GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN FAKÜLTESİ

FİZİK BÖLÜMÜ

FİZ-351 FİZİK LABORATUVARI IV (ELEKTRONİK)

DENEY KİTAPÇIĞI

Selim ACAR *Saime Şebnem ÇETİN*

AD-SOYAD:

NO:

Bölüm Kurulumuz aşağıdaki kararları almıştır:

FİZİK BÖLÜMÜ ÖZEL DEĞERLENDİRMELİ DERS OLARAK LİSANS LABORATUVARLARI UYGULAMA KURALLARI

Bölümümüz lisans programında bulunan tüm laboratuarlar derslerinde devam ve değerlendirme için geçerli olan esaslar aşağıdaki gibidir.

Ön Çalışma: Öğrenciler yapılacak deneyle ilgili devre vb. sistemleri kurabilecek ön bilgiye sahip olmalıdırlar. Ayrıca rapor yazmak için gerekli olan ön çalışmayı yapıp gelmeleri gerekir.

Ön Sınav (Quiz): Yapılacak deneyler ile ilgili olarak öğrencinin deneye hazırlılığını belirlemeye yönelik, deneye başlayabilmenin ön şartı olan teorik bir sınavdır ve her dersin ilk 15-20 dakikasında yapılır. 100 puan üzerinden değerlenir ve 40 puandan daha az alan öğrenciler deneyden telafiye kalırlar ve isterlerse en azından deneyi öğrenmek amacı ile rapor yazmadan deneye devam edebilirler. Bir öğrencinin telafiye kalabileceği maksimum deney sayısı 2'dir.

Quizler öğrenci deneye başlamadan değerlendirilmeli ve öğrenciler yaptıkları hatalar konusunda uyarılmalıdır.

Rapor: Her deney sonunda yazılacak olan rapor, yapılan deneyi bütünleştiren bir çalışmadır ve deney saati içinde yazılmalıdır. Raporlar her deney sonunda deney sorumlusuna teslim edilir ve 100 üzerinden değerlendirilir.
Öğrencinin quiz ve rapor ortalamaları bütün deneyler bittikten sonra ilan edilir.

Telafi: Öğrencinin ön hazırlıksız olduğundan dolayı (quizden 40'ın altında almasından dolayı veya ön çalışması yetersiz olduğundan dolayı) yapamadığı bir deneydir. Telafi deneyi öğrencinin deneyin yapılışını öğrenmesi için yapılır. Telafi deneylerinde raporlara not verilmez ve öğrencinin kazanımını arttırmak amacıyla öğrenciden rapor yazması istenir. Telafi deneyine katılmayan öğrenci, ilgili deneyden devamsız sayılır.

Devamsız olduğundan dolayı yapılamayan deneylerin telafisi yapılmaz.

Ara Sınavı: Dönem içinde teorik olarak yapılan bir sınavdır. Sınavda genel olarak teorik bilgiler ve bu bilgilerin deney ile ilişkileri sorgulanır. Sınav soruları ortak kabul ile hazırlanmalı ve dersin bütün şubeleri aynı ortak sınava tabi tutulmalıdır. Ara sınav 100 üzerinden değerlendirilir.

Dönem sonu sınavı: Dönem sonu sınavı iki aşamadan oluşur.

İlk aşamada öğrencilerin hepsine aynı anda teorik bir sınav yapılır. Sınav soruları ortak kabul ile hazırlanmalı ve dersin bütün şubeleri aynı ortak sınava tabi tutulmalıdır.

İkinci aşamada öğrenciler tek tek yoklama usulü ile laboratuvara alınırlar. Dersin bütün şubeleri aynı ortak sınava tabi tutulur. Öğrenci kura çekerek yapacağı deneyi belirleyebilir veya uygulama sınavının gidişatına bağlı olarak boş olan bir deney masasına da alınabilir. Uygulama sınavı laboratuar dersine bağlı olarak aşağıdaki gibi yapılır.

Mekanik Lab., Elektrik Lab., Dalgalar ve Optik Lab., Kuantum Fiz. Lab. dersleri için: Öğrencinin (i)düzenek kurması, (ii)veri alması, (iii)bunlara bağlı olarak hesaplamalar yapması ve (iv)çıkarımlarda bulunması beklenir. Her aşama ayrı bir puana sahiptir: (i)düzenek kurma 15 puan, (ii)veri alma 20 puan, (iii)bunlara bağlı olarak hesaplamalar yapma 15 puan ve (iv)çıkarımlarda bulunma 10 puan. Eğer deneyde bu aşamaların tamamı yok ise eksik kategorilerin puanları deneyin sorumlusunun uygun göreceği kısma aktarılır. Ayrıca, öğrencinin kabiliyetine göre bu kategorilerdeki puanın belirli yüzdeleri alınan notu belirler.

FİZ351-FİZİK LABORATUVARI IV (ELEKTRONİK) dersi için: Öğrencinin verilen devre şemasından devre kurması istenir ve 30 puan üzerinden değerlendirilir. Öğrenci devresini kurduğundan emin olduğu zaman deneyin sorumlusundan kurduğu devreyi kontrol etmesini ister. Devrede hata/hatalar var ise deneyin sorumlusu hatanın/hataların ne olduğunu belirtmeden bir defa hata olduğunu belirtir. Bunun üzerine öğrenci devresini kontrol ederek hata/hatalarını düzelterek deneyin sorumlusundan kurduğu devreyi tekrar kontrol etmesini ister. Bunun sonucunda devre doğru ise öğrenci ölçümlerini almaya geçer. Öğrenciden 15 puan üzerinden 2 ölçüm alması istenir. Öğrencinin ölçümü alırken ölçüm alma kurallarına uyup uymadığı da kontrol edilerek ölçümleri değerlendirilir.

Yapılan teorik sınavı 40 puan üzerinden, uygulama sınavı 60 puan üzerinden değerlendirilir ve ikisinin toplamı öğrencinin final notunu oluşturur.

Devamsızlık Durumu: Dersle ilgili deney sayısının % 20'inden fazlasına gelmeyen öğrenci devamsız sayılır ve sonraki deneylere katılamaz. Sağlık raporu devam yükümlülüğünü kaldırmaz. Telafi hakkı ile devamsızlık hakkı birbirinden bağımsızdır.

Tekrarlı(devamsızlıktan değil, sınavdan kalan öğrenci) öğrenciler deneylere girmelidir.

Başarı notu: G.Ü Eğitim-öğretim sınav yönetmeliğinin 13. maddesinde "Özel Değerlendirmeli Dersler" başlığı altında ifade edildiği şekliyle başarı notu; dönem içi çalışmaların (ön sınav +rapor notlarının ortalamasının) %30'u, vize notunun %30'u ile dönem sonu sınavının %40'ının toplamı sonucu belirlenir.

Not giriş sisteminde ön sınav+rapor ortalaması için ayrıca bir giriş kutucuğu olmadığından, bu notlar uygun bir formülasyon ile vize notuna ilave edilir ve vize ortalaması hesaplanır. Vize ortalaması; dönem içi çalışmaların (ön sınav+rapor notlarının ortalamasının) %30'u, vize notunun %30'udur ve aşağıdaki gibi hesaplanır:

VO= Vize Ortalaması

ÖSO= Ön Sınavların Ortalaması

RO= Raporların Ortalaması

VN= Vize Notu

$$VO = \left\{\left(\frac{ÖSO + RO}{2}\right).\frac{30}{100}\right\} + \left\{VN.\frac{30}{100}\right\} = \left(\frac{ÖSO + RO + 2.VN}{2}\right).\frac{30}{100}$$

Not giriş sisteminde bu notun %60'ı alındığı için Vize Ortalamasının %60'ı alınacak şekilde düzenlenirse, $VO = \left(\frac{ÖSO + RO + 2.VN}{4}\right).\frac{60}{100}$

eşitliği elde edilir. Sonuç olarak, $VO = \left(\frac{ÖSO + RO + 2.VN}{4}\right)$

Bu vize ortalaması not giriş sisteminde vize hanesine yazılır.

GİRİŞ

Elektronik laboratuarlarının ilk amacı, sizlere derslerde incelenen konularla ilgili doğrudan deneyimler kazandırmaktır. Buna ek olarak, herhangi bir laboratuar çalışmasında çok önemli ve değerli olan ölçme ve çözümleme yöntemlerini de öğretir. Bu laboratuar, doğru bir laboratuar çalışmasını gerçekleştirme ve teoride öğretilenlerin gerçekliğini sınama yeteneğinizi geliştirecektir.

Laboratuara gelmeden önce yapacağınız deneyi okuyunuz. Deneysel işlemleri ayrıntılı olarak anlamanız gerekmez, fakat deneyin içerdiği kurallar ve izlenecek deneysel yaklaşım hakkında genel bir bilginiz olmalıdır. Bunun için kitapçığınızın ‘‘teorik bilgi’’ kısımlarında aşırı teori içermeyen deneyle ilgili bilgileri bulabilirsiniz. Burada sizin anlayamadığınız bazı noktaların başka kaynaklardan yararlanarak konu hakkındaki bilginizi artırmak amaçlanmaktadır.

Laboratuara gelmeden önce öğrenci deneyin ‘deneyin adı’, ‘deneyin amacı’, ‘ek teorik bilgi’ kısmı hazırlanarak (deney kitapçığının aynısı olmayacaktır) ve ‘ön çalışma’ kısmını cevaplayarak rapor olarak A4 kağıdına hazırlayıp gelecektir. Laboratuar süresi içinde ölçümlerinizi not alınız. Verilerinizi yazdıktan sonra hesapları yapınız. Daha sonra raporunuza ‘deney’ başlığı altında bunları ekleyiniz. Eğer deneyinizde grafik varsa ‘‘grafik kağıdına’’ çizerek raporunuza yapıştırınız ya da grafik kağıdında veriniz. Yorumunuzu da rapora ekleyerek değerlendirilmesi için raporunuzu teslim ediniz.

Elektronik laboratuarında her hafta bütün gruplar tarafından aynı deney yapılacaktır. Bu yüzden grubunuzla beraber size verilen deney seti ve içerdiği cihazlar masa değiştirmeden dönem sonuna kadar kullanılacaktır. Deneye başlamadan önce bu cihazların tam ve sağlam olup olmadığını kontrol ediniz. Deney sonunda, deney masanızı deneye başladığınız şekilde teslim ediniz. Kullandığınız devre elemanlarını ve kabloları düzgün bir şekilde bırakınız. Ayrıca deney masanızı temiz olarak teslim etmeyi ihmal etmeyiniz.

İÇİNDEKİLER

DENEY 1 -	**Diyot ve Işık Yayan Diyot (LED).....**	**6**
DENEY 2-	**Yarım Dalga Doğrultucu, Köprü Doğrultucu ve Zener Diyot.....**	**14**
DENEY 3-	**SCR.....**	**21**
DENEY 4-	**Bazı Ortak Bağlantılı Transistör Devresi.....**	**26**
DENEY 5-	**IF (ara frekans) Yükselteci.....**	**32**
DENEY 6-	**B-Tipi Güç Yükselteç.....**	**35**
DENEY 7-	**Eviren Yükselteç ve Kıyaslayıcı (Comparator) Devresi.....**	**37**
DENEY 8-	**Toplama ve Çıkartma Yapan Op-Amp Devreleri.....**	**46**
DENEY 9-	**Türev ve İntegral Alan Op-Amp Devreleri.....**	**50**
EK-1 -	**Direnç Renk Kodları.....**	**57**
EK-2 -	**Devre Elemanları ve Özellikleri.....**	**58**

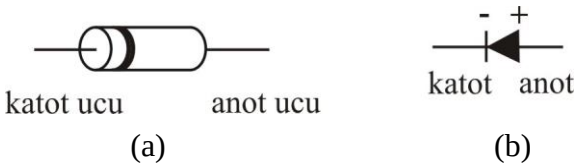
DENEY NO : 1
DİYOT ve IŞIK YAYAN DİYOT (LED)

DENEYİN AMACI:

- Yarıiletken devre elemanlarından diyot'un düz ve ters beslem özelliklerini incelemek, akım-gerilim grafiklerini elde etmek.
- Işıklı diyodu (LED) incelemek, transistör ve LED kullanarak, ışıklı gösterge yapmak.

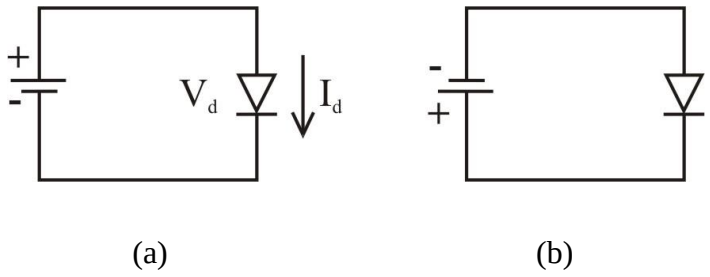
TEORİK BİLGİ:

En basit doğrultucu devresinden en karmaşık bir alıcı-verici devresine kadar bir çok devrede diyot kullanılır. Çok çeşitli devrelerde kullanılmasına rağmen diyotun çalışma ilkesi çok basittir. **Diyot, düz beslendiğinde iletken, ters beslendiğinde ise yalıtkan olan devre elemanıdır.** Bir diyotun şekli ve elektronik devrelerdeki gösterimi Şekil 1.1. a ve b'de gösterilmiştir. Deneyde kullanacağımız diyotlarda katot ucu çizgi ile belirtilmiştir. Diyotun anotu '+', katotu '-' uç olarak düşünülür.



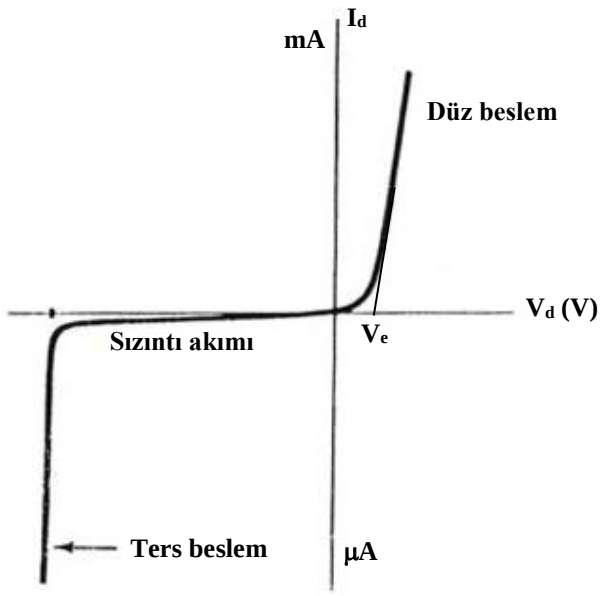
Şekil 1.1 Diyotun (a) şekli ve (b) devredeki gösterimi

Bir diyotu düz beslemek için; güç kaynağının (+) ucunu anota, (-) ucunu katota bağlamak gerekir. Bu durumda diyot iletimdedir (Şekil 1.2 a). Ters beslem durumunda ise, güç kaynağının (-) ucu anota, (+) ucu ise katota bağlanmıştır (Şekil 1.2 b). Ters belsem durumunda diyot yalıtkandır, akım iletmez.



Şekil 1.2 Diyotta (a) düz ve (b) ters beslem durumu

Diyot hakkında daha fazla bilgi edinmek için diyotun akım-gerilim (Şekil 1.3) grafiğini incelemek daha yerinde olur. Buna göre, düz beslem durumunda akım mili amper düzeyinde olmasına rağmen ters beslemde mikro amper düzeyindedir. Düz beslem gerilimi artırıldıkça akımda artar. Ancak bu artış doğrusal değildir. Ters beslem gerilimi artırıldığına ise belirli bir noktaya kadar akımda önemli bir artış gözlenmez. Fakat 'kırılma gerilimi'denilen gerilime ulaşıldığında diyot içinden fazlaca akım geçmeye başlar. Bu anda diyot bozulabilir. Ters belsemde mikro amper düzeyindeki bu akıma ''sızıntı akımı'' denir ve çevre ısısından kaynaklanmaktadır. Bu yüzden germanyum diyotlarda sızıntı akımı silikon diyotlardakinden daha fazladır. İdeal diyotta sızıntı akımı sıfır olmalıdır.



Şekil 1.3 Diyotun düz ve ters beslem durumlarında akım-gerilim grafiği

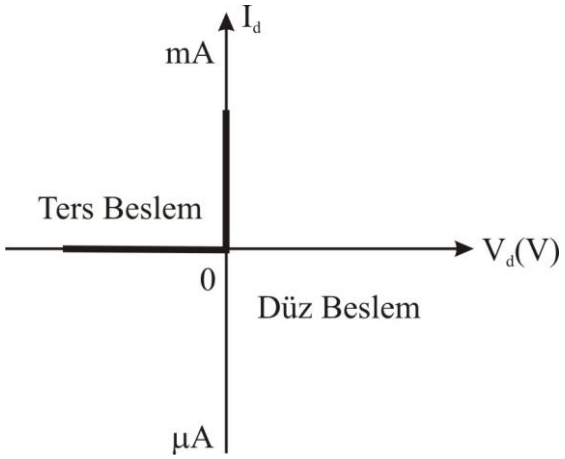
Düz beslem durumunda, önceleri akımın sıfır olduğu görülür. Diyot üzerinde düşen gerilimin belirli bir değerinden sonra ise, akım fazla yükselmeye başlar. Akımın akmaya başladığı gerilimin değeri (eşik voltajı, V_e) **silisyum** diyotlarda yaklaşık **0.7 V**, **germanyum** diyotlarda ise yaklaşık **0.3 V** civarındadır. Diyottan fazla akım geçerek yanmasını önlemek için daima uygun değerli bir direnç devreye seri olarak bağlanıp, akım sınırlayıcı olarak kullanılır.

İdeal diyotta ters belsem durumunda hiç akım geçmezken, düz belsem durumunda ise, anotun katota göre pozitif olduğu ilk değerde diyot içinden akım geçmeye başlar. Ancak bu durum teorik bir durumdur (Şekil 1.3). Pratikte kullanılan diyotlarda bu durum söz konusu değildir. Anot katota göre 0.7 V (diyot silisyum ise) pozitif olduğunda diyot içinde etkin akım geçmeye başlar.

Genel olarak diyot kullanırken iki noktayı daima göz önünde bulundurmak gerekir;

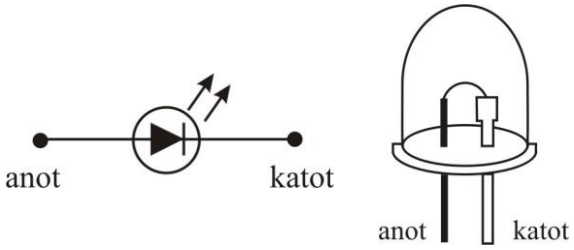
- Düz belsem durumunda diyot içinden akan akım belli bir değerden fazla olmamalıdır.

- Ters beslemde diyot üzerine uygulanan gerilim kırılma geriliminden küçük olmalıdır.

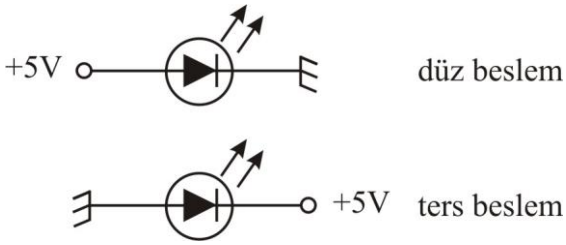


Şekil 1.4 İdeal diyotun düz ve ters belsem durumlarında akım-gerilim grafiği

Işıklı diyot (light-emitting diode, LED), düz polarıldığında içinden akım geçen ve bu sırada ışık veren bir diyottur. Işıklı diyodun devredeki sembolü ve deneyde kullandığınız LED Şekil 1.5'de görülmektedir. Normal bir diyotta olduğu gibi anot ve katodu bulunur. Diyotu ışığa doğru tutup, baktığımızda kalın uç katot, ince uç ise anottur.



Şekil 1.5



Şekil 1.6

Bir ışıklı diyot;

- Düz beslendiğinde içinden akım geçer ve ışık verir.
- Ters beslendiğinde içinden akım geçmez ve ışık vermez.

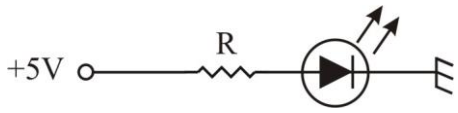
Şekil 1.6'da düz ve ters beslenmiş iki ışıklı diyot görülmektedir. Düz beslenmiş diyot ışık verdiği halde, ters beslenmiş olan sönük durumdadır.

Normal diyotlarda olduğu gibi, bir ışıklı diyot düz beslendiğinde içinden, belli bir miktarın üzerinde akım geçerse, harap olur ve kullanılmaz hale gelir. Bu yüzden ışıklı diyotlarla birlikte, ona seri durumda, akım sınırlayıcı dirençler kullanmak gereklidir. Akım sınırlayıcı dirençlerin değerleri seçilirken dikkat edilmelidir. Çünkü, direnç değeri çok küçük seçilirse

ışıklı diyot içinden fazlaca akım geçecek ve diyot harap olacaktır. Aksine, direnç değeri gerekenden büyük olursa, bu kez de diyot içinden çok küçük değerde akım geçeceğinden diyot ışık vermeyecektir. Şekil 1.7'de akım sınırlayıcı direnç ve LED görülmektedir.

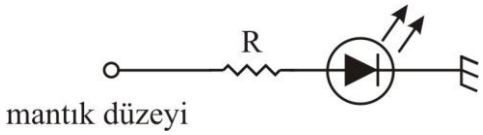
Normal olarak bir LED'in içinden düz beslendiğinde 5-40 mA arasında akım geçmesi gereklidir. Çeşitli renklerde ışıklı diyotlar mevcuttur. En yaygın olarak kullanılan renkler: kırmızı sarı ve yeşildir.

Şekil 1.7



Işık yayan diyotların en yaygın kullanılma alanı, dijital ölçü aletleri, dijital ekranlı bilgisayarlar, hesap makineleri ve yazıcı elektronik sistemlerdir. Bazı hallerde ışık yayan diyotlardan işaret lambası ve ışık kaynağı olarak da yararlanılır. Işıklı diyotların en yaygın uygulama alanı ışıklı göstergelerdir. Işıklı göstergeler, bir sayısal devrenin herhangi bir noktasındaki mantık düzeyinin "0" (0 Volt) veya "1" (5 Volt) olduğunu belirleyen devrelerdir. En basit bir ışıklı gösterge Şekil 1.8'de görülmektedir. Burada eğer mantık düzeyi "1" ise (5 V) LED diyot ışık verir. Eğer mantık düzeyi "0" ise (0 V) LED diyot ışık vermez. "1" mantık düzeyinin 5 V olduğu devrelerde R akım sınırlayıcı direncinin değeri 75– 600 Ω arasında olmalıdır. 75 Ω seçildiğinde diyot içinden geçen akım 40 mA, 600 Ω seçildiğinde ise 5 mA olmaktadır. Işıklı göstergenin, bağlandığı devreye fazla yüklenmemesi için devreden az akım çekmesi gerekir. Şu halde R direncinin değeri, hem devreden az akım çekecek ve hem de istenilen parlaklık elde edilecek şekilde seçilmelidir. Genellikle 330 Ω uygun bir değerdir.

Şekil 1.8

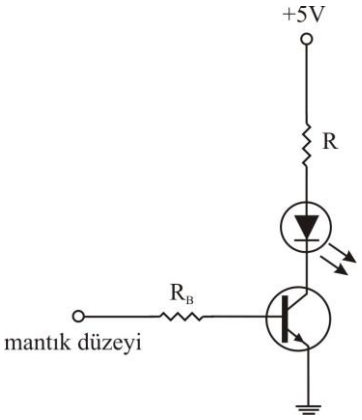


''1'' LED ışık verir
''0'' LED ışık vermez

Bazı durumlarda Şekil 1.8'deki ışıklı göstergenin bağlandığı devreden çektiği akım fazla kabul edilir ve daha az akım çekmesi istenir. Bu gibi durumlarda Şekil 1.9'daki ışıklı gösterge devresi kullanılır. Burada, göstergenin sayısal devreden çektiği akım transistörün akım kazancına bağlı olarak çok küçüldüğü halde LED içinden geçen akım, Şekil 1.8 devresindeki akım ile aynıdır. Böylece LED'in "1" mantık düzeyinde, aynı parlaklıkta ışık vermesi ve

devreden çok az akım çekilmesi sağlanmış olur. Şekil 1.9'daki devrede R_B direnci, transistörün akım sınırlayıcı direncidir. Mantık düzeyi "1" olduğunda transistör doyuma girer ve ışıklı diyotun katotu doğrudan toprağa bağlanmış olur. Böylece LED ışık verir. Mantık düzeyi ''0'' olduğunda ise, transistör kesimdedir ve ışıklı diyotun katotu topraktan ayrılmıştır. Bu durumda LED sönüktür.

