YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK FAKÜLTESİ
KONTROL VE OTOMASYON MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ANALOG ELEKTRONİK LABORATUVARI DENEY FÖYÜ

LABORATUVAR SORUMLULARI ..... - 4 -
LABORATUVARDA UYULACAK KURALLAR ..... - 47 -
GENEL KURALLAR ..... - 5 -
DENEY – 1 ..... - 6 -
YARIM ve TAM DALGA DOĞRULTUCU ..... - 7 -
1. Açıklama: ..... - 7 -
2. Gerekli Cihaz ve Elemanlar: ..... - 8 -
3. Yapılacak İşlemler: ..... - 8 -
DENEY – 2 ..... - 9 -
1. Açıklama: ..... - 9 -
2. Gerekli Cihaz ve Elemanlar ..... - 10 -
3. Yapılacak İşlemler ..... - 10 -
DENEY – 3 ..... - 11 -
555 ENTEGRESİ ile KARE DALGA OSİLATÖRÜ - 1 ..... - 11 -
1. Açıklama: ..... - 11 -
2. Gerekli Cihaz ve Elemanlar: ..... - 12 -
3. Yapılacak İşlemler: ..... - 12 -
DENEY – 4 ..... - 13 -
555 ENTEGRESİ ile KARE DALGA OSİLATÖRÜ - 2 ..... - 13 -
1. Açıklama: ..... - 13 -
2. Gerekli Cihaz ve Elemanlar: ..... - 13 -
3. Yapılacak İşlemler: ..... - 13 -
DENEY – 5 ..... - 14 -
TEK KATLI AMPLİFİKATÖR ..... - 14 -
1. Açıklama: ..... - 14 -
2. Gerekli Cihaz ve Elemanlar: ..... - 14 -
3. Yapılacak İşlemler: ..... - 15 -
DENEY – 6 ..... - 17 -
JFET'li AMPLİFİKATÖR ..... - 17 -
1. Açıklama: ..... - 17 -
2. Gerekli Cihaz ve Elemanlar: ..... - 17 -
3. Yapılacak İşlemler: ..... - 18 -
DENEY – 7 ..... - 19 -
OPERASYONEL AMPLİFİKATÖR ..... - 19 -
1. Açıklama: ..... - 19 -
2. Gerekli Cihaz ve Elemanlar: ..... - 19 -
3. Yapılacak İşlemler: ..... - 20 -
DENEY – 8 ..... - 22 -
TRANSİSTÖRLÜ DİFERANSİYEL AMPLİFİKATÖR ..... - 22 -
1. Açıklama: ..... - 22 -
2. Gerekli Cihaz ve Elemanlar: ..... - 22 -
3. Yapılacak İşlemler: ..... - 23 -
DENEY – 9 ..... - 24 -
OPAMP ile DİFERANSİYEL AMPLİFİKATÖR ..... - 24 -
1. Açıklama: ..... - 24 -
2. Gerekli Cihaz ve Elemanlar: ..... - 24 -
3. Yapılacak İşlemler: ..... - 25 -

DENEYLERDE KULLANILAN ELEMANLAR için SEMBOLLER ve EK BİLGİLER ..... - 26 -
SEMBOLLER ..... - 27 -
DİRENÇLERE AİT RENK KODLARI ..... - 29 -
YARI-İLETKENLERE AİT KODLAR ..... - 29 -
KATALOG BİLGİLERİ ..... - 30 -
1N4001 ..... - 32 -
BC107 ..... - 34 -
2N3904 ..... - 36 -
2N3823 ..... - 38 -
LM555 ..... - 40 -
LM741 ..... - 42 -
BDY135 ..... - 45 -
Örnek ..... -47-

LABORATUVAR SORUMLUSU

Arş. Gör. ESRA KAYA AYANA
esrakaya2121@gmail.com
A111 oda.

GENEL KURALLAR

1. ACELE ETMEYİN

* Gereksiz yere acele etmeyiniz.

2. TIRMANMAYIN

***** Hiçbir zaman iskelelerin, tezgahların vs. üzerine çıkmayın; gerektiğinde merdiven kullanınız.

* Gerektiğinden fazla uzanmayınız.

3. KİŞİSEL BAKIM/GİYİM

* Laboratuvardan çıkınca ellerinizi mutlaka yıkayınız.
* Ellerinizi sık sık özellikle yemeklerden önce yıkayınız.
* Ellerde açık yara, kesik, çatlak vs. varsa çalışmaya başlamadan önce mutlaka bandajla kapatınız ve yapacağınız ise uygun eldiven giyiniz.
* Laboratuvarda çalışırken uzun saçlar toplanmalıdır.
* Laboratuvarda yüzük, künye, kolye, bilezik gibi eşyalar ile çalışmak tehlikeli olabilir. Çalışmaya başlamadan önce çıkarınız.
* Önlük ve pantolon ceplerinde kesici ve batıcı aletler taşımayınız.

4. SİGARA İÇMEK

***** Laboratuarlarda sigara içmek kesinlikle yasaktır.

5727 SAYILI KANUNLA KAPALI ALANLARDA SİGARA İÇMEK KESİNLİKLE YASAKLANMIŞTIR.

* Laboratuvar çalışmalarından sonra, ellerinizin kimyasal maddeler ile kirlenmiş olması ihtimalini düşünerek, ellerinizi yıkamadan sigara içmeyin (sigara karbon tetraklorür ya da kloroform gibi klorlu maddelerin zehirlilik düzeyini arttırır).

LABORATUVARDA UYULACAK KURALLAR

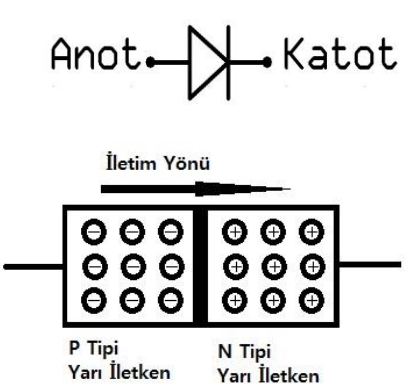
1. Laboratuvara yiyecek ve içecek getirmeyiniz.
2. Deneylere zamanında geliniz.
3. Laboratuvarda yüksek sesle konuşmayınız, başkalarını rahatsız edecek davranışlarda bulunmayınız.
4. Laboratuvar dersi sırasında cep telefonlarınızın kapalı olduğundan emin olunuz.
5. Deney masalarında deney cihazları, donanımlar, deneyle ilgili malzemeler, deney föyü, not defteri, hesap makinesi ve deneyle ilgili diğer araçlar haricinde hiçbir şey bulundurulmayacaktır. Deney sırasında masaların üzerinde özellikle çanta, mont, pardösü gibi şeyler bulundurmayınız. Mont ve pardösülerinizi askıya asmanız, çantalarınızı da masaların altına bırakmanız tavsiye edilir.
6. Deney sırasında her grup kendi deneyiyle uğraşmalıdır. Deney esnasında malzeme alışverişi gibi nedenlerle dahi başka grubun masasında bulunulmamalıdır.
7. Deneye gelirken her öğrenci en az 1'er Ad. deneyde kullanacağı malzemeleri eksiksiz getirmelidir. Deney arkadaşının gelmemesi veya geç kalması sebebiyle deneye alınmaması gibi nedenlerden kaynaklanacak malzeme eksikliği mazeret olarak öne sürülemez. Bazı malzemelerin yanabileceği göz önüne alınarak özellikle yarıiletken malzemelerin yedekli alınması tavsiye edilir.
8. Deney bitiminde;
• Başka masalardan alınmış cihazlar varsa yerlerine bırakınız.
• Deney yaptığınız masayı temiz bırakınız.
• Deney sırasında veya sonrasında oluşabilecek çöpleri katta bulunan çöp kutusuna atınız.
• Herhangi bir nedenle atık kabloları yere veya masa altına atmayınız.
9. Deney raporları deneye gelmeden önce hazırlanacak deney sonrasında toplanacaktır. Deneyde ölçülecek değerleri içeren tablolar boş olarak çizilecek veya çıktısı alınacaktır. Çizimlerin olduğu deneylerde yeteri kadar milimetrik kağıt getirilecektir. Deney raporları bireysel olarak hazırlanacaktır. Deney için hazırlanacak raporların teslim süresinin uzatılması veya ertelenmesi söz konusu değildir. Belirtilen zamanda teslim edilmeyen raporlar verilmemiş kabul edilecektir.
10. Deney raporunda deneyin yapılışına ilişkin aşamalar ve elde edilen sonuçların yanı sıra, elde edilen sonuçların yorumları da yer almalıdır. Raporlar beyaz A4 kağıtlarının tek yüzüne, mümkünse bilgisayar ile ya da okunaklı bir el yazısı ile yazılarak hazırlanacaktır. Çizimler bilgisayar ya da cetvel kullanarak mühendislik çizim özelliklerine uygun olarak yapılacaktır. Raporlar bilimsel ve teknik bir anlatım tarzı kullanılarak Türkçe olarak yazılacaktır.
11. Raporlar titizlikle incelenip değerlendirilecektir. Deney raporlarının incelenmesinde aşağıdaki hususlar geçerlidir:
• Raporunun tümü veya bir bölümü bir başka grubun raporunun tümü veya bir bölümüyle aynı olamaz. Aksi durumda her iki rapor da kopya sayılacak ve deneyde başarılı olmuş bile olsalar başarısız ve devamsız sayılacaklardır.
• Raporun bir bölümü bile internetteki herhangi bir kaynağın aynısı olamaz.
Raporları yazarken faydalandığınız kaynaklardaki bilgileri yorumlamanız ve kendi cümlelerinizle ifade etmeniz beklenmektedir.
• Birlikte çalışmak, aynı kaynak(lar)dan faydalanmak gibi sebepler geçerli değildir.

DENEY – 1

YARIM ve TAM DALGA DOĞRULTUCU

1. Açıklama:

Doğrultuculardа, şebeke gerilimi bir transformatör ile daha küçük bir seviyeye düşürülür. Bu gerilim diyotlar ile doğrultulur. Diyot, tek yöne elektrik akımını ileten bir devre elemanıdır. Diyot N tipi madde ile P tipi maddenin birleşiminden oluşur. Diyotun P kutbuna "Anot", N kutbuna da "Katot" adı verilir.

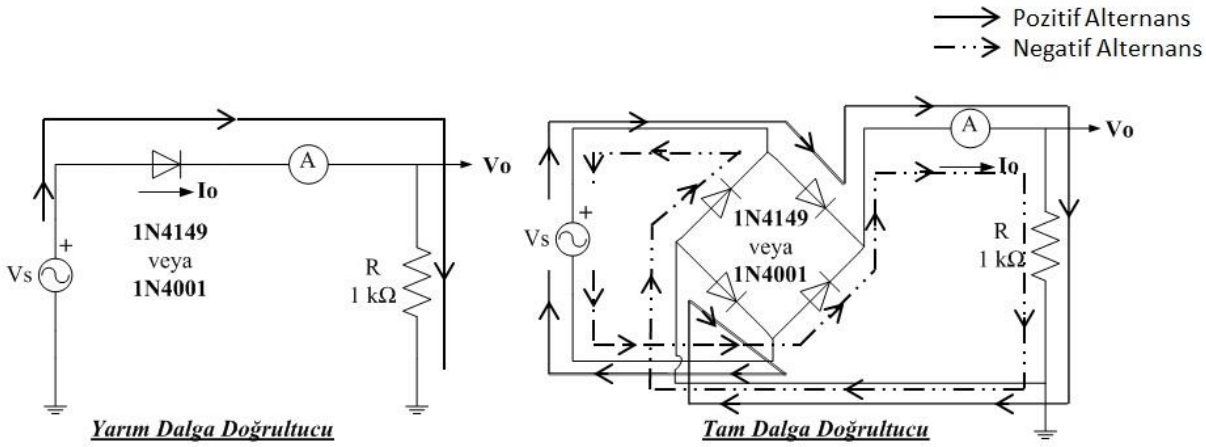


Doğrultma işlemi için Yarım Dalga ve Tam Dalga Doğrultucular kullanılır. Transformatörden alınan gerilim, ortalaması veya DC bileşeni olan tek yönlü dalgalı bir işarete çevrilir. Bu işaretin dalgalılığı, filtre edilerek azaltılır.

Şekil 2'de tek yönlü ve çift yönlü doğrultucu devreler gösterilmiştir. Anlaşılacağı gibi tek yönlü doğrultucuya ait çıkış işareti ortalama değeri, çift yönlü doğrultucunun çıkış işaretinin yarısı kadardır. Tek yönlü doğrultucu için çıkış işareti genlik değeri, $V_{dc} = V_m / \pi$ olarak tanımlanır.

Şekil 1. Diyot.

Doğrultucular, yük üzerinden tek yönde akım geçmesini sağlar. Yarım dalga doğrultuculardа, yük üzerinden sadece pozitif alternansta akım geçer. Bu nedenle yük üzerinde, besleme geriliminin periyodu T olmak üzere, T/2 süresince çıkış gerilimi ölçülür. Tam Dalga doğrultuculardа ise pozitif ve negatif alternansta akım geçmektedir ve T süresi boyunca çıkış gerilimi alınır. Her bir alternans için yarı iletken elemanların üzerinden geçen akımın yönü Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Yarım dalga doğrultucu ve Tam dalga doğrultucu devreye ait akım yönleri

Doğrultulmuş işaretin ortalama değerini arttırma amaçlı olarak, doğrultucu çıkışına gerilim değeri AC sinyalin tepe değerinin daha üzerinde olan bir kondansatör bağlanır. Yüksek frekanslı giriş işareti için küçük değerli, alçak frekanslı giriş işareti için ise daha büyük değerli bir kondansatör kullanılmalıdır. Aksi durumda filtreleme işlemi gerçeklenemez.

Filtreleme işlemine tabi tutulmuş işaretin tepe dalgalanmasının genliği, $\Delta V = V_m / fRC$ olacaktır (burada; *R*-yük direnci, *f*-frekans değeri ve *C*-kondansatör değeri, V_m-AC işarete ait gerilim tepe değeri). Bu durumda DC işaretin genliği ise

$V_{dc} = V_o = V_m - \Delta V = V_m.(1 - 1/fRC)$ bağıntısı ile elde edilir. Doğrultulmuş işaretin dalgalılık faktörü, $r = \Delta V_{ef} / V_{dc} \cong (\Delta V / \sqrt{3}) / V_{dc} \cong 1/(2\sqrt{3}\, fRC)$ olarak verilebilir.

