

# Analog Elektronik

Deney Föyleri

## **Laboratuarda Uyulacak Kurallar**

*Laboratuara gelen her öğrenci aşağıdaki kurallara uymak zorundadır.*

- Deneye gelmeden önce, gerekli ön hazırlıklar yapılacaktır.
- Deneyler saatinde başlayacak, geç kalan öğrenciler deneye alınmayacaktır.
- Laboratuardaki görevlilerin tüm uyarılarına uyulacaktır.
- Deney için izin verilen cihazlar haricinde laboratuarda hiçbir cihaza dokunulmayacaktır.
- Deney setlerine izinsiz enerji verilmeyecektir.
- Deneyler belirlenen süre içerisinde tamamlanması gerekmektedir, verilen süre içerisinde tamamlanamayan deney geçersiz sayılacaktır.
- Deney bittikten sonra deney masası ve sandalyeler düzenli olarak bırakılacaktır.
- Laboratuara ait malzeme ve donanımı laboratuvar dışına çıkarmak yasaktır.
- Deneylerle ilgili sorular görevli öğretim elemanına aktarılacaktır.
- Kural dışı davranışlardan doğacak maddi sorumluluk öğrenciye aittir.
- Kurallara uymayan öğrencinin deneyine son verilir, laboratuardan çıkarılır ve öğrenci hakkında disiplin yönetmeliği uygulanır.
- Toplam üç deneye girmeyen öğrenci final sınavına giremez.

## **Ön Hazırlık**

- Deneyle ilgili teorik bilgi araştırılacak ve laboratuara gerekli bilgiler öğrenilerek gelinecektir.
- Deney raporları kontrol için bir sonraki hafta toplanacağından, rapor defterine deneyle ilgili teorik bilgi yazılmalı, verilen sorular için araştırma yapılmalıdır.

## Osiloskop Kullanma Talimatı

1. Osiloskobun Power (güç) anahtarı açılarak bir süre ısınması beklenir. Bu esnada TIMEBASE komütatörünün ortalarında bir konumda (örneğin 5mS/div) olması iyi olur.
2. Parlaklık ( Intensity ) potansiyometresi ile parlaklık ayarı yapılır. Çizgi belirldikten sonra parlaklık yine bu düğme yardımı ile istenilen şekilde ayarlanabilir. Çok parlak olması fosfor ekrana zarar verir.
3. Xpos ve Ypos düğmeleri ile oynanarak çizgi ekran üzerine düşürülmeye çalışılır.
4. Işıklı çizginin parlaklığı ayarlandıktan sonra gerekiyorsa netliği de FOCUS düğmesi yardımıyla sağlanır.
5. Var anahtarı kapalı konuma getirilir ve kalibrasyon ayarları yapılır.
6. Ayrıca ölçülecek gerilim ekrana sığabilecek en büyük hale getirildiğinde yapılacak ölçüm en hassas olur.

## Gerilim Ölçülmesi

Ekrandaki işaretin genliği Y (düşey) ekseninde ölçülür. Genlik, ilk önce ekran üzerindeki kareler cinsinden belirlenir. Daha sonra VOLTS/DIV giriş zayıflatıcısı komütatörünün üzerindeki işaretin gösterdiği değer ile kare sayısı çarpılarak gerilimin genliğe ilişkin değeri belirlenir. Ölçümün doğru olması için prob (X1, X10) çarpanına dikkat ediniz.

## Akım Ölçülmesi

Akımın aktığı devreye küçük değerli bir direnç seri bağlanarak uçlarında düşen gerilimin dalga şekli incelenir. Bir omik dirençte içinden akan akım ve uçlarında düşen gerilimin dalga şekilleri ve fazlarının aynı oldukları göz önüne alınarak ve ohm kanunu gereği  $V=I.R$  bağıntısı da göz önünde tutularak akım incelenir. Dikkat edilmesi gereken nokta, kullanılan direncin değerinin devre akımını çok fazla sınırlamayacak kadar küçük seçilmesi (genellikle akıma bağlı olarak 10 ile 200 mili ohm arası) ve gücünün bu akıma dayanabilecek kadar büyük olmasıdır.

## Peryot Ölçülmesi

Modern osiloskoplarda frekans yerine peryot ölçülmektedir. Peryot ölçümleri X (yatay) ekseninde yapılır. Dalga şeklinin bir periyodunun X eksenindeki uzunluğu kareler sayılarak belirlenir. Daha sonra TIMEBASE komütatörünün gösterdiği değer (S/div, mS/div ya da  $\mu$ S/div) ile kare sayısı çarpılarak işaretin periyodu belirlenir. Kullanılan prob (X1, X10) zaman ölçümlerini etkilemez.

**DENEY 1- Diyotun Sağlamlık Kontrolü ve Karakteristik Eğrisinin Çıkartılması (1. Hafta)**

**DENEY 2- Kırpıcı Devreler (2. Hafta)**

**DENEY 3- Yarım Dalga Doğrultmaç Devresi (3. Hafta)**

**DENEY 4- Köprü Tipi Tam Dalga Doğrultmaç Devresi (3. Hafta)**

**DENEY 5- Transistör Deneyleri 1 (DC Akım kazancının belirlenmesi) (4. Hafta)**

**DENEY 6- Transistör Deneyleri 2 (DC Çalışma Noktasının Tespiti ve Yükselteç Devresi Tasarımı) (4. Hafta)**

**DENEY 7- MOSFET'li Kuvvetlendiriciler (5. Hafta)**

**DENEY 8- Op-Amp Deneyleri 1 (Eviren Tip Yükselteç Devresi) (6. Hafta)**

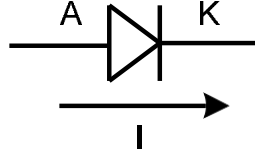
**DENEY 9- Op-Amp Deneyleri 2 (Evirmeyen Tip Yükselteç Devresi) (6. Hafta)**

**DENEY 10- Op-Amp Deneyleri 3 (İntegral Alıcı Devre) (7. Hafta)**

**DENEY 11- Op-Amp Deneyleri 4 (Türev Alıcı Devre) (7. Hafta)**

## DENEY 1- Diyotun Sağlamlık Kontrolü ve Karakteristik Eğrisinin Çıkartılması

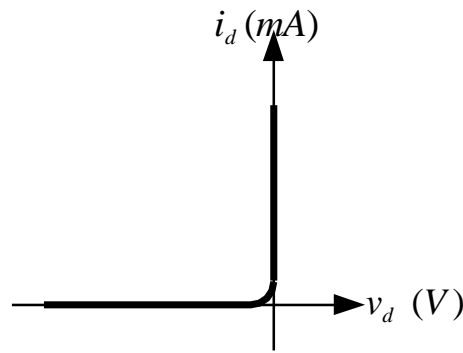
Diyotlar yarıiletken elemanlar olup silisyumdan yapılırlar. *Şekil 1.1' de* diyot elemanının şematik gösterimi verilmiştir. Diyotların iki adet bağlantı ucu vardır. Bu uçlardan biri anot diğeri de katot olarak adlandırılmıştır. Genellikle diyodun katot ucunu belirlemek için bir işaret bandı konulmuştur.



**Şekil 1.1 Diyot Şematik Gösterimi**

Diyot tek yönde iletir ve iletim anottan katoda doğrudur. Diyodun bu özelliğinden dolayı birçok uygulamada yararlanılmaktadır. Diyotlar için, anot ucu pozitif olacak şekilde gerilim uygulandığında *İLETİM KUTUPLU*, katot ucu pozitif olacak şekilde gerilim uygulandığında *TIKAMADA KUTUPLU* olmaktadır.

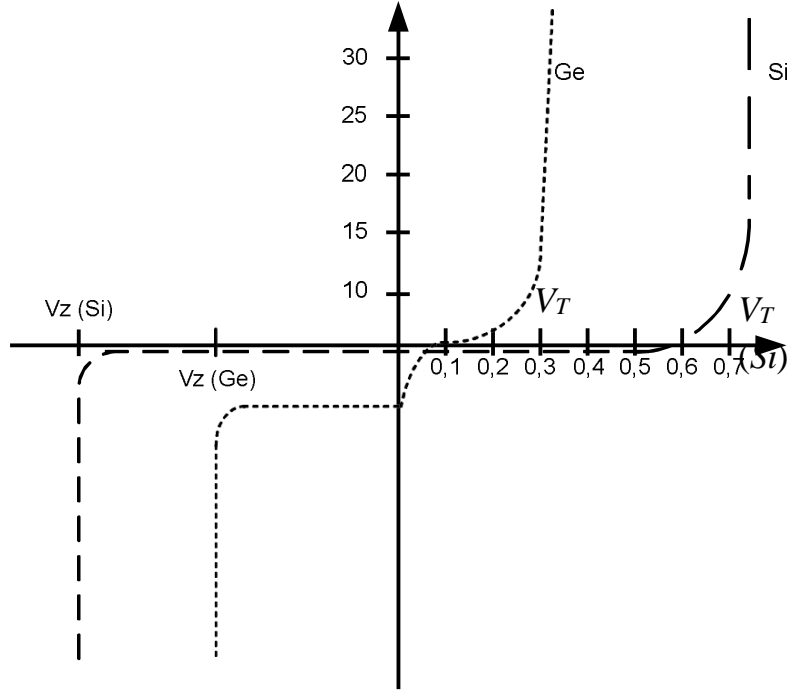
Bir ideal diyot *Şekil 1.2 'deki* karakteristiğe sahip, üzerindeki gerilim pozitif iken akım akıtan (kısa devre), negatif iken akım akıtmayan (açık devre) bir eleman olarak tanımlıdır. Hiçbir gerçek diyot bu karakteristiğe tam olarak sahip değildir. Ancak birçok uygulama için yeterli sayılabilir.



**Şekil 1.2 İdeal Diyot Karakteristiği**

Piyasada ticari amaçlı kullanılan GERMANYUM ve SİLİSYUM için ileri ve ters ön gerilimleme bölgelerindeki davranışları *şekil 1.3'de* gösterilmektedir.  $V_T$  ile gösterilen değerler diyodun ön gerilimleme potansiyeli altında çalışması gereken değerlerdir.  $V_Z$  ile

gösterilen değerler ters yönde ön gerilimleme potansiyeli altında karakteristiğinin değişimini göstermektedir.



Şekil 1.3 GE-Sİ Diyot Karakteristikleri

**Amaç:** Diyotun çalışma prensibi ve sağlamlık kontrolünü öğrenmek ve karakteristik eğrisini çıkarmak

### Deneyin Yapılışı

- Deney bağlantı şemasında verilen devreyi uygun elemanlarla kurunuz.
- Osiloskop bağlantılarını uygun şekilde yapınız.
- Devreye enerji uygulayıp voltmetre ve osiloskoptaki ölçüm değerlerini tabloya yazın.
- Deney sonuçlarınızı öğretim elemanına onaylatın ve deneyi sonlandırın.



### 1.1 Diyot Sağlamlık Testi

**a) Ohmmetre ile sağlamlık testi:** Ohmmetre komütatörü X1K ya da X10K kademesine alınır. Diyot bir yönde küçük direnç ( $300 \Omega - 3000 \Omega$ ), diğer yönde büyük direnç ( $50K \Omega - 200K \Omega$ ) gösteriyorsa sağlamdır.

1. Yön .....

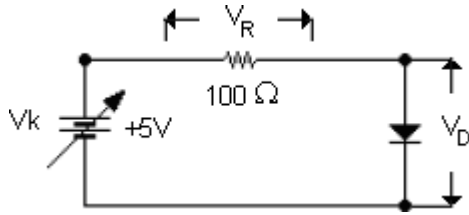
2. Yön.....

**b) Polarma gerilimine bakılarak sağlamlık testi:** Dijital multimetrelerin (avometre) ölçme komütatörü diyot sembolünün bulunduğu yere getirilir. Yapılan ölçümlerde diyot üzerinde düşen gerilim bir yönde yaklaşık olarak 200-950 mV olarak okunur, diğer yönde hiçbir değer okunmazsa diyot sağlam demektir. Yapılan iki yönlü ölçümün birisinde bu değerler okunmazsa diyot bozulmuştur. Değer okunan durumdaki problemlerin bağlantısına göre diyotun anot ve katot uçları belirlenir.

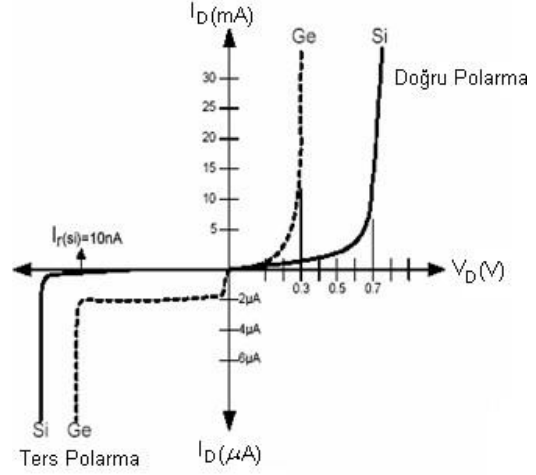
1. Yön .....

2. Yön.....

## 1.2 Diyot Karakteristiğinin Çıkartılması



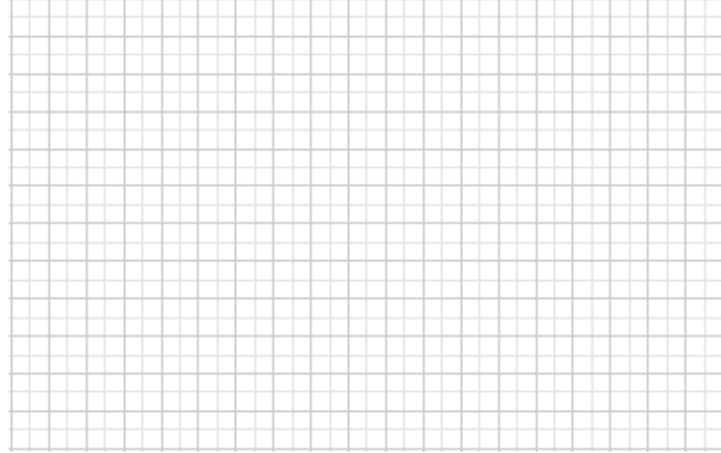
Bağlantı şeması



Bağlantı şemasını kurunuz ve kaynak gerilimini tablodaki değerler doğrultusunda ayarlayıp diyot ve direnç üzerine düşen gerilimleri ölçerek tabloya kaydedin.

### Ölçüm Tablosu

$V_k$	$V_D$	$I_D$	$V_R$
0,2V			
0,4V			
0,6V			
0,7V			
0,9V			
1,5V			
2V			
3V			



### Raporda İstenenler

- Deney hakkında kısa ve anlaşılır teorik bilgi yazınız.
- Deney bağlantı şemasını rapor defterinize çizin.
- Rapor defterinize ölçüm değerlerinize göre diyot karakteristik eğrisini çizin.
- Ölçüm sonuçlarını kaydediniz.
- Aşağıdaki soruları rapor defterinize cevaplayınız.

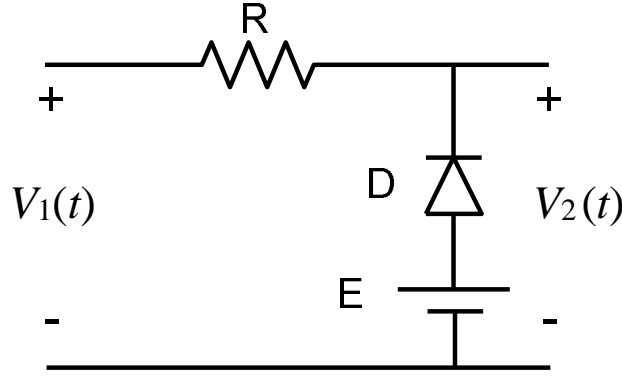
### Sorular

1. Deneyde kullanılan diyotun karakteristik özelliklerini yazınız.
2. Bir devre üzerindeki diyotun sağlamlık kontrolü nasıl yapılmalıdır.
3. Sinyal işleme de niçin germanyum diyotlar tercih edilmektedir.
4. Diyota normal çalışma gerilimin üstünde bir gerilim uygulanırsa ne olur.
5. Diyotların kullanıldığı yerleri yazınız.

## DENEY 2- Kırpıcı Devreler

Zamana göre değişen bir elektriksel işaretin, istenilen bir referans seviyesinin üstünde veya altında bulunan kısmını sınırlayarak kesen devrelere KIRPICI veya SINIRLAYICI devre adı verilir. Bu tür devreler, bir referans seviyesini belirtmek için kullanılabilirler gibi, herhangi bir işaretin dalga şeklini kırpma yolu ile değiştirmek için de kullanılabilirler.

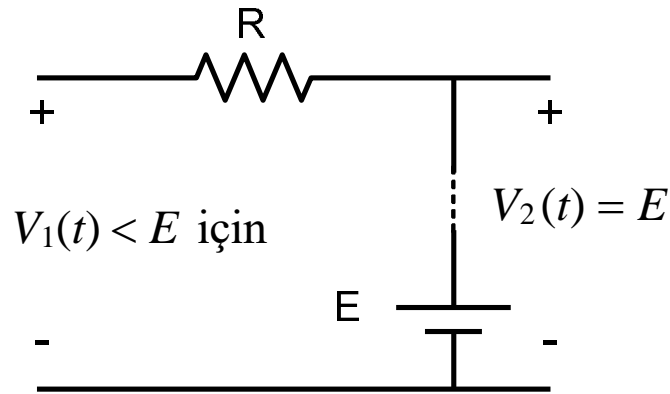
### PARALEL KIRPICI



Şekil 2.1 Paralel Kırpıcı Devresi

Şekil 2.1’de gösterilen devre basit bir paralel kırpıcı devresidir. Devrede bir R direnci, bir D diyodu ve bir de E gerilim kaynağı bulunmaktadır. Devrenin girişine uygulanan  $V_1$  geriliminin E gerilim ile karşılaştırılması sonucu diyodun çalışması belirlenir.

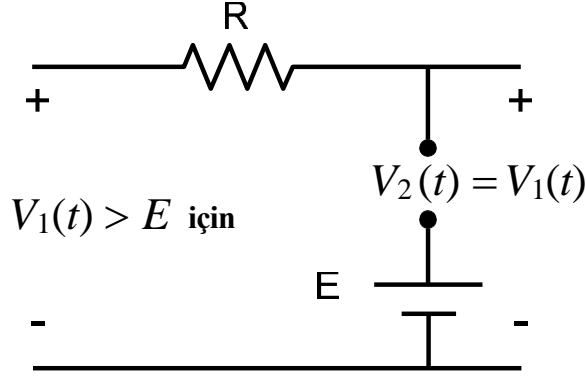
- $V_1(t) < E$  durumu için D diyodu iletim halinde olup akım geçirir. İç Direnci çok küçük olduğu için kısa devre gibi davranır. (Şekil 2.2) Böylelikle devrenin çıkış gerilim ( $V_2 = E$ ) yaklaşık olarak E gerilimine eşit olur.



Şekil 2.2

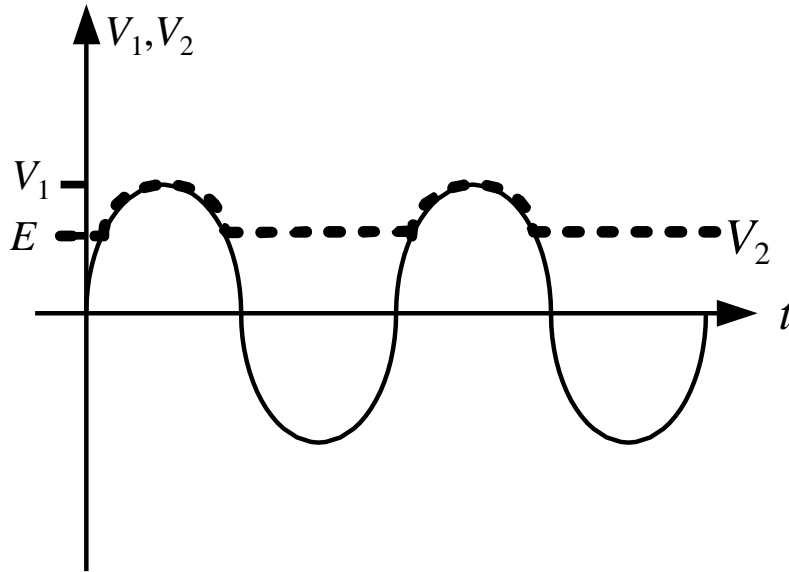


- $V_1(t) > E$  durumu için D diyodunun katodu anoduna göre daha pozitif olduğundan diyottan bir akım akmaz yani D diyodu tıkalı olur. Diyod açık devre şeklinde davranır. Bu yüzden devrenin çıkış gerilim  $V_2(t) = V_1(t)$  olmaktadır. (Şekil 2.3)



Şekil 2.3

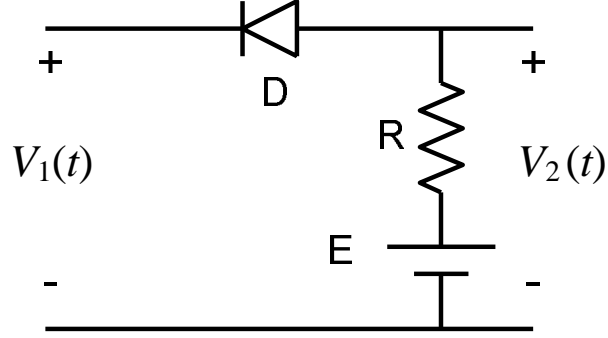
Böylece bu devrenin çıkışında, E referans gerilim seviyesinin altında kalan kısmı sınırlayarak kesilmiş bir işaret elde edilir. (Şekil 2.4) Bu kırpıcı devreye; devrede kullanılan diyot, işaret kaynağına paralel bağlandığından, PARALEL KIRPICI DEVRE denir.



Şekil 2.4 Paralel Kırpıcı Devre Giriş-Çıkışı İşareti

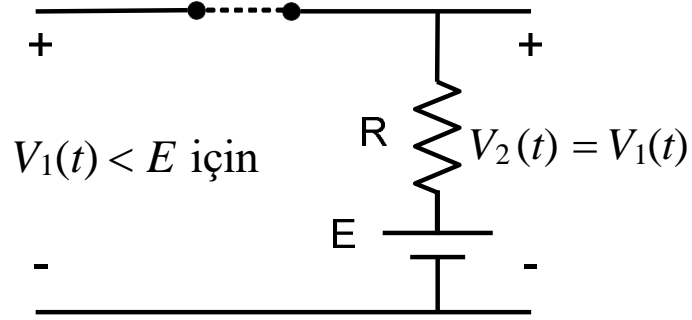
## SERİ KIRPICI

Aşağıda *şekil 2.5'de* gösterilen devrede kullanılan diyot, işaret kaynağına seri bağlandığından SERİ KIRPICI DEVRE olarak adlandırılır.



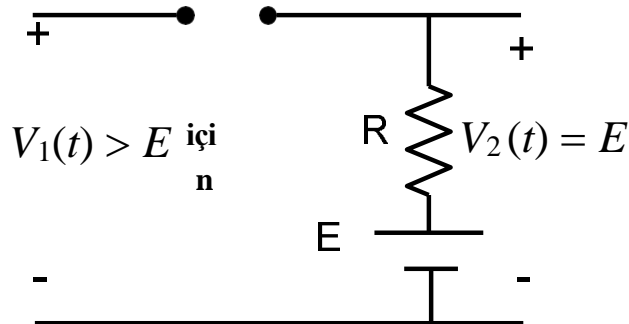
*Şekil 2.5 Seri Kırpıcı Devresi*

- $V_1(t) < E$  durumu için D diyodundan akım akar,yani D diyodu iletimdedir. İletim halinde diyodun iç direnci çok küçük olduğu için pratik olarak bir kısa devre gibi düşünülebilir.(*Şekil 2.6*) Böylelikle devrenin çıkışındaki gerilim  $V_1(t)$  'e eşit olmaktadır.



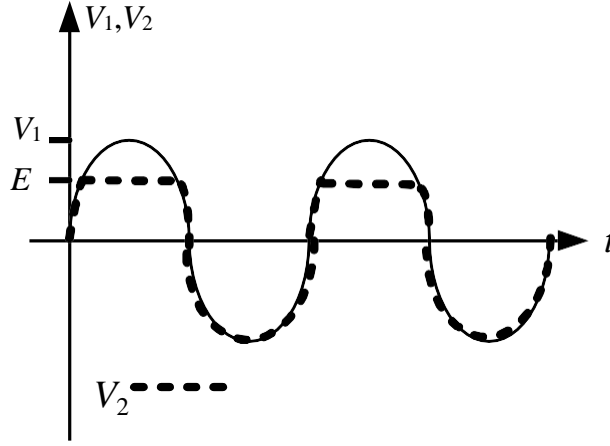
*Şekil 2.6*

$V_1(t) > E$  durumu için diyodun katodu anoduna göre daha pozitif olduğundan diyottan akım akmaz yani D diyodu kesimdedir.Diyodun tıkama yönündeki direnci çok büyük olduğundan,pratik olarak bir açık devre gibi davranmaktadır. Bu yüzden devrenin çıkışındaki gerilim E gerilimine eşit olmaktadır.(*Şekil 2.7*)



*Şekil 2.7*

Her iki durumdan faydalanıp çıkış işareti incelendiğinde (**Şekil 2.8**) E referans gerilim seviyesinin üstünde kalan kısmı sınırlayarak kesilmiş bir işaret elde edilir.



Şekil 2.8 Seri Kırpıcı Devre Giriş-Çıkışı İşareti

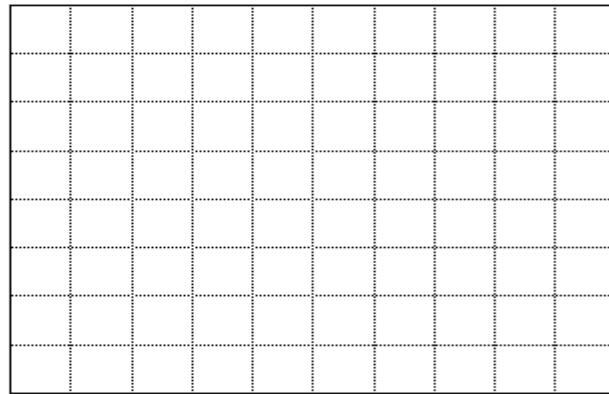
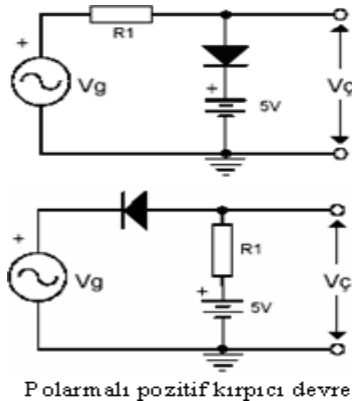
Kırpıcı devrelerde diyotların ve referans gerilimlerinin yönleri değiştirilerek, kırılma yönleri de değiştirilir. Ayrıca kırpıcı devreler diyotlarla gerçekleştirilebildiği gibi, triyotlarla, pentotlarla, transistörlerle ve FET'lerle de gerçekleştirilebilir.

