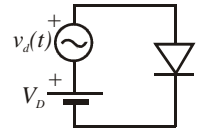


Ispit traje 3 sata. Studenti koji su položili kolokvijum rade zadatke 5-9 u trajanju od 2 sata. Na ispitu je dozvoljeno korišćenje samo pribora za pisanje i neprogramabilnog kalkulatora. Nije dozvoljeno napuštanje ispita tokom prvog sata. Nije dozvoljeno iznošenje zadatka do kraja ispita. Svaki zadatak početi na novoj strani. Napraviti razmak između tačaka i jasno označiti svaku tačku zadatka. Na prvoj strani vežbanke za zadatke koji nisu rađeni upisati X. Ako je položen kolokvijumu na prvoj strani u polja za zadatke 1-4 upisati **Kolokvijum**.

1. (6 poena)

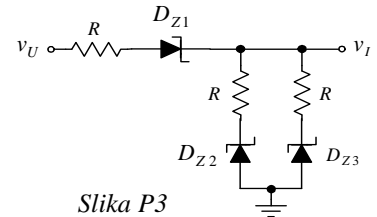
- Odrediti raspodelu struja u diodnom kolu sa slike P1. Smatrati da je  $v_d \ll V_T$ .
- Izvesti izraz za dinamičku otpornost diode.



Slika P1

2. (8 poena)

- Pomoću uzdužnog preseka prikazati strukturu i označiti elektrode kod NPN i PNP bipolarnog tranzistora. Predstaviti ove tranzistore grafičkim simbolima.
- Izvršiti polarizaciju NPN i PNP tranzistora za rad u aktivnom režimu. Na raspolaganju stoje dva izvora jednosmernog napona (baterije)  $V_1$  i  $V_2$ , čiji se napon može podešavati.
- Nacrtati električnu šemu jednostepenog pojačavača u konfiguraciji sa zajedničkim kolektorom. Na raspolaganju stoji jedan izvor napajanja. Izvesti izraz koji predstavlja jednačinu radne prave  $I_C=f(V_{CE})$ . Navesti zbog čega se mirna radna tačka pojačavača postavlja na sredinu radne prave.



Slika P3

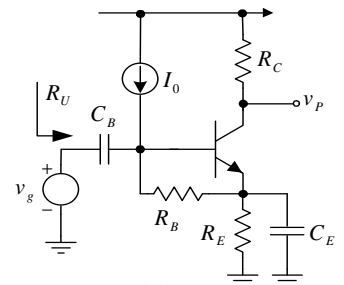
3. (12 poena)

Odrediti i grafički predstaviti zavisnost izlaznog napona od ulaznog napona  $v_I = f(v_U)$  kola sa slike P3. Ulazni napon se nalazi u opsegu  $-10 \text{ V} \leq v_U \leq 10 \text{ V}$ . Poznato je:  $V_D=0 \text{ V}$ ,  $V_{Z1}=3 \text{ V}$ ,  $V_{Z2}=5 \text{ V}$ ,  $V_{Z3}=6 \text{ V}$ .

4. (14 poena).

Na slici P4 prikazan je pojačavač sa zajedničkim emitorom. Poznato je:  $V_{CC}=12 \text{ V}$ ,  $R_E=1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_C=2 \text{ k}\Omega$ ,  $\beta=100$ ,  $V_{BE}=0.7 \text{ V}$ ,  $V_T=25 \text{ mV}$ ,  $I_0=1 \text{ mA}$ ,  $C_B=\infty$ ,  $C_E=\infty$  i  $r_i=r_{ce}=\infty$ .

- (6 poena) Odrediti vrednost otpornosti  $R_B$  tako da vrednost napona kolektora u mirnoj radnoj tački iznosi  $V_C=6 \text{ V}$ .
- (11 poena) Nacrtati šemu pojačavača za male signale i izvesti izraze za naponsko pojačanje i ulaznu otpornost.
- (3 poena) Izračunati vrednosti naponskog pojačanja i ulazne otpornosti pojačavača sa slike P4.