2. Gerekli Cihaz ve Elemanlar:

1 adet osiloskop
1 adet dc ampermetre
1 adet dijital mültimetre
1 adet sinyal jeneratörü
4 adet 1N4149 veya 1N4001 diyot
1 adet 1 kΩ direnç
1 adet 100 Ω direnç
1 adet 1.5 kΩ direnç
1 adet 100 µF/25 V kondansatör
1 adet 200 µF/25 V kondansatör

3. Yapılacak İşlemler:

1. Aşağıdaki doğrultucu devresini kurunuz.

2. V_S=10V-50Hz için I_o DC akımı ile V_o DC gerilimini ölçünüz. V_o gerilimlerini osiloskopta gözleyerek çiziniz.

3. 10V 1 kHz için I_o DC akımı ile V_o DC gerilimini ölçünüz. V_o gerilimlerini osiloskopta gözleyerek çiziniz.

4. R=1 kΩ' luk yük direncine paralel, C=100 µF'lık bir elektrolitik kapasite bağlayarak,

a. V_S=10V-100Hz,

b. V_S=10V-500Hz ve

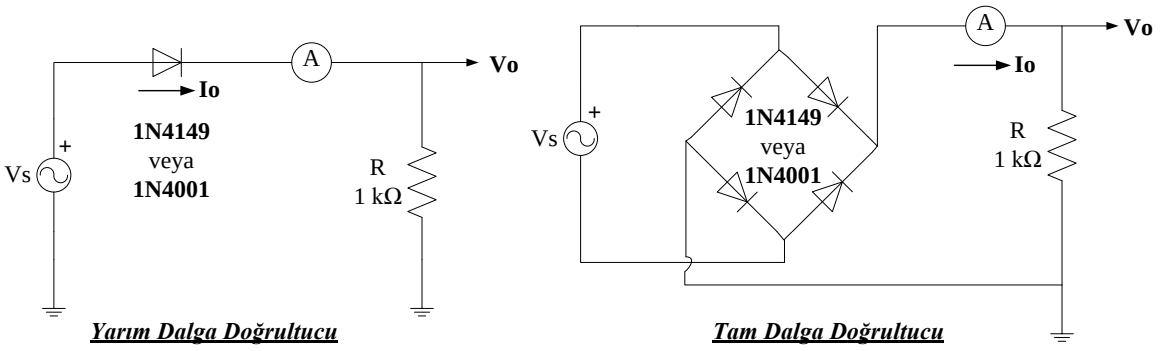
c. V_S=10V-1000Hz için I_o DC akımları ile V_o DC gerilimlerini ölçünüz. V_o gerilimlerini osiloskopta gözleyerek çiziniz.

5. Tepe dalgalanmasının genliğinin frekansa bağlı olarak nasıl değiştiğini açıklayınız.

6. R=100 Ω ve 1.5 kΩ değerleri için 4. ve 5. şıkları tekrarlayınız.

7. C=200 µF için 4. şıkkı tekrarlayınız.

8. Yukarıdaki işlemleri dam dalga doğrultucu için tekrarlayınız.



Şekil 3. Yarım dalga doğrultucu ve Tam dalga doğrultucu devre şematikleri.

DENEY – 2

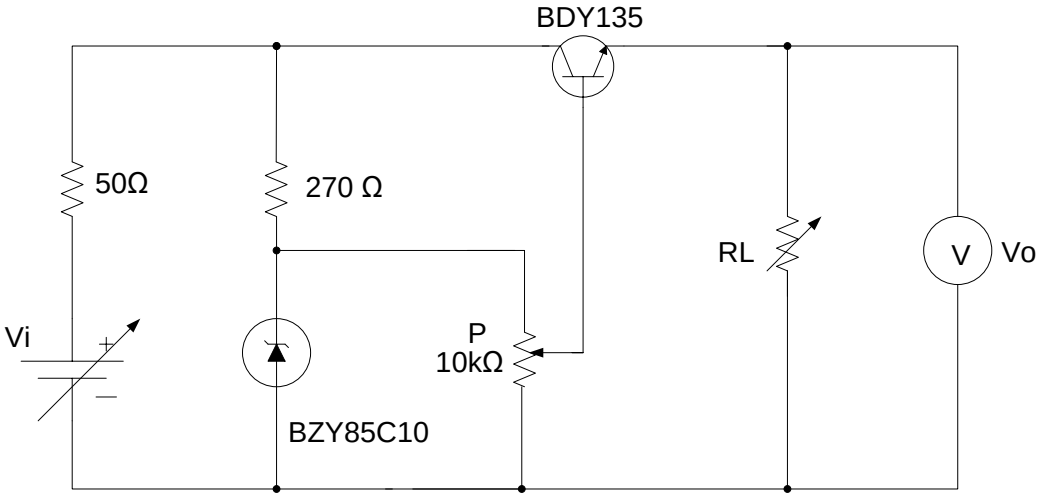
SERİ GERİLİM REGÜLATÖRÜ

1. Açıklama:

Düzgün bir DC gerilim elde edebilmek için gerilim regülasyonu yapılmalıdır. En basit gerilim regülatörü, bir zener diyottur. Zener diyot ters polarma altında çalışan bir diyot çeşididir. Diyotun ters polarma altındaki devrilme noktasından yararlanılarak geliştirilmiş özel diyotlardır. Zener diyotlar doğru polarma yapılırsa normal kristal diyot gibi (Germenyum=0,3V, Silisyum=0,7V) iletime geçerler. Ters polarma yapıldığında ise kırılma (zener) gerilimine kadar iletime geçmezler. Uygulanan gerilim kırılma değerinin üstüne çıktığında çığ etkisi şeklinde akım geçirir.

Zener diyottan fazla akım çekilemediği ve değişik gerilim elde edilemediği için, bunun yerine transistörlü gerilim regülatörleri kullanılır. Bu devrelerde zener diyot, referans gerilim sağlamaktadır. Zener diyotun akımı transistör ile kuvvetlendirilmektedir.

Transistör ile seri ve paralel olmak üzere, iki tip gerilim regülatörü yapılır. Seri gerilim regülatöründe, regülatör elemanı veya transistör yüke seri, bunun yanında paralel gerilim regülatöründe ise yüke paraleldir. Seri gerilim regülatöründe yük devrede yok iken, transistörden sıfır akım akmaktadır. Paralel gerilim regülatöründe ise yük devrede yok iken transistörden maksimum akım akar. Pratikte en çok kullanılan regülatör tipi seri gerilim regülatörüdür.



Şekil 4. Seri gerilim regülatörü devresi.

2. Gerekli Cihaz ve Elemanlar

1 adet 0-30V'luk DC güç kaynağı
1 adet dekad direnç kutusu
1 adet EVM veya dijital voltmetre
1 adet multimetre
1 adet NPN transistör BDY135
1 adet zener diyot 10V
2 adet 10 kΩ' luk potansiyometre
2 adet direnç (50Ω, 270Ω)

3. Yapılacak İşlemler

1. Şekildeki devreyi R_L=1kΩ ve V_i=12V olacak şekilde kurunuz. Potansiyometreyi en büyük değere alınız.
2. Bu durumdaki çıkış gerilimini ölçüp Tabloya kaydediniz. Tabloda bu gerilim referans kabul edilmiştir ve ΔV_o olarak gösterilmiştir.
3. V_i geriliminin tabloda belirtilen değerleri için çıkış gerilimini (V_o) ölçünüz ve çıkış gerilimindeki değişimleri (ΔV_o) hesaplayınız.
4. V_i =12V sabit tutarak, R_L yük direncini tablodaki gibi değiştirerek çıkış gerilimini ölçünüz ve çıkış gerilimindeki değişimleri hesaplayınız.
5. V_o- R_L, V_o - V_i, ΔV_o - V_i grafiklerini ölçekli çiziniz.

Giriş geriliminin değişimine göre regülasyon R_L=1kΩ			Yük değişimine göre regülasyon V_i =12V		
V_i (V)	ΔV_o (V)	V_o (V)	R_L (Ω)	ΔV_o(V)	V_o (V)
4			200		
6			300		
8			500		
12	0		1K	0	
14			2K		
16			5K		
20			10K		

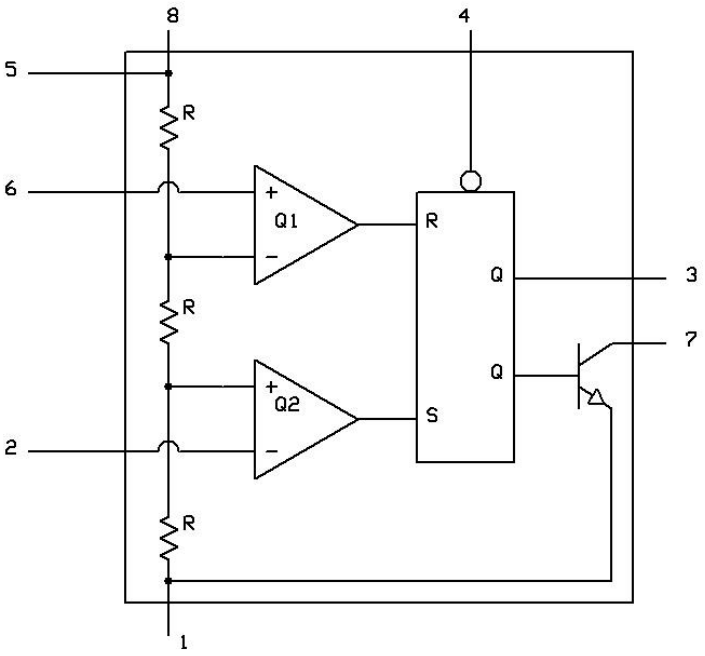
DENEY – 3

555 ENTEGRESİ ile KARE DALGA OSİLATÖRÜ - 1

1. Açıklama:

Devrenin çalışması, 6 nolu pine bağlı olan kondansatörün şarj ve deşarj edilmesi üzerine kurulmuştur. Kondansatör, R_A ve R_B üzerinden şarj olur. Kondansatör gerilimi $\frac{1 Besleme Geri\lim i}{3}$ değerinin altında olduğu sürece Komparator 2 (Q2) aktiftir ve SR Flip-Flop elemanının SET girişine lojik "1" değerini gönderir. SET girişinin aktif olmasıyla 555 Timer entegresinin çıkış pininden (Pin 3) gerilim alınır. Şarj işlemi sırasında çıkış gerilimi yaklaşık olarak, besleme gerilim değerinin 0.5 V altında bir değere sahiptir. Kondansatör gerilimi $\frac{2 Besleme Geri\lim i}{3}$ değerine ulaştığında deşarj işlemi başlar. Bu gerilim değerinin geçilmesiyle Komparator 1 (Q1) aktif olur ve SR Flip-Flop elemanının RESET girişine lojik "1" sinyali gönderir. Bu şekilde SR Flip-Flop elemanın çıkışı "0" olur. Aynı anda kondansatör, 7 nolu pine bağlı olan transistör üzerinden de toprağa deşarj edilmektedir. Kondansatör gerilimi $\frac{1 Besleme Geri\lim i}{3}$ değerinin atında düştüğünde tekrar şarj işlemine geçilir. Görüldüğü üzere, şarj ve deşarj işlemleri çıkışa ait periyodu belirlemektedirler. Bunun anlamı ise R_A, R_B ve C değerlerinin doğrudan çıkış işaretinin frekans değerine etkide bulunabilmeleridir.

555 Timer entegresine ait iç yapı Şekil 5'te görülmektedir.



Şekil 5. 555 Timer entegresinin iç yapısı

2. Gerekli Cihaz ve Elemanlar:

1 adet osiloskop
1 adet 555 kare dalga osilatör entegresi
2 adet 6.8 kΩ direnç
2 adet 3.3 kΩ direnç
1 adet 480 Ω direnç
1 adet 1 kΩ direnç
1 adet 2.2 kΩ direnç
1 adet 4.8 kΩ direnç
1 adet 10 kΩ direnç
2 adet 0.1 μF kondansatör

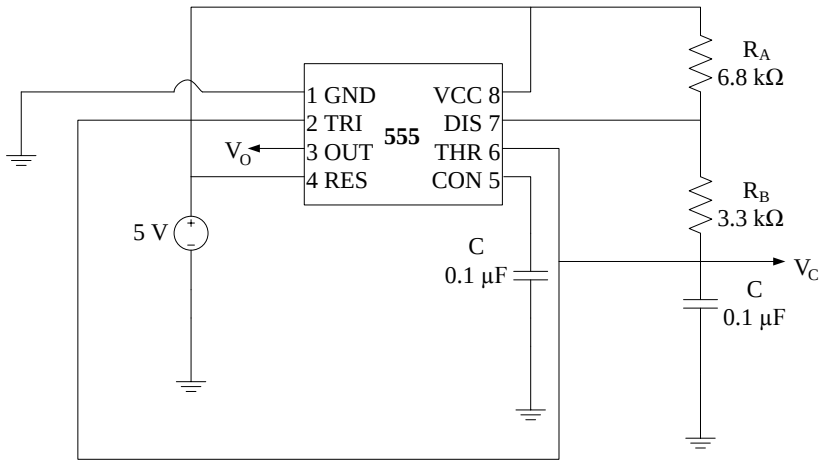
3. Yapılacak İşlemler:

1. Aşağıdaki kare dalga osilatörü devresini kurunuz.

2. R_A=6.8 kΩ' ıken; R_B=480 Ω, 1 kΩ, 2.2 kΩ, 3.3 kΩ, 4.8 kΩ, 6.8 kΩ, 10 kΩ değerleri için V_o ve V_c işretlerini osiloskopta gözleyerek çiziniz. t_d ve t_b darbe ve boşluk sürelerini ölçünüz.

3. R_B=3.3 kΩ' ıken; R_A=480 Ω, 1 kΩ, 2.2 kΩ, 3.3 kΩ, 4.8 kΩ, 6.8 kΩ, 10 kΩ değerleri için V_o ve V_c işretlerini osiloskopta gözleyerek çiziniz. t_d ve t_b darbe ve boşluk sürelerini ölçünüz.

4. $t_d = 0.695(R_A + R_B)C$ ve $t_b = 0.695R_BC$ bağıntılarından elde edilen sonuçlar ile deney sonuçlarını karşılaştırınız. Aralarında fark varsa nedenlerini açıklayınız.



Şekil 6. 555 entegresi ile kare dalga osilatör devre yapısı.

