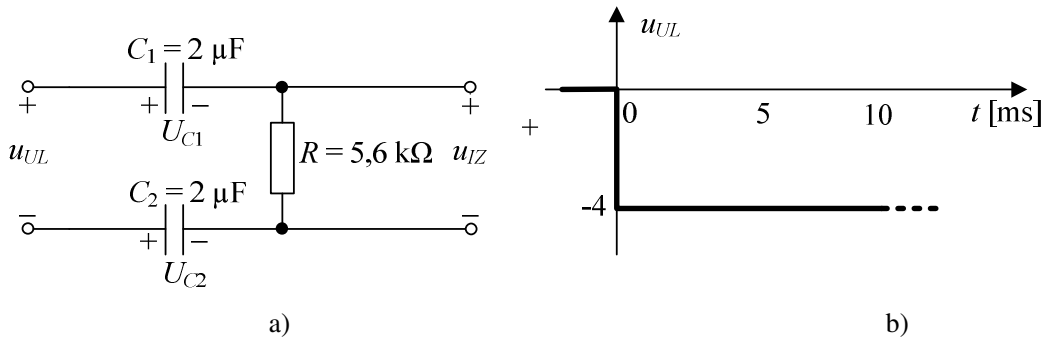


MEĐUISPIT IZ ELEKTRONIKE 1

ZADACI

ZADATAK 1. Za sklop na slici a) priključen je ulazni napon $u_{UL}(t)$ prema slici b). U $t = 0$ ms napon na kondenzatoru C_1 iznosi $U_{C1} = 1.5$ V dok na kondenzatoru C_2 iznosi $U_{C2} = 1.5$ V.

- Napisati izraz za izlazni napon u intervalu $0 < t < \infty$ ms (**3 boda**).
- Izračunati vrijednosti izlaznog napona u $t = 0$ ms i 5 ms (**2 boda**).
- Na istom grafu nacrtati ulazni i izlazni napon (**1 bod**).



ZADATAK 2. Silicij je dopiran donorima $N_D = 2 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$. Odrediti:

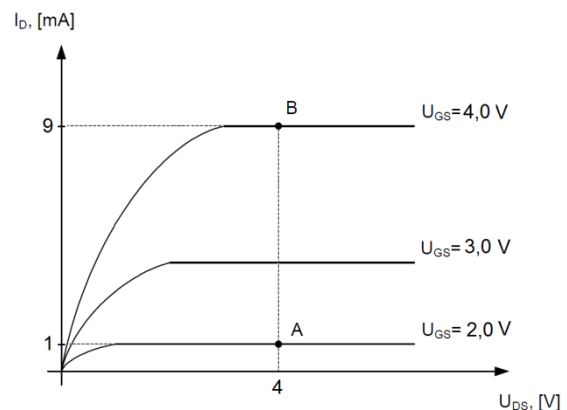
- položaj Fermijeve energije na temperaturi $T = 300$ K (**2 boda**),
- tip i iznos koncentracije primjese koju treba dodati da bi na $T = 400$ K Fermijeva energija bila na istoj udaljenosti od vrha vodljivog pojasa kao pod a) (**4 boda**).

ZADATAK 3. Koncentracije primjese na n i p strani silicijske diode iznose $N_D = 4 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ i $N_A = 2 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$. Parametri manjinskih nosilaca su $\mu_n = 800 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, $\mu_p = 300 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, $\tau_n = 0,5 \mu\text{s}$ i $\tau_p = 0,8 \mu\text{s}$. Površina pn spoja iznosi $S = 1 \text{ mm}^2$. Širine n i p strane diode su $W_n = 350 \mu\text{m}$ i $W_p = 0,8 \mu\text{m}$. Napon propusne polarizacije pn -spoja je $U_D = 0,55$ V. Vrijedi $T = 300$ K. Pretpostaviti $m = 1$.

- Nacrtati raspodjele manjinskih nosilaca, izračunati i označiti rubne te ravnotežne koncentracije (**6 bodova**).
- Izračunati struju zasićenja I_S (**2 boda**).
- Izračunati iznos struje kroz diodu I_D (**1 bod**).
- Ako serijski otpor neutralnih p i n strana iznose redom 5 i 7 Ω , koliki je napon na stezaljkama diode U (**1 bod**)?

ZADATAK 4. Izlazna karakteristika nekog MOSFET-a prikazana je na slici. Faktor modulacije dužine kanala λ je približno jednak nuli.

