

# Elektronik 1 Dersi

Ankara Üniversitesi Elmadağ Meslek Yüksekokulu

Öğretim Görevlisi : Murat Duman

Mail: [mduman@ankara.edu.tr](mailto:mduman@ankara.edu.tr)

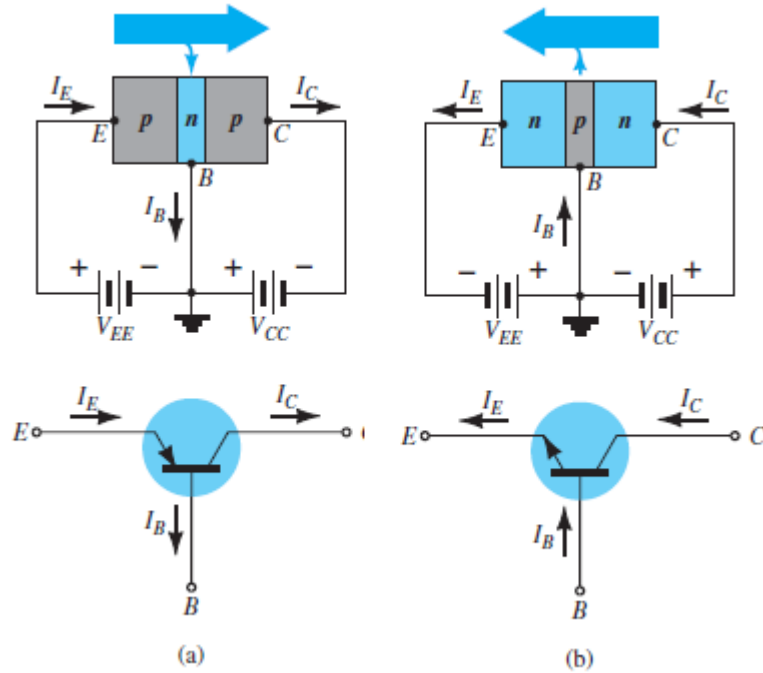
Ders Kitabı: *Robert L. Boylestad, Louis Nashelsky-Electronic Devices and Circuit Theory (11th Edition)-Prentice Hall (2012)*

(Bu çalışmadaki şekiller ders kitabından alınmıştır)

Hafta 7

## Bölüm 2.1. : Ortak-Beyzli Konfigürasyon

- Bu konfigürasyonda beyz topraklanmıştır.
- Ayrıca beyz bacağı hem giriş hem de çıkış için ortaktır. Hem kollektör hem de emiter için ortak bacaktır.