DENEY – 4

555 ENTEGRESİ ile KARE DALGA OSİLATÖRÜ - 2

1. Açıklama:

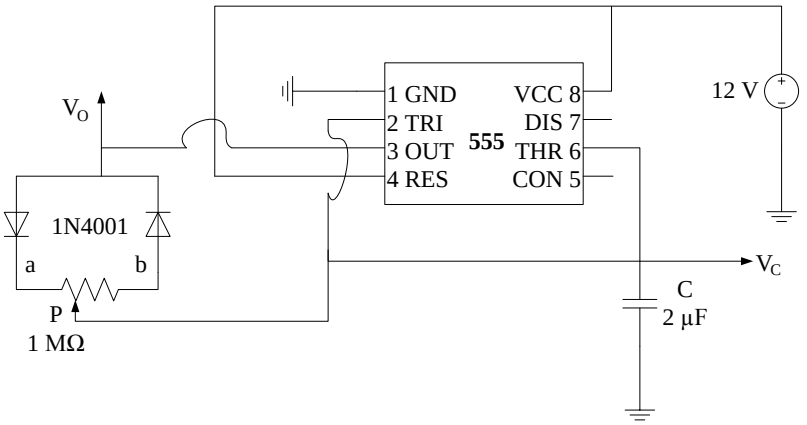
Devrenin çalışması, 6 nolu pine bağlı olan kondansatörün şarj ve deşarj edilmesi üzerine kurulmuştur. Kondansatör, potansiyometrenin "*a*" yönü üzerinden şarj olup, yine potansiyometrenin "*b*" yönü üzerinden deşarj edilmektedir. Şarj işleminden deşarj işlemine geçiş kararı ise 2 nolu pine uygulanan gerilimin $\frac{2\,Besleme\,Gerilimi}{3}$ V değerini aşması ile verilen bir karardır. Şarj işlemi sırasında çıkış gerilimi yaklaşık olarak, besleme gerilim değerinin 0.5 V altında bir değere sahiptir (lojik "*1*" değeri). Deşarj işlemi sırasında ise çıkış değeri ise yaklaşık olarak sıfır volt değerindedir (lojik "*0*" değeri). Görüldüğü üzere, şarj ve deşarj işlemleri çıkışa ait periyodu belirlemektedirler. Bunun anlamı ise potansiyometrenin konumunun ve *C* değerinin doğrudan çıkış işaretinin frekans değerine etkide bulunabilmeleridir.

2. Gerekli Cihaz ve Elemanlar:

1 adet osiloskop
1 adet 555 kare dalga osilatör entegresi
1 adet 1 MΩ potansiyometre
2 adet 1N4001 diyot
1 adet 2 µF kondansatör

3. Yapılacak İşlemler:

1. Aşağıdaki kare dalga osilatörü devresini kurunuz.
2. P potansiyometresinin maksimumu ve minimumu arasında 10 farklı değer için V_o ve V_c işretlerini osiloskopta gözleyerek çiziniz.
3. Elde ettiğiniz sonuçları yorumlayınız.



Şekil 7. 555 entegresi ile kare dalga osilatörüne ait devre şematik yapısı.

DENEY – 5

TEK KATLI AMPLİFİKATÖR

1. Açıklama:

Bilinmesi gereken temel nokta, transistörlerin akım sinyali üzerinde işlem gerçeklemeleridir ve $I_E = I_B + I_C$ eşitliği unutulmamalıdır. Devre, girişine seri olarak bağlı kondansatörden dolayı AC sinyallerin güçlendirilmesinde kullanılabilmektedir. Kondansatörlerin empedans değerlerinin frekansa bağlı olmasından dolayı, giriş işaretinin frekans değerine göre de kazanç değeri değişim gösterecektir. Kazanç değeri, $A = V_0 / V_s$ eşitliği üzerinden hesaplanabilir. Kazanç ifadesi desibel (dB) olarak ise $|A|_{dB} = 20.\log|A|$ ile verilebilir. Köşe frekans değerleri, elde edilen kazanç grafiği üzerinde kazanç değerinin maksimum kazanç değerinin $1/\sqrt{2}$ 'sine düştüğü frekans değerleridir. Bu iki köşe frekans değeri arasındaki genişlik ise amplifikatör devresine ait bant genişliğini verecektir. Son olarak, alçak frekans ve yüksek frekans değerlerindeki zayıflama (dB/dekad) değerleri ise grafiğin bu bölgelerdeki eğim değerlerine eşit olacaktır.
Şekil 8'de görülen devre kuvvetlendirilecek giriş sinyali Baz-Emetör uçları arasına uygulanmıştır. Çıkış sinyali ise Kollektör-Emetör uçları arasından alınmıştır. Dolayısıyla Emetör giriş ve çıkış için ortak uç olarak kullanılmıştır. Bu nedenle bu devre Ortak Emetörlü Amplifikatör olarak adlandırılır.

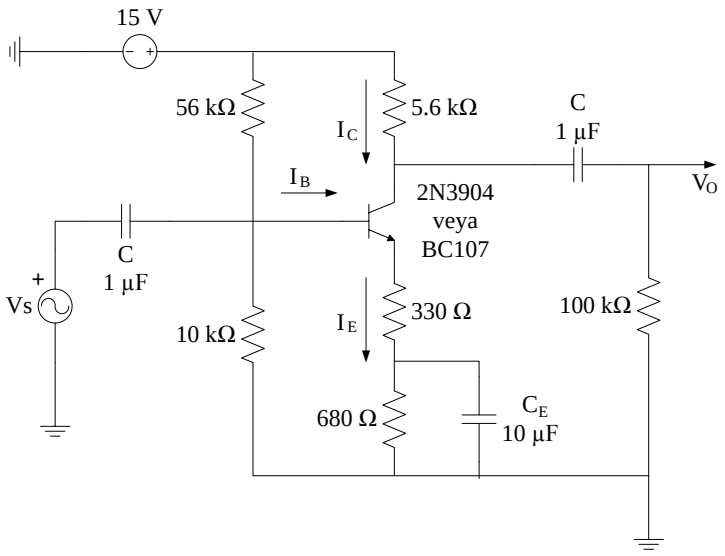
Amplifikatöre ait DC analizde devrenin iki C kondansatörü arasındaki bölümü ele alınır. Şekilde verilen devre için analiz formülleri, $V_{TH} = V_{CC} R_2 / (R_1 + R_2)$, $R_{TH} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$, $I_E = V_{TH} V_{BE} / \left((R_{TH} / (\beta + 1)) + R_E \right)$, $I_B = I_E / (\beta + 1)$, $I_C = \beta I_B$, $V_C = V_{CC} - I_C R_C$, $V_E = I_E R_E$ şeklindedir.

2. Gerekli Cihaz ve Elemanlar:

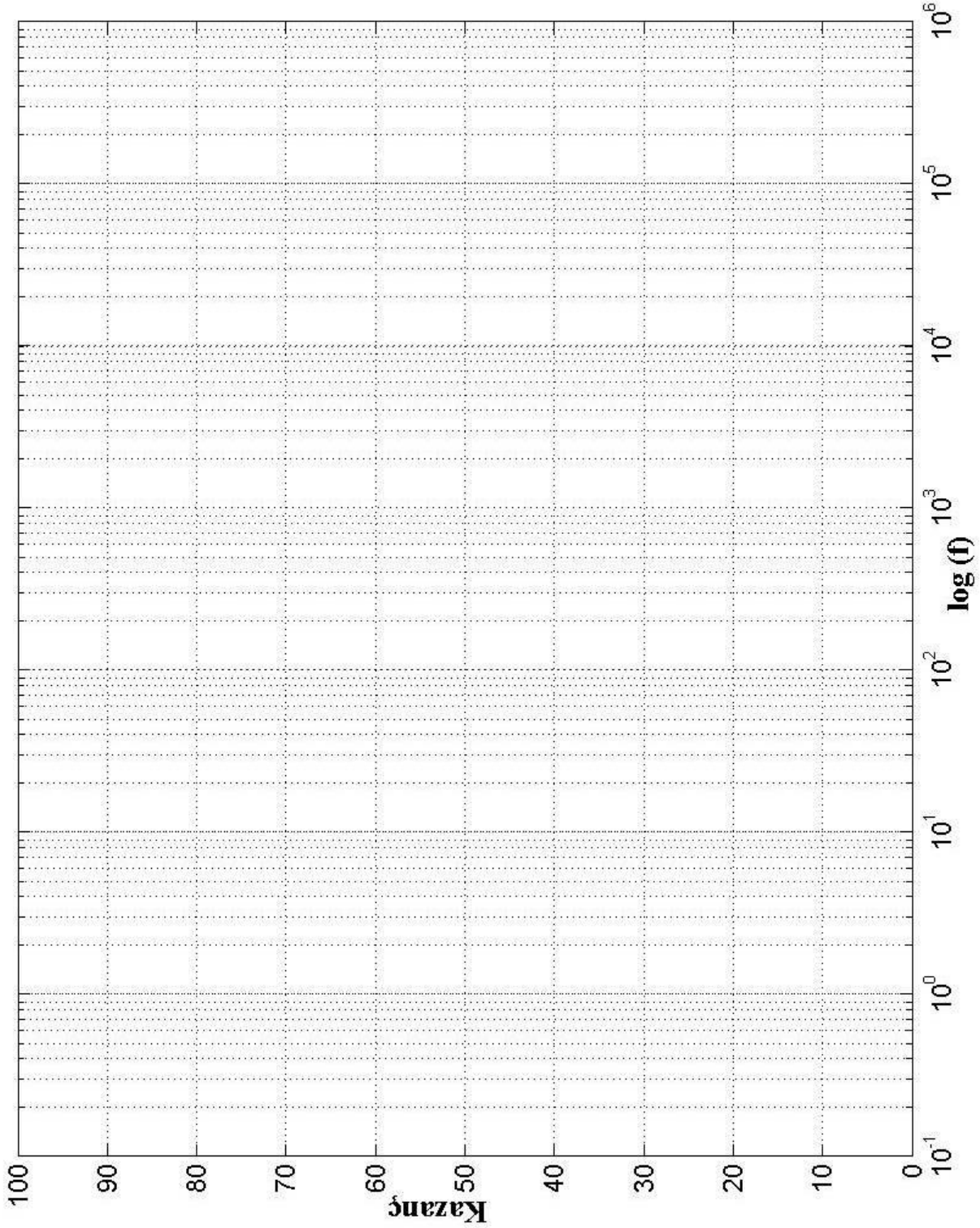
1 adet mültimetre
1 adet sinyal jeneratörü
1 adet 2N3904 veya BC107 transistör
2 adet 1 µF kondansatör
2 adet 0.1 µF kondansatör
3 adet 10 µF kondansatör
1 adet 56 kΩ direnç
1 adet 5.6 kΩ direnç
1 adet 10 kΩ direnç
1 adet 100 kΩ direnç
1 adet 330 Ω direnç
1 adet 680 kΩ direnç
4 adet Şekil 5'te verilmiş yarı logaritmik eksene ait fotokopi

3. Yapılacak İşlemler:

1. Aşağıdaki tek katlı (CE) amplifikatör devresini kurunuz.
2. Transistörün baz, kollektör ve emetör DC gerilimlerini elektronik bir voltmetre ile ölçünüz.
3. I_C , I_B , I_E akımları ile V_{BE} , V_{CE} gerilimlerini ve $ß_{dc}$ akım kazancını hesaplayınız.
4. V_S=10 mV için devrenin 100 Hz-20kHz arasındaki frekanslar için kazanç eğrisini elde ediniz ve aşağıdaki yarı logaritmik düzleme çiziniz.
5. Devrenin alt ve üst köşe frekanslarını bulunuz.
6. Alçak ve yüksek frekanslarda kazanç eğrisinin zayıflama miktari kaç dB/dekad'tır?
7. C_E=10 µF'lık kondansatörü emetör ile toprak arasına bağlayınız ve 4 ile 5. şıkları tekrarlayınız.
8. 1 µF'lık kondansatörler yerine sırası ile 0.1 µF ve 10 µF değerindeki kondansatörleri bağlayınız ve 4 ile 5. şıkları tekrarlayınız.



Şekil 8. Tek katlı amplifikatöre ait elektronik devre yapısı.



Şekil 9. Yarı logaritmik eksene ait grafiksel düzlem.

DENEY – 6

JFET'li AMPLİFİKATÖR

1. Açıklama:

FET'lerin bipolar tansistörlere göre çok daha yüksek giriş dirençlerine sahip olmaları nedeni ile tercih edildikleri bilinen bir gerçektir.

Yarıiletkenin karakteristik değerleri üzerinde; I_D, V_{DS} ve V_{GS} değerlerinin seçimini (çalışma noktasının belirlenmesini) takiben ilk olarak $R_D = (V_{DD} - V_{DS} + V_{GS})/I_D$ direncini hesaplayalım.

Kapı-emetör arasındaki negatif gerilim, R_{SS} direnci ile sağlanır. Akım sınırlaması amaçlı olarak, $R_1 = 1M\Omega$ seçilmiştir ve kapıdan herhangi bir akım akmadığı kabul edilirse $V_{R1} = 0V$ olacaktır. Bunun anlamı ise kapı geriliminin toprak potansiyelinde olduğudur. Bu durumda R_{SS} üzerinden sadece I_D akımı akacaktır. Sonuç olarak, $R_{SS} = -V_{GS}/I_D$ elde edilir.

AC işaretlerin kuplajı için C_1 kapasitesi konulmuştur. Kapasitans alçak frekanslarda etkili olmaktadır. İyi bir alçak frekans cevabı için $R_i > 1/wC_1$ koşulu sağlanmalıdır. Bu eşitsizlikte 10 katlık bir fark ($R_i = 10/wC_1$) yeterli olacaktır. $R_i = 1.5M\Omega$ ve seçilen alt kesim frekansı (f_a) için $C_1 = 10/(2\pi f_a R_i)$ olacaktır.

AC işaretlerde emetör geriliminin değişmemesi için C_{SS} köprüleme kapasitesi bağlanır. İşaretin frekans değerine göre C_{SS}'in empedans değeri, R_{SS}'e göre çok daha düşük olmalıdır ki emetör ucu topraklanmış olur. Buna göre, $C_{SS} = 10/(2\pi f_a R_{SS})$ eşitliği kullanılabilecektir.

2. Gerekli Cihaz ve Elemanlar:

1 adet osiloskop
1 adet mültimetre
1 adet sinyal jeneratörü
1 adet 2N3823 JFET
1 adet 33 µF kondansatör
1 adet 10 µF kondansatör
1 adet 1 MΩ direnç
1 adet 2.2 kΩ direnç
1 adet 1.1 kΩ direnç

3. ***Yapılacak İşlemler:***

1. Aşağıda verilmiş olan 2N3823 entegresine ait V_{DS}-I_D grafiksel yapıdan; $I_D = 2\,mA$, $V_{DS} = 6\,V$ ve $V_{GS} = -2V$ çalışması noktasını seçelim.

2. Aşağıda çalışma noktasına ilişkin olarak standart değerler verilmiştir. Ancak çalışma noktasına ait tam değerler verilmemiştir. Bu değerleri hesaplayarak uygun noktalara kaydedin.

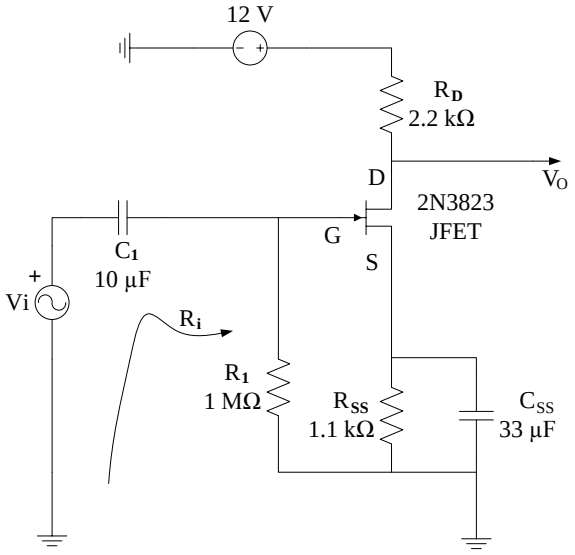
Çalışma noktası; V_{GS}= ……V, V_{DS}= ……V, I_D= ……A.
R_D (hesaplanan)= ……Ω, R_D (kullanılan)= 2.2 kΩ,
R_{SS} (hesaplanan)= ……Ω, R_{SS} (kullanılan)= 1.1 kΩ.
Alt kesim frekansı= 100 Hz.
C_1 (hesaplanan)= ……F, C_1 (kullanılan)= 10 µF,
C_{SS} (hesaplanan)= ……F, C_{SS} (kullanılan)= 33 µF.

3. Aşağıda verilen amplifikatör devresini kullanılan elemanlar cinsinden kurunuz. Devre girişine 100 mV (tepede-tepeye) -1 kHz'lik işareti uygulayınız. Çıkış işaretini osiloskopdan gözleyerek kaydediniz ve kazanç değerini hesaplayın.

$V_i = 100mV$, $V_O = ...V$ ve $A_V = V_O / V_i = ...$

4. Giriş işaretini, çıkışta distorsiyon oluncaya kadar arttırın. Distorsiyon halinde, çıkış işaretinin pozitif ve negatif yarı periyotları eşit genlikli midir? Aradaki fark nedendir?

V_i (distorsiyon başladığında)= ……V, V_O (distorsiyon başladığında)= ……V.



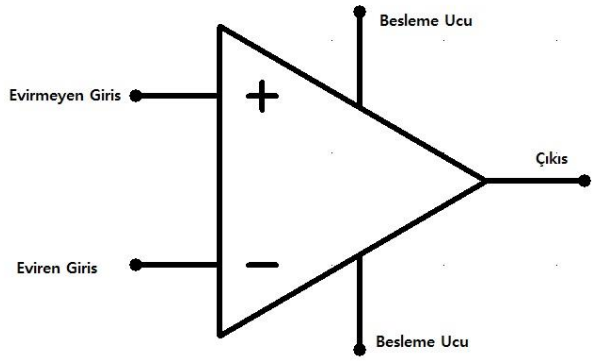
Şekil 10. JFET içerikli amplifikatör devre şeması.

DENEY – 7

OPERASYONEL AMPLİFİKATÖR

1. Açıklama:

Operasyonel Amplifikatörler (“Opamp”), geniş frekans sınırlarında sinyal yükseltmek amacıyla tasarlanmış, yüksek kazançlı gerilim yükselticileridir. Günümüzde, haberleşme, bilgisayar, test ve ölçü düzenekleri gibi birçok alanda kullanılmaktadır.



Opamp’ın iki giriş, bir çıkış ucu bulunmaktadır. Ayrıca iki adet besleme ucu vardır. Opamp’ın “+” ucuna evirmeyen giriş, “-“ ucuna eviren giriş adı verilir.
Giriş sinyalinin uygulandığı uca göre amplifikatör devresi isim alır. Şekil 12-a’da Eviren Amplifikatör, Şekil 12-b’de ise Evirmeyen Amplifikatör devresi görülmektedir.

Şekil 11. Standart Opamp

İdeal operasyonel amplifikatör için,

- giriş uçlarının arasındaki gerilim farkı sıfır
- ve giriş uçlarından içeriye akım akmadığı kabul edilmektedir.

Buna göre Şekil 12-a.’da verilmiş olan eviren amplifikatör devresini göz önüne alacak olursak, $V_i = R_i I$, $V_O = -R_f I$ ve $A_V = V_O / V_i = -R_f / R_i$ eşitlikleri geçerli olacaktır. A_V kazanç formülünden de görüleceği gibi giriş işaretiyle çıkış işareti ters fazlıdır, yani giriş işareti evrilir.

Şekil 12-b.’de verilmiş olan evirmeyen amplifikatör devresini göz önüne alacak olursak, $V_i = R_i I$, $V_O = \left(R_i + R_f\right) I$ ve $A_V = V_O / V_i = \left(R_f + R_i\right) / R_i$ eşitlikleri geçerli olacaktır.

Verilen eşitliklere ait sonuçlar ve deney devrelerine ait ölçüm sonuçları belirli bir hata bandı içerisinde de olsa, yakınsaklık göstermek durumundadır.

2. Gerekli Cihaz ve Elemanlar:

1 adet osiloskop
1 adet mültimetre
1 adet sinyal jeneratörü
1 adet 741 operasyonel amplifikatör
1 adet 1 kΩ direnç
1 adet 10 kΩ direnç
1 adet 100 kΩ direnç
2 adet Şekil 8’de verilmiş yarı logaritmik eksene ait fotokopi

3. Yapılacak İşlemler:

1. Şekil 7-a'da verilmiş olan eviren amplifikatör devresini kurunuz.
2. Tablo 1.'de verilmiş olan DC gerilim değerlerini girişe uygulayarak, çıkış gerilimlerini ölçüp kaydediniz.

V_i (V)	1.5	1	0.5	0.1	0.05	0.01	0	-0.01	-0.05	-0.1	-1	-1.5
V_O(V)												

Tablo 1. Eviren amplifikatör giriş ve çıkış DC sinyal değerleri.

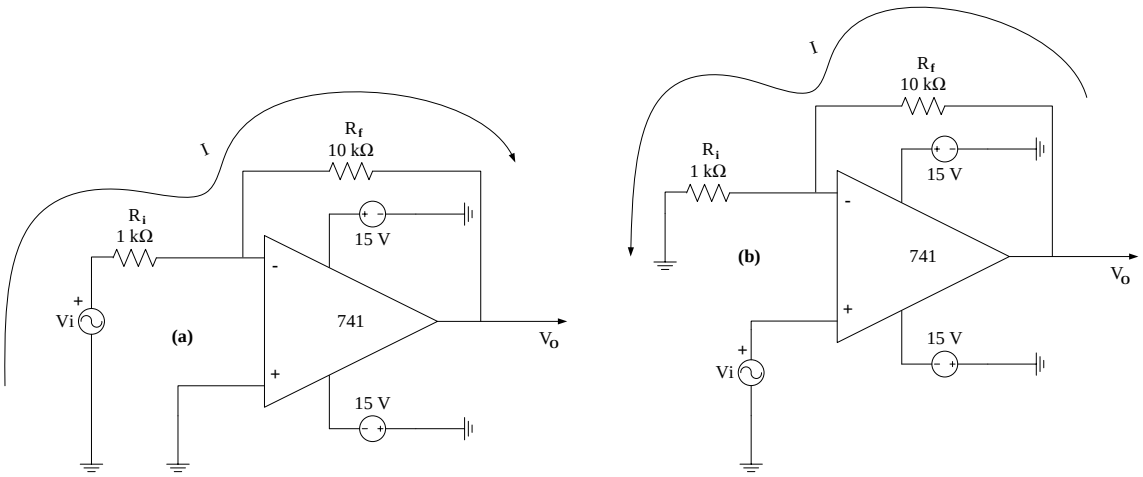
3. Tablo 2.'de verilmiş olan frekans değerlerinde ve tepeden-tepeye 1 V değerindeki sinüzoidal giriş işaretlerini sırası ile girişe uygulayalım. Çıkış işaretlerini de osiloskopda gözlemleyerek tepe değerlerini kaydedelim. Son olarak giriş ve çıkış işaretleri arasında faz farkının mevcut olup olmadığını ve var olması halinde de bu gecikmenin sebebini belirtiniz.

f (Hz)	20	50	100	200	500	1k	2k	5k	10k	20k	50k	100k	
V_O(V)													$A_v=10$
V_O(V)													$A_v=100$

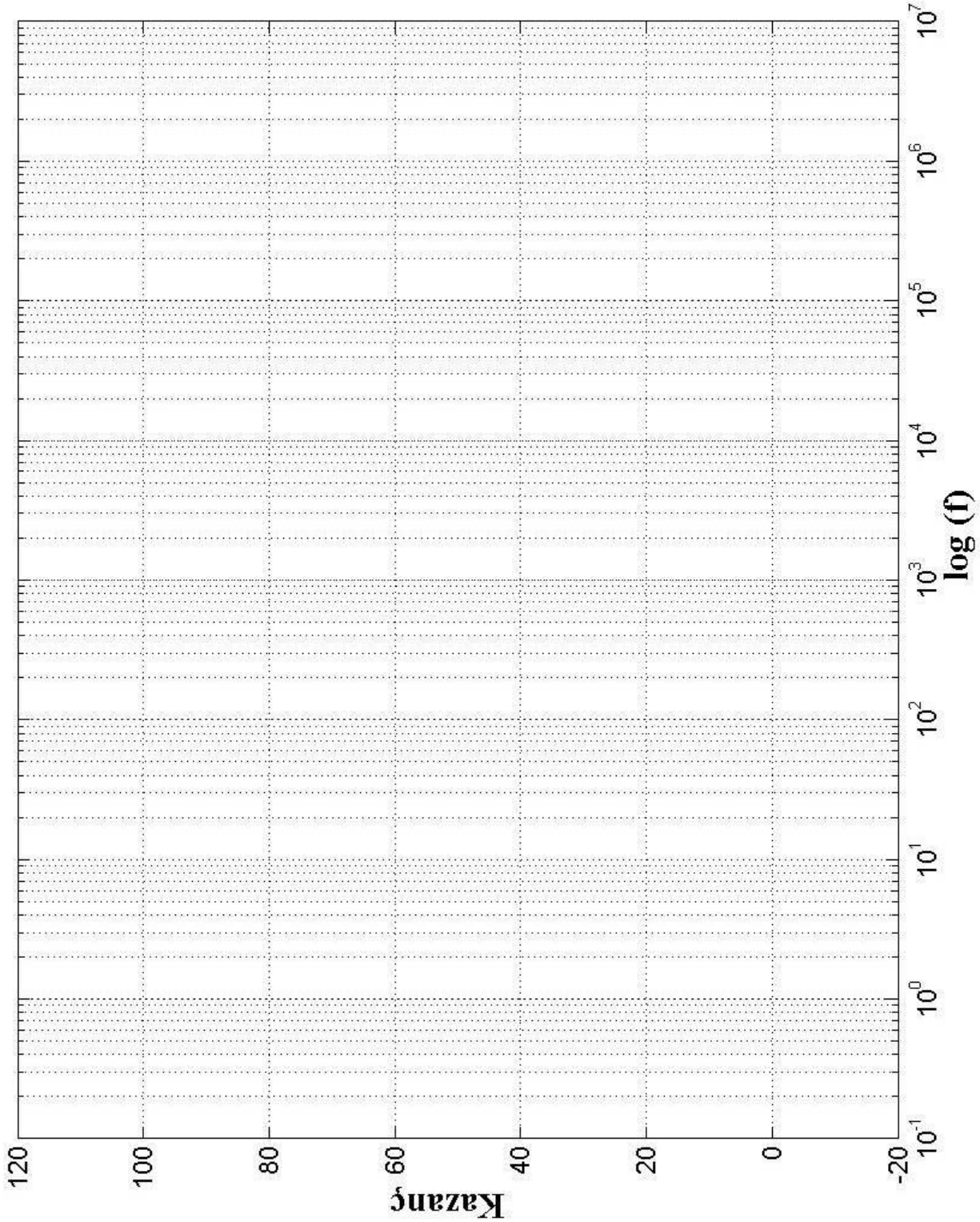
Tablo 2. Eviren amplifikatör giriş ve çıkış AC sinyal-frekans değerleri.

4. $R_i = 1k\Omega$ ve $R_f = 100\,k\Omega$ için 3. şıkkı tekrarlayınız.

5. $A_V = 10$ ve $A_V = 100$ için elde edilen kazanç değerlerini Tablo 2.'den hesaplayarak, yarı logaritmik eksen düzleminde çiziniz.
6. Şekil 7-b.'de verilmiş olan evirmeyen amplifikatör devresini kurunuz.
7. Giriş sinyali olarak, tepede-tepeye *1V - 1 kHz*'lik sinüzoidal işareti uygulayalım. Çıkış işaretini osiloskopda gözlemleyerek; tepeden-tepeye genlik değerini ve girişe göre faz farkını belirtiniz.
V_O = ……V, Faz (girişe göre)= …….



Şekil 12. a. Eviren amplifikatör devre şeması, **b.** Evirmeyen amplifikatör devre şeması.



Şekil 13. 10 MHz maksimum değer için yarı logaritmik eksen.

DENEY – 8

TRANSİSTÖRLÜ DİFERANSİYEL AMPLİFİKATÖR

1. Açıklama:

Tek katlı veya iki katlı amplifikatörler, sıcaklıktan etkilenmekte ve çalışma noktası kaymaktadır. Emetördeki ısıl kararlılık direnci ile bir miktar ısıl kararlılık sağlanmasına rağmen, küçük genlikli veya DC sinyallerde sıcaklık etkili olmaktadır.

Sıcaklık problemini önleme amaçlı olarak, Şekil 14'te gösterildiği gibi diferansiyel amplifikatör devresi kullanılmaktadır. Çıkış gerilimi, $V_O = V_2 - V_1$ olarak verilebilir. Sıcaklık etkisi ile aynı olan transistörlerde aynı yönde kaymalar olacaktır ve çıkışta fark alınacağından dolayı sıcaklık etkisi gözükmeyecektir.

Devre yapısında giriş sinyallerinin doğrudan uygulandığı transistörlerin ortak bağlantı noktalarına, sabit akım kaynağı bağlanarak sistemin kararlılığı arttırılmaktadır. Sabit akım kaynağı yerine, bu görevi üstlenecek elektronik yapıların da sistem içerisine alınabileceği gözden kaçırılmaması gereken önemli bir noktadır.

