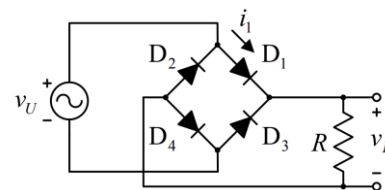


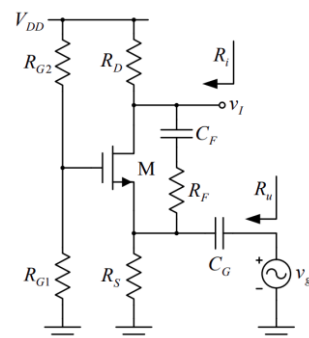
Dozvoljeno je korišćenje samo pribora za pisanje i neprogramabilnog kalkulatora. Nije dozvoljeno napuštanje ispita tokom prvog sata. Nije dozvoljeno iznošenje zadatka do kraja ispita. Svaki zadatak početi na novoj strani. Napraviti razmak između tačaka i jasno označiti svaku tačku zadatka. Na naslovnoj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



Slika 3.

- 2.\* (6 poena) a) (3p) Nacrtati šemu mernog kola za snimanje ulazne statičke strujno-naponske karakteristike NPN tranzistora i grafički predstaviti ovu karakteristiku.
- b) (3p) Izvesti izraz za ulaznu otpornost za male signale bipolarnog tranzistora.
3. (14 poena) Odrediti i grafički predstaviti zavisnosti  $v_I=f(v_U)$  i  $i_I=f(v_U)$  za diodno kolo sa slike 3. Poznato je  $V_D=0.7\text{ V}$ ,  $R=1\text{ k}\Omega$ .

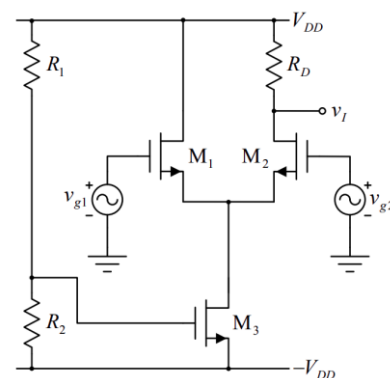


Slika 4.

4. (14 poena) Na slici 4 prikazan je pojačavač u konfiguraciji sa zajedničkim gejtom. Poznato je:  $V_{DD}=12\text{ V}$ ,  $R_{G1}=80\text{ k}\Omega$ ,  $R_{G2}=160\text{ k}\Omega$ ,  $R_D=2\text{ k}\Omega$ ,  $R_S=500\ \Omega$ ,  $R_F=100\text{ k}\Omega$ ,  $k_n=2\text{ mA/V}^2$ ,  $V_t=2\text{ V}$ ,  $C_G=C_F=\infty$ .
- a) Izračunati struju drena tranzistora u kolu sa slike.
- b) Nacrtati ekvivalentno kolo pojačavača sa slike 4 za male signale, izvesti izraze za naponsko pojačanje i ulaznu otpornost i izračunati vrednosti ovih parametara pojačavača.

- 5.\* (10 poena) Nacrtati električnu šemu invertujućeg pojačavača sa operacionim pojačavačem. Izvesti izraze za pojačanje, ulaznu i izlaznu otpornost ovog pojačavača ako upotrebljeni operacioni pojačavač ima konačno pojačanje  $A$  dok su mu ostale karakteristike idealne.

- 6.\* (10 poena) a) (4p) Skicirati funkciju prenosa realnog logičkog invertora. Na crtežima obeležiti karakteristične veličine. Napisati izraze za margine šuma.
- b) (4p) Nacrtati šemu NMOS logičkog invertora sa otpornim opterećenjem. Skicirati karakteristiku prenosa i označiti oblasti i režime rada tranzistora.
- c) (2p) Nacrtati električnu šemu dvoulaznog CMOS ILI kola.

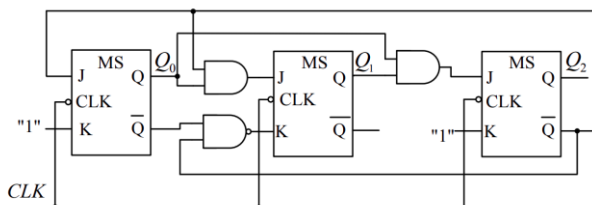


Slika 7.

7. (20 poena) Na slici 7 prikazan je diferencijalni pojačavač. Poznato je:  $V_{DD}=5\text{ V}$ ,  $R_1=8\text{ k}\Omega$ ,  $R_2=2\text{ k}\Omega$ ,  $R_D=3\text{ k}\Omega$ ,  $V_t=1\text{ V}$ ,  $k_n=4\text{ mA/V}^2$ .

- a) Odrediti vrednosti struja svih tranzistora i vrednost izlaznog napona u mirnoj radnoj tački.
- b) Predstaviti pojačavač ekvivalentnom polovinom kola za male signale pri diferencijalnoj pobudi i izvesti izraz za diferencijalno pojačanje  $A_d=v_i/v_d$  ( $v_d=v_{g1}-v_{g2}$ ). Izračunati vrednost diferencijalnog pojačanja ovog pojačavača.
- c) Izračunati minimalnu vrednost signala srednje vrednosti za koji svi tranzistori rade u režimu zasićenja.

8. (20 poena) Na slici 8 data je šema sinhronog brojača realizovanog sa JK master-slejev flipflopovima. Pomoću vremenskog dijagrama prikazati rad brojača i odrediti osnovu brojanja. Pretpostaviti da je u početnom trenutku brojač bio resetovan.



Slika 8.