Şekil 1.9



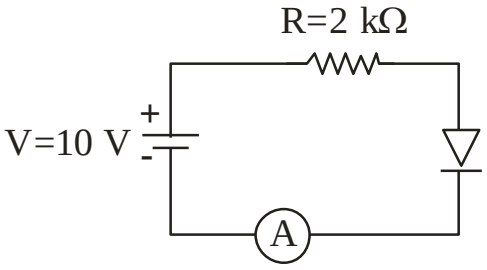
ÖN ÇALIŞMA:

1. Diyot nedir? Açıklayınız.

1. İdeal diyot nedir?

2. Şekildeki devrede diyot silisyum olduğuna göre, ampermetrede okunacak değeri hesaplayınız.
(V_e=0,7 V)

Şekil 1.10



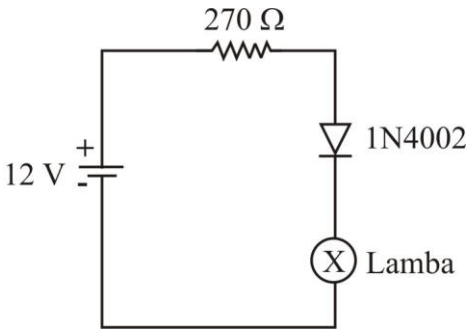
3. Bir ışıklı diyot (LED) düz beslem durumunda iken akım sınırlayıcı direnç değerinin LED parlaklığına olan etkilerini yazınız.

EK TEORİK BİLGİ: Araştırmalarınız sonucu bu deney ile ilgili elde ettiğiniz bilgileri yazınız.

DENEY:

I. Diyotun düz ve ters beslem çalışmasının incelenmesi:

Şekil 1.11



1. Devreyi Şekil 1.11'deki gibi kurunuz.
2. Kurduğunuz devreyi kontrol ettirdikten sonra gerilim uygulayınız. Lamba yanıyor mu? Nedenini açıklayınız.
3. Şekil 1.11'deki diyotu ters çeviriniz. Lamba ne durumdadır? Niçin?
4. Son iki maddedeki sonuçlara göre:

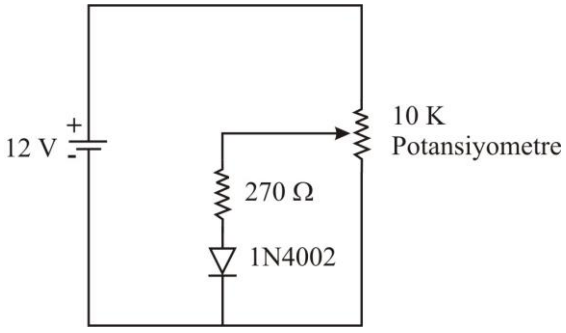
a) Diyotun iletken olması için anodun katoda göre ne durumda olması gerektiğini yazınız.

b) Diyotun yalıtkan olması için anodun katoda göre ne durumda olması gerekir?

II. Diyot düz beslem durumunda iken akım-gerilim grafiğinin deneysel olarak elde edilmesi ve incelenmesi:

1. Devreyi Şekil 1.12'deki gibi kurunuz.
2. Kurduğunuz devreyi kontrol ettirdikten sonra gerilim uygulayınız.

Şekil 1.12



3. P potansiyometresi yardımıyla diyotun içinden geçen akımı değiştirebilirsiniz. Sırasıyla tablodaki akım değerlerini elde ettikten sonra, diyot üzerine düşen gerilimi (V_d) ölçüp, yazınız.

Tablo 1

I_d (mA)	**0**	**1**	**5**	**10**	**15**	**20**	**30**
V_d (V)							
R_d (KΩ)							

4. Tablo 1'deki sonuçlardan yararlanarak diyotunun I-V grafiğini milimetrik kağıda çiziniz. Diyotun silisyum mu yoksa germanyum mu olduğunu bu grafiğe bakarak söyleyebilir misiniz?

5. Bir diyotun içinden geçen akım ile bu anda üzerinde düşen gerilim biliniyorsa diyodun o andaki iç direnci bulunabilir. Tablo 1'deki R_d sütununu doldurunuz. Diyotun içinden geçen akım büyüdükçe iç direnci ne olmaktadır? Açıklayınız.

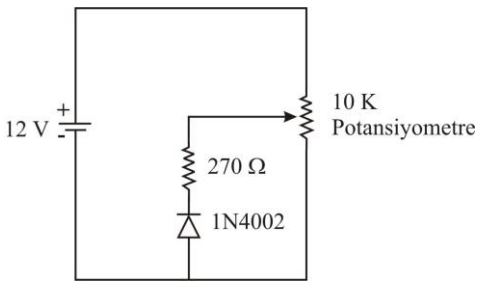
III. Diyot ters beslem durumunda iken I-V grafiğinin deneysel olarak elde edilmesi ve incelenmesi:

1. Devreyi Şekil 1.13'deki deki gibi kurunuz.

2. Kurduğunuz devreyi kontrol ettirdikten sonra gerilim uygulayınız.

3. P potansiyometresi yardımıyla diyot üzerindeki voltajı değiştirerek; her bir voltaja karşı, diyottan geçen akımı ölçünüz.

Şekil 1.13



Tablo 2

V_d (V)	**0**	**4**	**8**	**12**
I_d (μA)				

4. Tablo 2'deki sonuçları kullanarak diyotunun ters belsemdeki I-V grafiğini milimetrik kağıda çiziniz.

5. Diyotu el ile ısıtıp, içinden geçen akımda bir değişme olup olmadığını gözleyiniz. Söz konusu akımda değişiklik oluyor mu? Oluyorsa nedenini açıklayınız.

IV. Işıklı diyodun (LED) incelenmesi:

1. Devreyi Şekil 1.14'deki gibi kurunuz.

2. Kurduğunuz devreyi kontrol ettirdikten sonra gerilim uygulayınız.

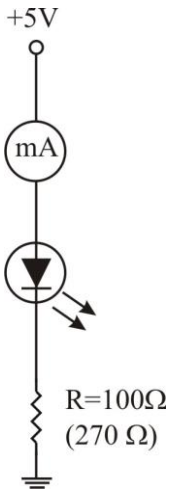
3. R = 100Ω için LED içinden geçen akım değerini ölçünüz ve not ediniz. **I =**

4. R = 270Ω yapınız. LED içinden geçen akımı not ediniz. **I =**

a)LED içinden geçen akım değeri değişti mi? Değişti ise, bunun LED'in parlaklığı üzerinde bir etkisi oldu mu?

b) R direnci ne işe yaramaktadır?

Şekil 1.14

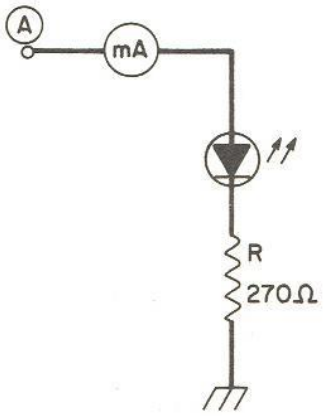


5. LED'i ters çevirerek katoduna +5 V uygulayınız. LED içinden akım geçiyor mu? Niçin?

V. Işıklı göstergenin incelenmesi :

1. Devreyi Şekil 1.15'deki duruma getiriniz.

Şekil 1.15



2. “1” = 5V , “0” = 0V olarak tanımlandığına göre; A noktasına önce “1” sonra ”0” uygulayınız. Her iki durumda da LED’in ışık verip vermediğine dikkat ediniz.

a)Işıklı göstergedeki LED hangi mantık düzeyinde parlamaktadır?

b)Işıklı göstergenin çektiği akımı ölçüp, not ediniz. **I = ?**

V. Yorum: Deneyden elde ettiğiniz sonuçları yorumlayınız.

DENEY NO : 2
YARIM DALGA DOĞRULTUCU, KÖPRÜ DOĞRULTUCU ve ZENER DİYOT

DENEYİN AMACI:

- Yarım dalga doğrultucunun çalışmasını ve çeşitli özelliklerini incelemek
- Köprü doğrultucunun çalışmasını ve özelliklerini incelemek
- Zener diyodun çalışma prensipleri ve uygulamasını incelemek.

TEORİK BİLGİ:

Bilindiği gibi hemen hemen tüm elektronik cihazlar AC gerilimi ile beslendikleri halde bu cihazların devrelerinde kullanılan gerilim DC'dir. Şu halde, AC gerilimin doğrultucu kullanılarak DC'ye çevrilmesi büyük önem taşımaktadır.

Çeşitli doğrultucu devreleri vardır. Bunlar:

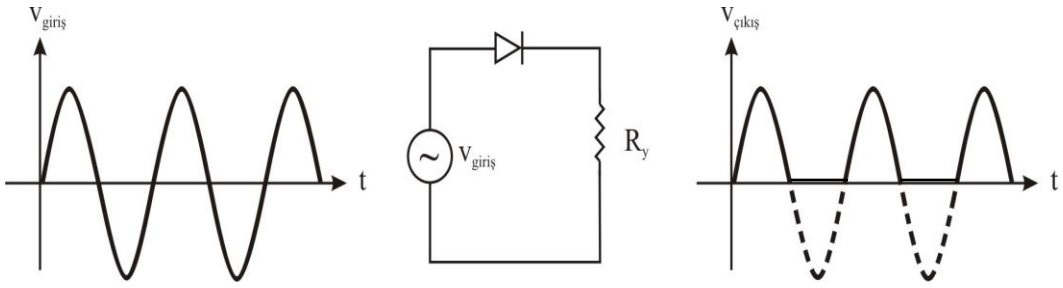
-Yarım dalga doğrultucu

-Tam dalga doğrultucu

-Köprü doğrultucu

olarak üç gruba ayrılırlar. Bu deneyde yarım dalga doğrultucular incelenecektir.

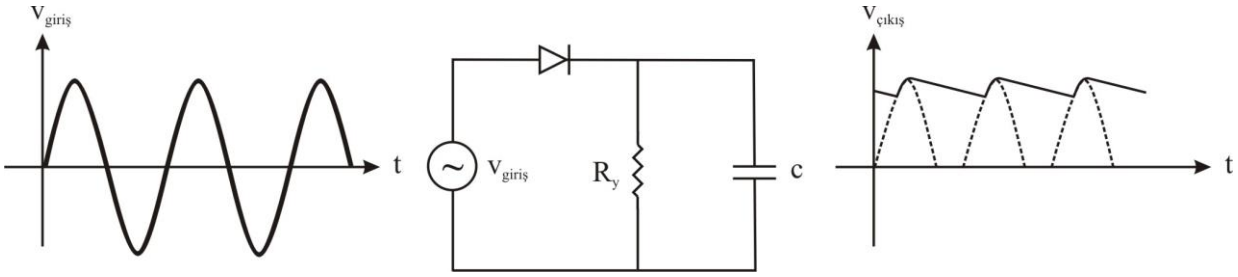
Yarım dalga doğrultucularda, doğrultucu eleman olarak diyot kullanılır. Şekil 2.1'de bir yarım dalga doğrultucunun genel çizimi görülmektedir. Aynı şekil üzerinde, girişteki ve yük direnci üzerindeki gerilim şekilleri de gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Yarım dalga doğrultucu

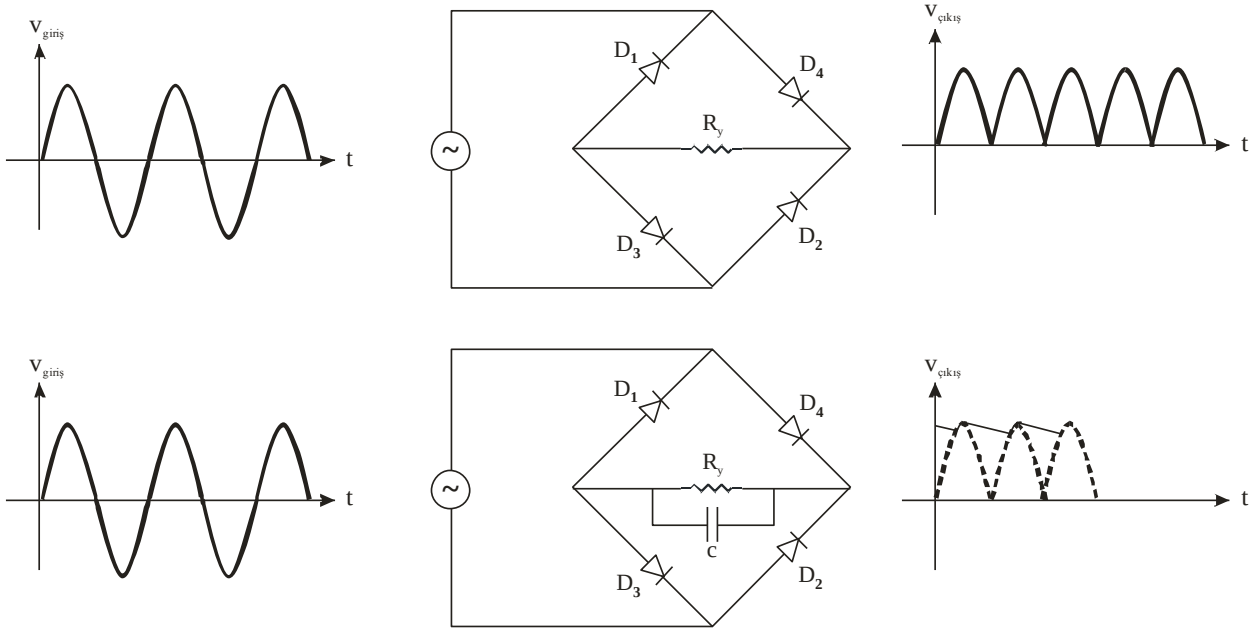
Şekil 2.1'deki devrede R_Y direncine paralel bir kondansatör konulduğunda (Şekil 2.2) çıkıştaki DC gerilim artarak girişteki gerilimin tepe değerine ulaşır. Kondansatör ilavesinin bir diğer sonucu da dalgacık genliğinin azalmış olmasıdır. Şekil 2.2'deki devrede, dalgacık geriliminin tepe değeri, frekans ve kondansatörün kapasitans değeri ile ters, yükün çektiği

akım ile doğru orantılıdır. Yarım dalga doğrultuculardaki dalgacık geriliminin frekansı giriş işaretinin frekansı ile aynıdır.



Şekil 2.2 Kondansatör ilaveli yarım dalga doğrultucu

Şekil 2.3'de bir köprü doğrultucu görülmektedir. Bu tip doğrultucu, AC güç kaynağına doğrudan bağlandığı için tercih edilir. Tam dalga doğrultucu ile özellikleri hemen hemen aynıdır. Köprü doğrultucuda, çıkış sinyalinin frekansı, giriş sinyali frekansının iki katıdır.

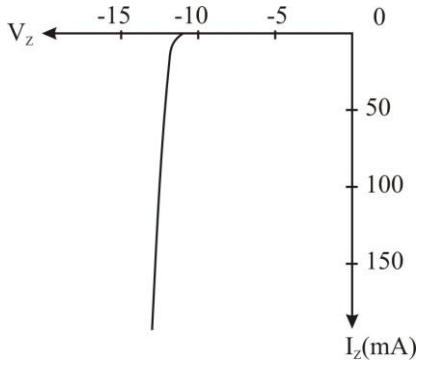


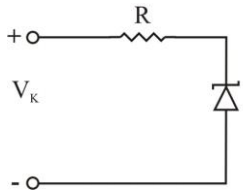
Şekil 2.3 Kondansatörlü ve kondansatörsüz köprü doğrultucuları ve giriş-çıkış sinyalleri

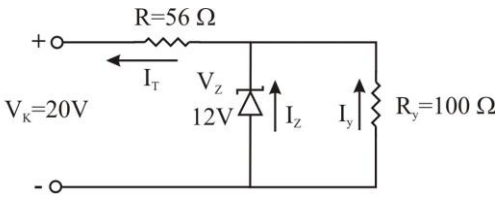
Zener diyot, normal diyot gibi, P ve N tipi iki yarı iletkenin ortak yüzey oluşturarak birleştirilmeleri ile meydana getirilir. Ancak zener diyodun P ve N tipi yarı iletken bölümlerinde yabancı katkı madde oranı, normal bir diyot ile karşılaştırıldığında, oldukça yüksektir. Bu nedenle, zener diyot ters beslendiğinde daha düşük bir gerilim düzeyinde iletime geçer. Bu değere kırılma gerilimi denir. Kırılma gerilimi, 1 Volt'un altında olabildiği gibi birkaç yüz volt da olabilir. **Zener diyot, normal diyodun aksine, kırılma bölgesinde**

çalıştırılır. Bunun için de, devreye, zener diyodun katodu güç kaynağının (+) ucuna gelecek şekilde bağlanır.

Şekil 2.4'de kırılma gerilimi 12 V olan bir zener diyodun akım – gerilim karakteristiği görülmektedir (deneyde kullanacağınız zener diyotların üzerinde kırılma gerilimleri yazmaktadır). Burada I_z , zener diyot içinden geçen akımı, V_z ise zener diyot üzerine düşen gerilimi ifade eder. Bu I – V karakteristiği incelendiğinde, zener içinden geçen akım değiştikçe zener geriliminin de hafifçe değiştiği görülür. Zener diyot, devreye, daima bir akım sınırlayıcı direnç ile seri olarak bağlanır. Bu direnç, zener diyodun içinden taşıyabileceğinden fazla akım geçerek yanmasına engel olur. Şekil 2.5'de böyle bir durum görülmektedir.







Şekil 2.4 **Şekil 2.5** **Şekil 2.6**

R direncinin değeri seçilirken iki noktaya dikkat edilir:

i) $I_{z\,(max.)} \times V_z < P_z$ (Burada P_z, zener diyodun gücüdür.)

ii) Zener diyodun çalışabilmesi için gerekli minimum akımın akmasına izin vermelidir.

Zener diyot gerilim sınırlayıcı (regülatörü) devrelerinde, kırpma devrelerinde, rölelerde ve ölçü aletlerinin korunmasında kullanılabilir. Bu deneyde zener diyotun gerilim sınırlayıcı olarak kullanılması incelenecektir. Gerilim sınırlayıcı, gerilimin belli bir değerde sabit tutulması anlamına gelir. Şekil 2.6'da, zener diyot kullanılarak, yapılmış basit bir gerilim sınırlayıcı devresi görülmektedir.

Burada,

$I_T = I_Y + I_Z$ olmaktadır. $I_Y = \frac{V_Z}{R_Y} = \frac{12}{0.1} = 120mA$; $I_T = \frac{V_K - V_Z}{R} = \frac{20-12}{56} = 140mA$

Bu durumda,

R_Y devreye bağlı iken, $I_Z \cong 20$ mA

R_Y devreye bağlı değil iken, $I_Z \cong 140$ mA olmaktadır.

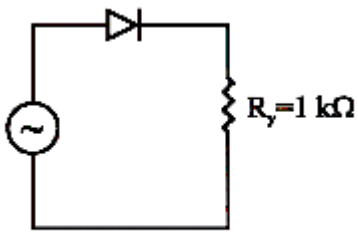
Şu halde, $P_Z = I_Z \times V_Z = 0.14 \times 12 = 1.68$ Watt sonucu çıkar.

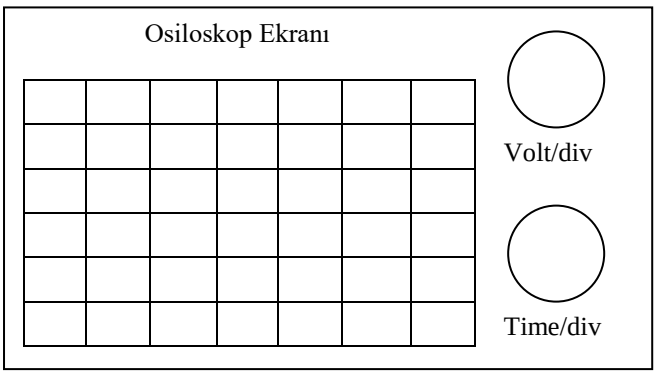
Buradan sonuç olarak, zener diyodun, en az 2 Watt'a dayanması gerekir. Çünkü böyle bir devrede yük direnci devreye her zaman bağlı olmayabilir.

ÖN ÇALIŞMA:

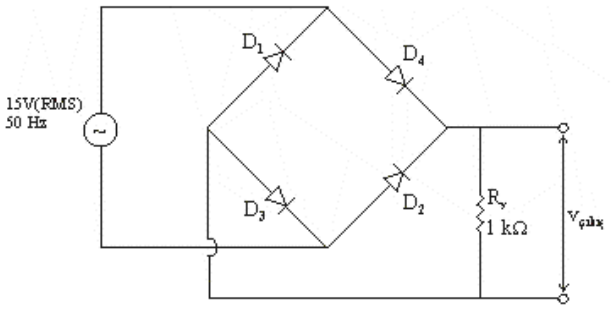
1. Şekildeki devrenin girişine $V_{giriş}$(tepe-tepe)=20V ve f=2 kHz olan sinyal uygulanıyor. Direnç uçlarından çıkış alınarak osiloskoba bağlanıyor. Çıkış sinyalini osiloskop ekranına orantılı olarak çiziniz.

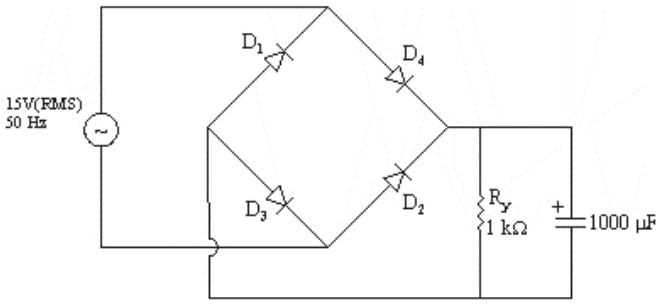
Şekil 2.7





2. Şekil 2.8'deki devrelerde, çıkış sinyalinin şeklini çizerek, nasıl oluştuğunu açıklayınız.

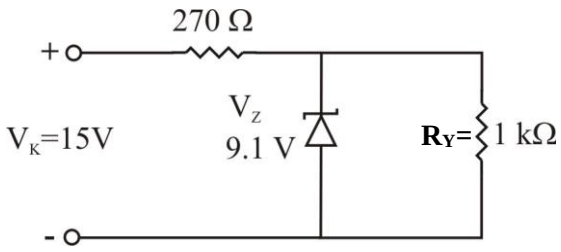




Şekil 2.8 **(a)** **(b)**

3. Şekil 2.9'daki devrede R direnci en az kaç Watt' lık olmalıdır? [$I_T = (V_K - V_Z)/R$ *ve* $P_T = I_T^2.R$ ifadelerini kullanınız].

Şekil 2.9



EK TEORİK BİLGİ: Araştırmalarınız sonucu bu deney ile ilgili elde ettiğiniz bilgileri yazınız.

DENEY:

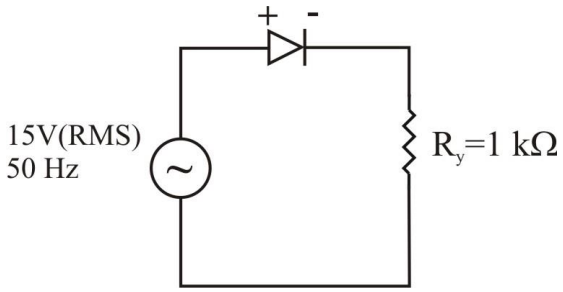
I. Yarım Dalga Doğrultucunun çalışmasının incelenmesi:

1. Devreyi Şekil 2.10'daki gibi kurunuz.

2. Kurduğunuz devreyi kontrol ettirdikten sonra devrenin girişine 15V RMS gerilimini uygulayınız.

$V_{RMS} = V_{TEPE\text{-}TEPE} / 2\sqrt{2}$

Şekil 2.10



3. Osiloskobu devrenin girişine bağlayıp, giriş sinyalini gözleyiniz. $V_{giriş}$(tepe-tepe) değerini not ediniz.

$V_{giriş}$(tepe-tepe)=

4.Osiloskobu direnç uçlarına bağlayıp, $V_{çıkış}$ gerilimini gözleyiniz.

a)$V_{çıkış}$ geriliminin şeklini milimetrik kağıda çizip, $V_{çıkış}$(tepe) değerini not ediniz.

