

DENEY 4

TRANSİSTÖR KARAKTERİSTİĞİ KOLLEKTÖR EĞRİSİ

AMAÇLAR:

- Bir transistor' ün kolektör e baz eğrilerinin görülmesi.
- Transistor' ün β (β) değerinin belirlenmesi.
- Sıcaklığa bağlı değişimlerin belirlenmesi.

ÖN BİLGİ:

Transistor iki PN jonksiyonundan oluşmuş bir elemandır. (Şekil 1) Fiziksel olarak arka arkaya bağlanmış iki diyottan pek bir farkı yoktur.

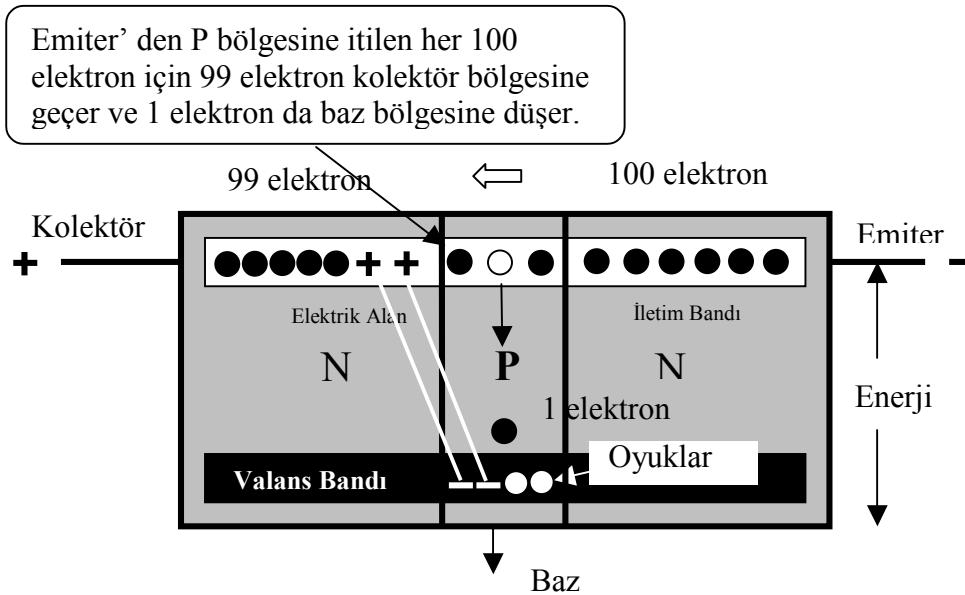
Bununla beraber, ortadaki P-bölgesi ince yapıldığında ve şekil 1 deki gibi kutuplandığında, tamamen farklı özellikler gösterir: 25 - 1000 aralığında değişen akım kazancına sahip (β) bir gerilim kontrollü akım kaynağı olur.

Diyebiliriz ki transistor dünyayı değiştiren bir buluştur.

VCIS

Basit bir deyişle; transistorlar analog uygulamalarda kullanışlıdır çünkü gerilim kontrollü akım kaynağı (VCIS) dır. Yani, V_{BE} giriş gerilimine bağımlı olarak (V_{CE} veya V_{CB} gerilimlerine bakılmaksızın) I_C çıkış akımı kontrol edilir.

Bu VCIS özelliklerine vakum tüplerin de sahip olmasına rağmen, bu şekilde ucuz ve katı halde ilk defa görüldü.