**Amaç:** Kırpıcı ve kenetleyici devrelerin çalışma prensibini incelemek.

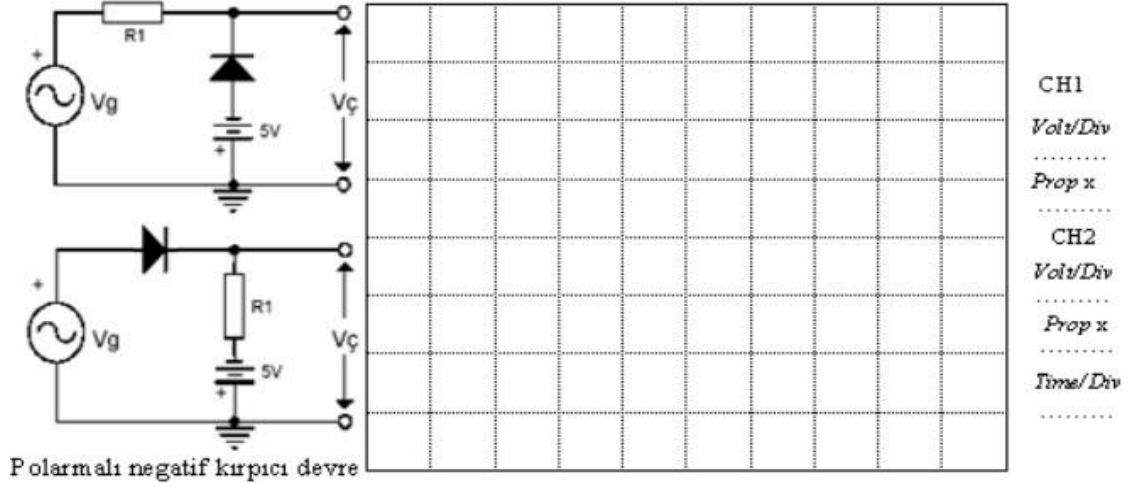
### Deneyin Yapılışı

- Deney bağlantı şemasında verilen devreleri uygun elemanlarla kurunuz.
- Osiloskop bağlantılarını uygun şekilde yapınız.
- Devreye enerji uygulayın ve osiloskopta elde ettiğiniz sinyal şekillerini ölçekli olarak grafik alanına çiziniz. (Osiloskopta ölçüm yaptığınız her kanalın Volt/DIV kademelerini ve Time/DIV kademesini not alınız)
- Deney sonuçlarınızı öğretim elemanına onaylatın ve deneyi sonlandırın.

### Deney Bağlantı Şeması



CH1  
Volt/Div  
.....  
Prop x  
.....  
CH2  
Volt/Div  
.....  
Prop x  
.....  
Time/Div  
.....



### Raporda İstenenler

- Deney hakkında kısa ve anlaşılır teorik bilgi yazınız.
- Deney bağlantı şemasını rapor defterinize çiziniz.
- Onaylattığınız deney sonuçları sayfasını teslim etmek üzere raporunuza ekleyiniz.
- Ölçüm sonuçlarını kaydediniz.
- Aşağıdaki soruları rapor defterinize cevaplayınız.

### Sorular

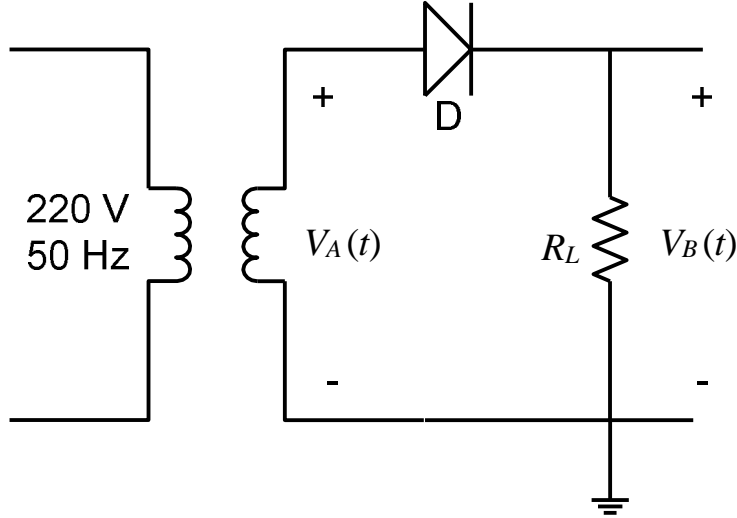
- 1- Kırpıcı devrelerin çalışma mantığını anlatınız.
- 2- Kırpıcı devrelerinin kullanıldığı yerleri yazınız.

### DENEY 3- Yarım Dalga Doğrultmaç Devresi

Elektronik devre ve düzenlerin çalışması için,DC gerilim kaynaklarına ihtiyaç vardır.Doğrultucularda,şebeke gerilimi bir transformatör ile daha küçük bir seviyeye düşürülür.Bu gerilim diyotlar ile doğrultulur.Yani,ortalaması veya DC bileşeni olan tek yönlü dalgalı bir işarete çevrilir.Bu işaretin dalgalılığı,filtre edilerek azaltılır.

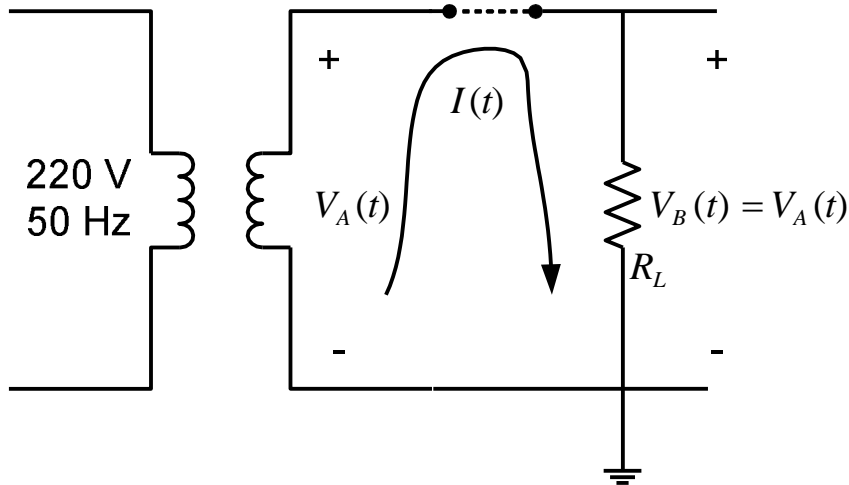
#### YARIM DALGA DOĞRULTUCU

Yarım dalga doğrultucu devresi *şekil-3.1*'de görülmektedir.Çalışması şu şekildedir ;



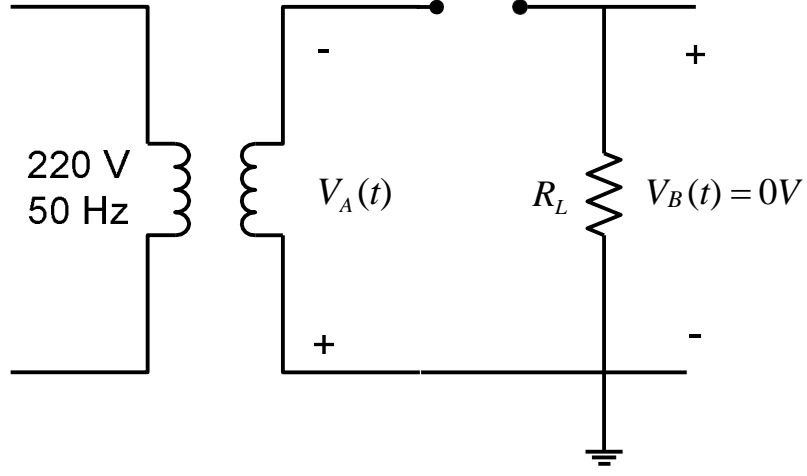
*Şekil 3.1 Yarım Dalga Doğrultucu*

- $V_A(t)$  İŞARETİ POZİTİF SAYKILDAYKEN : Diyodun anodu katodunda daha pozitif olduğu için iletim durumuna geçer.Devrede akım diyot ve  $R_L$  yük direnci üzerinden geçerek akar.Böylelikle devrenin çıkış gerilimi  $V_B(t) = V_A(t)$  olur.(*Şekil 3.2*)



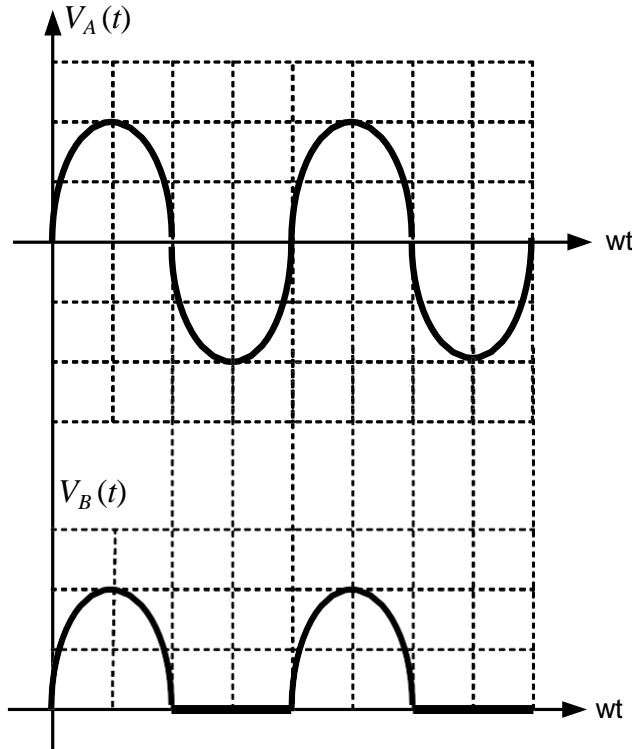
*Şekil 3.2 Pozitif Saykıl Durumu*

- $V_A(t)$  İŞARETİ NEGATİF SAYKILDAYKEN :Diyodun katodu anodundan daha pozitif olduğu için diyot kesim durumuna geçer.Diyot açık devre gibi davrandığı için devrede akım akmaz,bu yüzden çıkış gerilim  $V_B(t) = 0V$  olur.(Şekil 3.3)



Şekil 3.3 Negatif Saykıl Durumu

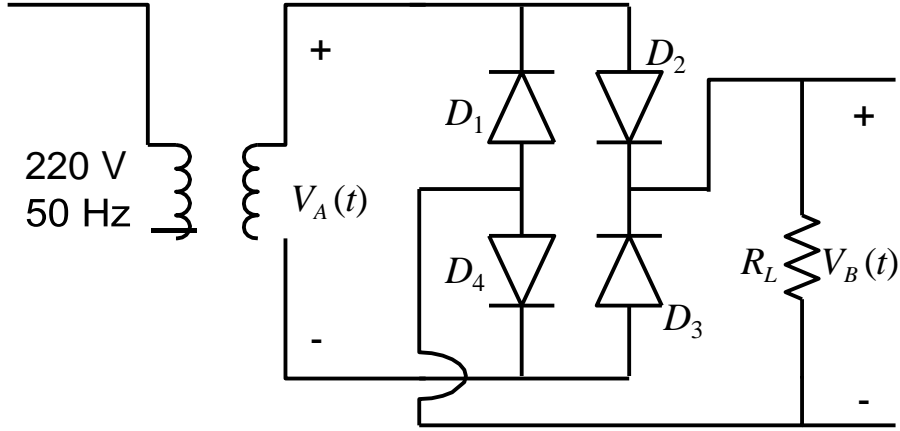
Bu devrenin çıkış işareti Şekil 3.4'deki gibi oluşmaktadır.



Şekil 3.4 Yarıml Dalg Doğrultucu Çıkış İşareti

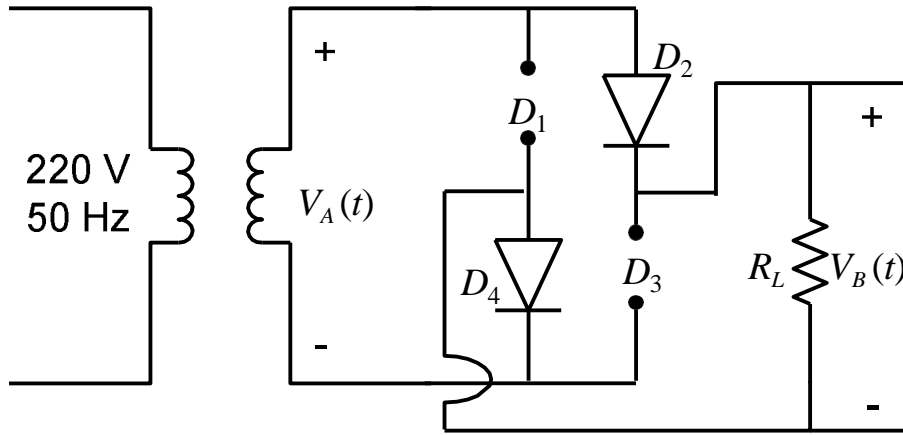
## TAM DALGA DOĞRULTUCU

Köprü Tipi tam dalga doğrultucu devresi *şekil-3.5'de* görülmektedir.



