

KUTUPLAMA DEVRELERİ

Kutuplama devrelei:

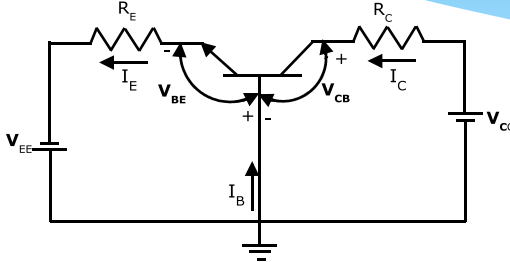
- ✓ Bu bölümde ortak-base, ortak-emiter ve ortak-collector kutuplama devreleri detaylı bir şekilde incelenecektir.

Ortak-base kutuplama devresi:

- ✓ Ortak-base kutuplama devresinde **base-emiter** (V_{BE}) uygulanırken çıkış ise **collector-base** (V_{CB}) arasından alınır. R_E direnci emiter direnci, R_C direnci ise collector direncidir. Bu konfigürasyonda iki adet gerilim kaynağı kullanılır.

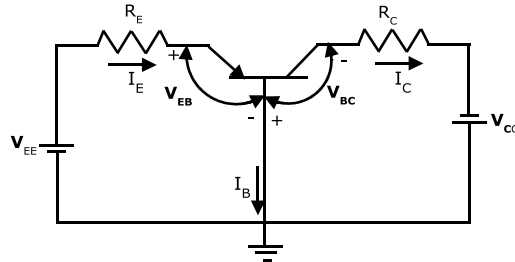
KUTUPLAMA DEVRELERİ (DEVAM)

Ortak-base:



NPN transistörün
ortak base
kutuplama devresi.

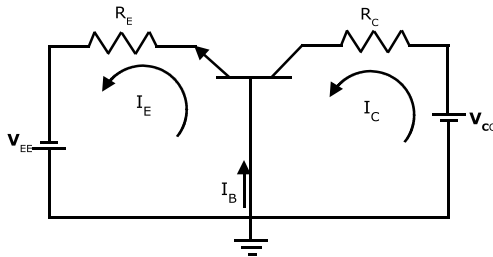
PNP transistörün
ortak-base
kutuplama devresi



KUTUPLAMA DEVRELERİ(DEVAM)

Ortak-base:

- ✓ NPN transistörün ortak-base kutuplama devresinden yararlanarak aşağıdaki denklemler yazılabilir.



NPN ortak-base kutuplama

Devrenin giriş denklemi

$$V_{EE} = V_{BE} + I_E R_E \quad (1)$$

Devrenin çıkış denklemi

$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CB} \quad (2)$$

KUTUPLAMA DEVRELERİ(DEVAM)

Yük doğrusu analizi:

- ✓ Devrenin yük doğrusunu çizmek için **doyum** ve **kesim koşulları** çıkış denkleminde uygulanır.
- ✓ **I-Doyum koşulu** transistörden alınabilecek maksimum çıkış akımını temsil eder. Akım maksimumunda iken idealde çıkış gerilimi $V_{CB}=0$ olur.

$$1- \quad V_{CB} = 0 \quad \text{iken} \quad I_{C\text{doyum}} = \frac{V_{CC}}{R_C}$$

- ✓ **II- Kesim koşulu** transistörden alınabilecek maksimum çıkış gerilimini temsil eder. Çıkış gerilimi maksimum iken çıkış akımı $I_C=0$ olur.

$$2- \quad I_C = 0 \quad \text{iken} \quad V_{CB\text{kesim}} = V_{CC}$$

- ✓ Yük doğrusu analizi ile çıkış akımının ve çıkış geriliminin hangi aralıklarda değiştiği veya transistörün çıkış sınırları belirlenir.

KUTUPLAMA DEVRELERİ(DEVAM)

Yük doğrusu analizi :

- ✓ Bu koşulları sağlayan yük doğrusu aşağıda gösterilmiştir.

