

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi
Fizik Bölümü
Elektronik Laboratuvarı

Deney-5

BJT'in DC Özelliklerinin Çıkartılması

Hazırlayanlar:

Arş. Gör. Mustafa HARBUTOĞLU
Prof. Dr. Muhittin ŞAHAN

1. Deneyin Amacı

Bipolar jonksiyonlu transistör (BJT) kuvvetlendiricilerin karakteristiklerinin ve çalışma mantıklarının kavranması.

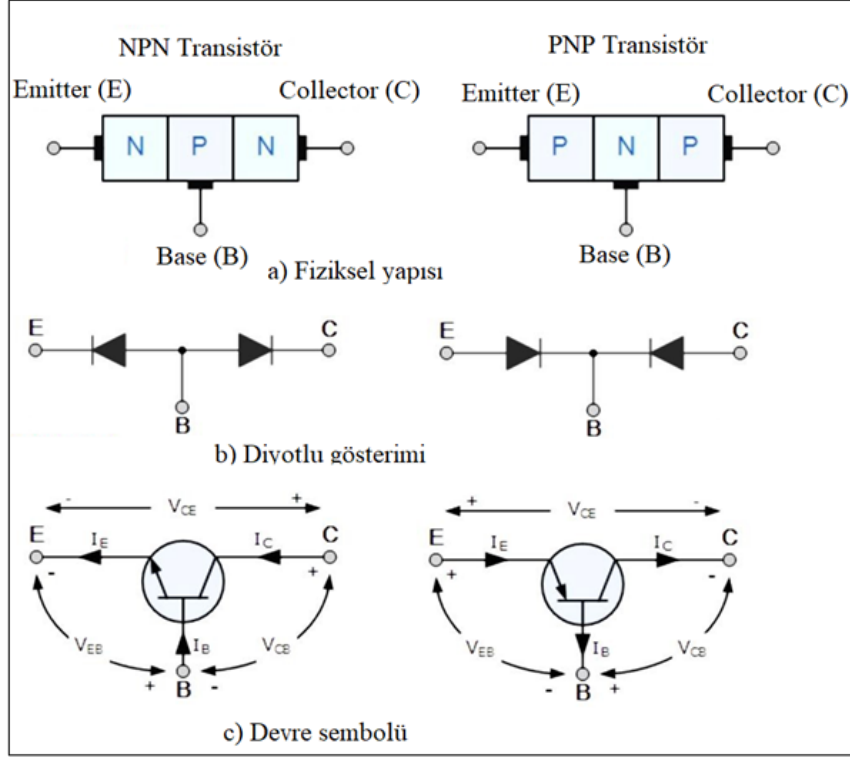
1.1 Temel Bilgi

Elektroniğin temel devre elemanlarından biri olan kuvvetlendiriciler (transistörler), bir işaret kaynağı tarafından girişlerine verilen işareti çıkışlarına bağlanan yüke kuvvetlendirerek aktaran devrelerdir. Günümüzde yapım şekilleri ve çalışma esasları farklı transistörler (BJT, FET ve MOSFET gibi) vardır. Genel kullanımda transistör denince BJT'ler akla gelir.

BJT (Bipolar Jonksiyon Transistör) transistörler katkılanırılmış 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 1.1'de NPN tipi ve PNP tipi transistörün fiziksel yapısı, diyotlu gösterimi ve devre 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.

BJT transistörlerinde Emiter (Emitter), Beyz (Base) ve Kollektör (Collector) olmak üzere üç terminal bulunur. 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 1.1 NPN tipi ve PNP Tipi Transistörün Çeşitli Gösterimleri.

BJT transistörleri 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.

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

BJT transistörlerdeki bir diğer yararlı parametre DC alfa (α_{CD}) 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 bağıntı:

$$I_E = I_C + I_B$$

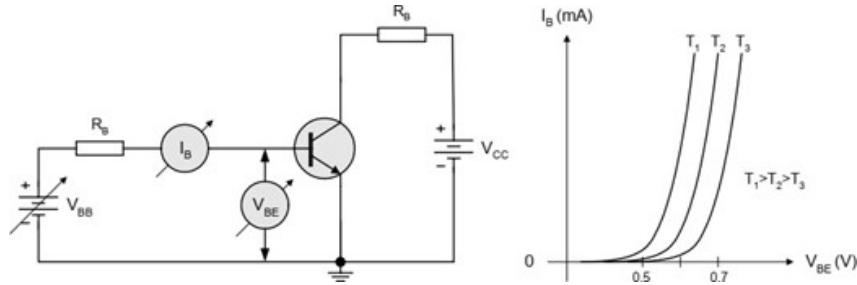
1.2 Transistörün Giriş Karakteristiği

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 1.2'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.

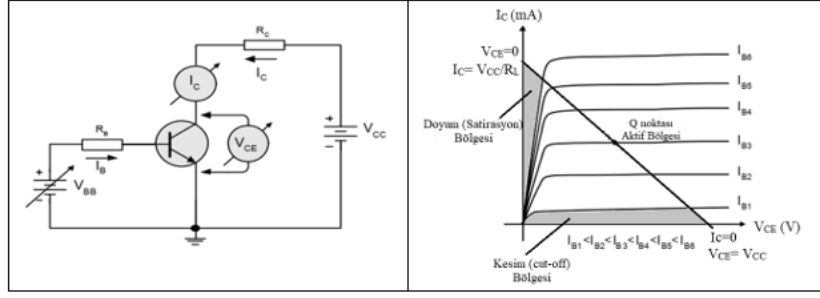
Beyz-emiter (V_{BE}) gerilimi, sıcaklıktan bir miktar etkilenir. Örneğin her $10^\circ C$ 'lik sıcaklık artımında V_{BE} gerilimi yaklaşık 2.3mV civarında azalır. Şekilde üç sıcaklık (T_1 , T_2 , T_3) için I_B 'nin V_{BE} 'ye göre değişim eğrisi verilmiştir.



Şekil 1.2 BJT'nin Giriş Karakteristiğini Elde Etmek İçin Gerekli Devre Düzenegi ve Transistörün Çıkış Karakteristik Eğrileri.

1.3 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 düzenegi ve transistörün çıkış karakteristik eğrileri Şekil 1.3'te verilmiştir.



Şekil 1.3 BJT'nin Çıkış Karakteristiğini Elde Etmek için Gerekli Devre Düzenegi ve Transistörün Çıkış Karakteristik Eğrileri.

2. 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. 2N2222 transistörünün katalog bilgilerini inceleyiniz.
5. Şekilde verilen devrede $V_{CC}=12$ V alınız. $V_{BB}=0-10$ V arasında 2V arttırarak şekilde verilen Ç1 ve Ç2 yönlerini kullanarak (aşağıdaki formülleri kullan) $I_B(\mu A)$, $I_C(mA)$ ve $V_{CE}(V)$ değerlerini hesaplayınız ($V_{BE}=0.7V$).

$$\text{Ç1 için KVL: } V_{BB} - I_B R_B - V_{BE} = 0$$

$$\text{Ç2 için KVL: } V_{CC} - I_C R_C - V_{CE} = 0$$

$$I_C = \beta I_B$$

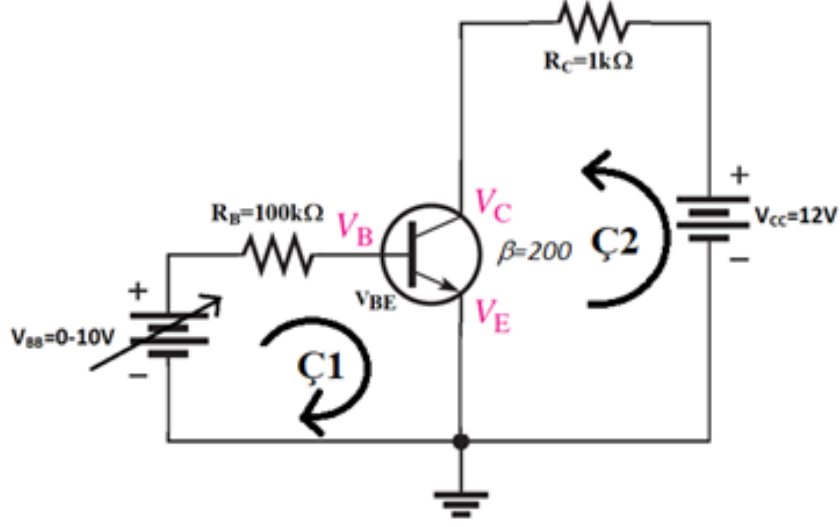
$$I_E = I_B + I_C$$

$$I_E = I_B(1 + \beta)$$

$I_B(\mu A)$ 'nin sürekli artması $I_C(mA)$ 'nin sürekli artması anlamına geliyor mu? Yorumlayınız.

