

## DENEY 4: GÜÇ KUVVETLENDİRİCİLERİ

**Amaç :** A, B, AB sınıfı kuvvetlendiricilerin incelenmesi ve gerçekleştirilmesi.

### Malzeme Listesi :

Transistör : 1xBC237, 1xBD135, 1xBD136

Diyot : 2x1N4001

Direnç : 2x110kΩ, 2x10kΩ, 2x1,5kΩ, 1x24Ω, 4x120Ω (1/2watt), 2x1,2kΩ, 1x2,2kΩ

Kondansatör : 2x1μf, 1x4.7μf

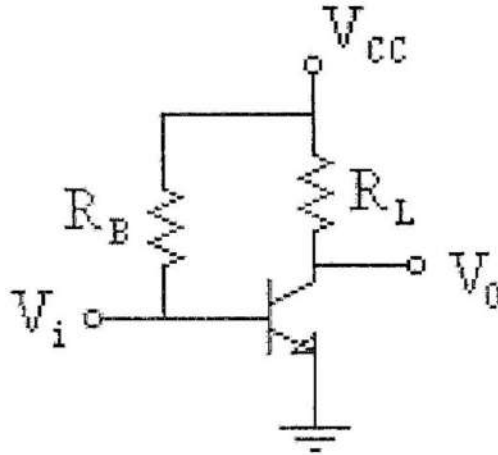
### 8.1. Genel Bilgiler

Kuvvetlendiriciler, kuvvetlendirdikleri elektriksel büyüklüğün boyutuna göre gruplanır. Buna göre gerilim, akım ve güç kuvvetlendiricisi olmak üzere üç grup kuvvetlendirici vardır. Güç kuvvetlendiricilerinde yüke aktarılan güç önemlidir. Devrede oluşan kayıplar nedeni ile kaynaktan çekilen gücün tamamı yüke aktarılamaz. Yüke aktarılan güç  $P_Y$  ve kaynaktan çekilen güç  $P_{DC}$  ile gösterilsin. Yüke aktarılan gücün, kaynaktan çekilen güce oranına verim denir ve  $\eta$  ile gösterilir.

$$\eta = \frac{P_Y}{P_{DC}}$$

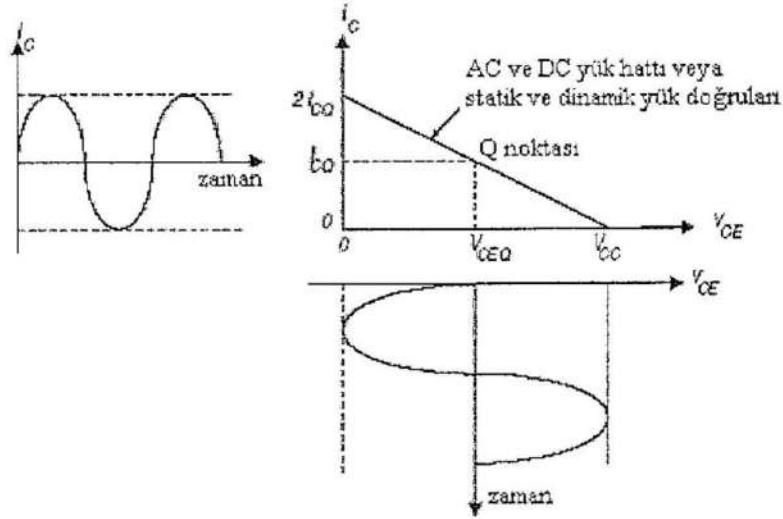
Devrede harcanan güç nedeni ile verim %100'den küçüktür. Güç kuvvetlendiricileri girişteki sinüzoidal işarete karşılık transistör üzerinden akan akımın akış açısına bağlı olarak sınıflara ayrılır.

#### 8.1.1. A Sınıfı Güç Kuvvetlendiricisi



Şekil-8.1 A sınıfı temel güç kuvvetlendiricisi

A sınıfı çalışmada giriş işaretinin iki yarı periyodu da kuvvetlendirilerek yüke aktarılır (Şekil 8.2).