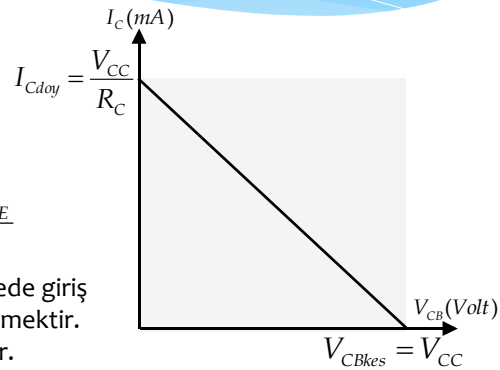
Çalışma noktasını bulmak için çıkış akımı ve çıkış gerilimi bulunur.

Çıkış akımını bulmak içinse giriş akımı bulunur. Denklem 1'den giriş akımı I_E çekilirse,

$$V_{EE} = V_{BE} + I_E R_E \quad (1) \quad \text{ise} \quad I_{EQ} = \frac{V_{EE} - V_{BE}}{R_E}$$

$I_C \approx I_E$ olduğundan ortak emiter devrede giriş akımını bulmak çıkış akımını bulmak demektir. Çıkış gerilimi de denklem II'den bulunur.

$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CB} \quad (2) \quad \text{ise} \quad V_{CBQ} = V_{CC} - I_C R_C$$

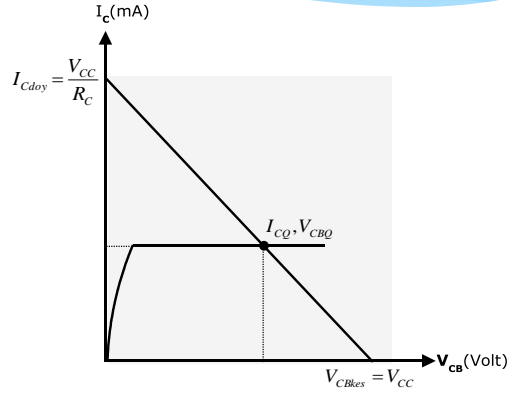


Ortak-base devrenin
yük doğrusu

KUTUPLAMA DEVRELERİ(DEVAM)

Yük doğrusu analizi :

- ✓ Bulunan bu değerler yük doğrusunda gösterilir.

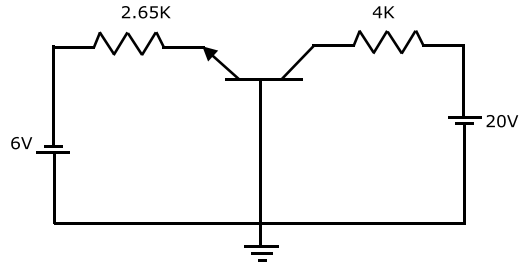


9 Ortak-base devrenin yük doğrusu

ÖRNEK

Örnek Soru:

- ✓ Şekildeki devrenin yük doğrusunu çizip çalışma noktasını bulunuz.



ÖRNEK (DEVAM)

Çözüm:

- ✓ Öncelikle yük doğrusunun elemanlarını bulalım.

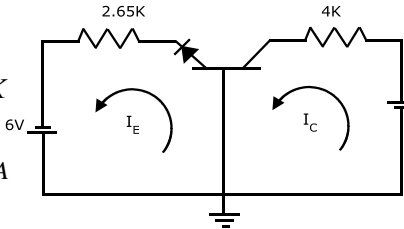
$$V_{CB} = 0 \text{ ise } I_{Cdoyum} = \frac{V_{CC}}{R_C} \quad I_{Cdoyum} = \frac{20V}{4K} = 5mA$$

$$I_C = 0 \text{ ise } V_{CBkesim} = V_{CC} \quad V_{CBkesim} = V_{CC} = 20V$$

Şimdi de çalışma noktasını bulalım.

