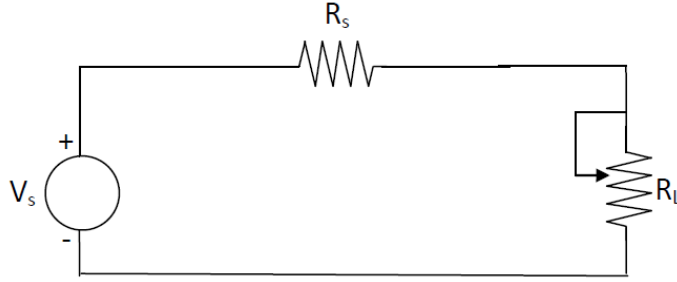
Deneyin Amacı: Maksimum güç transferi teoreminin geçerliliğinin deneysel olarak gözlemlenmesi

Kullanılan Alet ve Malzemeler:

- a) DC Güç Kaynağı
- b) Avometre
- c) Potansiyometre, Çeşitli Değerlerde Dirençler ve bağlantı kabloları

Ek Bilgiler ve Teorinin Açıklaması:

İç dirence sahip herhangi bir kaynaktan bir yüke maksimum güç transferi yapılabilmesi için yük empedansı, kaynak iç empedansının kompleks eşleniği olmalıdır. Buna maksimum güç transferi teoremi denir.



Şekil 6.1

Devre ara bağlaşımı yani devrede yer alan ara bağlantılar arasında sinyal gücünün istenilen şekilde kontrol edilebilmesi elektronikte yer alan önemli hususlardan birisidir. Şekil 1'deki devrede R_L üzerindeki gerilim;

$$V = \frac{R_L}{R_L + R_s} \cdot V_s$$

olarak elde edilir. Sabit bir kaynak ve değişken bir yük göz önüne alınırsa, yük direnci, R_s direncine göre ne kadar büyük olursa yük direnci üzerindeki gerilim o derece yüksek olacaktır. İdealde yük direncinin sonsuz değerde olması yani bir açık devrenin yer alması istenir. Bu durumda;

$$V_{max} = V_{\infty}$$

olacaktır.

Yük üzerinde oluşan akım ise;

$$i = \frac{V_s}{R_L + R_s}$$

şeklindedir. Yeniden sabit bir kaynak ve değişken bir yük direnci göz önüne alınır,sa, yük direnci R_s direncine göre ne derece küçük değerlikli olursa burada akacak akım o derece büyük olacaktır. Dolayısıyla maksimum akım akması için yükün bir kısa devre olması istenir. Bu durumda;

$$i_{max} = \frac{V_T}{R_T} = i_{sc}$$

olacaktır. Yük üzerinde oluşacak güç $V \cdot i$ olarak ifade edileceğinden elde edilecek güç;

$$P = \frac{R_L \cdot V_s^2}{(R_L + R_s)^2}$$

şeklinde ifade edilebilir. Verilen kaynak için R_s ve V_s değerleri sabit olacağından elde edilebilecek güç sadece yük direncinin değişimine bağlı olarak değişecektir. Gerek maksimum gerilim ($R_L = 0$ olmalı) gerekse de maksimum akım ($R_L=0$ olmalı) üretebilmesi için gerekli şartlar altında edilebilecek güç sıfır olmaktadır. Dolayısıyla yük direncinin bu iki değerleri altında gücü maksimum değerine getirebileceği söylenebilir. Bu yük direnci değerinin bulunabilmesi için gücün yük direncine göre türevi alınıp sıfıra eşitlenirse;

$$\frac{dP}{dR_L} = \frac{[(R_L + R_s)^2 - 2 \cdot R_L \cdot (R_L - R_s)] \cdot V_s^2}{(R_L + R_s)^4} = 0$$

$$\frac{dP}{dR_L} = \frac{[(R_L - R_s)] \cdot V_s^2}{(R_L + R_s)^3} = 0$$

ifadesi elde edilir. Dolayısıyla bu eşitlikten de açıkça görüleceği üzere yük direnci, kaynağın direnci R_s direncine eşit olduğunda türev ifadesi sıfır olmaktadır. Dolayısıyla maksimum güç $R_L = R_s$ şartı altında gerçekleşmektedir. Bu durumda maksimum güç;

$$P_{max} = \frac{V_s^2}{4 \cdot R_s}$$

olarak elde edilir.

Deneyin Yapılışı :

1. Kaynak çıkışına iki değişik direnç bağlayıp bunların üzerinden akan akımları okuyarak kaynak iç direncini belirleyin.
2. Şekil 6.1'deki devreyi kurunuz. ($V_S = 12V$, $R_S = 5K\Omega$)
($5K\Omega \approx 4.7K\Omega + 0.33K\Omega$)
3. R_L direncini Tablo 6.1'deki değerlere ayarlayıp her bir R_L değeri için okuyacağınız akım ve gerilim değerlerini ölçüp Tablo 6.1'e kaydediniz.
4. Her bir R_L değeri için bu dirençte harcanan gücü hesaplayarak, direnç değerine bağlı olarak yüke aktarılan gücün değişimini gösteren grafiği çiziniz.

Tablo 6.1

Yük Direnci (ohm)	Yük Akımı (mA)	Yük Gerilimi (mA)	Yük Gücü (mW)
1 K Ω			
2 K Ω			
3 K Ω			
4 K Ω			
5 K Ω			
6 K Ω			
7 K Ω			
8 K Ω			
9 K Ω			
10 K Ω			

Çalışma Soruları

1. Şekil 6.1'deki devrede R_L üzerindeki gerilimin maksimum olması için R_L direncinin değeri ne olmalıdır?
2. Şekil 6.1'deki devrede R_L üzerindeki akımın maksimum olması için R_L direncinin değeri ne olmalıdır?
3. Şekil 6.1'deki devrede R_L üzerindeki gücün maksimum olması için R_L direncinin değeri ne olmalıdır?
4. R_L direnç değerine bağlı olarak yüke aktarılan gücün değişimini gösteren grafiği yorumlayınız.
5. Deneyin bütün basamaklarını Proteus programında simüle ederek Tablo 6.2'ye kaydediniz

Tablo 6.2

Yük Direnci (ohm)	Yük Akımı (mA)	Yük Gerilimi (mA)	Yük Gücü (mW)
1 K Ω			
2 K Ω			
3 K Ω			
4 K Ω			
5 K Ω			
6 K Ω			
7 K Ω			
8 K Ω			
9 K Ω			
10 K Ω			

DENEY-7

OSİLOSKOP KULLANIMI

Deneyin Amacı:

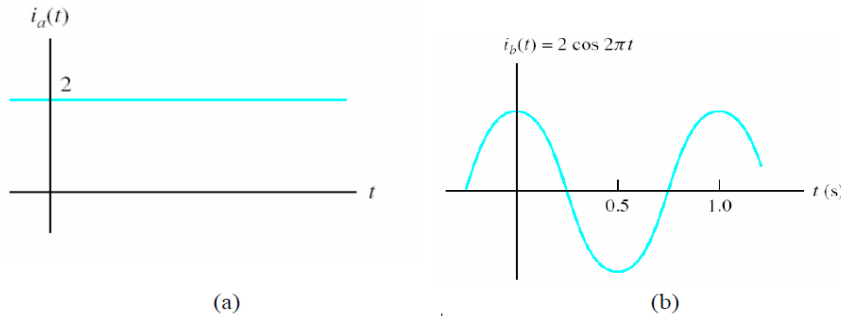
Bu deneyde, osiloskopun çalışma prensibinin, tetikleme ve senkronizasyonun nasıl yapıldığının ve osiloskop yardımıyla çeşitli büyüklüklerin (genlik, faz farkı ve frekans gibi) nasıl ölçülebileceğinin öğrenci tarafından anlaşılması amaçlanmıştır.

Kullanılan Alet ve Malzemeler:

- Osiloskop
- Çeşitli Değerlerde Dirençler, kondansatör ve bağlantı kabloları

Ek Bilgiler ve Teorinin Açıklaması:

Şekil 7.1 (a)'da gösterilen zamana göre değişmeyen işaretler DC işaretler olarak isimlendirilmiştir. Şekil 7.1 (b)'de gösterilen zamana göre periyodik olarak değişen işaretler ise AC işaretler olarak isimlendirilir.



Şekil 7.1

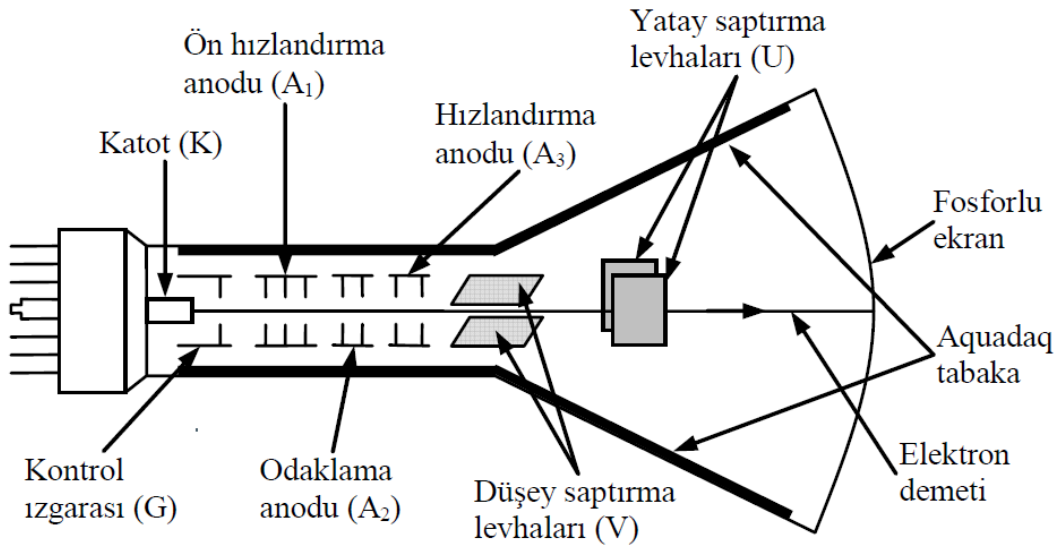
AC işaretlerin temel büyüklükleri ve arasındaki genel ilişkiler ise Tablo 7.1'de verilmiştir.

