



T.C.
Gümüşhane Üniversitesi
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi
Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü



Elektronik Laboratuvarı I

Deney 2. TRANSİSTÖR KARAKTERİSTİKLERİ

1. GİRİŞ

DENEYİN AMACI :

- (1) Transistörlerin yapılarını ve sembollerini anlamak.
- (2) Transistörlerin karakteristiklerini anlamak.
- (3) Ölçü aletlerini kullanarak transistörün uçlarını belirlemek.

2. TEORİK ALTYAPI

2.1 Yeni Terimler

- (1) β (h_{fe}): ortak emetör düzenlemeli transistörün akım yükseltme katsayısı.

$\beta = I_C / I_B$. β değeri transistör karakteristik bilgi sayfalarından yada deneysel olarak elde edilebilir.

- (2) α : ortak baz düzenlemeli transistörün akım yükseltme katsayısı.

$$\alpha = I_C / I_E = \beta / (1 + \beta)$$

- (3) Transistör:

Transistörün C ve E uçları arasında akan akım, I_B akımına bağlı olarak değişir. Yani I_B , transistörün iç direncini kontrol eder. Transistör, esasen giriş sinyalini direncin büyüklüğüne transfer edebilen bir “taşıyıcı direnç”tir. Bundan dolayı transistör kelimesi, “transfer” ve “resistor” kelimelerinin birleştirilmesiyle elde edilmiştir.

2.2 Temel Prensipler:

(1) Transistörlerin yapıları ve karakteristikleri

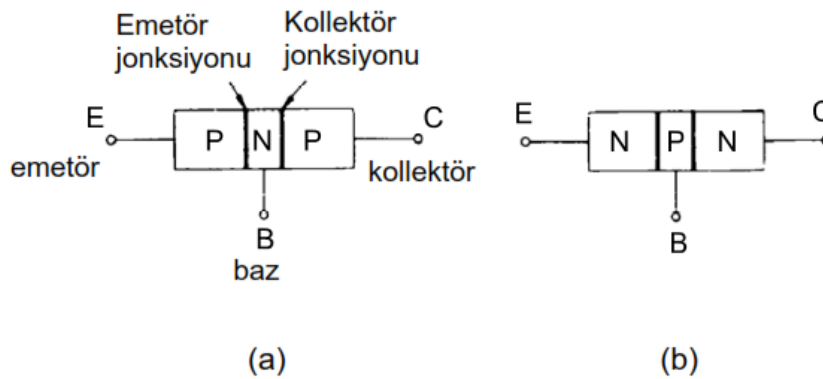
1) Transistörlerin yapıları

Transistörler PNP ve NPN olmak üzere iki gruba ayrılabilir. NPN ve PNP transistörlerin temel yapısı Şekil 2.1(a) (b)'de gösterilmiştir. E (Emetör), B (Baz) ve C (Kollektör) transistörün üç ucunu ifade etmektedir.