$$V_{EE} = V_{BE} + I_E R_E$$

$$6V = 0.7V + I_E \cdot 2.65K$$

$$I_{EQ} = \frac{6V - 0.7V}{2.65K} = 2mA$$


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

$$V_{CBQ} = 20V - 2mA \cdot 4K$$

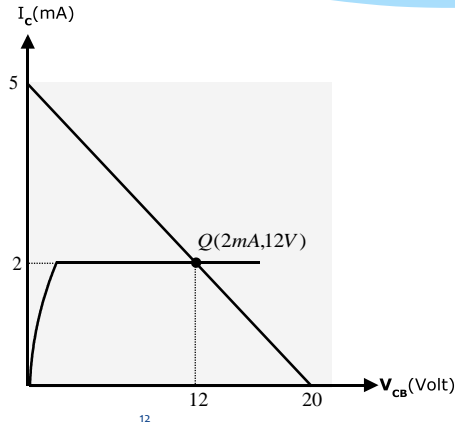
$$V_{CBQ} = 12V$$

ÖRNEK (DEVAM)

Çözüm:

- ✓ Bulduğumuz bu değerleri grafikte gösterelim.

Ortak-base devrenin
yük doğrusu



KUTUPLAMA DEVRELERİ (DEVAM)

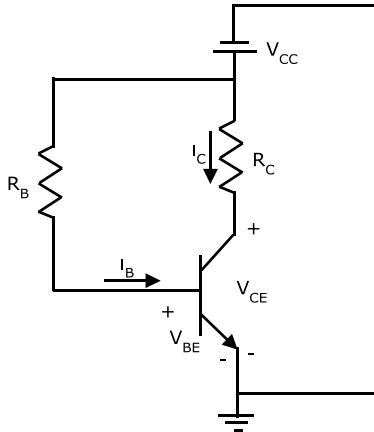
Ortak-Emiter kutuplama devresi:

- ✓ Ortak emiter kutuplama devresinde sadece **bir tane gerilim kaynağı** kullandığından ortak-base düzenleme göre daha üstündür. R_B ve R_C dirençleri öyle seçilmeli ki R_B üzerine düşen gerilim R_C üzerine düşen gerilimden daha büyük olsun. Böylece collector-base arası ters kutuplu bir şekilde kalsın.

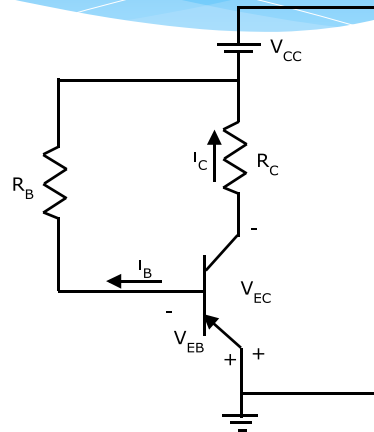
13

KUTUPLAMA DEVRELERİ (DEVAM)

Ortak-Emiter kutuplama devresi:



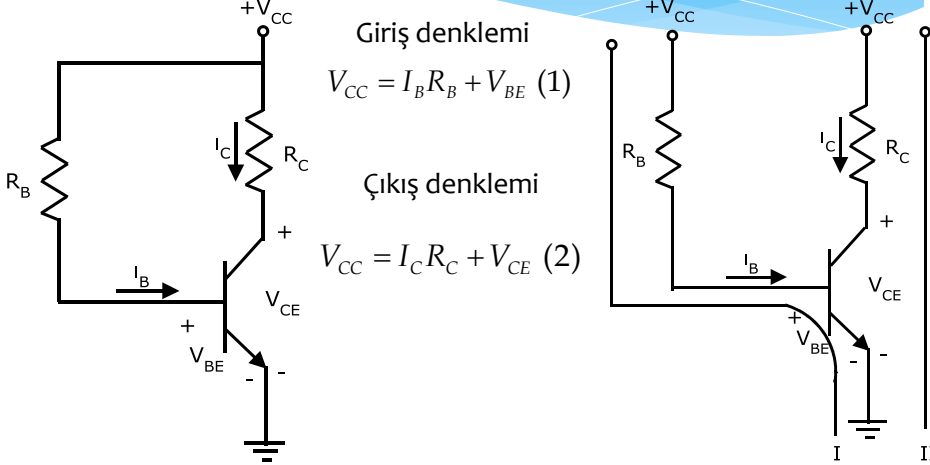
NPN transistör



PNP transistör

KUTUPLAMA DEVRELERİ (DEVAM)

1.Ortak-Emiter Sabit kutuplama devresi:



KUTUPLAMA DEVRELERİ(DEVAM)

Yük doğrusu analizi:

- ✓ **I-Doyum koşulu** transistörden alınabilecek maksimum çıkış akımını temsil eder. Akım maksimumda iken idealde çıkış gerilimi $V_{CE}=0$ olur.

$$1- \quad V_{CE} = 0 \quad \text{iken} \quad I_{Cdoyum} = \frac{V_{CC}}{R_C}$$

- ✓ **II- Kesim koşulu** transistörden alınabilecek maksimum çıkış gerilimini temsil eder. Çıkış gerilimi maksimum iken çıkış akımı $I_C=0$ olur.

$$2- \quad I_C = 0 \quad \text{iken} \quad V_{CEkesim} = V_{CC}$$

KUTUPLAMA DEVRELERİ(DEVAM)

Yük doğrusu analizi :

- ✓ Çalışma noktasını bulmak için çıkış akımı ve çıkış gerilimi bulunur.
- ✓ Çıkış akımını bulmak için denklem 1'den giriş akımı bulunur.

$$V_{CC} = I_B R_B + V_{BE} \quad (1) \quad \text{ise} \quad I_{BQ} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} \quad \text{ve} \quad I_{CQ} = \beta I_B$$

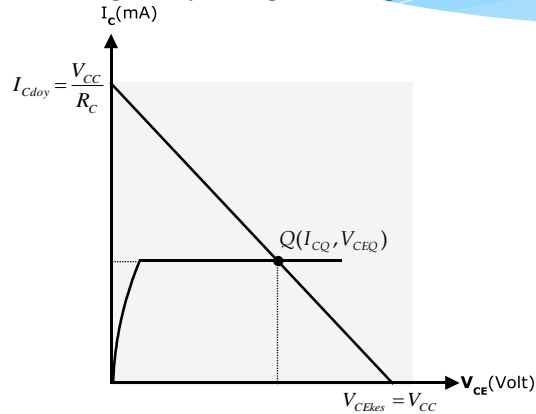
- ✓ Çıkış gerilimi de denklem 2'den bulunur.

$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} \quad (2) \quad \text{ise} \quad V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} R_C$$

KUTUPLAMA DEVRELERİ(DEVAM)

Yük doğrusu analizi :

- ✓ Bulunan bu değerler yük doğrusunda gösterilir.

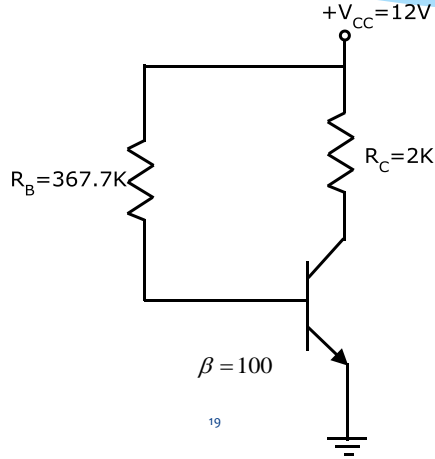


Ortak-emiter sabit kutuplama devresinin yük doğrusu

ÖRNEK

Örnek Soru:

- ✓ Şekildeki devrenin yük doğrusunu çizip çalışma noktasını bulunuz.