Tablo 7.1

	Dalga Formu	RMS Değeri	Ortalama Değeri	Dalga Form Faktörü	V_{tepe} / RMS
Sinüsoidal Dalga		$\frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707$	$\frac{2}{\pi} = 0.637$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11$	$\sqrt{2} = 1.414$
Yarı Doğrultulmuş Dalga		$\frac{1}{2} = 0.5$	$\frac{1}{\pi} = 0.318$	$\frac{\pi}{2} = 1.571$	2
Tam Doğrultulmuş Dalga		$\frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707$	$\frac{2}{\pi} = 0.637$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11$	$\sqrt{2} = 1.414$
Üçgen Dalga		$\frac{1}{\sqrt{3}} = 0.577$	$\frac{1}{2} = 0.5$	$\frac{2}{\sqrt{3}} = 1.155$	$\sqrt{3} = 1.732$
Kare Dalga		1	1	1	1

Osiloskop, elektronikte en çok kullanılan ölçü aletlerinden biridir. X ve Y kanallarına uygulanan iki işaret arasındaki bağıntıyı bir ekranda görüntüler. Bu işaretlerin periyodik fonksiyonlar olması durumunda ve özel şartlar altında ekranda duran şekiller elde edilir. Böylece iki fonksiyon arasındaki zaman bağıntısı duran bir şekil üzerinde rahatça izlenebilir. Kısaca osiloskop, elektriksel işaretlerin ani değerini ve zamanla değişimini gösteren alet olarak tanımlanabilir.

Osiloskopun yapısı



Şekil 7.2 Osiloskopun İç Yapısı

Katot ışın tüpü osiloskopun en önemli ünitesi olup, görüntünün oluşmasını sağlar. Tüp üç ana kısımdan oluşur:

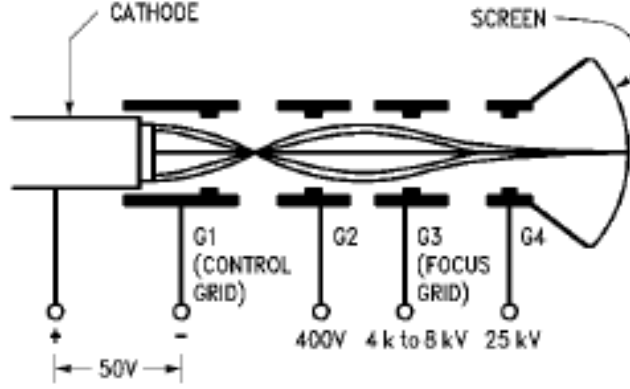
1. Elektron tabancası ve odaklama-hızlandırma elemanları
2. Düşey ve yatay saptırma levhaları
3. Elektron ışını çarpınca parlayan fosforlu bir ekrana sahip vakumlu muhafaza

Katod ışın tüpünün yapısı Şekil 7.2'de görülmektedir.

Oksitli bir tabaka içeren katot, flaman tarafından ısıtılır. Bunun sonucunda katot yüzeyinden kopan elektronlar serbest duruma gelirler. Kontrol ızgarası, tüp içerisine yayılan elektron miktarını ayarlar. Daha sonra odaklama ve hızlandırma anotları elektronları odaklayarak ince bir demet haline getirip hızlandırırlar.

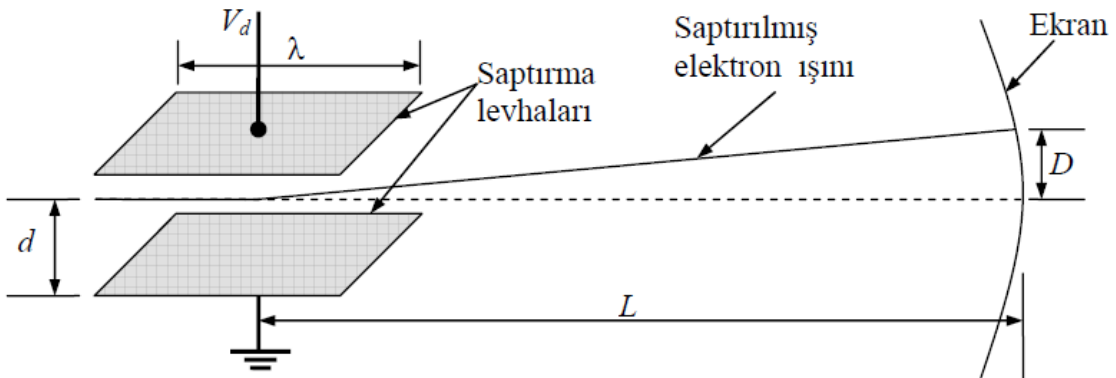
Yüksek hızlı bu ince elektron demeti iki ayrı saptırma levhaları arasından geçer. Birinci saptırma levhaları elektron demetini düşey doğrultuda aşağı-yukarı saptırırlar. Düşey saptırmanın yönünü, saptırma levhalarına uygulanan gerilimin polaritesi belirler. Sapma miktarını ise, aynı gerilimin genliği belirler. Elektron demeti daha sonra, yatay saptırma levhalarına uygulanan gerilimin polaritesine ve genliğine bağlı olarak sağa-sola saptırılır. Böylece, elektron demetinin fosforlu ekran üzerinde hangi noktaya düşeceği belirlenmiş olur. Fosforlu ekran üzerine düşen yüksek enerjili elektron demeti fosforun parlamasına neden olur. Görüntünün ekran üzerinde meydana gelmesi bu şekilde olur.

Nikelden yapılmış ve silindirik yapıya sahip katodun ucu oksit tabakasıyla kaplanmıştır. Tungsten veya tungsten alaşımından yapılmış olan flaman, üzerinden akım geçirildiğinde katodu dolaylı olarak ısıtır ve elektronların katot yüzeyindeki oksit tabakadan ayrılarak serbest kalmalarına sebep olur. Serbest kalan bu elektronlar ekrana doğru değişik açı ve hızlarda harekete başlarlar.



Şekil 11 Elektron demetinin ızgaralara uygun gerilimler uygulanarak hızlandırılması ve odaklanması

Elektron akışını kontrol etmek ve biraz da odaklama yapmak amacıyla, katodun önündeki kontrol ızgarası kullanılmaktadır. Kontrol ızgarasından geçen elektronlara, katoda göre 400 V pozitif potansiyele sahip ön-hızlandırma anodu yardımıyla, tüpün ekranına doğru bir ilk hız verilir. Odaklama anodu ve hızlandırma anodu yardımıyla elektron demeti, Şekil 7.3’de görüldüğü gibi ince bir ışın haline getirilir ve hızlandırılır. İki levha arasından geçen elektron ışını Şekil 7.4’te görülmektedir. Üst levhanın potansiyeli alt levhaya göre daha pozitif olduğunda elektron ışını yukarı doğru, tersi olduğunda ise elektron demeti aşağı doğru sapar. Şekil 3’teki saptırma levhalarına dışarıdan uygulanan gerilim, düşey doğrultuda saptırılmış bir işaret oluşturacağından, bu levhalara “düşey saptırma levhaları” adı verilmektedir.



Şekil 7.4

Saptırma miktarı aşağıdaki ifade ile verilir:

$$D = \frac{\lambda V_d L}{2dV_a}$$

Bu ifadede,

λ : Saptırma levhasının uzunluğunu

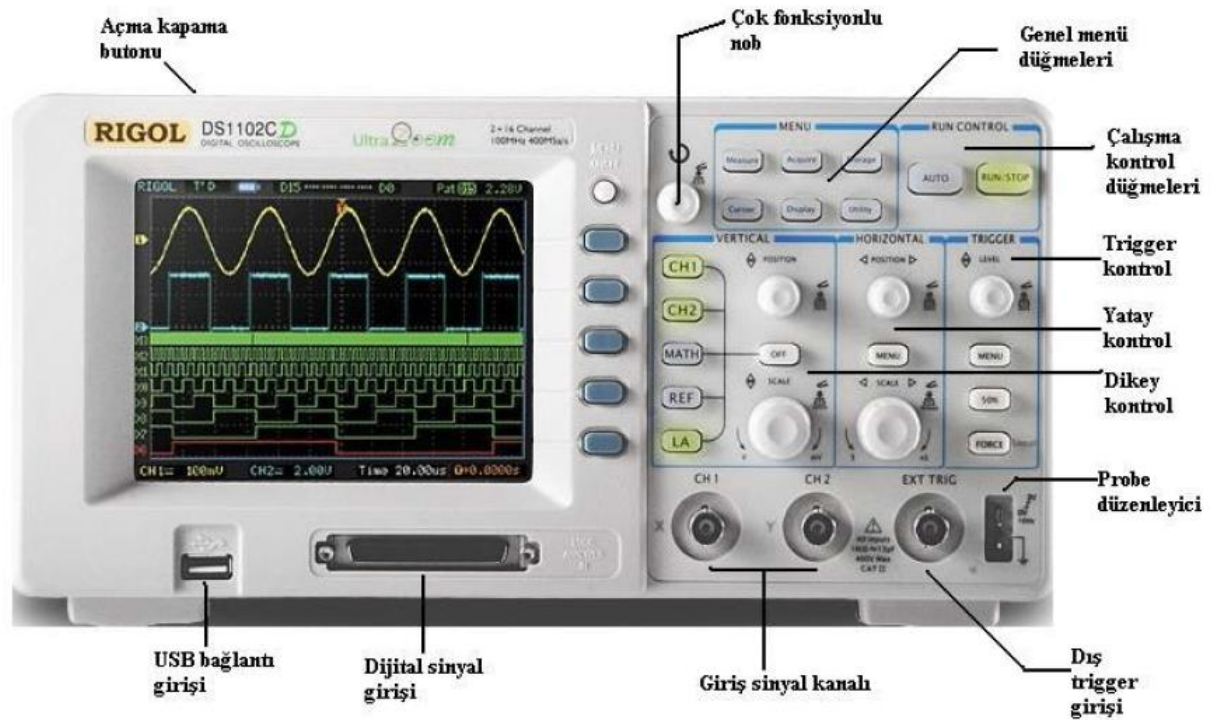
V_a : Hızlandırma gerilimini

L : Levhaların ortasından ekrana uzaklık

V_d : Saptırma gerilimi

d : Levhalar arası uzaklık

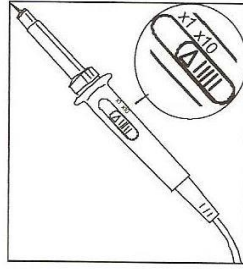
Yatay saptırma levhaları ise elektron ışını yatay olarak saptırmaya yaramaktadırlar. Buradaki mantık düşey saptırmada olduğu gibidir. Yatay saptırma levhaları, düşey saptırma levhalarına dik olarak yerleştirilmiştir. Düşey saptırma levhaları, ekrana yatay saptırma levhalarından daha uzak olduklarından, ölçülen işarete düşey duyarlılık yatay duyarlılıktan daha yüksektir.



Şekil 7.5 Genel Bir Osiloskobun Görüntüsü ve Tuşların Fonksiyonu

Problar

Osiloskop çalıştırıldıktan sonra giriş sinyal kanalına bir prob takılır. Genellikle iki tür ölçme probu kullanılır. Bunlar sinyali zayıflatmayan X1 prob ile sinyali 10 defa zayıflatan X10 probtur. Bu ikinci tür prob ile çalışırken, probun ucunda 5 V'luk bir gerilim varsa, bu gerilim osiloskoba 0,5 V olarak ulaşır. İşaretin büyüklüğü de ölçülecekse, bu durum göz önünde bulundurulmalıdır. Günümüzde bütün problarda BNC tipi konnektörler (fişler) kullanılmaktadır. Bu fişler yerlerine oturtulduktan sonra dış taraflarındaki hareketli kısım saat yönünde bir miktar çevrilerek kilitlenir. X10 veya X100 tipi bir prob kullanılmadan önce aşağıdaki şekilde *kompanze* (düzenleme) edilmelidir (Şekil 7.7).

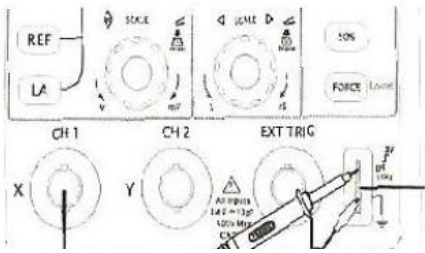


Şekil 7.6

Kompanze

Prob, CH1'e takılır. Diğer ucu yandaki gibi osiloskop üzerindeki kare dalga üreticine bağlanır ve üzerindeki düğme X10 konumuna getirilir. CH1 tuşuna bir kere basıp çıkan menüden prob ayarı olarak "X10" seçilir. "AUTO" tuşuna bastıktan kısa bir süre sonra ekranda kare dalga görülmelidir. Eğer kare dalga görünmezse, prob üzerindeki vidayla ayarlama yapılır. Aynı işlemler CH2 için tekrarlanır. Bu işlemten sonra hatasız bir ölçüm yapmak mümkündür. X1 tipi problemin bu işleme ihtiyacı yoktur.

Osiloskoplara Gerilim Ölçülmesi



Şekil 7.7 Osiloskopun Kompanze Edilmesi

Ekrandaki sinyalin genliği düşey ekseninde ölçülür. Genlik, ilk önce ekran üzerindeki kareler cinsinden belirlenir. Daha sonra VOLTS/DIV giriş zayıflatıcısı komutatörünün üzerindeki sinyalin gösterdiği değer ile kare sayısı çarpılarak gerilimin gerçek değeri belirlenir. Eğer zayıflatıcı (X10 veya X100) bir prob kullanılıyorsa zayıflatma katsayısı da hesaba katılmalıdır. Osiloskopun hassasiyeti VOLTS/DIV komutatörünü saat yönünde çevirerek arttırılır.

Osiloskoplara Frekans Ölçülmesi

Modern osiloskoplarda frekans yerine periyot ölçülmektedir. Periyot ölçümleri yatay ekseninde yapılır. Dalga şeklinin bir periyodunun X ekseni yönündeki uzunluğu kareler sayılarak belirlenir. Daha sonra TIMEBASE komutatörünün gösterdiği değer ile kare sayısı çarpılarak sinyalin periyodu belirlenir. Kullanılan prob (X1, X10 veya X100) zaman ölçümlerini etkilemez.

Tetikleme (Trigger)

Bu düzen, ekranda gösterilecek sinyal cihaza geldikten ve en azından belirli bir büyüklüğe eriştikten sonra testere dişinin başlatılmasını sağlar. Tetikleme ile testere dişinin gerçekten başlaması arasında belirli bir süre geçer. Bu nedenle, düşey saptırma plakalarına uygulanacak sinyal bir miktar geciktirilir. Yoksa ışın harekete başlamadan önce Y-plaka çiftine ulaşan sinyaller gösterilemezdi. İşaret

düşey saptırma plakalarına uygulanmadan önce zaten bir kuvvetlendiriciden geçirildiğinden, gecikme burada gerçekleşir. Gecikme süresi -cihaz tipine göre- 200 ns ile 500 ns arasındadır.

Dışarıdan Tetikleme

Bazı durumlarda, elektron ışınının ekranı taramaya başlamasını içeriden (internal), yani ekranda gösterilen sinyale bağımlı olarak tetiklemek yerine, ölçülen sinyalle herhangi bir ilişkisi bulunan başka bir sinyal yardımıyla tetiklemek yararlı olur. Bunun için osiloskopta bu tetikleme sinyalinin uygulanabileceği bir “external trigger” girişinin bulunması gerekir. Bu giriş, osiloskoplarını ileri düzeyde kullanabilen kişiler açısından önemlidir.

TEMEL OSİLOSKOP FONKSİYONLARI

1. Dikey Pozisyon (vertical position)

Bu düğme yardımıyla ekrandaki şekil aşağıya veya yukarıya doğru kaydırılabilir. Bu fonksiyon Y-SHIFT olarak da adlandırılır.

2. Yatay Pozisyon (horisontal position)

Bu düğme ile ekrandaki şekil sağa veya sola doğru kaydırılabilir. Bu fonksiyon X-SHIFT olarak da adlandırılır.

3. Time/Div. (Time per Division)

Zaman bazı da denen anahtartır. Bu düğme ile yatay saptırma plakaları için yavaş veya hızlı testere dişi sinyallerin üretilmesi sağlanır. Kademeler ekran bölümü başına saniyenin kesirleri cinsinden kalibre edilmiştir. Böylece bir sinyalin süresi ölçülebilir. Örneğin anahtar 50 μ s/bölüm kademesinde bulunuyorsa ve gösterilen darbe 3 bölüm genişliğinde ise, darbenin süresi 150 μ s'dir.

4. Volts/Div. (Volts per division)

Gösterilecek sinyale uygun olarak osiloskobun giriş duyarlılığının ayarlanması için kullanılan komütatördür. Aynı zamanda, bu anahtarın konumu ve ekrandaki sinyalin yüksekliğinden gerilim değeri de okunabilir.

5. Trigger

Bu isim altında birkaç fonksiyon toplanmıştır.

- **Auto:** Testere dişinin kendiliğinden başlatılması.
- **Intern:** Testere dişinin ekranda gösterilen sinyalin kendisi tarafından tetiklenmesi.
- **Extern:** Testere dişinin osiloskoba dışarıdan uygulanan yabancı bir sinyalle tetiklenmesi.
- **Level:** İçeriden veya dışarıdan tetiklemede, tetikleme sinyalinin üretilebilmesi için tetikleyen sinyalin yükselmesi gereken seviye ayarı bu düğme ile yapılır.
- **(+/-):** Testere dişinin, iç veya dış tetikleme sinyalinin pozitif ya da negatif kenarı ile başlatılmasını sağlar.

6. Ext. Trigger

Dış tetikleme sinyalinin bağlanması için priz. Tetikleme sinyalinin genellikle 1 V veya daha büyük olması istenir.

7. AC-0-DC

Ölçülecek sinyal için giriş tipini seçer.

- **AC:** Sadece alternatif gerilimler ölçülebilir. Eğer alternatif gerilim bir doğru gerilimin üzerine binmişse, bu doğru gerilim osiloskobun içine alınmaz.
- **0:** Giriş her türlü sinyale kapalıdır. Ekrandaki yatay çizgi bu durumda VERTICAL POSITION ile istenen yere getirilebilir.
- **DC:** Bu konumda doğru gerilimler ve alternatif gerilimler birlikte ölçülebilir.

