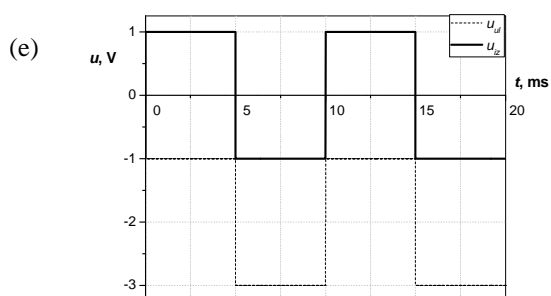
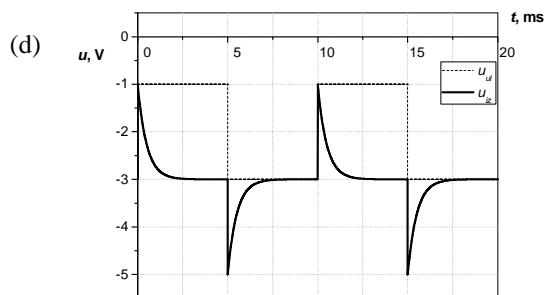
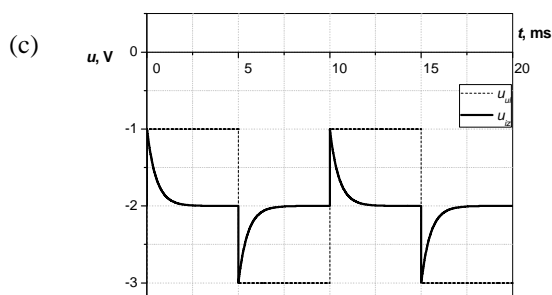
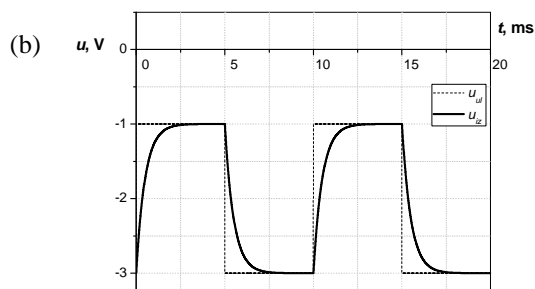
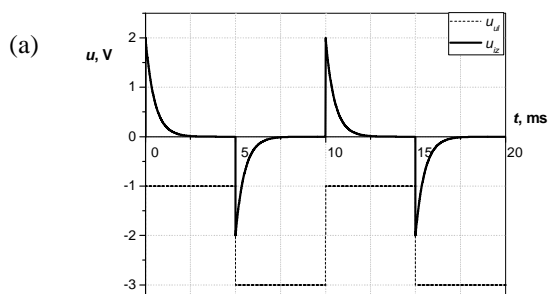


## PRVI MEĐUISPIT IZ ELEKTRONIKE 1

20.10.2008.

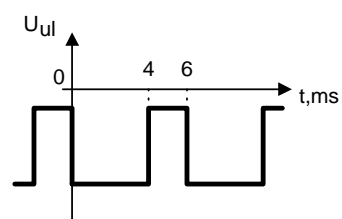
## PRVA SKUPINA ZADATAKA

1. Na **CR** mrežu dovodi se simetrični pravokutni signal za koji vrijedi  $T \gg \tau$ . Na kojoj je slici prikazan točan odziv u stacionarnom stanju (1 bod)?



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

- (a)  $U_{AVG1} \ll U_{AVG2}$ ,
- (b)  $U_{AVG1} \gg U_{AVG2}$ ,
- (c)  $U_{AVG1} = U_{AVG2}$ ,
- (d)  $U_{AVG1} = 5U_{AVG2}$ ,
- (e)  $5U_{AVG1} = U_{AVG2}$ .



3. Pločica silicija dopirana je donorima i akceptorima koncentracije  $N_D$  i  $N_A$ . Ako povećamo temperaturu pločice, vrijedi sljedeća tvrdnja (1 bod):

- (a)  $n_i$  raste i vrijedi  $n-p = N_D - N_A$ ,
- (b)  $n_i$  ostaje ista i vrijedi  $n = p = n_i$ ,
- (c)  $n_i$  pada i vrijedi  $n = N_D - N_A$ ,
- (d)  $n_i$  raste i vrijedi  $n = N_D - N_A$ ,
- (e)  $n_i$  raste i vrijedi  $p = N_A - N_D$ .

4. Kako se mijenja driftna struja kod intrinzičnog poluvodiča ako se temperatura povećava, uz konstantnu vrijednost polja (1 bod)?