19

ÖRNEK (DEVAM)

Çözüm:

- ✓ Öncelikle yük doğrusunun elemanlarını bulalım.

$$V_{CE} = 0 \text{ ise } I_{C_{doyum}} = \frac{V_{CC}}{R_C} \quad I_{C_{doyum}} = \frac{12V}{2K} = 6mA$$

$$I_C = 0 \text{ ise } V_{CE_{kesim}} = V_{CC} \quad V_{CE_{kesim}} = V_{CC} = 12V$$

Çalışma noktasını bulmak için önce I_{BQ} giriş ve sonra I_{CQ} çıkış akımı bulunur.

$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} = \frac{12V - 0.7V}{367.7K} = 30\mu A \quad I_{CQ} = \beta I_{BQ} = 100 \cdot 30\mu A = 3mA$$

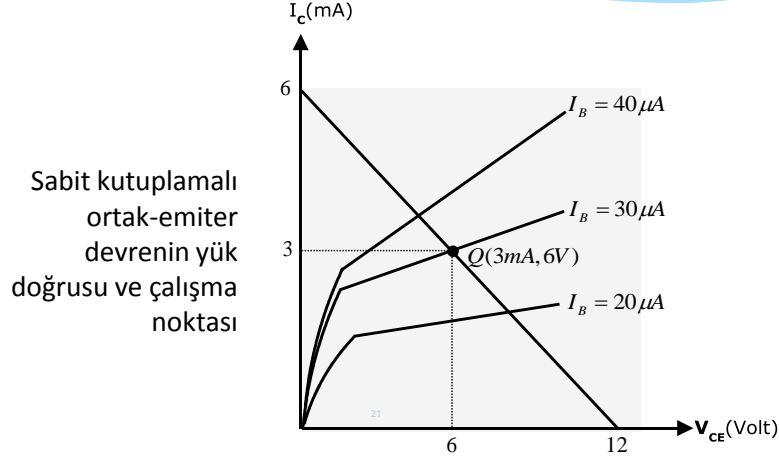
Denklem 2'den çıkış gerilimini bulunur.

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_C R_C = 12V - 3mA \cdot 2K\Omega = 6V$$

ÖRNEK (DEVAM)

Çözüm:

- ✓ Bulduğumuz bu değerleri grafikte gösterelim.



ÖRNEK (DEVAM)

Çözüm:

- ✓ R_B direnç değerini 161.4K olarak değiştirelim

$$I_{BQ} = \frac{12V - 0.7V}{161.4K} \cong 70 \mu A \quad \text{ise} \quad I_{CQ} = 100 \cdot 70 \mu A = 7mA$$

$$\text{Çıkış akımı } V_{CEQ} = 12V - 7mA \cdot 2K = -2V$$

Görüldüğü gibi R_B direncinin 161.4K seçilmesi sonucunda transistör aktif bölgeden doyum bölgesine kaydı. Transistör bu bölgede çalışmaz.

KUTUPLAMA DEVRELERİ(DEVAM)

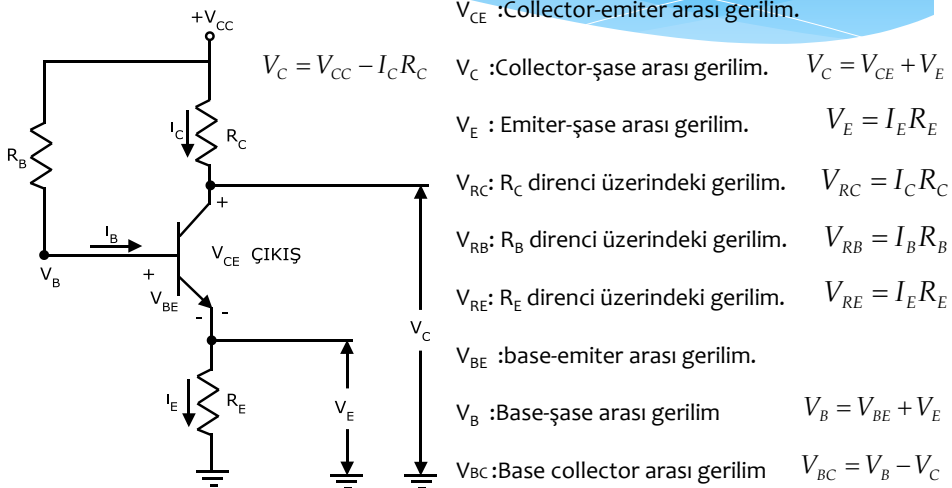
Emiter dirençli sabit kutuplama devresi :

