

Bu sınavda çözüm için kullandığınız kağıtların yanında SADECE hesap makinası ve kendi el yazınız ile hazırlanmış A4 boyutlu bir "kopya kağıdı" kullanma hakkınız var. Sınav sonunda kağıtlar toplanırken "kopya kağıdı"nızı lütfen sınav kağıtları ile beraber veriniz. "kopya kağıdı"nızı sınav değerlendirildikten sonra geri alabilirsiniz. Bulduğunuz sonuçların birimlerini yazmayı ve birim uyumuna dikkat etmeyi unutmayınız.

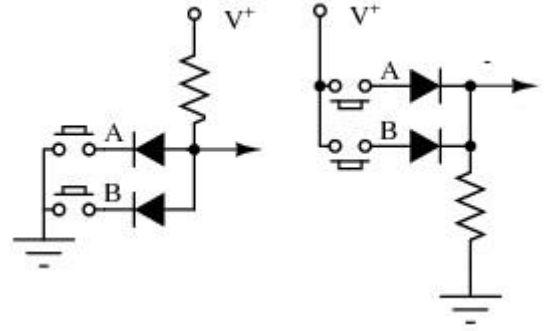
EHB222 ELEKTRONİĞE GİRİŞ (10816)

1. Yarıyıl Sınavı 1 Kasım 2016 13.30-15.30

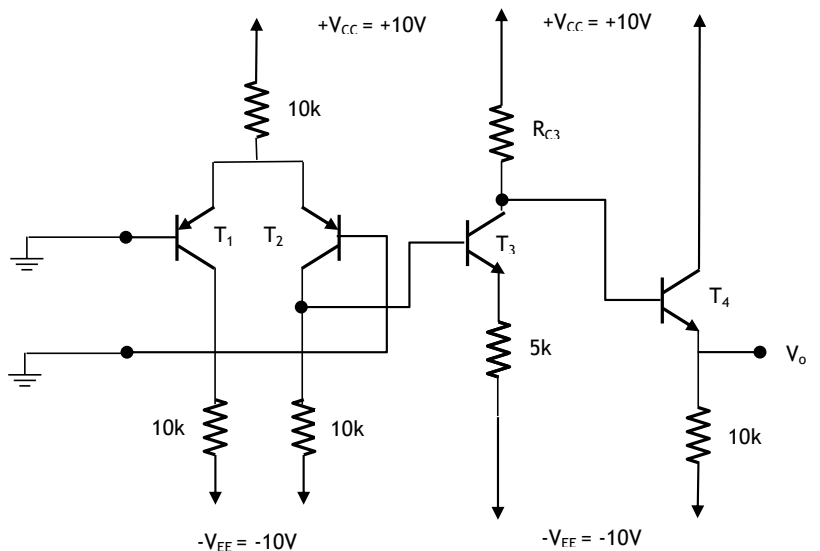
İnci ÇİLESİZ / Ensar VAHAPOĞLU

- Bir Si diyotta katkı yoğunlukları $N_D = 10^{18} / \text{cm}^3$ ve $N_A = 10^{15} / \text{cm}^3$ olarak verilmiştir. $n_i = 1,5 \cdot 10^{10} / \text{cm}^3$, $q = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $\epsilon_r = 12$, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-14} \text{ F/cm}$, $V_T = 25 \text{ mV}$ olduğuna göre, oda sıcaklığında
 - Her iki bölgeden azınlık ve çoğunluk taşıyıcılarının yoğunluklarını bulunuz. (6 puan)
 - Potansiyel seddi yüksekliği nedir? (4 puan)
 - Fakirleşmiş bölgenin uzunluğu ne kadardır, bunun ne kadarı n-tipi ne kadarı p-tipi katkılanmış bölge içindedir? (6 puan)
 - Fakirleşmiş bölgede elektrik alanın aldığı en büyük değer nedir? (4 puan)
 - Fakirleşmiş bölge kapasitesinin birim alandaki değeri nedir? (4 puan)
 - Bu Si diyoda iletim yönünde 0,6 V'luk bir gerilim uygulandığında yukarıda bulduğunuz fakirleşmiş bölge uzunluğu, fakirleşmiş bölge kapasitesinin birim alandaki değeri ve fakirleşmiş bölgede elektrik alanın aldığı en büyük değer nasıl değişir? Hesaplayınız (6 puan)
- Sağ yandaki diyotlu devrelerin hangi lojik fonksiyonları sağladığını bulunuz. **LOJİK 1 = V⁺**, **LOJİK 0 = 0V** olduğunu unutmayınız ve her iki devre için aşağıdaki gibi birer tablo oluşturunuz. (2x15 puan)

