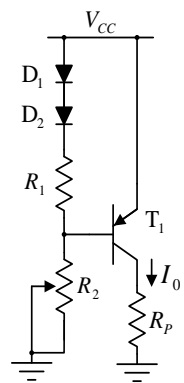


Ispit traje 3 sata. Studenti koji su položili kolokvijum rade zadatke 5-8 u trajanju od 2 sata. Na ispitu je dozvoljeno korišćenje samo pribora za pisanje i neprogramabilnog kalkulatora. Nije dozvoljeno napuštanje ispita tokom prvog sata. Nije dozvoljeno iznošenje zadatka do kraja ispita. **Svaki zadatak 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 raden u odgovarajući kvadratić upisati X. Ako je **položen** kolokvijum na naslovnoj strani u kvadratiće za zadatke 1-4 upisati **Kolokvijum**.

1. (7p) a) (5p) Izvršiti direktnu polarizaciju PN spoja. Na crtežu uzdužnog preseka direktno polarisanog PN spoja, pomoću odgovarajućih simbola, predstaviti slobodne elektrone, šupljine i vezana naelektrisanja. Ispod ovog crteža grafički predstaviti raspodelu koncentracije slobodnih nosilaca u PN spoju kada je spoljašnji napon veći od unutrašnjeg. Na grafiku označiti karakteristične veličine. Napisati izraze za koncentraciju sporednih nosilaca neposredno uz oblast prostornog tovara.  
 b) (2p) Napisati izraze za struje direktno polarisanog i inverzno polarisanog PN spoja. Navesti značenje veličina u ovim izrazima.



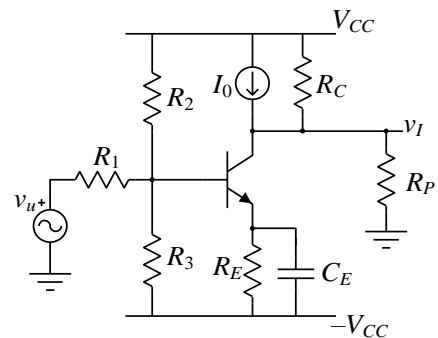
Slika 3.

2. (7p) a) (2p) Nacrtati uprošćenu električnu šemu mernog kola za snimanje izlaznih strujno-naponskih karakteristika NMOS tranzistora sa indukovanim kanalom.  
 b) (3p) Grafički predstaviti skup izlaznih strujno-naponskih karakteristika NMOS tranzistora sa indukovanim kanalom. Na crtežu označiti karakteristične veličine i oblasti rada tranzistora.  
 c) (2p) Napisati izraz za struju drejna u oblasti zasićenja i pokazati kako se preko izlaznih statičkih karakteristika određuje faktor modulacije dužine kanala  $\lambda$ .

3. (12p) Na slici 3 je prikazan strujni izvor čija se struja može podesiti pomoću potencijometra  $R_2$ .  
 a) (5p) Odrediti zavisnost struje potrošača od otpornosti potencijometra  $I_0=f(R_2)$ .  
 b) (5p) Odrediti zavisnost maksimalne otpornosti potrošača od otpornosti potencijometra  $R_{Pmax}=f(R_2)$  tako da kolo radi kao izvor konstantne struje.  
 c) (2p) Izračunati struju strujnog izvora  $I_0$  i maksimalnu otpornost  $R_{Pmax}$  ako je  $R_2=9.3\text{ k}\Omega$ .  
 Poznato je:  $V_{CC}=10\text{ V}$ ,  $|V_{BE}|=V_D=0.7\text{ V}$ ,  $|V_{CES}|=0.2\text{ V}$ ,  $R_1=700\ \Omega$ ,  $\beta=98$ .

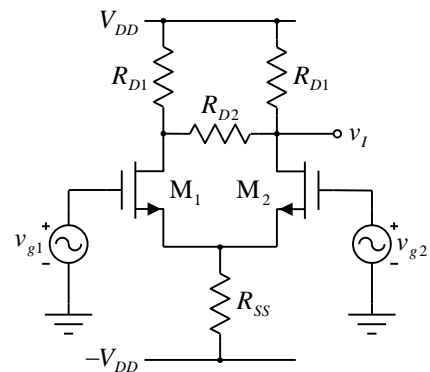
4. (14p) Za pojačavač sa slike 4 je poznato:  $V_{CC}=12\text{ V}$ ,  $I_0=5\text{ mA}$ ,  $R_1=10\text{ k}\Omega$ ,  $R_2=50\text{ k}\Omega$ ,  $R_C=40\text{ k}\Omega$ ,  $R_E=1\text{ k}\Omega$ ,  $R_P=40\text{ k}\Omega$ ,  $C_E \rightarrow \infty$ ,  $V_{BE}=0.7\text{ V}$ ,  $\beta \rightarrow \infty$ ,  $r_i \rightarrow \infty$ ,  $V_T=25\text{ mV}$ .

a) (6p) Odrediti vrednost otpornosti  $R_3$  tako da jednosmerna vrednost napona na izlazu kola iznosi  $V_I=0\text{ V}$ .  
 b) (6p) Izvesti izraz za naponsko pojačanje pojačavača sa slike 4.  
 c) (2p) Odrediti vrednost naponskog pojačanja ako otpornost  $R_3$  ima vrednost određenu u tački (a).



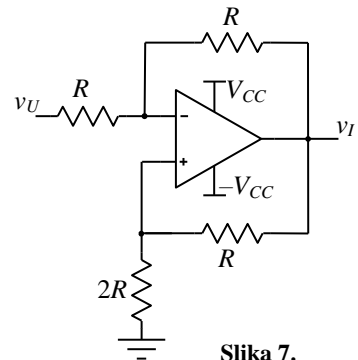
Slika 4.

5. (16p)  
 a) (4p) Nacrtati električnu šemu NMOS logičkog invertora sa otpornim opterećenjem.  
 b) (4p) Nacrtati statičku karakteristiku prenosa kola iz tačke (a) ovog zadatka. Na crtežu označiti karakteristične veličine i navesti režime rada tranzistora u karakterističnim oblastima.  
 c) (2p) Napisati izraze za margine šuma.  
 d) (6p) Izvesti izraz za maksimalnu vrednost logičke nule na ulazu posmatranog logičkog kola.



Slika 6.

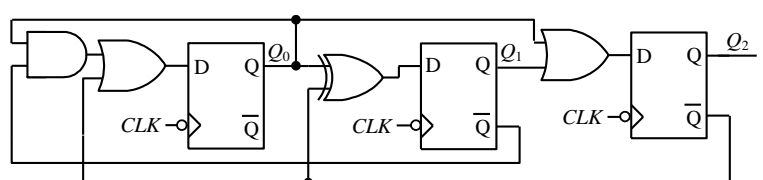
6. (18p) Na slici 6 prikazan je diferencijalni pojačavač sa NMOS tranzistorima.  
 a) (5p) Odrediti napon na izlazu  $V_{IQ}$  u mirnoj radnoj tački.  
 b) (5p) Predstaviti pojačavač ekvivalentnom polovinom kola za male signale pri diferencijalnoj pobudi i izvesti izraz za diferencijalno pojačanje  $A_d = v_i/v_d$  ( $v_d = v_{g1}-v_{g2}$ ).  
 c) (5p) Predstaviti pojačavač ekvivalentnom polovinom kola za male signale pri pobudi signalom srednje vrednosti i izvesti izraz za pojačanje signala srednje vrednosti  $A_s = v_i/v_s$  ( $v_s = v_{g1} = v_{g2}$ ).  
 d) (3p) Izračunati vrednosti diferencijalnog pojačanja i pojačanja signala srednje vrednosti ovog pojačavača.  
 Poznato je:  $V_{DD}=6\text{ V}$ ,  $R_{SS}=1\text{ k}\Omega$ ,  $R_{D1}=1.5\text{ k}\Omega$ ,  $R_{D2}=3\text{ k}\Omega$ ,  $V_i=1\text{ V}$  i  $k_n=2\text{ mA/V}^2$ . Smatrati da je  $\lambda_1=\lambda_2=0$ .



Slika 7.

7. (13p) U kolu komparatora sa slike 7 poznato je  $V_{CC}=6\text{ V}$ . Odrediti vrednosti pragova diskriminacije, centra i širine hiterezisa komparatora. Nacrtati karakteristiku prenosa komparatora.

8. (13p) 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.