

**ELE517****Yarıiletken Elemanların ve Düzenlerin modellenmesi****2013-2014 Eğitim-Öğretim Yılı, Yılıçi Sınavı**

**Süre İKİ saattir. Soruların tümü yanıtlanacaktır. Kendi not ve kitaplarınızdan yararlanabilirsiniz. Başkasından, not, kitap, hesap makinesi vb. alınmaz.**

**Soru 1:** Bir npn bipolar tranzistora ilişkin SPICE model parametreleri 270C (300K) de ölçüm yoluyla belirlenmiştir. Elde edilen parametre değerleri Tablo-1'de görülmektedir. IS, ISE, ISC,  $\beta_F$ ,  $\beta_R$ , CJC, CJE,  $\phi_E$ ,  $\phi_C$  model parametreleri 100°C'de hangi değerleri alırlar?

İlgili bağıntıları kullanarak hesaplayınız. Model parametrelerinin SPICE programındaki sembolleri parantez içinde belirtilmiştir: IS, ISE (ISE), NEL (NE), ISC(ISC), NCL (NC),  $\beta_F$ (BF),  $\beta_R$ (BR), IKF (IKF), IKR (IKR), CJC<sub>0</sub> (CJC), CJE (CJE),  $\phi_C$  (VJC),  $\phi_E$ (VJE).

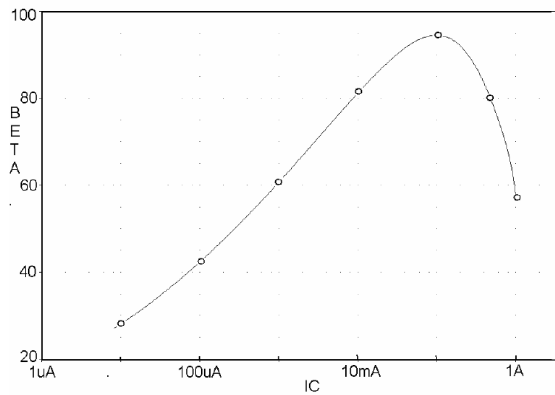
**Tablo-1. NPN transistor için 27°C (300K) de belirlenen model parametreleri**

```
.MODEL B1 NPN IS 5.24E-16 BF 384.5 BR 2.345 NF 1.06 VAF 79.5
+IKF .025 ISE 8.3E-14 NE 1.935 NR 1.005 VAR 9.64 IKR 1.845E-4
+ISC 7.5E-15 NC 1.22 RE 2.85 RC 30.15 RB 7.5 CJC .6E-12
+VJC .85 MJC .475 CJE .94E-12 VJE .75 MJE .32 CJS 1.883E-12
+VJS .7 MJS .333 XTB .213 XTI 4.71 TF .64E-9 TR 3E-9
```

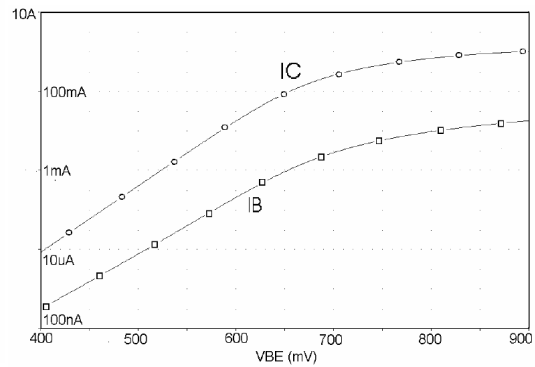
$\alpha = 7.04 \times 10^{-4}$ ,  $\beta = 1108$ ,  $E_g(0) = 1.16\text{eV}$ ,  $q = 1.6 \times 10^{-19}$  Coulomb.

**Soru 2:**

1. Şekil-1'deki değişimlerden ve buna ilişkin verilerin yer aldığı Tablo-2'den yararlanarak bir bipolar npn tranzistora ilişkin  $\beta_F$ , ISE,  $n_{EL}$ , IKF, I<sub>SO</sub> parametrelerini belirleyiniz.



(a)



(b)

Şekil-1 Soru 2. a)  $\beta_F$ - $I_C$ , b)  $I_C$ - $V_{BE}$  ve  $I_B$ - $V_{BE}$  değişimleri

Tablo 2. Şekil-1'deki eğrilere ilişkin değerler

VBE	IC (A)	IB(A)	VBE	IC (A)	IB(A)
4.000E-01	8.371E-06	3.083E-07	6.580E-01	1.053E-01	1.115E-03
4.200E-01	1.814E-05	5.785E-07	6.590E-01	1.080E-01	1.143E-03
4.400E-01	3.929E-05	1.090E-06	6.600E-01	1.107E-01	1.172E-03
4.600E-01	8.510E-05	2.065E-06	6.700E-01	1.402E-01	1.492E-03
4.800E-01	1.842E-04	3.933E-06	6.800E-01	1.734E-01	1.865E-03
5.000E-01	3.986E-04	7.531E-06	6.900E-01	2.099E-01	2.291E-03
5.200E-01	8.609E-04	1.450E-05	7.000E-01	2.487E-01	2.762E-03
5.400E-01	1.855E-03	2.804E-05	7.100E-01	2.898E-01	3.285E-03
5.600E-01	3.969E-03	5.439E-05	7.200E-01	3.318E-01	3.842E-03
5.800E-01	8.394E-03	1.054E-04	7.300E-01	3.751E-01	4.442E-03
6.000E-01	1.736E-02	2.023E-04	7.400E-01	4.188E-01	5.073E-03
6.110E-01	2.548E-02	2.872E-04	7.500E-01	4.626E-01	5.734E-03
6.300E-01	4.757E-02	5.141E-04	7.600E-01	5.064E-01	6.421E-03
6.400E-01	6.446E-02	6.874E-04	7.700E-01	5.499E-01	7.132E-03
6.500E-01	8.541E-02	9.046E-04	7.800E-01	5.930E-01	7.863E-03
6.510E-01	8.774E-02	9.290E-04	7.900E-01	6.356E-01	8.613E-03
6.520E-01	9.014E-02	9.542E-04	8.000E-01	6.775E-01	9.380E-03
6.530E-01	9.261E-02	9.801E-04	8.100E-01	7.186E-01	1.016E-02
6.540E-01	9.503E-02	1.006E-03	8.200E-01	7.587E-01	1.096E-02
6.550E-01	9.751E-02	1.032E-03	8.400E-01	8.346E-01	1.260E-02
6.560E-01	1.001E-01	1.059E-03	8.600E-01	9.033E-01	1.431E-02
6.570E-01	1.027E-01	1.087E-03	8.800E-01	9.621E-01	1.604E-02
			9.000E-01	1.015E+00	1.784E-02

**Soru 3:** Bir işlemsel kuvvetlendiriciye ilişkin temel başarımlar parametreleri aşağıda belirtilmiştir:

Açık çevrim fark işaret kazancı  $H_v$  (dB) = 90dB, yükselme eğimi  $SR_{+} = 0.47V/\mu s$  ve  $SR_{-} = 0.4V/\mu s$ , baskın kutup  $f_1 = 10Hz$ , baskın olmayan kutup  $f_2 = 5MHz$ , çıkış direnci  $R_o = 50\Omega$ , fark işaret giriş direnci  $R_{ID} = 2M\Omega$ , ortak işaret giriş direnci  $R_{IC} = 2G\Omega$ , ortak işareti bastırma oranı  $CMRR$ (dB) = 80dB, çıkış akımı sınırları  $I_{Omax} = 40.5mA$ ,  $I_{Omin} = -35mA$ , çıkış gerilimi sınırları  $V_{Omax} = 4.5V$  ve  $V_{Omin} = -4V$ , giriş dengesizlik gerilimi  $V_{OFF} = 2mV$ , giriş akımları  $I_{B1} = I_{B2} = I_B = 400nA$ . Diyot gerilimleri  $V_D = 0.7V$  alınacaktır. İşlemsel kuvvetlendirici  $\pm 5V$  simetrik kaynakla beslenmektedir.

- Verilerden yararlanarak Peic makromodelini oluşturunuz, eleman değerlerini gerekli açıklamaları da vererek belirleyiniz.
- İşlemsel kuvvetlendirici  $\pm 5V$  ile beslendiğinde akan sükunet akımı  $I_Q = 5mA$  olarak saptanmıştır. Bu güç tüketimini modelleyecek şekilde, devrenize nasıl bir ek yapmanız gerekir? Eklediğiniz elemanın değerini hesaplayınız.