

HAFTA 7

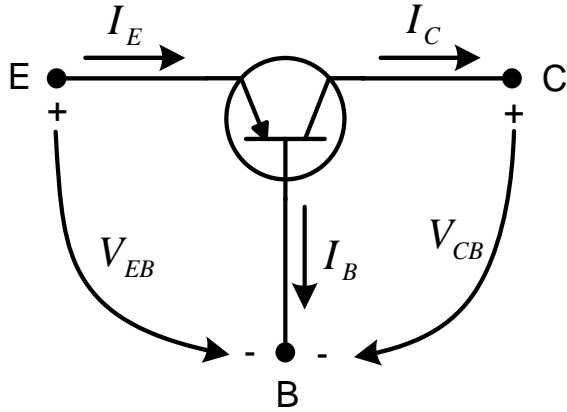
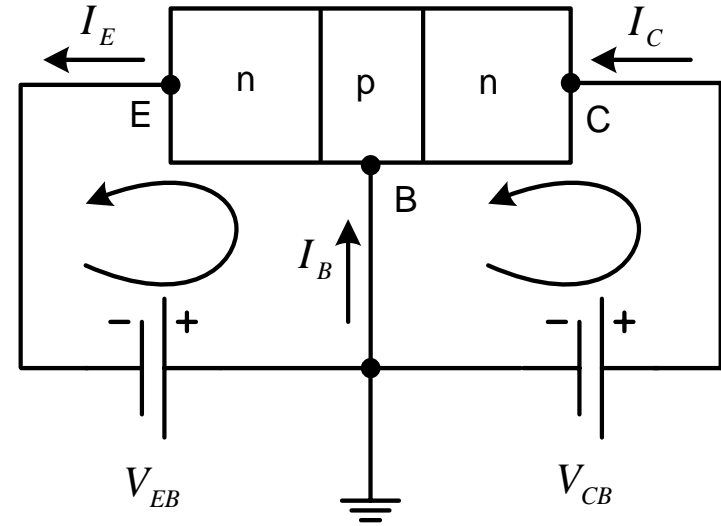
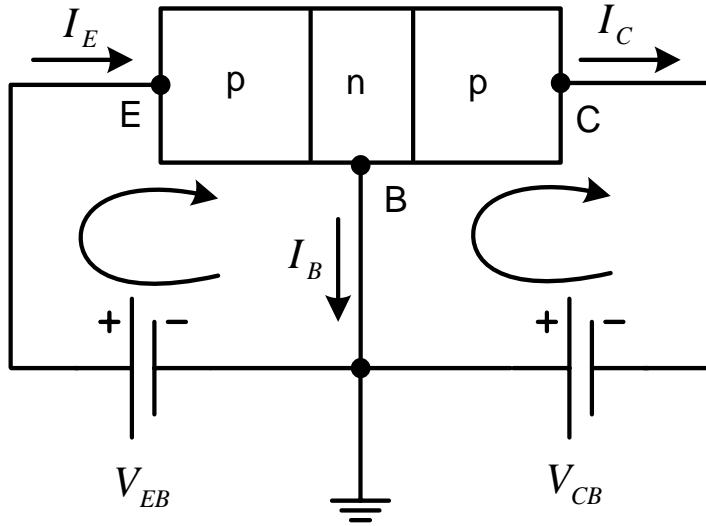
İKİ KUTUPLU JONKSİYON TRANSİSTORLARI (BJT)

İKİ KUTUPLU JONKSİYON TRANSİSTORLARI (BJT)

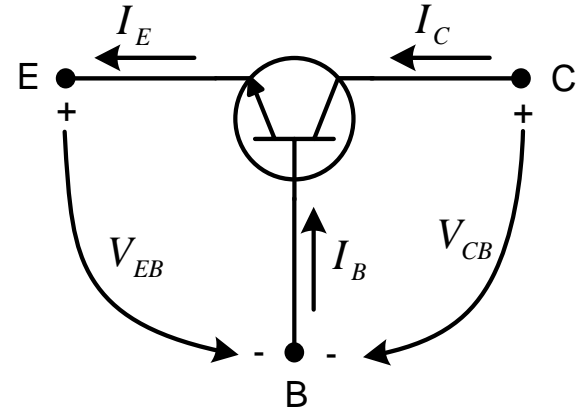
Transistor ya iki n- ve bir p- tipi malzeme tabakasından veya iki p- ve bir n- tipi malzeme tabakasından oluşan üç katmanlı yarı iletken bir elemandır. İlkine npn, ikincisine pnp transistorü denir. Üç uçlu bir eleman olup, bu uçlar, kollektör, emetör ve baz olarak adlandırılır.

Ortak bazlı devre

Bu tip devrelerde baz ucu, devrenin giriş ve çıkışı için ortaktır. Ortak bazlı devrelerde uygulanan potansiyeller, baz potansiyeline göre V_{EB} ve V_{CB} şeklinde yazılırlar. Yani indisin ikinci harfi daima transistörün devre tipini belirtir. Her durumda indisin ilk harfi daima yüksek potansiyeli tanımladığından, pnp transistörü için V_{EB} pozitif, V_{CB} negatif, npn transistörü için ise V_{EB} negatif, V_{CB} pozitif olduğu bir sonraki slayttaki Şekil 1'de gösterilmiştir. Ortak bazlı pnp transistörün davranışını temsil etmek için iki grup karakteristik gereklidir. Bunlar, "Sürme noktası"(giriş) ve "kolektör"(çıkış) grubudur.



