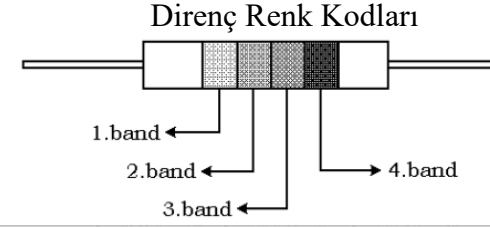




YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
ELEKTRİK - ELEKTRONİK FAKÜLTESİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

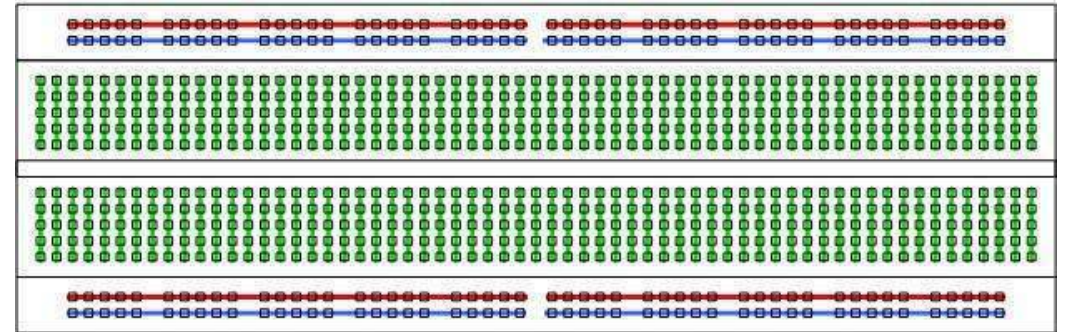
2017/2018 Güz Dönemi
Devre Teorisi Laboratuvar Çalışma Kılavuzu



Bant →	1. Renk	2. Renk	3. Renk	4. Renk
Renk ↓	1. Rakam	2. Rakam	Çarpan	Tolerans
Siyah	0	0		20%
Kahverengi	1	1	10	1%
Kırmızı	2	2	100	2%
Turuncu	3	3	1000	3%
Sarı	4	4	10000	4%
Yeşil	5	5	100000	5%
Mavi	6	6	1000000	6%
Mor	7	7	10000000	12,50%
Gri	8	8	0.01	30%
Beyaz	9	9	0.1	10%
Altın			0.1	5%
Gümüş			0.01	10%
Renksiz				20%

Direnç değerlerinin hesaplanmasında daha detaylı bilgi için “Direnç Renkler.pdf” dosyasına bakınız.

Deney Düzeneği Bağlantı Şeması

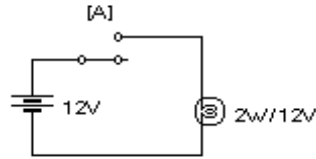


Devre Teorisi Laboratuvarı

1. Deney

ELEKTRİK DEVRELERİ ve OHM KANUNU

Şekil 1’de verilen elektrik devresinde lambadan elektrik akımı geçemediğinden lamba sönük durumdadır. Yani devre açık konumdadır. Lambadan elektrik akımının geçebilmesi için üretcin pozitif kutbundan negatif kutbuna doğru bir yol olması gerekir. Eğer devredeki A anahtarı konum değiştirirse akımın akabileceği bir yol oluşur ve bu akım, lamba üzerinden geçerek devresini tamamlar. Devre kapalı bir hal alır çünkü akımın devresini tamamlaması için hiç bir açık ya da eksik bağlantı yoktur. Böylece üretcin enerjisi lambaya aktarılır ve lamba yanar. Kapalı bir devrede akımın yönü, üretcin pozitif(+) kutbundan negatif(-) kutbuna doğrudur.



Şekil 1

DİRENÇLERİN BAĞLANTI ŞEKİLLERİ:

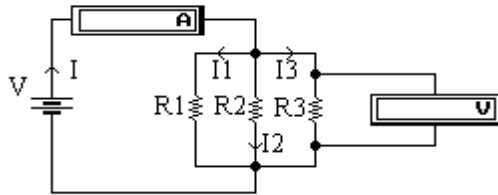
Paralel Bağlama:

Her bir direncin üzerinde oluşan gerilim düşümü aynıdır.

$$V=V_1=V_2=V_3$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$1/Reş = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$



Şekil 2

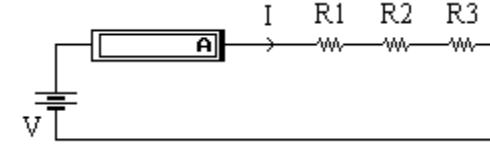
Seri Bağlama:

Her bir dirençten geçen akım eşittir.

$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

$$V=V_1+V_2+V_3$$

$$Reş=R_1+R_2+R_3$$



Şekil 3

NOT 1: AMPERMETRENİN DEVREYE SERİ, VOLTMETRENİN DEVREYE PARALEL BAĞLANACAĞINA DİKKAT EDİNİZ.

