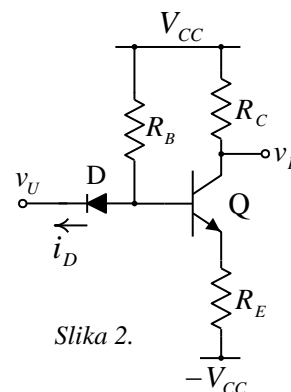


Ispit traje 3 sata. Studenti koji su položili kolokvijum rade zadatke 4-8 u trajanju od 2 sata. Na ispitu je dozvoljeno korišćenje samo pribora za pisanje i neprogramabilnog kalkulatora. Nije dozvoljeno napuštanje ispita tokom prvog sata. Nije dozvoljeno iznošenje zadatka do kraja ispita. Svaki zadatak početi na novoj strani. Napraviti razmak između tačaka a), b), c)...u zadatku i jasno označiti svaku tačku zadatka. Na naslovnoj strani vežbanke za zadatak koji nije rađen u odgovarajući kvadratić upisati X. Ako je položen kolokvijum na naslovnoj strani u kvadratiće za zadatke 1-3 upisati **Kolokvijum**.

1. (13 poena)

Nacrtati model bipolarnog NPN tranzistora:

- (3p) za velike signale,
- (3p) u zasićenju,
- (3p) u neprovodnom stanju.
- (4p) Izvesti izraze za otpornost od baze do emitora  $r_\pi$  i otpornost od kolektora do emitora  $r_{ce}$  u modelu bipolarnog tranzistora za male signale.



Slika 2.

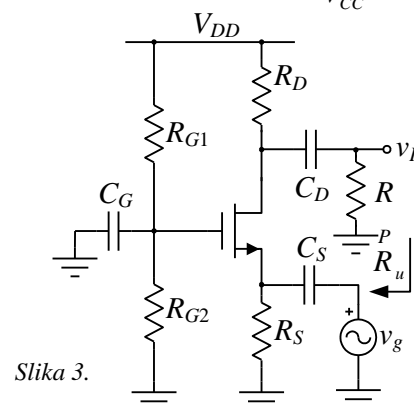
2. (13 poena)

Za kolo sa slike 2 odrediti i grafički predstaviti zavisnosti  $v_I=f_1(v_U)$  i  $i_D=f_2(v_U)$  za opseg ulaznog napona  $-10\text{ V} < v_U < 5\text{ V}$ . Poznati su sledeći parametri:  $V_{CC} = 5\text{ V}$ ,  $R_C = R_E = 1\text{ k}\Omega$ ,  $R_B = 50\text{ k}\Omega$ ,  $V_D = 0.7\text{ V}$ ,  $V_{BE} = 0.7\text{ V}$ ,  $V_{BES} = 0.7\text{ V}$ ,  $V_{CES} = 0.2\text{ V}$ ,  $\beta = 42$ .

3. (14 poena)

Za pojačavač sa slike 3 je poznato:  $V_{DD} = 10\text{ V}$ ,  $R_{G1} = R_{G2} = 100\text{ k}\Omega$ ,  $R_D = 5\text{ k}\Omega$ ,  $R_P = 5\text{ k}\Omega$ ,  $(C_G, C_S, C_D) \rightarrow \infty$ ,  $k_n = 2\text{ mA/V}^2$ ,  $\lambda = 0,02\text{ V}^{-1}$ ,  $V_t = 1\text{ V}$ .

- (4p) Odrediti vrednost otpornosti  $R_S$  tako da je struja drejna jednaka  $I_D = 1\text{ mA}$ . U ovoj tački zanemariti uticaj efekta modulacije dužine kanala.
- (6p) Izvesti izraz za naponsko pojačanje pojačavača i izračunati vrednost ovog pojačanja.
- (4p) Izvesti izraz i izračunati vrednost ulazne otpornosti pojačavača.



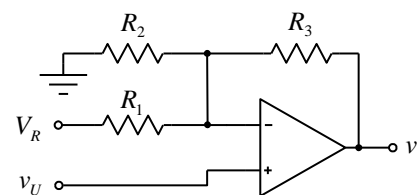
Slika 3.

4. (10 poena)

Nacrtati električnu šemu neinvertujućeg pojačavača realizovanog sa neidealnim operacionim pojačavačem u kojoj je operacioni pojačavač predstavljen svojim ekvivalentnim kolom. Operacioni pojačavač ima ulaznu otpornost  $R_u$ , izlaznu otpornost  $R_i=0$  i  $A \rightarrow \infty$ . Izvesti izraz za ulaznu otpornost ovog neinvertujućeg pojačavača.

5. (11 poena)

- (5p) Nacrtati električnu šemu CMOS logičkog invertora. Grafički predstaviti funkciju prenosa ovog logičkog kola. Na grafiku označiti karakteristične vrednosti napona i navesti režime rada tranzistora i svim oblastima funkcije prenosa.
- (3p) Čime je određena potrošnja CMOS logičkog invertora.
- (3p) Nacrtati električnu šemu dvoulaznog CMOS NI logičkog kola i pomoću kombinacione tablice i analitički predstaviti funkciju ovog kola.



Slika 6.

6. (13 poena)

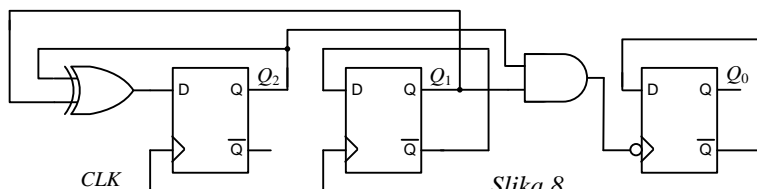
Odrediti i grafički predstaviti funkciju prenosa  $v_I=f(v_U)$  kola sa slike 6. Operacioni pojačavač je idealan. Poznato je:  $R_1 = 10\text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 20\text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 20\text{ k}\Omega$ ,  $V_R = 5\text{ V}$ ,  $0\text{ V} \leq v_U \leq 5\text{ V}$ .

7. (14 poena) Funkcija  $Y$  zadata je izrazom  $Y = \overline{A}BC\overline{D} + \overline{A}BC + A\overline{C} + \overline{A}BC\overline{D} + AC\overline{D}$ . Realizovati funkciju  $Y$  korišćenjem:

- (8p) minimalnog broja osnovnih logičkih kola,
- (6p) korišćenjem samo dvoulaznih NI logičkih kola.

8. (12 poena)

Pomoću vremenskih dijagrama predstaviti signale na izlazima  $Q_0$ ,  $Q_1$  i  $Q_2$  i odrediti sekvencu brojanja brojača sa slike 8. Smatrati da su početna stanja flipflopova  $Q_0 = Q_1 = Q_2 = 0$ . Odrediti moduo brojanja ovog brojača.



Slika 8.