

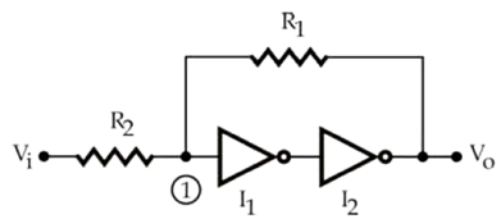
Ispit traje 150 minuta. Na ispitu je dozvoljeno korišćenje samo pribora za pisanje i neprogramabilnog kalkulatora. Nije dozvoljeno napuštanje ispita tokom prvog sata. Napraviti razmak između tačaka a), b), c)...u zadatku i jasno označiti svaku tačku zadatka. Na naslovnoj strani vežbanke za zadatak koji nije rađen u odgovarajući kvadratić upisati X.

1. [18 poena]

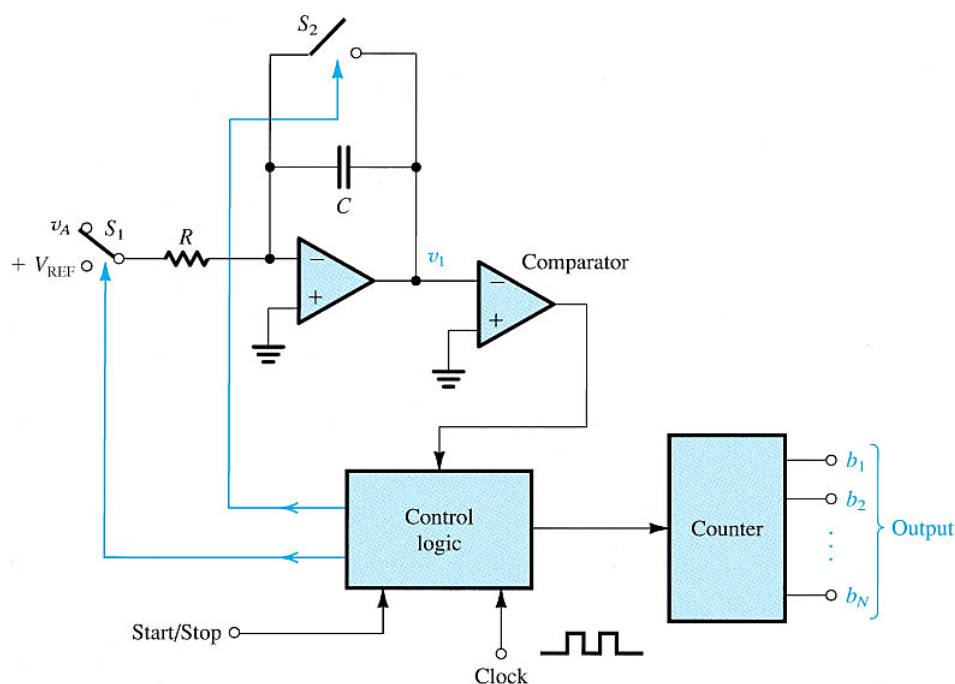
a) [8] U kolu prikazanom na slici 1.a) je $R_1 = 5R_2$, CMOS invertori imaju idealne karakteristike i napon praga $V_T = V_{DD}/2$, $V_{DD} = 5$ V. Ukratko opisati kako radi kolo, a zatim nacrtati njegovu karakteristiku prenosa. Odrediti širinu histerezisa.

b) [3] Navesti osnovne sličnosti i razlike između SRAM i DRAM memorija.

c) [7] Šta predstavlja kolo koje je prikazano na slici 1.c)? Ukratko objasniti kako radi to kolo. Smatrati da je kondenzator C ispražnjen u početnom trenutku.



Slika 1.a)



Slika 1.c)

2. [12 poena]

a) [7] Realizovati sinhroni brojač koji broji po sekvenci 0-7-6-8-4-14-11-1-2-3-5-0. Na raspolaganju su ivični D flip-flopovi i potrebna logička kola. Nacrtati šemu brojača.

b) [2] Korišćenjem što manjeg broja logičkih kola, za brojač iz tačke a) obezbediti mogućnost sinhronog reseta dovođenjem ulaznog signala *RESET* koji je aktivan na logičkoj jedinici.

c) [3] Za brojač iz tačke b) odrediti maksimalnu učestanost rada ako su kašnjenja svih logičkih kola $t_{dlk} = 10$ ns, kašnjenja svih flip-flova $t_{dff} = 20$ ns, a vreme postavljanja (*setup time*) svih flip-flova je $t_{setup} = 5$ ns. Smatrati da su vremena držanja (*hold time*) zadovoljena.

