

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 (25 poena)

Projektovati kolo dekodera koji ima 8 selekcionih signala sa aktivnim logičkim jedinicama, i jedan CS signal sa aktivnom logičkom nulom tako da maksimalno kašnjenje izlaznih signala bude što manje. Na raspolaganju su standardna logička kola malog stepena integracije sa jednim, dva ili tri ulaza. Težiti da broj upotrebljenih čipova bude minimalan. Ako je vreme propagacije signala kroz logička kola t_p koliko je maksimalno kašnjenje signala.

3. Zadatak (a - 10, b - 4, c - 11 poena)

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

- $A_{6KMV} = 301_{6KMV} - 143_{6KMV}$ (na raspolaganju su 4 cifre)
- $B_{8KO} = 100_{8KO} + 7223_{8KO}$ (na raspolaganju su 4 cifre)
- $C_{ZA} = 1010110_{ZA} + 1100110_{ZA}$ (na raspolaganju je potreban broj cifara)
- $D_{2KO} = 111000_{2KO} * 11010_{2KO}$ (na raspolaganju je 11 cifara)
- $E_2 = 10110011_2 : 1110_2$ (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, C, i D dobijenih u tački a) odrediti njihove predstave u sledećim brojnim sistemima: A_{2KO} , B_{5KMV} , C_{8KO} , D_{16KO} . Brojeve predstaviti sa minimalnim brojem cifara.
- c) Za broj 843_9 najpre odrediti odgovarajuću binarnu predstavu na 10 bita a zatim, u okviru druge kolone u tabeli 3.c, navesti sve binarne brojeve koji se nalaze na Hamingovom rastojanju 1 u odnosu na binarnu predstavu broja. Za dobijene binarne brojeve iz druge kolone, odrediti odgovarajuće kodne reči ukoliko se za kodovanje koristi BCD8421 kod, kod više 3 i Gray binarni kod.

Tabela 3.c

Binarna predstava	Binarni brojevi sa Hamingovim rastojanjem 1	Predstava u kodu		
		BCD8421	Više 3	Gray binarni
...				

4. Zadatak (a - 6, b - 5, c - 14 poena)

- a) Realizovati kombinacionu mrežu koja implementira funkcionalnost oduzimanja dva dvobitna binarna broja $A(A_1A_0)$ i $B(B_1B_0)$ data u komplementu osnove. Težiti da realizacija sadrži minimalan broj logičkih kola.
- b) Realizovati kombinacionu mrežu iz tačke a) ukoliko su na raspolaganju isključivo dvoulazna NILI kola
- c) Realizovati kombinacionu mrežu koja pronalazi najmanju razliku između četiri dvobitna označena broja A, B, C i D datih u komplementu osnove. Na izlaz ove kombinacione mreže prosleđuje se onaj par brojeva koji ima najmanju razliku, kao i njihova razlika. Za realizaciju ove kombinacione mreže na raspolaganju su: logička kola realizovana u tački a), multiplekseri 4/1, četvorobitni komparatori označenih brojeva u komplementu osnove kao i proizvoljan broj logičkih kola niskog stepena integracije.

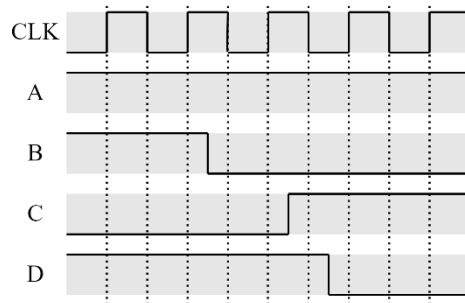
5. Zadatak (a – 5, b – 5, c - 5, d – 5, e- 5 poena)

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. Kolike su širine kanala?
- b) Za širine kanala tranzistora iz tačke a) izračunati internu kapacitivnost invertora ako ona potiče samo od kapacitivnosti gejtova ($\gamma = 1$).
- c) Za širine kanala tranzistora iz tačke a) izvesti izraze i izračunati dinamičke otpornosti p i n kanalnog tranzistora potrebne za procenu kašnjenja. Koliko je interno kašnjenje invertora?
- d) 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), izvršeno je dodavanje određenog broja baferskih invertora. Pretpostaviti da je ulazna kapacitivnost invertora proporcionalna veličini tranzistora u invertoru. Koliki je broj invertora dodat da bi se dobilo minimalno kašnjenje i koje su dimenzije tranzistora u invertorima?
- e) Koliko je ukupno vreme propagacije niza invertora u tački d)? Koliko je vreme propagacije ako se napon napajanja promeni na $V_{DD}=2.7V$?

6. Zadatak (a -11, b – 6, c – 8 poena)

- a) Realizovati jednostepeno dinamičko CMOS logičko kolo koje implementira logičku funkciju $Y = (A\bar{B} + \bar{A}D)(C\bar{D} + \bar{A}D) + A\bar{B}\bar{D}$. Prilikom realizacije težiti da broj upotrebljenih tranzistora bude minimalan.
- b) Ukoliko se ulazni signal u odnosu na signal takta CLK menja kao što je prikazano na slici 6, nacrtati vremenski dijagram koji ilustruje ponašanje izlaznog signala Y.
- c) Realizovati logičku funkciju Y iz tačke a) u domino logici

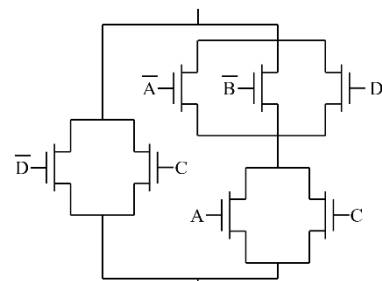


Slika 6

7. Zadatak (a –10, b – 9, c – 6 poena)

Na slici 7 je prikazan deo koji odgovara pull-down mreži jednog statičkog jednostepenog CMOS kola.

- a) Nacrtati kompletnu šemu CMOS kola i odrediti odnose širina svih tranzistora tako da kritična kašnjenja uzlazne i silazne ivice budu izjednačena i odgovaraju kašnjenjima referentnog invertora kod koga je $W_P:W_N = 2:1$.
- b) Odrediti logičku funkciju koja opisuje rad kola realizovanog u tački a)
- c) Realizovati funkciju iz tačke b) u minimalnoj formi i prokomentarisati da li u okviru tako dobijene realizacije postoji mogućnost pojave statičkih hazarda.

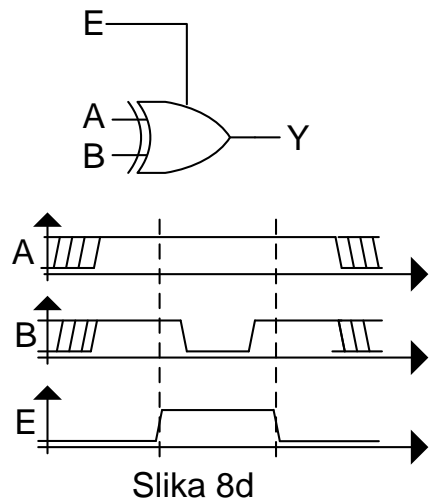
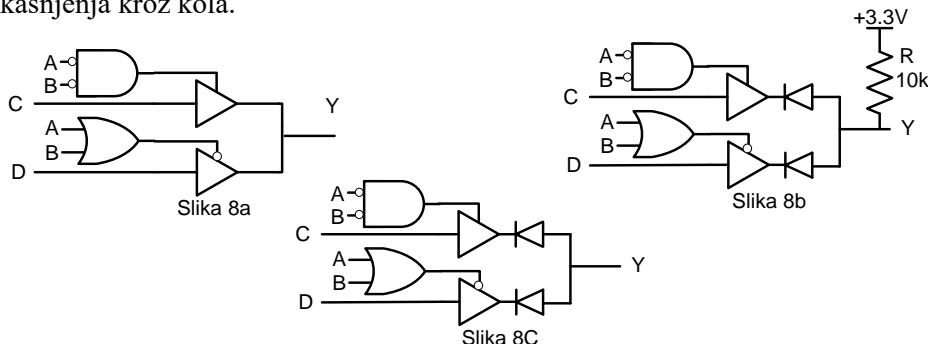


Slika 7

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

Funkcionalnom tabelom ili na drugi pogodan način prikazati funkciju dela digitalnog sistema realizovanog standardnim CMOS logičkim kolima sa napajanjem +3.3V prikaznog na slici:

- a) 8a; b) 8b, c) 8c
- d) Nacrtati vremenski dijagram signala Y sa slike 8d ako se signali A,B i E menjaju kao na slici 8d. Označiti odgovarajuće vremenske parametre kašnjenja kroz kola.



Slika 8d