

K1 – Zadaci 1,2,3,4

K2 – Zadaci 5,6,7,8

Integralni ispit – Zadaci 1,3,4,5,6,8

Na naslovnoj strani **obavezno** zaokružiti redne brojeve zadataka koji su rađeni.

1. Trajanje ispita 180 minuta.
2. Ispit se radi u vežbanci.
3. Dozvoljena je upotreba kalkulatora.

*Napomena: Sve realizacije je potrebno nacrtati i obeležiti odgovarajuće signale.*

---

### 1. Zadatak (a -3, b - 5, c - 4, d - 7, e - 6 poena)

- a) Data je funkcija  $Y = f(A, B, C, D) = A + BC\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}D + \bar{B}\bar{C}D$ . Popuniti Karnoovu kartu za funkciju  $Y$  i odrediti njen izraz u minimalnoj formi u obliku zbira proizvoda.
- b) Predstaviti funkciju  $Y$  u obliku proizvoda zbirera i realizovati je ukoliko su na raspolaganju samo NILI logička kola i prave vrednosti signala. Težiti da funkcija i broj upotrebljenih kola budu minimalni.
- c) U realizovanoj šemi iz tačke b) proveriti da li postoji mogućnost pojave statičkih hazarda i pri kojim prelazima? Korigovati funkciju  $Y$  tako da se ukloni mogućnost pojave statičkih hazarda.
- d) Realizovati funkciju  $Y$  korišćenjem samo jednog multipleksera 8/1 čiji su ulazni signali aktivni u logičkoj nuli.
- e) Realizovati funkciju  $Y$  ukoliko su na raspolaganju tri koda prioriteta 4/2 i invertori.

---

### 2. Zadatak (a - 8, b - 7, c - 10)

- a) Projektovati kolo koda prioriteta sa 4 ulaza i aktivnim logičkim nulama na ulazima koji može da se koristi za realizaciju koda prioriteta sa većim brojem ulaza.
- b) Na osnovu kola iz tačke a) realizovati koder prioriteta sa 8 ulaza.
- c) Projektovati kolo koje inkrementira 7bitni neoznačeni binarni broj korišćenjem kola niskog stepena integracije i kola projektovanih u tačkama a) i b). Nije dozvoljena upotreba sabirača i operacije sabiranja.

---

### 3. Zadatak (a - 6, b - 6, c - 8, d - 5 poena)

- a) Algoritamskim računanjem, korak po korak, izračunati vrednosti sledećih izraza

- $A_{5KO} = 421_{5KO} + 042_{5KO}$  (na raspolaganju su 4 cifre)
- $B_{16KMV} = FA34_{16KMV} - BBA7_{16KMV}$  (na raspolaganju su 4 cifre)
- $C_{ZA} = 1010110_{ZA} - 1110110_{ZA}$  (na raspolaganju je 7 cifara)
- $D_{2KMV} = 101111_{2KMV} * 110101_{2KMV}$  (na raspolaganju je 11 cifara)
- $E_2 = 11100001_2 : 1001_2$  (na raspolaganju je proizvoljan broj cifara)

*Napomena: Ukoliko broj nema oznaku KMV, KO ili ZA u indeksu smatrati da je neoznačen. U slučaju izvođenja operacije nad označenim brojevima, jasno naznačiti ukoliko dođe do prekoračenja. Postupak za svaku operaciju prikazati korak po korak u osnovi u kome su brojevi dati. U zagradama je naveden maksimalno dostupni broj cifara za predstavu rezultata. Bez detaljnog postupka rešenje zadatka je nevažeće.*

- b) Na osnovu vrednosti brojeva A, B, D, i E dobijenih u tački a) odrediti njihove predstave u sledećim brojnim sistemima:  $A_{10KO}$ ,  $B_{8KMV}$ ,  $D_{7KO}$ ,  $E_9$ . Brojeve predstaviti sa minimalnim brojem cifara.
- c) Za broj  $143_5$  odrediti sve brojeve koji se nalaze na Hamingovom rastojanju 1 u odnosu na binarnu predstavu broja sa 6 bita a zatim odrediti njihove predstave u brojnom sistemu sa osnovom 7.
- d) Prilikom prenosa poruka koristi se Hamingov kod sa minimalnim rastojanjem 11. Koliko je maksimalno grešaka moguće korigovati a koliko detektovati (pri čemu je korekcija grešaka prioritet)? Obrazložiti dobijeno rešenje!

---

### 4. Zadatak (a - 5, b - 11, c - 9 poena)

- a) Funkcionalnom tabelom predstaviti funkcionalnost kombinacione mreže koja realizuje poređenja dva neoznačena binarna broja A i B širine 3 bita ( $A_2A_1A_0$  i  $B_2B_1B_0$ ). Na izlazu G kombinacione mreže se generiše „1“ ukoliko je broj A veći od broja B dok se na izlazu E generiše „1“ ukoliko su brojevi A i B jednaki.
- b) Realizovati kombinacionu mrežu iz a) ukoliko su na raspolaganju samo dvoulazna NI kola. Težiti da broj upotrebljenih logičkih kola bude minimalan.
- c) Korišćenjem kola realizovanog u b), i proizvoljnog broja logičkih kola niskog stepena integracije, realizovati kombinacionu mrežu koja poredi dva označena binarna broja X i Y data u komplementu maksimalne vrednosti širine 4 bita ( $X_3X_2X_1X_0$  i  $Y_3Y_2Y_1Y_0$ ). Realizovana kombinaciona mreža na izlazu Ls generiše „1“ ukoliko je broj X manji od broja Y dok se na izlazu Es generiše „1“ ukoliko su brojevi X i Y jednaki.

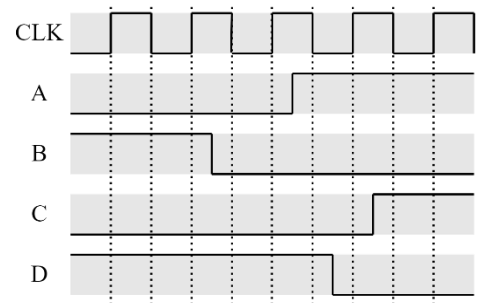
**5. Zadatak (a – 5, b – 5, c - 5, d – 5, e- 5 poena)**

CMOS tehnologija – 180nm,  $V_{DD} = 1.8V$ ,  $\mu_n = 417 \frac{cm^2}{Vs}$ ,  $\mu_p = 85 \frac{cm^2}{Vs}$ ,  $V_{Tn} = 0.45V$ ,  $V_{Tp} = -0.45V$ ,  
 $k_n = 351 \times 10^{-6} \frac{A}{V^2}$ ,  $k_p = 71 \times 10^{-6} \frac{A}{V^2}$ ,  $\lambda_n = \lambda_p = 0.1 \frac{1}{V}$ ,  $E_{Cn} = 3.8 \times 10^5 \frac{V}{cm}$ ,  $E_{Cp} = 18.8 \times 10^5 \frac{V}{cm}$

- a) Izvesti izraz za odnose širine kanala  $n$  i  $p$  tranzistora CMOS invertora minimalne geometrije da bi se minimizovalo srednje kašnjenje invertora.
- b) Za odnose širina kanala iz tačke a) izvesti izraze i izračunati dinamičke otpornosti  $p$  i  $n$  kanalnog tranzistora potrebne za procenu kašnjenja.
- c) Za odnose širina kanala iz tačke a) izračunati prag odlučivanja logičkog kola.
- d) Za odnose širina kanala iz tačke a) izračunati maksimalnu struju kratkog spoja.
- e) U cilju poboljšanja dinamičkih karakteristika CMOS kola koje treba da radi sa velikom izlaznom kapacitivnošću  $C_L=1nF$ , na CMOS invertor minimalne geometrije iz tačke a) i interne kapacitivnosti  $C_i=10fF$ , izvršeno je dodavanje određenog broja baferskih invertora. Vreme propagacije signala kroz invertor minimalne geometrije je 50ps pri naponu napajanja  $V_{DD}=1.8V$ . Pretpostaviti da je ulazna kapacitivnost invertora proporcionalna njegovoj veličini. Koliki je broj invertora dodat da bi se dobilo minimalno kašnjenje? Koliko je ukupno vreme propagacije u tom slučaju pri naponu napajanja  $V_{DD}=2.7V$ ?

**6. Zadatak (a -9, b – 7, c – 9 poena)**

- a) Realizovati jednostepeno dinamičko CMOS logičko kolo koje implementira logičku funkciju  $Y = \bar{B}AC + (C + A)B$
- b) Ukoliko se ulazni signali u odnosu na signal takta CLK menjaju kao što je prikazano na slici, nacrtati vremenski dijagram koji ilustruje ponašanje izlaznog signala Y
- c) Realizovati logičku funkciju Y iz tačke a) pomoću transmisionih gejtova



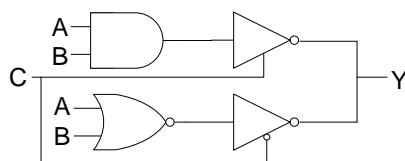
**7. Zadatak (a –15, b – 10 poena)**

- a) Realizovati jednostepeno statičko CMOS logičko kolo koje realizuje funkcionalnost celobrojnog deljenja dva binarna broja A i B širine 2 bita ( $A_1A_0$  i  $B_1B_0$ ). Izlaz Y ( $Y_1Y_0$ ) predstavlja celobrojni deo rezultata operacije deljenja A/B dok se izlaz E generiše ukoliko je B jednako 0. Težiti da realizacija sadrži minimalan broj tranzistora i da ne postoji mogućnost pojave statičkih hazarda.
- b) Odrediti odnose širina svih tranzistora u realizaciji iz tačke a) tako da kritična kašnjenja uzlazne i silazne ivice budu izjednačena i odgovaraju kašnjenjima referentnog invertora kod koga je  $W_P:W_N = 2:1$ .

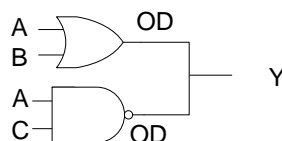
**8. Zadatak (a -6, b – 6, c- 9, d - 4 poena)**

Funkcionalnom tabelom ili na drugi pogodan način prikazati funkciju dela digitalnog sistema realizovanog MOS logičkim kolima:

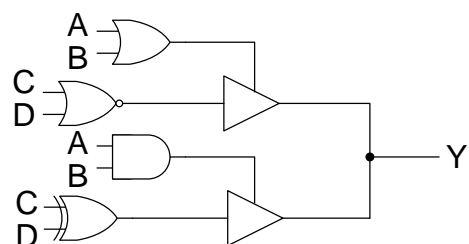
- a) prikazanog na slici 8a;
- b) prikazanog na slici 8b.
- c) Šta može da se desi u kolu prikazanom pod na slici 8c, i pri kojoj kombinaciji ulaza, ako su logička kola realizovana kao CMOS kola?
- d) Kakav je odgovor pod c) ako su EKS ili NILI kolo realizovani sa otvorenim drejnom?



Slika 8a



Slika 8b



Slika 8c