



## Deney 1: Transistörlü Yükselteçler

### 1 Amaç

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

### 2 Ön Hazırlık Soruları

1. Şekil 1-11'deki sabit öngerilimli devrede  $V_{CC} = 12\text{ V}$ ,  $R_1 = 47\text{ k}\Omega$ ,  $R_5 = 3.3\text{ k}\Omega$ ,  $V_{BE} = 0.6\text{ V}$  ve  $\beta = 100$  olsun.  $V_{CE} = V_{CC}/2 = 6\text{ V}$  olması için gereken  $I_C$ ,  $I_B$  değerlerini ve VR4 potansiyometresinin değerini hesaplayınız ( $R_B = R_1 + \text{VR4}$  alınır).
2. Soru 1'de ayarlanan devreye  $\beta = 200$  olan bir transistör takılırsa  $I_C$  ve  $V_{CE}$  nasıl değişir? Q çalışma noktası hangi bölgeye kayar? Bu sonuç, sabit öngerilim devresinin hangi dezavantajını gösterir?
3. Emetör dirençli öngerilim devresinde ( $R_E$  ile)  $I_C$  akımı neden büyük ölçüde  $\beta$ 'dan bağımsızdır? Bu durumun geçerli olması için hangi koşul sağlanmalıdır?
4. Ortak emetörlü yükseltecin giriş ve çıkış sinyalleri arasındaki faz farkı kaç derecedir ve bunun nedeni nedir? Çalışma noktası yük doğrusunun ortasında değilse çıkış dalga şeklinin hangi tepeleri kırılabilir? Kesim ve doyum durumlarını ayrı ayrı açıklayınız.
5. Şekil 1-10'daki devrede  $h_{fe} = 100$ ,  $h_{ie} = 1.5\text{ k}\Omega$ ,  $R_C = 3\text{ k}\Omega$ ,  $R_L = 1.5\text{ k}\Omega$  ve  $R_E = 2\text{ k}\Omega$  olsun. Emetör baypas kondansatörü  $C_E$  devreden çıkarılırsa gerilim kazancı yaklaşık kaç olur? Baypas kondansatörlü durumdaki kazançla ( $-66.7$ ) karşılaştırınız.

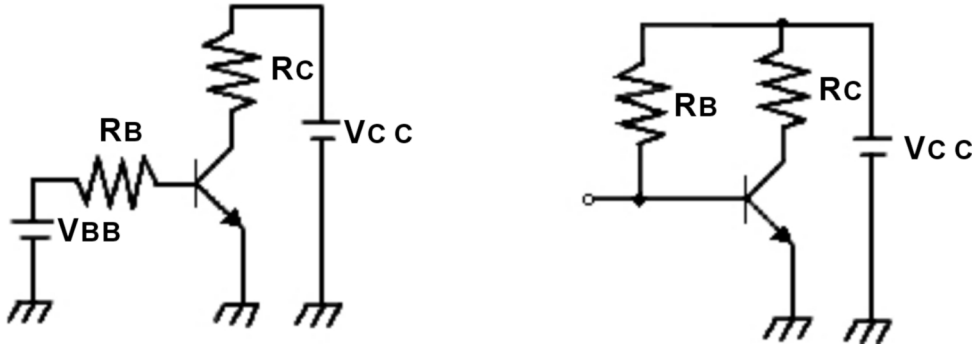
### 3 Temel Kavramlar

Şekil 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 bir arada 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 1-1(b)'de gösterilmiştir.

Ortak emetörlü yükselteç için öngerilim düzenlemeleri:

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

Devrenin kararlılığını artırmak 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.



Şekil 1-1. Ortak emetörlü yükselteç.

(a) İki güç kaynağı (solda)

(b) Tek güç kaynağı (sağda)

### 3.1 Sabit Öngerilim Devresi

#### 1. DC yük doğrusunun bulunması (DC öngerilim)

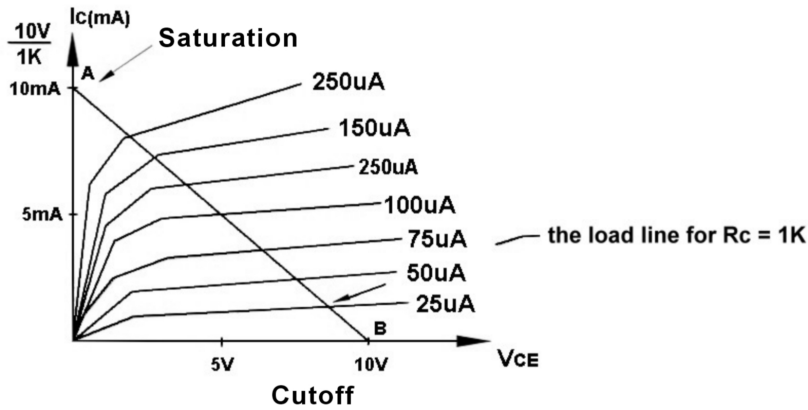
Şekil 1-1(b)'deki devre ele alınırsa,  $V_{CC} = 10\text{ V}$ ,  $R_C = 1\text{ k}\Omega$ ,  $R_B = 100\text{ k}\Omega$  ve  $\beta = 50$  değerleri için:

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

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

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

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



Şekil 1-2. DC yük doğrusu.

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

#### 2. AC giriş sinyali ile çalışma

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

arasındadır.

b. Şekil 1-1(b)'de gösterildiği gibi,  $R_C = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_B = 100 \text{ k}\Omega$ ,  $\beta = 50$ ,  $I_B = \pm 50 \mu\text{A}$  değerleri için, baz ucuna bir AC akım uygulanmaktadır. Şekil 1-2'de gösterildiği gibi, DC yük doğrusu çizildikten sonra, Q noktasının  $I_B$  akım değeri  $100 \mu\text{A}$  olarak bulunmaktadır. Böylece giriş akımının değişim aralığı  $50 \mu\text{A}$  ile  $150 \mu\text{A}$  arasında olmaktadır.

$$I_B = 50 \mu\text{A} \text{ için: } I_C = \beta \times I_B = 50 \times 50 \mu\text{A} = 2.5 \text{ mA}$$

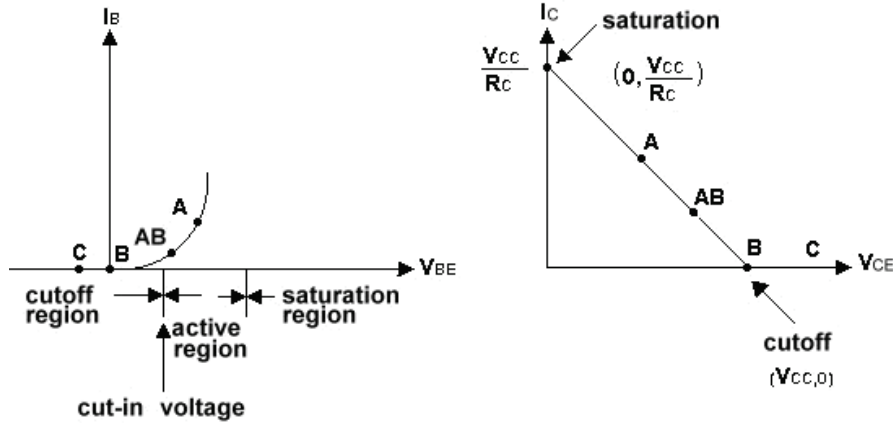
$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \times R_C = 10 \text{ V} - 2.5 \text{ mA} \times 1 \text{ k}\Omega = 7.5 \text{ V}$$

$$I_B = 150 \mu\text{A} \text{ için: } I_C = \beta \times I_B = 50 \times 150 \mu\text{A} = 7.5 \text{ mA}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \times R_C = 10 \text{ V} - 7.5 \text{ mA} \times 1 \text{ k}\Omega = 2.5 \text{ V}$$

### 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 1-3'te gösterilmiştir.



Şekil 1-3. Yükseltme sınıflarına göre Q çalışma noktası konumları.

(a) Giriş karakteristik eğrisi (solda)

(b) Çıkış karakteristik eğrisi (sağda)

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 1-4'te gösterildiği gibi,  $I_B$  giriş sinyalinin büyüklüğüne uygun olarak belirlenir. Şekil 1-4'e göre:

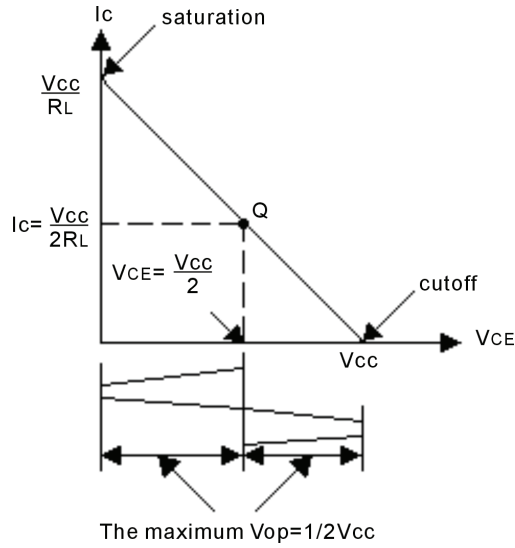
a) Daha büyük giriş sinyaline sahip devreler için çalışma noktası, Şekil 1-4(a)'da gösterildiği gibi, yük doğrusunun orta noktasında ( $V_{CE} = V_{CC}/2$ ) olacak şekilde tasarlanır.

b) Daha küçük giriş sinyaline sahip devreler için çalışma noktası, orta noktanın yukarısında (Şekil 1-4(b)) ya da aşağısında (Şekil 1-4(c)) olacak şekilde tasarlanabilir.

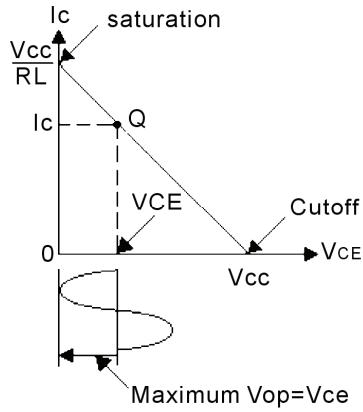
c) Çalışma noktası yük doğrusunun ortasında olacak şekilde tasarlanmazsa, büyük giriş sinyali durumunda,

Şekil 1-5(a) ve (b)'de gösterildiği gibi, çıkış dalga şeklinde bozulma ortaya çıkar ve işaretin tepe noktaları kırılır.

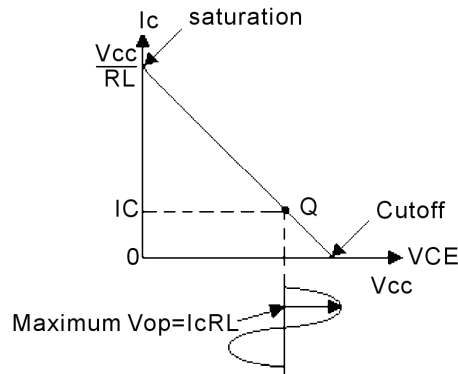
d) Çalışma noktası yük doğrusunun ortasında olacak şekilde tasarlanırsa bile, giriş sinyalinin çok büyük olması durumunda, Şekil 1-6'da gösterildiği gibi, hem pozitif hem de negatif tepelerde kırılma ortaya çıkar. Bu bozulmayı ortadan kaldırmanın tek yolu, Şekil 1-6'da gösterildiği gibi  $V_{CC}$ 'yi artırmaktır.



