

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **ELEKTRİK ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ**

**ELEKTRONİK DEVRELER VE SİSTEMLER**  
**523EO0447**

**Ankara, 2011**

- 
- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
  - Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
  - **PARA İLE SATILMAZ.**

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	iii
GİRİŞ .....	1
1.YÜKSELTEÇLER .....	3
1.1. Transistörlü Yükselteçler .....	3
1.1.1. BJT'li Yükselteçler .....	3
1.1.2. FET ve MOSFET'li Yükselteçler .....	7
1.2. Enstrumantasyon Yükselteçler .....	12
1.3. Yükselteç Arızalarını Giderme .....	13
UYGULAMA FAALİYETİ .....	19
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	22
ÖĞRENME FAALİYET-2 .....	23
2.PALS DEVRELERİ .....	23
2.1. RC Pals Devresi .....	24
2.1.1. İdeal Pals Sinyali .....	24
2.1.2. Gerçek Pals Sinyali .....	25
2.1.3. Prensip Şeması .....	26
2.1.4. Zaman Sabitesi .....	27
2.2. Türev Devresi .....	28
2.3. İntegral Devresi .....	28
2.4. Schimit Trigger Devresi .....	29
2.5. Boot strobe Devresi .....	30
2.6. Miller Devresi .....	30
2.7. Entegreli Pals Devresi .....	32
UYGULAMA FAALİYETİ .....	35
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	38
ÖĞRENME FAALİYET-3 .....	39
3.OSİLATÖRLER .....	39
3.1. Çalışması .....	39
3.2. Çeşitleri .....	40
3.2.1. RC Osilatörü .....	40
3.2.2. LC Osilatörü .....	41
3.2.3. Kristalli Osilatör .....	44
3.2.4. Entegreli Osilatör .....	45
3.3. Osilatörde Arıza Giderme .....	46
UYGULAMA FAALİYETİ .....	49
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	52
ÖĞRENME FAALİYET – 4 .....	53
4.MOTOR SÜRÜCÜ DEVRELERİ .....	53
4.1. PWM Kullanım Amaçları .....	54
4.2. Kullanım Yerleri .....	54
4.3. Çıkış Gerilimin Hesabı .....	54
4.4. Temel Harmonik Bileşeni .....	55
4.5. Bir Fazlı Gerilim Beslemeli İnvörtör .....	55
4.6. Bir Fazlı Köprü İnvörtör .....	58

4.7. Üç fazlı Köprü İnvörtör.....	59
UYGULAMA FAALİYETİ .....	61
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	62
ÖĞRENME FAALİYET-5 .....	63
5.ENDÜSTRİYEL GÜÇ KAYNAKLARI .....	63
5.1. Konvertörler.....	63
5.1.1 DC/AC Konvertör.....	63
5.1.2. DC/DC Konvertör.....	64
5.2.UPS(Kesintisiz Güç Kaynağı) .....	64
5.2.1. Açık Hatlı(Online).....	66
5.2.2. Kapalı Hatlı(Offline) .....	66
5.2.3. Hat Etkileşimli(Line İnteractive).....	67
5.3. SMPS(Anahtarlamalı Mod Güç Kaynağı) .....	67
5.3.1. PWM Temel Prensibi .....	69
5.3.2. SMPS Tipleri .....	71
5.3.3. Aşırı Akım Koruması .....	75
5.3.4. Ekranlama .....	75
5.3.5. Sigorta Seçimi.....	75
5.3.6. Doğrultma ve Filtreleme.....	75
5.3.7. Aşırı Gerilim Koruması.....	75
5.3.8. Düşük Gerilim Koruması.....	75
5.3.9. Aşırı Yük Koruması.....	76
5.3.10. Çıkış Filtreleri.....	76
UYGULAMA FAALİYETİ .....	77
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	80
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	81
CEVAP ANAHTARLARI.....	83
KAYNAKÇA .....	86

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>523EO0447</b>
<b>ALAN</b>	<b>Elektrik Elektronik Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Endüstriyel Bakım Onarım</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Elektronik Devreler ve Sistemler</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Yükselteç, pals, osilatör, motor sürücü, endüstriyel güç kaynağı devrelerinin nasıl kurulduklarının ve arızalarının nasıl giderildiklerinin anlatıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	Ön koşul yoktur.
<b>YETERLİK</b>	Elektronik devrelerin ve sistemlerin arızalarını gidermek
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Gerekli ortam sağlandığında, elektronik devrelerin ve sistemlerin arızalarını giderebileceksiniz. <b>Amaçlar</b> 1. Yükselteç devrelerini hatasız olarak kurabilecek/arızasını giderebileceksiniz. 2. Pals devrelerini hatasız olarak kurabilecek/arızasını giderebileceksiniz. 3. Osilatör devrelerini hatasız olarak kurabilecek/arızasını giderebileceksiniz. 4. Motor sürücü devrelerini hatasız olarak kurabilecek/arızasını giderebileceksiniz. 5. Endüstriyel güç kaynak devrelerini hatasız olarak kurabilecek/arızasını giderebileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Elektrik-elektronik laboratuvarı, işletme, kütüphane, ev, bilgi teknolojileri ortamı vb. <b>Donanım:</b> Bilgisayar, projeksiyon cihazı, çizim ve simülasyon programları, kataloglar, deney setleri, çalışma masası, avo metre, bread board, eğitimci bilgi sayfası, havya, lehim, elektrikli almaçlar, anahtarlama elemanları, yardımcı elektronik devre elemanları, elektrik-elektronik el takımları
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.



# GİRİŞ

## **Sevgili Öğrenci,**

Günümüzde elektrik ve elektronik alanında meydana gelen baş döndürücü gelişmeler herkesi etkilemektedir. İnsan yaşamının her aşamasında, bu alanın ürünleri artık birer ihtiyaçtır. Şimdi olduğu gibi gelecekte de bu alanda sürekli gelişmeler olacak ve hepimizi meşgul etmeye devam edecektir.

Bu modül ile örneğin yükseltecin nasıl çalıştığını öğreneceksiniz. Temel yapıları hakkında bilgi sahibi olacaksınız. Arıza giderme yöntemleri kullanacaksınız.

Elektrik sinyalleri nasıl üretilir. Karşılaşılan arızaları nasıl çözeceğiniz hakkında bilgi sahibi olacaksınız.

Motor sürücü inverter devrelerinden yararlanarak AC 220 Voltta çalışan bir elektrik motorunu çalıştırabileceksiniz.

UPS ve çeşitlerini öğreneceksiniz. Bir çamaşır makinesinin güç kaynağı olan SMPS sisteminin işlevini öğrenebileceksiniz.

Günlük hayatta kullandığımız elektronik cihazların çalışmaları hakkında temel bilgileri bu modül sonunda öğrenmiş olacaksınız.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Yükselteç devrelerini hatasız olarak kurabilecek/arızasını giderebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Piyasadaki yükselteç devrelerini, hangi tip transistörleri kullandıklarını araştırınız.

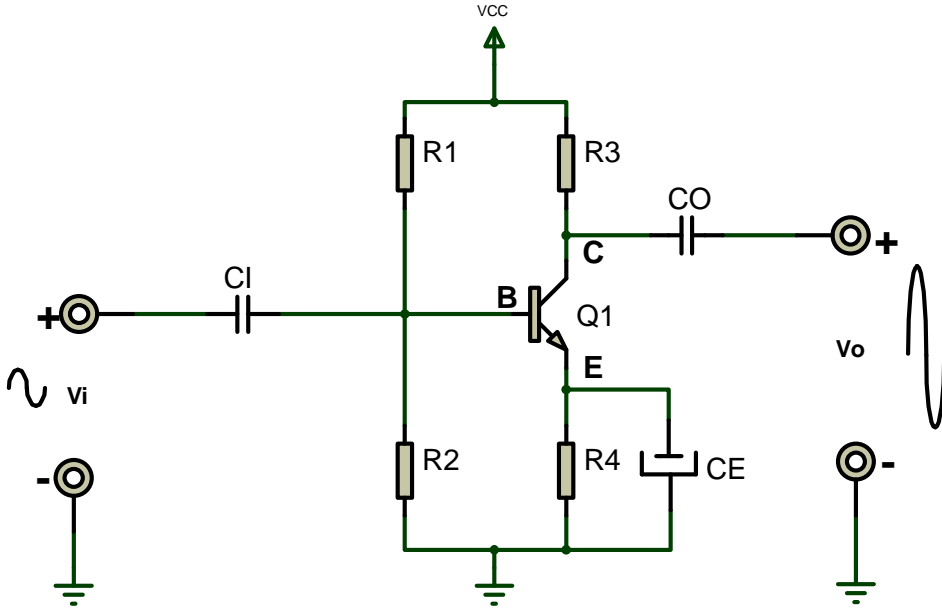
## 1.YÜKSELTEÇLER

### 1.1. Transistörlü Yükselteçler

#### 1.1.1. BJT'li Yükselteçler

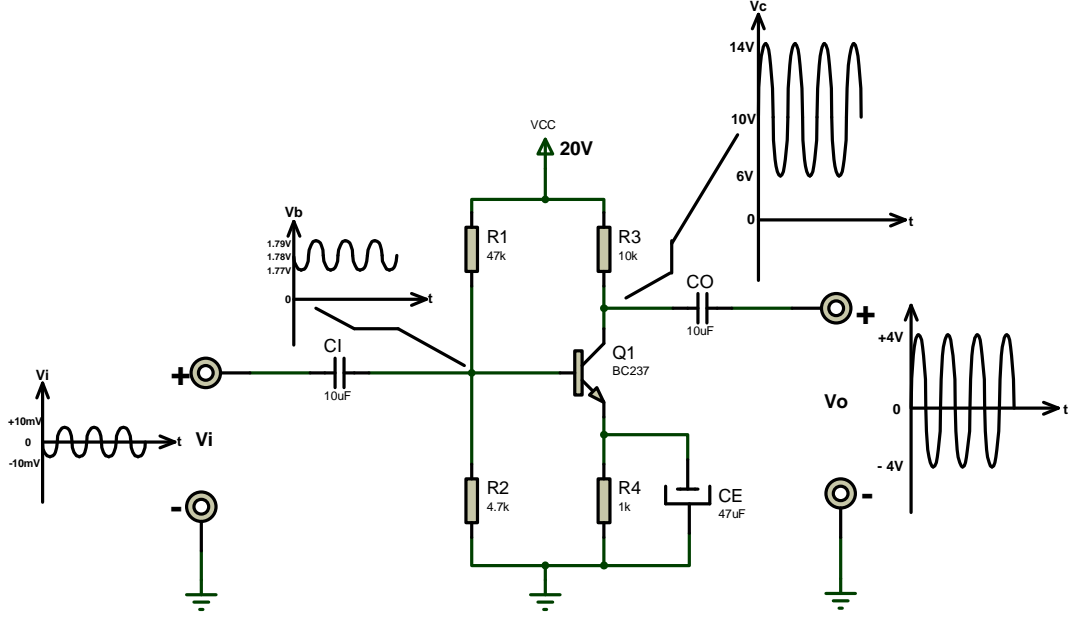
##### 1.1.1.1. Çalışması

Transistörlerin en yaygın olarak kullanıldığı uygulama yükselteç olarak kullanılmasıdır. Transistörler ses frekans, radyo frekans, video frekans ve bunun gibi tüm frekans aralıklarında yükseltme görevi görür. Transistöre uygulanan DC polarma transistörün yükselteç olarak çalışmasına olanak sağlar.



Şekil 1.1: Yükselteç devresi

Şekil 1.1’de girişine çok küçük bir sinyal uygulanmasına karşılık çıkışında yükseltilmiş bir sinyal görülmektedir

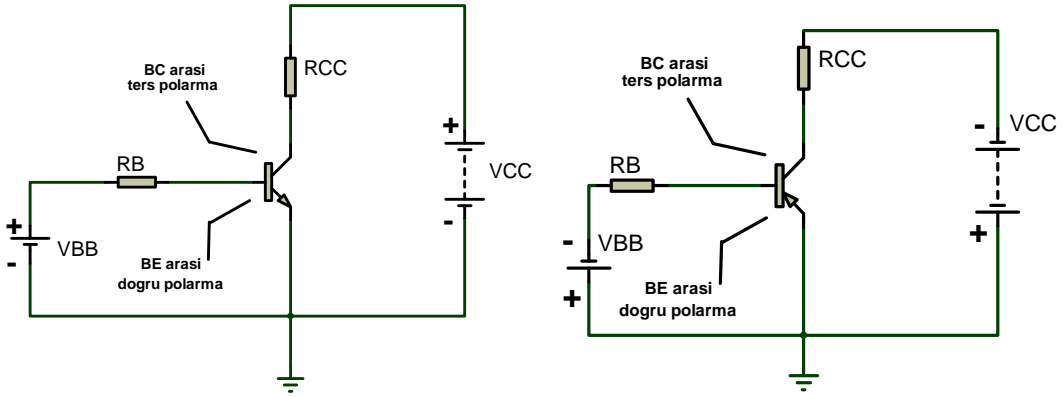


Şekil 1.2: AC sinyal uygulanmış yükselteç devresi

Şekil 1.2’deki devrede girişe uygulanan  $V_i$  sinusoidal giriş sinyalinin DC seviyesi sıfırdır. B noktasında beyz polarması bulunduğu için buradaki sinyalin DC seviyesi  $V_b$  gerilimine eşittir. Kollektördeki yükseltilmiş sinyal  $180^\circ$  faz farklıdır. DC seviyesi de  $V_c$  gerilimine eşittir.  $C_o$  kondansatörü DC gerilime açık devre AC sinyale kısa devre özelliği göstereceğinden dolayı  $V_o$  çıkışından şekilde görüldüğü gibi sadece sinusoidal çıkış sinyali alınır.

#### 1.1.1.1. Polarma Çeşitleri

Transistörlerin yükselteç olarak düzgün çalışabilmesi için harici bir DC kaynakla PN birleşimlerinin her ikisinde uygun olarak polarlandırılması gerekmektedir. Bu polarmanda beyz-emiter arası (BE) doğru polarma alırken beyz-kollektör (BC) arası ters polarma almaktadır. Buna transistorün polarlandırılması demektir.



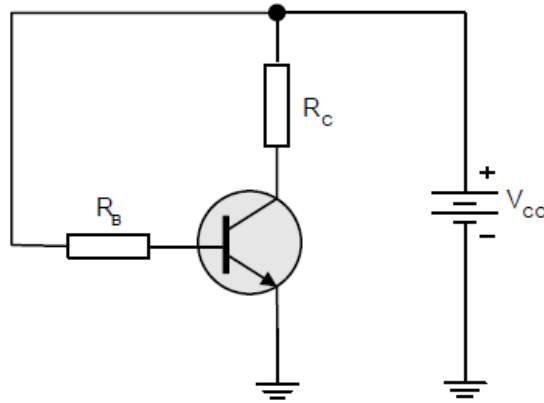
Şekil 1.3: NPN ve PNP transistör polarlamandırılması

Bir transistor DC polarma uygulandığı zaman o transistörün akım ve gerilim değerleri kesin olarak belirlenmiş olur. Bu değerlerin özellikle  $I_c$  ve  $V_{ce}$  değerleri transistörün çalışma noktasının bulunmasında belirleyicidir. Transistörün çalışma noktasına Q noktası (sükûnet noktası) denir.

Bu Q noktası yani DC çalışma noktası öyle bir uygun noktada belirlenmelidirki giriş sinyalinin tamamı bozulmadan yükseltilmiş bir şekilde çıkışta görülmelidir. Rastgele seçilmiş bir çalışma noktası çıkışta çıkış sinyalinin bozulmasına neden olabilir.

#### ➤ Sabit polarma

Sabit polarma en basit transistor polarmasıdır. Şekil 1.4'te sabit polarmalı transistor bağlantı şeması görülmektedir. Şekildeki Transistör NPN transistor olmasına rağmen burada PNP transistor de kullanılabilir. Ancak bu durumda uygulanan DC polarma yönünü değiştirmek gerekir. Devre ortak emiter bağlantısına sahip olduğu için polarmasını düzgün bir şekilde alan transistörün girişine uygulanan AC sinyal çıkışta  $180^\circ$  faz farklı olarak yükseltilmiş olarak elde edilir.

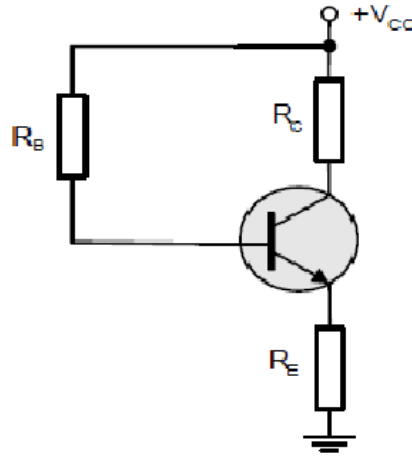


Şekil 1.4: Sabit polarmalı transistor

Sabit polarma, beyz polarmasının tek bir direnç ile sağlandığı polarma metodudur. Yükselteçte kullanılan transistörün beyz ucunu beslemede kullanılan  $R_B$  direnci  $V_{CC}$  kaynağına seri olarak bağlandığından devre seri polarma olarak da anılır. Beyz polarması,  $V_{CC}$  bataryası tarafından  $R_B$  direnci üzerinden sağlanmaktadır. Bu amaçla uygun değerde seçilmelidir.  $R_B$  direnci, aynı zamanda transistör ün kararlı çalışmasını temin eder.

➤ **Emiter polarması**

Şekil 1.5'te görüldüğü gibi devrenin kararlılığını arttırmak için emitter ucuna bir direnç bağlanarak emiter polarması sağlanır.

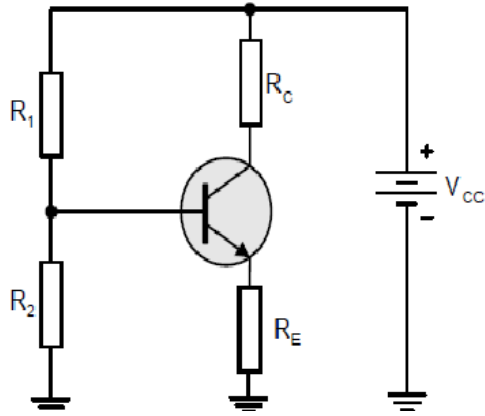


Şekil 1.5: Emiter polarmalı transistör

Şekil 1.5'te görüldüğü gibi kolektör akımının kararlılığını sağlamak için emiter ayağına seri bir direnç eklenir. Bu direnç  $R_B$  direnci üzerinden gelen DC akımların aşırı artmasına karşı geri besleme yapar. Yani beyz akımının fazla artmasını engeller.  $I_B = (V_{CC} - 0.7) / (R_B + R_E)$

➤ **Gerilim bölücülü polarma**

Doğrusal transistor uygulamalarında çok sıklıkla kullanılan bir polarma çeşididir. Bu polarma türünde seri bağlı dirençlerin gerilim bölücü özelliğinden faydalanılarak transistörün beyz polarması sağlanır. Şekil 1.6'da gerilim bölücü transistor bağlantısı gösterilmiştir.

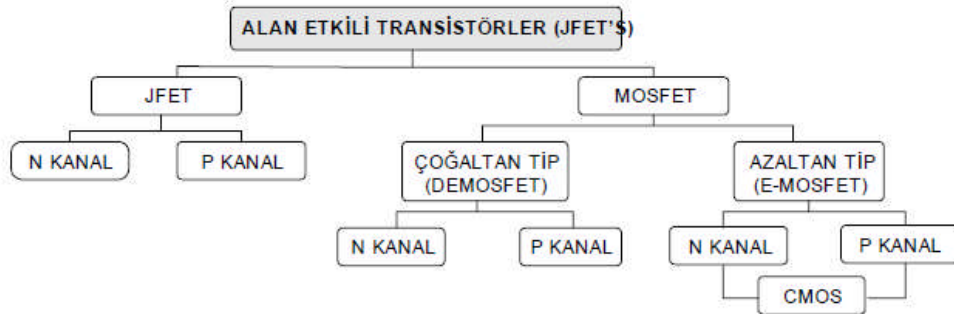


Şekil 1.6: Gerilim bölücülü polarlama devresi

Bu tip polarmalı yükselteçlerin hesaplanmasında Thevenin (Tevenin) tarafından bulunan denklemler kullanılır.

### 1.1.2. FET ve MOSFET’li Yükselteçler

Alan etkili transistörler (FET) üç(3) uçlu bir transistör çeşididir. Alan etkili transistör, jonksiyon FET (JFET) veya metal oksitli yarı iletken FET (MOSFET) olarak üretilir ve isimlendirilir.



Şekil 1.7: FET tipleri

#### 1.1.2.1. Çalışması

Alan etkili transistörler (FET’ler) yüksek giriş empedanslarının da eklenmesiyle mükemmel bir gerilim kazancı sağlar. Ayrıca düzgün bir frekans aralığına ve küçük boyutta olmalarından dolayı düşük güç tüketimine sahiptir. Bilindiği gibi BJT’ler akım kontrollü, FET’ ler gerilim kontrollü devre elemanlarıdır.

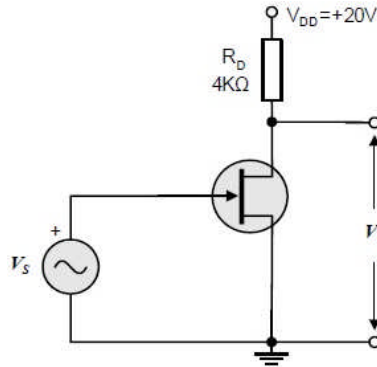
NPN ve PNP tipi olarak adlandırılan klasik tip transistörler (iki kutuplu jonksiyon transistör - BJT) alçak giriş empedansına sahiptir. BJT 'ler, hem elektron akımı hem de delik boşluk akımının kullanıldığı akım kontrollü elemanlardır.

FET (Field Effect Transistör - alan etkili transistör) ise yüksek giriş empedansına sahip, tek kutuplu, gerilim kontrollü bir elemandır. Elektrik alanı prensiplerine göre çalıştığından alan etkili transistörler olarak bilinir. FET'ler, transistörlerin kullanıldığı yerlerde rahatlıkla kullanılabilir.

FET 'lerin klasik transistörlere (BJT) göre üstünlükleri şöyle sıralanabilir:

- Giriş empedansları daha yüksektir. (BJT 'de  $2K\Omega$  iken FET'lerde yaklaşık  $100M\Omega$  'dur.)
- Anahtar olarak kullanıldığında, sapma gerilimi yoktur.
- Radyasyon (yayınım) etkisi yoktur.
- BJT 'lere nazaran daha az gürültülüdür.
- Isısal değişimlerden etkilenmez.
- BJT 'lere göre daha küçüktür. Bu nedenle entegrelerde daha fazla kullanılır.
- Yüksek giriş empedansı ve alçak elektrodlar arası kapasitans özelliği ile yüksek frekans devrelerinde rahatlıkla kullanılır.
- BJT'lere göre sakıncası ise band genişliklerinin dar olması ve çabuk hasar görebilmesidir.

Tıpkı BJT' lere ortak emitter bağlantısı olduğu gibi FET' lere ortak source (kaynak) bağlantısı çok yaygın olarak kullanılır. Bu bağlantı Şekil 1.8'de görülmektedir. Bu bağlantıda giriş sinyali ile yükseltilmiş çıkış sinyali arasında  $180^\circ$  faz farkı vardır.

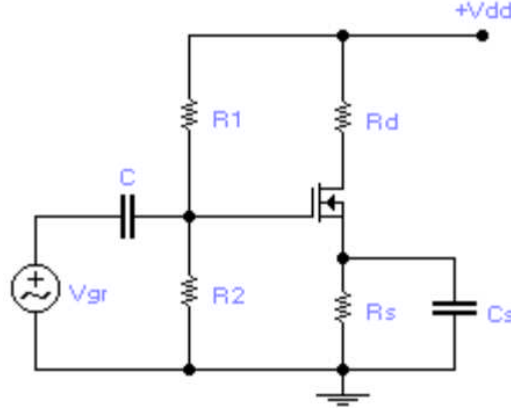


Şekil 1.8: FET' li yükselteç devresi

FET (JFET) ve MOSFET'ler aynı gerilim kazançlı yükselteçler tasarlamak için kullanılabilirken MOSFET'ler FET'lere nazaran çok daha yüksek giriş empedanslarına sahiptir.