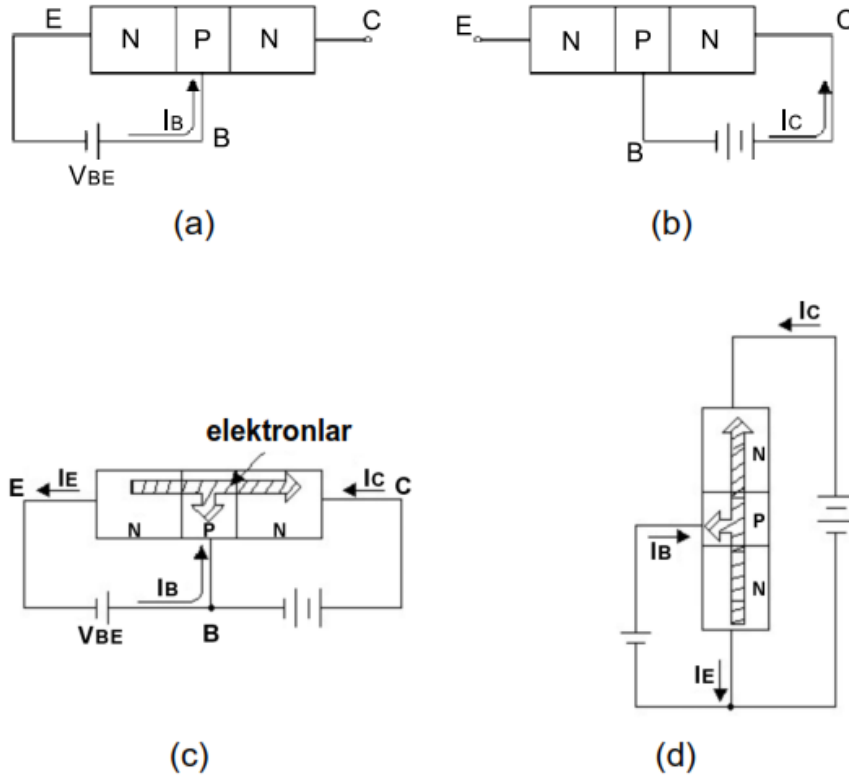
2) Transistörlerin karakteristikleri

Şekil 2.2(a)'da gösterildiği gibi, transistörün E-B uçları arasına ileri öngerilim uygulanması durumunda (P pozitif, N negatif kutba bağlı), V_{BE} eşik gerilim değerine (silisyum için 0.6V, germanyum için 0.2V) ulaşır ve E ile B arasında ileri yönde bir I_B akımı akmaya başlar. Şekil 2.2(b)'de gösterildiği gibi, transistörün E-B uçları arasına ters öngerilim uygulanması durumunda ise (P negatif, N pozitif kutba bağlı), B-C arasında bir akım akamaz (ters sızıntı akımı çok küçüktür ve ihmal edilebilir) ve C ucundan akan I_C akımı sıfır olur. Şekil 2.2(a) ve (b), Şekil 2.2(c) yada (d)'deki gibi birleştirilirse; B ve C arasındaki ters öngerilime rağmen (Şekil 2.2(d)'de gösterildiği gibi, $V_{CB}=V_{CC}-V_{BE}$, $V_{CC} \gg V_{BE}$, V_{CB} ters öngerilim), ileri öngerilim V_{BE} sayesinde önemli miktarda I_C akımı akacaktır. $I_C=\beta I_B$ denklemi (β , akım yükseltme katsayısıdır), I_C ve I_B arasındaki ilişkiyi tanımlar. I_B 'nin I_C 'ye göre çok küçük olmasının nedeni, transistör bazının çok dar ve çok düşük katkılama düzeyine sahip olmasıdır. V_{BE} , E'deki elektronları B'ye girmeye zorlar. Ancak elektronların sadece küçük bir kısmı, çok dar olan B bölgesine ulaşarak deliklerle birleşirken, çoğu elektron B-C jonksiyonuna doğru hareket eder. Böylece C'ye uygulanan daha yüksek gerilim (V_{CB} ya da V_{CC}), önemli düzeyde I_C akımı akmasını sağlar. Şekil 2.2(c) ve (d)'de gösterildiği gibi, $I_E=I_B+I_C$ 'dir. Benzer şekilde, PNP transistöre Şekil 2.3'te gösterildiği gibi bir öngerilim uygulanırsa, bu transistör de NPN transistöre benzer davranış gösterir. I_E , I_B ve I_C arasındaki bağıntılar:

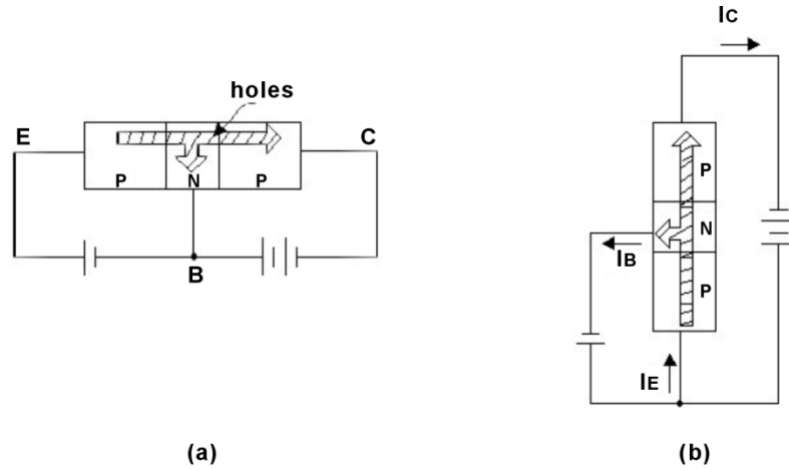
$$I_E=I_B+I_C, \quad I_C=\beta I_B$$



Şekil 2.1 Transistörün Yapısı



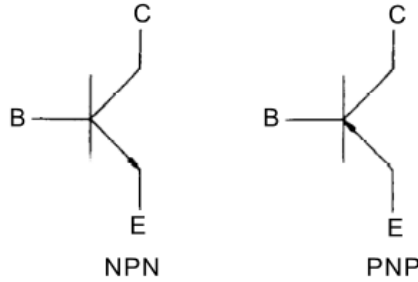
Şekil 2.2 (a) (b) (c) (d) PNP Transistörün Öngerilimlenmesi



Şekil 2.3 PNP Transistörün Öngerilimlenmesi

(2) Transistörlerin Sembolleri ve Temel Devreleri

1) Semboller:



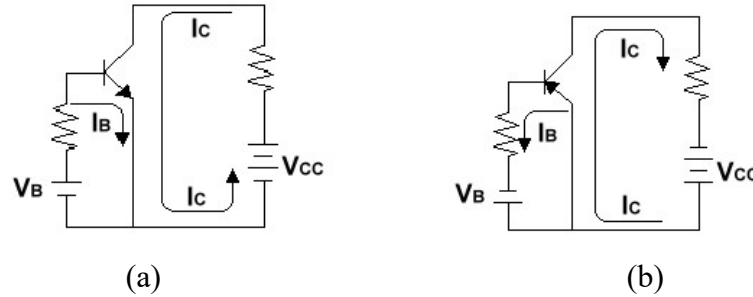
Şekil 2.4 Transistör sembolleri

Şekil 2.4'te gösterilen transistör sembolleri aşağıdaki anlamlara sahiptir:

1. NPN ve PNP transistörleri ayırt etmek için kullanılan ok işareti, NPN tipi transistörde dışa doğru, PNP transistörde ise içe doğrudur.
2. E ucu bir oka sahipken, C ucu ise sahip değildir.
3. Kullanılan ok, emetör akımının yönünü göstermektedir.

2) Temel devreler

NPN ve PNP transistörler için temel öngerilim ve akım yönleri, sırasıyla Şekil 2.5(a) ve (b)'de gösterilmiştir.



Şekil 2.5

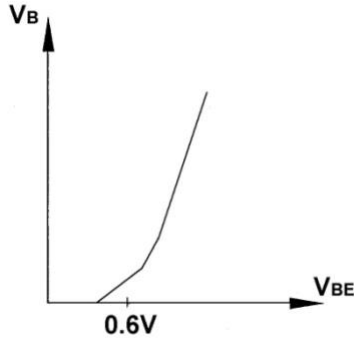
(3) Transistörün V-I karakteristik eğrisi

Transistör, iki adet V-I karakteristik eğrisine sahiptir:

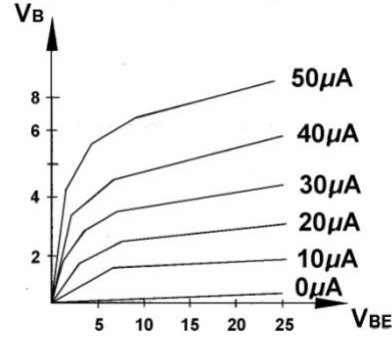
- 1) Giriş karakteristik eğrisi: V_{BE} ve I_B arasındaki ilişkiyi tanımlamak için kullanılır.
- 2) Çıkış karakteristik eğrisi: I_B , V_{CE} ve I_C arasındaki ilişkiyi tanımlamak için kullanılır.

Şekil 2.6'da gösterildiği gibi, V_{BE} 0.6V'u aşınca, I hızlı bir şekilde artmaktadır.

Şekil 2.7’de gösterildiği gibi; $I_B = 0\mu A$, $I_C = 0$.
 $I_B = 10\mu A$, $I_C \approx 15mA$ ($V_{CE} = 15V$).



Şekil 2.6 Giriş Karakteristik Eğrisi



Şekil 2.7 Çıkış Karakteristik Eğrisi

3. DENEYLER

KULLANILACAK ELEMANLAR

- (1) KL-200 Lineer Devre Deney Düzeneği
- (2) Deney Modülü: KL-23002
- (3) Ölçü Aletleri:
 1. Osiloskop
 2. Sinyal üretici
 3. Multimetre ya da dijital multimetre
- (4) Araç: Temel el araçları.

3.1 Transistör karakteristikleri deneyi – I_E , I_B , ve I_C akımlarının ölçülmesi

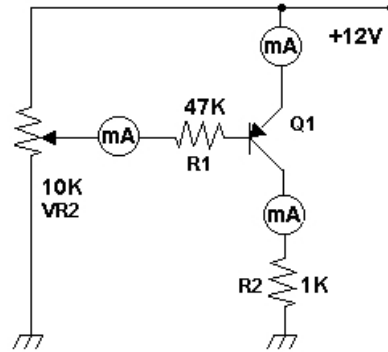
3.1.1 PNP transistör karakteristikleri deneyi

Deneyin Yapılışı:

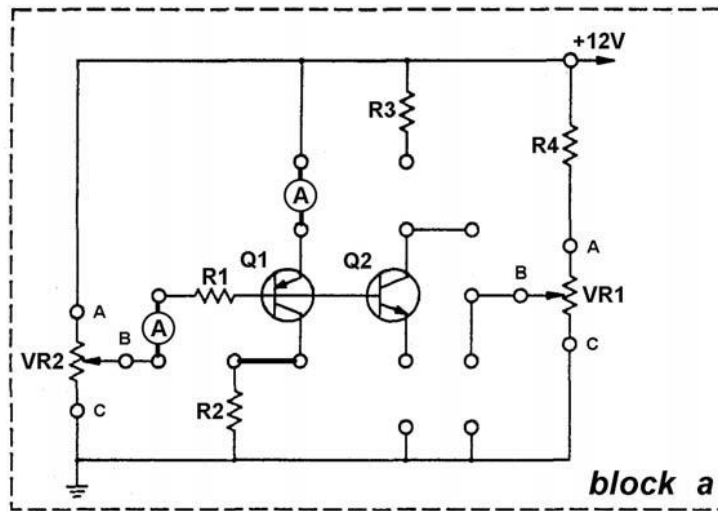
(1) KL-23002 modülünü, KL-200 Lineer Devre Deney Düzeneğine yerleştirin ve a bloğunun konumunu belirleyin.

(2) a. Şekil 2.1(a)’daki devre ve 23002-blok a.1 bağlantı diyagramı yardımıyla kısa-devre klipslerini yerleştirin. I_E , I_B , ve I_C akımlarını ölçmek için ampermetreleri bağlayın. Eğer yeterince ampermetre mevcut değilse, o anda akım değeri ölçülmeyen kollara, ampermetre yerine köprüleme klipsi bağlayın.

