

ETF U BEOGRADU, KATEDRA ZA ELEKTRONIKU

Predmet: OSNOVI DIGITALNE ELEKTRONIKE

OCENA _____

Ispit: 02.07.2014.

Odgovorni nastavnik i asistenti: Dragan Vasiljević, Goran Savić i Lazar Karbunar

DEŽURNI:

KANDIDAT:

Sala _____
Vreme početka _____
Vreme završetka _____
Potpis _____

Ime _____
Prezime _____
Broj indeksa _____
Potpis _____

USLOVI ISPITA

1. Trajanje ispita 180 minuta.
2. Ispit se polaže na formularu.
3. Dozvoljeni su kalkulator i olovka.
4. Ocenjuju se rad kandidata i razumevanje gradiva.
5. Traži se koncizan, jasan, čitak odgovor napisan u predviđenom prostoru (linija, boks, crtež).

OCENJIVANJE

R.Br.	1	2	3	4	Total
Max	20	20	20	20	80
Dobijeno					

1. [20] A i B su neoznačeni dvobitni binarni brojevi. Projektovati kombinacionu mrežu koja na svom izlazu generiše neoznačeni binarni broj koji se dobija na osnovu sledećeg izraza $Y = \min\{A(B+1), 2B+A\}$. Najpre definisati broj bita na ulazu i izlazu mreže, potom kreirati tablicu istinitosti koja opisuje rad kombinacione mreže i na kraju korišćenjem Karnoovih karti odrediti Bulove izraze za $Y = Y(A, B)$. Na osnovu Bulovih izraza nacrtati šemu realizacije kombinacione mreže koristeći se minimalnim brojem proizvoljnih logičkih kola.

Rešenje:

Maksimalne vrednosti za A i B mogu biti 3. Na osnovu izraza za Y zaključuje se da će maksimalna vrednost za Y biti 9 što dovodi do zaključka da je minimalan broj bita potrebnih za formiranje izlaza Y četiri. Dakle kombinaciona mreža na ulazu ima 4 bita i na izlazu 4 bita.

Za sve moguće vrednosti A i B je potrebno ispitati stanje izlaza Y prema zadatom izrazu i na osnovu toga formirati tablicu istinitosti koja opisuje rad mreže.

A	a1	a0	B	b1	b0	Y	y3	y2	y1	y0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	3	1	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
1	0	1	1	0	1	2	0	0	1	0
1	0	1	2	1	0	3	0	0	1	1
1	0	1	3	1	1	4	0	1	0	0
2	1	0	0	0	0	2	0	0	1	0
2	1	0	1	0	1	4	0	1	0	0
2	1	0	2	1	0	6	0	1	1	0
2	1	0	3	1	1	8	1	0	0	0
3	1	1	0	0	0	3	0	0	1	1
3	1	1	1	0	1	5	0	1	0	1
3	1	1	2	1	0	7	0	1	1	1
3	1	1	3	1	1	9	1	0	0	1

Na osnovu tablice istinitosti za svaku promenjivu Y je potrebno kreirati Karnoovu kartu i odrediti minimalne Bulove izraze.

$$y_3 = a_1 b_1 b_0$$

$$y_2 = a_1 \overline{b_1} b_0 + a_1 b_1 \overline{b_0} + \overline{a_1} a_0 b_1 b_0$$

$$y_1 = a_1 \overline{b_0} + a_0 b_1 \overline{b_0} + \overline{a_1} a_0 \overline{b_1} b_0$$

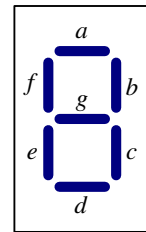
$$y_0 = a_1 a_0 + a_0 \overline{b_0}$$

2. a) [10] Nacrtati blok šemu digitalnog sistema za skraćeno LOTO izvlačenje i ukratko opisati princip njenog funkcionisanja. Rezultat izvlačenja treba da bude sekvenca od 4 heksadecimalne cifre iz skupa od 16 heksadecimalnih cifara, pri čemu je dozvoljeno ponavljanje već izvučenih cifara. Svaka izvučena cifra treba da bude prikazana preko jednog sedmosegmentnog displeja. Na raspolaganju su sledeće komponente:

- ROM (*Read only*) memorija kapaciteta 64k četvorobitnih reči u kojoj se već nalazi upisan sadržaj po pseudoslučajnom rasporedu;
- sedmosegmentni displej sa zajedničkom katodom;
- 16-bitni brojač unapred sa ulazom za upis podataka *DATA_PRESET*, signalom *LD* koji omogućava taj upis kada je na visokom logičkom nivou, signalom *EN* koji dozvoljava brojanje kada je na visokom logičkom nivou i signalom takta *CLK*;
- sedmosegmentni dekodler koji četvorobitni podatak u prirodnom binarnom kodu pretvara u sedmobitni podatak kojim se pobuđuje sedmosegmentni displej.

b) [4] Nacrtati realizaciju ROM memorije sa MOSFET tranzistorima kao memorijskim elementima i jednodimenzionim adresiranjem.

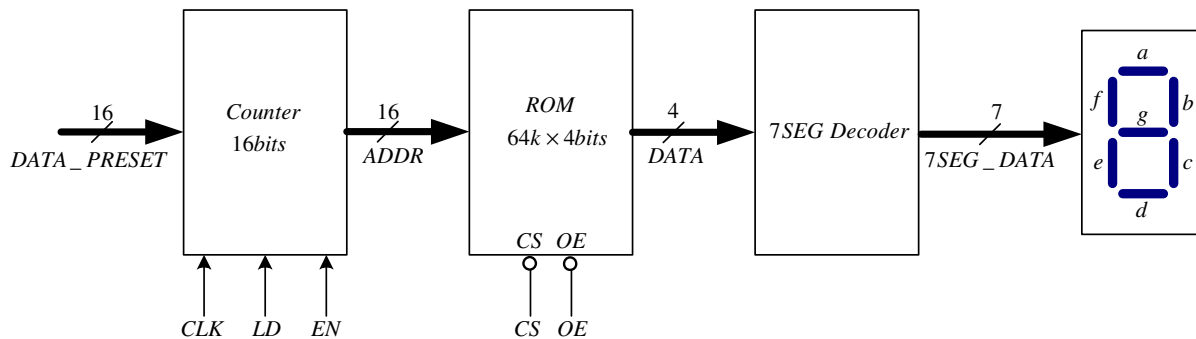
c) [4] Nacrtati kombinacionu tabelu koja opisuje rad sedmosegmentnog dekodera smatrajući da je ulaz dekodera četvorobitni podatak u prirodnom binarnom kodu $b_3b_2b_1b_0$, a izlaz signali koji redom pobuđuju segmente displeja *a, b, c, d, e, f, g* prikazane na slici.



d) [2] Nakon koliko izvučenih sekvenci od 4 heksadecimalne cifre je potrebno promeniti podatak na ulazu *DATA_PRESET* kako bi se izbeglo periodično ponavljanje izvučenih sekvenci?

