

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. 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) a) (2p) Analitički predstaviti strujno naponsku karakteristiku realne diode, i definisati svaki od parametara koji se u izrazu koriste.

b) (2p) Grafički i analitički predstaviti strujno naponsku karakteristiku realne diode ako se ona modeluje idealnom diodom sa konstantnim naponom provođenja.

c) (2p) Nacrtati model diode za male signale, i izvesti izraz za parametar koji se u tom modelu koristi.

2. * (6 poena)

a) (2p) Nacrtati poprečni presek i oblik kanala NMOS tranzistora sa indukovanim kanalom ako je $V_{GS} > V_t$ i $V_{DS} = (V_{GS} - V_t)/2$.

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

c) (1p) Nacrtati model NMOS tranzistora za velike signale koji uključuje uticaj modulacije dužine kanala.

d) (1p) Nacrtati model NMOS tranzistora za male signale koji uključuje uticaj modulacije

dužine kanala i izvesti izraze za parametre tog modela.

3. (14 poena) Odrediti i grafički predstaviti karakteristike prenosa $v_I = f(v_U)$ kolo sa slike 3. Ulazni napon se menja u granicama $0 \text{ V} \leq v_U \leq 12 \text{ V}$.

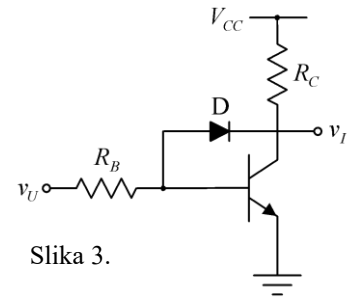
Parametri su: $\beta = 20$, $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$, $V_{CES} = V_D = 0.2 \text{ V}$, $V_{CC} = 12 \text{ V}$, $R_B = 10 \text{ k}\Omega$ i $R_C = 1 \text{ k}\Omega$.

4. (14 poena) Na slici 4 prikazan pojačavač sa PMOS tranzistorom. Poznato je: $V_{DD} = 20 \text{ V}$, $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_D = R_P = 1 \text{ k}\Omega$, $k_n = 4 \text{ mA/V}^2$, $V_t = 4 \text{ V}$.

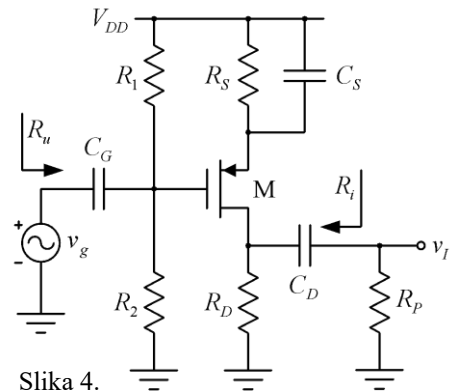
a) (6 p) Izračunati vrednost otpornosti R_S u mirnoj radnoj tački tako da struja drejna $I_D = 5 \text{ mA}$.

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

c) (2 p) Izračunati vrednosti parametara pojačavača koji su navedeni u tački (b) ovog zadatka.



Slika 3.



Slika 4.

5. * (10 poena) a) (4p) Nacrtati električnu šemu diferencijalnog pojačavača sa NPN tranzistorima i nesimetričnim izlazom koji se napaja iz izvora napajanja oba polariteta.

b) (6p) Za diferencijalni pojačavač iz tačke a) izračunati diferencijalno pojačanje, pojačanje signala srednje vrednosti i faktor potiskivanja signala srednje vrednosti.

6. * (10 poena) a) (2 p) Nacrtati šemu stabilizatora napona sa Zener diodom i otpornikom.

b) (4 p) Nacrtati šemu stabilizatora napona sa Zener diodom i rednim NPN tranzistorom.

c) (4 p) Izračunati maksimalnu izlaznu struju stabilizatora u funkciji ulaznog napona V_{IN} , strujnog pojačanja tranzistora β , napona Zener diode V_Z i otpornosti R_Z koja napaja Zener diodu i bazu tranzistora.

7. (20 poena) Operacioni pojačavač i diode u ovom kolu su idealni. Poznato je: $R_1 = R_2 = 200 \Omega$, $R_3 = R_4 = 800 \Omega$.

a) (16 poena) Odrediti napon na izlazu kola sa slike 7 ako se ulazni napon menja u granicama $-10 \text{ V} < v_U < 10 \text{ V}$.

b) (4 poena) Grafički prikazati $v_I = f(v_U)$

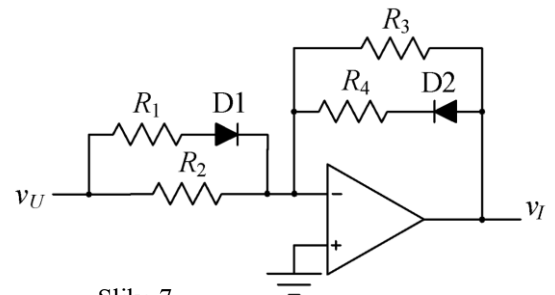
8. U kolu pojačavača snage u klasi A sa negativnom povratnom spregom sa slike napon napajanja je $V_{CC} = 10 \text{ V}$. Upotrebljeni operacioni pojačavač je idealan, a parametri tranzistora Q su $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$, $\beta = 0$, $V_{CES} \rightarrow 0 \text{ V}$ i $V_A \rightarrow \infty$. Potrošač otpornosti R_P kapacitivno je spregnut pomoću kondenzatora veoma velike kapacitivnosti, $C_P \rightarrow \infty$. Vrednost referentnog napona je $V_R = -1 \text{ V}$, a poznati su i $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_C = 4 \Omega$.

a) (4 p) Izračunati R_1 tako da napon na kolektoru tranzistora Q u mirnoj radnoj tački bude, $V_C = 5 \text{ V}$.

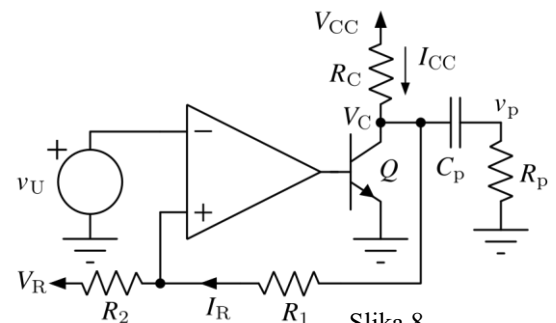
b) (6 p) Ukoliko je potrošač veoma velike otpornosti, $R_P \rightarrow \infty$, odrediti maksimalnu amplitudu simetričnog neizobličenog napona na potrošaču $V_{p,max}$. Može se smatrati da je referentna struja mnogo manja od struje napajanja, $I_R \ll I_{CC}$.

c) (2 p) Ponoviti prethodnu tačku u slučaju kada je $R_P = 4 \Omega$.

d) (8 p) Za istu otpornost potrošača, $R_P = 4 \Omega$, izračunati koeficijent korisnog dejstva pojačavača snage η , u slučaju kada je amplituda izlaznog napona $V_P = V_{p,max}/2$, i u slučaju kada je amplituda izlaznog napona $V_P = V_{p,max}/2$. Korisna snaga je srednja snaga potrošača P_P , a uložena snaga je ukupna srednja snaga izvora za napajanje. Zanimariti sopstvenu potrošnju operacionog pojačavača, kao i potrošnju izvora referentnog napona.



Slika 7.



Slika 8.