



Türkiye'nin en fazla
Akredite
edilmiş programlarına sahip
Üniversitesi
54 Akredite
 Olan Program

Gelişime Açık Olan...

www.gelisim.edu.tr

www.gelisim.edu.tr



İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
 UYGULAMALI BİLİMLER FAKÜLTESİ
 HAVACILIK ELEKTRİK VE ELEKTRONİĞİ BÖLÜMÜ

TEMEL ELEKTRONİK I
 HEE 105

DOÇ. DR. İNDRİT MYDERRİZİ

SUNU-11

ÖZET

➤ Transistörler

- Bileşen Tanımı ve Oryantasyon
- Transistör Karakteristikleri ve Özellikleri
 - Transistörün Dört Bölge Karakteristiği
 - 1. Bölge (I_C - V_{CE}) Karakteristiğinin Çizilmesi
 - 2. Bölge (I_B - I_C) Karakteristiği Çizilmesi
 - 3. Bölge (V_{BE} - I_B) Karakteristiği Çizilmesi
 - 4. Bölge (V_{BE} - V_{CE}) Karakteristiği Çizilmesi

1

Transistörler

Elektronikle ilgili sistemlerin gelişip, üstün seviyeye gelmesi yarıiletken temelli transistörlerin bulunmasından sonra olmuştur. Uygulamada 100.000'e yakın çeşitte transistör vardır. Ayrıca her geçen gün, yeni özelliklere sahip transistörler üretilmektedir.

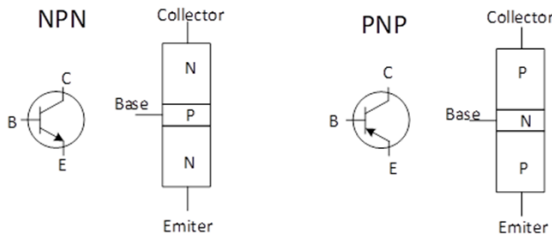
Germanyumdan yapılmış ilk "nokta temaslı transistörler" 1947 yılında Bell Telefon Laboratuvarlarında çalışan W. H. Brottain ve Y. Borden adlı iki bilgin tarafından yapılmıştır. Germanyum transistörler ısıdan çok etkileniyor, ısı ile "akımları" artıyordu. Elektrotlar arası kapasitelerinin büyük olması ise osilasyonlara (salınımlara) neden oluyordu.

Daha sonraki yıllarda silisyumdan transistor yapımı başladı. Silisyum transistörler germanyum transistörlerde ortaya çıkan bir çok sakıncanın ortadan kalkmasını sağladı. 1949 yılında ise nokta temaslı transistörlerden daha kolayca üretilebilen, bugün kullandığımız "iki polarmalı (bipolar) yüzey temaslı" tip transistörler ise, Schokley tarafından geliştirilmiştir.

İki polarma yüzeyli transistörler teknik anlatımlarda kısaca BJT olarak da adlandırılmaktadır. (BJT: Bipolar Junction Transistör). Transistör kelimesi, transfer (aktarma) ve resistor (direnc) sözcüklerinin kısaltılmasıyla ortaya çıkmıştır.

NPN ya da PNP şeklinde dizilmiş üç yarı iletkenin birleşiminden oluşmuştur. Ayakları beyz (B), kolektör (C), emiter (E)'dir. B ucu tetiklendiğinde C-E arasının direnç değeri azalarak akım geçirir. C-E arasından geçen akımın değeri, beyz ucuna uygulanan tetikleme akımının miktarına bağlıdır. NPN ve PNP transistörün çalışma ilkesi ve yapısı birbirine çok benzemesine rağmen, yüksek frekanslı sinyallere karşı tepkisi daha iyi olduğundan NPN tip transistörler devrelerde daha yaygın olarak kullanılmaktadır.

Transistör Sembolleri



Transistörlerin ayak adlarının anlamları:

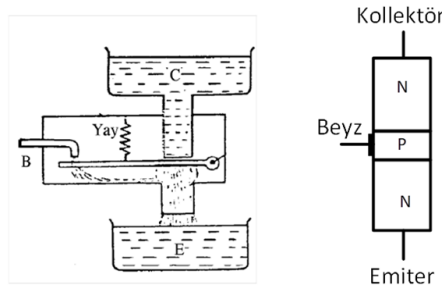
- Emiter (emitter): Yayıcı.
- Kollektör (collector): Toplayıcı.
- Beyz (base): Taban, giriş, kontrol.

