

AMAÇ

Bir npn transistörünün karakteristik eğrisinin ölçülmesi

ÖZET

Bir çift kutuplu transistör, beyz, kolektör ve emetör adı verilen üç alternatif p-doped ve n-doped yarı iletken katmanlardan oluşmaktadır. Katmanların sırasına bağlı olarak transistör ya npn ya da pnp olarak adlandırılır. Çift kutuplu transistörün tepkisi örneğin bir girdi karakteristiği, kontrol karakteristiği ya da bir çıkış karakteristiği tarafından tanımlanabilir. Bu deneyde bunların örnekler npn transistörü için ölçülecek, grafik üzerinde gösterilecek ve değerlendirilecektir.

DENEY PROSEDÜRLERİ

- Beyz emetör voltajının U_{BE} fonksiyonu olarak beyz akımını I_B yani girdi karakteristiğini ölçün
- Sabit bir kolektör emetör voltajı U_{CE} için beyz akımının I_B fonksiyonu olarak kolektör akımını I_C kontrol yani karakteristiğini ölçün
- Sabit bir beyz akımı I_B için kolektör-emetör geriliminin fonksiyonu olarak kolektör akımını I_C kontrol yani karakteristiğini ölçün

GEREKLİ CİHAZLAR

Miktar	Cihazlar	Ürün no.
1	Bileşenler için Fişli Pano	1012902
1	10'lu Atlama Teli Seti	1012985
1	Rezistans 1 k Ω	1012916
1	Rezistans 47 k Ω	1012926
1	Rezistans 220 Ω	1012934
1	Rezistans 1 k Ω	1012936
1	Transistörler BD137	1012974
1	AC/DC Güç Kaynağı 0 - 12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz)	1002776 veya
1	AC/DC Güç Kaynağı 0 - 12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz)	1002775
3	Analog Multimetre AM50	1003073
1	Takım 15 deney kablosu, 75 cm 1 mm ²	1002840

TEMEL İLKELER

Çift kutuplu transistör beyz B, kolektör C ve emetör E adı verilen üç alternatif p-doped ve n-doped yarı iletken katmanlardan oluşan elektronik bileşendir. Beyz kolektör ve emetörün arasında yer alır ve transistörü kontrol etmek için kullanılır.

Temelde çift kutuplu bir transistör birbirine zıt yönlere ya da bir anot ve katodu paylaşan iki diyota benzemektedir. İki çeşit doping hem elektronların hem de yuvaların yükü taşımaya katkıda bulunduğundan iki kutupluluk oluşur.

Katmanların sırasına bağlı olarak transistör ya npn ya da pnp olarak adlandırılır (Şekil 1). Çift kutuplu transistörler terminalerin ayarlanmasıyla ayırt edilebilen ve genellikle ortak emetör, ortak kolektör ve ortak beyz adı verilen üç temel devredeki dört kutuplu alıcılar gibi çalışırlar. Bu isimler hangi terminalim hem çıkış hem de giriş için ortak olduğunu gösterirler.

Yalnızca npn transistörü aşağıdaki işlemlerde değerlendirilebilir.

Npn transistörü için beyz-emetör ya da beyz-kolektör bağlantılarının iletim ya da ileri gerilim yönünde ($U_{BE}, U_{BC} > 0$) ya da ya da iletken olmayan ya da ters ön gerilim ($U_{BE}, U_{BC} < 0$) yönünde hizalandıklarına bağlı olan dört adet çalışma modu vardır (Tablo 1). İleri gerilim modunda elektronlar emetörden transistörün ileri gerilim beyz-emetör bağlantısının ($U_{BE} > 0$) karşısındaki

beyze geçiş yaparken yuvalar da beyzden emetörün içine hareket ederler. Emetör beyzden daha yüksek dopinge sahip olduğu için yuvalara nazaran daha fazla elektron geçiş yapar. Bu da bu ikisi arasındaki yeniden kombinasyonu en aza indirir. Çünkü beyzin genişliği beyzin içerisinde azınlık taşıyıcılar olarak sayılan elektronların difüzyon uzunluğundan kısadır. Elektronlar kolektörün içerisine, daha derinlere hareket etmeden önce beyz ve kolektörün arasındaki azalma katmanı içindeki beyze yayılırlar. Bunun sebebi azalma katmanı yalnızca çoğunluktaki taşıyıcılar için bariyer oluşturur. Bu da emetörden ileri gerilim modunda kolektör akımının ana katkı sağlayıcısı olan kolektöre gerçekleşen akım transferinde I_T gerçekleşir. Transistör bu yüzden voltaj kontrollü akım kaynağı olarak kabul edilebilir. Böylece çıkıştaki I_C girişteki U_{BE} voltajıyla kontrol edilebilir. Beyzde yeniden kombinlenen elektronlar, sabit akım transferi I_T sağlayan ve transistörün stabil kalmasını sağlayan beyz akımından I_B meydana gelirler. Küçük bir giriş akımı I_B çok büyük bir çıkış akımını I_C ($I_C \approx I_T$) kontrol edebilir. Bu da akım büyümesine sebep olur.

