

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 raden u odgovarajući kvadratić upisati X.

1. [18 poena]

a) [6] Nacrtati šemu i napisati tabelu stanja za SR leč sa NILI kolima. Ako se signali S i R menjaju kao što je prikazano na slici 1.a), nacrtati vremenske dijagrame za oba izlazna signala i objasniti zašto ovaj leč ima nedozvoljeno stanje.



Slika 1.a)

b) [6] Nacrtati naponsku karakteristiku prenosa za idealni analogni komparator bez povratne sprege. Navesti statičke i dinamičke parametre koji su od interesa za to kolo.

c) [6] Analogni signal koji se menja u opsegu od 0 V do 16 V treba konvertovati u 3-bitni digitalni signal korišćenjem A/D konvertora sa sukcesivnim aproksimacijama. Nacrtati karakteristiku prenosa idealnog A/D konvertora i odrediti grešku konverzije. Napisati redosled stanja na izlazu ako je ulazni napon $v_{in} = 11$ V.

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 JK 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-floпова $t_{diff} = 20$ ns, a vreme postavljanja (*setup time*) svih flip-floпова 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: tačaka i crtica. Poruka se prenosi preko jedne linije, sinhronizovane sa signalom takta *CLK*, do detektora simbola, čiji izlazi predstavljaju ulaze u detektor karaktera. Izlazi detektora simbola Morzeovog koda su In_1 i In_0 , čije vrednosti određuju da li je detektovan neki od simbola, da li je detekcija simbola u toku ili da li je detektovana pauza između karaktera. Značenje i trajanje izlaznih signala detektora simbola prikazano je u tabeli 3.1.

Tabela 3.1 – Izlazi detektora simbola Morzeovog koda

In_1	In_0	Značenje	Trajanje
0	0	Pauza između karaktera	Proizvoljno
0	1	Detektovan simbol tačka	$1 T_{CLK}$
1	0	Detektovan simbol crtica	$1 T_{CLK}$
1	1	Detekcija simbola u toku	Proizvoljno

Potrebno je projektovati sinhronu sekvencijalnu mrežu koja na osnovu ulaza In_1 i In_0 detektuje karakter „D” koji se predstavlja pomoću jedne crte i dve tačke (– · ·). Izlaz sekvencijalne mreže je signal *OutD* koji ima vrednost logičke jedinice trajanja jedne periode signala takta, samo ako je detektovan karakter „D”. Voditi računa o tome da se na ulazima mogu pojaviti i drugi karakteri.

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

a) [5] Nacrtati vremenski dijagram kojim se prikazuje funkcionalnost opisane sekvencijalne mreže sa karakterističnim vrednostima ulaznih i izlaznog signala.

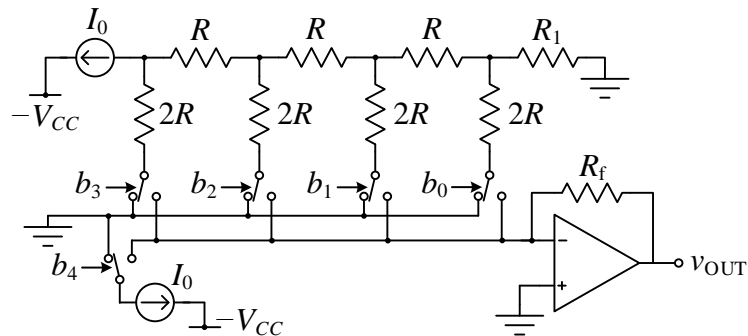
b) [10] Odrediti tabelu stanja/izlaza, tabelu prelaza/izlaza i tabelu pobude/izlaza mašine stanja sekvencijalne mreže za detekciju karaktera „D” Morzeovog koda ako su za realizaciju mašine stanja na raspolaganju ivični D flip-flopovi. Obeležiti stanja na vremenskim dijagramima i nacrtati dijagram stanja ove sekvencijalne mreže.

c) [5] Realizovati sekvencijalnu mrežu korišćenjem ivičnih D flip-floпова i potrebnih logičkih kola. Nacrtati šemu.

4. [10 poena]

Na slici 4 je prikazan 5-bitni D/A konvertor koji konvertuje binarni broj predstavljen u prirodnom binarnom kodu bitima $b[4:0]$ u odgovarajući analogni napon v_{OUT} proporcionalan tom broju. Preklopnici povezuju otpornike iz otporne mreže i strujni izvor sa masom ako odgovarajući biti b_i imaju vrednost logičke nule, a sa ulazom operacionog pojačavača ako biti b_i imaju vrednost logičke jedinice. Smatrati da su preklopnici idealni, kao i da je operacioni pojačavač idealan. Poznato je $I_0 = 1 \text{ mA}$.

- a) [8] Odrediti otpornost R_1 u funkciji od R , tako da se kolo sa slike 4 ponaša kao 5-bitni D/A konvertor. Zatim odrediti izraz za izlazni napon v_{OUT} u zavisnosti od zadatih elemenata u kolu. Konačno, odrediti otpornost R_f tako da vrednost izlaznog napona bude između 0 i 31 V.
- c) [2] Nacrtati prenosnu karakteristiku ovog D/A konvertora.



Slika 4 – 5-bitni D/A konvertor uz zadatak 4