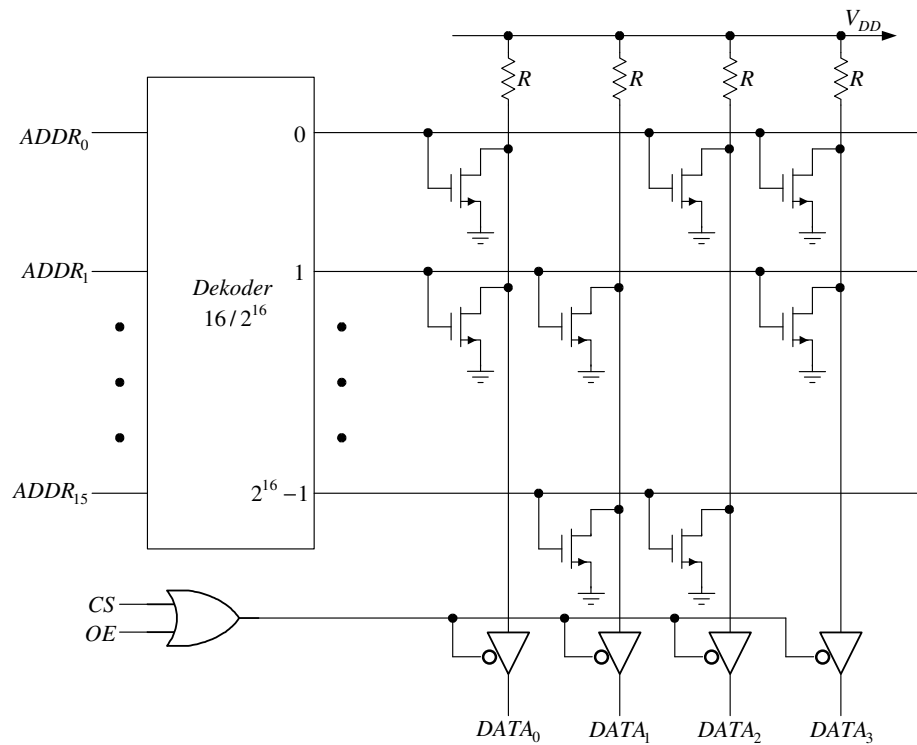
Rešenje:

a) Tražena realizacija je prikazana na sledećoj slici:



Šesnaestobitni izlaz brojača adresira ROM memoriju čiji se sadržaj pojavljuje na četvorobitnom izlazu *DATA*. Reč je o podatku u prirodnom binarnom kodu čija se vrednost potom prikazuje na sedmosegmentnom displeju u vidu odgovarajuće heksadecimalne cifre. S obzirom da je u ROM memoriji upisan sadržaj po pseudoslučajnom rasporedu, sekvenca od 4 izvučena broja, koja su smeštena na lokacijama sa 4 sukcesivne adrese, će takođe predstavljati pseudoslučajnu sekvencu izvučenih brojeva. Signalom *EN* se može obezbediti da brojač broji tačno 4 taktna intervala koliko i treba da bude izvučenih cifara. Rezultati izvlačenja će zavisiti od početnog stanja brojača određenog podatkom *DATA_PRESET* koji se može upisati u brojač.

b) Tražena realizacija ROM memorije je prikazana na sledećoj slici:



c) Kombinatorna tabela koja opisuje rad sedmosegmentnog dekodera je prikazana na sledećoj slici:

b_3	b_2	b_1	b_0	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1
1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1
1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0
1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1
1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1

d) S obzirom da je kapacitet ROM memorije 64k četvorobitnih reči, u tu memoriju je moguće po pseudoslučajnom rasporedu upisati ukupno $\frac{2^{16}}{4} = 2^{14} = 16384$ sekvence od po 4 četvorobitna podatka. Stoga, nakon izvučene 16384 sekvence je potrebno u brojač ponovo upisati neki novi 16-bitni podatak preko ulaza *DATA_PRESET* kako bi se izbeglo dalje periodično ponavljanje izvučenih sekvenci.

