

**NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**ELEKTRONİK-1
LABORATUVARI
DENEY FÖYÜ**

LABORATUVARDA UYULMASI GEREKEN KURALLAR

- Laboratuvara kesinlikle YİYECEK VE İÇECEK getirilmemelidir.
- Laboratuvara öğretim elemanı gelmeden kesinlikle girilmemelidir.
- Laboratuvara ait cihazlar, öğretim elemanının izni olmadan kesinlikle kullanılmamalıdır.
- Laboratuvar sorumlusu araştırma görevlilerinin bilgi ve denetimleri dışında herhangi bir nedenle hasar verdiğiniz tüm araç gerecin onarım ya da yerine konma bedeli tarafınızdan karşılanacaktır.
- Deneysel boyunca etrafı rahatsız edecek şekilde yüksek sesle konuşmak, şakalaşmak, başka grupların çalışmalarını engellemek, izin almadan laboratuvarı terk etmek, malzeme değiştirmek ve laboratuvarda dolaşmak kesinlikle yasaktır.
- Deneysel esnasında birbirinize soru sormanız veya yardım etmeye çalışmanız laboratuvar düzenini bozmanın yansıması sizlerin de zaman kaybetmesine neden oluyor. Birbirinize soru sormak yerine lütfen asistan hocalarınıza soru sorun.
Soru sormadan önce aşağıdaki adımları takip edin. Örneğin;
 1. Devrenizde bir temassızlık veya kopukluk var mı?
 2. Tüm fişler takılı mı? İlgili cihazın kalibrasyonu yapılmış mı?
 3. Ölçüm yapamıyorsanız multimetrenizin problemleri doğru yerde mi?
 4. Devrenizi kurarken doğru devre elemanlarını kullandınız mı?
- Ders bitiminde kullanılan araç gereci düzenli şekilde bırakarak laboratuvardan ayrılınız.
- Laboratuvarı terk ederken arkanızda boş şişe, kâğıt, deney atığı vb. gibi çöpler bırakmayın ve çalışma alanınızı bir sonraki kullanım için temiz ve düzenli bırakınız.

**LABORATUVAR KAZALARINA KARŞI
DİKKATLİ VE TEDBİRLİ OLUN!!!**

DENEYLER

- 1. Doğrultucular**
- 2. Transistörlerin PWM Yarımıyla Anahtar Olarak Kullanılması**
- 3. OPAMP'larla Eviren ve Evirmeyen Yükselteç Devreleri**
- 4. OPAMP'ların Karakteristik Ölçümlerini Yapmak**
- 5. OPAMP ile Kare Dalga Üretici**
- 6. BJT Transistörlü Yükselteçler**

DENEY NO : 1

DENEYİN ADI : Doğrultucular

DENEYİN AMACI : Alternatif Akım Kaynağından Doğru Akım Elde Etmek

DENEYLE İLGİLİ ÖN BİLGİ:

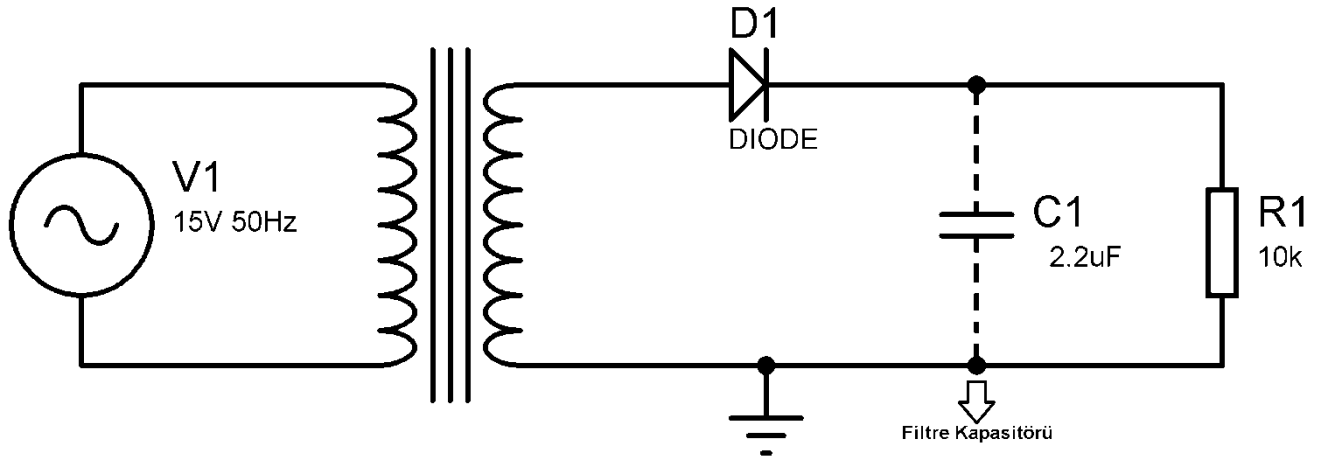
Değişken bir gerilimi doğrultmak için genelde iki yöntem kullanılır;

- Tek yönlü doğrultucu (yarım dalga doğrultucu devresi yöntemi).
- Çift yönlü - köprü - doğrultucu (tam dalga doğrultucu devresi yöntemi).

Her iki tip doğrultucuda da doğru gerilim bileşeninin yanı sıra çıkış geriliminde değişken bileşenler bulunur. İyi bir doğru gerilim kaynağı elde edebilmek için bu değişken bileşenlerin süzülüp atılmaları (filtre edilmeleri) gerekir. Kullanılabilecek en basit süzgeç (filtre), çıkıştaki yük direncine paralel bağlanacak bir kondansatördür. Kondansatörün değerine göre çıkış geriliminin dalgalılığı (testere dişi biçiminde) değişir.

A) Tek yönlü Doğrultucu (Yarım Dalga Doğrultucu)

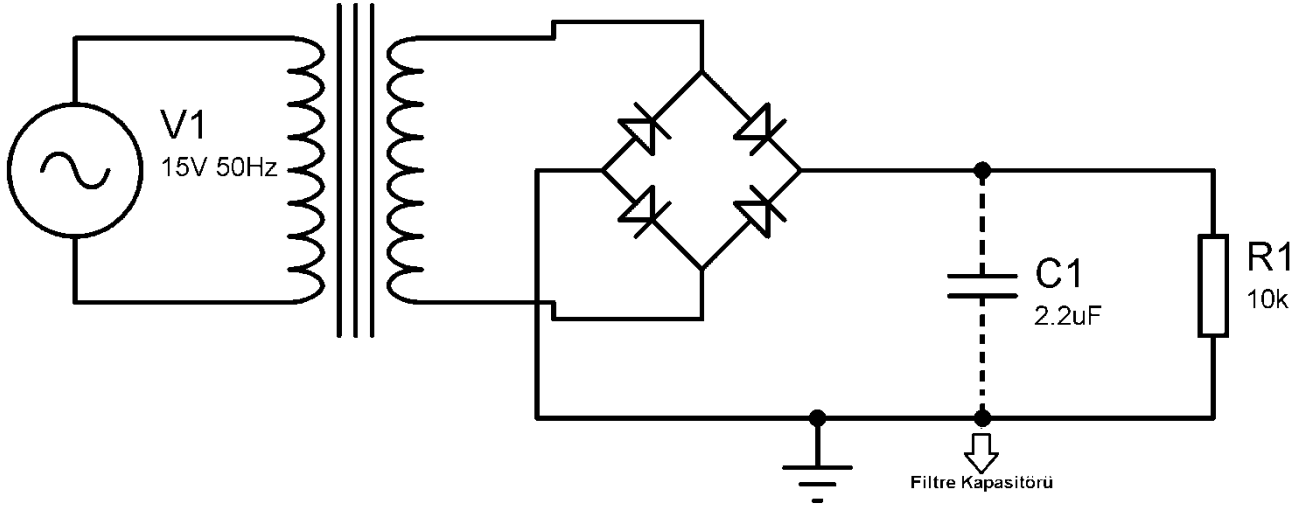
Girişindeki işaretin yalnızca tek bir alternansını doğrultur.



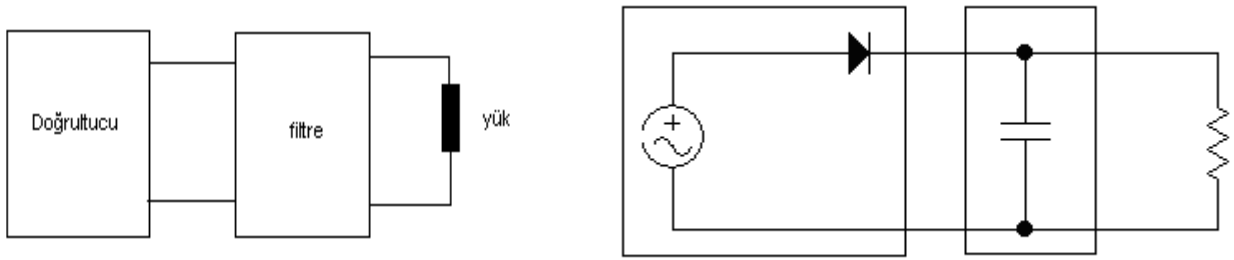
Şekil 1. Yarım dalga doğrultucu devresi

B) Çift Yönlü -Köprü- Doğrultucu (Tam dalga doğrultucu devresi)

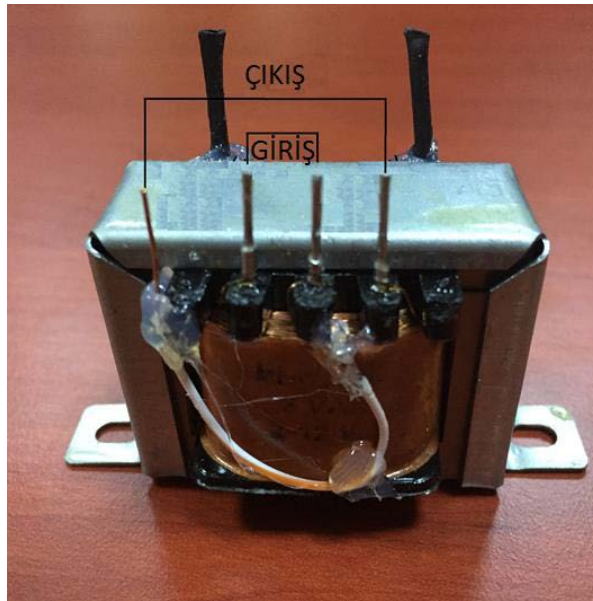
Girişindeki işaretin her iki alternansı da doğrultur. Çıkış gerilimi yarım dalga doğrultucu çıkışından büyüktür. Daha kolay filtre edilebilir.



Şekil 2. Tam dalga doğrultucu devresi



Şekil 3. Doğrultucular için Filtreleme



Şekil 4. Deneyde kullanılacak trafo

DENEYİN YAPILIŞI:

1. Trafoyu resimde gösterildiği gibi kurunuz. Sinyal kaynağından **50Hz-15V** Vpp değerindeki sinyali trafonun girişine uygulayınız. (Alternatif akım kaynağı olarak AC Sinyal jeneratörü kullanılacaktır). Multimetre kullanarak çıkıştaki AA gerilim değerini ölçünüz .

2. a) Şekil 1'deki devreyi önce C1 kapasitörü olmadan kurunuz. Devrenin giriş ve çıkışına osiloskop problarını uygun şekilde bağlayınız.
Osiloskop ekranındaki giriş ve çıkış sinyallerinin dalga şekillerini yorumlayınız.
b) Şekil 1'deki devreyi **2.2 uF** kapasitör kullanarak kurunuz ve çıkış sinyalini gözlemleyiniz.
c) 2.2 uF'lık kapasitör yerine **10 uF**'lık bir kapasitör kullanarak çıkış sinyalini gözlemleyiniz.

3. a) Şekil 2'deki devreyi önce C1 kapasitörü olmadan kurunuz. Devrenin giriş ve çıkışına osiloskop problarını uygun şekilde bağlayınız.
Osiloskop ekranındaki giriş ve çıkış sinyallerinin dalga şekillerini yorumlayınız.
b) Şekil 2'deki devreyi **2.2 uF** kapasitör kullanarak kurunuz ve çıkış sinyalini gözlemleyiniz.
c) 2.2 uF'lık kapasitör yerine **10 uF**'lık bir kapasitör kullanarak çıkış sinyalini gözlemleyiniz.