NPN ve PNP tipi transistörlerin sembolleri ve yapısı

3

Bileşen Tanımı ve Oryantasyon

NPN transistör yapılırken iki adet N tipi özelliğe sahip yarıiletken malzemenin arasına ince bir katman P tipi malzemeden beyz tabakası yerleştirilmiştir. Araya yerleştirilen beyz tabakası iki büyük tabaka arasındaki elektron-delik geçişini kontrol etme bakımından görev yapmaktadır. Transistörleri musluğa benzetmek mümkündür. Musluk, akan sıvıyı denetler (ayarlar). Transistör ise geçen akımı denetler. Bu özelliği sayesinde küçük akımlar aynı biçimde olmak kaydıyla büyütülebileceği gibi, küçük bir akım ile büyük bir alıcının çalışması da sağlanabilir. Şekilde verilen vana eşdeğerinde B ucundan bir miktar su verildiğinde yay ile tutturulmuş kol aşağıya doğru inerek C bölgesinden E bölgesine doğru yüksek miktartlı bir su geçişini sağlar. B girişine uygulanan su kesildiği anda, yay kolu çekerek C ile E arasındaki geçişi kapatır.



Bir NPN tipi transistörün su tankı ile benzetimi

4

Transistör Karakteristikleri ve Özellikleri

Transistörlerde çıkış akımını giriş akımına oranına akım kazancı denir. Çıkış akımı daima kolektör akımıdır. Giriş akımı ise transistörün bağlantı şekline göre emiter veya beyz akımı olabilir. Çıkış gerilimi ise sabittir. Transistörün bağlantı şekline göre akım kazancı farklı isimler alır.

- **Alfa (α) akım kazancı:** Ortak beyz bağlantılı yükselteç devrelerinde kolektör – beyz gerilimi sabit kalmak şartı ile kolektör akımının emiter akımına oranına alfa akım kazancı denir.

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

Alfa akım kazancının 1'e yakın olması istenir. Bunun için kolektör akımı ile emitter akımı birbirine yakın değerde olmalıdır. Alfa akım kazancı yüzey temaslı transistörlerde 0,95-0,98 arasında değişir.

Örnek: Bir transistörün ortak beyzli bağlantısında emiterden geçen akım 5 mA, kolektörden geçen akım 4.8 mA olduğuna göre alfa akım kazancını bulunuz.

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} \quad \alpha = \frac{4,8}{5} = 0,96$$

5

- **Beta (β) akım kazancı:** Ortak emiter veya kolektör bağlantılı yükselteç devrelerinde kolektör akımının beyz akımı oranına beta akım kazancı denir.

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

Örnek: Bir transistörün ortak emiterli bağlantısında emiter akımı 5 mA, beyz akımı 0.3 mA olduğuna göre beta akım kazancını bulunuz.

$$I_E = I_B + I_C \text{ ise } I_C = I_E - I_B = 5 - 0.3 = 4.7 \text{ mA}$$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \quad \beta = \frac{4,7}{0,3} = 15,66$$

Alfa ve beta akım kazançlarının dönüştürülmesi aşağıdaki gibi gerçekleştirilir:

$$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} \quad \beta(1-\alpha) = \alpha \quad \beta - \beta\alpha = \alpha \quad \beta = \beta\alpha + \alpha \quad \beta = \alpha(1+\beta)$$

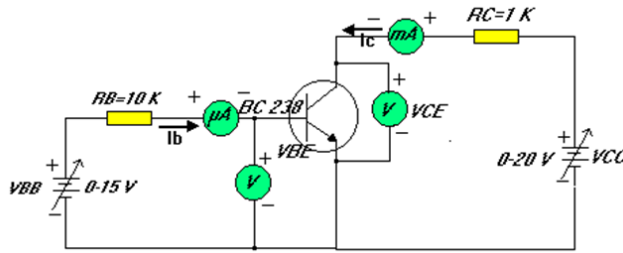
$$\alpha = \frac{\beta}{1+\beta}$$

Örnek: Alfa akım kazancı 0.93 olan bir transistörün beta akım kazancını bulunuz.