3. Bulova funkcija F je zadata izrazom $F = A(CB + BD + CD) + CD$. Realizovati ovu funkciju korišćenjem:

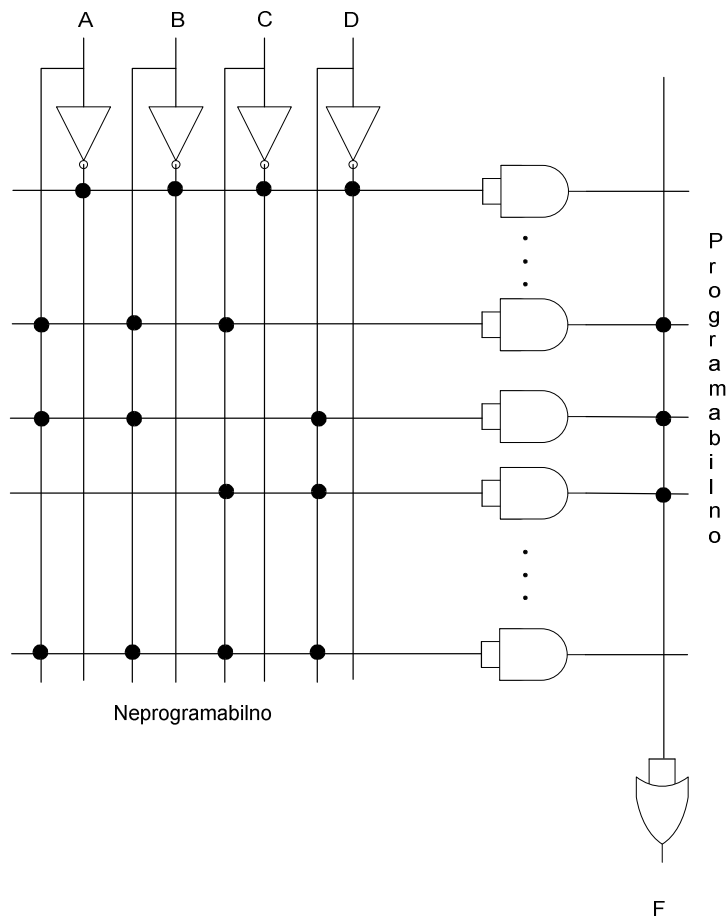
- a) [7] PROM memorije minimalnog potrebnog kapaciteta; rešenje ispisati na simboličkoj predstavi dekodera i koda PROM-a predstavljenoj sa horizontalnim i vertikalnim linijama i tačkom na preseku linija koja označava prisustvo prekidačkog elementa;
- b) [7] PLA minimalnog potrebnog kapaciteta; rešenje ispisati na simboličkoj predstavi dekodera i koda PLA predstavljenoj sa horizontalnim i vertikalnim linijama i tačkom na preseku linija koja označava prisustvo prekidačkog elementa;
- c) [6] jednog multipleksera 4/1 i minimalnog broja potrebnih logičkih kola.

Rešenje:

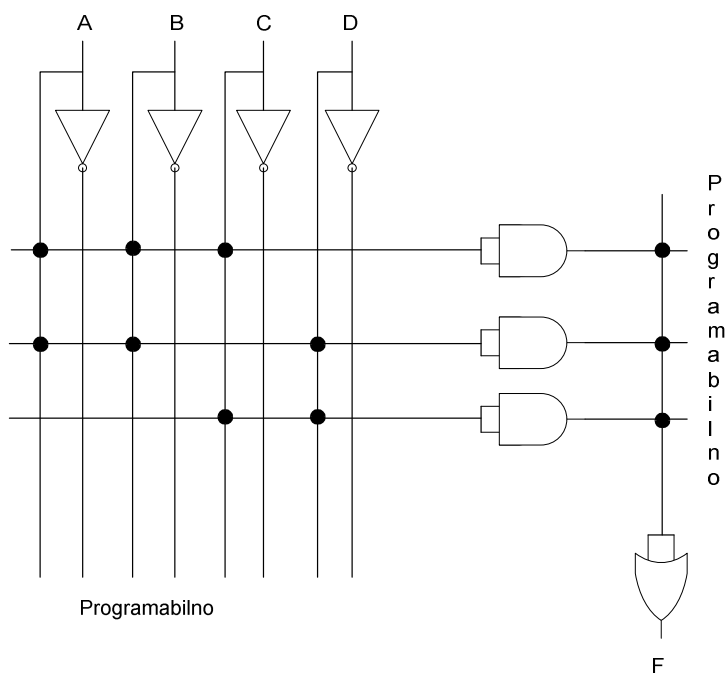
a) Zadata funkcija se korišćenjem pravila Bulove algebre može transformisati u pogodniju formu.

