

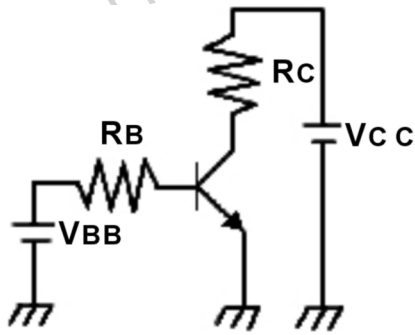
## DENEY 1-1 Ortak Emetörlü Yükselteç

### DENEYİN AMACI

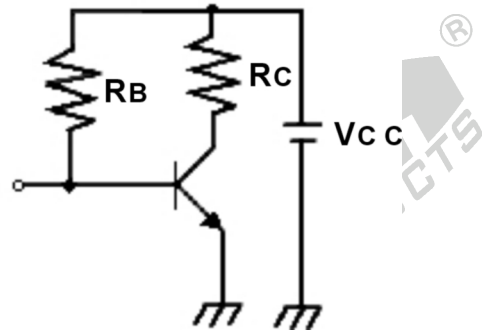
1. Ortak emetörlü yükseltecin konfigürasyon ve çalışma prensibini anlamak.
2. Ortak emetörlü yükseltecin karakteristiklerini ölçmek.

### GENEL BİLGİLER

Şekil 6-1-1(a)'da gösterilen temel ortak-emetörlü (CE) yükselteç devresinde, giriş ve çıkış sinyalleri ortak emetörü paylaşmaktadır. Başka bir ifadeyle emetör, genellikle toprak (GND) olarak adlandırılan, ortak nokta olarak kullanılır. Aslında burada emetör, devrede ortak bir uç olarak kullanılmaktadır ve bu durum elektrik devrelerindeki toprak kavramından farklıdır. Gerçek devrede,  $V_{BB}$  ve  $V_{CC}$ 'nin birarada kullanılması ekonomik ve kullanışlı değildir. Bu yüzden genellikle  $I_B$  ve  $I_C$  için tek bir  $V_{CC}$  güç kaynağı kullanılır. Tipik bir devre Şekil 6-1-1(b)'de gösterilmiştir.



(a) İki güç kaynağı



(b) Tek güç kaynağı

Şekil 6-1-1 Ortak emetörlü yükselteç

Ortak emetörlü yükselteç için öngerilim düzenlemeleri:

1. Sabit öngerilim devresi
2.  $\beta$ 'dan bağımsız dc öngerilim devresi (kendinden öngerilimli).

Devrenin kararlılığını arttırmak için, yukarıdaki öngerilim devreleri yerine emetör dirençli sabit öngerilim devresi ve kollektör geribeslemeli öngerilim devresi kullanılır. Sık kullanılan öngerilim düzenlemeleri için temel prensipler aşağıda ifade edilmiştir:

### Sabit Öngerilim Devresi

1. DC yük doğrusunun bulunması (DC öngerilim)

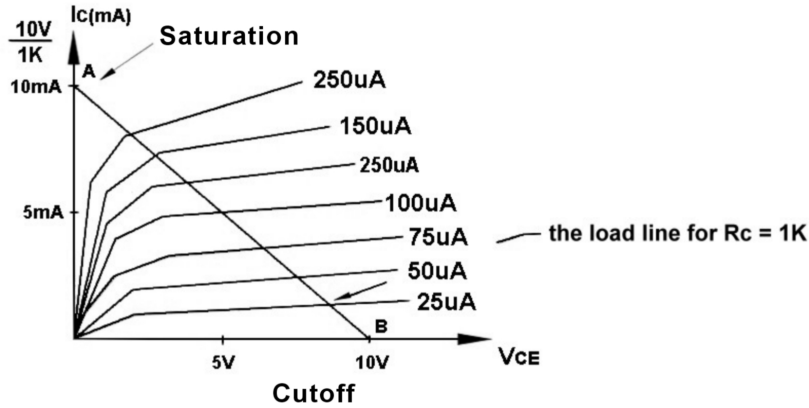
Şekil 6-1-1(b)'deki devre ele alınır,  $V_{CC}=10V$ ,  $R_C=1k\Omega$ ,  $R_B=100k\Omega$  ve  $\beta=50$  değerleri için;

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} = \frac{10V - 0.6V}{100K} = \frac{9.4}{100K} \cong 100\mu A$$

$$I_C = \beta I_B = 50 \times 100\mu A = 5000\mu A = 5mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C = 10V - 5mA \times 1K = 5V$$

Bu denklemler, Şekil 6-1-2'de gösterildiği gibi, çıkış karakteristik eğrisinde ifade edilebilir. A ve B noktalarını bağlayan doğru, dc yük doğrusu olarak adlandırılır.



Şekil 6-1-2 DC yük doğrusu

Transistör doyumdayken,  $I_{C(sat)} = V_{CC}/R_C = 10mA$  ve  $V_{CE} = 0$  olur (A noktası). Transistör kesimdeyken,  $I_C = 0$  ve  $V_{CE} = 10V = V_{CC}$  olur (B noktası). Bu devrenin Q çalışma noktası,  $I_C = 5mA$ ,  $V_{CE} = 5V$  noktasıdır. Transistör bu şekilde aktif bölgede çalışmaktadır.

## 2. AC giriş sinyali ile çalışma

a. DC yük doğrusundan,  $V_O$ 'ın ( $V_{CE}$ ) maksimum değerinin  $V_{CC}$  ve minimum değerinin 0V olduğu görülmektedir. Diğer bir ifadeyle,  $V_O$ 'ın değişimi  $\Delta V_O$ , giriş sinyalindeki değişimden bağımsız olarak, 0V ile  $V_{CC}$  arasındadır.

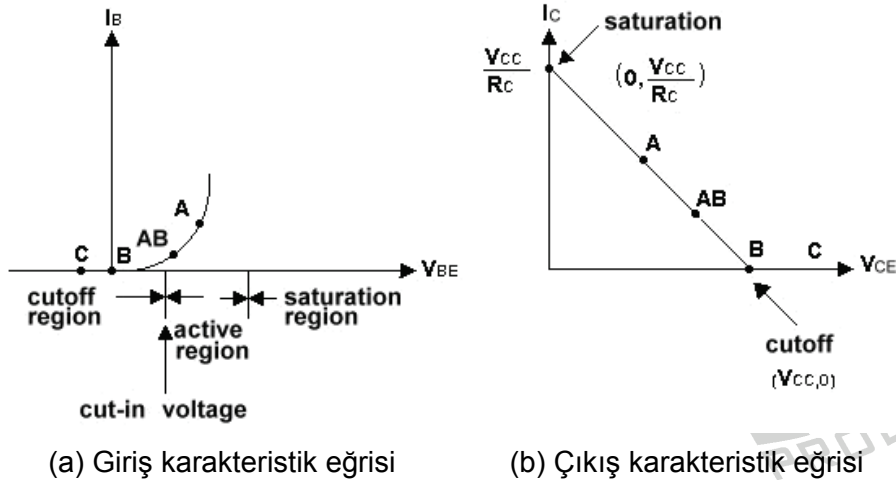
b. Şekil 6-1-1(b)'de gösterildiği gibi,  $R_C=1K$ ,  $R_B=100K$ ,  $\beta=50$ ,  $I_B=\pm 50\mu A$  değerleri için, baz ucuna bir ac akım uygulanmaktadır. Şekil 6-1-2'de gösterildiği gibi, dc yük doğrusu çizildikten sonra, Q noktasının  $I_B$  akım değeri  $100\mu A$  olarak bulunmaktadır. Böylece giriş akımının değişim aralığı  $50\mu A$  ile  $100\mu A$  arasında olmaktadır.

$$I_B=50\mu A \text{ için, } I_C=\beta \times I_B=50 \times 50\mu A=2,5mA \text{ ve } V_{CE}=V_{CC}-I_C \times R_C=10V-2,5mA \times 1K=7,5V.$$

$$I_B=150\mu A \text{ için, } I_C=\beta \times I_B=50 \times 150\mu A=7,5mA \text{ ve } V_{CE}=V_{CC}-I_C \times R_C=10V-7,5mA \times 1K=2,5V.$$

## 3. DC öngerilimin yükselteç devresine etkisi (Q noktasının yükseltmeye etkisi)

Transistör devresinin dc öngerilim devresi, transistörün yükseltme sınıfına (A, B, AB ve C) göre tasarlanır. Her yükseltme sınıfı için Q çalışma noktası konumları Şekil 6-1-3'te gösterilmiştir.



Şekil 6-1-3

Bunun yanında,

A Sınıfı : Çalışma noktası, karakteristik eğrinin doğrusal kısmının ortasındadır.

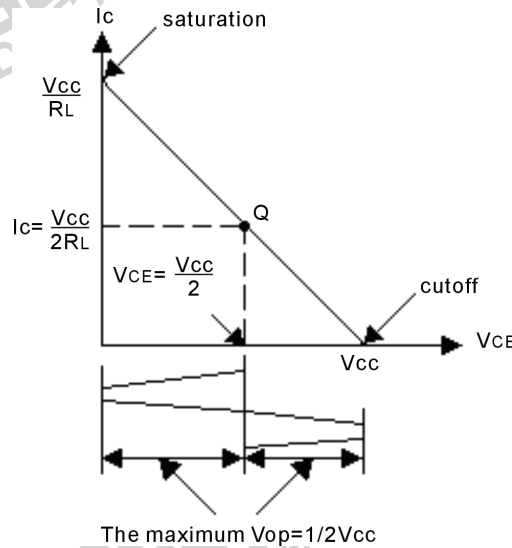
B Sınıfı : Çalışma noktası,  $V_{BE}=0$  olduğu kesim noktasındadır.

C Sınıfı : Çalışma noktası, kesim noktasının aşağısında,  $V_{BE}$ 'nin negatif olduğu bölgededir.

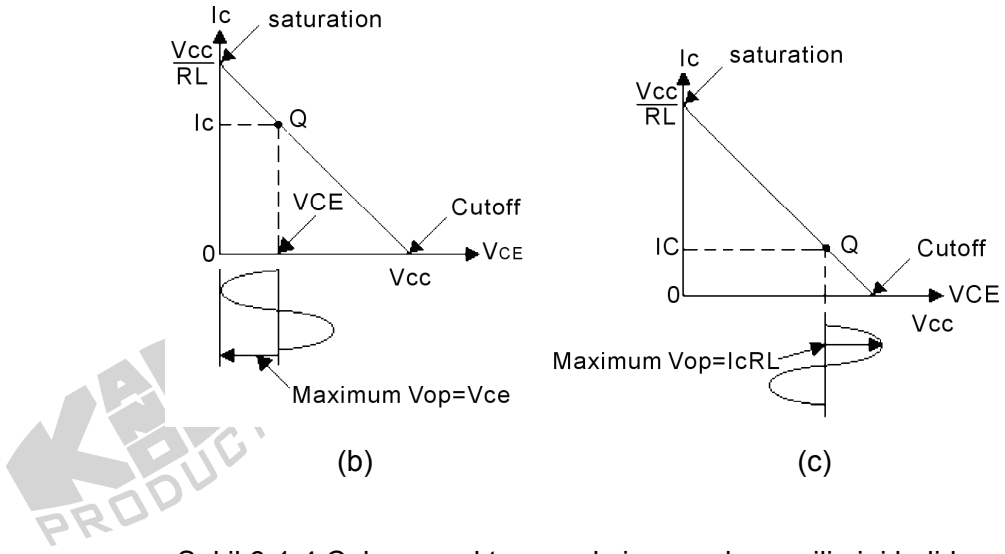
AB Sınıfı : Çalışma noktası, A ve B Sınıfı çalışma noktaları arasında yer alır.