- ✓ Sabit kutuplama devresinde **sıcaklık** ve diğer etkilerden dolayı transistörün değerinin değişmesiyle devrenin kararlılığı etkilenir. Bu tip arzu edilmeyen değişimleri engellemek için emiter-şase arasına bir direnç bağlanır. Bu dirence de emiter direnci denir. Aşağıda böyle bir devre görülmektedir. Bu devreden faydalanarak bazı gerilim ifadelerini açıklayalım. Bu devrede

KUTUPLAMA DEVRELERİ(DEVAM)

Emiter dirençli sabit kutuplama devresi :

- ✓ Şekilde emiter dirençli sabit kutuplama devresi görülmektedir.



KUTUPLAMA DEVRELERİ(DEVAM)

Emiter dirençli sabit kutuplama devresi:

- ✓ Giriş denklemi $V_{CC} = V_{RB} + V_{BE} + V_{RE}$, $V_{RB} = I_B R_B$ ve $V_{RE} = I_E R_E$ ise

$$V_{CC} = I_B R_B + V_{BE} + I_E R_E \quad (1)$$

- ✓ Çıkış denklemi $V_{CC} = V_{RC} + V_{CE} + V_E$, $V_{RC} = I_C R_C$ ve $V_E = I_E R_E$

$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} + I_E R_E \quad (2a) \quad I_C \cong R_E \quad V_{CC} = I_C (R_C + R_E) + V_{CE} \quad (2b)$$

- ✓ Doyum ve kesim koşulu (denklem 2b)

$$V_{CE} = 0 \quad \text{ise} \quad I_{C\text{doyum}} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

$$I_C = 0 \quad \text{ise} \quad V_{CE\text{kesim}} = V_{CC}$$

KUTUPLAMA DEVRELERİ(DEVAM)

Emiter dirençli sabit kutuplama devresi:

- ✓ Giriş denklemi $V_{CC} = V_{RB} + V_{BE} + V_{RE}$, $V_{RB} = I_B R_B$ ve $V_{RE} = I_E R_E$ ise

$$V_{CC} = I_B R_B + V_{BE} + I_E R_E \quad (1)$$

- ✓ Çıkış denklemi $V_{CC} = V_{RC} + V_{CE} + V_E$, $V_{RC} = I_C R_C$ ve $V_E = I_E R_E$

$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} + I_E R_E \quad (2a) \quad I_C \cong I_E \quad V_{CC} = I_C (R_C + R_E) + V_{CE} \quad (2b)$$

- ✓ Doyum ve kesim koşulu (denklem 2b)

$$V_{CE} = 0 \quad \text{ise} \quad I_{C\text{doyum}} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

$$I_C = 0 \quad \text{ise} \quad V_{CE\text{kesim}} = V_{CC}$$

KUTUPLAMA DEVRELERİ(DEVAM)

Emiter dirençli sabit kutuplama devresi:

- ✓ Çalışma noktasını bulmak için önce I_{BQ} giriş ve sonra I_{CQ} çıkış akımı bulunur. Denklem 1'de I_E yerine $(\beta + 1)I_B$ yazalım.

$$V_{CC} = I_B R_B + V_{BE} + (\beta + 1)I_B R_E \quad I_{BQ} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1)R_E} \cong \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + \beta R_E} \quad I_{CQ} = \beta I_{BQ}$$

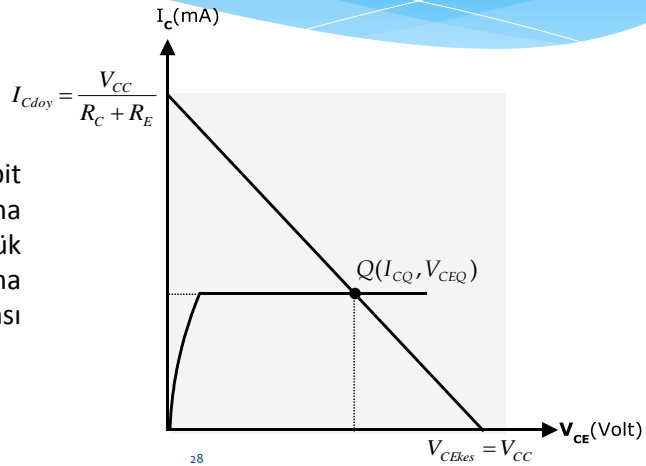
Denklem 2b'den çıkış gerilimini bulunur.

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

KUTUPLAMA DEVRELERİ(DEVAM)

Emiter dirençli sabit kutuplama devresi:

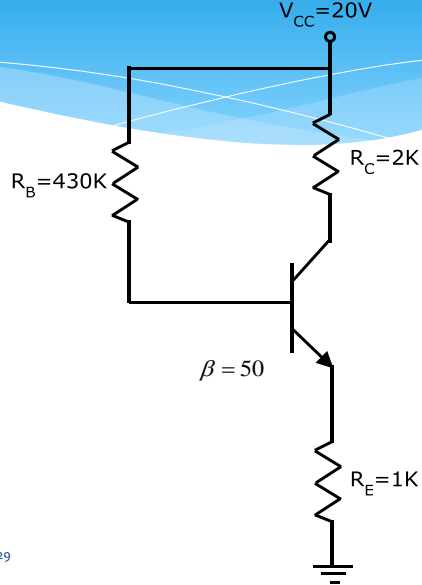
Emiter dirençli sabit
kutuplama
devresinin yük
doğrusu ve çalışma
noktası



ÖRNEK

Örnek Soru:

- ✓ Şekildeki devrede
- ✓ a) I_{BQ} ve I_{CQ}
- ✓ b) V_{CEQ}
- ✓ c) V_C
- ✓ d) V_E
- ✓ e) V_B
- ✓ f) V_{BC}



29

ÖRNEK (DEVAM)

Çözüm:

$$a) I_{BQ} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + \beta R_E} = \frac{20V - 0.7V}{430K + 50 \cdot 1K} = 40 \mu A \quad I_{CQ} = \beta I_{BQ} = 50 \cdot 40 \mu A = 2mA$$

$$b) V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}(R_C + R_E) = 20V - 2mA(2K + 1K) = 14V$$

$$c) V_C = V_{CC} - I_{CQ}R_C = 20V - 2mA \cdot 2K = 16V$$

$$d) V_C = V_{CE} + V_E \quad V_E = V_C - V_{CE} = 16V - 14V = 2V$$

$$V_E = I_E R_E \approx I_C R_E = 2mA \cdot 1K = 2V$$

$$e) V_B = V_{BE} + V_E \quad V_B = 0.7V + 2V = 2.7V$$

$$g) V_{BC} = V_B - V_C \quad V_{BC} = 2.7V - 16V = -13.3V$$

Ters kutuplama gerilimi (-) olduğundan transistör aktif bölgededir.

ÇALIŞMA SORUSU

Örnek Soru:

- ✓ Devrede $\beta = 100$ olarak yük doğrusunu çizip çalışma noktasını bulunuz?

✓ Cevap:

