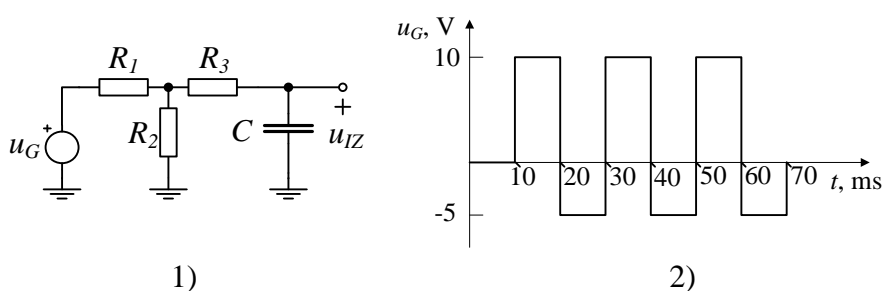


## MEĐUISPIT IZ ELEKTRONIKE 1

## ZADACI

**ZADATAK 1.** Za mrežu na slici 1 ulazni napon  $u_G$  zadan je slikom 2. Zadano je  $R_2 = 300 \, \Omega$ ,  $R_3 = 140 \, \Omega$  i  $C = 5 \, \mu\text{F}$ . Vrijeme porasta  $t_r$  izlaznog signala  $u_{IZ}$  iznosi  $t_r = 2,2 \, \text{ms}$ . U trenutku  $t = 0$  napon na kondenzatoru je  $U_{C0} = 0 \, \text{V}$ .

- Izračunati iznos otpornika  $R_1$  (**2 boda**).
- Izračunati izlazni napon  $u_{IZ}$  na kondenzatoru  $C$  u trenucima  $t = 11 \, \text{ms}$ ,  $t = 21 \, \text{ms}$  i  $t = 31 \, \text{ms}$  (**3 boda**).
- Skicirati izlazni napon  $u_{IZ}$  (**1 bod**).



**ZADATAK 2.** Silicijska pločica je homogeno dopirana jednom primjesom. Fermijeva energija nalazi se  $0,15 \, \text{eV}$  od vrha valentnog pojasa. U istu silicijsku pločicu je dodana druga primjesa koncentracije  $2 \cdot 10^{17} \, \text{cm}^{-3}$ , pri čemu se Fermijev nivo pomaknuo prema dnu vodljivog pojasa.  $T = 300 \, \text{K}$ .

- Odrediti tip i koncentraciju primjesa prvog dopiranja (**1 bod**).
- Odrediti tip druge primjese i položaj Fermijevog nivoa nakon drugog dopiranja (**2 boda**).
- Izračunati specifičnu vodljivost nakon prvog te nakon drugog dopiranja (**2 boda**).
- Koliki je napon priključen na silicijsku pločicu nakon drugog dopiranja ukoliko kroz pločicu teče struja iznosa  $43 \, \text{mA}$  (**1 bod**)?

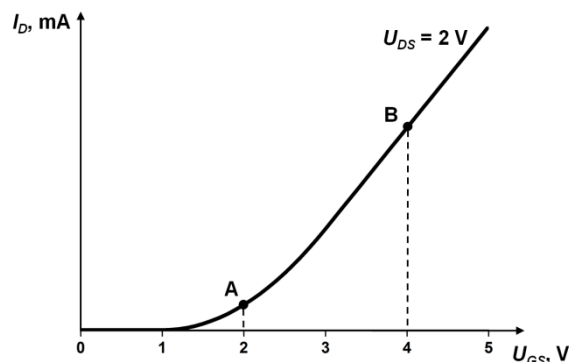
Silicijska pločica je duljine  $500 \, \mu\text{m}$  i površine presjeka  $0,01 \, \text{mm}^2$ . Pretpostaviti konstantne pokretljivosti nosilaca:  $750 \, \text{cm}^2/\text{Vs}$  i  $320 \, \text{cm}^2/\text{Vs}$ .

**ZADATAK 3.** U nekoj  $pn$ -diodi  $p$ -strana ima specifični otpor  $12,5 \, \Omega\text{cm}$ , dok je specifični otpor  $n$ -strane mnogo manji. Obje strane su uske. Mjerenje je pokazalo da kroz diodu teče struja  $5 \, \text{mA}$  pri propusnom naponu od  $0,5 \, \text{V}$ . Pokretljivosti slobodnih nosilaca su  $1300 \, \text{cm}^2/\text{Vs}$  i  $500 \, \text{cm}^2/\text{Vs}$ . Površina diode je  $1 \, \text{mm}^2$ , temperatura je sobna  $T = 300 \, \text{K}$ ,  $m = 1$ . Odrediti:

- širinu  $p$ -strane (**6 bodova**).
- vrijeme proleta i nakrcani naboj elektrona na  $p$ -strani pri propusnom naponu od  $0,5 \, \text{V}$  (**1 bod**).
- dinamički otpor diode pri propusnim naponima  $100 \, \text{mV}$  i  $0,54 \, \text{V}$  (**3 boda**).

**ZADATAK 4.** Prijenosna karakteristika nekog MOSFET-a prikazana je na slici. Zanemariti porast struje odvoda u području zasićenja.

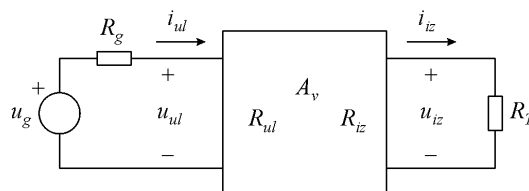
- Uz obrazloženje, odrediti tip MOSFET-a ( $n$  ili  $p$  kanalni, obogaćeni ili osiromašeni) **(1 bod)**.
- Ako struja odvoda u točki A iznosi 1 mA, koliko iznosi struja odvoda u točki B **(3 boda)**?
- Izračunati debljinu oksida upravljačke elektrode  $t_{ox}$  ako je omjer širine i duljine kanala  $W/L = 10$  te pokretljivost nosilaca iznosi  $\mu = 500 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  **(2 boda)**.
- Nacrtati izlazne karakteristike i na njima označiti položaj točaka A i B **(2 boda)**.



### PITANJA

1. Za pojačalo na slici naponsko pojačanje uz odspojen izlaz je  $A_v = 150$ , ulazni otpor  $R_{ul} = 2 \text{ k}\Omega$  i izlazni otpor  $R_{iz} = 2 \text{ k}\Omega$ . Uz koji će otpor trošila  $R_T$  strujno pojačanje biti  $A_I = i_{iz}/i_{ul} = 60$ ? Koliko je pri tome naponsko pojačanje  $A_V = u_{iz}/u_{ul}$  **(2 boda)**?

- $R_T = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $A_V = 50$
- $R_T = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $A_V = 60$
- $R_T = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $A_V = 75$
- $R_T = 3 \text{ k}\Omega$ ,  $A_V = 90$
- $R_T = 3 \text{ k}\Omega$ ,  $A_V = 100$



2. Uzorak silicija je na sobnoj temperaturi, a Fermijeva energija se nalazi 0,2 eV iznad sredine zabranjenog pojasa. Ako se temperatura povisi za  $100^\circ\text{C}$  koji tip primjese treba dodati da  $E_F - E_{Fi}$  ostane nepromijenjen? Ako se nakon dodavanja druge primjese temperatura dodatno povisi za  $100^\circ\text{C}$ , što se dogodi s Fermijevom energijom **(2 boda)**?

- treba dodati akceptore,  $E_F$  se približi sredini zabranjenog pojasa
- treba dodati donore,  $E_F$  se približi vodljivom pojasu
- treba dodati donore,  $E_F$  se približi sredini zabranjenog pojasa
- treba dodati akceptore,  $E_F$  se ne mijenja
- treba dodati akceptore,  $E_F$  se približi vodljivom pojasu

3. Dioda  $D_1$  ima jednu usku i jednu široku stranu. Uska strana je 100 puta jače dopirana od široke. Druga dioda  $D_2$  ima sve tehnološke parametre jednake kao dioda  $D_1$  osim što ima dvostruko veću širinu slabo dopirane široke strane. Za odnos struja zasićenja ( $I_S$ ), kapaciteta osiromašenih područja ( $C_B$ ) i serijskih otpora dioda ( $R_S$ ) vrijedi (2 boda):