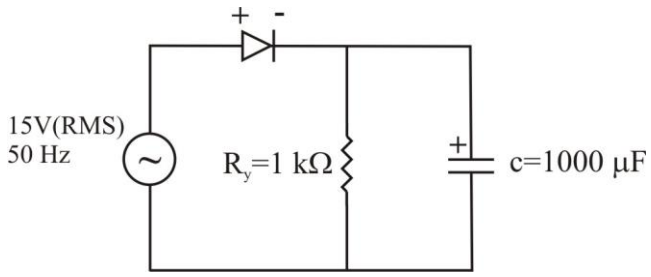
$V_{çıkış}$(tepe)=

b)Çıkış sinyalinin nasıl bu şekilde oluştuğunu açıklayınız.

5.Şekil 2.10'daki devreye kondansatör ekleyerek, Şekil 2.11'deki duruma getiriniz.

a) Çıkış gerilimini osiloskopta gözleyiniz. Gözlediğiniz şekli milimetrik kağıda çiziniz.

Şekil 2.11



b)Kondansatör eklenmeden önceki çıkış geriliminin şekliyle şimdiki şekil neden faklıdır? Açıklayınız.

6.R_y= 2.2 K yapınız. Çıkış sinyalini gözleyiniz. Değişiklik var mı? Varsa sebebi nedir?

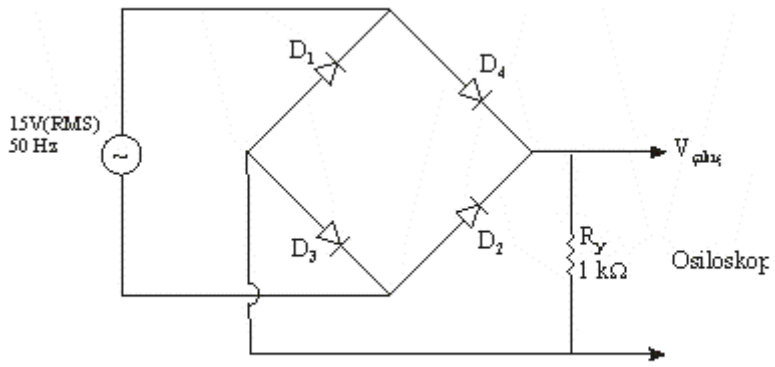
7.R_y= 1 K yapınız. C_1 değerini 10µF yapıp, çıkış sinyalini gözleyiniz. Değişiklik var mı? Varsa sebebi nedir?

II. Köprü Doğrultucunun çalışmasının incelenmesi:

1. Devreyi Şekil 2.12'deki gibi kurunuz.

2. Kurduğunuz devreyi kontrol ettirdikten sonra devrenin girişine 15V RMS değerli AC gerilim uygulayınız(V_{RMS} =$V_{TEPE\text{-}TEPE}$ / $2\sqrt{2}$).

Şekil 2.12



3. a) $V_{giriş}$ işaretini osiloskopta gözleyip, tepe-tepe değerini not ediniz. Giriş sinyalini milimetrik kağıda çiziniz.

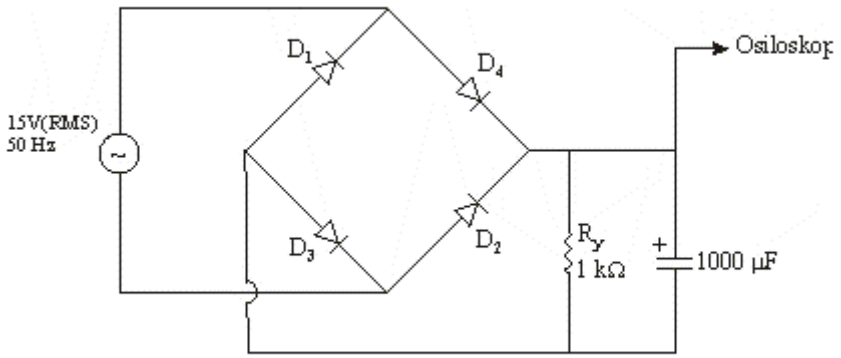
$V_{giriş}$(tepe-tepe) =

b)$V_{çıkış}$ işaretini osiloskopta gözleyerek tepe değerini not ediniz. Çıkış sinyalini milimetrik kağıda çiziniz. Nasıl oluştuğunu açıklayınız.

$V_{çıkış}$(tepe) =

4. Güç kaynağını kapatıp, R_Y direncinin uçları arasına 1000 µF değerli bir kondansatör yerleştiriniz (Şekil 2.13).

Şekil 2.13



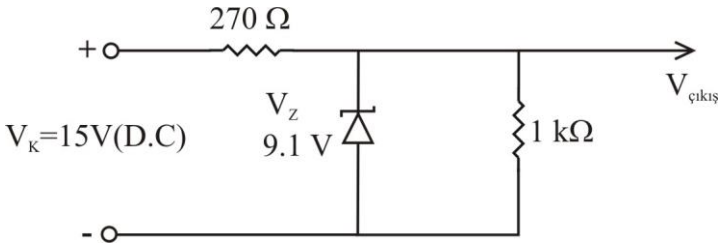
4. Güç kaynağını tekrar açarak devreye gerilim uygulayınız.

5. $V_{çıkış}$ gerilimini osiloskopta gözleyiniz ve milimetrik kağıda çiziniz. Kondansatör eklendiğinde oluşan $V_{çıkış}$ gerilimi öncekinden farklı mıdır? Eğer farklı ise, bunun sebebi nedir?

III. Zener diyotun çalışmasının incelenmesi:

1. Devreyi Şekil 2.14'deki gibi kurunuz.

2. Kurduğunuz devreyi kontrol ettirdikten sonra gerilim uygulayınız.



Şekil 2.14

3. Multimetreyi mA düzeyinde akım ölçmeye hazırlayınız.

a)Zener üzerinden geçen (I_Z) akımı ölçüp, not ediniz. I_Z =

b)Yük direnci üzerinden geçen (I_Y) akımı ölçüp, not ediniz. I_Y =

c)Toplam (I_T) akımı ölçüp, not ediniz. I_T =

d)$I_T = I_Z + I_Y$ oluyor mu?

e)Her devre elemanı üzerinde harcanan gücü hesaplayınız. Sonucu not ediniz.

$P_Z = I_Z.V_Z =$

$P_Y = I_Y^2.R_Y =$

$P_T = I_T^2.R =$

4.R_Y yük direncini yerinden çıkarınız ve multimetre kullanarak

a)I_Z akımını ölçüp, not ediniz. **I_Z =**

b)I_T akımını ölçüp, not ediniz. **I_T =**

c)$I_T = I_Z$ oluyor mu? Niçin?

d)Her devre elemanı üzerinde harcanan gücü hesaplayınız. Sonucu not ediniz

$P_Z = I_Z.V_Z =$

$P_T = I_T^2.R =$

e)Daha önceden R_Y üzerinde harcanan güç şimdi nerede harcanmaktadır?

5. Şekil 2.14'deki devrede, güç kaynağından devreye uygulanan gerilim değerini (V_K) değiştirerek, her defasında yük direnci üzerinden çıkış voltajını ölçüp, Tablo 1'deki ilgili hanelere not ediniz.

Tablo 1

V_K (V)	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$V_{çıkış}$ (V)									

6. Tablo 1'deki sonuçlara göre;

a) V_K'daki değişiklik $V_{çıkış}$'a aynı oranda yansıyor mu?

b) Bu durumda devre, bir gerilim sınırlayıcı olarak görev yapmış mıdır? Açıklayınız.

III. Yorum: Deneyden elde ettiğiniz sonuçları yorumlayınız.

DENEY NO : 3
SCR

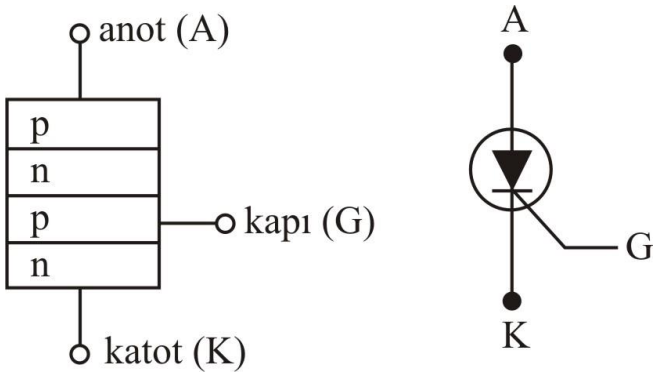
DENEYİN AMACI:

Kontrol edilebilir silikon doğrultucuda (SCR veya tyristor) kapı akımının SCR'nin iletkenleşmesine olan etkisini incelemek ve kapı akımını ayarlayarak, SCR içinden geçen akımın kontrol edilebileceğini gözlemek.

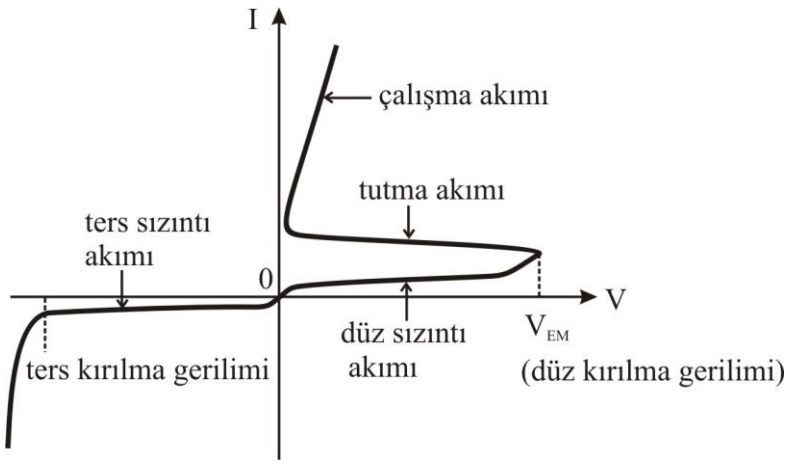
TEORİK BİLGİ:

SCR, DC ve AC gerilimler altında farklı amaçlar için kullanılırlar. DC gerilim altında SCR anahtar görevi yaparken (on-off), AC gerilimde yük üzerinde akım kontrolü (AC bir motorda hız kontrolü) yapabilir. Kontrol edilebilir silikon doğrultucu (SCR), dört yarı iletken tabakadan oluşmuştur ve üç ucu vardır. Şekil 3.1'de bir SCR' nin dört katlı yapısı ve sembolik gösterilişi çizilmiştir.

Şekil 3.1



Şekil 3.2

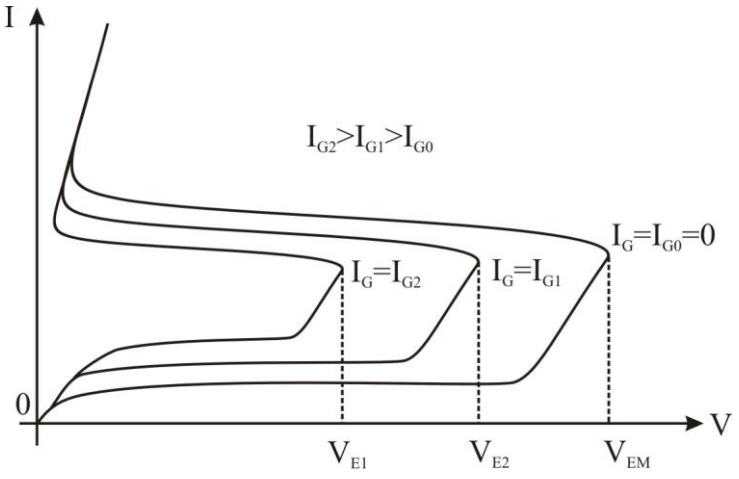


Bir SCR'nin normal bir diyottan farkı şudur: Bilindiği gibi, normal bir silikon diyodun A–K uçları arasına uygulanan gerilim düz beslemde 0.7 volta ulaştığında diyot iletkenleşir. SCR'de ise anot-katot arasının pozitif beslenmesi tek başına iletimin başlaması için yeterli değildir. Ayrıca, kapı ucunun da uygun gerilimle tetiklenmesi ile iletim gerçekleşir.

Kapı ucundan akan akımın değerine bağlı olarak A–K arasındaki eşik geriliminin değeri değiştirilebilir. Kapı ucu açık olduğunda SCR'nin iletkenleşebilmesi için gerekli gerilim değeri, maksimum eşik değerini verir ve bu V_{EM} ile gösterilir. Kapı akımı (I_G) değiştirilerek V_{E1}, V_{E2} , ... gibi değişik eşik gerilimi değerleri sağlanabilir. Kapı akımı düşük değerli olduğundan, **bir SCR devresinde düşük güç ile çok büyük güçleri kumanda altına almak mümkündür.** Değişik güçte SCR'ler üretilmektedir. Anot akımı birkaç amper olan SCR' lerin yanı sıra birkaç yüz amper olanlar da vardır.

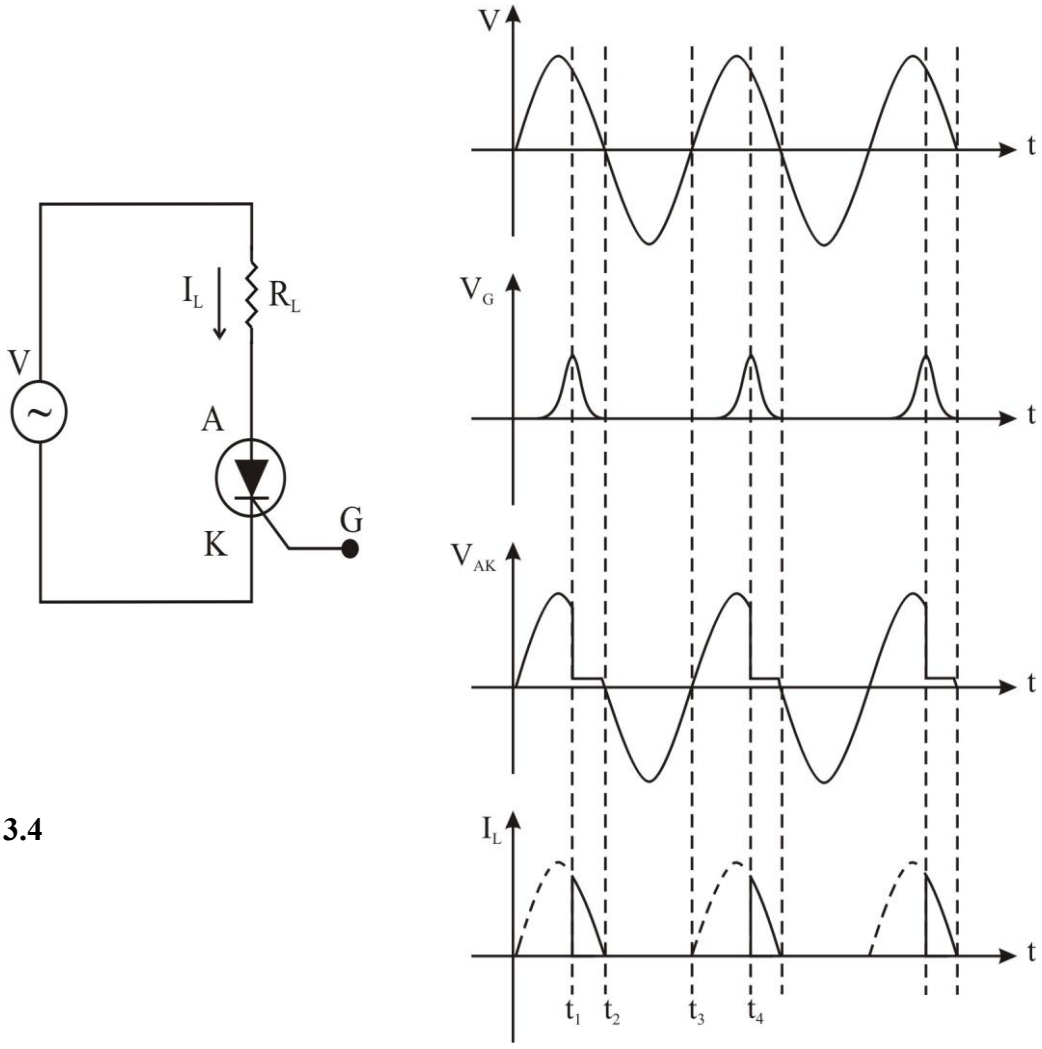
Şekil 3.2'de SCR'nin $I_G = 0$ iken ki akım – gerilim grafiği görülmektedir. SCR yalıtkan durumda iken, ister düz, isterse ters beslenmiş olsun içinden çok az bir sızıntı akımı akar. Ters beslem gerilimi SCR'nin "ters kırılma gerilimine" ulaştığında sızıntı akımı aniden artar. Bu durum istenmez. Düz beslemde, besleme gerilimi "düz kırılma gerilimine" ulaştığında ise SCR iletkenleşerek içinden büyük bir akım geçirebilir. Bu sırada SCR'nin A–K arasındaki direnç çok küçülmüştür. Şu halde, **eğer A–K uçları arasına uygulanan gerilim değeri V_{EM} değerinden küçük ise SCR yalıtkan, büyük ise iletken olacaktır. Bir başka deyişle, SCR anahtar gibi çalışmaktadır. SCR iletkenleştikten sonra, bu durumunu, içinden geçen akım "tutma akımına" eşit veya büyük olduğu sürece korur. Aksi halde, yalıtkan duruma döner.** Daha önce de belirtildiği gibi, kapı akımı vasıtasıyla SCR'nin, üzerindeki gerilim değeri "düz kırılma gerilimine" varmadan iletkenleştirilmesi mümkündür. Kapı–katot birleşim yüzeyi düz beslenmek suretiyle "düz kırılma gerilimi" düşürülmüş olur. Şekil 3.3'de kapı akımı artırıldıkça "düz kırılma geriliminin" nasıl düştüğü görülmektedir.

Şekil 3.3



Şu halde kapı akımı büyüdükçe SCR daha erken iletkenleşmektedir. SCR iletken olduktan sonra kapı akımının artması herhangi bir etki oluşturmaz. **SCR, içinden geçen akım "tutma akımı"ndan büyük olduğu sürece iletkenliğini korur. Anot–katot arasındaki gerilim, "tutma akımı"ndan daha küçük bir akım akıtacak düzeye indiğinde SCR yalıtkanlaşır.**

Endüstride, çıkış akımı kontrol edilebilir doğrultucu olarak SCR' ler, AC devrelerde geniş uygulama alanı bulmuşlardır. Şekil 3.4'de SCR, R_L yüküne ayarlanabilir miktarda akım sağlamaktadır. Kapı girişine ilk darbe uygulanana kadar SCR yalıtkandır. Darbe uygulandığında düz kırılma gerilimi düşeceğinden SCR iletkenleşir (t_1). SCR' nin bu iletkenliği, kapıya uygulanan darbe ortadan kalktıktan sonra da devam eder. Ta ki üzerindeki gerilim "tutma akımı"nın altına düşene dek (t_2'ye kadar). t_2 – t_3 arasında A –K uçları ters beslendiğinden, SCR' nin yalıtkanlığı devam eder. t_4 anında kapıya yeni bir darbe geldiğinde tekrar iletkenleşir ve bu şekilde $t_1 – t_2$ aralığı ve dolayısıyla R_L içinden geçen akımın ortalama değeri ayarlanabilir.



Şekil 3.4

ÖN ÇALIŞMA:

1.Bir SCR'nin anot ve katot uçları arasına uygulanan gerilim ve kapı akımı bakımından kaç türlü çalışabileceğini yazıp, kısaca açıklayınız.

EK TEORİK BİLGİ: Araştırmalarınız sonucu bu deney ile ilgili elde ettiğiniz bilgileri yazınız.

DENEY:

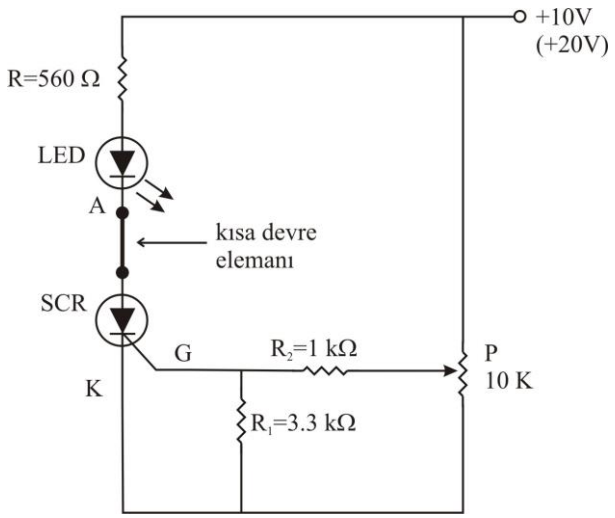
I. SCR'nin anot gerilimi DC olduğunda, DC kapı gerilimi ile kontrol edilmesinin incelenmesi:

1. Devreyi Şekil 3.5'deki gibi kurunuz.

2. Kurduğunuz devreyi kontrol ettirdikten sonra gerilim uygulayınız.

3. P potansiyometresini kullanarak kapı ucuna uygulanan V_G gerilimini 0 volt yapınız.

Şekil 3.5



a)LED ışık yayıyor mu? SCR iletken mi?

b)I_G, I_A ve V_{AK} değerlerini ölçünüz. Değerler normal mi?

I_G = I_A = V_{AK} =

4. P potansiyometresi yardımı ile I_G değerini yavaş yavaş artırınız .

a) I_G'nin hangi değerine ulaşıldığında SCR iletkenleşti? Not ediniz. **I_G =**

b) SCR iletken olduğunda I_A ve V_{AK} değerlerini ölçüp sonuçları yorumlayınız.

I_A = V_{AK} =

5. P potansiyometresi yardımı ile V_G gerilim değerini tekrar 0 volt yapınız.LED söndü mü? SCR'nin iletkenleştikten sonra kapıdan kumanda altında tutulması mümkün mü?

6. Kısa devre elemanını (LED ve SCR arasına takılan kablo kısa devre elemanı olarak görev yapar) devreden çıkarınız. LED'in durumunu yazıp, nedenini kısaca açıklayınız.

7. Kısa devre elemanını tekrar devreye takınız. LED tekrar yandı mı? Niçin?

8. V_G gerilimini tekrar artırmaya başlayınız.

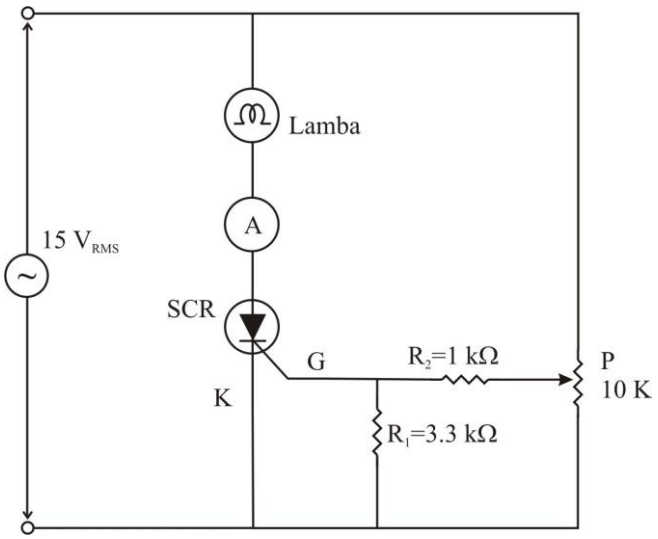
a)I_G akımı madde 4-a'daki değerine ulaştığında LED yandı mı? Bu durumda SCR tekrar kapı ucundan kumanda edilmiş midir?

b) "SCR iletkenleştikten sonra artık kapının kontrolünden çıkmaktadır. SCR'yi tekrar yalıtkan yapmak için A–K arasındaki gerilimi sıfır yapmak veya ters gerilim uygulamak gereklidir" ifadesi doğrulandı mı?

II. SCR'nin anot gerilimi AC olduğunda, AC kapı gerilim ile kontrol edilmesinin incelenmesi :

1. Devreyi Şekil 3.6'daki duruma getiriniz.

Şekil 3.6



2. Kurduğunuz devreyi kontrol ettirdikten sonra gerilim uygulayınız.

3. P potansiyometresi yardımıyla, I_G akımını yavaş yavaş arttırınız.

a)Lamba yandığı andaki I_A akımını not ediniz. I_A =

b)I_G akımındaki artış I_A akımını etkiliyor mu? Açıklayınız.

4. I_G akımını giderek azaltınız. Birinci kısımda I_G akımının SCR üzerindeki kontrolü SCR iletkenleştikten sonra kaybolduğu halde, I_G akımı burada SCR iletkenleştikten sonra onu tekrar yalıtkanlaştırmıştır. Olayı açıklayınız.

5. Osiloskobun bir kanalını SCR uçlarına bağlayarak SCR üzerindeki anot-katot gerilimini, sonra lamba uçlarına bağlayarak lamba üzerindeki gerilimi gözleyerek milimetrik kağıda Şekil 3.4'deki gibi çiziniz. Gözlediğiniz şekilleri açıklayınız.