8. Vertical Input veya Y-Input: Düşey giriş.

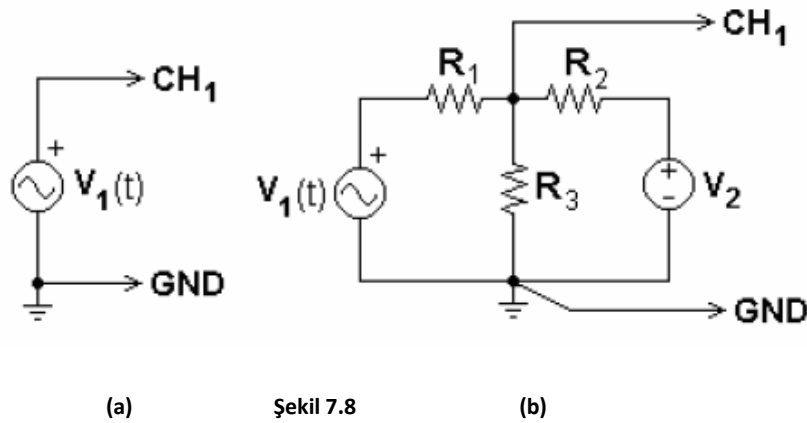
9. Horizontal Input veya X-Input: Yatay giriş

Deneyin Yapılışı :

1- Osiloskop düğmelerinin işlevini öğreniniz.

2- Şekil 7.8 (a)'da gösterilen devreyi kurunuz. Daha sonra aşağıda verilen şekilde $v_1(t)$ gerilimini ayarlayınız. Bu ayarlamayı yaparken osiloskop ekranındaki işaretin periyodundan faydalanmanız gerektiğini unutmayınız.

3- Şekil 7.8 (b)'de verilen devrede VR3 gerilimini $v_1(t)$ ve V_2 cinsinden elde ediniz. Zamana göre çiziniz değişimini çiziniz ve osiloskop ekranındaki değişimle karşılaştırınız.



$$R_1 = R_2 = R_3 = 1K\Omega, v_1(t) = \sin(2\pi 2000t)V, V_2 = 5V$$

DENEY-8

RC DEVRESİNİN GEÇİCİ CEVABI

Deneyin Amacı: Darbe dalga şeklini kullanarak zaman sabiti kavramını anlamak ve seri RC devresinin geçici cevabına çalışmak.

Kullanılan Alet ve Malzemeler:

- Osiloskop
- Sinyal üretici
- Multimetre
- Çeşitli direnç, bobin, kapasitör ve bağlantı kabloları

Ek Bilgiler ve Teorinin Açıklaması:

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

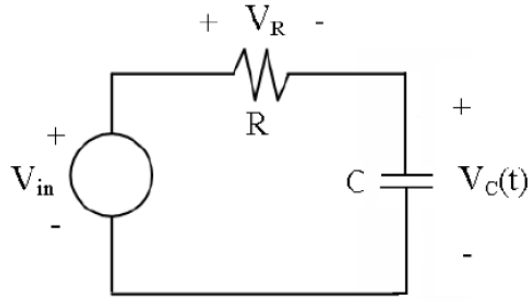
Zaman Sabiti (τ): RC ve RL devrelerinde, gerilimlerdeki ve akımlardaki belirli değişimler için gereken zamanın bir ölçüsüdür. Genel olarak anahtarlama olduktan sonra geçen süre, zaman sabitlerinin 5 katı (5τ) ise, akımlar ve gerilimler onların final değerlerine ulaşmıştır. Bu duruma sürekli durum cevabı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

Bir RC devresinin zaman sabiti, eşdeğer kapasitörün uçlarından görülen Thévenin direncinin ve eşdeğer kapasitansın çarpımıdır. **Bir Darbe** bir seviyeden diğerine değişen ve tekrar eden akım veya gerilimdir. Şekil 8.4'deki Osiloskopta 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 (tp)** zaman periyodunun yarısına eşittir. Darbe genişliği ve frekans arasındaki ilişki Kirchoff'un kanunlarından, Şekil 8.1'deki kapasitör üzerindeki dolma gerilimi **Vc(t)** bağıntısı aşağıdaki gibi verilir:

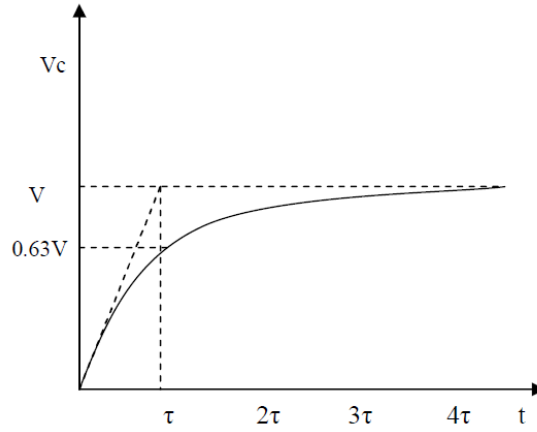
$$V_c(t) = V(1 - e^{-t/RC}) \quad t \geq 0$$

Burada V gerilimi $t \geq 0$ için devreye uygulanan kaynak gerilimidir. $RC = \tau$ zaman sabitidir. Cevap eğrisi artar ve Şekil 8.2'deki gibi gösterilir.

$$f = \frac{1}{2t_p}$$



Şekil 8.1

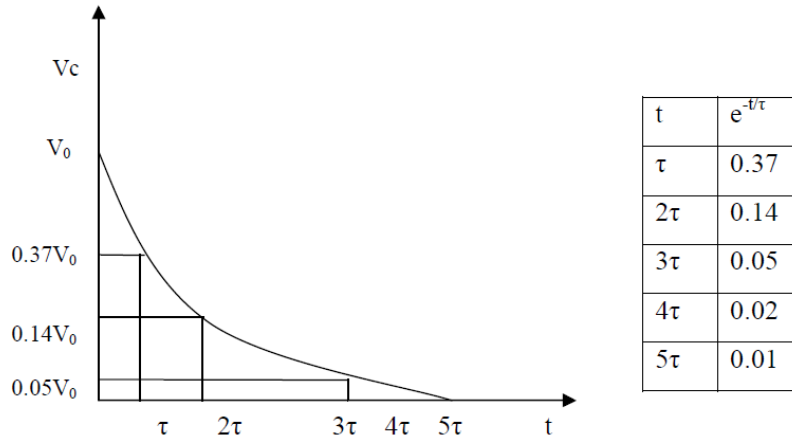


Şekil 8.2 τ ile normalize edilmiş zaman ekseninde, birim basamak girişli seri RC devresinde kapasitörün dolması.

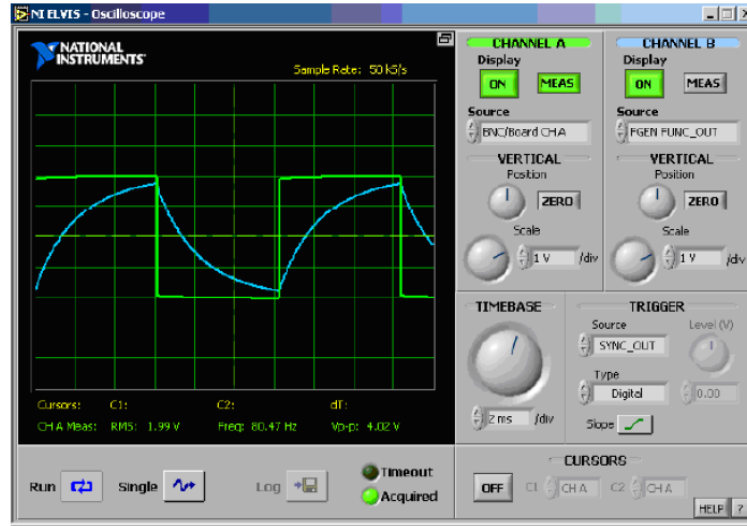
Kapasitörün boşalma gerilimi $V_C(t)$ bağıntısı

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

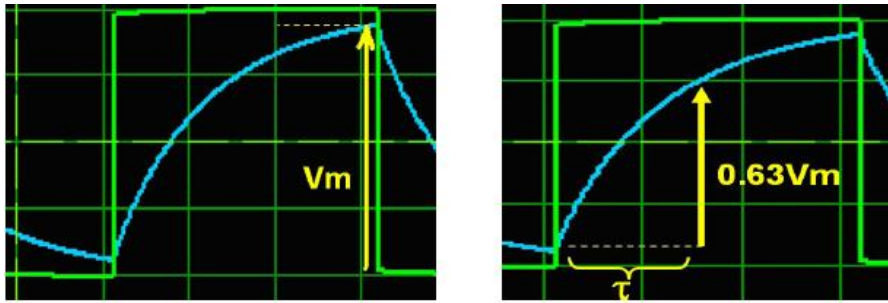
Burada V_0 gerilimi $t=0$ 'da kapasitörde depolanan başlangıç gerilimidir. $RC = \tau$ zaman sabitidir. Cevap eğrisi Şekil 8.3'deki eksponansiyel olarak azalır.



Şekil 8.3



Şekil 8.4 Osiloskop görüntüsü

Şekil 8.5 Kareleri sayarak yaklaşık olarak τ sabiti ölçme.**Deneyin Yapılışı :**

1. Aşağıdaki elemanları kullanarak Şekil 8.1’de gösterilen devreyi kurunuz ve güç kaynağını açınız.

$$R = 2.2 \text{ K}\Omega \quad C = 1 \text{ }\mu\text{F}$$

2. Sinyal jeneratöründen devreye giriş gerilimi olarak 4Vp-p kare dalga uygulayınız. Genliğini sinyal jeneratöründen ayarlayınız.