Şekil-8.2 Q çalışma noktası ve statik ve dinamik yük doğruları

Şekil 8.1'deki devreyi incelersek:

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}, \quad I_C = \beta I_B, \quad V_{CE} = V_{CC} - I_C R_L$$

Yüke aktarılan işaretin maksimum genlikli olabilmesi için çalışma noktasında  $V_{CE} = V_{CC}/2$  seçilmelidir. Bu durumda çalışma noktasında kollektör akımı  $I_C = V_{CC}/2R_L$  olur.

$$\text{Yani } V_{CEQ} = \frac{V_{CC}}{2}, \quad I_{CQ} = \frac{V_{CC}}{2R_L} \text{ 'dir.}$$

$$P_{DC} (\text{kaynaktan çekilen DC güç}) = V_{CC} I_{CQ} = V_{CC} \cdot \frac{V_{CC}}{2R_L} = \frac{V_{CC}^2}{2R_L}$$

$$P_Y (\text{yüke aktarılan gücün ortalama değeri}) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (i)^2 R_L d\alpha = R_L \cdot \left[ \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (i)^2 d\alpha \right]$$

sinuzoidal işaretin  
effektif değerinin  
karesi

$$P_Y = R_L \left( \frac{I_m}{\sqrt{2}} \right)^2 = \frac{R_L I_m^2}{2}$$

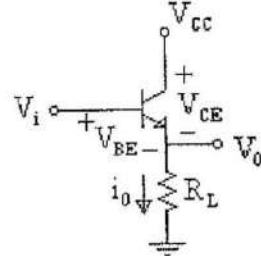
$$I_m = \frac{V_m}{R_L} = \frac{V_{CC}}{2R_L}$$

$$P_Y = \frac{R_L}{2} \left( \frac{V_{CC}}{2R_L} \right)^2 = \frac{V_{CC}^2}{8R_L}$$

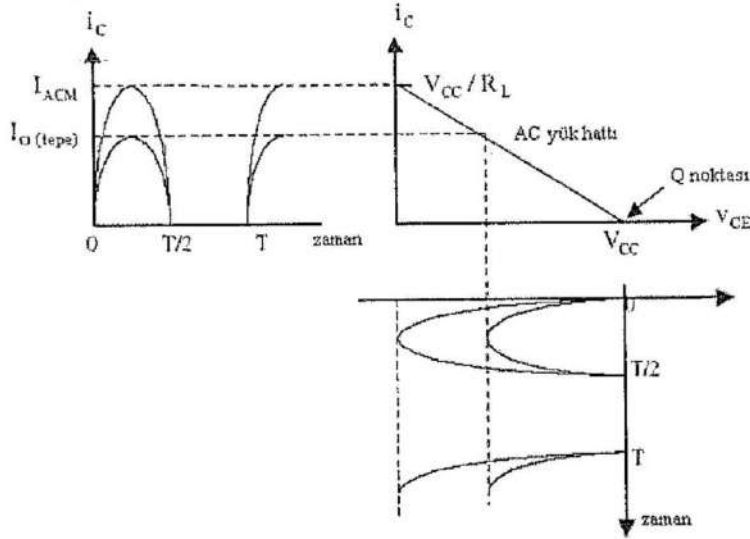
$$\eta = \frac{P_Y}{P_{DC}} = \frac{1}{4} = \%25$$

### 8.1.2. B Sınıfı Güç Kuvvetlendiricisi

Temel bir B sınıfı güç kuvvetlendiricisi Şekil 8.3'te verilmiştir. B sınıfı çalışmada çıkış akımının akış açısı  $\theta = 180^\circ$  dir. Buna göre girişe alternatif bir işaret uygulandığında işaretin bir yarı periyodu kuvvetlendirilerek yüke güç aktarılmaktadır (Şekil 8.4).  $V_i = 0$  iken akım akmaz. Bu nedenle verim A sınıfına göre daha yüksektir.

