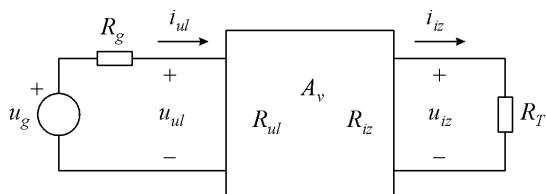


PRVI MEĐUISPIT IZ ELEKTRONIKE 1

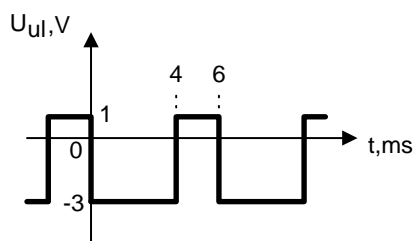
PRVA SKUPINA ZADATAKA

1. Pojačalo na slici ima naponsko pojačanje neopterećenog pojačala $A_v = 150$, ulazni otpor $R_{ul} = 1 \text{ k}\Omega$ i izlazni otpor $R_{iz} = 2 \text{ k}\Omega$. Uz koji će otpor R_T naponsko pojačanje biti $A_v = u_{iz}/u_{ul} = 100$? Koliko je pri tome strujno pojačanje $A_I = i_{iz}/i_{ul}$ (1 bod)?



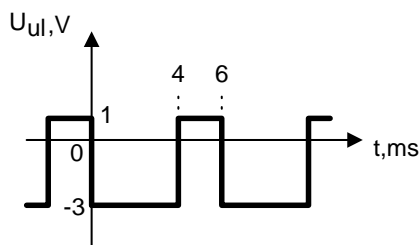
- a) $R_T = 4 \text{ k}\Omega$, $A_I = 25$,
- b) $R_T = 1 \text{ k}\Omega$, $A_I = 100$,
- c) $R_T = 4 \text{ k}\Omega$, $A_I = 400$,
- d) $R_T = 2 \text{ k}\Omega$, $A_I = 200$,
- e) $R_T = 1 \text{ k}\Omega$, $A_I = 50$.

2. Zadana su dva CR člana čije se vremenske konstante odnose kao $\tau_1 \ll \tau_2$. Kako se odnose srednje vrijednosti njihovih izlaznih napona ako je na ulaz doveden napon sa slike (1 bod)?



- a) $U_{SR1} \gg U_{SR2}$,
- b) $U_{SR1} = U_{SR2} = -2 \text{ V}$,
- c) $U_{SR1} = U_{SR2} = +1/3 \text{ V}$,
- d) $U_{SR1} \ll U_{SR2}$,
- e) $U_{SR1} = U_{SR2} = 0 \text{ V}$.

3. Zadana su dva RC člana čije se vremenske konstante odnose kao $\tau_1 \ll \tau_2$. Kako se odnose srednje vrijednosti njihovih izlaznih napona ako je na ulaz doveden napon sa slike (1 bod)?



- a) $U_{SR1} \gg U_{SR2}$,
- b) $U_{SR1}/U_{SR2} = -3$,
- c) Odnos ovisi o drugim parametrima,
- d) $U_{SR1} \ll U_{SR2}$,
- e) $U_{SR1}/U_{SR2} = 1$.

4. Silicij je dopiran jednim tipom primjese koncentracije N . Fermijeva energija nalazi se 0,2 eV od dna vodljivog pojasa. Koji tip i koliku koncentraciju primjese treba dodati da Fermijeva energija završi na udaljenosti 0,2 eV od vrha valentnog pojasa. Treba dodati (1 bod):

- a) akceptore, $N_A = 2 \cdot N$,
- b) akceptore, $N_A = N$,
- c) donore, $N_D = N$,
- d) donore, $N_D = 2 \cdot N$,
- e) akceptore, $N_A > 2 \cdot N$.

5. Pločica silicija dopirana je donorima koncentracije N_{D1} . Specifična vodljivost pločice je σ_1 . Koji tip i koncentraciju primjese treba dodati u pločicu da silicij promijeni tip vodljivosti, a da specifična vodljivost nakon drugog dopiranja bude $\sigma_2 = \sigma_1$. Treba dodati (1 bod):

- a) akceptore, $N_{A2} = 2 \cdot N_{D1}$,
- b) donore, $N_{D2} = N_{D1}$,
- c) akceptore, $N_{A2} = N_{D1}$,
- d) akceptore, $N_{A2} > 2 \cdot N_{D1}$,
- e) akceptore, $N_{A2} < 2 \cdot N_{D1}$.

6. Silicij je dopiran donorima koncentracije $N_D = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$. Temperatura poraste s $T_1 = 300 \text{ K}$ na $T_2 = 350 \text{ K}$. Pri tome za koncentracije elektrona n i šupljina p vrijedi (1 bod):

- a) n ostaje približno isti, p ostaje približno isti,
- b) n pada, p ostaje približno isti,
- c) n pada, p raste,
- d) n raste, p ostaje približno isti,
- e) n ostaje približno isti, p raste.

7. Dva pn -spoja imaju jednake koncentracije primjesa pri čemu prvi pn -spoj ima uske strane, a drugi pn -spoj ima široke strane. Za struje zasićenja I_S i kapacitete osiromašenih slojeva C_B tih pn -spojeva vrijedi (1 bod):

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

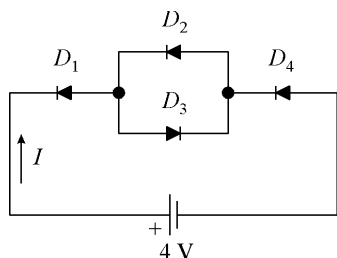
8. pn -dioda sa širokim stranama ima n -stranu puno jače dopiranu od p -strane i spojena je na napon $U_D = 0,5 \text{ V}$. Smanjimo li koncentraciju primjesa na p -strani, vrijedit će (1 bod):

- a) struja kroz diodu će se smanjiti, električno polje će se povećati,
- b) struja kroz diodu će se povećati, električno polje će se povećati,
- c) struja kroz diodu i električno polje ostat će nepromijenjeni,
- d) struja kroz diodu će se povećati, električno polje će se smanjiti,
- e) struja kroz diodu će se smanjiti, električno polje će se smanjiti.

9. Za silicijski pn -spoj priključen na vanjski napon $U = 0,55 \text{ V}$ s koncentracijama primjesa iznosa $N_A = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ i $N_D = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, te širokim stranama, uz pokretljivosti nosilaca $\mu_n = 2\mu_p$ i istim vremenima života manjinskih nosilaca vrijedi ($T = 300 \text{ K}$) (1 bod):

- a) struja elektrona manja je od struje šupljina, pn -spoj je zaporno polariziran,
- b) struja elektrona jednaka je struji šupljina, pn -spoj je u ravnoteži,
- c) struja elektrona veća je od struje šupljina, pn -spoj je propusno polariziran,
- d) struja elektrona veća je od struje šupljina, pn -spoj je zaporno polariziran,
- e) struja elektrona manja je od struje šupljina, pn -spoj je propusno polariziran.

10. Strujno-naponske karakteristike dioda u mreži na slici mogu se opisati Schockleyevom jednačbom. Kolika struja I teče u mreži ako su struje zasićenja $I_{S1} = 1 \text{ pA}$, $I_{S2} = I_{S3} = 2 \text{ pA}$ i $I_{S4} = 3 \text{ pA}$? Na kojoj je diodi najveći pad napona (1 bod)?

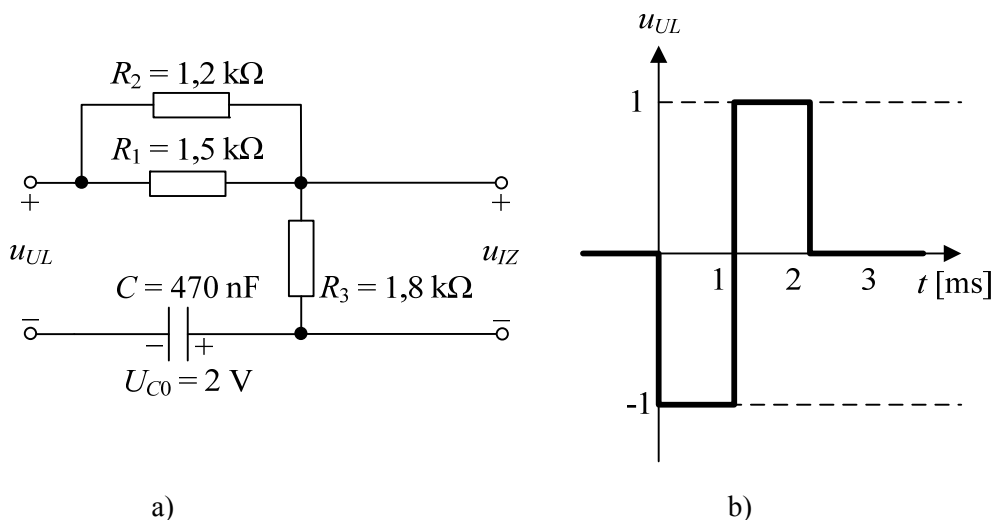


- a) $I = 2 \text{ pA}$, najveći pad napona na D_2 ,
- b) $I = 4 \text{ pA}$, najveći pad napona na D_2 ,
- c) $I = 2 \text{ pA}$, najveći pad napona na D_3 ,
- d) $I = 3 \text{ pA}$, najveći pad napona na D_4 ,
- e) $I = 1 \text{ pA}$, najveći pad napona na D_1 .

DRUGA SKUPINA ZADATAKA

ZADATAK 1. Za sklop na slici a) priključen je ulazni napon $u_{UL}(t)$ prema slici b). U $t = 0$ ms napon na kondenzatoru iznosi $U_{C0} = 2$ V.

- Odrediti vremensku konstantu (**1 bod**),
- Napisati izraze za izlazni napon u_{IZ} u intervalima $0 < t < 1$ ms, $1 \text{ ms} < t < 2$ ms i $t > 2$ ms, te izračunati vrijednosti izlaznog napona u $t = 0$ ms, 1 ms, 2 ms i 3 ms (**3 boda**),
- Na istom grafu nacrtati ulazni i izlazni napon (**1 bod**).



ZADATAK 2. Silicij p -tipa homogeno je dopiran primjesom koncentracije 10^{16} cm^{-3} . Doda li se u taj silicij druga primjesa, Fermijeva energija će se pomaknuti za $0,15 \text{ eV}$, a specifična vodljivost će se smanjiti. Pokretljivosti slobodnih nosilaca su $820 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ i $400 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, $T = 300 \text{ K}$. Izračunati:

- Tip i iznos druge primjese (**2 boda**),
- Koncentraciju manjinskih nosilaca nakon drugog dopiranja (**1 bod**),
- Specifični otpor silicija nakon prvog i drugog dopiranja (**2 boda**).

ZADATAK 3 Silicijska pn -dioda ima homogeno dopirane strane. Koncentracije primjese su $N_D = 2 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ i $N_A = 8 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$, efektivne širine neutralnih strana $W_n = 1 \text{ }\mu\text{m}$ i $W_p = 200 \text{ }\mu\text{m}$, a površina pn -spoja iznosi $S = 0,1 \text{ mm}^2$. Pokretljivosti manjinskih nosilaca iznose $\mu_n = 1000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ i $\mu_p = 200 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, a vremena života $\tau_n = 0,1 \text{ }\mu\text{s}$ i $\tau_p = 0,5 \text{ }\mu\text{s}$. Pretpostaviti $T = 300 \text{ K}$.

- Odrediti iznos struje kroz diodu ako se na nju spoji napon propusne polarizacije $U_D = 0,55 \text{ V}$ (**3 boda**),
- Nacrtati raspodjele manjinskih nosilaca, izračunati i označiti rubne te ravnotežne koncentracije za zadani priključeni napon (**2 boda**).