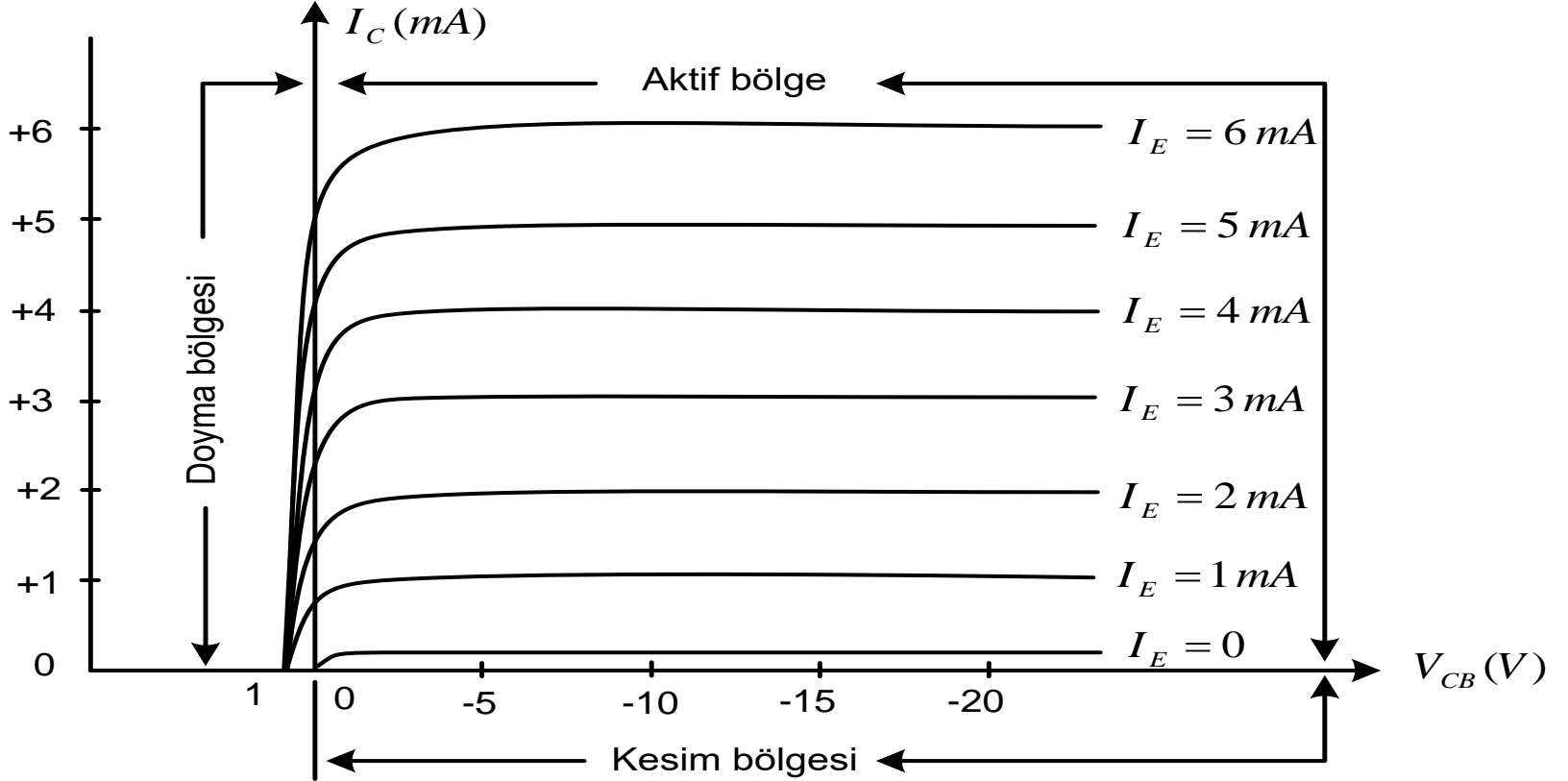
pnp transistor



npn transistor

Şekil 1.

Şekil 2'deki çıkış veya kollektör karakteristiği, kollektör (çıkış) akımını, kollektör-baz gerilimine ve emetör (giriş) akımına ilişkilendirir.



Şekil 2. Ortak bazlı devrenin kollektör (çıkış) karakteristiği

Kollektör karakteristiğinin üç temel bölgesi vardır; iletim, kesim, doyum. İletim bölgesinde kollektör jonksiyonu ters yönde, emetör jonksiyonu ise ileri yönde öngerilimlenmiştir.

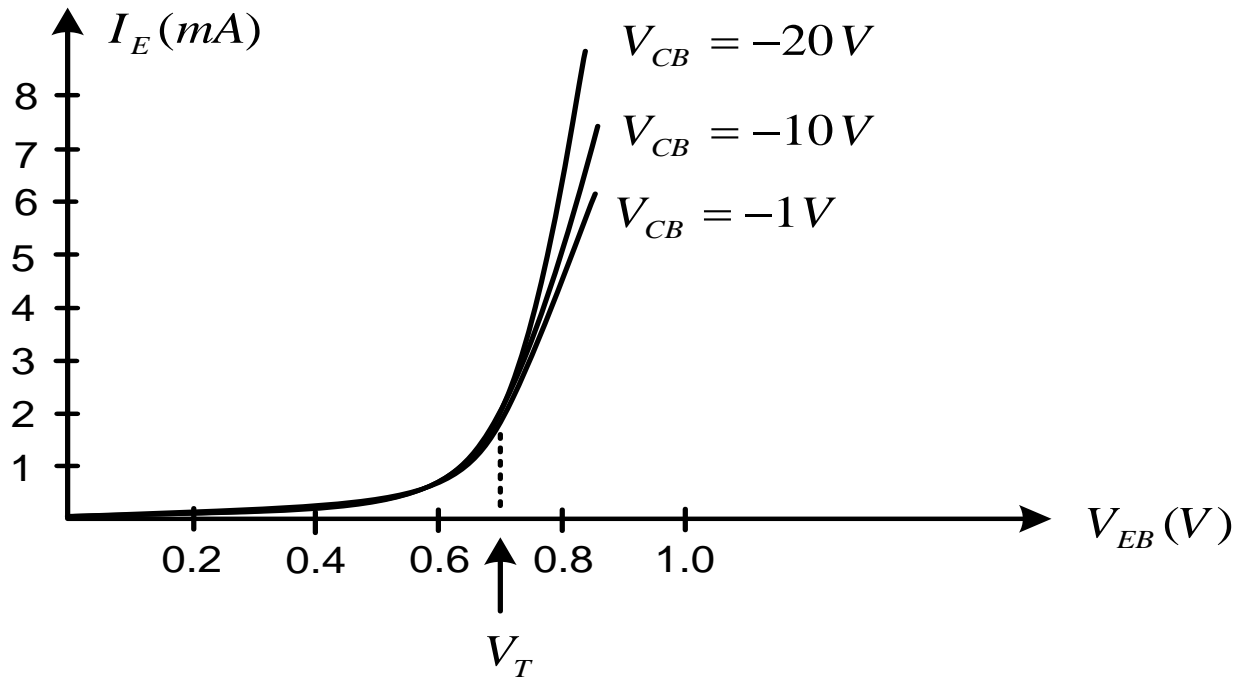
Emetör akımı I_E sıfır düzeyindeyken, kollektör akımı ters doyma akımı I_{C0} dan oluşmaktadır. I_{C0} akımı, Şekil 2' den de görüldüğü üzere, I_C nin düşey eksen ölçeğine (miliamper) göre o kadar çok küçüktür ki (mikroamper), $I_C = 0$ ile aynı yatay eksen de görülmektedir. Ortak bazlı devrelerde $I_E = 0$ durumundaki I_{C0} akımı çoğunlukla I_C olarak Şekil 3'de gösterilir.


$$\alpha = \left. \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} \right|_{V_{CB} = sabit}$$
şeklinde gösterilir.

Kısa devre terimi α belirlendiği anda yükün kısa devre yapıldığını gösterir. Tipik α değerleri 0,90 ve 0,998 arasındadır. Pratik uygulamaların çoğunda yaklaşık olarak $\alpha \cong I_C / I_E$ olarak kullanılır.

Emetör akımı sıfırın üzerine çıkınca kollektör akımı yaklaşık olarak emetör akımını izler. Ayrıca V_{CB} nin, iletim bölgesinde kollektör akım üzerinde neredeyse ihmal edilebilir bir etkisi vardır. Eğrilerden de görüleceği üzere iletim bölgesinde I_C ve I_E arasındaki ilişki $I_C \cong I_E$ olarak ifade edilebilir.

Şekil 4'deki $I_E - V_{EB}$ giriş karakteristiğinde, kollektörün sabit V_{CB} geriliminde bulunması durumunda, emetör-baz potansiyeli arttıkça emetör akımı da artmaktadır. DC çalışmada ileri öngerilimli baz-emetör jonksiyonu için V_{EB} yaklaşık 0,7 V olarak gözönüne alınacaktır.

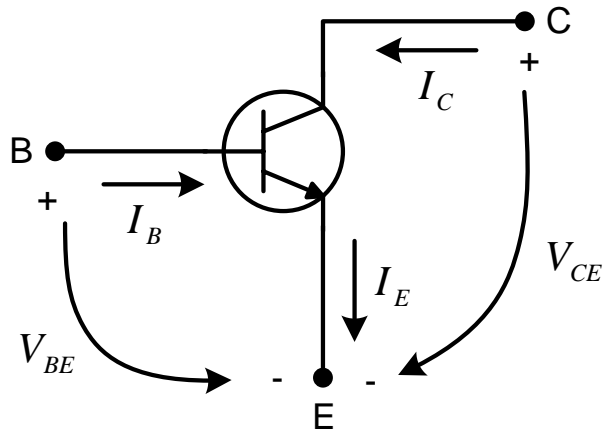
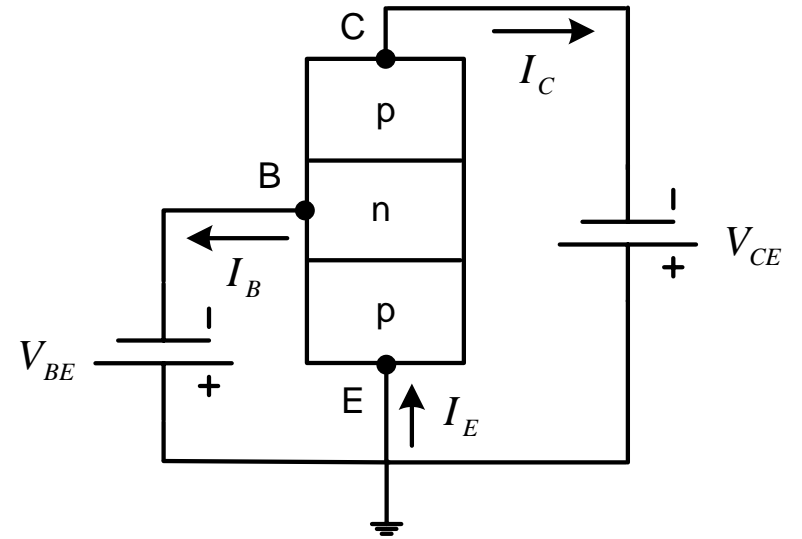
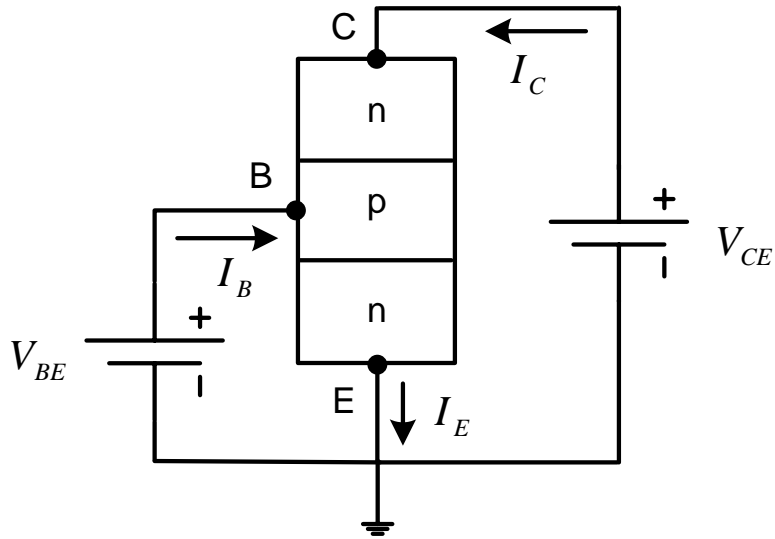


Şekil 4. Ortak bazlı devrenin sürme noktası (giriş) karakteristiği

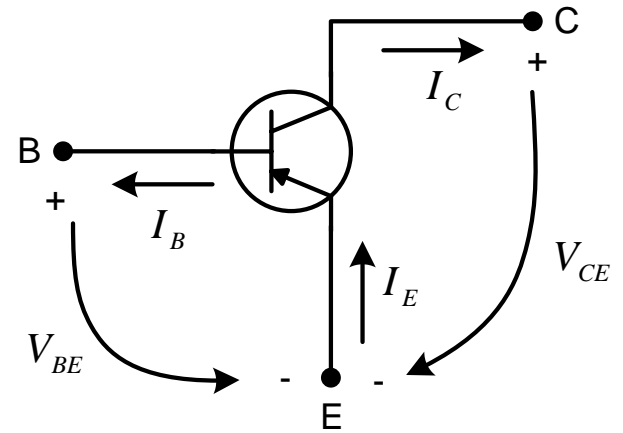
Ortak emetörlü devre

Şekil 5’de gösterildiği gibi, emetörün, hem giriş hem de çıkış uçlarında ortak olması nedeniyle bu tip devreye ortak emetörlü devre denir.

