Capitolul 3

Circuite logice secvenţiale

P3.1

Rezolvare: Din tabelul de evoluţie al stărilor, prin codificarea celor două stări $a = 0, b = 1$, se obţine tabelul de tranziţie al stărilor respectiv tabelul ieşirilor Figura P3.1-a şi P3.1-b. Din aceste două tabele se deduce funcţia de transfer $y = x_1 x_0 z$ şi funcţia de excitaţie $w = x_1\overline{x}_0 + x_1 z$ pentru care se obţine structura de circuit din Figura P3.1-c.

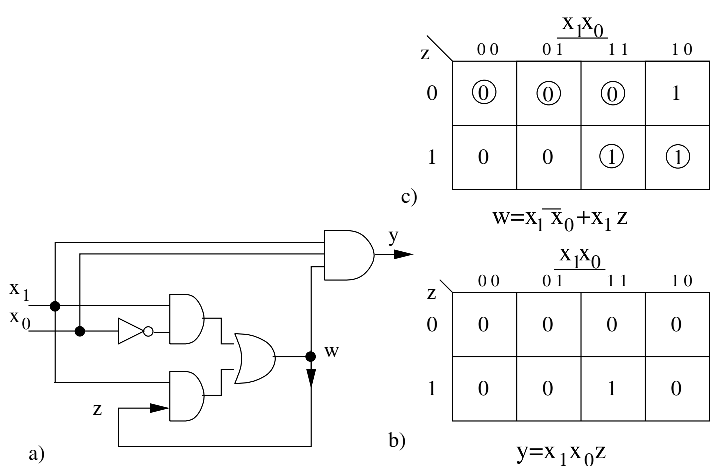


Figura P 3.1

P3.2

Rezolvare:
Din structura circuitului, se deduce expresia funcţiei de excitaţie $w = (\overline{x_1 z_0})x_0 = (\overline{x}_1 + \overline{z}_0)x_0 = \overline{x}_1 x_0 + z_0 x$. Pe baza acestei funcţii se realizează tabelul de tranziţii Figura P3.2.

Stările urmatoare din tabelul de tranziţie al stărilor care îndeplinesc condiţia $w = z$ se încercuiesc şi sunt stări stabile.
Se observă că pe coloana $x_1x_0 = 11$ nu există stări stabile, deci ambele intrări activate simultan este condiţia de instabilitate. Dacă $z = 0$ se calculează starea următoare $z = 1$, deci saltul pe linia a doua a tabelului iar pentru $z = 1$ se calculează starea următoare $z = 0$ deci saltul pe linia întâia a tabelului, rezultă o alternanţa la ieşire între starea $z = 0$ şi $z = 1$. Se poate verifica acest regim de oscilaţie pentru $x_1x_0 = 11$ şi pe circuit. Dacă $z = 0$ ieşirea porţii NAND este 1 iar cu o întârziere pe două porţi se calculeaza $w = 1$ care se transformă in $z = 1$ apoi din nou cu o întârziere pe două porţi se calculează $w = 0$ şi iaraşi $z = 0$ ş.a.m.d. Dacă întârzierea pe poartă este de 5 ns, întârzierea pe porţi este 10 ns, perioada semnalului dreptunghiular general la ieşire, cu gradul de umplere 50%, este T=20 ns, deci o frecvenţă de 50 MHz.

z \ x_1x_0	00	01	11	10
0	0	1	1	0
1	0	1	0	0

Figura P 3.2

P3.3

Rezolvare: Structura circuitului obţinut prin realizarea conexiunilor de reacţie este cea din Figura P3.3-a. Ieşirile F_1 F_2 ale unei porţi DAR sunt:

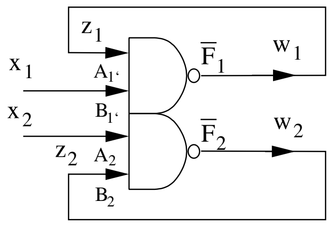
$$F_1 = A_1B_1(\overline{A_2B_2})) \qquad F_2 = A_2B_2(\overline{A_1B_1})$$

Funcţiile de excitaţie w_1 şi w_2 pentru circuitul obţinut sunt:

$$w_1 = \overline{(x_1z_1(\overline{x_2z_2}))} \qquad w_2 = \overline{(x_2z_2(\overline{x_1z_1}))}$$

$$\text{şi } z_1 = w_1; \quad z_2 = w_2$$

pentru care se obţine tabelul de evoluţie al stărilor reprezentat în Figura P3.3-b. Rezultă două stări totale stabile 11 00 şi 11 11 incercuite în tabel, la aplicarea configuraţiilor de intrare $x_1x_2 = 00$ sau $z_1z_2 = 11$; starea 00 este inaccesibilă deoarece din nici o stare prezentă pentru nici o comandă nu se poate ajunge în 00. Aparenta oscilaţie între stările 01 şi 10 când intrarea este $x_1x_2 = 11$ nu apare în practică deoarece circuitul printr-o cursă critica forţează trecerea în starea stabila 11. Pentru intrările $x_1x_2 = 01$ sau 10 ieşirea w care corespunde respectiv intrării ce are valoarea logică 1 va oscila în timp ce cealaltă ieşirea rămâne în starea 0. Imaginaţi-vă o aplicaţie pentru acest circuit.



a)

b)

w_1w_2

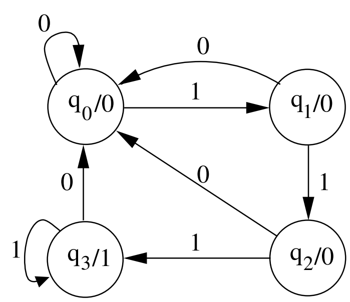
z_1z_2 \ x_1x_2	00	01	11	10
00	11	11	11	11
01	11	10	10	11
11	11	10	11	01
10	11	11	01	01

Figura P 3.3

P3.4

Rezolvare:

Pornind din starea q_0 daca $x = 0$ rămâne în q_0, iar dacă a fost detectat un 1 se realizează tranziţia în q_1. Dacă următoarea valoare este $x = 1$ salt în q_2, pentru a indica deja aplicarea a doi biţi 1 aplicaţi pe intrare, iar dacă $x = 0$ salt înapoi în q_0. Un al treilea bit consecutiv de 1 produce tranziţia în starea q_3 şi se generează $y = 1$, iar în caz contrar $x = 0$ salt în q_0. Dacă se detectează în continuare biţi cu valorea 1 se rămâne în q_3 altfel salt în q_0. Automatul este de tip Moore.



Starea prezenta	x = 0	x = 1	y
q_0	q_0	q_1	0
q_1	q_0	q_2	0
q_2	q_0	q_3	0
q_3	q_0	q_3	1

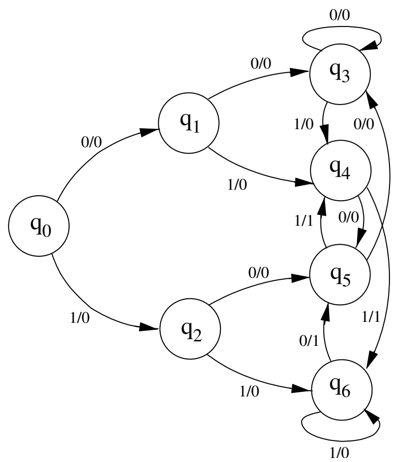
Figura P 3.4

P3.5

Rezolvare:

Există opt secvenţe posibile de câte trei biti pe care automatul le analizează: 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110 şi 111. În starea iniţială q_0 presupunem că încă nu s-a aplicat nici un bit pe intrarea x. În stările q_1 şi q_2 s-a aplicat doar un bit pe intrarea x. În stările q_1 şi q_2 s-a aplicat doar un bit pe intrare deci y nu poate fi 1. În stările q_3, q_4, q_5 şi q_6 s-au aplicat deja 2 biţi pe intrare, dar încă nu se poate genera $y = 1$, chiar dacă au fost aplicaţi doi de 1 când se intră in starea q_6. Automatul realizează toate tranziţiile între stările q_3, q_4, q_5 şi q_6. În starea q_3 se intră când ultimii doi biţi aplicaţi pe intrare sunt 00. Stările

q_4, q_5 sau q_6 sunt atinse respectiv când ultimii doi biţi pe intrare sunt 01, 10 sau 11.



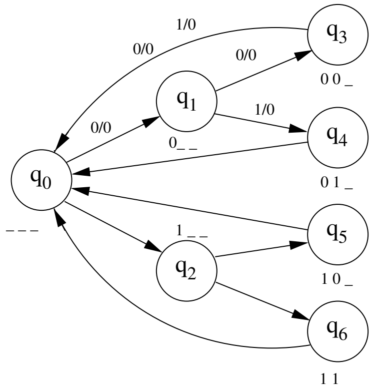
Starea prezenta	x = 0	x = 1
q_0	$q_1/0$	$q_2/0$
q_1	$q_3/0$	$q_4/0$
q_2	$q_5/0$	$q_6/0$
q_3	$q_3/0$	$q_4/0$
q_4	$q_5/0$	$q_6/1$
q_5	$q_3/0$	$q_4/1$
q_6	$q_5/1$	$q_6/0$

Figura P 3.5

P3.6

Rezolvare:

Stările de tranziţie sunt organizate în funcţie de numărul de biţi văzuţi/aplicaţi la intrare dintr-un triplet când se ajunge la starea respectivă. Starea q_0 este starea iniţială şi lângă aceasta s-a notat _ _ _ adică nu s-a aplicat încă nici un bit din triplet. După aplicarea primului bit din triplet pe intrarea x se trece fie la starea q_1, pentru 0, fie la q_2, pentru 1, iar lângă stări s-a notat respectiv 0_ _, 1_ _. La aplicarea celui de-al doilea bit din triplet se poate face în una din stările q_3, q_4, q_5 sau q_6 care corespund respectiv următoarelor configuraţii dintr-un triplet 0 0 _, 0 1 _, 1 0 _ sau 1 1 _. Când şi al treilea bit din triplet se aplică la intrare există o tranziţie în starea q_0 şi se generează 1 sau 0 după cum funcţia majoritară (pentru tripletul aplicat) este adevărată sau falsă. Din starea q_0 se reia calculul funcţiei majoritare pentru următorul triplet.



Starea prezenta	x = 0	x = 1
q_0	$q_1/0$	$q_2/0$
q_1	$q_3/0$	$q_4/0$
q_2	$q_5/0$	$q_6/0$
q_3	$q_0/0$	$q_0/1$
q_4	$q_0/0$	$q_0/1$
q_5	$q_0/1$	$q_0/1$

Figura P 3.6

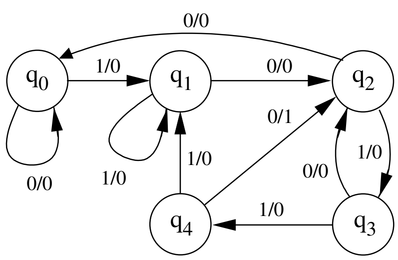
P3.7

Rezolvare:

Din starea iniţială q_0 dacă se detectează în şirul de intrare primul bit corect al secvenţei căutate, adică 1, se trece în q_1, altfel se rămâne în q_0. Pentru al doilea bit corect, adică 0, se trece în q_2 altfel se rămâne în q_1. La o succesiune de biţi 1 în q_1 ultimul dintre aceştia se consideră primul bit corect al unei secvenţe căutate care începe. Dacă al treilea bit este corect, adică s-a primit succesiunea 1, 0, 1 se trece din q_2 in q_3 altfel s-a detectat succesiunea 1, 0, 0 care nu face parte din secvenţa căutată deci salt la început în q_0. Din q_3, pentru al patrulea bit corect, adică 1, se trece în q_4 altfel se trece în q_2 considerând începutul 10 al unei noi secvenţe corecte. Dacă al cincelea bit aplicat este 0, deci s-a identificat secvenţa corectă, salt în q_2 şi se generează $y = 1$, considerându-se totodată realizată subsecvenţa 10 de început, iar dacă este 1 salt în q_1 la fel considerându-se primul bit corect dintr-o următoare secvenţa căutată.

x = 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0

y = 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1



Starea prezenta	x = 0	x = 1
q_0	$q_0/0$	$q_1/0$
q_1	$q_1/0$	$q_2/0$
q_2	$q_0/0$	$q_3/0$
q_3	$q_2/0$	$q_4/0$
q_4	$q_2/1$	$q_1/0$

Figura P 3.7

P3.8

Rezolvare:

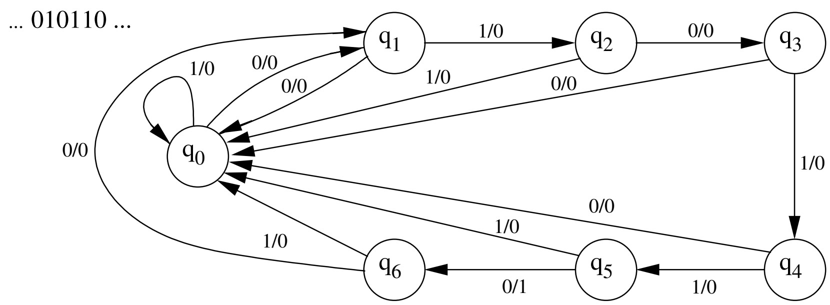


Figura P 3.8

P3.9

Rezolvare:

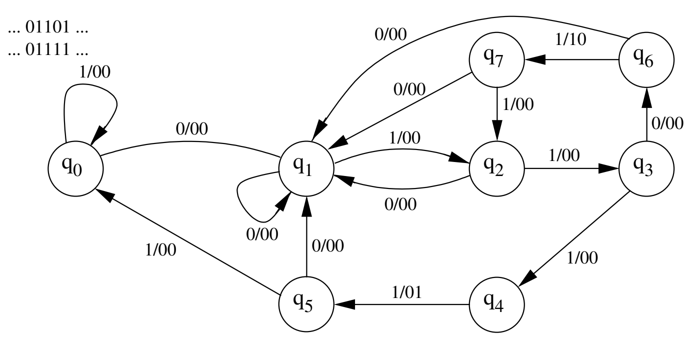
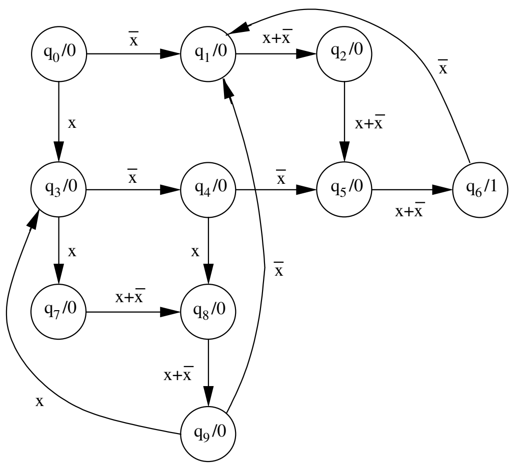


Figura P 3.9

P3.10

Rezolvare:



Codul	B	C	D	$N\|_{10}$
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9

Figura P 3.10

P3.11

Rezolvare:

În Figura P3.11-a se prezintă funcţionarea automatului pentru un şir oarecare aplicat pe intrare. Pornind din starea iniţială q_0 dacă primul bit aplicat este 1 se trece în starea q_1 care arată că primul bit este corect atât în secvenţa cât şi subsecvenţa căutată. La următorul bit se rămâne în q_1 dacă are valoarea 0 şi dacă are valoarea 1 se trece în starea q_2 care indică faptul că primii doi biţi sunt cei corecţi atât pentru secvenţă cât şi pentru subsecvenţă. Figura P3.11-b. La al treilea bit aplicat dacă este 1 s-a realizat subsecvenţa căutată 011, $y_1 = 1$ şi salt în q_0 iar dacă este 0 salt în q_3 care indică trei biţi corecţi în secvenţa căutată. Figura P3.11-c. Din q_3 dacă bitul aplicat este 0 salt în q_1, pentru o reîncepere a căutării iar dacă este 1 salt în q_4 care indică faptul că primii patru biţi din secvenţa căutată sunt corecţi la fel primii doi biţi din subsecvenţă sunt corecţi, Figura P3.11-d. În starea q_4 dacă bitul aplicat este 1 salt în q_0 şi $y_0 = 1$, pentru că s-a identificat subsecvenţa 011, iar dacă este 0 salt q_3 şi $y_0 = 1$ pentru că s-a identificat secvenţa şi totodată se consideră primul bit 0 pentru o nouă secvenţă suprapusă. 3.11-e.

