

DENEY 7: BJT’NİN KARAKTERİSTİK EĞRİLERİ

7.1. Deneyin Amacı

BJT (Bipolar Junction Transistor)’nin ve karakteristik eğrilerinin incelenmesi

7.2. Kullanılacak Aletler ve Malzemeler

- BC237C transistör, 100k Ω ve 1k Ω dirençler ve bağlantı kabloları
- DC güç kaynağı, Multimetre

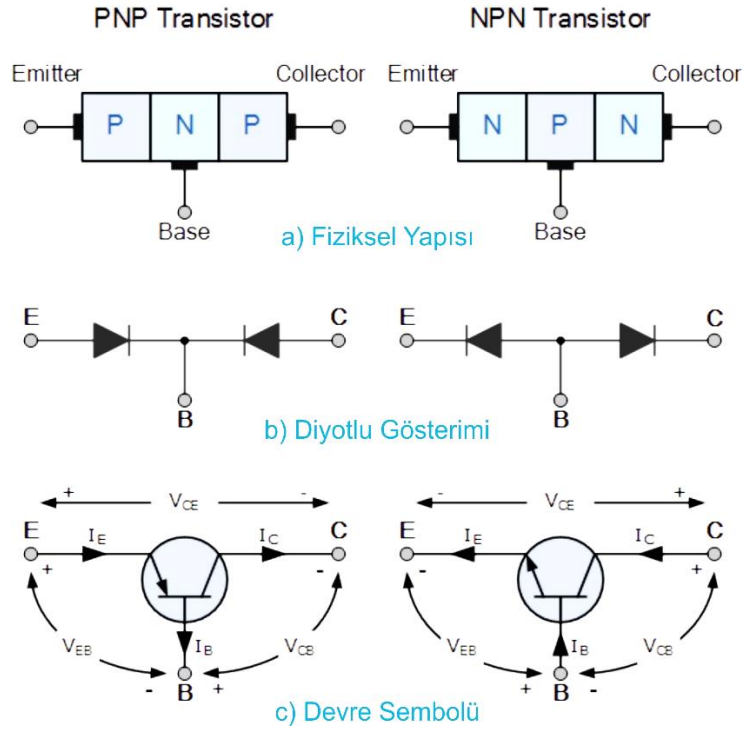
7.3. Teorik Bilgiler

Transistör elektroniğin temel devre elemanıdır. Günümüzde yapım şekilleri ve çalışma esasları farklı transistörler vardır. Bu nedenle transistörler farklı isimlerle tanımlanırlar. Bunlardan bazıları BJT, FET ve MOSFET’ tir. Genel kullanımda transistör denince BJT’ler akla gelir.

BJT transistörler katkılandırılmış P ve N tipi malzeme kullanılarak üretilir. NPN ve PNP olmak üzere başlıca iki tipi vardır. NPN transistörde 2 adet N tipi yarıiletken madde arasına 1 adet P tipi yarıiletken madde konur. PNP tipi transistörde ise, 2 adet P tipi yarıiletken madde arasına 1 adet N tipi yarıiletken madde konur. Dolayısıyla transistör 3 adet katmana ve terminale sahiptir.

Şekil-1’de NPN tipi ve PNP tipi transistörün fiziksel yapısı ve şematik sembolleri verilmiştir. Fiziksel yapıdan da görüldüğü gibi transistörün iki jonksiyonu vardır. Bunlardan beyz-emiter arasındaki bölge “BE jonksiyonu”, beyz-kollektör arasındaki bölge ise “BC jonksiyonu” olarak adlandırılır.