Alan etkili transistörün (FET) geliştirilmiş tipi genellikle "Mosfet" olarak bilinen metal oksit yarı iletkenidir. Mosfet kelimesinin açılımı metal oxide semiconductor field effect transistor 'dür (Metal oksit yarıiletken alan etkili transistör). Mosfet, İngilizce açılımının baş harfleri bir araya getirilerek oluşturulmuştur. İzole edilmiş gate özelliğinden dolayı "Mosfet" 'lerin giriş empedansı son derece yüksek olup elektrodlar arası iç kapasitansı çok küçüktür.

Bundan dolayı “Mosfet”ler normal transistörlerin frekans sahasının çok daha üstündeki frekanslarda ve yüksek giriş empedanslı yükselteçlere ihtiyaç duyulan devrelerde daha fazla kullanılır. Bunun için “Mosfet”ler voltmetre, ohmmetre ve diğer test aletlerinde kullanılır. “Mosfet”lerde, JFET 'lere ve klasik transistörlere nazaran gürültü daha az olup band genişliği daha fazladır.



Şekil 1.9: MOSFET' li yükselteç devresi

Mosfet'lerin bu üstünlüklerine nazaran bazı sakıncaları vardır. Şöyle ki “Mosfet” yapısındaki ince silikon oksit tabakası, kolaylıkla tahrip olabilir. “Mosfet” e elle dokunulması hâlinde insan vücudu üzerindeki elektrostatik yük nedeniyle oksit tabakası delinerek kullanılmayacak şekilde harap olabilir. Bundan dolayı “Mosfet”ler, özel ambalajlarında korunmaya alınmalı, “Mosfet”e dokunmadan önce kullanıcı, üzerindeki elektrostatik yükü topraklayarak boşaltmalıdır. “Mosfet”i devre üzerinde montaj yaparken düşük güçlü havya kullanılmalı ve havya mutlaka topraklanmalıdır.

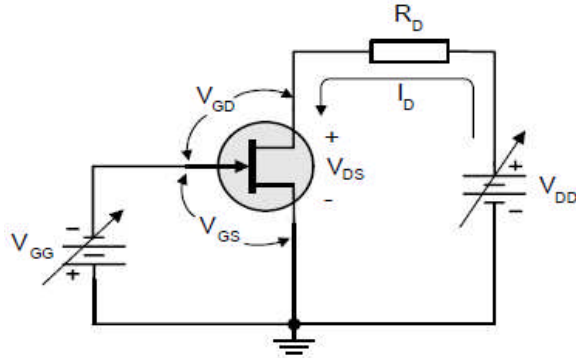
“Mosfet”ler şu şekilde sınıflandırılır:

- Azalan (boşluk şarjlı, depletion tipi) Mosfet
- Çoğalan (Enhancement) tipi Mosfet

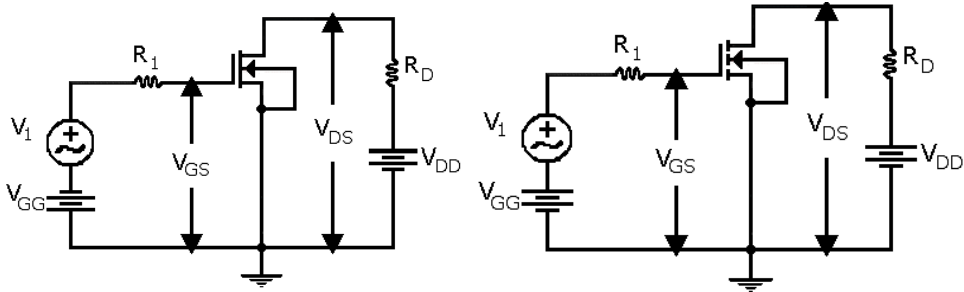
JFET 'lerde olduğu gibi yine kendi aralarında, n-kanallı ve p-kanallı azalan ve çoğalan tip olarak ayrılır.

### 1.1.2.2. Polarma Çeşitleri

JFET’i çalıştırabilmek için a belirli bir dreyn akımı ( $I_D$ ) sağlayan VDD kaynağı ve bunu kontrol eden dreyn(akaç)–source(kaynak) gerilimi( $V_{GS}$ ) ile polarmalandırılmak gerekir. Eleman bir yükselteç olarak çalıştırılacaksa aktif bölgede çalışacak şekilde gerilim ve akım değerleri seçilir. Örnek polarmalandırma devreleri Şekil 1.10 ve Şekil 1.11’ de gösterilmiştir.



Şekil 1.10: N kanal FET'li polarma devresi



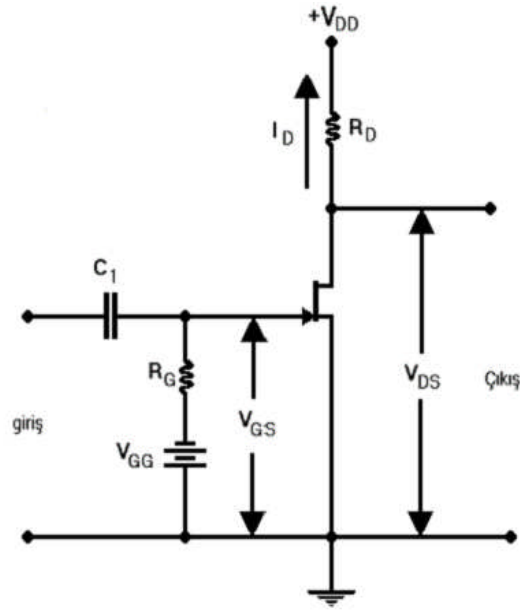
Şekil 1.11: N kanallı (azalatan ve arttıran) MOSFET' li polarma devresi

JFET polarmalarında birçok polarma tipi kullanılır. Biz bu bölümde çok kullanılan bir kaç polarma tipini inceleyeceğiz.

➤ **Sabit polarma**

Şekil 1.12'deki gibi kullanılan JFET devrelerine sabit (fixed) polarmalı devreler adı verilir. Çünkü gate ve source uçları arasında  $V_{GG}$  gibi sabit bir güç kaynağı kullanılmıştır. N-kanallı JFET 'in gate terminaline,  $V_{GG}$  'nin (-) kutbu; P kanallı JFET 'in gate terminaline ise (+) kutbu irtibatlandırılmalıdır. Dikkat edilmesi gereken başka bir husus, N kanallı JFET 'in drain terminaline  $V_{DD}$  güç kaynağının (+) ucu, P kanallıda ise (-) ucu uygulanmalıdır.



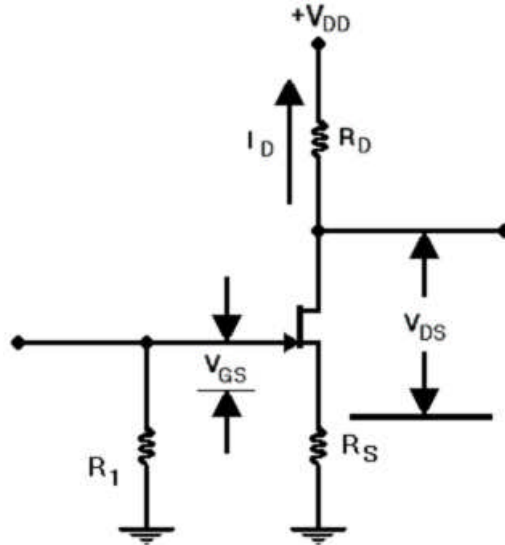


Şekil 1.12: FET sabit polarma devresi

➤ **Self (kendinden) polarma**

Self polarlı devrelerde ikinci bir  $V_{GG}$  gibi kaynağa gerek yoktur. Gate-source gerilimini sağlamak için source direnci ( $R_S$ ) kullanılır.  $R_S$  direnci, transistörlü yükselteçlerde  $R_E$  direncine benzer. Self polarlı JFET devresi Şekil 1.13'te gösterilmiştir.  $R_G$  gate direnci,  $R_S$  source direnci,  $R_D$  ise drain direncidir. Transistörlü yükselteçte,

$R_G \rightarrow R_B$ ,  $R_S \rightarrow R_E$ ,  $R_D \rightarrow R_C$  veya  $R_L$  'nin karşılığıdır.



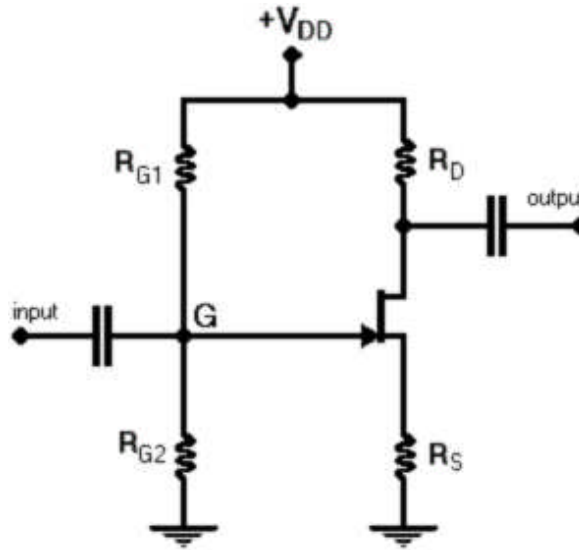
Şekil 1.13: FET kendinden polarma devresi

### ➤ Gerilim bölücülü polarma

Şekil 1.14'teki devrede, gate gerilimi  $R_1$  ve  $R_2$  gerilim bölücü dirençler tarafından belirlenir.  $R_1$  ve  $R_2$  dirençlerinin bağlandığı noktadaki gerilim aynı zamanda gate gerilimidir.  $R_1$  'den geçen akım  $R_2$  'den de geçer. G noktasındaki  $V_G$  gate gerilimi,

$$V_G = (R_{G2} / (R_{G1} + R_{G2})) \cdot V_{DD} \text{ kadardır.}$$

Buradaki  $V_{DD} / (R_1 + R_2)$  aynı zamanda  $R_1$  ve  $R_2$  voltaj bölücü dirençlerden geçen akımdır. Bu akımı  $R_2$  değeri ile çarparsak  $R_2$  direnci üzerine düşen gerilimi buluruz.  $R_2$  üzerindeki gerilim de  $V_G$  gate voltajına eşit olur.



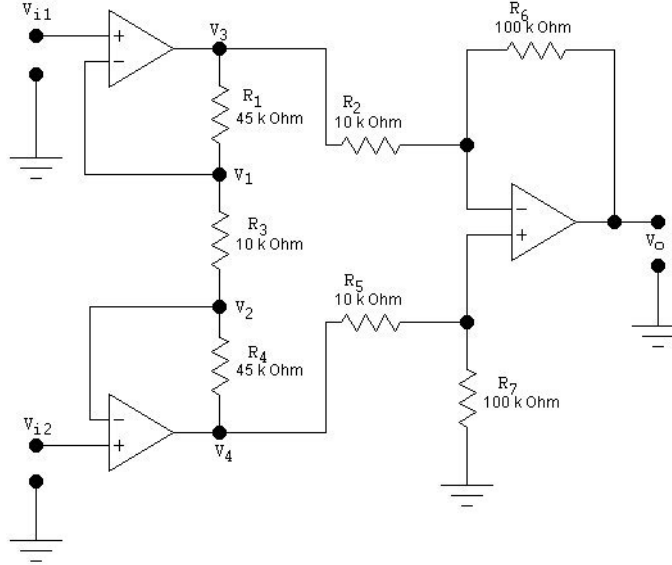
Şekil 1.14: FET gerilim bölücülü polarma devresi

## 1.2. Enstrümantasyon Yükselteçler

Enstrümantasyon yükselteçler, yüksek performanslı voltaj yükselteçleridir. Aynı zamanda bu yükselteçler, yüksek kazançlı, yüksek giriş empedanslı ve düşük çıkış empedansı gösteren fark yükselteçleridir.

Kelime anlamı, yardımcı yükselteçlere karşılık gelmektedir. Enstrümantasyon yükselteçler, negatif geri beslemeden dolayı daha kararlı bir devre karakteristiğine sahiptir. Burada kullanılan geri besleme, negatif geri beslemedir. Çünkü dirençlerle belirlenen voltaj kazancı (kapalı çevrim kazancı), dirençsiz açık çevrim kazancından daha düşüktür. Geri beslemeli kazanç daima açık çevrim kazancından (geri beslemesiz kazanç) daha karardır. Her OP-AMP 'ta olduğu gibi geri beslemeli kazanç, geri beslemesiz kazançtan daha düşük olduğu için kullanılan geri besleme negatiftir. Çünkü pozitif geri beslemede kazanç artar, negatif geri beslemede ise kazanç azalır.

Enstrümantasyon amplifikatörler aynı zamanda, basınç transducerinden (dönüştürücü), sıcaklık sensöründen gelen sinyalleri yükseltmede kullanılır. Bu yükselteçler, girişlerine uygulanan sinyallerinin farkını almak suretiyle çalışır.



**Şekil 1.15: Yüksek ortak mod tepki oranlı enstrümantasyon yükselteci**

Şekil 1.15 'te enstrümantasyon yükselteçlerden en fazla kullanılanı gösterilmiştir. OP-AMP 'larda ortak mod tepki oranı (common-mode rejection ratio -CMRR), her iki girişinde de ortak olan giriş sinyalini reddetme özelliğidir. Faz çeviren (-) ve çevirmeyen (+) girişe aynı anda uygulanan işaretin, çıkış işaretine oranına eşittir. CMRR'nin birimi dB'dir. Bu tip enstrümantasyon yükselteçlerinde, parazit ve gürültüleri atma oranı da büyüktür.

Şekil 1.15 'teki enstrümantasyon yükseltecinde  $V_{i1}$  ve  $V_{i2}$  girişleri OP-AMP 'ların faz çevirmeyen (+) girişlerine uygulanmıştır.  $R_3$  direnciyle devrenin kazancı kontrol edilebilir. İlk iki OP-AMP çıkışından alınan sinyal fark yükseltecine uygulanmıştır.

Bunun dışında yüksek giriş empedanslı ve yüksek giriş voltajlı enstrümantasyon yükselteçleri vardır.

### 1.3. Yükselteç Arızalarını Giderme

Bir tamircinin elinde olması gereken tamir aletleri:

- Avometre
- Tornavida takımları
- Havya, lehim, pasta
- Yan keski, pense, kargaburnu
- Plastik ve metal cımbız
- Sinyal generatörü (Basit bir Osc. olabilir.)
- Kademeli DC. Gerilim kaynağı (Kısa devre kontrollü)
- Tamir edilecek aletin şeması

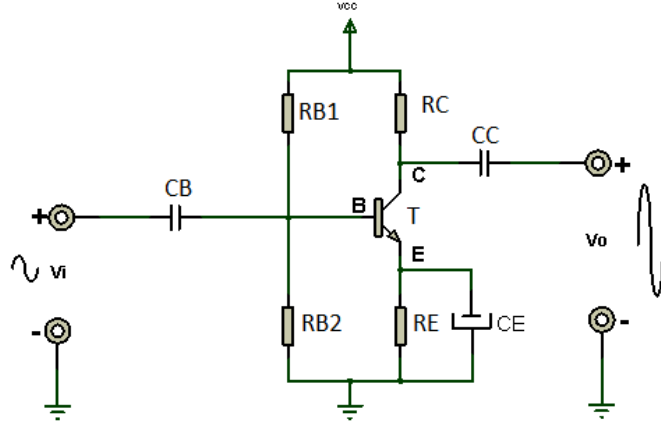
- Çeşitli renk ve özelliklerde kablolar
- Anahtar takımları vb.

Elimize herhangi bir elektronik alet arızalı kaydıyla geldiyse önce şu adımlar takip edilmelidir:

- Alet çalıştırılmadan önce
  - Cihazın kaç voltla çalıştığını tespit ediniz.
  - Şebekeden beslenen cihazlar için eğer var ise 110/220 anahtarının konumunu kontrol ediniz.
  - Pil ile çalışan bir alet ise pilleri ve pil yatağını kontrol ediniz.
  - Cihazı kullanan kişiden arızanın hangi şartlar altında oluştuğu ve arıza sonucunun cihazdaki meydana getirdiği durum hakkında mümkün olduğu kadar ayrıntılı bilgi alınız.
  - Elinizde mevcut değil ise cihazı getiren kişiden iç yapısını ve kullanma talimatını içeren broşürü isteyiniz.
  - Cihazı çalıştırınız.
- **Cihaz çalışırken yapılacak işler**
  - Eğer cihaz hiç çalışmıyorsa
    - Pil ile çalışan bir cihaz ise pil kutusunu ve pillerin şarj durumunu kontrol ediniz. Pil geriliminin cihaza ulaşmış olmadığını kontrol ediniz. Ana sigortaya bakınız.
    - Şebekeden beslenen bir cihaz ise adaptör çıkışını ölçü aleti ile ölçünüz. Voltajın normal olup olmadığını kontrol ediniz. Bu soruların cevabı olumsuz ise adaptör devresini kontrol ediniz. Ana sigortaya bakınız.
    - Hem pil hem şebekeden beslenen cihaz ise bu sistemler için yukarıdaki kontrolleri yaptıktan sonra pil-cereyan anahtarını kontrol ediniz.
  - Cihazın çalışması normal değilse
    - Cihazın herhangi bir yerinde duman çıkıyor mu? Kontrol ediniz.
    - Dirençlerden yanık görünen var mı? Kontrol ediniz.
    - Kondansatörlerden patlak olan var mı? Kontrol ediniz.
    - Şüpheli gördüğünüz direnç, kondansatör ya da transistörleri elle tutarak ısınma olup olmadığını elle kontrol ediniz. Bu kontrolde birden sıkmayınız. Elinizi yanmasına sebep olabilirsiniz.
    - Cihaz plakasını gözle kontrol ederek katlarda çatlaklık, kopukluk ya da kavlama olup olmadığını kontrol ediniz. Yığılma şeklindeki lehimleri soğuk lehim ihtimaline karşı kontrol ediniz.
    - Cihazın şeması mevcut ise ana noktadaki gerilimleri ölçerek şemada verilen değerlerle karşılaştırınız.
    - Cihazın çektiği akımı ve kısa devre olup olmadığını kontrol ediniz.

Emiteri ortak bağlantının en yaygın kullanılan tipi şekil 1.16'da görülmektedir. Bu elemanların açık devre veya kısa devre şeklinde arızalanmaları hâlinde, devrenin ne şekilde etkileneceği Tablo 1.1'de verilmiştir. İnceleyiniz. Görüldüğü gibi değişik arızalar aynı

sonucu verebilmektedir. Bu nedenle, arızacılıkta önce devre DC açıdan incelenmelidir. Bu gerilimler multimetre veya osiloskop ile ölçülerek arıza lokalize edilebilir. Eğer devrenin aksamaları bir kondansatör arızasından ise, bunu genellikle DC ölçüm yaparak bulmak mümkün olmaz. O zaman devre girişine uygun AC işaret tatbik edilmeli ve osiloskop ile bu işaretin nerelere kadar ulaştığı takip edilerek arızalı eleman bulunmalıdır.

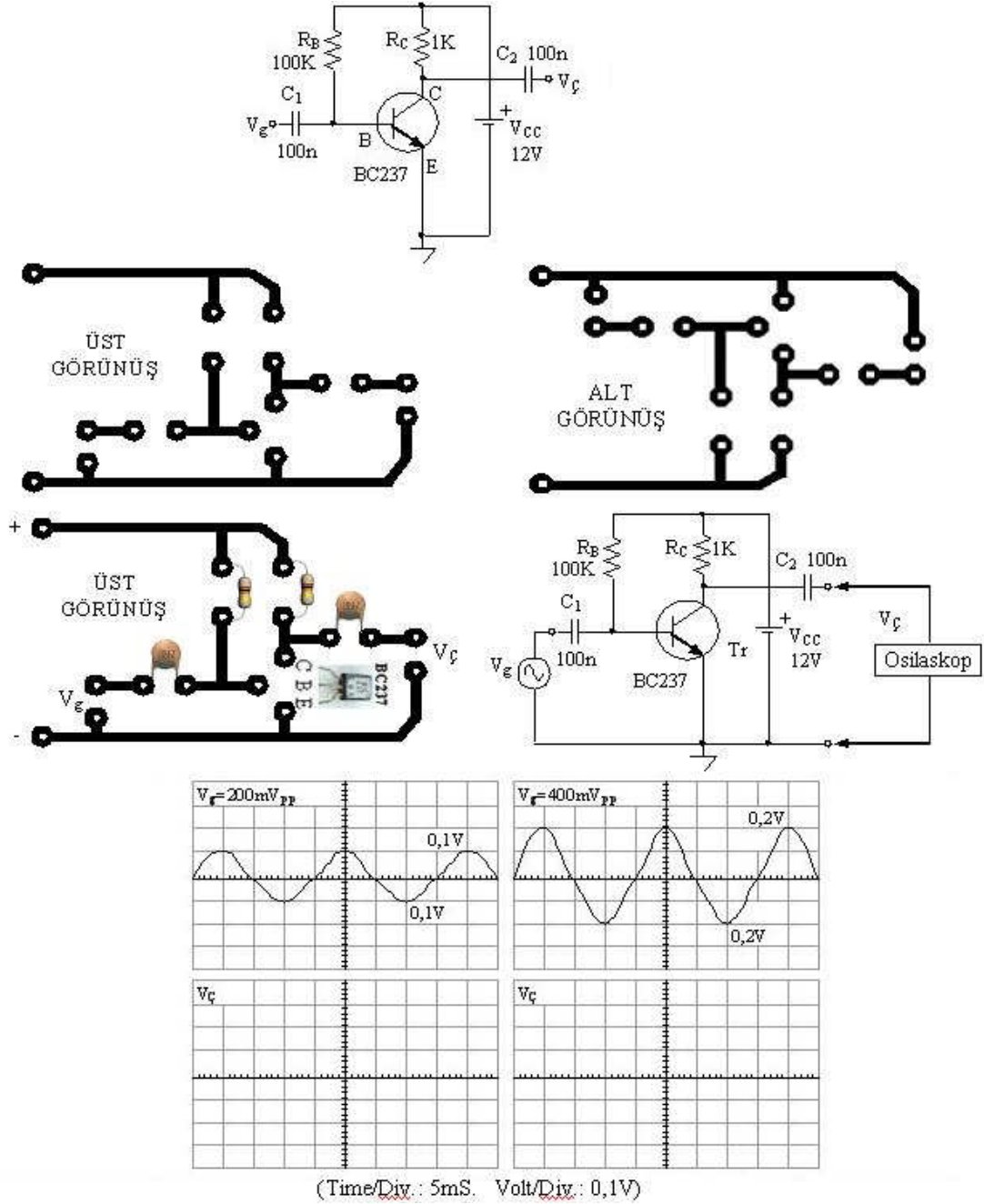


Şekil 1.16: Gerilim bölücülü polarma devresi emiteri şase yükselteç

ARIZALI	SEBEB OLDUĞU ARIZALAR
Cb kısa devre	Devrenin çalışma noktası kayar. Çıkış işareti bozulur ve tamamen bozulur.
Cb açık devre	Çıkış işareti kaybolur.
Rb2 açık devre	Devrenin çalışma noktası kayar ve çıkış işareti bozulur veya kaybolur.
Rb2 kısa devre	Çıkışta AC işaret görülmez.
Rb1 açık devre	Devre C tipi çalışır veya çıkış tamamen kaybolur.
Rb1 kısa devre	Devrenin çalışma noktası kayar, çıkış bozulur veya kaybolur. Transistör yanabilir.
Rc açık devre	AC çıkış yoktur.
Rc kısa devre	AC çıkış yoktur.
Re açık devre	AC çıkış yoktur.
Re kısa devre	Devrenin çalışma noktası değişir ve AC çıkış bozulabilir. Transistör yanabilir.
Ce açık devre	Ce açık devre
Ce kısa devre	Devrenin çalışma noktası değişir ve AC çıkış bozulabilir veya görülmez.
T Kısa devre (C-E arası)	AC çıkış yoktur.
T Açık devre (C-E arası)	AC çıkış yoktur.
Cc açık devre	Yüke işaret üretilmez.
Cc kısa devre	Çalışma noktası kayar ve çıkış bozulabilir

Tablo 1.1: BJT yükseltici arıza tablosu

## UYGULAMA FAALİYETİ



Şekil 1.17: BJT yükseltici uygulama devresi

### Malzeme listesi

- 1 adet bread board
- 1 adet 12V DC güç kaynağı
- 1 adet sinyal jeneratörü
- 1 adet osilaskop
- 1 adet BC237
- 2 adet 100nF kondansatör
- 1 adet 100K direnç
- 1 adet 1K direnç

Yükselteç devrelerini kurup arızasını gidriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Şekil 1.17'deki yükselteç devresinin devre şemasını çiziniz.	➤ Şemadaki bağlantıları iyi inceleyerek işleme başlayınız.
➤ Yükselteç devresinin baskılı devresini çiziniz.	➤ Proteus programını kullanarak işlerinizi kolaylaştırabilirsiniz.
➤ Baskılı devreyi çıkarınız.	➤ Ütü yöntemini kullanmanız faydalı olacaktır.
➤ Plaketteki yolları kontrol ediniz.	➤ Baskı devre yollarında kopukluk ya da kısa devre varmı diye dikkatle kontrol ediniz.
➤ Plaketin montajını yapınız.	➤ Devreyi kurarken transistörün bacak bağlantılarına dikkat ediniz. Devreye bağlanan elemanların şemadaki karşılıklarına dikkat ederek bağlarsanız çalışmada kolaylık sağlayacaktır.
➤ Yükselteç devresine enerji vermeden ölçüm yapınız.	➤ Avometrede kırmızı ucun "+" siyah ucun "-" olduğunu unutmayınız.
➤ Yükselteç devresine enerji veriniz.	➤ Devreyi +12V'a bağlarken yönleri dikkat ediniz.
➤ Yükselteç devresine enerji verildikten sonra polarma gerilimlerini ölçünüz.	➤ Avometrede kırmızı ucun "+" siyah ucun "-" olduğunu unutmayınız.
➤ Girişe sinyal uygulayarak giriş ve çıkıştaki sinyalleri osilaskop ile ölçünüz.	➤ DC ölçümlerin DC, AC ölçümlerin AC kademedeki yapılacağını unutmayınız.