III. Yorum: Deneyden elde ettiğiniz sonuçları yorumlayınız.

DENEY NO : 4

BAZI ORTAK BAĞLANTILI TRANSİSTÖR DEVRESİ

DENEYİN AMACI:

Bir transistörde baz, emiter ve kollektör akımları arasındaki ilişkiyi incelemek, bazı ortak bağlantılı bir transistörün B-E birleşim yüzeyinin I-V grafiği (giriş grafiği) ile B-C birleşim yüzeyinin I-V grafiğinin (çıkış grafiği) deneysel olarak oluşturmak, sızıntı akımını incelemek.

TEORİK BİLGİ:

Bir transistörün genel olarak iki tip çalışması vardır.

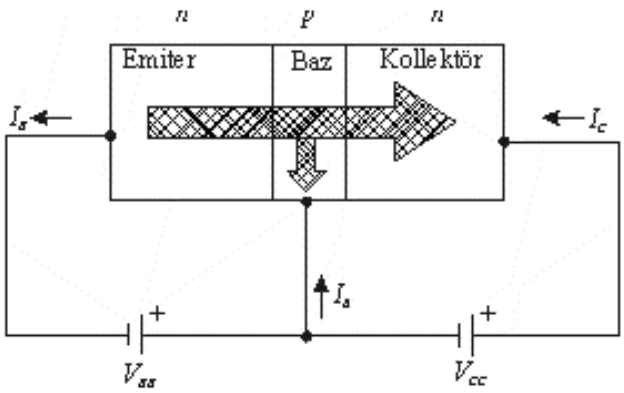
- Aktif bölgede (örneğin yükselteç olarak çalışması)
- Doyum - kesim bölgelerinde (örneğin anahtar olarak çalışması)

Transistörün aktif bölgede çalışması için baz- emiter birleşim yüzeyinin düz, baz-kollektör birleşim yüzeyinin ise ters beslenmesi gerekir.Bir transistörde özet olarak şu eşitlikler yazılabilir.

$$I_E = I_C + I_B$$

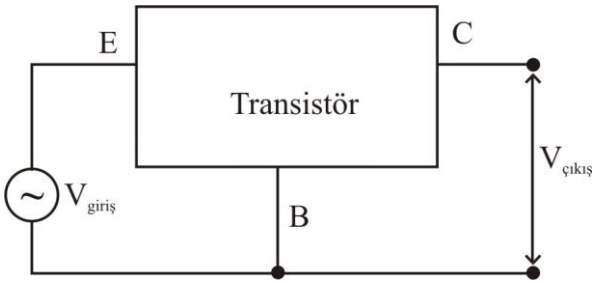
Burada I_E: Emiter akımı, I_C: Kolektör akımı, I_B: Baz akımıdır. Şekil 4.1'deki transistörde baz-emiter üzerine uygulanan düz beslem kaldırılıp, baz kollektör üzerindeki ters beslemde muhafaza edildiğinde, ters polarılan her p - n birleşim yüzeyinde görüldüğü gibi, bir sızıntı akımının varlığı gözlenir. I_{CO} ile gösterilen bu akım silikon transistörlerde ise daha fazladır.

Şekil 4.1



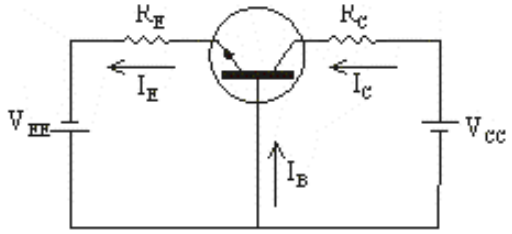
Bazı ortak bağlantıda işaret, baz ile emiter arasına uygulanır. Çıkış ise kollektör-baz arasından alınır. Böylece baz ortak uç olmuştur (Şekil 4.2).

Şekil 4.2



Transistörün görevini yapabilmesi için emiter-baz arasına sadece işareti uygulamak yetmez. Devrenin DC açıdan doğru beslenmiş olması gerekir. Bu nedenle, bazı ortak bağlı bir devreye işaret uygulamadan önce bu devreyi DC bakımdan incelemekte yarar vardır. Şekil 4.3'deki bazı ortak bağlı devre sadece DC gerilim ve akımlara sahiptir, herhangi bir AC işaret uygulanmamıştır. Burada giriş akımı I_E , çıkış akımı ise I_C'dir. Bu durumda devrenin akım kazancı:

Akım kazancı = I_C / I_E = α

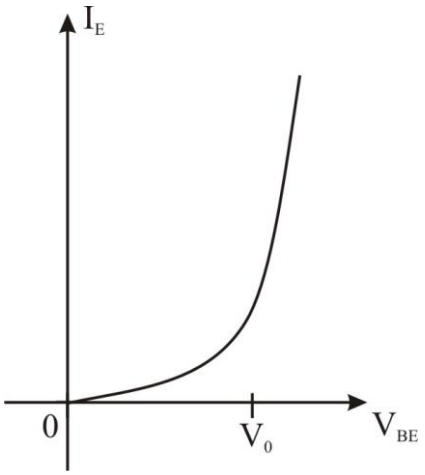


Şekil 4.3

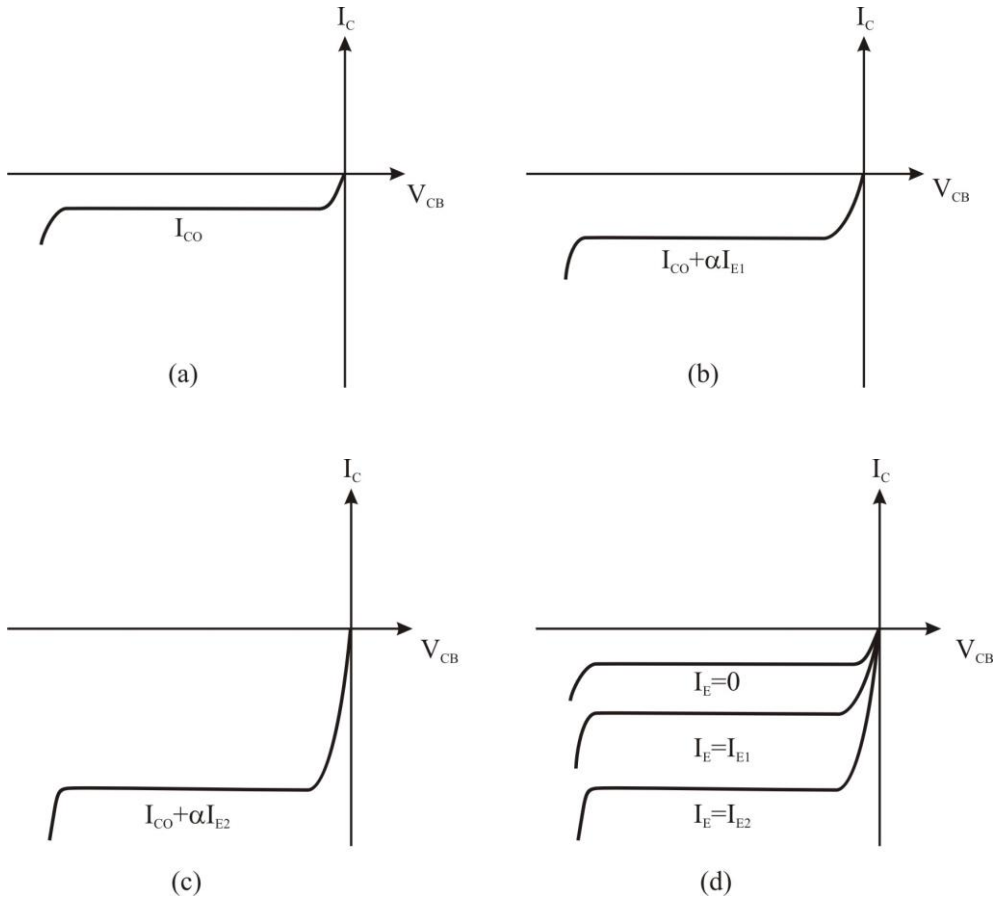
olur. Şu halde bazı ortak bağlantıda akım kazancı α' dır. Aslında α 1'den küçük olduğuna göre bazı ortak bağlı transistör devresinde akım kazancı söz konusu değildir.

Bazı ortak bağlantıda giriş I-V grafiği denildiğinde, baz- emiter birleşim yüzeyine ait I-V grafiği anlaşılmalıdır. Normal olarak bu yüzey düz beslenmiş olduğundan, giriş grafiği tıpkı bir diyot I-V grafiği gibi olacaktır. Şekil 4.4'de bu grafik görülmektedir. $V_{eşik}$ gerilim değeri, germanyum transistörlerde yaklaşık 0,3 V, silisyum transistörlerde ise 0.7 V'dur. Bazı ortak bağlantıda çıkış I-V grafiği denildiğinde ise baz-kollektör birleşim yüzeyine ait I-V grafiği anlaşılmalıdır.

Şekil 4.4



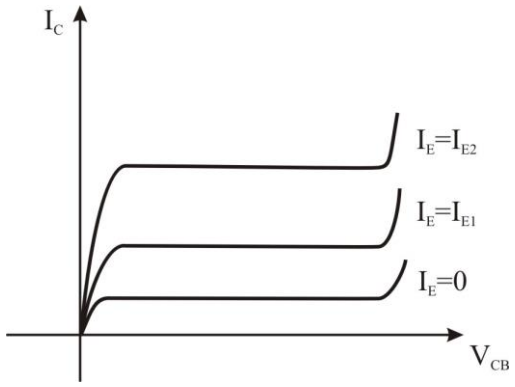
Bu yüzeyi ters beslenmiş bir diyot şeklinde düşünmek mümkün olduğuna göre, bu yüzeye ait I-V grafiğinin ters polarılmış bir diyot I-V grafiğine benzemesi doğaldır. yalnız burada dikkat edilmesi gereken bir nokta vardır: Baz- kollektör birleşim yüzeyi içinden sadece sızıntı akım geçmektedir. Aynı zamanda αI_E kadarlık bir ek akım daha vardır. Önce I_E akımı sıfır varsayarak baz- kollektör birleşim yüzeyi I-V grafiği çizilir (Şekil 4.5-a). Eğer I_E sıfır değil ise,o zaman grafik Şekil 4.5-b'deki gibi olacaktır. I_E akımı daha artırılırsa grafik Şekil 4.5-c'deki gibi olur. Bunların hepsi aynı eksenlerde Şekil 4.5-d'de görüldüğü gibi çizilebilir. Böylece çıkış I-V grafiği I_E 'nin değişik değerleri için elde edilmiş olur. Buna " çıkış I-V grafik ailesi " denir. Grafik ailesi Şekil 4.5-d'de koordinat eksenlerinin 3 üncü bölgesinde çizilmiştir. Bunların 1 inci bölgeye aktarmak daha iyi olacaktır. Çünkü, transistör el kitaplarında genellikle bu tür çizim kullanılmaktadır. Buna göre çizilmiş grafikler Şekil 4.6'da görülüyor. Bazı ortak bağlı bir devrenin çözümü için izlenecek yol kısaca şudur.



Şekil 4.5

1. Giriş devresine Kirchhoff gerilim kuralı uygulanır. Eğer transistör ideal varsayılırsa, V_{BE} gerilimi; germanyum transistör için 0.3 V, silisyum transistör için 0.7 V alınır. Eğer transistör ideal varsayılmaz ise o zaman baz-emiter birleşim yüzeyine ait I-V grafiği kullanılır.Böylece I_E akımı bulunur.

Şekil 4.6



2. Giriş devresinden bulunan I_E değeri kullanılarak, çıkış devresinde dolaşan I_C akımı hesaplanabilir. Bu işlem yapılırken transistör ideal varsayılırsa, $I_C = \alpha I_E$ formülünden yararlanılır. İdeal varsayılmaz ise, o zaman I_C akımı çıkış grafik ailesinden faydalanılarak bulunur.

ÖN ÇALIŞMA:

1. Bir transistör bazı ortak nasıl bağlanır? Çizerek açıklayınız.

2. Bir transistörün emiter akımı 10 mA, kollektör akımı 9.98 mA olduğuna göre, baz akımı ne kadardır?

EK TEORİK BİLGİ: Araştırmalarınız sonucu bu deney ile ilgili elde ettiğiniz bilgileri yazınız.

DENEY:

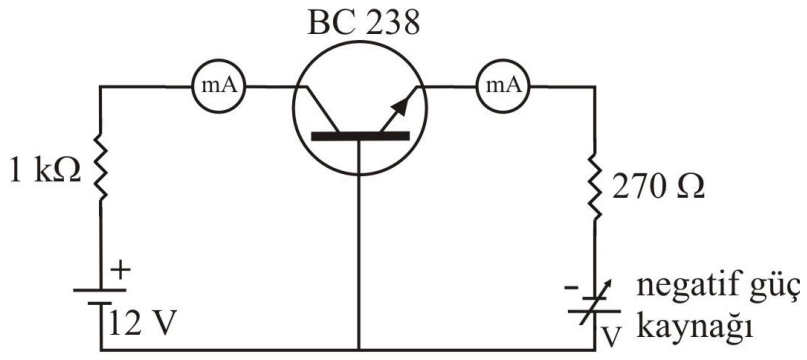
I. Transistörde baz, emiter ve kollektör akımları arasındaki ilişkinin incelenmesi:

1. Devreyi Şekil 4.7'deki gibi kurunuz.

2. Kurduğunuz devreyi kontrol ettirdikten sonra gerilim uygulayınız. Negatif güç kaynağı başlangıçta 0 voltta olmalıdır.

3. Negatif güç kaynağı çıkışını I_E= 15 mA olana kadar yavaş yavaş artırınız.

Şekil 4.7



4. I_C ve I_B akımlarını ölçünüz (Önce I_C'yi, sonra aynı multimetre ile I_B' yi ölçünüz).

I_C = **I_B =**

a) $I_E = I_C + I_B$ eşitliği sağlanıyor mu? Tam olarak sağlanmıyor ise nedeni ne olabilir?

b)Ölçülen I_E ve I_C değerlerine göre akım kazancı (α) ne kadardır?

$\propto$ =

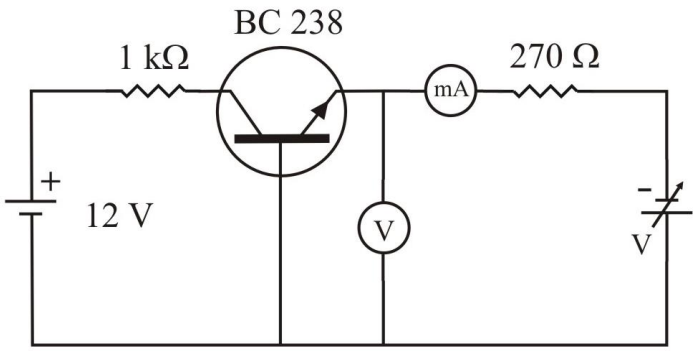
II. Bazı ortak bağlantıda B-E birleşim yüzeyinin I-V grafiğinin (giriş grafiği) elde edilmesi :

1. Devreyi Şekil 4.8'deki gibi kurunuz.

2. Kurduğunuz devreyi kontrol ettirdikten sonra gerilim uygulayınız. Negatif güç kaynağı başlangıçta 0 volt da olmalıdır.

3. Tablo 1'deki I_E değerleri için V_{BE} gerilimini okuyup tabloya not ediniz. Değişik I_E değerleri negatif gerilim kaynağı çıkışı yavaş yavaş değiştirilerek elde edilebilir.

Şekil 4.8



Tablo 1

I_E (mA)	0	0.1	0.2	0.5	1	2	5	8	10
V_{BE} (V)									

a) Tablodaki değerlere göre I_E-V_{BE} grafiğini milimetrik kağıda çiziniz.

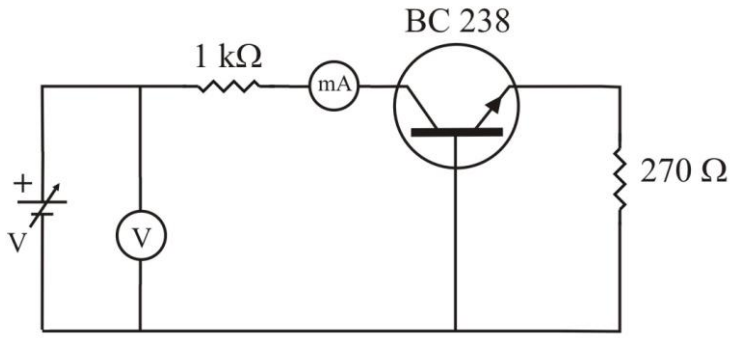
b) Çizdiğiniz grafik, diyotun I-V grafiğini andırıyor mu? Buna göre bir transistörün B-E birleşim yüzeyini tıpkı bir diyot gibi düşünmek yanlış olur mu?

III. Bazı ortak bağlantıda sızıntı akımının gözlenmesi :

1. Devreyi Şekil 4.9'daki gibi kurunuz.

2. Kurduğunuz devreyi kontrol ettirdikten sonra gerilim uygulayınız. Pozitif gerilim kaynağı çıkışı başlangıçta 0 voltta olmalıdır. B-E arası 0 volt olduğunda $I_E = 0$ olacağı açıktır.

Şekil 4.9



3. V_{CC} geriliminin 2, 4, 6 ve 8 volt değerleri için I_C akımını gözleyip, Tablo 2' de ilgili yerlere yazınız.

Tablo 2

V_{CC} (V)	2	4	6	8
I_C (mA)				

a) I_E akımı 0 olduğu halde niçin I_C akımı, çok küçük de olsa, vardır?

b) Bu akım, V_{CC} gerilimi değiştikçe değişiyor mu? Niçin?

c) V_{CC}=2 volt iken I_C akımını gözleyiniz. Transistörü elinizle iyice ısıtınız. Bu durumda I_C akımı değişiyor mu? Niçin?

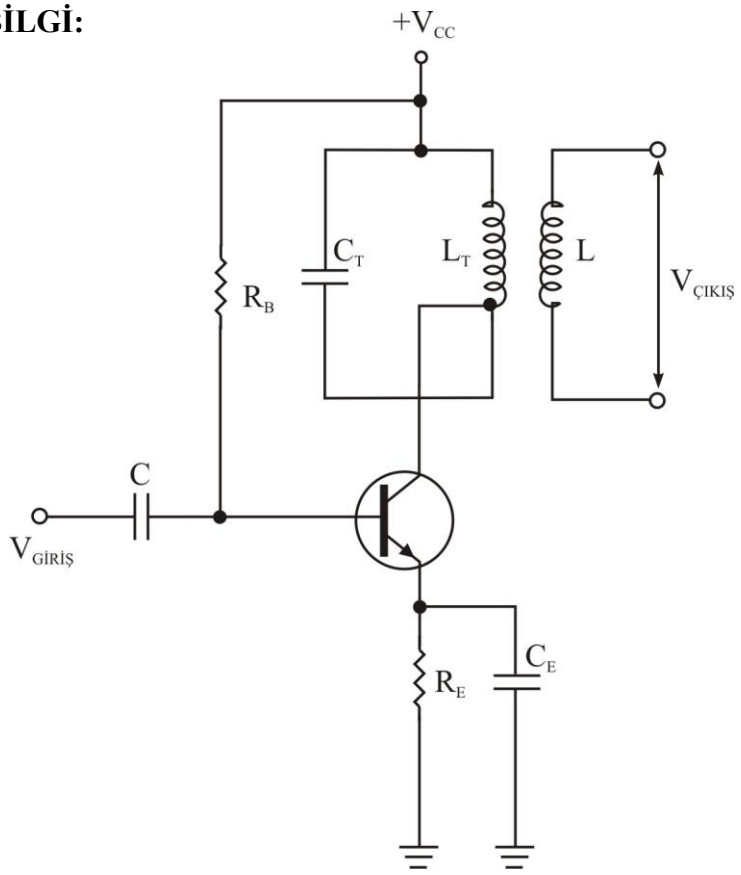
IV. Yorum: Deneyden elde ettiğiniz sonuçları yorumlayınız.

DENEY NO: 5
IF (ARA FREKANS) YÜKSELTECİ

DENEYİN AMACI:

IF (ara frekans) yükseltecinin çalışmasını ve özelliklerini incelemek.

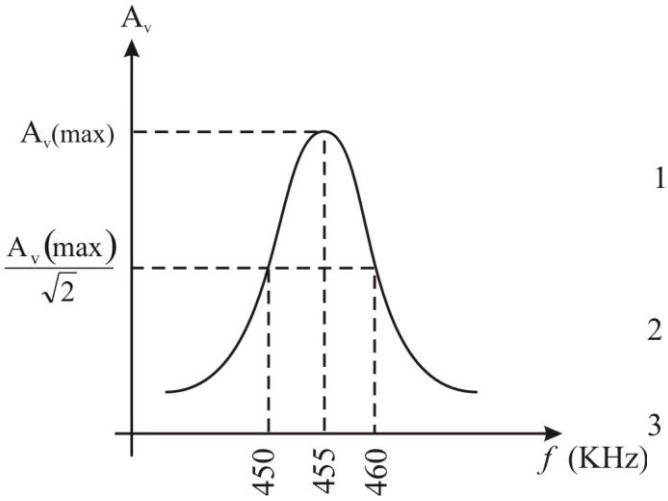
TEORİK BİLGİ:



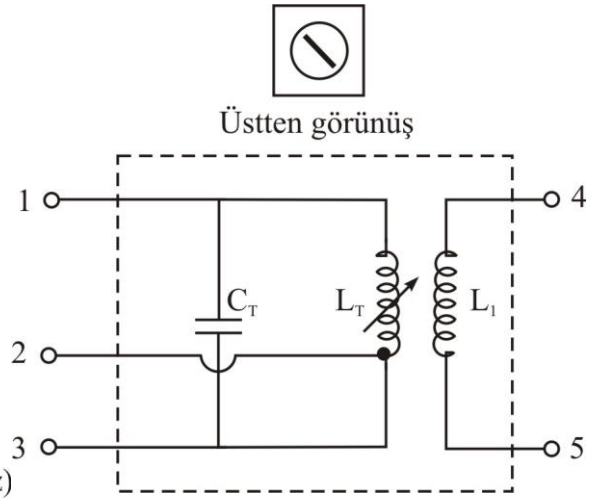
Şekil 5.1

Anten alıcılarında antene gelen RF (radyo-frekans) işaret, çeviricide IF (ara frekans) işaretine çevrilmektedir. Antene gelen değişik RF değerlerine, standart bir tek IF karşılık gelir. Örneğin genlik modüleli radyolarda IF 455 KHz, frekans modüleli radyolarda 10.7 MHz, 1800 kanal mikrodalga alıcılarında 70 MHz' dir. Örnekler çoğaltılabilir. IF işaretlerin kuvvetlendirilmesi için IF yükselteçler kullanılır. Şekil 5.1'de bir IF yükselteç görülmektedir. Aslında bu devre bir "emiteri ortak bağlı yükselteç" dir. Kollektörüne bağlı tank nedeniyle bu yükselteç seçici özellik taşır. **Genlik modüleli radyo alıcılarında ara frekans (IF) yükseltecinin seçici olduğu frekans bölgesi, 455KHz merkez frekanslı, 10 KHz genişlikli bir banttır.**

Şekil 5.2'de tipik bir genlik modüleli radyo alıcısına ait IF yükseltecin kazanç-frekans eğrisi görülmektedir. IF yükseltecinin 10 KHz'lik band genişliği, "3 dB band genişliği" olarak tanımlanır.



Şekil 5.2



Şekil 5.3

IF yükseltecin seçiciliğini sağlayan tank devresi ayrı ayrı L ve C elemanlarından yapılmaktadır. Bu elemanlar "ara frekans süzgeci" adı altında toplu halde bulunmaktadır. Bu süzgeçlerin üstten görünüşü ve iç bağlantısı Şekil 5.3'de görülüyor. Küp şeklinde olan süzgeçlerin üzerindeki vida, L_T bobini içindeki nüveyi aşağı yukarı hareket ettirmektedir. Dolayısıyla tank devresinin rezonans frekansı L_TC_T 455 KHz'den farklı değerlere de ayarlanabilmektedir. Şekil 5.1 ve Şekil 5.3 incelenirse süzgecin devreye bağlantı şekli anlaşılabilir. IF süzgecinin yapısında bulunan L_1 bobini çıkışın yükselmesini önlemek içindir. Üç tip ara frekans süzgeci vardır. Üçü de 455 KHz ara frekansı etrafında rezonans frekansa ayarlanabilir tiptedir. Farklılıklar bobin ve kondansatör değerlerindedir. Birbirlerinden ayar vidası renkleri ile ayrılırlar. Ayar vidası sarı, beyaz ve siyah renkte olabilir.

