

1. Trajanje kolokvijuma 180 minuta.
2. Ispit se radi u vežbanci.
3. Na naslovnoj strani **obavezno** zaokružiti redne brojeve zadataka koji su rađeni.

### Zadatak 1

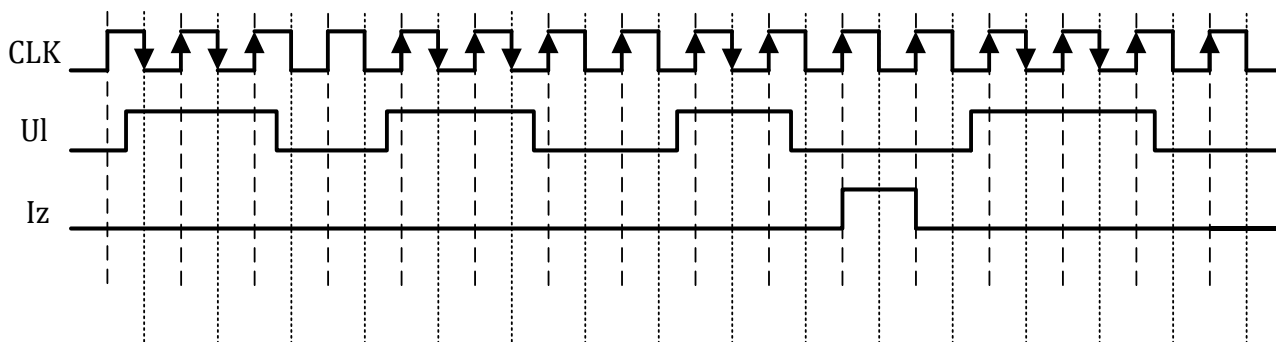
(a-20, b-2, c-3, d-10 poena)

Projektovati sinhronu sekvencijalnu mrežu čiji su vremenski dijagrami ulaznog signala Ul i izlaznog signala Iz prikazani na Slici 1. Na izlazu se generiše impuls trajanja 1 Tclk u slučaju da su ispunjena sva tri uslova:

- 1) Prva ivica signala takta koja se pojavila nakon prelaska ulaznog signala sa niskog na visoki naponski nivo je uzlazna.
- 2) Poslednja ivica signala takta koja se pojavila pre prelaska ulaznog signala sa visokog na niski naponski nivo je uzlazna.
- 3) Ukupan broj uzlaznih ivica signala takta koje su se pojavile za vreme visoke vrednosti ulaznog signala je paran.

Izlazni impuls se generiše na prvu uzlaznu ivicu signala takta po prelasku ulaznog signala sa visoke na nisku vrednost u slučaju da su ispunjeni uslovi za generisanje izlaza. Vreme za koje je ulazni signal na stabilnom logičkom nivou je veće od Tclk. Odrediti:

- (a) Tabelu stanja/izlaza, tabelu prelaza/izlaza, i tabelu pobude/izlaza ako su za realizaciju na raspolaganju ivični JK flip-flopovi.
- (b) Obeležiti stanja na vremenskim dijagramima, a u tabeli stanja/izlaza naznačiti koji se prelazi ne nalaze na vremenskim dijagramima.
- (c) Nacrtati dijagram stanja ove sekvencijalne mreže
- (d) Realizovati mrežu korišćenjem ivičnih JK flip-flopova



Slika 1. Vremenski dijagrami signala sekvencijalne mreže

### Zadatak 2

(a-15, b-8, c-7 poena)

Kao asinhronu mašinu stanja sintetizovati nestandardni D ivični flipflop koji radi i na uzlaznu i na silaznu ivicu taktnog signala. Na uzlaznu ivicu taktnog signala se pamti D, a na silaznu ivicu taktnog signala invertovana vrednost D.

- a) Po potrebi nacrtati vremenske dijagrame rada mašine stanja. Odrediti tabelu stanja. Uraditi minimizaciju tabele stanja, ako je moguće.
- b) Kodovati stanja tako da ne postoji problem trke. Proveriti da li postoji esencijalni hazard i objasniti.
- c) Realizovati mašinu stanja tako da ne postoji statički hazard.

**Zadatak 3****(a-10, b-3, c-7 poena)**

(a) Realizovati sinhroni, potpuni binarni, 4-bitni brojač sa signalom dozvole  $EN$ . Na raspolaganju su ivični D flip flopovi sa asinhronim ulazima za direktan set  $Sd$  i reset  $Rd$  koji su sa aktivnom logičkom nulom. Potrebno je da brojač broji ukoliko je  $EN=1$  a zadržava trenutno stanje ukoliko je  $EN=0$ . Obezbediti mogućnost sinhronog paralelnog upisa i asinhronog reseta. Obezbediti da se po aktiviranju reseta brojač nađe u stanju  $Q_3Q_2Q_1Q_0 = 0000$ . Upis podataka se kontroliše ulaznim signalom  $LOAD$  a reset ulaznim signalom  $CLR$ . Upis je moguće obaviti jedino ako je signal dozvole  $EN=1$  dok se brojač resetuje nezavisno od signala dozvole. Oba signala su sa aktivnom logičkom jedinicom.

(b) Ako je kašnjenje flip-flopova  $t_{dff} = 10\text{ns}$ , vreme postavljanja ulaza flip-flopova  $t_{ds} = 4\text{ns}$  i kašnjenje kroz logička kola  $t_{dlk} = 5\text{ns}$  odrediti kašnjenje izlaza i maksimalnu učestanost rada brojača iz tačke (a).

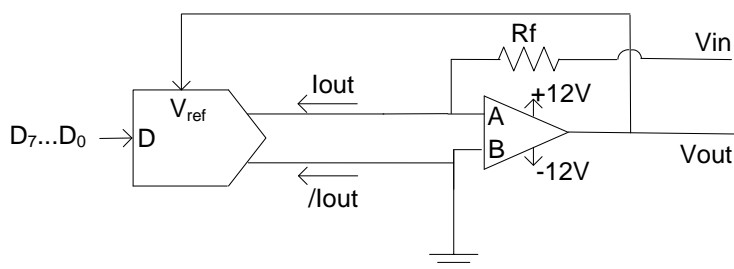
(c) Ako se projektovani brojač koristi kao blok (nije dozvoljena modifikacija unutrašnje strukture), realizovati digitalni sat koji broji sate, minute i sekunde. Broj sati se menja u intervalu od 1 do 12. Pored komponenti brojača projektovanog u tački (a) na raspolaganju su proizvoljna logička kola i izvor takta koji generiše periodičnu povorku pravougaonih impulsa učestanosti 1 Hz.

**Zadatak 4****(a-5, b-10, c-5 poena)**

a) Odrediti polaritet ulaznih priključaka A i B operacionog pojačavača sa slike 4. da bi kolo ispravno radilo. Funkcija DA konvertora je data izrazom  $I_{out}=D \cdot K \cdot V_{ref}$ , gde je  $K=1/255 \text{ mA/V}$ , a D pozitivan neoznačen 8-bitni broj. DA konvertor je množeći i može da radi u dva kvadranta.

b) Odrediti zavisnost izlaznog napona  $V_{out}$  u funkciji ulaznog napona  $V_{in}$  i ulaznog digitalnog broja D.

c) (bonus) Odrediti opseg ulazog napona  $V_{in}$  za koje kolo ispravno radi ako je  $R_f=1 \text{ k}\Omega$ .



Slika 4.