Bipolar Jonksiyon Transistör (BJT)’de üç terminal bulunur: Emiter (Emitter), Beyz (Base) ve Kollektör (Collector). Kollektöre akan akım (I_C), beyz ve emiter arasındaki voltaj düşümünün (V_{BE}) değiştirilmesiyle veya beyz terminaline akan akımın (I_B) değiştirilmesiyle kontrol edilir. BJT devrelerinde, sinyal akımı I_B genellikle I_C 'ye kıyasla oldukça küçüktür. Küçük giriş varyasyonları (düşük giriş gücü) büyük çıkış varyasyonu (yüksek çıkış gücü) üretebildiğinden, BJT tabanlı devreler sinyali yükseltmek için kullanılabilir. Tabii ki, fazla enerji BJT'de üretilmez. Çıkışta mevcut olan ekstra güç, BJT tabanlı yükseltici devrelerinde bulunan güç kaynağından gelir (aslında güç kaynağı, her yükseltici devresinde mevcut olmalıdır). Bu nedenle, V_{BE} veya I_B 'nin, I_C 'yi değiştirmek için DC güç kaynağından alınan enerji miktarını kontrol ettiğini söyleyebiliriz.



Şekil-1. NPN tipi ve PNP tipi transistörün çeşitli gösterimleri

Bipolar transistörler genellikle akım yükselticilerdir. CE bağlantıda, küçük bir beyz akımıyla kollektörde yüksek akım elde edilir. DC I_C akımının, DC I_B akımına oranı transistörün beta (β_{dc}) değerini verir.

$$\beta_{dc} = \frac{I_C}{I_B}$$

β_{dc} değeri genelde 20 - 250 arasında veya daha yüksek değerlerdedir. Transistör datasheetlerinde β_{dc} genellikle, h_{FE} olarak gösterilir.

$$\beta_{dc} = h_{FE}$$

Bipolar transistörlerdeki bir diğer yararlı parametre DC alfa (α_{dc}) değeridir. Genellikle değeri 0.95-0.99 arasındadır ve her zaman 1'den küçüktür.

$$\alpha_{dc} = \frac{I_C}{I_E}$$

I_E , I_B ve I_C arasındaki bağlantı:

$$I_E = I_B + I_C$$

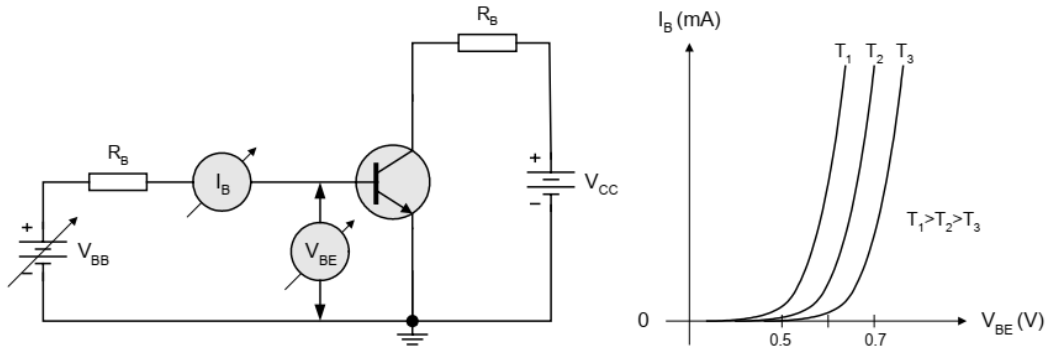
Transistörün Giriş Karakteristiği

Karakteristik eğri, herhangi bir elektriksel elemanda akımlar ve gerilimler arasındaki ilişkileri gösterir. Transistörler; giriş ve çıkış karakteristikleri de dahil olmak üzere çeşitli karakteristik eğrilere sahiptir. Transistörün giriş karakteristiği beyz-emiter gerilimi ile beyz akımı arasındaki ilişkiyi verir. Transistörün giriş karakteristiğini çıkarmak için Şekil-2'deki bağlantıdan yararlanılır.

Transistörün giriş karakteristiklerini elde etmek için, kollektör-emiter gerilim (V_{CE}) parametre olarak alınır ve bu gerilime göre beyz akımı (I_B) değiştirilir. Beyz akımındaki bu değişimin beyz-emiter gerilimine (V_{BE}) etkisi ölçülür.

Grafikten de görüldüğü gibi transistörün giriş karakteristiği normal bir diyot karakteristiği ile benzerlik gösterir. V_{BE} gerilimi 0.5V'un altında olduğu sürece beyz akımı ihmal edilecek derecede küçüktür. Uygulamalarda aksi belirtilmedikçe transistörün iletme başladığı andaki beyz-emiter gerilimi $V_{BE} = 0.7V$ olarak kabul edilir.