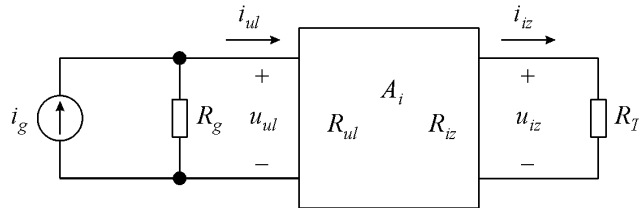
- Uz obrazloženje, odrediti tip MOSFET-a (n ili p kanalni, obogaćeni ili osiromašeni) (**1 bod**).
- Izračunati napon praga U_{GS0} (**3 boda**).
- Izračunati debljinu oksida upravljačke elektrode t_{ox} ako je omjer širine i duljine kanala $W/L = 20$, te pokretljivost nosilaca $\mu = 350 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ (**2 boda**).
- Nacrtati prijenosnu karakteristiku i na njoj označiti položaj točaka A i B. (**2 bod**).



PITANJA

1. Pojačalo na slici ima strujno pojačanje uz kratkospojen izlaz $A_i = 150$, ulazni otpor $R_{ul} = 1 \text{ k}\Omega$ i izlazni otpor $R_{iz} = 4 \text{ k}\Omega$. Uz koji će otpor trošila R_T strujno pojačanje biti $A_I = i_{iz}/i_{ul} = 100$? Koliko je pri tome naponsko pojačanje $A_V = u_{iz}/u_{ul}$ (2 boda)?

- a) $R_T = 8 \text{ k}\Omega$, $A_V = 200$
- b) $R_T = 2 \text{ k}\Omega$, $A_V = 50$
- c) $R_T = 8 \text{ k}\Omega$, $A_V = 100$
- d) $R_T = 2 \text{ k}\Omega$, $A_V = 200$
- e) $R_T = 8 \text{ k}\Omega$, $A_V = 50$



2. U siliciju dopiranom samo jednom primjesom koncentracije N , Fermijeva energija na $T=300 \text{ K}$ nalazi se $0,1 \text{ eV}$ od dna vodljivog pojasa. Na temperaturi $T=400 \text{ K}$ vrijedi da je $N \gg n_i$. Za primjesu N te specifičnu vodljivost na $T=400 \text{ K}$ u odnosu na $T=300 \text{ K}$ vrijedi (2 boda):

- a) N su donori, σ pada
- b) N su akceptori, σ raste
- c) N su donori, σ raste
- d) N su akceptori, σ pada
- e) N su donori, σ se ne mijenja

3. pn -dioda sa širokim stranama ima n -stranu 1000 puta jače dopiranu od p -strane i spojena je na napon $U_D=0,6 \text{ V}$. Da li je uz rub osiromašenog područja veća koncentracija manjinskih nosilaca na p -strani ili na n -strani? Ako se p -strana suzi na vrijednost $W_p = L_n/10$, što se dešava sa strujom diode (2 boda):

- a) Veća je koncentracija manjinskih nosilaca na n -strani; struja raste.
- b) Veća je koncentracija manjinskih nosilaca na p -strani; struja raste.
- c) Veća je koncentracija manjinskih nosilaca na n -strani; struja pada.
- d) Veća je koncentracija manjinskih nosilaca na p -strani; struja pada.
- e) Veća je koncentracija manjinskih nosilaca na p -strani; struja ostaje približno ista.