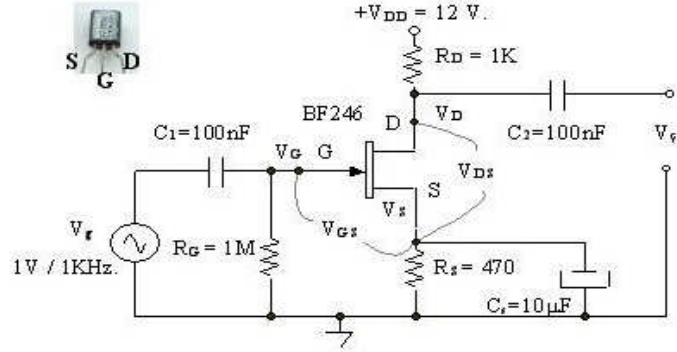
## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
1.	Yükselteç devresinin devre şemasını çizebildiniz mi?		
2.	Yükselteç devresinin baskılı devresini çizebildiniz mi?		
3.	Baskılı devreyi çıkarabildiniz mi?		
4.	Plaketteki yolları kontrol edebildiniz mi?		
5.	Plaketin montajını yapabildiniz mi?		
6.	Yükselteç devresine enerji vermeden ölçüm yapabildiniz mi?		
7.	Yükselteç devresine enerji verebildiniz mi?		
8.	Yükselteç devresine enerji verildikten sonra polarma gerilimlerini ölçebildiniz mi?		
9.	Girişe sinyal uygulayarak giriş ve çıkıştaki sinyalleri osilaskop ile ölçebildiniz mi?		



## UYGULAMA FAALİYETİ

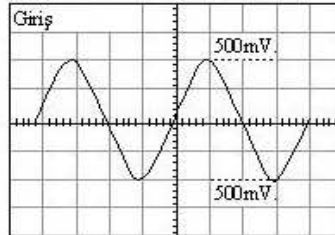


İşlem Nu.:	$R_D$	$R_S$	$V_{DD}$	$V_G$	$V_D$	$V_S$	$V_{DS}$	$V_{GS}$
1	1K	470Ω	+12V					

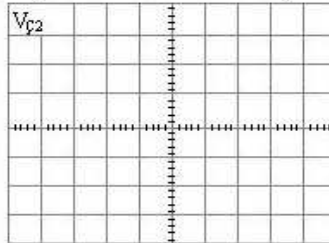
Tablo-2 Ölçüm Değerleri Tablosu

İşlem Nu.:	$R_D$	$R_S$	Giriş	Çıkış	Kazanç
			$V_G(AC)$	$V_C(AC)$	$A_v = V_C/V_G$
1	1K	470Ω			

Tablo-3  
(volt/Div:1V Time/Div:1mS)



(volt/Div:1V Time/Div:1mS)



$R_D = 1K$   $R_S = 470$

Şekil 1.18: FET Yükseltici Uygulama Devresi

### Malzeme listesi

- 1 adet bread board
- 1 adet 12V DC güç kaynağı
- 1 adet sinyal jeneratörü
- 1 adet osilaskop
- 1 adet BF246
- 1 adet 10uF 25V kondansatör
- 2 adet 100nF kondansatör
- 1 adet 1M direnç
- 2 adet 1K direnç
- 1 adet 470 ohm direnç
- 1 adet 4K7 direnç

Yükselteç devrelerini kurup arızasını gideriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Şekil 1.18' deki yükselteç devresinin devre şemasını çiziniz	➤ Şemadaki bağlantıları iyi inceleyerek işleme başlayınız
➤ Yükselteç devresinin baskılı devresini çiziniz	➤ Proteus programını kullanarak işlerinizi kolaylaştırabilirsiniz.
➤ Baskı devre paternini çıkarınız. Baskı devreyi oluşturunuz.	➤ Ütü yöntemini kullanmanız faydalı olacaktır.
➤ Plaketteki yolları kontrol ediniz.	➤ Baskı devre yollarında kopukluk ya da kısa devre varmı diye dikkatle kontrol ediniz.
➤ Plaketin montajını yapınız.	➤ Devreyi kurarken transistörün bacak bağlantılarına dikkat ediniz. Devreye bağlanan elemanların şemadaki karşılıklarına dikkat ederek bağlarsanız çalışmada kolaylık sağlayacaktır.
➤ Yükselteç devresine enerji vermeden ölçüm yapınız.	➤ Avometrede kırmızı ucun "+" siyah ucun "-" olduğunu unutmayınız.
➤ Yükselteç devresine enerji veriniz.	➤ Devreyi +12V'a bağlarken yönleri dikkat ediniz.
➤ Yükselteç devresine enerji verildikten sonra polarma gerilimlerini ölçünüz.	➤ Avometrede kırmızı ucun "+" siyah ucun "-" olduğunu unutmayınız.
➤ Girişe sinyal uygulayarak giriş ve çıkıştaki sinyalleri osilaskop ile ölçünüz.	➤ DC ölçümlerin DC, AC ölçümlerin AC kademedede yapılacağını unutmayınız.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Yükselteç devresinin devre şemasını çizebildiniz mi?		
2.	Yükselteç devresinin baskılı devresini çizebildiniz mi?		
3.	Baskılı devreyi çıkarabildiniz mi?		
4.	Plaketteki yolları kontrol edebildiniz mi?		
5.	Plaketin montajını yapabildiniz mi?		
6.	Yükselteç devresine enerji vermeden ölçüm yapabildiniz mi?		
7.	Yükselteç devresine enerji verebildiniz mi?		
8.	Yükselteç devresine enerji verildikten sonra polarma gerilimlerini ölçebildiniz mi?		
9.	Girişe sinyal uygulayarak giriş ve çıkıştaki sinyalleri osilaskop ile ölçebildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Transistörler ses frekans, radyo frekans, video frekans ve bunun gibi tüm frekans aralıklarında yükseltme görevi görür.
2. ( ) Transistörün çalışma noktasına Q noktası (sükûnet noktası) denir.
3. ( ) Ortak emiter bağlantısında transistörün girişine uygulanan AC sinyal çıkışta  $90^\circ$  faz farklı olarak yükseltilmiş olarak elde edilir.
4. ( ) Gerilim bölücülü polarmalı yükselteçlerin hesaplanmasında norton tarafından bulunan denklemler kullanılır
5. ( ) FET alan etkili transistör anlamına gelir.
6. ( ) BJT FET'lere göre daha küçüktür. Bu nedenle entegrelerde daha fazla kullanılır.
7. ( ) FET bir yükselteç olarak çalıştırılacaksa aktif bölgede çalışacak şekilde gerilim ve akım değerleri seçilir.
8. ( ) Gerilim bölücülü polarmalı devrede  $V_G$  gate gerilimi  $(R_{G2} / (R_{G1} + R_{G2})) \cdot V_{DD}$  kadardır.
9. ( ) Enstrümantasyon yükselteçler, yüksek performanslı akım yükselteçleridir.
10. ( ) Cihaz hiç çalışmıyorsa voltajın normal olup olmadığını kontrol ediniz.

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Pals devrelerini hatasız olarak kurabilecek/arızasını giderebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Piyasadaki pals devrelerinin neler olduğunu, pals devrelerinin kullanılma sebeplerini araştırınız.

## 2.PALS DEVRELERİ

Bir pals, gerilim veya akımın kısa zamanda ani olarak değişmesi şeklinde tarif edilir. Pals devreleri ise **dalga şekillendirme** amacıyla kullanılan devrelerdir. Özellikle sinüsoidal olmayan sinyal üretiminde kullanılır.

Pals devreleri yediye ayrılır:

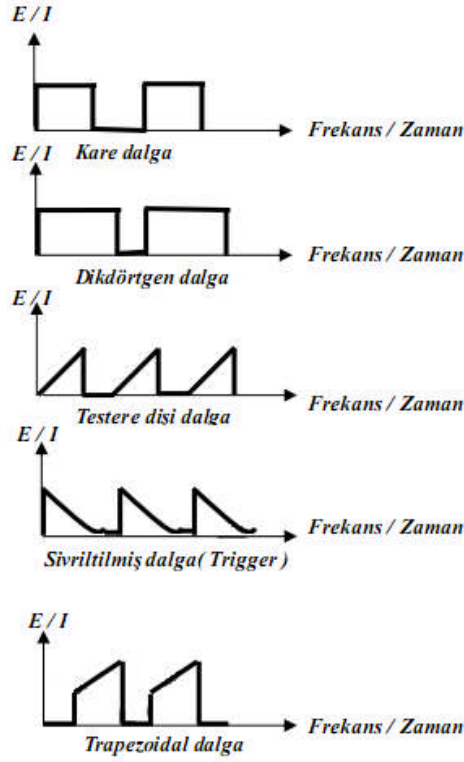
1. Diferansiyel devreleri
2. İntegral devreleri
3. Schmitt trigger devreleri
5. Boot strobe devreleri
6. Miller devreleri
7. Entegreli (OP-AMP 'lı Schmitt Trigger) pals jeneratörü

Girişteki kare dalga sinyali çıkışında üçgen ya da testere dişi sinyallere çeviren devreler,

- İntegral devresi
- Miller devresi
- Boot strobe devresi

Girişte üçgen ya da testere dişi sinyali çıkışında kare dalgaya çeviren devreye **türev devresi** denir.

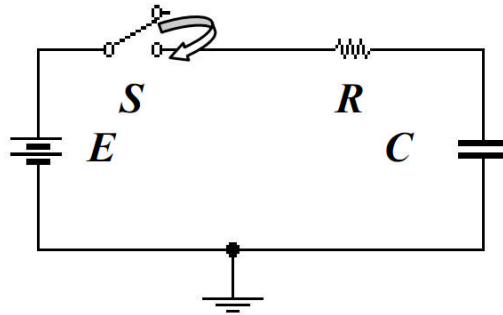
Girişteki sinüsoidal veya üçgen sinyali, çıkışta kare dalgaya çeviren devreye **schmitt tetikleyici** devre denir.



Şekil 2.1: Çeşitli pals sinyalleri

## 2.1. RC Pals Devresi

Sinüsoidal olmayan sinyal üretiminde RC ve RL devreleri kullanılmaktadır. Burada RC devreleri ile ilgilenilecektir.

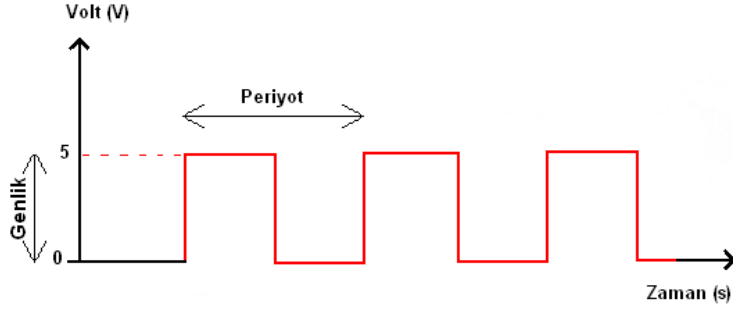


Şekil 2.2: RC devresi

### 2.1.1. İdeal Pals Sinyali

Bir darbe(Pals) bir seviyeden diğerine değişen ve tekrar eden akım veya gerilimdir. Şekil 2.3'te görülen sinyaldeki gibi dalga şeklinin yüksek zaman kısmı, düşük zaman

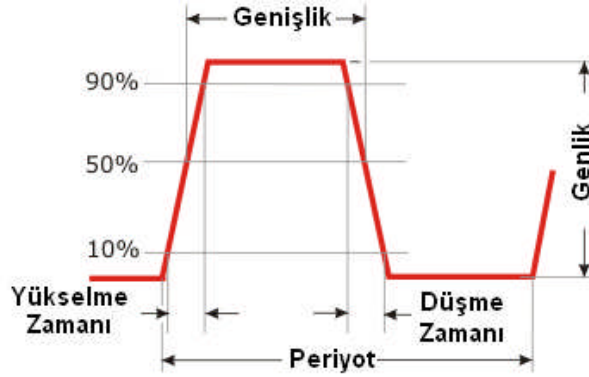
kısmına eşitse kare dalga denir. Darbe treninin her bir turunun (devrinin) uzunluğu (T) periyodu olarak isimlendirilir. İdeal bir kare dalganın darbe genişliği zaman periyodunun yarısına eşittir.



Şekil 2.3: İdeal pals sinyali

### 2.1.2. Gerçek Pals Sinyali

Gerçek devrelerde akımın minimum genlik değerinden maksimum genliğine ulaşabilmesi ya da maksimum genliğinden minimum genlik değerine ulaşabilmesi için belirli bir süreye ihtiyaç vardır. Bu nedenle oluşan pals sinyali ideal pals sinyalinden farklıdır. Bu pals sinyali Şekil 2.4'te gösterilmiştir.



Şekil 2.4: Gerçek pals sinyali

#### 2.1.2.1. Pals Sinyalinin Genliği

Pals sinyalin sıfır seviyesi ile en yüksek seviyesi arasındaki voltaj farkıdır.

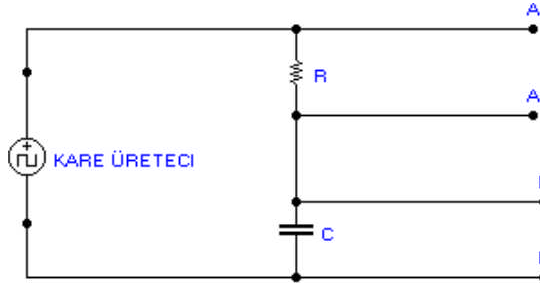
### 2.1.2.2. Pals Genişliği

Herhangi bir pals sinyalinin yükselen ucunun % 50 ile düşen ucunun % 50 arasındaki zamandır.

### 2.1.2.3. Yükselme ve Düşme Zaman

Herhangi bir pals sinyalinin yükselirken % 10 ile % 90 arasındaki zamandır.  
Herhangi bir pals sinyalinin düşerken % 90 ile % 10 arasındaki zamandır.

### 2.1.3. Prensi Şeması



Şekil 2.5: RC pals devresi

Şekil 2.5'deki RC devresi girişlerine kare dalga uygulanarak devre çıkışlarında çeşitli zaman sabitelerine göre elde edilen çıkış sinyalleri Tablo 2.1'de gösterilmiştir.

GİRİŞ DALGASI	GİRİŞ DALGASI	
	A-A ÇIKIŞI RC devrede $E_R$ çıkışı	B-B ÇIKIŞI RC devrede $E_C$ çıkışı
ÖRNEK:1 UZUN ZAMAN SABİTELİ $\tau / RC \leq 0.1$		
ÖRNEK:2 ORTA ZAMAN SABİTELİ $0.1 \leq \tau / RC \leq 10$		
ÖRNEK:3 KISA ZAMAN SABİTELİ $\tau / RC \geq 10$		

Tablo 2.1: RC pals devresi çıkış dalga şekilleri



Sonuç olarak RC devrelerine uygulanan kare dalganın, çeşitli zaman sabitelerinde farklı sinyallere dönüşebileceği görülmektedir. Ancak bu devrelerin çalışma mantığını anlayabilmek için dalga şekillendirici devrelerin temelini oluşturan türev ve integral pals devrelerinin incelenmesi gerekmektedir.

#### 2.1.4. Zaman Sabitesi

Kondansatörün şarj ve deşarj olabilmesi için bir şarj akım yolu ve bir deşarj akım yolu bulunması gerekmektedir. Bu yollar üzerindeki direnç değerleri de şarj/deşarj sürelerini etkilemektedir. Bu sürelere **Zaman Sabitesi** (Time Constant) adı verilir.

Matematiksel olarak  $ZS=R.C$  şeklinde gösterilir. Bu formül hem şarj hem de deşarj süresinin hesaplanmasında kullanılır.

R-C devresinin zaman sabitesi R.C 'dir. Bir kondansatör, kendisine uygulanan voltajın Tablo 2.2' deki oranlarına göre şarj olur.

<i>FAKTÖR</i>	<i>GENLİK</i>
<i>0.2 Zaman Sabitesi</i>	<i>% 20</i>
<i>0.5 Zaman Sabitesi</i>	<i>% 40</i>
<i>0.7 Zaman Sabitesi</i>	<i>% 50</i>
<i>1 Zaman Sabitesi</i>	<i>% 63</i>
<i>2 Zaman Sabitesi</i>	<i>% 86</i>
<i>3 Zaman Sabitesi</i>	<i>% 96</i>
<i>4 Zaman Sabitesi</i>	<i>% 98</i>
<i>5 Zaman Sabitesi</i>	<i>% 99.3</i>

Tablo 2.2: RC zaman sabitesi, şarj miktarı tablosu

Örneğin,  $R = 1 \text{ K}\Omega$ ,  $C = 1\mu\text{F}$  olan seri bir R-C devresinin zaman sabitesi

$$R.C = 1. 10^3 . 1.10^{-6} = 1 \text{ ms 'dir.}$$

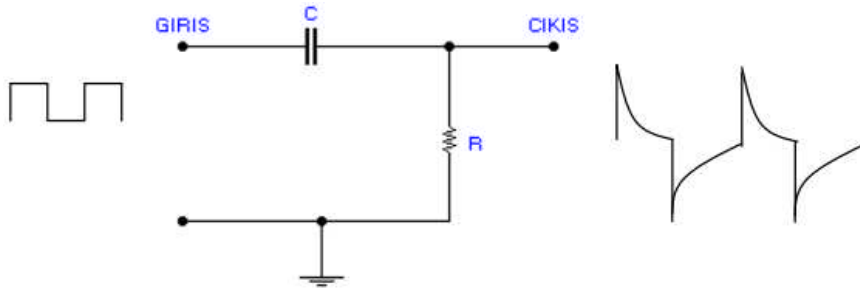
Böyle bir devreye 100 Volt 'luk bir gerilim uygulandığını varsayalım. **1 ms** sonra kondansatör üzerindeki voltaj **63 Volt** 'tur. Burada 1 ms, **1  $\tau$**  'tur. **2 ms** sonra kondansatör üzerindeki voltaj **86 Volt** 'tur. Burada 2 ms, **2  $\tau$**  'tur. **3 ms** sonra kondansatör üzerindeki voltaj **96 Volt** 'tur. **4 ms** sonra **98,1 Volt**, **5 ms** sonra **99,3 Volt** 'tur.

Buradan anlaşılacağı gibi bir kondansatör, ancak  $5 R.C$  süresince, kendisine uygulanan kaynak voltajının tamamına şarj olur. (% 99,3 'ü yaklaşık % 100 alırsak) Bu  $5 R.C$  süresine  $\tau$  (tho) denir.

$$\tau = 5 R.C$$

## 2.2. Türev Devresi

Türev alıcı devreler, giriş sinyalinin değişim süratine bağlı olarak çıkışta farklı bir sinyal şekli oluşturan devrelerdir. Türev devrelerinde kısa zaman sabitesi kullanılır. RC devrelerinde çıkış direnç üzerinden alınır.

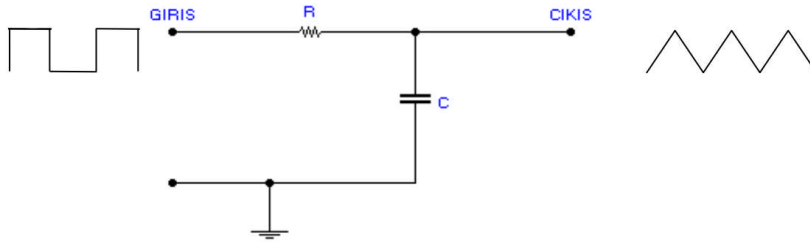


Şekil 2.6: Türev devresi

Şekil 2.6'da görüldüğü gibi türev alıcı devre girişine kare dalga uygulanmıştır. Devre çıkışından alınan sinyal ise genlik ve şekil (form) olarak değişikliğe uğramıştır.

## 2.3. İntegral Devresi

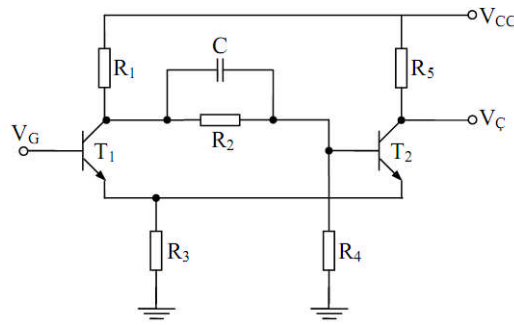
Şekil 2.7'de integral alıcı devre şeması görülmektedir. Çalışma mantığı olarak türev alıcı devresiyle zıtlık gösterir. İntegral alıcı devrelerde uzun zaman sabitesi kullanılmaktadır. Hatırlanacağı gibi türev alıcı devre girişine kare dalga uygulandığında çıkıştan sivriltilmiş bir pals elde ediliyordu. İntegral alıcı devre girişine de kare dalga uygulanıp çıkıştan üçgen dalga formunda bir sinyal elde edilmektedir. Bu farkın nedenlerinden birincisi kondansatör ile direncin yerlerinin değişmiş olması, ikincisi de bu devrede uzun zaman sabitesinin kullanılmasıdır.