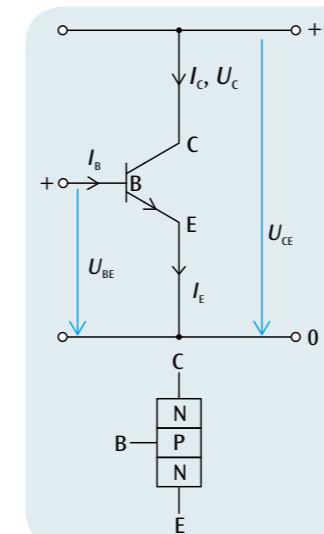
Çift kutuplu transistör tepkisi dört karakteristikle tanımlanır; giriş karakteristiği, kontrol ya da beyz karakteristiği, çıkış karakteristiği ve feedback karakteristiği (Tablo 2). Bu deney bir npn transistörü için bir örnek üzerinden yapılan giriş, kontrol ve çıkış karakterlerinin ölçülmesini ve bunların bir grafik üzerinde çizilmesini içermektedir.

Tablo 1: Bir npn transistörünün dört çalışma modu

U_{BE}	U_{BC}	Çalışma modu
> 0	< 0	Normal mod
> 0	> 0	Doyum
< 0	> 0	Ters mod
< 0	< 0	Çalışmaz mod

Tablo 2: Normal moddaki npn transistörünün dört karakteristiği

Ad	Bağımlılık	Parametre
Giriş Karakteristiği	$I_B(U_{BE})$	
Kontrol Karakteristiği	$I_C(I_B)$	$U_{CE} = \text{const.}$
Çıkış Karakteristiği	$I_C(U_{CE})$	$I_B = \text{const.}$
Feedback Karakteristiği	$U_{BE}(U_{CE})$	$I_B = \text{const.}$



Şekil 1: Eşlik eden devre sembolleri ve voltaj ve akım göstergeleriyle birlikte npn transistörünün tasarımı

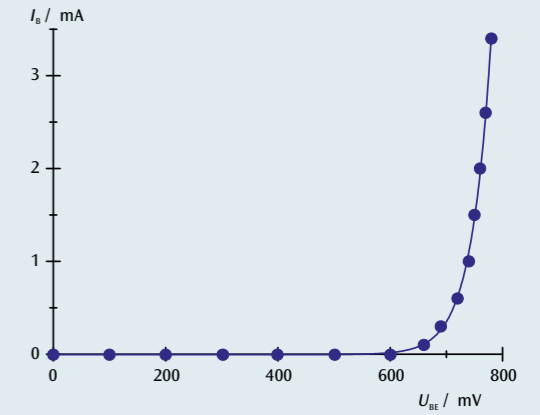
DEĞERLENDİRME

Eşik gerilimi U_{Th} giriş karakteristiğinden bulunabilir ve kazanım da kontrol karakteristiğinden bulunabilir.

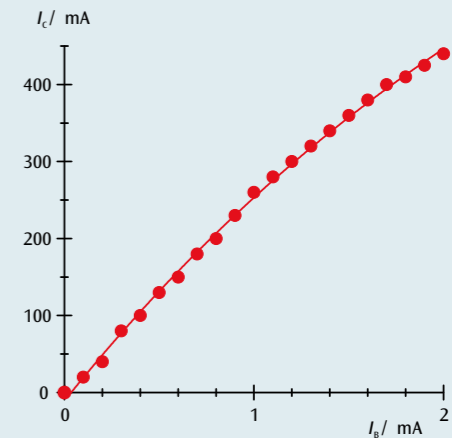
$$B = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$$

Güç kaybı çıkış karakteristiğinden bulunabilir.

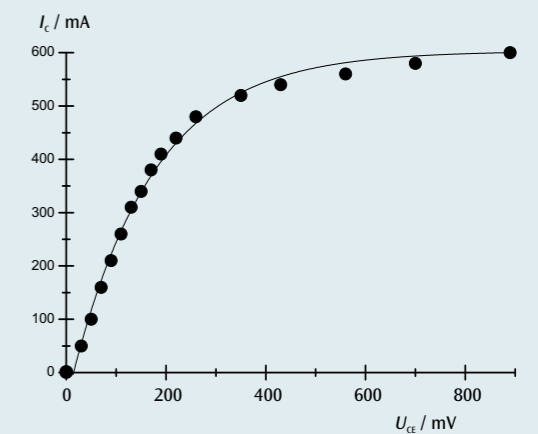
$$P = U_{CE} \cdot I_C$$



Şekil 2: Giriş karakteristiği



Şekil 3: $U_{CE} = 5.2$ V için kontrol karakteristiği



Şekil 4: $I_B = 4.2$ mA için çıkış karakteristiği