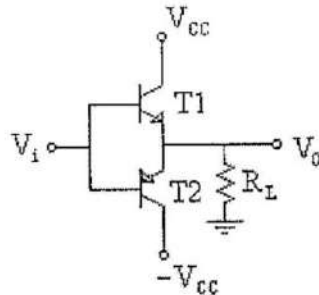


Şekil-8.3 Temel B sınıfı güç kuvvetlendiricisi



Şekil-8.4 İdeal B sınıfı kuvvetlendiricinin yük doğrusu ve alternatif çıkış akım-gerilimleri

B sınıfı çalışmada sadece bir yarı periyot kuvvetlendirildiği için distorsiyon yüksektir. Giriş işaretinin tümünü kuvvetlendirmek için 2 transistörlü yapı kullanılır (Şekil 8.5).



Şekil-8.5 Push pull B sınıfı kuvvetlendirici

Şekil 8.5'deki devreyi incelersek:

$V_i=0$  iken T1 ve T2 kesimdedir,  $V_o=0$   
 $V_i>V_{BE}$  iken T1 iletimdedir,  
 $V_i<-V_{BE}$  iken T2 iletimdedir,

$-V_{BE} < V_i < V_{BE}$  arasında  $V_o = 0$  'dir. Bu bozulmaya geçiş (cross-over) distorsiyonu denir. Çıkış işaretinin maksimum değeri OM CC CESAT  $V_{OM} = V_{CC} - V_{CESAT}$  'dir.

$$P_{DC} = 2V_{CC}I_{DC}$$

$$I_{DC} = \frac{I_m}{\pi}$$

$$P_{DC} = 2V_{CC} \frac{V_m}{\pi R_L} \cong \frac{2V_m^2}{\pi R_L} \quad [V_m \cong V_{CC} \text{ dir}]$$

$$P_Y = I_{eff} \cdot V_{eff} = \frac{I_m V_m}{2} = \frac{V_m^2}{2R_L}$$

$$\eta = \frac{P_Y}{P_{DC}} = \frac{V_m^2}{2R_L} \cdot \frac{\pi R_L}{2V_m^2} = \frac{\pi}{4} = \%78$$

### 8.1.3. AB Sınıfı Güç Kuvvetlendiricisi

AB sınıfı çalışmada çıkış akımının akış açısı  $180^\circ < \theta < 360^\circ$  'dir. B sınıfı kuvvetlendiricide geçiş distorsiyonu olduğu için bu bozulmayı önleyecek şekilde devreye 2 diyot eklenir. Böylece  $V_i = 0$  iken de devreden akım akar. B sınıfı çalışmaya göre distorsiyon daha azdır. Verim ise B sınıfına göre daha düşüktür.

### 8.2. Deney Öncesi Yapılacaklar

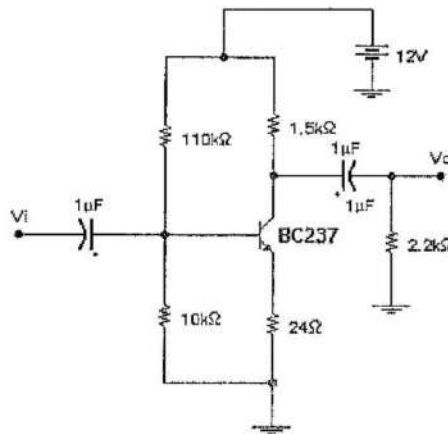
1. Deneyde kuracağınız bütün devrelerin verimini SPICE yardımıyla hesaplayınız.
2. Föyün sonundaki sorulara göz atınız.