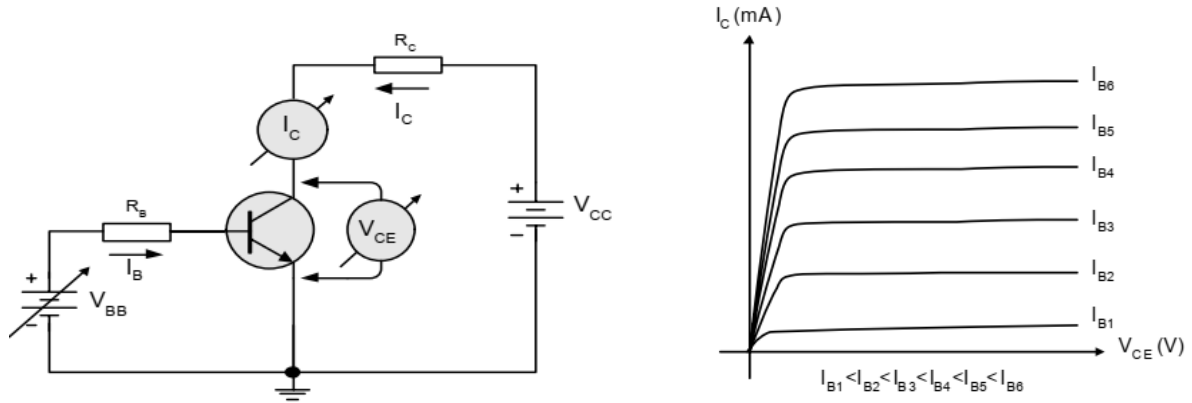
Beyz-emiter (V_{BE}) gerilimi, sıcaklıktan bir miktar etkilenir. Örneğin her 10C'lik sıcaklık artımında V_{BE} gerilimi yaklaşık 2.3mV civarında azalır. Şekilde üç sıcaklık (T_1 , T_2 , T_3) için I_B 'nin V_{BE} 'ye göre değişim eğrisi verilmiştir.



Şekil-2. BJT'nin giriş karakteristiğini elde etmek için gerekli devre düzeneği ve transistörün çıkış karakteristik eğrileri

Transistörün Çıkış Karakteristiği

Transistörlerde çıkış, genellikle kollektör-emiter uçları arasından alınır. Bu nedenle transistörün çıkış karakteristiği; beyz akımındaki (I_B) değişime bağlı olarak, kollektör akımı (I_C) ve kollektör-emiter (V_{CE}) gerilimindeki değişimi verir. Transistörün çıkış karakteristiğini elde etmek için gerekli devre düzeneği ve transistörün çıkış karakteristik eğrileri Şekil-3'te verilmiştir.