- c. $I_C = 3\text{mA}$ ve maksimum ($I_{C(sat)}$) olacak şekilde VR10K'yı ayarlayın.
d. I_B , I_C ve I_E akımlarını ölçün ve sonuçları kaydedin.



Şekil 2.1 (a)



Şekil 23002-blok a.1

I_C	I_B	I_E	$\beta = I_C / I_B$
3 mA			
$I_{C(sat)}$			

Tablo 2-1

3.1.2. NPN transistör karakteristikleri deneyi

Deneyin Yapılışı:

(1) Şekil 5.2(a)'daki devre ve 23002-blok a.2 bağlantı diyagramı yardımıyla kısa-devre klipslerini yerleştirin.

(2) Deney (1-1)'deki (2) b, c, d adımlarını tekrarlayın. Sonuçları Tablo 2-2'ye kaydediniz.

3.2 Transistör karakteristik eğrisinin ölçülmesi ve çizilmesi

Deneyin Yapılışı:

(1) Şekil 2.2(b)'deki devre ve 23002-blok a.3 bağlantı diyagramı yardımıyla kısa-devre klipslerini yerleştirin.

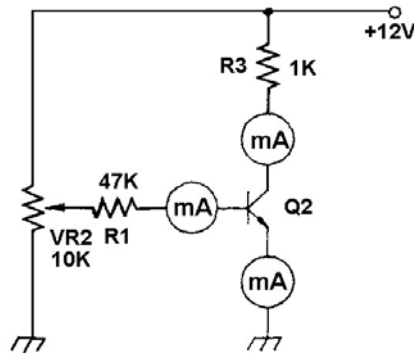
(2) $I_B=0 \mu A$ olacak şekilde VR2 (VR10K)'yi ayarlayın.

(3) V_{CE} gerilimi sırasıyla 0.1V, 0.3V, 0.5V, 0.7V, 1.0V, 2.0V, 3.0V, 4.0V, 5.0V olacak ve sonuçta V_{CC} 'ye yaklaşacak şekilde, VR1(VR1K)'i ayarlayın. Her V_{CE} gerilimi için I_C değerini ölçün ve Tablo 2-3(b)~(g)'ye kaydedin.

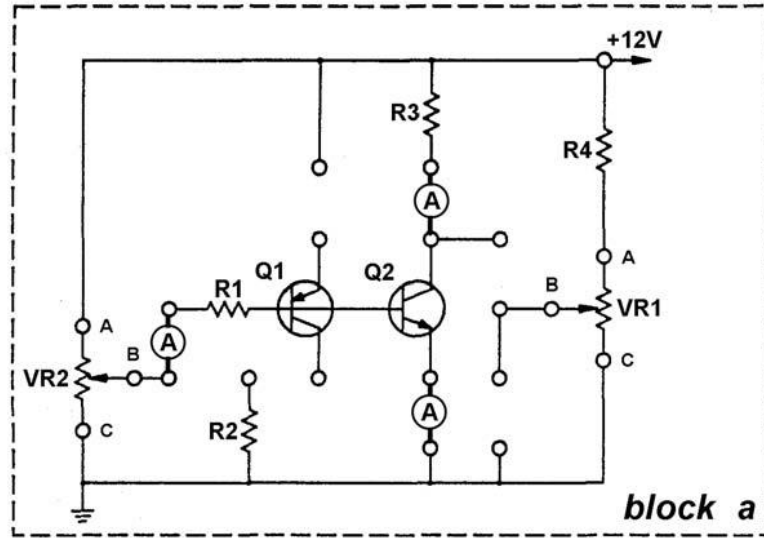
(4) I_B akımı, Tablo 2-3(b)~(g)'de gösterilen değerlere eşit olacak şekilde, VR2'yi ayarlayın ve V_{CE} , I_C değerlerini ölçmek için Adım (3)'ü tekrarlayın.

