

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 raden, u odgovarajući kvadratić na naslovnoj strani upisati X. Integralni ispit: zadaci 1-8, 180 minuta. Samo popravni kolokvijum ili samo završni ispit: 120 minuta. Za prolaz na integralnom ispitu je potreban 51 poen uz uslov da se na zadacima označenim sa * dobije više od 10 poena. Za prolaz na kolokvijumu potrebno je više od 20 poena uz uslov da se na zadacima označenim sa * dobije više od 4 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) Grafički i analitički predstaviti statičku strujno-naponsku karakteristiku diode koja se aproksimira izlomljeno linearnim modelom. Nacrtati ekvivalentno kolo (model) navedene diode.

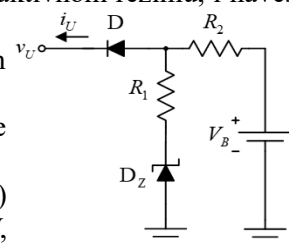
b) (3p) Nacrtati električnu šemu polutalasnog (jednostranog) usmerača sa kapacitivnim filtrom. Izvesti izraz za talasnost napona na izlazu usmerača. Kako se talasnost menja sa porastom kapacitivnosti filtra? Smatrati da je dioda idealna sa naponom provođenja $V_D = 0$ V.

2.* (6 poena) a) (3p) Nacrtati ekvivalentno kolo za velike signale NPN tranzistora koji radi u aktivnom režimu, i navesti uslove za njegov rad u aktivnom režimu. Zanimariti uticaj Erljejevog efekta.

b) (1p) Nacrtati ekvivalentno kolo za male signale bipolarnog tranzistora koji radi u aktivnom režimu, koje uključuje uticaj Erljejevog efekta.

c) (2p) Izvesti izraze za parametre bipolarnog tranzistora koji se koriste u modelu za male signale iz tačke b).

3. (14 poena) Odrediti i grafički predstaviti zavisnost ulazne struje od ulaznog napona $i_U = f(v_U)$ diodnog kola sa slike 3. Ulazni napon se nalazi u opsegu $-10 \text{ V} \leq v_U \leq 10 \text{ V}$. Poznato je: $V_B = 10 \text{ V}$, $R_1 = 200 \Omega$, $R_2 = 300 \Omega$, $V_D = 0 \text{ V}$, $V_Z = 5 \text{ V}$.



Slika 3.

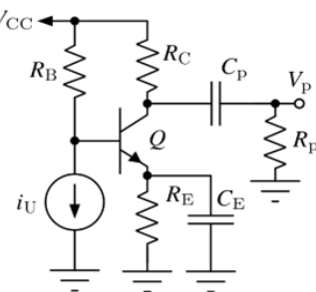
4. (14 poena) Na slici prikazan je jednostepeni pojačavač sa bipolarnim tranzistorom u konfiguraciji sa zajedničkim emitorom. Pojačavač se koristi kao *transrezistansni* – ulazna veličina je struja a izlazna je napon. Strujni izvor je oblika $i_U = I_U + I_u \sin(\omega t)$, a njegova naizmenična komponenta se može smatrati malim signalom.

a) (6p) Izračunati otpornost R_B tako da u mirnoj radnoj tački struja kolektora tranzistora bude $I_C = 1 \text{ mA}$.

b) (6p) Nacrtati ekvivalentnu šemu pojačavača za male signale i izvesti izraz za transrezistansno pojačanje ovog pojačavača, $R_m = V_p/I_u$, gde je V_p amplituda napona na potrošaču. Odrediti izraz za ulaznu otpornost koju vidi strujni izvor i_u .

c) (2p) Izračunati vrednosti transkonduktanskog pojačanja pojačavača i ulazne otpornosti.

Poznato je: $V_{CC} = 5 \text{ V}$, $R_C = 1 \text{ k}\Omega$, $R_E = 1 \text{ k}\Omega$, $R_p = 1 \text{ k}\Omega$, $\beta = 100$, $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$, $V_t = 25 \text{ mV}$, $I_U = 10 \mu\text{A}$, $C_E = C_p \rightarrow \infty$.