NOT 2: DİRENÇ DEĞERİNİ, DİRENÇ DEVRE ÜZERİNDEYKEN ve/veya DEVRE ÇALISIRKEN, ÖLÇÜ ALETİ İLE ÖLÇMEYİNİZ.

Aşağıdaki tablolarda **kalin** font ile yazılan sütunların laba gelmeden hesaplanması gerekmektedir. Deney sırasında, direnç değerleri $R_1=1K\Omega$, $R_2=2.2K\Omega$, $R_3=470\Omega$ şeklinde kullanılacaktır. Hesaplamalarınızı ona göre yapınız.

1. Şekil 2’teki devreyi kurunuz. Her bir dirençten ve ana koldan geçen akımları (I_1 , I_2 , I_3 , $I_{ölç}$) ölçünüz. Ölçüm sonuçlarınıza göre Tablo 1’i doldurunuz.

Tablo 1

PARALEL	V (v)	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	$I_{ölç}$ (mA)	I_{hesap} (mA)	$Reş$ (V/ $I_{ölç}$)	$Reş$ (hesap)	P (mW) (V* $I_{ölç}$)
R_1, R_2	10			---					
R_1, R_3	10		---						
R_1, R_2, R_3	10								

2. Şekil 3'deki devreyi kurunuz. Her bir direncin (V_1 , V_2 , V_3) gerilimini ve dirençlerden geçen akımı ($I_{ölç}$) ölçünüz. Ölçüm sonuçlarınıza göre Tablo 2'yi doldurunuz.

Tablo 2

SERİ	V (v)	V_1 (v)	V_2 (v)	V_3 (v)	$I_{ölç}$ (mA)	I_{hesap} (mA)	$R_{eş}$ ($V/I_{ölç}$)	$R_{eş}$ (hesap)	P (mW) ($V \cdot I_{ölç}$)
R_1, R_2	10			---					
R_1, R_3	10		---						
R_1, R_2, R_3	10								

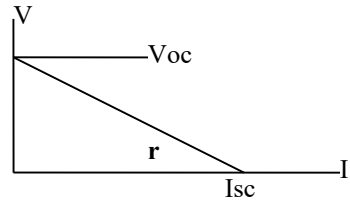
İç Direnç:

a) **İdeal Kaynaklar:** İdeal kaynaklar (üretecileri) iki türdür.

Sabit Gerilim Kaynağı: Çekilen akım miktarına bağlı olmadan sabit gerilim üreten kaynaklardır.

Sabit Akım Kaynağı: Gerilim miktarına bağlı olmayan, sabit akım veren kaynaklardır.

b) **İdeal Olmayan Kaynaklar:** Pratikte üreteçler ideal olarak bulunmazlar. Bir üreticinin uçlarındaki gerilimin ölçüldüğünde, üreteçten çekilen akımla ters orantılı olarak değiştiği gözlenir. Gerilimle akım arasındaki bu oran her zaman sabit bir değer gösterir. Bu orana da **iç direnç** denir ve **r** harfi ile gösterilir.

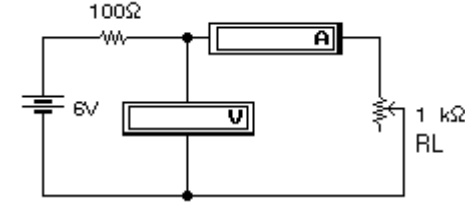


OC=Open Circuit
SC=Short Circuit
 $r=V_{oc}/I_{sc}$

Voc gerilimi üreteçten akım çekilmediğinde ($I=0$) ölçülen değerdir. **Isc** akımı ise üreticinin uçları kısa devre edildiğinde gerilimin sıfır olması sonucu ($V=0$) çekilen akımdır.

3. Şekilde verilen devreyi kurunuz. RL potansiyometresini kullanarak ampermetreden, Tablo 3'te verilen akım değerlerini gözleyip, voltmetreden ölçülen gerilim değerlerini tabloya yazınız. (0A değerini elde edebilmek için potansiyometrenin bir ucu devreden çıkarılmalıdır)

NOT: R_L potansı için $1K\Omega$ önerilir.



Şekil 4

Tablo 3

I (mA)	0	10	20	30	40	50
V (V)						

Bu tabloyu kullanarak yatayda **1cm=5mA** ve düşeyde **1cm=1v** olacak şekilde devrenin karakteristik eğrisini çizin.

Devre Teorisi Laboratuvarı

1. Deney

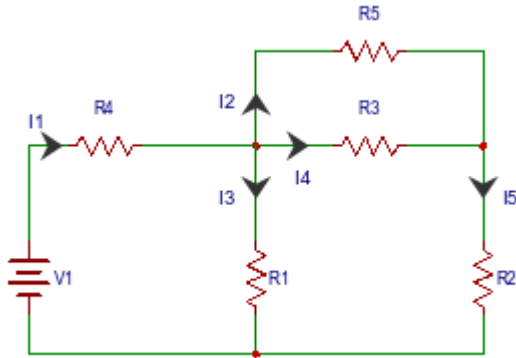
Kirchoff Akım ve Gerilim Kanunu

Bu deneyde, öğrenciler hem ön çalışmadan hem de deney çalışmasından notlandırılacaklardır. Bu yüzden, her bir öğrenci, deneyden önce, her bir bölüme ait ön çalışmayı yapmak zorundadır.