Şekil 1 : NPN transistor fiziksel yapısı

Transistor ün VCIS karakteristiğini nasıl gerçekleştirdiğini bilmek gerekli olmamasına rağmen, şekil 1'i kullanarak aşağıdakileri izleyin:

- Kolektör-baz (bağımlı devre) devresi; plakalar arasında bir elektrik alanla doldurulmuş kondansatör gibi davranan ters kutuplanmış PN birleşmesidir. Bu nedenle; V_{CB} çıkış voltajı nedeniyle I_C çıkış akımı akmaz. (Çıkış akımı çıkış voltajından bağımsızdır.)
- Baz-emiter (ana devre) devresi; V_{BE} giriş geriliminin elektronları P bölgesi iletim bandına ittiği ileri kutuplanmış PN birleşimidir. Kısaca kuantum mekanik teorisinden faydalanarak; kondansatörün plakalarından yayılan elektronların çoğu güçlü elektrik alan tarafından itilirler ve kolektör akımını oluştururlar (I_C). Sadece çok küçük bir kısmı bazın valans bandına düşerler ve baz akımını oluştururlar (I_B).

Bu iki fiziksel olay beraber düşünüldüğünde, transistor VCIS olarak nitelendirilebiliyor.

VCIS mı?, ICIS mı? :

transistorun ana devresi ileri kutuplu PN birleşimi olduğu için sürücü kaynağı transistora akım sağlamak mecburiyetindedir. Ayrıca, baz akım girişi ve kolektör akım çıkışı arasında oldukça doğrusal bir ilişki vardır. Bu nedenlerle, transistor (ICIS) *akım kontrollü akım kaynağı* olarak da adlandırılır.

TRANSİSTOR BETA (β):

Bir kontrol cihazının verimini ölçmek için çıkışın girişe bölünmesi gerekir. Akımı giriş/çıkış değişkenlerimiz olarak kullanırsak şekil 1 deki transistor 99/1 akım kazancına (β , I_C / I_B) sahip olur. *Beta* (β) normalde 25 ile 1000 arasında ve $I_E = I_B + I_C$ olduğu için, β aynı zamanda yaklaşık olarak I_E / I_B eşit olur.

DOYUM (SATURASYON):

Kolektör ve emiter arasındaki gerilim V_{CE} yaklaşık olarak 0,3Voltun altına indiğinde, kolektör ve baz arasındaki elektrik alanı zayıflayacak ve elektronların %99 unu kolektöre süremeyecektir. Bu durumda elektronlar baz bölgesini düşerek ve buranın doymasına neden olurlar.

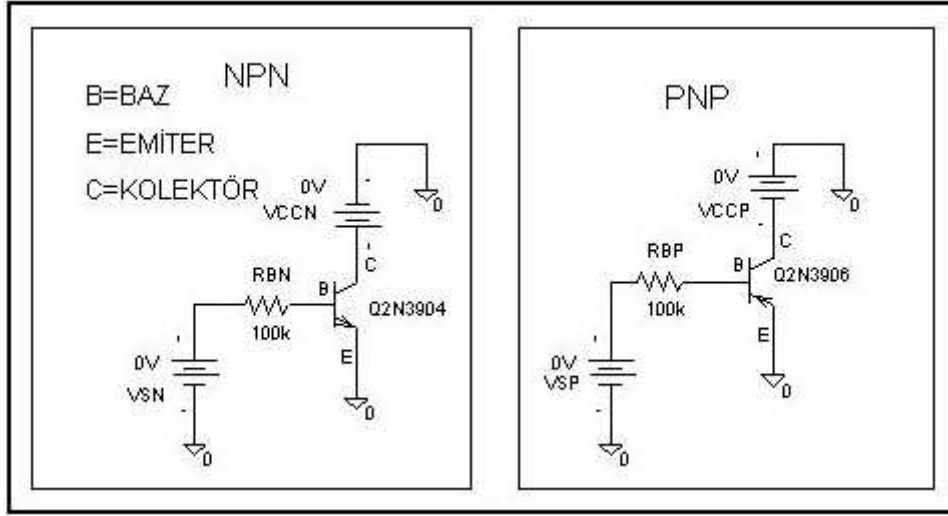
Böylece, $V_{CE} = 0$ V tan yaklaşık 0,3 V 'a kadar olan bölge doyum (saturasyon) bölgesi olarak bilinir. Doyum bölgesinde transistor akım kaynağı olarak kullanılamaz.(saturasyon bölgesinde I_C V_C ye bağımlıdır.)