Çalışma noktasının konumu, maksimum çıkış gerilimini belirler. Çalışma noktası, Şekil 6-1-4'te gösterildiği gibi,  $I_B$  giriş sinyalinin büyüklüğüne uygun olarak belirlenir. Şekil 6-1-4'e göre;

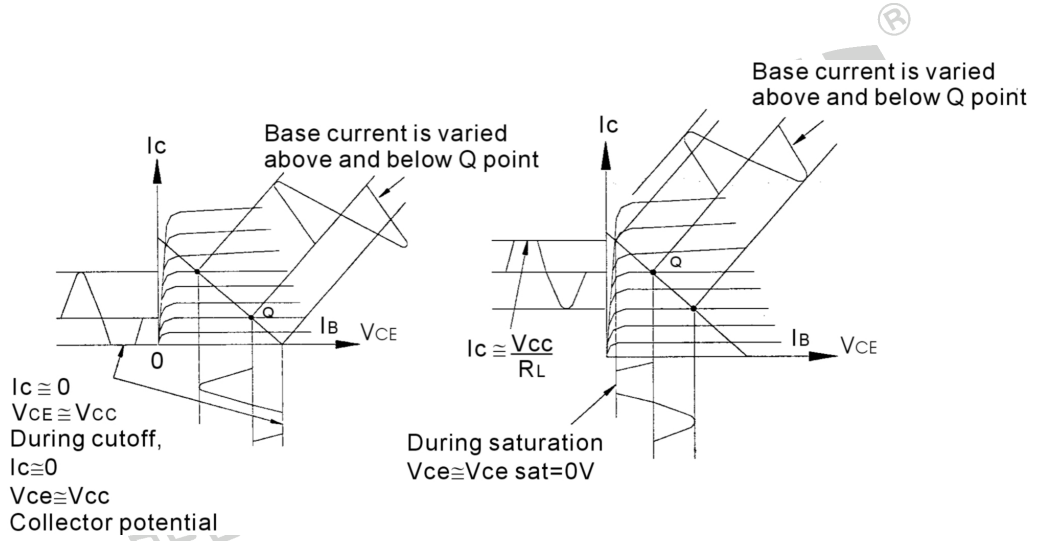
- Daha büyük giriş sinyaline sahip devreler için çalışma noktası, Şekil 6-1-4(a)'da gösterildiği gibi, yük doğrusunun orta noktasında ( $V_{CE}=V_{CC}/2$ ) olacak şekilde tasarlanır.
- Daha küçük giriş sinyaline sahip devreler için çalışma noktası, orta noktanın yukarısında (Şekil 6-1-4(b)) yada aşağısında (Şekil 6-1-4(c)) olacak şekilde tasarlanabilir.
- Çalışma noktası yük doğrusunun ortasında olacak şekilde tasarlanmazsa, büyük giriş sinyali durumunda, Şekil 6-1-5(a) ve (b)'de gösterildiği gibi, çıkış dalga şeklinde bozulma ortaya çıkar ve işaretin tepe noktaları kırılır.
- Çalışma noktası yük doğrusunun ortasında olacak şekilde tasarlansa bile, giriş sinyalinin çok büyük olması durumunda, Şekil 6-1-6'da gösterildiği gibi, hem pozitif hem de negatif tepelerde kırılma ortaya çıkar. Bu bozulmayı ortadan kaldırmanın tek yolu, Şekil 6-1-6'da gösterildiği gibi  $V_{CC}$ 'yi artırmaktır.



(a) Mümkün olan en büyük  $V_O$

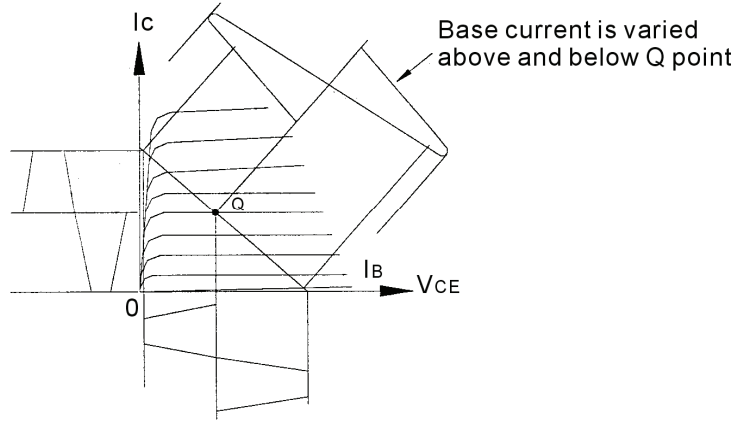


Şekil 6-1-4 Çalışma noktası, maksimum çıkış gerilimini belirler.



(a) Kesimin neden olduğu bozulma (b) Doyumun neden olduğu bozulma

Şekil 6-1-5 Uygun olmayan çalışma noktasının neden olduğu bozulma



Şekil 6-1-6 Aşırı giriş geriliminin neden olduğu bozulma

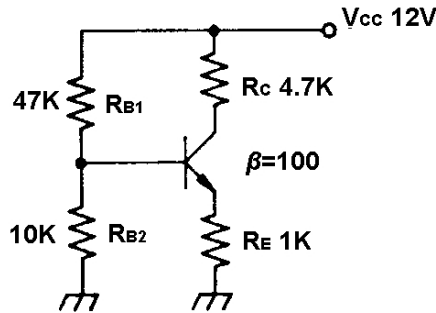
#### 4. Sabit öngerilim devresinin dezavantajları

Sabit öngerilim devresinin ( $V_{CE}$ ,  $I_C$ ) çalışma noktası,  $\beta$  değerine bağlıdır ( $I_C = \beta \times I_B$ ,  $V_{CE} = V_{CC} - I_C \times R_C$ ). Farklı transistör kullanılması durumunda  $\beta$  değeri değişir (Aynı üretici tarafından üretilen, aynı kod numarasına sahip transistörlerin bile  $\beta$  değeri farklı olabilir). Bu durumda çalışma noktasının konumu da değişir ve devrenin çalışma durumu başlangıç tasarımıyla uyumlu olmaz. Ayrıca, çıkış dalga şekli bozulur ve sükunet akımının artması transistörün yanmasına sebep olabilir.

#### $\beta$ Değerinden Bağımsız Öngerilim Devresi

Bu devrenin tasarımının tamamlanmasıyla, çalışma noktası sabitlenmiş demektir ve  $\beta$  değerinin değişmesi bu çalışma noktasının kaymasına neden olmaz. Bu devre, otomatik olarak çalışma noktasına kilitlenen karakteristiklere sahip olduğu için, "kendinden öngerilimli devre" olarak adlandırılır.

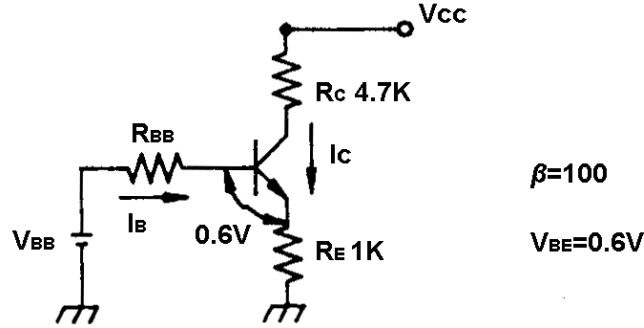
Örnek: Şekil 6-1-7'de gösterilen devre için  $I_C$  ve  $V_{CE}$ 'yi bulalım.



Şekil 6-1-7 Kendinden öngerilimli ortak emetörlü yükselteç devresi

Çözüm:

Şekil 6-1-7'deki devrenin eşdeğeri Şekil 6-1-8'de gösterilmiştir.



Şekil 6-1-8 Şekil 6-1-7'nin eşdeğer devresi

Thevenin teoreminden yararlanarak

$$V_{BB} = V_{CC} \times \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} = 12V \times \frac{10K}{47K + 10K} = 2.1V$$

$$R_{BB} = R_{B1} // R_{B2} = \frac{R_{B1} \times R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} = \frac{47K \times 10K}{47K + 10K} = 8.2K \Omega$$

Şekil 6-1-8'den,

$$\begin{aligned} V_{BB} &= I_B \times R_{BB} + V_{BE} + I_E \times R_E \\ &= I_B \times R_{BB} + V_{BE} + I_B (1 + \beta) R_E \\ &= I_B (R_{BB} + (1 + \beta) R_E) + V_{BE} \end{aligned}$$

$$\therefore I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_{BB} + (1 + \beta) R_E} = \frac{2.1 - 0.6}{8.2K + (1 + 100)1K} = 0.0138mA$$

$$Q \begin{cases} I_C = \beta \times I_B = I_E = 200 \times 0.0138mA = 1.38mA \\ V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_C + R_E) = 12V - 1.38mA (4.7K + 1K) = 12 - 7.9V = 4.1V \end{cases}$$

Kullanılan yaklaşık değerler değerlendirilirse;

$$I_E = V_E / R_E = \frac{V_{BB} - 0.6V}{1K} = \frac{2.1V - 0.6V}{1K} = 1.5mA$$

$$I_C \doteq I_E = 1.5mA$$

$$V_{CE} = 12V - 1.5mA (4.7K + 1K) = 3.45V$$

$\beta$  değeri gözönüne alınmadığında,  $I_C=1.5mA$  yaklaşımı kullanılabilir.  $\beta$  değeri gözönüne alındığında ise  $I_C=1.38mA$  olmaktadır ( $\beta R_e$  büyüdükçe yukarıdaki iki çözüm birbirine daha fazla yaklaşır). Bu nedenle bu devre,  $\beta$  değerinden bağımsız öngerilim devresi olarak adlandırılır. Farklı transistör kullanılması durumunda devrenin çalışma noktası değişmeyecektir.

### Kollektör Geribeslemeli Öngerilim Devresi

Kollektör geri-beslemeli öngerilim devresi Şekil 6-1-9'da gösterilmiştir.

Aşağıda bu devre analiz edilmiştir.

Kirchhoff'un gerilim yasasından yararlanılarak;

$$\therefore V_{CC} = (I_C + I_B) \times R_C + I_B \times R_B + V_{BE}$$

$$V_{CC} = (\beta + 1) I_B \times R_C + I_B \times R_B + V_{BE}$$

$$\therefore I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{(1 + \beta) R_C + R_B}$$

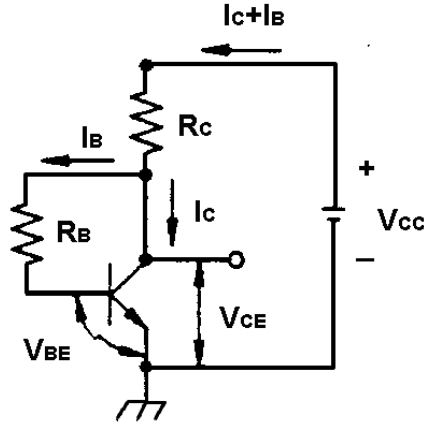
Eğer  $\beta \gg 1$  ve  $V_{CC} \gg V_{BE}$  ise

$$I_B = \frac{V_{CC}}{\beta R_C + R_B}$$

$$I_C = \beta I_B$$

$$V_{CE} = V_{CC} - (I_C + I_B) R_C \doteq V_{CC} - I_C \times R_C$$





Şekil 6-1-10 Kollektör geribeslemeli öngerilim devresi

Örnek: Şekil 6-1-9'da gösterildiği gibi,  $V_{CC}=12V$ ,  $R_C=10K$ ,  $R_B=500K$ ,  $\beta=50$  için  $I_C$  ve  $V_{CE}$ 'yi bulun.