(a) Mümkün olan en büyük  $V_o$



(b)

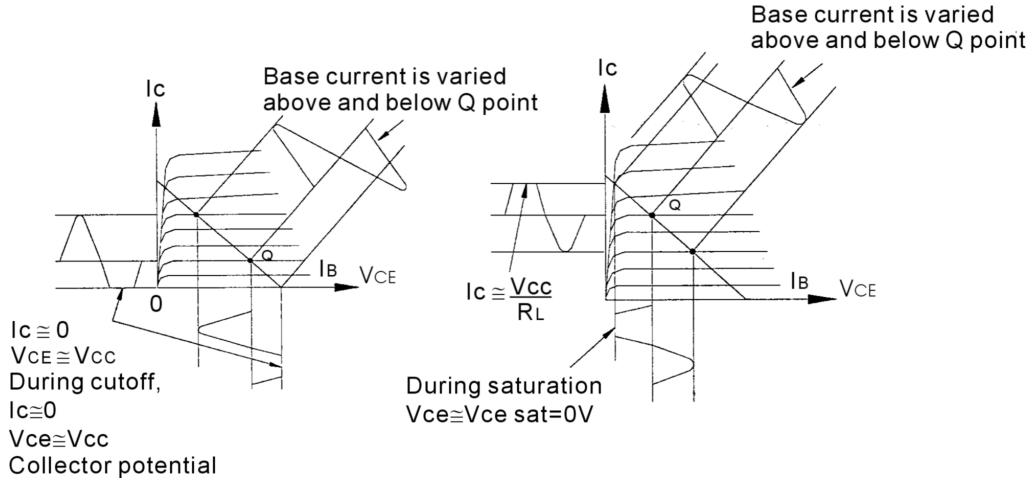


(c)

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

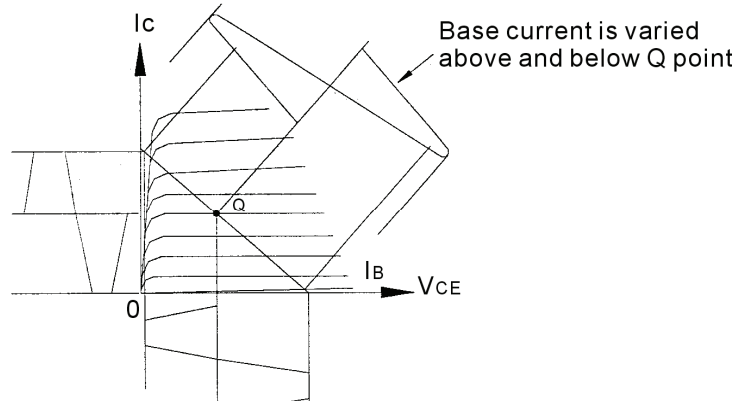
#### 4. Sabit öngerilim devresinin dezavantajları

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.



**Şekil 1-5.** Uygun olmayan çalışma noktasının neden olduğu bozulma.

- (a) Kesimin neden olduğu bozulma (solda)  
(b) Doyumun neden olduğu bozulma (sağda)



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

### 3.2 $\beta$ 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 1-7’de gösterilen devre için  $I_C$  ve  $V_{CE}$ ’yi bulalım.

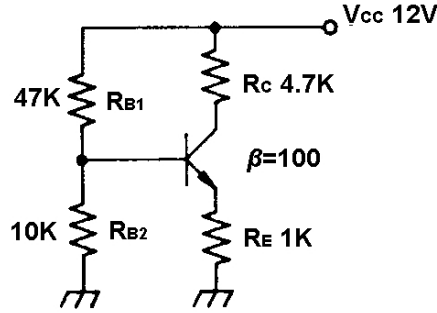
**Çözüm:** Şekil 1-7’deki devrenin eşdeğeri Şekil 1-8’de gösterilmiştir.

Thevenin teoreminden yararlanarak:

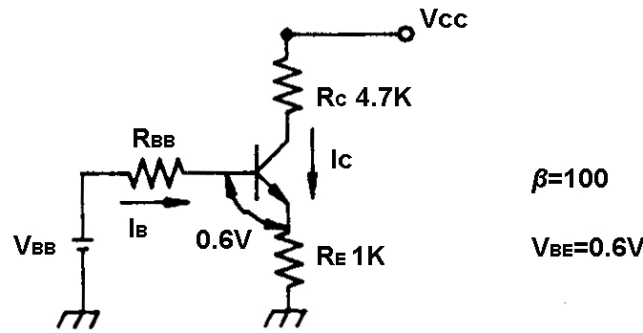
$$V_{BB} = V_{CC} \times \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} = 12 \text{ V} \times \frac{10 \text{ k}\Omega}{47 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega} = 2.1 \text{ V}$$

$$R_{BB} = R_{B1} \parallel R_{B2} = \frac{R_{B1} \times R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} = \frac{47 \text{ k}\Omega \times 10 \text{ k}\Omega}{47 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega} = 8.2 \text{ k}\Omega$$

Şekil 1-8’den:



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



Şekil 1-8. Şekil 1-7'deki devrenin eşdeğer devresi.

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

Buradan:

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

$$I_C = \beta \times I_B \cong I_E = 100 \times 0.0138 \text{ mA} = 1.38 \text{ mA}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E) = 12 \text{ V} - 1.38 \text{ mA} (4.7 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega) = 12 \text{ V} - 7.9 \text{ V} = 4.1 \text{ V}$$

Kullanılan yaklaşıklık değerlendirilirse:

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

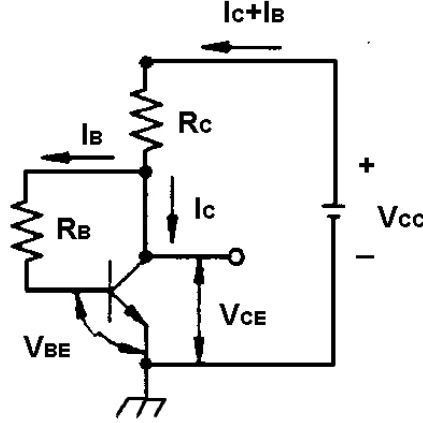
$$I_C \cong I_E = 1.5 \text{ mA}$$

$$V_{CE} = 12 \text{ V} - 1.5 \text{ mA} (4.7 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega) = 3.45 \text{ V}$$

$\beta$  değeri gözönüne alınmadığında,  $I_C = 1.5 \text{ mA}$  yaklaşımı kullanılabilir.  $\beta$  değeri gözönüne alındığında ise  $I_C = 1.38 \text{ mA}$  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.

### 3.3 Kollektör Geribeslemeli Öngerilim Devresi

Kollektör geribeslemeli öngerilim devresi Şekil 1-9'da gösterilmiştir. Aşağıda bu devre analiz edilmiştir.



Şekil 1-9. Kollektör geribeslemeli öngerilim devresi.

Kirchhoff'un gerilim yasasından yararlanarak:

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

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

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

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

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

$$I_C = \beta I_B$$

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

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

**Çözüm:**

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

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

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

$\beta = 100$  için:

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

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

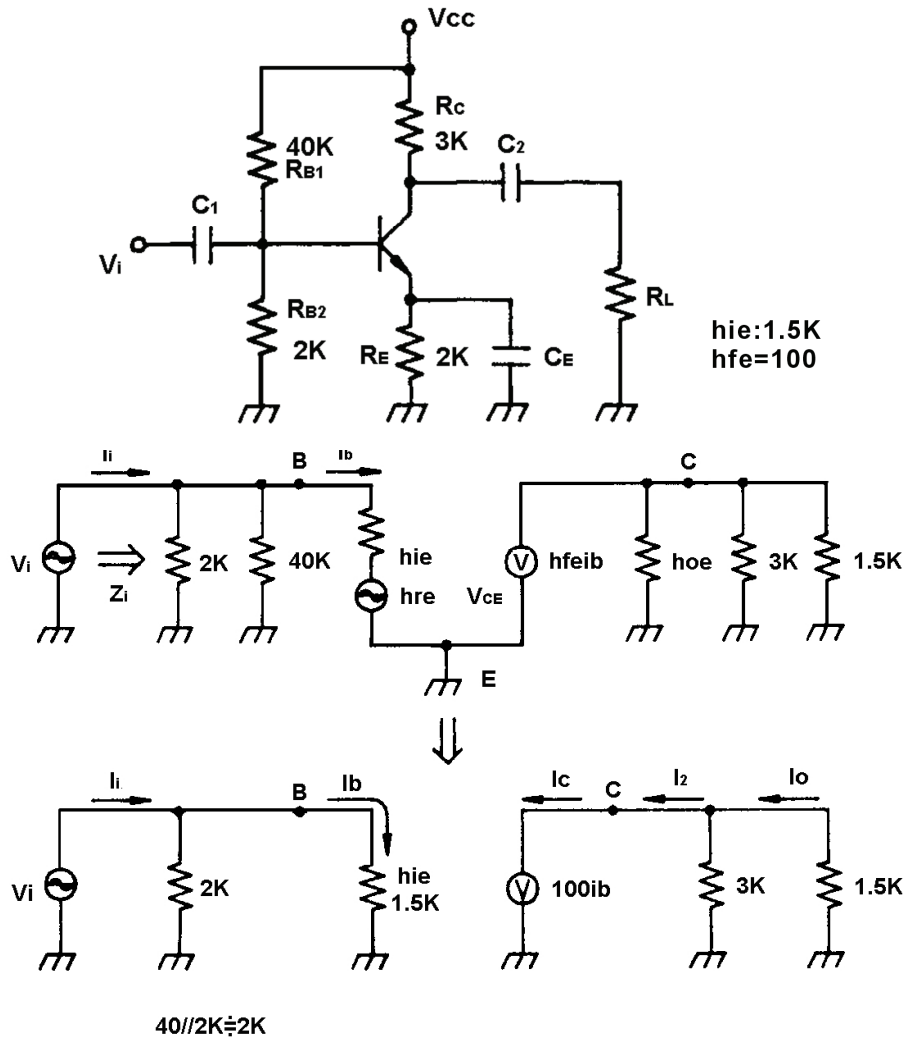
$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \times R_C = 12 \text{ V} - 0.8 \text{ mA} \times 10 \text{ k}\Omega = 4 \text{ V}$$

- $\beta = 50$  için:  $I_C = 0.6 \text{ mA}$ ,  $V_{CE} = 6 \text{ V}$
- $\beta = 100$  için:  $I_C = 0.8 \text{ mA}$ ,  $V_{CE} = 4 \text{ V}$

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

### 3.4 Ortak Emetörlü Yükseltecin AC Analizi

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



Şekil 1-10. Ortak emetörlü yükseltecin AC analizi.

(a) Ortak emetörlü yükselteç devresi (üstte)

(b) AC eşdeğer devre (altta)

**Çözüm:** Şekil 1-10(b)'den,  $A_i = I_o/I_i$ ,  $I_2 = 100I_b$  ve  $h_{fe} = I_c/I_b$  olduğundan:



$$I_b = I_i \times \frac{2 \text{ k}\Omega}{2 \text{ k}\Omega + 1.5 \text{ k}\Omega} = 0.571 I_i$$
$$I_o = I_2 \times \frac{3 \text{ k}\Omega}{3 \text{ k}\Omega + 1.5 \text{ k}\Omega} = 0.667 I_2$$
$$A_i = \frac{I_o}{I_i} = \frac{I_o}{I_2} \times \frac{I_2}{I_b} \times \frac{I_b}{I_i} = 0.667 \times 100 \times 0.571 = 38.1$$
$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-h_{fe} R'_L}{h_{ie}} \quad (R'_L = 3 \text{ k}\Omega \parallel 1.5 \text{ k}\Omega \cong 1 \text{ k}\Omega)$$
$$= \frac{-100 (1 \times 10^3)}{1.5 \times 10^3} = -66.7$$
$$Z_i \cong R_{B2} \parallel h_{ie} = 2 \text{ k}\Omega \parallel 1.5 \text{ k}\Omega = 0.86 \text{ k}\Omega$$
$$Z_o \cong R_C = 3 \text{ k}\Omega$$

### 3.5 Sonuçlar

Ortak emetörlü yükselteç şu özelliklere sahiptir:

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

## 4 Gerekli Ekipmanlar

- KL-22001 Temel Elektrik Devreleri Deney Düzeneği
- KL-25003 Transistörlü Yükselteç Devre Modülü
- Osiloskop
- Multimetre

## 5 Deneyin Yapılışı

### 5.1 Sabit Öngerilim Devresi

1. KL-25003 modülünü, KL-22001 Temel Elektrik Devreleri Deney Düzeneği'nin üzerine koyunuz ve a bloğunun konumunu belirleyiniz.
2. Şekil 1-11'deki devre ve Şekil 1-12'deki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapınız. Bağlantı kablolarını kullanarak VR4 potansiyometresini devreye bağlayınız. KL-22001 Düzeneği'ndeki sabit 12 V DC güç kaynağını, KL-25003 modülüne bağlayınız.
3.  $I_B$  ve  $I_C$  akımlarını ölçmek için ampermetreleri bağlayınız.
4.  $I_B \approx 0$  A olacak şekilde VR4 (1 M $\Omega$ )'ü ayarlayınız ve  $I_C$  akımını ölçünüz.
5.  $I_C$  maksimum ( $I_{C(sat)}$ ) olacak şekilde VR4 (1 M $\Omega$ )'ü ayarlayınız ve  $I_B$  akımını ölçünüz.
6.  $I_C$  doyumdayken,  $I_B$ 'yi artıracak şekilde VR4'ü ayarlayınız ve  $I_{C(sat)}$  akımındaki değişimi gözleyiniz.



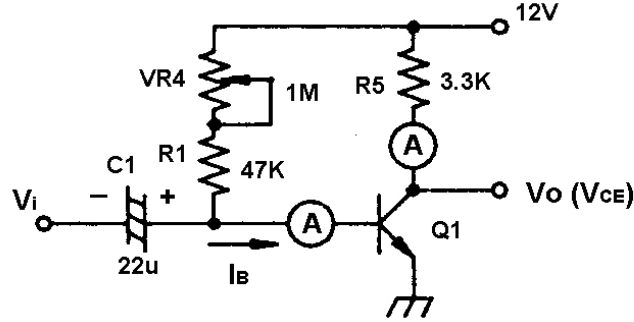
7. VR4'ü,  $V_{CE} = V_{CC}/2 = 6\text{ V}$  olacak şekilde ayarlayınız.  $I_B$ ,  $I_C$ ,  $V_{BE}$  ve  $V_{CE}$  değerlerini ölçünüz ve Tablo 1-1'e kaydediniz.  $\beta = I_C/I_B$  denklemi ile  $\beta$ 'yı hesaplayınız.
8. KL-22001 Düzenegici'nin üzerindeki fonksiyon üreticini kullanarak, IN ucuna 1 kHz'lik bir sinüzoidal işaret uygulayınız. OUT çıkış ucuna osiloskop (AC bağlantıda) bağlayınız.
9. Osiloskop ekranında görüntülenen çıkış dalga şekli bozulmayacak şekilde, sinüzoidal sinyalin genliğini artırınız.
10. Osiloskop kullanarak,  $V_i$  giriş sinyalini ve  $V_o$  çıkış sinyalini ölçünüz ve Tablo 1-2'ye kaydediniz. Giriş ve çıkış sinyalleri arasındaki faz farkını gözleyiniz. Gerilim kazancını hesaplayınız:  $A_V = V_{o(p-p)}/V_{i(p-p)} =$  \_\_\_\_\_.
11. Giriş sinyalini değiştirmeden VR4 (1 M $\Omega$ ) potansiyometresini ayarlayınız ve çıkış dalga şeklinde bozulma olup olmadığını gözleyiniz.

**Tablo 1-1.** Sabit öngerilimli devrenin DC ölçüm sonuçları.

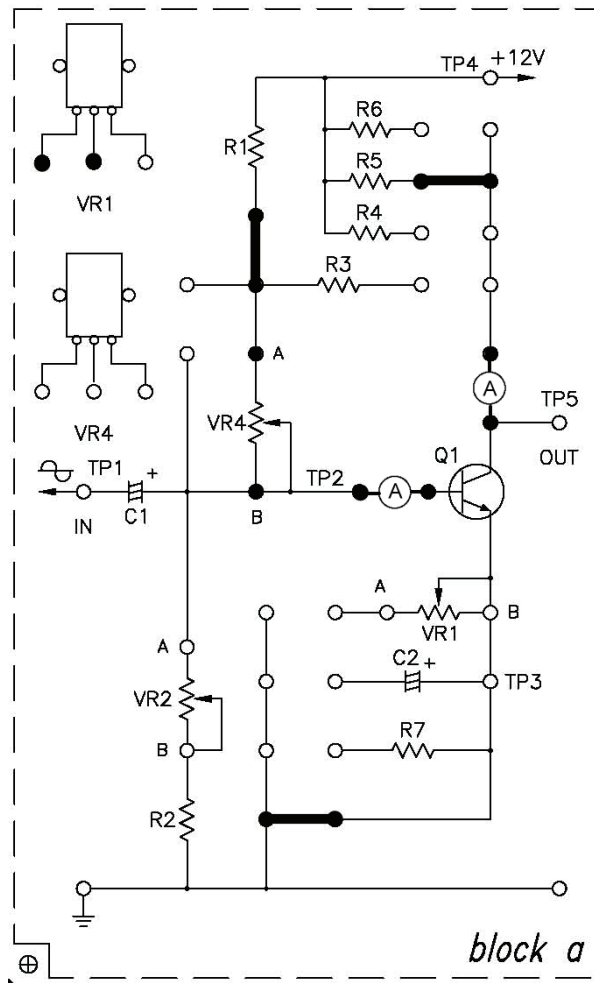
| $I_B$ | $I_C$ | $\beta$ | $V_{BE}$ | $V_{CE}$ |
|-------|-------|---------|----------|----------|
|       |       |         |          |          |

**Tablo 1-2.** Sabit öngerilimli devrenin giriş ve çıkış dalga şekilleri ile kazancı.

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| IN<br>( $V_i$ )                  |  |
| OUT<br>( $V_o$ )<br>$A_V$<br>Faz |  |
| $A_V$                            |  |



Şekil 1-11. Sabit öngerilimli ortak emetörlü yükselteç.



Şekil 1-12. Sabit öngerilimli devre bağlantı diyagramı (KL-25003 blok a).

## 5.2 Emetör Dirençli Öngerilim Devresi

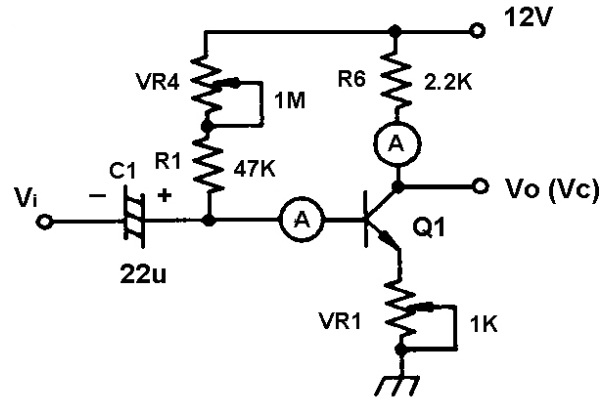
1. Şekil 1-13'teki devre ve Şekil 1-14'teki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapınız. Bağlantı kablolarını kullanarak VR1 ve VR4 potansiyometrelerini devreye bağlayınız. KL-22001 Düzeneği'ndeki sabit 12 V DC güç kaynağını, KL-25003 modülüne bağlayınız.
2.  $I_B$  ve  $I_C$  akımlarını ölçmek için ampermetreleri bağlayınız.
3. VR1 (1 k $\Omega$ ) potansiyometresini 0  $\Omega$ 'a ayarlayınız.



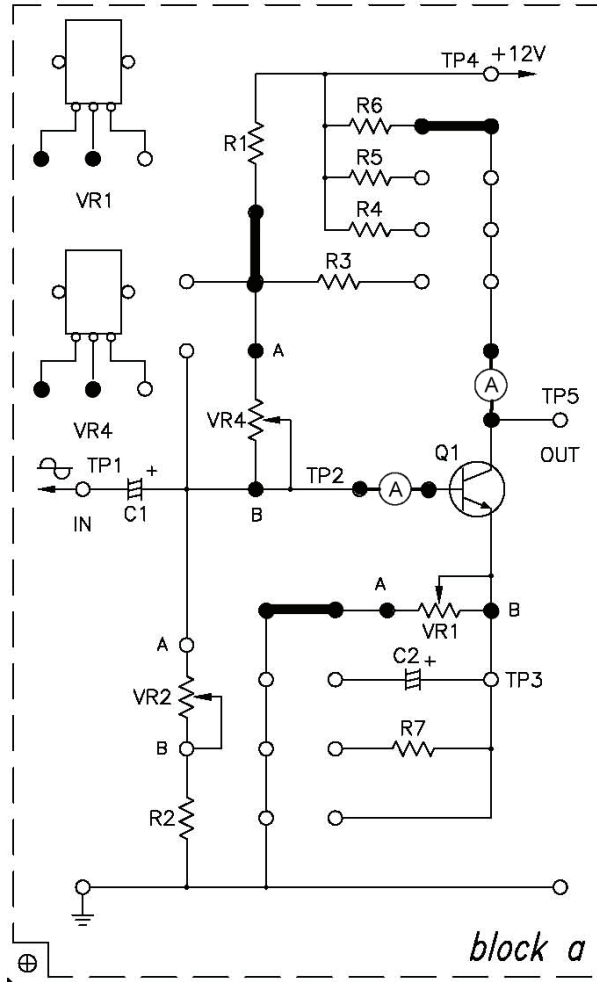
4.  $I_B \approx 0$  A olacak şekilde VR4 (1 M $\Omega$ )'ü ayarlayınız.  $I_C$  akımını ölçünüz ve Tablo 1-3'e kaydediniz.
5.  $I_C$  maksimum ( $I_{C(sat)}$ ) olacak şekilde VR4 (1 M $\Omega$ )'ü ayarlayınız.  $I_B$  akımını ölçünüz ve Tablo 1-3'e kaydediniz.
6.  $I_C$  doyumdayken,  $I_B$ 'yi artıracak şekilde VR4'ü ayarlayınız ve  $I_{C(sat)}$  akımının artıp artmadığını gözleyiniz.
7. VR4'ü,  $V_C = V_{CC}/2 = 6$  V olacak şekilde ayarlayınız.  $V_{BE}$  ve  $V_{CE}$  değerlerini ölçünüz ve Tablo 1-3'e kaydediniz.
8. VR1 (1 k $\Omega$ )'i maksimuma ayarlayınız. KL-22001 Düzeneg'i'nin üzerindeki fonksiyon üreticini kullanarak, IN ucuna 1 kHz'lik bir sinüzoidal işaret uygulayınız. OUT çıkış ucuna osiloskop (AC bağlantıda) bağlayınız.
9. Osiloskop ekranında görüntülenen çıkış dalga şekli bozulmayacak şekilde, sinüzoidal sinyalin genliğini artırınız.
10. Osiloskop kullanarak,  $V_i$  giriş sinyalini ve  $V_o$  çıkış sinyalini ölçünüz ve Tablo 1-3'e kaydediniz.
11. Giriş sinyalini değiştirmeden VR4 (1 M $\Omega$ ) potansiyometresini ayarlayınız ve çıkış dalga şeklinde bozulma olup olmadığını gözleyiniz.