İdeal akım kaynağı ile beslenen bir diferansiyel fark amplifikatörü için çıkış gerilimi, kolektör dirençleri üzerinde oluşacaktır. Buna binaen kazanç değeri ise $A_V = V_O / V_i = -R_C / 2r_e$ olarak verilebilecektir. Burada r_e, V_2 çıkışının bağlı olduğu ortak bazlı devrenin giriş direncidir ve $r_e = 1/g_m = h_{ie} / h_{fe}$ ile ifade edilebilecektir.

2. Gerekli Cihaz ve Elemanlar:

1 adet osiloskop
1 adet mültimetre
1 adet sinyal jeneratörü
4 adet BC107 transistör
2 adet 1 kΩ direnç
2 adet 10 kΩ direnç
1 adet 20 kΩ direnç
1 adet Şekil 5'te verilmiş yarı logaritmik eksene ait fotokopi

3. ***Yapılacak İşlemler:***

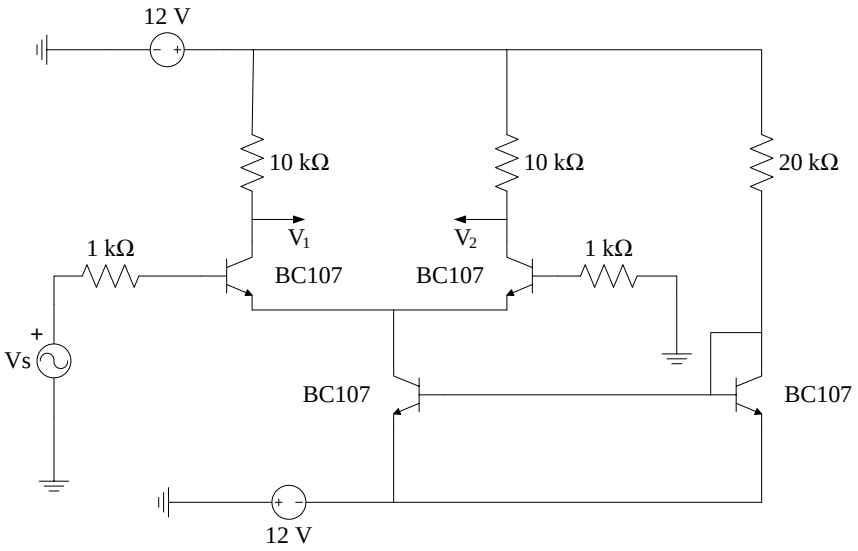
1. Aşağıdaki transistörlü diferansiyel amplifikatör devresini kurunuz.

2. $V_S = 50mV$ -sinüzoidal için $A_V = V_2 / V_S$ gerilim kazancını *1 Hz* ile *2.5 MHz* arası için elde ediniz ve yarı logaritmik düzleme çiziniz.

3. V_S , V_1 ve V_2 işaretlerini osiloskopta gözleyerek çiziniz.

4. Transistörlerin baz, emetör ve kollektör DC gerilimlerini ölçünüz; V_{BE} ve V_{CE} gerilimlerini hesaplayınız.

5. Herbir transistörün görevini açıklayınız.



Şekil 14. Transistörlü diferansiyel amplifikatör devre şeması.

DENEY – 9

OPAMP ile DİFERANSİYEL AMPLİFİKATÖR

1. Açıklama:

İki işaret arasındaki farkın ölçümü ile ilgili olarak çok değişik uygulamalar vardır. Örneğin sıcaklık ölçümü, bir termokulpdan alınan işaretin sabit bir referans ile karşılaştırılması işlemine dayanmaktadır.

Şekil 15.'ten de görüleceği gibi diferansiyel fark amplifikatörü, süperpozisyon teoriminin uygulanması ile analiz edilebilecektir ve analize başlandığında görülecektir ki devre bir eviren ve bir evirmeyen amplifikatörün birleşiminin sonucudur. Bunun anlamı ise, çıkış işaretinin $V_O = (R_{f1} / R_1)(V_2 - V_1) = (R_{f2} / R_2)(V_2 - V_1)$ eşitliği ile verilebileceğidir. Verilen eşitliğin geçerliliği için $R_{f1} / R_1 = R_{f2} / R_2$ ön şartı sağlanmak zorundadır.

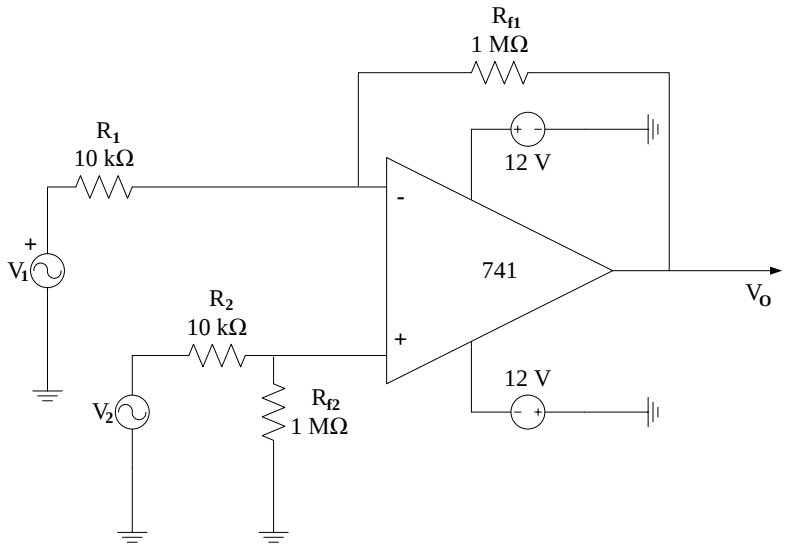
2. Gerekli Cihaz ve Elemanlar:

1 adet osiloskop
1 adet mültimetre
1 adet sinyal jeneratörü
1 adet LM741 operasyonel amplifikatör
2 adet 10 kΩ direnç
2 adet 1 MΩ direnç
1 adet Laboratuar Rapor Formu fotokopi (deney föyü son sayfada verilmiştir)
1 adet A4 boş sayfa ve hesap makinesi (grafikler ve hesaplamalar için).

3. Yapılacak İşlemler:

* $V_d = V_1 - V_2 \rightarrow$ girişteki fark gerilim değeri,
* $V_O = (V_2 - V_1).100 \rightarrow$ çıkıştaki fark gerilim değeri.

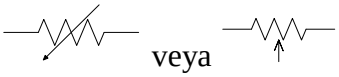
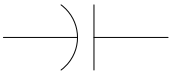
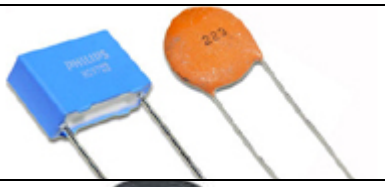
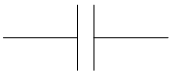
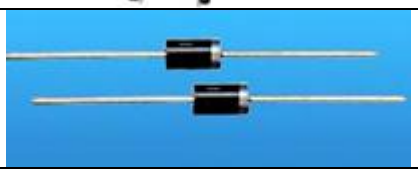
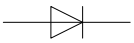
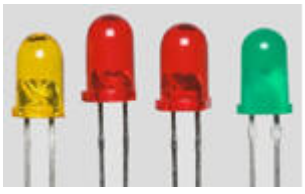
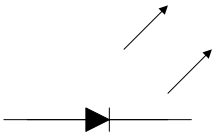
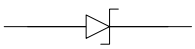
1. Aşağıdaki fark amplifikatör devresini kurunuz.
2. $V_1 = 0$ iken; V_O ve V_2= *80 mV/1 KHz* gerilimlerini osiloskopta gözleyerek aynı zaman eksenine çiziniz.
3. $A_V=V_O/V_2$ gerilim kazancını hesaplayınız. Aynı kazancı devre elemanları cinsinden hesaplayınız. Deneysel ve teorik sonuçları karşılaştırınız.
4. $V_2 = 0$ ıken; V_O ve V_1*=80 mV/1 kHz* gerilimlerini osiloskopta gözleyerek aynı zaman eksenine çiziniz.
5. $A_V=V_O/V_1$ gerilim kazancını hesaplayınız. Aynı zamanda devre elemanları cinsinden hesaplayınız. Deneysel ve teorik sonuçları karşılaştırınız.
6. V_1*=80 mV/1 kHz/0°*, V_2*=60 mV/1 kHz/0°* için V_O çıkış gerilimini osiloskopta gözleyerek çiziniz. $A_V=V_O/(V_1-V_2)$ kazancını ölçünüz. Aynı kazancı devreden hesaplayarak ikisini karşılaştırınız.

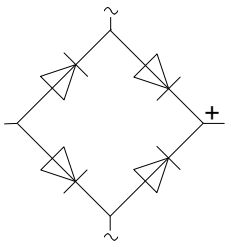
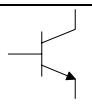
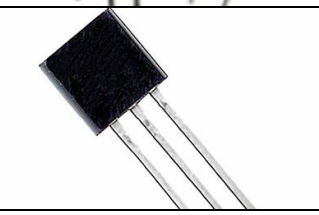
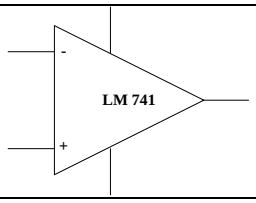
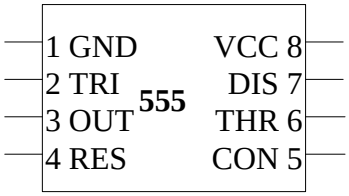


Şekil 15. Operasyonel amplifikatör içerikli fark amplifikatörü devre şeması.

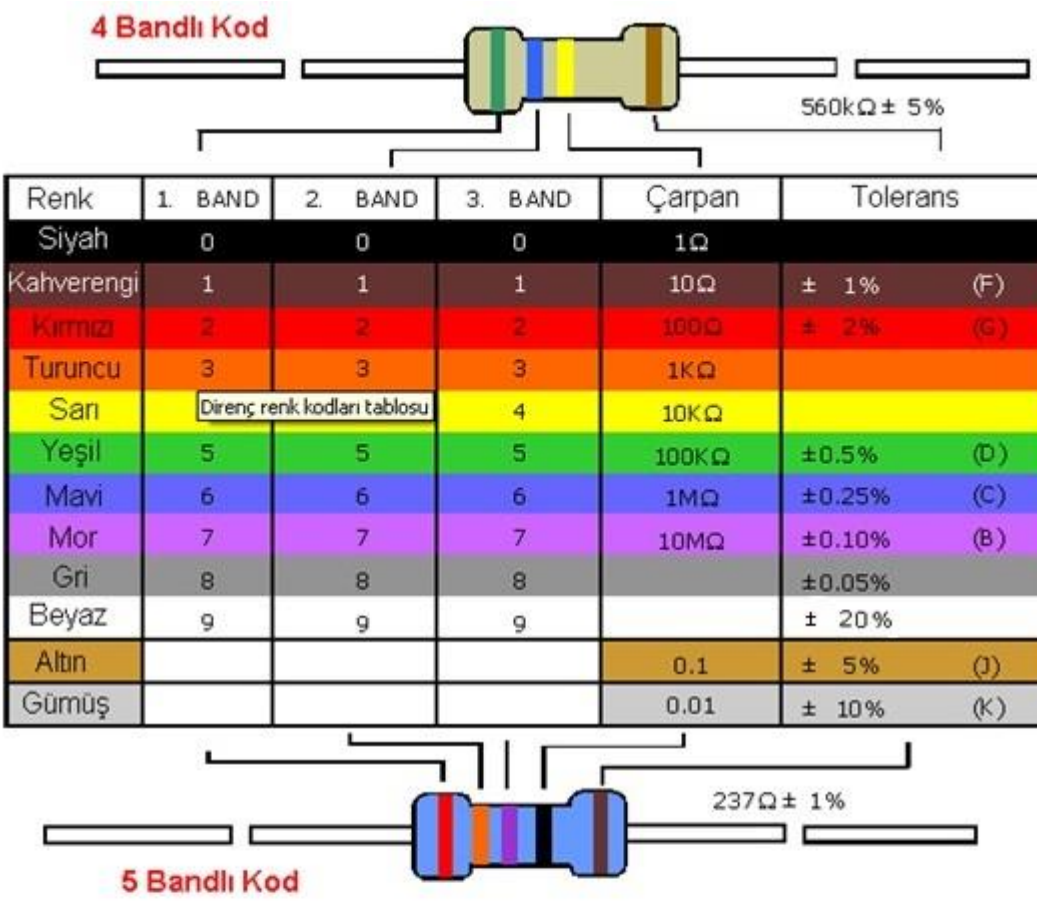
DENEYLERDE KULLANILAN ELEMANLAR için SEMBOLLER ve EK BİLGİLER

SEMBOLLER

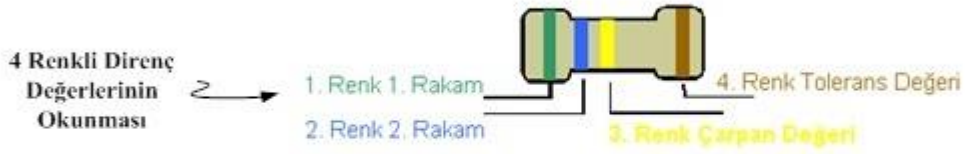
İlgili Eleman:	Kendisi:	Sembol:
Direnç		
Potansiyometre		
Kapasite (Yönlü)		
Kapasite (Yönsüz)		
Endüktans		
Diyot		
LED		
Zener Diyot		

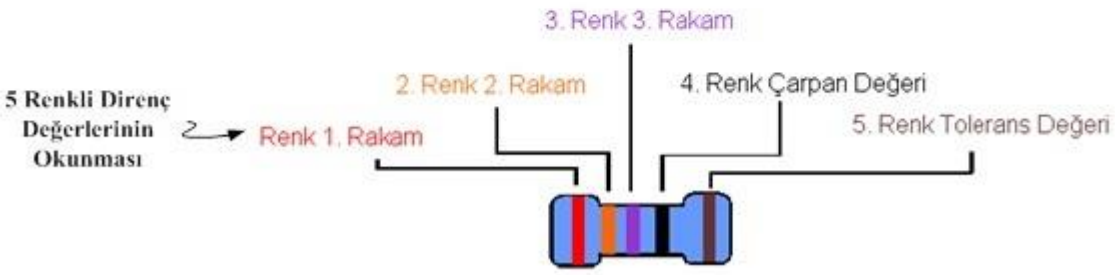
Diyot (Köprü Entegre)		
Transistör (NPN)		
Transistör (PNP)		
JFET (N-Kanal)		
Operasyonel Amplifikatör		
Osilatör Entegre		
Ampermetre		
Voltmetre		

