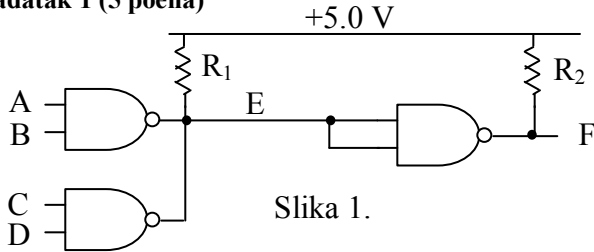


1. Trajanje ispita 240 minuta; Trajanje kolokvijuma 180 minuta
2. Ispit, Kolokvijum se radi u vežbanci. Dozvoljeni su kalkulator i pribor za pisanje.
3. Integralni ispit bez domaćeg 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 10. (ukupno 100 poena)
4. Integralni ispit sa domaćim 2. 3. 4. 5. 6. 7. 10. (ukupno 95 poena)
5. II kolokvijum 5. 6. 7. 8. 9. 10. (ukupno 70 (60) poena)

**Zadatak 1 (5 poena)**



U kolu sa slike 1. korišćena su logička kola sa otvorenim drejnom. Napisati kombinacionu tabelu za izlazni signal F i odrediti njegovu logičku funkciju u algebarskoj formi (što minimalnijoj).

Slika 1.

**Zadatak 2 (10 poena)**

- a) Odrediti rešenje jednačine  $1000001_x = 101_8$ .
- b) Odrediti osnovu brojnog sistema u kome je data jednačina:  $3x^2 - 51x + 144 = 0$  i jedno njeno rešenje:  $x = 12$ .
- c) Sledeće binarne brojeve, 0101, 1010, 1000 i 0000, date u komplementu do 1, predstaviti u kodu znak + apsolutna vrednost i drugom komplementu, sa minimalnim brojem bita.
- d) Ako je osnova brojnog sistema  $p \leq 16$ , odrediti maksimalnu vrednost decimalnog broja koji je moguće predstaviti u brojnom sistemu sa osnovom  $p$ , sa maksimalno 2 cifre.
- e) Sledeće označene brojeve  $12.21_4$ ,  $B8.16_{16}$  i  $11000111.0101_2$ , date u komplementu osnove, prebaciti u odgovarajući broj u oktalanom brojnom sistemu.

**Zadatak 3 (15 poena)**

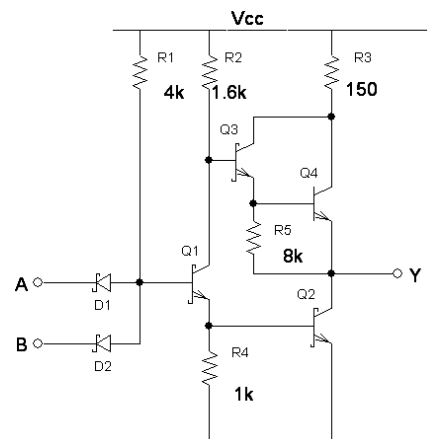
- a) Izvršiti sledeće aritmetičke operacije u brojnom sistemu sa osnovom 7:  $250_7 + 325_7$  i  $123_7 * 456_7$ . Za predstavljanje rezultata operacije na raspolaganju je proizvoljan broj cifara.
- b) Binarni brojevi  $A=1001$  i  $B=0110$  su dati u komplementu dvojke. Izvršiti aritmetičke operacije u komplementu dvojke i izračunati vrednosti sledećih izraza:  $2A+7-B$  i  $B-13+2A$ . Za predstavljanje rezultata operacija na raspolaganju je proizvoljan broj bita.
- c) Nad četvorobitnim binarnim brojevima datim u komplementu do maksimalne vrednosti, izvršiti, korak po korak, sledeće operacije:  $1101+1010$ ,  $1101-1010$  i  $1011-1100$ . Za predstavljanje rezultata operacije na raspolaganju je 4-bit. Sa  $OF=1$ , naznačiti da je pri izvršavanju operacije došlo do prekoračenja.
- d) Izvršiti operaciju sabiranja dva neoznačena 10-bitna binarna broja data u BCD kodu i zatim rezultat operacije predstaviti u Gray-ovom BCD kodu:  $1010010011 + 1110010111$ . Za predstavljanje rezultata aritmetičke operacije na raspolaganju je proizvoljan broj bita.

**Zadatak 4 (20 poena)**

Za TTL logičko kolo sa slike 4:

- a) Odrediti logičku funkciju kola i režime rada svih tranzistora za sve kombinacije logičkih nivoa na ulazu kola.
- b) Nacrtati karakteristiku prenosa kola sa izračunatim svim karakterističnim tačkama.
- c) Odrediti strujne kapacitete kola kao i faktor grananja na izlazu kola ako izlazni napon može da poraste, tj. može da padne do vrednosti napona  $V_{IL}$ , odnosno  $V_{IH}$ , respektivno.
- d) Ako je ekvivalentna parazitna kapacitivnost na izlazu kola  $C_p=10pF$ , odrediti vrednost  $t_{pHL}$ .

**Poznato je:**  $V_{BE}=0.65V$ ,  $V_T=0.6V$ ,  $V_{DŠ}=0.2V$ ,  $\beta_F=60$ ,  $V_{CC}=5V$ .



Slika 4. Dvoulazno TTL logičko kolo

**Zadatak 5 (15 poena)**

Izračunati i nacrtati karakteristiku prenosa CMOS invertora. Izračunati i definisati karakteristične tačke sa karakteristike prenosa. Odrediti margine šuma za jednostruke i višestruke izvore šuma. Poznato je:  $W_n=400nm$ ,  $W_p=800nm$ ,  $L=200nm$ ,  $\mu_n C_{ox}=270\mu A/V^2$ ,  $\mu_p C_{ox}=70\mu A/V^2$ ,  $C_{ox}=1\mu F/cm^2$ ,  $V_{Tn}=0.5V$ ,  $V_{Tp}=-0.5V$ ,  $E_c L_n=1.2V$ ,  $E_c L_p=4.8V$ ,  $V_{DD}=1.8V$ ,  $V_{SAT}=8x10^6 cm/s$ .

### Zadatak 6 (15 poena)

Projektovati kombinacionu mrežu konfigurabilnog *Hamming*-ovog koda, koji 8-bitni ulazni podatak  $OP_2OP_1OP_0d_9d_7d_6d_5d_3$  konvertuje u 10-bitni izlazni podatak u formatu  $d_9c_8d_7d_6d_5c_4d_3c_2c_1c_0$ . Logički nivoi izlaznih signala su definisani tabelom:

$OP_2OP_1OP_0$	$d_9c_8d_7d_6d_5c_4d_3c_2c_1c_0$	Napomena
1 X X	Z Z Z Z Z Z Z Z Z	Sve izlaze postaviti u stanje visoke impedanse
0 1 1	$d_9 c_8 d_7 d_6 d_5 c_4 d_3 c_2 c_1 c_0$	Na izlazu se generiše sekvenca u <i>Hamming</i> -ovom kodu sa minimalni rastojanjem 4. Podrazumeva se 5-bitni ulazni podatak $d_9d_7d_6d_5d_3$
0 1 0	$d_9 c_8 d_7 d_6 d_5 c_4 d_3 c_2 c_1 0$	Na izlazu se generiše sekvenca u <i>Hamming</i> -ovom kodu sa minimalni rastojanjem 3. Podrazumeva se 5-bitni ulazni podatak $d_9d_7d_6d_5d_3$
0 0 1	$0 c_8 d_7 d_6 d_5 c_4 d_3 c_2 c_1 c_0$	Na izlazu se generiše sekvenca u <i>Hamming</i> -ovom kodu sa minimalni rastojanjem 4. Podrazumeva se 4-bitni ulazni podatak $d_7d_6d_5d_3$
0 0 0	$0 c_8 d_7 d_6 d_5 c_4 d_3 c_2 c_1 c_0$	Na izlazu se generiše sekvenca u <i>Hamming</i> -ovom kodu sa minimalni rastojanjem 3. Podrazumeva se 4-bitni ulazni podatak $d_7d_6d_5d_3$

Signali na izlazima  $d_i$  predstavljaju informacione bite, tj. bite ulaznog 5-bitnog ili 4-bitnog binarnog broja D, a  $c_i$  ( $i \neq 0$ ) kontrolne bite sekvence date u *Hamming*-ovom kodu sa minimalnim rastojanjem 3. Bit  $c_0$  je dodatni kontrolni bit za slučaj kada se na izlazu generiše sekvenca data u *Hamming*-ovom kodu sa minimalnim rastojanjem 4. Na raspolaganju su logička kola proizvoljnog tipa i trostatički invertujući baferi.

### Zadatak 7 (10 poena)

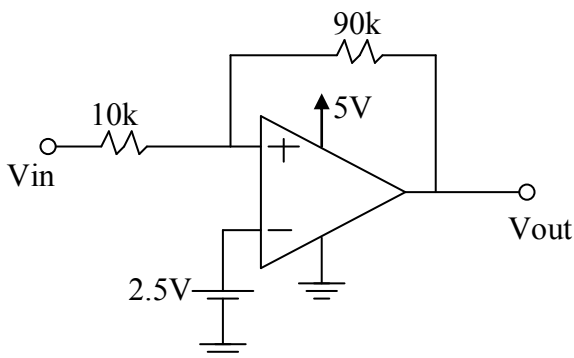
- Data je logička funkcija  $Y = (B + C)(A + \bar{C} + \bar{D})(\bar{C} + D)$ . Da li i pri kojim prelazima postoji mogućnost generisanja lažnih jedinica ili nula na izlazu kola. Predpostaviti da je logička funkcija realizovana u formi u kojoj je i data, sa ILI i I kolima sa proizvoljnim brojem ulaza i invertorima.
- Za kombinacionu mrežu koja realizuje logičku funkciju iz tačke a) nacrtati vremenske dijagrame signala u relevantnim tačkama kola, za slučaj pojave statičkog hazarda.
- Modifikovati logičku funkciju Y datu u tački a) tako da nema mogućnosti pojave statičkih hazarda bilo kog tipa. Težiti da realizacija bude u minimalnoj formi.

### Zadatak 8 (10 poena)

- Pomoću dekodera 2/4 sa aktivnim logičkim jedinicama na ulazima i izlazima i potrebnih logičkih kola projektovati dekodere 4/16.
- Pomoću dekodera  $n/2^n$  i dekodera  $m/2^m$  sa aktivnim logičkim nulama na ulazima i izlazima i potrebnih logičkih kola projektovati dekodere  $(n+m)/2^{(n+m)}$ .
- Pomoću dekodera 2/4 iz tačke a, i potrebnih logičkih kola, u tri stepena realizovati dekodere 11/2048

### Zadatak 9 (10 poena)

- Nacrtati karakteristiku prenosa kola sa slike 9. Poznato je:  $R_i \rightarrow 0$ ,  $R_u \rightarrow \infty$ ,  $A \rightarrow \infty$ .
- Odrediti margine šuma kola.



Slika 9.

### Zadatak 10 (10 poena)

- Projektovati jednostepeno statičko CMOS logičko kolo koje realizuje zadatu logičku funkciju. Odrediti relativne odnose širine kanala svih tranzistora, ako je u datoj tehnologiji za CMOS invertor određen odnos  $W_p: W_n=2:1$ .

$$Y = ABD + BC + AD$$

- Projektovati multiplekser 4 u 1 sa signalom dozvole korišćenjem transmisionih gejtova i CMOS invertora. Korišćenjem samo ovih (bez dodatnih logičkih kola) multipleksera realizovati funkciju iz tačke a).

- Na bazi domino logike projektovati što jednostavnije višestepeno kolo čiji je izlaz opisan funkcijom:

$$Y = \bar{A}B + \bar{B}C$$