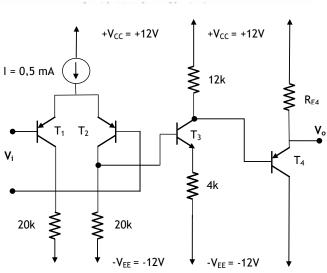
Bu sınavda çözüm için kullandığınız kağıtların yanında SADECE hesap makinası ve kendi el yazınız ile hazırlanmış A4 boyutlu bir "kopya kağıdı" kullanma hakkınız var. Sınav sonunda kağıtlar toplanırken "kopya kağıdı"nızı lütfen sınav kağıtları ile beraber veriniz. "kopya kağıdı"nızı sınav değerlendirildikten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

EHB222 ELEKTRONİĞE GİRİŞ (21136+21137) 1. Yarıyıl Sınavı 22 Mart 2017 17.00-.19.00 İnci ÇİLESİZ / Ensar VAHAPOĞLU

- 1. Bir Si diyotta katkı yoğunlukları $N_D = 2 \ 10^{16} \ /cm^3 \ ve \ N_A = 10^{15} \ /cm^3$ olarak verilimiştir. $n_i = 1,5 \ 10^{10} \ /cm^3$, $q = 1,602 \ 10^{-19} \ C$, $\varepsilon_r = 12$, $\varepsilon_o = 8,85 \ 10^{-14} \ F/cm$, $V_T = 25 \ mV$ olduğuna göre, oda sıcaklığında
 - a. Her iki bölgedenin azınlık ve çoğunluk taşıyıcılarının yoğunluklarını bulunuz. (4 puan)
 - b. Potansiyel seddi yüksekliği nedir? (3 puan)
 - c. Fakirleşmiş bölgenin uzunluğu ne kadardır, bunun ne kadarı n-tipi ne kadarı p-tipi katkılanmış bölge içindedir? (4 puan)
 - d. Fakirleşmiş bölgede elektrik alanın aldığı en büyük değer nedir? (4 puan)
 - e. Fakirleşmiş bölge kapasitesinin birim alandaki değeri nedir? (3 puan)
 - f. Bu Si diyoda iletim yönünde 0,6, -0,6 ve -5 V'luk gerilimler uygulandığında yukarıda bulduğunuz fakirleşmiş bölge uzunluğu, fakirleşmiş bölge kapasitesinin birim alandaki değeri ve fakirleşmiş bölgede elektrik alanın aldığı en büyük değer nasıl değişir? Hesaplayınız (12 puan)
- Yandaki devre gördüğünüz gibi zamanla değişen ve genliği 15 V olan bir işaret tarafından sürülmektedir. Zener gerilimi 10 V ve V_D = 0,6 V alınırsa çıkıştaki işaretin zamanla değişimi nasıl olur? Önce hesaplayınız sonra yaklaşık olarak çiziniz. (30 puan)
- $v_s(t) = \begin{pmatrix} & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\$
- 3. Yandaki 3 katlı devre için h_{FE} = 200, $|V_{BE}|$ = 0,6 V olduğuna göre
 - Uzun kuyruklu kata 0,5 mA kutuplama akımı sağlayacak akım aynasını tasarlayınız. (10 puan)
 - Çıkışta kırpılma minimum ve simetrik yani
 V₀ = 0 V olacak biçimde diğer kutuplama akımlarını bulunuz. İkinci katın kutuplama akımını bulamazsanız I_{C3} = 1 mA alınız. (30 puan)



BİLİMSEL KÜLTÜR SORUSU:

(Doğru yanıtların her biri 2,5 puan; yanlış yanıtların her biri eksi 2,5 puan)

Ağağıdaki birimlere adını veren kişilerin adlarını-soyadlarını, uzmanlık alanlarını, yaklaşık olarak yaşadıkları yılları ve hangi ulustan olduklarını yazınız:

- 1. kΩ
- 2. mV
- 3. mA
- 4. MHz

1. YANIT:

Si diyotta katkı yoğunlukları $N_D=10^{18}$ /cm³ ve $N_A=10^{15}$ /cm³ olarak verilmiş. $n_i=1,5$ 10^{10} /cm³, q=1,602 10^{-19} C, $\varepsilon_r=12$, $\varepsilon_0=8,85$ 10^{-14} F/cm, $V_T=25$ mV olduğuna gore

a. Her iki bölgenin azınlık ve çoğunluk taşıyıcılarının yoğunlukları

bölge	çoğunluk taşıyıcıları	azınlık taşıyıcıları
n-tipi	$n_n = N_D = 2 \cdot 10^{16} / cm^3$	$p_n = n_i^2/N_D = 11300 / cm^3$
p-tipi	$p_p = N_A = 10^{15} / cm^3$	$n_p = n_i^2/N_A = 225000 / cm^3$

b. Potansiyel seddi yüksekliği için

$$V_B = -V_T \cdot \ln \left(\frac{n_i^2}{N_A \cdot N_D} \right)$$
 bağıntısından $V_B = 0,630 \text{ V} = \underline{630 \text{ mV}}.$

c. $x_n N_D = x_p N_A$ eşitliğinden dolayı $N_D/N_A = 20$ olduğu için fakirleşmiş bölgenenin kaba olarak %5'i n-tipi %95'i de p-tipi katkılanmış bölge içindedir.