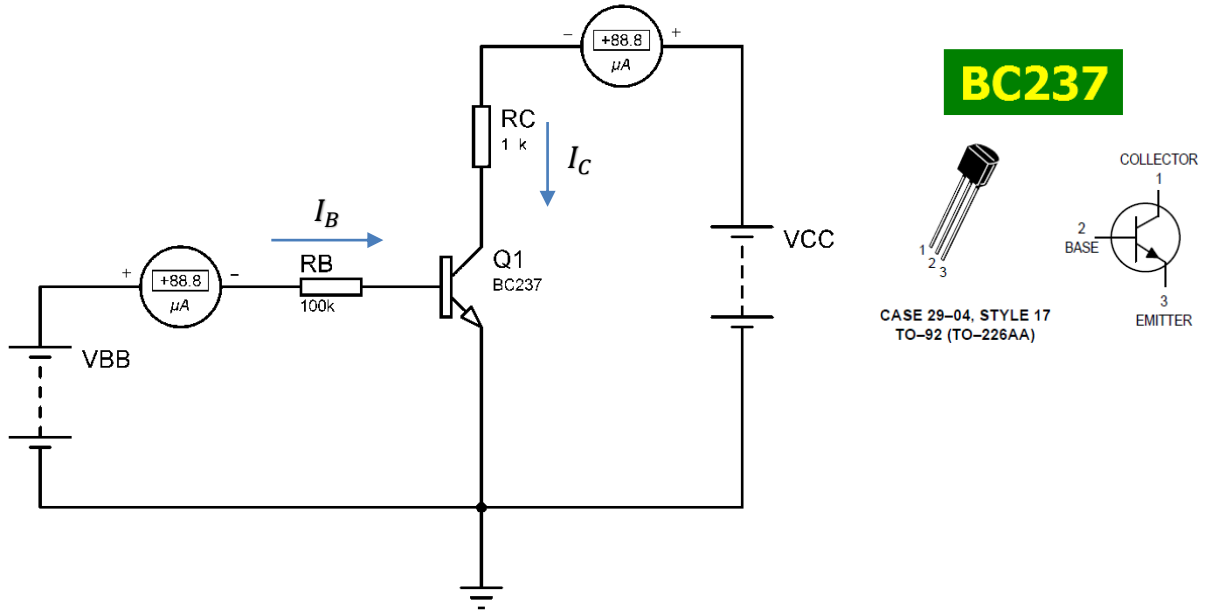


Şekil-3. BJT'nin çıkış karakteristiğini elde etmek için gerekli devre düzeneği ve transistörün çıkış karakteristik eğrileri

7.4. Ön Hazırlık Soruları

1. Transistörü, yapısını ve çeşitlerini inceleyiniz.
2. Transistörlerin giriş karakteristiği neyi gösterir ve nasıl çıkarılır?
3. Transistörlerin çıkış karakteristiği neyi gösterir ve nasıl çıkarılır?
4. BC237C transistörünün katalog bilgilerini inceleyiniz.
5. Bir transistor devresinde $I_C = 100 \text{ mA}$ ve $I_B = 200 \mu\text{A}$ ise I_E akımı ve transistörün β değeri nedir?

7.5. Deneyin Yapılışı



Giriş Karakteristiği

- Şekildeki devreyi kurunuz.
- V_{CC} 'yi 10V olarak ayarlayıp V_{BB} 'yi tabloya göre değiştiriniz.
- V_{BE} ve I_B 'yi ölçüp tabloyu doldurunuz (I_B , R_B üzerindeki gerilimden hesaplanabilir).
- Elde ettiğiniz verilerden $V_{BE} - I_B$ eğrisini çiziniz.

V_{BB} (V)	V_{BE} (V)	V_{RB} (V)	I_B (μ A)
0.5			
0.7			
1.0			
1.2			
1.5			
1.7			
2.0			
2.7			

Çıkış Karakteristiği

- V_{BB} 'yi değiştirerek $I_{B1} = 10\mu$ A olarak ayarlayınız.
- V_{CC} 'yi tabloya göre değiştirip V_{CE} 'yi ve I_C 'yi ölçünüz (I_C , R_C üzerindeki gerilimden hesaplanabilir)
- Aynı ölçümleri $I_{B2} = 20\mu$ A ayarlayarak tekrarlayınız.
- Elde ettiğiniz verilerden I_C 'nin V_{CE} göre değişimini çiziniz. (I_{B1} ve I_{B2} için)

$V_{CC}(V)$	$I_{B1} = 10\mu A$			$I_{B2} = 20\mu A$		
	$V_{CE1}(V)$	$V_{RC1}(V)$	$I_{C1}(\mu A)$	$V_{CE2}(V)$	$V_{RC2}(V)$	$I_{C2}(\mu A)$
0.2						
0.5						
0.7						
1.0						
1.2						
1.5						
2.0						
2.5						
3.0						
5.0						
10.0						

7.6. Deney Sonuç Soruları

1. Deneyin Proteus çizimini yapınız. Deneyin yapılışında verilen adımları uygulayarak sonuçları kaydediniz.
2. Deneyde elde ettiğiniz verilerden karakteristik eğrileri çizin ve sonuçları yorumlayınız.
 - I_B akımının I_C akımına olan etkilerini yorumlayınız.
 - V_{CC} geriliminin I_C akımına olan etkilerini yorumlayınız.
3. Transistörün β değerini, elde ettiğiniz verilerden hesaplayınız. Hesapladığınız değerle transistör datasheetindeki değeri karşılaştırınız.