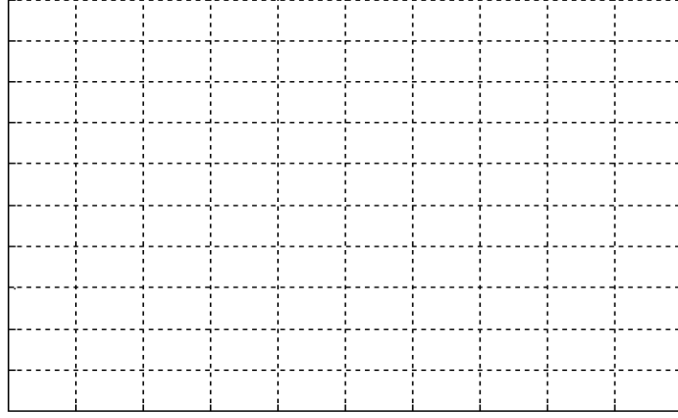
3. Osiloskobun ayarlarını Şekil 5’de gösterildiği gibi

Kanal1 : 1V/aralık

Kanal2 : 2V/aralık

Time base : 2ms/aralık

olarak ayarlayınız. 1. kanalı kaynağa 2. kanalı kapasitör gerilimine bağlayınız. Sinyal jeneratöründeki herhangi bir değişiklik osiloskoba aynen yansır. Bunu gözlemleyiniz ve Grafik 8.1’e 5RC anında kapasitenin gerilimdeki değişimi açıkça görebileceğiniz bir frekansı, belirleyerek gözlemlediğiniz sinyalleri çiziniz.



Grafik 8.1

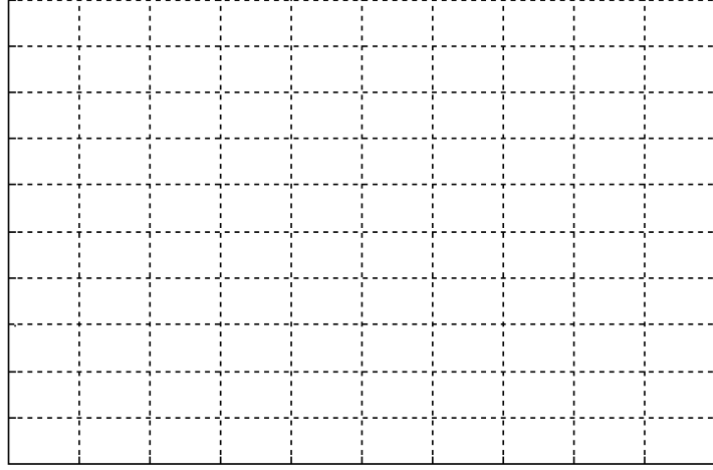
4. Aşağıdaki üç durum için devrenin cevabını gözlemleyiniz ve sonuçları kaydediniz.

a) $t_p \gg 5\tau$: Kare dalğanın her bir turu boyunca kapasitörün tam olarak dolabilmesi ve boşalabilmesi için sinyal jeneratörünün çıkış frekansını ayarlayınız. $t_p = 15\tau$ alınız ve Bağntı (2)'yi kullanarak sinyal jeneratörünün çıkış frekansını ayarlayınız. Sizin bulduğunuz değerin yaklaşık olarak 17 Hz olması gerekir. Grafik 8.2'ye osiloskoptan gözlemlenen dalga şeklini çiziniz. Osiloskop üzerinden dalga şeklinin zaman sabitini belirleyiniz. Zaman sabitini kolaylıkla bulabiliyorsanız, olası sebeplerini açıklayınız.



Grafik 8.2

b) $t_p = 5\tau$: sinyal jeneratörünün $t_p = 5\tau$ olacak şekilde çıkışını ayarlayınız. Sizin bulduğunuz değerin 50 Hz olması gerekir. Darbe genişliği tam olarak 5τ olduğu için, kapasitörün her bir darbe turunda tam olarak dolabilmesi ve boşalabilmesi gerekir. Grafik 8.3'e osiloskoptan gözlemlenen dalga şeklini çiziniz. Şekil 8.2 ve Şekil 8.5'den de yararlanarak osiloskop ekranından τ 'yu belirleyiniz.



Grafik 8.3

c) $t_p \ll 5\tau$: Bu durumda, kapasitör boşalmak için anahtarlanmadan önce, dolmak için yeterince zaman sahip olamaz. Benzer şekilde boşalmak içinde yeterince zaman sahip olamaz. Bu durumda $t_p = 0.5\tau$ alalım ve frekansı uygun bir şekilde ayarlayalım. Grafik 8.4'e osiloskoptan gözlemlenen dalga şeklini çiziniz.

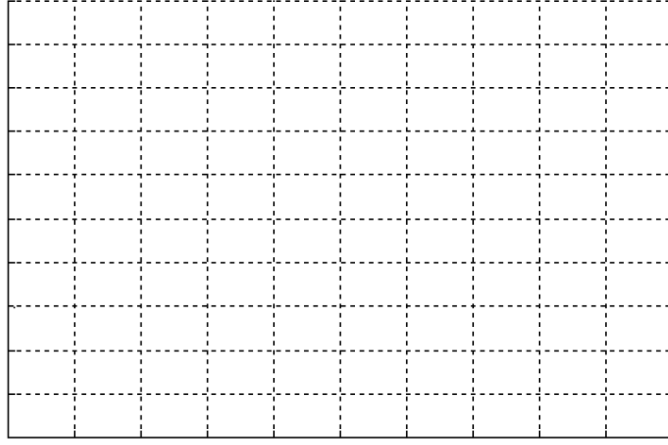


Grafik8.4

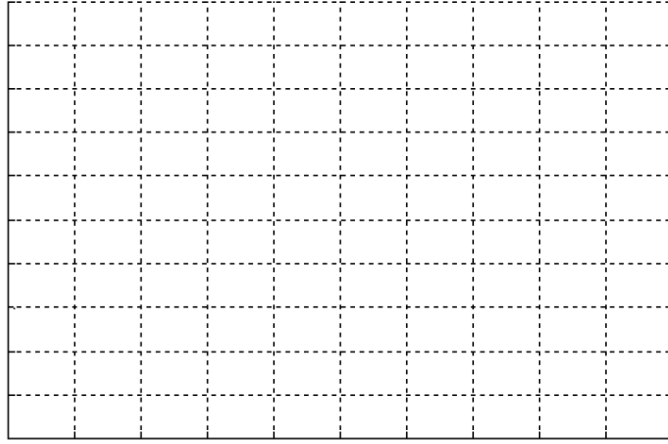
5. $R = 100 \text{ K}\Omega$ ve $C = 0.01 \mu\text{F}$ kullanarak işlemleri tekrar ediniz ve ölçümleri kaydediniz.



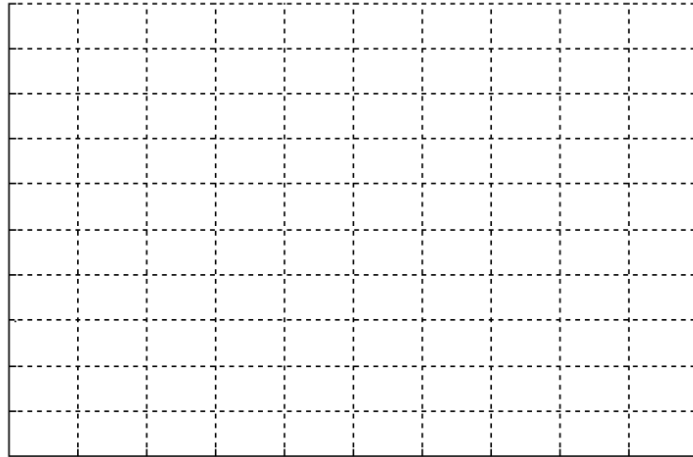
Grafik8. 5



Grafik 8.6



Grafik 8.7



Grafik 8.8

DENEY-9

ALTERNATİF AKIMDA SERİ RLC DEVRESİNİN ANALİZİ

Deneyin Amacı: Alternatif akım devrelerindeki faz ilişkisini çıkarabilmek ve bunları ölçerek örnek bir RLC devresinde rezonans frekansını, band genişliğini ve kalite faktörünü hesaplamak.

Kullanılan Alet ve Malzemeler:

- Osiloskop
- Sinyal üretici
- Multimetre
- Çeşitli direnç, bobin, kapasitör ve bağlantı kabloları

Ek Bilgiler ve Teorinin Açıklaması:

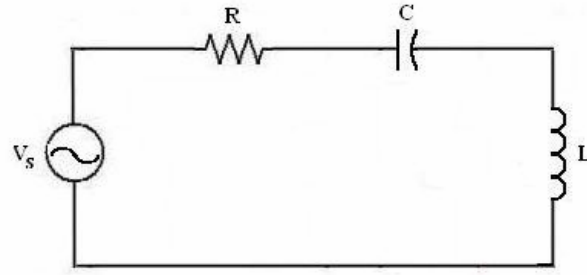
Bobinin reaktansı X_L ve kondansatörün reaktansı X_C frekansa bağlı olarak değişirler. Bundan dolayı RLC elemanları kullanılarak oluşturulan seri devrelerin empedansları da frekansa bağlı olarak değişir. Şekil 9.1.a'da verilen devrede a-b uçlarından görülen seri RLC devresini empedansı $j\omega$ domeninde şu şekilde verilir:

$$Z_{ab}(j\omega) = (R + r_L) + j(X_L - X_C) = (R + r_L) + j(\omega L - 1/\omega C)$$

