

Yarıiletken Elemanların ve Düzenlerin Modellenmesi

2008-2009 Eğitim Öğretim Yılı Güz Yarıyılı

Yılıçi Sınavı

Soruların tümü yanıtlanacaktır. Kendi not ve kitaplarınızı kullanabilirsiniz. Sorular eş puanlıdır.

1. Şekil-1'de bir Si diyodun ölçüm yoluyla elde edilmiş olan karakteristiği görülmektedir. Bu karakteristiğe ilişkin veriler de Tablo 1'de ayrıca verilmiştir. Bunlardan hareket ederek diyot modelinin I_S , C_2 , θ ve r_d ileri yön parametrelerini belirleyiniz ($V_T = 26mV$).

Bu dört diyot modeli parametresinin nasıl belirlenebileceğini araştırınız. Verilerden parametreleri elde etmek için yöntem öneriniz. Parametreleri verilere bağlayan bağıntıları yazınız. Parametreleri bu bağıntılar yardımıyla hesaplayınız.

Tablo-1. İleri yön karakteristiğine ilişkin veriler.

$V_D(V)$	100m	150	200m	250m	300m	350m	400m	450m	500m	550m	600m
$I_D(A)$	9.45n	26.7n	67.6n	170m	421n	1.03 μ	2.5 μ	6.05 μ	14.43 μ	34.35 μ	83.9 μ

$V_D(V)$	650m	700m	707m	750m	800m	850m	860m	900m	950m	1
$I_D(A)$	228.9 μ	809 μ	1m	4m	21.3m	80m	98.74m	190m	332m	490m

2. Bir npn bipolar tranzistora ilişkin SPICE model parametreleri 27°C (300K) de ölçüm yoluyla belirlenmiştir. Elde edilen parameter değerleri Tablo-2'de görülmektedir. I_S , I_{SE} , I_{SC} , β_F , β_R , C_{JC} , C_{JE} , ϕ_C , ϕ_E model parametreleri 75°C'de hangi değerleri alırlar? İlgili bağıntıları kullanarak hesaplayınız. Model parametrelerinin SPICE programındaki sembolleri parantez içinde belirtilmiştir: I_S , I_{SE} (Ise), N_{EL} (Ne), I_{SC} (Isc), N_{CL} (Nc), β_F (Bf), β_R (Br), I_{KF} (Ikf), I_{KR} (Ikr), C_{JCO} (Cjc), C_{JE} (Cje), ϕ_C (Vjc), ϕ_E (Vje).

Tablo-2. NPN transistor için 27°C (300K) de belirlenen model parametreleri

```
.model BC548A NPN(Is=7.049f Xti=3 Eg=1.11 Vaf=127.9 Bf=253 Ise=96.26f
+ Ne=1.556 Ikf=77.05m Nk=.5305 Xtb=1.5 Br=1 Isc=130.8f Nc=1.602
+ Ikr=3.321 Rc=.8766 Cjc=5.25p Mjc=.3147 Vjc=.5697 Fc=.5
+ Cje=11.5p Mje=.6715 Vje=.5 Tr=10n Tf=409.5p Itf=1.994 Xtf=40.12
+ Vtf=10)
```

3. Bir npn transistor için ölçüm sonucu elde edilmiş olan $C_{JC} = C_{JC}(V_{CE})$ değişimi ve ölçüm verileri Şekil-2 ve Tablo-3'de verilmiştir. Tranzistor için yüksek doğruluklu BJT model parametresi (Early çarpanı) $M_F = 0.024$, dirsek akımı $I_{KF}=77mA$, BC eklemi potansiyel seddi $\phi_C = 0.84V$ olarak belirlenmiştir. Şekil-3'deki değişimlere ilişkin veriler de Tablo 3'de yer almaktadır. Bu karakteristikleri ve ölçüm verilerini kullanarak söz konusu npn tranzistor için Q_{BO} sıfır kutuplama baz yükünü, m_c

kapasite gradyan faktörünü bulunuz, Q_{BO} baz yükünü ara büyüklük olarak kullanarak da ileri yönde çalışma için C_{jCo} , τ_F dinamik model parametrelerini belirleyiniz.

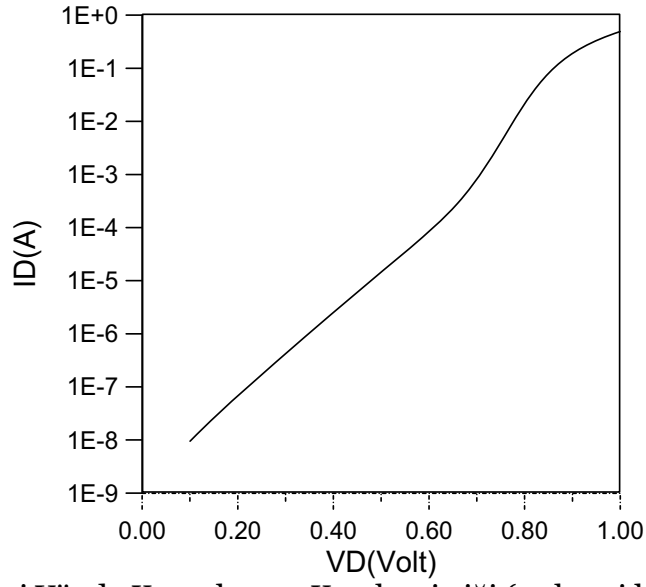
Tablo-3. Ölçü yoluyla belirlenmiş $C_{JC} = C_{JC}(V_{CE})$ değişimi (pF olarak).

V_{CE}	C_{JC}	V_{CE}	C_{JC}	V_{CE}	C_{JC}	V_{CE}	C_{JC}
0.7	3.164	2	2.575	3	2.326	4	2.151
0.8	3.098	2.1	2.545	3.1	2.306	4.1	2.136
0.9	3.037	2.2	2.516	3.2	2.286	4.2	2.122
1	2.98	2.3	2.49	3.3	2.267	4.3	2.108
1.1	2.928	2.4	2.46	3.4	2.25	4.4	2.094
1.2	2.88	2.5	2.44	3.5	2.232	4.5	2.081
1.3	2.83	2.6	2.413	3.6	2.215	4.6	2.068
1.4	2.79	2.7	2.39	3.7	2.198	4.7	2.056
1.5	2.75	2.8	2.368	3.8	2.182	4.8	2.044
1.6	2.71	2.9	2.347	3.9	2.166	4.9	2.031
1.7	2.67					5	2.0195
1.8	2.64						
1.9	2.6						

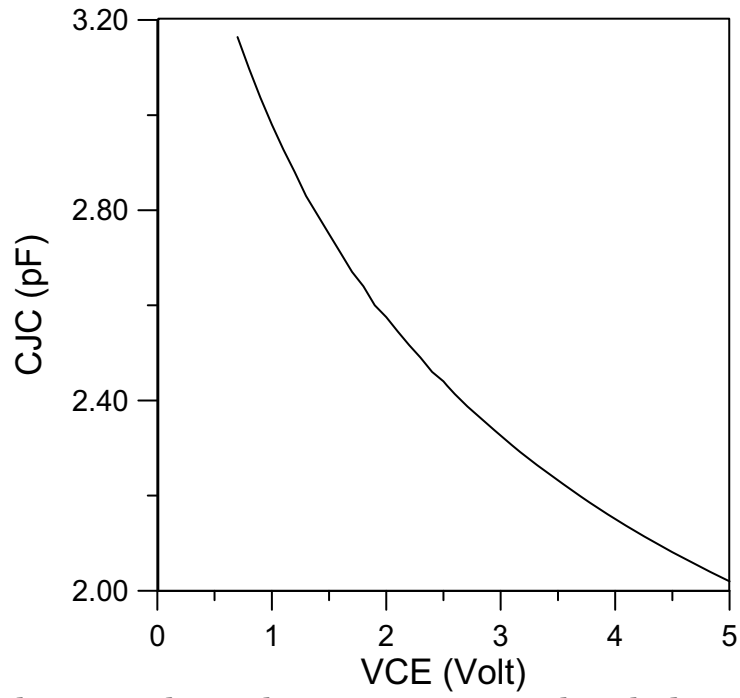
4. Bir NMOS transistor için ölçü yoluyla $V_{GS} = 1V$ için elde edilmiş olan çıkış özgeğrisi Şekil-3'de ve buna ilişkin veriler de Tablo-4'de görülmektedir. Bu verilerden hareketle tranzistora ilişkin λ kanal boyu modülasyonu parametresini belirleyiniz. λ kanal boyu modülasyonu parametresini nasıl belirlediğinizi gerekli bağıntıları da yazarak ayrıntılı olarak açıklayınız.

Tablo-4. NMOS tranzistorun $V_{GS} = 1V$ için çıkış özgeğrisi verileri.

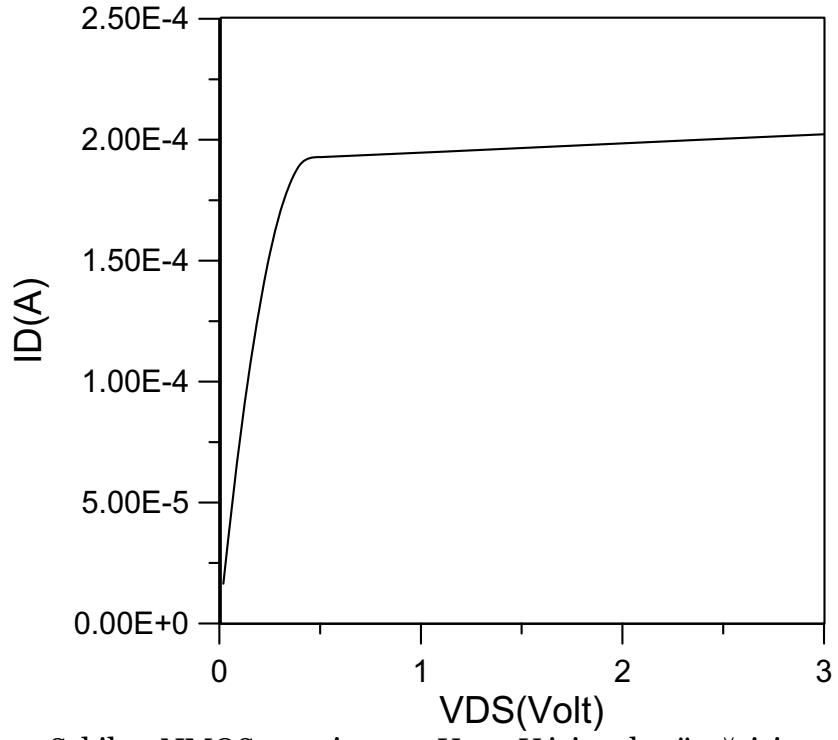
V_{DS} (V)	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5	2.75	3
I_D (μA)	192.79	193.75	194.7	195.66	196.61	197.55	198.52	199.48	200.42	201.37	202.3



Şekil-1. İleri Yönde Kutuplanma Karakteristiği (y eksenı logaritmik)



Şekil-2. C_{JC} jonksiyon kapasitesinin V_{CE} gerilimiyle değişimi.



Şekil-3. NMOS transistorun $V_{GS}=1V$ için çıkış özeğrisi.