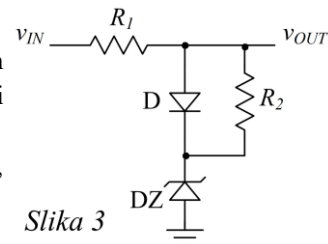


Dozvoljeno je korišćenje samo pribora za pisanje i neprogramabilnog kalkulatora. Nije dozvoljeno napuštanje ispita tokom prvog sata. Nije dozvoljeno iznošenje zadatka do kraja ispita. Svaki zadatak početi na novoj strani. Napraviti razmak između tačaka i jasno označiti svaku tačku zadatka. Na naslovnoj strani vezbanke 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) (5 poena) 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) (1 poen) Navesti mehanizme koji su dominantni u provođenju struje u blizini PN spoja i dalje od PN spoja, ako je PN spoj direktno polarisan.



Slika 3

2.* (6 poena)

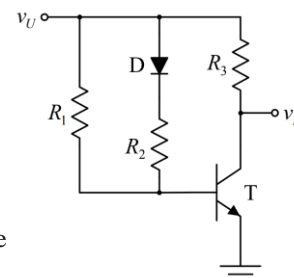
a) (2 poena) Nacrtati poprečni presek i oblik kanala NMOS tranzistora sa indukovanim kanalom, pod uslovom da je $V_{GS} > V_t$ i $V_{DS} < V_{GS} - V_t$.

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

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

3. (14 poena) Odrediti i grafički predstaviti zavisnost izlaznog napona od ulaznog napona $v_{OUT} = f(v_{IN})$ diodnog kola sa slike 3. Poznato je $V_Z=6\text{ V}$, $V_D=1\text{ V}$, $R_1=2R_2$.

4. (14 poena) Odrediti i grafički predstaviti karakteristiku prenosa $v_I=f(v_U)$ kola sa slike 4. Ulazni napon v_U se menja u granicama $0 \leq v_U \leq V_{CC}$. Poznato je: $\beta=100$, $V_D=V_{BE}=0.7\text{ V}$, $V_{CES}=0.2\text{ V}$, $V_{CC}=5\text{ V}$, $R_1=10\text{ k}\Omega$, $R_2=5\text{ k}\Omega$, $R_3=50\Omega$.



Slika 4.

5.* (10 poena) a) (5p) Nacrtati električnu šemu diferencijalnog pojačavača sa dva NMOS tranzistora i nesimetričnim izlazom koji se napaja iz izvora napajanja oba polariteta $\pm V_{DD}$. 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 za faktor potiskivanja signala srednje vrednosti.

6.* (10 poena)

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

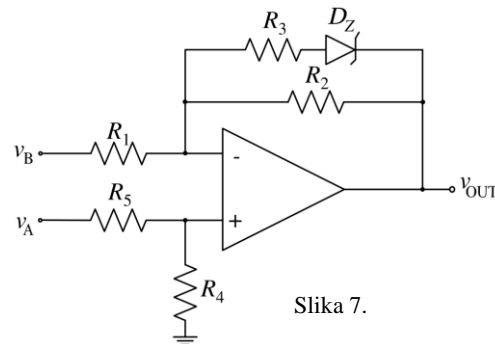
b) (6 p) Nacrtati šemu stabilizatora negativnog napona sa Zener diodom i rednim PNP tranzistorom.

7. (20 poena)

U kolu sa slike 7 poznato je $R_1=R_3=R_5=R=1\text{ k}\Omega$, $R_2=R_4=2R$, dok su parametri zener diode $V_D=1\text{ V}$ i $V_Z=3\text{ V}$. Operacioni pojačavač je idealni.

a) (15 poena) Ukoliko je $v_B=v_{IN}$ a $v_A=9\text{ V}$, izračunati i nacrtati jednosmernu prenosnu karakteristiku $v_{OUT}=f(v_{IN})$ za $-1\text{ V} \leq v_{IN} \leq 12\text{ V}$.

b) (5 poena) Ukoliko je $v_{IN}(t)=5.5\text{ V}+0.1\text{ V} \sin(2\pi ft)$, odrediti $v_{OUT}(t)$.



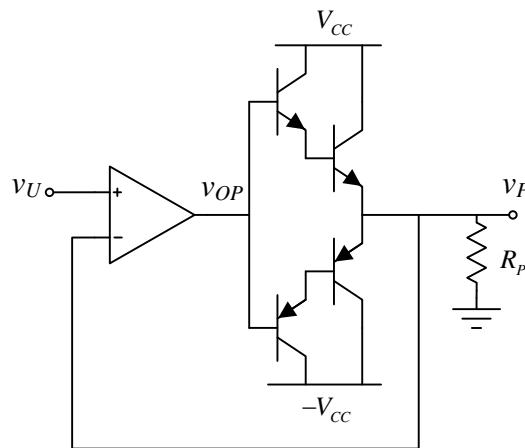
Slika 7.

8. (20 poena) Na slici 8 je prikazan pojačavač snage sa negativnom povratnom spregom realizovan pomoću bipolarnih tranzistora. Poznato je $V_{CC} = 10\text{ V}$. Svi tranzistori imaju identične karakteristike $V_{BE} = V_\gamma = 0.7\text{ V}$, $V_A = \infty$, $\beta \rightarrow \infty$.

a) (8p) Odrediti i nacrtati statičke prenosne karakteristike pojačavača $v_P = v_P(v_U)$ i $v_{OP} = v_{OP}(v_U)$, za ulazni napon u opsegu $-V_{CC} \leq v_U \leq V_{CC}$.

b) (6p) Za prostoperiodičan ulazni napon dat izrazom $v_U(t) = 5\text{ V} \sin(\omega_0 t)$ skicirati napone $v_{OP}(t)$ i $v_P(t)$ u toku jedne periode ulaznog napona.

c) (6p) Ukoliko je za sve tranzistore $\beta = 20$ i izlazna struja operacionog pojačavača ograničena na $|i_{OP}|_{\max} = 5\text{ mA}$, za ulazni napon iz tačke (b) izračunati minimalnu otpornost potrošača tako da operacioni pojačavač ne ulazi u strujno ograničenje.



Slika 8.