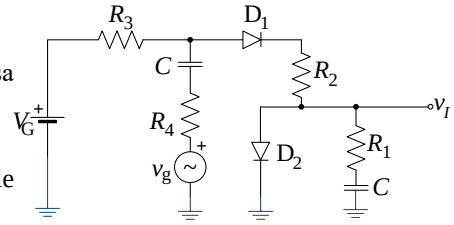
Osnovi elektronike (19E042OE), Elementi elektronike (13E042EEG, 13E042EE) **11.02.2022.**

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. * (6 poena) a) *(3p)* Nacrtati uzdužni presek PN spoja i izvršiti njegovu inverznu polarizaciju. Korišćenjem odgovarajućih grafičkih simbola na crtežu prikazati karakteristične oblasti i vezane jone i slobodne nosioce naelektrisanja.
b) *(3 p)* Opisati mehanizme koji dovode do proboja inverzno polarisanog PN spoja.

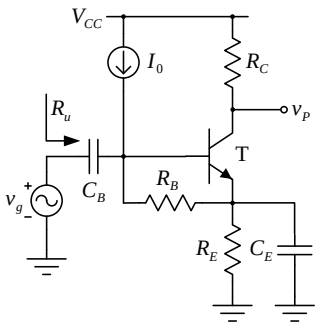
2.* (6 poena) a) (*2p*) Izvršiti polarizaciju PNP tranzistora pomoću dve baterije. U skladu sa naponima označenim na slici navesti uslove za rad tranzistora u aktivnom režimu.
b) (*2p*) Nacrtati ekvivalentno kolo (model) bipolarnog tranzistora za male signale.
c) (*2p*) Izvesti izraze za parametre bipolarnog tranzistora koji se koriste u modelu za male signale.



Slika 3.

3. (14 poena) Za kolo sa slike 3 poznato je V_G = 5V, R_3 = 200Ω, R_1 = R_4 = 100Ω, V_D = 0.6V, V_T = 25mV, $C \to \infty$ i v_g = 1mVsin(ωt).
a) (*7p*) Odrediti otpornost R_2 tako da struja diode D_1 u mirnoj radnoj tački iznosi 10mA.
b) (*7p*) Za otpornost određenu u tački a) odrediti (*i nacrtati*) ukupni izlazni signal v_I.

4. (14 poena) Na slici 4 je prikazan pojačavač sa zajedničkim emitorom. Poznato je: V_{CC} =12 V, R_E =1 kΩ, R_C = 2 kΩ, β = 100, V_{BE} = 0.7V, V_T = 25 mV, I_0 =1 mA, $C_B = \infty$, $C_E = \infty$ i $r_i = r_{ce} = \infty$.
a) (*5p*) Odrediti vrednost otpornosti R_B tako da vrednost napona kolektora u mirnoj radnoj tački iznosi V_C=6 V.
b) (*6p*) Nacrtati šemu pojačavača za male signale i izvesti izraze za naponsko pojačanje, ulaznu otpornost i izlaznu otpornost.
c) (*3p*) Izračunati naponsko pojačanje, ulaznu otpornost i izlaznu otpornost.

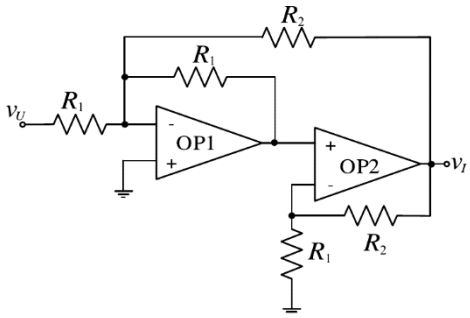


Slika 4.

5.* (10 poena) a) (*4p*) Nacrtati diferencijalni pojačavač sa jednostrukim izlazom realizovan korišćenjem NPN tranzistora, pri čemu strujni izvor koji napaja diferencijalni par treba da bude realizovan pomoću strujnog ogledala.
b) (*6p*) Korišćenjem *bisekcione* teoreme (korišćenje aproksimacije polukola) izvršiti analizu rada pojačavača i izračunati dieferencijalno pojačanje, pojačanje signala srednje vrednosti i faktor potiskivanja signala srednje vrednosti.
Napomena: Smatrati da samo tranzistor u strujnom ogledalu ima konačnu izlaznu otpornost r_{ce}.

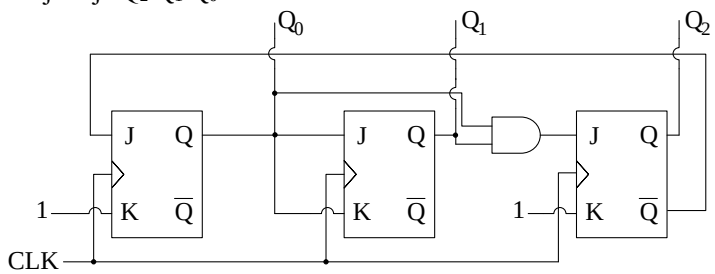
6.* (10 poena) a) (*6 p*) Nacrtati električnu šemu CMOS logičkog invertora i grafički predstaviti njegovu karakteristiku prenosa. Na crtežu označiti vrednosti napona u karakterističnim tačkama i radne režime tranzistora.
b) (*2 p*) Korišćenjem oznaka sa karakteristike prenosa iz tačke (a) napisati izraze za margine šuma.
c) (*2 p*) Nacrtati električnu šemu dvoulaznog CMOS NI kola.

7. (20 poena) U kolu pojačavača sa slike 7 upotrebljeni su idealni operacioni pojačavači i poznato je $R_2 = 3R_1$.
a) (*12p*) Izračunati naponsko pojačanje kola $A_v = \frac{v_P}{v_U}$.
b) (*8p*) Ako je napajanje operacionog pojačavača OP1 ograničeno i dato kao $V_{CC} = -V_{EE}$ = 5 V, dok je OP2 idealan, izračunati maksimalnu moguću amplitudu simetričnog neizobličenog prostoperiodičnog napona na izlazu pojačavača.



Slika 7.

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.