Şekil 2.7: İntegral devresi

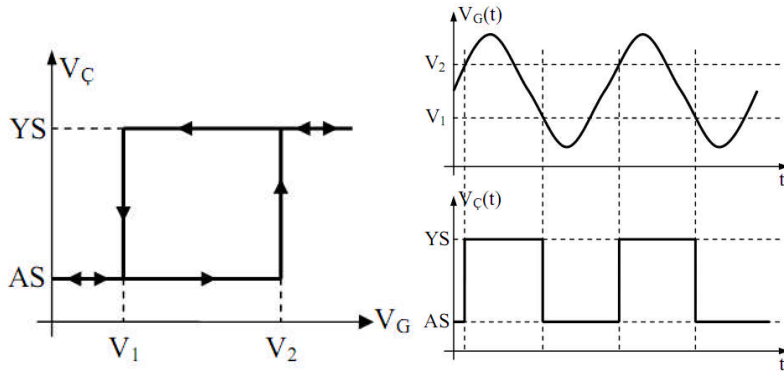
## 2.4. Schmitt Trigger Devresi

Şekil 2.8'deki Schmitt trigger (tetikleyici) devresi, kare dalga üreten bir devredir. Dijital elektronikte, kare dalganın önemi büyüktür. Sequential (ardışıl) devrelerde kullanılan flip/flopların konum değiştirmesi için sayıcı, kaydedici gibi çok fazla kullanılan devrelere kare dalga uygulanır. Girişine uygulanan kare dalganın yükselen veya alçalan kenarlarında flip/flop konum değiştirecektir. Burada Schmitt tetikleyici çok önemlidir Bunun sebebi Schmitt tetikleyicinin histerezis özelliğidir. Schmitt özelliğinden kastedilen aslında Şekil 2.9'da görülen histerezis özelliğidir.



Şekil 2.8: Schmitt trigger devresi

Tetikleme gerilimleri arasında  $V_H = V_1 - V_2$  gibi bir histerezis gerilimi vardır. Böyle bir devrenin girişine sinüzoidal bir işaret uygulandığında elde edilecek çıkış dalga şekli Şekil 2.10' da verilmiştir. Giriş gerilimi  $V_2$  değerinden küçük olduğu sürece T1 kesimde, T2 doymada olacağından çıkış alçak seviye (AS) olacaktır. Giriş gerilimi  $V_2$ 'den büyük olmaya başlayınca T1 ilettime gececek ve hızlı bir şekilde T2'yi kesime sürecektir. Pozitif geri beslemeden dolayı bu işlem çok hızlı bir şekilde gerçekleşecektir. Çıkış yüksek seviye (YS) olacaktır. Giriş gerilimi  $V_1$  değerinin altına düştüğünde çıkış tekrar AS olacaktır. Bu da çıkışta kare dalga olarak gözükcektir.



Şekil 2.9: Histerizis eğrisi

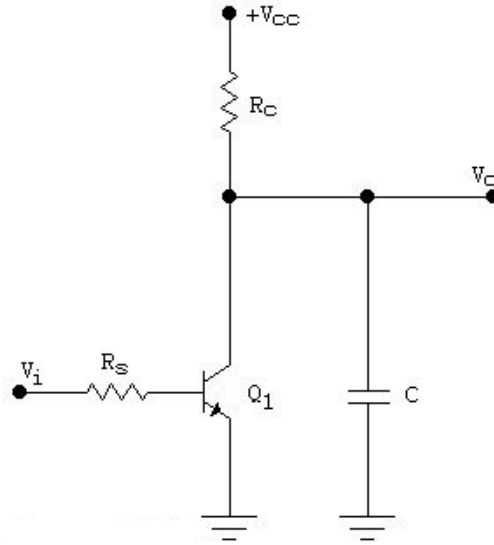
Şekil 2.10: Giriş çıkış dalga şekilleri

## 2.5. Boot strobe Devresi

Boot Strobe devreleri, oldukça lineer pozitif testere dişi dalga üretebilen devrelerdir.

Şekil 2.11' de basit bir testere dişi dalga üretebilen devre şekli gösterilmiştir. Bu devrede  $Q_1$  transistörü anahtar gibi çalışmaktadır. Girişe uygulanan  $V_i$  sinyali kare dalga olup genliği, transistörü kesim ve doyuma çalıştıracak seviyededir.

Girişe uygulanan kare dalganın (-) alternansında transistör kesimde olup C kondansatörü,  $R_C$  direnci üzerinden şarj olur. Girişe uygulanan kare dalganın (+) alternansında transistör doyuma gider ve C kondansatörü,  $Q_1$  transistörü üzerinden deşarj olur. Kondansatörün şarj ve deşarjı ile çıkıştan düzgün bir testere dişi dalga elde edilir.



Şekil 2.11: Boot strobe devresi

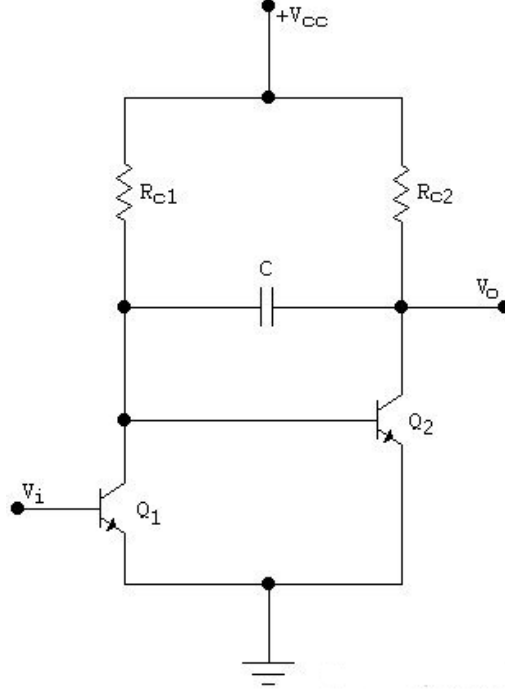
## 2.6. Miller Devresi

Miller devreleri, oldukça lineer (doğrusal) pozitif testere dişi dalga üretebilen devrelerdir. Başka bir ifadeyle Miller devreleri, tarama sinyalinin lineerliği arttırılmış testere dişi jeneratördür.

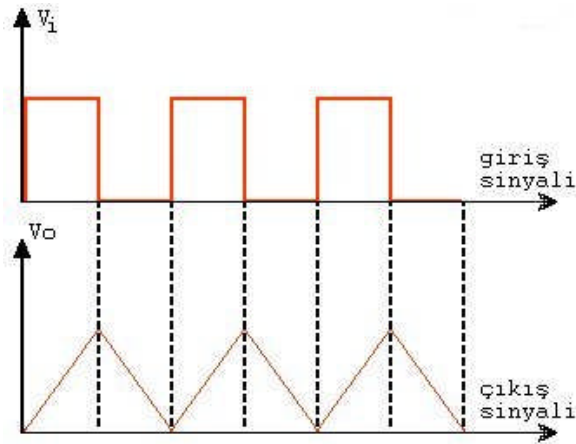
Şekil 2.12 'deki devrenin  $V_i$  girişine uygulanan sinyalin (+) alternansında devredeki  $Q_1$  transistörü iletime geçer. Çünkü  $Q_1$  transistörü NPN tipi bir transistor olup beyzine uygulanan pozitif sinyalde iletime geçecektir.  $Q_1$  'in beyzindeki sinyal (+) alternansta iken kollektörün  $180^\circ$  faz farklı olan (-) alternans alınır. Kollektörden alınan negatif alternans  $Q_2$  transistörünü yalıtıma sokar. Böylece C kondansatörü,  $R_{C2}$  kollektör yük direnci üzerinden  $+V_{cc}$  tatbik voltajına şarj olur.

$V_i$  girişine uygulanan sinyalin (-) alternansında,  $Q_1$  transistörü yalıtıma geçer ve  $Q_2$  transistörü  $R_{C1}$  vasıtasıyla beyz polarması alacağından iletime geçer. C kondansatörü de  $R_{C1}$

direnci üzerinden deşarj olur. C kondansatörünün şarj ve deşarjı ile çıkıştan lineerliği arttırılmış bir testere dişı dalga veya üçgen dalga elde edilir.



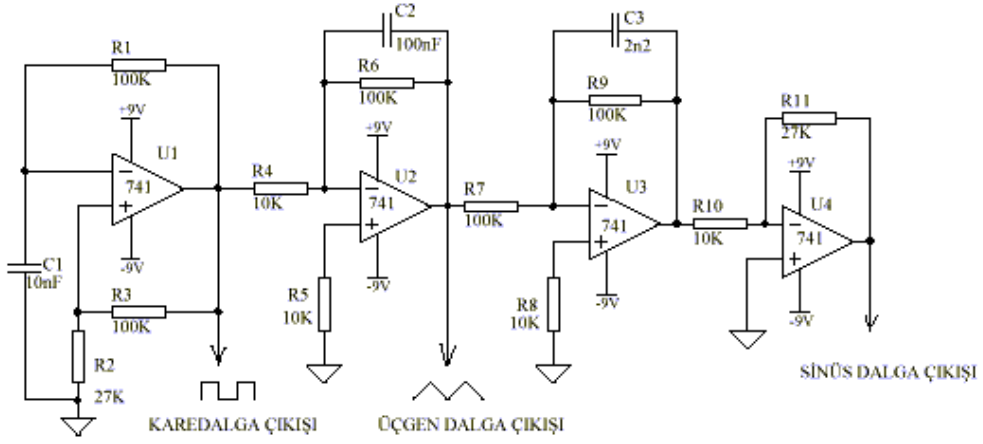
Şekil 2.12: Miller devresi



Şekil 2.13: Miller devresi dalga şekilleri

## 2.7. Entegreli Pals Devresi

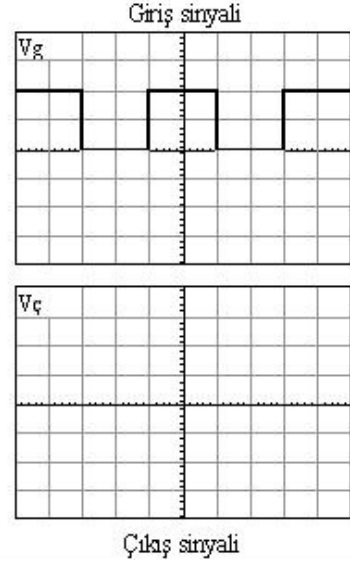
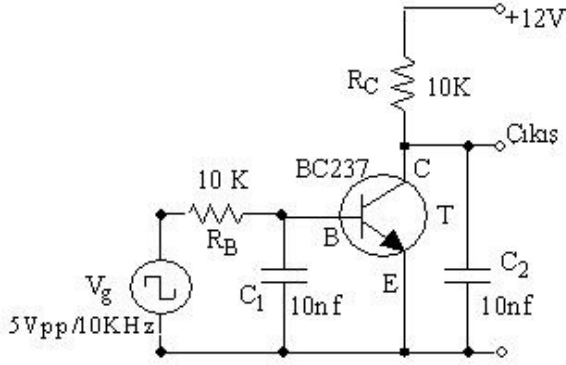
Devre standart OP-AMP olan 741 ile yapılmış ve değişik dalga şeklinde sinyal üreten devredir. Devrede A1 OP-AMP'la yapılmış multivibratör olarak çalışır ve çıkışında kare dalga sinyal alınır. A2 kazancı 10 olan bir integral alıcıdır. OP-AMP'lı multivibratör çıkışından aldığı kare dalga sinyali, çıkışında üçgen dalga sinyaline çevirir. A3 kazancı 1 olan integral alıcıdır. Girişindeki üçgen dalga sinyalinin şeklini sinüs dalga şekline yaklaştırır. A4 ise faz çeviren yükselteçtir. Sinüs dalga şeklindeki sinyal bu devre çıkışından alınır.



Şekil 2.14: Entegre kare, üçgen, sinüs dalga üretici

## UYGULAMA FAALİYETİ

### DEVRE ŞEMASI



Şekil 2.15: Boot Strobe Uygulama Devresi

### Malzeme listesi

- 1 adet bread board
- 1 adet 12V DC güç kaynağı
- 1 adet sinyal jeneratörü
- 1 adet osilaskop
- 1 adet BC237
- 2 adet 10nF kondansatör
- 2 adet 10K direnç

Pals devrelerini kurup arızasını gidiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Şekil 2.15' deki pals devresinin devre şemasını çiziniz.	➤ Şemadaki bağlantıları iyi inceleyerek işleme başlayınız.
➤ Pals devresinin baskılı devresini çiziniz.	➤ Proteus programını kullanarak işlerinizi kolaylaştırabilirsiniz.
➤ Baskılı devreyi çıkarınız.	➤ Ütü yöntemini kullanmanız faydalı olacaktır.
➤ Plaketteki yolları kontrol ediniz.	➤ Baskı devre yollarında kopukluk ya da kısa devre varmı diye dikkatle kontrol ediniz.
➤ Plaketin montajını yapınız.	➤ Devreyi kurarken transistörün bacak bağlantılarına dikkat ediniz. Devreye bağlanan elemanların şemadaki karşılıklarına dikkat ederek bağlarsanız çalışmada kolaylık sağlayacaktır.
➤ Pals devresine enerji vermeden ölçüm yapınız.	➤ Avometrede kırmızı ucun "+" siyah ucun "-" olduğunu unutmayınız.
➤ Pals devresine enerji veriniz.	➤ Devreyi +12V'a bağlarken yönlere dikkat ediniz.
➤ Pals devresine enerji verildikten sonra polarma gerilimlerini ölçünüz.	➤ Avometrede kırmızı ucun "+" siyah ucun "-" olduğunu unutmayınız.
➤ Çıkıştaki sinyalleri osilaskop ile ölçünüz.	➤ DC ölçümlerin DC, AC ölçümlerin AC kademedede yapılacağını unutmayınız.

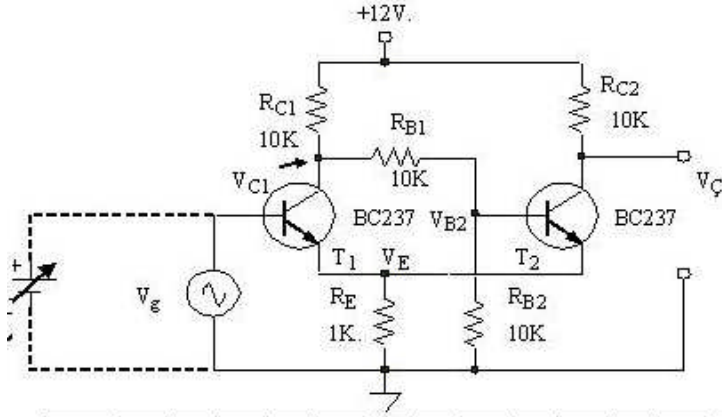
## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

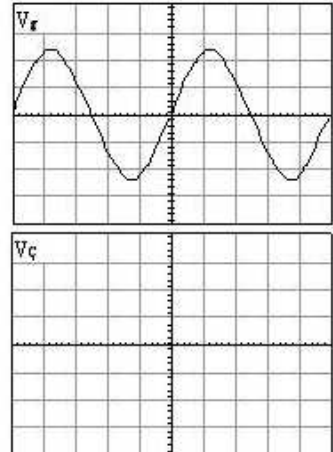
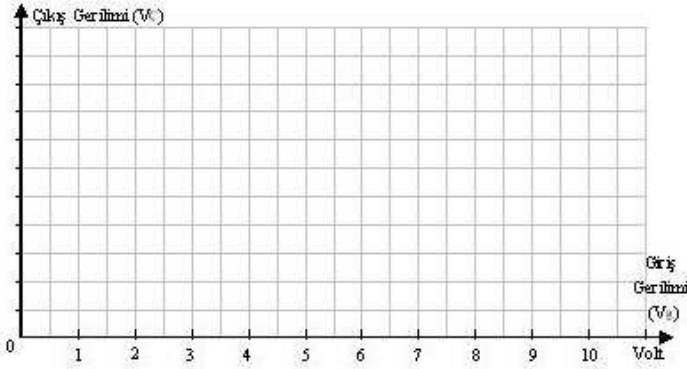
Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Pals devresinin devre şemasını çizebildiniz mi?		
2. Pals devresinin baskılı devresini çizebildiniz mi?		
3. Baskılı devreyi çıkarabildiniz mi?		
4. Plaketteki yolları kontrol edebildiniz mi?		
5. Plaketin montajını yapabildiniz mi?		
6. Pals devresine enerji vermeden ölçüm yapabildiniz mi?		
7. Pals devresine enerji verebildiniz mi?		
8. Pals devresine enerji verildikten sonra polarma gerilimlerini ölçebildiniz mi?		
9. Çıkıştaki sinyalleri osilaskop ile ölçebildiniz mi?		



## UYGULAMA FAALİYETİ



$V_E$ (V)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
$V_C$ (V)																					



Şekil 2.16: Schmitt tetikleyici uygulama devresi

### Malzeme listesi

- 1 adet bread board
- 1 adet 12V DC güç kaynağı
- 1 adet sinyal jeneratörü
- 1 adet osilaskop
- 2 adet BC237
- 1 adet 1K direnç
- 4 adet 10K direnç

Pals devrelerini kurup arızasını gideriniz.

<b>İşlem Basamakları</b>	<b>Öneriler</b>
➤ Şekil 2.16' daki pals devresinin devre şemasını çiziniz.	➤ Şemadaki bağlantıları iyi inceleyerek işleme başlayınız.
➤ Pals devresinin baskılı devresini çiziniz.	➤ Proteus programını kullanarak işlerinizi kolaylaştırabilirsiniz.
➤ Baskılı devreyi çıkarınız.	➤ Ütü yöntemini kullanmanız faydalı olacaktır.
➤ Plaketteki yolları kontrol ediniz.	➤ Baskı devre yollarında kopukluk ya da kısa devre varmı diye dikkatle kontrol ediniz.
➤ Plaketin montajını yapınız.	➤ Devreyi kurarken transistörün bacak bağlantılarına dikkat ediniz. Devreye bağlanan elemanların şemadaki karşılıklarına dikkat ederek bağlarsanız çalışmada kolaylık sağlayacaktır.
➤ Pals devresine enerji vermeden ölçüm yapınız.	➤ Avometrede kırmızı ucun "+" siyah ucun "-" olduğunu unutmayınız.
➤ Pals devresine enerji veriniz.	➤ Devreyi +12V'a bağlarken yönlere dikkat ediniz.
➤ Pals devresine enerji verildikten sonra polarma gerilimlerini ölçünüz.	➤ Avometrede kırmızı ucun "+" siyah ucun "-" olduğunu unutmayınız.
➤ Çıkıştaki sinyalleri osilaskop ile ölçünüz.	➤ DC ölçümlerin DC, AC ölçümlerin AC kademedede yapılacağını unutmayınız.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Pals devresinin devre şemasını çizebildiniz mi?		
2.	Pals devresinin baskılı devresini çizebildiniz mi?		
3.	Baskılı devreyi çıkarabildiniz mi?		
4.	Plaketteki yolları kontrol edebildiniz mi?		
5.	Plaketin montajını yapabildiniz mi?		
6.	Pals devresine enerji vermeden ölçüm yapabildiniz mi?		
7.	Pals devresine enerji verebildiniz mi?		
8.	Pals devresine enerji verildikten sonra polarma gerilimlerini ölçebildiniz mi?		
9.	Çıkıştaki sinyalleri osilaskop ile ölçebildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Pals devreleri ise **dalga şekillendirme** amacıyla kullanılan devrelerdir
2. ( ) Girişteki sinüsoidal veya üçgen sinyali, çıkışta kare dalgaya çeviren devreye **türev alıcı devre** denir.
3. ( ) İdeal pals sinyalindeki gibi dalga şeklinin yüksek zaman kısmı, düşük zaman kısmına eşitse kare dalga denir
4. ( ) Herhangi bir pals sinyalinin yükselirken 10% ile 90% arasındaki zamana yükselme zamanı denir.
5. ( )  $\tau = 4.R.C$
6. ( ) RC Bobin Kondansatör demektir.
7. ( ) Schmitt özelliğinden kastedilen histerezis özelliğidir.

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Osilatör devrelerini hatasız olarak kurabilecek/arızasını giderebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

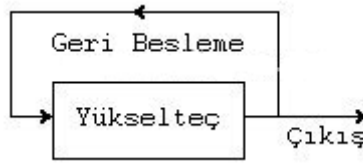
Piyasadaki osilatör devrelerin neler olduğunu, osilatör devrelerin nerelerde kullanıldığını araştırınız.

## 3.OSİLATÖRLER

Belirlenen frekans değerinde kendi kendine AC sinyal üreten pozitif geri beslemeli elektronik devrelere osilatör denir.

### 3.1. Çalışması

Osilatör çıkışındaki sinyal sinusoidal, üçgen ya da kare dalga olmaktadır. Bir osilatörün çıkış verebilmesi için giriş sinyaline ihtiyaç yoktur. Sadece DC besleme gerilimi yeterlidir.



Şekil 3.1: Temel osilatör blok diyagramı

Bir osilatör devresinin meydana getirdiği sinyallerin veya osilasyonların (salınım) devam edebilmesi için “Yükseltme, Geri Besleme, Frekans Tespit Edici”ye ihtiyaç vardır. Bir osilatör devresinde çıkışın bir miktarı Şekil 3.1 'de görüldüğü gibi girişe geri beslenmesi gerekir. Devre kayıplarının önüne geçebilmek için girişe geri beslenmesi gerekir. Devre kayıplarının önüne geçebilmek ve osilasyonların devamlılığı için kullanılması gereken geri besleme Pozitif geri besleme olmalıdır. Bir osilatörün önceden belirlenecek bir frekansta osilasyon yapabilmesi için bir frekans tespit ediciye ihtiyaç vardır. Bu frekans tespit edici devre, filtre devresi olup istenen sinyalleri geçilip istenmeyenleri bastırır. Osilatör çıkışındaki sinyalin, genlik ve frekansının sabit tutulabilmesi için osilatör devresindeki yükseltcin, çıkış yükü ve pozitif geri besleme için yeterli kazancı sağlaması gerekir. Genellikle güç kazancının büyük olması, giriş ve çıkış empedansının birbirine kolayca uydurulabileceği düzen olarak emiteri ortak bağlantı olarak kullanılır.

Geri besleme, bir sistemde yüksek seviye noktasından alçak seviye noktasına enerji transferidir. Geri besleme girişi arttırıcı yönde ise pozitif, azaltıcı yönde ise negatif geri

beslemedir. Bir osilatörün ihtiyacı, pozitif geri beslemedir. Bir osilatördeki geri besleme, frekans tespit edici devredeki zayıflamayı dengeler.

### 3.2. Çeşitleri

Osilatör yapımında kullanılan devre elemanlarına göre osilatörler değişik isimler alır. Bunlar, kristal kontrollü osilatör, RC osilatör, LC osilatör ve faz kaymalı osilatördür.

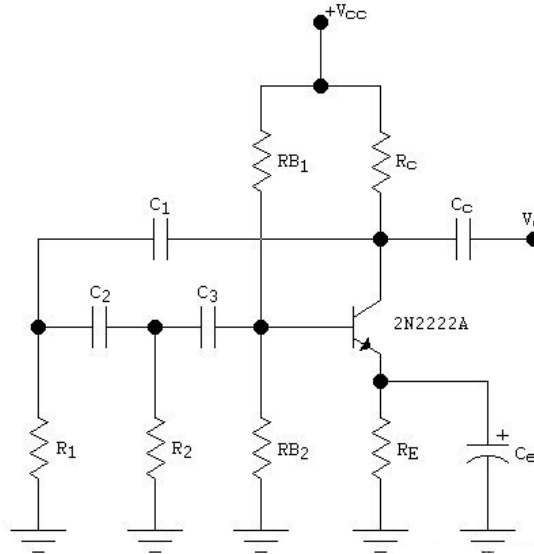
Sinüsoidal sinyal üretmek için kristal kontrollü osilatörler ya da LC osilatörler kullanılır. Kare dalga veya sinüsoidal sinyal üretmek için RC osilatör kullanılır. Osilatör olarak çalıştırılmak üzere üretilen özel tip entegreler de vardır. Örneğin, 8038 entegresinin farklı çıkış ayaklarından üçgen, sinüsoidal ve kare dalga sinyaller alınabilmektedir.