ÖN ÇALIŞMA:

1. Şekil 5.2 deki grafiğe göre, IF süzgecin rezonans frekansı ne kadardır?

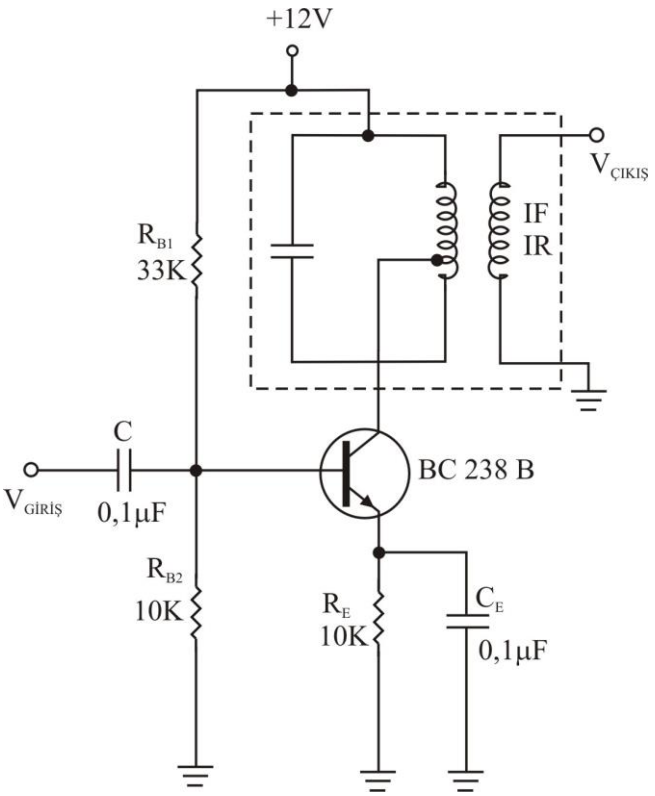
2. IF yükseltecinin kazanç-frekans eğrisini çizerek kısaca açıklayınız.

EK TEORİK BİLGİ: Araştırmalarınız sonucu bu deney ile ilgili elde ettiğiniz bilgileri yazınız.

DENEY:

I. Tek kat IF yükseltecin frekans bandının incelenmesi:

Şekil 5.4



1. Devreyi Şekil 5.4'deki gibi kurunuz.

2. Kurduğunuz devreyi kontrol ettirdikten sonra besleme gerilimini uygulayınız.

3. İşaret üretecini 200 mV (tepe-tepe) genlikli ve 455 KHz frekanslı bir sinüzoidal işarete ayarlayıp devre girişine bağlayınız.

4. Osiloskobu frekansı 455 KHz civarında olan bir işareti gösterecek şekilde hazırlayıp, devre çıkışına bağlayınız.

5. Osiloskop ekranını gözleyiniz. Siyah IF bobininin nüvesini yavaşça değiştirerek çıkışı maksimum yapınız.

DİKKAT: AYAR SIRASINDA BOBİNİN NÜVESİNİ ZORLAMAYINIZ.

6. İşaret üretecinin frekansını yavaş yavaş artırınız ve azaltınız.

a) Çıkış işaretinin genliği de artıyor mu?

b) Çıkış işaretinin genliği, giriş işaretinin hangi frekans değerinde maksimum olmaktadır? Bu sırada devrenin kazancı nedir? Hesaplayınız.

$f_{giriş}$ =

$V_{çıkış}$ (tepe-tepe) =

A_V =

c) IF yükseltecin 3 dB band genişliğini bulunuz.

II. Yorum: Deneyden elde ettiğiniz sonuçları yorumlayınız.

DENEY NO : 6
B-TİPİ GÜÇ YÜKSELTEÇ

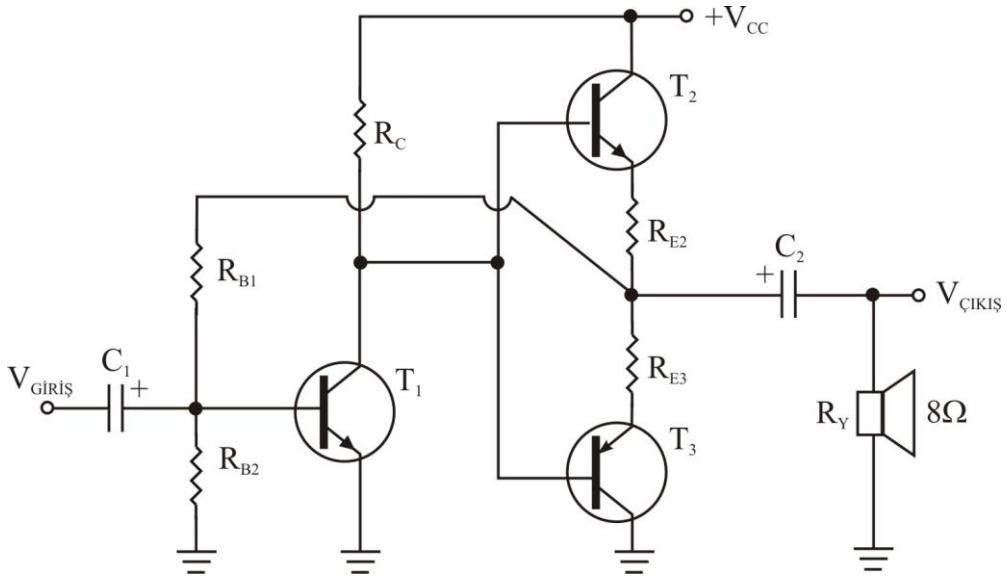
DENEYİN AMACI:

Tümler simetrik (komplementer) B-tipi güç yükseltecinin çalışmasını incelemek.

TEORİK BİLGİ:

Tümler simetrik B tipi güç yükseltecinin genel yapısı Şekil 6.1'de görülmektedir. Burada, T_1 transistörü A tipi çalışır. Çıkış transistörlerini (T_2, T_3) sürme görevi yapar. Genellikle emiteri ortak bağlantı tipindedir. Tüm devrenin gerilim kazancı burada sağlanır.

Şekil 6.1



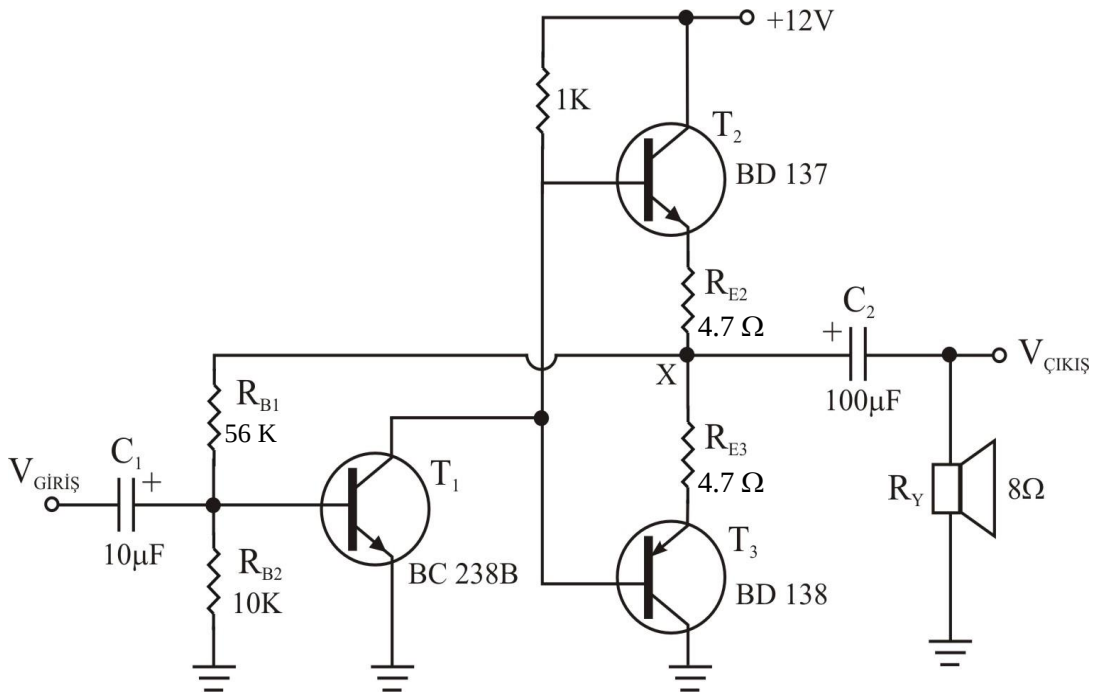
T_2 ve T_3 transistörleri B-tipi çalışırlar. Tümler simetrik (komplementer) özelliktedirler. Kollektörü ortak bağlantı (emiter izleyici) tipinde olduklarından, bu katta gerilim kazancı olmaz. Yalnızca akım kazancı sağlanır. R_{E2} ve R_{E3} dirençleri çıkış katına kararlılık vermek için konulmuşlardır. R_{B1} direnci çıkış katından sürücü girişine doğru gerilim geri beslemesi sağlamaktadır. Ancak devre bu hali ile kullanılmaya pek uygun sayılmaz. Çünkü T_1 çıkışı T_2 ve T_3 transistörlerini bütün bir yarı peryot boyunca süremez. Bu yüzden geçiş bozulması (crossover distortion) oluşur. Bu bozulmayı önlemek için T_2 ve T_3 transistörlerinde az bir polarma akımı dolaştırılır. Böylece çıkış katı, AB-tipi çalıştırılmış, söz konusu bozulma da önlenmiş olur.

ÖN ÇALIŞMA: B-tipi güç yükseltecinde çıkış işaretinde neden bozulma gözlenir? Açıklayınız.

EK TEORİK BİLGİ: Araştırmalarınız sonucu bu deney ile ilgili elde ettiğiniz bilgileri yazınız.

DENEY:

Şekil 6.3



1. Devreyi Şekil 6.3`deki gibi kurunuz.

2. Kurduğunuz devreyi kontrol ettirdikten sonra devreye 12 V DC gerilim uygulayınız. İşaret üretecini henüz devre girişine bağlamayınız.

3. Multimetreyi DC gerilim ölçmeye hazırlayınız.

a) Multimetre ile V_{CE} (T_1), V_{CE} (T_2) ve V_{CE} (T_3) gerilimlerini ölçüp not ediniz.

V_{CE} (T_1) = V_{CE} (T_2) = V_{CE} (T_3) =

b) V_{CE} (T_2) = V_{CE} (T_3) = V_{CC} /2 oluyor mu? Olmuyorsa sebebi ne olabilir?

c) X noktasının toprağa göre bulunduğu gerilim düzeyi (V_X) ne kadardır? Ölçüp, not ediniz. Bu gerilim, kaynak geriliminin yaklaşık yarısı oluyor mu?

V_X =

4. İşaret üretecini 1 KHz frekanslı ve 200 mV (tepe-tepe) genlikli sinüzoidal işarete ayarlayınız ve devre girişine uygulayınız.

5. Osiloskobu devrenin çıkışına bağlayıp, çıkıştaki işareti gözleyiniz. Çıkış işaretindeki geçiş bozulmasını (crossover distortion) gözlediniz mi? Bu bozulmanın nedenini açıklayınız.

6.

a) Çıkış işaretinin genliğini ölçüp, not ediniz. $V_{çıkış}$ (tepe-tepe) =

b) Devrenin gerilim kazancını hesaplayınız. A_V =

c) R_Y =8 Ω olduğuna göre devrenin yüke ilettiği gücü (çıkış gücünü) hesaplayınız.

$V_{çıkış}$ (RMS) =

$P_{çıkış}$ (RMS) =

Yorum: Deneyden elde ettiğiniz sonuçları yorumlayınız.

DENEY NO: 7
EVİREN YÜKSELTEÇ ve
KIYASLAYICI (COMPARATOR) DEVRESİ

DENEYİN AMACI:

- Op-amp uygulaması olarak eviren yükselteci (inverting amplifier) incelemek.
- Kıyaslayıcı (comparator) devresini incelemek.

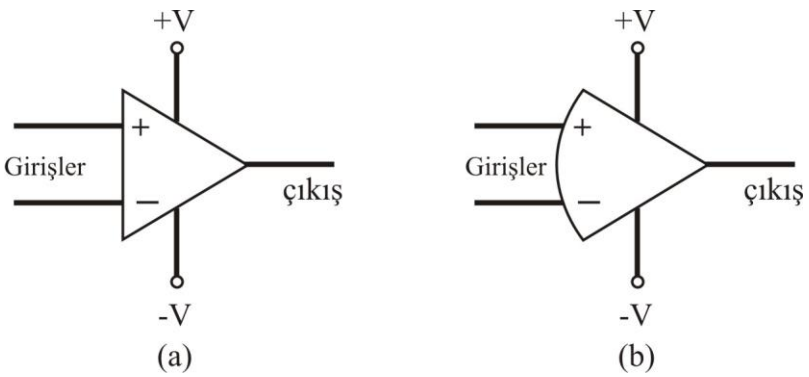
TEORİK BİLGİ:

OP-AMP: İşlemsel yükselteçler (kısaca op-amp) 1940'lı yıllardan beri bilinmekle beraber, asıl yaygın kullanım alanına, 1960' lı yılların sonlarına doğru, tümleşik devre teknolojisi ile üretilmeye başlandığı zaman kavuşmuştur. Bugün artık op-amp denildiğinde tümleşik devre durumunda olanlar akla gelir. Genel olarak **op-amp, çok yüksek kazançlı bir DC yükselteçtir**. Çeşitli özellikleri, devreye dışarıdan bağlanan devre elemanları ve bunların sağladığı geri besleme ile kontrol altına alınabilir.

Op-amp devresi tek başına düşünüldüğünde beş önemli özelliğe sahiptir. Bunlar:

- Kazancı çok fazladır (örneğin, 200 000).
- Giriş empedansı çok yüksektir (5 MΩ)
- Çıkış empedansı sıfıra yakındır.
- Band genişliği fazladır (1 MHz gibi).
- Girişe 0 V uygulandığında, çıkışta yaklaşık 0 V elde edilir.

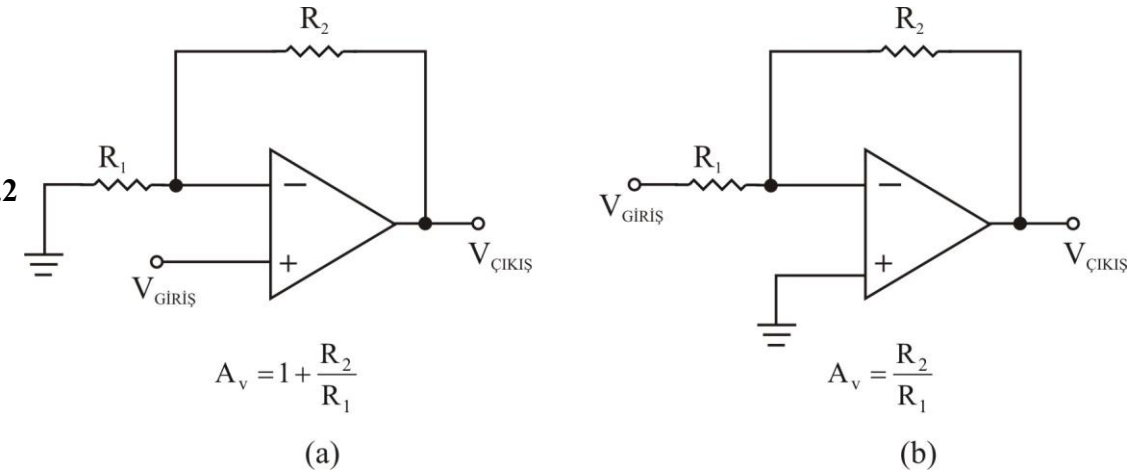
Şekil 7.1



Op-amp devresinin Şekil 7.1'deki gibi iki tür sembolik gösterilişi vardır. Şekil 7.1-a genellikle kullanılan sembolik şekildir.

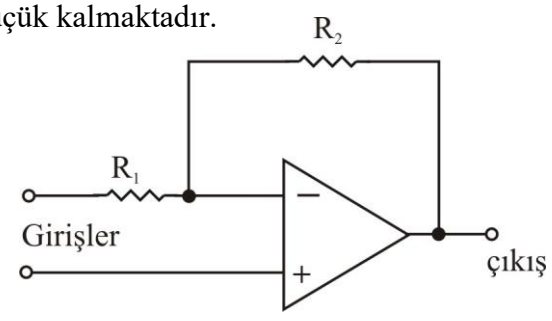
Op-amp devrelerinde, genel olarak birbirine ters polaritede iki kaynak kullanılır.**Bu kaynaklar devre şemalarında her zaman gösterilmezler. Daha ziyade girişler ve çıkış belirtilir.** Şekil 7.1'de görüldüğü gibi op-amp devresinin biri (+), diğeri (-) ile işaretlenmiş iki girişi vardır. (+) girişe uygulanan işaret çıkışa aynı fazda, (-) girişe uygulanan işaret ise çıkışa 180° ters fazda aktarılır. İki girişe birden uygulanan aynı işaret çıkışa aktarılmaz. (-) giriş ''eviren (inverting)'', (+) giriş ise ''evirmeyen (non-inverting)'' giriş olarak adlandırılır. Devrenin özellikleri giriş ucu olarak hangi ucun kullanıldığına ve çıkıştan girişe yapılan geri beslemenin miktarına bağlıdır. Şekil 7.2-a'da giriş ucu olarak (+) uç kullanılmıştır. Bu devreye ''evirmeyen yükselteç'' denir. Şekil 7.2-b'de ise giriş (-) uçtan yapılmıştır ve devre ''eviren yükselteç'' olarak bilinir. Burada yükselteç kazançlarının farklı olduğuna dikkat ediniz.

Şekil 7.2



Op-amp devresine dışarıdan herhangi bir geri besleme sağlanmadığında, çıkış geriliminin giriş gerilimine oranı A_{v0} gerilim kazancıdır. 747 op-amp için tipik A_{v0} değeri 200000'dir. Daha önce op-amp devresine dışarıdan geri besleme sağlamak suretiyle devrenin özelliklerini kontrol altına alma olanağı olduğu belirtilmişti. Şekil 7.3'de op-amp devresinin çıkışından (-) girişe R_2 direnci ile geri besleme yapılmıştır. Bu durumda devrenin kazancı artık A_{vo} değildir. Yeni kazanç, $Av = \frac{R_2}{R_1}$ şeklindedir. R_2 ve R_1 direnç oranını ayarlamak suretiyle kazanç kontrol altına alınır. A_v daima A_{vo}'dan küçüktür. Örneğin, R_2 = 1 MΩ ve R_1 = 10 KΩ ise A_v = 100 olur. A_{v0} = 200000 sayısı yanında bu değer oldukça küçük kalmaktadır.

Şekil 7.3

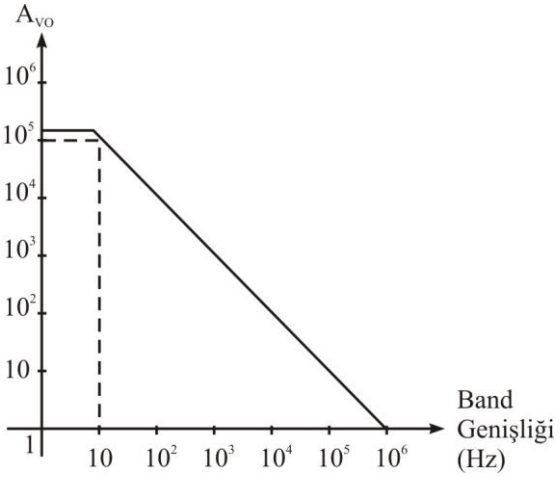


Burada üzerinde durulması gereken bir diğer önemli nokta da op-amp devresinin DC ve DC'e yakın frekanslarda yüksek kazanç göstermesidir. A_{vo} = 200 000 sayısı sadece DC ve çok düşük frekanslardaki işaret uygulamaları için geçerlidir. Op-amp devresine uygulanan işaretin frekansı yükseldikçe A_{v0} düşer. Şekil 7.4'de bu durum 741 op-amp'ı için grafiksel olarak gösterilmiştir.

Dikkat edilecek olursa; **Kazanç × Band Genişliği = Sabit**

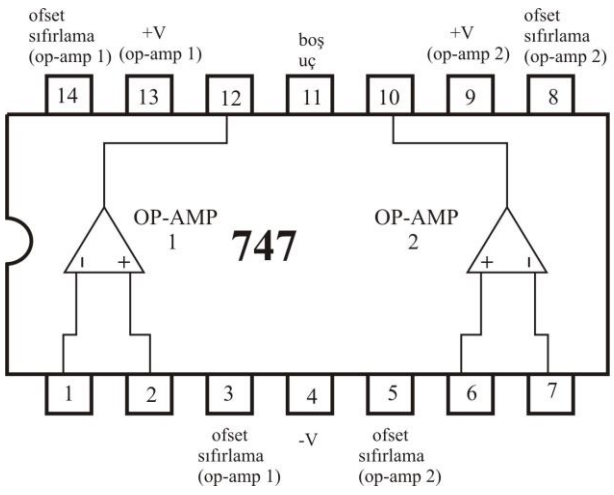
olmaktadır. Bu sabit 1 MHz dir. Yine Şekil 6.6' dan görüleceği gibi, 5-6 Hz' e kadar A_{vo} 200000 civarındadır. Bu frekanstan sonra hemen hemen doğrusal bir şekilde azalmakta ve 1 MHz civarına A_{vo} = 1 olmaktadır. Bu frekans f_T ile gösterilir ve ''1 kazanç frekansı'' olarak tanımlanır.

Şekil 7.4



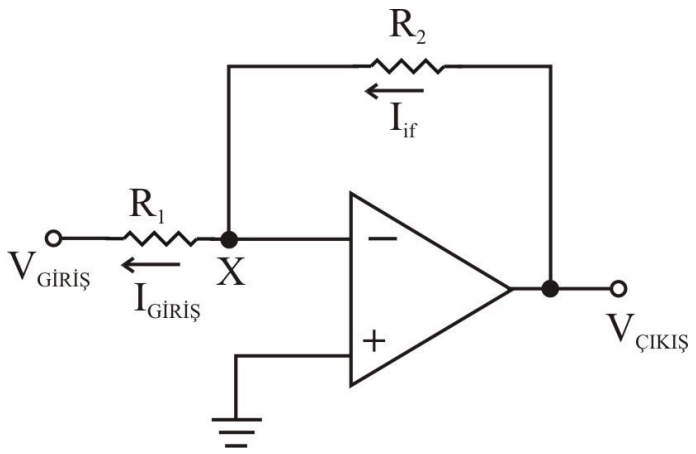
Deneylerde 747 op-amp tümleşik devresi kullanılacaktır. Bu devrenin yapısında 2 adet birbirinden bağımsız op-amp vardır. Şekil 7.5'de 747 op-amp tümleşik devresinin bacak tanımlaması görülmektedir.

Şekil 7.5



OP-AMP'IN EVİREN YÜKSELTEÇ OLARAK KULLANIMI:

Şekil 7.6



Şekil 7.6'da op-amp devresinin eviren yükselteç olarak kullanımı görülmektedir. Burada işaret (-) girişe uygulanmıştır. R_1 giriş direnci, R_2 ise geri besleme direncidir. Op-amp devresinin özelliğinden dolayı X noktasındaki gerilim 0 V' a yakındır. Bu nedenle,

$V_{giriş} = i_{giriş} R_1$

yazılabilir. Benzer şekilde,

$V_{çıkış} = -i_f R_2$

olur.

$i_f = i_{giriş}$ olduğundan, $V_{çıkış} = -i_{giriş} R_2 = -\left(\frac{V_{giriş}}{R_1}\right) R_2$ yazılabilir.

Sonuç olarak,

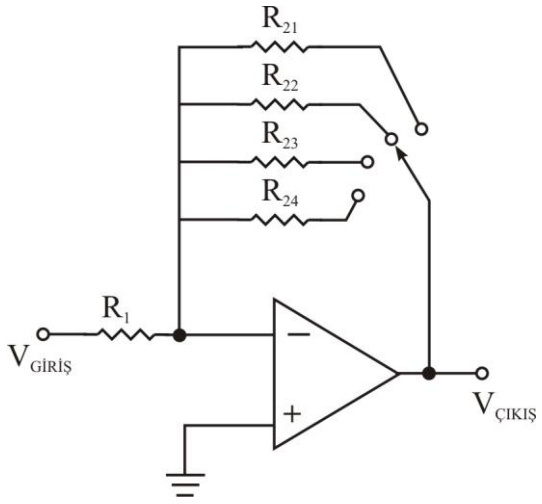
$A_V = V_{çıkış} / V_{giriş} = - R_2 / R_1$

olur. Bu durumda, eviren yükseltecin gerilim kazancı ($-R_2/R_1$) oranına eşit olmaktadır. İfadenin önündeki (-) işareti eviren yükseltecin giriş ve çıkışı arasında 180° faz farkı olduğunu göstermektedir. Eviren yükseltecin giriş empedansı R_1 direnç değerine eşittir. Çıkış empedansı ise çok küçüktür ve A_v ile ters orantılıdır. $R_2 = R_1$ olarak seçildiğinde devrenin kazancı 1 olur. Böyle bir devre, genellikle bir işaretin polaritesi değiştirilmek istendiğinde kullanılır.