GİRİŞ A	GİRİŞ B	ÇIKIŞ (->)
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



- Aşağıdaki 3 katlı devre için $h_{FE} = 100$, $V_T = 25 \text{ mV}$, $|V_{BE}| = 0,6 \text{ V}$ olduğuna göre
 - Tüm transistörlerin kutuplama değerlerini ve R_{C3} 'ü çıkışta (V_o) kırılma en aza indirgenecek ve simetrik alacak biçimde bulunuz (30 puan)
 - 10k direncinin sağlayacağı ilk kat emetör akımlarını sağlayacak şekilde bir akım aynası tasarlayınız. (10 puan)



BASARILAR

1. YANIT:

Si diyotta katkı yoğunlukları $N_D = 10^{18} / \text{cm}^3$ ve $N_A = 10^{15} / \text{cm}^3$ olarak verilmiş. $n_i = 1,5 \cdot 10^{10} / \text{cm}^3$, $q = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $\epsilon_r = 12$, $\epsilon_o = 8,85 \cdot 10^{-14} \text{ F/cm}$, $V_T = 25 \text{ mV}$ olduğuna göre

a. Her iki bölgenin azınlık ve çoğunluk taşıyıcılarının yoğunlukları

bölge	çoğunluk taşıyıcıları	azınlık taşıyıcıları
n-tipi	$n_n = N_D = 10^{18} / \text{cm}^3$	$p_n = n_i^2 / N_D = 225 / \text{cm}^3$
p-tipi	$p_p = N_A = 10^{15} / \text{cm}^3$	$n_p = n_i^2 / N_A = 2,25 \cdot 10^5 / \text{cm}^3$

b. Potansiyel seddi yüksekliği için

$$V_B = -V_T \cdot \ln\left(\frac{n_i^2}{N_A \cdot N_D}\right) \text{ bağıntısından } V_B = 0,728 \text{ V} = \underline{\underline{728 \text{ mV}}}.$$

c. $x_n N_D = x_p N_A$ eşitliğinden dolayı $N_D/N_A = 1000$ olduğu için fakirleşmiş bölgenin neredeyse tamamı (daha doğrusu %99,9 u) p tipi katkılanmış bölge içindedir, yani $\underline{\underline{w \approx x_p}}$

$$w = \sqrt{\frac{2 \cdot \epsilon_o \cdot \epsilon_r \cdot V_B}{q} \left[\frac{1}{N_D} + \frac{1}{N_A} \right]} \text{ bağıntısından } w = 9,83 \cdot 10^{-5} \text{ cm} = \underline{\underline{0,983 \mu\text{m}}} \approx \underline{\underline{1 \mu\text{m}}}.$$

d. Fakirleşmiş bölge içinde alan şiddetinin jonksiyonda en büyük değerini aldığını derste gördük. O halde elektriksel alan şiddetinin jonksiyondaki değerini bulmalıyız:

$$V_p(x) = \frac{q \cdot N_A}{2 \cdot \epsilon_o \cdot \epsilon_r} x^2 - \frac{q \cdot N_A}{\epsilon_o \cdot \epsilon_r} x_p \cdot x, \text{ buradan da } E(x) = -\frac{dV(x)}{dx} = -\frac{q \cdot N_A}{\epsilon_o \cdot \epsilon_r} x + \frac{q \cdot N_A}{\epsilon_o \cdot \epsilon_r} x_p$$

bağıntısını jonksiyonda, yani $x=0$ için hesaplırsak $E(0) = \underline{\underline{14,8 \text{ kV/cm}}}$ buluruz.