### 8.3. Deneyde Yapılacaklar

1. Şekil 8.6'daki A sınıfı kuvvetlendirici devresini kurunuz ve çalıştırınız. Bu devreyi çalıştırırken devrenin girişine  $f=1\text{kHz}$ 'lik  $10\text{mV}$  genlikli bir gerilim uygulayınız. Giriş ve çıkış işaretlerini Şekil 8.9 üzerine çiziniz.
2. Devrenin kazancını ve çıkışta bozulma olmadan girişe uygulayabileceğiniz maksimum giriş işareti genliğini tespit ediniz ve sonuç sayfasındaki tabloya yazınız.
3. Kırılmızsız maksimum çıkış genliğindeki çıkış akımını hesaplayınız ve sonuç sayfasındaki tabloya yazınız.
4. Devrenin verimini ölçülen değerlerden hesaplayınız ve sonuç sayfasındaki tabloya yazınız.
5. Şekil 8.7'deki eşlenik transistörlü Push-Pull B sınıfı kuvvetlendiriciyi çalıştırınız. Devre girişine  $f = 1\text{kHz}$ 'lik  $1\text{V}$  genlikli bir gerilim uygulayınız.
6. Giriş ve çıkış işaretlerini Şekil 10 üzerine çiziniz.
7. Maksimum çıkış gerilimi değeri için devrenin verimini ölçülen değerlerden yararlanarak hesaplayınız ve tabloya yazınız.
8. Geçiş distorsiyonu düzeltilmiş AB sınıfı Push-Pull kuvvetlendirici DC kutuplama devresi ile birlikte gerçekleştirilecektir. (Şekil 8.8) Giriş ve çıkış işaretlerini Şekil 11 üzerine çiziniz.
9. Devrenin verimini ölçülen değerlerden hesaplayınız ve tabloyu doldurunuz.

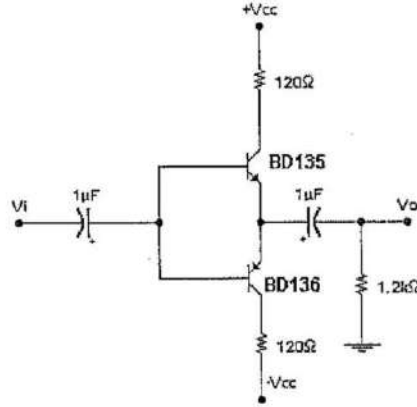
### 3.4. Deney Sonu Soruları

1. Güç kuvvetlendirici devreleri temelde ne işe yarar ve nerelerde kullanılır?
2. Güç kuvvetlendiricilerin sınıflandırılması neye göre yapılır ve kaç çeşit güç kuvvetlendiricisi vardır?
3. Bir güç kuvvetlendiricisinin verimini tanımlayınız.
4. Maksimum akım sınırı  $500\text{mA}$ ; maksimum dayanma gerilimi  $40\text{V}$ ;  $V_{CE\text{SAT}}=0.5\text{V}$  ve  $\beta=100$  değerleri ile verilen bir transistör kullanarak  $100\Omega$  yük direncine  $0.5\text{W}$  güç sağlayan bir A sınıfı güç kuvvetlendiricisi tasarlayınız.
5. Şekil 8.5 deki gibi B sınıfı bir güç kuvvetlendiricisi verilmektedir. Devrenin yük direnci  $100\Omega$  ve besleme gerilimleri  $\pm 15\text{V}$  dur. Transistörlerin  $V_{CE\text{SAT}}$  değerleri  $0.5\text{V}$  olduğuna göre yüke aktarılacak maksimum gücü hesaplayınız. ( $V_{BE}=0$ ;  $\beta$  çok büyük ve çıkış gerilimi tam sinüzoidal varsayınız).

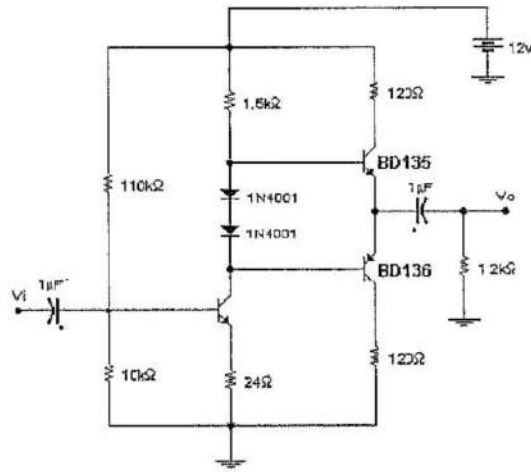


Şekil 8.6

Şekil-8.6 A Sınıfı Kuvvetlendirici Deney Devresi

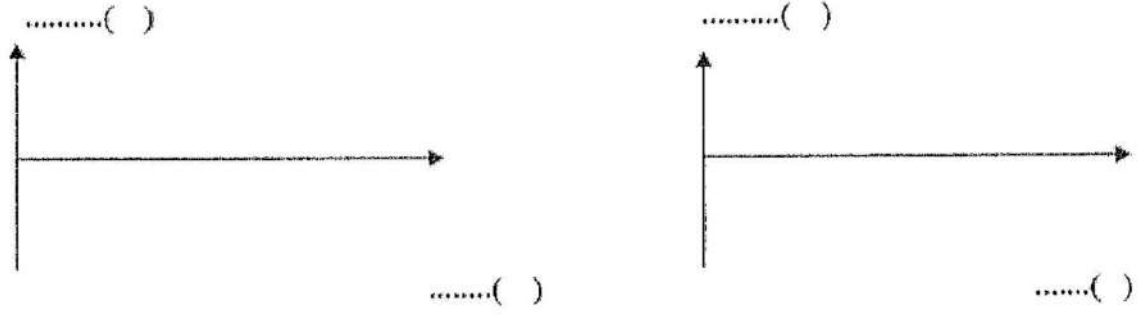


Şekil-8.7 B Sınıfı Kuvvetlendirici Deney Devresi

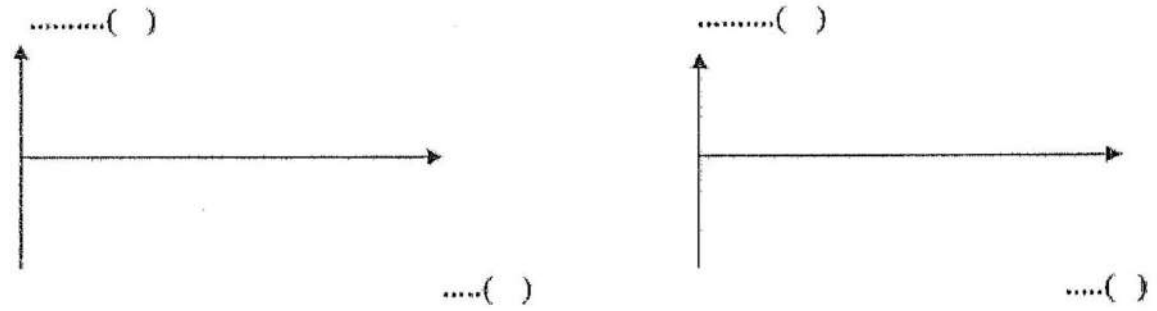


Şekil 8.8 AB Sınıfı Kuvvetlendirici Deney Devresi

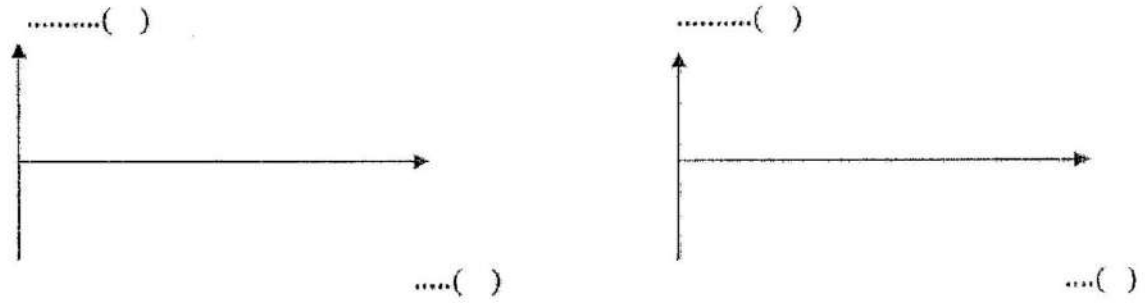
### 8.5. DENEY 8 Sonuç Sayfası



Şekil 8.9 A sınıfı kuvvetlendiricinin giriş ve çıkış işaretleri



Şekil 8.10 Eşlenik transistörlü Push-Pull B sınıfı kuvvetlendiricinin giriş ve çıkış işaretleri



Şekil 8.11 Geçiş distorsiyonu düzeltilmiş AB sınıfı Push-Pull kuvvetlendirici devresi giriş ve çıkış işaretleri

Tablo 8.1 Güç Kuvvetlendiricileri Arasındaki Karşılaştırma

	A sınıfı	B sınıfı	AB sınıfı
Kırpılmasız maksimum çıkış gerilimi			
Yük akımı			
Maksimum verim			