Şekil 7.7'de görüldüğü gibi R_2 direnci değiştirilerek, kazancı kontrol edilebilir bir yükselteç oluşturulmuştur. K komütatörünün bulunduğu konuma göre devre kazancı değişik değerler alacaktır. Op-amp geri beslemesiz olarak kullanıldığında kazancının, DC ve DC'e yakın

frekanslarda çok yüksek olduğu, frekans arttıkça kazancın 1'e yaklaştığı daha önce belirtilmişti (Şekil 7.4).

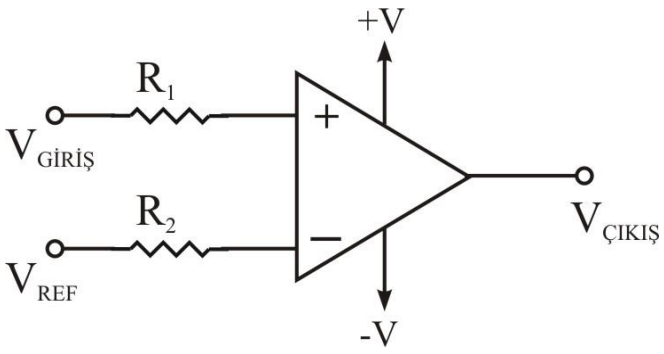
Şekil 7.7



Genellikle, op-amp devrelerinin A_V (geri besleme varken ki kazanç) gerilim kazançlarının ne olması gerektiği şu şekilde belirlenir: istenilen band genişliğinde A_{vo}'nun değeri (Şekil 7.4'den veya benzer grafiklerden) bulunur. Emniyet payı düşünülerek, $A_v = A_{vo}/10$ olarak saptanır. Örneğin, band genişliğinin 10 KHz olması isteniyorsa (741 veya 747 op-amp kullanılarak) Şekil 7.4'den $A_{vo} = 100$ bulunur. Buna göre, $A_v = 100/10 = 10$ olur. Bu durumda 741 (veya 747) kullanılarak 10 KHz band genişlikli bir yükselteç yapılacak ise, bu yükseltecin gerilim kazancı 10 olacak şekilde R_1 ve R_2 dirençleri seçilmelidir. Kazanç daha büyük olacak şekilde yapılacak R_1 ve R_2 seçimi bandı daraltacaktır.

OP-AMP'IN KIYASLAYICI OLARAK KULLANIMI:

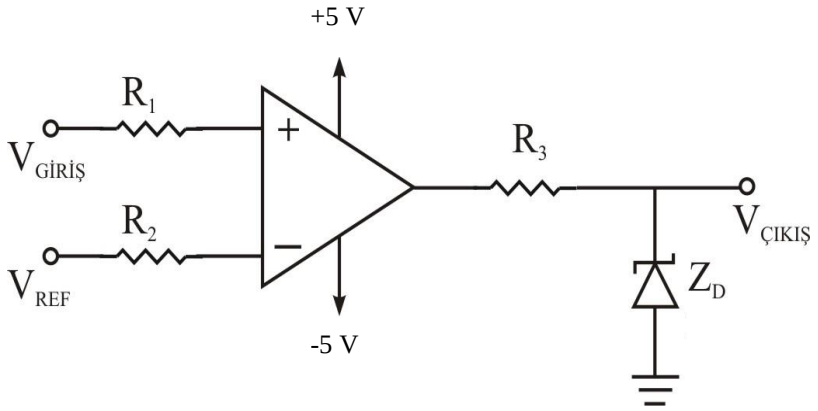
Şekil 7.8



Op-amp devresine dışarıdan geri besleme uygulandığı sürece kazancı çok yüksektir. Şekil 7.8'de $V_{giriş}$ ve V_{REF} gerilimleri arasında, çok küçük de olsa bir fark varsa, bu fark op-amp' ın açık devre kazancı (200000 civarında) ile çarpılır ve çıkışta yaklaşık olarak +V veya –V görülür. Şekil 7.8'deki kıyaslayıcı, evirmeyen özelliktedir. Çünkü $V_{giriş}$ (+) uca uygulanmıştır.

$V_{giriş}>V_{REF}$ olduğunda $V_{çıkış}$ = +V (yaklaşık), $V_{giriş}<V_{REF}$ olduğunda $V_{çıkış}$ = -V (yaklaşık) olur. Tersine durumda, eviren kıyaslayıcı elde edilir. Eğer kıyaslayıcı devresi bir entegre devreyi sürecek ise o zaman Şekil 7.8'deki devreye bazı eklemeler yapmak gerekir. Bu durum Şekil 7.9'da görülmektedir.

Şekil 7.9



Bu devrede $V_{giriş}>V_{REF}$ olduğunda $V_{çıkış} \approx V_{(zener\ diyot)}$, $V_{giriş}<V_{REF}$ olduğunda $V_{çıkış}$ = 5 V olur. Bu şekilde kıyaslayıcı çıkışı entegre devre girişine bağlanabilir. Deneylerde kullanılacak 747 op-amp devresinin maksimum dayanabileceği diferansiyel giriş ∓ 30 V civarındadır. Buna göre $V_{giriş}$ ile V_{REF} arasındaki gerilim farkı hiçbir zaman 30 V'u aşmamalıdır. Örneğin, $V_{giriş}$ =18 V ve V_{REF}= -18 V olması halinde op-amp hasara uğrar. Kıyaslayıcı devresi, A/D (analogtan digitale) çeviricilerde, delta modülatörlerinde ve daha birçok alanda kullanılan önemli bir devredir.

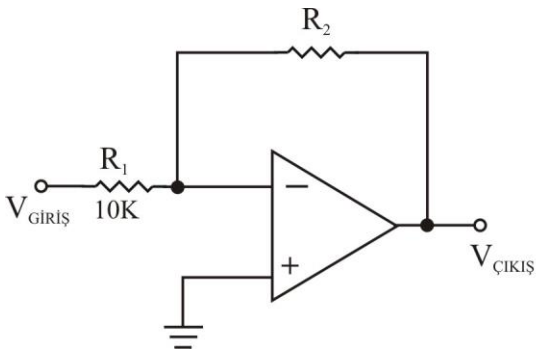
ÖN ÇALIŞMA:

1. Şekil 7.10'deki devrenin DC gerilim kazancını,

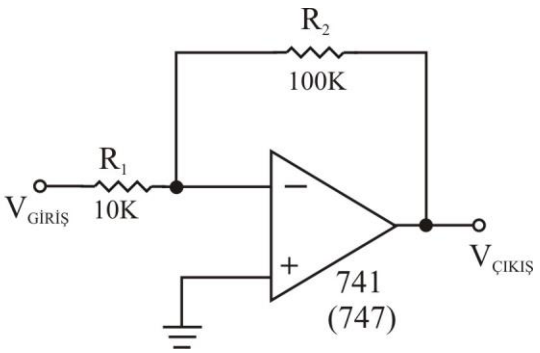
a) R_2 = 10 K,

b) R_2 = 33 K ve

c) R_2 = 100 K değerleri için bulunuz.



Şekil 7.10

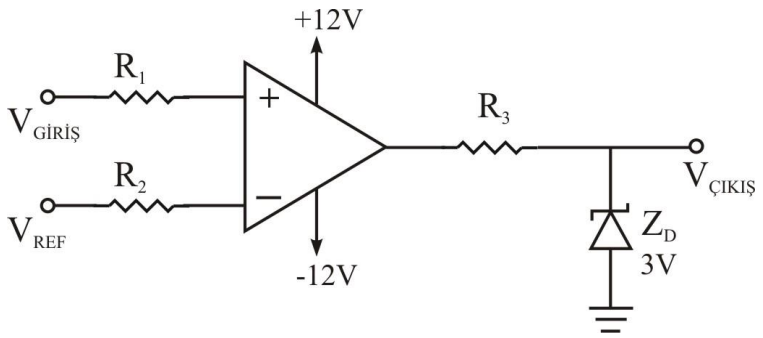


Şekil 7.11

2. Şekil 7.11'deki devrenin kazancını ve band genişliğini hesaplayınız.

3. Şekil 7.12'deki devrede $V_{giriş}$ =0.8 V, V_{REF} = 0.7 V olduğuna göre $V_{çıkış}$ gerilimini bulunuz. Devre ne tür kıyaslayıcıdır?

Şekil 7.12



4. Aynı soruyu Z_D diyotunu yok varsayarak, cevaplayınız.

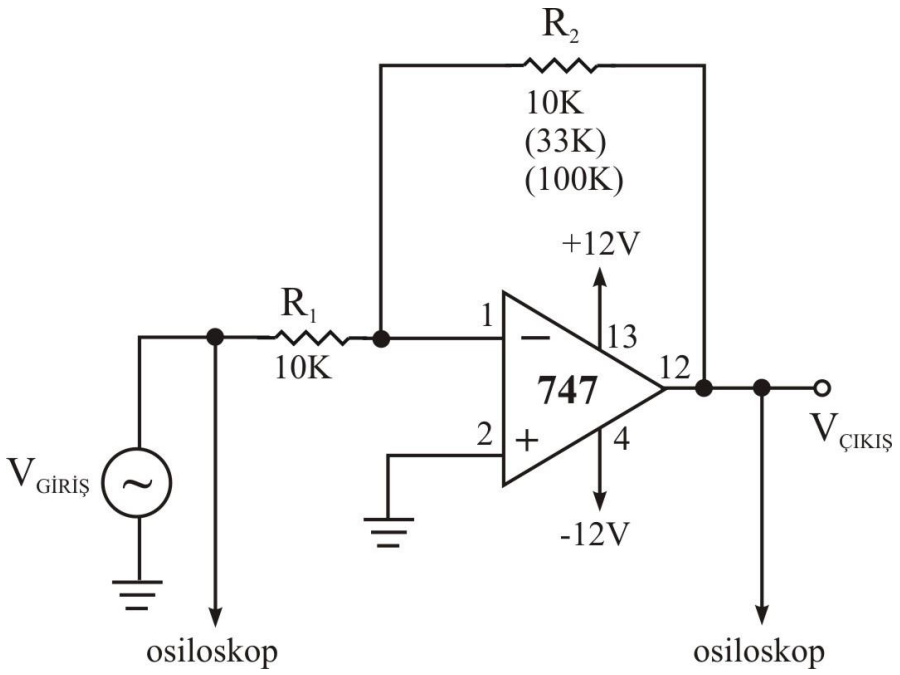
5. R_1, R_2 ve R_3 dirençleri niçin gereklidir?

EK TEORİK BİLGİ: Araştırmalarınız sonucu bu deney ile ilgili elde ettiğiniz bilgileri yazınız.

DENEY:

I. Op-amp'ın eviren yükselteç olarak incelenmesi:

Şekil 7.13



1. Devreyi Şekil 7.13'deki gibi kurunuz. R_2 = 10 KΩ

2. Kurduğunuz devreyi kontrol ettiriniz.

3. Güç kaynağının (+) ve (-) bölümlerini sırasıyla +12 V ve -12 V ' a ayarlayınız.

4. ∓ 12 V besleme gerilimlerini devreye uygulayınız.

5. İşaret üretecini, frekansı 1 KHz ve genliği $V_{giriş}$(tepe-tepe) = 1V olan bir sinüzoidal dalga verecek şekilde ayarlayınız.

6. İşaret üreteci çıkışını, devre girişine uygulayınız.

a) $V_{giriş}$ ve $V_{çıkış}$ işaretlerini osiloskop ekranında bir arada gözleyip, milimetrik kağıda şeklini çiziniz. Aralarında faz farkı var mı? Varsa ne kadardır?

b) Devrenin gerilim kazancını bulunuz.

7. R_2 direncini 33 KΩ yapınız. Devrenin gerilim kazancını bulunuz.

8. R_2 direncini 100 KΩ yapınız. Devrenin gerilim kazancını bulunuz. Bulduğunuz değeri Tablo 1' de ayrılan yere yazınız.

9. Bu kazancı bir de formülle hesaplayınız ve Tablo 1'de ayrılan yere yazınız.

10. Tablo 1'deki giriş sinyalleri ve direnç değerleri için ölçüm alarak tabloyu doldurunuz.

Tablo 1

Giriş Sinyali (tepe-tepe): 1V			**Giriş Sinyali: 500mV**		**Giriş Sinyali: 200 mV**	
R_2(KΩ)	**$(A_V)_{ölçülen}$**	**$(A_V)_{hesaplanan}$**	**$(A_V)_{ölçülen}$**	**$(A_V)_{hesaplanan}$**	**$(A_V)_{ölçülen}$**	**$(A_V)_{hesaplanan}$**
10						
33						
100						

11. Tablo 1' in incelenmesi sonucu:

a) $|A_V| = \frac{R_2}{R_1}$ oluyor mu?

b) Deneysel olarak bulduğunuz sonuçları ön çalışma 1'de bulduklarınız ile karşılaştırınız.

II. Op-amp'ın kıyaslayıcı olarak incelenmesi:

1. Devreyi Şekil 7.14'deki gibi kurunuz. $R_1 = R_2 = 10$ KΩ olmalıdır.

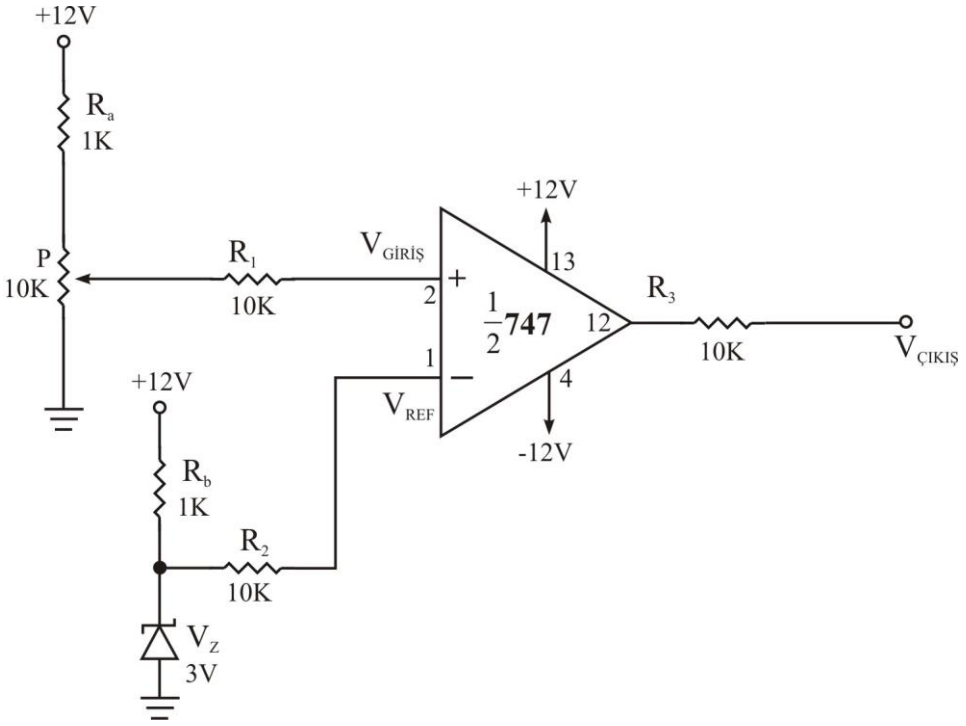
BU İKİ DİRENCİN TOLERANSLARININ AYNI OLMASINA DİKKAT EDİNİZ.

2. Besleme gerilimlerini +12 V ve -12 V'a ayarlayınız.

3. Kurduğunuz devreyi kontrol ettirdikten sonra gerilim uygulayınız.

4. Multimetreyi DC gerilim ölçümüne hazırlayıp, devre çıkışına bağlayınız.

Şekil 7.14



5. P potansiyometresini saat yönünde sonuna kadar çeviriniz. $V_{giriş}$, V_{REF} ve $V_{çıkış}$ gerilimlerini ölçüp, not ediniz. Durum teorik bilgilerle uyum içinde mi? Devre evirmeyen kıyaslayıcı olarak mı çalışıyor?

$V_{giriş}$ =

V_{REF} =

$V_{çıkış}$ =

6. $V_{çıkış}$ gerilimi +12 V'luk kaynak gerilimine ulaşana kadar potansiyometreyi saat yönüne zıt yönde çeviriniz. Tam geçiş anındaki $V_{giriş}$, V_{REF} ve $V_{çıkış}$ değerlerini not ediniz. Bu $V_{giriş}$ değerini ölçünüz. Bu değeri V_{REF} ile kıyaslayınız. Durum teorik bilgilerle uyumlu mu?

$V_{giriş}$ =

V_{REF} =

$V_{çıkış}$ =

III. Yorum: Deneyden elde ettiğiniz sonuçları yorumlayınız.

DENEY NO: 8
TOPLAMA VE ÇIKARTMA YAPAN OP-AMP DEVRELERİ

DENEYİN AMACI:

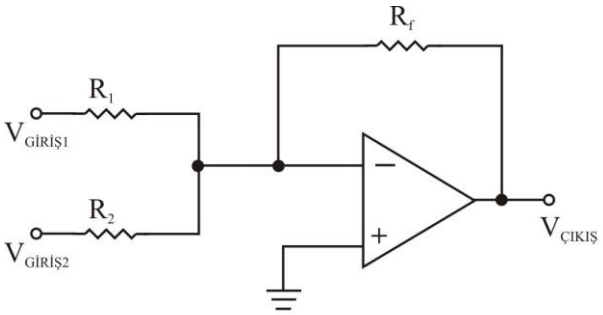
Op-amp uygulaması olarak toplar yükselteç (summing amplifier) ve çıkartma yapan devreleri (difference amplifier) incelemek.

TEORİK BİLGİ:

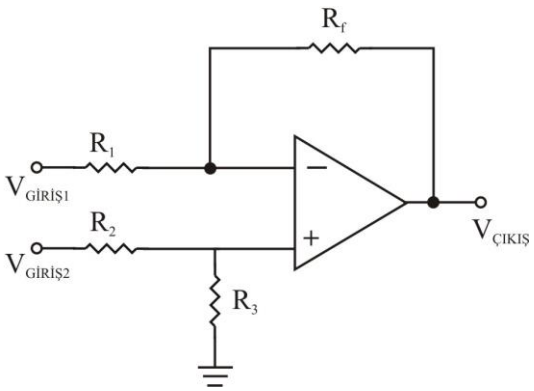
Şekil 8.1'de, op-amp devresinin toplar yükselteç olarak kullanımı görülmektedir. Burada op-amp eviren yükselteç olarak çalışmakta olup çıkış;

$$V_{çıkış} = -\left(\frac{R_F}{R_1} V_{giriş1} + \frac{R_F}{R_2} V_{giriş2}\right)$$

olarak yazılabilir. Eğer $R_F = R_1 = R_2$ seçilirse, $V_{çıkış} = -(V_{girişl} + V_{giriş2})$ olur. Burada (-) işaret op-amp' ın eviren yükselteç olarak çalışmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 8.1



Şekil 8.2

Şekil 8.2'de op-amp devresinin, çıkartma işlemini nasıl yaptığına ait devre görülmektedir. Devreye süperpozisyon yöntemi uygulandığında;

- $V_{giriş1}$ 'den dolayı çıkış ($V'_{çıkış}$) , $V'_{çıkış} = -\frac{R_F}{R_1} V_{giriş1}$ olur.
- $V_{giriş2}$'den dolayı çıkış ($V''_{çıkış}$), $V''_{çıkış} = \left(\frac{R_3 V_{gr2}}{R_2 + R_3}\right)\left(1 + \frac{R_F}{R_1}\right) = \left(1 + \frac{R_F}{R_1}\right)\left(\frac{R_3}{R_2 + R_3}\right) V_{giriş2}$

olur.

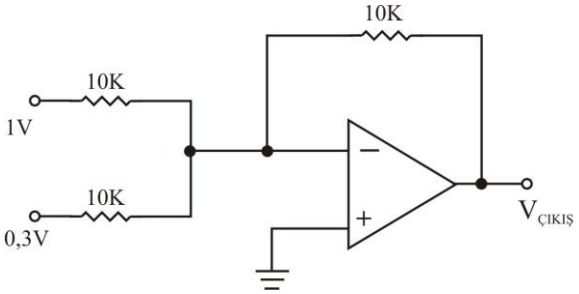
- $V_{çıkış} = V'_{çıkış} + V''_{çıkış} = -\frac{R_F}{R_1} V_{giriş1} + \left(1 + \frac{R_F}{R_1}\right)\left(\frac{R_3}{R_2 + R_3}\right) V_{giriş2}$

olarak çıkış gerilimi bulunur.

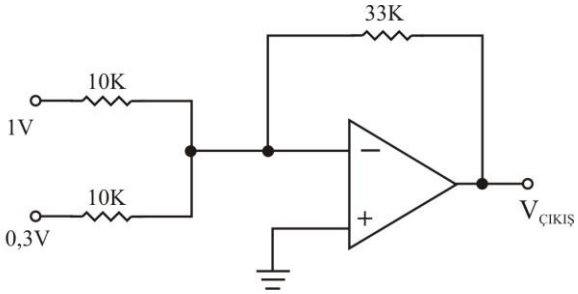
Eğer, $R_1=R_2=R_3=R_F$ ise; $V_{çıkış}=V_{giriş2} - V_{giriş1}$ olur.

Görüldüğü gibi, bu devre, girişine uygulanan gerilimlerin farkını almaktadır. $R_3=R_F$ ve $R_1=R_2$ olarak seçerek, devreyi fark yükselteci haline getirmek mümkündür. Örneğin; $R_3=R_F=100$ KΩ ve $R_1=R_2=10$ KΩ ise, devre çıkışında, giriş sinyalleri arasındaki farkın 10 katı görülecektir.

ÖN ÇALIŞMA:



Şekil 8.3



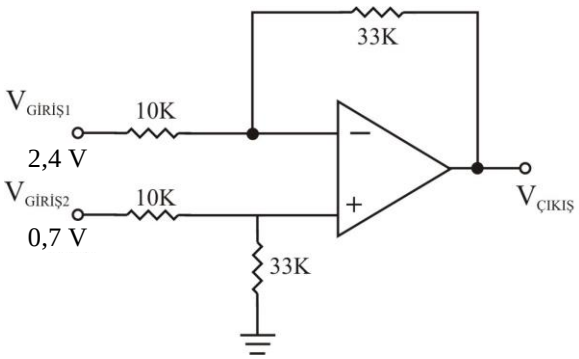
Şekil 8.4

1. Şekil 8.3'deki devrenin çıkışında kaç volt gözlenir? Hesaplayınız.

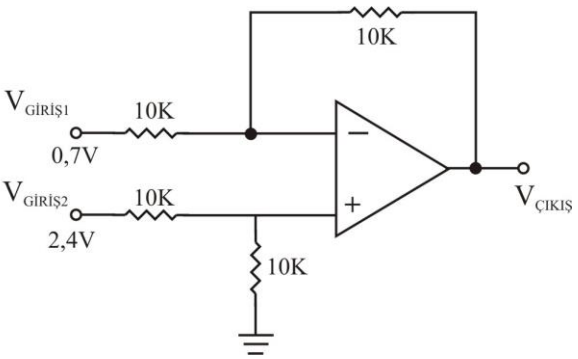
2. Aynı soruyu şekil 8.4'deki devre için de cevaplayınız.

3. Şekil 8.5'deki devre çıkışı kaç volttur? Hesaplayınız.