DİRENÇLERE AİT RENK KODLARI



Renk	1. BAND	2. BAND	3. BAND	Çarpan	Tolerans	
Siyah	0	0	0	1Ω		
Kahverengi	1	1	1	10Ω	± 1%	(F)
Kırmızı	2	2	2	100Ω	± 2%	(G)
Turuncu	3	3	3	1KΩ		
Sarı		Direnç renk kodları tablosu	4	10KΩ		
Yeşil	5	5	5	100KΩ	±0.5%	(D)
Mavi	6	6	6	1MΩ	±0.25%	(C)
Mor	7	7	7	10MΩ	±0.10%	(B)
Gri	8	8	8		±0.05%	
Beyaz	9	9	9		± 20%	
Altın				0.1	± 5%	(J)
Gümüş				0.01	± 10%	(K)





YARI-İLETKENLERLERE AİT KODLAR

Pro-Electron (Avrupa) Kodlama Sistemi

İlk Harf yarı-iletkenin yapıldığı madde		İkinci Harf Elemanın işlevi		Diğer Karakterler
A	Germanyum	A	Diyot - düşük güç ya da sinyal	İlk iki harften sonraki karakterler elemanın seri numarasını belirtmektedir. Genel kullanımda üç basamaklı sayılarla gösterilir. Ancak endüstriyel kullanım için olan elemanlarda bir harften sonra iki basamaklı sayı bulunmaktadır. (Ör: A10 – Z99)
B	Silisyum	B	Diyot – Kapasitif	
C	Galyum-Arsenik	C	Transistör – ses frekansı, düşük güç	
R	Polikristal Yarı-iletken	D	Transistör – ses frekansı, güç	
		E	Tünel diyot	
		F	Transistör - yüksek frekans, düşük güç	
		G	Çeşitli elemanlar	
		H	Diyot – manyetik duyarlı	
		L	Transistör - yüksek frekans, güç	
		N	Optokuplör	
		P	Işık algılayıcı	
		Q	LED	
		R	Anahtarlama, düşük güç (örnek: tristör, diyak tek jonksiyonlu)	
		S	Transistör – düşük güçlü anahtarlama	
		T	Anahtarlama, düşük güç (örnek: tristör, diyak)	
		U	Transistör - anahtarlama, güç	
		W	Ses dalgası algılayıcı	
		X	Çoklayıcı diyot	
		Y	Doğrultucu Diyot	
		Z	Zener Diyot	

Kodlama Örnekleri:

BC107:	B	Silisyum
	C	Düşük güçlü, ses frekans transistörü
	107	Seri numarası (genel kullanım)

BBY10:	B	Silisyum
	B	Kapasitif Diyot
	Y10	Seri Numarası (endüstriyel kullanım)

Zener Diyotların Kodlanması:

Zener diyotlarda yukarıdakilere ek olarak tolerans ve zener gerilim değerleri de kodlanır. İlk harf, zener diyotun yapıldığı maddeyi, ikinci ve üçüncü harfler zener diyotun işlevini, dördüncü harf ise zener diyotun toleransını ifade eder. Tolerans miktarları,

A	± 1%
B	± 2%
C	± 5%
D	± 10%

şeklindedir. Harflerden sonraki iki rakam elemanın seri numarası, sonraki rakamlar ise zener diyotun iletime geçtiği gerilim değeridir.

Örnek:

BZY85C9V1:	B	Silisyum
	Z	Zener Diyot
	Y	Doğrultmaç
	85	Seri Numarası
	C	± 5% Tolerans
	9V1	9.1V Zener Diyotun Gerilim Değeri

JEDEC (Amerika) Kodlama Sistemi

İlk Sayı	**İkinci Harf**	**Sonraki Sayılar**
1 Diyot		Elemanın Seri Numarası
2 Bipolar transistör	N	
3 FET		

Kodlama Örnekleri

1N914:	1N	Diyot
	914	Seri Numarası

2N3866:	2N	Transistör
	3866	Seri Numarası

KATALOG BİLGİLERİ

Not: Her bir yarıiletken için katalog bilgilerinin deneylerde gerekli olacak olan kısımları çalışma içerisine alınmıştır.

1N4001

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

May 2009

1N4001 - 1N4007
General Purpose Rectifiers

Features

- Low forward voltage drop.
- High surge current capability.



DO-41
COLOR BAND DENOTES CATHODE

Absolute Maximum Ratings * T_A = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V_{RRM}	Peak Repetitive Reverse Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V
$I_{F(AV)}$	Average Rectified Forward Current .375 " lead length @ T_A = 75°C	1.0							A
I_{FSM}	Non-Repetitive Peak Forward Surge Current 8.3ms Single Half-Sine-Wave	30							A
I^2t	Rating for Fusing (t<8.3ms)	3.7							A^2sec
T_{STG}	Storage Temperature Range	-55 to +175							°C
T_J	Operating Junction Temperature	-55 to +175							°C

* These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may by impaired.

Thermal Characteristics

Symbol	Parameter	Value	Units
P_D	Power Dissipation	3.0	W
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	50	°C/W

Electrical Characteristics T_A = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_F	Forward Voltage @ 1.0A	1.1	V
I_{rr}	Maximum Full Load Reverse Current, Full Cycle T_A = 75°C	30	µA
I_R	Reverse Current @ Rated V_R T_A = 25°C T_A = 100°C	5.0 50	µA µA
C_T	Total Capacitance V_R = 4.0V, f = 1.0MHz	15	pF

Typical Performance Characteristics

Figure 1. Forward Current Derating Curve

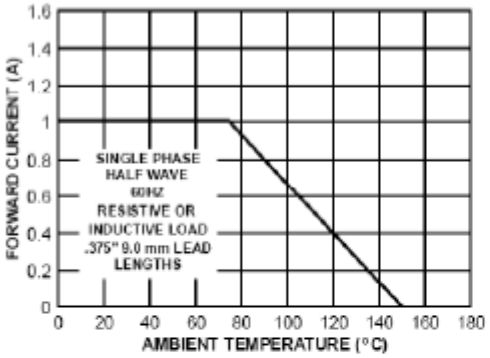


Figure 2. Forward Characteristics

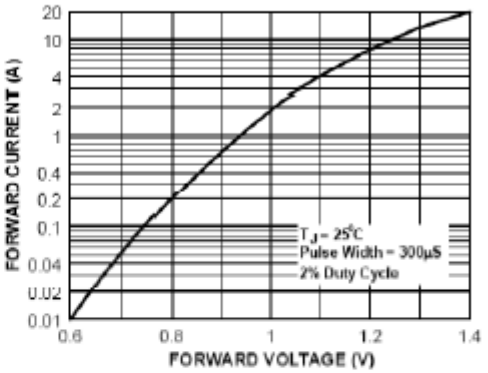


Figure 3. Non-Repetitive Surge Current

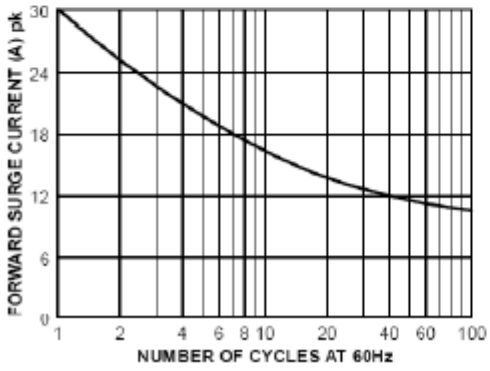
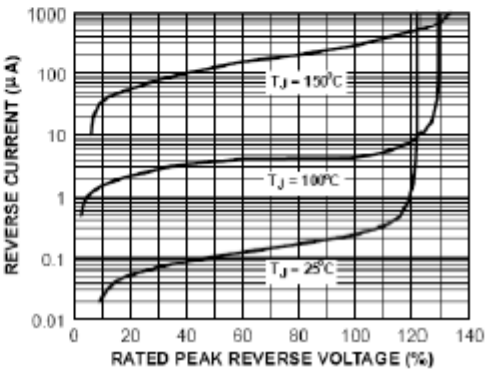


Figure 4. Reverse Characteristics



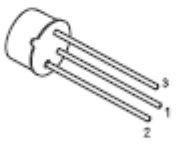
BC107

BC107
BC107B

LOW NOISE GENERAL PURPOSE AUDIO AMPLIFIERS

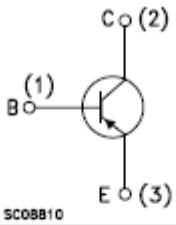
DESCRIPTION

The BC107 and BC107B are silicon Planar Epitaxial NPN transistors in TO-18 metal case. They are suitable for use in driver stages, low noise input stages and signal processing circuits of television reveivers. The PNP complementary types are BC177 and BC177B respectively.



TO-18

INTERNAL SCHEMATIC DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CBO}	Collector-Base Voltage (I_E = 0)	50	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage (I_B = 0)	45	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage (I_C = 0)	6	V
I_C	Collector Current	100	mA
P_{tot}	Total Dissipation at $T_{amb} \leq 25\ ^oC$ at $T_C \leq 25\ ^oC$	0.3 0.75	W W
T_{stg}	Storage Temperature	-55 to 175	^oC
T_j	Max. Operating Junction Temperature	175	^oC

THERMAL DATA

$R_{thj\text{-}case}$	Thermal Resistance Junction-Case	Max	200	°C/W
$R_{thj\text{-}amb}$	Thermal Resistance Junction-Ambient	Max	500	°C/W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_{case} = 25 °C unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I_{CBO}	Collector Cut-off Current (I_E = 0)	V_{CB} = 40 V V_{CB} = 40 V T_C = 150 °C			15 15	nA µA
$V_{(BR)CBO}$	Collector-Base Breakdown Voltage (I_E = 0)	I_C = 10 µA	50			V
$V_{(BR)CEO}$*	Collector-Emitter Breakdown Voltage (I_B = 0)	I_C = 10 mA	45			V
$V_{(BR)EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage (I_C = 0)	I_E = 10 µA	6			V
$V_{CE(sat)}$*	Collector-Emitter Saturation Voltage	I_C = 10 mA I_B = 0.5 mA I_C = 100 mA I_B = 5 mA		70 200	250 600	mV mV
$V_{BE(sat)}$*	Base-Emitter Saturation Voltage	I_C = 10 mA I_B = 0.5 mA I_C = 100 mA I_B = 5 mA		750 950		mV mV
$V_{BE(on)}$*	Base-Emitter On Voltage	I_C = 2 mA V_{CE} = 5 V I_C = 10 mA V_{CE} = 5 V	550	650 700	700 770	mV mV
h_{FE}*	DC Current Gain	I_C = 2 mA V_{CE} = 5 V for BC107 for BC107B I_C = 10 µA V_{CE} = 5 V for BC107 for BC107B	 110 200 40	 120 150	 450 450	
h_{fe}*	Small Signal Current Gain	I_C = 2 mA V_{CE} = 5 V f = 1 KHz for BC107 for BC107B I_C = 10 mA V_{CE} = 10 V f = 100 MHz		 250 300 2		
C_{CBO}	Collector-Base Capacitance	I_E = 0 V_{CB} = 10 V f = 1MHz		4	6	pF
C_{EBO}	Emitter-Base Capacitance	I_C = 0 V_{EB} = 0.5 V f = 1MHz		12		pF
NF	Noise Figure	I_C = 0.2 mA V_{CE} = 5 V f = 1KHz R_g = 2KΩ B = 200Hz		2	10	dB
h_{ie}	Input Impedance	I_C = 2 mA V_{CE} = 5 V f = 1KHz for BC107 for BC107B		 4 4.8		 KΩ KΩ
h_{re}	Reverse Voltage Ratio	I_C = 2 mA V_{CE} = 5 V f = 1KHz for BC107 for BC107B		 2.2 2.7		 10^{-4} 10^{-4}
h_{oe}	Output Admittance	I_C = 2 mA V_{CE} = 5 V f = 1KHz for BC107 for BC107B		 30 26		 µS µS

2N3904

2N3903, 2N3904

2N3903 is a Preferred Device

General Purpose Transistors

NPN Silicon

ON Semiconductor®

http://onsemi.com

Features

- Pb−Free Packages are Available*

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Collector−Emitter Voltage	V_{CEO}	40	Vdc
Collector−Base Voltage	V_{CBO}	60	Vdc
Emitter−Base Voltage	V_{EBO}	6.0	Vdc
Collector Current − Continuous	I_C	200	mAdc
Total Device Dissipation @ T_A = 25°C Derate above 25°C	P_D	625 5.0	mW mW/°C
Total Device Dissipation @ T_C = 25°C Derate above 25°C	P_D	1.5 12	W mW/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	−55 to +150	°C

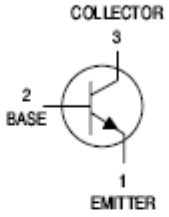
THERMAL CHARACTERISTICS (Note 1)

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction−to−Ambient	$R_{\theta JA}$	200	°C/W
Thermal Resistance, Junction−to−Case	$R_{\theta JC}$	83.3	°C/W

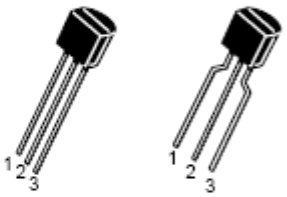
Stresses exceeding Maximum Ratings may damage the device. Maximum Ratings are stress ratings only. Functional operation above the Recommended Operating Conditions is not implied. Extended exposure to stresses above the Recommended Operating Conditions may affect device reliability.

1. Indicates Data in addition to JEDEC Requirements.

*For additional information on our Pb−Free strategy and soldering details, please download the ON Semiconductor Soldering and Mounting Techniques Reference Manual, SOLDERRM/D.



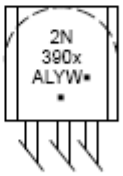
TO−92
CASE 29
STYLE 1



STRAIGHT LEAD
BULK PACK

BENT LEAD
TAPE & REEL
AMMO PACK

MARKING DIAGRAMS



x = 3 or 4
A = Assembly Location
L = Wafer Lot
Y = Year
W = Work Week
• = Pb−Free Package

(Note: Microdot may be in either location)

ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information in the package dimensions section on page 3 of this data sheet.