#### 3.2.1. RC Osilatörü

Çıkışında sinüsoidal sinyal üreten osilatörler, alçak frekanslardan, yüksek frekanslara kadar sinyal üretir. Alçak frekans osilatör tiplerinde frekans tespit edici devre için direnç ve kondansatörler kullanılıyor ise bu tip osilatörlere "RC Osilatörler" adı verilir.

RC osilatörler, 20 Hz - 20KHz arasındaki ses frekans sahasında geniş uygulama alanına sahiptir. Çalışma frekansları 1MHz' e kadar çıkabilir.

Şekil 3.2' de RC osilatörün devre şeması gösterilmiştir. Şemada R-C devresi (C1R1 – C2R2 - C3R3) hem pozitif geri beslemeyi hem de frekans tespit edici işlemini gerçekleştirir.

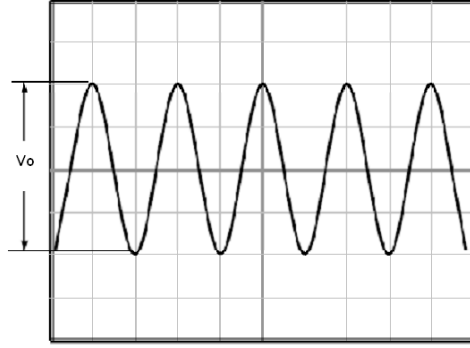


Şekil 3.2: RC faz kaymalı osilatör devresi

3 adet RC devresinin her biri  $60^\circ$  faz kaydırıp toplam  $180^\circ$  'lik faz kaydırmaya neden olmuştur. C3 çıkışındaki sinyal, transistörün beyzine uygulanan pozitif geri besleme sinyalidir.

Şekil 3.2 'de görülen transistörlü R-C osilatör devresinde yükselteç 2N2222A NPN tipi bir transistörle emiteri ortak bağlantı olarak gerçekleştirilmiştir. Emiteri ortak yükselteç

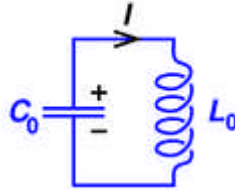
devresinin beyzi ile kollektörü arasında  $180^\circ$  faz farkı vardır. Bu devrenin osilasyon yapabilmesi için çıkış  $V_o$  gerilimini  $180^\circ$  faz kaydırılarak girişe yani beyze pozitif geri beslenmesi gereklidir.



Şekil 3.3: RC faz kaymalı osilatör devresi çıkış sinyali

### 3.2.2. LC Osilatörü

RC osilatörlerle elde edilemeyen yüksek frekanslı sinyaller (osilasyonlar) LC osilatörlerle elde edilir. LC osilatörlerle MHz seviyesinde yüksek frekanslı sinüsoidal sinyaller elde edilir. Paralel bobin ve kondansatörden oluşan(LC) devreye “Tank Devresi” adı verilir. Osilasyonlar bu tank devrelerinden meydana gelir.



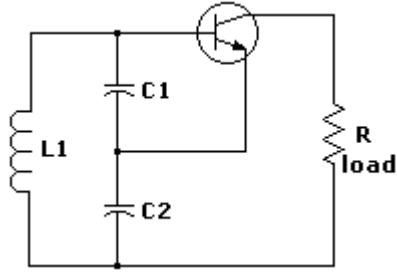
Şekil 3.4: LC Tank devresi

LC osilatörlerde üretilen sinüsoidal sinyalin frekansı, aynı zamanda tank devresinin rezonans frekansı olup aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$f = 1 / (2\pi\sqrt{L.C})$$

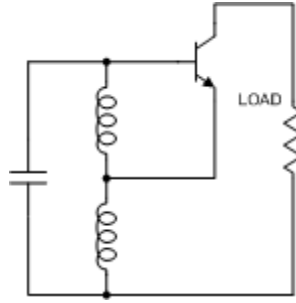
Yükselteç olarak transistör veya entegre kullanılır. LC osilatörü pozitif geri besleme yoluyla sönümsüz hâle getirebilmek için sıklıkla Colpitts, Hartley ve Armstrong osilatörleri olarak adlandırılan devreler kullanılır.

Colpitts osilatör geri beslemesini kapasitif bir gerilim bölücünden alır.



**Şekil 3.5: Colpitts geri besleme devresi**

Hartley osilatör geri beslemesini endüktif bir gerilim bölücünden alır.

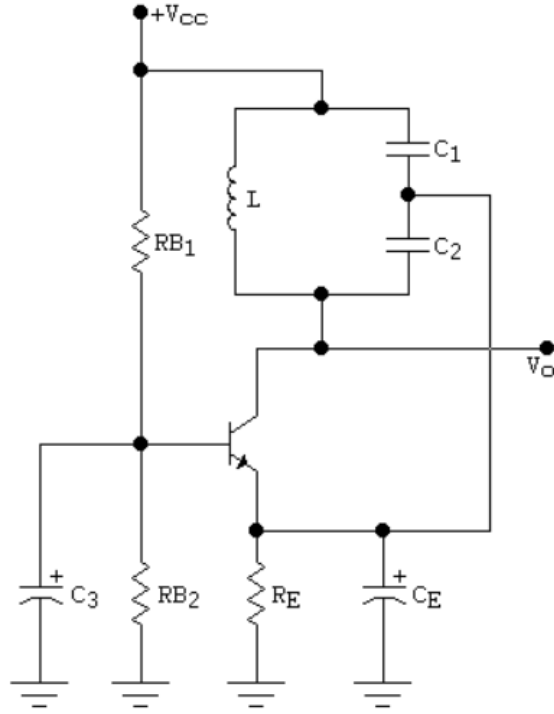


**Şekil 3.6: Hartley geri besleme devresi**

Amstrong osilatör ise geri beslemesini ana sarım üzerine sarılmış birkaç turluk başka bir sarımdan alır (Bir tür trafo ile aldığı söylenebilir.).

Şekil 3.7'de colpits osilatöründe, C1 ve C2 gibi split kondansatörler (ayrılmış, bölünmüş kondansatörler) bulunur. Bu split kondansatörler, colpits osilatörlerin en belirgin özelliğidir.





Şekil 3.7: Transistörlü colpits osilatör devresi

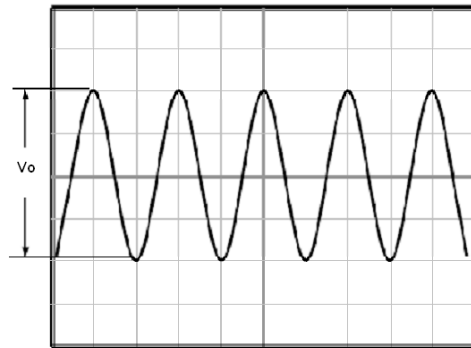
Bu osilatörün tank devresini L - C1 ve C2 elemanları oluşturur. Burada, C1 ve C2 seri bağlı olduğundan, tank devresinin eş değer kapasite değeri,

$$C_T = (C_1 \cdot C_2) / (C_1 + C_2) \quad \text{olur.}$$

Osilatörün çıkışından alınan sinüsoidal sinyalin frekansı,

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C_T}}$$

olarak bulunur.

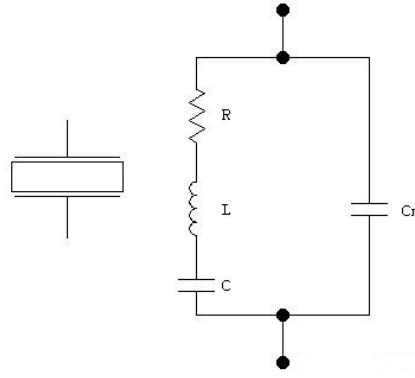


Şekil 3.8: Transistörlü colpits osilatör devresi çıkış sinyali

### 3.2.3. Kristalli Osilatör

Osilatörlerde frekans kararlılığı çok önemlidir. Bir osilatörün sabit frekansta kalabilme özelliğine "Frekans Kararlılığı" denir. RC ve LC osilatörle de frekans kararlılığı iyi değildir. Verici devrelerinde, tahsis edilen frekans yayın yapabilmesi için frekans kararlılığı en iyi olan kristal kontrollü osilatörler kullanılır.

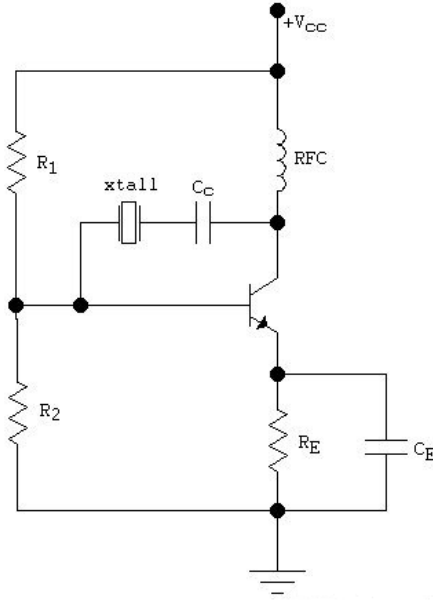
RC veya LC osilatörlerde L, C ve R değerlerindeki değişkenlikler, transistörlü yükseltecin statik çalışma noktasındaki değişiklikler, sıcaklık ve nem gibi çevresel değişimlere bağlı olarak frekans kararlılığı değişir. Bu elemanların yerine frekans kararlılığı çok iyi olan kristal elemanlar kullanılır.



Şekil 3.9: Kristal(XTALL) sembolü ve eş değer devresi

Kristal, piezoelektrik etkiyle çalışan bir elemandır. Piezoelektrik özellik sergileyen doğal kristal elemanlar, quartz (kuvars), Rochelle tuzu ve turmalindir. Genellikle kristal mikrofonlarda Rochelle tuzu kullanılırken osilatörlerde frekans kararlılığı nedeniyle quartz kullanılır. Quartz kristalinin bir yüzüne mekanik baskı uygulandığı zaman karşıt yüzler arasında bir gerilim oluşur. Kristallerde etki iki türdür. Mekanik titreşimlerin elektriki salınımlar, elektriki salınımların mekanik titreşimler üretmesine "Piezoelektrik Etki" adı verilir. Bir kristale, rezonans frekansından veya buna yakın bir frekansta AC bir sinyal uygulandığında, kristal mekanik salınımlar yapmaya başlar. Mekanik titreşimlerin büyüklüğü, uygulanan gerilimin büyüklüğü ile doğru orantılıdır.

Transistörlü ve entegreli tipleri vardır.



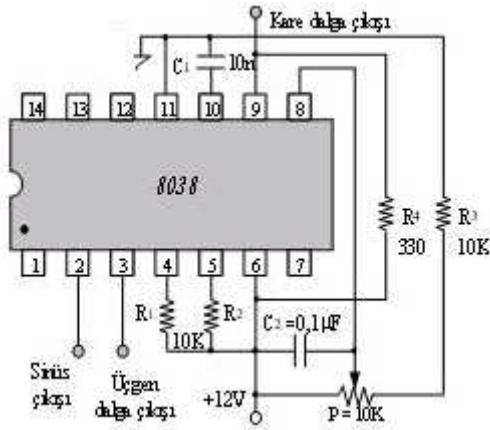
**Şekil 3.10: Transistörlü kristal kontrollü osilatör**

Şekil 3.10'da kristalin seri rezonans frekansında çalışabilmesi için kristal, geri besleme yoluna seri olarak bağlanmıştır. Burada geri besleme miktarı en büyük düzeydedir.

NPN tipi transistör yükselteç devresini oluştururken  $R_1$ ,  $R_2$  gerilim bölücü devresini oluşturur.

### 3.2.4. Entegreli Osilatör

ICL 8038 entegresi, çıkışında üç farklı dalga formunda sinyal üreten osilatör entegresidir. Bu devre ile frekans değerleri aynı olan kare, üçgen ve sinüs şeklindeki üç farklı dalga formunda sinyaller üretilir. İstenirse sinyallerin frekansı, distorsiyon oranı ve dalga genişliği (duty cycle) devre üzerindeki potlarla ayarlanabilir. Bu entegre ile çok amaçlı fonksiyon jeneratörleri üretilebilir.



**Şekil 3.10: 8038 entegre osilatör**

### 3.3. Osilatörde Arıza Giderme

Arızalı bir osilatör devresinin veya sistemin arızasını gidermek birçok yoldan yapılabilir. Arızalı osilatör çıkış sinyali, hiç olmaması veya hatalı olması şeklinde tanımlanabilir. Yapılacak işlemler aşağıda sıralanmıştır.

#### ➤ Enerji kontrolü

Arızalı bir devre için ilk yapmanız gereken enerjinin olup olmadığını kontrol ederek enerji kablosunun prize takılı olmasından ve sigortanın yanmamış olmasından emin olmaktır. Batarya (pil), kullanılan sistemlerde ise bataryanın dolu ve çalışır durumda olduğundan emin olmaktır.

#### ➤ Duyussal kontrol

Orneğin, yanık bir direnç, kopmuş teller, zayıf lehim bağlantıları, kötü bakır yollar ve atmış sigortalar genelde görülebilir. Bunun yanı sıra elemanların arızalanması sırasında veya hemen sonra devrenin yanında iseniz çıkan dumanı koklayabilirsiniz. Bazen prizi çıkarıp dokunma duyunuzu kullanarak devrede aşırı ısınan elemanı hemen tespit edebilirsiniz. Bu metot çok sık kullanılmaz. Çünkü devre bir süre düzgün çalışır sonra ısı artınca bozulur. Bir kural olarak duyussal kontrol yapmadan daha karmaşık arıza bulma metotlarını kullanmayınız. Asla çalışan devreye dokunmayınız. Çünkü yanma veya elektrik şoku riski olabilir.

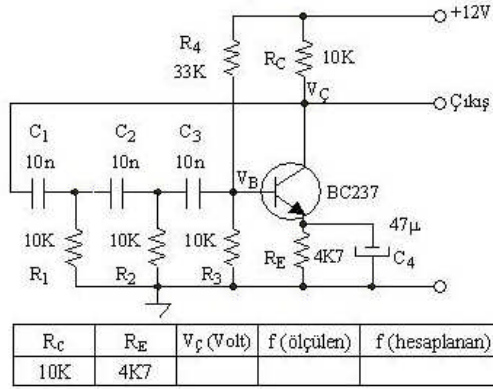
#### ➤ Eleman değiştirme (yedek eleman kullanmak)

Bu metot hatalara dayalı tahmin yürütme eğitime, tecrübesine bağlıdır. Devrenin çalışması hakkındaki bilginize dayanır. Belli arızaları, kusurlu devrede belli elemanlar gösterir. Bu metodu kullanarak şüpheli elemanı değiştirebilir ve devrenin düzgün çalışıp çalışmadığını test edebilirsiniz. Eğer yanılmışsanız bir diğer şüpheli elemanı seçebilirsiniz. İlk seferde doğru tespit yaparsanız şüphesiz bu metot çok hızlıdır. Fakat ilk seferde doğruyu bulamazsanız çok fazla zamanınız kaybolabilir ve çok pahalıya mal olabilir. Açıkça eleman Değiştirmek, problemi belirlemede garantili bir yoldur. Çünkü yeteri kadar eleman değiştirerek sonunda kusurlu olanı bulursunuz. Belirti ve sebep arasındaki ilişki göze çarpmak kadar belli olmadıkça tavsiye edile bir metot değildir.

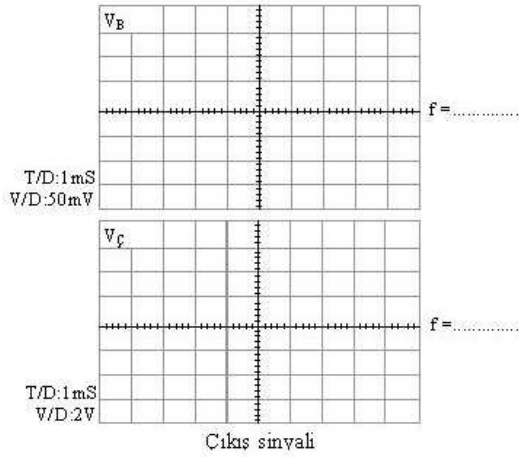
#### ➤ Sinyal izleme

Bu arıza giderme metodu en fazla kullanılan ve en etkili olanıdır. Temel olarak yapılacak işlem, osilatör devresinde veya sistemde izlediğimiz sinyalin nerede kaybolduğunu veya yanlış, farklı bir sinyalin ilk görüldüğü yeri tespit etmektir.

## UYGULAMA FAALİYETİ



$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C \sqrt{6 + 4 \cdot \frac{(R_c)}{R}}}$$



Şekil 3.11: RC faz kaymalı osilatör uygulama devresi

### Malzeme listesi

- 1 adet bread board
- 1 adet 12V DC güç kaynağı
- 1 adet sinyal jeneratörü
- 1 adet osilaskop
- 1 adet BC237
- 3 adet 10nF kondansatör
- 1 adet 47uF 25V kondansatör
- 4 adet 10K direnç
- 1 adet 4K7 direnç
- 1 adet 33K

Osilatör devrelerini kurup arızasını gideriniz.

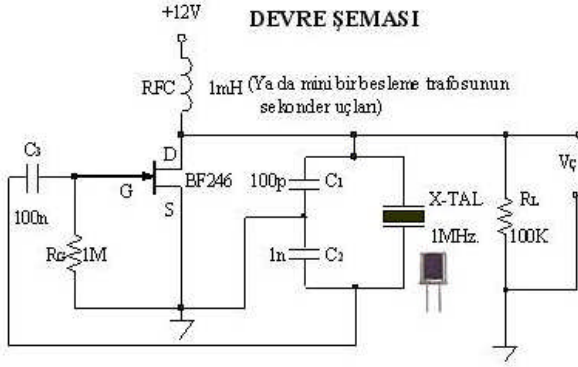
İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Şekil 3.11' deki osilatör devresinin devre şemasını çiziniz.	➤ Şemadaki bağlantıları iyi inceleyerek işleme başlayınız.
➤ Osilatör devresinin baskılı devresini çiziniz.	➤ Proteus programını kullanarak işlerinizi kolaylaştırabilirsiniz.
➤ Baskılı devreyi çıkarınız.	➤ Ütü yöntemini kullanmanız faydalı olacaktır.
➤ Plaketteki yolları kontrol ediniz.	➤ Baskı devre yollarında kopukluk ya da kısa devre varmı diye dikkatle kontrol ediniz.
➤ Plaketin montajını yapınız.	➤ Devreyi kurarken transistörün bacak bağlantılarına dikkat ediniz. Devreye bağlanan elemanların şemadaki karşılıklarına dikkat ederek bağlarsanız çalışmada kolaylık sağlayacaktır.
➤ Osilatör devresine enerji vermeden ölçüm yapınız.	➤ Avometrede kırmızı ucun "+" siyah ucun "-" olduğunu unutmayınız.
➤ Osilatör devresine enerji veriniz.	➤ Devreyi +12V'a bağlarken yönleri dikkat ediniz.
➤ Osilatör devresine enerji verildikten sonra polarma gerilimlerini ölçünüz.	➤ Avometrede kırmızı ucun "+" siyah ucun "-" olduğunu unutmayınız.
➤ Çıkıştaki sinyalleri osilaskop ile ölçünüz.	➤ DC ölçümlerin DC, AC ölçümlerin AC kademedeki yapılacağını unutmayınız.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Osilatör devresinin devre şemasını çizebildiniz mi?		
2. Osilatör devresinin baskılı devresini çizebildiniz mi?		
3. Baskılı devreyi çıkarabildiniz mi?		
4. Plaketteki yolları kontrol edebildiniz mi?		
5. Plaketin montajını yapabildiniz mi?		
6. Osilatör devresine enerji vermeden ölçüm yapabildiniz mi?		
7. Osilatör devresine enerji verebildiniz mi?		
8. Osilatör devresine enerji verildikten sonra polarma gerilimlerini ölçebildiniz mi?		
9. Çıkıştaki sinyalleri osilaskop ile ölçebildiniz mi?		

## UYGULAMA FAALİYETİ



f (kristal)	Ölçülen	
	f (KHz.)	V <sub>c</sub> (V)



BF245 G S D  
BF246 S G D



Şekil 3.12: Kristal osilatör uygulama devresi

### Malzeme listesi

- 1 adet bread board
- 1 adet 12V DC güç kaynağı
- 1 adet sinyal jeneratörü
- 1 adet osilaskop
- 1 adet 1MHz kristal
- 1 adet BF246
- 1 adet 1mH bobin (ya da 12V 3W trafonun sekonder uçları)
- 1 adet 100pF kondansatör
- 1 adet 1nF kondansatör
- 1 adet 100nF kondansatör
- 2 adet 10K direnç
- 1 adet 1M direnç

Osilatör devrelerini kurup arızasını gideriniz.

<b>İşlem Basamakları</b>	<b>Öneriler</b>
➤ Şekil 3.12'deki osilatör devresinin devre şemasını çiziniz.	➤ Şemadaki bağlantıları iyi inceleyerek işleme başlayınız.
➤ Osilatör devresinin baskılı devresini çiziniz.	➤ Proteus programını kullanarak işlerinizi kolaylaştırabilirsiniz.
➤ Baskılı devreyi çıkarınız.	➤ Ütü yöntemini kullanmanız faydalı olacaktır.
➤ Plaketteki yolları kontrol ediniz.	➤ Baskı devre yollarında kopukluk ya da kısa devre varmı diye dikkatle kontrol ediniz.
➤ Plaketin montajını yapınız.	➤ Devreyi kurarken transistörün bacak bağlantılarına dikkat ediniz. Devreye bağlanan elemanların şemadaki karşılıklarına dikkat ederek bağlarsanız çalışmada kolaylık sağlayacaktır.
➤ Osilatör devresine enerji vermeden ölçüm yapınız.	➤ Avometrede kırmızı ucun "+" siyah ucun "-" olduğunu unutmayınız.
➤ Osilatör devresine enerji veriniz.	➤ Devreyi +12V'a bağlarken yönlere dikkat ediniz.
➤ Osilatör devresine enerji verildikten sonra polarma gerilimlerini ölçünüz.	➤ Avometrede kırmızı ucun "+" siyah ucun "-" olduğunu unutmayınız.
➤ Çıkıştaki sinyalleri osilaskop ile ölçünüz	➤ DC ölçümlerin DC, AC ölçümlerin AC kademedede yapılacağını unutmayınız.



## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Osilatör devresinin devre şemasını çizebildiniz mi?		
2.	Osilatör devresinin baskılı devresini çizebildiniz mi?		
3.	Baskılı devreyi çıkarabildiniz mi?		
4.	Plaketteki yolları kontrol edebildiniz mi?		
5.	Plaketin montajını yapabildiniz mi?		
6.	Osilatör devresine enerji vermeden ölçüm yapabildiniz mi?		
7.	Osilatör devresine enerji verebildiniz mi?		
8.	Osilatör devresine enerji verildikten sonra polarma gerilimlerini ölçebildiniz mi?		
9.	Çıkıştaki sinyalleri osilaskop ile ölçebildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Bir osilatörün çıkış verebilmesi için giriş sinyaline ihtiyaç yoktur.
2. ( ) "Yükseltme, Geri Besleme, Frekans Tespit Edici" osilatör devresini oluşturur.
3. ( ) Faz kayması LC osilatörlerde kullanılır.
4. ( ) Tank devresi paralel LC devrelerinden oluşur.
5. ( ) Frekans kararlılığı RC osilatör ile sağlanır.
6. ( ) Kuvars dirençlerde kullanılır.
7. ( ) 8038 entegresi, çıkışında üç farklı dalga formunda sinyal üreten osilatör entegresidir.
8. ( ) Osilatör devrelerinde sinyal izleme önemli bir arıza bulma yöntemidir.