1. Kirchoff'un Akım Kanunu (Kirchoff's Current Law):

Kirchoff'un Akım Kanunu (KCL) 'na göre herhangi bir düğüm noktasına gelen akımların toplamı çıkan akımların toplamına eşittir. Düğüm noktasına gelen akımların işareti pozitif (+), noktadan çıkan akımların işareti ise negatif (-) ya da bunun tam tersi olarak kabul edilebilir.

$$\sum_k I_k = 0$$



Şekil 1

1.a. Ön Çalışma:

Şekil-1 'deki devrede bulunan R1, R2,R3,R4 dirençlerini eşit olarak kabul ederek, I2, I3, I4 ve I5 akımlarını, I1 cinsinden ifade ediniz ve her bir düğümüne ait KCL eşitliklerini yazınız.

Yukarıdaki çalışmayı yapmak için aşağıdaki boş alanı kullanınız.

Şekil-1 de verilen devreyi herhangi bir simülasyon aracı (Pspice'ın tercih edilmesini tavsiye ediyoruz) kullanarak gerçekleştiriniz. Gerçekleme esnasında R1 = R3 = R5 = 10 Ω, R2 = R4 = 5 Ω ve V1 = 10V değerlerini kullanınız. Simülasyon aracında, I1, I2, I3, I4 ve I5 akım değerlerini görüntüleyiniz.

Simülasyon sonuçlarınızı deney esnasında, kendi kişisel dizüstü bilgisayarlarınızdan gösterebilir veya deneyden önce aldığımız ekran görüntüsü şeklinde de gösterebilirsiniz.

1.b. Deney Çalışması:

Şekil-1 deki gösterilen devreyi bu kez deney bordu kullanarak kurunuz. Multi metreyi kullanarak I1, I2, I3, I4, I5 akım değerlerini ölçünüz ve değerleri Tablo-1'e yazınız.

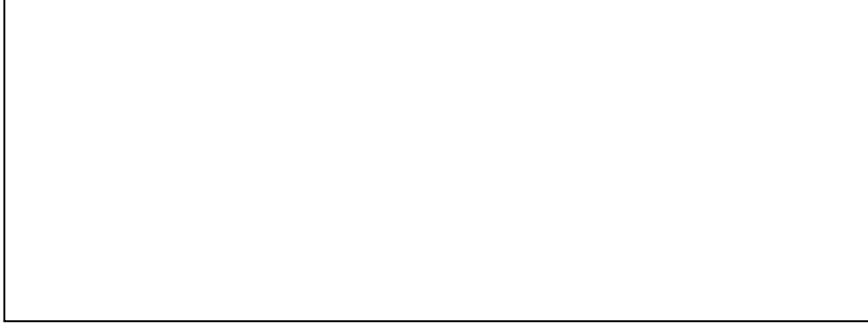
Devre parametreleri : R1 = R3 = R5 = 2k Ω, R2 = R4 = 1k Ω ve V1 = 10 V.

,

Tablo 1

I1	I2	I3	I4	I5

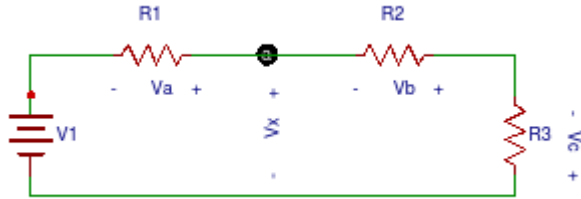
Ölçülen değerleri kullanarak, Şekil-1'deki her bir düğüm için KCL eşitliklerini yazınız.



2. Kirchoff'un Gerilim Kanunu (Kirchoff's Voltage Law) :

Kirchoff's Gerilim Kanunu'na göre, kapalı bir elektrik devresinde (çevrede) devre elemanları üzerinde düşen gerilimlerin toplamı, gerilim kaynağının gerilimine eşittir. Yani başka bir deyişle, kapalı bir elektrik devresinde (çevrede) gerilimlerin toplamı sıfırdır.

$$\sum_k V_k = 0$$



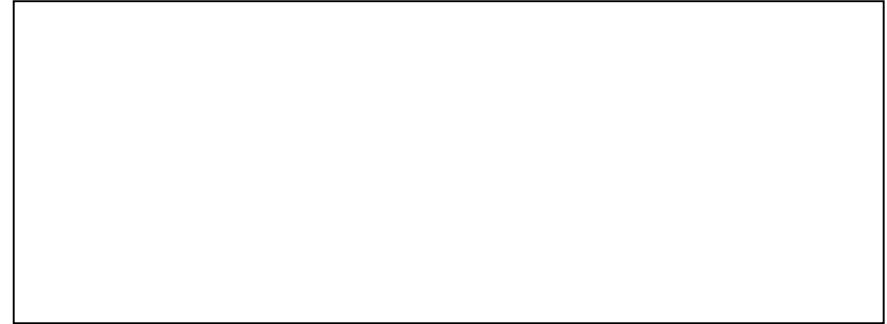
Şekil 2

2.a. Ön Çalışma :

Şekil-2'deki devreyi kullanarak,

- Va, Vb ve Vc gerilimlerini hesaplayınız.
- Vx düğüm gerilimini hesaplayınız.
- Vx gerilimini, Va, Vb ve Vc gerilimleri cinsinden ifade ediniz.

Devre parametreleri: R1= 2kΩ, R2 =3.3 kΩ, R3 = 4.7 kΩ ve V1 = 10 V (1)
Yukarıdaki çalışmayı yapmak için aşağıdaki boş alanı kullanınız.



Şekil-2 de verilen devreyi herhangi bir simülasyon aracı kullanarak gerçekleyiniz. Gerçekleme esnasında (1) deki değerleri kullanınız Va, Vb, Vc ve Vx gerilimlerinin ekran görüntüsünü alınız. Değerlerin hesaplanan değerler ile eşit çıkıp çıkmadığını kontrol ediniz.

2.b. Deney Çalışması:

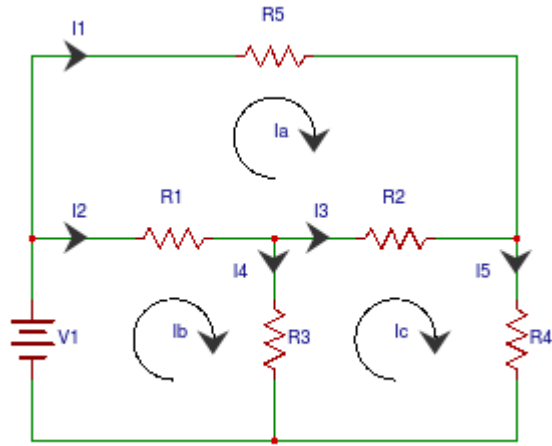
Şekil-2 deki gösterilen devreyi bu kez deney bordu kullanarak kurunuz. Multi metreyi kullanarak Va, Vb, Vc ve Vx gerilim değerlerini V1 = 5V ve 10 V için ölçünüz ve değerleri Tablo-2'ye yazınız.

2. Deney parametreleri : R1 = 200 Ω, R2 = 330 Ω ve R3 = 470 Ω.

Tablo 2

V1	Va	Vb	Vc	Vx	Va + Vb + Vc
5 V					
10 V					

3. Çevre Akımları Yöntemi ile Devre Çözümü (Mesh Current Analysis):



Şekil 3

3.a. Ön Çalışma :

Şekil 3'teki devreye göre, Göz Akım Metodu (mesh current method)'nu kullanarak aşağıdaki belirtilen akımları hesaplayınız:

- Göz akımları Ia, Ib, ve Ic.
- I1, I2, I3, I4 ve I5 akımlarını (Ia, Ib, ve Ic akımlarını kullanarak).

Devre parametreleri $R1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R2 = 2 \text{ k}\Omega$, $R3 = 2.2 \text{ k}\Omega$, $R4 = 3.3 \text{ k}\Omega$, $R5 = 4.7 \text{ k}\Omega$, $V1=10$ (2)

Yukarıdaki çalışmayı yapmak için aşağıdaki boş alanı kullanınız.

Şekil-3 de verilen devreyi herhangi bir simülasyon aracı kullanarak gerçekleyiniz. Gerçekleme esnasında (2) deki değerleri kullanınız. I1, I2, I3, I4, I5 akımlarının ekran görüntüsünü alınız. Görüntülenen değerlerin hesaplanan değerler ile eşit çıkıp çıkmadığını kontrol ediniz.

3.b. Deney Çalışması:

Şekil-3 deki gösterilen devreyi deney bordu kullanarak kurunuz. I1, I2, I3, I4, I5 akım değerlerini ölçünüz ve değerleri Tablo-3'e yazınız.

Devre parametreleri $R1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R2 = 2 \text{ k}\Omega$, $R3 = 2.2 \text{ k}\Omega$, $R4 = 3.3 \text{ k}\Omega$, $R5 = 4.7 \text{ k}\Omega$, $V1=10$

Tablo 3

I1	I2	I3	I4	I5

Ölçülen I1, I2, I3, I4, I5 i kullanarak, Ia, Ib, ve Ic'yi hesaplayınız. Hesaplamalarınızı aşağıda verilen kutucuğa yazınız:

Devre Teorisi Laboratuvarı

3. Deney

DEVRE TEORİSİ TEOREMLERİ

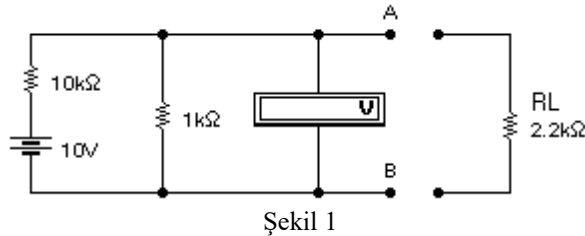
1. Thévenin ve Norton Teoremleri:

Bu deneyde eşdeğer devrelerinin bulunmasıyla ilgili uygulamalar yapılacaktır. Deneye gelmeden önce aşağıdaki üç devrenin de A-B düğümlerine göre Thévenin ve Norton eşdeğerleri bulunarak Tablo 1 doldurulmalıdır.

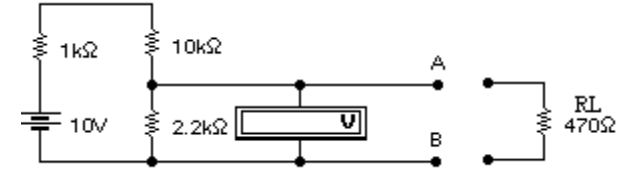
Tablo 1

	V_{TH} (V)	R_{TH} (Ω)	I_N (mA)	R_N (Ω)
Devre 1				
Devre 2				
Devre 3				

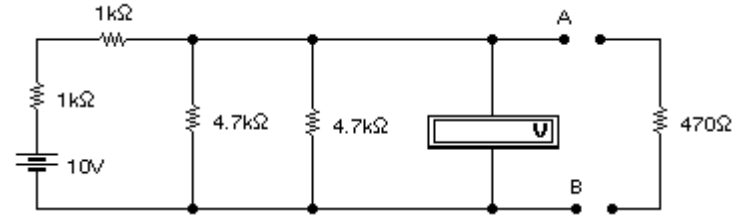
- Aşağıda verilen devreleri kurunuz.
- R_L direnci devreye bağlı değilken A ve B noktaları arasındaki gerilimleri ölçüp, Tablo 2'ye kaydediniz. R_L direncini A-B uçlarına taktıktan sonra R_L direncinden geçen akımı ölçüp, Tablo 2'ye kaydediniz. **(AKIM ölçülürken ölçü aletinin AMPERMETRE kademesinde olmasına ve AMPERMETRENİN devreye SERİ bağlanacağına dikkat ediniz.)**
- Devrelerin Thévenin eşdeğerini kurup R_L direncinden geçen akımı ölçerek Tablo 2'deki eşdeğer devreler satırını doldurunuz.



Şekil 1



Şekil 2



Şekil 3

Tablo 2

	Devre 1		Devre 2		Devre 3	
	V_{AB} (V)	I (mA)	V_{AB} (V)	I (mA)	V_{AB} (V)	I (mA)
Gerçek Devreler						
Eşdeğer Devreler	---		---		---	

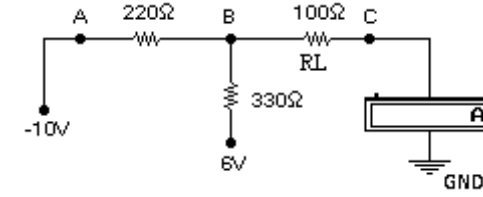
2. Süperpozisyon (Toplamsallık) Teoremi:

Şu ana kadar yapılan deneylerde sadece tek bir üreteç kullanılmıştır. Devrelerde birden fazla üreteç kullanılıyor olabilir. Bu deneyle bir devrede birden fazla üreteç kullanıldığında devrenin nasıl etkilendiği incelenecektir.

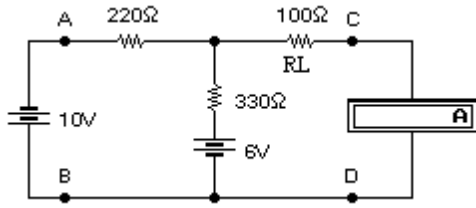
- Tablo 3'te istenilen değerleri lab'a gelmeden hesaplayınız.
- Şekil 4'te verilen devreyi kurunuz. **(Üreteçlerin ve ölçü aletinin bağlantı yönlerine dikkat ediniz.)**
- Devreye sadece -10 voltluk üreteci bağlayınız (6 voltluk üretece gelen uç toprağa bağlanmalıdır) ve R_L üzerinden geçen akımı yönüne dikkat ederek ölçüp Tablo 3'e yazınız.

- Devreye 6 voltluk üretici bağlayınız (-10 voltluk üretece gelen uç toprağa bağlanmalıdır) ve R_L üzerinden geçen akımı yönüne dikkat ederek ölçüp Tablo 3'e yazınız.
- Devreye hem 6 voltluk hem de -10 voltluk üretici bağlayınız ve R_L üzerinden geçen akımı yönüne dikkat ederek ölçüp Tablo 3'e yazınız.