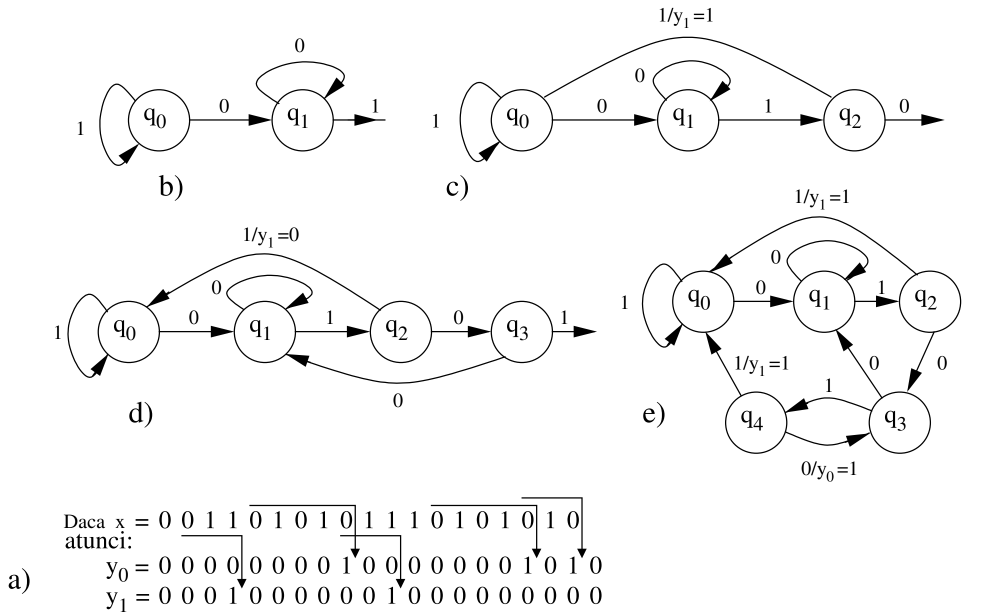
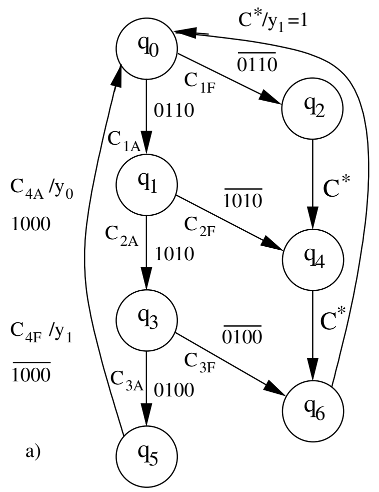


Figura P 3.11

P3.12

Rezolvare:

Pornind de la starea q_0, Figura P3.12-a, dacă primul cuvânt C_1 este C_{1A} salt în q_1 iar pentru C_{1F} salt în q_2. Al doilea cuvânt şi al treilea cuvânt de cod C_2 sau C_3 realizează salturile respectiv în q_3 şi q_5 dacă sunt corecte, C_{2A} şi C_{3A}, sau realizează salturile respectiv în q_4 sau q_6 dacă sunt false, C_{2F} şi C_{3F}. Tranziţiile de la q_2 la q_4 şi apoi la q_6 se realizează pentru oricare cuvânt de cod din cele 16 posibile, C^*. La aplicarea celui de-al patrulea cuvânt de cod C_4 acţiunile depind dacă automatul se află în q_5 sau în q_6. Dacă automatul este în q_5 pentru aplicarea cuvântului C_{4A} se generează $y_0 = 1$, se deschide uşa şi salt în q_0. Din q_6 există salt în q_0 şi generarea alarmei, $y_1 = 1$, pentru oricare cuvânt de cod C^*.



a)

b)

Starea prezenta	C_1		C_2		C_3		C_4	
	C_{1A}	C_{1F}	C_{2A}	C_{2F}	C_{3A}	C_{3F}	C_{4A}	C_{4F}
q_0	q_1	q_2	q_2	q_2	q_2	q_2	q_2	q_2
q_1	q_4	q_4	q_3	q_4	q_4	q_4	q_4	q_4
q_2	q_4	q_4	q_4	q_4	q_4	q_4	q_4	q_4
q_3	q_6	q_6	q_6	q_6	q_5	q_6	q_6	q_6
q_4	q_6	q_6	q_6	q_6	q_6	q_6	q_6	q_6
q_5	q_0/y_1	q_0/y_1	q_0/y_1	q_0/y_1	q_0/y_1	q_0/y_1	q_0/y_0	q_0/y_1
q_6	q_0/y_1	q_0/y_1	q_0/y_1	q_0/y_1	q_0/y_1	q_0/y_1	q_0/y_1	q_0/y_1

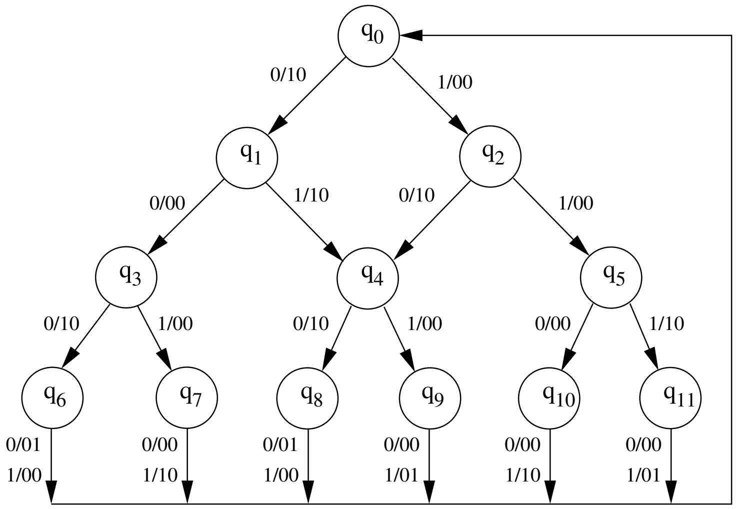
Figura P 3.12

P3.13

Rezolvare:

Se consideră q_0, Figura P3.13-a, starea iniţială în care automatul revine după fiecare succesiune de patru biţi aplicaţi pe intrare (ambele coduri au cuvinte cu lungimea de patru biţi iar conversia între acestea este reprezentată în Figura P3.13-b.

La aplicarea primului bit din codul EXCESS-3 pe intrare se trece din q_0 în q_1 pentru $x = 0$ şi în q_2 pentru $x = 1$ şi se generează respectiv în cuvântul de ieşire y_1y_0 valorile 10 sau 00. Valoarea lui y_1 se deduce din tabelul de conversie din Figura P3.12-b unde pentru cel mai puţin semnificativ bit, din codul EXCESS-3, cu valoarea 0 sau 1, corespunde pentru cel mai puţin semnificativ bit din codul BCD de valoare respectiv 1 sau 0. Din stările q_1 şi q_2 se aplică al doilea bit din codul EXCESS-3 care poate fi 0 sau 1 şi se generează pentru y_1 valorile citite din tabelul de conversie. Din stările q_3, q_4 şi q_5 şi din stărileq_6, q_7, q_8, q_9, q_{10} şi q_{11} se aplică pe intrare respectiv al treilea şi al patrulea bit din cuvântul de cod EXCESS-3 iar valorile corespunzătoare pentru y_1 se determină din tabelul de conversie. Din stările q_6-q_{11} trecerea se face în starea iniţială deoarece s-a aplicat pe intrare şi al patrulea bit deci se poate porni o altă conversie. Pe tranziţiile inspre starea q_0 se poate generea şi $y_0 = 1$ în cazul când intrarea nu este un cod EXCESS-3 pentru numerele 0÷9. Se pot urmări următoarele conversii:



a)

EXCESS–3	BCD
0 0 1 1	0 0 0 0
0 1 0 0	0 0 0 1
0 1 0 1	0 0 1 0
0 1 1 0	0 0 1 1
0 1 1 1	0 1 0 0
1 0 0 0	0 1 0 1
1 0 0 1	0 1 1 0
1 0 1 0	0 1 1 1
1 0 1 1	1 0 0 0
1 1 0 0	1 0 0 1

b)

Figura P 3.13

Codul EXCESS3 aplicat	Tranziţiile	$y_1(BCD)$	y_0
1	$q_0 \to q_2$	0	0
0	$q_2 \to q_4$	1	0
1	$q_4 \to q_9$	0	0
0	$q_9 \to q_0$	0	0
1	$q_0 \to q_2$	0	0
1	$q_2 \to q_5$	0	0
1	$q_5 \to q_{11}$	1	0
1	$q_{11} \to q_0$	0	1

P3.14

Rezolvare:

Ambiguitatea definirii unei stări poate apare în două variante dacă pentru arcele care pornesc din acea stare:

1. Există configuraţii ale valorilor variabilelor de intrare pentru care produsul logic al expresiilor de tranziţie de pe perechi de arce nu are valoarea 0 (configuraţii dublu acoperite)

2. Există configuraţii ale valorilor variabilelor de intrare pentru care suma logică a expresiilor de tranziţie de pe toate arcele nu are valoarea logica 1 (configuraţii neacoperite).
   Calculând pentru fiecare stare produsele tranziţiilor de pe toate perechile şi reprezentându-le într-o diagramă V-K se pot determina configuraţiile dublu acoperite.

Iar prin reprezentarea în diagrama V-K a sumei tuturor expresiilor de tranziţie se pot determina configuraţiile de valori neacoperite.

a. Stările q_0, q_1, q_2 sunt definite fără ambiguitate. La starea q_3 configuraţia $y = 0$ este neacoperită în testare.

b. Starea q_0: $x + \overline{x} = 0$ rezultă configuraţia $xz = 01$ neacoperită (netestată)
Starea q_1: - $w(w + x) = 1$ rezultă $w = 1$ configuraţie dublu acoperită
- $w + w + x = 0$ rezultă configuraţia $wx = 00$ neacoperită (netestată)
Starea q_2: - $w + z + z + y = 0$ rezultă configuraţia $xyzw = 0000$ netestată (neacoperită)
- $(w + z)(x + y) = 1$ rezultă următoarele configuraţii de valori netestate $xyzw = 0101, 0110, 0111, 1001, 1010, 1011, 1101, 1110$ şi 1111
Starea q_3: - $wz + \overline{x}z + xy = 0$ rezultă configuraţiile de valori netestate $xyzw = 0000, 0001, 0100, 0101, 1000, 1001.$
- $wz \cdot \overline{x}z = 1; wz \cdot xy = 1$ rezultă configuraţiile dublu acoperite $xyzw = 0011, 0111, 1111$

P3.15

Rezolvare:
Starea $q_3 = z_1 z_0 = 11$ este o stare inaccesibilă, nu există nici o tranziţie în această stare.

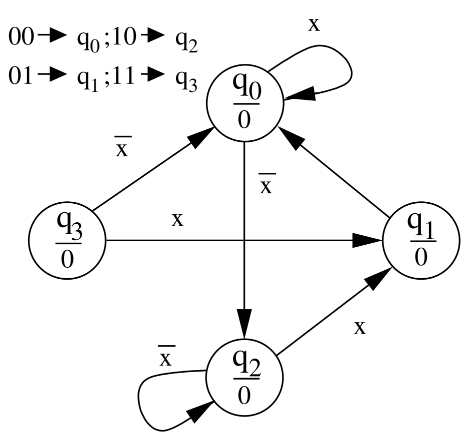


Figura P 3.15

P3.16

Rezolvare:
Vezi Figura P3.16 de mai jos.

a)

Starea prezenta	Starea urmatoare/iesire	
	$\overline{x}$	x
q_0	$q_0/0$	$q_1/0$
q_1	$q_0/0$	$q_2/0$
q_2	$q_2/0$	$q_0/1$

b)

Starea prezenta	Starea urmatoare/iesire			
	$\overline{x}_1\overline{x}_0$	$\overline{x}_1 x_0$	$x_1\overline{x}_0$	$x_1 x_0$
q_0	q_0	q_2	q_1	q_2
q_1	q_0	q_1	q_2	q_1
q_2	q_1	q_2	q_2	q_0

c)

Starea prezenta	Starea urmatoare/iesire	
	$\overline{x}$	x
q_0	$q_0/0$	$q_1/0$
q_1	$q_0/0$	$q_2/0$
q_2	$q_5/0$	$q_1/0$
q_3	$q_0/0$	$q_1/0$
q_4	$q_0/1$	$q_3/0$
q_5	$q_0/0$	$q_4/0$

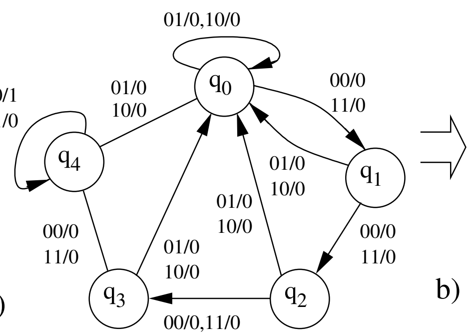
d)

Starea prezenta	Starea urmatoare/iesire							
	$\overline{x}_2\overline{x}_1\overline{x}_0$	$\overline{x}_2\overline{x}_1 x_0$	$\overline{x}_2 x_1\overline{x}_0$	$\overline{x}_2 x_1 x_0$	$x_2\overline{x}_1\overline{x}_0$	$x_2\overline{x}_1 x_0$	$x_2 x_1\overline{x}_0$	$x_2 x_1 x_0$
q_0	$q_3/00$	$q_3/00$	$q_3/00$	$q_3/00$	$q_3/00$	$q_3/00$	$q_3/00$	$q_1/00$
q_1	$q_4/00$	$q_4/00$	$q_4/00$	$q_4/00$	$q_4/00$	$q_2/10$	$q_4/00$	$q_4/00$
q_2	$q_0/01$	$q_0/01$	$q_0/01$	$q_0/01$	$q_0/01$	$q_0/01$	$q_0/01$	$q_0/01$
q_3	$q_4/00$	$q_4/00$	$q_4/00$	$q_4/00$	$q_4/00$	$q_4/00$	$q_4/00$	$q_4/00$
q_4	$q_0/01$	$q_0/01$	$q_0/01$	$q_0/01$	$q_0/01$	$q_0/01$	$q_0/01$	$q_0/01$