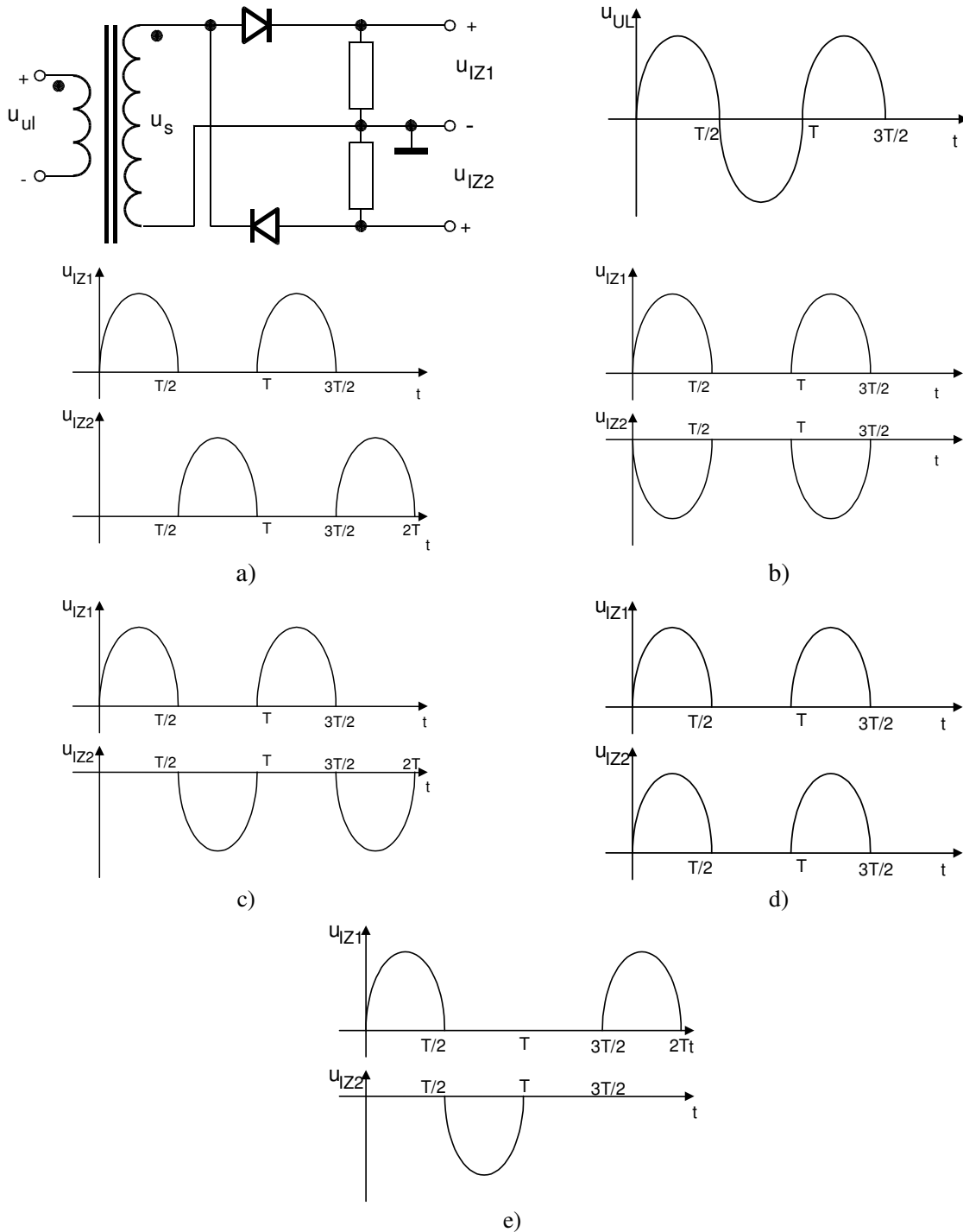
4. Kroz diodu koja ima struju zasićenja $I_S=10 \text{ fA}$ teče struja $i_D=1+0,2\sin\omega t$ [mA]. Uz zanemarenje serijskog otpora neutralnih strana te pretpostavku $U_T=25 \text{ mV}$, napon na diodi ima sljedeći oblik (2 boda):

- a) $u_D=630+5\cdot\sin\omega t$, [mV]
- b) $u_D=700+25\cdot\sin\omega t$, [mV]
- c) $u_D=700+5\cdot\sin\omega t$, [mV]
- d) $u_D=550+5\cdot\sin\omega t$, [mV]
- e) $u_D=630+25\cdot\sin\omega t$, [mV]

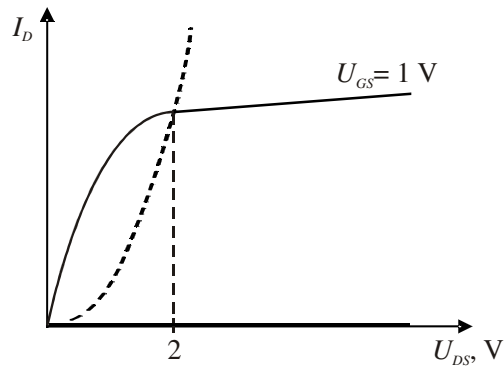
5. Koliku će valnu duljinu upadnog zračenja detektirati fotodiode sa širinom zabranjenog pojasa od 2,1 eV i kakva mora biti polarizacija fotodiode za tu detekciju (2 boda)?

- a) $\lambda = 0,59 \mu\text{m}$, zaporna polarizacija,
- b) $\lambda = 1,7 \mu\text{m}$, ne mora biti polarizirana
- c) $\lambda = 1,7 \mu\text{m}$, zaporna polarizacija
- d) $\lambda = 1,7 \mu\text{m}$, propusna polarizacija
- e) $\lambda = 0,59 \mu\text{m}$, propusna polarizacija

6. Na ulaz sklopa ispravljača priključen je sinusni ulazni napon. Kako izgledaju izlazni naponi (2 boda)?



7. Na slici su prikazane izlazne karakteristike tranzistora. Za tip tranzistora vrijedi (2 boda):



- a. n -kanalni MOSFET obogaćenog tipa,
- b. p -kanalni MOSFET obogaćenog tipa,
- c. n -kanalni MOSFET osiromašenog tipa,
- d. p -kanalni MOSFET osiromašenog tipa,
- e. p -kanalni MOSFET u triodnom području.