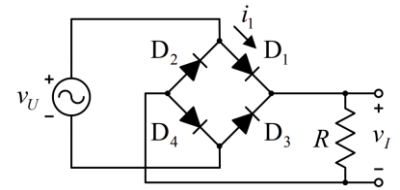


Dozvoljeno je korišćenje samo pribora za pisanje i neprogramabilnog kalkulatora. Nije dozvoljeno napuštanje ispita tokom prvog sata. Nije dozvoljeno iznošenje zadatka do kraja ispita. Svaki zadatak početi na novoj strani. Napraviti razmak između tačaka i jasno označiti svaku tačku zadatka. Na naslovnoj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

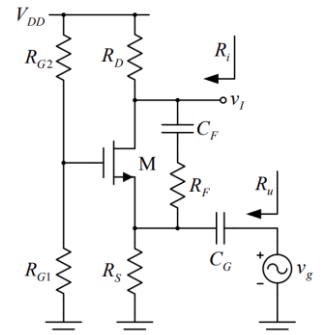
b) (3p) Izvesti izraz za ulaznu otpornost za male signale bipolarnog tranzistora.

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  $V_D=0.7\text{ V}$ ,  $R=1\text{ k}\Omega$ . Ulazni napon  $v_U$  se kreće u opsegu od  $-5\text{ V}$  do  $5\text{ V}$ .

4. (14 poena) Na slici 4 prikazan je pojačavač u konfiguraciji sa zajedničkim gejtom. Poznato je:  $V_{DD}=12\text{ V}$ ,  $R_{G1}=80\text{ k}\Omega$ ,  $R_{G2}=160\text{ k}\Omega$ ,  $R_D=2\text{ k}\Omega$ ,  $R_S=500\text{ }\Omega$ ,  $R_F=100\text{ k}\Omega$ ,  $k_n=2\text{ mA/V}^2$ ,  $V_t=2\text{ V}$ ,  $C_G=C_F=\infty$ .

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.



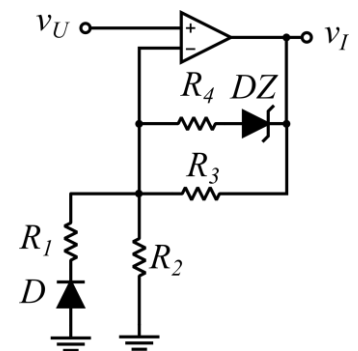
Slika 4.

5.\* (10 poena) Nacrtati električnu šemu neinvertujućeg 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 NILI kola.



Slika 7.

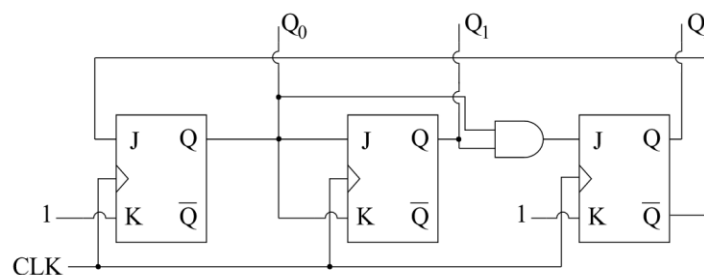
7. (20 poena)

a) (15 poena) Odrediti i grafički predstaviti napon na izlazu kola sa slike 7 u funkciji napona na ulazu.

b) (5 poena) Nacrtati jednu periodu napona na izlazu kola ako je napon na ulazu oblika  $v_U = 6\text{ V} \cdot \sin(\omega t)$ .

Operacioni pojačavač je idealan, pozitivno napajanje operacionog pojačavača je  $10\text{ V}$ , dok je negativno napajanje  $-5\text{ V}$ . Poznato je:  $R_1=R_2=2\text{ k}\Omega$ ,  $R_3=R_4=2R_1$ ,  $V_D = 0\text{ V}$ ,  $V_Z = 4\text{ V}$ .

8. (20 poena) Pomoću vremenskog dijagrama predstaviti rad brojača sa slike 8 i odrediti moduo brojanja. Početno stanje brojača je  $Q_2 Q_1 Q_0 = 000$ .



Slika 8.