

1. a) Ako je CMOS invertorom (0 i 5V napajanje) potrebno upaliti 10 paralelnih LED dioda koje imaju pad napona od 1.4V i zahtevaju struju od 2mA svaka, nacrtati šemu i proračunati odgovarajuće otpornike ako se koristi:

a1) [8] NPN tranzistor,

a2) [8] PNP tranzistor.

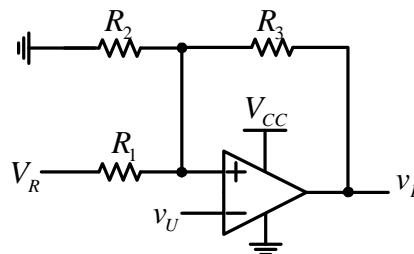
Na rapolaganju je napajanje 5V, otpornici po izboru, a poznato je i  $\beta=100$ ,  $|V_{BE}|=0.7V$ ,  $|V_{CES}|=0.2V$ . Dioda se vezuju prema napajanju.

b) [9] Ako je potrebno prekidački (on-off) napajati potrošač  $R$  sa izvora od 48V, kako je moguće ostvariti kontrolu pomoću invertora (5V napajanje) i odgovarajućih tranzistora. Odrediti i odgovarajuće otpornike. Poznato je  $\beta=100$ ,  $|V_{BE}|=0.7V$ ,  $|V_{CES}|=0.2V$ .

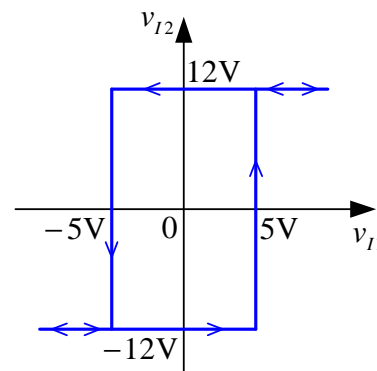
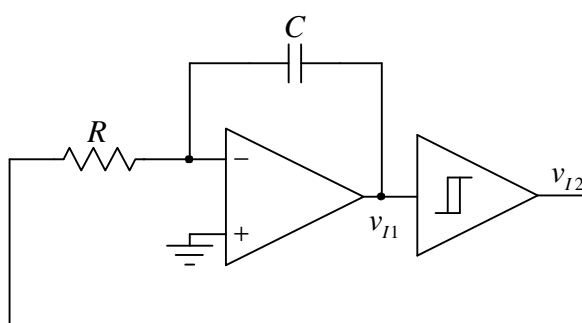
2. a) [17] Koristeći minimalan potreban broj NMOS i PMOS tranzistora, izvršiti sintezu statičkog CMOS logičkog kola koje realizuje logičku funkciju  $Z = \overline{A + B \cdot C \cdot (D + E)}$ .

b) [8] Poznato je da svaki od MOS tranzistora koji čine logičko kolo iz prethodne tačke u neprovodnom režimu ima beskonačnu otpornost između drejna i sorsa, da svaki od NMOS tranzistora u provodnom režimu ima otpornost od  $r_{dsNMOS} = 20\Omega$  između drejna i sorsa, i da svaki od PMOS tranzistora u provodnom režimu ima otpornost od  $r_{dsPMOS} = 50\Omega$  između drejna i sorsa. Ako se na izlaz kola poveže kondenzator kapacitivnosti  $C = 5pF$ , izračunati vremensku konstantu punjenja kondenzatora  $\tau_{pu}$  u najsporijem slučaju, i vremensku konstantu pražnjenja kondenzatora  $\tau_{pr}$  u najsporijem slučaju.

3. Nacrtati karakteristiku prenosa za kolo sa slike. Izračunati vrednosti pragova okidanja, kao i širinu i centar histerezisa ako je  $R_1 = R_2 = 10k\Omega$ ,  $R_3 = 100k\Omega$ ,  $V_R = 5V$ ,  $V_{CC} = 5V$ .



4. [25] Za kolo astabilnog Milerovog integratora sa slike je poznato  $C = 50nF$  i  $R = 1k\Omega$ . Šmitov komparator ima beskonačnu ulaznu i nultu izlaznu otpornost, a njegova prenosna karakteristika je prikazana na slici. Operacioni pojačavač je idealan. Izračunati i nacrtati vremenske dijagrame napona  $v_{I1}$  i  $v_{I2}$  u ustaljenom režimu. Kolika je frekvencija oscilovanja kola?



