

Dozvoljeno je korišćenje samo pribora za pisanje i neprogramabilnog kalkulatora. Nije dozvoljeno napuštanje ispita tokom prvog sata. Nije dozvoljeno iznošenje zadatka do kraja ispita. Svaki zadatak početi na novoj strani. Napraviti razmak između tačaka i jasno označiti svaku tačku zadatka. Na naslovnoj strani vežbanke upisati odsek i šta student polaže. Za zadatak koji nije rađen u odgovarajući kvadratić na naslovnoj strani upisati X. Integralni ispit: zadaci 1-8, 180 minuta. Samo popravni kolokvijum ili samo završni ispit: 120 minuta. Popravni kolokvijum i završni ispit: prvih 120 minuta kolokvijum, drugih 60 minuta završni ispit (završni ispit raditi u posebnoj vežbanki). Za prolaz na integralnom ispitu je potreban 51 poen uz uslov da se na zadacima označenim sa * dobije više od 10 poena. Za prolaz na kolokvijumu potrebno je više od 20 poena uz uslov da se na zadacima označenim sa * dobije više od 4 poena. Završni ispit se smatra položenim ako student ima ukupno sa položenim kolokvijumom 51 i više poena i ako na pitanjima na završnom ispitu ima više od 6 poena.

1.* (6 poena) (5p) Opisati mehanizam provođenja struje difuzijom. Ilustrovati navedeni mehanizam odgovarajućim crtežom i izvršiti njegovu analizu. Napisati izraze za gustine struja koje nastaju difuzijom ako u difuziji učestvuju i elektroni i šupljine. Navesti značenje svih veličina u ovim izrazima.

b) (1p) Navesti mehanizme koji su dominantni u provođenju struje u blizini PN spoja i dalje od PN spoja, ako je PN spoj direktno polarisan.

2.* (6 poena) a) (2p) Nacrtati poprečni presek i oblik kanala NMOS tranzistora sa indukovanim kanalom,

pod uslovom da je $V_{GS} > V_t$ i $V_{DS} < V_{GS} - V_t$.

b) (2p) Grafički predstaviti izlaznu strujno-naponsku karakteristiku NMOS tranzistora

c) (2p) Nacrtati model NMOS tranzistora za male signale i izvesti izraze za parametre tog modela.

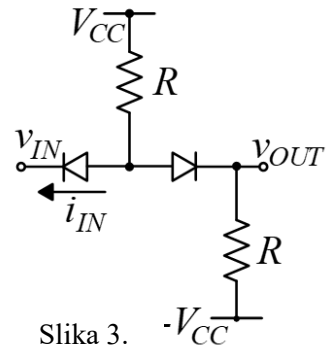
3. (14 poena) seZa diodno kolo sa slike 3 poznato je: $R = 5\text{ k}\Omega$, $V_{CC} = 5\text{ V}$, $V_D = 0.7\text{ V}$. Odrediti i grafički predstaviti zavisnost $v_{OUT} = f(v_{IN})$ i $i_{IN} = f(v_{IN})$ ako važi $-5\text{ V} \leq v_U \leq 5\text{ V}$.

4. (14 poena) U kolu jednostepenog pojačavača sa bipolarnim tranzistorom u konfiguraciji sa zajedničkim kolektorom sa slike 4 poznato je $V_{CC} = 12\text{ V}$, $R_E = 2\text{ k}\Omega$, $R_P = 2\text{ k}\Omega$, $\beta = 100$, $V_{BE} = 0.7\text{ V}$, $V_A \rightarrow \infty$, $V_T = 25\text{ mV}$, $C_B \rightarrow \infty$, i $C_E \rightarrow \infty$.

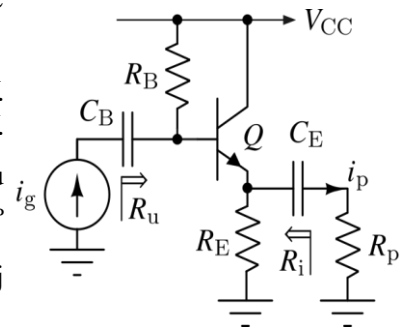
a) (4p) Odrediti vrednost otpornosti R_B tako da vrednost napona emitera u mirnoj radnoj tački bude $V_E = 4\text{ V}$.

b) (8p) Odrediti izraze za strujno pojačanje datog pojačavača $a_i = i_p / i_g$, kao i ulaznu i izlaznu otpornost, R_u i R_i redom.

c) (2p) Izračunati vrednosti strujnog pojačanja, ulazne i izlazne otpornosti.