- a)  $I_{S1} > I_{S2}$ ,  $C_{B1} > C_{B2}$ ,  $R_{S1} = R_{S2}$
- b)  $I_{S1} < I_{S2}$ ,  $C_{B1} < C_{B2}$ ,  $R_{S1} < R_{S2}$
- c)  $I_{S1} = I_{S2}$ ,  $C_{B1} = C_{B2}$ ,  $R_{S1} = R_{S2}$
- d)  $I_{S1} = I_{S2}$ ,  $C_{B1} = C_{B2}$ ,  $R_{S1} < R_{S2}$
- e)  $I_{S1} = I_{S2}$ ,  $C_{B1} > C_{B2}$ ,  $R_{S1} < R_{S2}$

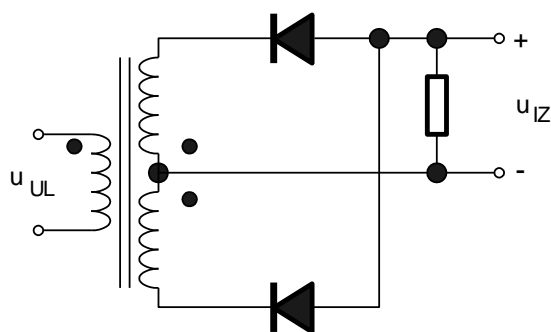
4.  $pn$ -dioda ima struju zasićenja 40 pA. Serijski otpor neutralnih strana iznosi 2,5  $\Omega$ . Ako kroz diodu potekne struja  $i_D = 20 + 1 \cdot \sin \omega t$  [mA], koji napon ćemo izmjeriti na stezaljkama diode? Pretpostaviti  $U_T = 25$  mV (2 boda).

- a)  $u_D = 500 + 3,75 \sin \omega t$  [mV]
- b)  $u_D = 550 + 2,50 \sin \omega t$  [mV]
- c)  $u_D = 500 + 1,25 \sin \omega t$  [mV]
- d)  $u_D = 550 + 3,75 \sin \omega t$  [mV]
- e)  $u_D = 550 + 1,25 \sin \omega t$  [mV]

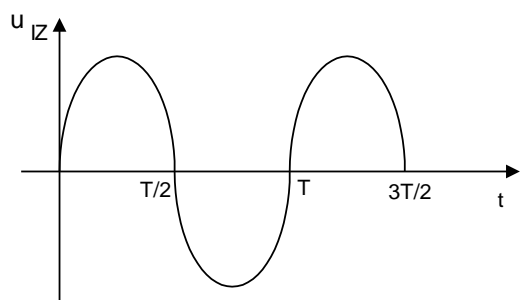
5. Kolika je širina zabranjenog pojasa  $E_G$  poluvodičkog materijala iz kojeg je napravljena svjetleća dioda i kakva mora biti polarizacija te diode da bi emitirala svjetlo zelene boje valne duljine 540 nm (2 boda)?

- a)  $E_G = 0,67$  eV, propusna polarizacija
- b)  $E_G = 2,3$  eV, zaporna polarizacija
- c)  $E_G = 2,3$  eV, propusna polarizacija
- d)  $E_G = 0,67$  eV, zaporna polarizacija
- e)  $E_G = 1,24$  eV, propusna polarizacija

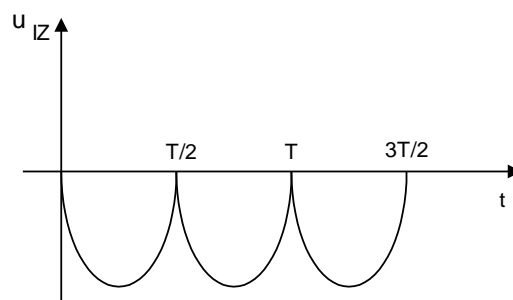
6. Na ulaz sklopa ispravljača priključen je sinusni ulazni napon. Kako izgleda izlazni napon (2 boda)?



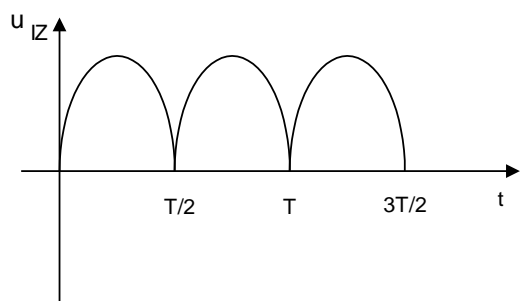
a)



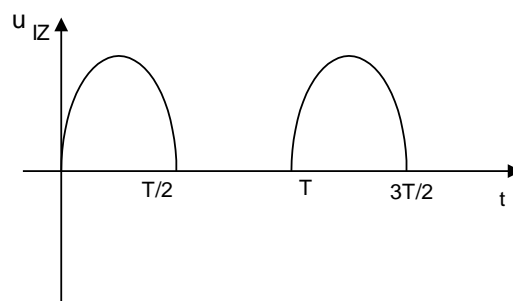
b)



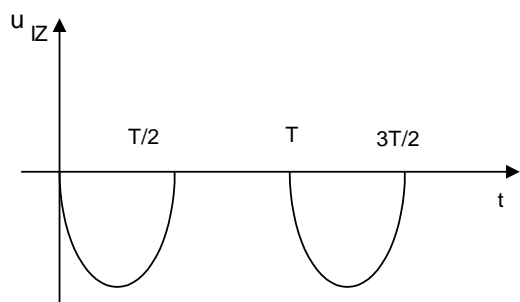
c)



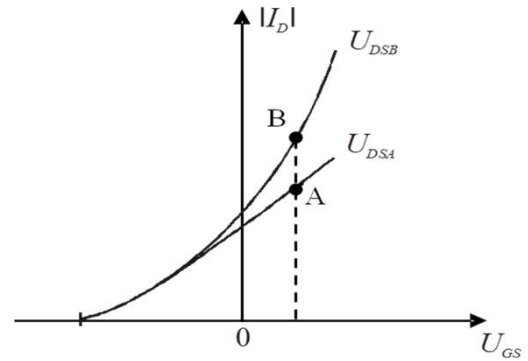
d)



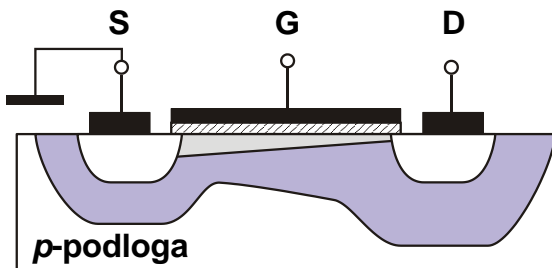
e)



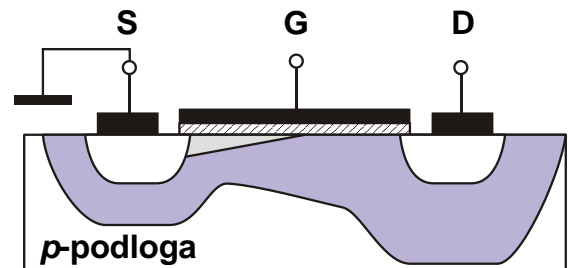
7. Na slici su prikazane karakteristike nekog MOSFET-a. Odrediti poprečni presjek koji odgovara radnoj točki A (2 boda):



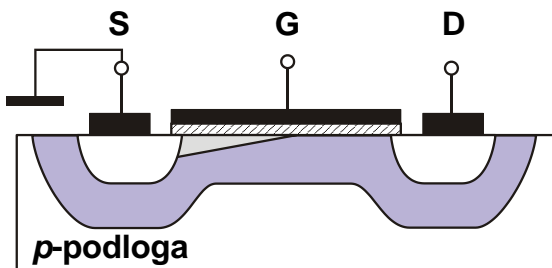
a)



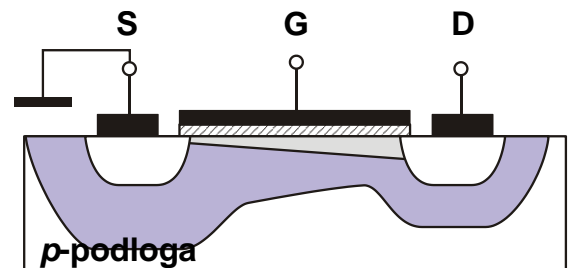
b)



c)



d)



e)