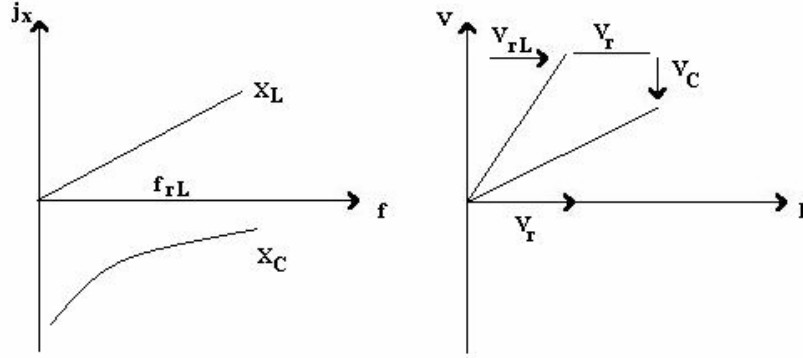
a-b noktalarından görülen devrenin reaktans eğrileri şekil 9.1b'de; bu devrenin akımı referans alındığında elemanlar üzerinde düşen gerilimlerin fazör diyagramları da şekil 9.1.c'de verilmektedir. X_L 'nin X_C 'ye eşit olduğu frekans değerinde toplam empedansın imajiner kısmı sıfır olur. Bundan dolayı bu frekans değerinde devrenin empedansı reel ve minimumdur. Bu durumda, sinüzoidal işaretin periyodunun bir yarısında bobinde veya kondansatörde depolanan enerji periyodun ikinci yarısında kondansatör veya bobine aktarılır. Devredeki güç harcaması sadece omik dirençler de gerçekleşmektedir. Seri RLC devrelerinin rezonans frekansı, $X_L = X_C$ şartı kullanılarak şu şekilde belirlenir.

$$X_L = X_C = 2\pi f_R L = \frac{1}{2\pi f_R C} \rightarrow f_R = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Rezonans frekansının altındaki frekans değerlerinde $X_C > X_L$ olacağından a-b uçlarından görülen seri RLC devresinin empedansı kapasitif olacaktır. Rezonans frekansının üstündeki frekans değerlerinde ise



(a)



(b)

(c)

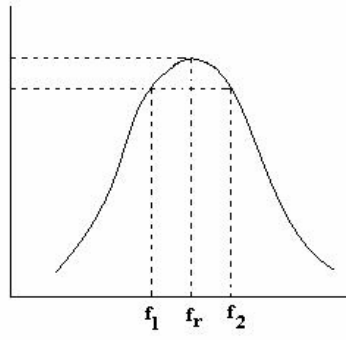
Şekil 9.1 a) Seri RLC Devresi b) LC Elemanlarının Reaktans Eğrileri c) Elemanlar Üzerine Düşen Gerilimlerin Fazör Diyagramı

$X_L > X_C$ olacağından devrenin empedansı endüktif olacaktır. Seri RLC devresinin akım frekans karakteristiği Şekil 9.2' de verilmiştir. Seri RLC devrelerin bant geçiren bir filtre karakteristiğine sahip olduğu Şekil 9.2' de görölmektedir. Rezonans frekanslarının yanı sıra bu devrelerin ikinci önemli özellikleri bant genişlikleridir. Herhangi bir devrenin bant genişliği, devrenin çıkışından alınan gücün yarıya düştüğü veya çıkıştan alınan gerilimin maksimum değerinden $\frac{1}{\sqrt{2}}$ katı kadar aşağı düştüğü frekans değerleri arasında kalan bölgedir. Bu noktalara yarım güç noktaları bant genişliğine de 3 dB'lik bant genişliği denir. Bant sınırlarını belirten frekanslar f_1 ve f_2 ile ifade edilirse, bu frekanslarda devre akımı ile a-b uçlarındaki devre gerilimi arasında 45 derecelik faz farkı oluşur. Devre rezonansta iken (bobin içi direnci ihmal edilirse) bobin ve kondansatör üzerinde düşen gerilimler birbirine eşittir ve aralarında 180 derece faz fark vardır. Rezonans devrelerinin önemli bir özelliği de bu devrelerin Q faktörüdür. Bu devrelerde Q faktörü, bir periyotta depolanan maksimum enerjinin bir periyotta harcanan enerjiye oranı şeklinde ifade edilir. Kaynak iç direnci göz önüne alınmazsa, a-b uçlarından görölen devrenin Q faktörü şu şekilde verilir.

$$Q = \frac{\omega_r L}{R + r_L} = \frac{1}{\omega_r C (R + r_L)}$$

Kaynak iç direncinin göz önüne alınmadığı durumda rezonans anında bobinin veya kondansatörün üzerinde düşen gerilimler a-b uçlarındaki giriş geriliminin Q katı kadar bir değere sahiptirler.

$$V_L = V_C = Q V_t$$



Şekil 9.2 RLC Devresinin Akım Frekans Grafiği

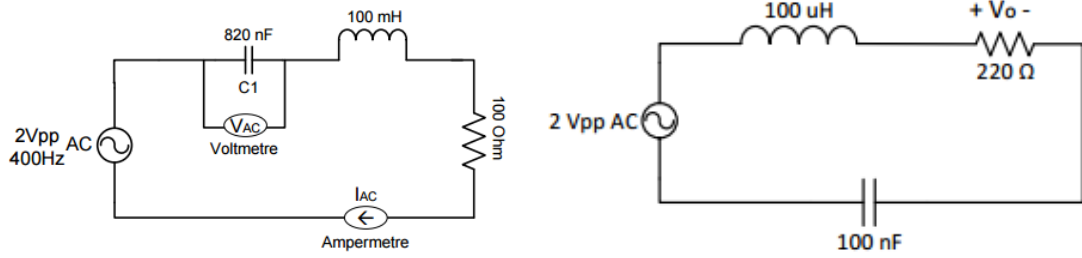
Devrenin bant genişliğinin rezonans frekansına oranı 2δ ile gösterilir ve 2δ ile Q faktörü arasında şu şekilde bir bağıntı vardır.

$$2\delta = (f_2 - f_1)/f_r = 1/Q$$

Kaynak direnci de göz önüne alındığında, devrenin toplam Q ve Q_T ve bunun 2δ ile bağıntısı da şu şekilde verilir.

$$Q_T = \frac{\omega_r L}{R + r_L + R_S} \quad 2\delta = \frac{1}{Q_T} + \frac{R_S}{Q_T(R + r_L)}$$

Deneyin Yapılışı :



a. Gerilimlerinin bulunması

b. Rezonans frekansının bulunması

Şekil 9.3 Seri RLC devre şemaları.

1. Şekil 9.3a'daki devreyi breadboard üzerine kurunuz.
2. Deney şemasında verilen devrenin girişine sinyal jeneratörü ile 2 Vpp/400 Hz sinüs sinyal uygulayınız.
3. Tablo 9.1'de istenen değerlerin büyüklüklerini etkin değer cinsinden kaydediniz.

Tablo 9.1 Seri RLC devresi gerilimleri gözlem tablosu

	I	V_R	V_L	V_C
Hesaplanan				
Benzetim				
Ölçülen				

4. Seri RLC devresi şemasını breadboard üzerine kurunuz (Şekil 9.3b).
5. Devrenin girişine $2 V_{pp}$ sinüs işaret veriniz.
6. Giriş işaretinin frekansını değiştirerek çıkış geriliminin en yüksek olduğu frekansı bulunuz. Sonucu deney sonuçları bölümündeki gözlem tablosu Tablo 9.2'ye kaydediniz.

Tablo 9.2 Seri RLC devresi için rezonans frekansları gözlem tablosu

	Seri RLC için rezonans frekansı	Paralel RLC için rezonans frekansı
Hesaplanan		
Benzetim		
Ölçüm		

Çalışma Soruları

- 1- Bant sınırlarında faz farkının 45° olduğunu gösteriniz.
- 2- 200kHz rezonans frekansına sahip ve bant genişliği 20kHz olan bir seri rezonans devresi tasarlayınız.