- (a) Opada,
- (b) ne mijenja se,
- (c) raste,
- (d) prvo raste, potom opada,
- (e) ovisi o iznosu polja.

5. Ako se napon na  $pn$ -spoj s kontaktim potencijalom od 0,7 V poveća za 100 mV, ukupni kapacitet tog spoja poveća se 54,6 puta. Temperatura je sobna,  $U_T = 25$  mV. Za ovaj  $pn$ -spoj vrijedi sljedeća tvrdnja (1 bod):

- (a) dominantan je kapacitet osiromašenog područja i  $pn$ -spoj je propusno polariziran,
- (b) dominantan je kapacitet osiromašenog područja i  $pn$ -spoj je zaporno polariziran,
- (c) dominantan je difuzijski kapacitet i  $pn$ -spoj je propusno polariziran,
- (d) dominantan je difuzijski kapacitet i  $pn$ -spoj je zaporno polariziran,
- (e) difuzijski kapacitet i kapacitet osiromašenog područja su usporedivi i  $pn$ -spoj je zaporno polariziran.

6. Za silicijski  $pn$ -spoj na  $T = 300$  K s koncentracijama primjese iznosa  $N_D = N_A = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ ,  $\tau_n = \tau_p$ ,  $\mu_n = 3\mu_p$ , te uskim  $p$  i  $n$  stranama širine  $W_p = 20W_n$  vrijedi (1 bod):

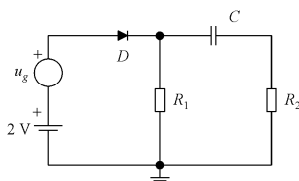
- (a)  $I_{Sn} > I_{Sp}$  i osiromašeno područje se dominantno širi na  $n$  stranu,
- (b)  $I_{Sn} = I_{Sp}$  i osiromašeno područje se jednako širi na obe strane,
- (c)  $I_{Sn} > I_{Sp}$  i osiromašeno područje se jednako širi na obe strane,
- (d)  $I_{Sn} < I_{Sp}$  i osiromašeno područje se jednako širi na obe strane,
- (e)  $I_{Sn} > I_{Sp}$  i osiromašeno područje se dominantno širi na  $p$  stranu.

7. Koliku valnu duljinu upadnog zračenja može detektirati fotodioda sa širinom zabranjenog pojasa od 2 eV i kakva mora biti polarizacija fotodiode za tu detekciju (1 bod)?

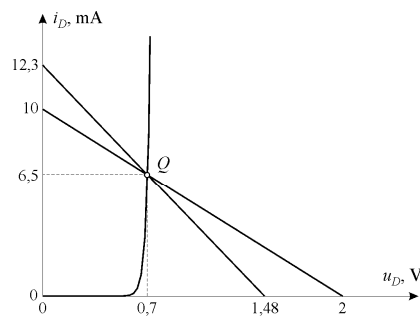
- (a)  $\lambda > 620$  nm, propusna polarizacija,
- (b)  $\lambda < 620$  nm, propusna polarizacija,
- (c)  $\lambda > 620$  nm, nije polarizirana,
- (d)  $\lambda < 620$  nm, zaporna polarizacija,
- (e)  $\lambda > 620$  nm, zaporna polarizacija.

8. Za sklop s diodom na slici (a), na koji je priključena kombinacija istosmjernog i malog izmjeničnog napona, u koordinatni sustav karakteristike diode ucrtni su statički i dinamički radni pravac prema slici (b). Koliki je otpor  $R_2$  ako je  $R_1 = 200 \Omega$  (1 bod)?

- (a)  $R_2 = 1,2 \text{ k}\Omega$ ,
- (b)  $R_2 = 300 \Omega$ ,
- (c) nema dovoljno podataka,
- (d)  $R_2 = 3 \text{ k}\Omega$ ,
- (e)  $R_2 = 120 \text{ k}\Omega$ .