!!! AKIM ölçülürken ölçü aletinin AMPERMETRE kademesinde olmasına ve AMPERMETRENİN devreye SERİ bağlanacağına dikkat ediniz.
!!! Ölçülen akımın yönüne dikkat edilmelidir.



Şekil-4 ün board üzerinde kurulacak hali



Şekil 4

Tablo 3

	V1 (v)	V2 (v)	I (mA)
Hesap	- 10	---	
Ölçme	- 10	---	
Hesap	---	6	
Ölçme	---	6	
Hesap	- 10	6	
Ölçme	- 10	6	

Devre Teorisi Laboratuvarı

4. Deney

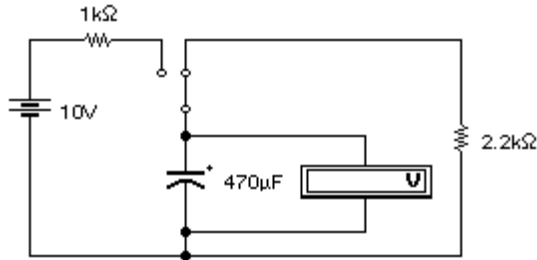
KONDANSATÖRLER

Bir devre elemanına uygulanan enerji tümüyle bir elektrik alanda toplanıyorsa **kondansatör** elemanı adı verilir. Başka bir deyişle kondansatörler elektrik yükü depo eden devre elemanlarıdır. Birimi *farad*(F) dır.

Kondansatörlerin elektrik enerjisini depolama işlemine **ŞARJ (Charging)**, depolanan bu enerjinin herhangi bir yüke aktarılmasına **DEŞARJ (Discharging)** denir.

Bu deneyde kondansatörlerin şarj vedeşarj işlemlerinin nasıl olduğunu, akım ve gerilimin değerlerinin nasıl değiştiğini incelenecektir.

1. Şekil 1'deki devreyi kurunuz.



Şekil 1

Deneyde elektrolitik kondansatör kullanıldığından kondansatörün bağlantı yönlerine dikkat ediniz. Aksi takdirde kondansatörünüz zarar görebilir.

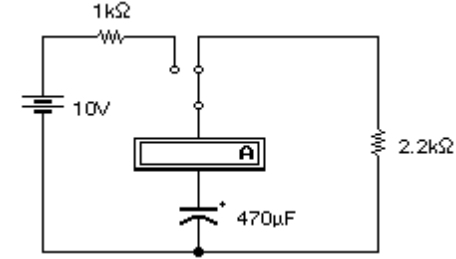
İlk anda kondansatör boş olduğundan, voltmetre 0 volt gösterecektir. S anahtarı konum değiştirdiğinde (10v - 1kΩ - 470µF seri bağlanmış olur.) kondansatör dolmaya başlar. Bu sırada voltmetre üzerinden kondansatör üzerindeki gerilimin değiştiği gözlenir. Kondansatör gerilimi, üreteç gerilimiyle aynı oluncaya kadar yükselir. Bu olaya kondansatörün **ŞARJ** edilmesi denir.

Aynı devrede S anahtarı tekrar konum değiştirirse (2.2kΩ - 470µF seri bağlanmış olur.) kondansatör 2.2KΩ luk direnç üzerinden boşalmaya başlar. Voltmetreden

gerilimin değişimi gözlenir. Kondansatörün gerilimi 0 volt oluncaya kadar sürer. Bu olaya kondansatörün **DEŞARJ** edilmesi denir.

2. Şekil 2'deki devreyi kurunuz.

Ampermetrenin devreye SERİ bağlanacağına dikkat ediniz.



Şekil 2

S anahtarı konum değiştirdiğinde (10v - 1kΩ - 470µF seri bağlanmış olur.) kondansatör dolmaya başlar. Ampermetre üzerinden devreden geçen akım değeri gözlenir. Ampermetredeki değişim kondansatör tamamen şarj oluncaya kadar devam eder.

S anahtarı tekrar konum değiştirirse (2.2kΩ - 470µF seri bağlanmış olur.) kondansatör 2.2KΩ luk direnç üzerinden boşalmaya başlar. Ampermetreden akım değişimi gözlenir. Ampermetredeki değişim kondansatör tamamendeşarj oluncaya kadar devam eder.

? Kondansatör **şarj** edilirken akım ve gerilim değerleri nasıl değişir? Açıklayınız.

? Kondansatör **deşarj** edilirken akım ve gerilim değerleri nasıl değişir? Açıklayınız.

? Kondansatör **şarj vedeşarj** edilirken akımın yönü değişir mi? Neden / Neden Değil?