Sonuçları Tablo 2-3(b)~(g)'ye kaydedin.

(5) Tablo 2-3'te kaydedilen değerleri kullanarak, çıkış karakteristik eğrisini Şekil 2.3'te çizin.



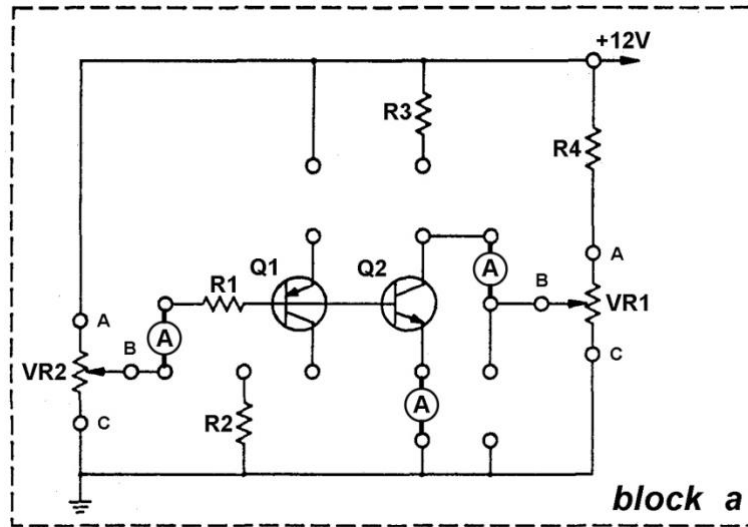
Şekil 2.2 (a)



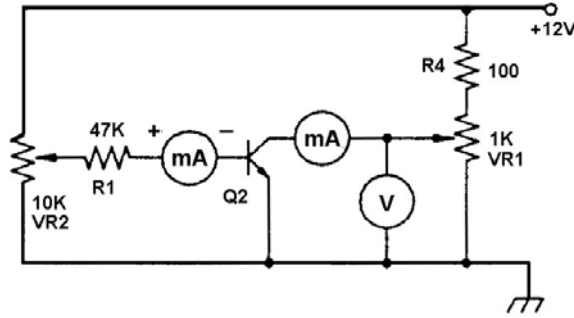
Şekil 23002-blok a.2

I_C	I_B	I_E	$\beta = I_C / I_B$
3 mA			
$I_{C(sat)}$			

Tablo 2-2



Şekil 23002-blok a.3



Şekil 2.2 (b)

(a) $I_B = 0 \mu A$

V_{CE} (V)	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	1.0	3	5
I_C (mA)								

(b) $I_B = 10 \mu A$

V_{CE} (V)	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	1.0	3	5
I_C (mA)								

(c) $I_B = 20 \mu A$

V_{CE} (V)	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	1.0	3	5
I_C (mA)								

(d) $I_B = 30 \mu A$

V_{CE} (V)	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	1.0	3	5
I_C (mA)								

(e) $I_B = 40 \mu A$

V_{CE} (V)	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	1.0	3	5
I_C (mA)								