5. a) [8] Nacrtni šemu A/D konvertora sa dvojnim nagibom koji negativni ulazni napon konvertuje u 12-bitni binarni broj. Na raspolaganju su idealni prekidači sa digitalnom kontrolom (0-isključen, 1-uključen prekidač), komparatori, operacioni pojačavač, 12-bitni brojač, logička kola po izboru, otpornici i kondenzatori.

b) [7] Izračunati minimalnu otpornost otpornika u integratoru ako je opseg ulaznog napona  $-10V < v_U \leq 0$ . Poznato je: referentni napon  $V_R = +10V$ , učestanost takta brojača  $f_{CLK} = 100kHz$ ; kapacitivnost kondenzatora  $C=10\mu F$ . Operacioni pojačavač linearno radi u opsegu izlaznog napona  $\pm 10V$ , ostale komponente su idealne.

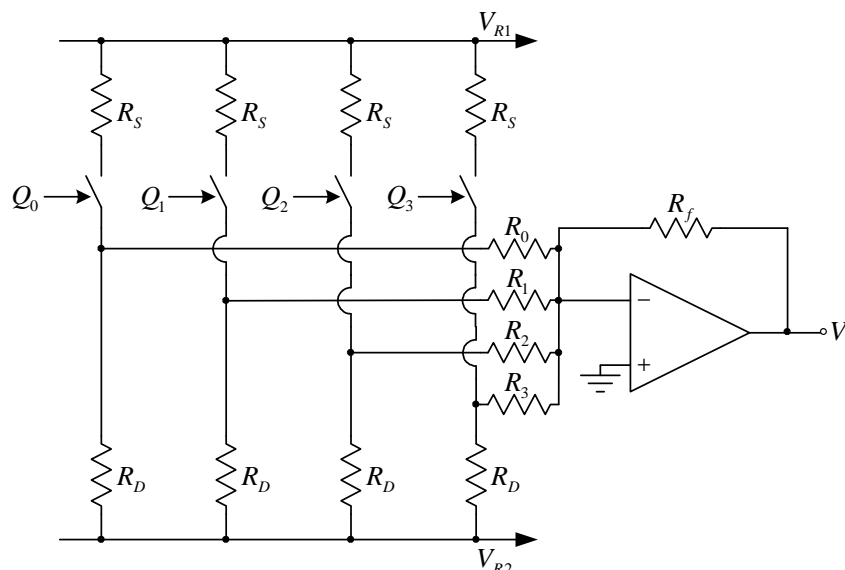
c) [10] Proračunati i nacrtni vremenske dijagrame napona za izlaz operacionog pojačavača, izlaz komparatora, sve signale koji kontrolišu prekidače, ako se konvertuje napon  $v_U = -5V$ .

6. Za D/A konvertor sa slike je poznato  $R_S = 10k\Omega$ ,  $R_f = 5k\Omega$ ,  $V_{R1} = 10V$  i  $V_{R2} = -10V$ . Poznato je i da je za ulazni podatak  $Q_3Q_2Q_1Q_0 = 0000$  izlazni napon  $V_I = 0$ , a za ulazni podatak  $Q_3Q_2Q_1Q_0 = 1111$  izlazni napon je  $V_I = 7,5V$ .

a) [5] Definirati način funkcionisanja prekidača (tj. koji logički nivo  $Q_i$  treba da otvara, a koji logički nivo  $Q_i$  da zatvara prekidače i zašto).

b) [10] Izračunati otpornosti  $R_D$ ,  $R_0$ ,  $R_1$ ,  $R_2$  i  $R_3$ .

c) [10] Odrediti otpornost otpornika  $R_{bo}$  kog je potrebno povezati između  $V_{R1}$  i invertujućeg ulaza idealnog operacionog pojačavača, tako da se dobije bipolarni D/A konvertor sa binarnim ofsetom kod koga je za ulazni podatak  $Q_3Q_2Q_1Q_0 = 1000$  izlazni napon  $V_I = 0$ . Kolike su maksimalna i minimalna vrednost izlaznog napona tog bipolarnog D/A konvertora?



Studenti koji polažu integralni ispit rade zadatke 1, 4, 5 i 6 u trajanju od 3 sata.

Studenti koji polažu treći kolokvijum rade zadatke 5 i 6 u trajanju od 2 sata.

Studenti koji polažu prvi i treći kolokvijum rade zadatke 1, 2, 5 i 6 u trajanju od 3 sata.

Studenti koji polažu drugi i treći kolokvijum rade zadatke 3, 4, 5 i 6 u trajanju od 3 sata.

Studenti koji polažu prvi, drugi i treći kolokvijum rade zadatke 1, 2, 3, 4, 5 i 6 u trajanju od 3 sata.

**NA KORICI VEŽBANKE OBAVEZNO NAZNAČITI KOJA VARIJANTA POLAGANJA JE IZABRANA.**