Ortak emetörlü devrenin çıkış karakteristiği, Şekil 6(a)’da gösterildiği gibi, I_B giriş akımının değer aralığı için, I_C çıkış akımının, V_{CE} çıkış gerilimine göre grafiği olacaktır. Giriş karakteristikleri ise, yine Şekil 6(b)’de gösterildiği gibi, V_{CE} çıkış geriliminin değer aralığı için, I_B giriş akımının V_{BE} giriş gerilimine göre grafiği olacaktır.

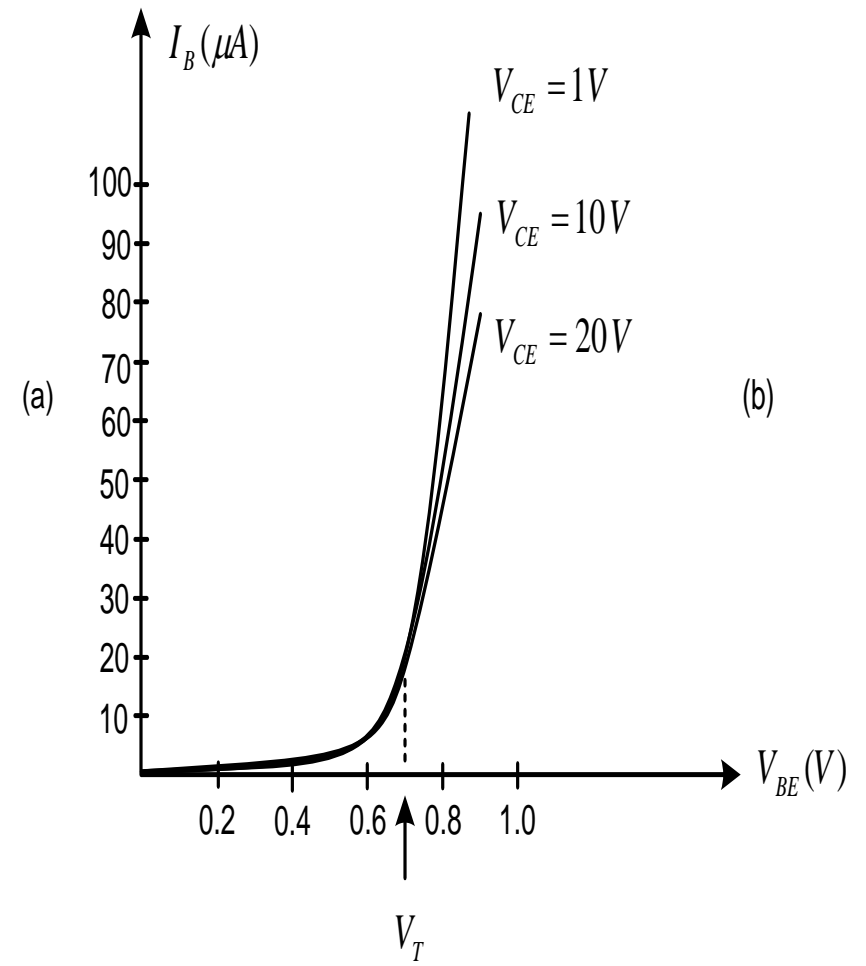
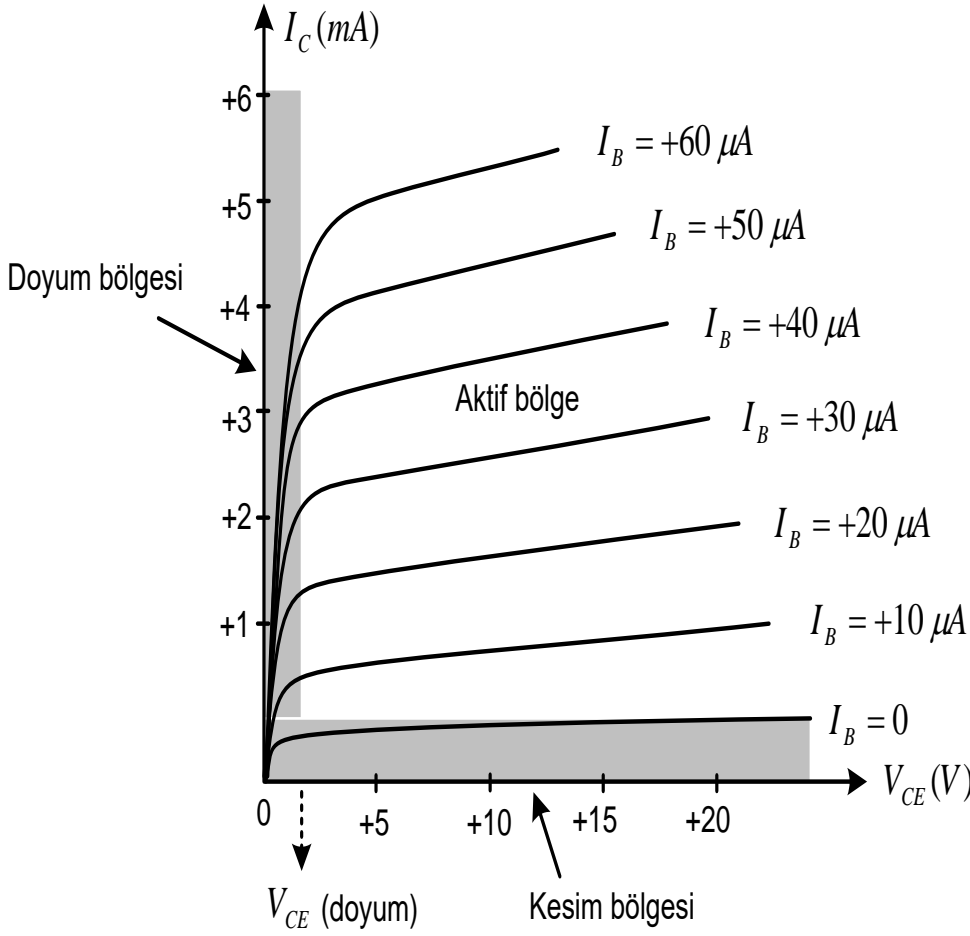