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) (4 p) Nacrtati pojačavač snage u klasi A realizovan korišćenjem dva NPN bipolarna tranzistora i dva izvora za napajanje.

b) (3 p) Skicirati funkciju prenosa pojačavača i označiti karakteristične vrednosti napona. Ne zanemarivati V_{BE} i V_{CES} .

c) (3 p) Ukoliko je struja tranzistora koji predstavlja strujni izvor I_0 i ukoliko se zanemare naponi V_{BE} i V_{CES} , odrediti optimalnu vrednost potrošača tako da pojačavač ima maksimalnu efikasnost pri maksimalnom neizobličenom naponu na izlazu.

7. (20 poena) Za kolo diferencijalnog pojačavača, prikazanog na slici 7, poznato je: $V_{DD} = 10 \text{ V}$, $\beta \rightarrow \infty$, $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$, $V_{CES} = 0,2 \text{ V}$, $r_{ce1} \rightarrow \infty$, $r_{ce2} = 50 \text{ k}\Omega$, $R_D = 5 \text{ k}\Omega$, $V_t = 3 \text{ V}$, $k_n = 2 \text{ mA/V}^2$, $r_{ds1,2} \rightarrow \infty$.

a) (7p) Odrediti vrednost otpornosti R_R tako da vrednost izlaznog napona u mirnoj radnoj tački iznosi $V_I = 5 \text{ V}$.

b) (6p) Predstaviti pojačavač ekvivalentnom polovinom kola za male signale pri diferencijalnoj pobudi, izvesti izraz za diferencijalno pojačanje $A_d = v_i/v_d$ ($v_d = v_{g1} - v_{g2}$) i izračunati vrednost ovog pojačanja.

c) (7p) Odrediti minimalnu vrednost signala srednje vrednosti za koju bipolarni tranzistori rade u aktivnom režimu.

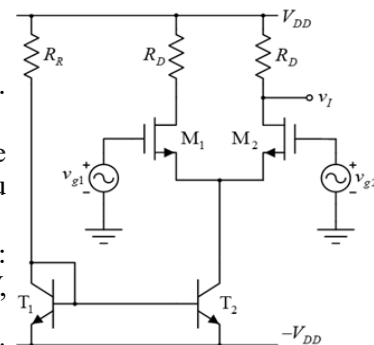
8. (20 poena) U kolu stabilizatora napona sa slike 8 upotrebljen je idealni operacioni pojačavač, a parametri tranzistora Q su $V_{EB} = 0,7 \text{ V}$, $V_{ECS} = 0,2 \text{ V}$, $\beta = 100$. Parametri Zener diode D_Z su $V_Z = 2 \text{ V}$ i $V_D = 0,6 \text{ V}$. Otpornost potrošača može da se menja u opsegu $0 < R_p < 50 \Omega$, a poznato je i $R_A = R_B = 1 \text{ k}\Omega$, $R_0 = 10 \text{ k}\Omega$, i $V_G = 12 \text{ V}$. Strujna zaštita ovog stabilizatora ostvaruje se ulaskom operacionog pojačavača u odgovarajuće zasićenje.

a) (6p) Izračunati napon na potrošaču u nominalnom režimu rada V_p , kada strujna zaštita nije aktivna.

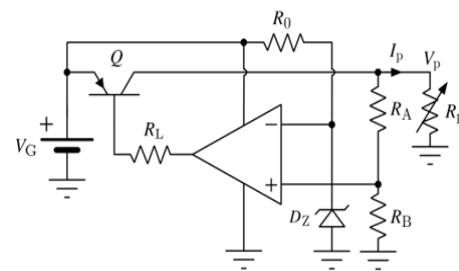
b) (6p) Izračunati otpornost R_L tako da struja potrošača pri kojoj se aktivira strujna zaštita bude $I_{p,max} = 1 \text{ A}$.

c) (4p) Skicirati zavisnosti napona i struje potrošača od njegove otpornosti $V_p(R_p)$ i $I_p(R_p)$, i na njima označiti nominalni režim i režim zaštite.

d) (4p) Izračunati kolika treba da bude maksimalna snaga dozvoljena snaga tranzistora $P_{DQ,max}$ tako da on ne pregori ni za jednu otpornost potrošača.



Slika 7.



Slika 8.