Analog uygulamalarda, genellikle saturasyon bölgesinden uzak durulur; dijital uygulamalarda, saturasyon bölgesinden yararlanılır.

NPN mi?, PNP mi? :

Şekil 2 deki test devresi, NPN ve PNP şematik sembollerini göstermektedir. PNP transistor bütün gerilim ve akımların ters çevrilmesi dışında NPN transistor gibi davranır.

transistorun VCIS/ICIS karakteristiğini incelemek için kolektör eğrileri üretilir. Bu şekil 2’ deki test devreleriyle yapılır.



Şekil 2 : transistor

SİMULASYON UYGULAMASI :

Kolektör Eğrileri (NPN)

1. Şekil 2 deki NPN transistor devresini çizin ve elemanları gösterildiği gibi bağlayın. (DC default sıfır değerleri bu aşamada değiştirmenin gereği yok.)
2. Pspice kullanarak, şekil 3 deki kolektör eğrilerini elde edin. (Gerektiğinde aşağıdaki işlem özetine bakın.)

Kolektör Akımı İçin İşlem Özeti

- ♦ *Main Sweep* değişkeni 0,01V artışlarla 0 ile 10V arasında DC Sweep ile üretilen kolektör gerilimidir. (VCCN). *Nested Sweep* değişkeni 2V luk doğrusal artışlarla 0V tan 10V ta kadar değişen VSN dir.
- ♦ X eksenini değişkeni V_VCCN ve Y eksenini değişkeni IC(QN) (kolektör akımı) dır.

3. Grafiğe başka bir Y eksenini ekleyin (veya plot) ve IB(QN) akımına ait altı tane eğri elde edin. ??????
4. Kendi cümlelerinizle şekil 3 deki grafiği kullanarak nasıl transistorun ICIS olduğunu ispatlayın. (İp ucu : Küçük bir I_B daha büyük bir I_C yi kontrol edebiliyor mu ve eğrilerin düz olması niçin önemli?)

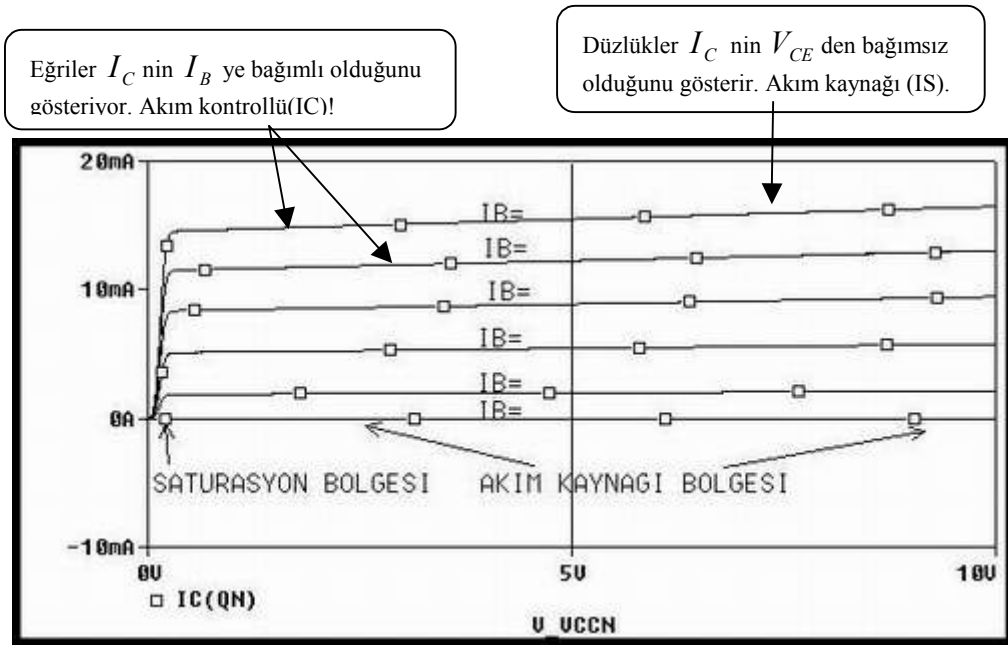
Kolektör Direnci

5. 2, 4 ve 6’ ıncı eğriler için akım kaynağı bölgelerindeki (düz bölgeler) AC kolektör direncini bulun. (1’inci eğri en altta ve 6’ıncı eğri en üstte.) (Öneri: şekil 4’de 6’ıncı eğri için açıklandığı gibi açıklandığı, 1/eğim metodunu kullanın.)

$$Z_c(2) = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$Z_c(4) = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$Z_c(6) = \underline{\hspace{2cm}}$$

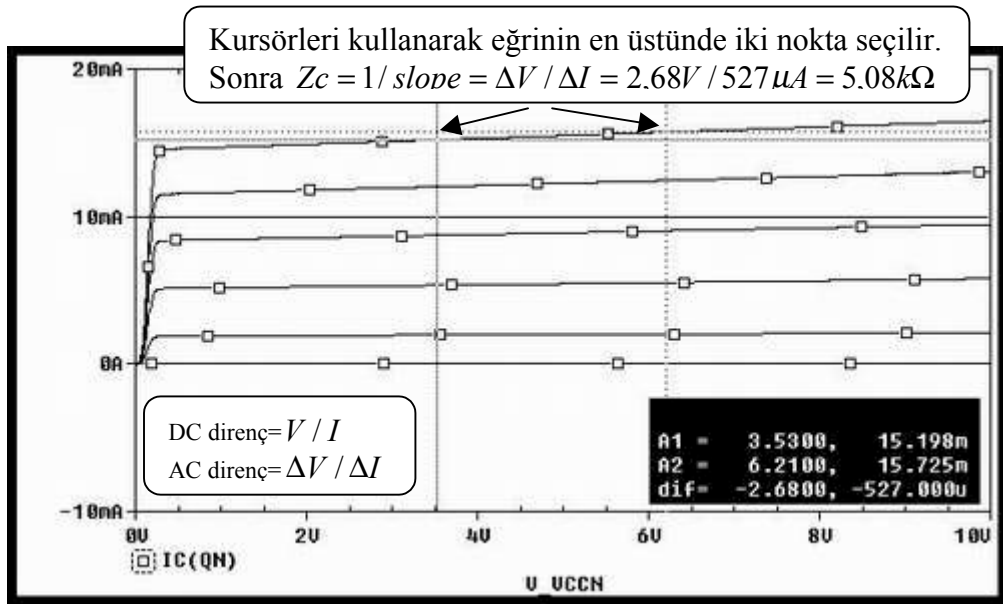


Şekil3: Kolektör Eğrisi

Aşağıdan yukarıya çıkıldıkça (eğri 1 den 6 ya doğru) genelde kolektör direnci düşermi?

EVET

HAYIR



Şekil 4 : Kolektör direncinin belirlenmesi

6. Aynı eğriler için akım kaynağı bölgesinde *tipik* bir β Beta (I_C / I_B) değeri belirleyin. (Hatırlatma : 3 nolu adımda üretilen I_B = değerlerini kullanın.)

Beta(2): _____

Beta(4): _____

Beta(6): _____

Beta bütün eğrilerde aynı mı?

EVET

HAYIR

DOYUM (SATURASYON):

7. $V_C (V_{CCN}) = 0$ dan yaklaşık olarak 0,3 V a kadar olan bölgeye saturasyon bölgesi denir çünkü kolektör/emiter geriliminin düşük olması elektronların kolektörden daha çok baz bölgesine gitmesine neden olur. Saturasyon bölgesinde transistor artık akım kaynağı değildir.

Eğrilerin 0 dan 0,3V a kadar olan aralığını genişletin ve herhangi bir eğrinin $Beta$ değerini belirleyin.