e. Fakirleşmiş bölge kapasitesinin değeri için

$$C = \epsilon_o \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{w} \text{ bağıntısında } C/A = \underline{\underline{10,8 \text{ nF/cm}^2}} \text{ olarak buluruz.}$$

Bu Si diyoda iletim yönünde 0,6 V'luk bir gerilim uygulandığında yukarıda kullandığımız bağıntılarda V_B gördüğümüz her yerde bunu ($V_B - 0,6 \text{ V}$) ile değiştirirsek

$$w_{0,6} \approx x_p = 4,12 \cdot 10^{-5} \text{ cm} = \underline{\underline{0,412 \mu\text{m}}}; E(x_p)_{0,6} = \underline{\underline{6,22 \text{ kV/cm}}}; (C/A)_{0,6} = \underline{\underline{25,7 \text{ nF/cm}^2}} \text{ olarak buluruz.}$$

2. **YANIT:** Lütfen bakınız: www.allaboutcircuits.com/textbook/semiconductors/chpt-3/diode-switching-circuits/

3. YANIT: $I_{C1} = I_{C2} = \frac{V_{CC} - V_{BE1}}{2R_E} = \frac{10V - 0,6V}{20k} = \frac{9,4V}{20k} = \underline{\underline{0,47mA}}$

Mavi renkli çevrimden

$$-(I_{C2} - I_{B3})10k + V_{BE3} + (h_{FE} + 1)I_{B3}5k = 0$$

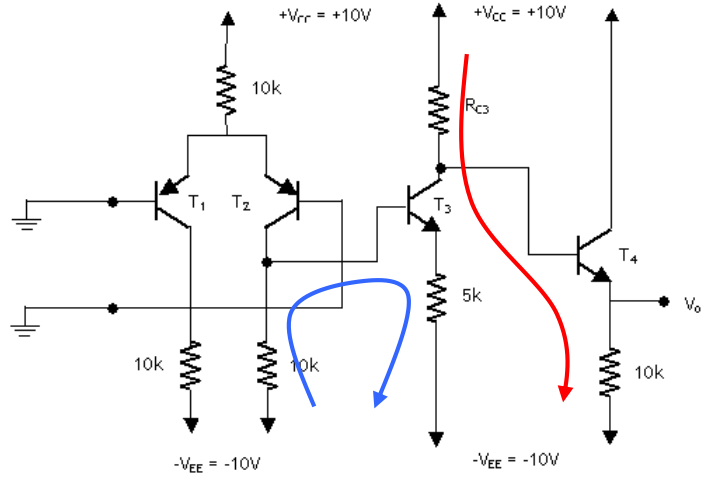
$$I_{C3} = h_{FE} \frac{10k * I_{C2} - V_{BE3}}{(h_{FE} + 1)5k + 10k} = \underline{\underline{0,8mA}}$$

$V_0 = 0V$ olması gerektiğine göre

$$I_{E4} = \frac{0V - (-V_{EE})}{10k}$$

$$(h_{FE4} + 1)I_{B4}10k = 10V$$

$$\Rightarrow I_{C4} = h_{FE4}I_{B4} = \underline{\underline{0,99mA}}$$



$$V_{B4} = +V_{CC} - R_{C3} * (I_{C3} + I_{B4}) = +10V - R_{C3} * (0,91mA + 9,9\mu A) = V_{BE4} = 0,6V$$

$$R_{C3} = \frac{10V - 0,6V}{0,8mA + 9,9\mu A} = \underline{\underline{11k6}}$$