

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. Završni ispit: zadaci 4-8, 120 minuta. Za prolaz na integralnom ispitu je potreban 51 poen uz uslov da se na zadacima označenim sa * dobije više od 10 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.

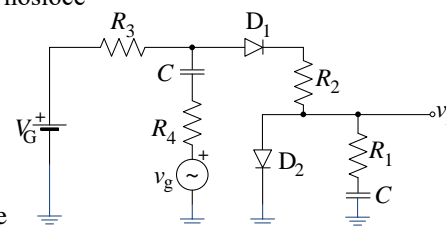
1. * (6 poena) a) (3p) Nacrtati uzdužni presek PN spoja i izvršiti njegovu inverznu polarizaciju. Korišćenjem odgovarajućih grafičkih simbola na crtežu prikazati karakteristične oblasti i vezane jone i slobodne nosioce naelektrisanja.

b) (3 p) Opisati mehanizme koji dovode do proboja inverzno polarisanog PN spoja.

2.* (6 poena) a) (2p) Izvršiti polarizaciju PNP tranzistora pomoću dve baterije. U skladu sa naponima označenim na slici navesti uslove za rad tranzistora u aktivnom režimu.

b) (2p) Nacrtati ekvivalentno kolo (model) bipolarnog tranzistora za male signale.

c) (2p) Izvesti izraze za parametre bipolarnog tranzistora koji se koriste u modelu za male signale.



Slika 3.

3. (14 poena) Za kolo sa slike 3 poznato je $V_G = 5V$, $R_3 = 200\Omega$, $R_1 = R_4 = 100\Omega$,

$V_D = 0.6V$, $V_T = 25mV$, $C \rightarrow \infty$ i $v_g = 1mV\sin(\omega t)$.

a) (7p) Odrediti otpornost R_2 tako da struja diode D_1 u mirnoj radnoj tački iznosi 10mA.

b) (7p) Za otpornost određenu u tački a) odrediti (i nacrtati) ukupni izlazni signal v_i .

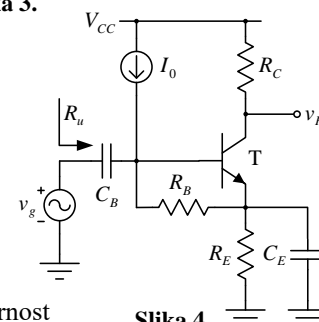
4. (14 poena) Na slici 4 je prikazan pojačavač sa zajedničkim emitorom. Poznato je: $V_{CC}=12V$,

$R_E=1k\Omega$, $R_C=2k\Omega$, $\beta=100$, $V_{BE}=0.7V$, $V_T=25mV$, $I_0=1mA$, $C_B=\infty$, $C_E=\infty$ i $r_i=r_{ce}=\infty$.

a) (5p) Odrediti vrednost otpornosti R_B tako da vrednost napona kolektora u mirnoj radnoj tački iznosi $V_C=6V$.

b) (6p) Nacrtati šemu pojačavača za male signale i izvesti izraze za naponsko pojačanje, ulaznu otpornost i izlaznu otpornost.

c) (3p) Izračunati naponsko pojačanje, ulaznu otpornost i izlaznu otpornost.



Slika 4.

5.* (10 poena) a) (4p) Nacrtati diferencijalni pojačavač sa jednostrukim izlazom realizovan korišćenjem NPN tranzistora, pri čemu strujni izvor koji napaja diferencijalni par treba da bude realizovan pomoću strujnog ogledala.

b) (6p) Korišćenjem bisekcione teoreme (korišćenje aproksimacije polukola) izvršiti analizu rada pojačavača i izračunati diferencijalno pojačanje, pojačanje signala srednje vrednosti i faktor potiskivanja signala srednje vrednosti.

Napomena: Smatrati da samo tranzistor u strujnom ogledalu ima konačnu izlaznu otpornost r_{ce} .

6.* (10 poena) a) (3p) Nacrtati pojačavač snage u klasi B realizovan korišćenjem dva bipolarna tranzistora i dva izvora za napajanje.

b) (3p) Skicirati talasni oblik napona na izlazu pojačavača koji se pobuđuje prostoperiodičnim naponskim signalom.

c) (4p) Ukoliko se zanemare crossover izobličenja, izračunati koeficijent korisnog dejstva pojačavača pri maksimalnoj amplitudi izlaznog napona.

7. (20 poena) U kolu dvostepenog pojačavača sa slike 7 poznato je $V_{DD} = 5V$, $R_1 =$

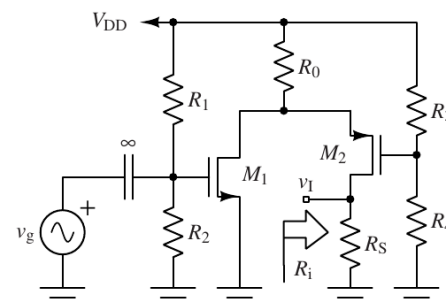
$R_4 = 3M\Omega$, $R_2 = R_3 = 2M\Omega$, $R_5 = 7k\Omega$, a parametri MOS tranzistora su $k_{n1} = k_{n2} =$

$2\frac{mA}{V^2}$, $V_{T1} = |V_{T2}| = 1V$ i $\lambda_n = \lambda_p \rightarrow 0$.

a) (10p) Izračunati otpornost R_0 tako da struja drena tranzistora M_2 bude jednaka $I_{D2} = 250\mu A$.

b) (6p) Odrediti opšte izraze za naponsko pojačanje $a_v = \frac{v_i}{v_g}$ i izlaznu otpornost R_i .

c) (4p) Za vrednost parametra R_0 iz tačke a), izračunati vrednosti naponskog pojačanja i izlazne otpornosti.



Slika 7.

8. (20 poena) Na slici 8 je prikazana realizacija strujnog izvora. Poznato je $R_0 = R_{pot} =$

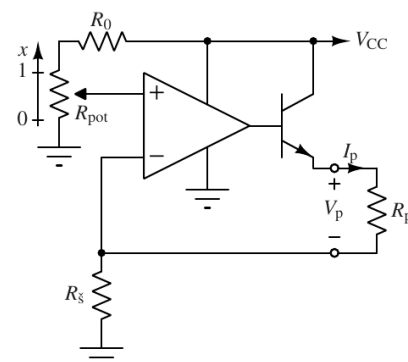
$100k\Omega$, $R_s = 1k\Omega$, $V_{CC} = 10V$, a za bipolarni tranzistor je poznato $V_{BE} = 0.7V$.

Upotrebljeni operacioni pojačavač je idealan sa ograničenim napajanjem. Položaj klizača potencijometra može da se menja u opsegu $0 \leq x \leq 1$.

a) (8p) Odrediti struju kratkog spoja ($R_p = 0$, $I_{ks} = I_p$) strujnog izvora u funkciji položaja klizača, x , potencijometra, $I_{ks} = I_{ks}(x)$.

b) (8p) U ovoj tački usvojiti da je $x = \frac{1}{2}$. Ukoliko se otpornost potrošača menja od $R_p^{(min)} = 0$ do $R_p^{(max)} \rightarrow \infty$, nacrtati kretanje radne tačke izlaza strujnog izvora (V_p , I_p) na dijagramu zavisnosti $I_p = I_p(V_p)$. Na dijagramu obeležiti i karakteristične tačke i odgovarajuće otpornosti u tim tačkama.

c) (4p) Izračunati maksimalnu otpornost potrošača $R_{p,max}$ tako da operacioni pojačavač radi u linearnom režimu bez obzira na položaj klizača potencijometra, x .



Slika 8.