6. Her V_{BB} için hesapladığımız değerlerini kullanarak V_{CE} (V)'ye göre ve $I_C(mA)$ grafiğini (BJT'nin karakteristik eğrisi) çiziniz.
7. Grafik üzerinde $Q_1, Q_2, Q_3 \dots$ aktif bölge değerlerini belirleyiniz.
8. Maksimum V_{CE} (V) ve $I_C(mA)$ değerlerini grafik üzerinde belirleyiniz.
9. Ölçtüğünüz $V_B(V)$ ve $V_E(V)$ değerlerini kullanarak V_{BE} değerini hesaplayınız ($V_{BE} = V_B - V_E$).
10. V_{BE} (V)'ye göre I_C (mA) grafiğini çizerek transistörün akım gerilim karakteristik eğrisini elde ediniz. Grafik üzerinde maksimum V_{BE} ve I_C değerlerini belirleyiniz.

11. Hesaplamadan elde ettiğiniz karakteristik eğrisini grafiği Şekil 2.1’de verilen grafiklerle karşılaştırınız. Sonuçlarınızı yorumlayınız.



Şekil 2.1 BJT Devresi.

2.1 Kullanılacak Aletler ve Malzemeler

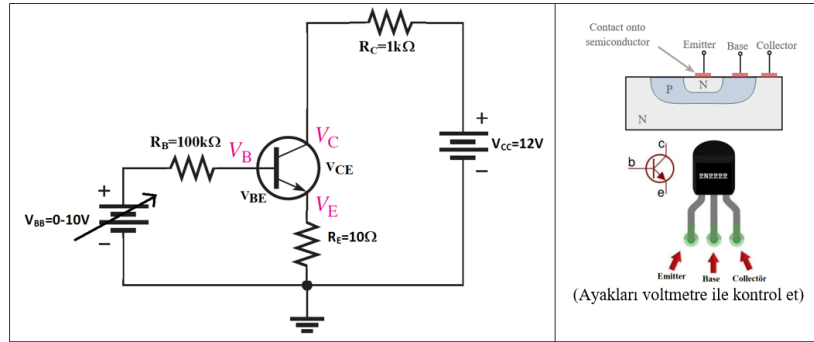
- 2N2222 transistör
- 100kΩ ve 1kΩ ve 100Ω dirençler
- Bağlantı kabloları
- DC güç kaynağı, Multimetre

3. Deneyin Yapılışı

Giriş Karakteristiği

1. Şekildeki devreyi kurunuz.
2. V_{CC} 'yi 10V olarak ayarlayınız.
3. V_{BB} (V_S) 'yi Tabloda verildiği gibi 0V-10V arasında 1V arttırarak sırasıyla $I_B(\mu A)$, $I_C(mA)$, $V_B(V)$, $V_E(V)$, $V_{RE}(V)$, $V_{CE}(V)$, $I_E(mA)$, $V_{RC}(V)$ değerlerini voltmetre ve ampermetre yardımıyla ölçünüz ve Tabloya kaydediniz.
4. Ölçtüğünüz $V_{EB}(V)$ ve $I_B(\mu A)$ değerlerini kullanarak $V_{EB}(V)$ 'ye göre $I_B(\mu A)$ grafiğini çizin. Elde ettiğiniz grafiği Şekil 1.2’de verilen grafiklerle karşılaştırınız.
5. Ölçtüğünüz $V_B(V)$ ve $V_E(V)$ değerlerini kullanarak V_{BE} değerini hesaplayınız ($V_{BE} = V_B - V_E$).
6. $V_{BE}(V)$,’ye göre $I_C(mA)$ grafiğini çizerek transistörün akım gerilim karakteristik eğrisini elde ediniz. Grafik üzerinde maksimum V_{BE} ve I_C değerlerini belirleyiniz.

7. V_{BE} (V),’ye göre I_C (mA) grafiğini çizerek transistörün akım gerilim karakteristik eğrisini elde ediniz. Grafik üzerinde maksimum V_{BE} ve I_C değerlerini belirleyiniz.
8. Elde ettiğiniz grafiği Şekil 1.3’de verilen grafiklerle karşılaştırınız. Sonuçlarınızı yorumlayınız.
9. Ölçtüğünüz kollektör akım (I_C) ile baz akım (I_B) değerlerini kullanarak bir bipolar transistörün (BJT) amplifikasyon karakteristiklerini tanımlayan ve önemli bir parametre olan h_{FE} ($\beta = h_{FE} = I_C(\text{mA}) / I_B(\mu\text{A}) * 1000$) değerini (yani DC akım kazancını) belirlemek için V_{CE} (V)’ye göre h_{FE} grafiğini çiziniz. β için maksimum değeri yorumlayınız.

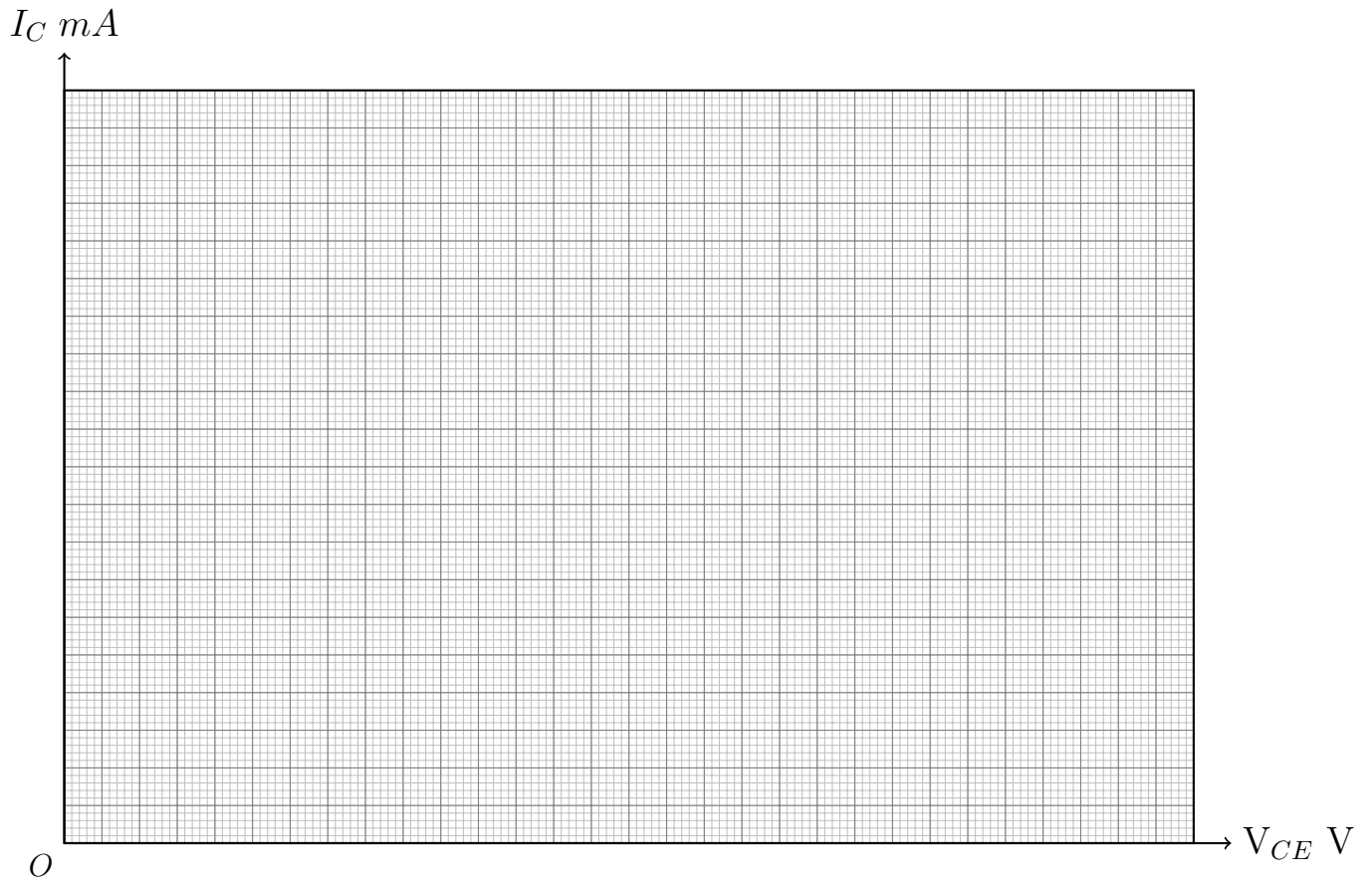


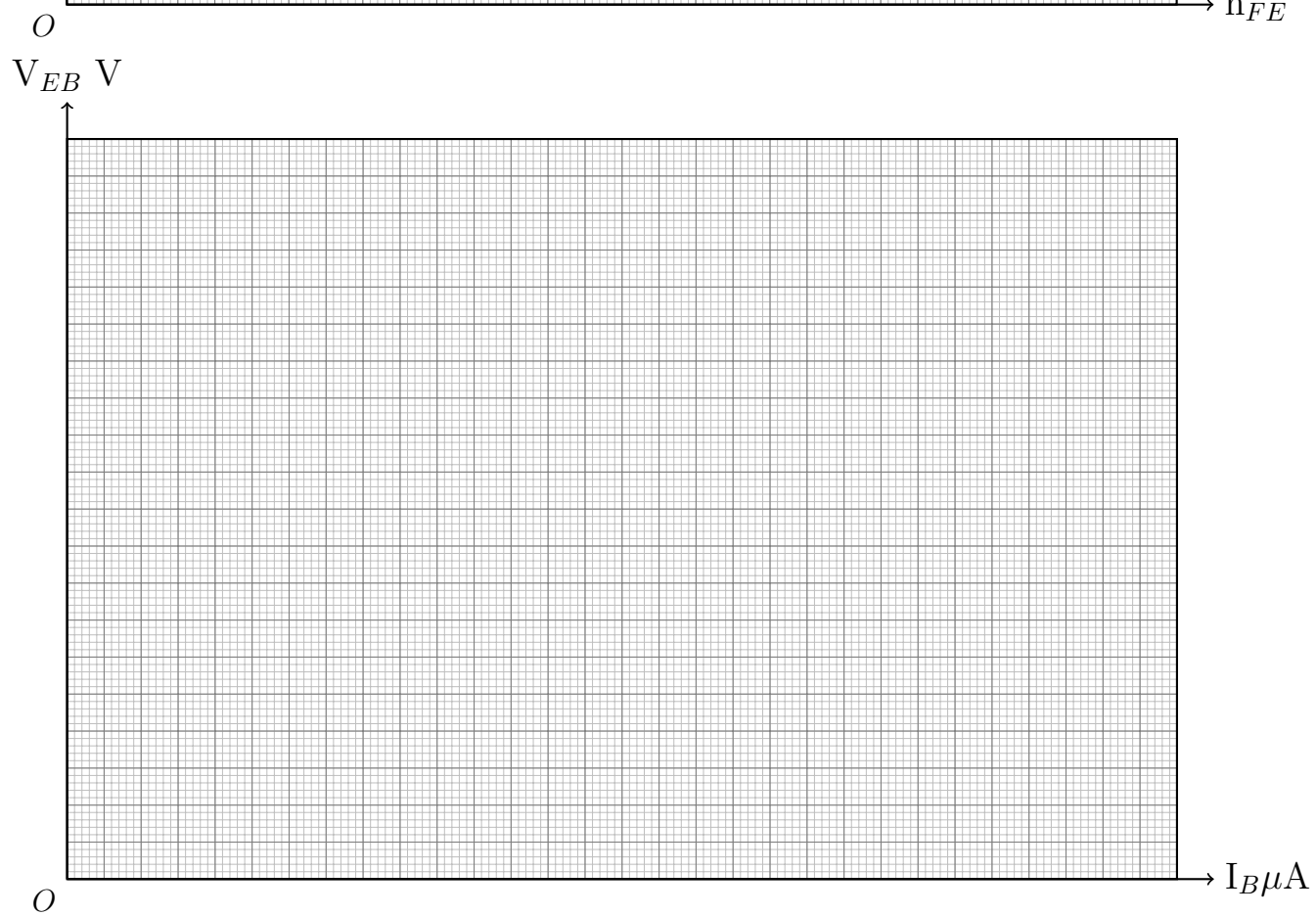
Çıkış Karakteristiği

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

$V_S = V_{BB}$	I_B (μA)	I_C (mA)	V_B (V)	V_E (V)	V_{RE} (V)	V_{CE} (V)	I_E (mA)	V_{RC} (V)	V_{EB} (V)	h_{FE}
0.0										
1.0										
2.0										
3.0										
4.0										
5.0										
6.0										
7.0										
7.5										
8.0										
9.0										
10.0										

Karakteristik Eğri





3.1 Deney Sonuç Soruları

1. 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.
2. Transistörün β değerini, elde ettiğiniz verilerden hesaplayınız. Hesapladığınız değerle transistör datasheetindeki değeri karşılaştırınız.