Slika 3.



Slika 4.

5.* (10 poena) Nacrtati električnu šemu invertujućeg pojačavača sa operacionim pojačavačem. Izvesti izraze za pojačanje, ulaznu i izlaznu otpornost ovog pojačavača ako upotrebljeni operacioni pojačavač ima konačno pojačanje A dok su mu ostale karakteristike idealne.

6.* (10 poena) Nacrtati dvostepeni pojačavač sa direktnom spregom u kome je prvi stepen sa zajedničkim emitorom a drugi stepen sa zajedničkim kolektorom. Na raspolaganju su dva NPN tranzistora, jedan izvor za napajanje i potreban broj otpornika. Za dato kolo izvesti izraz za ulaznu otpornost i pojačanje pojačavača.

7. (20 poena) U kolu sa slike 7 operacioni pojačavač i dioda su idealni. Poznato je: $V_{CC} = 12\text{ V}$, $R_A = 15\text{ k}\Omega$ i $R_B = 5\text{ k}\Omega$. Odrediti i nacrtati karakteristiku prenosa $v_I = f(v_U)$ ovog kola.

8. (20 poena) Na slici 8 je prikazan pojačavač snage sa negativnom povratnom spregom sa komplementarnim parom MOS tranzistora. Operacioni pojačavač je idealan, a poznati su naponi $V_{CC} = -V_{EE} = 8\text{ V}$, i otpornost potrošača $R_P = 10\text{ }\Omega$. Parametri MOS tranzistora su $k_n = k_p = 100\text{ mA/V}^2$, $V_{TN} = -V_{TP} = 1\text{ V}$, i $\lambda \rightarrow 0$.

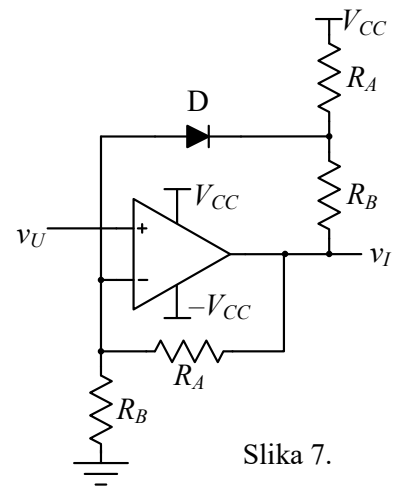
a) (4p+6p) Odrediti statičke prenosne karakteristike od ulaznog napona pojačavača do izlaznog napona, $v_P = v_P(v_G)$, i do napona između izlaza operacionog pojačavača i potrošača, $v_X = v_X(v_G)$, za ulazni napon u granicama $|v_G| < V_{CC}/2$.

Za ulazni napon u obliku $v_G = V_{CC}/4 (1 + \sin(\omega t))$, $\omega = 2\pi f$, $f = 1\text{ kHz}$:

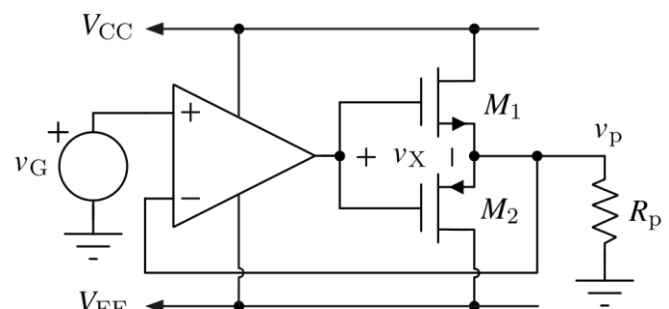
b) (3p) Izračunati srednju snagu potrošača P_P ,

c) (3p) Izračunati srednju snagu tranzistora M_2 , P_{M2} ,

d) (4p) Izračunati koeficijent korisnog dejstva η .



Slika 7.



Slika 8.