4. Aynı soruyu Şekil 8.6'deki devre için cevaplayınız.



Şekil 8.5



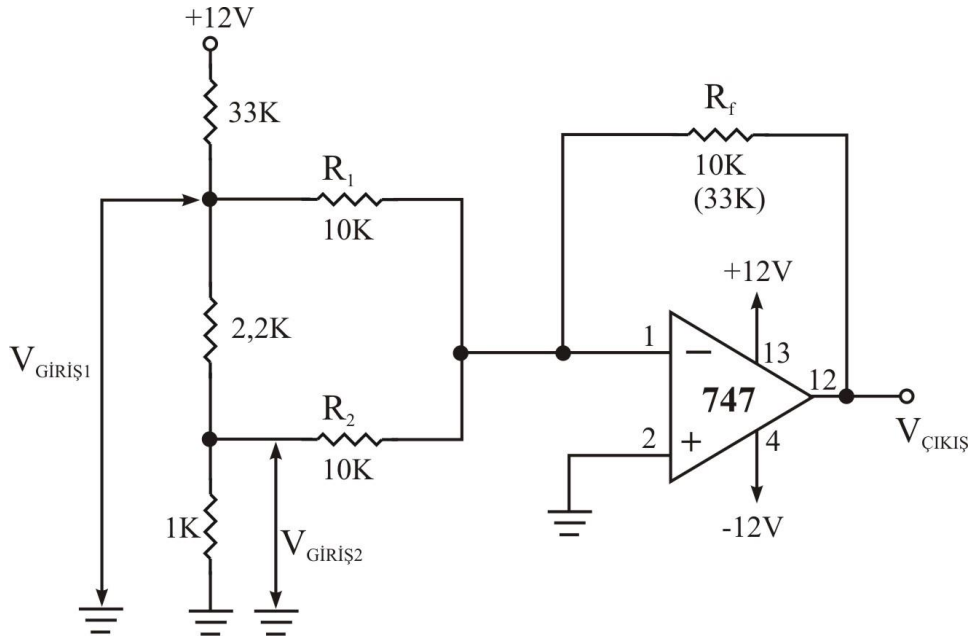
Şekil 8.6

EK TEORİK BİLGİ: Araştırmalarınız sonucu bu deney ile ilgili elde ettiğiniz bilgileri yazınız.

DENEY:

I. Op-amp uygulaması olarak toplar yükseltecin incelenmesi:

Şekil 8.7



1. Devreyi Şekil 8.7'deki gibi kurunuz.

2. Kurduğunuz devreyi kontrol ettiriniz.

3. Güç kaynağının (+) ve (-) bölümlerini sırasıyla, +12 volta ve –12 volta ayarlayınız.

4. Multimetre kullanarak;

$V_{giriş1}$, $V_{giriş2,}$ $V_{çıkış}$ gerilimlerini ölçüp, not ediniz. $V_{çıkış}$ = - ($V_{giriş1}$+ $V_{giriş2}$) oluyor mu?

$V_{giriş1}$ =

$V_{giriş2}$ =

$V_{çıkış}$ =

5. R_F = 33 K yapınız.

6. Multimetre kullanarak;

$V_{giriş1}$, $V_{giriş2}$ ve $V_{çıkış}$ gerilimlerini ölçüp, not ediniz. $V_{çıkış}$ = - ($V_{giriş1}$+ $V_{giriş2}$) eşitliği yine geçerli mi? Değil ise niçin? Açıklayınız.

$V_{giriş1}$ =

$V_{giriş2}$ =

$V_{çıkış}$ =

II. Op-amp uygulaması olarak çıkartma yapan devrenin incelenmesi:

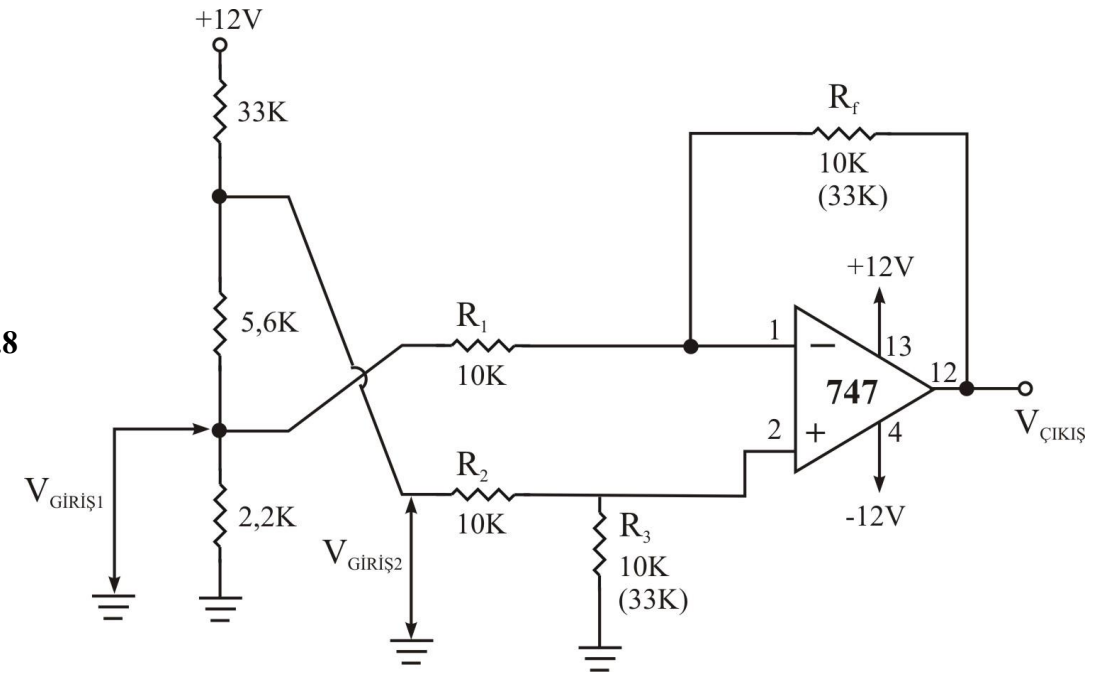
1. Devreyi Şekil 8.8'deki gibi kurunuz.

2. Kurduğunuz devreyi kontrol ettiriniz.

3. Güç kaynağının (+) ve (-) bölümlerini sırasıyla +12 V 'a ve -12 V 'a ayarlayınız.

4. ±12 V besleme gerilimlerini devreye uygulayınız.

Şekil 8.8



5. Multimetreyi kullanarak;

a) $V_{giriş1}$, $V_{giriş2}$, $V_{çıkış}$ gerilimlerini ölçüp, not ediniz. $V_{çıkış}= V_{giriş2} - V_{giriş1}$ oluyor mu?

$V_{giriş1}$ =

$V_{giriş2}$ =

$V_{çıkış}$ =

6. $R_3=R_F=33$ KΩ yapınız.

7. Multimetreyi kullanarak;

a) $V_{giriş1}$, $V_{giriş2}$, $V_{çıkış}$ gerilimlerini ölçüp, not ediniz. $V_{çıkış} = V_{giriş2} - V_{giriş1}$ eşitliği hala geçerli mi? Değil ise niçin? Açıklayınız.

$V_{giriş1}$ =

$V_{giriş2}$ =

$V_{çıkış}$ =

b) Devre fark yükseltici olarak çalışıyor mu?

III. Yorum:

DENEY NO: 9
TÜREV VE İNTEGRAL ALAN OP-AMP DEVRELERİ

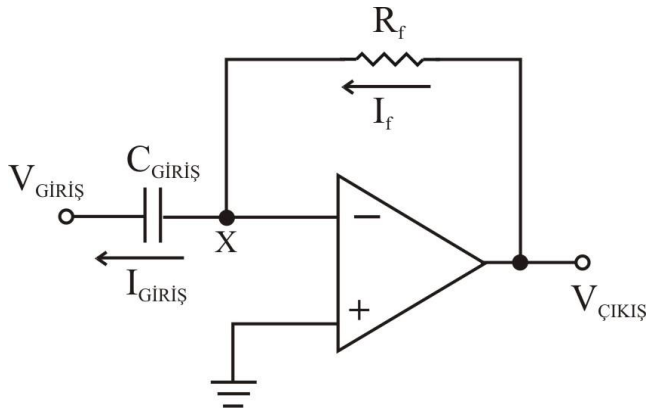
DENEYİN AMACI:

Op-amp uygulaması olarak türevleyici (differantiator) ve integratör devresini incelemek.

TEORİK BİLGİ:

- Türevleyici devresi, genel olarak bir eviren yükselteç özelliğindedir (Şekil 9.1). Fark olarak, girişte direnç üzerinde kondansatör ($C_{giriş}$) bulunmaktadır.

Şekil 9.1



Bu tip bir devre, devre girişine uygulanan periyodik işaretin türevini alarak çıkışa aktarır. Bu işlem, formüllerle şu şekilde açıklanır: Op-amp devresinin giriş empedansı çok yüksek olduğundan X noktasındaki gerilim, yaklaşık olarak 0 volt (+ uçtaki gerilim) civarındadır. Buna göre; $C_{giriş}$ kondansatörü üzerinden alınacak akım şöyle verilir:

$$i_{giriş} = C_{giriş}\frac{dV_{giriş}}{dt}$$

x noktası yaklaşık 0 volt olduğu için, çıkış gerilimi;

$V_{çıkış} = -R_F.i_f$

olarak yazılabilir. $i_f \cong i_{giriş}$ olduğundan dolayı;

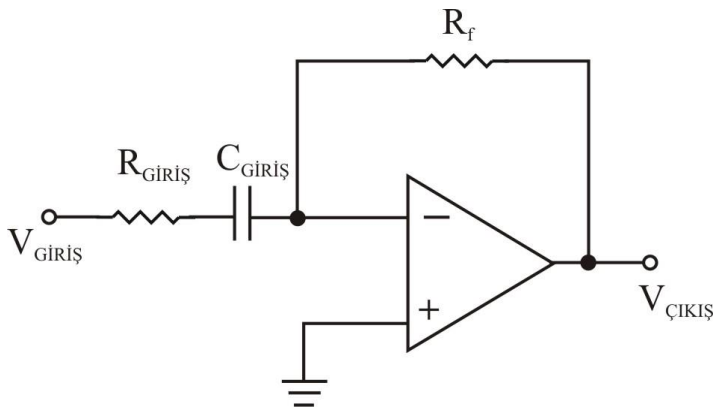
$V_{çıkış} = -R_F C_{giriş}\frac{dV_{giriş}}{dt}$ olacaktır.

Görüldüğü gibi, Şekil 8.1' deki devre, girişine uygulanan $V_{giriş}$ işaretinin türevini alıp ($\frac{dV_{giriş}}{dt}$), belirli bir sabit ile ($R_F\ C_{giriş}$) çarparak çıkışına aktarmaktadır.

Şekil 9.1'deki devre, uygulamalarda bu haliyle yeterli değildir. Çünkü $C_{giriş}$ kondansatörü yüksek frekanslardaki işaretlere karşı, kısa devre gibi davranacağından dolayı yükseltecin kazancı artar ve çıkış, bu frekanslar için yüksek değerlere ulaşır. $V_{giriş}$ işaretinin frekansı

yüksek olmasa bile, beraberinde gürültü mevcut olabilir. Gürültü işareti, çok geniş bir frekans spektrumuna sahip olduğundan, Şekil 8.1deki devre, gürültünün yüksek frekans bölümünü olduğu gibi yükseltebilir. Bu ise istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle, op-amp devresinin kazancına, yüksek frekanslar için bir sınır koymak gerekir. Bu işlem, Şekil 9.2'de görüldüğü gibi, bir $R_{giriş}$ direncinin eklenmesiyle sağlanabilir. Artık devrenin maksimum kazancı R_F / $R_{giriş}$ olarak sınırlandırılmıştır.

Şekil 9.2



Bu devrenin türevleyici olarak çalışabilmesi için iki koşulun gerçekleşmesi gerekir :

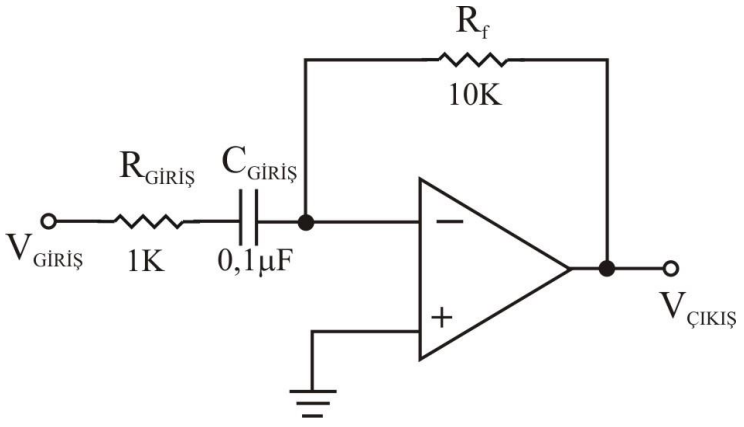
1. Giriş işaret frekansı ; $f_{giriş} \leq \frac{1}{2\pi R_{giriş} C_{giriş}} = f_C$ olmalıdır.

Bu değerden büyük frekansa sahip işaretler için, devre türevleyici olarak çalışamaz.

2. Devrede, $R_F \times C_{giriş}$ çarpımı " zaman sabiti " olarak isimlendirilir. Giriş işaretinin (sinyalinin) periyodu, yaklaşık bu değer civarında olmalıdır.

<u>Örnek</u>: Şekil 9.3'deki devre, frekansı 1 KHz olan bir sinüzoidal sinyal (işaret) için, türevleyici olarak çalışır mı?

Şekil 9.3



$$f_C = \frac{1}{2\pi R_{giriş} C_{giriş}}$$

$$f_C = \frac{1}{2\pi x 10^{-3} x\ 0{,}1.10^{-6}} = \frac{10^4}{2\pi}$$

Bu durumda $f_{giriş} < f_C$ olur. Devrenin zaman sabiti;

$C_{giriş}.R_F = (0{,}1.10^{-6} \times 10.10^{3})s = 1$ ms

Giriş işaretinin periyodu; $T_{giriş} = \frac{1}{f_{giriş}} = \frac{1}{1\,KHz} = 1$ ms

Görüldüğü gibi, giriş işaretinin periyodu, devrenin zaman sabitine eşittir. Şu halde bu devre, 1 KHz frekanslı bir işaret için türevleyici olarak çalışabilir.

Şekil 9.3'deki devrenin söz konusu işaret için türevleyici olarak çalışabileceğini gösterdikten sonra, devrenin girişine 0.5 V genlikli ve 1 KHz frekanslı bir sinüsoidal sinyal uygulandığı zaman, çıkışta ne tip bir sinyal görüleceğini araştıralım: Giriş işaretini,

$V_{giriş} = 0.5 \times \sin 2\pi ft$

$V_{giriş} = 0.5 \times \sin[2\pi(1000)t]$

olarak formül şeklinde gösterebiliriz. Çıkış gerilimini, $V_{çıkı} = -R_F C_{giriş} \frac{dV_{giriş}}{dt}$ olarak ifade etmiştik. Buna göre çıkış gerilimini bulalım:

$V_{çıkış} = -(10\ K\Omega) \times (0.1\ \mu F) \times \frac{d}{dt} \{0.5 \sin[2\pi(1000)t]\}$

$V_{çıkış} = -(10\ K\Omega) \times (0.1\ \mu F) \times (0.5 \times 2\pi \times 1000) \times \{\cos[2\pi(1000)t]\}$

$V_{çıkış} = -3.14 \times \cos[2\pi(1000)t]$

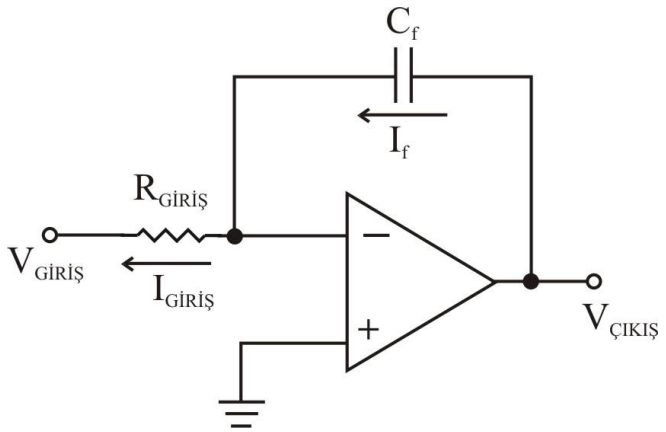
Buna göre, çıkış sinyali 3.14 Volt genlikli ve 1 KHz frekanslı bir cosinüs eğrisi olarak görülür.

NOT: $\frac{d}{dt} \sin(2\pi ft) = 2\pi f \cos(2\pi ft)$

➢ İntegratör devresi, genelde, girişine uygulanan işaretin integralini alır ve çıkışa aktarır.

Bu işlemi yapan bir op-amp devresi Şekil 8.4'de görülmektedir. Dikkat edilecek olursa, türevleyici devresindeki direnç ve kondansatörlerin yerlerini değiştirmek suretiyle integratör devresi elde edilmektedir. Bu devrede de X noktasındaki gerilim, bir op-amp giriş özelliğinden dolayı, 0 volt civarındadır.

Şekil 9.4



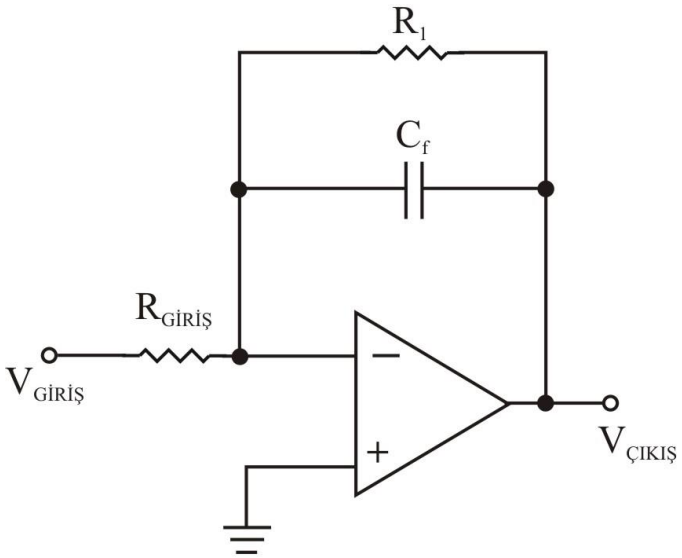
Bu durumda; $i_{giriş} = \left(\frac{V_{giriş}}{R_{giriş}} \right)$ yazılabilir.

$V_{çıkış} = \frac{1}{C_F} \int_0^t i_f dt$ ve $i_f = -i_{giriş}$ olduğuna göre,

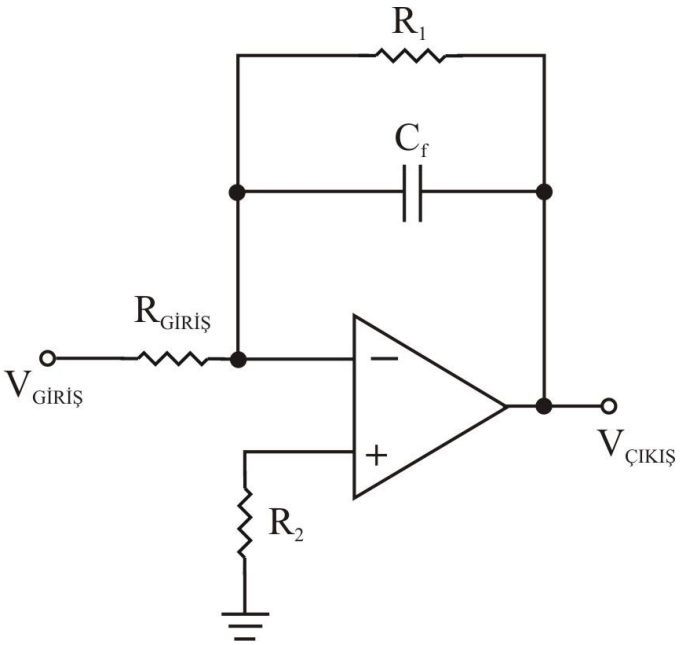
$V_{çıkış} = \frac{1}{C_F} \int_0^t i_f dt$ ve $i_f = -\frac{1}{C_F} \int_0^t \frac{V_{giriş}}{R_{giriş}} dt$

$V_{çıkış} = -\frac{1}{C_F R_{giriş}} \int_o^t V_{giriş} dt$

olarak bulunur. Bilindiği gibi integral, anlam olarak, bir eğrinin altında kalan alana karşılık gelmektedir. Op-amp devresindeki giriş ofset geriliminin giderek op-amp'ı doyuma götürmesini önlemek için Şekil 9.4'deki devrede değişiklik yapmak gerekir. Bu değişiklik C_F kondansatörüne paralel bir R_1 direnci bağlanarak yapılır (Şekil 8.5).



Şekil 9.5



Şekil 9.6

Giriş polarma akımlarının eşit olmayışından doğacak ofset gerilimini ve dolayısıyla bu gerilimin etkilerini gidermek amacıyla, Şekil 9.6'da görüldüğü üzere, R_2 direnci kullanılır. Bu direncin değeri, $R_2 = R_1 // R_{giriş}$, $R_2 = \frac{R_1 R_{giriş}}{R_1 + R_{giriş}}$ olmalıdır. Devrenin bir integratör olarak görev yapabilmesi için girişine uygulanan işaretin frekansı $f_{giriş} \geq f_C = \frac{1}{2\pi R_1 C_F}$ olmalıdır. Ayrıca devrenin zaman sabiti ($\frac{1}{R_{giriş} C_F}$) ile girişe uygulanan işaretin periyodu birbirlerine yakın değerde olmalıdırlar. $f_{giriş} < f_C$ olduğunda, devre eviren yükselteç olarak çalışır ve çıkışta girişin $\frac{R_1}{R_{giriş}}$ kadar yükseltilmişi görülür. İntegral alma işlemi, türev almanın tersi olduğundan, bir integratör girişine kare dalga uygulandığında çıkışta üçgen dalga elde edilir.

ÖN ÇALIŞMA:

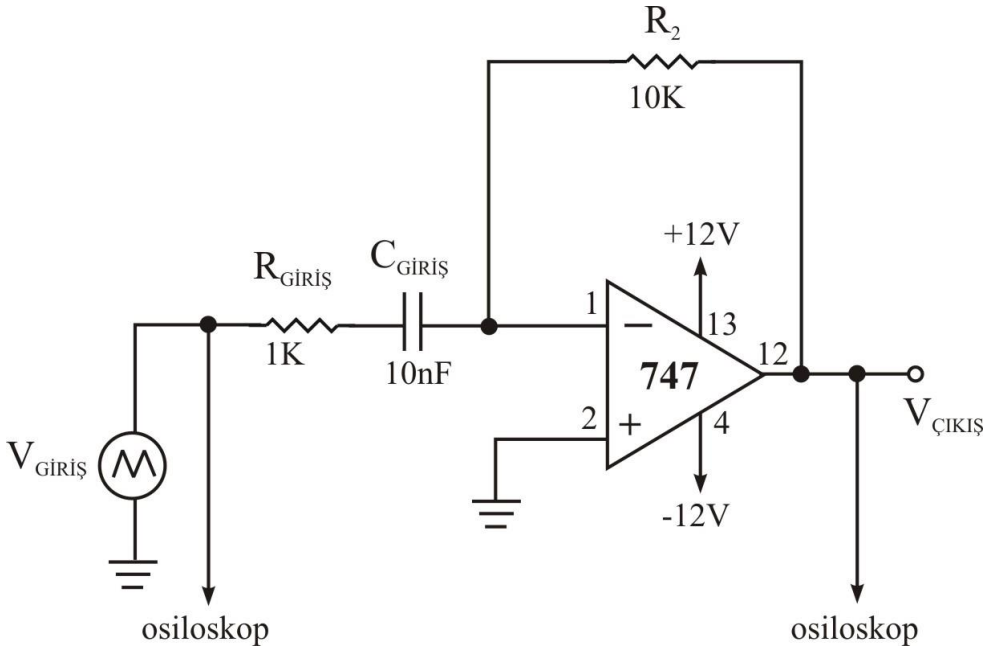
1. Op-amp devresinin türevleyici ve integratör olarak çalışması için gerekli şartlar nelerdir?

EK TEORİK BİLGİ: Araştırmalarınız sonucu bu deney ile ilgili elde ettiğiniz bilgileri yazınız.

DENEY:

I. Op-amp uygulaması olarak türevleyici (differantiator) devresinin incelenmesi:

Şekil 9.7



1. Devreyi Şekil 9.7'deki gibi kurunuz.

2. Kurduğunuz devreyi kontrol ettiriniz.

3. Güç kaynağının (+) ve (-) bölümlerini sırasıyla +12 V'a ve -12 V'a ayarlayınız.

4. ±12 V besleme gerilimlerini devreye uygulayınız.

5. İşaret üretecinin çıkışını, frekansı 1 KHz ve genliği 2 V (tepe-tepe) olan bir üçgen dalgaya ayarlayınız.

6. Osiloskobun bir kanalına giriş işaretini, diğer kanalına ise çıkış işaretini uygulayınız. İşaret üretecinin çıkışını devre girişine uygulayınız.

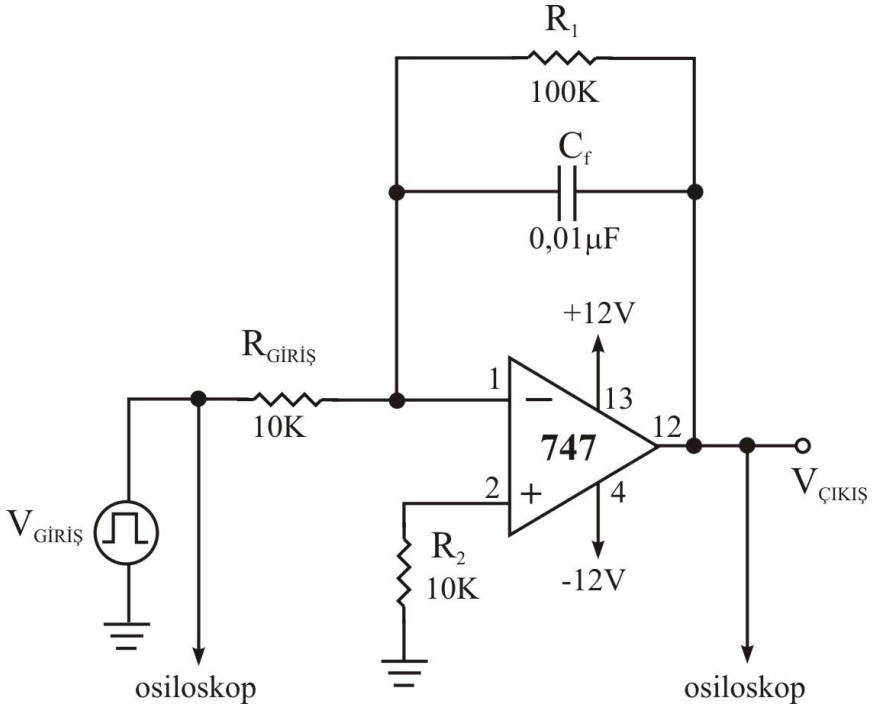
a) $V_{giriş}$ ve $V_{çıkış}$ sinyallerini birlikte gözleyerek, milimetrik kâğıda alt alta çiziniz. Aralarındaki farkları not ediniz. Devre türev alıcı olarak çalışmış mıdır?

b) $V_{çıkış}$ sinyalinin tepe genliğini ölçüp not ediniz.

7. Girişe uyguladığınız üçgen dalganın genliği aynı kalmak şartıyla, frekansını yarıya indiriniz (0.5 KHz). Çıkışta gözlediğiniz sinyalde ne gibi değişiklikler oldu? Bu değişiklikleri nasıl açıklarsınız?

8. Girişe uyguladığınız üçgen dalganın genliği aynı kalmak şartıyla, frekansını 20 KHz yapınız. Çıkış sinyalinin şekli öncekilere kıyasla değişti mi? Niçin? Devrenin gerilim kazancı ne kadardır? Bu kazanç, $A_V = \frac{R_F}{R_{gr}} = \frac{10\,K\Omega}{1K\Omega} = 10$ sonucuna yakın mı? Devreye artık sadece eviren yükselteç gözüyle bakılabilir mi? Niçin? Açıklayınız.

II. Op-amp uygulaması olarak integratör devresinin incelenmesi:



Şekil 9.8

1. Devreyi Şekil 9.8'deki gibi kurunuz.

2. Kurduğunuz devreyi kontrol ettiriniz.

3. Güç kaynağının (+) ve (-) bölümlerini sırasıyla +12 V' a ve –12' a ayarlayınız.

4. ± 12 V besleme gerilimlerini devreye uygulayınız.

5. İşaret üretecini, frekansı 10 KHz ve genliği $V_{tepe\text{-}tepe}$ = 2 V olan bir kare dalgaya ayarlayınız.

6. İşaret üreteci çıkışını, devre girişine uygulayınız.

7. Osiloskobunuzun bir kanalını giriş işaretini, diğerini ise çıkış işaretini görecek şekilde bağlayınız.

a) $V_{giriş}$ ve $V_{çıkış}$ işaretlerini birlikte gözleyip, milimetrik kâğıda çiziniz. Aralarındaki farkları not ediniz. Devre integral alıcı olarak çalışmış mıdır?

b) $V_{çıkış}$ işaretinin tepe genliğini ölçüp, not ediniz.

8. Girişe uygulanan kare dalganın genliği aynı kalmak şartı ile frekansını 5 KHz yapınız. Çıkışta gözlediğiniz işarette ne gibi değişiklikler oldu? Bu değişiklikleri nasıl açıklarsınız?

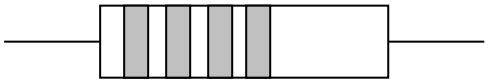
9. Girişe uygulanan kare dalganın genliği aynı kalmak şartı ile frekansını 50 Hz yapınız. Çıkış işaret şekli, öncekilere kıyasla değişti mi? Niçin? Devrenin gerilim kazancı ne kadardır? Bu kazanç $A_V = \frac{R_1}{R_{gr}} = \frac{100}{10} = 10$ sonucuna yakın mı? Devreye artık sadece eviren yükselteç gözüyle bakmak doğru olur mu? Niçin? Açıklayınız.

III. Yorum: Deneyden elde ettiğiniz sonuçları yorumlayınız.

EK 1

DİRENÇ RENK KODLARI:

RENK	A	B	C(Çarpan)	D(Tolerans)
Siyah	0	0	10^0	
Kahve	1	1	10^1	± %1
Kırmızı	2	2	10^2	± %2
Turuncu	3	3	10^3	-
Sarı	4	4	10^4	-
Yeşil	5	5	10^5	± %0.5
Mavi	6	6	10^6	± %0.25
Mor	7	7	10^7	± %0.1
Gri	8	8	10^8	-
Beyaz	9	9	10^9	-
Altın	-	-	10^{-1}	± %5
Gümüş	-	-	10^{-2}	± %10



A B C D

$$R = [AB].10^C \pm D$$

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 %5 %10

KISA YOL: **S**O**K**A**KT**A **S**A**Y**A**M**A**M** **G**İ**B**İ**,** **A**MA **G**ÖRÜRÜM.

S **Siyah**
K **Kahve**
K **Kırmızı**
T **Turuncu**
S **Sarı**
Y **Yeşil**
M **Mavi**
M **Mor**
G **Gri**
B **Beyaz**
A **Altın**
G **Gümüş**

EK-2

DENEYLERDE KULLANILACAK DEVRE ELEMANLARININ TANINMASI VE BAZI ÖZELLİKLERİNİN ÖĞRENİLMESİ:

Ampermetre:

Akım ölçen alete ampermetre denir (akımın değerine bağlı olarak, miliampermetre (mA)). Devreye veya hangi devre elemanının üzerinden geçen akım ölçülecekse ona seri bağlanır (Şekil 1.a).



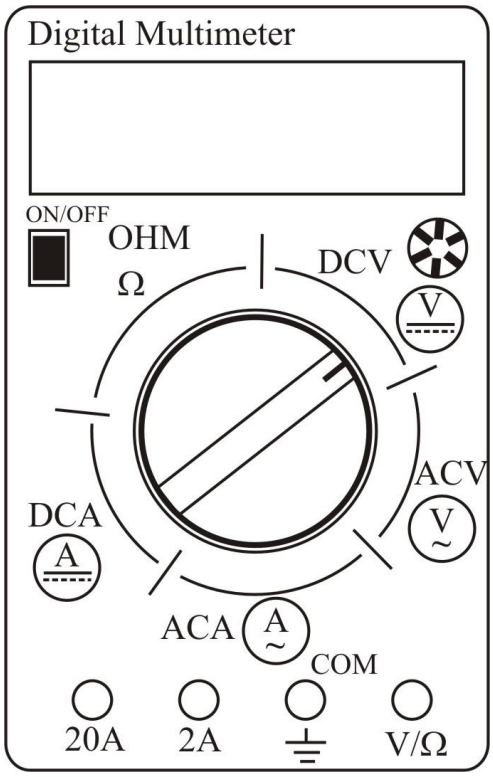
Şekil 1. a. Ampermetrenin bağlanması. b. Voltmetrenin bağlanması

Voltmetre:

Potansiyel farkını ölçen alete voltmetre denir (potansiyel farkın değerine bağlı olarak; milivoltmetre (mV), mikrovoltmetre (μV)...gibi). Devreye veya hangi devre elemanının uçları arasındaki potansiyel fark ölçülecekse ona paralel bağlanır (Şekil 1.b).

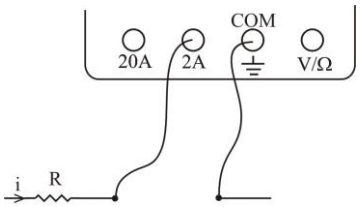
Multimetre:

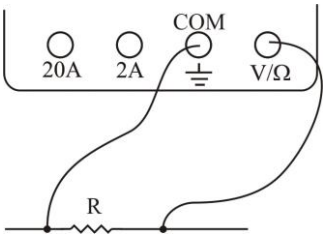
Direnç, gerilim ve akım ölçümleri yapabilen bir aygıttır. Başka bir deyişle; Ohmmetre, voltmetre ve ampermetrenin birleştirilmiş halidir.



Multimetre ile Akım Ölçümü:

Bağlantılar Şekil 2'deki gibi yapılmalıdır.





Şekil 2. **Şekil 3.**

Multimetrenin ayar düğmesi, alternatif akım ölçülecekse ACA veya doğru akım ölçülecekse DCA kısmına getirilmelidir. Çarpan değeri dikkatlice belirlenmelidir. Örneğin, 1A lık bir akım ölçülürken skala değeri en az 1A veya daha büyük olmalıdır. Ancak, çok büyük olmamasına da dikkat edilmelidir. Ölçülecek akıma göre kıyaslandığında, çarpan değeri çok büyükse, multimetre hassas ölçüm yapmayacaktır. Dijital ekrandan görülen değer akımın kendi değeridir ve skala değeri ile çarpılmayacaktır.

Not: Ölçülecek akım yüksek değerde ise 2A yerine 20A'lık port kullanılmalıdır.

Multimetre ile Gerilim Ölçümü:

Bağlantılar Şekil 3'teki gibi yapılmalıdır.

Multimetrenin ayar düğmesi, alternatif gerilim ölçülecekse ACV veya doğru gerilim ölçülecekse DCV kısmına getirilmelidir. Çarpan değeri dikkatlice belirlenmelidir. Örneğin, 1V luk bir akım ölçülürken skala değeri en az 1V veya biraz daha büyük seçilmelidir. 1V'dan daha küçük bir değer seçildiğinde multimetre 1 değerini verecektir. 1V'dan çok büyük bir değer seçildiğinde ise multimetre hassas sonuç vermeyecektir. Kısaca, ölçülecek gerilime en uygun çarpan belirlenmelidir.

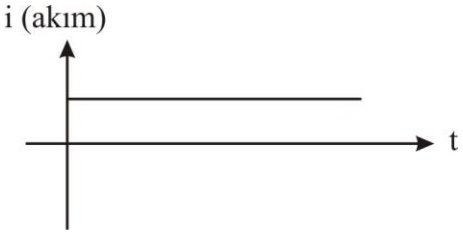
Multimetre ile Direnç Ölçümü:

Bağlantılar Şekil 3'teki gibi yapılmalıdır. Ayar düğmesi "OHM" konumuna getirilmelidir. Uygun bir çarpan değeri belirlenmelidir.

UYARI: Ölçümler arası geçişlerde, multimetre devreye bağlı ise, önce multimetre kapatılmalı daha sonra ayar düğmesi çevirilmelidir.

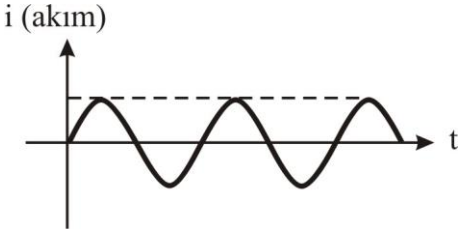
Doğru Akım (DCA) ve Alternatif (Sinüzoidal) Akım (ACA):

Zaman içinde şiddeti ve yönü değişmeyen akımlara doğru akım denir ve (dc) ile gösterilir. (Şekil 4).



Şekil 4.

Daha açık bir ifadeyle, akımın büyüklüğü I değerinde sabittir ve zamanla değişim göstermez. *Alternatif akımda*, akımın büyüklüğü zamanla periyodik bir değişim gösterir ve Şekil 5'teki bir davranış sergilenir. Yükler önce bir yönde, daha sonra diğer yönde akarlar ve bu döngü belirli bir periyotla yinelenir.

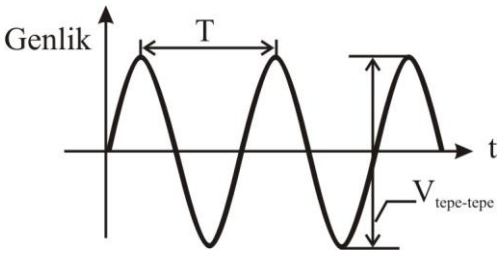


Şekil 5.

Frekans ve Periyot: Bir devir için geçen süreye periyot denir. Bu süre içerisinde genlik değeri başlangıç değerine geri döner (Şekil 6).

Frekans, saniyedeki devir sayısı (titreşim sayısı) olarak tanımlanır ve period'un tersidir

$f = \frac{1}{T}$ **Hz (s^{-1}) (Hertz)**



Şekil 6.

Direnç:

Bir iletkenin iki ucu arasındaki potansiyel farkı (V) nın, içinden geçen akım (I) oranına **direnç** denir ve bu

$$R = V / I$$

şeklinde tanımlanır. Potansiyel farkının birimi volt (V), akımın birimi amper (A) ve direncin birimi de ohm (Ω) şeklindedir. 1 ohm = 1 volt / 1 amper

Akım Şiddeti:

Yükün bir yerden başka bir yere akması ile elektrik akımı oluşur. Bir iletken kesitinden birim zamanda geçen yük miktarı ***akım şiddeti*** olarak tanımlanır: $I = Q/t$

Akım şiddeti birimi ***amper***'dir ve bu *1 Amper =1 Coulomb/1 saniye*

Güç Kaynağı:

Genel tanımıyla, bir enerji üreticisidir. Elektronik devreler için güç kaynağı olarak doğrultucular kullanılır. Doğrultucular, AC (alternatif akım) gerilimini, DC (doğru akım) gerilimine çeviren güç kaynaklarıdır. Kullanılan doğrultucuların yararlandığı AC gerilim, şehir şebekesinden alınan 220 Volt, 50 Hz'lik gerilimdir. Bu gerilim sinüzoidal olarak değişir. İyi bir doğrultucudan beklenen; AC gerilimden, hiç dalgalanması olmayan ve istenilen değerde bir DC gerilim oluşturmasıdır.

Bir direncin uçları arasına gerilim bir güç kaynağı (AC veya DC güç kaynağı) veya batarya (örneğin, pil) ile uygulanabilir. Batarya, kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çevirir. Güç kaynağı ise, 220 voltluk alternatif şehir gerilimini doğru gerilime çevirir ve daha düşük voltajlarda gerilim elde edilebilir. Deneylerde güç kaynağının kullanımı daha pratik olur. Çünkü kusursuz bir güç kaynağı; elektrik devresini, çekilen akıma bağlı olmaksızın, kararlı gerilimle besler ve üzerindeki düğmelerle istenilen gerilim değeri kolayca ayarlanabilir. Bir güç kaynağının davranışı, kendisine seri bağlanan bir direnç bulunan kusursuz bir güç kaynağı ile temsil edilebilir. Bu dirence iç direnç veya güç kaynağının çıkış direnci denir.

Alternatif Akımlar:

Çoğu elektrik ve magnetik aygıtlar alternatif akım veya en azından dalgalanan akım kullanır. Bunun pek çok nedeni vardır, ancak bunlardan *güç teknolojisi, bilgi işleme ve iletimi* en önde gelenlerdir.

Öncelikle alternatif akımlarda, bir kaynağın belli bir voltajdan sağladığı elektrik gücünü bir transformatör aracılığıyla herhangi bir uygun voltajda elde etmek mümkündür.

Bir doğru akım kaynağının sağladığı güç de bir voltajdan başka bir voltaja değiştirilebilir. Fakat bu işlem, akımın önce alternatif akım elde etmek için, periyodik olarak açılıp

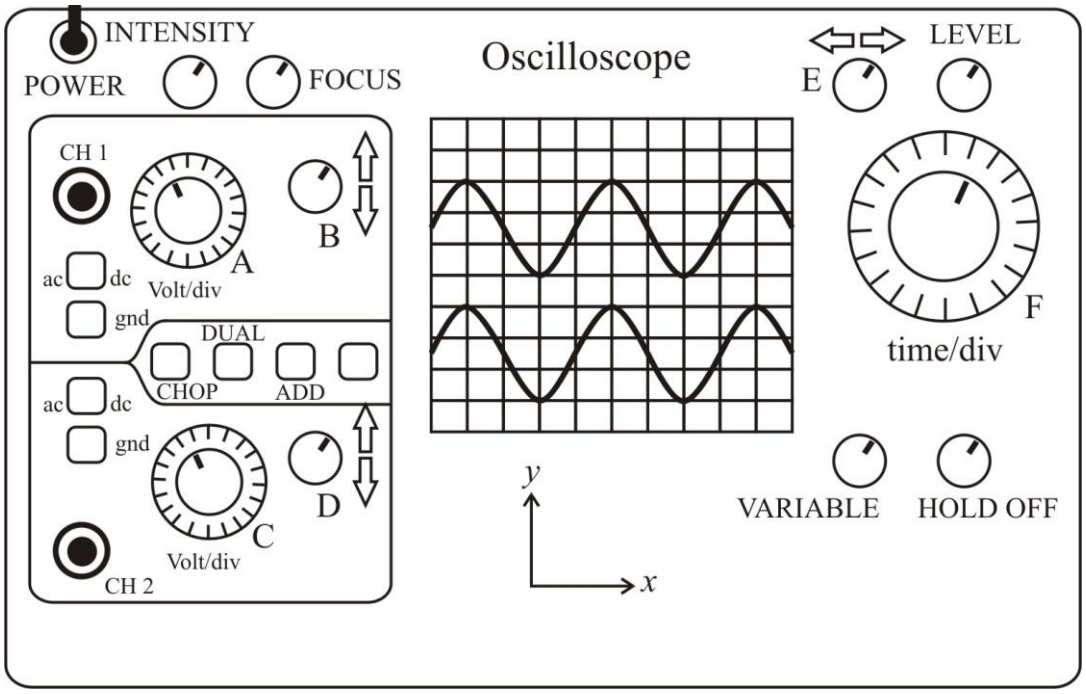
kapatılmasıyla, sonra bir transformatöre verilmesi ve sonra da çıkışın doğrultulup süzülmesiyle yapılabilir. Ancak bu işlem pahalı ve verimsizdir.

Alternatif, veya dalgalı akımların kullanılmasının ikinci nedeni, bunların bilginin iletimini mümkün kılmasıdır. Örneğin, bir mikrofon konuşulan bir kelimedeki bir bilgiyi karmaşık dalgalı bir akıma dönüştürür. Bu akım, bir anteni besleyen radyo frekansındaki akımı modüle etmeye yarar. Anten bu modüleli sinyali elektromanyetik dalga halinde yayar ve işlem böylece devam eder.

Osiloskop:

Osiloskop, devre elemanlarının karakteristiklerinin ve zamana bağlı olarak değişen gerilimlerin incelenmesinde kullanılan bir ölçü aleti olup, çok hızlı değişen bir veya iki sinyalin aynı anda analiz edilmesinde; genlik, frekans ve faz ölçümlerinde kullanılır. Zamana bağlı olarak değişen bir akım veya gerilim fonksiyonu, ibreli (analog) veya sayısal (digital) bir ölçme aleti ile ölçülebilmektedir. Fakat bu aletler fonksiyonun gerçek değişimi hakkında bilgi verememektedirler. Bu nedenle, işareti zaman düzleminde gösteren bir ölçüm aleti olan osiloskoplar imal edilmiştir (Şekil 7).

Şekil 7.



POWER anahtarı, aygıtın açılması içindir. CH 1 ve CH 2 sinyal girişleridir. A düğmesi CH1 ‘e ait sinyal için y koordinatında 1cm nin kaç volta karşılık geldiğini belirler. Benzer şekilde C düğmesi CH2 ye ait sinyal için y koordinatında 1cm nin kaç volta karşılık geldiğini belirler.

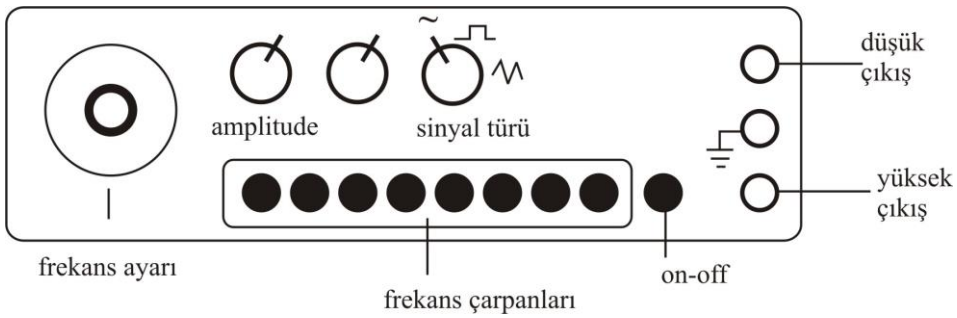
B düğmesi CH1 sinyalinin, D düğmesi de CH2 sinyalinin y doğrultusunda hareket etmesini sağlar. E düğmesi her iki kanaldan gelen sinyalin x doğrultusunda hareket etmesini sağlar.

F düğmesi, x koordinatında 1cm nin kaç saniyeye karşılık geldiğini belirler. LEVEL düğmesi, osiloskop ekranında kayan sinyallerin sabitlenmesi için kullanılır. Eğer bu düğme ile yaramıyorsa HOLD OFF düğmesi kullanılabilir. INTENSITY düğmesi, ekranda görülen sinyalin kalınlığını ve parlaklığını kontrol ederken; FOCUS düğmesi de bu sinyalin netliğini belirler.

Tepe-tepe genlik ölçülürken, sinyalin alt ve üst noktaları arasındaki y mesafesi ölçülür, bu değer kanala ait volt/div (A veya C) değeri ile çarpılır.

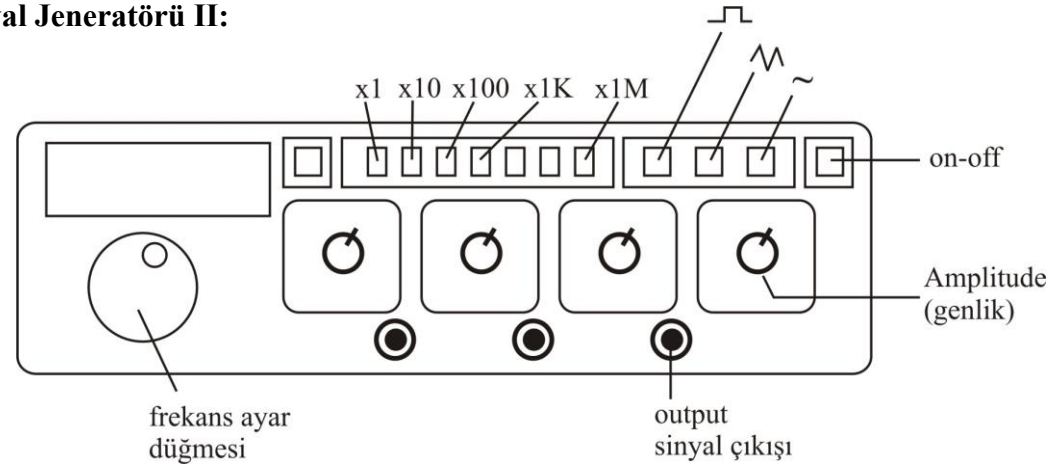
Periyot ölçülürken, x doğrultusunda sinyalin aynı karakterli iki noktası arasındaki mesafe ölçülür, bu değer F ile çarpılır.

Sinyal Jeneratörü I:



Çıkışlar, biri toprak portundan diğeri düşük çıkış veya yüksek çıkış portundan yapılır. Amplitude düğmesi, çıkış sinyalinin genliğini, sinyal türü düğmesi çıkış sinyalinin türünü ayarlar. Frekans çarpanları, çalışılacak frekans aralığını belirler. Bu değer, frekans ayarı düğmesi ile kontrol edilir, başka bir deyişle, çıkış sinyalinin frekansı, frekans çarpanı ile frekans ayarı değerinin çarpımına eşittir.

Sinyal Jeneratörü II:



Sinyal jeneratörü I nin geliştirilmiş halidir. Diğer jeneratörden farkı, frekansı belirlenen aralıkta çarpansız olarak vermesidir. Yani frekans çarpanlarından biri seçildiğinde frekans ayar düğmesi ile oynanarak bu değere kadar olan ara frekanslar kolayca elde edilebilir, bu değerler dijital ekrandan okunabilir.