

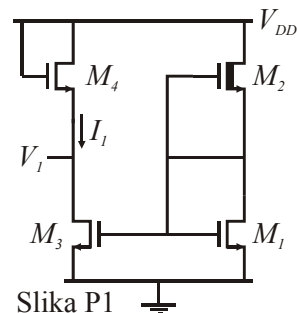
Ispit traje 4 sata. Na ispitu je dozvoljeno korišćenje samo pribora za pisanje i neprogramabilnog kalkulatora. Nije dozvoljeno napuštanje ispita tokom prvog sata. Nije dozvoljeno iznošenje zadatka do kraja ispita. Svaki zadatak početi na novoj strani. Napraviti razmak između tačaka i jasno označiti svaku tačku zadatka.

1.

a) (4 poena) Pomoću crteža prikazati presek MOSFET tranzistora sa ugrađenim kanalom N tipa kada on radi na granici triodne (omске) oblasti i oblasti zasićenja. Navesti uslov koji treba da bude ispunjen za ovakav rad?

b) (4 poena) Grafički predstaviti skup izlaznih statičkih karakteristika MOSFET tranzistora sa ugrađenim kanalom. Na crtežu označiti karakteristične oblasti rada tranzistora i krive koje odgovaraju karakterističnim vrednostima napona polarizacije  $V_{GS}$ . Izvesti izraz za izlaznu otpornost MOSFET tranzistora u oblasti zasićenja.

c) (12 poena) Odrediti u kom režimu rade tranzistori  $M_1$ - $M_4$  i odrediti vrednosti napona  $V_I$  i struje  $I_I$  u kolu sa slike P1. Poznato je:  $V_{DD} = 5V$ ,  $|V_P| = 1V$ ,  $V_A \rightarrow \infty$  i  $k_n = 0.4mA/V^2$ .

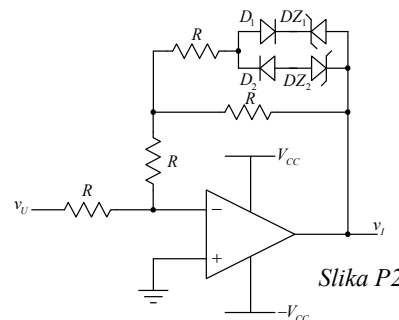


Slika P1

2.

a) (6 poena) Neinverujući pojačavač je realizovan korišćenjem operacionog pojačavača koji ima pojačanje bez povratne sprege  $A$ , ulaznu otpornost  $R_u$  i izlaznu otpornost  $R_f=0$ . Nacrtati ekvivalentnu šemu za određivanje ulazne otpornosti i izvesti izraz za ulaznu otpornost neinvertujućeg pojačavača.

b) (14 poena) Odrediti i nacrtati funkciju prenosa  $v_I = f(v_U)$  kola sa slike P2 za  $-V_{CC} \leq v_U \leq V_{CC}$ . Poznato je:  $V_{CC} = 15V$ ,  $V_D = 0.7V$ ,  $V_Z = 4.3V$ . Diode i Zener diode su idealne. Operacioni pojačavač je idealan i ima simetrično napajanje  $\pm V_{CC}$ .



Slika P2

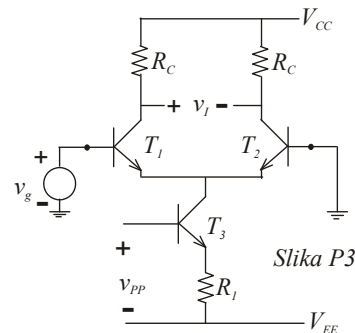
3.

Na slici P3 prikazan je diferencijalni pojačavač kod koga se pojačanje može podešavati promenom napona  $v_{PP}$ . Poznato je  $V_{CC} = -V_{EE} = 6V$ ,  $V_T = 25mV$ ,  $\beta \rightarrow \infty$ ,  $V_{BE} = V_{BE1} = 0.6V$ ,  $V_{CES} = 0.2V$ ,  $V_A \rightarrow \infty$ ,  $R_I = 1k\Omega$ ,  $R_C = 2k\Omega$ .

a) (6 poena) Nacrtati ekvivalentnu polovinu kola za diferencijalni signal i izvesti izraz za diferencijalno pojačanje pojačavača sa slike P3.

b) (6 poena) Odrediti opseg napona  $v_{PPmin} \leq v_{PP} \leq v_{PPmax}$  u kojem su svi tranzistori u mirnoj radnoj tački u aktivnom režimu.

c) (8 poena) Odrediti naponsko pojačanje pojačavača  $A = v_I/v_g$  ako je  $v_{PP} = 3V$ .

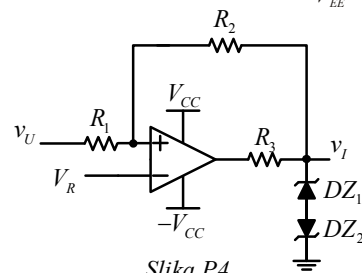


Slika P3

4.

a) (6 poena) Nacrtati blok šemu dvoulaznog multipleksera. Korišćenjem minimalnog broja osnovnih logičkih kola realizovati dvoulazni multiplekser.

b) (14 poena) Na slici P4 prikazan je komparator sa pozitivnom povratnom spregom (Šmitov komparator). Izračunati vrednosti pragova diskriminacije, širinu histerezisa i centar histerezisa. Grafički predstaviti karakteristiku prenosa ovog komparatora. Poznato je:  $R_1 = 10k\Omega$ ,  $R_2 = 20k\Omega$ ,  $R_3 = 1k\Omega$ ,  $V_R = 0V$ ,  $V_D = 0.7V$ ,  $V_Z = 9.3V$ ,  $V_{CC} = 15V$ . Operacioni pojačavač, dioda i Zenerova dioda su idealni.

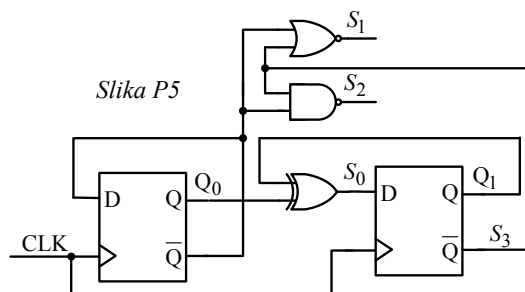


Slika P4

5.

a) (6 poena) Realizovati asinhroni brojač sa minimalnim brojem T flipflopova i osnovnih logičkih kola koji ima osnovu brojanja 6. Rad brojača prikazati pomoću vremenskog dijagrama izlaza. Pretpostaviti da su u početnom trenutku svi flipflopovi bili resetovani.

b) (14 poena) Na slici P5 predstavljena je sinhrona sekvencijalna mreža čiji su izlazi  $S_3$ ,  $S_2$ ,  $S_1$  i  $S_0$ . Ako je početno stanje izlaza mreže  $S_3S_2S_1S_0 = 1000$ , pomoću vremenskih dijagrama ilustrovati rad mreže. Tabela prikazati prelaze izlaza mreže iz stanja u stanje.



Slika P5