

# Yarıiletken Elemanların ve Düzenlerin Modellenmesi

**2005-2006 Eğitim-Öğretim Yılı  
Yılıçi Sınavı  
(7.11.2005, Çarşamba)**

**Kendi not ve kitaplarınızı kullanabilirsiniz. Süre 150 dakikadır.  
Puanlama: 1(25), 2 (25), 3(20), 4( 30).**

**Soru 1.** Bir bipolar tranzistor için

- a-  $V_{BE}$  = sabit çıkış özgeçirimi yardımıyla Geliştirilmiş Ebers-Moll modelinde Early olayını modellemek üzere öngörülen  $M_F$  Early çarpanını ve  $m_C$  BC jonksiyonu kapasite gradyan faktörünün nasıl belirlenebileceğini araştırınız, bunun için bir yöntem öneriniz.
- b- Tablo-1'de verilenlerden yararlanarak ölçü büyüklükleri verilen tranzistor için  $M_F$  Early çarpanını ve  $m_C$  kapasite gradyan faktörünü belirleyiniz.

Tablo-1.  $V_{BE} = 0.7V$  için  $I_C$ - $V_{CE}$  ve  $y_{oe}$ - $V_{CE}$  değişimleri

$V_{CE}[V]$	.9	1.1	1.5	2.1	2.5	3.1	4.1	5.1	6.1	7.1
$I_C[\mu A]$	527	531	537	546	551	557	567	576	584	591
$y_{oe}[\mu S]$	11.7	10	9.5	8.2	7.1	6.5	5.3	4.8	4.4	4.2

**Soru 2.**

**Tablo 2**

$I_C$ (A)	BF	$V_{BE}$ (mV)	$I_C$ (A)	BF	$V_{BE}$ (mV)
1 $\mu$	37.65	468.6	1m	94.2	646
2 $\mu$	41.834	485.4	2m	100.23	665
4 $\mu$	46.73	503	4.93m	107.13	687.6
7.8 $\mu$	51.84	520.43	7.9m	109.5	701
10.12 $\mu$	53.8	527	10.3m	111.2	708
19.5 $\mu$	59.15	544	16.1m	112.51	720.4
40.7 $\mu$	65.41	563	20m	112,68	727
59 $\mu$	68.65	573	27,12m	112,26	736
81 $\mu$	71.56	581	35m	111.21	744
0.102m	73.65	587	40m	110.22	749
0.2m	79,67	604.4	50m	108.42	756
0.4m	85.98	622	60,75m	106.17	763
0.8m	92.26	641	80m	101.52	774

Bir bipolar tranzistor için

- EM3 modelindeki  $\theta$  parametresi ile SPICE GP modelindeki  $I_{KF}$  dirsek akımı arasındaki ilişkiyi araştırınız. Bağlıları karşılaştırarak ve çalışma şartlarını da dikkate alarak ileri yönde çalışma için  $I_{KF}$  dirsek akımını  $\theta$  parametresine bağlayan bağıntıyı yazınız.
- HP 4155 parametre analizörü yardımıyla bir npn tranzistor için elde edilmiş olan  $BF$ ,  $I_C V_{BE}$  büyüklükleri arasındaki ilişki Tablo 2'de görülmektedir. Bu tranzistora ilişkin  $I_S$ ,  $\beta_{FM}$ ,  $I_{SE}$ ,  $n_{EL}$ ,  $I_{KF}$  model parametrelerini tabloda verilen ölçüm değerlerinden yararlanarak belirleyiniz. Parametreleri nasıl belirlediğinizi de kısaca açıklayınız.

**Soru 3.** Tablo-3'deki parametre değerleri  $T=300^\circ\text{K}$  (oda sıcaklığı:  $27^\circ\text{C}$ ) için belirlenmişlerdir.  $T=75^\circ\text{C}$  için bu parametre değerleri ne olur? Bulunuz.

**Tablo 3.**

```
.model Q2N1566 NPN(Is=14.34f Xti=3 Eg=1.11 Vaf=74.03 Bf=173.4 Ne=1.272
+ Ise=14.34f Ikf=.2689 Xtb=1.5 Br=6.458 Nc=2 Isc=0 Ikr=0 Rc=1
+ Cjc=9.393p Mjc=.3416 Vjc=.75 Fc=.5 Cje=22.01p Mje=.377 Vje=.75
+ Tr=48.39n Tf=409.7p Itf=.6 Vtf=1.7 Xtf=3 Rb=10)
* National pid=19 case=TO5
* 88-09-07 bam creation
```

Kullanılabilecek büyüklükler:  $\alpha = 7,2 \times 10^{-4}$ ,  $\beta=1108$  K,  $E_g(0) = 1,16\text{eV}$ , Boltzman sabiti  $k= 1,38 \times 10^{-23}\text{J/K}$

$I_S$ ,  $\phi_E$ ,  $\phi_C$ ,  $\beta_F$ ,  $\beta_R$ ,  $I_{SE}$ ,  $I_{SC}$ ,  $C_{JC}$ ,  $C_{JE}$  parametrelerinin yeni değerleri hesaplanacaktır. Listede  $\phi_C$  büyüklüğü  $V_{jc}$ ,  $\phi_E$  büyüklüğü  $V_{je}$ ,  $m_C$  büyüklüğü  $M_{jc}$ ,  $m_E$  büyüklüğü  $M_{je}$  olarak belirtilmiştir.

**Soru 4.** Boyle ve Peic işlemsel kuvvetlendirici makromodellerinde işlemsel kuvvetlendiricinin pozitif ve negatif besleme kaynaklarından çekilen akımlarla çıkış akımının ilişkisi modellenmemektedir.

Boyle makromodelinde güç tüketiminin modellenmesi için tek bir direnç kullanılarak sükunet durumunda çekilen akım modellenmekte, Peic makromodeli ise bunları içermemektedir. Bir işlemsel kuvvetlendiricide besleme kaynaklarından çekilen akımlarla çıkış akımının toplamı sıfırdır. Buna göre

$$I_+ - I_- = I_L$$

şartının sağlanması gerekmektedir.

Boyle makromodeli üzerinde gerekli düzeltmeleri yaparak bu şartı sağlayacak

biçime getiriniz. Bunun için bağımlı kaynaklar kullanılabilir.