Çözüm:

$$I_B = \frac{12V}{50 \times 10K + 500K} = \frac{12V}{1M} = 12\mu A$$

$$I_C = \beta \times I_B = 12\mu A \times 50 = 0.6mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \times R_C = 12V - 0.6mA \times 10K = 12V - 6V = 6V$$

$\beta=100$  için,

$$I_B = \frac{12V}{\beta R_C + R_B} = \frac{12V}{10K \times 100 + 500K} = \frac{12}{1.5M} = 8\mu A$$

$$I_C = \beta \times I_B = 8\mu A \times 100 = 0.8mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \times R_C = 12V - 0.8mA \times 10K = 4V$$

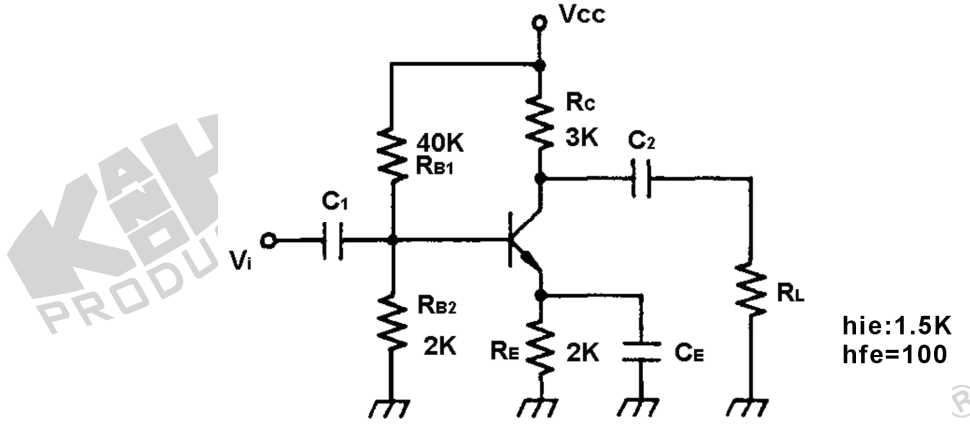
$\beta=50$  için;  $I_C=0.6mA$ ,  $V_{CE}=6V$

$\beta=100$  için;  $I_C=0.8mA$ ,  $V_{CE}=4V$

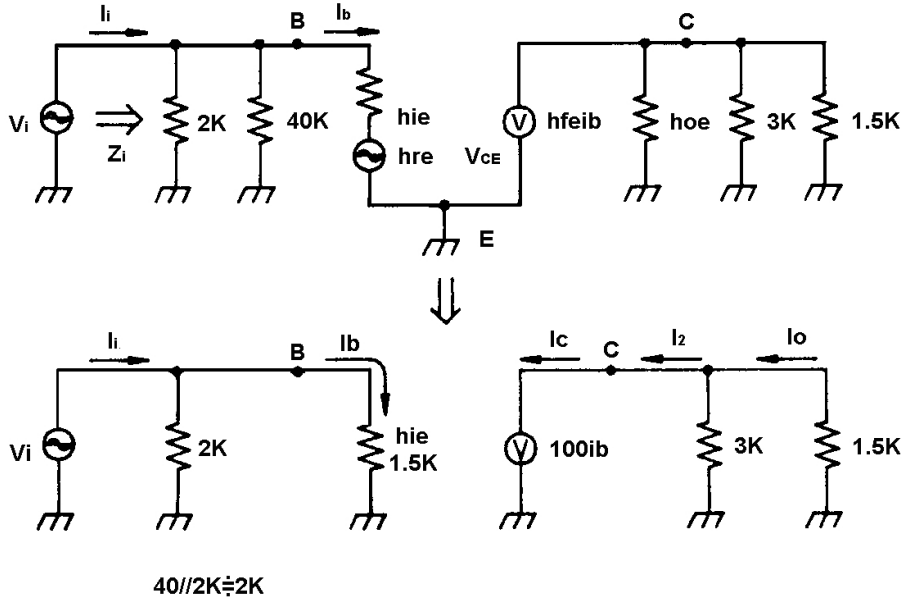
Açıkça görüldüğü gibi, farklı  $\beta$  değerleri için çalışma noktalarını konumu farklı olmaktadır. Kollektör geribeslemeli devre, sabit öngerilimli devreye nazaran çok daha kararlıdır.  $\beta=50$  için  $I_B=12\mu A$  iken,  $\beta=100$  olduğunda  $I_B$   $8\mu A$ 'e düşmektedir. Bu devre kendiliğinden ayarlanma özelliği gösterdiği için,  $\beta$  değerinin değişmesi  $I_C$  akımını önemli ölçüde değiştirmeyecektir.

### Ortak Emetörlü Yükseltecin AC Analizi

Devre Şekil 6-1-10(a)'da, eşdeğeri ise Şekil 6-1-10(b)'de gösterilmiştir.  $A_i$ ,  $A_v$ ,  $Z_i$  ve  $Z_o$ 'ı hesaplayın.



(a) Ortak emetörlü yükselteç devresi



(b) AC eşdeğer devre

Şekil 6-1-10 Ortak emetörlü yükseltecin AC analizi

Çözüm:

$$A_i = I_o / I_i$$

Şekil 6-1-10(b)'den,

$$I_2 = 100 I_b \text{ ve } h_{fe} = I_c / I_b$$

$$I_b = I_i \times \frac{2K}{2K + 15K} = 0.571 I_i$$

$$I_o = I_2 \times \frac{3K}{3K + 1.5K} = 0.667 I_2$$

$$A_i = I_o / I_i$$

$$= \frac{I_o}{I_2} \times \frac{I_2}{I_i} = \frac{I_o}{I_2} \times \frac{I_2}{I_b} \times \frac{I_b}{I_i} = 0.667 \times 100 \times 0.571$$
$$= 38.1$$

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-h_{fe} R'_L}{h_{ie}} \quad (R'_L = 3K // 1.5K \cong 1K)$$
$$= \frac{-100(1 \times 10^3)}{1.5 \times 10^3} = -66.7$$

$$Z_i \cong R_b // h_{ie} = 2K \Omega // 1.5K \Omega = 0.86k\Omega$$

$$Z_o \cong R_c = 3K\Omega$$

## **KULLANILACAK ELEMANLAR**

1. KL-22001 Temel Elektrik Devreleri Deney Düzeneği
2. KL-25003 Transistörlü Yükselteç Devre Modülü
3. Osiloskop
4. Multimetre

## DENEYİN YAPILIŞI



### A. Sabit Öngerilim Devresi

1. KL-25003 modülünü, KL-22001 Temel Elektrik Devreleri Deney Düzeneğinin üzerine koyun ve a bloğunun konumunu belirleyin.
2. Şekil 6-1-11'deki devre ve Şekil 6-1-12'deki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın. Bağlantı kablolarını kullanarak VR4 potansiyometresini devreye bağlayın. KL-22001 Düzeneğindeki sabit 12VDC güç kaynağını, KL-25003 modülüne bağlayın.
3.  $I_B$  ve  $I_C$  akımlarını ölçmek için ampermetreleri bağlayın.
4.  $I_B \approx 0A$  olacak şekilde VR4 (1M)'ü ayarlayın ve  $I_C$  akımını ölçün.
5.  $I_C$  maks. ( $I_{Csat}$ ) olacak şekilde VR4 (1M)'ü ayarlayın ve  $I_B$  akımını ölçün.
6.  $I_C$  doyumdayken,  $I_B$ 'yi arttıracak şekilde VR4'ü ayarlayın ve  $I_C(sat)$  akımındaki değişimi gözleyin.
7. VR4'ü,  $V_{CE}=V_{CC}/2=6V$  olacak şekilde ayarlayın.  $I_B$ ,  $I_C$ ,  $V_{BE}$  ve  $V_{CE}$  değerlerini ölçün ve Tablo 6-1-1'e kaydedin.  $\beta=I_C/I_B$  denklemi ile  $\beta$ 'yi hesaplayın.
8. KL-22001 Düzeneğinin üzerindeki Fonksiyon Üreticini kullanarak, IN ucuna 1KHz'lik bir sinüzoidal işaret uygulayın. OUT çıkış ucuna osiloskop (AC bağlantıda) bağlayın.
9. Osiloskop ekranında görüntülenen çıkış dalga şekli bozulmayacak şekilde, sinüzoidal sinyalin genliğini artırın.
10. Osiloskop kullanarak,  $V_i$  giriş sinyalini ve  $V_o$  çıkış sinyalini ölçün ve Tablo 6-1-2'ye kaydedin. Giriş ve çıkış sinyalleri arasındaki faz farkını gözleyin. Gerilim kazancını hesaplayın  $A_V=V_{op-p}/V_{ip-p}=\underline{\hspace{2cm}}$ .

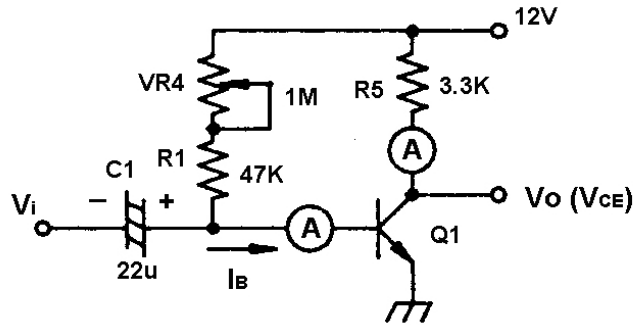
11. Giriş sinyalini değiştirmeden VR4 (1M $\Omega$ ) potansiyometresini ayarlayın ve çıkış dalga şeklinde bozulma olup olmadığını gözleyin.