$$F = CBA + BAD + (A+1)CD = CBA + BAD + CD$$

Traženo rešenje sa PROM memorijom je prikazano na slici (kapacitet 16x1 reči, n=4 ulaza)



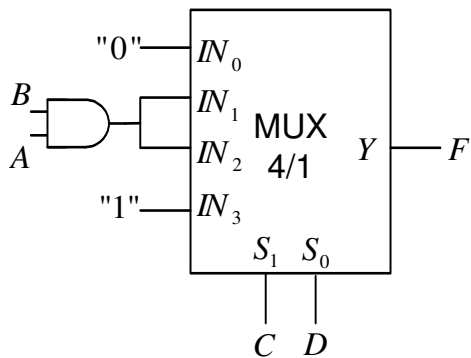
b) PLA kolo $n = 4$ ulaza, $p = 3$ proizvoda



c) Funkcija F se može napisati u sledećoj formi

$$\begin{aligned}
 F &= CBA + BAD + ACD + CD = ABC + DAB + CD \\
 &= ABC(D + \bar{D}) + DAB(C + \bar{C}) + CD = ABCD + ABC\bar{D} + AB\bar{C}D + AB\bar{C}\bar{D} + CD \\
 &= ABC\bar{D} + AB\bar{C}D + CD
 \end{aligned}$$

Ako C i D proglasimo upravljačkim ulazima multipleksera dobijamo traženu realizaciju u obliku



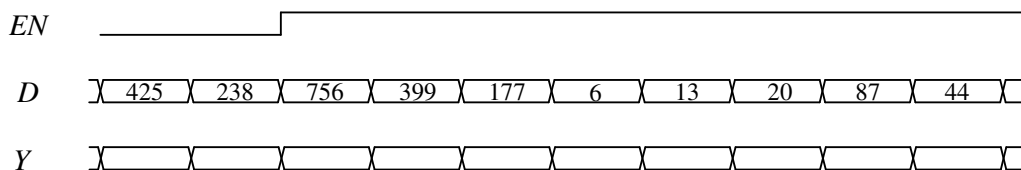
4. [20] Dat je VHDL kod kojim je opisana jedna kombinaciona mreža.

```
library IEEE;
use IEEE.std_logic_1164.all;

entity a1 is
  port (D: in STD_LOGIC_VECTOR (9 downto 0);
        EN: in STD_LOGIC;
        Y: out STD_LOGIC_VECTOR (3 downto 0));
end a1;

architecture behav of a1 is
  begin
    process (D, EN)
    begin
      if (EN = '1') then
        if (D(9) = '1') then
          Y <= "1010";
        elsif (D(8) = '1') then
          Y <= "1001";
        elsif (D(7) = '1') then
          Y <= "1000";
        elsif (D(6) = '1') then
          Y <= "0111";
        elsif (D(5) = '1') then
          Y <= "0110";
        elsif (D(4) = '1') then
          Y <= "0101";
        elsif (D(3) = '1') then
          Y <= "0100";
        elsif (D(2) = '1') then
          Y <= "0011";
        elsif (D(1) = '1') then
          Y <= "0010";
        elsif (D(0) = '1') then
          Y <= "0001";
        else
          Y <= "0000";
        end if;
      else
        Y <= "0000";
      end if;
    end process;
  end behav;
```

Na osnovu vremenskih dijagrama ulaznog signala i vektora (pri čemu su vrednosti ulaznog vektora navedene u decimalnom formatu), odrediti vrednosti izlaznog vektora i upisati ih na dati vremenski dijagram u **decimalnom** formatu.



Rešenje:

