

5. Bölüm: BJT DC Öngerilimleme

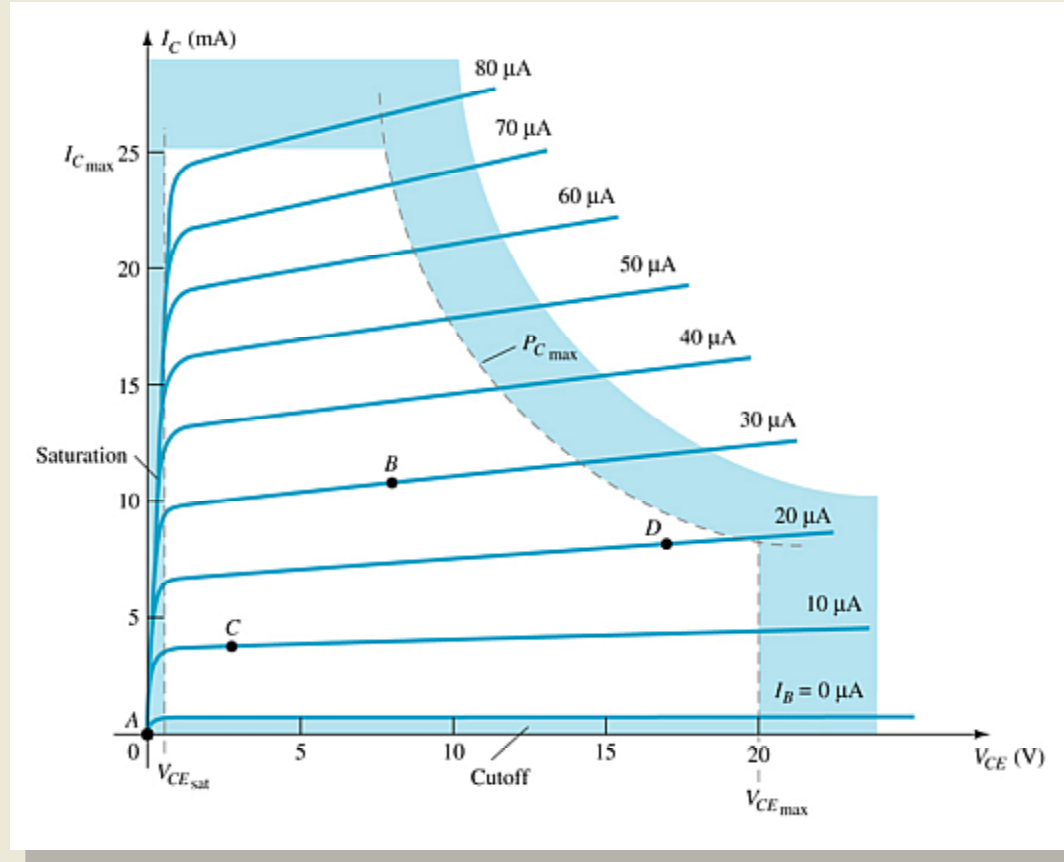
Öngerilimleme

Transistörün düzgün bir şekilde çalışması için öngerilimlenmesi gerekir. DA çalışma noktasını oluşturmak için birçok yöntem vardır.

Öngerilimleme kavramı, transistörün AA giriş sinyallerini yükseltebilmesi için iletme geçirmek üzere DA gerilim uygulanmasını ifade eder.

Çalışma Noktası

DC giriş gerilimi çalışma ya da sükunet noktası olarak tanımlanan bir *Q-noktası* oluşturur.



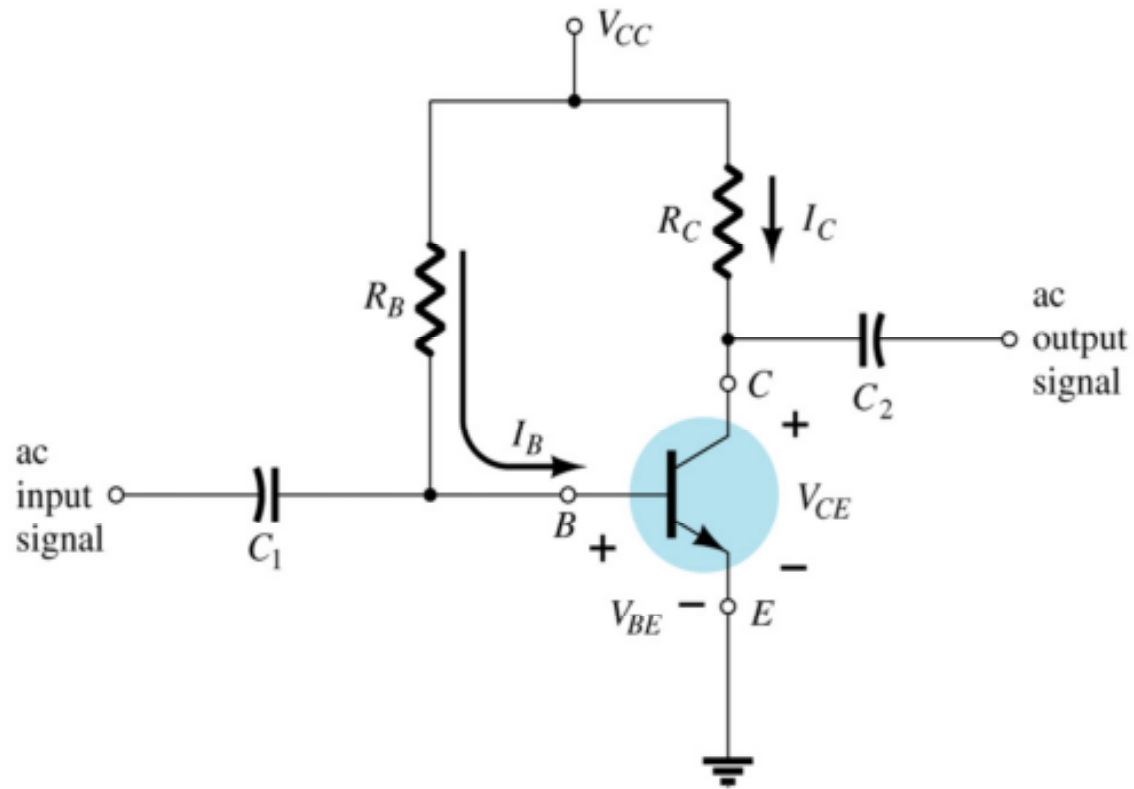
Öngerilimleme ve Üç Çalışma Durumu

- Aktif ya da Doğrusal Çalışma Bölgesi
Beyz–Emiter jonksiyonu ileri öngerilimli
Beyz–Kollektör jonksiyonu ters öngerilimli
- Kesim Bölgesi
Beyz–Emiter jonksiyonu tersöngerilimli
- Doyum Bölgesi
Beyz–Emiter jonksiyonu ileri öngerilimli
Beyz–Kollektör jonksiyonu ileri öngerilimli

DC Öngerilim Devreleri

- Sabit öngerilim devresi
- Emiter dirençli öngerilim devresi
- Kollektör-Emiter çevresi
- Betadan Bağımsız öngerilim devresi (Gerilim Bölücü devre)
- Gerilim geri beslemeli DC öngerilim devresi

Sabit Öngerilim Devresi



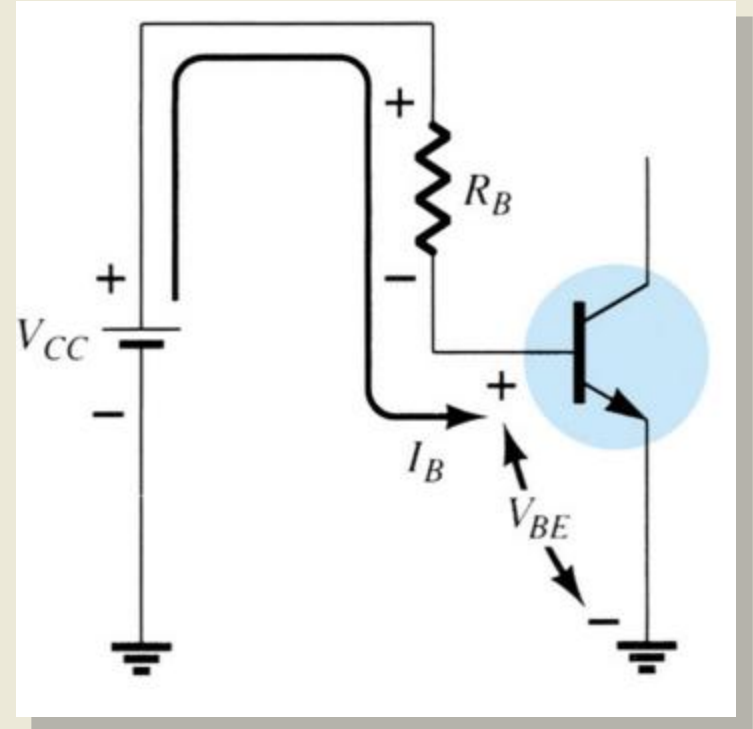
Beyz-Emiter Çevresi

Kirchhoff'un gerilim kanununa göre:

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

Beyz akımının hesabı:

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



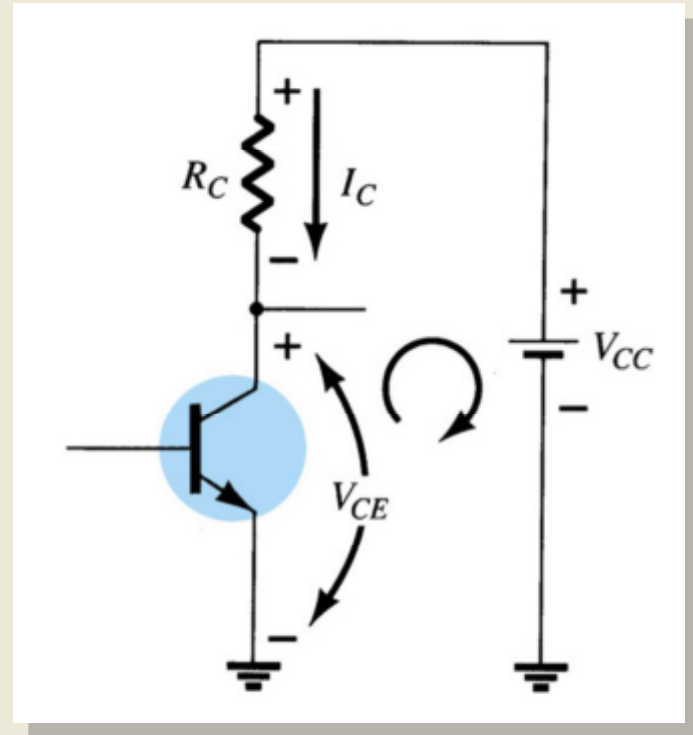
Kollektör-Emiter Çevresi

Kollektör akımı:

$$I_C = \beta I_B$$

Kirchhoff'un gerilim kanununa göre:

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



Transistor Doyum Seviyesi

Transistör doyum bölgesinde çalıştırıldığında, transistörden geçen akım *maksimum akım* olarak ifade edilir.

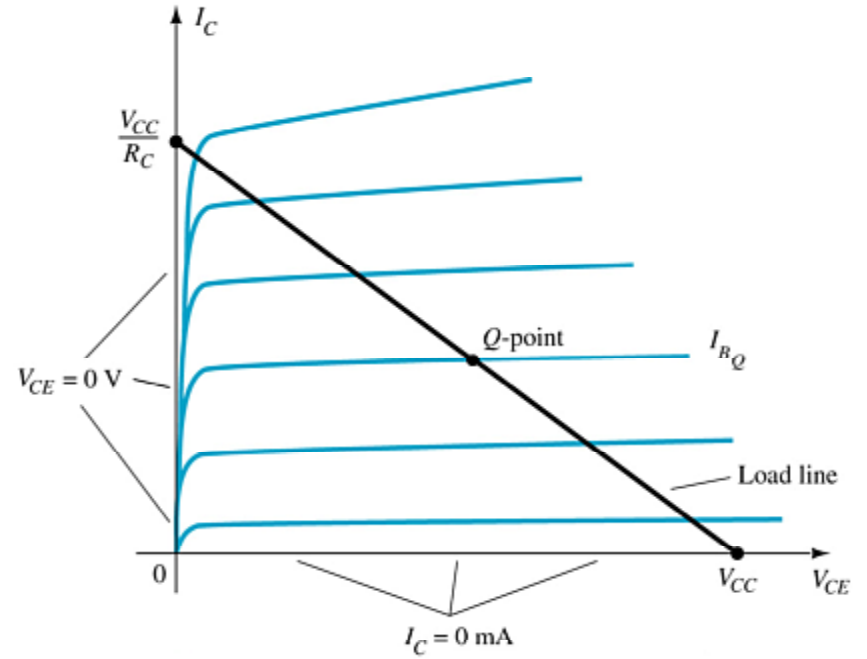
$$I_{C\text{sat}} = \frac{V_{CC}}{R_C}$$

$$V_{CE} \cong 0 \text{ V}$$

Yük Çizgisinin Analizi

Yük çizgisinin sınır değerleri:

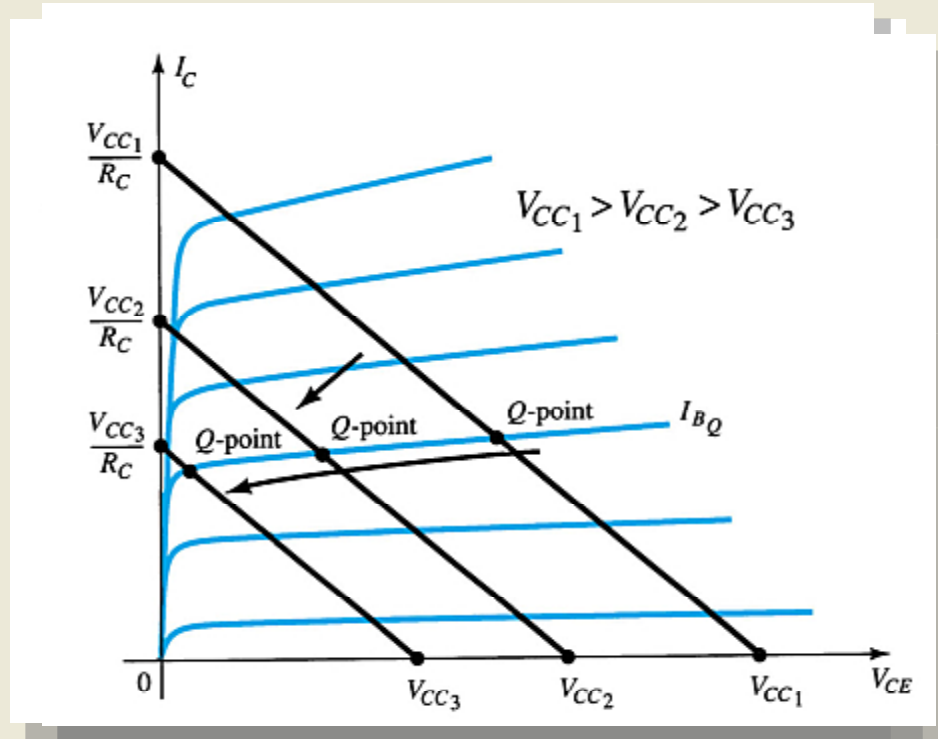
- I_{Csat}
 - o $I_C = V_{CC} / R_C$
 - o $V_{CE} = 0 \text{ V}$
- $V_{CEcutoff}$
 - o $V_{CE} = V_{CC}$
 - o $I_C = 0 \text{ mA}$



Q-noktası belirgin çalışma noktasıdır. Bu noktada:

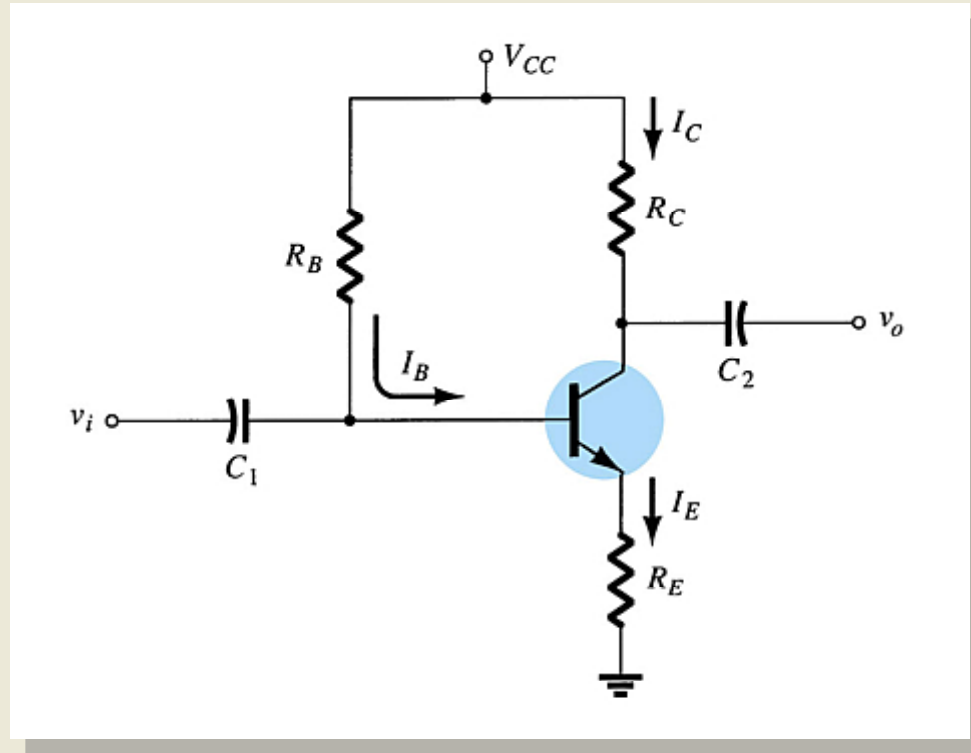
- R_B değeri I_B akım değerini belirler
- I_B ve yük çizgisi kesişir
- Buna bağlı olarak V_{CE} ve I_C değeri belirlenir.

Q-Noktasının Etkileyen Devre Değerleri



Emiter Dirençli Öngerilim Devresi

Emiter devresine bir direnç eklenmesi (R_E) öngerilim akımını kararlı hale getirir.



Beyz-Emiter Çevresi

Kirchhoff'un gerilim kanunundan:

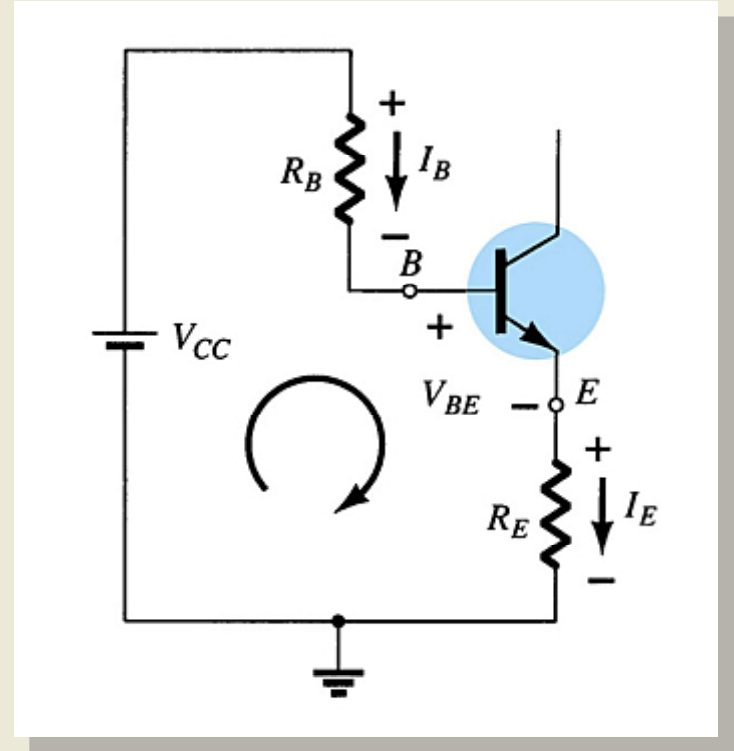
$$+ V_{CC} - I_E R_E - V_{BE} - I_E R_E = 0$$

$I_E = (\beta + 1)I_B$ olduğuna göre:

$$V_{CC} - I_B R_B - (\beta + 1)I_B R_E = 0$$

I_B hesaplanırsa:

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



Kollektör-Emiter Çevresi

Kirchhoff'un gerilim kanunundan :

$$+I_E R_E + V_{CE} + I_C R_C - V_{CC} = 0$$

$I_E \cong I_C$ olduğuna göre :

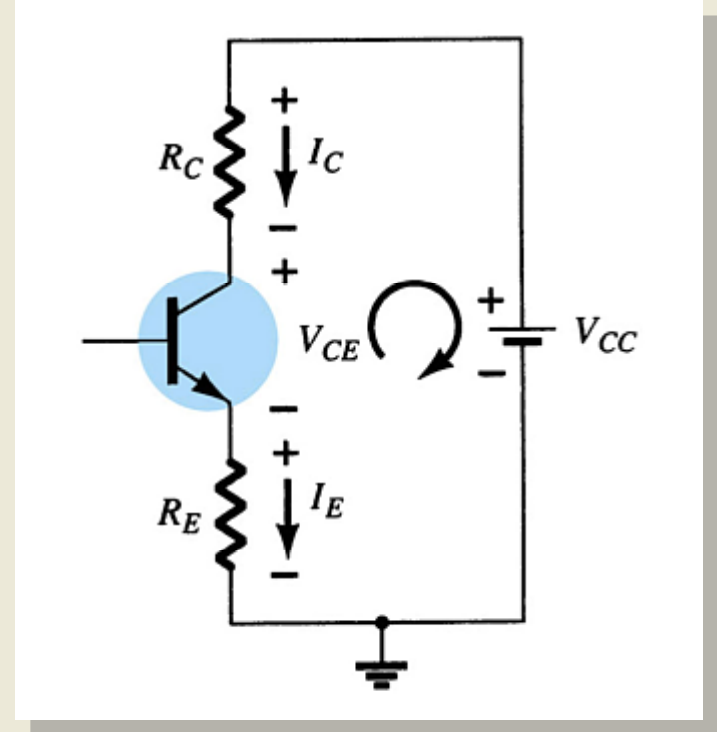
$$V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_C + R_E)$$

Aynı zamanda:

$$V_E = I_E R_E$$

$$V_C = V_{CE} + V_E = V_{CC} - I_C R_C$$

$$V_B = V_{CC} - I_R R_B = V_{BE} + V_E$$

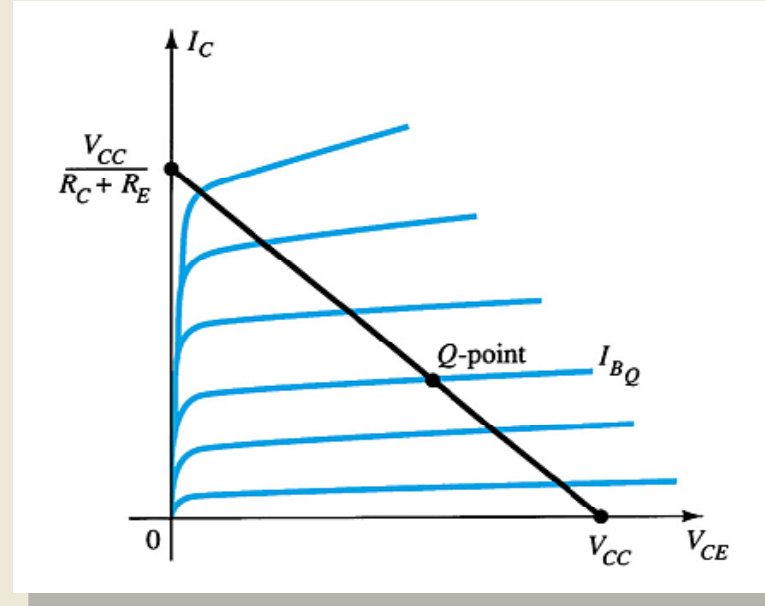
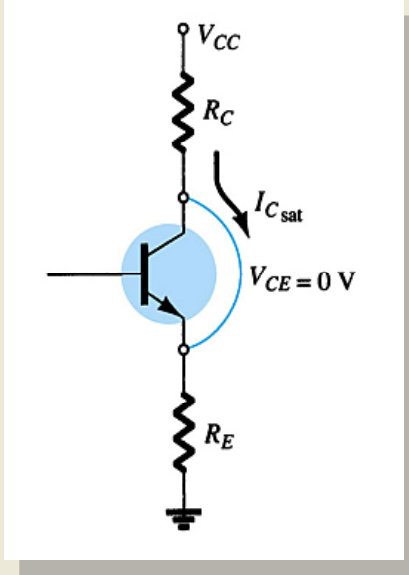


Arttırılmış Öngerilim Kararlılığı

Emiter devresine bir direnç eklenmesi (R_E) öngerilim akımını sabit hale getirir.

Kararlılık, transistörün Beta (β) değerinin ve çalışma sıcaklığının geniş bir aralığında ön gerilim devresinde akım ve gerilimin sabit kalmasını ifade eder.

Doyum Seviyesi



Eğrideki uç noktalar yük çizgisinden belirlenebilir.

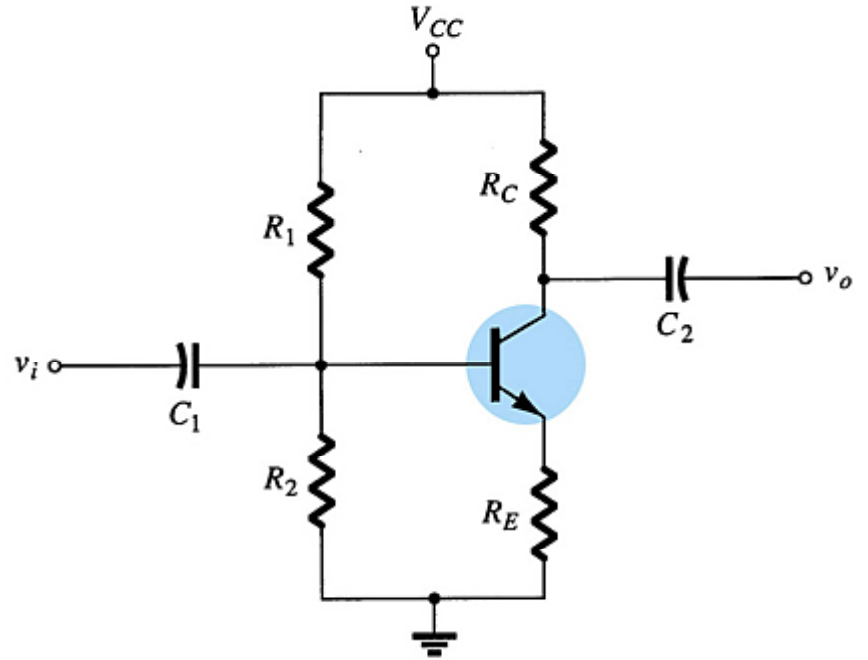
$$\begin{aligned} &V_{CE\text{cutof}} \\ \text{f: } &V_{CE} = V_{CC} \\ &I_C = 0\text{ mA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &I_{C\text{sat}}: \\ &V_{CE} = 0\text{ V} \\ &I_C = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E} \end{aligned}$$

Betadan Bağımsız Öngerilim Devresi

Bu devrede öngerilim akımını çok kararlı durumdadır.

Akım ve gerilimler neredeyse β değişimlerinden bağımsızdır.



Yaklaşık Analiz

$I_B \ll I_1$ ve I_2 ve $I_1 \cong I_2$:olduğu kabul edilirse:

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

$\beta R_E > 10R_2$ iken:

$$I_E = \frac{V_E}{R_E}$$

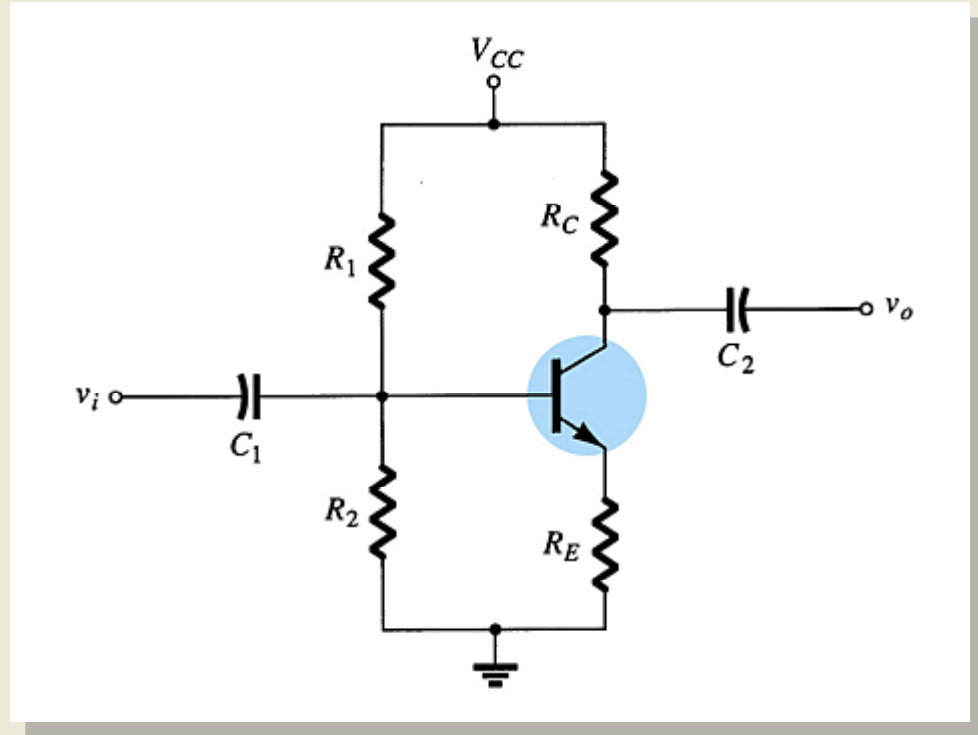
$$V_E = V_B - V_{BE}$$

Kirchhoff'un gerilim kanunundan :

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

$$I_E \cong I_C$$

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



Gerilim Bölücü Öngerilim Analizi

Transistor Doyum Seviyesi

$$I_{C\text{sat}} = I_{C\text{max}} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

Yük Çizgisi Analizi

Kesim:

$$V_{CE} = V_{CC}$$

$$I_C = 0\text{mA}$$

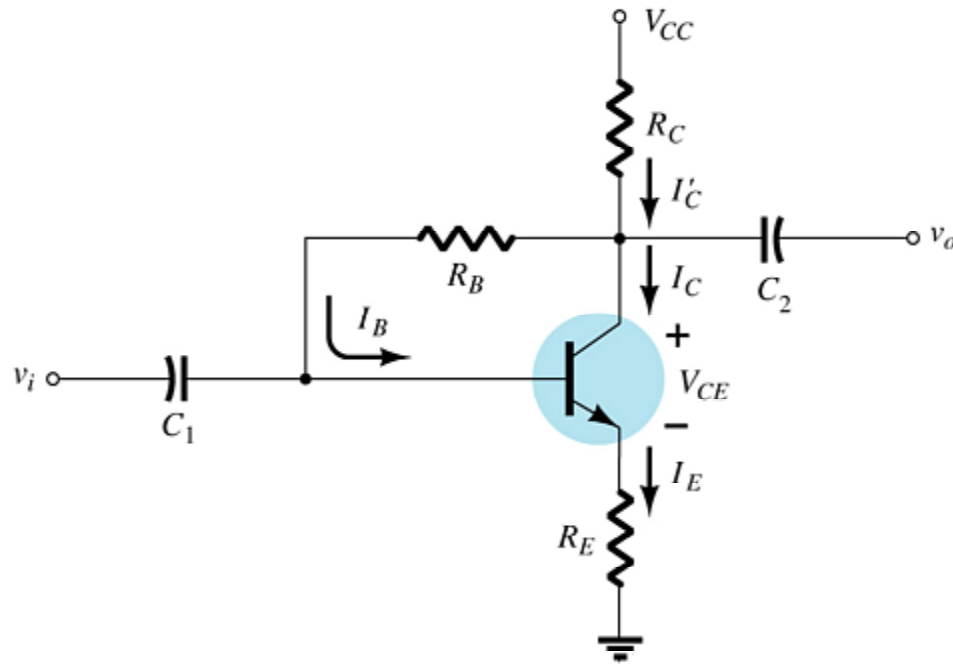
Doyum:

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

$$V_{CE} = 0\text{V}$$

Gerilim Geri Beslemeli DC Öngerilim Devresi

Öngerilim devresinde kararlılığı arttırmanın bir diğer yöntemi ise, kollektör-beyz arasına bir geri besleme yolu eklemektir. Bu öngerilim devresinde Q-noktası transistörün betasına çok düşük derecede bağımlıdır.



Beyz-Emiter Çevresi

Kirchhoff'un gerilim kanunundan :

$$V_{CC} - I'_C R_C - I_B R_B - V_{BE} - I_E R_E = 0$$

$I_B \ll I_C$ olduğuna göre:

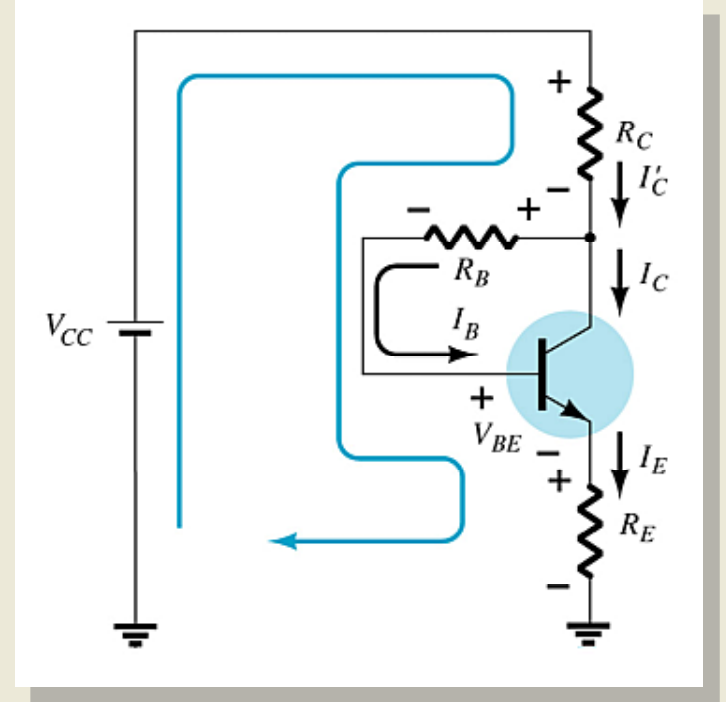
$$I'_C = I_C + I_B = I_C$$

$I_C = \beta I_B$ ve $I_E \cong I_C$, olduğu bilindiğine göre çevre denklemini yeniden düzenlenirse:

$$V_{CC} - \beta I_B R_C - I_B R_B - V_{BE} - \beta I_B R_E = 0$$

Buradan I_B :

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



Kollektör-Emiter Çevresi

Kirchhoff'un gerilim kanunu uygulanırsa :

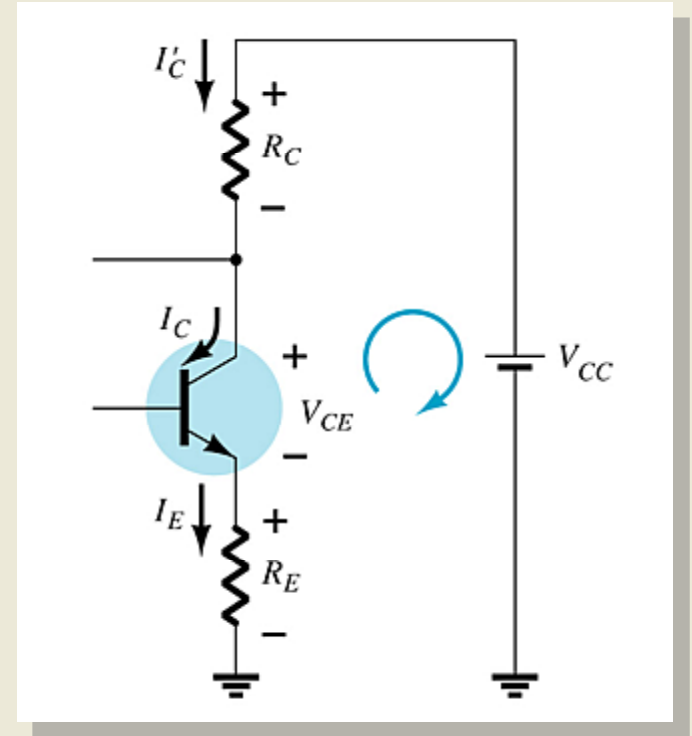
$$I_E + V_{CE} + I_C R_C - V_{CC} = 0$$

$I_C' \cong I_C$ ve $I_C = \beta I_B$ olduğuna göre:

$$I_C(R_C + R_E) + V_{CE} - V_{CC} = 0$$

V_{CE} hesaplanırsa:

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



Beyz-Emitter Öngerilim Analizi

Transistor Doyum Seviyesi

$$I_{C\text{sat}} = I_{C\text{max}} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

Yük Çizgisi Analizi

Kesim:

$$V_{CE} = V_{CC}$$

$$I_C = 0\text{mA}$$

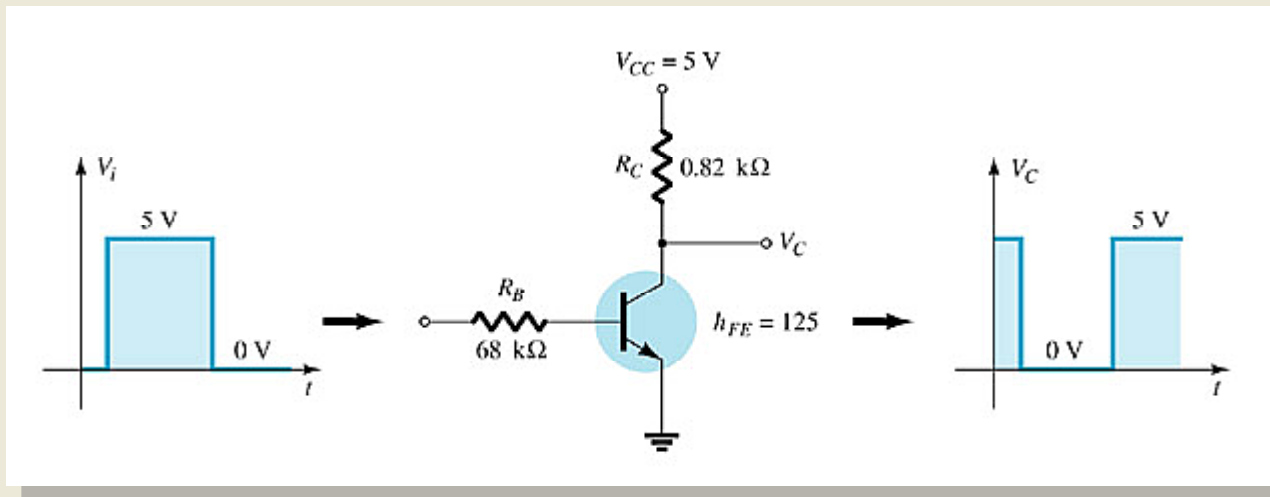
Doyum:

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

$$V_{CE} = 0\text{V}$$

Transistör Anahtarlama Devreleri

Sadece DC kaynak uygulanan transistörler elektronik anahtar olarak kullanılabilir.



Anahtarlama Devresi Hesapları

Doyum Akımı:

$$I_{C\text{sat}} = \frac{V_{CC}}{R_C}$$

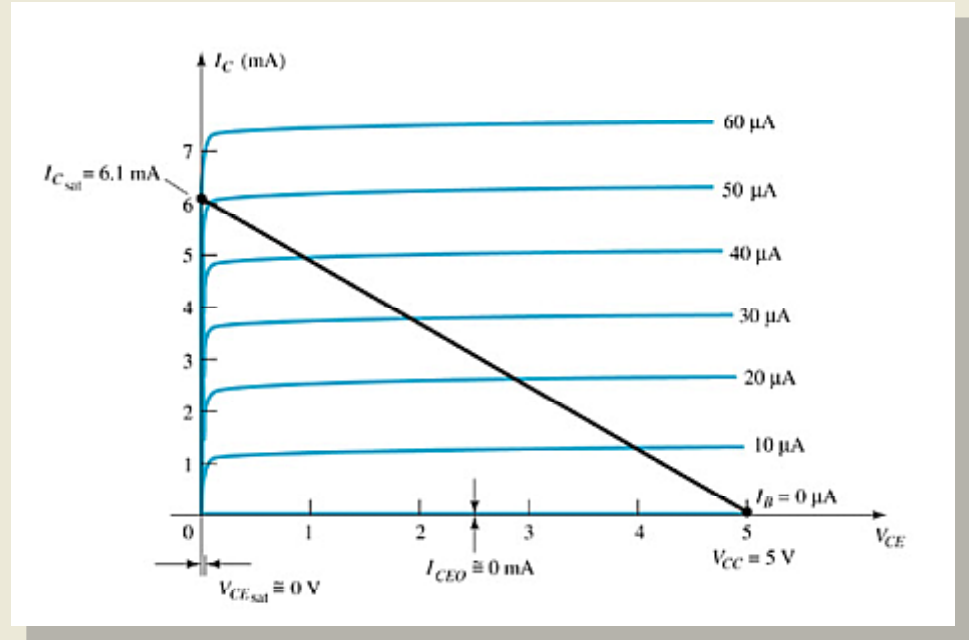
Doyum sağlamak için:

$$I_B > \frac{I_{C\text{sat}}}{\beta_{dc}}$$

Doyum ve kesimde emiter-kollektör direnci:

$$R_{\text{sat}} = \frac{V_{CE\text{sat}}}{I_{C\text{sat}}}$$

$$R_{\text{cutoff}} = \frac{V_{CC}}{I_{CEO}}$$

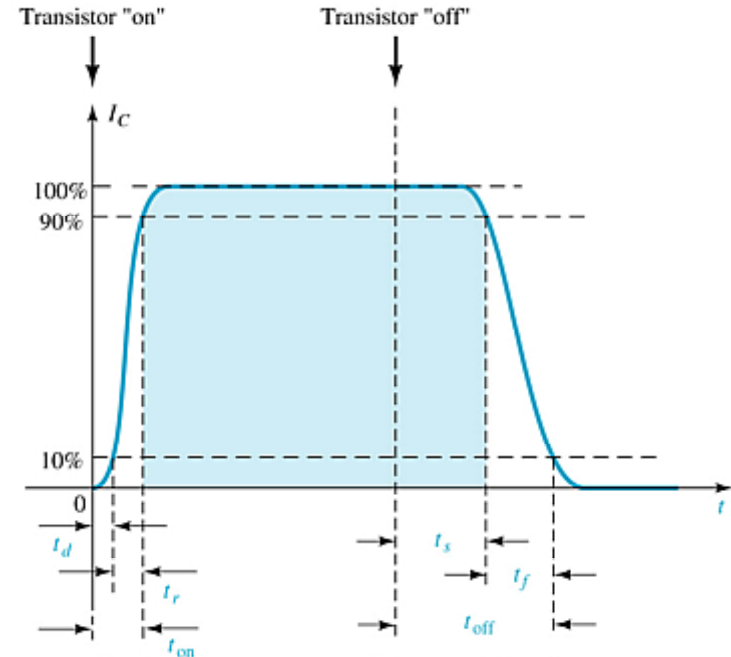


Anahtarlama Süresi

Transistörün anahtarlama süreleri:

$$t_{\text{on}} = t_r + t_d$$

$$t_{\text{off}} = t_s + t_f$$



Arıza Arama Yöntemleri

- Yaklaşık gerilim değerleri
 - Silisyum transistör için $V_{BE} \cong 0.7 \text{ V}$
 - $V_{CE} \cong V_{CC}$ 'nin %25 ile %75'i arasında olmalıdır.
- Açık ve kısa devre noktalarının ohmmetre ile ölçümü.
- Lehim noktalarının kontrolü.
- Transistörün beta ve diğer değerlerinin test edilmesi.
- Yük ya da takip eden bağlantıların transistör parametlerini değiştireceğinin göz önünde bulundurulması.

PNP Transistörler

PNP transistörlerin öngerilim analizleri de aynı npn tipi transistörlerdeki gibidir. Aralarındaki tek fark akım yönlerinin ters olmasıdır.