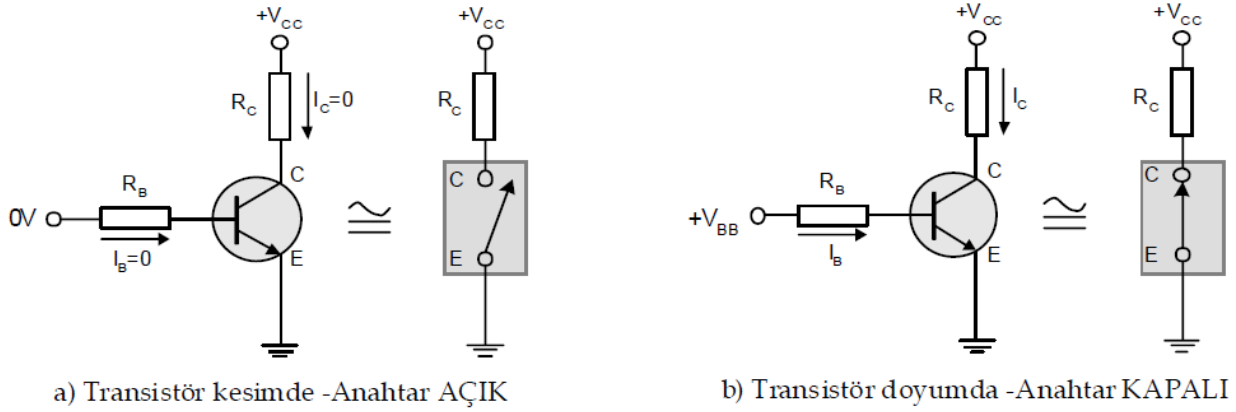
DENEY NO : 2

DENEYİN ADI : BJT, Optokuplör ve Mosfetli Yükselteçler

DENEYİN AMACI : Transistörlerin PWM yardımıyla Anahtar Olarak Kullanılması

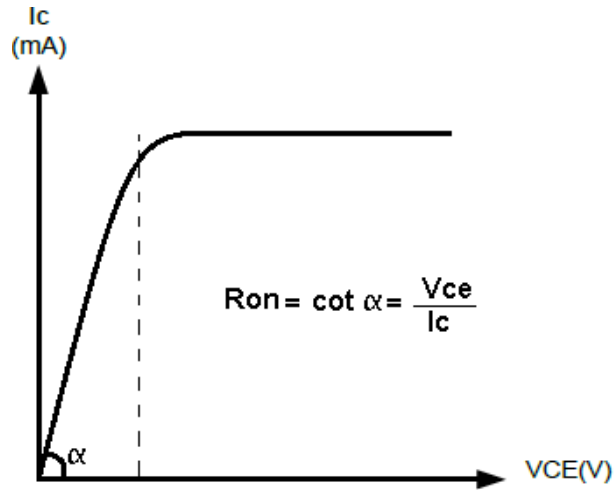
DENEYLE İLGİLİ ÖN BİLGİ:

Transistörler motor veya lamba gibi yüksek güçlü elemanlarda ve lojik kapı devrelerinde anahtarlama elemanı olarak kullanılabilir. İdeal bir anahtar, açık olduğunda direnci sonsuzdur. Üzerinden akım akmasına izin vermez. Kapalıyken ise direnci sıfırdır ve üzerinde gerilim düşümü olmaz. Ayrıca anahtar bir durumdan, diğer duruma zaman kaybı olmadan geçebilmelidir. Transistörle gerçekleştirilen elektronik anahtar, ideal bir anahtar değildir. Fakat transistör küçük bir güç kaybı ile anahtar olarak çalışabilir. Transistörün bir anahtar olarak nasıl kullanıldığı Şekil 1’de verilmiştir.



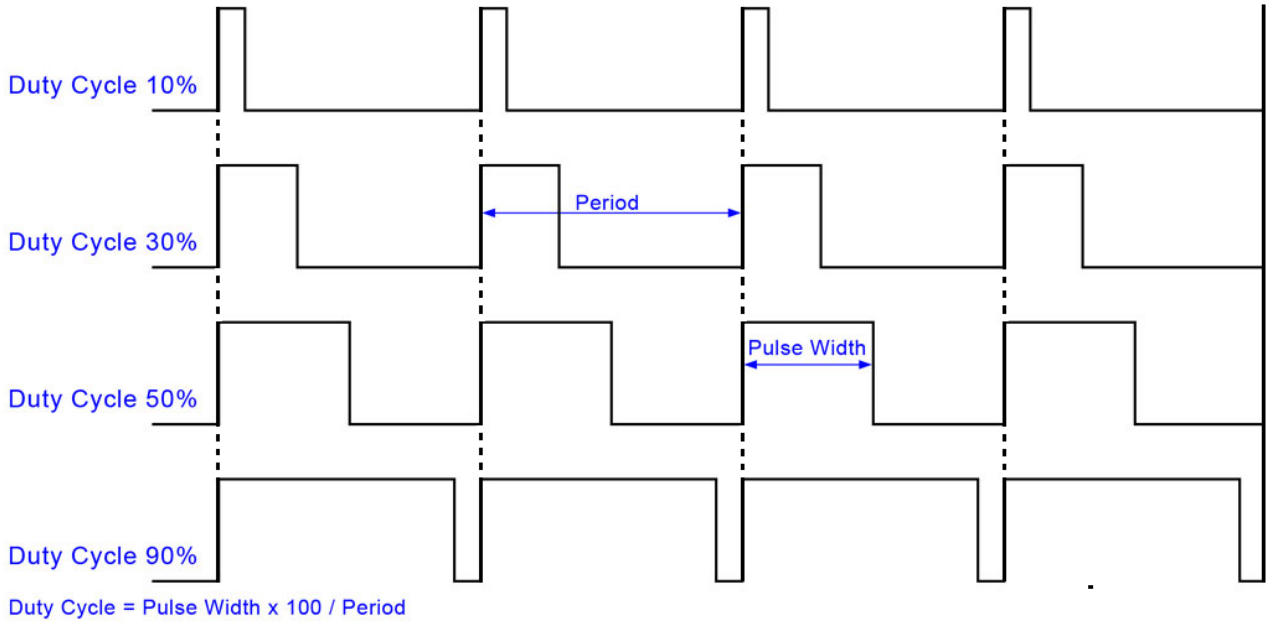
Şekil 1. Transistörün anahtar olarak çalışması

Transistör doyumda iken direnci tam olarak sıfır değildir. Transistörün küçük bir açılma direnci(Ron) vardır. Bu direnç Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Transistor'ün doyumda iken Ron eğrisi

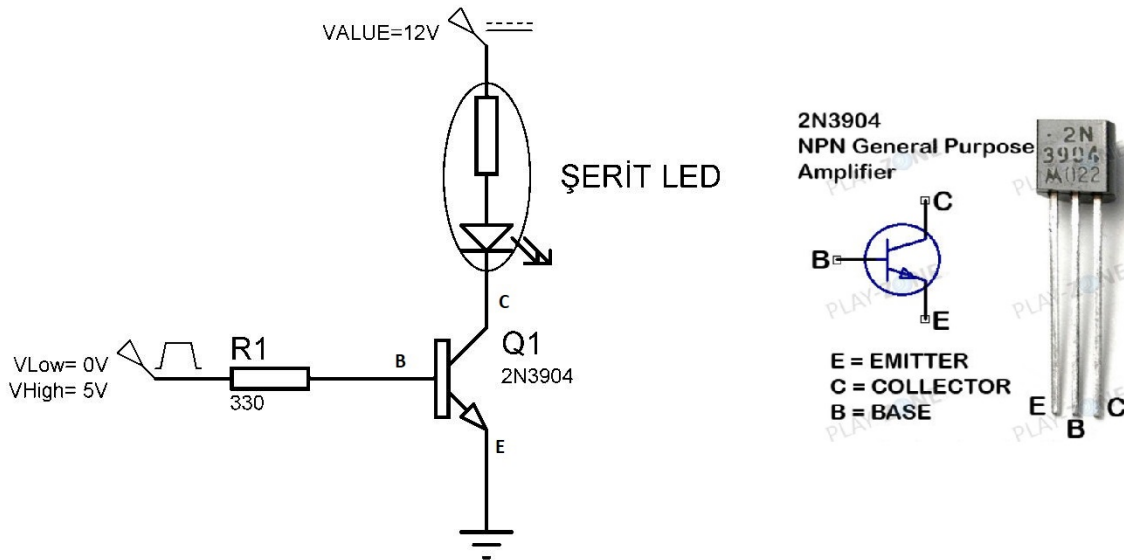
PWM (Pulse Width Modulation) Tekniđi: Bu teknikte yük üzerine uygulanan voltaj sabit periyotlu kare dalga (darbe: pulse) şeklindedir. Her bir periyotta uygulanan voltaj süresinin periyoda oranına doluluk oranı (duty cycle) denir. Doluluk oranı arttıkça etkin voltaj değeri de artar.