R-C Devreleri ve Osiloskop

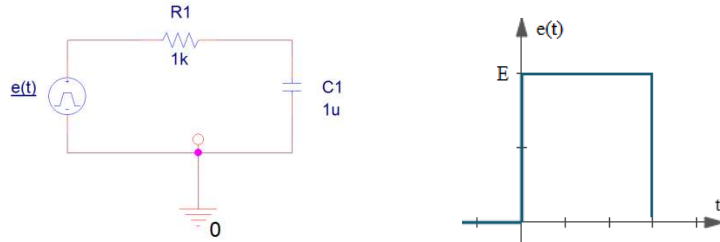
Ön çalışma:

Bu deneye gelmeden önce ödev olarak aşağıda istenenleri yanınızda çıktı olarak veya bilgisayarınızda gösterecek şekilde hazır getiriniz.

- İlk hafta PSPICE sunumunda anlatılan yazılımı kullanarak RC devresi kurunuz. Girişe uygulanacak fonksiyon için ilgili sunuma bakabilirsiniz. Direnç için 1Kohm, kapasite için 1 uF kullanınız. Simulasyon programı ile devredeki kapasite üzerindeki dolma ve boşalma karakteristiğini grafik ile gösteriniz. Devreye ilişkin zaman sabiti hakkında ne söylenebilir? Devre hangi filtre karakteristiği göstermektedir?

Deney:

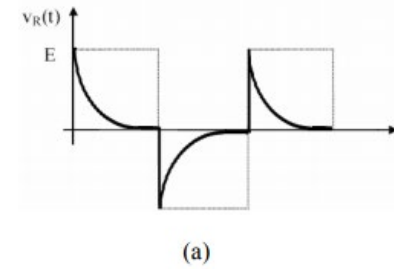
RC devreleri frekansa bağlı olarak, filtre özelliği gösteren devrelerdendir. Şekil 3'de örnek bir RC devresi ve ilgili giriş fonksiyonu verilmektedir. Basamak şeklinde gösterilen bu fonksiyonun "yüksek" (E) olduğu kısımlarda kapasite direnç üzerinden dolarken; alçak kısımlarında kapasite boşalacaktır. Kondansatör dolarken V_{C1} gerilimi artar. V_{C1} geriliminin artması devredeki I akımının azalmasına neden olur. $V_{C1}=V_e$ olduğunda, I akımı da 0A olur.



Şekil 3: Devre örneği ve giriş fonksiyonu

HATIRLATMA:
$$\frac{d}{dt} v_C(t) = -\frac{1}{RC} v_C(t) + \frac{1}{RC} e(t)$$

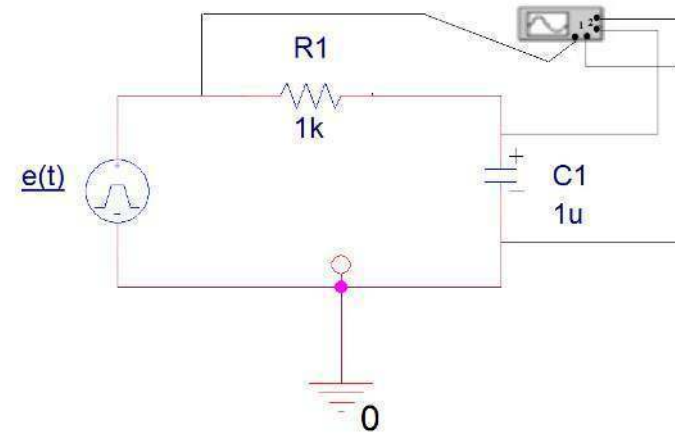
Şekil 4'de örnek olarak direnç üzerindeki gerilim değişimi verilmektedir. Benzer bir davranışın nasıl elde edildiği, kapasite üzerinden sizden beklenmektedir.



Şekil 4: Direnç üzerindeki gerilim değişimi grafiği.

Deney için Şekil 5'deki ölçüm düzeneğini kurunuz. Devre girişine uygulanacak $e(t)$ fonksiyonu için 0-5V simetrik kare dalga kullanınız. Kare dalga frekansı değiştiğinde, $v_{C1}(t)$ nasıl değişmektedir?

Tam dolma, tam boşalma durumu için frekansı belirleyiniz. Hesap ile bu değeri doğrulayınız. Kare dalga osilatörünün periyodunu $T=10RC$, $T=RC$ ve $T=RC/10$ olarak, kapasite ve direnç için osiloskopta gördüğünüz şekilleri, tepe değerlerini kaydederek çiziniz. Elde edilen şekiller ve osiloskop time/div. ile zaman sabiti için nasıl bir ilişki vardır, hesap ile gösteriniz?



Şekil 5: Deney için kurulacak devre.

Devre Teorisi Laboratuvarı

5. Deney

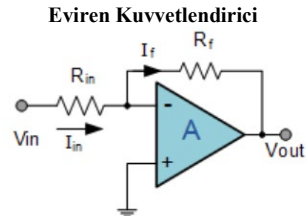
İŞLEMSEL KUVVETLENDİRİCİ (OP-AMP)

Bu deneyde, elektronikte sıkça kullanılan işlemsel kuvvetlendiricilerin (OpAmp) eviren(inverting) / evirmeyen(non-inverting), toplama (summing) ve türev alıcı (differentiator) olarak kullanımına ait deneyler gerçekleştirilecektir. Deneyden önce ilgili konunun çalışılmış olması gerekmektedir.

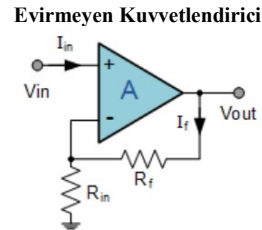
İdeal bir Op-Amp'da olması gereken özellikler:

- Açık çevrim kazancı sonsuzdur.
- Giriş direnci sonsuzdur.
- Bant genişliği sonsuzdur.
- Çıkış direnci sıfırdır. $R_0=0$ (Giriş akımları $I_1=I_2=0$)
- $V_1=V_2$ için $V_0=0$ 'dır.
- Gürültüsü yoktur, karakteristikleri sıcaklıkla ve zamanla değişmez.

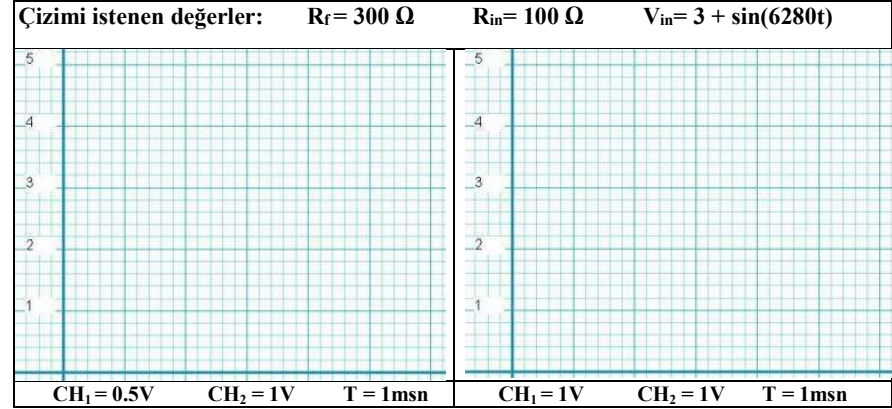
Ön çalışma olarak, yukarıda ideal Op-Amp karakteristikleri göz önünde bulundurularak aşağıda şemaları verilen devrelerin kazanç formüllerini hesaplayınız. Devrelerin giriş ve çıkış gerilimlerini verilen bilgilere göre koordinat düzlemi üzerinde çiziniz.



Kazanç Formülün Çıkartımı:



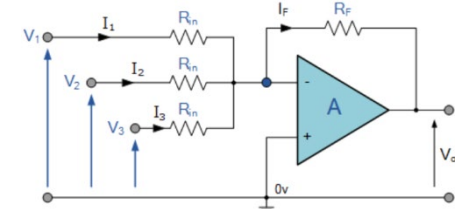
Kazanç Formülün Çıkartımı:



Ön çalışması yapılmış eviren (inverting) devresini Tablo 1 değerlerine göre kurunuz. R_{in} direnci yerine ayarlı direnç (potansiyometre) kullanınız. Çıkış ölçümlerini ve kazançları gözlemleyiniz ve tabloya kaydediniz.

R_f	R_{in}	V_{out}	Kazanç
1 k Ω	100 Ω		
	1 k Ω		
	5 k Ω		
	10 k Ω		

Şekil 1, kuvvetlendiricilerin toplayıcı olarak kullanılmasını göstermektedir. Deneye ön hazırlık olarak V_{out} formülünü çıkartınız ve $V_{out} = V_1 + V_2 + V_3$ olma durumunu belirtiniz.



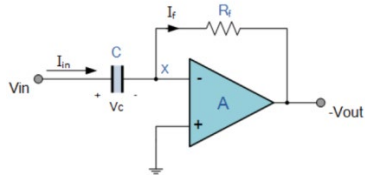
Şekil 1. Toplayıcı amaçlı kuvvetlendirici devresi

V_{out} Formülünün Çıkartımı:

Şekil 1’deki devreyi 2 giriş (V_1, V_2) olacak şekilde deney düzeneği üzerinde Tablo 2’de istenen değerlere göre gerçekleyiniz ve tabloda gereken yerleri doldurunuz.

V_1	V_2	R_1	R_2	R_f	V_{out}
2 V	5 V	5 k Ω	4 k Ω	10 k Ω	
5 V	5 V				-10 V
					(3 \times V_1)

Kuvvetlendiriciler integral ve türev alma işlemlerinde de kullanılmaktadır. Şekil 2’de türev alan devre şeması gösterilmiştir. Ön çalışma olarak V_{out} formülünün çıkartınız ve input olarak verilen tek periyot sinyallerin türev çıktılarını çiziniz.



Şekil 2. Türev Alıcı Devre

V_{out} Formülünün Çıkartımı:

Giriş Sinyalleri

Çıkış Sinyalleri