3. [20 poena]

Morzeov kod predstavlja način prenosa tekstualnih poruka gde su karakteri kodirani određenim brojem simbola: tačka i crtica. Poruka se prenosi preko jedne linije In i sinhronizovana je sa signalom takta CLK . Impulsi i pauze u ulaznom signalu mogu imati jedno od sledeća četiri značenja: 1) **tačka** predstavlja impuls logičke jedinice na ulazu trajanja tačno jedne periode signala takta ($1T_{CLK}$), 2) **crta** predstavlja impuls logičke jedinice na ulazu trajanja većeg ili jednakog $2T_{CLK}$, 3) **pauza između simbola** predstavlja pauzu u ulaznom signalu (logičku nulu) trajanja tačno $1T_{CLK}$ i 4) **pauza između karaktera** predstavlja pauzu u ulaznom signalu trajanja većeg ili jednakog $2T_{CLK}$. Potrebno je projektovati sinhronu sekvencijalnu mrežu koja ima dva izlaza čije je značenje dato u tabeli 3.1.

Tabela 3.1 – Izlazi detektora simbola Morzeovog koda

Out_1	Out_0	Značenje
0	0	Pauza između karaktera
0	1	Detektovan simbol tačka
1	0	Detektovan simbol crta
1	1	Detekcija simbola u toku

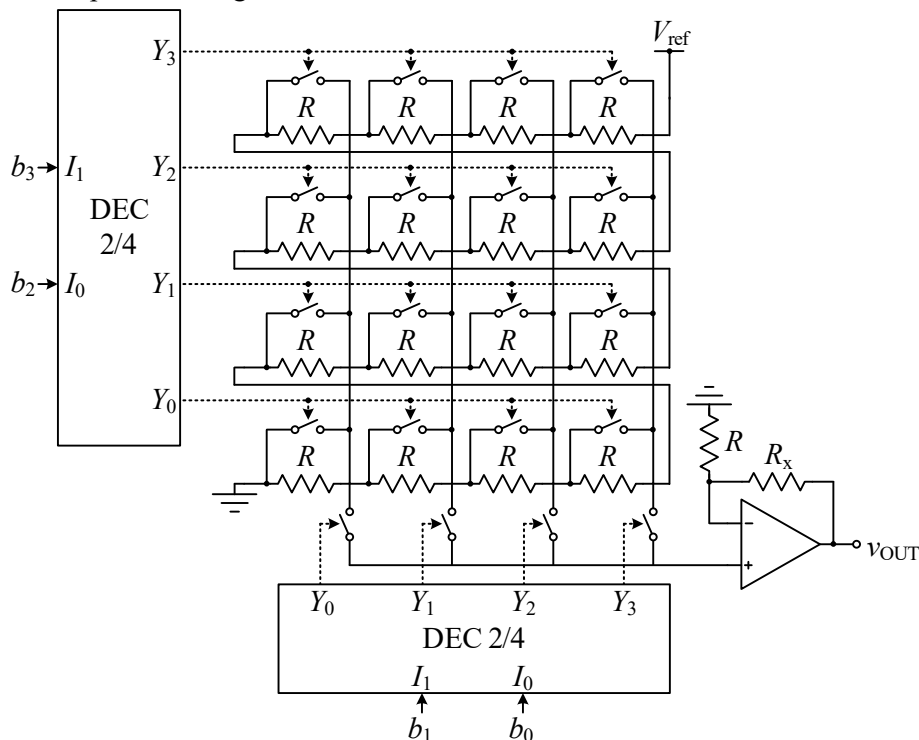
Mašinu stanja realizovati kao Murovu mašinu stanja sa najmanjim mogućim brojem flip-floпова i logičkih kola.

- [5] Nacrtati vremenski dijagram kojim se prikazuje funkcionalnost opisane sekvencijalne mreže sa karakterističnim vrednostima ulaznog i izlaznih signala.
- [10] Odrediti tabelu stanja/izlaza, tabelu prelaza/izlaza i tabelu pobude/izlaza mašine stanja sekvencijalne mreže za detekciju simbola Morzeovog koda ako su za realizaciju mašine stanja na raspolaganju ivični JK flip-floповi. Obeležiti stanja na vremenskim dijagramima i nacrtati dijagram stanja ove sekvencijalne mreže.
- [5] Realizovati sekvencijalnu mrežu korišćenjem ivičnih JK flip-floпова i potrebnih logičkih kola. Nacrtati šemu.

4. [10 poena]

Na slici 4 je prikazan 4-bitni D/A konvertor koji konvertuje binarni broj predstavljen u prirodnom binarnom kodu bitima $b[3:0] = b_3b_2b_1b_0$ u odgovarajući analogni napon v_{OUT} proporcionalan tom broju. Dekoderi prikazani na slici su potpuni binarni dekoderi. Svaki prekidač je zatvoren ako njegov odgovarajući kontrolni signal ima vrednost logičke jedinice. Smatrati da su prekidači idealni, kao i da je operacioni pojačavač idealan.

- [8] Ukratko objasniti kako radi prikazani D/A konvertor i izvesti izraz za izlazni napon v_{OUT} u zavisnosti od zadatih elemenata u kolu i vrednosti bita sa ulaza. Zatim, odrediti otpornost R_x tako da vrednost izlaznog napona bude između 0 i V_{ref} . Poznato je da je $R = 1,5 \text{ k}\Omega$.
- [2] Nacrtati karakteristiku prenosa ovog D/A konvertora.



Slika 4 – 4-bitni D/A konvertor uz datak 4