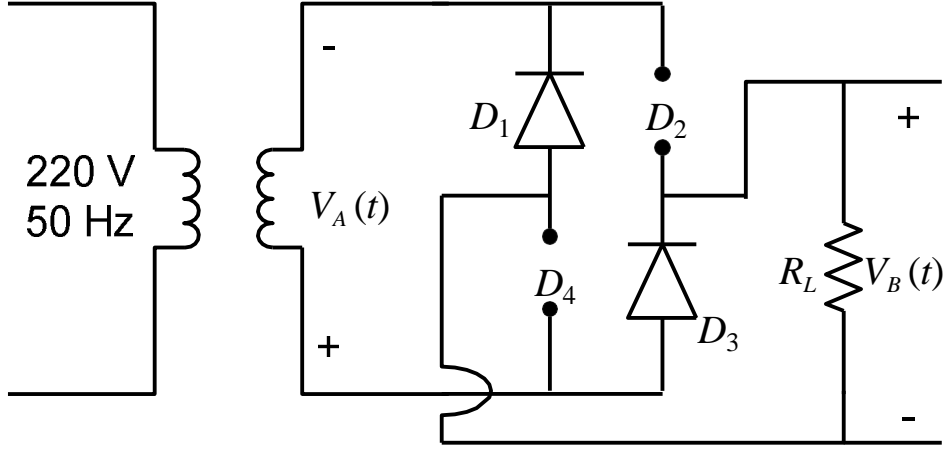
*Şekil 3.5 Köprü Tipi Tam Dalga Doğrultucu*

$V_A(t)$  İŞARETİ POZİTİF SAYKILDAYKEN : Bu durumda işaret pozitif genlikli olduğu için devredeki  $D_2 - D_4$  diyotları iletim durumunda olup  $D_1 - D_3$  diyotları kesim durumundadır. Buna bağlı olarak akım  $D_2 - R_L - D_4$  üzerinden akmaktadır. Böylece devrenin çıkış işareti  $V_B(t) = V_A(t)$  olmaktadır. (*şekil 3.6*)



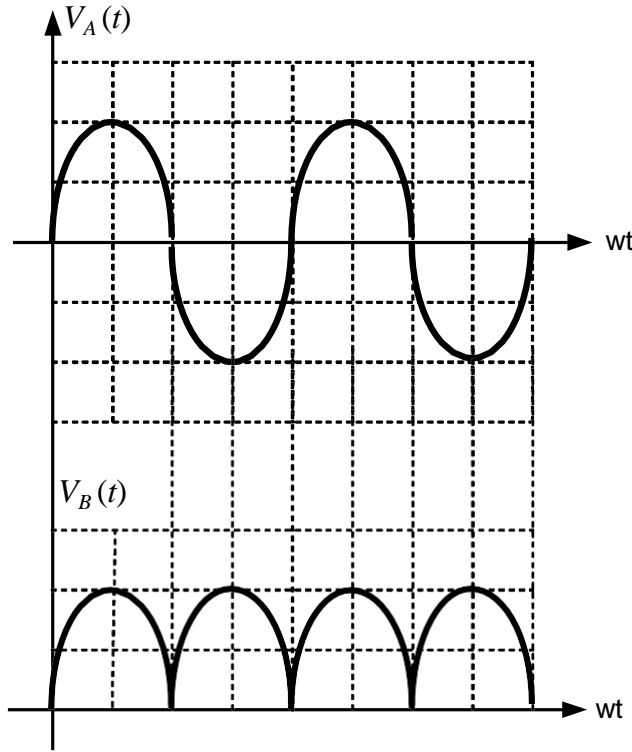
*Şekil 3.6 Köprü Tipi Tam Dalga Doğrultucu*

$V_A(t)$  İŞARETİ NEGATİF SAYKILDAYKEN : Bu durumda işaret negatif genlikli olduğu için devredeki  $D_1 - D_3$  diyotları iletim durumunda olup  $D_2 - D_4$  diyotları kesim durumundadır. Buna bağlı olarak akım  $D_1 - R_L - D_3$  üzerinden akmaktadır. Böylece devrenin çıkış işareti  $V_B(t) = V_A(t)$  olmaktadır. (*şekil 3.7*)



Şekil 3.7 Köprü Tipi Tam Dalga Doğrultucu

Bu devrenin çıkış işareti Şekil 3.8'deki gibi oluşmaktadır.

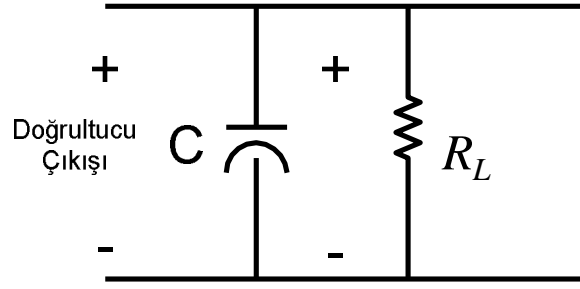


Şekil 3.8 Tam Dalga Doğrultucu Çıkış İşareti

### FİLTRELEME

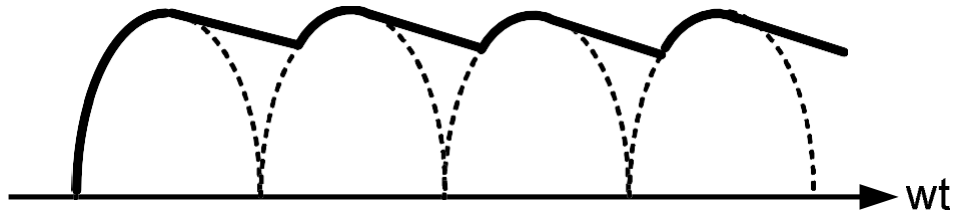
Bir doğrultucudan elde edilen dalgalı DC gerilim, filtelenmediği sürece devrelerin beslenmesi için uygun değildir. Bu işlem DC çıkış uçlarına yüksek değerli bir kapasitör bağlanarak yapılır. (Şekil 3.9) Bağlanılacak kondansatör değeri, dirence bağlı olarak seçilmelidir.  $\tau = R.C$  değeri göz önünde tutularak devrenin frekansına göre ayarlanmalıdır.





Şekil 3.9 Filtreleme Devresi

Kondansatör çıkış gerilimi yükselirken tepe değerinde şarj olur. Kondansatörde şarj olan gerilim çıkış gerilim sıfıra doğru düşerken iki tepe nokta arasında deşarj olarak devreyi besler. Bu noktada şarj-deşarj süresi çok önemlidir. Bu şekilde oluşan çık gerilim şekil 3.10'da görülmektedir.



Şekil 3.10 Filtrelenmiş İşaret

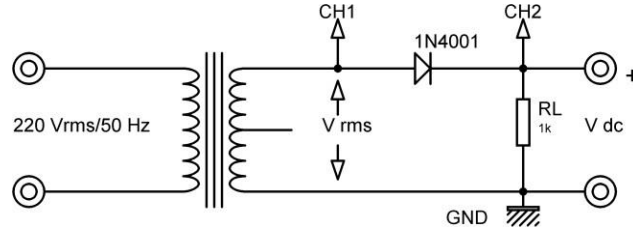
Kondansatörlü filtre devreleri düşük akımlı, yüksek gerilimli yerlerde kullanılmaktadır. Ayrıca Bobinli ve Pi ( $\pi$ ) tipi filtreleme devreleri bulunmaktadır. Bobinli filtreleme yüksek akım istenilen doğrultucularda kullanılmaktadır.

**Amaç:** Yarım dalga doğrultmaç devresinin çalışma prensibini incelemek.

### Deneyin Yapılışı

- Deney bağlantı şemasında verilen devreyi uygun elemanlarla kurunuz. (Trafonun iki kenar uçlarını kullanınız. Orta uç kullanılmayacak)
- Osiloskop bağlantılarını uygun şekilde yapınız.
- Devreye enerji uygulayın ve osiloskopta elde ettiğiniz sinyal şekillerini ölçekli olarak grafik alanına çiziniz. (Osiloskopta ölçüm yaptığınız her kanalın Volt/DIV kademelerini ve Time/DIV kademesini grafik alanının altına not alınız)
- Deney bağlantı şemasında gösterilen  $V_{rms}$  ve  $V_{dc}$  gerilim değerlerini avometre ile ölçün ve not ediniz. (Not:  $V_{rms}$  değerinin ölçümünde avometre kademesini AC gerilim konumuna alınız.  $V_{dc}$  değerinin ölçümü için DC gerilim kademesini kullanınız)
- Deney sonuçlarınızı öğretim elemanına onaylatın ve deneyi sonlandırın.

## Deney Bağlantı Şeması



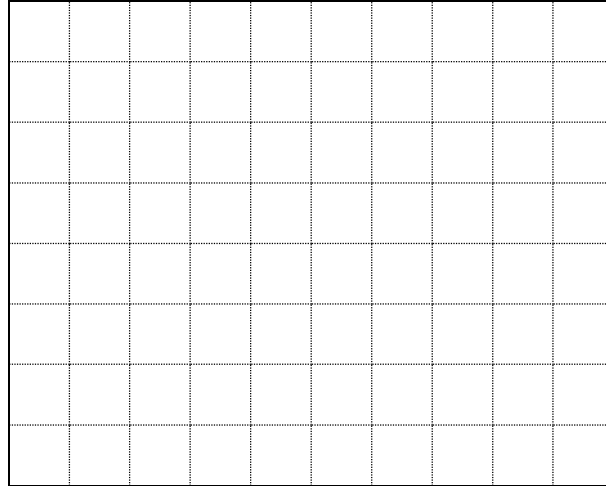
Şekil 1 Yarım dalga doğrultmaç devresi.

## Raporda İstenenler

- Deney hakkında kısa ve anlaşılır teorik bilgi yazınız.
- Deney bağlantı şemasını rapor defterinize çiziniz.
- Rapor defterinize aşağıdakine benzer bir grafik alanı oluşturun ve sinyal şekillerini bu alana ölçekli olarak çiziniz. (Çizimlerinizi teknik resim kurallarına uygun bir biçimde yapınız)
- Onaylattığınız deney sonuçları sayfasını teslim etmek üzere raporunuza ekleyiniz.
- Ölçüm sonuçlarınızı kaydediniz.
- Aşağıdaki soruları rapor defterinize cevaplayınız.

## Deney Sonuçları

Transformatör çıkış gerilimi	$V_{rms} = \dots\dots\dots V$
Doğrultucu çıkış gerilimi	$V_{dc} = \dots\dots\dots V$



CH1	<i>Volt/Div</i> .....	CH2	<i>Volt/Div</i> .....	<i>Time/Div</i> .....
	<i>Prop x</i> .....		<i>Prop x</i> .....	

### Sorular

6.  $V_m = \sqrt{2} \cdot V_{rms}$  olduğunu ispat ediniz. Transformör çıkış geriliminin tepe değerini ( $V_m$ ) hesaplayınız.

7. Doğrultucu çıkış geriliminin ( $V_{çıkış} = \frac{V_m}{\pi}$ ) olduğunu ispat ediniz. Doğrultmaç çıkış geriliminin değerini ( $V_{çıkış} = V_{dc}$ ) hesaplayınız. Bulduğunuz sonuç ile yaptığınız ölçüm sonucunu karşılaştırınız.

8. Ölçüm sonuçlarınız ile teorik hesap sonuçları arasında oluşan hatayı bulunuz. Bu hata neden oluşmuş olabilir yorumlayın.

9. Bu deney için kullandığınız diyotun üretici veri sayfasını temin ederek temel karakteristik değerlerini yazınız (Çalışma gerilim-akım değerleri gibi değerler).

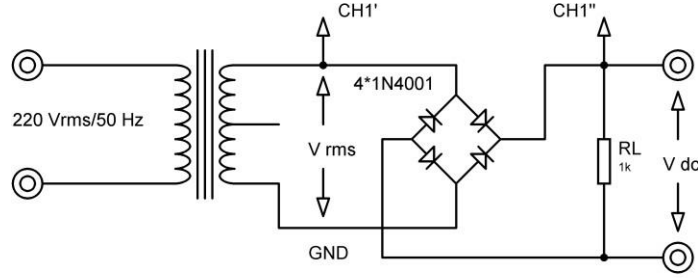
## DENEY 4- Köprü Tipi Tam Dalga Doğrultmaç Devresi

**Amaç:** Köprü tipi tam dalga doğrultmaç devresinin çalışma prensibini incelemek.

### Deneyin Yapılışı

- Şekildeki devreyi uygun elemanlarla kurunuz.
- Osiloskop bağlantılarını uygun şekilde yapınız (*Bu devreye özel olarak aynı anda iki kanal ölçümü yapılamayacağından ölçümlerinizde sadece CH1 kanalını kullanınız*).
- Devreye enerji uygulayın ve osiloskopta elde ettiğiniz sinyal şekillerini ölçekli olarak çiziniz (*Osiloskopta ölçüm yaptığınız her kanalın Volt/DIV kademelerini ve Time/DIV kademesini çiziminizin yanına not alınız*).
- Deney bağlantı şemasında gösterilen  $V_{rms}$  ve  $V_{dc}$  gerilim değerlerini avometre ile ölçün ve not ediniz (*Not:  $V_{rms}$  değerinin ölçümünde avometre kademesini AC gerilim konumuna alınız.  $V_{dc}$  değerinin ölçümü için DC gerilim kademesini kullanınız*).
- Deney sonuçlarınızı öğretim elemanına onaylatın ve deneyi sonlandırın.

### Deney Bağlantı Şeması



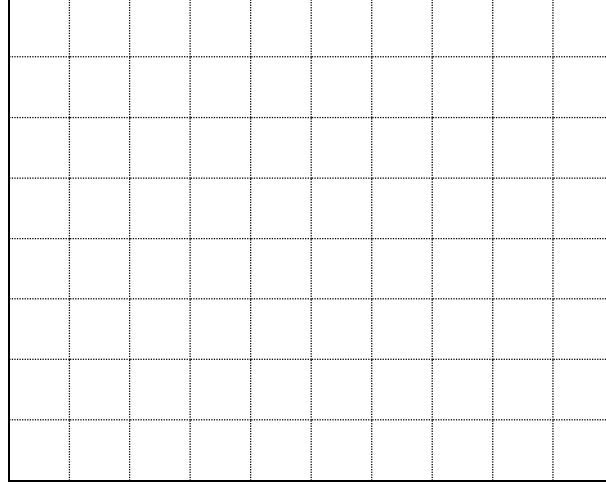
Şekil 2 Köprü tipi tam dalga doğrultmaç devresi.

### Raporda İstenenler

- Deney hakkında kısa ve anlaşılır teorik bilgi yazınız.
- Deney bağlantı şemasını rapor defterinize çiziniz.
- Rapor defterinize aşağıdakine benzer bir grafik alanı oluşturun ve sinyal şekillerini bu alana ölçekli olarak çiziniz. (Çizimlerinizi teknik resim kurallarına uygun bir biçimde yapınız)
- Onaylattığınız deney sonuçları sayfasını teslim etmek üzere raporunuza ekleyiniz.
- Ölçüm sonuçlarını kaydediniz.
- Aşağıdaki soruları rapor defterinize cevaplayınız.

## Deney Sonuçları

Transformatör çıkış gerilimi	$V_{rms} = \dots\dots\dots V$
Doğrultucu çıkış gerilimi	$V_{dc} = \dots\dots\dots V$



CH1	<i>Volt/Div</i> .....	CH2	<i>Volt/Div</i> .....	<i>Time/Div</i> .....
	<i>Prop x</i> .....		<i>Prop x</i> .....	

## Sorular

1. Doğrultmaç çıkış geriliminin değerini ( $V_{çıkış} = V_{dc}$ ) hesaplayınız. Bulduğunuz sonuç ile yaptığınız ölçüm sonucunu karşılaştırınız.
2. Köprü tip tam dalga doğrultmaç devreleri nerelerde kullanılır kısaca yazınız.
3. Orta uçlu doğrultmaç devresi ile köprü tipi doğrultmaç devresi arasında bir karşılaştırma yapınız. Sizce neden iki farklı tip devreye ihtiyaç duyulmuş olabilir açıklayınız. Her iki devrenin birbirlerine karşı avantajlarını ve dezavantajlarını araştırınız ve kısaca anlatınız.

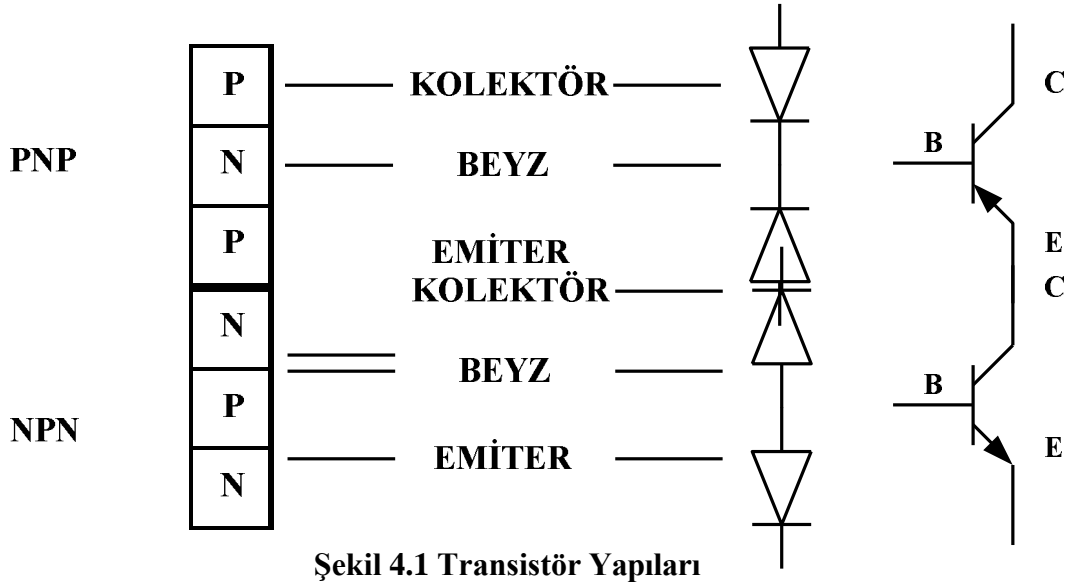
## DENEY 5- Transistör Deneyleri 1 (DC Akım Kazancının Belirlenmesi)

### BJT Yapısı

İki P tipi madde arasına N tipi madde veya iki N tipi madde arasına P tipi madde konularak elde edilen elektronik devre BJT denir. Transistörler, kullanım amacına göre 3 çeşittir

- Anahtarlama Devre Transistörler
- Osilatör Devre Transistörler
- Amplifikatör Devre Transistörler

BJT uçları emiter, beyz, kolektör olarak isimlendirilir. BJT'lerin yapısı *şekil 4.1'de* görülmektedir.



**EMİTER:** Yayan, dağıtan anlamındadır. En fazla negatif olan uçudur.

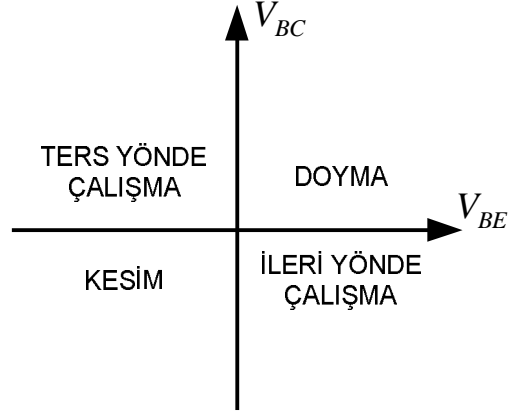
**BEYZ:** Taban anlamındadır. Bu ucun gerilim emitere göre 0.7V daha pozitifdir.

**KOLEKTÖR:** Toplayan anlamındadır. Emitöre göre daha pozitifdir.

Temel olarak bu uçların çalışmaları, beyz ucuna küçük bir beyz akımı akmaktadır. Kolektör çok daha fazla akım çekmektedir. Buna bağlı olarak beyz ve kolektör akımları emiter üzerinden dışarı akmaktadır. Bu noktadan anlaşılacağı gibi BJT akım kontrol elemanıdır.

## BJTLERİN ÇALIŞMA BÖLGELERİ

Bir NPN bipolar jonksiyonlu transistorun sahip olabileceği 4 farklı çalışma rejimine sahiptir.(*şekil 4.2*)



*Şekil 4.2 BJT Çalışma Bölgeleri Gösterimi*

**AKTİF BÖLGE:** NPN bir transistorun kolektörü pozitif, emitörü kolektöre göre negatif ve beyzi emitöre göre pozitif olduğu zaman aktif bölgede çalışır. Aktif bölgede kolektör akımı  $I_C$ , kolektör geriliminden bağımsızdır. Kolektör voltajı  $V_{CC}$  değiştirilirse  $I_C$  akımı değişmez.  $I_C$  akımı  $I_B$  akımına bağlı olarak değişir. ( $I_C = h_{FE} I_B$ )  $V_{CE}$  voltajı  $V_{CC}$  voltajının yarısı civarında ya da  $V_{CC}$  den küçük, 1-2 volttan büyüktür. Kuvvetlendirici olarak kullanıldığı uygulamalarda transistor bu şekilde kutuplanır.

**DOYUM (Saturation) BÖLGESİ:** Emitör ve kolektör voltajları birbirine çok yaklaştığında transistor doyum bölgesine geçer. (Burada bazen CB arası düz bayasta olabilir) Doyum bölgesinde  $I_C$  akımı artık en büyük değere ulaşmıştır.  $I_B$  tarafından kontrol edilemez hale gelir.  $V_{CE}$  voltajı çok küçüldür. Transistor hızla ısınarak bozulabilir. Bu nedenle transistorlar özellikle doyum bölgesinde uzun süre çalıştırılmamalıdır.

**KESİM (Cut-Off) BÖLGESİ:** Beyz ve emitör arası ters biaslandığı zaman yada beyz ve emitör arası voltaj transistorun  $V_{BE}$  açma voltajına eşit yada küçük olduğu zaman transistor artık kesim bölgesindedir. Bu durumda  $V_{CC}$  voltajı ne olursa olsun  $I_C$  akımı akmaz.  $V_{CE}$  voltajı  $V_{CC}$  voltajına eşit olur. Kesim bölgesindeki transistorun çeşitli elektronik devrelerde

uygulaması vardır.

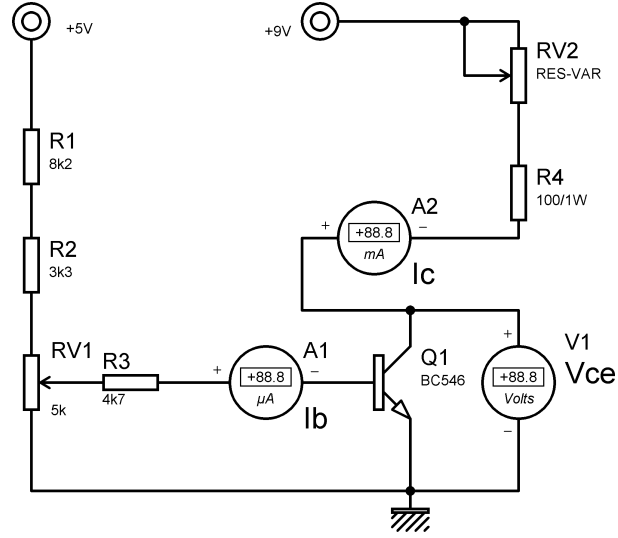
**Amaç:** Transistörün çalışma prensibinin incelenmesi, DC akım kazancının deney yoluyla bulunmasının öğrenilmesi.

### Deneyin Yapılışı

- Şekildeki devreyi uygun elemanlarla kurunuz.
- Devrede gösterilen mikro ampermetre için deney seti üzerindeki analog mikro ampermetreyi, yine benzer şekilde voltmetre olarak deney seti üzerindeki analog voltmetreyi son olarak mili ampermetre olarak da avometrenin mili ampermetre kademesini kullanınız.
- Devrede belirtilen +9 voltluk gerilim kaynağını, deney seti üzerindeki ayarlı pozitif gerilim kaynağından ve 5 voltluk gerilim kaynağını da yine deney seti üzerindeki sabit +5 volt çıkışından alınız.
  - a) *Beyz akımı* :  $I_B$  - yaklaşık olarak 5 ila 10  $\mu A$ .
  - b) *Kollektör akımı* :  $I_C$  - yaklaşık olarak 1 ila 4 mA
  - c) *Kollektör gerilimi* :  $V_{CE}$  - yaklaşık olarak 6 ila 8 V
- $R_{V1}$  direncini değiştirerek aşağıdaki durumları gözlemleyiniz.
  - a) *Beyz akımındaki ( $I_B$ ) bir artış, kollektör akımında ( $I_C$ ) artışa ve kollektör geriliminde ( $V_{CE}$ ) azalmaya neden olur.*
  - b) *Beyz akımındaki ( $I_B$ ) bir azalış, kollektör akımında ( $I_C$ ) azalışa ve kollektör geriliminde ( $V_{CE}$ ) artışa neden olur.*
- Beyz akımını  $R_{V1}$  direncini değiştirerek 30 $\mu A$  değerine ayarlayınız.
- Kollektör voltajını  $R_{V2}$  direncini değiştirerek 6 V değerine ayarlayınız.
- Kollektör akımını ölçün ve not alın.
- Beyz akımını  $R_{V1}$  direncini değiştirerek 40 $\mu A$  değerine ayarlayınız.
- Kollektör voltajını  $R_{V2}$  direncini değiştirerek 6 V değerine ayarlayınız.
- Kollektör akımını ölçün ve not alın.
- Deney sonuçlarınızı öğretim elemanına onaylatın ve deneyi sonlandırın.



## Deney Bağlantı Şeması



Şekil 3 DC akım kazancı devresi bağlantı şeması.

## Raporda İstenenler

- Deney hakkında kısa ve anlaşılır teorik bilgi yazınız.
- Deney bağlantı şemasını rapor defterinize çiziniz.
- Onaylattığınız deney sonuçları sayfasını teslim etmek üzere raporunuza ekleyiniz.
- Ölçüm sonuçlarınızı kaydediniz.
- Aşağıdaki soruları rapor defterinize cevaplayınız.

## Deney Sonuçları

$I_b$	$V_{ce}$	$I_c$
$30\mu A$	6V	.....
$40\mu A$	6	.....

## Sorular

1. Bipolar transistörlerin çalışma bölgeleri hakkında bilgi verin.
2. NPN veya PNP bir transistörün ayak bağlantıları bilinmiyorsa, bu ayaklar avometre ile nasıl bulunur anlatınız ve benzer şekilde sağlamlık kontrolü nasıl yapılır anlatınız.
3. Devrede bulduğunuz DC akım kazancı ( $\beta$ ) için devrenin analizini yapınız.
4. Kullandığımız transistörün üretici veri sayfasını temin ederek temel karakteristik değerlerini yazınız (Çalışma gerilim-akım değerleri, gerilim-akım kazancı gibi değerler).

## **DENEY 6- Transistör Deneyleri 2 (DC Çalışma Noktasının Tespiti ve Yükselteç Devresi Tasarımı)**

**Amaç:** Transistörlerde, yükselteç çalışma prensibinin incelenmesi, DC çalışma noktasının bulunması, yükselteç tasarımında bilinmesi gerekli bilgilerin öğrenilmesi.

### **Deneyin Yapılışı**

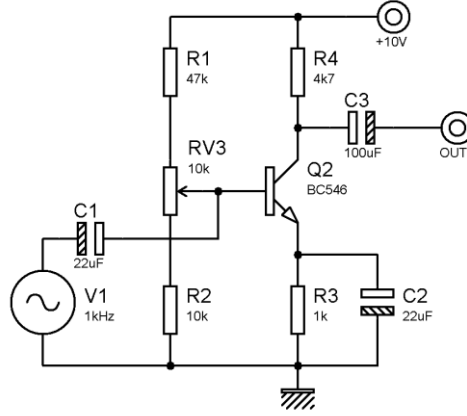
- Şekildeki devreyi uygun elemanlarla kurunuz.
- Devrenizin besleme gerilimi bağlantılarını yapmadan önce deney setindeki pozitif ayarlı gerilim kaynağı çıkışını 10V'a ayarlayın ve güç anahtarını kapatın.
- Daha sonra devrenize besleme gerilimi bağlantılarını yapın ve güç anahtarını açınız.
- Transistörün beyz ucu ve ground arasındaki DC gerilimi ( $V_{BG}$ ) ölçünüz. (Ölçtüğünüz DC gerilim değeri yaklaşık olarak 1.6V civarında olmalıdır. Farklı bir değer ölçüyorsanız beyz devresindeki potansiyometre ile 1.6V değerine ayarlayınız)
- Transistörün emiter ucu ve ground arasındaki DC gerilimi ( $V_{EG}$ ) ölçünüz. (Ölçtüğünüz gerilim yaklaşık olarak 1 volt olmalıdır, bu nedenle beyz-emiter gerilimi yaklaşık olarak 0.6V olur.  $\{1.6 - 1.0 = 0.6V\}$ )
- Sinyal jeneratörünün çıkış ucunu osiloskoba bağlayın ve frekansı 1 kHz olan sinüs biçimli bir sinyal elde ediniz. Genlik ayarını minimum seviyeye getirin ve devredeki giriş ucuna bağlayınız.
- Osiloskop kanallarını devrenin giriş ve çıkış uçlarına uygun biçimde bağlayınız. Giriş için kullandığınız kanalın ölçme kademesini 5 mV/DIV konumuna ve diğer kanalı da 0.2 V/DIV konumuna alınız.
- Sinyal jeneratörünün genlik ayarını yavaşça artırınız. Bu arada çıkış sinyalini gözlemleyin. Çıkış sinyali, giriş sinyalinin belirli bir değerinden sonra artık sinüs formundan uzaklaşacaktır. Gözlemlediğiniz bu noktaya kadar iki farklı çalışma durumu için giriş ve çıkış sinyallerinin dalga şekillerini çizin, seviyelerini ölçün ve gerilim kazançlarını hesaplayınız.

$$\text{Gerilimkazanç} = \frac{V_{\text{çıkış}}}{V_{\text{giriş}}}$$

(Yaptığımız hesaplamalarda gerilim kazancı 100 değerinin üzerinde olmalıdır)

- Deney sonuçlarınızı öğretim elemanına onaylatın ve deneyi sonlandırın.

## Deney Bağlantı Şeması

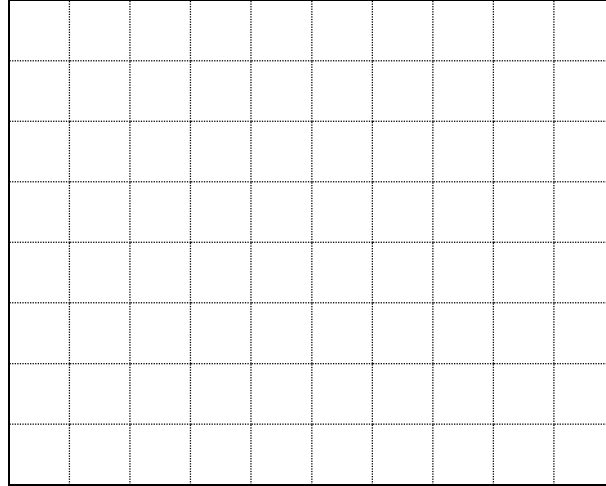


Şekil 1 AC akım kazancı devresi bağlantı şeması

### Raporda İstenenler

- Deney hakkında kısa ve anlaşılır teorik bilgi yazınız.
- Deney bağlantı şemasını rapor defterinize çiziniz.
- Rapor defterinize aşağıdakine benzer bir grafik alanı oluşturun ve sinyal şekillerini bu alana ölçekli olarak çiziniz. (Çizimlerinizi teknik resim kurallarına uygun bir biçimde yapınız)
- Onaylattığınız deney sonuçları sayfasını teslim etmek üzere raporunuza ekleyiniz.
- Ölçüm sonuçlarınızı kaydediniz.
- Aşağıdaki soruları rapor defterinize cevaplayınız.

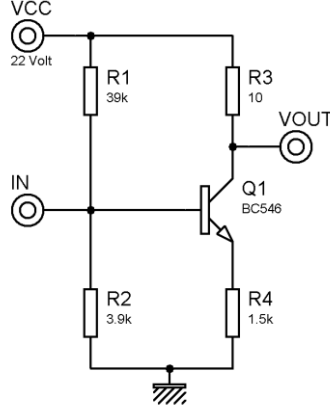
### Deney Sonuçları



CH1	<i>Volt/Div</i> .....	CH2	<i>Volt/Div</i> .....	<i>Time/Div</i> .....
	<i>Prop x</i> .....		<i>Prop x</i> .....	

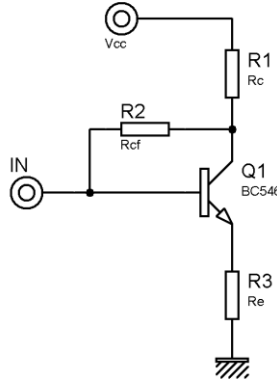
## Sorular

1. Deney bağlantı şemasında kullanılan kondansatörlerin görevleri hakkında bilgi veriniz.
2. Yükselteç devresinin lineer çalışabilmesi için dikkat edilmesi gereken en önemli şey nedir. Lineer çalışmayan bir yükselteçte ne gibi sorunlar ortaya çıkar.
3. Aşağıdaki devrenin analizini,  $\beta$  (beta) dan bağımsız ön gerilimleme yöntemi ile yapınız. (Bütün gerilim ve akım değerleri bulunacak)



Şekil 2. Öngerilimleme devresi.

4. Aşağıdaki devrenin analizini, geri beslemeli DC ön gerilimleme yöntemi ile yapınız. (Devre  $\beta = \beta$  şeklinde parametrik olarak çözülecek)



Şekil 3. Geri beslemeli öngerilimleme devresi.

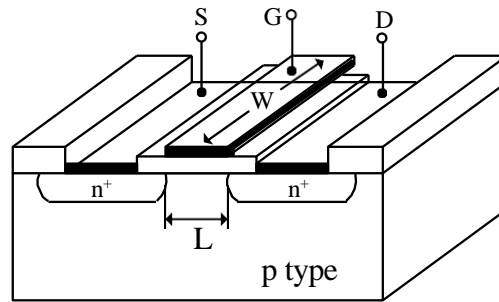
## DENEY 7- MOSFET'li Kuvvetlendiriciler

MOSFET'ler statik elektrikten olumsuz etkilendiklerinden bacaklarına dokunmayınız.

### I. Ön Bilgi

Alan etkili tranzistörler (Field - effect transistor, FET) genel olarak metal oksit yarıiletken alan etkili tranzistörler (MOSFET) ve jonksiyonlu FET olmak üzere iki ana gruba ayrılırlar. Jonksiyonlu FET'ler de pn jonksiyonlu FET (JFET) ve metal yarıiletken alan etkili tranzistör (MESFET) olmak üzere iki gruba ayrılırlar. MOSFET'lerde NMOS ve PMOS'lar beraber kullanılarak (CMOS) çok küçük alanlara daha fazla tranzistör sığdırıldığından özellikle sayısal devrelerde MOSFET'ler kullanılır.

Şekil 5.1'de N kanallı MOSFET'in yapısı gösterilmiştir. MOSFET'e herhangi bir gerilim uygulanmadığında kaynak ve akaç terminalleri arasında p tipi bölge vardır. Bu durumda teorikte akım sıfırdır. Eğer kapıya yeterince gerilim uygulanırsa ( $V_{GS} > V_{TN}$ ) (taban ve kaynak toprağa bağlı) oluşan alan ile p tipi bölgedeki elektronlar kaynak ile akaç arasındaki kanalda birikirler. Burada  $V_T$  gerilimi MOSFET'in eşik gerilimidir (iletme geçmesi için kapı ucuna uygulanması gereken minimum gerilim). Böylece kaynak ve akaç bölgeleri n tipi kanal ile birbirlerine bağlanırlar ve kaynak ile akaç arasında bir gerilim uygulandığında kaynatan akaca doğru bir akım akar. Burada akım taşıyıcılar elektronlar olduğundan bu tip MOSFET n kanallı MOSFET veya kısaca NMOS olarak adlandırılır. NMOS'da akaç - kaynak geriliminin uygulanması ile elektronlar kaynaktan akaca doğru akarlar. Akan akımın değeri, kanaldaki taşıyıcı yoğunluğuna dolayısıyla da kapı gerilimine bağlıdır. Kapı bölgesi kaynak ve akaç arasındaki kanaldan oksit tabakası ile ayrıldığından teorik olarak kapıdan akım akmaz. Benzer şekilde kanal ile taban da birbirinden fakirleşmiş bölge ile ayrıldığından tabana doğru da bir akım akmaz.



Şekil 5.1. n kanallı MOSFET'in yapısı.

Eğer  $V_{GS}$  değeri NMOS'un eşik geriliminden küçük ise NMOS tıkamadadır ve akaçtan kaynağa bir akım akmaz ( $I_D=0$ ).

Eğer  $V_{GS}$  gerilimi artırılır ve eşik gerilimini geçerse ( $V_{GS} > V_{TN}$ ) MOSFET iletme

geçer ve akaçtan bir akım akar.  $V_{GS}$  gerilimi eşik gerilimine yakın değerlerinde kanalda toplanan elektron sayısı çok fazla olmadığından kanalın direnci hala yüksek olduğundan akaç akımı çok yüksek değildir ve  $V_{DS} > V_{GS} - V_{TN}$  olduğundan MOSFET doyumdadır. Bu durumda akaç akımı,

$$I_D(SAT) = \frac{k_N}{2} (V_{GS} - V_{TN})^2 (1 + \lambda V_{DS}) \quad (5.1)$$

olur.  $k_N$  n kanallı MOSFET'in iletkenlik parametresi olup değer,

$$k_n = \mu_n C'_{ox} \frac{W}{L} \quad (5.2)$$

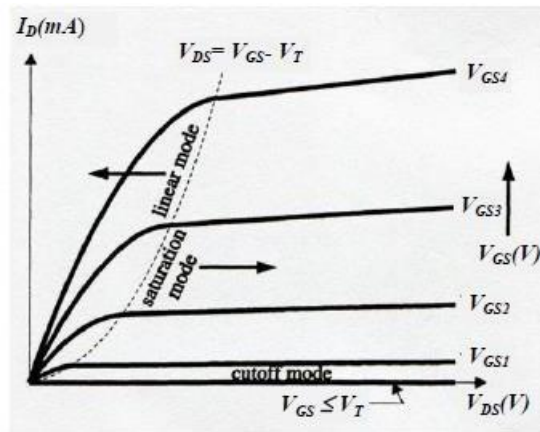
şeklindedir. Burada  $\mu_n$ ; elektronların hareket yeteneği,  $C_{ox}$ ; kapı bölgesindeki dielektriğin birim alanındaki kapasite ( $F/m^2$ ),  $W$ ; kanalın genişliği (m) ve  $L$ ; kanalı boyudur (m). İletkenlikparametresinin birimi  $A/V^2$ 'dir.  $\lambda$  ise kanal boyu modülasyon parametresi olup değeri oldukça küçüktür ve genellikle sıfır alınır. Bu durumda doyum bölgesinde akaç akımı sadece  $V_{GS}$  değerine bağlı olur.

Eğer  $V_{GS}$  gerilimi daha artırılırsa  $V_{DS} < V_{GS} - V_{TN}$  olur ve MOSFET lineer bölgeye geçer.

Bu durumda akaç akımı,

$$I_D(LIN) = \frac{k_n}{2} [2(V_{GS} - V_{TN})V_{DS} - V_{DS}^2] \quad (5.3)$$

olur. Şekil 5.2'de n kanallı MOSFET'in akım gerilim karakteristiği gösterilmiştir.



Şekil 5.2. n kanallı MOSFET'in akım gerilim karakteristiği

Aşağıda deneyde kullanılan 2N7000 MOSFET'in genel görüntüsü gösterilmiştir.



### Ön hazırlık

1. Şekil 5.3'de gösterilen n kanallı ortak kaynaklı devrede sükunet halinde (giriş işareti yok iken)  $IDQ = 50mA$  ve MOSFET'in doyum bölgesinin tam ortasında kutuplanması için devredeki dirençlerin değeri ne olmalıdır? Hesaplayınız. Devredeki MOSFET için  $V_{TN} = 1,5V$ ,  $kN = 100mA/V^2$ 'dir.

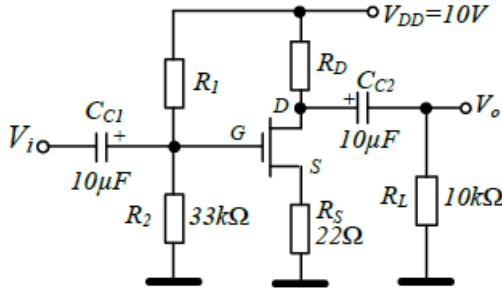
2. Şekil 5.3'de gösterilen n kanallı ortak kaynaklı devrenin küçük işaret gerilim kazancını hesaplayınız.



## Deneyin Yapılışı

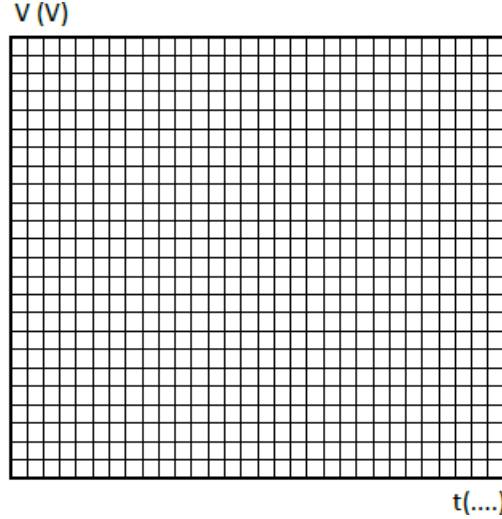
Şekil 5.3’de gösterilen n kanallı MOSFET’li ortak kaynaklı kuvvetlendirici devresini kurunuz.