Slika P4

5. (10 poena)

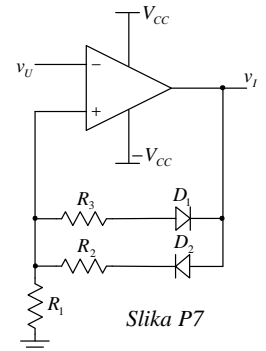
- Nacrtati šemu pojačavača sa povratnom spregom. Izvesti izraz za pojačanje ovog pojačavača. Pretpostaviti da je pojačanje otvorenog kola A a da je funkcija prenosa kola povratne sprege  $\beta$ .
- Navesti uslov koji treba da bude ispunjen da bi povratna sprema bila negativna.
- Navesti uslov koji treba da bude ispunjen za postojanje jake negativne reakcije. Napisati izraz za pojačanje pojačavača u slučaju jake negativne reakcije.

6. (10 poena)

- Nacrtati šemu dvoulaznog NI CMOS logičkog kola. Na šemi tranzistore označiti sa  $M_1, M_2, \dots$
- Rad kola prikazati pomoću kombinacione tablice. Navesti u kom režimu rade tranzistori posmatranog logičkog kola za sve moguće kombinacije logičkih stanja na ulazima. Pri navođenju koristiti oznake za tranzistore kao na šemi.

7. (12 poena)

Izračunati vrednosti pragova diskriminacije i nacrtati karakteristiku prenosa  $v_I=f(v_U)$  Šmitovog komparatora sa slike P7. Smatrati da je upotrebljeni operacioni pojačavač idealan. Poznato je:  $V_{CC} = 5 \text{ V}$ ,  $V_D = 0.7 \text{ V}$ ,  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 2 \text{ k}\Omega$

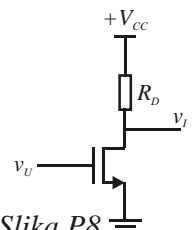


Slika P7

8. (14 poena)

Na slici P8 je prikazan logički invertor sa NMOS tranzistorom sa indukovanim kanalom. Parametri tranzistora su:  $k_N=40 \mu\text{V}/\text{A}^2$ ,  $V_p=1 \text{ V}$ . Poznato je  $V_{DD}=5 \text{ V}$ ,  $R_D=100 \text{ k}\Omega$ .

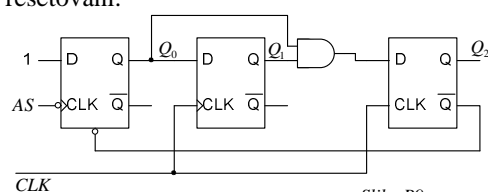
- (10 poena) Odrediti vrednosti napona logičke jedinice  $V_{OH}$  i logičke nule  $V_{OL}$  na izlazu invertora. (Pomoć: struja drejna u triodnoj oblasti  $i_d = \frac{1}{2} k_n [2(v_{GS} - v_p)v_{DS} - v_{DS}^2]$ ).
- (4 poena) Nacrtati statičku karakteristiku prenosa kola sa slike P8 i označiti karakteristične vrednosti napona.



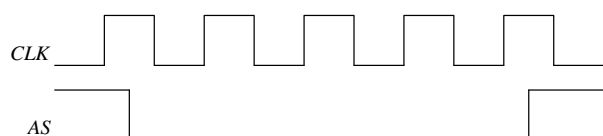
Slika P8

9. (14 poena)

Na ulaz sekvencijalne mreže sa slike P9a dovode se signali čiji je vremenski oblik prikazan na slici P9b. Nacrtati vremenske oblike signala na izlazima svih flipflopova. Pretpostaviti da su u početnom trenutku svi flipflopovi bili resetovani.



Slika P9a



Slika P9b