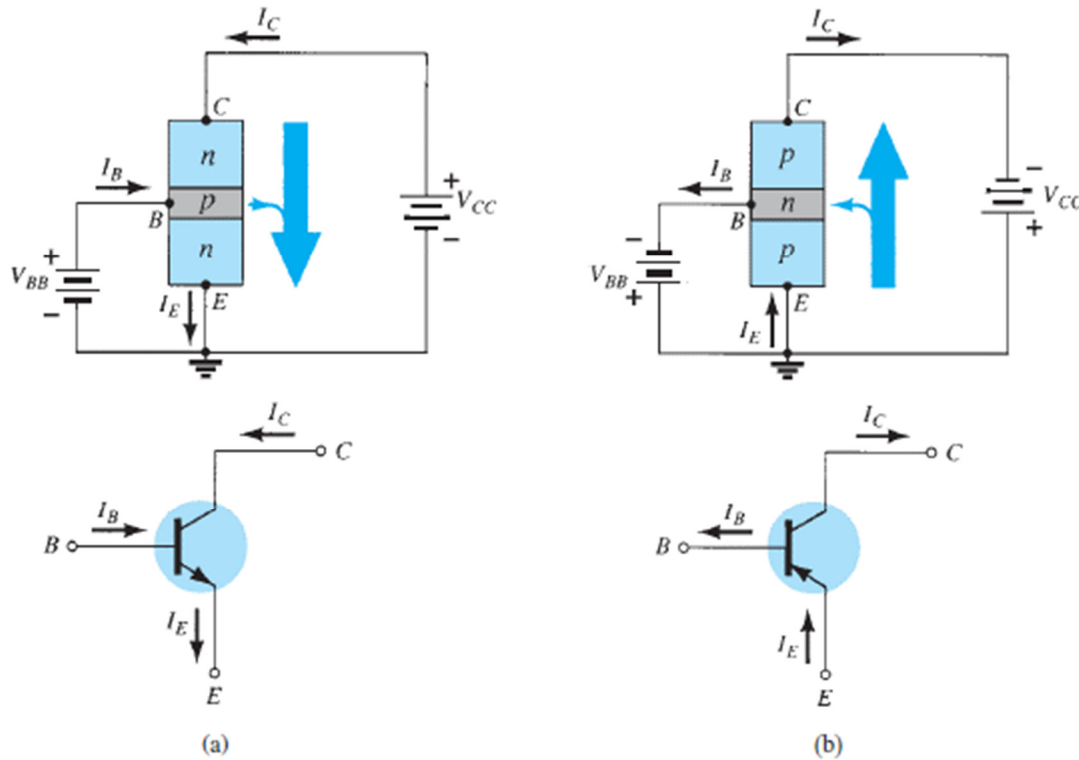


Şekil 2.2.'de ortak-beyzli konfigürasyona ait npn ve pnp transistör polarlanmaları ve simgesel gösterimleri verilmiştir.

Şekil 2.2. Ortak-Beyzli Konfigürasyon

## Bölüm 2.2. : Ortak-Emiterli Konfigürasyon

- Bu konfigürasyonda emiter topraklanmıştır.
- Ayrıca emiter bacağı hem giriş hem de çıkış için ortaktır. Hem kollektör hem de beyz için ortak bacaktır.

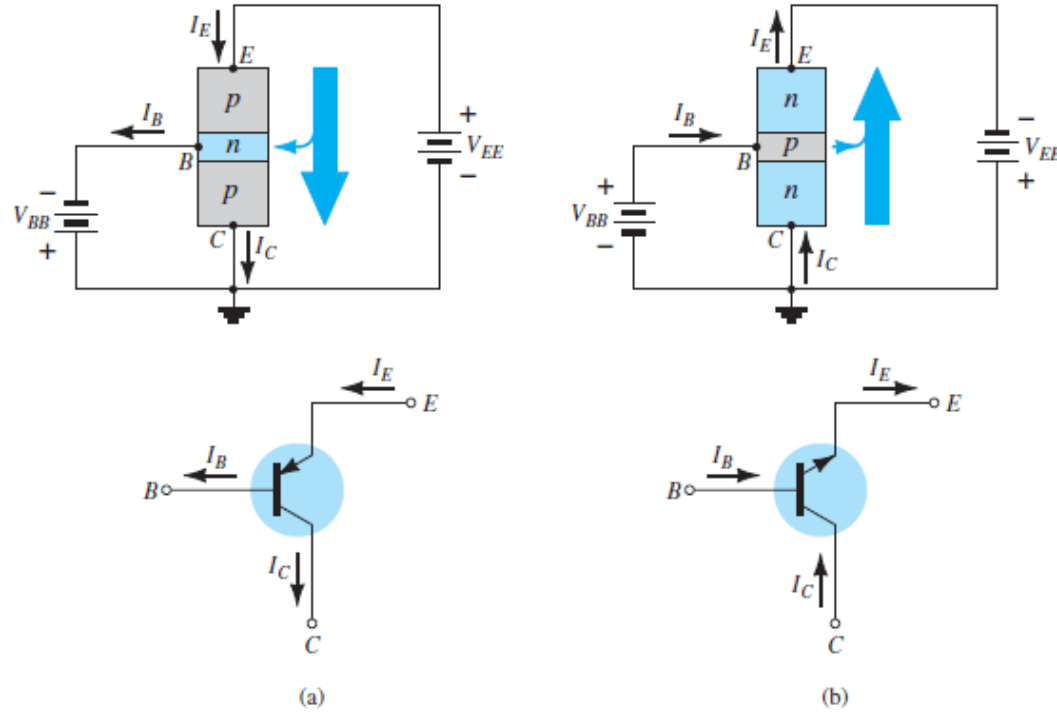


Şekil 2.3.'te ortak-emiterli konfigürasyona ait npn ve pnp transistör polarlanmaları ve simgesel gösterimleri verilmiştir.

Şekil 2.3. Ortak-Emiterli Konfigürasyon

## Bölüm 2.3. : Ortak- Kollektörlü Konfigürasyon

- Bu konfigürasyonda kollektör topraklanmıştır.
- Ayrıca kollektör bacağı hem giriş hem de çıkış için ortaktır. Hem emiter hem de beyz için ortak bacaktır.



Şekil 2.4.'te ortak-kollektörlü konfigürasyona ait npn ve pnp transistör polarlanmaları ve simgesel gösterimleri verilmiştir.

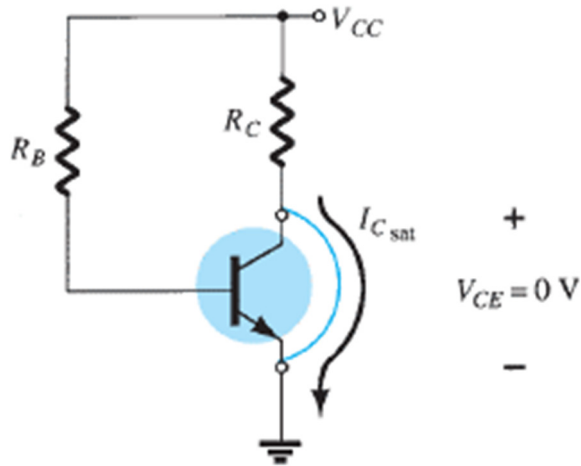
Şekil 2.4. Ortak-Kollektörlü Konfigürasyon

## Bölüm 2.4. : BJT Transistörlerin Satürasyonu

BJT transistör için “satürasyon” kelimesi Şekil 2.5.’ten görüleceği üzere kollektör – emiter arasının kısa devre olması durumudur. Bu durumda  $V_{CE} = 0$  V’tur ve kollektör üzerinden maksimum akım geçer; çünkü

$V_{CC} - I_C R_C - V_{CE} = 0$ ; burada  $V_{CE} = 0$  V’tur. Dolayısıyla  $V_{CC} = I_C R_C$

$$I_{C_{sat}} = \frac{V_{CC}}{R_C}$$



Şekil 2.5. BJT Transistörün Satürasyon Durumu

## Bölüm 2.5. : BJT Transistörlerin DC Kutuplanması

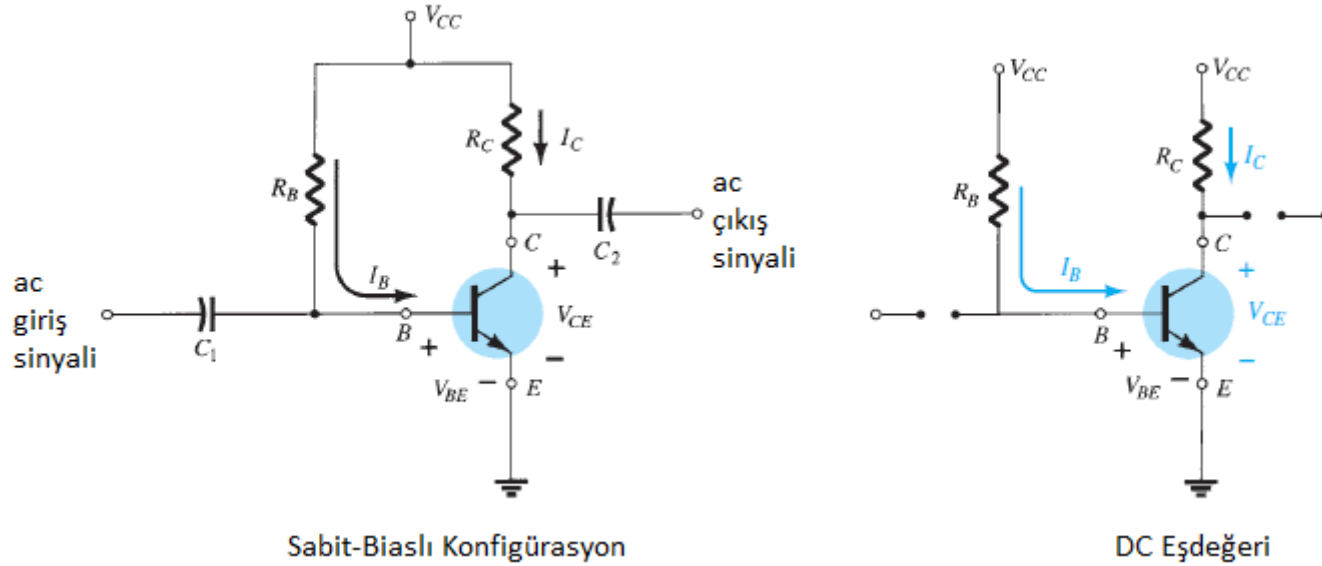
Transistörler temel görevleri olan sinyal yükseltme ya da anahtarlama görevlerini yerine getirebilmeleri için çalışır duruma getirilmeleri gerekmektedir. Bu da transistörün bacakları arasına uygun DC voltajın uygulanması anlamına gelmektedir.