Preferred devices are recommended choices for future use and best overall value.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic		Symbol	Min	Max	Unit
OFF CHARACTERISTICS					
Collector−Emitter Breakdown Voltage (Note 2) (I_C = 1.0 mAdc, I_B = 0)		$V_{(BR)CEO}$	40	−	Vdc
Collector−Base Breakdown Voltage (I_C = 10 μAdc, I_E = 0)		$V_{(BR)CBO}$	60	−	Vdc
Emitter−Base Breakdown Voltage (I_E = 10 μAdc, I_C = 0)		$V_{(BR)EBO}$	6.0	−	Vdc
Base Cutoff Current (V_{CE} = 30 Vdc, V_{EB} = 3.0 Vdc)		I_{BL}	−	50	nAdc
Collector Cutoff Current (V_{CE} = 30 Vdc, V_{EB} = 3.0 Vdc)		I_{CEX}	−	50	nAdc
ON CHARACTERISTICS					
DC Current Gain (Note 2)		h_{FE}			−
(I_C = 0.1 mAdc, V_{CE} = 1.0 Vdc)	2N3903		20	−	
	2N3904		40	−	
(I_C = 1.0 mAdc, V_{CE} = 1.0 Vdc)	2N3903		35	−	
	2N3904		70	−	
(I_C = 10 mAdc, V_{CE} = 1.0 Vdc)	2N3903		50	150	
	2N3904		100	300	
(I_C = 50 mAdc, V_{CE} = 1.0 Vdc)	2N3903		30	−	
	2N3904		60	−	
(I_C = 100 mAdc, V_{CE} = 1.0 Vdc)	2N3903		15	−	
	2N3904		30	−	
Collector−Emitter Saturation Voltage (Note 2)		$V_{CE(sat)}$			Vdc
(I_C = 10 mAdc, I_B = 1.0 mAdc)			−	0.2	
(I_C = 50 mAdc, I_B = 5.0 mAdc			−	0.3	
Base−Emitter Saturation Voltage (Note 2)		$V_{BE(sat)}$			Vdc
(I_C = 10 mAdc, I_B = 1.0 mAdc)			0.65	0.85	
(I_C = 50 mAdc, I_B = 5.0 mAdc)			−	0.95	
SMALL−SIGNAL CHARACTERISTICS					
Current−Gain − Bandwidth Product		f_T			MHz
(I_C = 10 mAdc, V_{CE} = 20 Vdc, f = 100 MHz)	2N3903		250	−	
	2N3904		300	−	
Output Capacitance (V_{CB} = 5.0 Vdc, I_E = 0, f = 1.0 MHz)		C_{obo}	−	4.0	pF
Input Capacitance (V_{EB} = 0.5 Vdc, I_C = 0, f = 1.0 MHz)		C_{ibo}	−	8.0	pF
Input Impedance		h_{ie}			k Ω
(I_C = 1.0 mAdc, V_{CE} = 10 Vdc, f = 1.0 kHz)	2N3903		1.0	8.0	
	2N3904		1.0	10	
Voltage Feedback Ratio		h_{re}			X 10^{-4}
(I_C = 1.0 mAdc, V_{CE} = 10 Vdc, f = 1.0 kHz)	2N3903		0.1	5.0	
	2N3904		0.5	8.0	
Small−Signal Current Gain		h_{fe}			−
(I_C = 1.0 mAdc, V_{CE} = 10 Vdc, f = 1.0 kHz)	2N3903		50	200	
	2N3904		100	400	
Output Admittance (I_C = 1.0 mAdc, V_{CE} = 10 Vdc, f = 1.0 kHz)		h_{oe}	1.0	40	μmhos
Noise Figure		NF			dB
(I_C = 100 μAdc, V_{CE} = 5.0 Vdc, R_S = 1.0 k Ω, f = 1.0 kHz)	2N3903		−	6.0	
	2N3904		−	5.0	
SWITCHING CHARACTERISTICS					
Delay Time	(V_{CC} = 3.0 Vdc, V_{BE} = 0.5 Vdc, I_C = 10 mAdc, I_{B1} = 1.0 mAdc)	t_d	−	35	ns
Rise Time		t_r	−	35	ns
Storage Time	(V_{CC} = 3.0 Vdc, I_C = 10 mAdc, I_{B1} = I_{B2} = 1.0 mAdc) 2N3903	t_s	−	175	ns
	2N3904		−	200	
Fall Time		t_f	−	50	ns

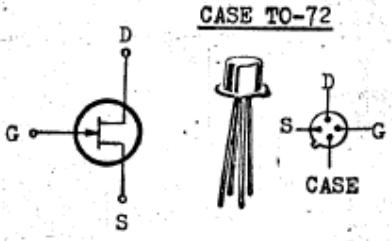
2N3823

2N3823

N-CHANNEL JUNCTION FIELD EFFECT TRANSISTOR

THE 2N3823 IS AN N-CHANNEL JFET DESIGNED FOR RF AMPLIFIER AND MIXER APPLICATIONS. IT FEATURES LOW CROSS-MODULATION, LOW NOISE FIGURE AND GOOD POWER GAIN AT FREQUENCY UP TO 450MHz. THE DEVICE IS ALSO SUITABLE FOR ANALOG SWITCHING WHERE LOW JUNCTION CAPACITANCE IS ESSENTIAL.

CASE TO-72



THE S,D,G TERMINALS ARE ELECTRICALLY ISOLATED FROM CASE.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Drain-Gate Voltage	V_{DG}	30V
Drain-Source Voltage	V_{DS}	30V
Gate-Source Voltage	V_{GS}	-30V
Gate Current	I_G	10mA
Total Power Dissipation ($T_A \leq 25^oC$)	P_{tot}	300mW derate 2mW/°C above 25°C
Operating Junction & Storage Temperature	T_j, T_{stg}	-65 to 175°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A=25°C unless otherwise noted) * Common Source

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNIT	TEST CONDITIONS
Gate-Source Breakdown Voltage	$-BV_{GSS}$	30			V	$-I_G$=1μA V_{DS}=0
Gate Cutoff Current	$-I_{GSS}$			0.5 0.5	nA μA	$-V_{GS}$=20V V_{DS}=0 $-V_{GS}$=20V V_{DS}=0 T_A=150°C
Zero-Gate-Voltage Drain Current	I_{DSS}	4	10	20	mA	V_{DS}=15V V_{GS}=0
Gate Source Voltage	$-V_{GS}$	1	3.2	7.5	V	V_{DS}=15V I_D=0.4mA
Gate Source Cutoff Voltage	$-V_{GS(off)}$		3.5	8	V	V_{DS}=15V I_D=0.5nA
Forward Transfer Admittance	$\|y_{fs}\|$ *	3.5	5	6.5	mσ	V_{DS}=15V V_{GS}=0 f=1kHz
Output Admittance	$\|y_{os}\|$ *		20	35	μσ	V_{DS}=15V V_{GS}=0 f=1kHz
Input Capacitance	Ciss *		3.5	6	pF	V_{DS}=15V V_{GS}=0 f=1MHz
Feedback Capacitance	Crss *		0.7	2	pF	V_{DS}=15V V_{GS}=0 f=1MHz

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNIT	TEST CONDITIONS
Forward Transfer Admittance	$\|y_{fs}\|$ *	3.2	5.5		m℧	V_{DS}=15V V_{GS}=0 f=200MHz
Input Conductance	g_{is} *		250	800	μ℧	V_{DS}=15V V_{GS}=0 f=200MHz
Output Conductance	g_{os} *		60	200	μ℧	V_{DS}=15V V_{GS}=0 f=200MHz
Spot Noise Figure	NF *		1	2.5	dB	V_{DS}=15V V_{GS}=0 f=100MHz R_G=1KΩ
Power Gain	Gps *		12		dB	V_{DS}=15V I_D=5mA f=400MHz
Equivalent Noise Input Voltage	$\overline{En}$ *		8		$nV/\sqrt{Hz}$	V_{DS}=15V I_D=1mA f=100Hz
"On" Resistance	$r_{ds(on)}$		170		Ω	V_{DS}=100mV V_{GS}=0

Absolute Maximum Ratings (Note 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/ Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	+18V
Power Dissipation (Note 3)	
LM555CM, LM555CN	1180 mW
LM555CMM	613 mW
Operating Temperature Ranges	
LM555C	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C

Soldering Information

Dual-In-Line Package	
Soldering (10 Seconds)	260°C
Small Outline Packages	
(SOIC and MSOP)	
Vapor Phase (60 Seconds)	215°C
Infrared (15 Seconds)	220°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

Electrical Characteristics (Notes 1, 2)

(T_A = 25°C, V_{CC} = +5V to +15V, unless otherwise specified)

Parameter	Conditions	Limits			Units
		LM555C			
		Min	Typ	Max	
Supply Voltage		4.5		16	V
Supply Current	V_{CC} = 5V, R_L = ∞		3	6	
	V_{CC} = 15V, R_L = ∞ (Low State) (Note 4)		10	15	mA
Timing Error, Monostable					
Initial Accuracy			1		%
Drift with Temperature	R_A = 1k to 100kΩ, C = 0.1µF, (Note 5)		50		ppm/°C
Accuracy over Temperature			1.5		%
Drift with Supply			0.1		%/V
Timing Error, Astable					
Initial Accuracy			2.25		%
Drift with Temperature	R_A, R_B = 1k to 100kΩ, C = 0.1µF, (Note 5)		150		ppm/°C
Accuracy over Temperature			3.0		%
Drift with Supply			0.30		%/V
Threshold Voltage			0.667		x V_{CC}
Trigger Voltage	V_{CC} = 15V		5		V
	V_{CC} = 5V		1.67		V
Trigger Current			0.5	0.9	µA
Reset Voltage		0.4	0.5	1	V
Reset Current			0.1	0.4	mA
Threshold Current	(Note 6)		0.1	0.25	µA
Control Voltage Level	V_{CC} = 15V	9	10	11	V
	V_{CC} = 5V	2.6	3.33	4	
Pin 7 Leakage Output High			1	100	nA
Pin 7 Sat (Note 7)					
Output Low	V_{CC} = 15V, I_7 = 15mA		180		mV
Output Low	V_{CC} = 4.5V, I_7 = 4.5mA		80	200	mV

Electrical Characteristics (Notes 1, 2) (Continued)

(T_A = 25°C, V_{CC} = +5V to +15V, unless othewise specified)

Parameter	Conditions	Limits			Units
		LM555C			
		Min	Typ	Max	
Output Voltage Drop (Low)	V_{CC} = 15V				
	I_{SINK} = 10mA		0.1	0.25	V
	I_{SINK} = 50mA		0.4	0.75	V
	I_{SINK} = 100mA		2	2.5	V
	I_{SINK} = 200mA		2.5		V
	V_{CC} = 5V				
	I_{SINK} = 8mA				V
	I_{SINK} = 5mA		0.25	0.35	V
Output Voltage Drop (High)	I_{SOURCE} = 200mA, V_{CC} = 15V		12.5		V
	I_{SOURCE} = 100mA, V_{CC} = 15V	12.75	13.3		V
	V_{CC} = 5V	2.75	3.3		V
Rise Time of Output			100		ns
Fall Time of Output			100		ns

Note 1: All voltages are measured with respect to the ground pin, unless otherwise specified.

Note 2: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits. Electrical Characteristics state DC and AC electrical specifications under particular test conditions which guarantee specific performance limits. This assumes that the device is within the Operating Ratings. Specifications are not guaranteed for parameters where no limit is given, however, the typical value is a good indication of device performance.

Note 3: For operating at elevated temperatures the device must be derated above 25°C based on a +150°C maximum junction temperature and a thermal resistance of 106°C/W (DIP), 170°C/W (S0-8), and 204°C/W (MSOP) junction to ambient.

Note 4: Supply current when output high typically 1 mA less at V_{CC} = 5V.

Note 5: Tested at V_{CC} = 5V and V_{CC} = 15V.

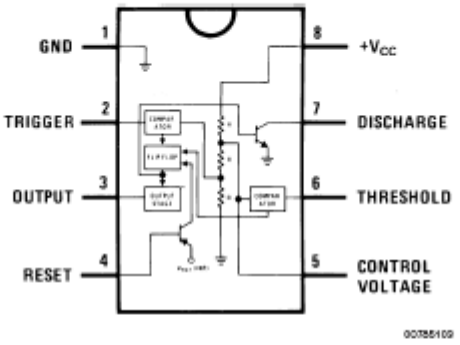
Note 6: This will determine the maximum value of $R_A + R_B$ for 15V operation. The maximum total ($R_A + R_B$) is 20MΩ.

Note 7: No protection against excessive pin 7 current is necessary providing the package dissipation rating will not be exceeded.

Note 8: Refer to RETS555X drawing of military LM555H and LM555J versions for specifications.

Connection Diagram

Dual-In-Line, Small Outline and Molded Mini Small Outline Packages



Top View

Ordering Information

Package	Part Number	Package Marking	Media Transport	NSC Drawing
8-Pin SOIC	LM555CM	LM555CM	Rails	M08A
	LM555CMX	LM555CM	2.5k Units Tape and Reel	
8-Pin MSOP	LM555CMM	Z55	1k Units Tape and Reel	MUA08A
	LM555CMMX	Z55	3.5k Units Tape and Reel	
8-Pin MDIP	LM555CN	LM555CN	Rails	N08E

Absolute Maximum Ratings (Note 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/ Distributors for availability and specifications.