$I_B$	$I_C$	$\beta$	$V_{BE}$	$V_{CE}$

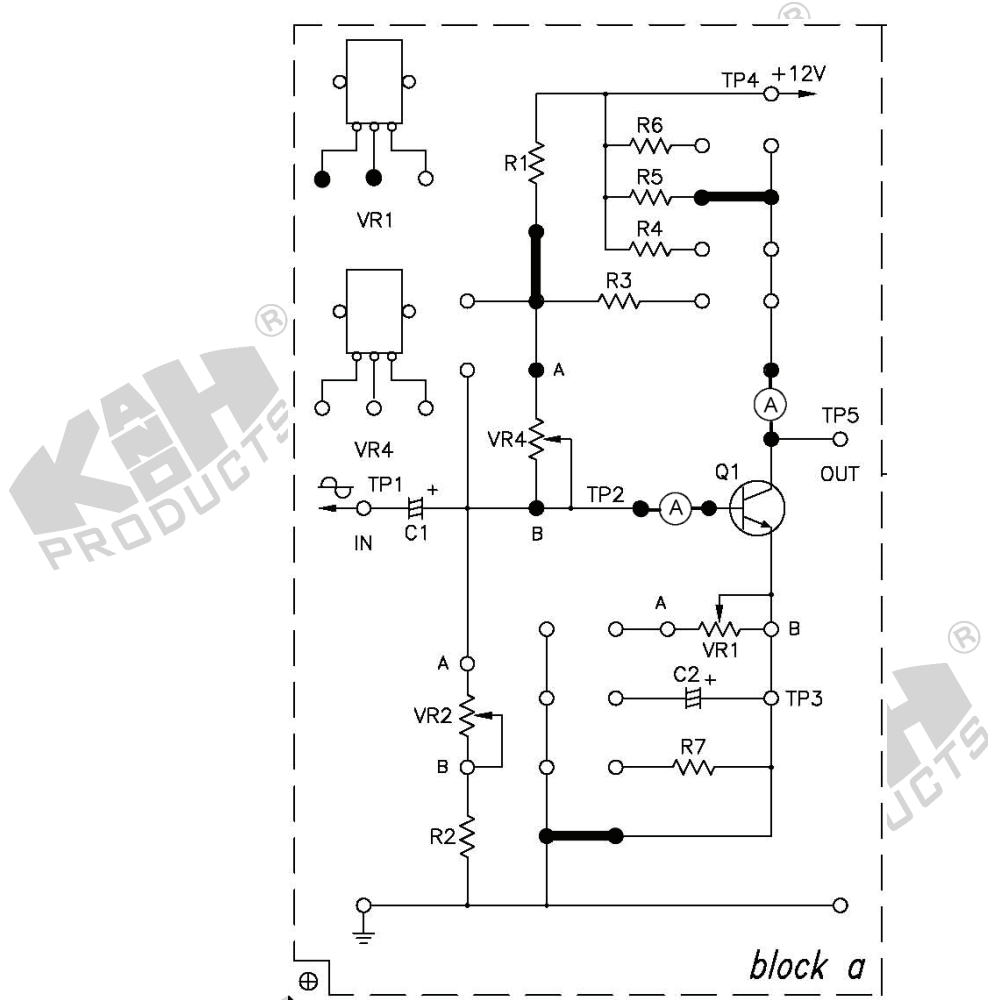
Tablo 6-1-1

IN ( $V_i$ )	
OUT ( $V_o$ ) $A_v$ Faz	
$A_v$	

Tablo 6-1-2



şekil 6-1-11 Sabit öngerilimli ortak emetörlü yükselteç

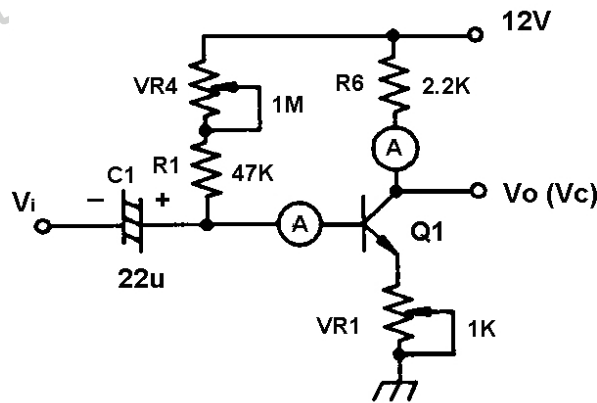


Şekil 6-1-12 Bağlantı diyagramı (KL-25003 blok a)

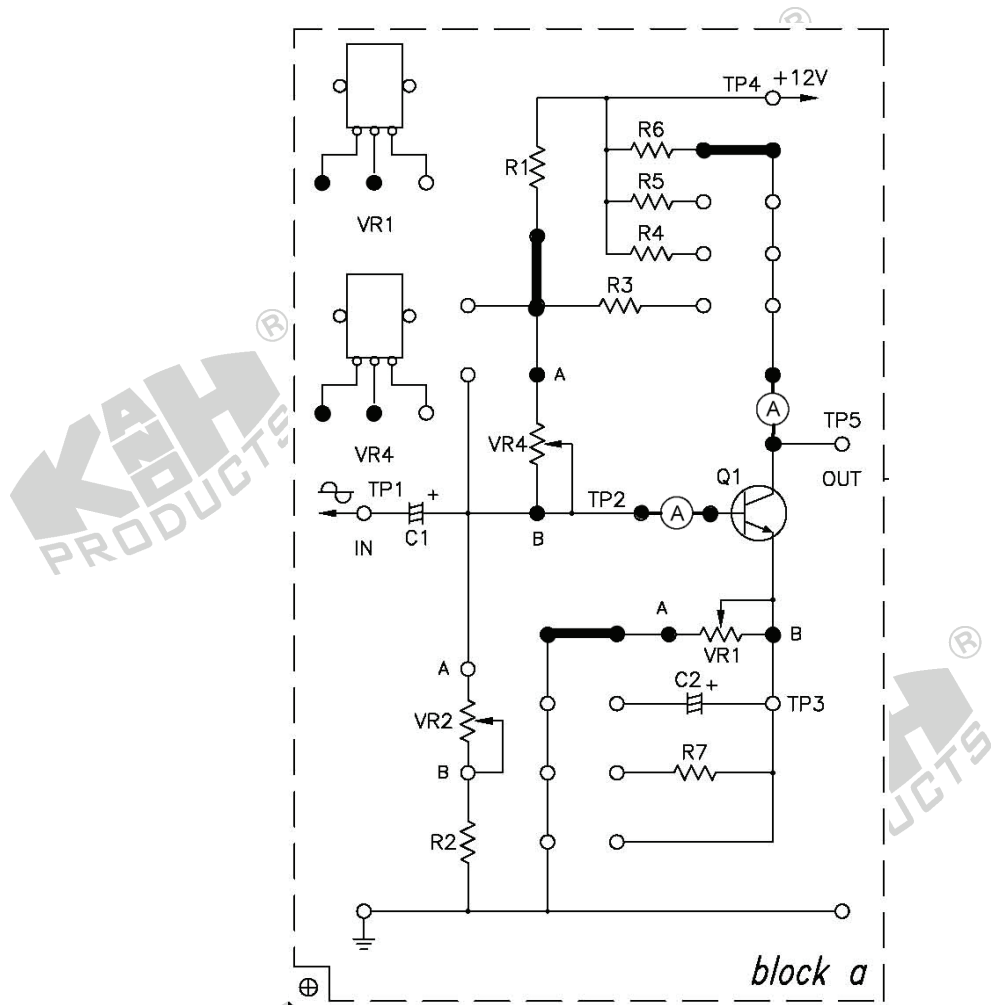
### B. Emetör Dirençli Öngerilim Devresi

1. Şekil 6-1-13'teki devre ve Şekil 6-1-14'teki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın. Bağlantı kablolarını kullanarak VR1 ve VR4 potansiyometrelerini devreye bağlayın. KL-22001 Düzeneğindeki sabit 12VDC güç kaynağını, KL-25003 modülüne bağlayın.
2.  $I_B$  ve  $I_C$  akımlarını ölçmek için ampermetreleri bağlayın.
3. VR1(1K $\Omega$ ) potansiyometresini 0 $\Omega$ 'a ayarlayın.
4.  $I_B \approx 0A$  olacak şekilde VR4(1M $\Omega$ )'ü ayarlayın.  $I_C$  akımını ölçün ve Tablo 6-1-3'e kaydedin.

5.  $I_C$  maks. ( $I_{Csat}$ ) olacak şekilde VR4(1M $\Omega$ )'ü ayarlayın.  $I_B$  akımını ölçün ve Tablo 6-1-3'e kaydedin.
6.  $I_C$  doyumdayken,  $I_B$ 'yi arttıracak şekilde VR4'ü ayarlayın ve  $I_C(sat)$  akımının artıp artmadığını gözleyin.
7. VR4'ü,  $V_C=V_{CC}/2=6V$  olacak şekilde ayarlayın.  $V_{BE}$  ve  $V_{CE}$  değerlerini ölçün ve Tablo 6-1-3'e kaydedin.
8. VR1(1K $\Omega$ )'i maksimuma ayarlayın. KL-22001 Düzeneğinin üzerindeki Fonksiyon Üreticini kullanarak, IN ucuna 1KHz'lik bir sinüzoidal işaret uygulayın. OUT çıkış ucuna osiloskop (AC bağlantıda) bağlayın.
9. Osiloskop ekranında görüntülenen çıkış dalga şekli bozulmayacak şekilde, sinüzoidal sinyalin genliğini arttırın.
10. Osiloskop kullanarak,  $V_i$  giriş sinyalini ve  $V_o$  çıkış sinyalini ölçün ve Tablo 6-1-3'e kaydedin.
11. Giriş sinyalini değiştirmeden VR4(1M $\Omega$ ) potansiyometresini ayarlayın ve çıkış dalga şeklinde bozulma olup olmadığını gözleyin.

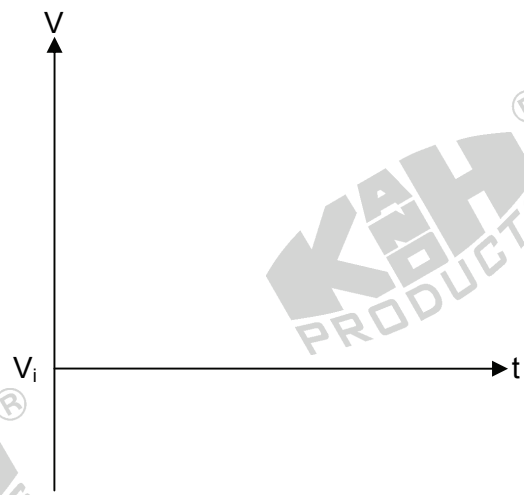


Şekil 6-1-13 Emetör dirençli öngerilimli ortak emetörlü yükselteç

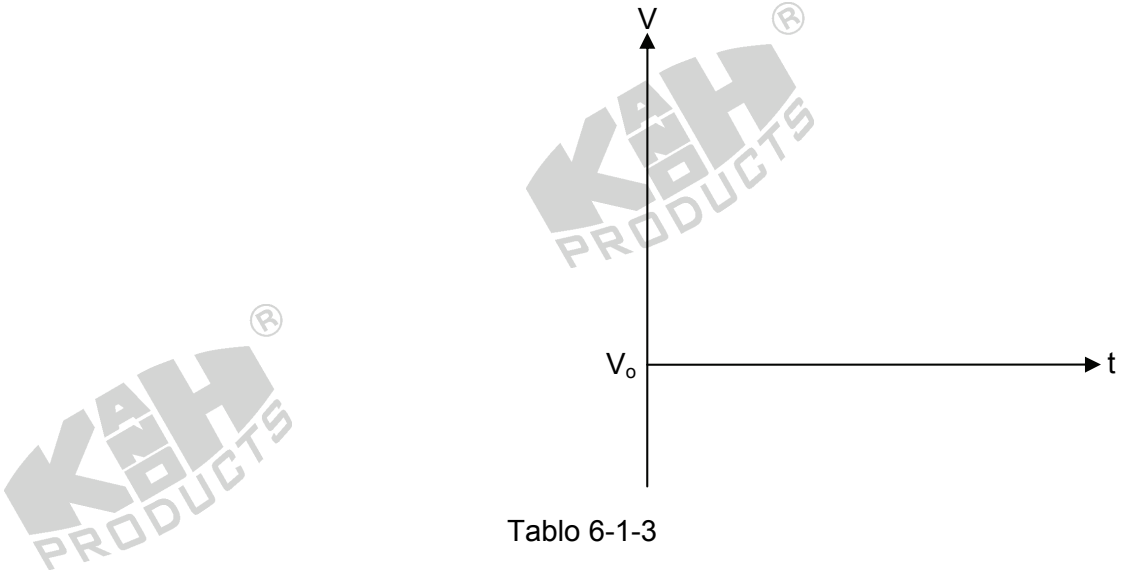


Şekil 6-1-14 Bağlantı diyagramı (KL-25003 blok a)

$I_B=0$  iken,  $I_C=$  \_\_\_\_\_  
 $I_C=I_{C(sat)}$  iken,  $I_B=$  \_\_\_\_\_  
 $V_C=V_{CC}/2$  iken  
 $V_{CE}=$  \_\_\_\_\_  
 $V_{BE}=$  \_\_\_\_\_







Tablo 6-1-3

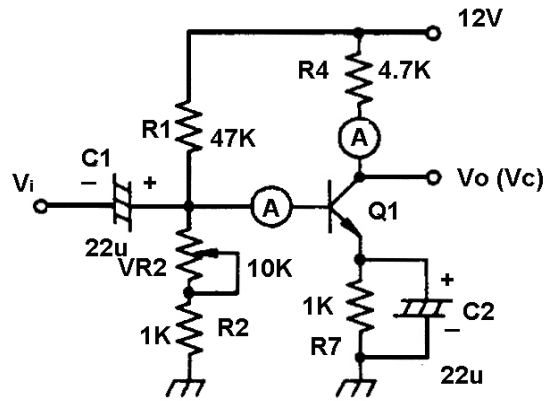
### C. $\beta$ Değerinden Bağımsız Öngerilim Devresi

1. Şekil 6-1-15'teki devre ve Şekil 6-1-16'daki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın. Bağlantı kablolarını kullanarak VR2 potansiyometresini devreye bağlayın. KL-22001 Düzeneğindeki sabit 12VDC güç kaynağını, KL-25003 modülüne bağlayın.
2.  $I_B$  ve  $I_C$  akımlarını ölçmek için ampermetreleri bağlayın.
3. VR2(10K)'yi,  $V_C = V_{CC}/2 = 6V$  olacak şekilde ayarlayın.  $I_B$ ,  $I_C$ ,  $V_{BE}$  ve  $V_{CE}$  değerlerini ölçün ve Tablo 6-1-4'e kaydedin.
4. KL-22001 Düzeneğinin üzerindeki Fonksiyon Üretecini kullanarak, IN ucuna 1KHz'lik bir sinüzoidal işaret uygulayın. OUT çıkış ucuna osiloskop (AC bağlantıda) bağlayın.
5. Osiloskop ekranında görüntülenen çıkış dalga şekli bozulmayacak şekilde, sinüzoidal sinyalin genliğini arttırın.
6. Osiloskop kullanarak,  $V_i$  giriş sinyalini ve  $V_o$  çıkış sinyalini ölçün ve Tablo 6-1-4'e kaydedin.  $A_V = V_{op-p}/V_{ip-p}$  denklemi ile gerilim kazancını hesaplayın.

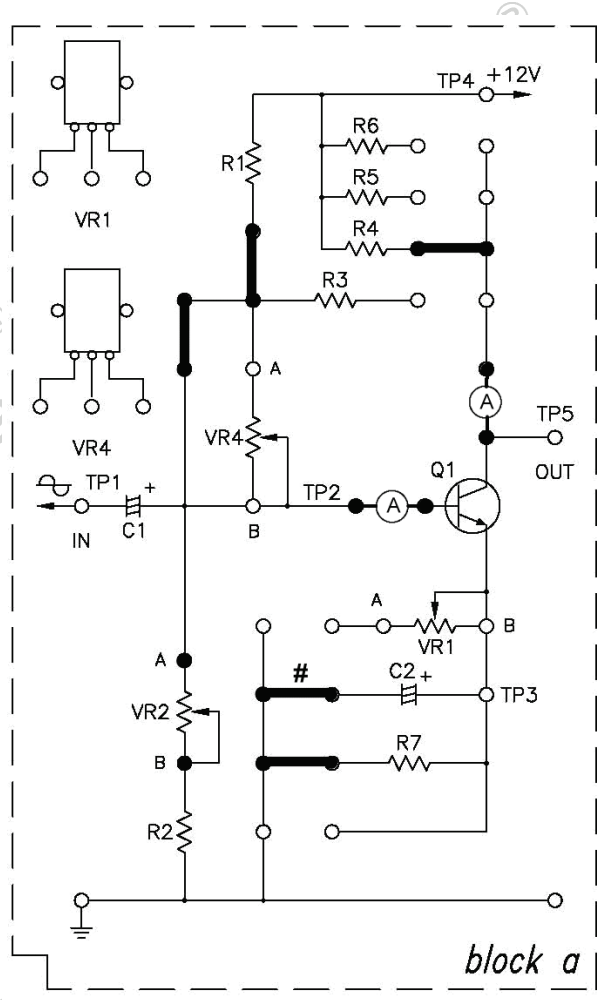
7. Giriş sinyalini değiştirmeden VR2(10K) potansiyometresini ayarlayın ve çıkış dalga şeklinde bozulma olup olmadığını gözleyin.
8. # işaretli klipsi kaldırarak C2 (22 $\mu$ F) kondansatörünü devreden çıkarın ve 3-6. adımdaki işlemleri tekrarlayın.

C2	V <sub>c</sub>	I <sub>B</sub>	I <sub>C</sub>	V <sub>CE</sub>	V <sub>BE</sub>	IN	OUT	Av
22 $\mu$								
bağlı değil								

Tablo 6-1-4



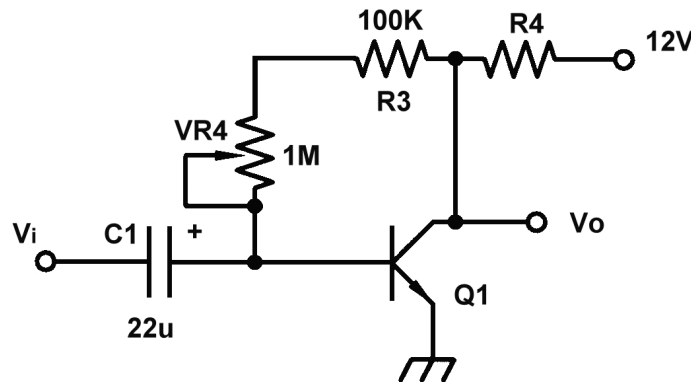
Şekil 6-1-15 Ortak emetörlü yükselteç



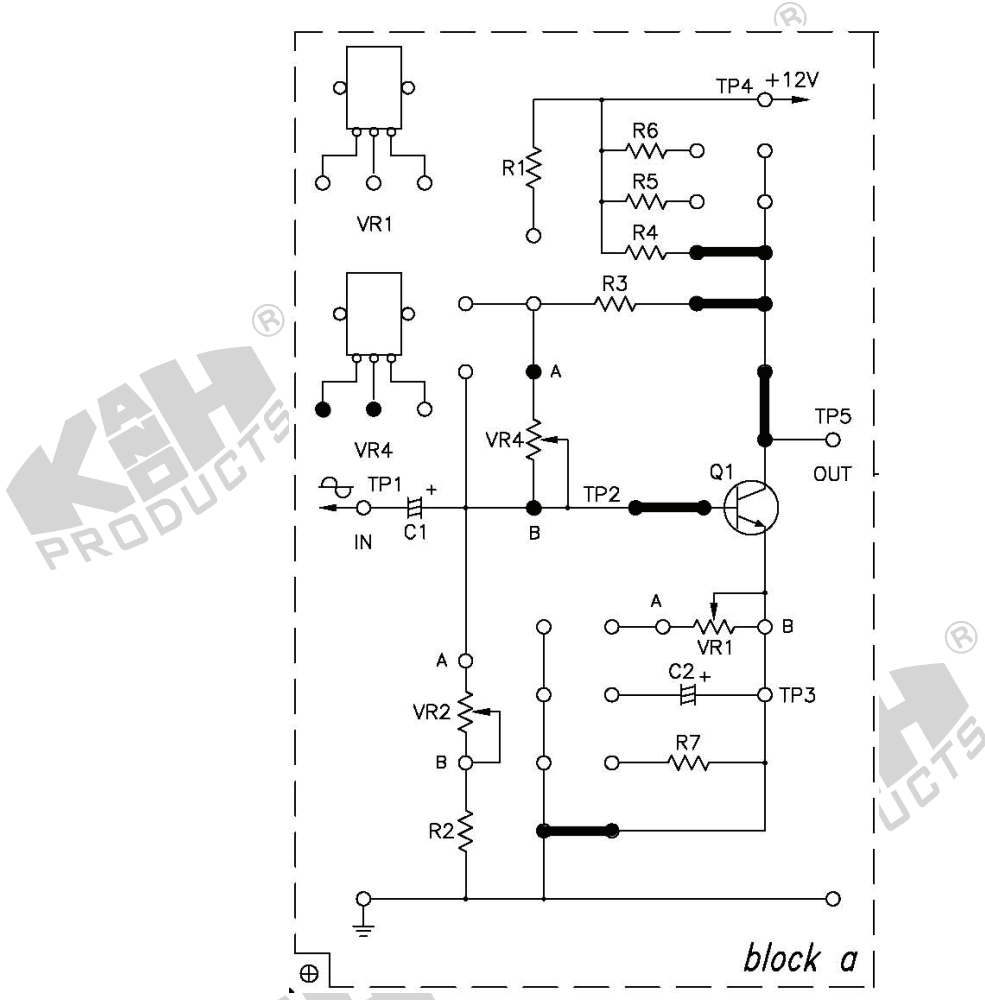
Şekil 6-1-15 Bağlantı diyagramı (KL-25003 blok a)

#### D. Kollektör Geribeslemeli Öngerilim Devresi

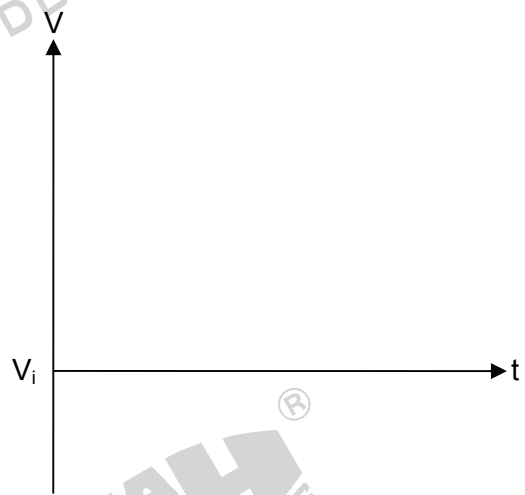
1. Şekil 6-1-17'deki devre ve Şekil 6-1-18'deki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın. Bağlantı kablolarını kullanarak VR4 potansiyometresini devreye bağlayın. KL-22001 Düzeneğindeki sabit 12VDC güç kaynağını, KL-25003 modülüne bağlayın.
2. VR4(1M $\Omega$ )'ü,  $V_C=V_{CC}/2=6V$  olacak şekilde ayarlayın.
3.  $V_{BE}$  gerilimini ölçmek için voltmetre bağlayın.
4. KL-22001 Düzeneğinin üzerindeki Fonksiyon Üreticini kullanarak, IN ucuna 1KHz'lik bir sinüzoidal işaret uygulayın. OUT çıkış ucuna osiloskop (AC bağlantıda) bağlayın.
5. Osiloskop ekranında görüntülenen çıkış dalga şekli bozulmayacak şekilde, sinüzoidal sinyalin genliğini arttırın.
6. Osiloskop kullanarak,  $V_i$  giriş sinyalini ve  $V_o$  çıkış sinyalini ölçün ve Tablo 6-1-5'e kaydedin.
7. Giriş sinyalini değiştirmeden VR4(1M $\Omega$ ) potansiyometresini ayarlayın ve çıkış dalga şeklinde bozulma olup olmadığını gözleyin.

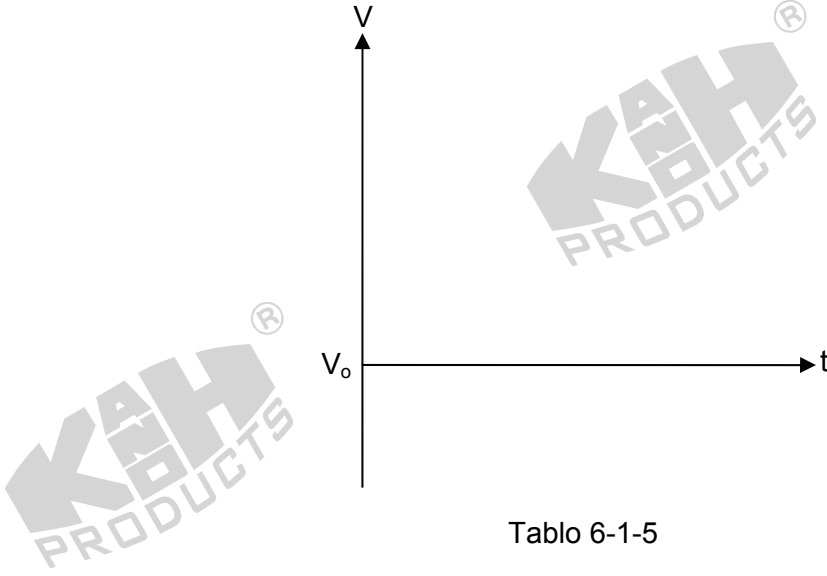


Şekil 6-1-17 Kollektör geribeslemeli öngerilime sahip ortak emetörlü yükselteç



Şekil 6-1-18 Bağlantı diyagramı (KL-25003 blok a)





Tablo 6-1-5

## SONUÇLAR

Ortak emetörlü yükselteç şu özelliklere sahiptir:

1. Orta büyüklükte giriş ve çıkış empadansı
2. Yüksek akım, gerilim ve güç kazancı
3. Giriş sinyali ile  $180^\circ$  faz farkına sahip çıkış sinyali
4. En sık kullanılan yükselteç türü

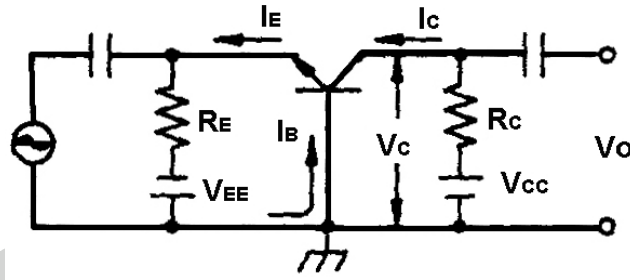
## DENEY 1-2 Ortak Bazlı Yükselteç

### DENEYİN AMACI

1. Ortak bazlı (CB) yükseltecin çalışma prensibini anlamak.
2. Ortak bazlı yükseltecin karakteristiklerini ölçmek.

### GENEL BİLGİLER

Temel ortak bazlı (CB) yükselteç devresi Şekil 6-2-1'de gösterilmiştir.  $V_i$  ve  $V_o$  gerilimleri için ortak uç baz olduğundan dolayı, bu devre ortak bazlı (CB) devre olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 6-2-1 Ortak bazlı yükselteç

### Ortak Bazlı Yükselteç için Öngerilim Düzenlemesi

Şekil 6-2-2(a)'da gösterildiği gibi,  $C_B$  kondansatörü AC durumda kısa devre olarak değerlendirilir. Böylece B (baz),  $V_i$  ve  $V_o$  için toprak ucu olur.

DC öngerilim aşağıda analiz edilmiştir:

$$V_{BB} = V_{CC} \cdot \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}}$$

$$V_E = V_B - V_{BE}$$

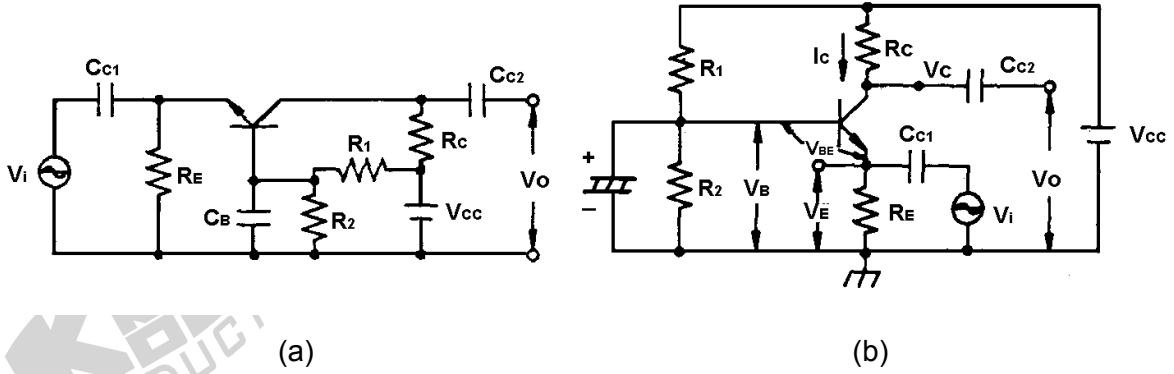
$$I_E = V_E / R_E$$

$$\therefore I_C \doteq I_E$$

$$\therefore I_C \doteq V_E / R_E$$

$$V_C = V_{CC} - I_C \times R_C$$

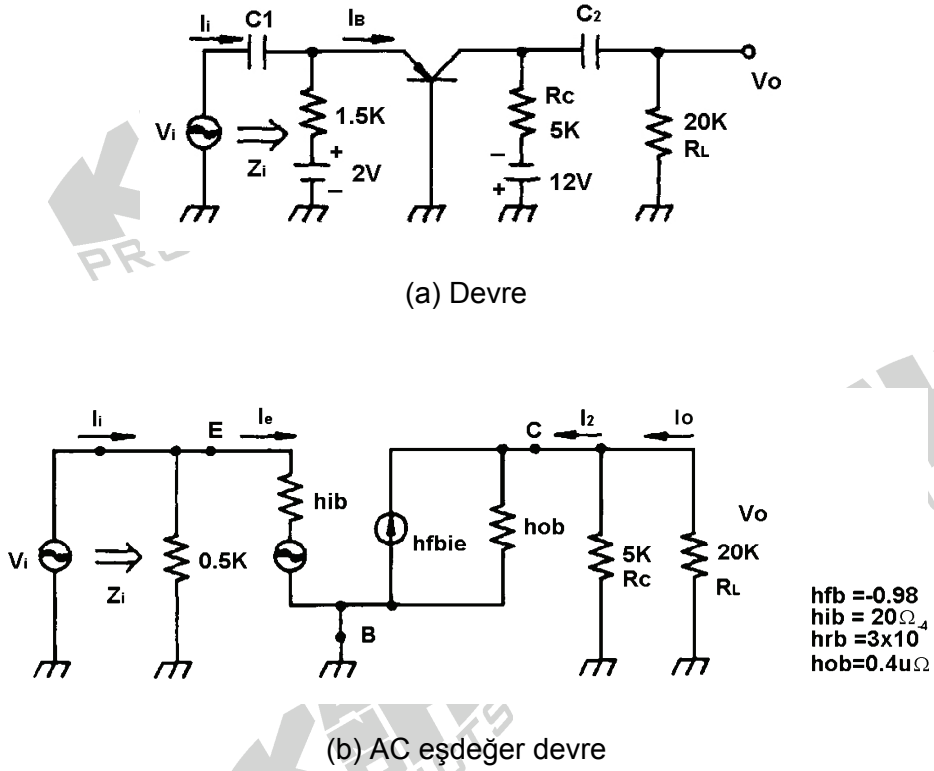
Şekil 6-2-2(a)'daki devre, düzenlenerek Şekil 6-2-2(b)'deki gibi de ifade edilebilir.



Şekil 6-2-2 Ortak bazlı yükselteç için öngerilim düzenlemesi

### Ortak Bazlı Yükseltecin AC Analizi

Şekil 6-2-3(a)'da gösterilen devre, Şekil 6-2-3(b)'deki eşdeğeri ile temsil edilebilir.  $A_v$ ,  $A_v$ ,  $Z_i$  ve  $Z_o$ 'ı hesaplayın.



Şekil 6-2-3 Ortak bazlı yükseltecin ac analizi



Çözüm:

$$I_o = 5K\Omega \times I_2 / (5K + 20K) = 0.2 \times I_2$$

$$I_2 = h_{fb} \times I_e = h_{fb} \times I_i, h_{ib} \ll 0.5K$$

$$I_o = 0.2 \times I_2 = 0.2 h_{fb} I_i, h_{fb} = I_2 / I_i$$

$$A_i = I_o / I_i = 0.2 h_{fb} = 0.2 (-0.98) = -0.196$$

$$R_L' = R_c // R_L = 5K // 20K$$

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-h_{fb}}{h_{ie}} R_L' = -0.98 \times 4 \times 10^3 / 20 = 196$$

$$Z_i = r_e = h_{ib} = 20\Omega$$

$$Z_o = R_c = 5K\Omega$$

Yukarıdaki analizden, ortak bazlı yükseltece ilişkin aşağıdaki karakteristikler elde edilebilir:

1. Giriş empedansı ( $Z_i$ ) çok küçüktür.
2. Gerilim kazancı ( $A_v$ ) çok büyüktür.
3. Akım kazancı ( $A_i$ ) yaklaşık olarak 1'dir, yani hiçbir şekilde akım yükseltme özelliği yoktur. Çıkış fazı, giriş fazı ile aynıdır.

## **KULLANILACAK ELEMANLAR**

1. KL-22001 Temel Elektrik Devreleri Deney Düzeneği
2. KL-25003 Transistörlü Yükselteç Devre Modülü
3. Osiloskop
4. Multimetre

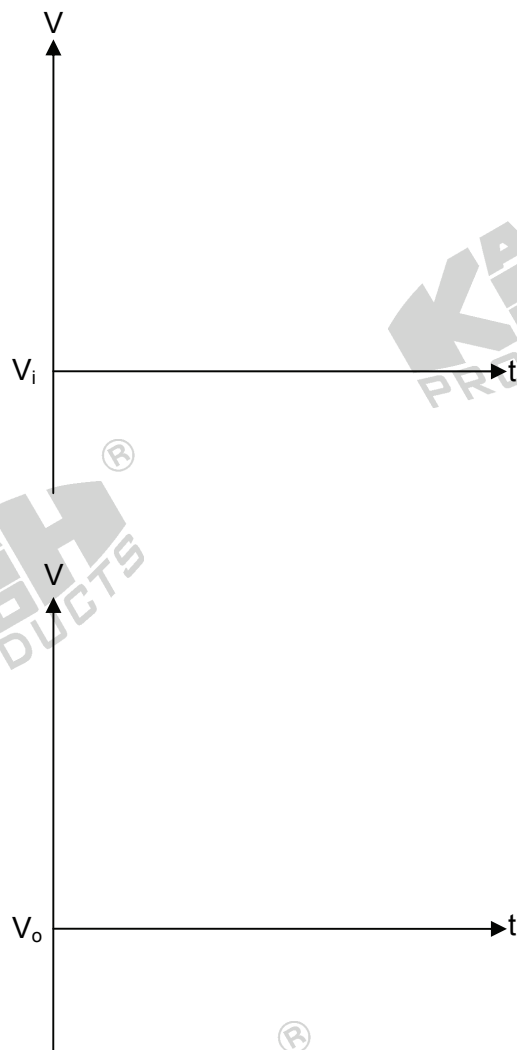
## **DENEYİN YAPILIŞI**

1. KL-25003 modülünü, KL-22001 Temel Elektrik Devreleri Deney Düzeneğinin üzerine koyun ve b bloğunun konumunu belirleyin. Şekil 6-2-4'teki devre ve Şekil 6-2-5'teki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın. Bağlantı kablolarını kullanarak VR2'yi devreye bağlayın. KL-22001 Düzeneğindeki sabit 12VDC güç kaynağını, KL-25003 modülüne bağlayın.