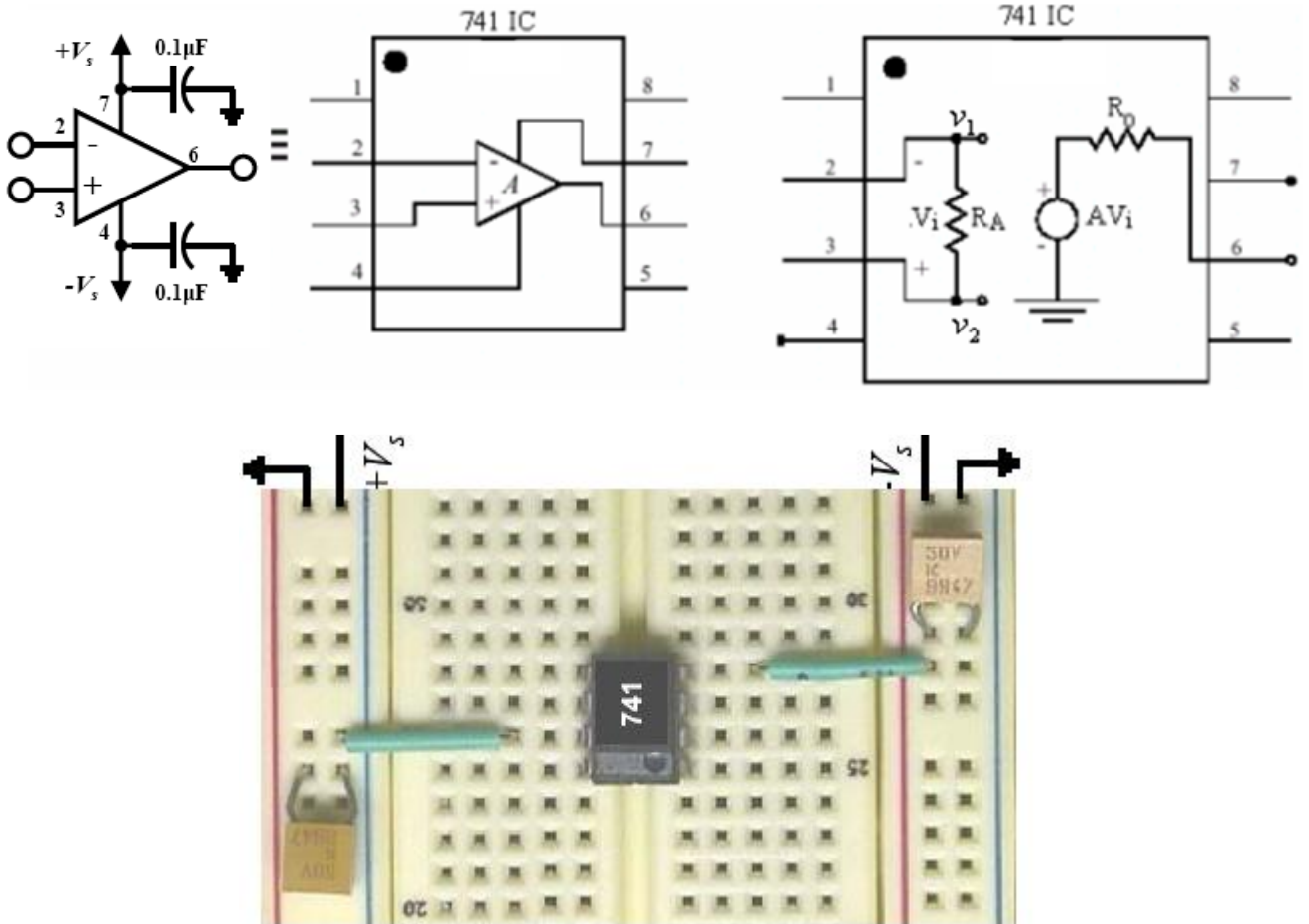
DENEY-10

TEMEL OP-AMP DEVRELERİ

Deneyin Amacı: Temel işlemsel yükselteç devrelerini tanıtmak.

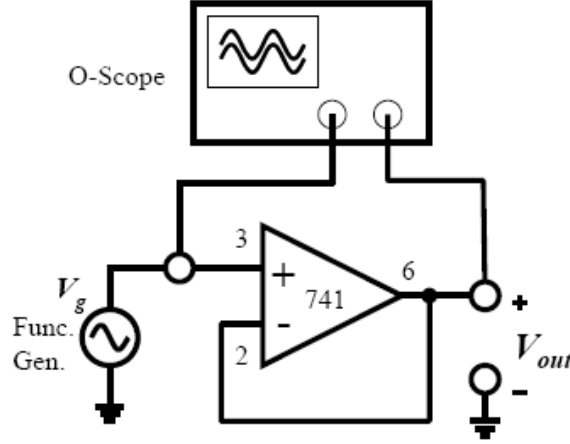
Kullanılan Alet ve Malzemeler:

- Osiloskop
- Sinyal üretici
- Multimetre
- Op-Amp (LM741CN)
- Çeşitli direnç, bobin, kapasitör ve bağlantı kabloları



Şekil 10.1. Lm741 op-amp özellikleri ve devreye bağlantı şekli.

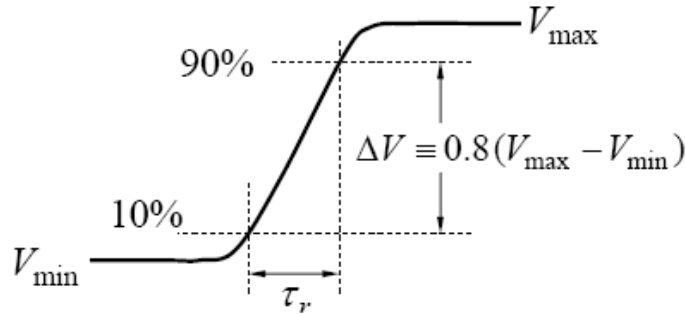
Op-amp'ın beslemelerini bağlanmadan devrenizin çalışmayacağını unutmayınız. 7 nolu bacağı pozitif besleme, 4 nolu bacağı negatif besleme bağlanmalıdır. Aksi yapılırsa Op-amp yanacaktır. Delikli panel üzerinde aşağıdaki gibi op-amp elamanını yerleştiriniz.

Deneyin Yapılışı :**Deney-1**

Şekil 10.2. Birim kazançlı devre

1. Şekil 10.2'deki devreyi delikli panel üzerinde kurunuz. V_g sinüzoidal sinyalini, fonksiyon üreticiden 1 V genlikli (2 Vpp), 1 kHz olarak alınız. Osiloskobun 1. kanalına sinyal üreticinin çıkışını, 2. kanalına devrenin çıkışını bağlayınız. Gördüğünüz Grafik 10.1 üzerinde çiziniz. Sinyallerin birim-kazanç gerilim izleyici tanımına uygun olduğunu kanıtlayınız.

2. V_g kare dalga sinyalini, fonksiyon üreticiden 5 V genlikli (10 Vpp), 1 kHz olarak alınız. Osiloskobun 1. kanalına sinyal üreticinin çıkışını, 2. kanalına devrenin çıkışını bağlayınız. İdeal davranıştan ayrılıncaya kadar, yani görülen sinyal kare dalgadan yamuğa dönüşünceye kadar frekansı artırınız. Osiloskobun zaman (horizontal eksenini) değiştiren tuşu ayarlamamız veya Autoscale tuşuna basmanız gerekecektir. Gördüğünüz sinyalleri Grafik 10.2 üzerinde çiziniz. Çıkış sinyalinin tepeden tepeye gerilimine (Vpp'ye) dikkat ederek, Şekil 10.3'de eğri üzerinde gösterildiği gibi yükselme zamanını (τ) ölçünüz. Slew rate= $\Delta V/\tau$ değerini hesaplayınız ve Tablo 10.1'e yazınız. (Yaklaşık 0.5V/ μ s bulmanız gerekir.)



Şekil 10.3. Slew rate değerinin hesaplanması.

Tablo 10.1

Slew rate	
-----------	--

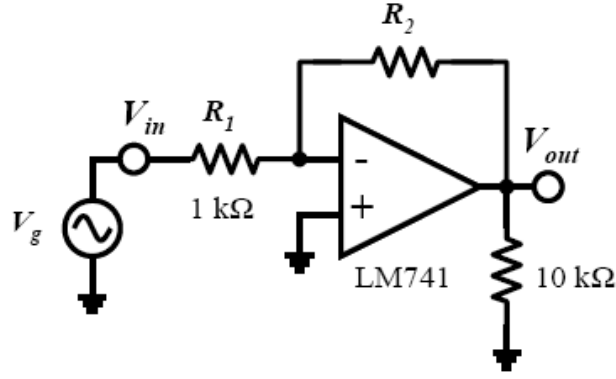


Grafik 10.1



Grafik 10.2

Deney-2



Şekil 10.4 Temel ters çeviren kuvvetlendirici.

1. $R_2=4.7\text{ K}\Omega$ olarak Şekil 10.4'deki devreyi delikli panel üzerinde kurunuz.
2. V_g sinüzoidal sinyali, fonksiyon üreticiden 1 V genlikli (2 Vpp), 1 kHz olarak alınız. Osiloskobun 1. kanalına sinyal üreticinin çıkışını, 2. kanalına devrenin çıkışını bağlayınız. Gördüğünüz Grafik 10.3 üzerinde çiziniz. Devrenin gerilim kazancını ölçüp Tablo 10.2'ye kaydediniz.
3. $R_2=4.7\text{ K}\Omega$ değerini $R_2=10\text{ K}\Omega$ olarak devrenin gerilim kazancını ölçüp Tablo 10.2'ye kaydediniz. Devrenin çıkışı besleme ile sınırlanır. Çoğu durumda bu sınırlar devrenin iç gerilim düşümleri yüzünden beslemeden hafifçe küçüktür. Sizin ölçümlerinize dayanarak LM741'deki iç gerilim düşümünün miktarını hesaplayıp Tablo 10.3'e kaydediniz.



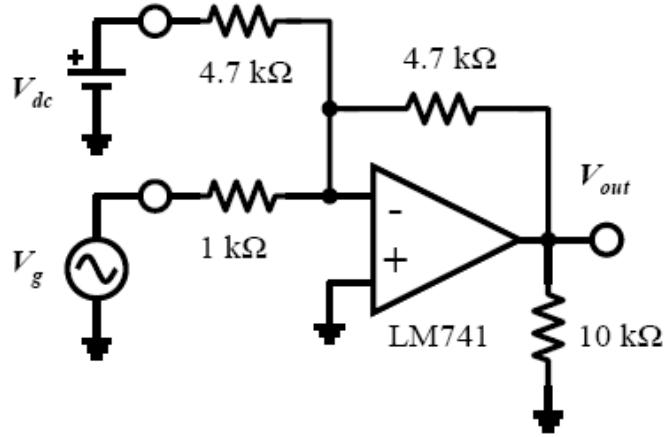
Grafik 10.3

Tablo 10.2

R_2	Gerilim Kazancı
4.7 K Ω	
10 K Ω	

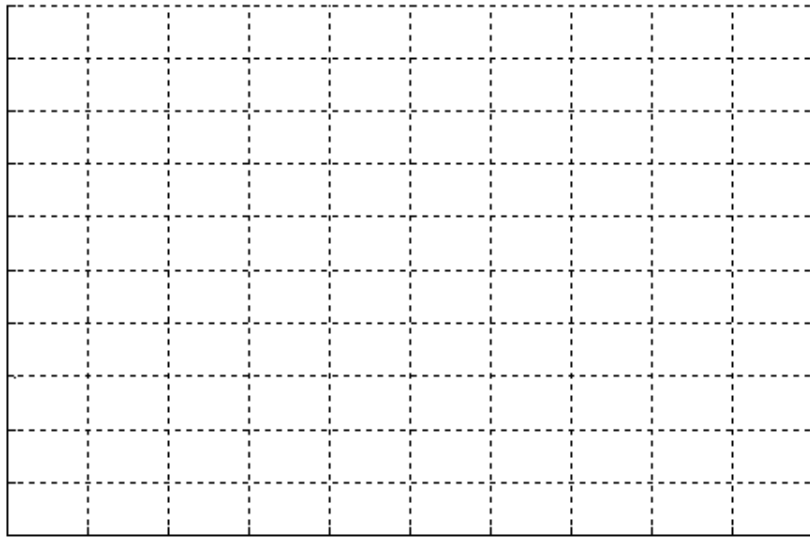
Tablo 10.3

	Pozitif Doyumdaki	Negatif Doyumdaki
Gerilim Düşümü		

Deney-3

Şekil 10.5 Toplayıcı devre.

