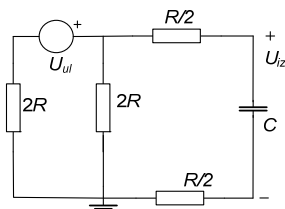


# PONOVLJENI 1. MEĐUISPIT IZ ELEKTRONIKE 1

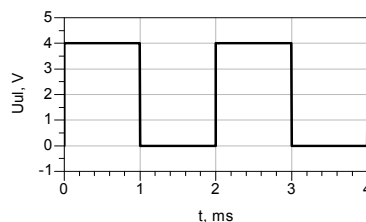
6.11.2009.

## PRVA SKUPINA ZADATAKA

1. Za mrežu na slici 1 treba odrediti izlazni napon u stacionarnom stanju ako je na ulaz priključen napon na slici 2. Zadano je  $R=10\text{k}\Omega$ ,  $C=1\text{nF}$  (trenutak  $t=0$  ms ne predstavlja trenutak priključenja ulaznog napona).



Slika 1. Mreža za 1. zadatak



Slika 2. Ulazni napon

2. Ako se u mreži iz prvog zadatka kondenzator zamjeni sa novim iznosa  $C=100\text{ }\mu\text{F}$  kako će onda izgledati izlazni napon?

3.. Silicij je dopiran donorima koncentracije  $N_{DI}$  i akceptorima koncentracije  $N_{AI}$ . Vrijedi da je  $N_{DI}=2\cdot N_{AI} \gg 10\cdot n_i(300\text{ K})$ . O kojem tipu poluvodiča se radi? Ako nakon toga dodamo akceptore koncentracije  $N_{A2}=2\cdot N_{AI}$  što se dogodi sa specifičnom vodljivosti na  $T=300\text{ K}$  nakon drugog dopiranja?

4. Za koncentracije primjesa silicijskog  $pn$ -spoja sa širokim  $p$  i  $n$  stranama vrijedi  $N_D=10N_A$ . Skicirati  $pn$  spoj, označiti osiromašena područja na  $p$  i  $n$  strani, skicirati raspodjelu naboja, električnog polja i potencijala u  $pn$  spoju. Na osima označiti karakteristične veličine.

5. Uzorak silicija je na sobnoj temperaturi, a Fermijeva energija se nalazi  $0.2\text{ eV}$  iznad dna zabranjenog pojasa. Ako se temperatura povisi za  $100^\circ\text{C}$  koji tip primjesa 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.

6. Uzorak silicija je na sobnoj temperaturi, a Fermijeva energija se nalazi  $0.2\text{ eV}$  iznad sredine zabranjenog pojasa. Koji nosioci dominiraju u driftnoj struji u opisanom uzorku? Što se dogodi sa specifičnom vodljivosti ako se uzorku dodatno dodaju jednake koncentracije donora i akceptora?

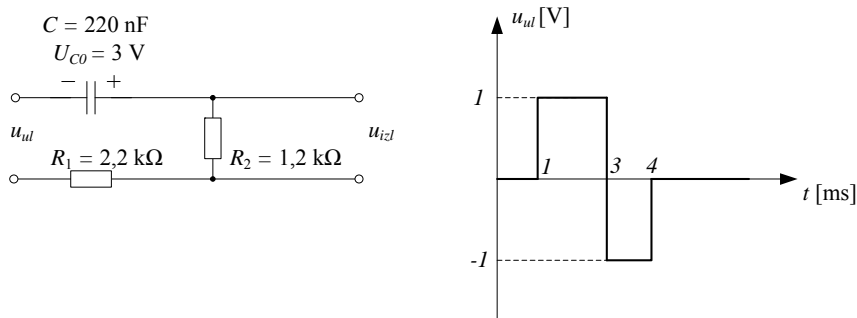
7. Za silicijski  $pn$ -spoj priključen na vanjski napon  $U = 0,6\text{ V}$  s koncentracijama primjesa iznosa  $N_A = 10^{15}\text{ cm}^{-3}$  i  $N_D = 10^{17}\text{ cm}^{-3}$ , te širokim stranama, uz pokretljivosti nosilaca  $\mu_n = 2\mu_p$  i jednakim vremenima života manjinskih nosilaca, odrediti i objasniti da li je struja elektrona ili šupljina veća ( $T = 300\text{ K}$ ).

8. Ako na diodu na sobnoj temperaturi ( $U_T=25$  mV) priključimo strujni izvor opisan izrazom  $i_D=5+0.5\sin\omega t$ , mA na diodi se nalazi napon  $u_D=650+u_d$ , mV. Kolika je amplituda izmjeničnog napona na diodi,  $U_{dm}$  na sobnoj temperaturi? Što se dogadi sa istosmjernom komponentom napona na diodi ako temperatura poraste, a priključena struja ostane nepromijenjena?

9. Na istom grafu nacrtati I-U karakteristiku osvijetljene i neosvijetljene solarne ćelije. Na grafu označiti područje rada solarne ćelije.

## DRUGA SKUPINA ZADATAKA

**Zadatak 1.** Na slici je zadana CR mreža i napon koji je priključen na njezin ulaz.



- 1.1. Izračunati vrijednost izlaznog napona u  $t = 0 \text{ ms}$ .
- 1.2. Izračunati vrijednost izlaznog napona u  $t = 0,5 \text{ ms}$ .
- 1.3. Izračunati vrijednost izlaznog napona u  $t = 2 \text{ ms}$ .
- 1.4. Izračunati vrijednost izlaznog napona u  $t = 3,5 \text{ ms}$ .
- 1.5. Izračunati vrijednost izlaznog napona u  $t = 4,5 \text{ ms}$ .

**2.** Silicij je dopiran akceptorima koncentracije  $10^{16} \text{ cm}^{-3}$ . Pokretljivosti nosilaca pri  $300 \text{ K}$  iznose  $900 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  i  $350 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ . Odrediti:

- 2.1 specifičnu vodljivost pri temperaturi  $530 \text{ K}$  (porastom temperature na  $530 \text{ K}$  pokretljivosti se promjene za  $30 \%$ ),
- 2.2 iznos otpora silicijske pločice duljine  $100 \mu\text{m}$  i površine presjeka  $0,1 \text{ mm}^2$  pri  $300 \text{ K}$ ,
- 2.3 širinu zabranjenog pojasa silicija ako se nalazi na temperaturi pri kojoj je širina zabranjenog pojasa germanija  $0,64 \text{ eV}$ ,
- 2.4 koncentraciju slobodnih nosilaca u siliciju pri temperaturi  $400 \text{ K}$  i  $500 \text{ K}$ ,
- 2.5 položaj Fermijeve energije pri temperaturi  $300 \text{ K}$ , te tip i koncentraciju primjesa koju je potrebno dodati siliciju da se Fermijeva energija pomakne za  $0,1 \text{ eV}$  prema vrhu valentnog pojasa.

**3.** Raspodjela manjinskih nosilaca na  $p$  i  $n$  strani neke silicijske diode prikazana je na slici. Dioda se nalazi na sobnoj temperaturi ( $T=300 \text{ K}$ ), površina  $pn$  spoja je  $1 \text{ mm}^2$ , a pokretljivosti manjinskih nosilaca iznose  $850$  i  $300 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ . Potrebno je odrediti:

- 3.1. Koncentracije primjesa na  $p$  i  $n$  strani,
- 3.2. Napon na diodi,
- 3.3. Struju zasićenja koja protječe kroz diodu,
- 3.4. Dinamički otpor diode.