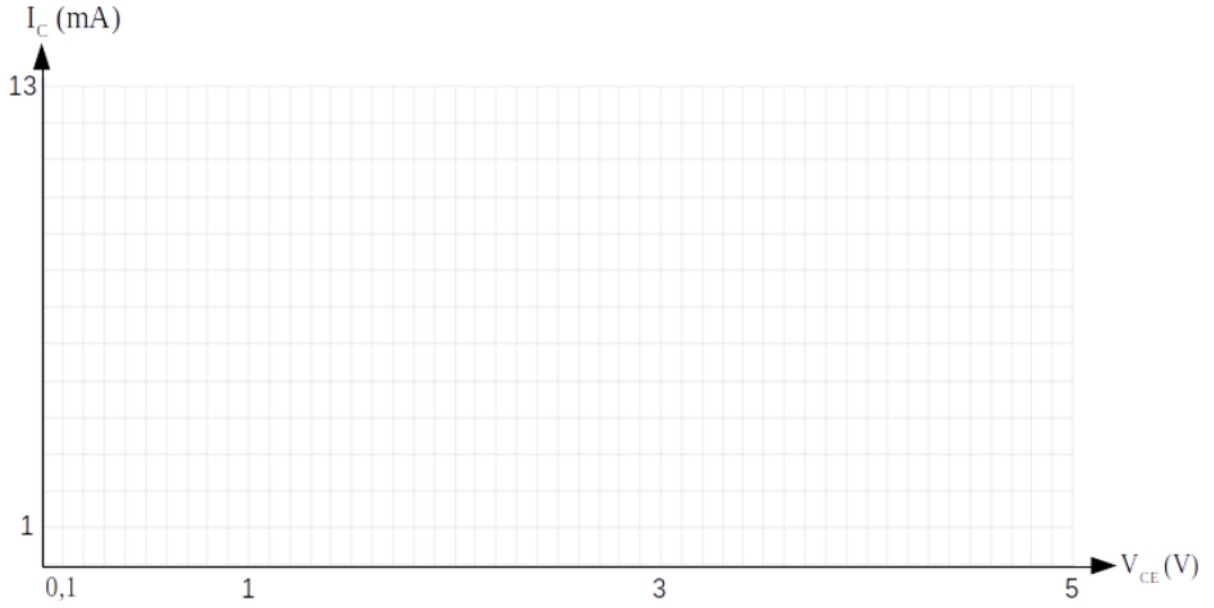
(f) $I_B = 50 \mu A$

V_{CE} (V)	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	1.0	3	5
I_C (mA)								

(g) $I_B = 60 \mu A$

V_{CE} (V)	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	1.0	3	5
I_C (mA)								

Tablo 2-3



Şekil 2.3 Çizilen V_{CE} - I_C eğrisi

3.3 DENEY SONUÇLARI

Bu bölümün asıl amacı, transistör karakteristiklerinin anlaşılmasıdır. Transistörün karakteristikleri, bu bölümde anlatılan bazı ölçüm yöntemleri dışında, doğrudan transistor eğri izleyiciden de elde edilebilir. Transistör özelliklerine aynı zamanda, yayınlanan özellik dökümanlarından da bakılabilir. En sık kullanılan transistör özellikleri şunlardır: Maksimum anma değerleri (haricen uygulanan)

1. V_{CBO}
2. V_{EBO}
3. I_C
4. P_C

Elektriksel karakteristikler (kendine ait)

1. I_{CBO}
2. h_{FE}

Yukarıdaki terimlerin anlamları özellik kataloglarında bulunabilir. Transistördeki akım hem elektronlar hem de delikler tarafından oluşturulduğu için, iki kutuplu eleman olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca I_C çıkış akımı, I_B akımıyla kontrol edildiği için, akım kontrollü eleman da denilmektedir. Transistörün, aktif, kesim ve doyum bölgelerindeki V_{BE} ve V_{CE} gerilimleri sırasıyla şöyledir:

1. V_{BE} (aktif) : 0.7V (silisyum) 0.2V (germanyum)
2. V_{BE} (kesim) : 0.5V (silisyum) 0.1V (germanyum)
3. V_{BE} (doyum) : 0.8V (silisyum) 0.3V (germanyum)
4. V_{CE} (doyum) : 0.2V (silisyum) 0.1V (germanyum)
5. V_{CE} (kesim) : 0V (silisyum) -0.1V (germanyum)

Raporda İstenenler

Elde ettiğiniz sonuçları yorumlayarak sonuç grafik ve/veya tablolarını raporunuza işleyiniz.

NOT : Raporunuzu bilgisayar ortamında yazınız. Bir sonraki deneyde, teslim edilmek üzere yanınızda bulundurunuz.