1. $V_{dc}=1V$ ve V_g sinüzoidal sinyalini, fonksiyon üreticiden 1 V genlikli (2 Vpp), 1 kHz olarak Şekil 10.5'deki devreyi delikli panel üzerinde kurunuz. Osiloskobun 1. Kanalına sinyal üreticinin çıkışını, 2. kanalına devrenin çıkışını bağlayınız (Osiloskob üzerinde hem DC hemde AC bileşenleri görmek için DC coupling ayarlı olmalıdır). Gördüğünüz sinyalleri Grafik 10.4 üzerinde çiziniz. (Böyle bir devre seviye kaydırıcı olarak adlandırılır).



Grafik 10.4

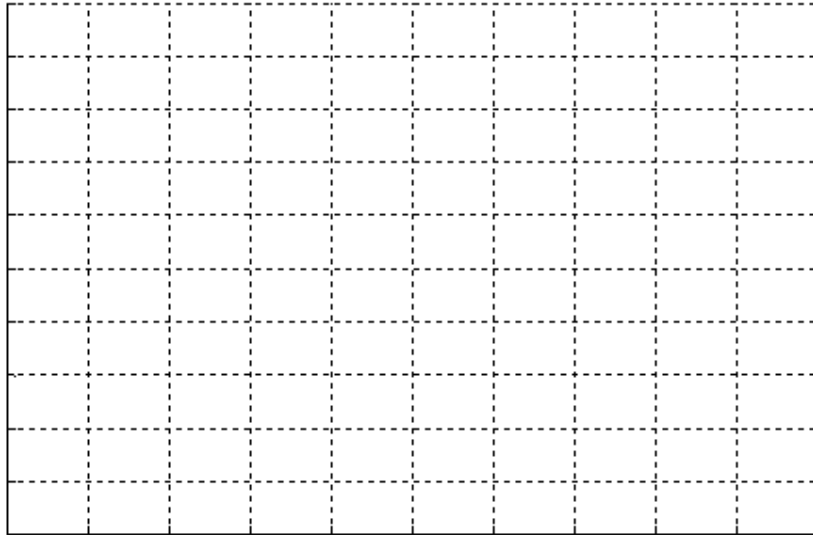
2. Sinyal üreticinin DC ofset ayarına giriniz ve V_{out} sıfır DC elemana sahip oluncaya kadar (osiloskop ayarlarıyla sinyalin ortalama değeri, $mean=0$, oluncaya kadar) DC ofseti ayarlayınız. Osiloskop üzerinde giriş dalga formunu gözleyerek gerekli DC ofseti hesaplayınız (Bu değer $-V_{dc}$ değildir!). (Yaklaşık 210mV bulmanız gerekir.)

3. Sinyal üreticinin DC ofset ayarına girerek ofseti sıfıra ayarlayınız. Osiloskobun ikinci kanalını 5V/div ve $V_{dc}=6$ V yapınız. V_{out} ne oldu? Gördüğünüz sinyalleri Grafik 10.5 üzerinde çiziniz. Çıkışın DC gerilimin kaydediniz.

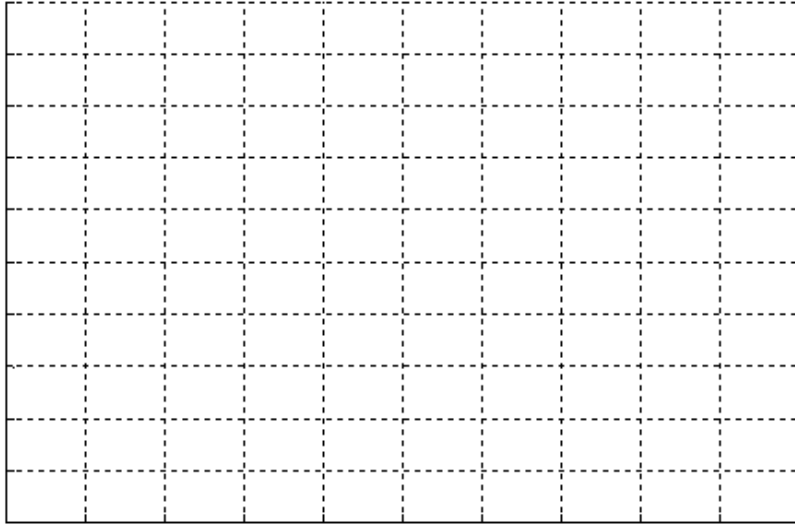


Grafik 10.5

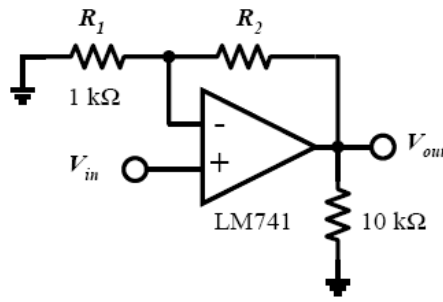
4. Osiloskob üzerinde 1 ve 2 ile gösterilen kanal 1 ve 2 tuşlarına basarak sadece AC bileşenleri görmek için AC coupling ayarlayınız. Genlik ayarını 1V/div'e ayarlayınız. V_{dc} değerini yaklaşık 2V yapınız. V_{out} sinyalini gözlemleyiniz. V_{dc} değerini 18V yapınız. V_{out} sinyalini gözlemleyiniz. Sonucu açınız. Gördüğünüz sinyalleri Grafik 10.6 ve Grafik 10.7 üzerinde çiziniz.



Grafik 10.6



Grafik 10.7

Deney-4

Şekil 10.6 Ters çevirmeyen kuvvetlendirici.

1. R1 ve R2 değerlerini 1 KΩ olarak Şekil 10.6'daki devreyi delikli panel üzerinde kurunuz.
2. Vg sinüzoidal sinyali, fonksiyon üreticiden 1 V genlikli (2 Vpp), 1 kHz olarak alınız. Osiloskobun 1. kanalına sinyal üreticinin çıkışını, 2. kanalına devrenin çıkışını bağlayınız. Gördüğünüz Grafik 10.8 üzerinde çiziniz. Devrenin gerilim kazancını ölçüp Tablo 10.4'ye kaydediniz.
3. R2 değerini 9 KΩ'a kadar artırarak devrenin gerilim kazancını ölçüp Tablo 10.4'e kaydediniz.
4. R2 değerini 99 KΩ'a alarak devrenin gerilim kazancını ölçüp Tablo 10.4'ye kaydediniz. Teorik kazanç nedir? Gördüğünüz Grafik 10.9 üzerinde çiziniz.



Grafik 10.8

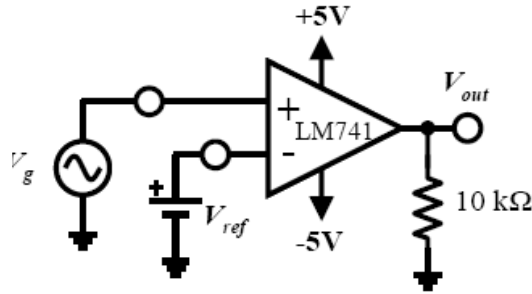


Grafik 10.9

Tablo 10.4

R_2	Hesaplanan Gerilim Kazancı	Ölçülen Gerilim Kazancı
1K Ω		
2 K Ω		
3 K Ω		
4 K Ω		
5 K Ω		
6 K Ω		
7 K Ω		
8 K Ω		
9 K Ω		
10 K Ω		
99 K Ω		

Deney-5



Şekil 10.7 Karşılaştırıcı devre.

1. Şekil 10.7'deki devreyi delikli panel üzerinde kurunuz.
2. V_g sinüzoidal sinyalini, fonksiyon üreticiden 2 V genlikli (4 Vpp), 1 kHz olarak alınız. V_{ref} sinyalini sıfır alınız. Osiloskobun 1. kanalına sinyal üreticinin çıkışını, 2. kanalına devrenin çıkışını bağlayınız. Gördüğünüz sinyalleri Grafik 10.10 üzerinde çiziniz.
3. V_{ref} yavaş yavaş artırarak çıkışı gözlemleyiniz. $V_{ref}=1$ V için gördüğünüz sinyalleri Grafik 10.11 üzerinde çiziniz.
4. $V_{ref}=2$ V değeri olursa ne olur açıklayınız. (Not: LM741 ofset gerilimi 1-7.5mV).
5. Aynı işlemleri üçgen dalga için yapınız.



Grafik 10.10



Grafik 10.11

Tablo 10.5

R_2	Hesaplanan Gerilim Kazancı	Ölçülen Gerilim Kazancı
$1K\Omega$		