nnp transistor



pnp transistor

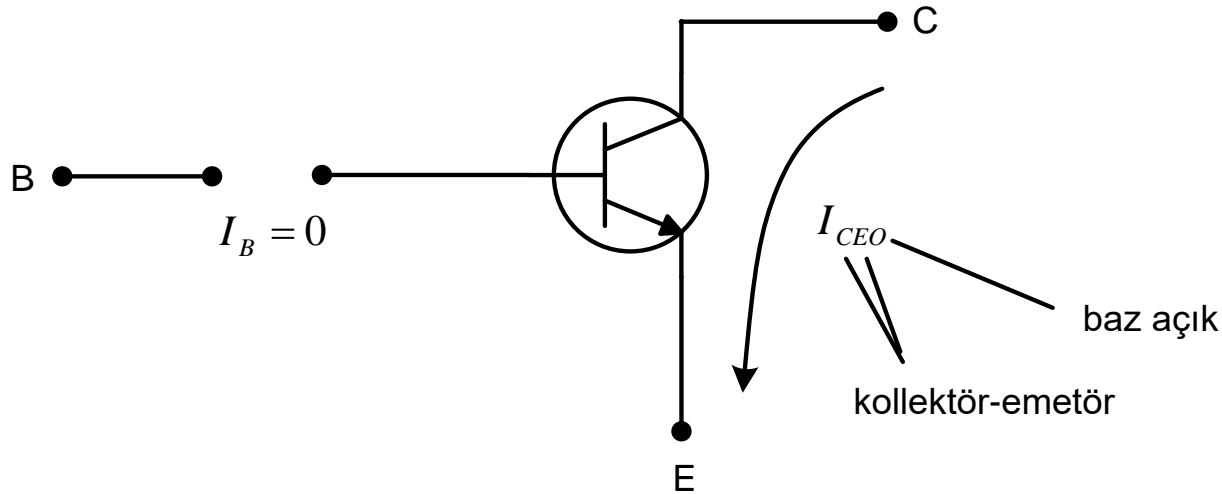
Şekil 5. Ortak emetörlü devre



Şekil 6. Ortak emetörlü devrenin (a)çıkış ve (b)giriş karakteristikleri

Ortak emetörlü devrenin yükseltme faktörü β ile gösterilir ve aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$



Şekil 7.

Güç veya kayıp anma değeri, kollektör gerilimi ve kollektör akımının çarpımından oluşur. Kollektör kaybı, ortak emetörlü devre için,

$$P_{C_{\max}} = V_{CE} \cdot I_C$$

ve ortak bazlı devre için ise,

$$P_{C_{\max}} = V_{CB} \cdot I_C$$

olarak verilir.

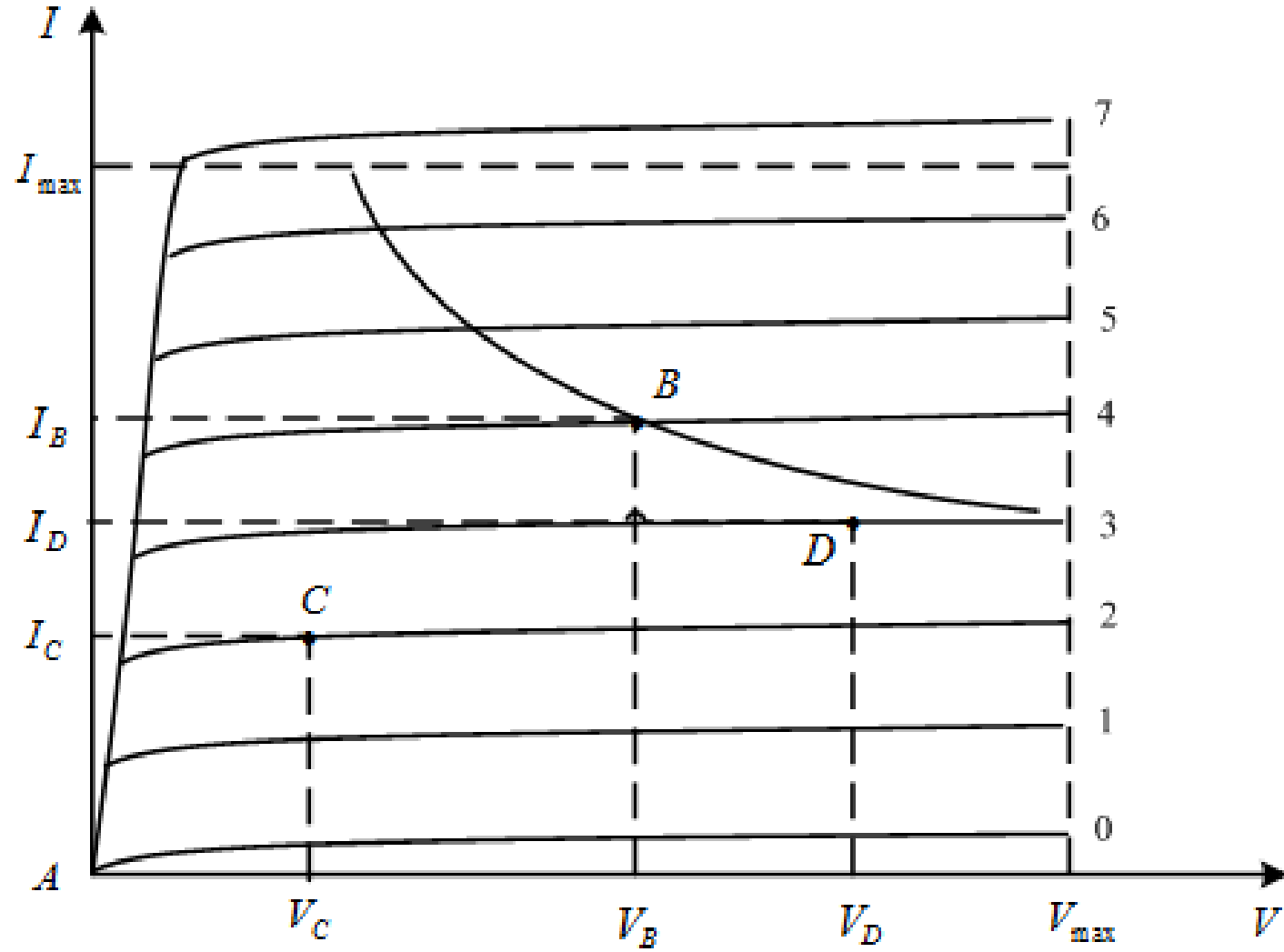
DC öngerilimlemede BJT ler

BJT'leri gerilim ve akım yükseltme veya kontrol (açma-kapama) elemanı olarak kullanabilmek için önce transistörün öngerilimlenmesi gerekir. Öngerilimlemenin nedeni, genelde transistörü açık duruma getirmek ve özelde transistör karakteristiğinin en doğrusal çalıştığı bir bölgesinde çalıştırmaktır.

DC öngerilimleme, transistörden sabit bir akım geçirmek ve transistör üzerinde istenilen bir sabit gerilim düşümü sağlamaktır.

Öngerilimlemenin amacı, çalışma noktası (sükûnet veya Q) denen belli bir düzeyde akım ve gerilim sağlamak olduğundan, bu noktanın, transistor karakteristiği üzerinden nasıl seçildiği önemlidir.

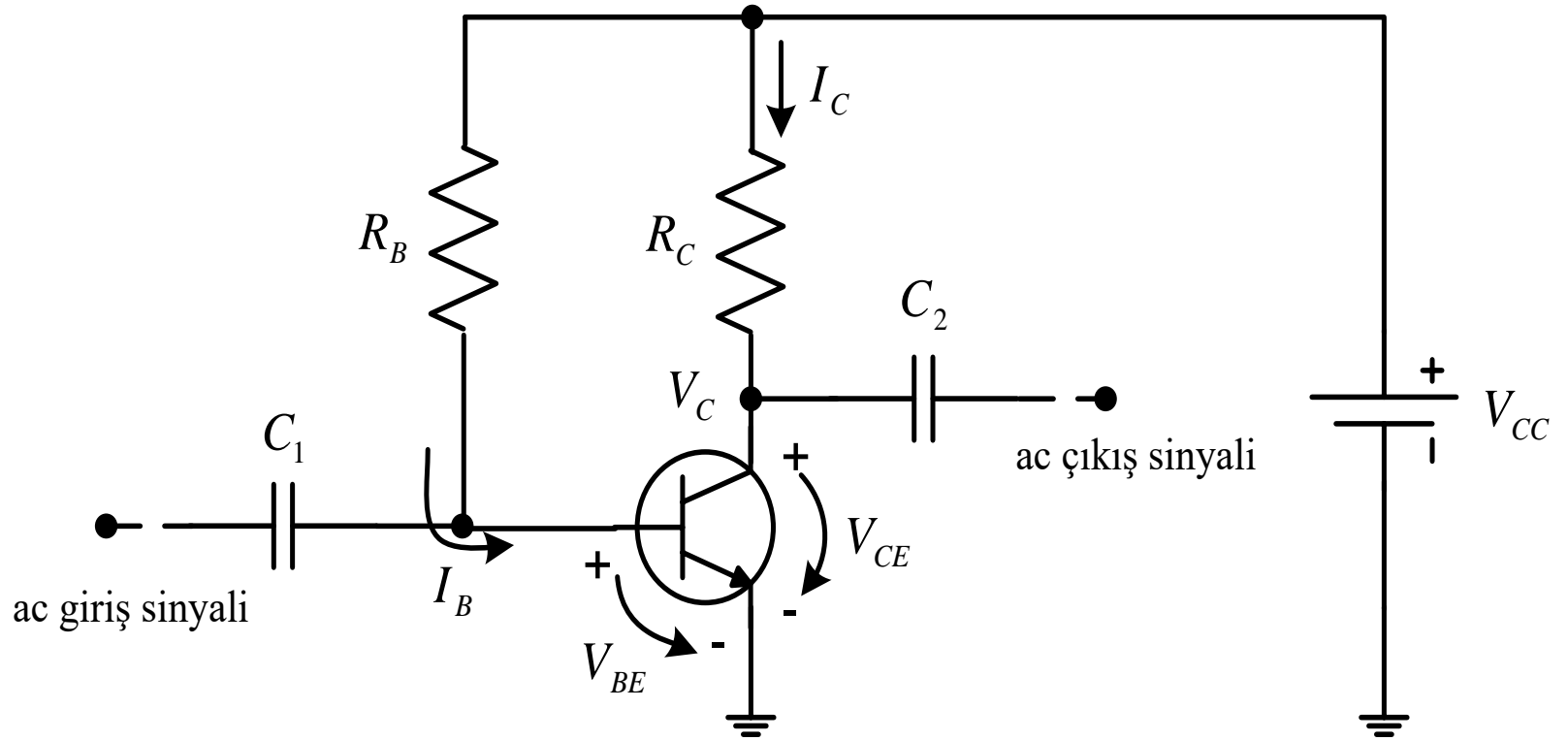
Öngerilimleme devresi, transistorun Şekil 8'de verilen çalışma noktalarından herhangi birinde veya çalışma bölgesinin herhangi bir noktasında çalışmasını sağlayacak şekilde tasarlanmış olmalıdır. Çalışma bölgesi, söz konusu transistorün akım veya gerilim yönünden maksimum sınırlar içindeki alanıdır. Bu sınırlar şekilde V_{\max} ve I_{\max} ile belirlenmiştir. Bu çalışma noktalarından B noktası doğrusal kazanç veya mümkün olan en büyük gerilim ve akım salınımı açısından en iyi çalışma noktası olarak görünür.



Şekil 8. Transistorun çalışma bölgeleri

Sabit öngerilimli devre

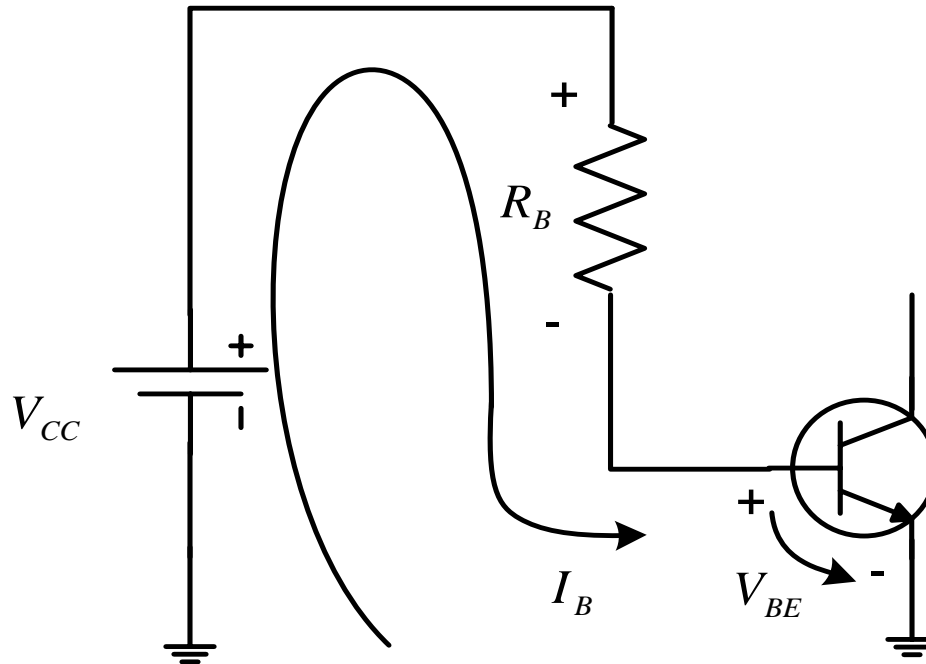
BJT nin öngerilimlenmesi, baz-emetör ve baz-kollektör dc öngerilimleme çevre denklemleri ayrı ayrı ele alınarak analiz edilir. Şimdi isterseniz bir sonraki slaytta verilmiş olan Şekil 9'daki devrede transistörün baz ve kollektörünün dc öngerilim akım ve gerilimlerinin nasıl bulunduğunu safha safha inceleyelim.



Şekil 9. Ortak emetörlü sabit öngerilimli transistor devresi

Baz-emetör ileri öngerilimlenmesinde, baz-emetör devresi için Şekil 10'dan da görüleceği üzere aşağıdaki denklem yazılabilir.

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



Şekil 10. Baz-emetör devresine ait çevre

Bu denklemden I_B baz akımı çekilerek aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

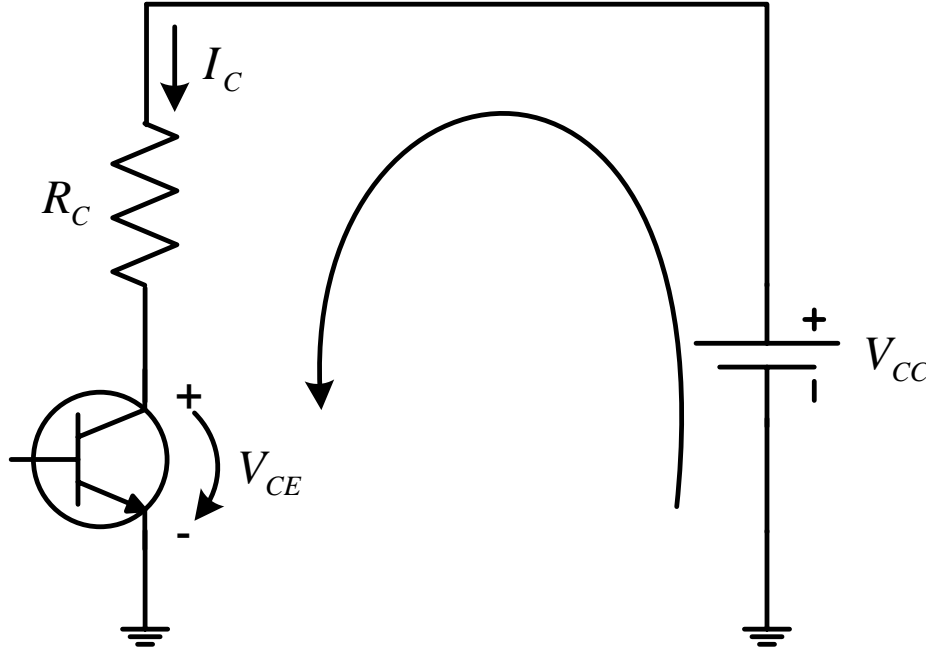
$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$$

Kaynak gerilimi V_{CC} ve baz-emetör gerilimi V_{BE} sabit gerilim değerleri olduğundan, bir baz öngerilim direncinin seçilmesi, baz akımının değerini sabit tutar. Çoğu durumda $V_{CC} \gg V_{BE}$ olduğundan, $I_B \cong V_{CC} / R_B$ yazılabilir. Buradan da kollektör akımı aşağıdaki bağıntıdan elde edilir.

$$I_C = \beta I_B$$

Baz-kollektör ileri öngerilimlenmesinde, kollektör-emetör devresi çevre denklemi Şekil 11'den de görüleceği üzere, aşağıdaki gibi yazılabilir.

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



Şekil 11. Kollektör-emetör devresine ait çevre

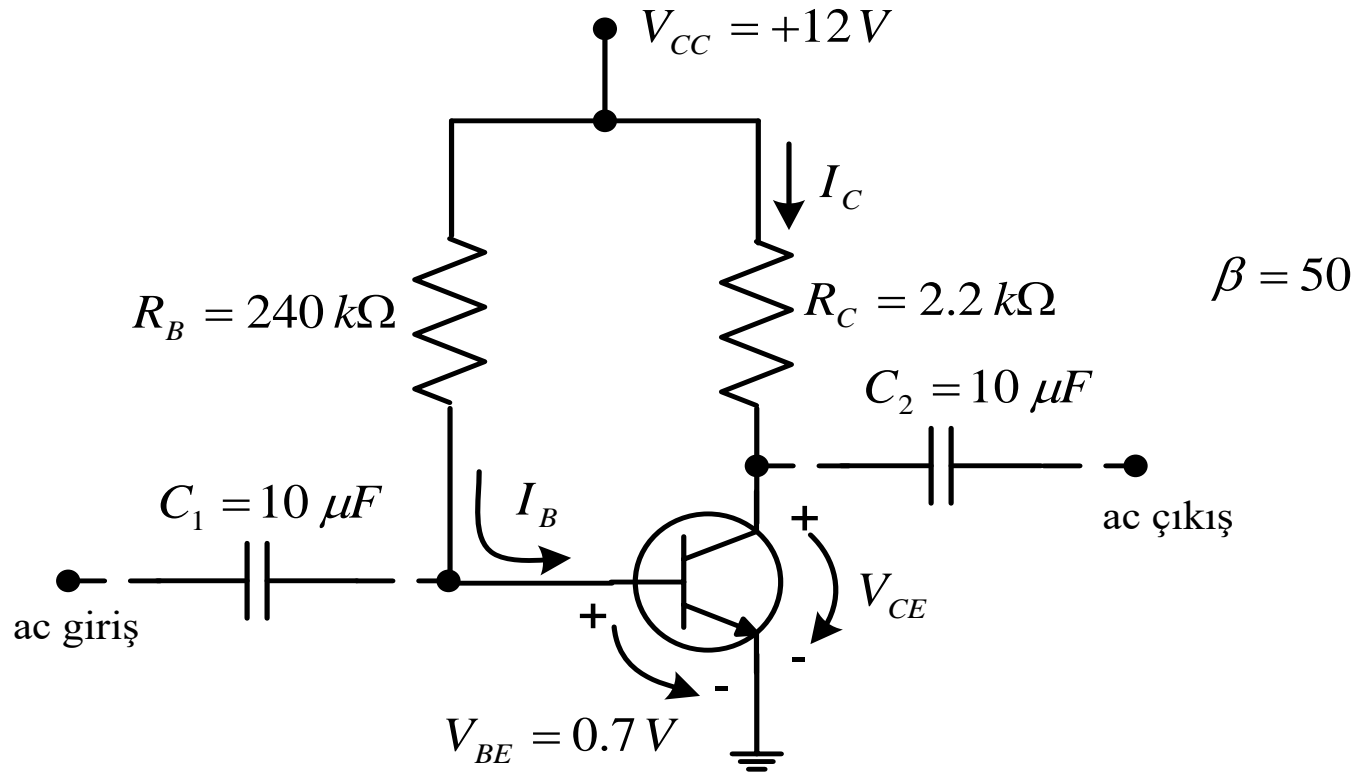
Bu denklemden V_{CE} kollektör-emetör gerilimi çekilmek suretiyle aşağıdaki gibi ifade edilir.

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

$I_E = I_C + I_B$ olup, I_B akımı da , I_C ve I_E ye göre çok küçük olduğundan, $I_E \cong I_C$ yazılabilir. Transistor akım kazancı β veya h_{FE} , daha önce ifade edildiği gibi,

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = h_{FE} \quad \text{olarak verilmişti.}$$

Örnek: Şekil 12'deki devrede dc öngerilimleme gerilim ve akımlarını bulunuz.



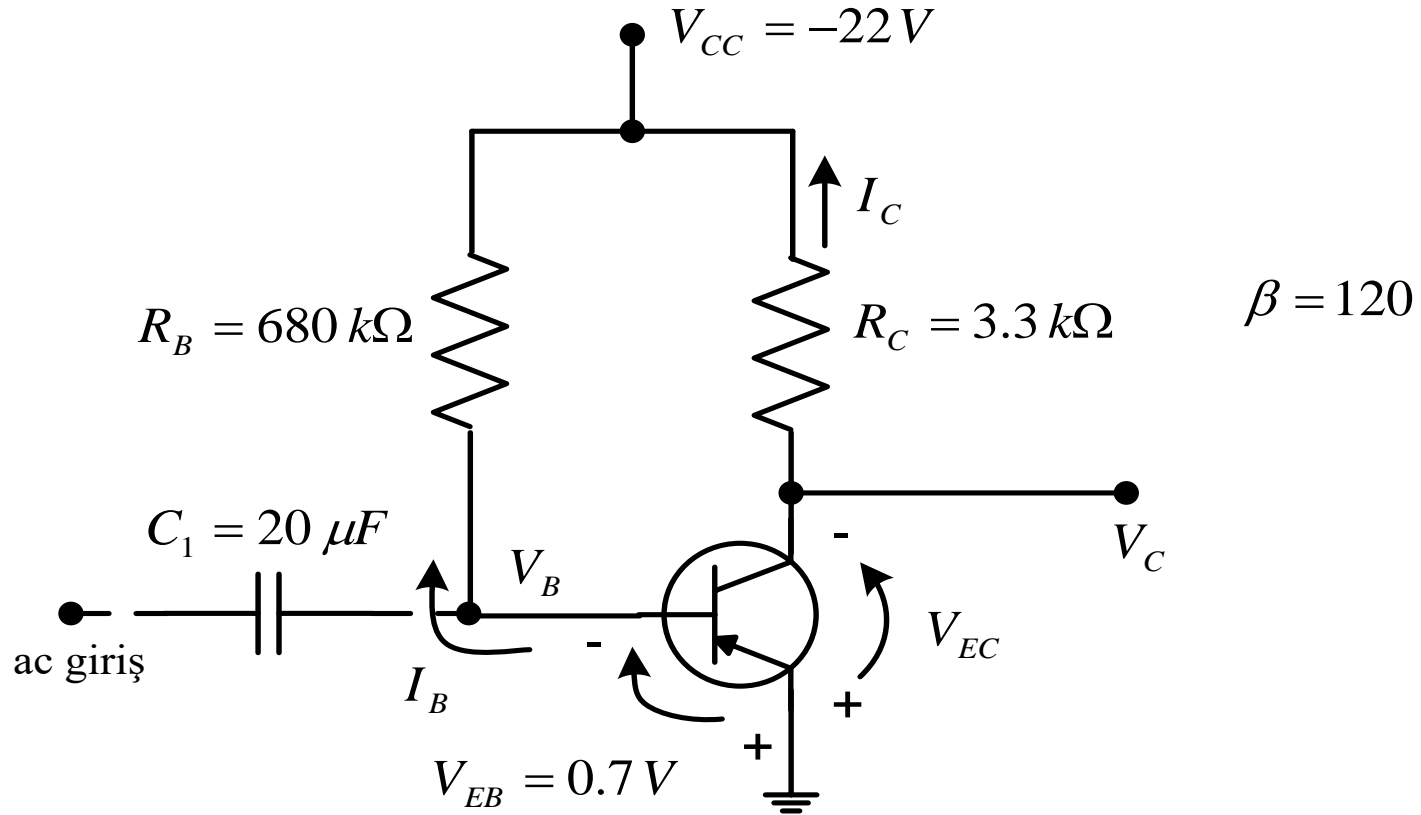
Şekil 12.

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} = \frac{(12 - 0.7) V}{240 k\Omega} = 47.08 \mu A$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = 50 \times 47.08 \mu A = 2.35 mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - R_C \cdot I_C = 12 V - 2.2 k\Omega \times 2.35 mA = 6.83 V$$

Örnek: Şekil 13'deki devrede V_C kollektör gerilimi ve I_C kollektör akımını bulunuz.



Şekil 13.

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{EB}}{R_B} = \frac{(22 - 0.7)V}{680\text{ k}\Omega} = 31.32\text{ }\mu\text{A}$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = 120 \times 31.32\text{ }\mu\text{A} = 3.76\text{ mA}$$

$$\begin{aligned} V_C = V_{CE} &= -(V_{CC} - R_C \cdot I_C) \\ &= -[22\text{ V} - 3.3\text{ k}\Omega \times 3.76\text{ mA}] = -9.6\text{ V} \end{aligned}$$