$R_1$  ve  $R_D$  dirençlerinin değerini ön hazırlıkta bulduğunuz değerleri alınız. Devrenin girişine tepeden tepeye değeri  $100mV$  olan  $10kHz$ ’lik sinüzoidal işaret uygulayınız. Devrenin Giriş ve çıkış işaretlerini ölçekli olarak aşağıya çiziniz. Devrenin gerilim kazancını hesaplayınız ve aşağıya yazınız.



Şekil 5.3. n kanallı MOSFET’li ortak kaynaklı kuvvetlendirici.

$$\frac{V_0}{V_i} = \dots$$

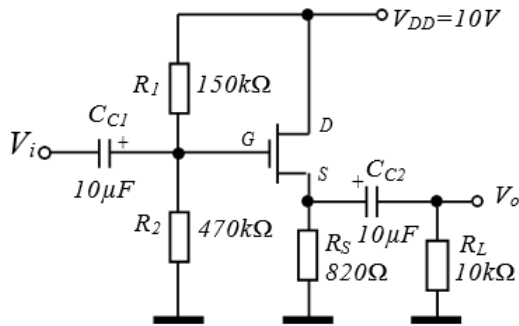


1. Daha sonra MOSFET’in kaynak ucu ile toprak arasına  $100\mu F$ ’lık kondansatör bağlayınız ve devrenin kazancını tekrar hesaplayınız.

$$\frac{V_0}{V_i} = \dots$$

$V_i$

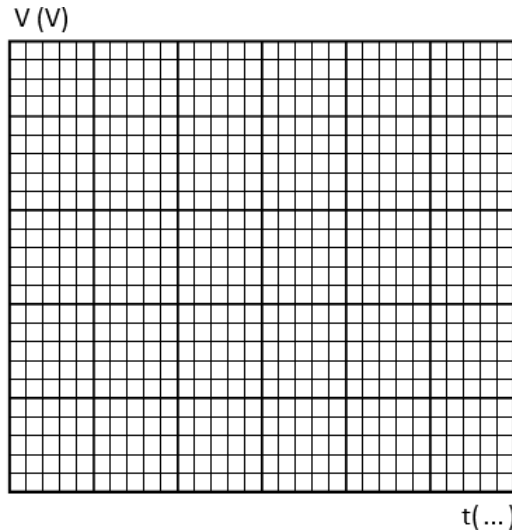
2. Şekil 5.4’de gösterilen ortak kaynaklı devreyi kurunuz. Devrenin girişine tepeden tepeye değeri  $100mV$  olan  $10kHz$ ’lik sinüzoidal işaret uygulayınız. Devrenin Giriş ve çıkış işaretlerini ölçekli olarak aşağıya çiziniz. Devrenin gerilim kazancını hesaplayınız ve aşağıya yazınız.



Şekil 5.4. n kanallı MOSFET’li ortak akaçlı kuvvetlendirici.

$$\frac{V_0}{V_i} = \dots$$

$V_i$

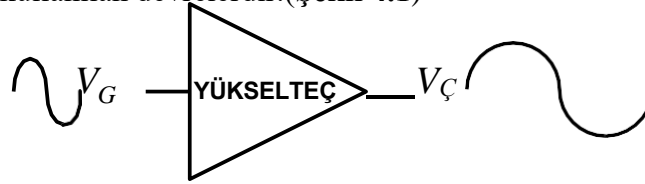


## Raporda istenenler

1. Ortak kaynaklı devrede kaynak direncinin köprülenmesi devrenin kazancını nasıl etkiledi?Nedenini açıklayınız.
2. MOSFET'li kuvvetlendiriciler ile daha önce deneyi yapılan BJT'li kuvvetlendiricilerkarşılaştırıldığında aralarında ne gibi farklar vardır? Nedenleri ile birlikte kısaca açıklayınız.

## DENEY 8- Op-Amp Deneyleri 1 (Eviren Tip Yükselteç Devresi)

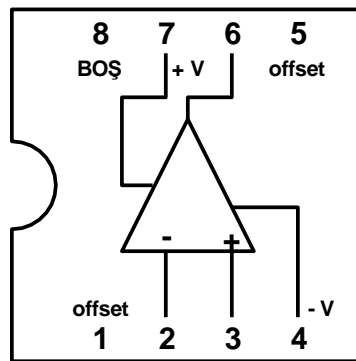
İnsan vücudundan alınan biyoelektrik sinyaller ya da cep telefonumuza ulaşan veya radyomuzun algıladığı elektromanyetik dalgalar son derece zayıf elektriksel işaretlerdir. Elektronik sistemlerde bizler bu işaretleri işlerken yükseltilmiş olmasını isteriz. Bu yüzden elektriksel sinyallerin istenilen derecede kuvvetlendirilmesi için yükselteç (amplifikatör) devrelerine ihtiyaç duyarız. Yükselteçler akım ya da gerilim, dolayısıyla güç kazancı sağlamak amacıyla kullanılan devrelerdir.(Şekil 4.1)



Şekil 4.1 Temel Yükselteç Gösterimi

### İŞLEMSEL YÜKSELTEÇLERİN ÖZELLİKLERİ

İşlemsel yükselteçlerin temel özellikleri arasında, son derece yüksek gerilim kazancı, yüksek giriş direnci ve düşük çıkış direnci sayılabilir. İç devre yapısı tek bir yonga üzerine 1 ile 4 adet işlemsel yükselteç oluşturabilmek için, son derece küçük transistor ve devre elemanlarından oluşur. Bu devreler sadece BJT (bipolar junction transistor), JFET (junction field effect transistor ) ya da MOSFET (metal oxide semiconductor FET) kullanılarak yapılabilir. Günümüzde yüksek giriş dirençleri nedeniyle JFET işlemsel yükselteçler yaygın olarak kullanılmaktadır. Piyasada en çok bulunan LM741 işlemsel yükselteçidir. Biz de deneylerde bu opamp elemanını kullanacağız.



Şekil 4.2 LM 741 İç yapısı ve ayak bağlantıları

### İdeal İşlemsel Yükseltecin Özellikleri

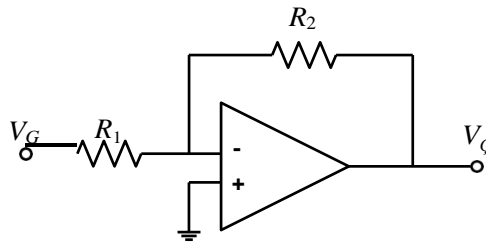
- Açık çevrim (geri beslemesiz) kazancı sonsuzdur. ( $K = \infty$ )

- Bant genişliği sonsuzdur.
- Gürültüsü yoktur.
- Hem iki giriş arası hem de her girişle toprak arası direnç sonsuzdur.
- Çıkış direnci sıfırdır.
- Gerilim kaldırma kapasitesi sonsuzdur. Yani her gerilimde çalışırlar.
- Sıcaklıkla değişim göstermezler.

Ama pratikte kullandığımız işlemsel yükselteçler yukarıdaki özellikleri birebir yansıtmazlar.

#### EVİREN İŞLEMSEL YÜKSELTEÇ

Girişi uygulanan bir sinyali  $180^\circ$  faz çevirerek çıkışına yükseltilmiş olarak aktarmasıdır.



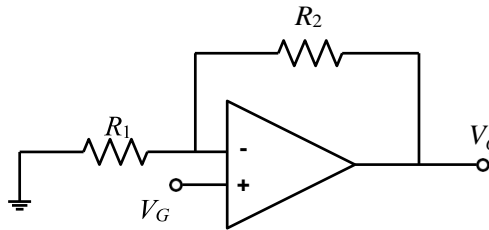
Şekil 4.4 Eviren İşlemsel Yükselteç

Bu devrenin gerilim kazancı  $\frac{V_C}{V_G} = -\frac{R_2}{R_1}$  olmaktadır. Sonuç olarak ; gerilim kazancı direnç değerlerine bağlı

olduğu için istenilen bir değer seçilebilir.

#### EVİRMEYEN İŞLEMSEL YÜKSELTEÇ

Giriş sinyali , işlemsel yükseltecin evirmeyen (+) girişine uygulanmıştır. Dolayısıyla çıkış sinyali ile giriş sinyali arasında faz farkı bulunmaz.



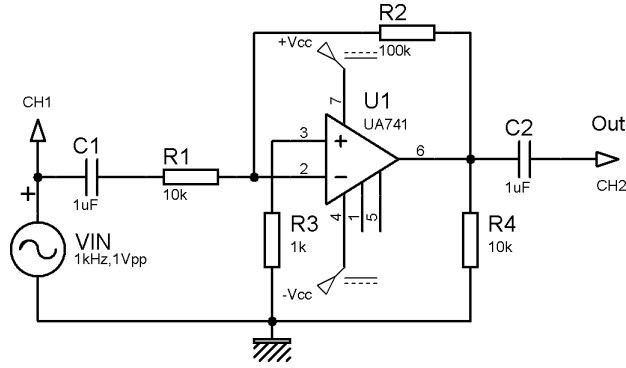
Şekil 4.5 Evirmeyen İşlemsel Yükselteç

**Amaç:** Eviren tip yükselteç devresi çalışmasının incelenmesi ve Op-Ampli yükselteç tasarımıda gerekli bilgilerin öğrenilmesi.

## Deneyin Yapılışı

- Şekil 4.6’de verilen bağlantı şemasındaki devreyi kurunuz. Devrede gösterilen noktalara Osiloskop kanallarını uygun biçimde bağlayınız.
- Sinyal jeneratörünü istenilen frekansa ayarlayın ve devreye uygulayın.
- Giriş sinyalinin genliğini değiştirerek çıkış sinyalini gözlemleyin dalga şeklini grafik alanına çiziniz.

## Deney Bağlantı Şeması

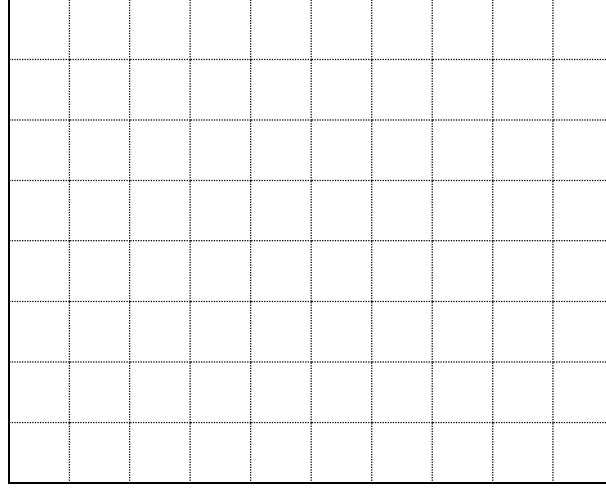


Şekil 4.6 Eviren tip yükselteç devresi (AC çalışma durumu).

## Raporda İstenenler

- Deney hakkında kısa ve anlaşılır teorik bilgi yazınız.
- Deney bağlantı şemasını rapor defterinize çiziniz.
- Rapor defterinize aşağıdakine benzer bir grafik alanı oluşturun ve sinyal şekillerini bu alana ölçekli olarak çiziniz. (Çizimlerinizi teknik resim kurallarına uygun bir biçimde yapınız)
- Onaylattığınız deney sonuçları sayfasını teslim etmek üzere raporunuza ekleyiniz.
- Ölçüm sonuçlarınızı kaydediniz.
- Aşağıdaki soruları rapor defterinize cevaplayınız.

## Deney Sonuçları



CH1	<i>Volt/Div</i> .....	CH2	<i>Volt/Div</i> .....	<i>Time/Div</i> .....
	<i>Prop x</i> .....		<i>Prop x</i> .....	

### Sorular

1. Eviren tip Op-Amp deney şemasında verilen devrede çıkış gerilimi  $V_{out} = K \cdot V_{in}$  şeklinde ifade edilir. Burada K kazanç değerini belirleyen nedir araştırınız. Bulduğunuz kazanca göre çıkış geriliminin değerini hesaplayınız ve yaptığınız ölçümlerle karşılaştırınız.
2. 741 Op-Amp devresine ait bir veri sayfası elde edin ve inceleyip gerekli parametreleri raporunuza ekleyin.

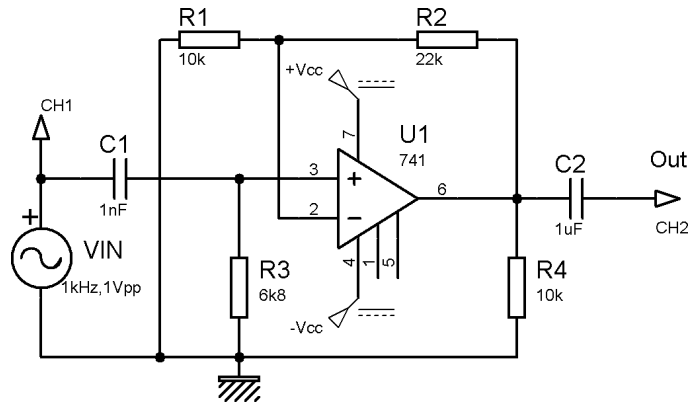
## DENEY 9- Op-Amp Deneyleri 2 (Evirmeyen Tip Yükselteç Devresi)

**Amaç:** Evirmeyen tip yükselteç devresi çalışmasının incelenmesi ve Op-Amplı yükselteç tasarımıda gerekli bilgilerin öğrenilmesi.

### Deneyin Yapılışı

- Şekil 4.7’de verilen bağlantı şemasındaki devreyi kurunuz. Devrede gösterilen noktalara Osiloskop kanallarını uygun biçimde bağlayınız.
- Sinyal jeneratörünü istenilen frekansa ayarlayın ve devreye uygulayın.
- Giriş sinyalinin genliğini değiştirerek çıkış sinyalini gözlemleyin dalga şeklini grafik alanına çiziniz.

### Deney Bağlantı Şeması

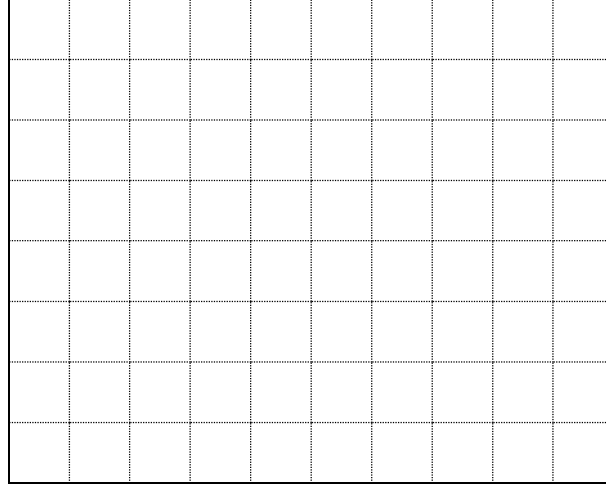


Şekil 4.4 Evirmeyen tip yükselteç devresi (AC çalışma durumu).

### Raporda İstenenler

- Deney hakkında kısa ve anlaşılır teorik bilgi yazınız.
- Deney bağlantı şemasını rapor defterinize çiziniz.
- Rapor defterinize aşağıdakine benzer bir grafik alanı oluşturun ve sinyal şekillerini bu alana ölçekli olarak çiziniz. (Çizimlerinizi teknik resim kurallarına uygun bir biçimde yapınız)
- Onaylattığınız deney sonuçları sayfasını teslim etmek üzere raporunuza ekleyiniz.
- Ölçüm sonuçlarınızı kaydediniz.
- Aşağıdaki soruları rapor defterinize cevaplayınız.

## Deney Sonuçları



CH1	<i>Volt/Div</i> .....	CH2	<i>Volt/Div</i> .....	<i>Time/Div</i> .....
	<i>Prop x</i> .....		<i>Prop x</i> .....	

## Sorular

1. Uyguladığınız devre için  $V_{out} = K \cdot V_{in}$  şeklinde verildiğine göre K kazanç değerini belirleyip çıkış geriliminin değerini hesaplayınız ve yaptığınız ölçümlerle karşılaştırınız.



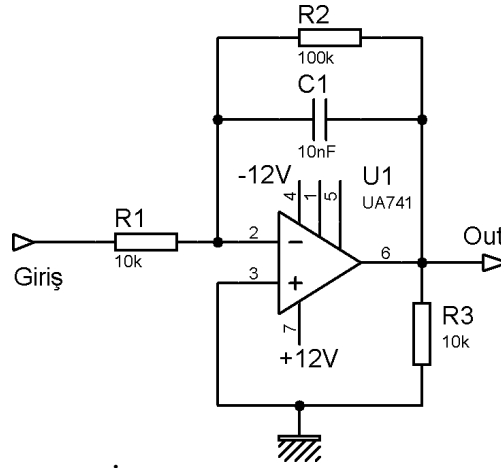
## DENEY 10- Op-Amp Deneyleri 3 (İntegral Alıcı Devre)

**Amaç:** İntegral fonksiyonunu gerçekleştiren yükselteç devresinin çalışmasını incelemek.

### Deneyin Yapılışı

- Şekil 21’de verilen bağlantı şemasındaki devreyi kurunuz.
- Girişe sırası ile kare, üçgen ve sinüs biçimli sinyal uygulayın.
- Uyguladığınız her bir sinyal için giriş ve çıkış sinyallerinin dalga şekillerini çiziniz.
- Deney sonuçlarınızı öğretim elemanına onaylatın ve deneyi sonlandırın.

### Deney Bağlantı Şeması



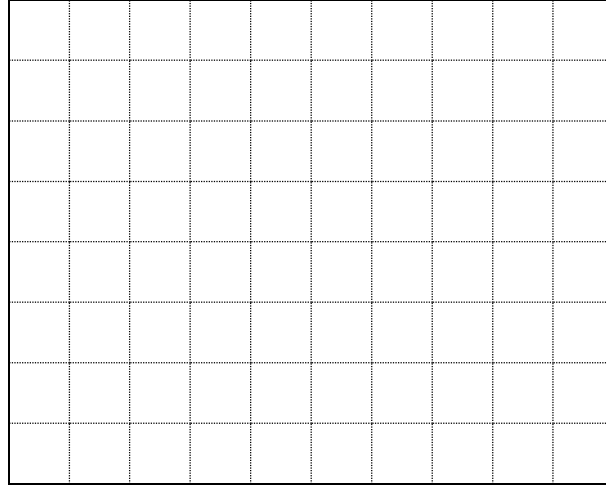
Şekil 4.5. İntegral alıcı devre bağlantı şeması.

### Raporda İstenenler

- Deney hakkında kısa ve anlaşılır teorik bilgi yazınız.
- Deney bağlantı şemasını rapor defterinize çiziniz.
- Rapor defterinize aşağıdakine benzer bir grafik alanı oluşturun ve sinyal şekillerini bu alana ölçekli olarak çiziniz. (Çizimlerinizi teknik resim kurallarına uygun bir biçimde yapınız)
- Onaylattığınız deney sonuçları sayfasını teslim etmek üzere raporunuza ekleyiniz.
- Ölçüm sonuçlarınızı kaydediniz.
- Aşağıdaki soruları rapor defterinize cevaplayınız.

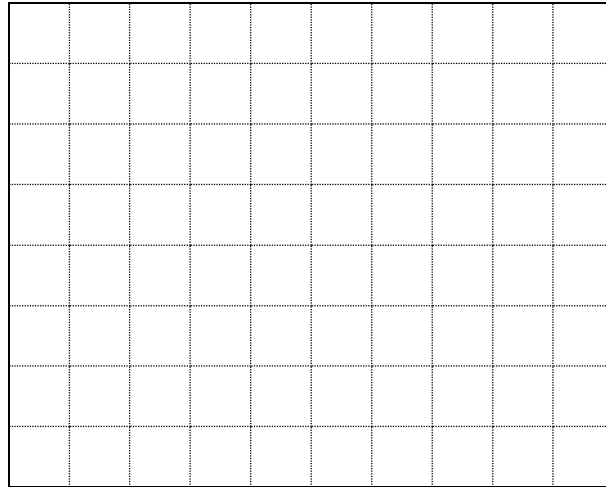
## Deney Sonuçları

Kare dalga giriş için



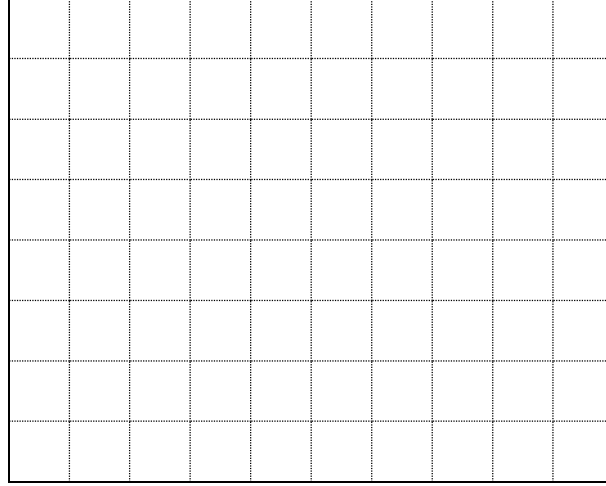
CH1	<i>Volt/Div</i> .....	CH2	<i>Volt/Div</i> .....	<i>Time/Div</i> .....
	<i>Prop x</i> .....		<i>Prop x</i> .....	

Üçgen dalga giriş için



CH1	<i>Volt/Div</i> .....	CH2	<i>Volt/Div</i> .....	<i>Time/Div</i> .....
	<i>Prop x</i> .....		<i>Prop x</i> .....	

Sinüs dalga giriş için



CH1	<i>Volt/Div</i> .....	CH2	<i>Volt/Div</i> .....	<i>Time/Div</i> .....
	<i>Prop x</i> .....		<i>Prop x</i> .....	

### Sorular

1. İntegral alıcı devre kullanım alanlarını araştırıp bilgi verin.
2. Devrenin giriş çıkış fonksiyonunu devre analizi bilgilerinizden yararlanarak bulunuz.

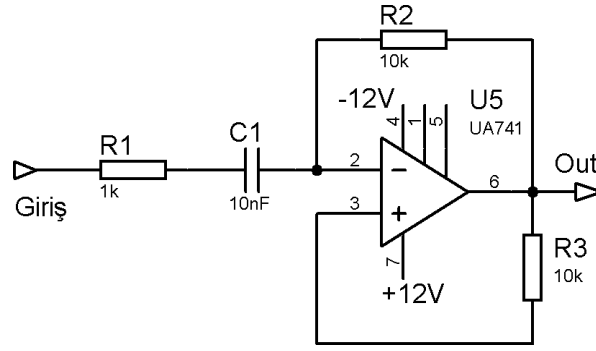
## DENEY 11- Op-Amp Deneyleri 4 (Türev Alıcı Devre)

**Amaç:** İntegral fonksiyonunu gerçekleştiren yükselteç devresinin çalışmasını incelemek.

### Deneyin Yapılışı

- Şekil 22’de verilen bağlantı şemasındaki devreyi kurunuz.
- Girişe sırası ile kare üçgen ve sinüs biçimli sinyal uygulayın.
- Uyguladığınız her bir sinyal için giriş ve çıkış sinyallerinin dalga şekillerini çiziniz.
- Deney sonuçlarınızı öğretim elemanına onaylatın ve deneyi sonlandırın.

### Deney Bağlantı Şeması



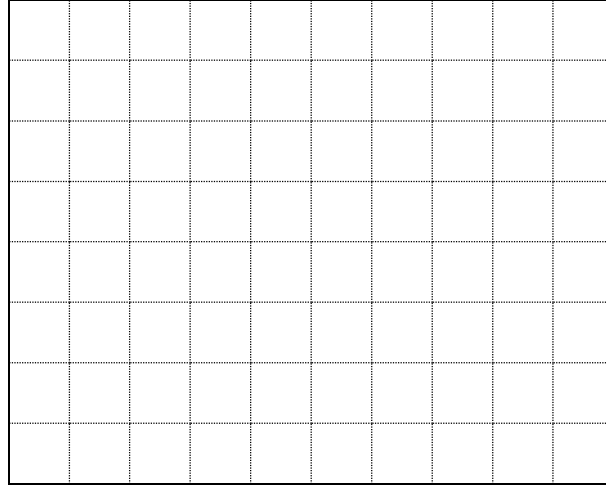
Şekil 6. Türev alıcı devre bağlantı şeması.

### Raporda İstenenler

- Deney hakkında kısa ve anlaşılır teorik bilgi yazınız.
- Deney bağlantı şemasını rapor defterinize çiziniz.
- Rapor defterinize aşağıdakine benzer bir grafik alanı oluşturun ve sinyal şekillerini bu alana ölçekli olarak çiziniz. (Çizimlerinizi teknik resim kurallarına uygun bir biçimde yapınız)
- Onaylattığınız deney sonuçları sayfasını teslim etmek üzere raporunuza ekleyiniz.
- Ölçüm sonuçlarını kaydediniz.
- Aşağıdaki soruları rapor defterinize cevaplayınız.

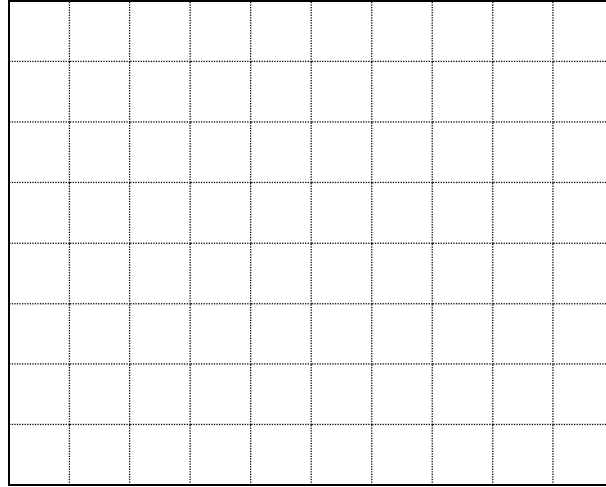
## Deney Sonuçları

Kare dalga giriş için



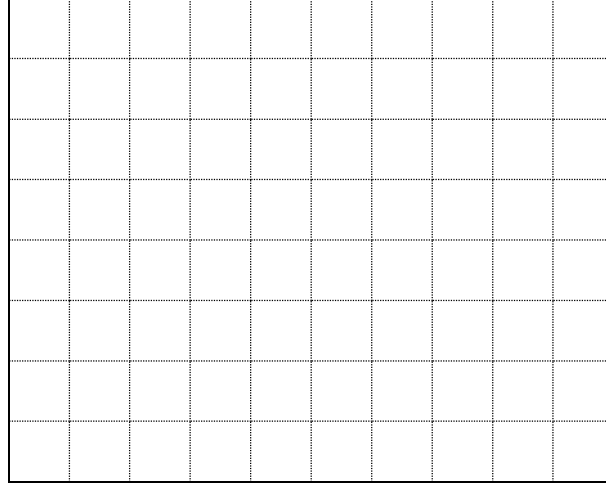
CH1	<i>Volt/Div</i> .....	CH2	<i>Volt/Div</i> .....	<i>Time/Div</i> .....
	<i>Prop x</i> .....		<i>Prop x</i> .....	

Üçgen dalga giriş için



CH1	<i>Volt/Div</i> .....	CH2	<i>Volt/Div</i> .....	<i>Time/Div</i> .....
	<i>Prop x</i> .....		<i>Prop x</i> .....	

Sinüs dalga giriş için



CH1	<i>Volt/Div</i> .....	CH2	<i>Volt/Div</i> .....	<i>Time/Div</i> .....
	<i>Prop x</i> .....		<i>Prop x</i> .....	

### Sorular

1. Türev alıcı devrenin kullanım alanlarını araştırıp bilgi verin.
2. Devrenin giriş çıkış fonksiyonunu devre analizi bilgilerinizden yararlanarak bulunuz.