(Note 7)

	LM741A	LM741	LM741C
Supply Voltage	±22V	±22V	±18V
Power Dissipation (Note 3)	500 mW	500 mW	500 mW
Differential Input Voltage	±30V	±30V	±30V
Input Voltage (Note 4)	±15V	±15V	±15V
Output Short Circuit Duration	Continuous	Continuous	Continuous
Operating Temperature Range	−55°C to +125°C	−55°C to +125°C	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C	−65°C to +150°C	−65°C to +150°C
Junction Temperature	150°C	150°C	100°C
Soldering Information			
N-Package (10 seconds)	260°C	260°C	260°C
J- or H-Package (10 seconds)	300°C	300°C	300°C
M-Package			
Vapor Phase (60 seconds)	215°C	215°C	215°C
Infrared (15 seconds)	215°C	215°C	215°C
See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.			
ESD Tolerance (Note 8)	400V	400V	400V

Electrical Characteristics (Note 5)

Parameter	Conditions	LM741A			LM741			LM741C			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	$T_A = 25°C$										
	$R_S \le 10\ k\Omega$					1.0	5.0		2.0	6.0	mV
	$R_S \le 50\Omega$		0.8	3.0							mV
	$T_{AMIN} \le T_A \le T_{AMAX}$										
	$R_S \le 50\Omega$			4.0							mV
	$R_S \le 10\ k\Omega$						6.0			7.5	mV
Average Input Offset Voltage Drift				15							µV/°C
Input Offset Voltage Adjustment Range	$T_A = 25°C$, $V_S = \pm 20V$	±10				±15			±15		mV
Input Offset Current	$T_A = 25°C$		3.0	30		20	200		20	200	nA
	$T_{AMIN} \le T_A \le T_{AMAX}$			70		85	500			300	nA
Average Input Offset Current Drift				0.5							nA/°C
Input Bias Current	$T_A = 25°C$		30	80		80	500		80	500	nA
	$T_{AMIN} \le T_A \le T_{AMAX}$			0.210			1.5			0.8	µA
Input Resistance	$T_A = 25°C$, $V_S = \pm 20V$	1.0	6.0		0.3	2.0		0.3	2.0		MΩ
	$T_{AMIN} \le T_A \le T_{AMAX}$, $V_S = \pm 20V$	0.5									MΩ
Input Voltage Range	$T_A = 25°C$							±12	±13		V
	$T_{AMIN} \le T_A \le T_{AMAX}$				±12	±13					V

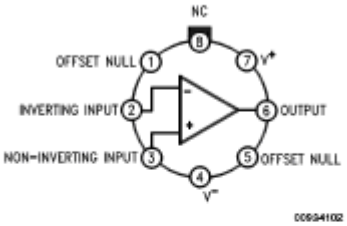
Electrical Characteristics (Note 5) (Continued)

Parameter	Conditions	LM741A			LM741			LM741C			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Large Signal Voltage Gain	$T_A = 25°C$, $R_L \geq 2\ k\Omega$										
	$V_S = \pm 20V$, $V_O = \pm 15V$	50									V/mV
	$V_S = \pm 15V$, $V_O = \pm 10V$				50	200		20	200		V/mV
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$,										
	$R_L \geq 2\ k\Omega$,										
	$V_S = \pm 20V$, $V_O = \pm 15V$	32									V/mV
	$V_S = \pm 15V$, $V_O = \pm 10V$				25			15			V/mV
	$V_S = \pm 5V$, $V_O = \pm 2V$	10									V/mV
Output Voltage Swing	$V_S = \pm 20V$										
	$R_L \geq 10\ k\Omega$	±16									V
	$R_L \geq 2\ k\Omega$	±15									V
	$V_S = \pm 15V$										
	$R_L \geq 10\ k\Omega$				±12	±14		±12	±14		V
	$R_L \geq 2\ k\Omega$				±10	±13		±10	±13		V
Output Short Circuit	$T_A = 25°C$	10	25	35		25			25		mA
Current	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$	10		40							mA
Common-Mode	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$										
Rejection Ratio	$R_S \leq 10\ k\Omega$, $V_{CM} = \pm 12V$				70	90		70	90		dB
	$R_S \leq 50\Omega$, $V_{CM} = \pm 12V$	80	95								dB
Supply Voltage Rejection	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$,										
Ratio	$V_S = \pm 20V$ to $V_S = \pm 5V$										
	$R_S \leq 50\Omega$	86	96								dB
	$R_S \leq 10\ k\Omega$				77	96		77	96		dB
Transient Response	$T_A = 25°C$, Unity Gain										
Rise Time			0.25	0.8		0.3			0.3		µs
Overshoot			6.0	20		5			5		%
Bandwidth (Note 6)	$T_A = 25°C$	0.437	1.5								MHz
Slew Rate	$T_A = 25°C$, Unity Gain	0.3	0.7			0.5			0.5		V/µs
Supply Current	$T_A = 25°C$					1.7	2.8		1.7	2.8	mA
Power Consumption	$T_A = 25°C$										
	$V_S = \pm 20V$		80	150							mW
	$V_S = \pm 15V$					50	85		50	85	mW
LM741A	$V_S = \pm 20V$										
	$T_A = T_{AMIN}$			165							mW
	$T_A = T_{AMAX}$			135							mW
LM741	$V_S = \pm 15V$										
	$T_A = T_{AMIN}$					60	100				mW
	$T_A = T_{AMAX}$					45	75				mW

Note 2: "Absolute Maximum Ratings" indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits.

Connection Diagrams

Metal Can Package

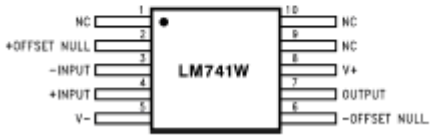


00934102

Note 1: LM741H is available per JM38510/10101

Order Number LM741H, LM741H/883 (Note 1), LM741AH/883 or LM741CH
See NS Package Number H08C

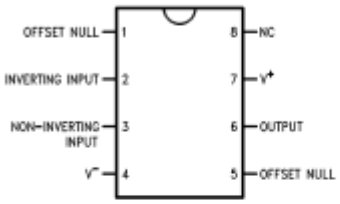
Ceramic Flatpak



00934105

Order Number LM741W/883
See NS Package Number W10A

Dual-In-Line or S.O. Package



00934103

Order Number LM741J, LM741J/883, LM741CN
See NS Package Number J08A, M08A or N08E

BDY135

NPN power transistors BD135; BD137; BD139

FEATURES

- High current (max. 1.5 A)
- Low voltage (max. 80 V).

APPLICATIONS

- Driver stages in hi-fi amplifiers and television circuits.

DESCRIPTION

NPN power transistor in a TO-126; SOT32 plastic package. PNP complements: BD136, BD138 and BD140.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	collector, connected to metal part of mounting surface
3	base

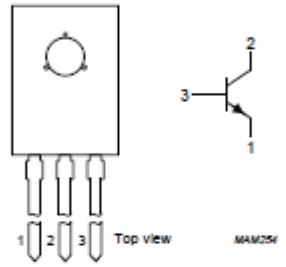


Fig.1 Simplified outline (TO-126; SOT32) and symbol.

LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter			
	BD135		–	45	V
	BD137		–	60	V
	BD139		–	100	V
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base			
	BD135		–	45	V
	BD137		–	60	V
	BD139		–	80	V
V_{EBO}	emitter-base voltage	open collector	–	5	V
I_C	collector current (DC)		–	1.5	A
I_{CM}	peak collector current		–	2	A
I_{BM}	peak base current		–	1	A
P_{tot}	total power dissipation	$T_{mb} \leq 70$ °C	–	8	W
T_{stg}	storage temperature		–65	+150	°C
T_j	junction temperature		–	150	°C
T_{amb}	operating ambient temperature		–65	+150	°C

THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
$R_{th\ j-a}$	thermal resistance from junction to ambient	note 1	100	K/W
$R_{th\ j-mb}$	thermal resistance from junction to mounting base		10	K/W

Note

1. Refer to TO-126; SOT32 standard mounting conditions.

CHARACTERISTICS

T_j = 25 °C unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
I_{CBO}	collector cut-off current	I_E = 0; V_{CB} = 30 V	–	–	100	nA
		I_E = 0; V_{CB} = 30 V; T_j = 125 °C	–	–	10	µA
I_{EBO}	emitter cut-off current	I_C = 0; V_{EB} = 5 V	–	–	100	nA
h_{FE}	DC current gain	V_{CE} = 2 V; (see Fig.2)				
		I_C = 5 mA	40	–	–	
		I_C = 150 mA	63	–	250	
		I_C = 500 mA	25	–	–	
	DC current gain	I_C = 150 mA; V_{CE} = 2 V; (see Fig.2)				
	BD135-10; BD137-10; BD139-10		63	–	160	
	BD135-16; BD137-16; BD139-16		100	–	250	
V_{CEsat}	collector-emitter saturation voltage	I_C = 500 mA; I_B = 50 mA	–	–	0.5	V
V_{BE}	base-emitter voltage	I_C = 500 mA; V_{CE} = 2 V	–	–	1	V
f_T	transition frequency	I_C = 50 mA; V_{CE} = 5 V; f = 100 MHz	–	190	–	MHz
$\frac{h_{FE1}}{h_{FE2}}$	DC current gain ratio of the complementary pairs	$\|I_C\|$ = 150 mA; $\|V_{CE}\|$ = 2 V	–	1.3	1.6	

NPN power transistors BD135; BD137; BD139

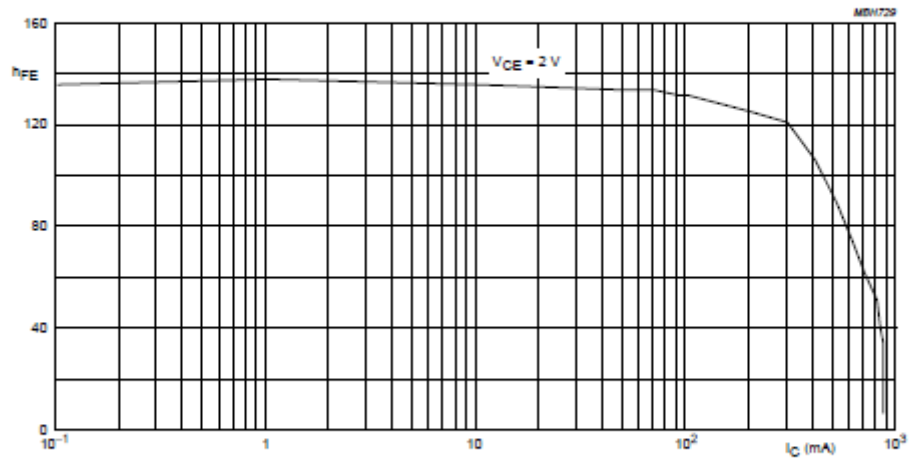


Fig.2 DC current gain; typical values.

ÖRNEK DENEY RAPORU

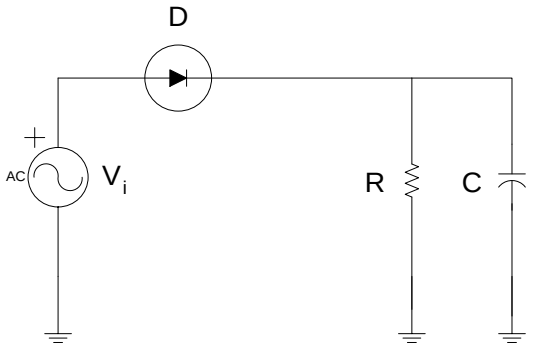


YTÜ
ELEKTRİK - ELEKTRONİK FAKÜLTESİ
KONTROL VE OTOMASYON MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
ANALOG ELEKTRONİK LABORATUARI
DENEY RAPORU

Dersin Öğr. Üyesi: …….	Ders Grup No: …..
Deney Adı: …….	Deney No: …….
Deneyi Yaptıran: …….	Deney Masa No: …….
Deneyi Yapanlar: ……..	Deney Notu:……..

2. Deney Devresi ve Deney Devresinin Çalışma Prensibi

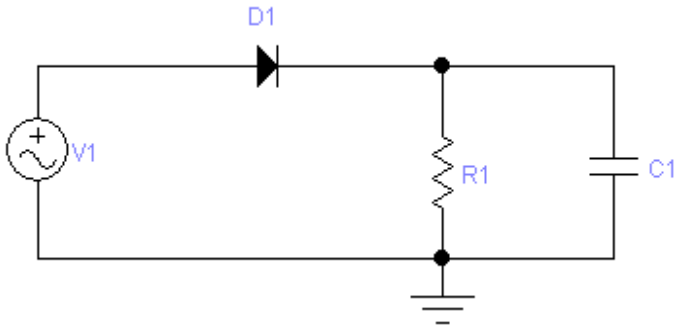
Şekil 2.1' de yarım dalga doğrultucu devresi görülmektedir. Devreye kaynak gerilimi uygulandığında; AC gerilimin pozitif alternansında diyot ileri yönde polarmalandırılmıştır. Diyot akım geçirir ve paralel koldaki dirençte gerilim düşer. AC gerilimin negatif alternansında ise, diyot geri (tıkama) yönünde gerilim uygulanmıştır. Diyot üzerindeki gerilim düşümü çığ geriliminin altında olduğundan diyot akım geçirmez ve direnç üzerinde negatif alternans için gerilim düşmez. Çıkıştaki kondansatörün görevi: alternansın tepe değerinde şarj olup çıkış geriliminin tepe değerinden düşük olduğu noktalarda deşarj olarak çıkış gerilimini DC yakınlaştırmaktır. Kullanılan AC sinyalin frekansı arttırıldığında, birim zamandaki sinyal sayısı artacağından çıkıştaki gerilimin şekli frekansla doğru orantılı DC ye yaklaşır[1,2].



Şekil 2.1 Yarım Dalga Doğrultucu Devresi.

3. Deney Devresinin Simülasyon Şeması

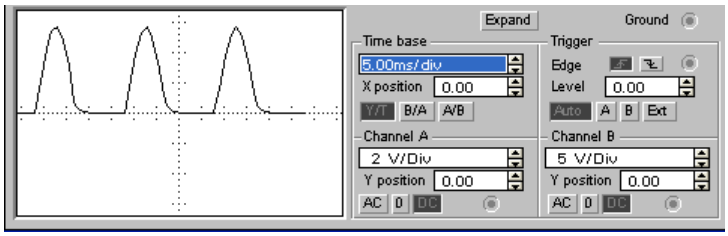
Şekil 3.1'de yarım dalga doğrultucu devresi simülasyon şeması görülmektedir.



Şekil 3.1 Yarım Dalga Doğrultucu Devresi Simülasyon Şeması.

3.1 Yapılan İşlemler

1. V_S=10 V – 50 Hz için I_o DC akımı ile V_o DC gerilimleri simüle edildi. V_o gerilimi simülasyonda osiloskopta gözlendi. Şekil 3.2' de V_o çıkış gerilimi görülmektedir.







Şekil 3.2 a) V_S=10 V – 50 Hz için V_o gerilimi simülasyonda, osiloskopta gözlenmesi.

b) I_o DC akımı,V_o DC gerilimi simüle edildi.

2. ...
3. ...
4. ...
5. ...
6. ...
7. ...

4. Deneyde Elde Edilen Ölçümler

Deneyde elde edilen ölçümler Tablo. 1' de görülmektedir.

Tablo.1 Deneyde Elde Edilen Ölçümler.

V_S=10V f=50 Hz R=1 kΩ	V_o (ölçümle)	I_o (hesapla)
1)		
2)		
3)		
4) a)		
4) b)		
4) c)		
⋮		

4.1 Deneyde elde edilen dalga şekillerinin rapora eklenmesi.

Deney sırasında ölçü aletlerinde gözlemlenen dalga şekilleri A4 kağıt tükenmez kalem yada milimetrik kağıt kurşun kalem kullanılarak çizilecek ve rapora eklenecektir.

5. Sonuçların Analizi

Simülasyon ve deneyde yapılan ölçümlerim karşılaştırılması.

6. Kaynaklar

[1] Remzi Gülgün, Güç Elektroniği Devreleri, 2002.
[2] Halit Pastacı, Elektronik Ölçmeler,2004.