	300mV	200mV	100mV
$Beta$			

8. 7 numaralı adımdaki değerleri göz önüne alarak, akım kaynağı bölgesinden saturasyon bölgesinin max olduğu yöne gidildikçe β değeri azalır mı?

EVET

HAYIR

Baz (master) Eğrisi:

9. Şekil 3 deki kolektör eğrisi VCIS transkondüktans bağıntısını tam olarak göstermez. (Giriş gerilimi çıkış akımını nasıl etkiler?). Bu bağıntıyı görmek için, şekil 5 deki eğriyi elde edin.(Gerektiğinde aşağıdaki işlem özetine bakın).

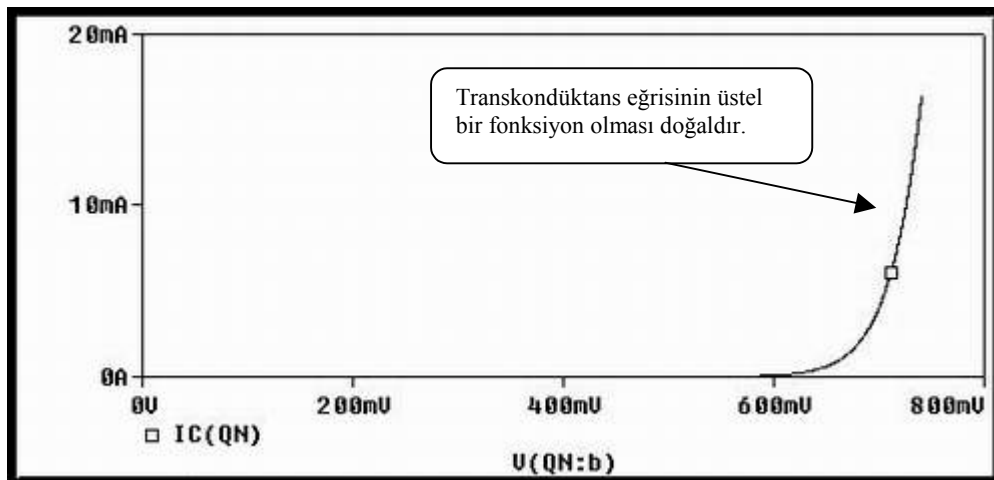
Master Bipolar Eğrisi İçin İşlem Özeti

- DC Main Sweep değişkeni 0 dan 10V'a kadar 0,01V artışlarla VSN (Nested Sweep yapılmayacak ve VCCN 10V' a ayarlanacak)
- X- eksen değişkeni $V_{BE}[V(QN : b)]$ ve Y- eksen değişkeni $I_C[IC(QN)]$ dır.

10. Umulduğu gibi şekil 5 ileri kutuplanmış PN birleşim yüzeyinin karakteristiğini gösterir.bu şekil deney 1 şekil 5 ile aynı mı?

EVET

HAYIR



Şekil 5 : Kolektör akımı / baz gerilimi akımı eğrisi

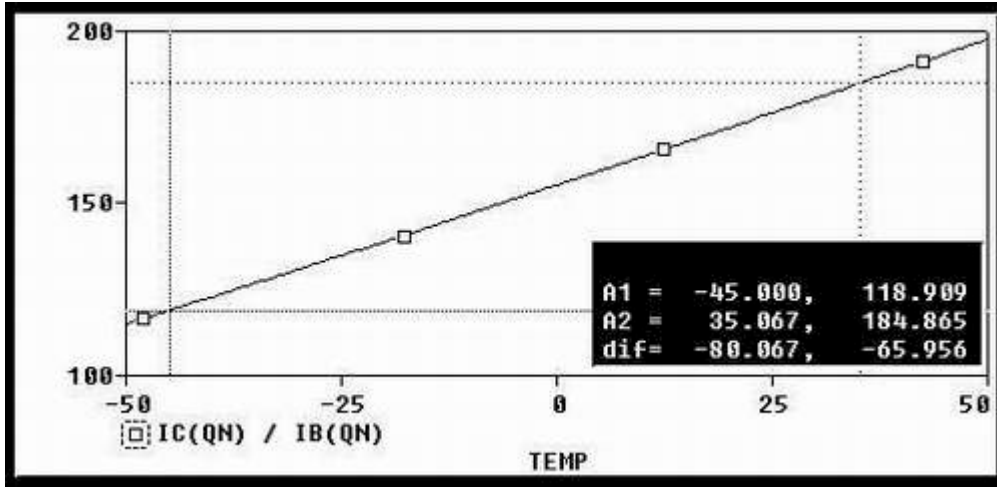
SICAKLIK ETKİSİ:

11. transistorun sıcaklıkla ilgili bütün değişkenlerinden β en fazla etkilenendir.

β nın sıcaklıkla nasıl değiştiğini gösteren şekil 6 da ki grafiği elde edin. Kursör β değerinin $-40,1^{\circ}$ sıcaklıkta 122,9 ve $+40,1^{\circ}$ sıcaklıkta 189,1 değerini aldığı iki keyfi noktada seçilir.

β Sıcaklık Etkisi İçin İşlem Özeti

- ♦ *Main Sweep* değişkeni Temperature (sıcaklık) olacak ve -50 den $+50$ ye kadar 1 lik artışlarla doğrusal DC main sweep yapılacaktır. (*Nested Sweep* yapılmayacak; VCCN ve VSN 10V olarak ayarlanacak.)
- ♦ X- eksen değişkeni sıcaklık olacak ve Y-ekseni değişkeni I_C / I_R Beta olacak.



Şekil 6: Sıcaklık fonksiyonu olarak β

12. 11 numaralı adımdaki değerlere dayanarak Beta sıcaklığa oldukça bağımlıdır. Bu bağımlılık ölçümüne dayanarak aşağıdaki eşitliği hesaplayın:

$$\Delta\beta / \Delta Temp = \text{eğim} = \underline{\hspace{2cm}}$$

İLERİ AKTİVİTELER:

13. Şekil 2 PNP devresi için kolektör akım eğrileri üretin. Sonuçlarınıza dayanarak, PNP ve NPN transistor arasında ne gibi işlem farklılıkları var?

UYGULAMA:

- 1) Aşağıda verilenleri kullanarak 10mA akım kaynağı dizayn edin.
 - a) 3904 NPN transistor
 - b) 3906 PNP transistor

SORU VE CEVAPLAR

- 1) Akım kaynağı nedir?
- 2) Emitere itilen her 100 elektron için, 98 elektron kolektöre gidiyor. Beta nedir?
- 3) Emiter topraklandığında normal çalışma içinde olacak (saturasyon bölgesine sokmayacak) yaklaşık minimum kolektör gerilimi nedir? (İp ucu: Şekil 3' e bakın).
- 4) Bir transistorun alfa değeri I_C / I_E ' ye eşittir. Beta 200 verilirse alfa değeri nedir?
- 5) İşlem basamağı 5'e dayanarak ortalama Z_c değeri nedir? (Akım kaynağı bölgesindeki AC kolektör direnci) DC ve AC direnç değerleri arasında fark var mı?
- 6) Sıcaklık arttıkça, Beta
 - a) Artar
 - b) Azalır
- 7) Transistorun şematik sembolünü kullanıldığında emiter ok yönü
 - a) Elektron akışını
 - b) Toplam akım
- 8) Transistor doyuma girerse, V_c yaklaşık olarak 0,3V emiter den daha yüksek olur. Bununla beraber V_b 0,7V emiter den daha yüksek olur. Bu kolektörün gerçekte baz dan gerilim yönünden daha düşük olabileceği (0,4v kadar) ve emiter den giren elektroların %99'unu halen alabileceği anlamına mı gelir?(İp ucu : şekil 3'ü tekrar biçimlendirin böylece X eksenini V_{CE} yerine V_{CB} olur.)