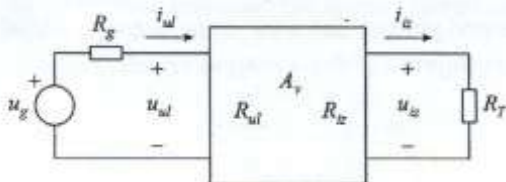


## PRVI MEĐUISPIT IZ ELEKTRONIKE 1

## PRVA SKUPINA ZADATAKA

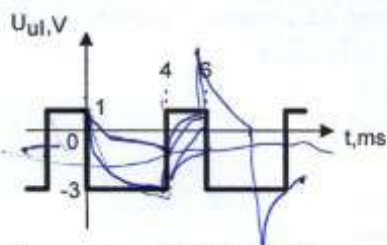
1. Pojačalo na slici ima naponsko pojačanje neopterećenog pojačala  $A_v = 150$ , ulazni otpor  $R_{ul} = 1 \text{ k}\Omega$  i izlazni otpor  $R_{iz} = 2 \text{ k}\Omega$ . Uz koji će otpor  $R_T$  naponsko pojačanje biti  $A_V = u_{iz}/u_{ul} = 100$ ? Koliko je pri tome strujno pojačanje  $A_I = i_{iz}/i_{ul}$  (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)  $R_T = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $A_I = 50$ .

$$A_V = \frac{R_{ul}}{R_{iz} + R_T}$$

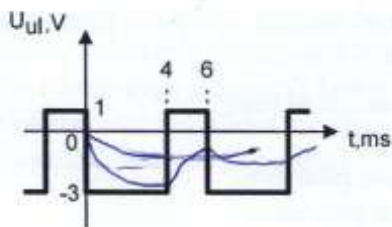
2. Zadana su dva CR člana čije se vremenske konstante odnose kao  $\tau_1 \ll \tau_2$ . Kako se odnose srednje vrijednosti njihovih izlaznih napona ako je na ulaz doveden napon sa slike (1 bod)?



- 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,  $N_A > 2 \cdot N$ .

$N$

$E_F$

5. Pločica silicija dopirana je donorima koncentracije  $N_{D1}$ . Specifična vodljivost pločice je  $\sigma_1$ . 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 primjese 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  $C_{B1} < C_{B2}$ .

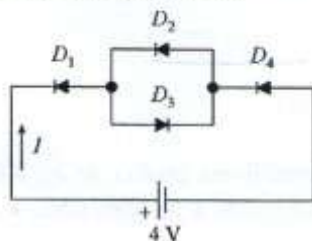
8.  $pn$ -dioda sa širokim stranama ima  $n$ -stranu puno jače dopiranu od  $p$ -strane i spojena je na napon  $U_D = 0,5 \text{ V}$ . Smanjimo li koncentraciju primjese na  $p$ -strani, vrijedit će (1 bod):

- 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 primjese 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 jednadžbom. 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)?



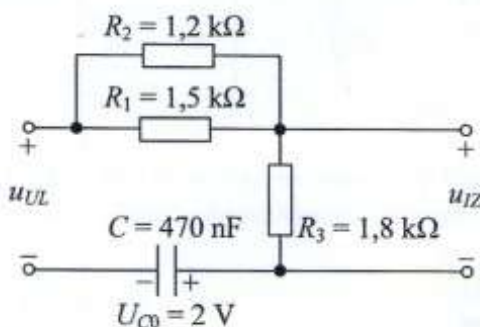
- a)  $I = 2 \text{ pA}$ , najveći pad napona na  $D_2$ ,
- b)  $I = 4 \text{ pA}$ , najveći pad napona na  $D_2$ ,
- c)  $I = 2 \text{ pA}$ , najveći pad napona na  $D_3$ ,
- ☒ d)  $I = 3 \text{ pA}$ , najveći pad napona na  $D_4$ ,
- e)  $I = 1 \text{ pA}$ , najveći pad napona na  $D_1$ .



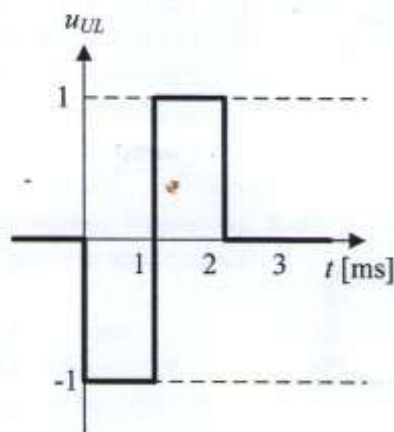
## DRUGA SKUPINA ZADATAKA

**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).



a)



b)

**ZADATAK 2.** Silicij  $p$ -tipa homogeno je dopiran primjesom koncentracije  $10^{16} \text{ cm}^{-3}$ . Doda li se u taj silicij druga primjesa, Fermijeva energija će se pomaknuti za 0,15 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  $W_n = 1 \text{ μm}$  i  $W_p = 200 \text{ μm}$ , 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  $\tau_n = 0,1 \text{ μs}$  i  $\tau_p = 0,5 \text{ μs}$ . 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).