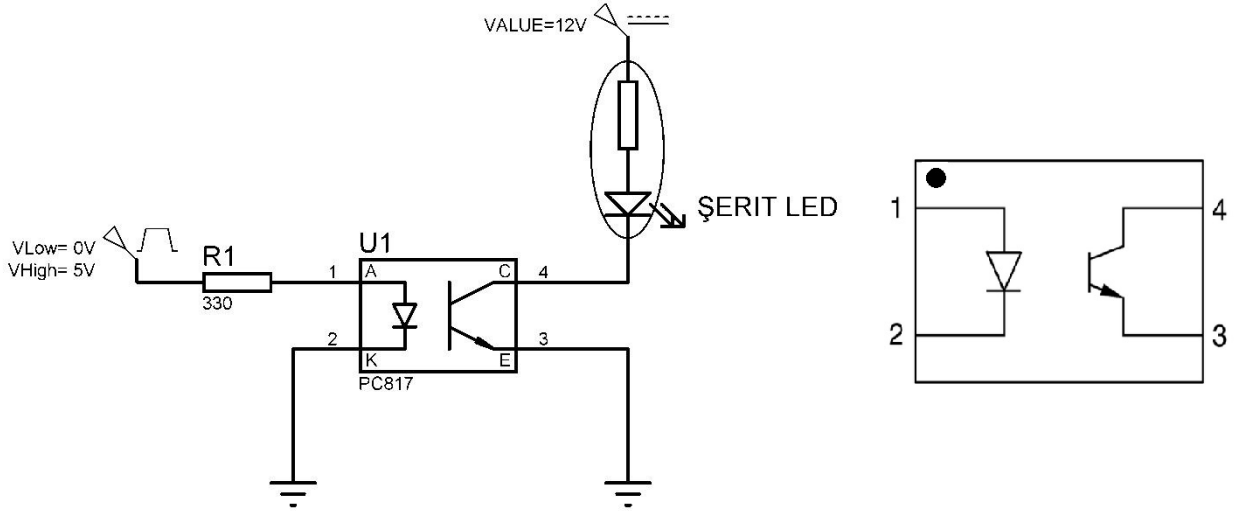
Şekil 3. PWM Tekniđi

Optokuplör, birbiri ile optik bağlantılı ışın verici ve foto alıcıdan oluşan, elektriksel bir bağlantı olmadan düşük gerilimlerle, yüksek gerilim ve akımları kontrol edebilen ve iki devrenin elektriksel olarak izolasyonunu (yalıtılmasını) sağlayan bir devre elemanıdır.

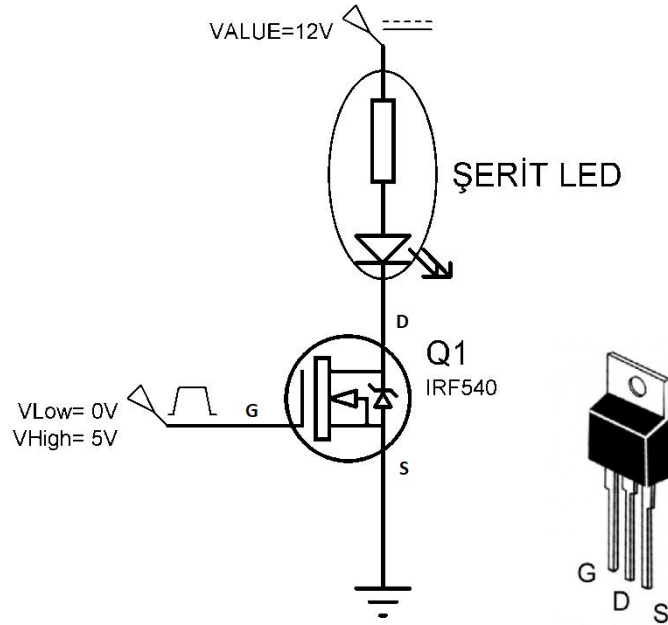
Birçok optokuplör olmakla birlikte, bu deneyde giriş uçlarında bir LED diyot ve çıkış uçlarında led diyotun yaydığı ışıktan etkilenecek şekilde iletimi sağlayan bir adet transistör bulunan Optokuplör kullanılacaktır.



Şekil 4. BJT ile anahtarlama



Şekil 5. Optokuplör ile anahtarlama



Şekil 6. Mosfet ile anahtarlama

DENEYİN YAPILIŞI:

1. Şekil 4'deki devreyi PWM sinyal frekansı 1kHz için kurunuz.(PWM sinyali için AC Sinyal jeneratörünün kare dalga kademesi kullanılacaktır).
Sinyal kaynağından PWM sinyalinin duty cycle (oran) değerini %20 ile %80 arasında değiştirerek LEDin parlaklığındaki değişimi gözlemleyiniz ve sonuçları yorumlayınız.
2. Şekil 5 ve 6'daki devreleri sırasıyla kurup yukarıdaki adımı tekrarlayınız.
3. PWM sinyalinin frekansını 20Hz-1kHz arasında değiştirerek LEDin değişimi gözlemleyiniz.

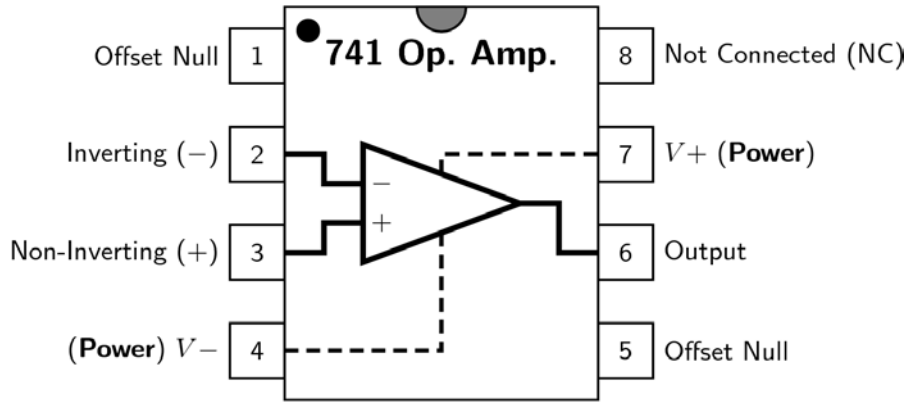
DENEY NO : 3

DENEYİN ADI : OPAMP'larla Eviren ve Evirmeyen Yükselteç Devreleri

DENEYİN AMACI : Farklı OPAMP'larla Eviren ve Evirmeyen Yükselteç Devrelerini Gerçekleme

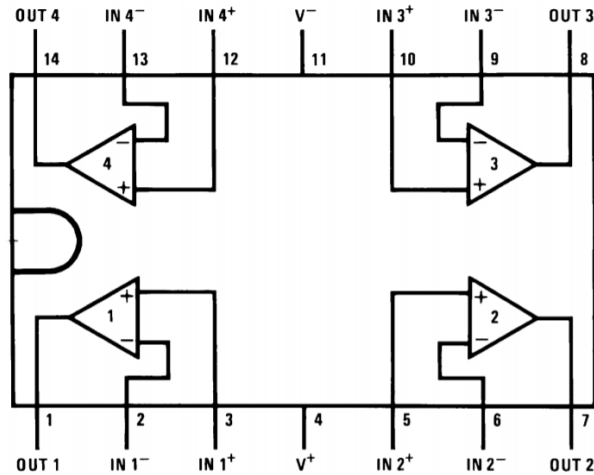
DENEYLE İLGİLİ ÖN BİLGİ:

İşlemsel kuvvetlendiriciler olan OP-AMP (Operational Amplifier), transistörlü diferansiyel kuvvetlendiricilerin bir araya getirilmesiyle yüksek gerilim kazancı elde edilmiş ve uygun bir çıkış kuvvetlendiricisi ile sonlandırılmış tek bir devre elemanıdır. Şu anda analog elektroniğin en önemli ve popüler uygulamaları OPAMP'lar ile gerçekleştirilmektedir. Şekil 1'de geleneksel bir 741 OPAMP'ın sembolik gösterimi verilmiştir.



Şekil 1. 741 Opamp Entegresi

Şekil 2'deyse LF347 OPAMP'ının iç yapısı görülmektedir. Bu entegre içerisinde 4 adet OPAMP bulunmaktadır. Besleme bacakları negatif gerilim için 11. bacak, pozitif gerilim için 4. bacaktır.



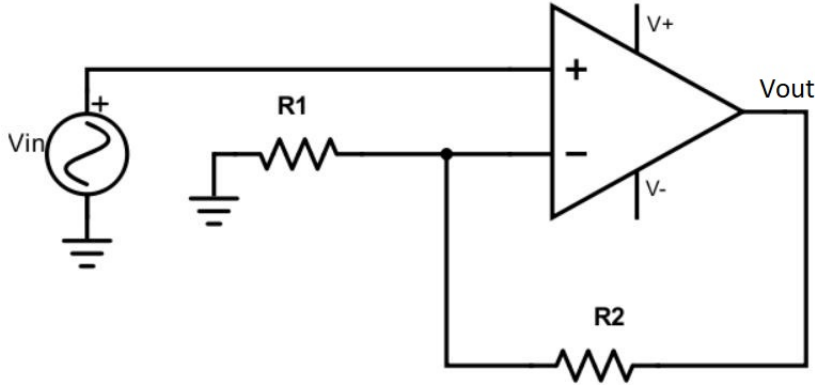
Şekil 2. LF347 OPAMP Entegresi

A) Terslemeyen Yükselteç:

Şekil 3’de görüldüğü gibi giriş sinyali, OPAMP 'ın faz çevirmeyen (+) girişine uygulanmıştır. Girişe uygulanan sinyali yükseltir. Dolayısıyla çıkış sinyali ile giriş sinyali arasında faz farkı bulunmaz.

OPAMP’larla ilgili unutulmaması gereken nokta, hem tersleyen hem de terslemeyen yükselteçlerde çıkıştan alınan kuvvetlendirilmiş sinyalin değeri asla besleme voltajını geçemez.

$$\text{Kazanç} = (V_o / V_i) = 1 + (R_2 / R_1)$$

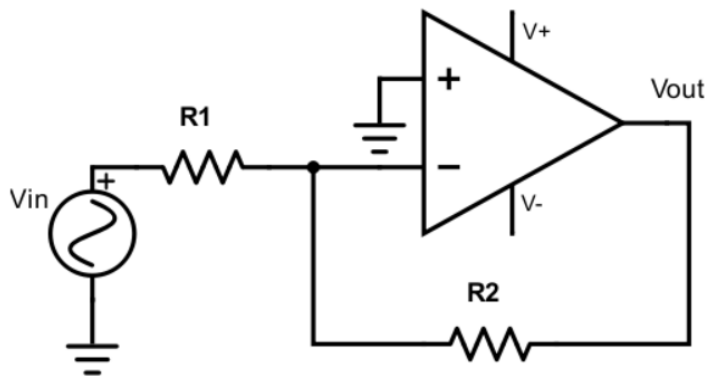


Şekil 3. Evirmeyen (Terslemeyen) Opamp Devresi

D) Tersleyen Yükselteç:

Şekil 4’deki devrede giriş sinyali OPAMP 'ın (-) ucu olan faz çeviren girişine uygulandığı için devrenin adı TERSLEYEN YÜKSELTEÇ devresidir. Bu devrede R1 direnci giriş, R2 direnci ise geri besleme (feedback) direncidir. Bu yükselteç, girişine uygulanan sinyallerin seviyesini yükseltir.

$$\text{Kazanç} = (V_o / V_i) = -(R_2 / R_1)$$



Şekil 4. Eviren (Tersleyen) Opamp Devresi

DENEYİN YAPILIŞI:

1. Şekil 3' teki devreyi $R1 = 1K$ ve $R2 = 10K$ olacak şekilde 741 OPAMP'ı için kurunuz. Besleme gerilimi olarak 741'in ilgili bacaklarına +12 V ve -12V uygulayınız. Giriş sinyali olarak 1 kHz frekanslı sinüzoidal işaretini, 0 volttan başlayarak 5V Vpp değerine kadar arttırınız ve çıkıştaki işaretleri osiloskop ile gözlemleyiniz. Bu aralıktaki 5 farklı giriş değeri için 5 farklı çıkış değerini not ediniz.
2. Şekil 4'teki devreyi de 741 OPAMP'ı için $R1 = 1K$, $R2= 10K$ olacak şekilde kurarak girişe 100 Hz 0.5 Vpp bir sinüzoidal sinyal uygulayınız. Osiloskopta gördüğünüz çıkış geriliminin değerini matematiksel olarak ifade ediniz. Giriş ve çıkış arasındaki faz farkını ölçünüz.
3. Şekil 3'teki devreyi LF347 OPAMP entegresini kullanarak $R1= 1K$ $R2= 3.3K$ olacak şekilde kurunuz. Besleme gerilimi olarak LF347'nin ilgili bacaklarına +5 V ve -5V uygulayınız. Giriş sinyali olarak 1 kHz frekanslı sinüzoidal işaretini, 0 volttan başlayarak 5V Vpp değerine kadar arttırınız ve çıkıştaki işaretleri osiloskop ile gözlemleyiniz. Çıkış gerilimlerinin kırılmaya başladığı giriş voltajını not ediniz. Bu teorik olarak beklediğiniz değer mi?

DENEY NO : 4

DENEYİN ADI : OPAMP Karakteristikleri

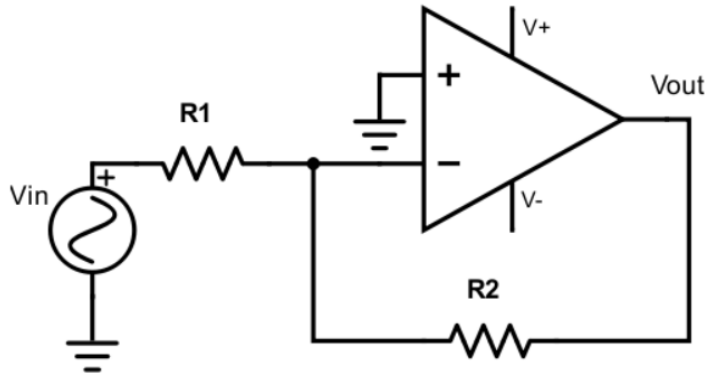
DENEYİN AMACI : OPAMP'ların Karakteristik Ölçümlerini Yapmak

DENEYLE İLGİLİ ÖN BİLGİ:

A) Tersleyen Yükselteç

Şekil 1'deki devrede giriş sinyali OPAMP 'ın (-) ucu olan faz çeviren girişine uygulandığı için devrenin adı TERSLEYEN YÜKSELTEÇ devresidir. Bu devrede R1 direnci giriş, R2 direnci ise geri besleme (feedback) direncidir. Bu yükselteç, girişine uygulanan sinyallerin seviyesini yükseltir.

$$\mathbf{Kazanç= (V_o / V_i) = -(R_2 / R_1)}$$

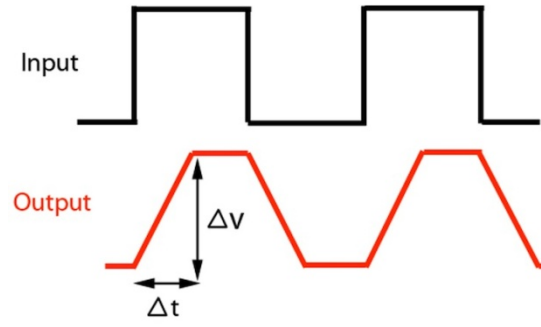


Şekil 1. Eviren (Tersleyen) Opamp Devresi

B) Yükselme Hızı (Slew Rate):

OPAMP'ın girişine bir işaret uygulanması halinde, çıkış geriliminin mikro saniye başına aldığı voltaj değeridir. Yani bir amplifikatörün birim zamanda çıkış sinyalinde meydana getirebileceği değişikliğin ölçüsüdür. Slew Rate aşağıdaki gibi hesaplanır. ΔV çıkış geriliminin değişimi ve Δt ise çıkış gerilimi değişiminin zaman eksenindeki aralığıdır.

$$S = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\text{Volt}}{\mu s}$$



Şekil 2. Slew Rate

C) Kazanç-Bant Çarpımı:

OPAMP'lar yüksek kazançlara sahiptir. OPAMP'ın kazancıyla orantılı olarak girişine verilen değer çıkışta (+ ve -) besleme gerilimi aralığında bir değer oluşturur. Frekansın arttığı oranda kazanç azalır. Böylece kazanç bant genişliği çarpımı her zaman sabittir.

DENEYİN YAPILIŞI:

1. Şekil 1'deki devreyi 741 OPAMP'ı ile kurunuz. ($R_1=1k\Omega$, $R_2=10k\Omega$. Beslemeler +12V ve -12V)
100mV V_{pp} 100Hz AC besleme için çıkış gerilimini not ediniz. İşaret üreticinin frekansını artırarak, çıkış gerilimini 100 Hz'de sahip olduğu değer 0.7 katına getiriniz. Ölçtüğünüz bu frekans değeri kuvvetlendiricinin kazanç-bant genişliği çarpımıdır.
2. 1. adımdaki devrede $R_1=1k\Omega$, $R_2=33k\Omega$ ve $V_{in}=1V$, 1kHz Kare dalga için çıkıştaki Slew Rate'i hesaplayınız.
3. 1. ve 2. adımları LF347 OPAMP'ı için tekrarlayınız. (($R_1=1k\Omega$, $R_2=10k\Omega$. Beslemeler +12V ve -12V))

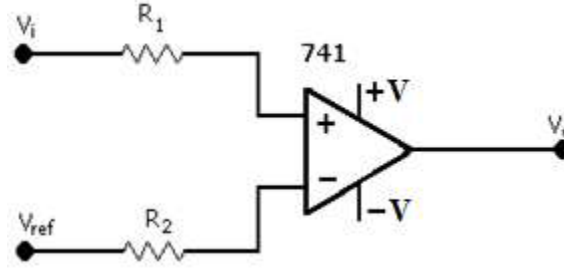
DENEY NO : 5

DENEYİN ADI : OPAMP ile Kare Dalga Üretici

DENEYİN AMACI : İşlemsel kuvvetlendiricilerle kare dalga üretmek.

DENEYLE İLGİLİ ÖN BİLGİ:

Komparatör (Karşılaştırıcı):



Şekil 1. Karşılaştırıcı Devre

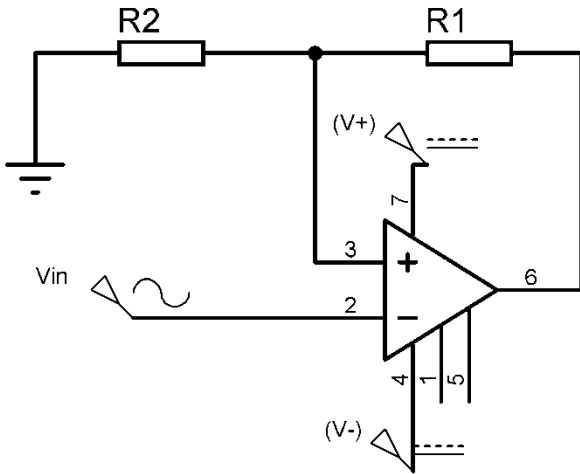
Şekil 1'deki devre (-) giriş ucuna uygulanan V_{ref} (referans voltajı) sinyaliyle (+) uca uygulanan V_i sinyalini karşılaştırır. İki sinyal arasındaki fark çok küçük olsa dahi OPAMP'ın açık çevrim kazancı ($A > 100.000$) ile çarpılarak çıkışa aktarılır.

Bu devrede;

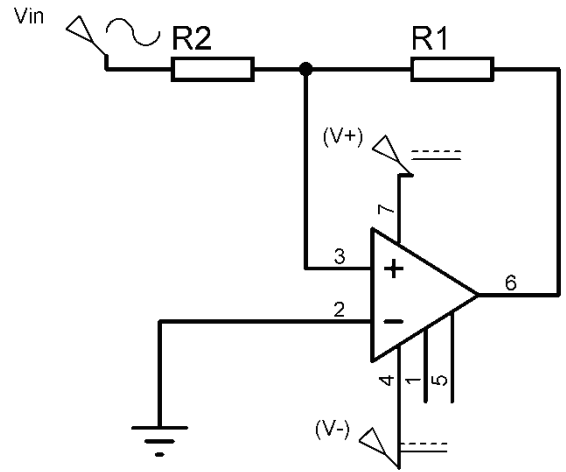
$V_i > V_{ref}$ olursa, çıkıştan yaklaşık $+V$ değeri alınır. ($V_o = +V$)

$V_i < V_{ref}$ olursa, çıkıştan yaklaşık $-V$ değeri alınır. ($V_o = -V$)

Yukarıdaki devre gürültüye karşı duyarsız olduğu için Schmitt Trigger'lı devreler kullanılır. 2 çeşit OPAMP'lı komparatör devresi vardır. Bunlar Şekil 2'de gösterilmiştir



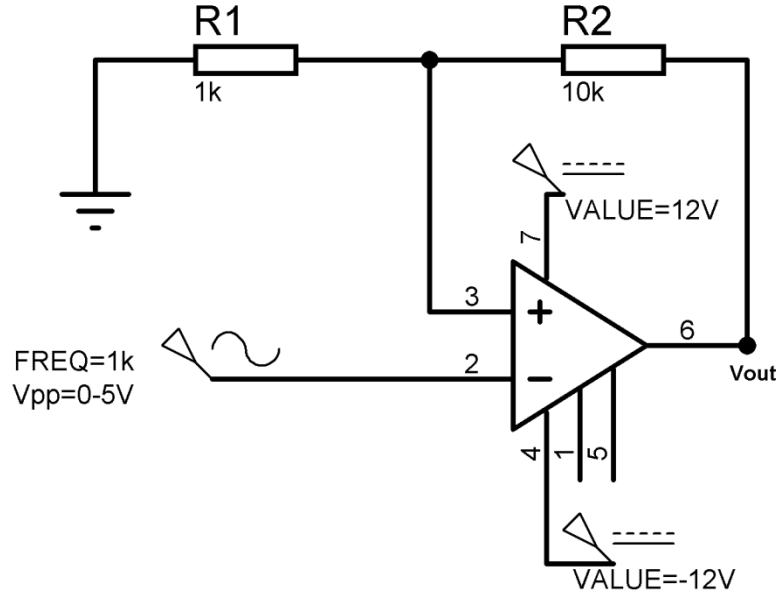
a) Eviren Girişli Komparatör Devresi



b) Evirmeyen Girişli Komparatör Devresi

Şekil 2. Komparatör Çeşitleri

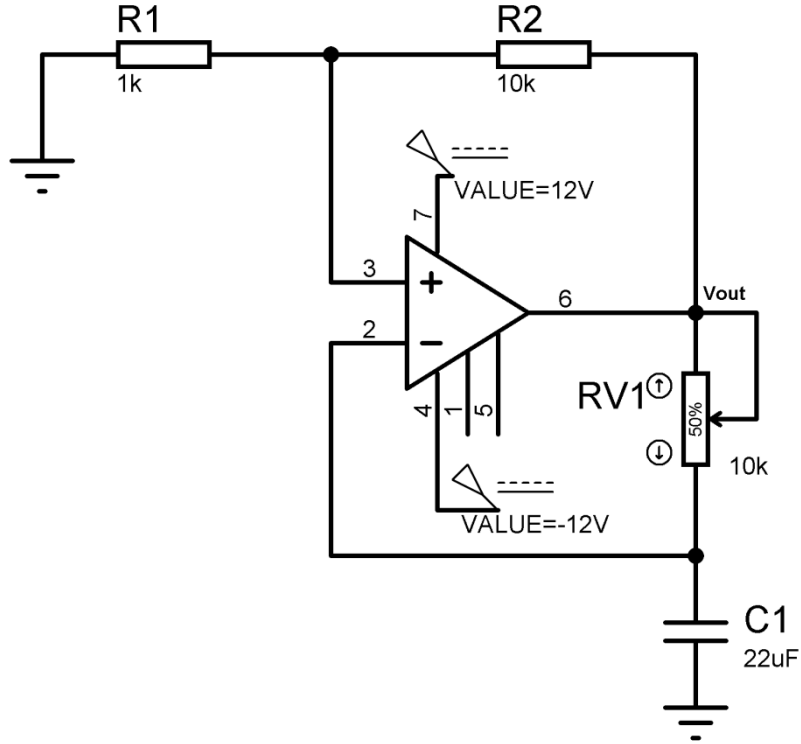
Bu deneyde Eviren Girişli Komparatör Devresi kullanılacaktır.



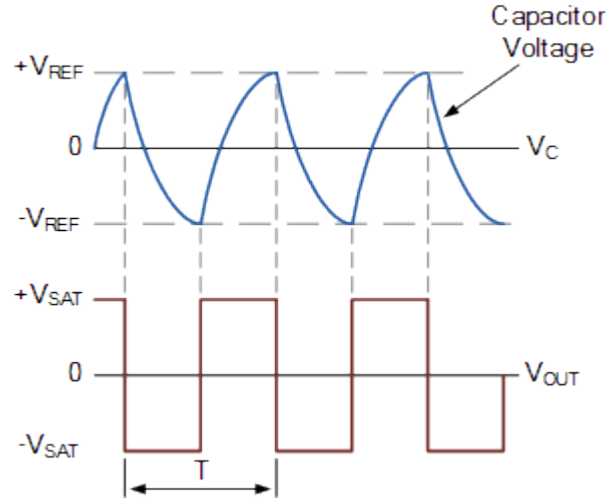
Şekil 3. Opamp'lı Komparatör Devresi

Osilatör:

Komparatör devresi çıkış sinyalinin, bir **direnç ve kapasitör** kullanılarak girişe tekrar verilmesiyle osilatör devreleri oluşur. Bu devrelerin giriş sinyali yoktur ve OPAMP ortamdaki gürültüden dolayı tetiklenir. Kapasitör üzerinde ve devrenin çıkışındaki gerilimler Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Opamp'lı Osilatör Devresi



Şekil 5. Kapasitör ve Opamp çıkışındaki işaretlerin değişimi

DENEYİN YAPILIŞI:

1. Şekil 3'deki OPAMP'lı komparatör devresini kurunuz. (Alternatif akım kaynağı olarak AC Sinyal jeneratörü kullanılacaktır). Devrenin çıkışına osiloskop probunu uygun şekilde bağlayınız. 1 kHz frekanslı sinüzoidal işaret genliğini, sıfır volttan başlayarak dikkatli bir şekilde 5V Vpp değerine kadar artırınız.
 - a. Çıkışta neden ilk başta sabit bir gerilim gördünüz? Sinüs dalgası görmediniz?
 - b. OPAMP çıkışında girişteki AC gerilimin hangi değerinden itibaren kare dalga alabileceğinizi gözlemleyiniz ve sonuçları yorumlayınız.
2. Şekil 4'deki OPAMP'lı osilatör devresini kurunuz. OPAMP'ın besleme gerilimlerini verdikten sonra girişlerine herhangi bir işaret uygulanmaksızın OPAMP'ın çıkışındaki işareti osiloskopta gözlemleyiniz.
 - a. Kapasitörün üzerinde ve çıkışta nasıl bir gerilim gördünüz?
 - b. Potansiyometrenin (RV1) değerini değiştirip çıkış işaretindeki değişimleri gözlemleyerek değerlendiriniz.

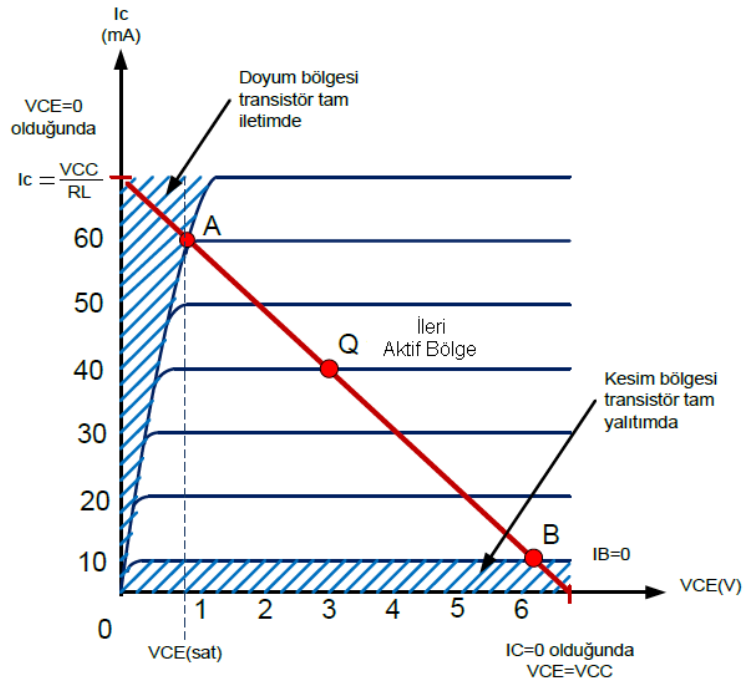
DENEY NO : 6

DENEYİN ADI : BJT Transistörlü Yükselteçler

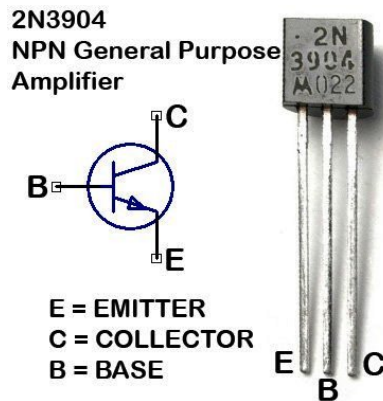
DENEYİN AMACI : BJT Transistörlü Yükselteçlerin Karakteristik Ölçümlerini Yapmak.

DENEYLE İLGİLİ ÖN BİLGİ:

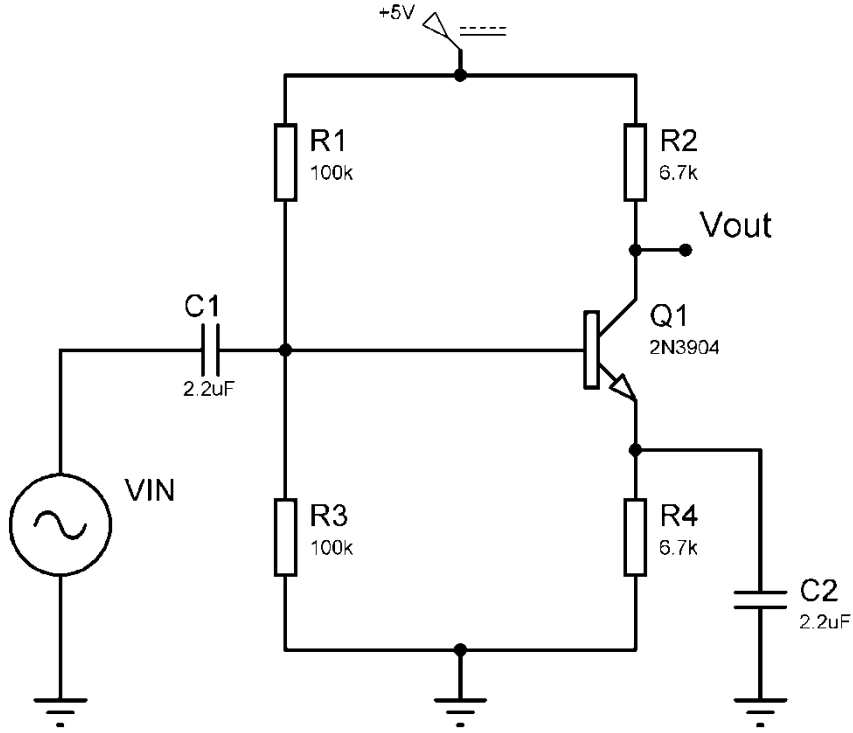
A sınıfı ses yükselteç devreleri, girişine uygulanan ses sinyalin tamamını yükseltme özelliğine sahiptir. Transistör girişine uygulanan sinyali yükselterek gerilim ve akım kazancı sağlayan, gerektiğinde anahtarlama elemanı olarak kullanılan yarı iletken bir elektronik devre elemanıdır. BJT (Bipolar Junction Transistor) çift birleşim yüzeyli transistördür. İki N maddesi, bir P maddesi (NPN) ya da iki P maddesi, bir N maddesi (PNP) birleşiminden oluşur. Bir BJT transistörünün V-I karakteristikleri Şekil 1’de görülmektedir.



Şekil 1. Transistorün akım-gerilim karakteristiği



Şekil 2. 2N3904 BJT Transistör ayak bağlantıları



Şekil 3. BJT Kuvvetlendirici Devresi

DENEYİN YAPILIŞI:

1. Şekil 3'deki devreyi kurunuz.

Transistörün giriş (I_b) ve çıkış (I_c) akımlarını ölçünüz. Beta akım kazancını hesaplayınız. Bulduğunuz değeri Datasheetteki beta değeri ile karşılaştırınız?

$$(\beta = I_c / I_b)$$

2. Sinyal kaynağından 1kHz-10mV V_{pp} değerindeki işareti devrenin girişine uygulayınız.
 - a) Çıkış sinyalini osiloskop ile gözlemleyiniz. Devrenin kazancını hesaplayınız?
 - b) Giriş sinyalini 50mV V_{pp} değerine arttırıp, çıkış sinyalindeki değişimi gözlemleyiniz. **(İşarete alttan kırılma gözlemlenmesi)** Transistör küçük sinyal modelinden çıkmaya başladı mı?
 - c) Giriş sinyalini yavaş yavaş 200mV V_{pp} değerine kadar arttırıp, çıkış sinyalindeki değişimi gözlemleye devam ediniz. **(İşarete üstten kırılma gözlemlenmesi)** Transistör doyuma ulaşmaya başladı mı?
3. Şekil 3'deki C2 Bypass kapasitörünü devreden çıkardıktan sonra 1kHz-100mV V_{pp} giriş sinyali için kazancı yeniden ölçerek sonuçları değerlendiriniz? Bypass kapasitörü ne amaçla kullanılmıştır?