Transistörün kutuplanma nedenini daha iyi anlamak için araba örneği üzerinden gidilebilir. Nasıl bir arabanın çalışır duruma gelmesi için deposuna uygun yakıttan konulması gerekiyorsa bir transistörün çalışır duruma gelmesi içinde DC Kutuplanması gerekmektedir. Bu kısımda transistörün DC kutuplanması üzerine analogi yapılmıştır.

Nasıl bir arabanın deposuna uygun yakıt konulduktan sonra fren ve gaz pedallarına basılarak arabanın hızı değiştirilebiliyorsa transistörün beyz kısmına uygulanan akım değiştirilerek transistörün kollektör ve emiterinden geçen akım değiştirilebilir. Bu noktadan hareketle transistörün küçük sinyal yükselteci olarak kullanılması gerçekleştirilmektedir. Bu kısımda transistörün AC yükselteç olarak kullanılması üzerine analogi yapılmıştır.

## Bölüm 2.5.1. : Sabit-Biaslı Konfigürasyon

Bu konfigürasyon Şekil 2.6.'da verilmiştir.



Şekil 2.6. Sabit-Biaslı Konfigürasyon

Transistörlerin DC kutuplanmasında kapasitörler dikkate alınmazlar; çünkü açık devre gibi davranırlar.

Şekil 17.1.'deki devrenin sol tarafı için voltaj denklemi yazılırsa:

$$V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} = 0$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$$

$$I_C = \beta I_B$$

Şekil 16.1.'deki devrenin sağ tarafı için voltaj denklemi yazılırsa:

$$V_{CC} - I_C R_C - V_{CE} = 0$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$

$$V_{CE} = V_C - V_E$$

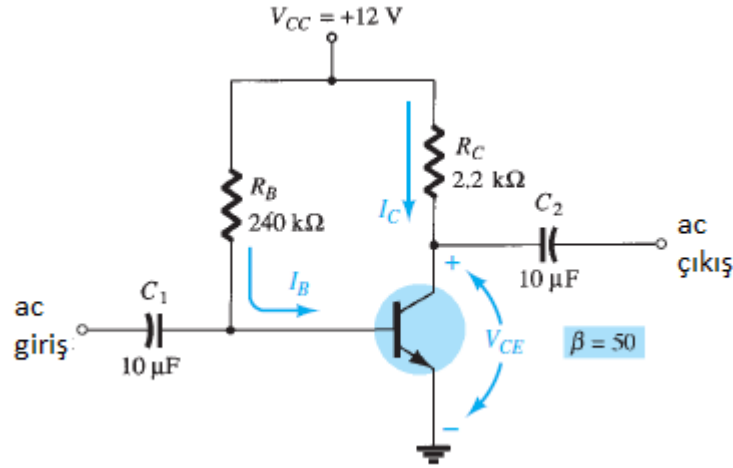
Bu konfigürasyonda emiter topraklandığı için  $V_E = 0$  ve dolayısıyla  $V_{CE} = V_C$  olmaktadır.

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

Yukarıdaki nedenden dolayı tekrar  $V_{BE} = V_B$  olmaktadır.



Örnek: Şekil 2.7.'de verilen devre için



- $I_B$  ve  $I_C$
- $V_{CE}$
- $V_B$  ve  $V_C$
- $V_{BC}$

Şekil 2.7. İlgili Şekil

$$a) I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} = \frac{12 - 0.7}{240 \cdot (10^3)} = 47.08 \mu A$$

$$I_C = \beta I_B = 50 \cdot (47.08 \mu A) = 2.35 \text{ mA}$$

$$b) V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C = 12 - (2.35)(10^{-3})(2.2)(10^3) = 6.83 \text{ V}$$

$$c) V_B = V_{BE} = 0.7 \text{ V}$$

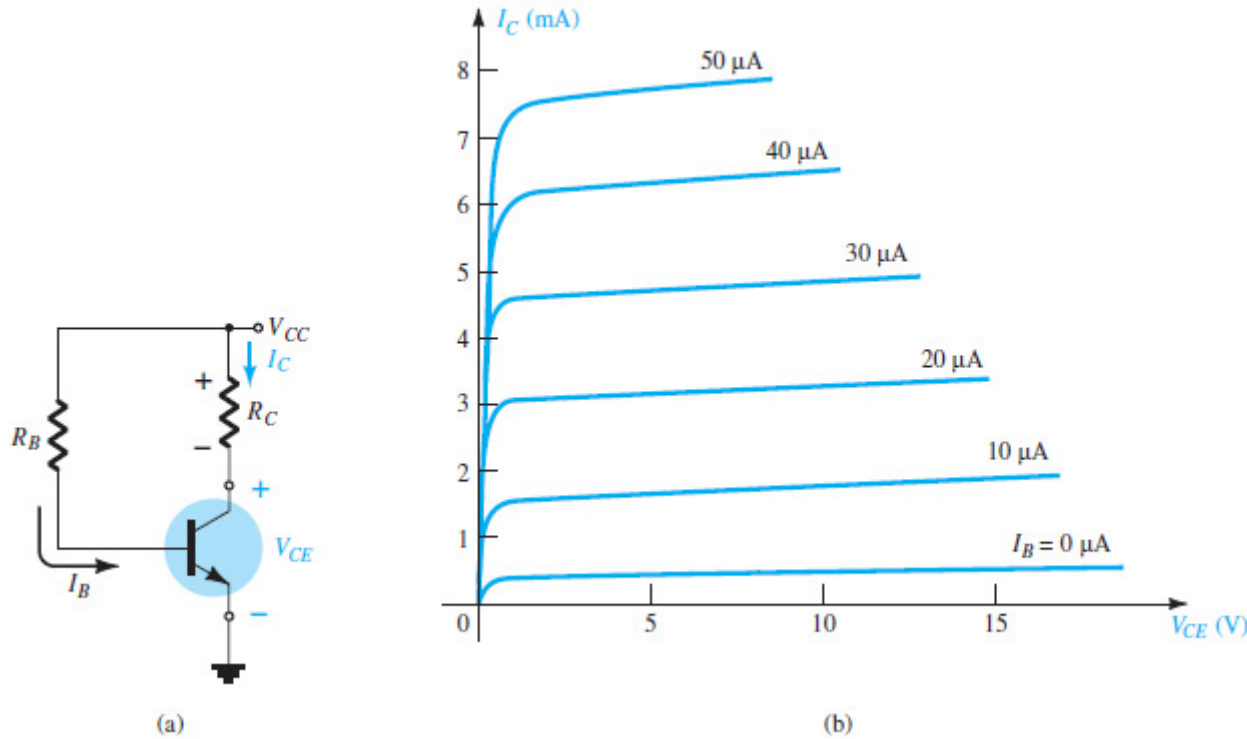
$$V_C = V_{CE} = 6.83 \text{ V}$$

$$d) V_{BC} = V_B - V_C = 0.7 - 6.83 = -6.13 \text{ V}$$

## Bölüm 2.5.2. : Yük-Çizgi Analizi

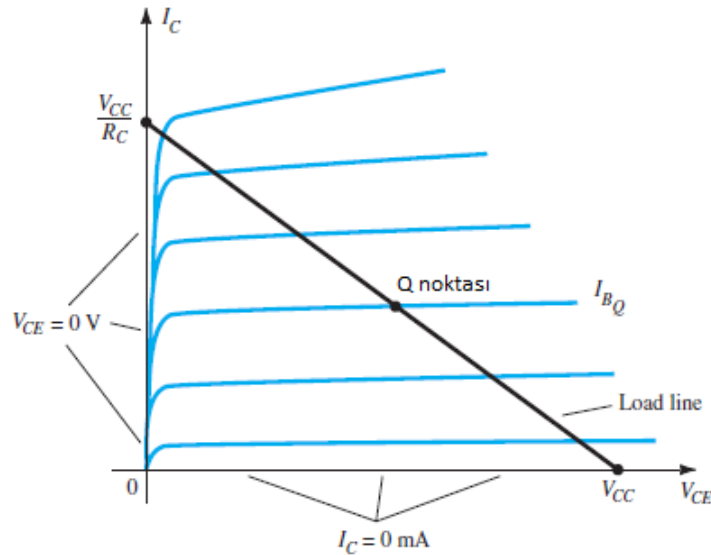
Şekil 2.8.'de sabit-biaslı konfigürasyona ait devrenin çeşitli beyz akımları için

$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$  eşitliği dikkate alınarak  $I_C$  ile  $V_{CE}$  arasındaki ilişki grafiğe aktarılmıştır.



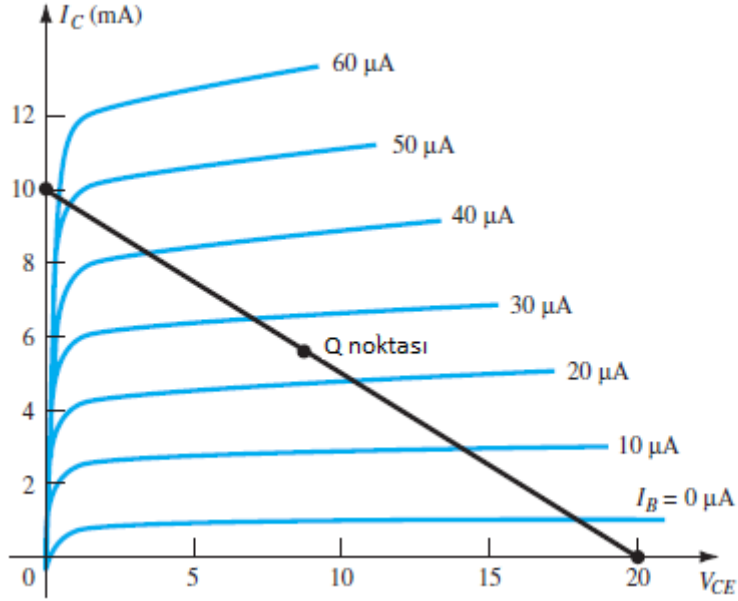
Şekil 2.8. Sabit-biaslı konfigürasyon için  $I_C - V_{CE}$  grafiği

Transistörün ideal çalışma noktası bu grafik üzerinde belirlenebilir. Bunun için bu grafik üzerinde iki nokta belirlememiz gerekmektedir. Bunlardan birincisi kollektör üzerindeki maksimum akım değeri olan saturasyon akımı  $I_{C_{sat}}$ , ikincisi ise kollektör direnci üzerinden akım akmadığında elde edilen kollektör voltajı olup değeri  $V_{CC}$ 'ye eşittir. Bu iki nokta Şekil 2.9. üzerinde işaretlenmiş olup ideal çalışma noktası bu iki noktanın birleştirilmesiyle elde edilen çizginin tam ortasındaki noktanın (Q noktası) karşılığı  $I_B$ ,  $I_C$  ve  $V_{CE}$  noktaları olacaktır.



Şekil 2.9. Transistörün ideal çalışma noktası

Örnek: Şekil 2.10.'da verilen sabit-biaslı konfigürasyona sahip transistör devresine ait yük-çizgi analizi grafiğini kullanarak ilgili devrede kullanılacak  $V_{CC}$ ,  $R_C$  ve  $R_B$  değerlerini bulunuz.



Şekil 2.10. Transistörün ideal çalışma noktası

Cevap:

Devreden akım akmadığı andaki  $V_{CE}$  değeri  $V_{CC}$  değerine eşittir; dolayısıyla burada  $V_{CC}$  değeri 20 V'a eşittir. Grafikten  $I_{C_{sat}}$  değerinin 10 mA olduğu görülmektedir; dolayısıyla

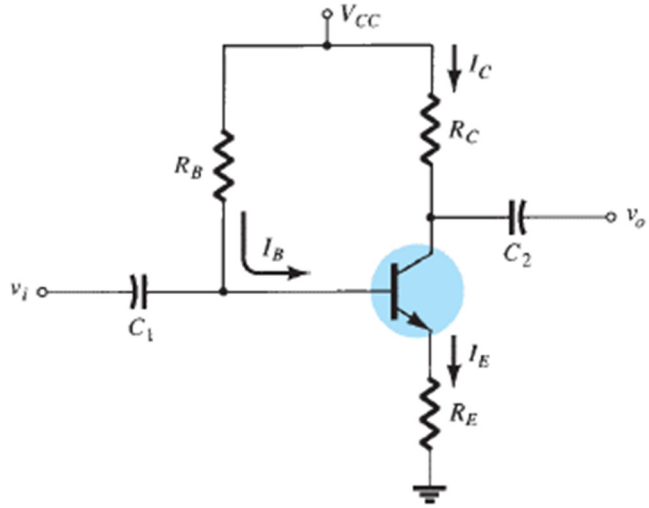
$$I_{C_{sat}} = 10 \text{ mA} = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{20}{R_C} \text{ ve buradan } R_C \text{ 2 k}\Omega \text{ olarak bulunmaktadır.}$$

Grafikten  $I_{B_Q}$  değerinin yaklaşık olarak 25  $\mu$ A'e eşit olduğu görülmektedir.

$$I_B = 25 \mu A = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} = \frac{20 - 0.7}{R_B} \text{ ve buradan } R_B \text{ değeri 772 k}\Omega \text{ olarak bulunmaktadır.}$$

## Bölüm 2.5.3. : Emiter-Biaslı Konfigürasyon

Bu konfigürasyon, sabit-biaslı konfigürasyona göre daha stabildir. Stabileden kastımız devredeki örneğin; akım değerlerin sıcaklık, devre parametreleri ( $\beta$  gibi) vb. gibi dış etmenlere bağlı olarak daha az değişmesidir. İlgili konfigürasyon Şekil 2.11.'de verilmiştir.



Şekil 2.11. Emiter-biaslı konfigürasyon

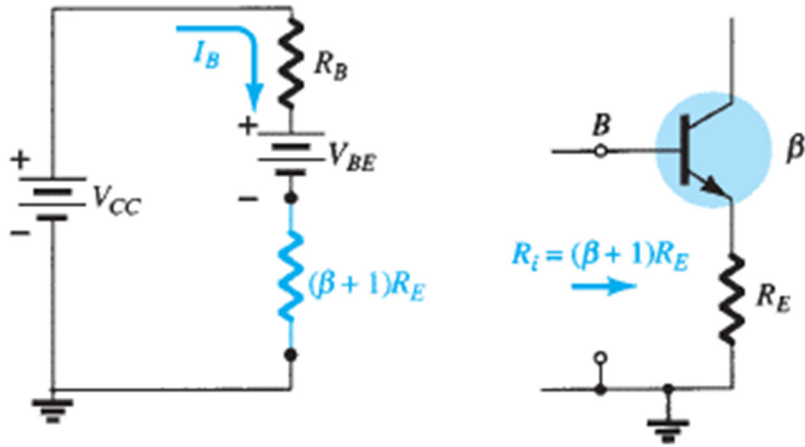
Bu devrenin sabit-biaslı konfigürasyona göre daha stabil olma durumu bir örnek üzerinden açıklanacaktır ama öncesinde bu konfigürasyona ait akım ve voltaj eşitliklerini yazalım.

Devrenin sol tarafına bakacak olursak:

$$V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} - I_E R_E = 0$$

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

Bu son denklem bir devre modeli üzerine dökülecek olursak Şekil 2.12.'de verilen modeli elde ederiz. Dikkat edilecek olursa bu model üzerinde sağ taraftaki direnç  $(\beta + 1)R_E$  değerini almaktadır. Bu direnci  $R_i$  olarak adlandıralım.



Şekil 2.12. Emiter kısmına ait model

Tekrar Şekil 2.11.'deki devreye dönecek olur ve devrenin sağ tarafına bakacak olursak;

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_C + R_E)$$

$$V_E = V_{CE} - I_E R_E$$

$$V_{CE} = V_C - V_E$$

$$V_C = V_{CE} + V_E$$

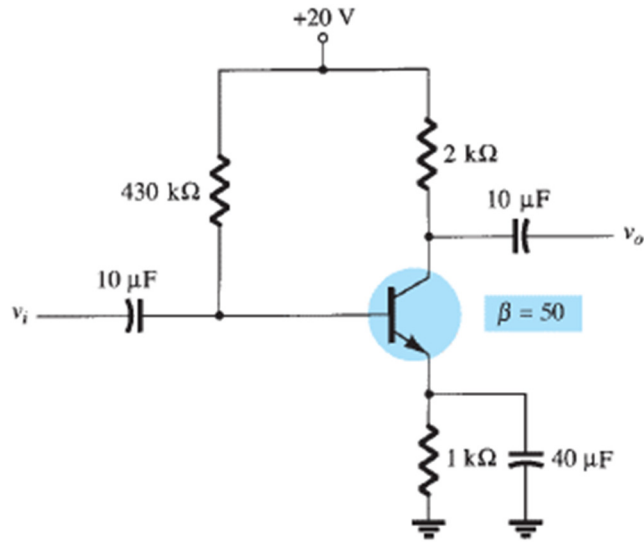
$$V_C = V_{CC} - I_C R_C$$



$$V_B = V_{CC} - I_B R_B$$

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

Örnek: Şekil 2.13.'te verilen devre için  $I_B$ ,  $I_C$ ,  $V_{CE}$ ,  $V_C$ ,  $V_E$ ,  $V_B$ ,  $V_{BC}$  değerlerini hesaplayınız.



Şekil 2.13. İlgili Şekil

Cevap:

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1)R_E} = \frac{20 - 0.7}{430000 + 51(1000)} = 40.1 \mu A$$

$$I_C = \beta I_B = 50(40.1 \mu\text{A}) = 2.01 \text{ mA}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_C + R_E) = 20 - 2.01(10^{-3})(2000 + 1000) = 13.97 \text{ V}$$

$$V_C = V_{CC} - I_C R_C = 20 - 2.01(10^{-3})(2000) = 15.98 \text{ V}$$

$$V_E = V_C - V_{CE} = 15.98 - 13.97 = 2.01 \text{ V}$$

$$V_B = V_{BE} + V_E = 0.7 + 2.01 = 2.71 \text{ V}$$

$$V_{BC} = V_B - V_C = 2.71 - 15.98 = -13.27 \text{ V}$$

Örnek: Sabit-biaslı konfigürasyon ve emiter biaslı konfigürasyon için Şekil 2.7. ve Şekil 2.13.'teki devreleri baz alarak  $\beta=50$  ve  $\beta=100$  değerleri için  $I_C$  ve  $V_{CE}$  değerlerinde meydana gelen değişimi inceleyiniz.

Cevap:

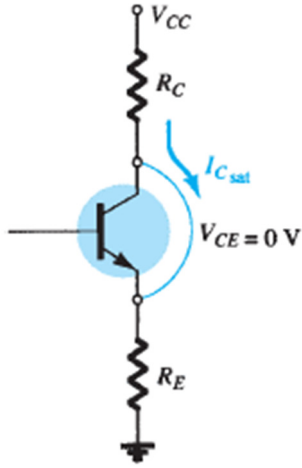
Sabit-biaslı konfigürasyona ait				Emiter-biaslı konfigürasyona ait			
$\beta$	$I_B (\mu A)$	$I_C (mA)$	$V_{CE} (V)$	$\beta$	$I_B (\mu A)$	$I_C (mA)$	$V_{CE} (V)$
50	47.08	2.35	6.83	50	40.1	2.01	13.97
100	47.08	4.71	1.64	100	36.3	3.63	9.11

Şekil 2.14. İki konfigürasyonun stabilite kıyaslaması

İlgili tablolar incelendiğinde emiter biaslı konfigürasyonda  $I_C$  ve  $V_{CE}$  değerlerinin sabit biaslı konfigürasyona oldukça düşük oranda değiştiği görülmektedir.

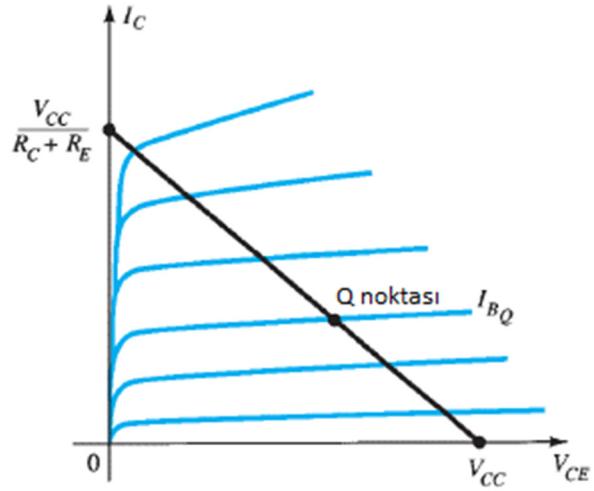
Şekil 2.15. incelendiğinde emiter-biaslı konfigürasyonda satürasyon değerinin

$$I_{C_{sat}} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E} \text{ olduğu görülmektedir.}$$



Şekil 2.15. Emiter-biaslı konfigürasyonda satürasyon değeri

Emiter-biaslı konfigürasyon için yük-çizgi analizine ait grafik Şekil 2.16.'da verilmiştir.



Şekil 2.16. Emiter-biaslı konfigürasyona ait yük-çizgi analizi