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-4

## AMAÇ

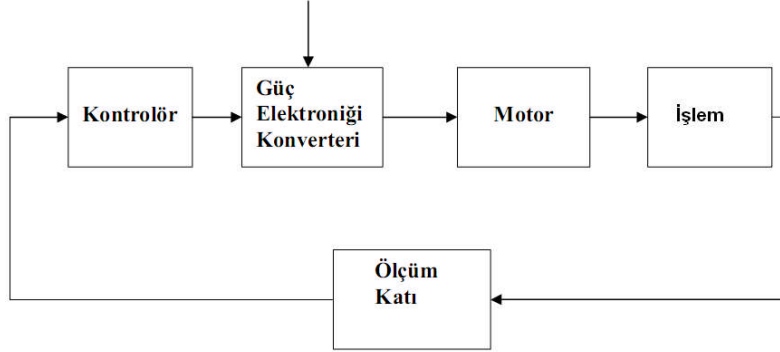
Motor sürücü devrelerini hatasız olarak kurabilecek/arızasını giderebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Piyasadaki motor çeşitlerinin, motor çeşitlerine göre kullanılan sürücü devrelerinin neler olduğunu araştırınız.

## 4.MOTOR SÜRÜCÜ DEVRELERİ

Motor sürücü devreleri güç elektroniği devrelerinin en önemli uygulama alanlarından biridir. Amaç hız, pozisyon ya da moment kontrolü yapmaktır. Genel bir blok diyagramı şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4.1: Motor sürücü devresi blok diyagramı

Burada işlem motor sürücü tasarımını belirleyen en önemli faktördür. Örneğin, robotikte servo kalitesinde sürücü istenirken bina havalandırma tesisinde kullanılan motor sürücülerini sadece hız ayarı yapmak için tasarlanır.

Servo uygulamalarında cevap hızı, komutu takip etme hassasiyeti çok önemli faktörlerdir. Bununla beraber pek çok uygulamada hassasiyet ve cevap hızı çok önemli faktörler değildir.

Motor sürücü sistemleri motor ve onu kontrol eden güç elektroniği dönüştürücüsünden oluşur. Motor; DC, asenkron ve senkron motor olabilir. Bunun dışında motor miline bağlı bir hız ve/veya pozisyon sensörü bağlanır. Güç elektroniği devresi ise ana güç katı ve yardımcı elektronik elamanlardan oluşur.

## 4.1. PWM Kullanım Amaçları

İnverterin fonksiyonu, bir DC giriş gerilimini simetrik, istenilen genlikte ve frekansta bir AC gerilime dönüştürmektir.

DC giriş gerilimi sabit ve ayarlanamaz ise değişken bir çıkış gerilimi inverter kazancını değiştirerek elde edilebilir ki bu genelde inverterin darbe genişlik modülasyonu yani PWM kontrolüyle sağlanır.

➤ **PWM(Pulse-width modulation):** Darbe genişlik modülasyonu, üretilecek olan darbelerin, genişliklerini kontrol ederek çıkışta üretmek istenen analog elektriksel değerin veya sinyalin elde edilmesi tekniğidir.

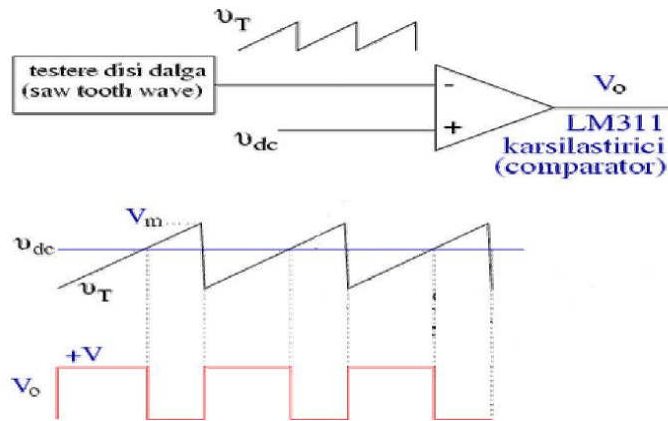
Endüstride özellikle asenkron motorların kontrolunda yoğun olarak kullanılmakta olan PWM invertörler, DC gerilim kaynağını kullanarak değişken frekanslı ve değişken gerilimli AC üretir. Bu bölümde gerilim kaynaklı türü incelenecek olan PWM invertörlerin en önemli avantajı çıkışta oluşan AC gerilimin genlik ve frekansının çok kolaylıkla ayarlanabilmesidir ki bu sayede senkron ve asenkron motorlarda çok kolaylıkla hız kontrolü yapılabilmektedir.

## 4.2. Kullanım Yerleri

PWM elektrik ve elektronikte birçok alanda, farklı amaçlar için kullanılmaktadır. PWM tekniği, telekomünikasyonda, motor sürücülerinde, güç devrelerinde, kodlama ve kod özme tekniklerinde, güç, voltaj düzenleyicilerde, ses üreteçlerinde veya yükselteçler gibi çeşitli uygulama alanlarında kullanılmaktadır.

## 4.3. Çıkış Gerilimin Hesabı

PWM en basit olarak bir doğru geriliminin (DC) testere dişi bir dalgayla karşılaştırılması ile elde edilir.



Şekil 4.2: PWM' in elde edilmesi

Karşılaştırma işlemi sonunda çıkış geriliminin denklemi aşağıda verildiği gibidir.

$$V_0 = \begin{cases} +V & v_{dc} > v_T \\ 0 & v_{dc} < v_T \end{cases}$$

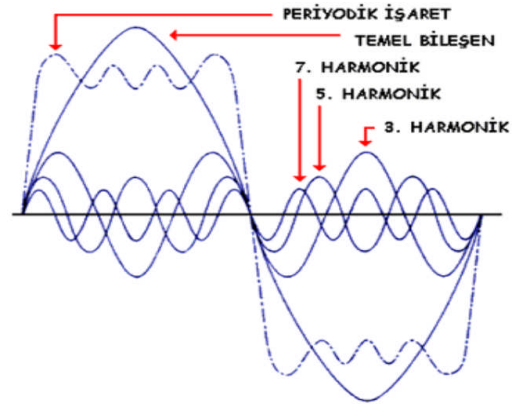
Denklem 4.1: PWM' in elde edilmesi

#### 4.4. Temel Harmonik Bileşeni

Belirli bir frekanstaki tüm periyodik dalga şekilleri kendi frekansının katlarındaki sinüs dalgalarının toplamına eşittir. Toplanarak periyodik dalgayı oluşturan sinüs dalgalarının her birine harmonik denilmektedir. Birinci harmonik analizi yapılan periyodik işaretle aynı frekanstadır ve temel bileşen olarak adlandırılır. İkinci harmonik temel bileşenin frekansının iki katıdır. Genel olarak ifade edilecek olursa n. harmoniğin frekansı temel bileşenin n katıdır.

Örnek olarak frekansı 50 Hz olan bir dalganın bazı harmoniklerinin frekansı şu şekildedir:

Temel Bileşen ( 1.Harmonik )	50Hz
2.Harmonik	100Hz
3.Harmonik	150Hz
4.Harmonik	200Hz
5.Harmonik	250Hz
6.Harmonik	300Hz



Şekil 4.3: Harmonik frekansları

#### 4.5. Bir Fazlı Gerilim Beslemeli İnvörtör

İnvörtörler, geniş olarak endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır (Değişken hızlı ac motor sürücüleri, endüksiyonla ısıtma, ac gerilim regülatörleri, kesintisiz güç kaynakları (UPS) sistemleri vb.). Giriş bir akü, fuel cell (dolmuş hücresi), solar cell (ışık hücresi) ya da daha farklı bir DC kaynak olabilir.

İnvörtörler temel olarak iki gruba ayrılır:

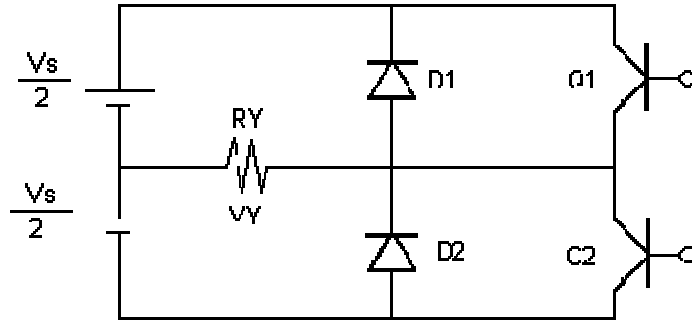
- Tek fazlı invörtörler
- Üç fazlı invörtörler
- Tipik tek fazlı çıkış değerleri ise
  - 120 V - 60 Hz
  - 220 V - 50 Hz

- 115 V - 400 Hz şeklindedir.
- Yüksek güçlü 3 fazlı invertör çıkışları ise
- 220\380v-50 Hz
- 120\208v-60 Hz
- 115\200v-400 Hz'dir.



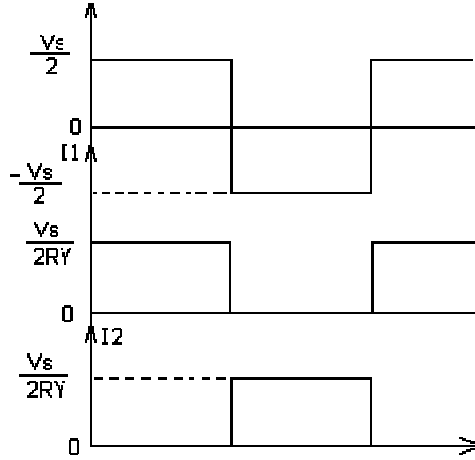
Resim 4.1: İnvertör resmi

İnvertörlerden çıkış gerilimi elde etmek için genelde PWM kontrol sinyalleri kullanılır. Bir invertörde giriş gerilimi sabit ise **(VSI) voltaj beslemeli invertör** giriş akımı sabitse **(CSI) akım beslemeli invertör** ve giriş gerilimi kontrol edilebiliyorsa değişken DC ile beslenen invertör adını alır.



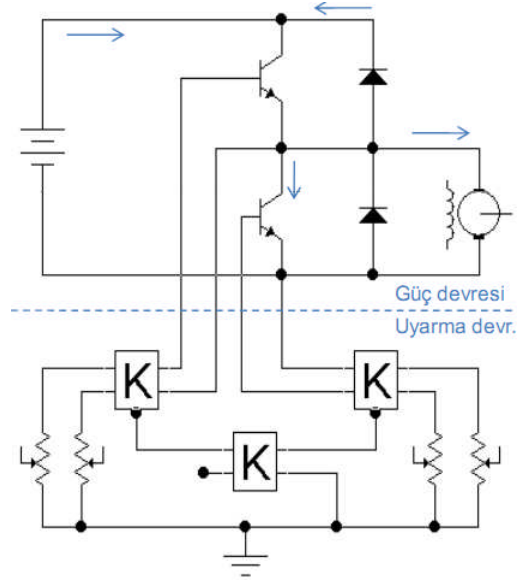
**Şekil 4.4: Bir fazlı gerilim beslemeli yarım köprü invertör**

Şekil 4.4' teki devre 2 adet kıyıcıdan meydana gelmiş tek fazlı gerilim beslemeli yarım köprü invertör  $T/2$  zaman aralığı için sadece  $Q1$  transistörü iletme sokulursa yük uçlarındaki gerilimin ani değeri  $V_s/2$ 'dir. Eğer diğer  $T/2$  zaman aralığı sadece  $Q2$  transistörü iletme sokulursa yük uçlarında  $V_s/2$  görünür tetikleme devresi ne olursa olsun  $Q1$  ve  $Q2$ 'yi aynı anda tetiklemeyecek şekilde tasarlanmalıdır.



**Şekil 4.5: Bir fazlı yarım köprü invertör dalga şekilleri**

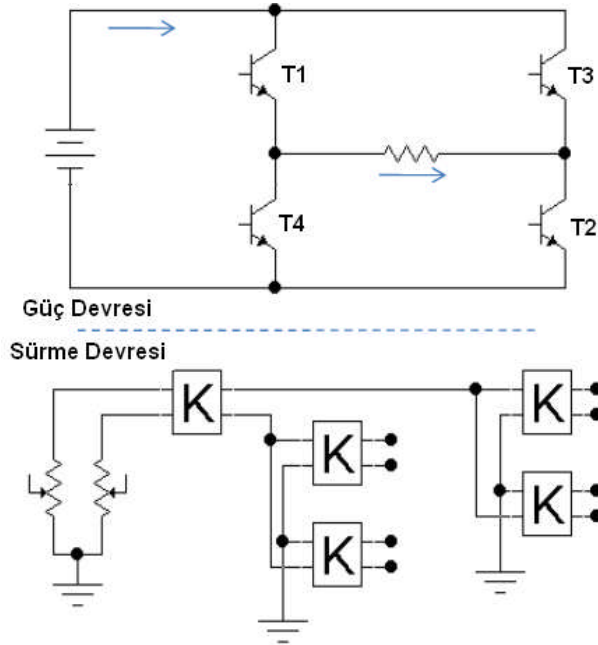
Şekil 4.5 ohmik yük için transistör akımları, yük gerilimi ( $V_y$ ) ve dalga şekillerini göstermektedir. Böyle bir invertör devresini beslemek için şekilden de anlaşılacağı gibi simetrik beslemeye ihtiyaç vardır. Yalıtımda olan transistör uçlarında ( $V_s$ ) kadar gerilim görülür bu tip invertöre yarım köprü invertör denir.



Şekil 4.6: Bir fazlı gerilim beslemeli yarım köprü pwm invertör motor kontrolü

#### 4.6. Bir Fazlı Köprü İnvörtör

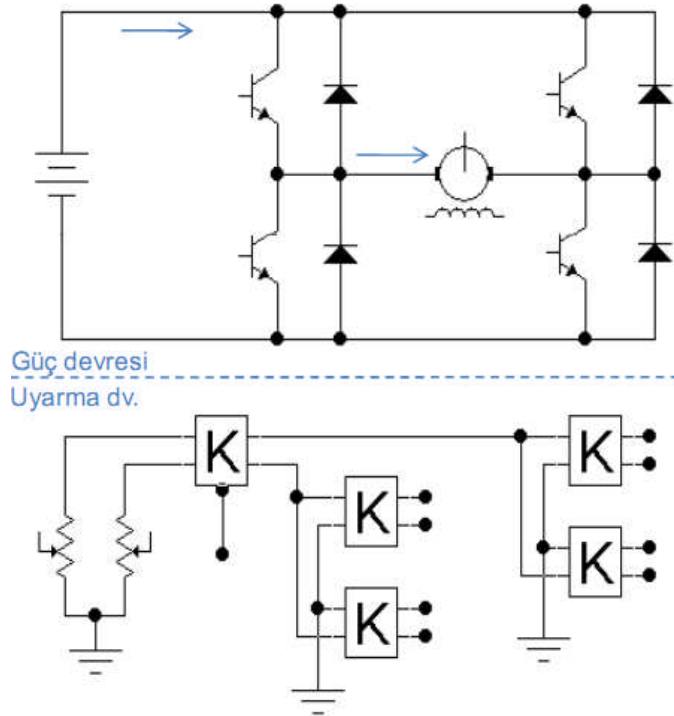
Şekil 4.7’de görülen tam köprü invertör devresiyle tek bir DC kaynak kullanarak yarım köprü invertörle elde edilen sonucun aynısı elde edilebilmektedir.



Şekil 4.7: Bir fazlı gerilim beslemeli köprü PWM İNVERTÖR



Devre çıkışında AC gerilim elde edebilmek için T1-T2 ve T3-T4 transistörleri sırayla ve eş zamanlı olarak (push-pull) uyarılmalıdır. T1-T2 uyarıldığında Vs kaynağı yüke bağlanacak ve çıkış gerilimi pozitif olacaktır. T3-T4 uyarıldığı zaman ise Vs kaynağı yüke ters bağlanacak ve çıkış gerilimi negatif olacaktır. Bu işlem periyodik olarak yapıldığında çıkışta istenilen frekanslı AC gerilim oluşmaktadır.



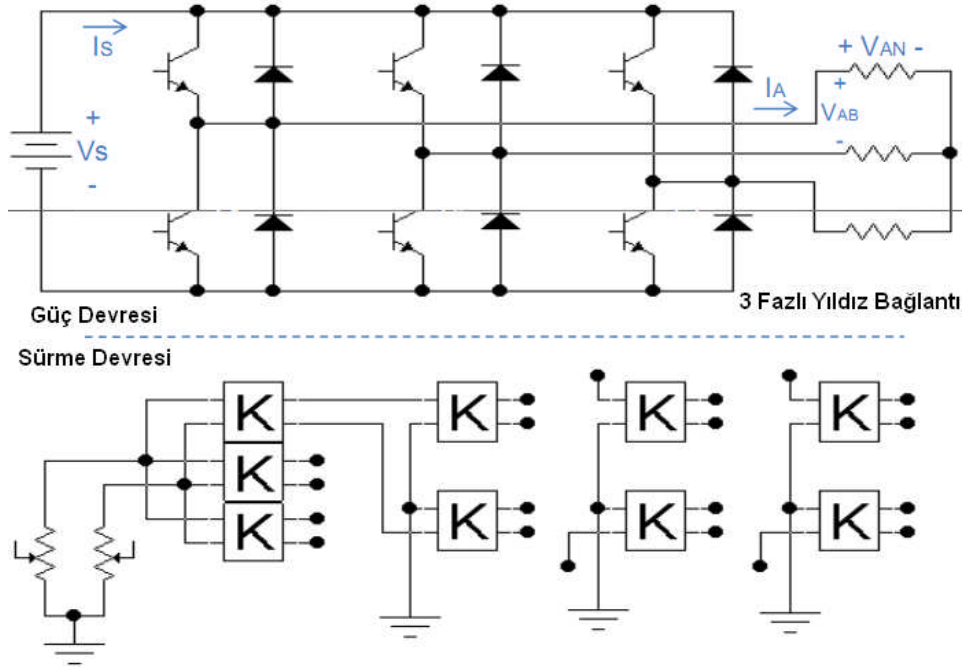
Şekil 4.8: Bir fazlı gerilim beslemeli köprü PWM invertör motor kontrolü

## 4.7. Üç fazlı Köprü İnvörtör

Şekil 4.9'da transistörlü üç fazlı gerilim beslemeli köprü evirici devresi verilmiştir. Üç fazlı evirici devreleri, bir fazlı tam dalga köprü eviriciye bir paralel kol daha eklenerek elde edilmektedir.

Şekil-4.9'da 3 fazlı gerilim kaynaklı PWM invertörün yıldız yük ve  $180^0$  uyarma için güç ve kontrol devrelerinin bağlantısı görülmektedir. Görüldüğü gibi DC kaynaktan 3 fazlı AC elde edebilmek için 3 fazlı doğrultucuda olduğu gibi altı adet güç anahtarı kullanılarak bir 3 fazlı transistör köprüsü kurulmuştur.

Köprüdeki transistörlere ters paralel olarak bağlanmış olan diyotlar ise endüktif yüklerde serbest geçişi sağlamak için kullanılmıştır.



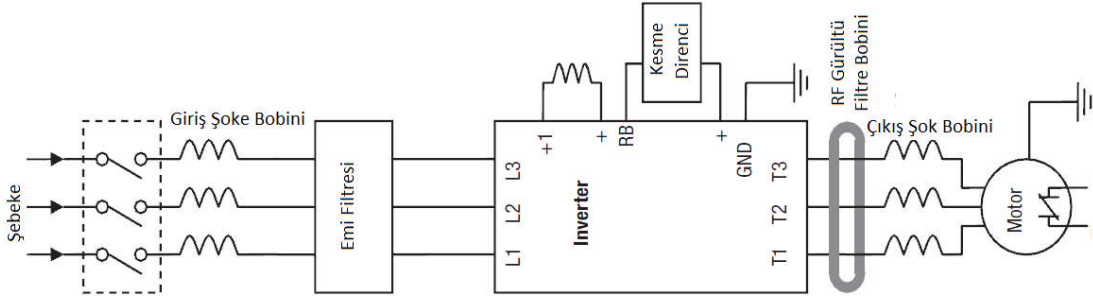
Şekil 4.9: Üç FAZLI KÖPRÜ PWM invertör

Devrenin çıkışına bağlanmış olan yıldız bağlı üç fazlı yük ise her bir transistör ikilisi çıkışına bağlanmıştır. Yük dirençlerinin ortak ucu ise nötr (N) durumundadır.

Devrenin kontrol edilebilmesi için ise prensip olarak 3 adet PWM üretici kullanılması gerekmekte üretici kullanılması gerekmekte olup bunlardan her birisi bir fazın oluşmasını sağlamaktadır. Uygulamada her üç fazın PWM sinyalleri tek bir mikroişlemci ile üretilmektedir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Motor sürücü devrelerini kurup arızasını gideriniz.



Şekil 4.10: Üç fazlı invertör motor bağlantı blok diyagramı

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Motor sürücüsü ile motorun arasındaki bağlantıyı yapınız.	➤ Kabloların doğru bağlanıp bağlanmadığına iyice kontrolediniz.
➤ Motora ve sürücüye enerji veriniz.	➤ Yüksek gerilimle çalıştığınızdan dikkatli olunuz.
➤ Motor sürücüsü ile devir ayarlayınız.	➤ Ayar değiştirmenin etkilerini gözlemleyiniz.

### KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Motor sürücüsü ile motorun arasındaki bağlantıyı yapabildiniz mi?		
2.	Motora ve sürücüye enerji verebildiniz mi?		
3.	Motor sürücüsü ile devir ayarlayabildiniz mi?		

### DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Motor sürme devrelerinde amaç hız, pozisyon kontrolü yapmaktır.
2. ( ) Motor çeşitleri DC, asenkron ve senkron motor olabilir.
3. ( ) PWM tekniği, motor sürücülerinde, güç devrelerinde, güç ve voltaj düzenleyicileri gibi çeşitli uygulama alanlarında kullanılmaktadır.
4. ( ) İnverterin fonksiyonu, bir DC giriş gerilimini simetrik, istenilen genlikte ve frekansta bir DC gerilime dönüştürmektir.
5. ( ) Belirli bir frekanstaki tüm periyodik dalga şekilleri kendi frekansının katlarındaki kare dalgalarının toplamına eşittir.
6. ( ) İnverterler temel olarak iki gruba ayrılırlar.
7. ( ) Bir invertörde giriş gerilimi sabit ise (**VSI**) **voltaj beslemeli invertör** adını alır.
8. ( ) Köprüdeki transistörlere ters paralel olarak bağlanmış olan diyotlar ise endüktif yüklerde serbest geçişi sağlamak için kullanılmıştır.

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-5

## AMAÇ

Endüstriyel güç kaynak devrelerini hatasız olarak kurabilecek/arızasını giderebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Piyasadaki endüstriyel güç kaynağının çeşitlerini, nerelerde, hangilerinin tercih edildiğini araştırınız.

## 5.ENDÜSTRİYEL GÜÇ KAYNAKLARI

Güncel yaşantımızda kullandığımız birçok cihaz düşük seviyeli DC gerilimle çalışmaz. Bu cihazlar için AC gerilim şarttır, bazıları için de hem yüksek seviyeli hem de DC gerilim gerekmektedir. Böyle durumlarda düşük gerilim değerlerine sahip kimyasal DC kaynaklar (akü, pil vb.) tek başlarına iş görmez. Bu durumda şebeke geriliminin bulunmadığı yerlerde bahsedilen bu cihazları çalıştırmak mümkün olmaz. Bu durumda düşük gerilim seviyesine sahip DC kaynakların (Akü vb.) gerilimlerini yükseltmek bir çare olarak görülmüştür. İşte düşük seviyeli DC gerilimleri yeterli akımı da sağlayabilecek şekilde istenilen seviyede DC veya AC gerilimlere dönüştüren cihazlara “Konvertör” denir.

### 5.1. Konvertörler

#### 5.1.1 DC/AC Konvertör

Güç elektroniğinin temel devrelerinden olan DC/AC konvertörler, herhangi bir DC kaynaktan aldığı gerilimi işleyerek, sabit veya değişken genlik ve frekanslı AC gerilim elde etmek için kullanılan elektronik devreleridir. Diğer adı da invertördür.

DC-AC dönüştürücülerin kullanım alanları:

- AC motor kontrolü
- Kesintisiz güç kaynakları
- Rüzgâr ve güneş enerji sistemleri
- Endüksiyonla ısıtma
- Değişken frekanslı uygulamalar

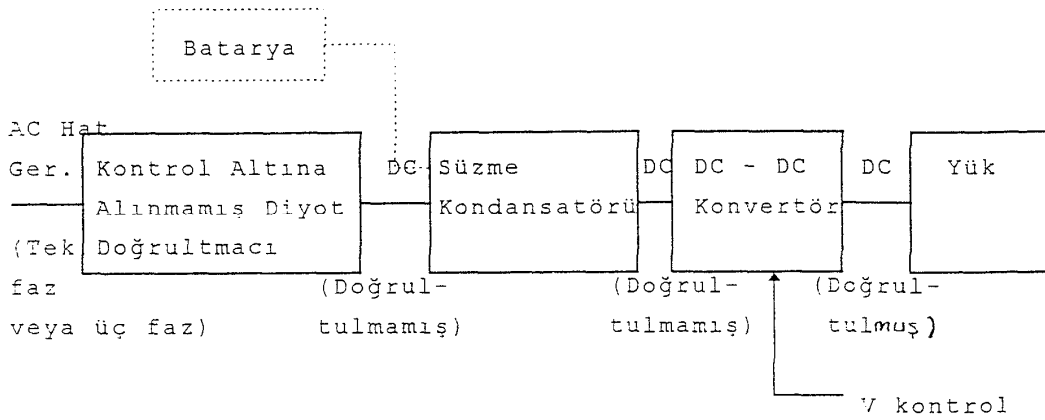
DC-AC dönüştürücüleri iki temel grup atında incelemek mümkündür. Bu gruplar:

- PWM invertörler
  - Gerilim beslemeli (VSI)
    - 1 faz VSI
    - 3 faz VSI

- Akım beslemeli (CSI)
  - 1 faz CSI
  - 3 faz CSI
- Rezonanslı invertörler
  - Seri rezonanslı invertörler
  - Paralel rezonanslı invertörler

### 5.1.2. DC/DC Konvertör

Güç elektroniğinin temel devrelerinden olan DC-DC dönüştürücüler, herhangi bir DC kaynaktan aldığı gerilimi yükseltip düşürerek veya çoğullayarak sabit veya değişken DC sabit veya değişken DC gerilim(ler) elde etmek için kullanılmaktadır.



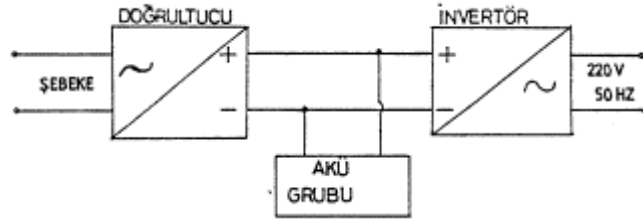
Şekil 5.1: DC/DC konvertör sistemi

## 5.2. UPS (Kesintisiz Güç Kaynağı)

Kesintisiz güç kaynakları (KGK, UPS), sürekli devrede olup şebeke gerilimi kesinti ve bozukluklarını yüke hiç hissettirmeden yükü besleyen veya şebeke gerilimi kesildiğinde çok kısa bir sürede devreye girerek yükü beslemeye devam eden sistem veya güç kaynaklarıdır. KGK üç fazlı veya tek fazlı olabilir. Çok büyük güçteki yükleri korumada, hem kapasiteyi hem de güvenilirliği arttırmak için birkaç adet KGK paralel olarak bağlanabilir.



Resim 5.1: Çeşitli UPS' ler



Şekil 5.2: UPS blok diyagramı

Kesintisiz güç kaynaklarına ilişkin basit bir blok diyagram şekil 5.2' de görülmektedir.

Doğrultucu ünitesi, şebekeden aldığı kaliteli olmayan enerjiyi doğrultarak invertör ünitesine uygular. İnvirtör tekrar bir çevirme işlemi yaparak çıkışında istenilen gerilim ve frekansta alternatif enerjiyi oluşturur. İnvirtör girişine aynı zamanda bir akü grubu bağlanmıştır. Şebeke kesintisi durumunda bu akü grubu invertör ünitesini beslemeye devam eder. Şebekede herhangi bir arızalanmayan durum söz konusu olmadığı sürece doğrultucunun invertörü besleme görevi yanında bir diğer görevi de akü gurubunu şarj etmek ve şarjlı tutmaktır.

KGK' nın temel görevleri aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

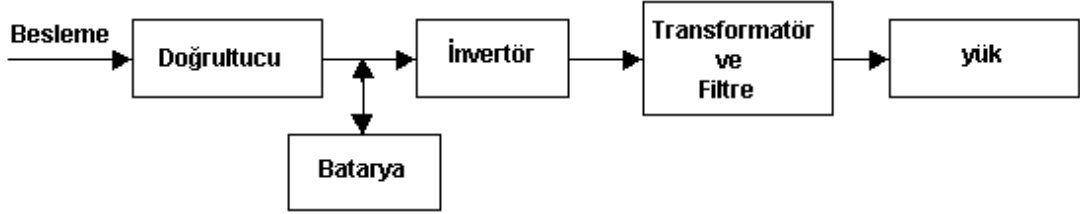
- Şebeke gerilimi kesildiğinde, kesintiyi yüke hissettirmeden şebeke gerilimi gelinceye kadar yükü beslemek

- Gerilimin değerini ve frekansını belli bir aralıkta sabit tutmak
- Şebeke geriliminin bozukluklarını y¼ke hissettirmemektir.

### 5.2.1. Açık Hatlı(Online)

Her zaman devrede olan sistemlerdir.

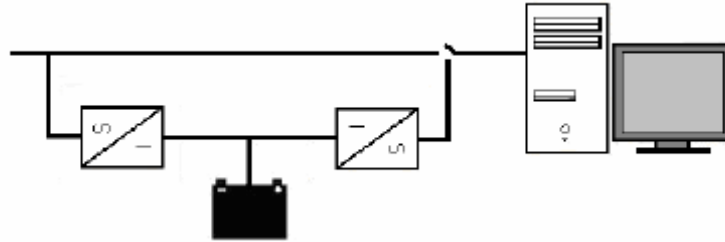
Bu Şekilde alıŐan KGK'larda invert¼r her zaman devrede olduğu için herhangi bir kesinti anında off-line sistemlerde g¼r¼len devreye girme gecikmesi meydana gelmez. S¼rekli devrede olan KGK sistemlerinde, kritik y¼k her zaman KGK üzerinden beslenir. KGK sistemi y¼k akımını s¼rekli taŐımak zorundadır. Ana besleme kesildiği zaman, KGK'nın ak¼leri y¼k için gerekli olan enerjiyi invert¼r üzerinden sağlar. Bundan dolayı y¼k uçlarında herhangi bir enerji kesintisi meydana gelmez. KGK, y¼k¼ besleme tarafından tamamen izole ederek o y¼nden gelebilecek herhangi bir probleme karşı korumuŐ olur. Ayrıca, y¼k tarafında meydana gelebilecek bir arızanın Őebekeyi etkilemesi de ¼nlenmiŐ olur.



Şekil 5.3: Online UPS blok diyagramı

### 5.2.2. Kapalı Hatlı(Offline)

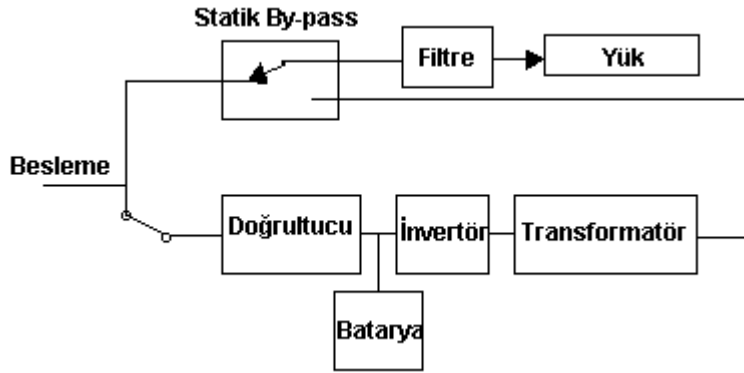
Şebekede herhangi bir kesinti olmadığı s¼rece beklemede kalan (invert¼r "off") ancak kesinti anında devreye girerek y¼ke enerji sağlayan sistemlerdir.



Şekil 5.4: Offline UPS bağlantısı

Şebekeden gelen gerilim herhangi bir Şekilde ak¼ler üzerinden geçmediği için reg¼lasyon s¼z konusu değildir. Bu sistemde Őebekenin kesilmesi anında yaklaşık 2 ile 5ms içinde bir r¼le devreye girer. Bu s¼re çok kısa bir s¼re olsa bile oluŐabilecek arktan zamanla sorunlar yaŐanabilir ve k¼¼k g¼lerde kullanılır.



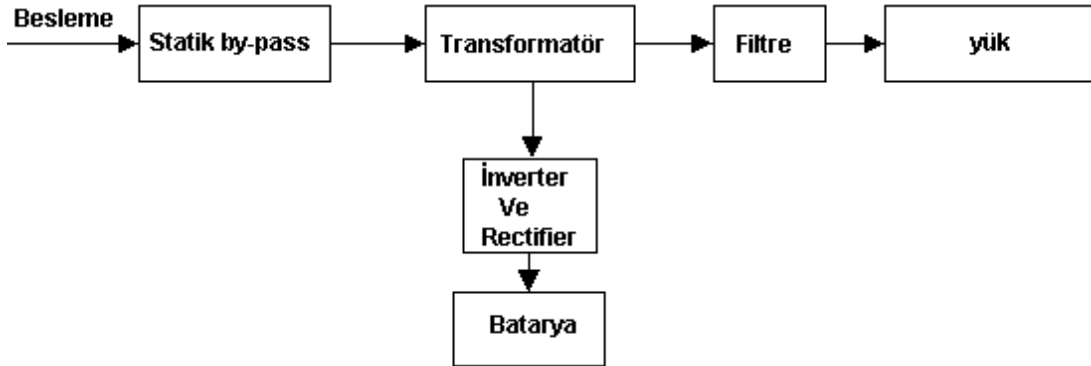


Şekil 5.5: Offline UPS blok diyagramı

### 5.2.3. Hat Etkileşimli(Line İnteractive)

Çalışma sistemleri off-line KGK'lar ile aynıdır yani normal şartlar altında invertör devrede değildir. Ancak enerji kesildiğinde ya da KGK'nın regüle edebileceği sınırların dışına çıktığında devreye girer.

Bazılarında bu işlem mikroişlemci kontrollü olarak yapılır. Günümüzde tüm interaktif modellerde gerilimi oransal olarak kullanan otomatik voltaj regülatörü bulunmaktadır. Giriş gerilimi normal değerinin belli bir yüzde kadar altına indiğinde ya da üzerine çıktığında çıkış gerilimini belli bir katsayıyla çarparak azaltır veya arttırır. Off-line sistemlerdeki gibi aküye geçme durumunda bir gecikme durumu söz konusudur.



Şekil 5.6: Offline interactive UPS blok diyagramı

### 5.3. SMPS(Anahtarlamalı Mod Güç Kaynağı)

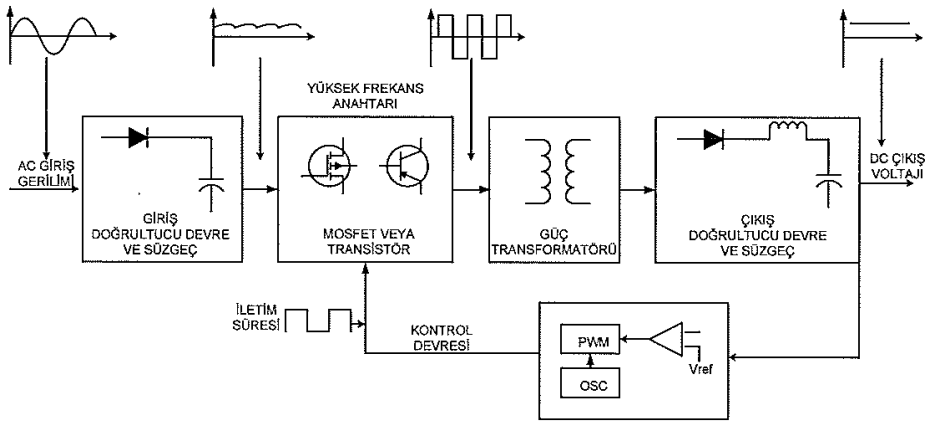
Modern elektronik aletler genellikle bir ya da daha fazla da güç kaynaklarına ihtiyaç duyar. Günlük işlerimizi yaparken farkında olmadan kullandığımız güç kaynakları karşımıza bazen cep telefonumuzu şarj ederken bazen teyp dinlerken bazen de bilgisayarımızı kullanırken çıkar. İhtiyaç duyuldukları alanlara göre farklı boyutlarda, güçlerde olabilir. Kimi basit anlamda birkaç diyot ve kapasite içerirken kimi de daha kararlı olması

istendiğinden daha karmaşık olabilir. Hatta kimi işlevler için bazı entegre devreler içermektedir. DC güç kaynakları genellikle iki tipe ayrılır. Lineer regülatörler ve anahtarlama regülatörler biz burada anahtarlama güç kaynağı (SMPS-Switching –Mode-Power -Supplies) dediğimiz bu devreleri inceleyeceğiz.



Resim 5.2: SMPS'lerin içeriden ve dışarıdan görünümü

Doğrusal güç kaynaklarının verimlerinin düşük ve boyutlarının büyük olmasından dolayı 1960'lı yıllarda anahtarlama güç kaynaklarının kullanımına yol açmıştır. Genel olarak bir anahtarlama güç kaynağının yapısı Şekil 5.7' de gösterildiği gibidir.



Şekil 5.7: SMPS blok diyagramı

Bir anahtarlama güç kaynağında güç transistörü (yüksek frekans anahtarı) liner modunda değil daha ziyade bir anahtarlama modunda kullanılır. Yani anahtarlama elamanı olan transistor ya 'on' ya da 'off' konumundadır. Sonuç olarak da liner güç kaynaklarının iki katından daha fazla bir ( %70-%95 )verim elde edilir. Anahtarlama güç kaynaklarında verimin artmasının yanısıra arzu edilirse girişten daha büyük bir çıkış gerilim elde etmek mümkündür. Limer güç kaynaklarında ise çıkış daima girişten büyük olmak zorundadır. Ayrıca anahtarlama güç kaynaklarında geleneksel liner güç kaynaklarının tersine girişi de çevirebilir (örneğin, negatif bir giriş için pozitif çıkış gibi ). Anahtarlama güç kaynaklarında yüksek güçlerde liner güç kaynaklarından daha az boyutta, ağırlıkta ve daha verimli bir biçimde çalışabilmektedir.

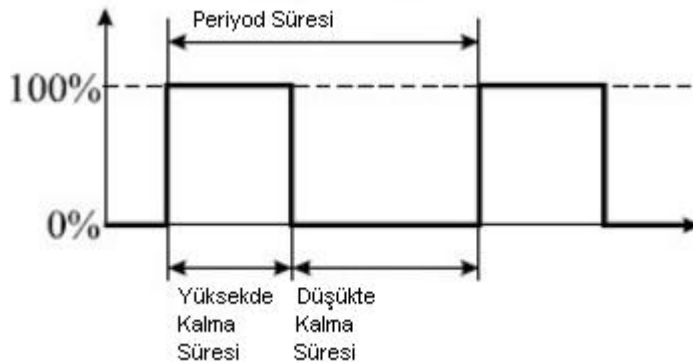
Anahtarlama güç kaynaklarında bazı özel sorunları vardır. Daha fazla karmaşık devrelere ihtiyaç duyulmasına ilaveten anahtarlama güç kaynaklarında elektro magnetik girişim (EMI-Electromagnetic Inteference ) üretir. Bununla beraber uygun bir tasarımla EMI makul seviyelere indirebilir. Bu gibi tasarım teknikleri transformatörler için düşük kayıplı ferrit çekirdeklerin kullanımı gerektirmektedir.

### 5.3.1. PWM Temel Prensibi

Günümüzde PWM (darbe genişlik modülasyonu) birçok alanda ve yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. PWM (Pulse-width modulation), darbe genişlik modülasyonu, üretilecek olan darbelerin genişliklerini kontrol ederek çıkışta üretmek istenen analog elektriksel değerin veya sinyalin elde edilmesi tekniğidir.

Günümüzde PWM'in en çok duyulduğu yer, güç kaynaklarıdır. SMPS (Switched mode power supply) güç kaynakları, düzenlenecek olan çıkış voltajlarını bu teknikten yararlanarak elde etmektedir. Bu sayede, yüksek akım ve düşük voltajlı güç elde edimlerini için transformatörlerden çok daha etkin ve çok daha küçüklerdir. Bilgisayarınızın kasasındaki güç kaynağını düşündüğünüzde, 350 Watt'lık çıkış gücüne sahip olan bir güç kaynağının nasıl bu kadar küçük ve etkin tasarlandığının cevabı SMPS olmasıdır.

Daha iyi anlatabilmek için bir PWM dalgasının yapısına bakalım.



Şekil 5.8: PWM sinyali

Görüldüğü gibi dalga yapısı bir kare dalgaya benziyor. Dalganın tepe noktasındaki değerine  $V_{cc}$ , çukurdaki değerine ise  $V_{ss}$  diyelim. Elimizde  $V_{ss}$  ve  $V_{cc}$  değerlerinde iki

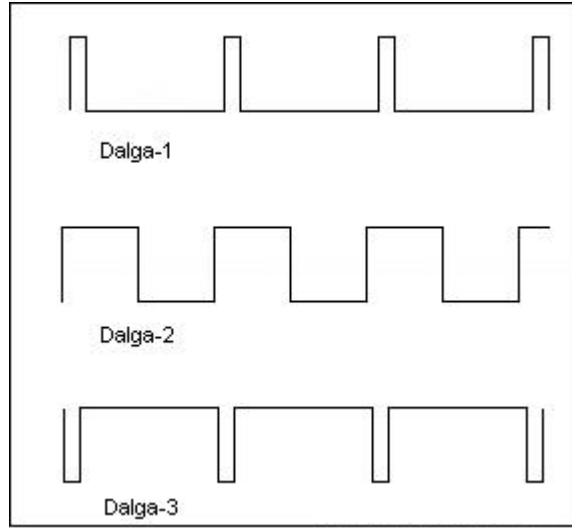
gerilim var.  $V_{cc}=5$  volt  $V_{ss}=0$  dersek. İşte biz bu dalganın  $V_{cc}$  de ve  $V_{ss}$  kalma süresinin oranını değiştirerek  $V_{cc}$  ile  $V_{ss}$  arasındaki tüm gerilimleri elde edebiliriz. PWM'in pratik açıklamasını böyle yapabiliriz.

**Duty Cycle:** "Duty Cycle"nın Türkçe'sine "kullanım oranı" diyebiliriz. Formül tanımı olarak da

**Duty Cycle=Yüksek Voltajda Kalma Süresi/Periyod** olur.

Örneğin, duty cycle=50% ise  $V_{cc}$ 'nin uygulanma süresinin periyoda oranı 1/2'dir.

Başka bir deyişle  $V_{cc}$ 'nin uygulanma süresi  $V_{ss}$ 'nin uygulanma süresine eşittir. Aşağıda değişik "Duty Cycle" oranına sahip dalgalar görülmektedir.



**Şekil 5.9: Çeşitli PWM sinyalleri**

Duty cycle yaklaşık olarak

**Dalga-1'in %10 iken**  
**Dalga-2'de %50**  
**Dalga-3 de ise %90'dır.**

**Elde ettiğimiz voltajı nasıl hesaplayacağız?**

Elde ettiğimiz voltaj ile duty cycle arasında bir doğru orantı vardır.

$V_{cc}=5V$

$V_{ss}=0v$  olsun.

Voltmetrede okuduğumuz ortalama çıkış değeri:

**Dalga-1 için  $5 \times 10\% = 0.5V$**   
**Dalga-2 için  $5 \times 50\% = 2.5V$**   
**Dalga-3 için  $5 \times 90\% = 4.5V$  olur.**

### Dalgaların özellikleri ne olmalıdır?

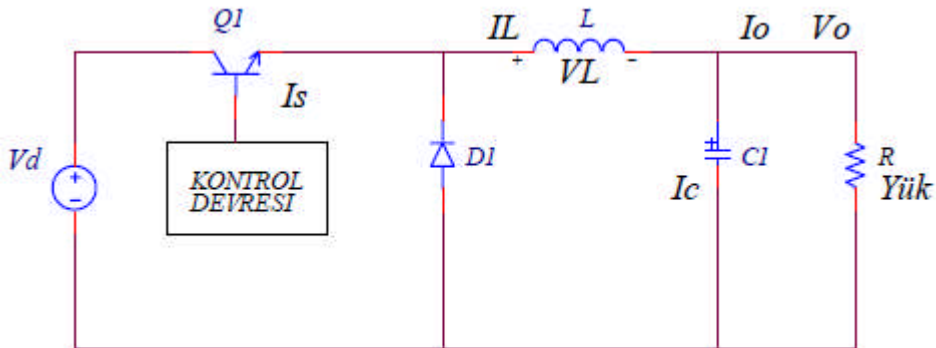
PWM dalgalarının üretilmesi için bir sürü yöntem vardır. Bu dalgaların frekansının yüksek olması gerekmektedir. Eğer bu hareket yavaş yapılırsa çıkışta  $V_{cc}$  ve  $V_{ss}$  ayrı ayrı gözlemlenebilir. Örneğin, bu çıkışı bir ışık kaynağına bağlarsanız titreşimler görülebilir. Bunu engellemek için dalga çok sayıda tekrar edilir ki PWM dalgalarının frekansı yaklaşık olarak 1KHz-20KHz arasındadır.

### 5.3.2. SMPS Tipleri

Anahtarlamalı güç kaynağının temel üç tane çevirici tipi vardır. Bu çeviriciler, alçaltıcı(buck) çevirici, yükseltici(boost) ve alçaltıcı-yükseltici (buck-boost) çeviricileridir. Bu çeviricilerden üretilmiş olan geri-yön (fly back), yarım köprü, tam köprü ve push-pull çeviricileri vardır.

#### 5.3.2.1. Buck

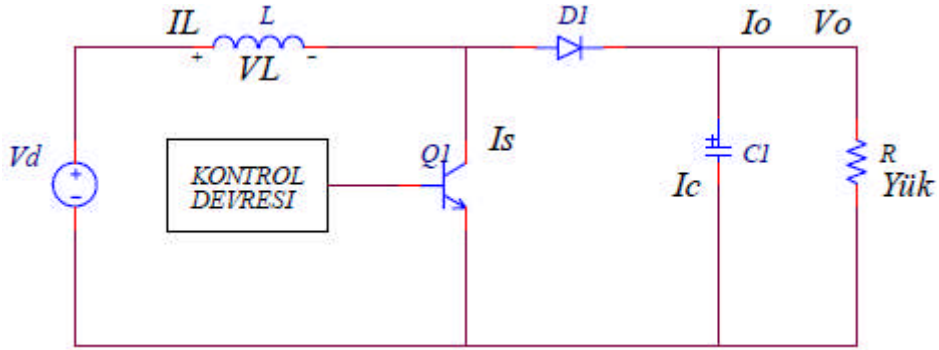
Çıkış geriliminin giriş gerilimine göre daha düşük olması istenildiği durumda azaltan çeviriciler (Buck) tercih edilir. Ayrıca bu yapıdaki çeviricilere DC kırıncı da denilmektedir. Genel olarak çıkışları yalıtımlı değildir fakat yalıtımlı olduğu yapılar da mevcuttur. Şekil 5.10' da bu tip çeviricilerin temel devresi gösterilmektedir.



Şekil 5.10: Buck konvertör

#### 5.3.2.2. Boost

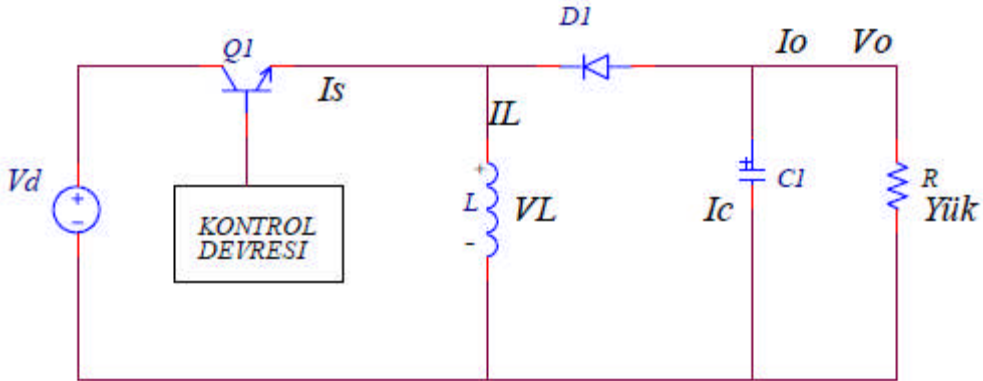
Bu tip çeviricilerde çoğu zaman elde edilmek istenen çıkış gerilimi giriş geriliminden daha yüksektir ve yalıtımlı değildir. Girişlerinden çektikleri akım sürekli fakat çıkışlarından çekilen akım sürekli değildir. Çünkü çıkışta bulunan diyot sadece anahtarlama süresince iletimde kalmaktadır. Sistemin çıkışında bulunan kapasiteler tüm sistemi beslemektedir.



Şekil 5.11: Boost konvertör

### 5.3.2.3. Buck-Boost

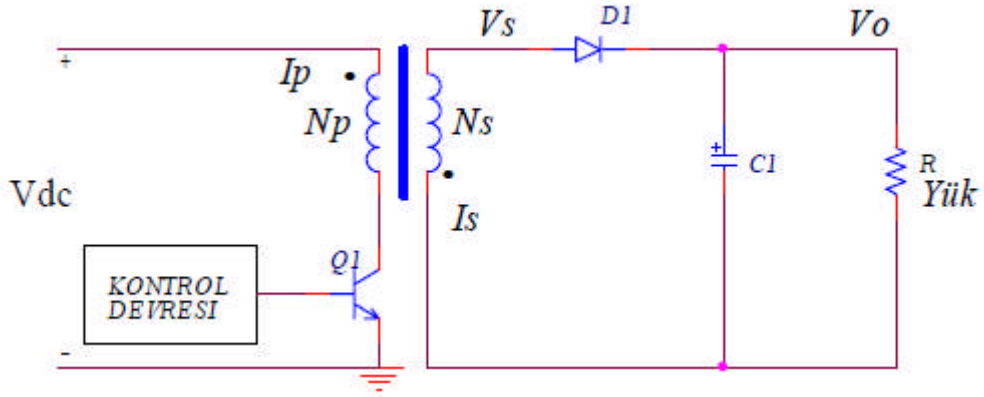
Alçaltıcı yükseltici çeviriciye ait devre şekil 5.12’de gösterilmiştir. Alçaltıcı yükseltici çeviricide çıkış gerilimi, giriş gerilimine göre ters polariteye sahiptir. Bu nedenle ters polarite çıkışlı çeviricide denmektedir. Temel yapısı alçaltıcı ve yükseltici çeviricinin ard arda eklenmesinden oluşur. Çıkış gerilimi giriş geriliminden küçük veya büyük olabilir. Anahtar iletimde iken diyot kesimde ve endüktansa enerji uygulanır. Anahtar kesimde iken girişten enerji uygulanmazsa ve endüktans üzerinde birikmiş olan enerji çıkışa verilir.



Şekil 5.12: Buck-boost konvertör

### 5.3.2.4. Flyback

Geri yön çeviriciler 5 ile 150w arası çıkışı olan güç devrelerinde çıkış geriliminin yüksek (<5000V - <15W) olduğu devrelerde daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Giriş sargı akımı çok olmamak ve DC giriş gerilimi yüksek (>160V) olmak koşulu ile 150W’ ın üstünde olan güçlerde kullanılmaktadır. Kullanılan eleman sayısının az olması ve buna bağlı olarak ekonomik olmasından dolayı düşük gerilim ve orta güç uygulamalarında çok kullanılan bir çeviricidir. Çok çıkışlı güç kaynaklarında bu çevirici yapı çok sık kullanılmaktadır.



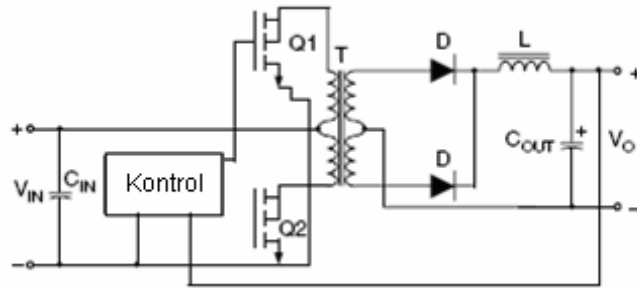
Şekil 5.13: Flyback konvertör

### 5.3.2.5. Push-pull

Çeviricilerin sınıflandırılması işleminde transformatörün birincil sargısından geçen akımın tek veya çift yönlü olup olmadığına bakılır. Eğer birincil sargıdan geçen manyetik akı çift yönlü olarak dalgalanıyorsa bu yapıdaki çeviricilere çift sonlu çeviriciler denilmektedir. Çift sonlu yapıdaki çeviriciler “İtme-Çekme” (Push-Pull) ve köprü yapısındaki çeviricilerdir.

“İtme-Çekme” tip çeviriciler birbirleriyle 180 derece faz farkı ile çalışan iki ileri çeviricinin birleşmesi ile oluşmuştur.

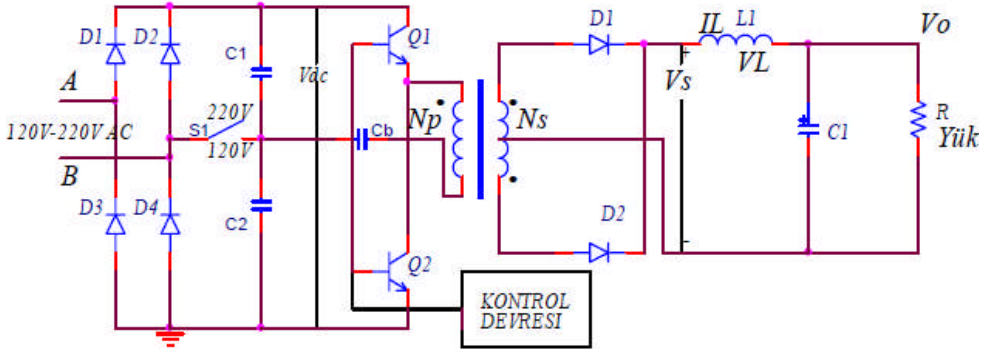
Basit sürücü devreleri ile anahtarlama elemanları kontrol edilebilir ve iki tane anahtarlama elemanına ihtiyaç vardır. Tam anahtarlama periyodunun belirli bir kısmında her bir anahtar iletime geçer ve bağlı olduğu sargıdan manyetik akımın dolaşmasına izin verir. Anahtarların iletimde olduğu anda transformatör üzerinde enerji biriktirilir ve ikincil sargılarından uygun sargı yönündeki diyotlar üzerinden çıkışa enerji aktarımı yapılır.



Şekil 5.14: Push-pull konvertör

### 5.3.2.6. Yarım Köprü

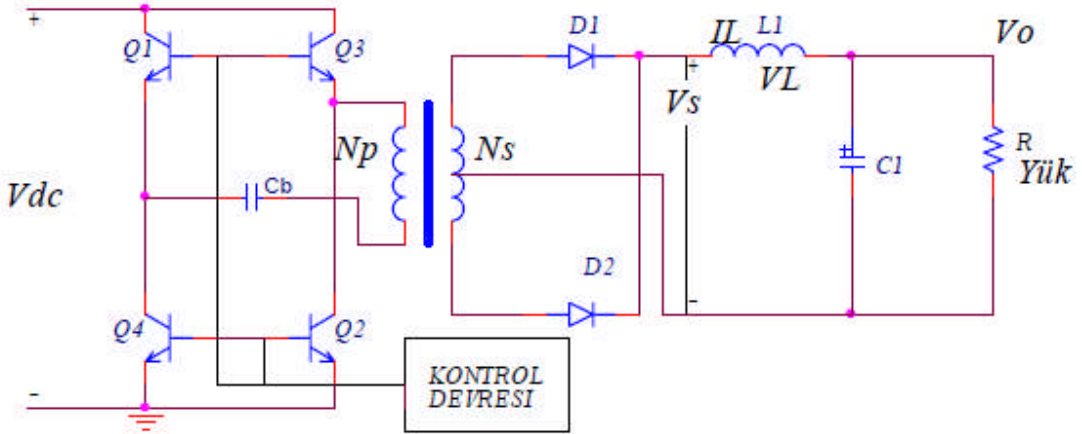
Yarım köprü çevirici kullanılan transistörler, DC giriş gerilim değerine eşit bir gerilim düşümüne maruz kalmaktadır. Yarım köprü çevirici, itme-çekme çeviricideki gibi iki kat gerilime maruz kalmaz. Yarım köprü çevirici giriş geriliminin 220V AC olduğu Avrupa'da geniş bir kullanım alanına sahiptir. Yarım köprü devre şekli Şekil 5.15'te gösterilmiştir. Bu devrenin giriş gerilimi 120V AC veya 220V AC olsa bile DC doğrultucu çıkışı her zaman 320V' luk gerilimine sahip olacaktır.



Şekil 5.15: Yarım köprü konvertör

### 5.3.2.7. Tam Köprü

Tam köprü çevirici yapısı Şekil 5.16'da gösterilmiştir. Tam köprü çevirici çalışma şekli yarım köprü çevirici ile aynı özelliktedir. Tam köprü çeviricinin çıkış gücü yarım köprü çeviricinin çıkış gücünün iki katı kadardır. Bundan dolayı transformatörün giriş sargıları yarım köprü çeviricinin iki katı seçilmek zorundadır. Tam köprü çevirici yüksek akım ve gerilim gerektiren uygulamalarda daha çok kullanılır. Bu da maliyete ve devre boyutuna olumsuz yönde etki etmektedir.



Şekil 5.16: Tam köprü konvertör



### 5.3.3. Aşırı Akım Koruması

Aşırı Akım Koruması (Over Current Protection (OCP)) : Güç çıkışlarından çekilen akım OCP devresinin sınır değerini aştığında güç kaynağını kapatır. Güç kaynaklarında bulunması gereklidir.

### 5.3.4. Ekranlama

Ekranlama; kart, devre ya da cihaz düzeyinde iki ortamı birbirinden elektromanyetik anlamda izole etmek diye tanımlanır. Ekranlamanın etkili olması ekranlanacak kaynağın cinsine bağlıdır. EMC problemlerinde iki tip girişim kaynağı söz konusudur, elektrik dipolü gibi davranan kaynaklar, manyetik dipol gibi davranan kaynaklardır. İçinden akım akan iletken tel parçaları elektrik dipol gibi içinden akım akan halka şeklindeki parçalar ise manyetik dipol gibi davranır. Elektrik dipol yakınında güçlü elektrik alan, manyetik dipol ise yakınında güçlü manyetik alan oluşur. Uzak alanda iki kaynağın etkileri açısından bir fark yoktur. Öyleyse

- Elektrik dipol gibi davranan girişim kaynağı yakınında elektriksel ekranlama,
- Manyetik dipol gibi davranan girişim kaynağı yakınında manyetik ekranlama gereklidir.

Elektriksel ekranlama için mükemmel iletken duvarlar kullanılırken manyetik ekranlama ferro-manyetik malzemelerden oluşan filtrelerle sağlanır. Alüminyum folyodan oluşan ince metal perdeler bile bazen yeterli elektriksel ekranlama sağlayabilir.

### 5.3.5. Sigorta Seçimi

Sigortalar, elektronik devreleri aşırı akımlardan korur. Ön görülen akımdan fazla akım geçtiğinde içindeki özel tel eriyerek devre akımı keser.

Gerilim oranına göre seçim yapılırken 220V aletlerde çalıştığımız için 250V'luk sigorta tercih edilir.

Akım oranına göre seçim yapılırken çalışma akımının en az %25 fazlasına göre bir akım değerinde çalışacak bir sigorta tercih edilir. Üst değer ise devredeki aşırı akım koruma sınırına göre belirlenir.

### 5.3.6. Doğrultma ve Filtreleme

SMPS devrelerine doğrultma işlemi iki defa gerçekleştirilir.

İlki şebeke geriliminin doğrultulması ve filtrelenmesidir (Giriş). Burada 220V gerilimi önce köprü diyotla doğrultulup büyük gerilim ve kapasite değerine sahip kondansatöre uygulanır.

İkincisi ise yüksek frekans trafosundan sonra yapılan doğrultmadır (çıkış). Genelde yarım dalga bağlı bir diyotla (hızlı diyot, örneğin schottky diyot) doğrultulup bir bobin kondansatör filtresinde geçirelerek düzleştirilip çıkışa aktarılır. Burada dikkat edilecek olan elemanların yüksek frekansta iyi bir çalışma sağlayacak değerlerde seçilmesidir.

### 5.3.7. Aşırı Gerilim Koruması

Yüksek Voltaj Koruması (Over Voltage Protection (OVP)) : Çıkış voltajlarından herhangi biri belirli bir değer üzerine çıktığında güç kaynağını kapatır. Güç kaynaklarında bulunması gereklidir.

### 5.3.8. Düşük Gerilim Koruması

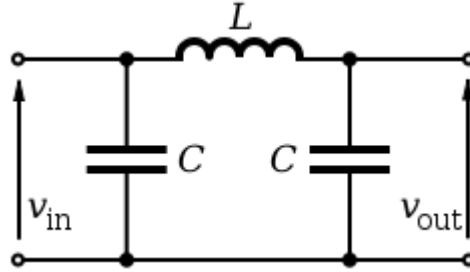
Düşük Voltaj Koruması (Under Voltage Protection (UVP)) : Çıkış voltajlarından herhangi biri belirli bir değer altına indiğinde güç kaynağını kapatır. Güç kaynaklarında bulunması tercihe bağlıdır.

### 5.3.9. Aşırı Yük Koruması

Aşırı Yük/Güç Koruması (Over Power Protection (OPP) or Over Load Protection (OLP)) : Güç kaynağından çekilen güç belirli bir değeri aştığında güç kaynağını kapatır. Güç kaynaklarında bulunması tercihe bağlıdır.

### 5.3.10. Çıkış Filtreleri

Çıkışta genelde bobin ve kondansatörlerden oluşan düşük geçiren LC ve  $\Pi$  (CLC) tipi filtre kullanılır. Kondansatör gerilimi, bobin akımı düzgünleştirir. Seçilen kondansatörler düşük ESR özelliğine sahip olmalıdır.



Şekil 5.17:  $\Pi$  tipi filtre



Endüstriyel güç kaynağı devrelerini kurup arızasını gideriniz.

<b>İşlem Basamakları</b>	<b>Öneriler</b>
➤ Şekil 5.18'deki konvertör devresinin devre şemasını çiziniz.	➤ Şemadaki bağlantıları iyi inceleyerek işleme başlayınız.
➤ Konvertör devresinin baskılı devresini çiziniz.	➤ Proteus programını kullanarak işlerinizi kolaylaştırabilirsiniz.
➤ Baskılı devreyi çıkarınız.	➤ Ütü yöntemini kullanmanız faydalı olacaktır.
➤ Plaketteki yolları kontrol ediniz.	➤ Baskı devre yollarında kopukluk ya da kısa devre var mı diye dikkatle kontrol ediniz.
➤ Plaketin montajını yapınız.	➤ Devreyi kurarken transistörün bacak bağlantılarına dikkat ediniz. Devreye bağlanan elemanların şemadaki karşılıklarına dikkat ederek bağlarsanız çalışmada kolaylık sağlayacaktır.
➤ Konvertör devresine enerji vermeden ölçüm yapınız.	➤ Avometrede kırmızı ucun "+" siyah ucun "-" olduğunu unutmayınız.
➤ Konvertör devresine enerji veriniz.	➤ Devreyi +12V'a bağlarken yönlere dikkat ediniz.
➤ Konvertör devresine enerji verildikten sonra polarma gerilimlerini ölçünüz.	➤ Avometrede kırmızı ucun "+" siyah ucun "-" olduğunu unutmayınız.
➤ Konvertör sinyallerini osiloskop ile ölçünüz.	➤ DC ölçümlerin DC, AC ölçümlerin AC kademedede yapılacağını unutmayınız.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Konvertör devresinin devre şemasını çizebildiniz mi?		
2. Konvertör devresinin baskılı devresini çizebildiniz mi?		
3. Baskılı devreyi çıkarabildiniz mi?		
4. Plaketteki yolları kontrol edebildiniz mi?		
5. Plaketin montajını yapabildiniz mi?		
6. Konvertör devresine enerji vermeden ölçüm yapabildiniz mi?		
7. Konvertör devresine enerji verebildiniz mi?		
8. Konvertör devresine enerji verildikten sonra polarma gerilimlerini ölçebildiniz mi?		
9. Konvertör sinyallerini osilaskop ile ölçebildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Güncel yaşantımızda kullandığımız bütün cihazlar düşük seviyeli DC gerilimle çalışır.
2. ( ) DC-DC dönüştürücüler invertör denir .
3. ( ) UPS kesintisiz güç kaynağı anlamına gelir.
4. ( ) Online UPS'lerde invertör her zaman devrede olduğu için herhangi bir kesinti anında devreye girme gecikmesi meydana gelmez.
5. ( ) Bir anahtarlama güç kaynağında anahtarlama elmanı olarak diyot kullanılır.
6. ( ) Günümüzde PWM' in en çok duyulduğu yer, güç kaynaklarıdır.
7. ( ) Çıkış geriliminin giriş gerilimine göre daha düşük olması istenildiği durumda azaltan çeviriciler (Buck) kullanılır.
8. ( ) Yarım köprü çevirici giriş geriliminin 220V AC olduğu Avrupa'da geniş bir kullanım alanına sahiptir.
9. ( ) Sigortalar, elektronik devreleri aşırı gerilimlerden korur.

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi BJT polarma yöntemlerinden biri değildir?
  - A) Sabit polarma
  - B) Emiter polarma
  - C) Kendinden polarma
  - D) Gerilim bölücülü polarma
2. Aşağıdakilerden hangisi FET'lerin klasik transistörlere (BJT) göre üstünlüklerinden değildir?
  - A) Giriş empedansları daha yüksektir.
  - B) Anahtar olarak kullanıldığında, sapma gerilimi yoktur.
  - C) BJT'lere nazaran daha az gürültülüdür.
  - D) Isısal değişimlerden etkilenirler.
3. Aşağıdakilerden hangisi bir tamircinin elinde olması gereken tamir aletlerinden biri değildir?
  - A) Avometre
  - B) Havya, lehim, pasta
  - C) Yan keski, pense, kargaburnu
  - D) Tamir edilecek aletin faturası
4. Aşağıdakilerden hangisi pals devresi değildir?
  - A) RC osilatör
  - B) İntegral devreleri
  - C) Schmitt trigger devreleri
  - D) Boot strobe devreleri
5. Zaman sabitesi hangi malzeme ile ilgili bir ifadedir?
  - A) Direnç-transistör
  - B) Transistör-bobin
  - C) Direnç-kondansatör
  - D) Diyot-bobin
6. Düşük frekanslı bir osilatör yapmak isterseniz aşağıdakilerden hangisi uygundur?
  - A) LC
  - B) Kristal
  - C) Entegre
  - D) RC
7. PWM darbe sinyalinin hangi özelliğini değiştirir?
  - A) Frekans
  - B) Dalga genişliği
  - C) Periyot
  - D) Genlik

8. Harmonik bileşeni hangi tür sinyallerden oluşur?  
A) Kare dalga  
B) Sinüs  
C) Üçgen  
D) Testere dişi
9. İntertör devrelerinde transistörler hangi sinyal biçimi ile anahtarlanmaktadır?  
A) PWM  
B) FM  
C) FSK  
D) PAM
10. KGK' nın temel görevleri aşağıdakilerden hangisi değildir?  
A) Şebeke gerilimi kesildiğinde, kesintiyi yüke hissettirmeden şebeke gerilimi gelinceye kadar yükü beslemek  
B) Gerilimin değerini ve frekansını belli bir aralıkta sabit tutmak  
C) Şebeke geriliminin bozukluklarını yüke hissettirmemek  
D) DC gerilim çıkışı sağlamak
11. Aşağıdakilerden hangisi anahtarlama mod güç kaynaklarının(SMPS) lineer güç kaynakların göre avantajlarından değildir?  
A) Verimleri yüksektir ( % 70-%95 ).  
B) Daha fazla karmaşık devrelere ihtiyaç duyulur.  
C) C)Daha az boyuttadır.  
D) D)Daha az ağırlıktadır.
12. Aşağıdakilerden hangisi en fazla güç çıkışı sağlayan konvert tipidir?  
A) Flyback  
B) Push-pull  
C) C)Yarım köprü,  
D) Tam köprü
13. Çalışma akımı 2A olan bir güç kaynağına takılacak sigorta en az kaç amperlik olur?  
A) 3 A  
B) 2.5 A  
C) 2 A  
D) 1.5 A

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmenimize başvurunuz.



# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Yanlış
5	Doğru
6	Yanlış
7	Doğru
8	Doğru
9	Yanlış
10	Doğru

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Doğru
5	Yanlış
6	Yanlış
7	Doğru

### ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Doğru
5	Yanlış
6	Yanlış
7	Doğru
8	Yanlış

### ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Doğru
4	Yanlış
5	Yanlış
6	Doğru
7	Doğru
8	Doğru

## ÖĞRENME FAALİYETİ-5'İN CEVAP ANAHTARI

1	Yanlış
2	Yanlış
3	Doğru
4	Doğru
5	Yanlış
6	Doğru
7	Doğru
8	Doğru
9	Yanlış

## MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	D
3	D
4	A
5	C
6	D
7	B
8	B
9	A
10	D
11	B
12	D
13	B

## KAYNAKÇA

- DEMİREL Hüseyin, Elektronik Devre Elemanları ve Elektronik Devreler, İstanbul, 2010.
- BERKET Metin, Engin TEKİN, Atelye ve Laboratuvar 1, İzmir, 2005.
- BERKET Metin, TEKİN Engin, Atelye ve Laboratuvar 2, İzmir, 2005.
- MEGEP, Transistörlü Devreler, Ankara, 2008.
- MEGEP, Elektronik Devreler ve Sistemler 1, Ankara, 2007.
- YILDIZ M.Necdet, İleri Güç Elektroniği Ders Notları, Ege Üniversitesi Ege Meslek Yüksek Okulu,2009.
- YILDIZ M.Necdet, Güç Elektroniği-1 Ders Notları, Ege Üniversitesi Ege Meslek Yüksek Okulu,2009.
- KARACALI Tevhit, Birol SOYSAL, Bülent ÇAVUŞOĞLU, Sayısal Devre Laboratuvarı Deney Kitapçığı, Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 2006.
- AKDERE Mehmet, Anahtarlamalı Güç Kaynakları ve Televizyon Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2006.
- DERİCİ Serdar, DC/DC Konvertörler, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2000.
- <http://w3.gazi.edu.tr/~ozkaraca/>