

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.

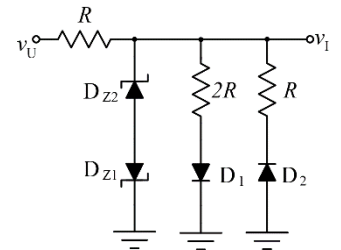
1.* (6 poena) a) (5p) Opisati mehanizam provođenja struje difuzijom. Ilustrovati navedeni mehanizam odgovarajućim crtežom i izvršiti njegovu analizu. Napisati izraze za gustine struja koje nastaju difuzijom ako u difuziji učestvuju i elektroni i šupljine. Navesti značenje svih veličina u ovim izrazima.

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.



Slika 3.

3. (14 poena) Odrediti i grafički predstaviti karakteristiku prenosa $v_I = f(v_U)$ diodnog kola sa slike 3. Poznato je: $V_Z = 3 \text{ V}$, $V_D = 0 \text{ V}$.

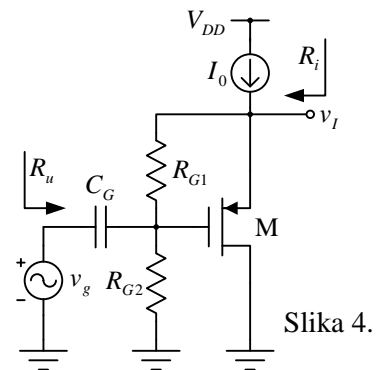
4. (14 poena) Na slici 4 je prikazan jednostepeni pojačavač sa MOS tranzistorom

a) (6p) Izračunati struju drena tranzistora u odsustvu naizmeničnog pobudnog signala.

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

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

Poznato je: $V_{DD} = 12 \text{ V}$, $R_{G1} = 4 \text{ k}\Omega$, $R_{G2} = 4 \text{ k}\Omega$, $I_0 = 4 \text{ mA}$, $k_p = 2 \text{ mA/V}^2$, $|V_t| = 2 \text{ V}$.



Slika 4.

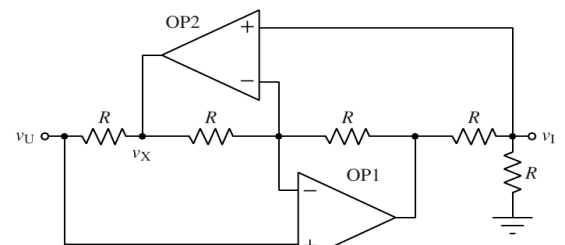
5.* a) (5p) Nacrtati električnu šemu diferencijalnog pojačavača sa NPN tranzistorima i nesimetričnim izlazom koji se napaja iz izvora napajanja oba polariteta $\pm V_{CC}$. Na šemi označiti ulazne i izlazne napone.

b) (5p) Koristeći oznake za signale sa slike iz tačke (a) ovog zadatka napisati izraze za diferencijalno pojačanje, pojačanje signala srednje vrednosti i faktor potiskivanja signala srednje vrednosti.

6.* (10 poena) Nacrtati šemu stabilizatora negativnog napona sa Zener diodom i rednim PNP tranzistorom.

7. (20 poena) U kolu sa slike sa idealnim operacionim pojačavačima sa slike poznato je $R = 2 \text{ k}\Omega$.

Operacioni pojačavači su idealni, sa simetričnim naponom napajanja $V_{CC} = -V_{EE} = 5 \text{ V}$. Odrediti i nacrtati statičke prenosne karakteristike $v_I = v_I(v_U)$ i $v_X = v_X(v_U)$ za ulazni napon u opsegu $V_{EE} \leq v_U \leq V_{CC}$. Na dijagramima označiti i režime rada operacionih pojačavača.



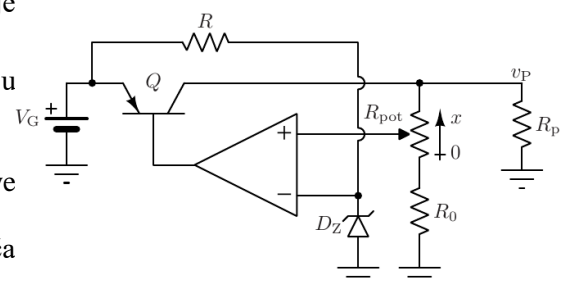
Slika 7.

8. (20 poena) U kolu stabilizatora sa negativnom povratnom spregom sa slike poznato je $V_G = 12 \text{ V}$, $R_p = 2 \Omega$, $R_{pot} = 100 \text{ k}\Omega$, $R = 10 \text{ k}\Omega$, a upotrebljeni operacioni pojačavač je idealan. Za bipolarni tranzistor je $\beta \rightarrow \infty$, $V_A \rightarrow \infty$, i $V_{ECS} \rightarrow 0 \text{ V}$.

a) (5p) Izračunati minimalnu otpornost R_0 tako da tranzistor vodi u direktnom aktivnom režimu za svaki položaj klizača potencijometra. Za tako određeno R_0 :

b) (10p) izračunati maksimalnu snagu disipacije na tranzistoru Q za sve moguće položaje klizača potencijometra; i

c) (5p) odrediti izraz za izlazni napon u funkciji položaja klizača potencijometra $v_P = v_P(x)$ i skicirati grafik te zavisnosti.



Slika 8.