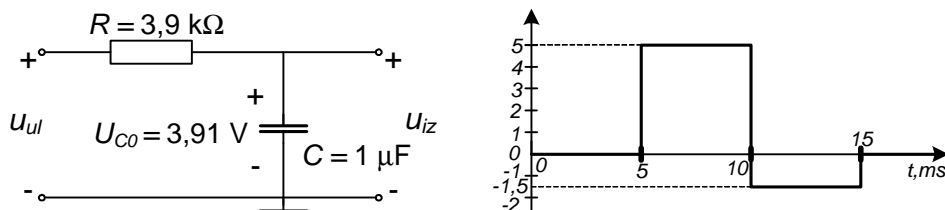
a)



b)

## DRUGA SKUPINA ZADATAKA

**ZADATAK 1.** Na slici je zadana **RC** mreža i napon koji je priključen na njen ulaz.



- 1.1. Izračunati vrijednosti izlaznog napona u  $t = 0$  ms (1 bod).
- 1.2. Izračunati vrijednosti izlaznog napona u  $t = 5$  ms (1 bod).
- 1.3. Izračunati vrijednosti izlaznog napona u  $t = 10$  ms (1 bod).
- 1.4. Izračunati vrijednosti izlaznog napona u  $t = 15$  ms (1 bod).
- 1.5. Izračunati vrijednosti izlaznog napona u  $t = 20$  ms (1 bod).

### ODGOVORI:

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <b>1.1.</b> (a) $u_{iz}(0\text{ms}) = 1,09$ V<br>(b) $u_{iz}(0\text{ms}) = 5$ V<br>(c) $u_{iz}(0\text{ms}) = 3,91$ V<br>(d) $u_{iz}(0\text{ms}) = 0$ V<br>(e) $u_{iz}(0\text{ms}) = -1,5$ V      | <b>1.2.</b> (a) $u_{iz}(5\text{ms}) = -1,5$ V<br>(b) $u_{iz}(5\text{ms}) = 5$ V<br>(c) $u_{iz}(5\text{ms}) = 3,91$ V<br>(d) $u_{iz}(5\text{ms}) = 1,09$ V<br>(e) $u_{iz}(5\text{ms}) = 0$ V      | <b>1.3.</b> (a) $u_{iz}(10\text{ms}) = 0$ V<br>(b) $u_{iz}(10\text{ms}) = 5$ V<br>(c) $u_{iz}(10\text{ms}) = 3,91$ V<br>(d) $u_{iz}(10\text{ms}) = 1,09$ V<br>(e) $u_{iz}(10\text{ms}) = -1,5$ V |
| <b>1.4.</b> (a) $u_{iz}(15\text{ms}) = 0$ V<br>(b) $u_{iz}(15\text{ms}) = 3,91$ V<br>(c) $u_{iz}(15\text{ms}) = -1,5$ V<br>(d) $u_{iz}(15\text{ms}) = 5$ V<br>(e) $u_{iz}(15\text{ms}) = 1,09$ V | <b>1.5.</b> (a) $u_{iz}(20\text{ms}) = 0$ V<br>(b) $u_{iz}(20\text{ms}) = -1,5$ V<br>(c) $u_{iz}(20\text{ms}) = 3,91$ V<br>(d) $u_{iz}(20\text{ms}) = 1,09$ V<br>(e) $u_{iz}(20\text{ms}) = 5$ V |  |

**ZADATAK 2.** Silicij je dopiran akceptorima koncentracije  $1,5 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ . Nakon toga se silicij dodatno dopira donorima koncentracije  $2 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ . U oba slučaja temperatura je  $T = 250^\circ \text{C}$ .

- 2.1. Kolika je intrinzična koncentracija (1 bod)?
- 2.2. Odrediti položaj Fermijeve energije u odnosu na sredinu zabranjenog pojasa nakon prvog dopiranja (1 bod).
- 2.3. Kolika je koncentracija šupljina nakon drugog dopiranja (1 bod)?
- 2.4. Odredite položaj Fermijeve energije u odnosu na sredinu zabranjenog pojasa nakon drugog dopiranja (1 bod).
- 2.5. Koliki je otpor silicijske pločice poprečnog presjeka  $S = 0,1 \text{ mm}^2$  i duljine  $l = 10 \mu\text{m}$  ako je specifična vodljivost  $\sigma = 0,2 \text{ S/cm}$  (1 bod)?

### ODGOVORI:

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <b>2.1.</b> (a) $n_i = 1,08 \cdot 10^8 \text{ cm}^{-3}$<br>(b) $n_i = 1,45 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$<br>(c) $n_i = 5,91 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$<br>(d) $n_i = 10^{14} \text{ cm}^{-3}$<br>(e) $n_i = 6,37 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ | <b>2.2.</b> (a) $E_{Fi} + 0,261 \text{ eV}$<br>(b) $E_{Fi} - 0,039 \text{ eV}$<br>(c) $E_{Fi} - 0,299 \text{ eV}$<br>(d) $E_{Fi} - 0,045 \text{ eV}$<br>(e) $E_{Fi} + 0,039 \text{ eV}$ | <b>2.3.</b> (a) $p = 1,45 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$<br>(b) $p = 5,91 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$<br>(c) $p = 10^{14} \text{ cm}^{-3}$<br>(d) $p = 1,5 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$<br>(e) $p = 4,34 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ |
| <b>2.4.</b> (a) $E_{Fi} + 0,185 \text{ eV}$<br>(b) $E_{Fi} + 0,270 \text{ eV}$<br>(c) $E_{Fi} - 0,514 \text{ eV}$<br>(d) $E_{Fi} + 0,017 \text{ eV}$<br>(e) $E_{Fi} - 0,017 \text{ eV}$  | <b>2.5.</b> (a) $R = 200 \Omega$<br>(b) $R = 0,05 \Omega$<br>(c) $R = 20 \text{ m}\Omega$<br>(d) $R = 500 \Omega$<br>(e) $R = 5 \Omega$   |  |

**ZADATAK 3.** Skokoviti  $pn$ -spoj ima homogeno dopirane strane s  $N_A = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  i  $N_D = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ . Vrijedi da je  $w_p \gg L_n$  i  $w_n = 1 \text{ } \mu\text{m} \ll L_p$ . Vremena života manjinskih nosilaca iznose  $\tau_n = 0,5 \text{ } \mu\text{s}$  i  $\tau_p = 0,3 \text{ } \mu\text{s}$ , a pokretljivosti su  $850 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  i  $350 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ . Površina  $pn$ -spoja je  $S = 1 \text{ mm}^2$ . Temperatura je  $T = 300 \text{ K}$ .

- 3.1. Izračunati elektronsku komponentu struje zasićenja,  $I_{Sn}$  (1 bod).
- 3.2. Izračunati šupljinsku komponentu struje zasićenja,  $I_{Sp}$  (1 bod).
- 3.3. Koliki je napon priključen na  $pn$ -spoj ako je struja kroz diodu  $I = 10 \text{ mA}$  (1 bod)?
- 3.4. Kolika je rubna koncentracija manjinskih šupljina uz priključen napon  $U = 0,7 \text{ V}$  (1 bod)?
- 3.5. Uz neki napon priključen na  $pn$ -spoj poteče struja  $I = 5 \text{ mA}$ . Koliki je pri tome dinamički otpor  $pn$ -spoja (1 bod)?

**ODGOVORI:**

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <p><b>3.1.</b> (a) <math>I_{Sn} = 2,23 \cdot 10^{-12} \text{ A}</math><br/>           (b) <math>I_{Sn} = 2,748 \cdot 10^{-14} \text{ A}</math><br/>           (c) <math>I_{Sn} = 7,395 \cdot 10^{-13} \text{ A}</math><br/>           (d) <math>I_{Sn} = 2,23 \cdot 10^{-14} \text{ A}</math><br/>           (e) <math>I_{Sn} = 9,185 \cdot 10^{-15} \text{ A}</math></p>         | <p><b>3.2.</b> (a) <math>I_{Sp} = 1,13 \cdot 10^{-14} \text{ A}</math><br/>           (b) <math>I_{Sp} = 2,23 \cdot 10^{-12} \text{ A}</math><br/>           (c) <math>I_{Sp} = 3,05 \cdot 10^{-13} \text{ A}</math><br/>           (d) <math>I_{Sp} = 1,13 \cdot 10^{-12} \text{ A}</math><br/>           (e) <math>I_{Sp} = 3,27 \cdot 10^{-9} \text{ A}</math></p> | <p><b>3.3.</b> (a) <math>U = 0,5 \text{ V}</math><br/>           (b) <math>U = 0,7 \text{ V}</math><br/>           (c) <math>U = 0,525 \text{ V}</math><br/>           (d) <math>U = 0,571 \text{ V}</math><br/>           (e) <math>U = 0,65 \text{ V}</math></p> |
| <p><b>3.4.</b> (a) <math>p_{n0} = 1,377 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}</math><br/>           (b) <math>p_{n0} = 2,1 \cdot 10^3 \text{ cm}^{-3}</math><br/>           (c) <math>p_{n0} = 1,377 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}</math><br/>           (d) <math>p_{n0} = 1,2 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}</math><br/>           (e) <math>p_{n0} = 10^{15} \text{ cm}^{-3}</math></p> | <p><b>3.5.</b> (a) <math>r_d = 5,17 \text{ } \Omega</math><br/>           (b) <math>r_d = 51,7 \text{ } \Omega</math><br/>           (c) <math>r_d = 517 \text{ } \Omega</math><br/>           (d) <math>r_d = 5,17 \text{ k}\Omega</math><br/>           (e) <math>r_d = 0,517 \text{ } \Omega</math></p>  |  |