$$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} \quad \beta = \frac{0,93}{1-0,93} = 13,2$$

6

- **Transistörün Dört Bölge Karakteristiği:** Transistörlerin karakteristik eğrileri dört grup olup koordinat sistemi üzerinde I, II, III ve IV. bölge eğrileri olarak açıklanır. Transistörlerin statik karakteristiklerin bilinmesi, akım ve gerilim ilişkileri ve transistörlerle ilgili bazı değerlerin elde edilmesi bakımından gereklidir. Transistörün dört bölge karakteristiği aşağıdaki şekilde deney bağlantı şemasını kullanarak çıkarılabilir.

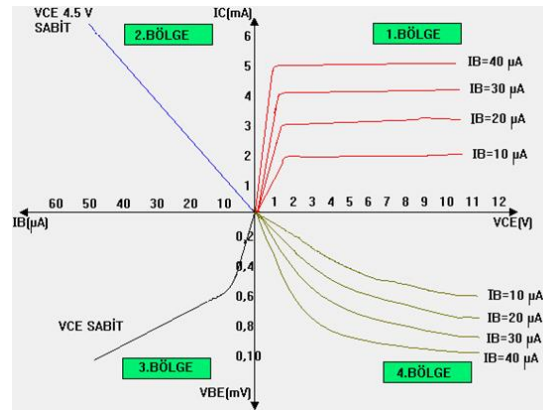


Transistör dört bölge karakteristik deney bağlantı şeması

1. bölge karakteristiği ($I_C - V_{CE}$)
2. bölge karakteristiği ($I_C - I_B$)
3. bölge karakteristiği ($I_B - V_{BE}$)
4. bölge karakteristiği ($V_{CE} - V_{BE}$)

I_C : Transistör kollektör akımı,
 I_B : Transistörün beyz akımı,
 V_{CE} : Transistörün kollektör – emiter uçlarında düşen gerilim,
 V_{BE} : Transistörün beyz-emiter uçlarında düşen gerilimdir.

7



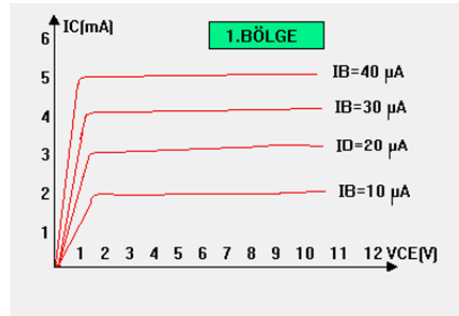
Transistör dört bölge karakteristikleri

- V_{CE} gerilimi ile I_C akımı orantılı olarak değişir.
- I_B akımına göre doğru orantılı olarak V_{BE} gerilimi artar.
- I_B akımına bağlı olarak I_C akımı doğru orantılı olarak artar.

8

1. Bölge (I_C - V_{CE}) Karakteristiğinin Çizilmesi

Sabit I_B giriş akımı değerlerinde V_{CE} gerilimi ile I_C nin değişimini gösteren eğriye 1. karakteristik eğri denir. Önce V_{BB} kaynağı $I_b=0 \mu A$ 'e ayarlanır. Sonra V_{CC} kaynağı ile V_{CE} gerilimi sırasıyla 2,4,6,8.....16 V gibi değerlere ayarlanır. Alınan her V_{CE} gerilim değeri için I_C akımı gözlem tablosuna kaydedilir. Bu işlem tamamlandıktan sonra aynı işlem $I_b=10 \mu A$, $20 \mu A$, $30 \mu A$ $100 \mu A$ değerleri için ayrı ayrı yapılır. Her V_{CE} gerilimine karşılık gelen I_B değeri karşılaştırılarak kesişim noktaları elde edilir. Bu noktalar birleştirdiğinde transistörün 1. bölge karakteristiği çizilmiş olur.