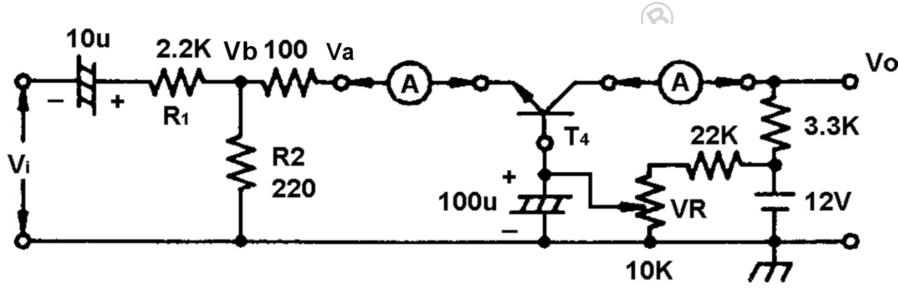
2. VR2(10K $\Omega$ )'yi,  $V_C \approx V_{CB} = V_{CC}/2 = 6V$  olacak şekilde ayarlayın.
3.  $V_{CB}$ ,  $V_{BE}$ ,  $V_C$ ,  $I_E$  ve  $I_C$  değerlerini ölçün ve Tablo 6-2-1'e kaydedin.
4. KL-22001 Düzeneginin üzerindeki Fonksiyon Üretcini kullanarak, IN ucuna 1KHz'lik bir sinüzoidal işaret uygulayın. OUT çıkış ucuna osiloskop (AC bağlantıda) bağlayın.
5. Osiloskop ekranında görüntülenen çıkış dalga şekli bozulmayacak şekilde, sinüzoidal sinyalin genliğini arttırın.
6. Osiloskop kullanarak,  $V_i$  giriş sinyalini ve  $V_o$  çıkış sinyalini ölçün ve Tablo 6-2-2'ye kaydedin.
7. C kondansatörü üzerinden akan AC  $I_C$  akımını hesaplayın ve kaydedin  $I_C = V_C/R_C$  ( $R_C = R_{12} = 3.3K$ ).
8. Osiloskop kullanarak  $V_a$  (TP3) ve  $V_b$  (TP2) gerilimlerini ölçün ve Tablo 6-2-2'ye kaydedin.
9.  $I_e = (V_a - V_b)/R_{ab} = (V_a - V_b)/R_{10} = (V_a - V_b)/100$  akımını hesaplayın ve Tablo 6-2-2'ye kaydedin.
10. Aşağıdaki değerleri hesaplayarak Tablo 6-2-2'yi tamamlayın:  
 $A_i (\alpha) = I_e/I_c$   
 $A_{VS} = V_o/V_i$ ,  $V_i$  : yükseltecin giriş gerilimi  
 $A_V = V_o/V_e$ ,  $V_e$  : yükseltecin emetör gerilimi  
 $Z_i = 26mV/I_e$  yada  $V_e/I_e$
11. VR2 potansiyometresini ayarlayın ve çıkış dalga şeklinde bozulma olup olmadığını gözleyin.

DC	$V_{CB}$	$V_{BE}$	$V_C$	$I_E$	$I_C$				
AC	$I_C$	$I_e$	$V_i$ ( $V_{pp}$ )	$V_e$ ( $V_{pp}$ )	$V_o$ ( $V_{pp}$ )	$A_i$	$A_{vs}$	$Z_i$	$A_v$

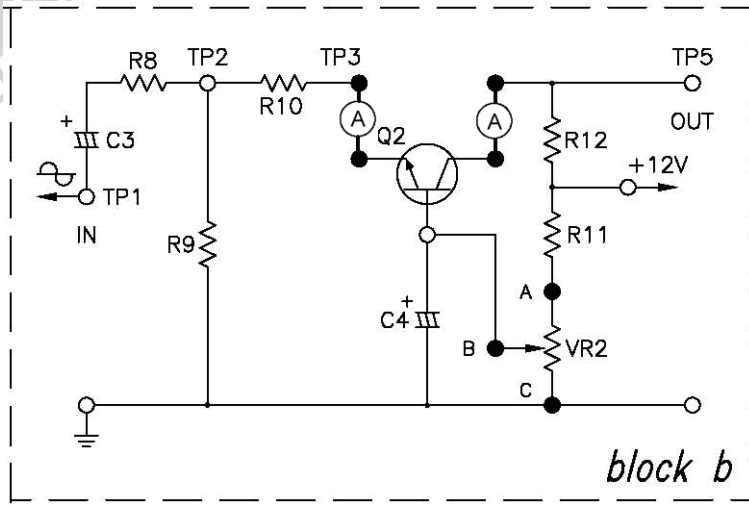
Tablo 6-2-1



Tablo 6-2-2



Şekil 6-2-4 Ortak bazlı yükselteç devresi



Şekil 6-2-5 Bağlantı diyagramı (KL-25003 blok b)

## SONUÇLAR

Ortak bazlı yükselteç şu özelliklere sahiptir:

1. Düşük giriş ve yüksek çıkış empadansı
2. Yüksek gerilim kazancı ve yaklaşık 1'e eşit akım kazancı
3. Giriş sinyali ile aynı fazda çıkış sinyali
4. Yüksek-frekanslı yükselteç için uygun

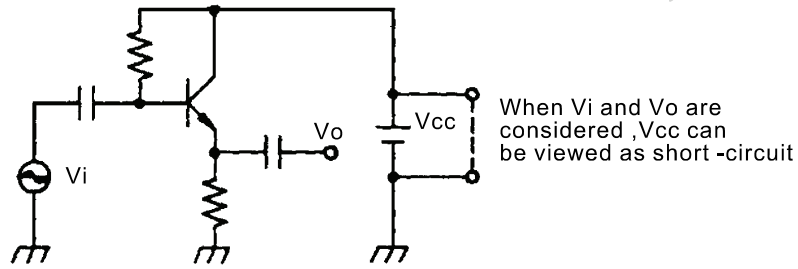
## DENEY 1-3 Ortak Kollektörlü Yükselteç

### DENEYİN AMACI

1. Ortak kollektörlü (CC) yükseltecin çalışma prensibini anlamak.
2. Ortak kollektörlü yükseltecin karakteristiklerini ölçmek.

### GENEL BİLGİLER

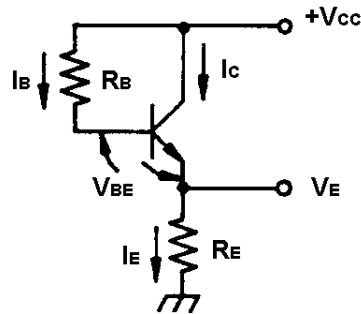
Ortak kollektörlü (CC) yükselteç devresi Şekil 6-3-1'de gösterilmiştir. AC analizde  $V_{CC}$  kısa devre olarak düşünülebileceği için (süperpozisyon teoreminden), kollektör  $V_i$  ve  $V_o$  gerilimleri için ortak uçtur. Diğer bir ifadeyle, kollektör toprak ucudur. Emetördeki çıkış gerilimi giriş gerilimini izlediği için, bu devre emetör-izleyici devre olarak adlandırılır.



Şekil 6-3-1 Ortak kollektörlü yükselteç devresi

### Ortak Kollektörlü Yükselteç için Öngerilim Düzenlemesi

1. Emetör geribeslemeli öngerilim devresi



Şekil 6-3-2 Emetör geribeslemeli öngerilim devresi

Emetör geribeslemeli öngerilim devresi Şekil 6-3-2'de gösterilmiştir.  $R_E$  emetör direnci, aşağıda analiz edildiği gibi, devrenin kararlılığını arttırmaktadır.

$$\begin{aligned} \therefore V_{CC} &= I_B R_B + V_{BE} + I_E R_E \\ &= I_B R_B + V_{BE} + (1+\beta) I_B R_E \\ \therefore I_B &= \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (1+\beta) I_B R_E} \cong \frac{V_{CC}}{R_B + \beta R_E} \end{aligned}$$

$$I_E = I_B + I_C = (1+\beta) I_B \cong \beta I_B$$

$$V_E = I_E R_E = (1+\beta) I_B R_E \cong \beta I_B R_E$$

## 2. Sabit öngerilim devresi

Şekil 6-3-2'de gösterildiği gibi, sabit öngerilim devresi,  $\beta$  değerinden bağımsız bir öngerilim devresidir.

$$V_B = V_{CC} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_E = V_B - V_{BE}$$

$$I_E = V_E / R_E$$

Son analizde  $\beta$ 'nin hiç olmaması, bu öngerilim düzenlemesinin oldukça kararlı olduğunu göstermektedir.

## Ortak Kollektörlü Yükselticinin AC Analizi

Şekil 6-3-3(a)'da gösterilen devrenin AC eşdeğeri, Şekil 6-3-3(b)'de gösterilmiştir. Şekil 6-3-3(b)'deki  $R_{ac}$ ,  $R_E // R_L$ 'ye eşittir.

$$\begin{aligned} 1. V_i &= I_b \times R_i + (I_b + h_{fe} I_b) \times R_{ac} \\ &= I_b \times R_i + (1 + h_{fe}) I_b \times R_{ac} \\ &= I_b \times [R_i + (1 + h_{fe}) R_{ac}] \end{aligned}$$

$$R_{in}' = V_i / I_b, R_{in}' = R_i + (1 + h_{fe}) R_{ac}$$

Giriş empedansı;  $R_{in} = R_b // R_{in}' \cong R_b // h_{fe} \cdot R_{ac} \gg R_i$

$$2. V_o = (I_b + h_{fe} \times I_b) \times R_{ac} = (1+h_{fe}) I_b \times R_{ac}$$

$$3. A_v = V_o/V_i, Z_o = R_{ac} // \frac{R_i + R_s}{1 + h_{fe}}$$

$$= \frac{(1 + h_{fe})i_b R_{ac}}{i_b[R_i + (1 + h_{fe}) R_{ac}]}$$

$$= \frac{(1 + h_{fe})R_{ac}}{R_i + (1 + h_{fe})R_{ac}}$$

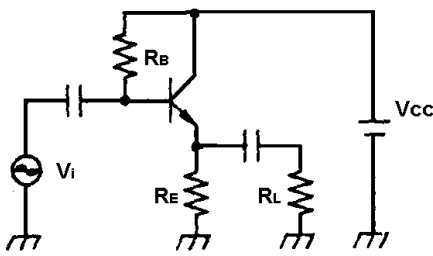
$R_i \ll (1 + h_{fe})R_{ac}$  olduğu için,  $A_v \approx 1$  olur, ancak 1'den küçüktür.

$$4. A_i = (I_b + h_{fe} I_b) / I_b = 1 + h_{fe}$$

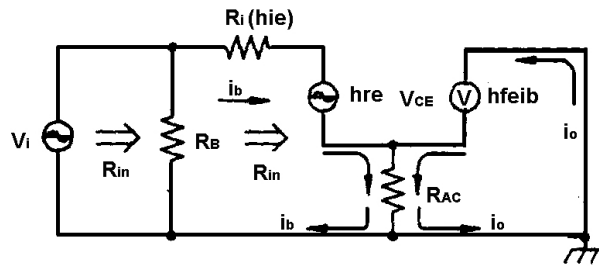
Yukarıdaki analizden, ortak kollektörlü yükseltecin aşağıdaki özelliklere sahip olduğu anlaşılmaktadır:

- $Z_i$  çok büyüktür.
- $A_v \approx 1$
- Ortak kollektörlü yükseltecin  $A_i$ 'si, ortak emetörlü yükseltece göre biraz daha büyüktür ve  $1 + h_{fe}$ 'ye eşittir.
- $Z_o$  çok küçüktür.
- $V_o$ ,  $V_i$ 'nin aynısıdır.

Ortak kollektörlü yükselteç, gerilim yükseltme için uygun değildir ve öncelikli olarak empedans uydurma amacıyla kullanılır. Nadiren, akım yükseltme uygulamalarında da kullanılır.



(a) Devre



(b) AC eşdeğer devre

Şekil 6-3-3 Ortak kollektörlü yükseltecin ac analizi

## KULLANILACAK ELEMANLAR

1. KL-22001 Temel Elektrik Devreleri Deney Düzeneği
2. KL-25003 Transistörlü Yükselteç Devre Modülü
3. Osiloskop
4. Multimetre

## DENEYİN YAPILIŞI

1. KL-25003 modülünü, KL-22001 Temel Elektrik Devreleri Deney Düzeneğinin üzerine koyun ve c bloğunun konumunu belirleyin. Şekil 6-3-4'teki devre ve Şekil 6-3-5'teki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın. Bağlantı kablolarını kullanarak VR2'yi devreye bağlayın. KL-22001 Düzeneğindeki sabit 12VDC güç kaynağını, KL-25003 modülüne bağlayın.
2.  $V_B$ 'yi değiştirmek için VR2(10K $\Omega$ )'yi ayarlayın, Tablo 6-3-1'deki  $V_E$  ve  $V_B$  değerlerini ölçün ve kaydedin.
3. Şekil 6-3-6'daki devre ve Şekil 6-3-7'deki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın. Bağlantı kablolarını kullanarak VR2'yi devreye bağlayın. KL-22001 Düzeneğindeki sabit 12VDC güç kaynağını, KL-25003 modülüne bağlayın.
4.  $V_E=V_{CC}/2=6V$  olacak şekilde VR2(10K $\Omega$ )'yi ayarlayın.
5. KL-22001 Düzeneğinin üzerindeki Fonksiyon Üreticini kullanarak, IN ucuna 1KHz'lik bir sinüzoidal işaret uygulayın. Emetör ucuna osiloskop (AC bağlantıda) bağlayın.
6. Osiloskop ekranında görüntülenen çıkış dalga şekli bozulmayacak şekilde, sinüzoidal sinyalin genliğini arttırın.
7. Osiloskop kullanarak,  $V_i$  giriş sinyalini ve  $V_o$  çıkış sinyalini ölçün ve Tablo 6-3-2'ye kaydedin.



8. Osiloskop kullanarak,  $V_A$  ve  $V_B$ 'yi ölçün ve Tablo 6-3-2'ye kaydedin.

9. VR2 potansiyometresini ayarlayın ve çıkış dalga şeklinde bozulma olup olmadığını gözleyin.

10. Aşağıdaki değerleri hesaplayarak Tablo 6-3-3'ü tamamlayın:

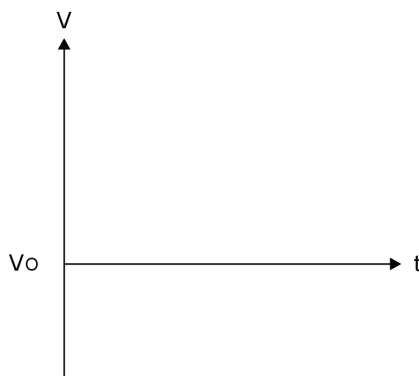
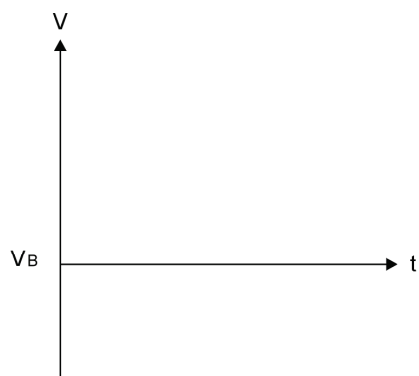
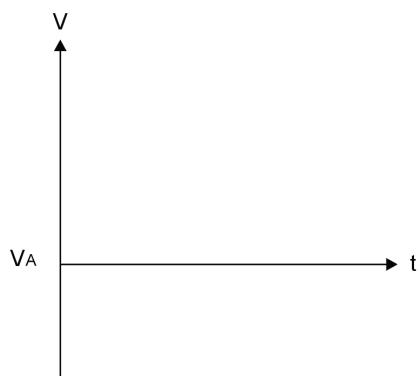
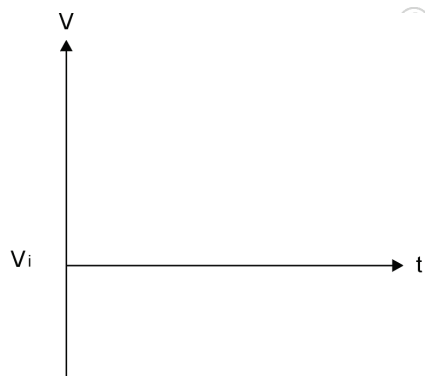
$$I_e = \frac{V_o}{R_b}, I_b = \frac{V_a - V_b}{R_b}, A_v = \frac{V_o}{V_b}, A_i = \frac{I_e}{I_b}, A_p = A_v \times A_i, \text{ and } Z_{in} = \frac{V_b}{I_b}$$

$V_B$	2V	3V	4V	5V
$V_E$				

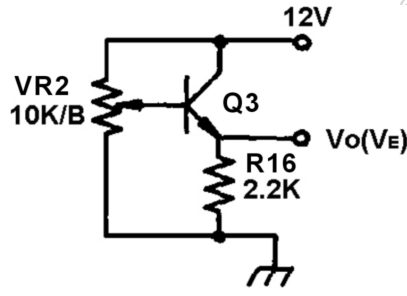
Tablo 6-3-1

$V_A (V_{pp})$	$V_B (V_{pp})$	$V_o (V_{pp})$	$I_e$	$I_b$
$A_v$	$A_i$	$A_p$	$Z_{in}$	

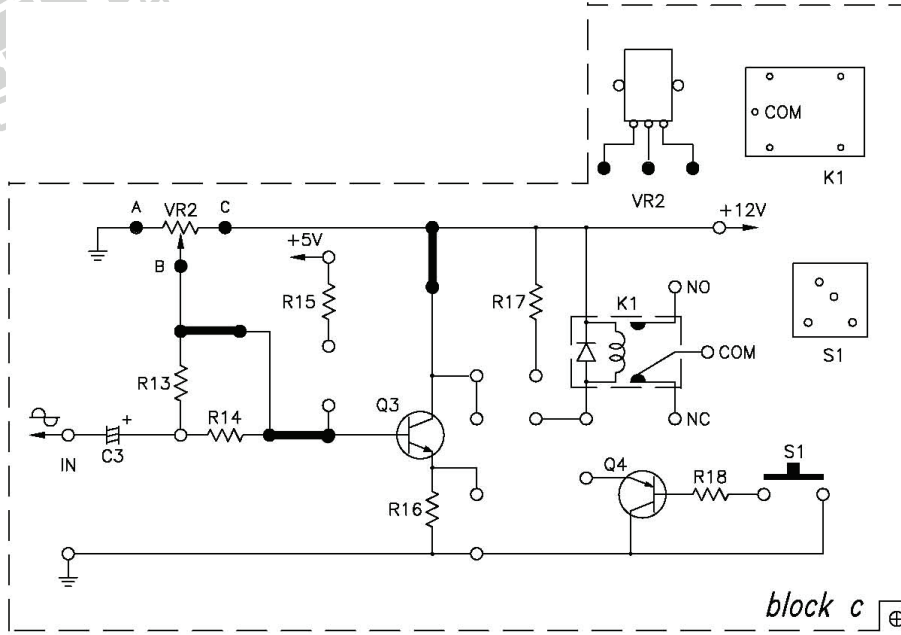
Tablo 6-3-3



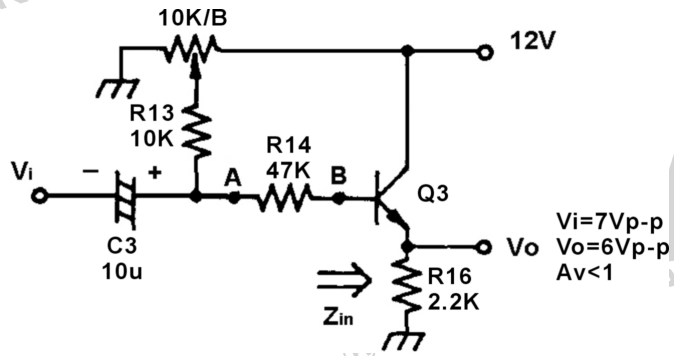
Tablo 6-3-2



Şekil 6-3-4

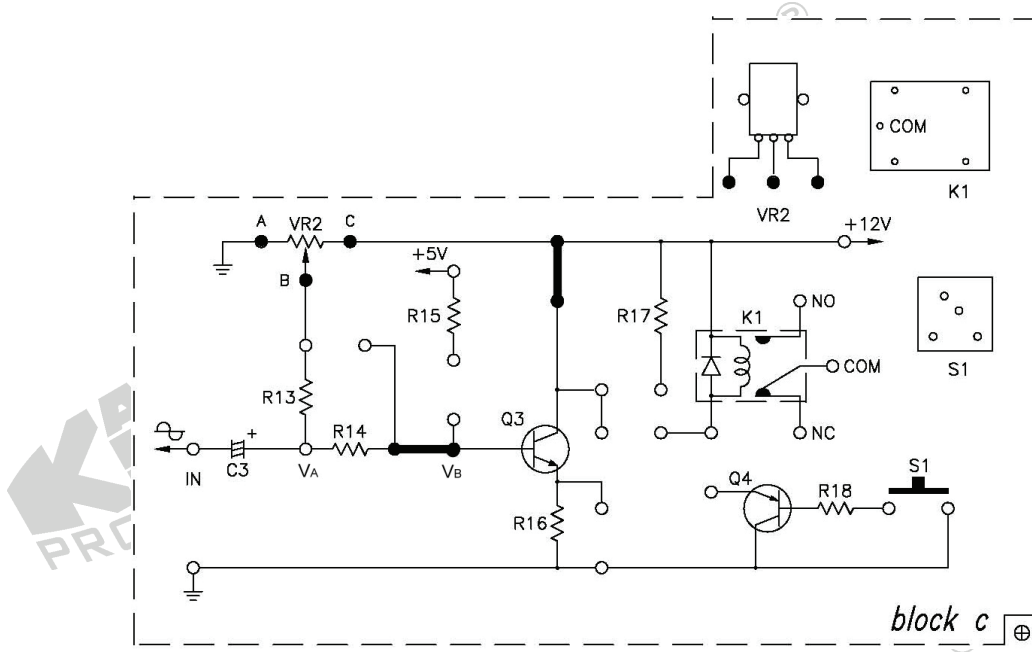


Şekil 6-3-5 Bağlantı diyagramı (KL-25003 blok c)



Şekil 6-3-6

$V_i = 7V_{p-p}$   
 $V_o = 6V_{p-p}$   
 $A_v < 1$



Şekil 6-3-7 Bağlantı diyagramı (KL-25003 blok c)

## SONUÇLAR

Ortak bazlı yükselteç şu özelliklere sahiptir:

1. Yüksek giriş ve düşük çıkış empedansı
2. Yüksek akım kazancı ve yaklaşık 1'e eşit gerilim kazancı (emetör izleyici)
3. Giriş sinyali ile aynı fazda çıkış sinyali
4. Empedans uydurma ve akım sürücü olarak kullanmak için uygun