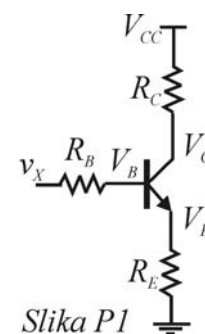


Ispit traje 4. sata. Nije dozvoljeno napuštanje ispita tokom prvog sata. Nije dozvoljeno iznošenje zadatka do kraja ispita. Svaki zadatak početi na novoj strani. Napraviti razmak između tačaka i jasno označiti svaku tačku zadatka.

1.

- a) (2 poena) Nacrtati električnu šemu hibridnog π modela bipolarnog tranzistora.
- b) (4 poena) Polazeći od odgovarajućih strujno-naponskih zavisnosti izvesti izraze za dinamičke otpornosti koje se javljaju u modelu iz tačke (a). Navesti značenje svake veličine u dobijenim izrazima.
- c) (2 poena) Odrediti napone V_B , V_C i V_E u kolu sa slike P1 kada je $v_X=0$ V.
- d) (7 poena) Odrediti napone V_B , V_C i V_E u kolu sa slike P1 kada je $v_X=V_{CC}$.
- e) (5 poena) Ponoviti tačku (d) kada $R_C \rightarrow \infty$.

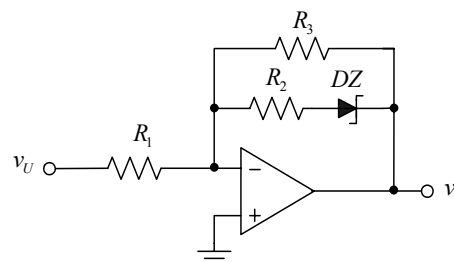
Parametri tranzistora u kolu sa slike P1 su $V_{BE}=V_{BET}=V_{BES}=0.6$ V, $V_{CES}=0.2$ V, $\beta=100$, dok je $R_C=R_E=1$ k Ω , $R_B=100$ k Ω i $V_{CC}=3$ V.



Slika P1

2.

- a) (6 poena) Grafički predstaviti statičku strujno-naponsku karakteristiku Zener diode. Na crtežu označiti karakteristične veličine. Napisati izraz za napon na diodi u funkciji struje diode u oblasti Zenerovog proboja i na osnovu njega nacrtati ekvivalentnu šemu Zener diode.
- b) (14 poena) Odrediti i grafički predstaviti karakteristiku prenosa $v_I=f(v_U)$ kola sa slike P2 ako se ulazni napon menja u granicama od -5 V $\leq v_U \leq 5$ V. Smatrati da su operacioni pojačavač i Zener dioda koji se koriste u ovom kolu idealni. Poznato je: $R_1=1$ k Ω , $R_2=R_3=2$ k Ω i $V_Z=5$ V.

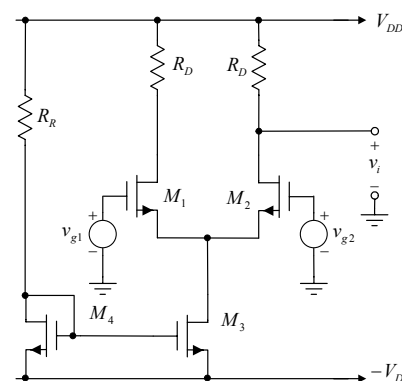


Slika P2

3.

Na slici P3 prikazan je diferencijalni pojačavač.

- a) (9 poena) Odrediti vrednosti struja svih tranzistora i vrednost izlaznog napona u mirnoj radnoj tački.
- b) (8 poena) Predstaviti pojačavač ekvivalentnom polovinom kola za male signale pri diferencijalnoj pobudi i izvesti izraz za diferencijalno pojačanje $A_d=v_i/v_d$ ($v_d=v_{g1}-v_{g2}$).
- c) (3 poena) Izračunati vrednost diferencijalnog pojačanja ovog pojačavača. Poznato je: $V_{DD}=10$ V, $R_R=8$ k Ω , $R_D=5$ k Ω , $V_P=3$ V i $k_n=4$ mA/V². Smatrati da je $\lambda_1=\lambda_2=\lambda_3=\lambda_4=0$.

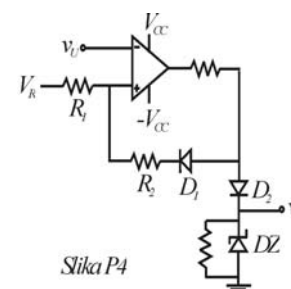


Slika P3

4.

Na slici P4 data je električna šema komparatora sa pozitivnom povratnom spregom.

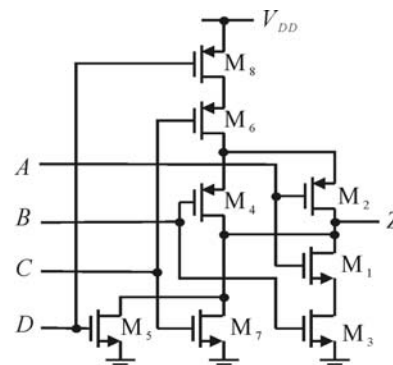
- a) (15 poena) Odrediti vrednosti pragova okidanja i grafički predstaviti karakteristiku prenosa $v_I=f(v_U)$ komparatora sa slike P4. Poznato je: $R_1=10$ k Ω , $R_2=20$ k Ω , $V_{CC}=10$ V, $V_Z=6$ V i $V_R=2$ V. Smatrati da su diode idealne. Vrednosti otpornika koji nisu označeni na slici P4 se ne koriste.
- b) (5 poena) Odrediti vrednost napona V_R tako da centar histerezisa bude jednak 0 V.



Slika P4

5.

- a) (3 poena) Nacrtati električnu šemu CMOS invertora.
- b) (5 poena) Grafički predstaviti karakteristiku prenosa invertora iz tačke (a). Na crtežu označiti karakteristične oblasti i vrednosti napona u karakterističnim tačkama. Korišćenjem oznaka sa ovog crteža napisati izraze za margine šuma CMOS invertora.
- c) (12 poena) Na slici P5 prikazano je CMOS logičko kolo kod koga su sa A, B, C i D označeni ulazi a sa Z izlaz. Prikazati rad ovog kola preko kombinacione tablice (tablice istinitosti) i odrediti logičku funkciju koju kolo obavlja. Funkciju predstaviti u minimalnom obliku.



Slika P5