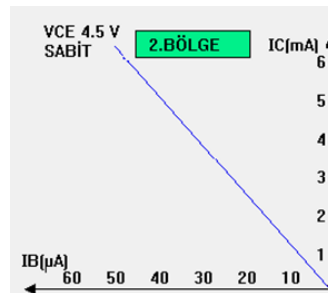


Transistörün 1. bölge karakteristik eğrisi

9

2. Bölge (I_B - I_C) Karakteristiği Çizilmesi

V_{CE} gerilimi sabit iken I_B giriş akımının değişimine karşılık I_C çıkış akımının değişimini gösterir. Bu eğriden β akım kazancı (I_C/I_B) bulunur. V_{CC} kaynağı ayarlanarak V_{CE} gerilimi sabit bir değere örneğin 4.5 volta ayarlanır. Bu defa V_{BB} kaynağı ayarlanarak $I_B = 20 \mu A$ iken I_C akımı okunur. Okunan bu değer gözlem tablosuna yazılır. I_B değerleri yine V_{BB} kaynağı ile sırasıyla $40 \mu A$, $60 \mu A$ değerlerine getirilir. Her I_B değerine karşılık gelen I_C akımı okunur, tabloya kaydedilir. Tablodaki değerler aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi I_B yatay ekseninde ve I_C düşey ekseninde olmak üzere noktalar belirlenir. Bu değerlerin kesişim noktaları işaretlenir. Bu noktalar birleştirilerek transistörün 2. bölge karakteristik eğrisi çizilmiş olur.



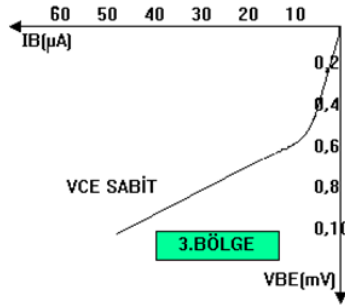
Eğriden I_B akımı $25 \mu A$ iken I_C değerinin 4 mA olduğunu görürüz. Buna göre β akım kazancı $\beta = I_C / I_B = 4 / 25 \times 10^{-3} = 4 \times 10^3 / 25 = 160$ olarak bulunur.

Transistörün 2. bölge karakteristik eğrisi

10

3. Bölge (V_{BE} - I_B) Karakteristiği Çizilmesi

V_{CE} çıkış gerilimi sabit iken V_{BE} giriş gerilimindeki değişimin I_B giriş akımına etkisini gösterir. 3. bölge karakteristik eğrisi çıkartmak için V_{CC} kaynağı tarafından V_{CE} gerilimi (örneğin 4.5 volta) ayarlanır. V_{BB} kaynağı değiştirilerek V_{BE} gerilimi kademeli olarak artırılır. Her V_{BE} gerilimi kademeli olarak artırılır. Her V_{BE} dikey ekseninde, I_B yatay ekseninde olmak üzere noktalar kesiştirilerek transistörün 3. bölge karakteristik eğrisi çizilmiş olur.

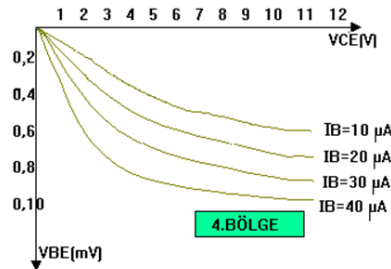


Transistörün 3. bölge karakteristik eğrisi

11

4. Bölge (V_{BE} - V_{CE}) Karakteristiği Çizilmesi

Transistörün geri besleme oranı (V_{BE}/V_{CE}) bu eğriden hesaplanır. Sabit I_B değerlerinde V_{BE} giriş gerilimindeki değişiminin V_{CE} çıkış gerilimine etkisini inceleyen eğriye 4. bölge karakteristiği denir.



Transistörün 4. bölge karakteristik eğrisi

Yukarıdaki şekilde V_{BB} kaynağı ile $I_B = 10 \mu A$ 'a ayarlanır. V_{CC} kaynağı ile V_{CE} gerilimi eşit aralıklarla ayarlanıp her V_{CE} değerine karşılık gelen V_{BE} gerilim değeri gözlem tablosuna yazılır. I_B değerleri değiştirilerek aynı işlem tekrarlanır. Alınan değerler V_{BE} dikey ekseninde, V_{CE} yatay ekseninde olmak üzere 4. bölge karakteristik eğrisi çizilmiş olur.

12

Bizi Dinlediğiniz İçin Teşekkür Ederiz.

🐦 f gelisimedu 📷 igugelisim

0212 422 70 00



www.gelisim.edu.tr