**Tablo 1-3.** Emetör dirençli öngerilimli devrenin ölçüm sonuçları ve dalga şekilleri.

|                                                                                                                                        |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| $I_B = 0$ iken $I_C =$ _____<br>$I_C = I_{C(sat)}$ iken $I_B =$ _____<br>$V_C = V_{CC}/2$ iken<br>$V_{CE} =$ _____<br>$V_{BE} =$ _____ |  |
| IN<br>( $V_i$ )                                                                                                                        |  |
| OUT<br>( $V_o$ )                                                                                                                       |  |



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



Şekil 1-14. Emetör dirençli öngerilimli devre bağlantı diyagramı (KL-25003 blok a).

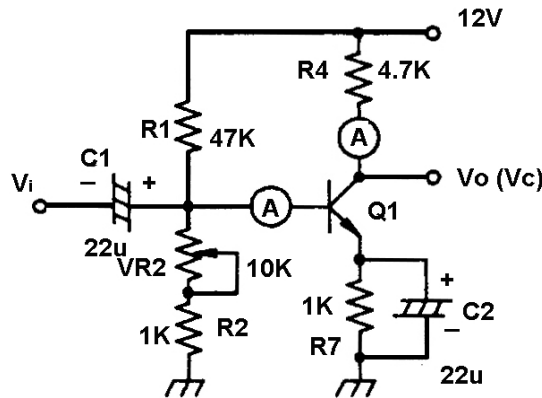
### 5.3 $\beta$ Değerinden Bağımsız Öngerilim Devresi

1. Şekil 1-15'teki devre ve Şekil 1-16'daki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapınız. Bağlantı kablolarını kullanarak VR2 potansiyometresini devreye bağlayınız. KL-22001 Düzenegici'ndeki sabit 12 V DC güç kaynağını, KL-25003 modülüne bağlayınız.

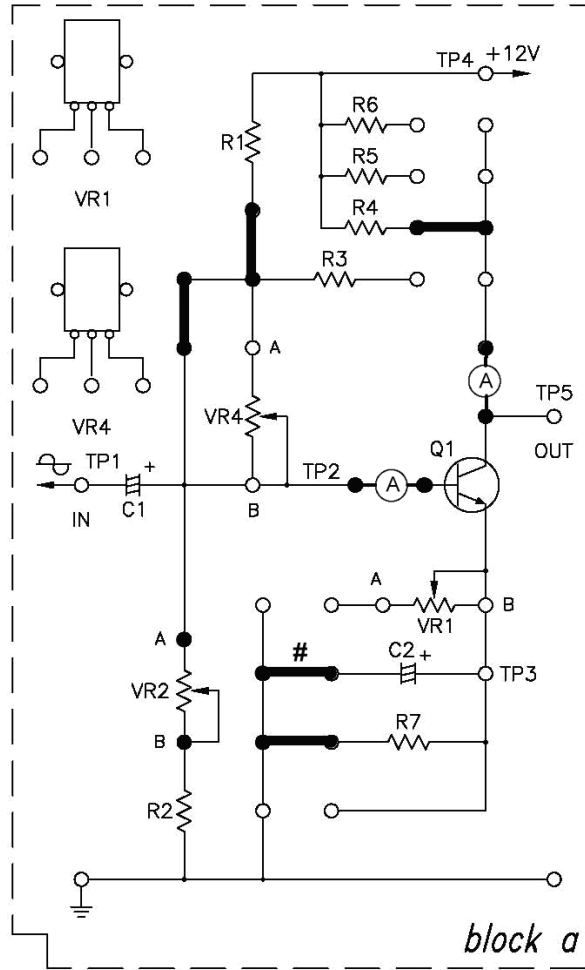
2.  $I_B$  ve  $I_C$  akımlarını ölçmek için ampermetreleri bağlayınız.
3. VR2 (10 k $\Omega$ )'yi,  $V_C = V_{CC}/2 = 6$  V olacak şekilde ayarlayınız.  $I_B$ ,  $I_C$ ,  $V_{BE}$  ve  $V_{CE}$  değerlerini ölçünüz ve Tablo 1-4'e kaydediniz.
4. KL-22001 Düzeneg'i'nin üzerindeki fonksiyon üreticini kullanarak, IN ucuna 1 kHz'lik bir sinüzoidal işaret uygulayınız. OUT çıkış ucuna osiloskop (AC bağlantıda) bağlayınız.
5. Osiloskop ekranında görüntülenen çıkış dalga şekli bozulmayacak şekilde, sinüzoidal sinyalin genliğini artırınız.
6. Osiloskop kullanarak,  $V_i$  giriş sinyalini ve  $V_o$  çıkış sinyalini ölçünüz ve Tablo 1-4'e kaydediniz.  $A_V = V_{o(p-p)}/V_{i(p-p)}$  denklemi ile gerilim kazancını hesaplayınız.
7. Giriş sinyalini değiştirmeden VR2 (10 k $\Omega$ ) potansiyometresini ayarlayınız ve çıkış dalga şeklinde bozulma olup olmadığını gözleyiniz.
8. Şekil 1-16'daki # işaretli klipsi kaldırarak C2 (22  $\mu$ F) kondansatörünü devreden çıkarınız ve 3-6. adımlardaki işlemleri tekrarlayınız.

**Tablo 1-4.**  $\beta$  değerinden bağımsız öngerilimli devrenin ölçüm sonuçları (C2 bağlı ve bağlı değilken).

| C2          | $V_C$ | $I_B$ | $I_C$ | $V_{CE}$ | $V_{BE}$ | IN | OUT | $A_V$ |
|-------------|-------|-------|-------|----------|----------|----|-----|-------|
| 22 $\mu$ F  |       |       |       |          |          |    |     |       |
| Bağlı değil |       |       |       |          |          |    |     |       |



**Şekil 1-15.**  $\beta$  değerinden bağımsız öngerilimli ortak emetörlü yükselteç.



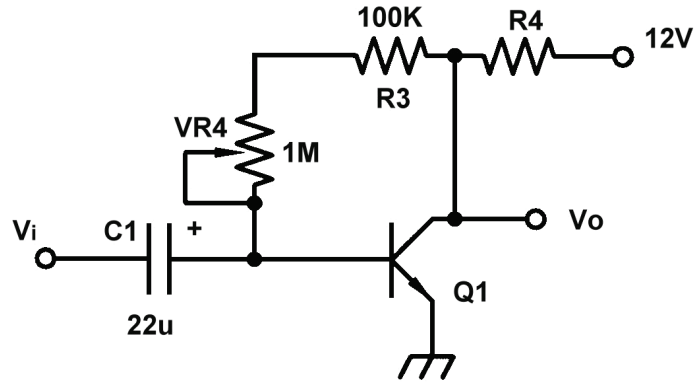
Şekil 1-16.  $\beta$  değerinden bağımsız öngerilimli devre bağlantı diyagramı (KL-25003 blok a).

#### 5.4 Kollektör Geribeslemeli Öngerilim Devresi

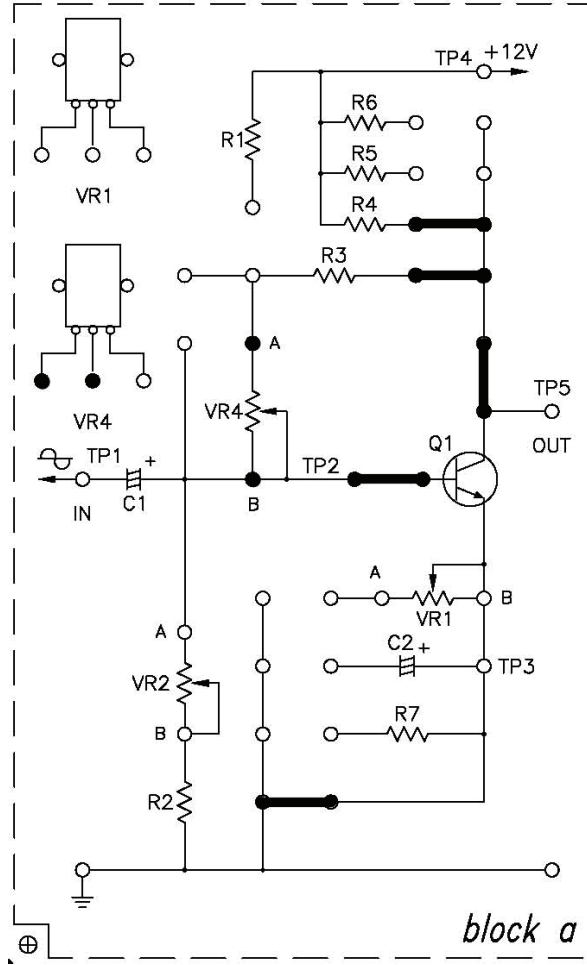
1. Şekil 1-17'deki devre ve Şekil 1-18'deki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapınız. Bağlantı kablolarını kullanarak VR4 potansiyometresini devreye bağlayınız. KL-22001 Düzeneg'i'ndeki sabit 12 V DC güç kaynağını, KL-25003 modülüne bağlayınız.
2. VR4 (1 M $\Omega$ )'ü,  $V_C = V_{CC}/2 = 6$  V olacak şekilde ayarlayınız.
3.  $V_{BE}$  gerilimini ölçmek için voltmetre bağlayınız.
4. KL-22001 Düzeneg'i'nin üzerindeki fonksiyon üreticini kullanarak, IN ucuna 1 kHz'lik bir sinüzoidal işaret uygulayınız. OUT çıkış ucuna osiloskop (AC bağlantıda) bağlayınız.
5. Osiloskop ekranında görüntülenen çıkış dalga şekli bozulmayacak şekilde, sinüzoidal sinyalin genliğini artırınız.
6. Osiloskop kullanarak,  $V_i$  giriş sinyalini ve  $V_o$  çıkış sinyalini ölçünüz ve Tablo 1-5'e kaydediniz.
7. Giriş sinyalini değiştirmeden VR4 (1 M $\Omega$ ) potansiyometresini ayarlayınız ve çıkış dalga şeklinde bozulma olup olmadığını gözleyiniz.

**Tablo 1-5.** Kollektör geribeslemeli öngerilimli devrenin giriş ve çıkış dalga şekilleri.

|                  |  |
|------------------|--|
| IN<br>( $V_i$ )  |  |
| OUT<br>( $V_o$ ) |  |



**Şekil 1-17.** Kollektör geribeslemeli öngerilime sahip ortak emetörlü yükselteç.



Şekil 1-18. Kollektör geribeslemeli devre bağlantı diyagramı (KL-25003 blok a).

## 6 Deney Sonu Soruları

1. Tablo 1-1'deki ölçümlerinizi  $\beta = I_C/I_B$  değerini hesaplayınız. Sabit öngerilimli devrede  $V_{CE} = 6\text{ V}$  olacak şekilde ayarlanan çalışma noktasını, emetör dirençli,  $\beta$  değerinden bağımsız ve kollektör geribeslemeli devrelerde ölçtüğünüz çalışma noktalarıyla karşılaştırınız.
2. Dört devrede ölçtüğünüz gerilim kazançlarını ( $A_V$ ) ve çıkış dalga şekillerini karşılaştırınız. Emetör direncinin ( $R_E$ ) kazanç ve dalga şekli üzerindeki etkisini açıklayınız.
3. Tablo 1-4'te C2 kondansatörü bağlıyken ve bağlı değilken ölçtüğünüz gerilim kazançlarını karşılaştırınız. Kazancın neden değiştiğini açıklayınız.
4. VR4 (ya da VR2) potansiyometresini değiştirdiğinizde çıkış dalga şeklinde hangi tepelerin kırıldığını gözlediniz? Bu gözleminizi çalışma noktasının yük doğrusu üzerindeki konumuyla (kesim ve doyum) ilişkilendirerek açıklayınız.