$$w = \sqrt{\frac{2 \cdot \varepsilon_o \cdot \varepsilon_r \cdot V_B}{q} \left[\frac{1}{N_D} + \frac{1}{N_A} \right]} \text{ bağıntısından w = 9,37 10-5 cm} = \underline{0.937 \ \mu m}.$$

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 \varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x^{2} - \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} \cdot x \text{, buradan da } E(x) = -\frac{dV(x)}{dx} = -\frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A}}{\varepsilon_{o} \cdot \varepsilon_{r}} x_{p} + \frac{q \cdot N_{A$$

bağıntısını jonksiyonda, yani x=0 için hesaplarsak E(0) = 13,5 kV/cm buluruz.

e. Fakirleşmiş bölge kapasitesinin değeri için

$$C = \mathcal{E}_o \cdot \mathcal{E}_r \frac{A}{w}$$
 bağıntısında C/A = 11,3 nF/cm² olarak buluruz.

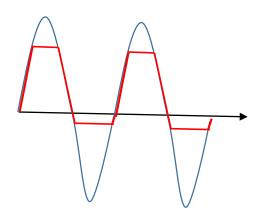
	kutuplamasız	0,6 V	-0,6 V	-5 V
W _{dep} [μm]	0,937	0,205	1,310	2,800
C/A [nF/cm ²]	11,3	51,7	8,11	3,79
X _p [μm]	0,892	0,195	1,250	2,670
X _n [μm]	0,045	0,010	0,060	0,130
E [kV/cm]	13,5	2,95	18,8	40,2

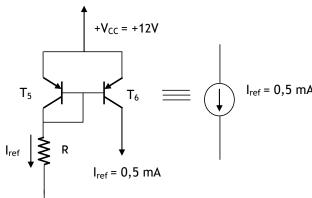
2. YANIT:

D₁ ve D₂ bir kolda D₃ diğer parale kolda olmak üzere iki paralel kollu bir devremiz var.

- a. Zamanla değişen işaretin genliği ±15 V arasında değişirken D₃ negatif değerlerde bir sınırlama yapacak ve çıkışı -0,6 V'da sabit tutacak. Yani giriş -15 ile -0,6 V arasında değişirken çıkış -0,6'da sabit, -0,6 ile 0 V arasında girişi izleyecek, çünkü negatif değerlerde birinci koldaki doğrultucu ve Zener diyotlar seri olarak bağlandıkları için akım iletmezler.
- b. Gelelim birinci kola. Zener ve doğrultucu diyotlar işlevsel böglerinde çalışmak üzere kutuplandıkları zaman, yani giriş işaretini genliği +10,6 ile 15 V arasında değişirken her ikisi de iletimde olacağı için çıkışı +10,6 V'da sabit tutacaklar. Giriş işaretinin negatif değerleri için bu koldaki doğrultucu tıkama yönünde kutuplu olduğundan Zener diyodun nornal diyor gibi çalışmasına fırsat olmayacak.

c. Kısaca devremizin çıkışı -0,6 ile +10,6 V arasında sınırlanacak.





3. YANIT: Kutuplama yapılacak ve akımlar bulunacak...

a.

$$R = \frac{V_{CC} - V_{EB5} - 0}{I_{ref}} = \frac{12V - 0.6V - 0}{0.5mA} = \underline{22k8}$$

SAĞLAMASINI YAPMAYI UNUTMAYINIZ.

b.
$$I_{C1} = I_{C2} = \frac{h_{FE}}{h_{FE} + 1} \cdot \frac{I_{ref}}{2} = \frac{200}{200 + 1} \cdot \frac{0,5mA}{2} \Rightarrow I_{C1} = I_{C2} = \underline{0,249mA}$$

$$1 = 0,5 \text{ mA}$$

$$V_{1}$$

$$V_{20k}$$

$$V_{20k}$$

$$V_{EE} = -12V$$

$$V_{EF} = -12V$$

$$V_{FF} = -12V$$

c.
$$-(I_{C2}-I_{B3})20k+V_{BE3}+(h_{FE}+1)I_{B3}4k=0$$

$$\begin{split} I_{C3} &= h_{FE} \, \frac{20k * I_{C2} - V_{BE3}}{(h_{FE} + 1)4k + 20k} = 200 \, \frac{20k * 0,248mA - 0,6V}{(200 + 1)4k + 20k} = \underline{\underbrace{1,06mA}} \\ &(h_{FE} + 1)I_{B3}R_{E4} + V_{EB4} - (I_{C3} - I_{B4})12k = 0 \,, \\ &(h_{FE} + 1)I_{B4}R_{E4} = 12V \\ &12V + V_{EB4} - (I_{C3} - I_{B4})12k = 12V + 0,6V - (1,06mA - I_{B4})12k = 0 \\ &I_{C4} = h_{FE} \bigg[1,06mA - \frac{12,6V}{12k} \bigg] = \underline{\underbrace{2,38mA}} \\ &R_{E4} = \frac{12V}{(h_{FE} + 1)I_{B4}} = \underline{\underbrace{5k007}} \end{split}$$

BİLİMSEL KÜLTÜR SORULARI

Georg Simon OHM, 1789-1854, Alman fizikçi ve matematikçi Alessandro Guiseppe Antonio Antonissio VOLTA, 1745-1827, İtalyan kimyacı ve fizikçi André-Marie AMPERE, 1775-1836 Fransız fizikçi Heinrich Rodolf HERTZ, 1857-1894, Alman fizikçi