Figura P 3.16

P3.17

Rezolvare:
Vezi Figura P3.17 de mai jos.



a)

b)

Starea prezenta	Starea urmatoare / iesire 00	01	11	10
q_0	$q_1/0$	$q_0/0$	$q_1/0$	$q_0/0$
q_1	$q_2/0$	$q_0/0$	$q_2/0$	$q_0/0$
q_2	$q_3/0$	$q_0/0$	$q_3/0$	$q_0/0$
q_3	$q_4/0$	$q_0/0$	$q_4/0$	$q_0/0$
q_4	$q_4/1$	$q_0/0$	$q_4/1$	$q_0/0$

Figura P 3.17

P3.18

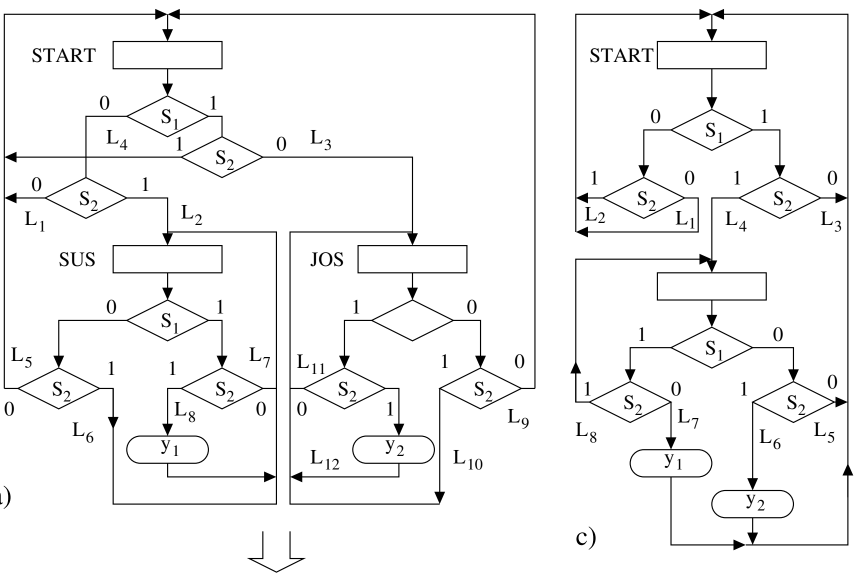
Rezolvare:
Considerând că senzorul S_1 este plasat mai sus decât senzorul S_2 secvenţele de semnale de intrare pentru deplasarea bilei în SUS sau în JOS sunt următoarele:

$$\text{SUS:}\quad \overline{S}_1\overline{S}_2 \rightarrow \overline{S}_1 S_2 \rightarrow S_1 S_2 \rightarrow S_1\overline{S}_2 \rightarrow \overline{S}_1\overline{S}_2 \ \text{JOS:}$$
$$\overline{S}_1\overline{S}_2 \rightarrow S_1\overline{S}_2 \rightarrow S_1 S_2 \rightarrow \overline{S}_1 S_2 \rightarrow \overline{S}_1\overline{S}_2$$

O bilă cu diametrul mai mic decât distanţa dintre senzorii S_1 şi S_2 va genera numai următoarea secvenţa la deplasarea în jos

$$\overline{S}_1\overline{S}_2 \rightarrow S_1\overline{S}_2 \rightarrow \overline{S}_1\overline{S}_2 \rightarrow \overline{S}_1 S_2 \rightarrow \overline{S}_1\overline{S}_2$$

şi invers la deplasarea în sus, dar nu va genera niciodată S_1S_2. Pornind dintr-o stare iniţilă de START care corespunde când bila este deasupra lui S_1 sau sub S_2 şi urmărind valorile de semnale S_1S_2 aplicate pe intrare, conform relaţiilor anterioare, se parcurge organigrama ASM din Figura P3.18-a, celelalte două stări corespunzătoare detectării deplasării în sus sau în jos sunt respectiv SUS şi JOS. Tabelul de tranziţie coerspunzător este reprezentat în Figura P3.18-b.
Se poate construi o diagramă ASM mai simplă, Figura P3.18-c, pornind de la detectarea configuraţiei pe intrare S_1S_2 şi generarea ieşirilor $y_1 = 1$ sau $y_2 = 1$ după cum urmează respectiv configuraţiile $S_1\overline{S}_2$ (SUS) sau $\overline{S}_1S_2$ (JOS).



a) c)

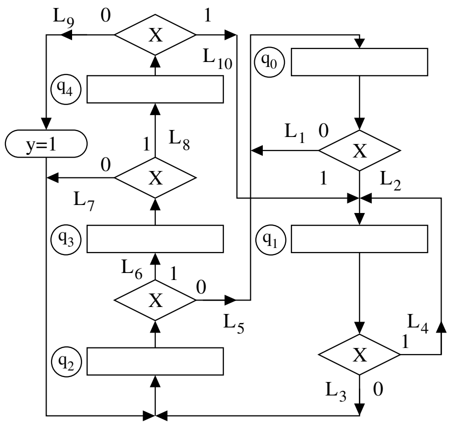
b)

Bloc de stare si calea de tranzitie	Starea prezenta	Intrare S_1	Intrare S_2	Starea urmatoare / iesire $(y_1 y_2)$
START , L_1	START	0	0	START /00
START , L_2	START	0	1	SUS /00
START , L_3	START	1	0	JOS /00
START , L_4	START	1	1	START /00
SUS , L_5	SUS	0	0	START /0
SUS , L_6	SUS	0	1	SUS /00
SUS , L_7	SUS	1	0	SUS /00
SUS , L_8	SUS	1	1	SUS /10
JOS , L_9	JOS	0	0	START /00
JOS , L_{10}	JOS	0	1	JOS /00
JOS , L_{11}	JOS	1	0	JOS /00
JOS , L_{12}	JOS	1	1	JOS /01

Figura P 3.18

P3.19

Rezolvare:



Bloc de stare Cale de tranzitie	Starea prezenta	x	Starea urmatoare iesire
B_0,L_1	q_0	0	q_0 /0
B_0,L_2	q_0	1	q_1 /0
B_1,L_3	q_1	0	q_2 /0
B_1,L_4	q_1	1	q_1 /0
B_2,L_5	q_2	0	q_0 /0
B_2,L_6	q_2	1	q_3 /0
B_3,L_7	q_3	0	q_2 /0
B_3,L_8	q_3	1	q_4 /0
B_4,L_9	q_4	0	q_2 /0
B_4,L_{10}	q_4	1	q_1 /0

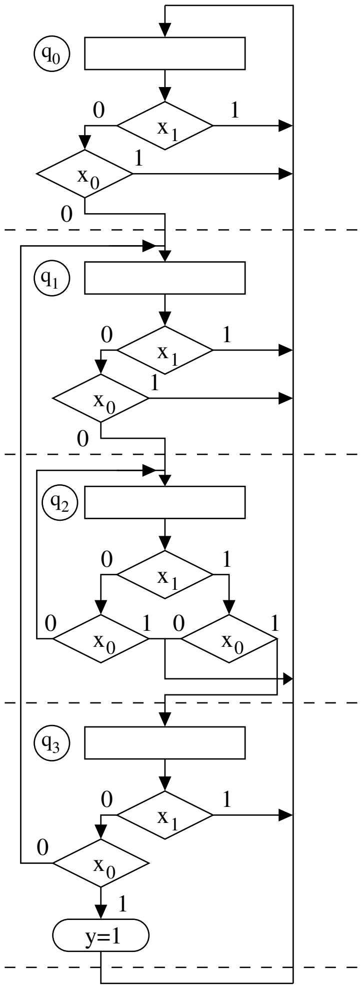
Figura P 3.19

P3.20

Rezolvare:
Organigrama obţinută este cea din Figura 3.20-a. Din aceasta cu ajutorul configuraţiilor de valori de intrare aplicate pe fiecare cale de tranziţie şi al tabelelor din Figura P3.20-b se pot obţine expresii de transfer mai compacte care se testează în fiecare bloc de stare, figura P3.20-c.

P3.21

Rezolvare:
Automatul (numărător) va avea opt stări câte una pentru fiecare configuraţie a valorilor biţilor de ieşire, Figura P3.21-a, deci este de tip Moore. Diferenţa între numărarea în binar şi în GRAY constă în succesiunea de parcurgere a stărilor, alegerea unui tip de numărare se realizează cu variabila de intrare $\overline{B}/G$.



a)

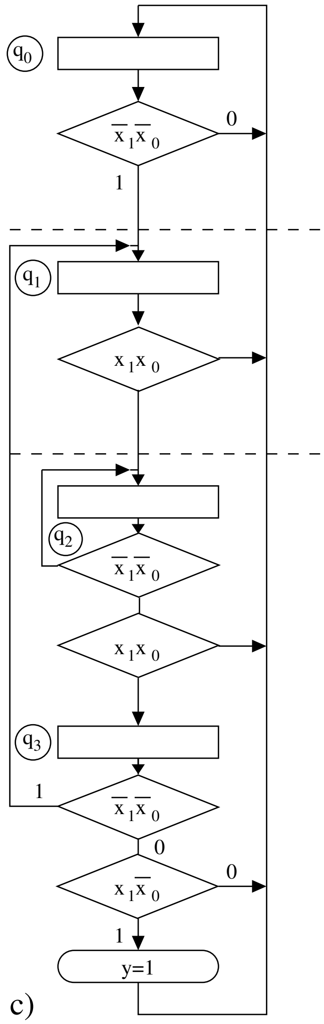
Starea prezenta	x_1x_0	Starea urmat.
q_0	0 0	q_1
q_0	0 1	q_0
q_0	1 0	q_0
q_0	1 1	q_0

Starea prezenta	x_1x_0	Starea urmat.
q_1	0 0	q_2
q_1	0 1	q_0
q_1	1 0	q_0
q_1	1 1	q_0

Starea prezenta	x_1x_0	Starea urmat.
q_2	0 0	q_2
q_2	0 1	q_0
q_2	1 0	q_0
q_2	1 1	q_0

Starea prezenta	x_1x_0	Starea urmat.
q_3	0 0	q_1
q_3	0 1	q_0
q_3	1 0	q_0 y=1
q_3	1 1	q_0

b)

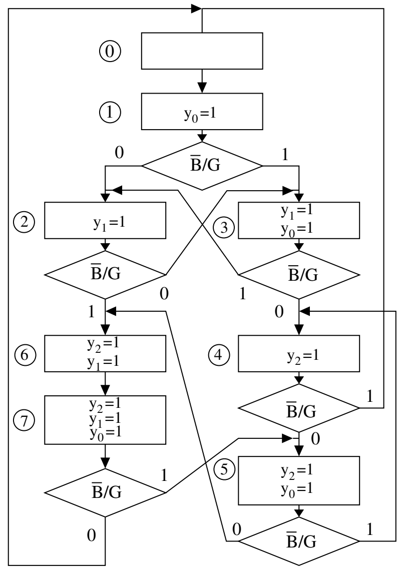


c)

Figura P 3.20

ZECIMAL	BINAR y_2	y_1	y_0	stare	GRAY y_2	y_1	y_0	stare
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	1	1
2	0	1	0	2	0	1	1	3
3	0	1	1	3	0	1	0	2
4	1	0	0	4	1	1	0	6
5	1	0	1	5	1	1	1	7
6	1	1	0	6	1	0	1	5
7	1	1	1	7	1	0	0	4

a)



b)

Figura P 3.21

P3.22

Rezolvare:

În mapa implicanţilor din Figura P3.22-b sunt diagonalizate toate căsuţele pentru perechile de stări care produc ieşiri diferite atât pentru $x = 0$ cât şi pentru $x = 1$. În restul căsuţelor, pentru care ieşirile sunt identice, se introduc perechile de stări necesare a fi echivalente pentru ca stările care definesc coordonatele căsuţei respective să fie echivalente. Se analizează următoarele condiţii de echivalenţa.
a) $0 \sim 1$ dacă şi numai dacă $0 \sim 4$ şi $1 \sim 2$
b) $0 \sim 2$ dacă şi numai dacă $0 \sim 7$
c) $1 \sim 2$ dacă şi numai dacă $4 \sim 7$
d) $3 \sim 6$ dacă şi numai dacă $1 \sim 2$
e) $4 \sim 7$ dacă şi numai dacă $3 \sim 6$ şi $5 \sim 8$
f) $5 \sim 8$ dacă şi numai dacă $4 \sim 7$
Rezultatul acestei analize este: a) $0 \nsim 1$ deoarece $0 \nsim 4$; b) $0 \nsim 2$ deoarece $0 \nsim 7$; c) $1 \sim 2$ dacă şi numai dacă $4 \sim 7$; $4 \sim 7$ dacă şi numai dacă $3 \sim 6$ şi $5 \sim 8$; iar $3 \sim 6$ dacă şi numai dacă $1 \sim 2$ şi $5 \sim 8$ dacă şi numai dacă $4 \sim 7$, deci $1 \sim 2$
Prin acest raţionament se diagonalizează mai departe şi căsuţele care nu au condiţiile de echivalenţa satisfăcute şi se obţine mapa implicanţilor din Figura P 3.22-c. Substituind stările echivalente şi redenumind stările $0 = q_0$, $1 = q_1$, $2 \sim 1 = q_0$, $3 = q_2$, $4 = q_3$, $5 = q_4$, $6 \sim 3 = q_2$, $7 \sim 4 = q_3$ şi $8 \sim 5 = q_4$ se obţine tabelul de tranziţie al stărilor/ieşirilor pentru automatul echivalent (redus), Figura P3.22-d.

a)

Starea prezenta	Starea urmatoare / iesire x=0	x=1
0	0/00	1/00
1	4/00	1 ~~2~~/00
~~2~~ 1	4 ~~7~~/00	1/00
3	1 ~~2~~/01	3 ~~6~~/10
4	3 ~~6~~/10	5/00
5	5/01	4/11
~~6~~ 3	1/01	3 ~~6~~/10
~~7~~ 4	3/10	5 ~~8~~/10
~~8~~ 5	5 ~~8~~/01	4 ~~7~~/11

$0=q_0$, $1=q_1$, $2\sim 1=q_0$

$3=q_2$, $4=q_3$, $5=q_4$

$6\sim 3=q_2$, $7\sim 4=q_3$, $8\sim 5=q_4$

d)

Starea prezenta	Starea urmatoare / iesire x=0	x=1
q_0	q_0/00	q_1/00
q_1	q_3/00	q_1/00
q_2	q_1/01	q_2/10
q_3	q_2/10	q_4/00
q_4	q_4/11	q_3/11

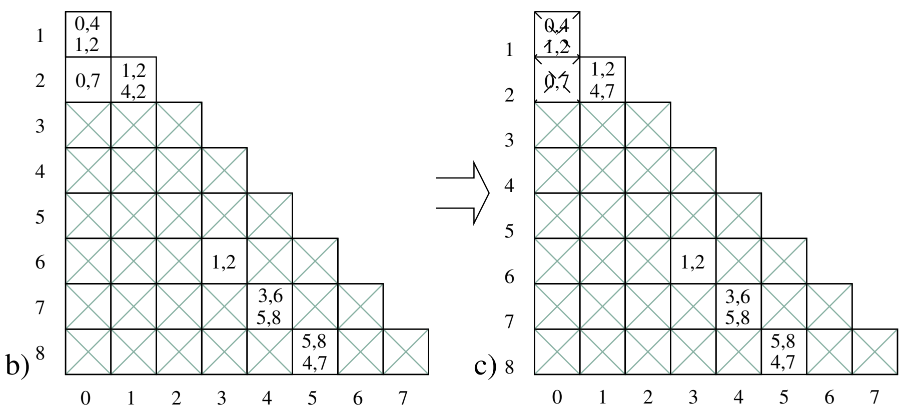


Figura P 3.22

P3.23

Rezolvare:

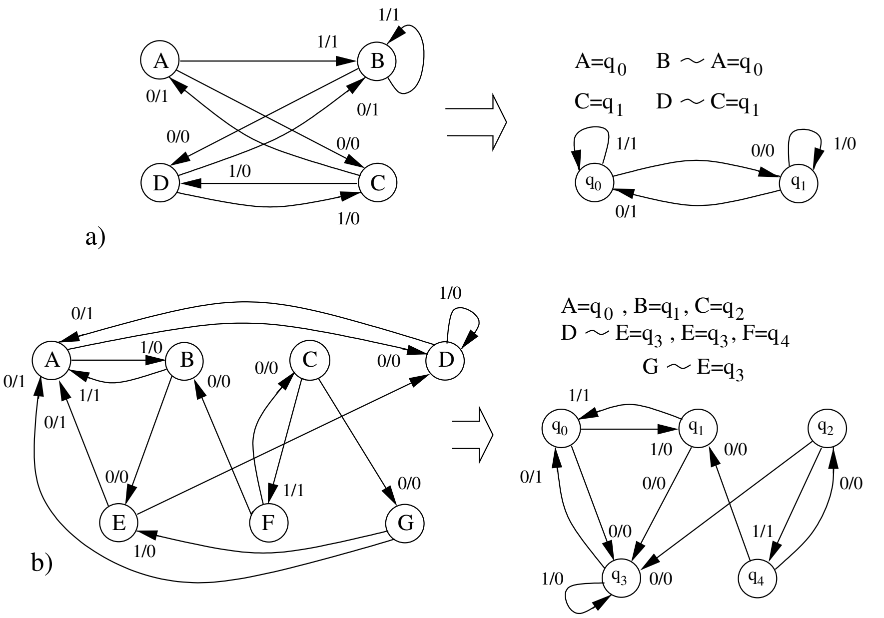


Figura P 3.23

P3.24

Rezolvare:

Pentru codificare în cod binar natural $q_0 = 00$, $q_1 = 01$, $q_2 = 10$, $q_3 = 11$ se obţin următoarele expresii:

$$w_1 = \overline{z}_1 z_0 + z_1 \overline{z}_0; \quad w_0 = \overline{z}_1 \overline{z}_0 x + \overline{z}_1 z_0 x + z_1 z_0 \overline{x} + z_1 \overline{z}_0 x; \quad y = \overline{z}_1 \overline{z}_0 + \overline{z}_1 \overline{x} + z_1 z_0 \overline{x}$$

Iar pentru codificare în cod Gray $q_0 = 00$, $q_1 = 01$, $q_2 = 11$, $q_3 = 10$ se obţin următoarele expresii:

$$w_1 = z_0, \quad w_0 = \overline{x}, \quad y = \overline{z}_0 \overline{x} + \overline{z}_1 x$$

P3.25

Rezolvare:

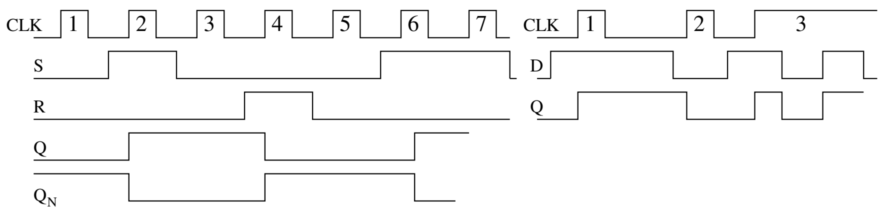


Figura P 3.25

P3.26

Rezolvare:

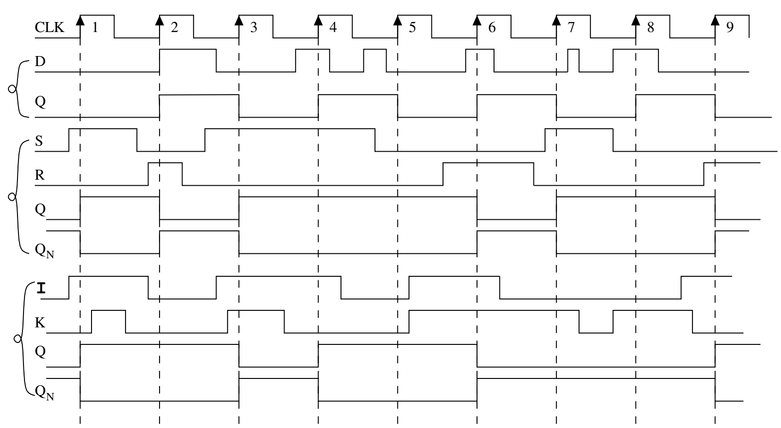


Figura P 3.26

P3.27

Rezolvare:

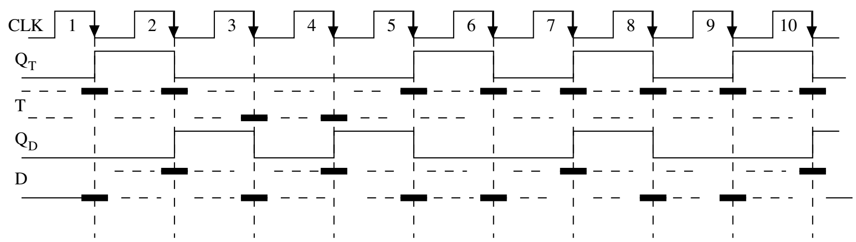


Figura P 3.27

P3.28

Rezolvare:
Semnalele A şi B sunt în opoziţie şi au frecvenţa înjumătăţită faţa de cea a semnalului de ceas (bistabilul divizează cu 2 deoarece $J = K = V_{CC}$). La comutaţia pe front pozitiv, datorită intârzierii prin bistabil ($\tau_{pLH(CQ)} = \tau_{pHL(CQ)} = \Delta$) la portile AND apar defazaje între CLK şi Q, Q_N deci se generează glitch-uri cu laţimea Δ, Figura P3.28-a. Pentru eliminarea acestor glitch-uri se recomandă un bistabil cu comutaţia pe frontul negativ, Figura P3.28-b.

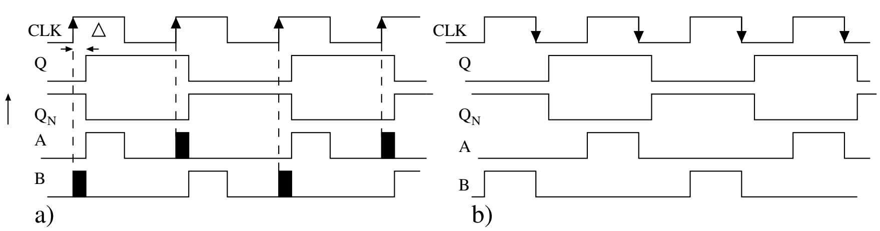


Figura P 3.28

P3.29

Rezolvare:

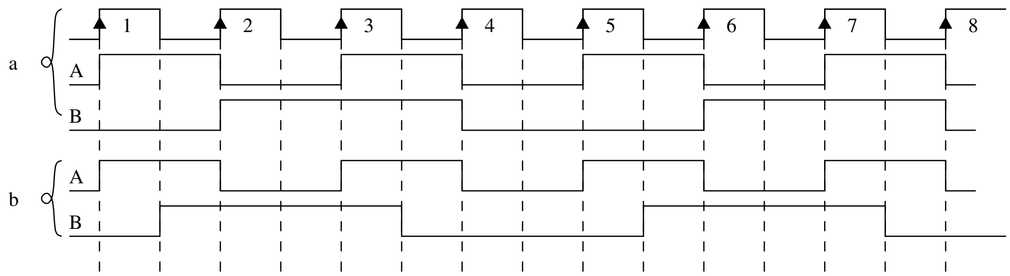


Figura P 3.29

P3.30

Rezolvare:

$f \leq \frac{1}{50ns+20ns} = 14,285713$ MHz

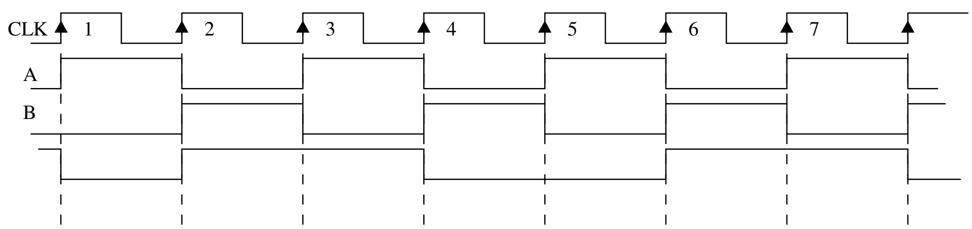


Figura P 3.30

P3.31

Rezolvare:

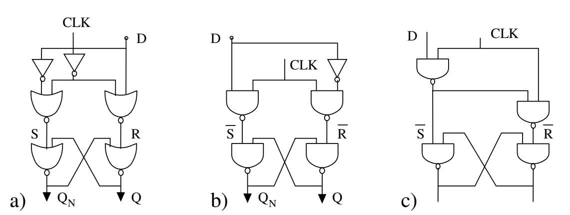


Figura P 3.31

P3.32

Rezolvare:

Se parcurg aceleaşi etape ca şi la sinteza bistabilului JK, Figura 3.47. De fapt rezultă un bistabil JK în care $J = P$ şi $K = \overline{N}$. Bistabilul D se obţine prin conectarea împreună a intrărilor P şi $\overline{N}$. Ieşirile Q şi Q_N ale bistabilului D se aplică pe intrarea D prin intermediul MUX 2:1 care este selectat de semnalul de ceas.

P3.33

Rezolvare:

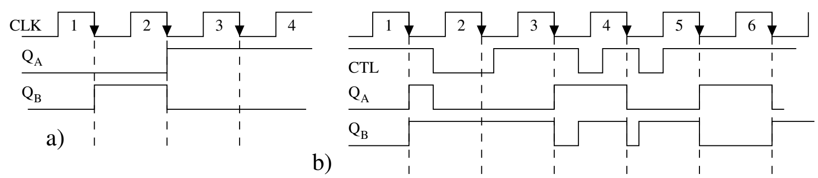


Figura P 3.33

P3.34

Rezolvare:

Rezolvarea este prezentată în figura 3.34.

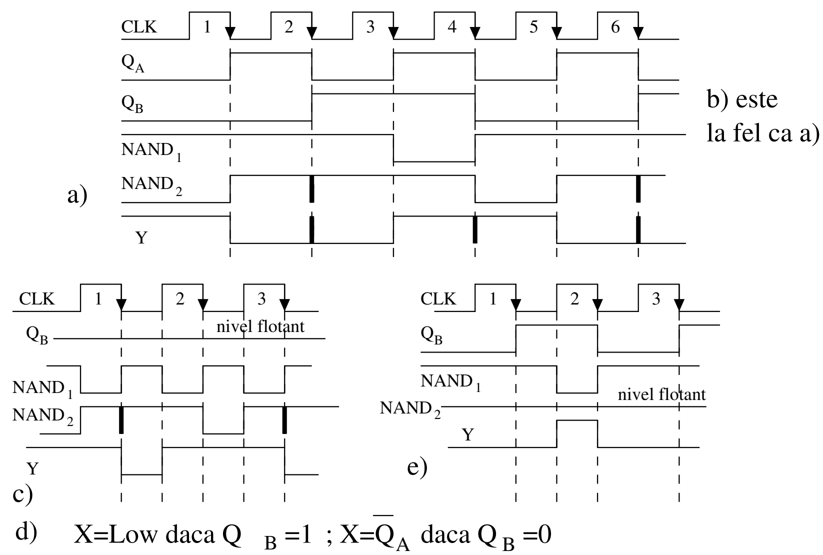
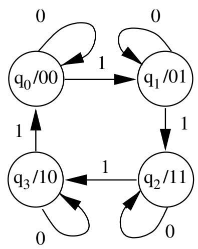


Figura P 3.34

P3.36

Rezolvare:

Automatul este de tip Mealy $z_1 = y_1$, $z_0 = y_0$. Stările succesive se codifică $z_1 z_0 = 00(q_0)$, $z_1 z_0 = 01(q_1)$, $z_1 z_0 = 11(q_2)$, $z_1 z_0 = 10(q_3)$, Figura P3.36.



Starea prezenta	Starea urmat. x = 0	Starea urmat. x = 1	Iesire y_1	Iesire y_0
$q_0(00)$	q_0	q_1	0	0
$q_1(01)$	q_1	q_2	0	1
$q_2(11)$	q_2	q_3	1	1
$q_3(10)$	q_3	q_0	1	0

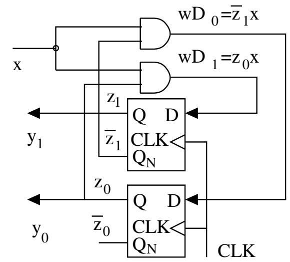
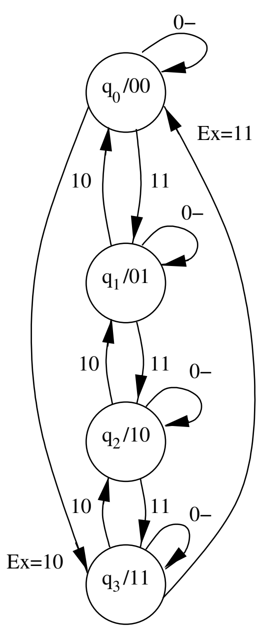


Figura P 3.36

P3.37

Rezolvare:



Starea prezenta z_1	z_0	Intrare E	x	Starea urmat. w_1	w_0	Intrari bistabile wJ_1	wK_1	wJ_0	wK_0
0	0	0	0	0	0	0	–	0	–
0	0	0	1	0	0	0	–	0	–
0	0	1	0	1	1	1	–	1	–
0	0	1	1	0	1	0	–	1	–
0	1	0	0	0	1	0	–	–	0
0	1	0	1	0	1	0	–	–	0
0	1	1	0	0	0	0	–	–	1
0	1	1	1	1	0	1	–	–	1
1	0	0	0	1	0	–	0	0	–
1	0	0	1	1	0	–	0	0	–
1	0	1	0	0	1	–	1	1	–
1	0	1	1	1	1	–	0	1	–
1	1	0	0	1	1	–	0	–	0
1	1	0	1	1	1	–	0	–	0
1	1	1	0	1	0	–	0	–	1
1	1	1	1	1	0	–	1	–	1

$$WK_1 = z_1 \bar{z}_0 E \bar{x} + z_1 z_0 E x =$$
$$= z_1 E (\bar{z}_0 \bar{x} + z_0 x) =$$
$$= z_1 E \overline{z_0 \oplus x}$$

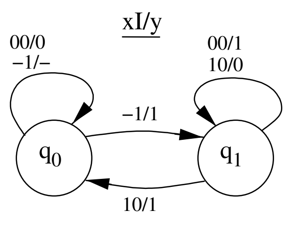
$$WJ_1 = \bar{z}_1 \bar{z}_0 E \bar{x} + \bar{z}_1 z_0 E x =$$
$$= \bar{z}_1 E (\bar{z}_0 \bar{x} + z_0 x) =$$
$$= z_1 E \overline{z_0 \oplus x}$$

Figura P 3.37

P3.38

Rezolvare:

Automatul are două stări q_0 din care porneşte şi în care revine atunci când $y = 1$. Se rămâne în starea q_0 atât timp cât succesiunea de biţi începând cu b_0 este formată din zerouri şi se trece în starea q_1 când apare primul bit 1 din succesiunea aplicată pe x. Graful de tranziţie se poate construi de asemenea urmărind, de la dreapta la stânga, parcurgerea prin circuitul din Figura 2.17-c.



$wD = x\bar{I} + \bar{I}z$

Starea prezenta	Intrare x	Intrare I	Starea urmat.	Iesire y	W_D
(q_0) 0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	–	0
0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	–	0
(q_1) 1	0	0	1	1	1
1	0	1	0	–	0
1	1	0	1	0	1
1	1	1	0	–	0

Figura P 3.38

P3.39

Rezolvare:

Vezi Figura P3.39 de mai jos.

Starea prezenta z_1	z_0	Intrare x	Starea urmat. w_1	w_0	Bistabili D wD_1	wD_0	Bistabili JK wJ_1	wK_1	wJ_0	wK_0	Iesire y
0	0	0	0	1	0	1	0	–	1	–	1
0	0	1	0	0	0	0	0	–	0	–	1
0	1	0	0	1	0	1	0	–	–	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	–	–	0	0
1	0	0	1	0	1	0	–	1	0	–	0
1	0	1	0	0	0	0	–	1	0	–	0
1	1	0	1	0	1	0	–	0	–	1	0
1	1	1	1	1	1	1	–	0	–	0	0

$wD_1 = z_1\bar{x} + z_0 x$
$wD_0 = z_0 x + \bar{z}_1\bar{x}$
$y = \bar{z}_1\bar{z}_0$

$wJ_1 = z_0 x$
$wK_1 = z_0 x + \bar{z}_0\bar{x}$
$wJ_0 = \bar{z}_1\bar{x}$
$wK_0 = z_1\bar{x}$
$y = \bar{z}_1\bar{z}_0$

Figura P 3.39

P3.40

Rezolvare:
Vezi Figura P3.40 de mai jos.

Starea prezenta		Intrare	Starea urmat.		Iesire	Bistabile JK				Bistab. T	
z_1	z_0	x	w_1	w_0	y	wJ_1	wK_1	wJ_0	wK_0	T_1	T_0
0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	0	0
0	0	1	0	1	1	0	-	1	-	0	1
0	1	0	1	0	0	1	-	-	1	1	0
0	1	1	0	1	0	0	-	-	0	0	0
1	0	0	1	0	0	-	0	0	-	0	0
1	0	1	1	1	1	-	0	1	-	0	1
1	1	0	1	1	0	-	0	-	0	0	0
1	0	1	0	0	0	-	1	-	1	1	1

$wJ_1=z_0\overline{x}$
$wK_1=z_0x$
$wJ_0=x$
$wK_0=\overline{z}_1\overline{x}_0+z_1x$
$y=\overline{z}_0x$

$T_1=z_1z_0x+\overline{z}_1z_0\overline{x}$

$T_2=z_1z_0x+\overline{z}_1z_0\overline{x}+z_0\overline{x}$

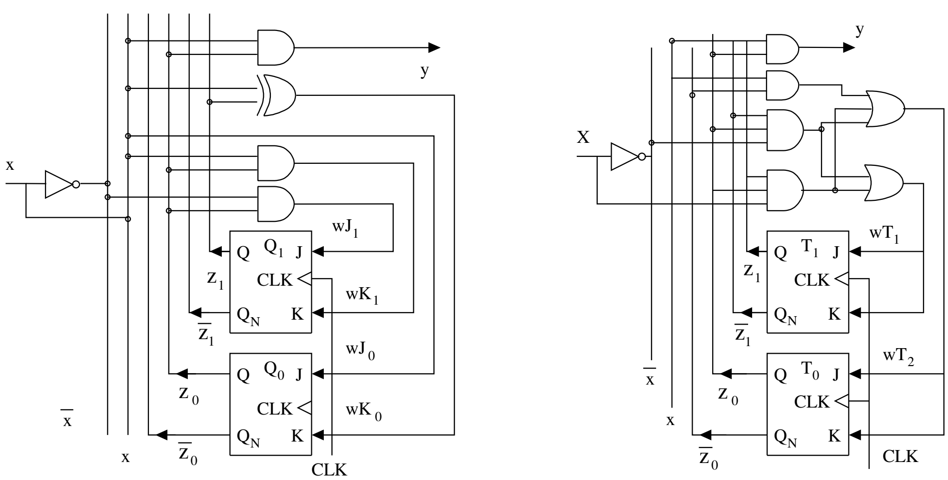


Figura P 3.40

P3.41

Rezolvare:

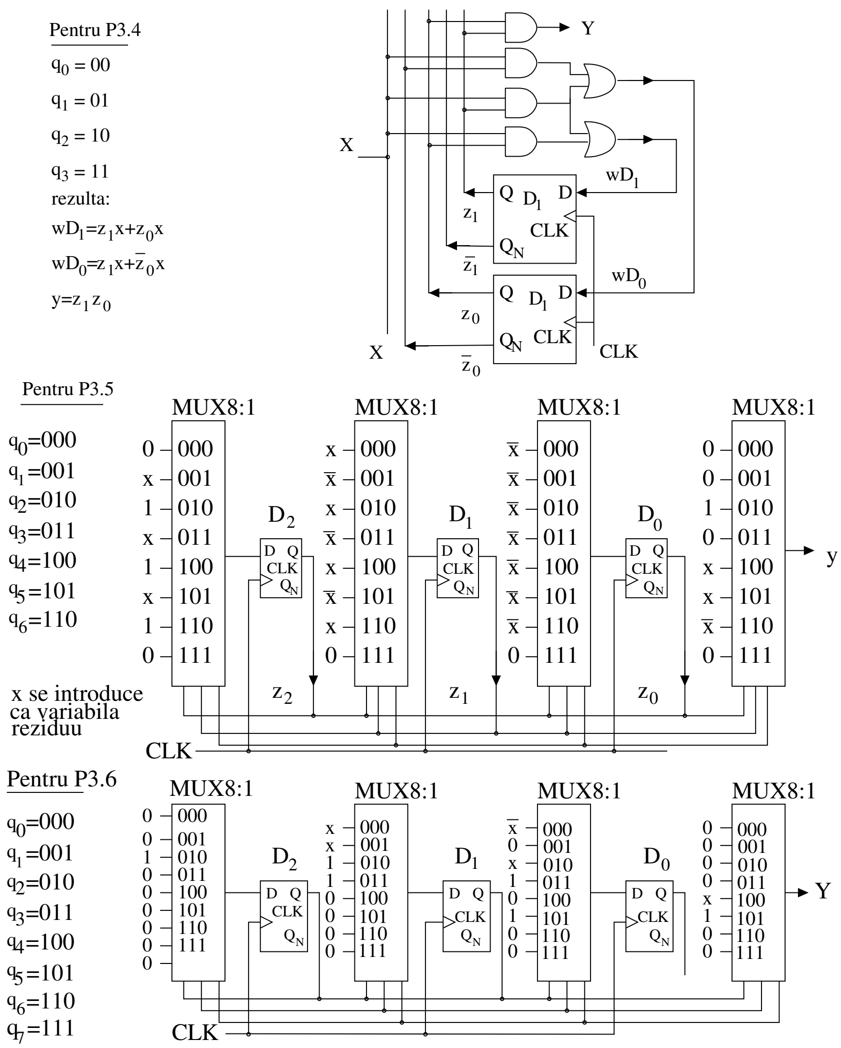


Figura P 3.41

P3.42

Rezolvare:

a. Pentru automatul cu bistabile D.

Analizând circuitul se deduc ecuaţiile funcţiilor de excitaţie ale bistabilelor şi a ieşirii:

$wD_1 = Ax + Bx = z_1x + z_0x$

$wD_0 = \overline{A}x = \overline{z}_1x$

$y = (A + B)\overline{x} = (z_1 + z_0)x$

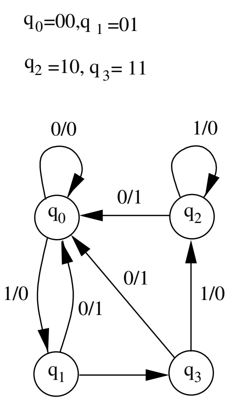
Pentru cele opt configuraţii de valori ale cuvântului xz_1z_0 se calculează valorile pentru wD_1, wD_0 şi y. Folosind ecuaţia de funcţionare a bistabilului D, $Q(t+1) = D(t)$, se obţin simplu expresiile biţilor pentru starea următoare:

$$z_1(t+1) = z_1x + z_0x \text{ şi } z_0(t+1) = \overline{z}_1x$$

Din tabelul de tranziţie al stărilor, Figura P3.42-a, se deduce uşor graful de tranziţie al stărilor.

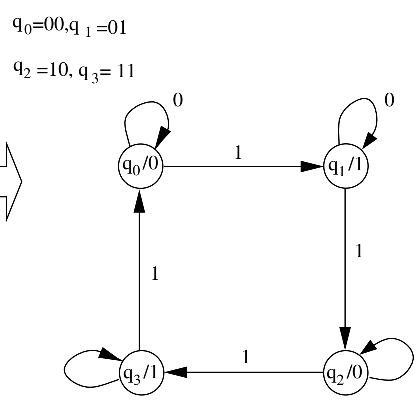
Starea prezenta z_1	z_0	x	Excitatie wD_1	wD_0	Starea urmatoare $z_1(t+1)$	$z_0(t+1)$	y
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	1	0
0	1	0	0	0	0	0	1
0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	0	0	1
1	0	1	1	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	1
1	1	1	1	0	1	0	0

Starea prezenta z_1	z_0	Starea urmatoare / iesire x=0	x=1
0	0	00/0	01/0
0	1	00/1	11/0
1	0	00/1	10/0
1	1	00/1	10/0



a)

Starea prezenta z_1	z_0	Intrare x	Starea urmatoare $z_1(t+1)$	$z_0(t+1)$	Iesire y
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	1	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	1	0
1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	0	1



b)

Figura P 3.42

b. Pentru automatul cu bistabile T.
Se deduc expresiile funcţiilor de excitaţie şi pentru ieşire:

$$wT_1 = Bx = z_0x, \quad wT_0 = x, \quad y = z_1z_0$$

Utilizând ecuaţia de funcţionare a bistabilului T, $Q(t+1) = \overline{T}Q(t) + T\overline{Q}(t)$, se obţin expresiile pentru biţii stării următoare:

$$z_1(t+1) = z_1\overline{z}_0 + z_1\overline{x} + \overline{z}_1z_0x, \quad z_0(t+1) = x \oplus z_0$$

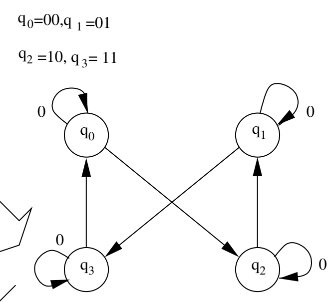
P3.43

Rezolvare:

Din analiza circuitului se deduc expresiile pentru funcţiile de excitaţie
$wJ_0 = wK_0 = x, \quad wJ_1 = wK_1 = z_0x, \quad y = z_1z_0x$
iar prin utilizarea ecuaţiei de funcţionare a bistabilului JK, $Q(t+1) = J\overline{Q}(t) + \overline{K}Q(t)$ se obţin expresiile pentru biţii stării următoare:
$z_0(t+1) = \overline{x}z_0 + x\overline{z}_0, \quad z_1(t+1) = x\overline{z}_1z_0 + \overline{x}z + z_1\overline{z}_0, \quad y = z_1z_0x.$
Biţii stărilor următoare se obţin prin introducerea în aceste expresii a celor opt configuraţii ale cuvântului xz_1z_0.

Starea prezenta		Intr.	Starea urmatoare / iesire		
z_1	z_0	x	z_1(t+1)	z_0(t+1)	y
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	1	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	1	0
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	0	1

Starea prezenta	Starea urmatoare / iesire	
	x=0	x=1
q_0	q_0/0	q_1/0
q_1	q_1/0	q_2/0
q_2	q_2/0	q_3/0
q_3	q_3/0	q_0/1



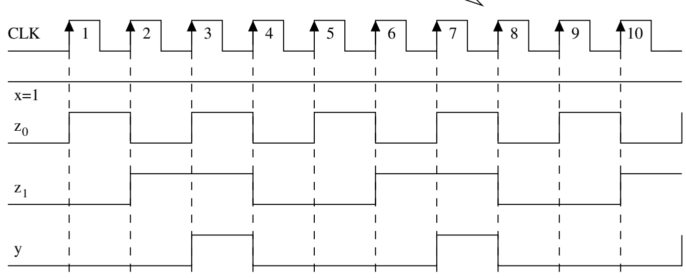


Figura P 3.43

P3.44

Rezolvare:
De fapt, acest circuit este un sumator serial pentru cuvinte de n biţi. Pe fiecare tact însumează câte doi biţi A_i şi B_i ai celor două numere A şi B, aplicaţi serial, plus transportul anterior C_{i-1} (care este bitul de stare prezentat, z) şi se generează bitul de suma s_i şi bitul de transport următor C_i (care este bitul pentru starea următoare $z(t+1)$). Memorarea transportului următor C_{i+1} se face în bistabilul D care trebuie să aibă intrări asincrone pentru a se putea prescrie transportul iniţial C_{-1} fie în 0 fie în 1. Sumarea a două numere de n biţi se desfăşoară pe un interval de n tacte. Funcţia de excitaţie (transportul următor) şi ieşirea au expresiile cunoscute:

$$s_i = A_i \oplus B_i \oplus C_{i-1}, \quad C_i = wD = A_iB_i + (A_i + B_i)C_{i-1}$$

Tabelul de tranziţie din Figura P3.44 este de fapt Tabelul 1.6

Starea prezenta C_{i-1}	A_iB_i C_i/s_i			
	00	01	11	10
0	0/0	0/1	1/0	0/1
1	0/1	1/0	1/1	1/0

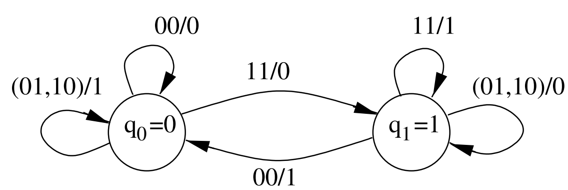
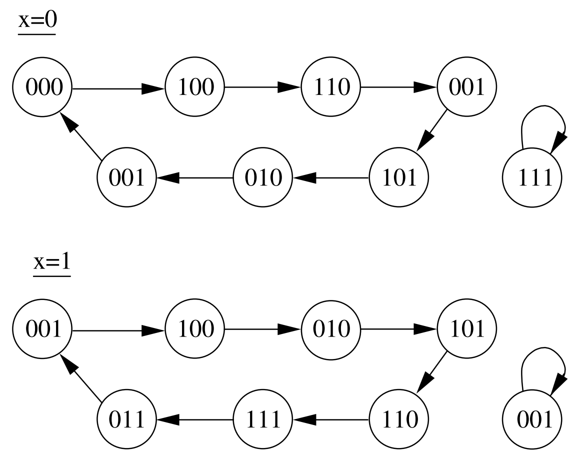


Figura P 3.44

P3.45

Rezolvare:
Vezi Figura P3.45

Starea prezenta			Intr.	Starea urmatoare		
z_2	z_1	z_0		$z_2(t+1)$	$z_1(t+1)$	$z_0(t+1)$
0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	1	0	1
0	1	1	0	1	0	1
0	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	1	0
1	0	0	1	0	1	0
1	0	1	0	0	1	0
1	0	1	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	0	1	1



Graful de tranzitie se obtine prin combinarea celor doua grafuri

Figura P 3.45

P3.46

Rezolvare:
Funcţiile de excitaţie şi ieşirea au următoarele expresii:

$$wJ_1 = z_0; \quad wK_1 = \overline{z}_0;$$

$$wT = \overline{z_1 \oplus x}; \quad y = (z_1 \oplus x) \oplus z_0$$

Starea prezenta z_1	z_0	Intr. x	Starea urmat. $Z_1(t+1)$	$Z_0(t+1)$	Ies. y
0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	0	1
0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	1
1	0	1	0	1	0
1	1	0	1	1	0
1	1	1	1	0	1

Starea prezenta	Starea urmatoare/iesire x=0	x=1
q_0	$q_1/0$	$q_0/1$
q_1	$q_2/0$	$q_3/0$
q_2	$q_0/1$	$q_2/0$
q_3	$q_3/0$	$q_2/1$

$q_1=00, q_1=01, q_2=10, q_3=11$

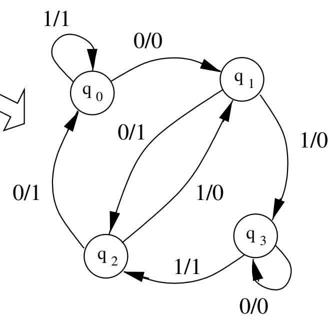


Figura P 3.46

P3.47

Rezolvare:

$$wD_1 = (\overline{z}_1 + z_0); \quad wD_0 = \overline{z}_0 x; \quad y = z_1 + \overline{z}_0$$

Starea prezenta z_1	z_0	Intr. x	Starea urmat. $z_1(t+1)$	$z_0(t+1)$	Ies. y
0	0	0	1	0	1
0	0	1	1	1	1
0	1	0	1	0	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	1
1	0	1	0	1	1
1	1	0	0	0	1
1	1	1	0	0	1

Starea prezenta	Starea urmat. x=0	x=1	Ies. y
q_0	q_2	q_3	1
q_1	q_2	q_2	0
q_2	q_0	q_1	1
q_3	q_2	q_2	1

$q_1=00$, $q_1=01$, $q_2=10$, $q_3=11$

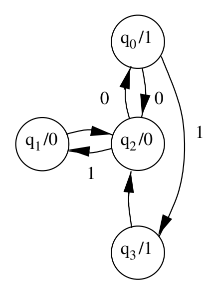


Figura P 3.47

P3.48

Rezolvare:

Este un automat Moore fără intrare, ieşirea este cuvântul $z_2 z_1 z_0$.
$wD_2 = (z_0 \oplus z_1) \oplus (\overline{z}_2 \overline{z}_1); \quad wD_1 = z_2, \quad wD_0 = z_1$

Starea prezenta			Starea urmatoare		
z_2	z_1	z_0	$z_2(t+1)$	$z_1(t+1)$	$z_0(t+1)$
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	0
1	0	1	1	1	0
1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	1	1

Starea prez. g(t)	Starea urmat. g(t+1)	
q_0	q_4	q_0=000
q_1	q_0	q_1=001
q_2	q_5	q_2=010
q_3	q_1	q_3=011
q_4	q_2	q_4=100
q_5	q_6	q_5=101
q_6	q_7	q_6=110
q_7	q_3	q_7=111

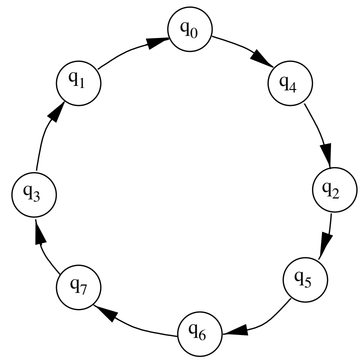


Figura P 3.48

P3.49

Rezolvare:

starea prezenta $z_1(t)\, z_0(t)$:	00	00	01	00	01	11	00	01	11	10	00	01	11	10	10
Intrare :	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0
Iesire:	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
starea urmatoare $z_1(t+1) z_0(t+1)$:	00	01	00	01	11	00	01	11	10	00	01	11	10	10	00

P3.50

Rezolvare:

1) $\tau_w = R_x C_x ln \frac{V_{DD}}{V_{DD} - V_T} = 0.69 R_x C_x \approx 7\mu s$
2) pentru $V_{T_1} = V_T + 0,2V_T = 2,5 + 0,5 = 3V$
$\tau_{w_1} = R_x C_x ln \frac{5V}{5V - 3V} = R_x C_x ln 2,5 \approx 9,1\mu s$
pentru $V_{T_2} = V_T - 0,2V_T = 2,5 - 0,5 = 2V$
$\tau_{w_2} = R_x C_x ln \frac{5V}{5V - 2V} = R_x C_x ln \frac{5}{3} \approx 5,1\mu s$

P3.51

Rezolvare:

Se consideră momentul $t = 0$ când $v_x = v_{c_x} = v_T$, v_{01} are un salt de la V_{DD} la 0V iar V_{02} un salt de la 0V la V_{DD}, deci v_x are un salt la valoarea $V_T + V_{DD}$, Figura P3.51. Aplicând relaţia 3.32, cu condiţiile $v_c(\infty) = -V_{DD}$, $\quad v_c(0) = V_T$ pentru descărcarea condensatorului pe R_x spre $-V_{DD}$, până la momentul $t = \tau_{w_1}$ când $v_c(\tau_{w_1}) = -V_{DD} - V_T$, se obţine:

$$-V_{DD} - V_T = -V_{DD} - (-V_{DD} - V_T)e^{-\tau_{w_1}/R_xC_x} \rightarrow \tau_{w_1} = R_xC_xln\frac{V_{DD} + V_T}{V_T}$$

În momentul $t = \tau_{w_1}$ tensiunea $v_x = V_T$, v_{01} comută de la $0V$ la V_{DD} iar v_{02} comută de la V_{DD} la $0V$. Aplicând relaţia 3.32, cu condiţiile $v_c(\infty) = V_{DD}$, $v_c(0) = V_T - V_{DD}$, pentru încărcarea condensatorului prin R_x spre V_{DD} până la momentul $t = \tau_{w_2}$, când $v_c(\tau_{w_1}) = V_T$, se obţine:

$$V_T = V_{DD} - (V_{DD} - V_T + V_{DD})e^{-\tau_{w_2}/R_xC_x} \rightarrow \tau_{w_2} = R_xC_xln\frac{2V_{DD} - V_T}{V_{DD} - V_T}$$

Procesul după $t = \tau_{w_1} + \tau_{w_2}$ se reia la fel ca din momentul $t = 0$.
Perioada de oscilaţie este:

$$T = \tau_{w_1} + \tau_{w_2} = R_xC_xln\frac{(V_{DD} + V_T)(2V_{DD} - V_P)}{V_T(V_{DD} - V_T)}$$

care pentru $V_T = 1/2V_{DD}$ se reduce la $T = 2.2R_xC_x$, deci pentru valorile din figură rezultă $T = 22\mu S$.

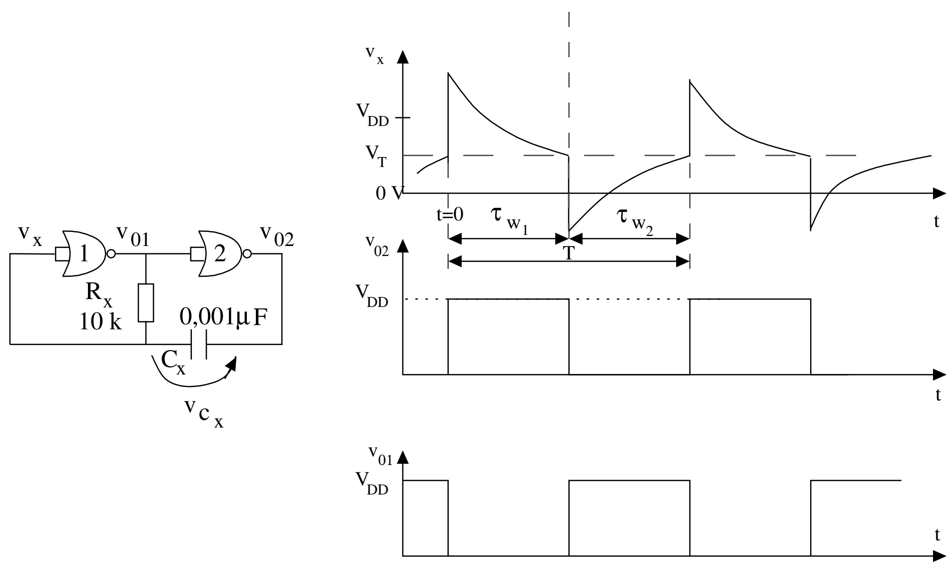


Figura P 3.51

P3.52

Rezolvare:

1) $\tau_w = 1,1R_xC_x = 1,1 \cdot 2,2 \cdot 10^3 \cdot 0,01 \cdot 10^{-6} = 24,2\mu S$;

2) $T = 1/f = 1ms$, deci $\tau_{w_1} = 0,75ms$, $\tau_{w_2} = 0,25ms$. Alegând $C_x = 0.1\mu F$ şi utilizând relaţiile de la Exempl 3.19 şi 3.20 rezultă:
$R_{xA} + R_{xB} = \frac{0,75mS}{0,7 \cdot 0,1\mu F} = 10,714\Omega$ iar $R_{xB} = \frac{0,25mS}{0,7 \cdot 0,25\mu F} = 3571\Omega \rightarrow R_1 = 7143\Omega$.

P3.53

Rezolvare:

Pe o linie de recepţie se presupune că semnalele la capătul final (de recepţie) semnalele sunt cu fronturi care se abat de la impuse pentru comanda porţilor TTL sau/şi încărcate cu semnale perturbatoare (oscilaţiile). Deci, ca poarta receptoare, la capătul liniei se utilizează un circuit 555 în conexiune de trigger Schmitt, Figura P3.52. Ca intrarea V_{in} să fie de nivel TTL se fixează pe intrarea C (intrarea defazoare a comparatorului COMP2) o tensiune de $\sim$1.35 V impusă de deschiderea celor două diode D_1 şi D_2. Astfel cele două tensiuni de referinţa (praguri) ale triggerului Schmitt sunt $V_{p^+} = 1.4V$ şi $V_{p^-} = 0.7V$. Ieşirea V_0 respectă nivelurile de tensiune TTL deoarece este produsă de un etaj de ieşire ("Totem-pole").

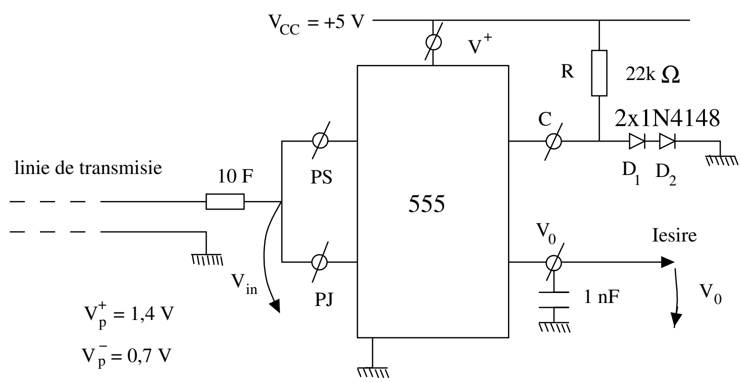


Figura P 3.53

P3.54

Rezolvare:

Întârzierea la închidere înseamnă că releul îşi închide contactul cu o întârziere τ_w faţa de momentul aplicării comenzii de închidere. Circuitul 555 se conectează ca un circuit de întârziere Figura P3.54 având pe ieşire bobina releului P. La aplicarea comenzii de închidere a releului, prin închiderea comutatorului K (se conectează alimentarea V_{CC}), tensiunea la ieşirea circuitului 555 este $V_0 = V_{OH}$, deoarece tensiunea pe condensatorul $C_x \approx 0V$. Când tensiunea V_{C_x} creşte, după intervalul de timp τ_w, cu constanta de timp R_xC_x, la valoarea $V_{r2} = 0.66V_{CC}$, ieşirea devine $V_0 = 0V$ iar releul P îşi închide contactul. $\tau_w = 1.1R_xC_x$.

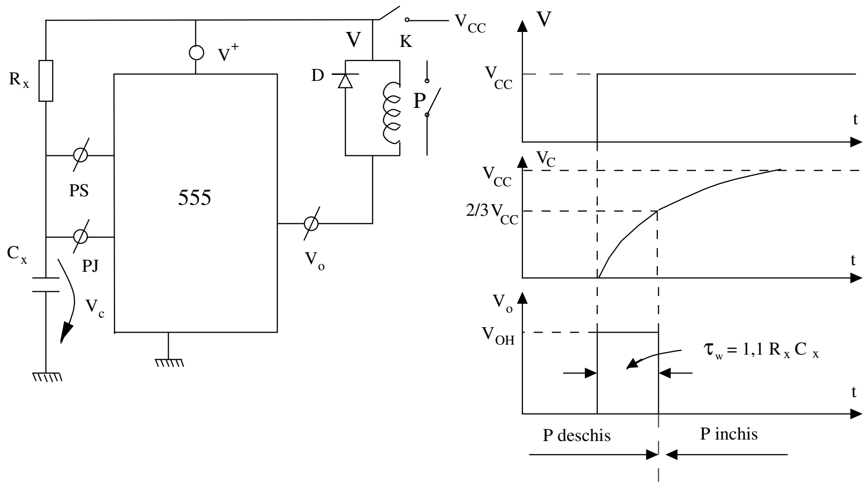


Figura P 3.54

P3.55

Rezolvare:
Succesiunea stărilor este: 000, 001, (000), 010, 011, (010), (000), 100, 101, (100), 110, 111, (110), (100), 000, 001, ...
Ieşirile se obţin prin: $z_2 = Q_2 \cdot \overline{CLK}$; $z_1 = Q_1 \cdot \overline{CLK}$; $z_0 = Q_0 \cdot \overline{CLK}$

P3.56

Rezolvare:
$\tau_{Pmax} = 3 \cdot \tau_{CQ} = 24\mu s$ şi apare la tranziţiile 011 → 100 şi 111 → 000

P3.58

Rezolvare:
Generatorul de faze generează doar o singură ieşire activă pentru fiecare configuraţie de intrare. Pentru configuraţii de intrare, obţinute de la un numărător modulo 8, se generează opt faze succesive corespunzătoare modificării conţinutului numărătorului de la 0 la 7. Se poate implementa cu porţi SAU un DCD3:8 (74 x 138) dar aplicarea ieşirilor numărătorului la implementarea cu porţi trebuie strobate cu semnalul de ceas CLK pentru eliminarea hazardului.

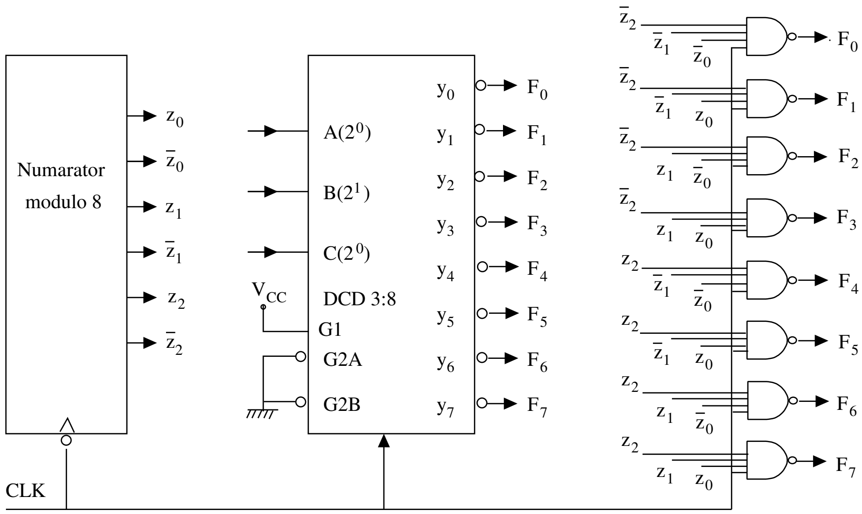


Figura P 3.58

P3.59

Rezolvare:
a) 4; 9; 10
b) $t_{max} = 1/10 \cdot 5 = 20MHz$

P3.60

Rezolvare:
Vezi Figura P3.60.

P3.61

Rezolvare:
Vezi Figura P3.61

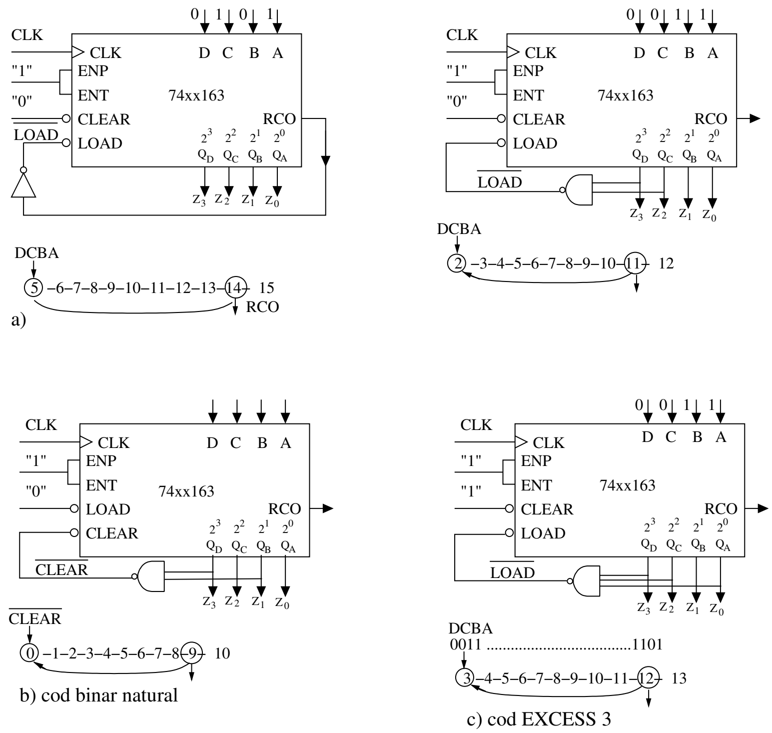


Figura P 3.60

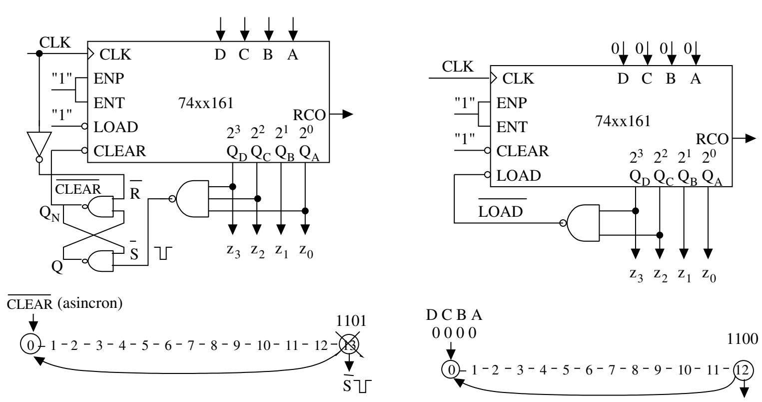


Figura P 3.61

P3.62

Rezolvare:

Se generează semnal depăşire de capacitate RCO, care este aplicat ca semnal de încărcare sincron, $\overline{LOAD} = \overline{RCO}$, când numărătorul ajunge în starea $z_3z_2z_1z_0 = 1111$ şi $UP/\overline{DN} = 1$ sau când ajunge în starea $z_3z_2z_1z_0 = 0000$ şi $UP/\overline{DN} = 0$.

a) pornire din starea $z_3z_2z_1z_0$=0000

CLK		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	....
$UP/\overline{DN}$	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	....
$\overline{LOAD}$	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	....
$z_3z_2z_1z_0$ (in zecimal)	0	8	9	10	11	12	13	14	15	7	6	5	4	3	2	1	0	8	9	10	11	....

pornire din starea $z_3z_2z_1z_0$=1111

CLK		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	....
$UP/\overline{DN}$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	....
$\overline{LOAD}$	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	....
$z_3z_2z_1z_0$ (in zecimal)	15	7	6	5	4	3	2	1	0	8	9	10	11	12	13	14	15	7	6	5	4	....

b) pornire din starea $z_3z_2z_1z_0$=0000

CLK		1	2	3	4	5	6	7	8	....
$UP/\overline{DN}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	....
$\overline{LOAD}$	0	1	1	1	1	0	1	1	1	....
$z_3z_2z_1z_0$ (in zecimal)	0	4	3	2	1	0	4	3	2	....

pornire din starea $z_3z_2z_1z_0$=1111

CLK		1	2	3	4	5	6	7	8	....
$UP/\overline{DN}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	....
$\overline{LOAD}$	0	1	1	1	1	0	1	1	1	....
$z_3z_2z_1z_0$ (in zecimal)	15	11	12	13	14	15	11	12	13	....

c)

CLK		1	2	3	4	....
$UP/\overline{DN}$	0	1	0	1	0	....
$\overline{LOAD}$	0	0	0	0	0	....
$z_3z_2z_1z_0$	0	1111	0000	1111	0000	

CLK		1	2	3	4	....
$UP/\overline{DN}$	1	0	1	0	1	....
$\overline{LOAD}$	0	0	0	0	0	....
$z_3z_2z_1z_0$	15	1111	0000	1111	0000	

Figura P 3.62

P3.63

Rezolvare:

Validarea circuitului 74xx163 se obţine ca un produs logic între semnalele de control ENT şi ENP iar depăşirea de capacitate RCO se obţine ca un produs logic între semnalul numărător plin, CO, şi semnalele de control ENT, RCO=ENT·CO.

În Figura P3.63-a este prezentată o extensie serie pentru 16 biţi. Semnalul depăşire de capacitate RCO de la circuitul numător i este aplicat ca semnal de validare la circuitul i+1, $\text{RCO}_i=(\text{ENT}\cdot\text{ENP})_{i+1}$. Validarea numărătorului, ENABLE, se aplică numai la primul circuit. Al patrulea circuit este validat, deci va fi incrementat, numai când primele trei circuite sunt pline. $z_{11}z_{10}\dots z_1z_0 = 1111 \quad 1111 \quad 1111$. Deoarece transportul semnalului de validare se realizează succesiv, din circuit în circuit, perioada minimă a semnalului de ceas $\tau_{CLKmin} \geq n \cdot \tau_{pN} + \tau_{SU}$; τ_{pN} este de timpul de propagare printr-un circuit numărător. În Figura P3.63-b extensia de 16 biţi este realizată într-o conexiune paralelă (similar structurii de număraţor sincron paralel, Figura 3.63-a, dacă se asimilează un circuit 74xx163 cu o celulă bistabil T). Semnalul de control ENT de la circuitul i, care validează depăşirea de capacitate RCO de la acest circuit, este validat de conjucţia tuturor semnalelor de depăşire RCO de la circuitele de anterioare. Semnalele CLEAR, LOAD, CLK şi ENP sunt comune pentru toate circuitele 74xx163. Perioada minimă de ceas τ_{CLKmin}, la un numărţor din n circuite, trebuie să respecte relaţia $\tau_{CLKmin} \geq \tau_{pN} + \tau_{pAND} + \tau_{SU}$. La fel ca şi la numărătorul sincron paralel pentru n mare, ultima poartă AND nu poate fi realizată pe un singur nivel logic deci în relaţia anterioară τ_{pAND} se multiplică de câteva ori.

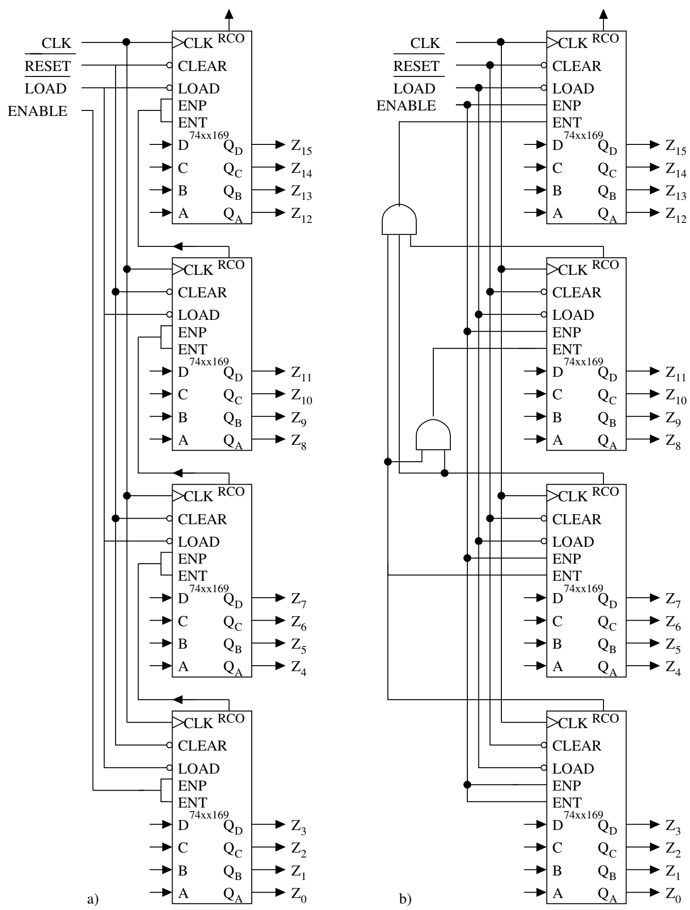


Figura P 3.63

P3.64

Rezolvare:

Cele două circuite 74xx163 se conectează într-o structură paralelă pentru transferul semnalului RCO (vezi Figura P3.63-b). Pentru numărarea în cod binar natural $z_7 z_6 \ldots z_1 z_0 = 00000000, 00000001, \ldots, 10000000$ se detectează doar bitul $\overline{z}_7$ care se aplică pentru resetearea numărătorului $\overline{CLEAR} = \overline{z}_7$, Figura P3.64-a.
Pentru numărarea într-un cod oarecare cea mai simplă variant este cea pentru care starea finală se considera 255. În această variantă nu mai este necesar un circuit de decodificare al stării deoarece se utilizează pentru încărcarea stării iniţiale 01111111 (255-129=126) semnalul de depăşire a capacităţii de numărare $\overline{LOAD} = \overline{RCO}$. Secvenţa de numărare este: $127, 128, 129, \ldots, 254, 255, 127, 128, 129, \ldots,$ Figura P3.64-b. Se pot structura şi alte variante prin detectarea stării finale respective q_f şi încărcarea stării iniţiale q_i ($q_i = q_f - 129 + 1$).

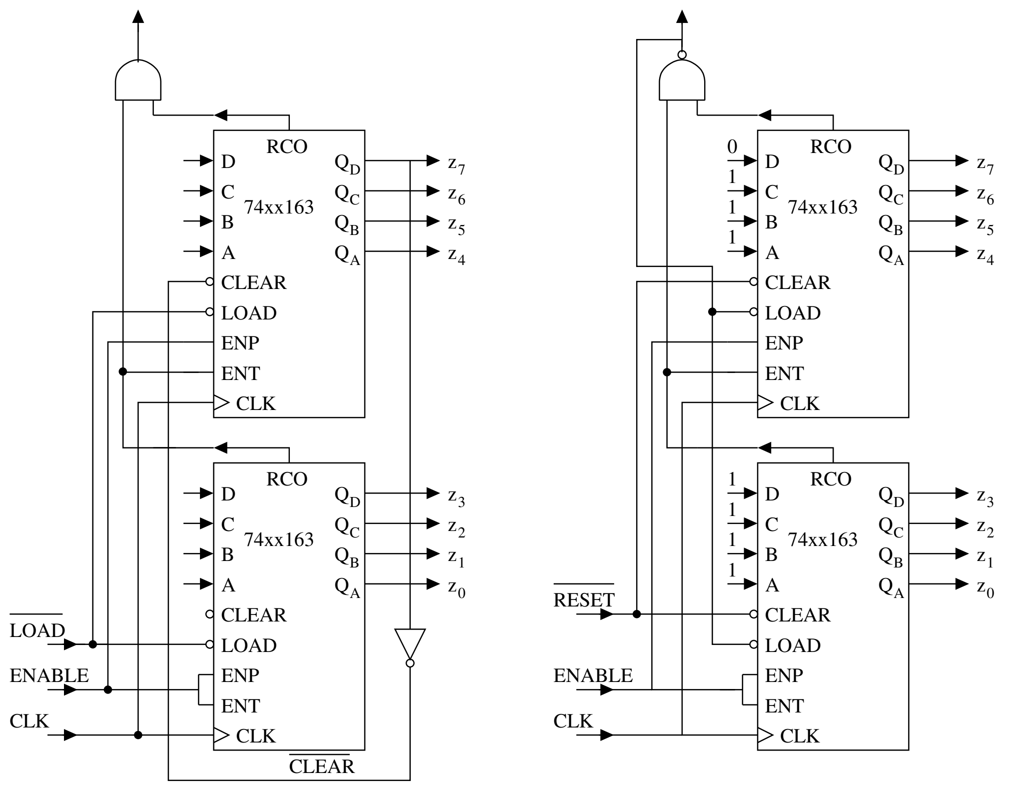


Figura P 3.64

P3.65

Rezolvare:

a)
$$D_0 = z_0 \oplus EN$$
$$D_1 = z_1 \oplus (z_0 \cdot EN)$$
$$D_2 = z_2 \oplus (z_1 \cdot z_0 \cdot EN)$$
$$D_3 = z_3 \oplus (z_2 \cdot z_1 \cdot z_0 \cdot EN)$$

b)
$$D_2 = z_2 \oplus z_1$$
$$D_1 = z_2\overline{z}_1 + z_0$$
$$D_0 = \overline{z}_2\overline{z}_1\overline{z}_0$$

P3.66

Rezolvare:

$T_3 = (z_0 \cdot z_3 + z_0 \cdot z_1 \cdot z_2)EN$
$T_2 = z_0 \cdot z_1 \cdot EN$
$T_1 = z_0 \cdot z_3 \cdot EN$
$T_0 = EN$
$CO = z_0 \cdot z_3$

P3.67

Rezolvare:

	Starea prezentă			următoare			Funcţiile de excitaţie					
	z_2	z_1	z_0	w_2	w_1	w_0	wJ_2	wK_2	wJ_1	wK_1	wJ_0	wK_0
		0	0		0	1			0	-	1	-
$a)$		0	1		1	0			1	-	-	1
		1	1		0	0			-	1	0	-
	0	0	0	0	0	1	0	-	0	-	1	-
	0	0	1	0	1	0	0	-	1	-	-	1
$b)$	0	1	0	0	1	1	0	-	-	0	1	-
	0	1	1	1	0	0	1	-	-	1	-	1
	1	0	0	1	0	1	-	0	0	-	1	-
	1	0	1	0	0	0	-	1	0	-	-	1

a)

$$\begin{cases} wJ_1 = z_0 \\ wK_1 = z_0 \end{cases}$$

b)

$$\begin{cases} wJ_2 = z_1 z_0 \\ wK_2 = z_0 \end{cases} \qquad \begin{cases} wJ_1 = \overline{z}_2 z_0 \\ wK_1 = z_0 \end{cases} \qquad \begin{cases} wJ_0 = 1 \\ wK_0 = 1 \end{cases}$$

P3.68

Rezolvare:

Coeficientul fracţionar 0,375 trebuie exprimat ca o fracţie cu numitorul puteri ale lui 2: $0,375 = K/2^n \to$ pentru $n = 3$, $K = 3$ deci $0,375 = 3/8$ sau $6/16$ pentru $n = 4$. Rezultă că numărătorul pe baza căruia se realizează multiplicatorul cu coeficient binar de multiplicare are respectiv valorile: $b_2b_1b_0 = 011 = 3|_{10}$, $b_3b_2b_1b_0 = 0110 = 6|_{10}$. Se alege varianta cu $n = 3$. Structura multiplicatorului şi variaţia în timp a semnalelor generate sunt prezentate în Figura P3.68.

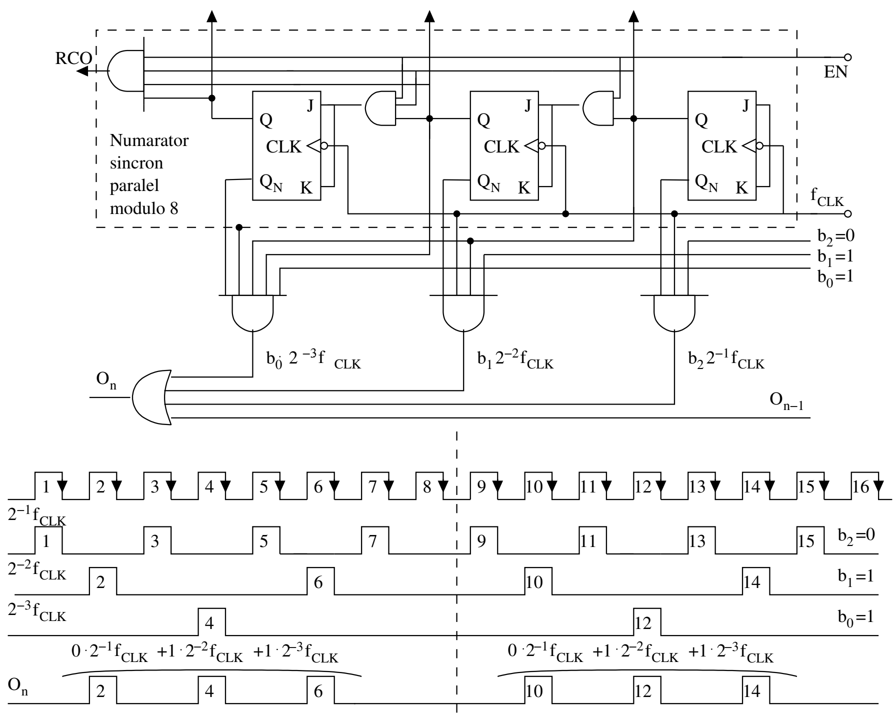


Figura P 3.68

P3.69

Rezolvare:

Reducând tensiunea reţelei prin transformatorul TR, Figura P3.69-a, prin redresarea monoalternanţei cu dioda D şi apoi printr-o poartă trigger Schmitt se obţine un semnal dreptunghiular cu frecvenţa de 50 Hz. Acest semnal divizat printr-un numărător modulo 50, se transformă într-un semnal cu perioada de 1 s, care se aplică la intrarea circuitului pentru contorizarea şi afişarea secundelor, minutelor şi orelor.

Cele două circuite pentru secunde şi minute sunt identice şi conţine fiecare: un divizor modulo 60, rezultat prin înserierea unui numărător modulo 10 (numărătorul BCD 74xx160) cu un numărător modulo 6 şi un convertor BCD/7 segmente (7449) + afişor 7 segmente.

Numărătorul modulo 10 generează prin biţii $z_3z_2z_1z_0$ cifra unităţilor (0-9) iar numărţorul modulo 6 generează prin biţii $z_3z_2z_1z_0$ cifra zecilor (0-5), Figura P3.69-b. Se obţine numărătorul modulo 6 din circuitul numărător BCD (74xx160) căruia i se aplică din starea $z_3z_2z_1z_0 = 0110 = 6|_{10}$ semnalul $\overline{CLEAR} = 0$ pe intrarea de ştergere $CLEAR$ (asincronă), înscriindu-se starea $z_3z_2z_1z_0 = 0000$. Totodată, se identifică şi starea $z_3z_2z_1z_0 = 0101 = 5|_{10}$ care se utilizează ca semnal ENable pentru divizorul următor. În mod similar se obţine şi numărătorul modulo 5 din circuitul de divizare cu 50 a frecvenţei generată de la triggerul Schmitt.

Numărătorul divizor prin 12 pentru ore, Figura P3.69-c se obţine prin înserierea unui numărţor BCD (74xx160) pentru unităţi, cu un numărător modulo 2 pentru zeci, care este un bistabil JK cu comutaţia pe frontul negativ (comandat de z_3 când numărătorul BCD realizează tranziţia din 9 în 0; tranziţia este indicată prin săgeţi în Tabelul P 3.69-c). Pe ieşirea divizorului de ore poarta G_2 identifică cuvântul $Q, \quad z_3z_2z_1z_0 = 1, \quad 0010$ care reprezintă timpul de 12 ore şi comandă, prin semnal $\overline{LOAD} = 0$, forţarea în starea următoare $Q, \quad z_3z_2z_1z_0 = 0, \quad 0001$ la apariţia semnalului de clock (ce se obţine când numărătorul de minute şi cel de secunde trec de la valorile de 59 la 00).

Frecventă reţelei este menţinută în plaja de ±0.2 % faţa de 50 Hz. Pentru precizie ridicată se utilizează oscilatoare cu cuarţ.

P3.70

Rezolvare:

Structura acestui sistem poate fi cea din Figura P3.70-a. De la câte un senzor optic, unul plasat pe sensul de intrare iar altul pe sensul de ieşire, la trecerea unei maşini se generează un impuls care se aplică respectiv pe intrarea de numărare în sens direct (D) sau pe intrarea de numărare în sens invers (I) ale unui numărător reversibil modulo C_{max}. Semnalul de depăşire capacitate RCO, printr-o interfaţa, activează semnalul luminos şi închiderea barierei. Numărătorul modulo 100 este compus din două numărătoare BDC (74xx190) comandate pe intrarea de sens de numărare, $\overline{D}/I$, de către ieşirea Q_N a unui latch SR iar intrările de ceas de către frontul pozitiv al semnalului $CLK = \overline{S+R}$, Figura P3.70-b. La apariţia unui impuls S sau R, de la senzorii optici, ieşirea Q_N a latch-ului SR prescrie fie numărarea în sens direct, $Q_N = \overline{D} = 0$, fie în sens invers, $Q_N = I = 1$, iar pe frontul negativ al respectivului impuls (frontul pozitiv al semnalului $CLK = \overline{S+R}$) se comandă numărătoarele 74xx190.

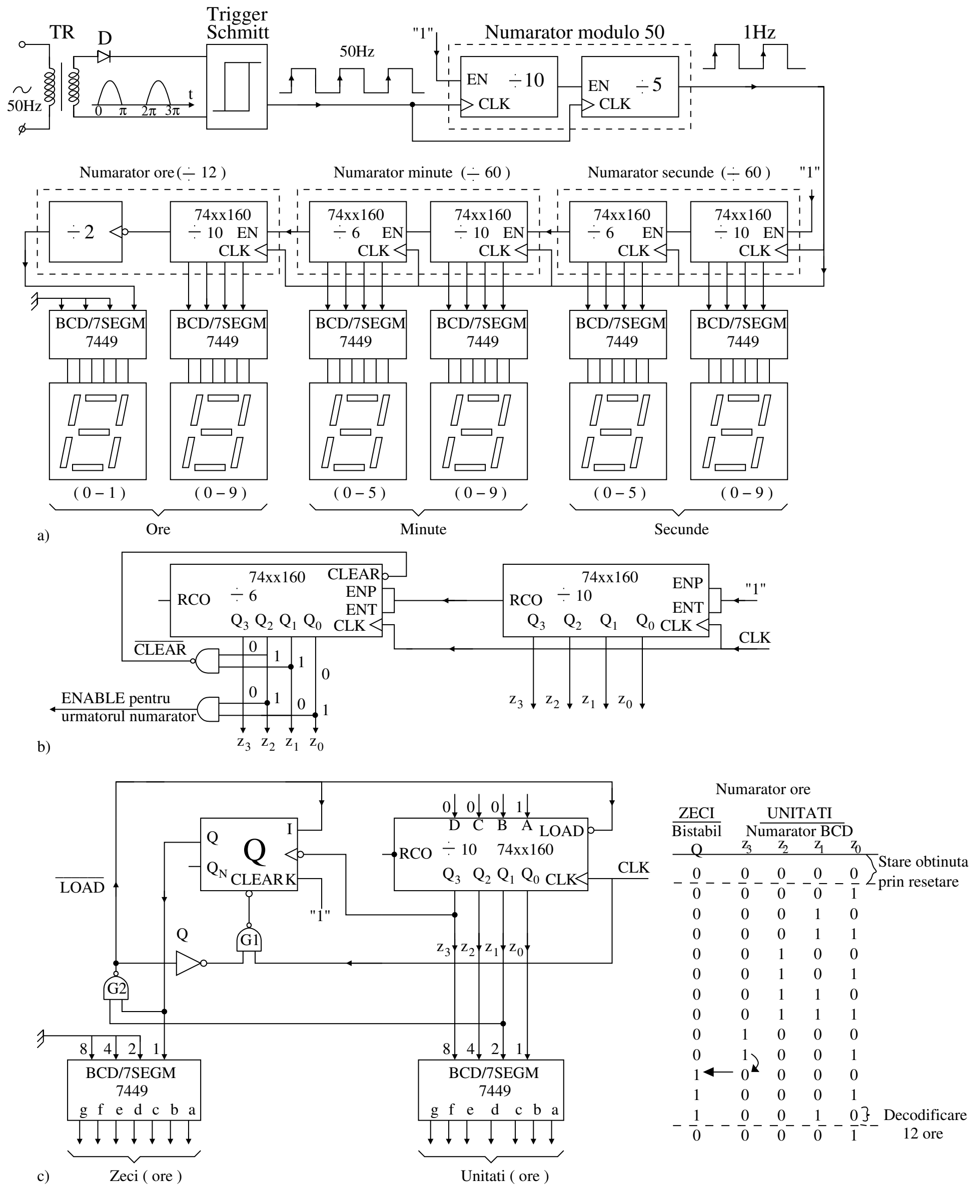

TR
D
50Hz
Trigger Schmitt
50Hz
"1"
Numarator modulo 50
EN ÷10 CLK
EN ÷5 CLK
1Hz
Numarator ore (÷ 12)
Numarator minute (÷ 60)
Numarator secunde (÷ 60)
"1"
÷2
74xx160 ÷10 EN CLK
74xx160 ÷6 EN CLK
BCD/7SEGM 7449
(0 – 1)
(0 – 9)
(0 – 5)
Ore
Minute
Secunde
a)
74xx160 ÷6 RCO CLEAR ENP ENT CLK Q3 Q2 Q1 Q0
74xx160 ÷10 RCO ENP ENT CLK Q3 Q2 Q1 Q0
CLEAR
ENABLE pentru
urmatorul numarator
CLK
z3 z2 z1 z0
b)
Q QN CLEAR I K
LOAD
"1"
G1
G2
0 0 0 1
D C B A LOAD
RCO ÷10 74xx160
Q3 Q2 Q1 Q0 CLK
CLK
BCD/7SEGM 7449
g f e d c b a
8 4 2 1
Numarator ore
ZECI Bistabil Q
UNITATI Numarator BCD z3 z2 z1 z0
Stare obtinuta prin resetare
Decodificare 12 ore
c)
Zeci (ore)
Unitati (ore)

Figura P 3.69

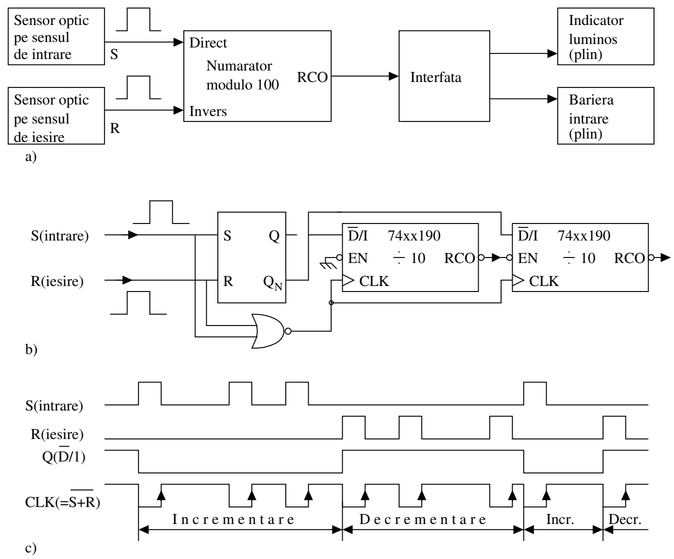


Figura P 3.70

P3.71

Rezolvare:

Pentru cazul când $x_2 = 0$, $x1 = 1$, $x_3 = 1$ se parcurg succesiv şi ciclic stările $q_0 - q_1 - q_2 - q_3 - q_4 - q_5 - q_0 - \ldots$, "ruperea" acestui ciclu se face numai pentru căile de tranziţie L_2, L_5, L_8 şi L_9. Asignând stările în felul următor: $q_0 = 000$, $q_1 = 001$, $q_2 = 010$, $q_3 = 011$, $q_4 = 100$, $q_5 = 101$ semiautomatul se poate implementa în jurul unui numărător presetabil. Bucla care se închide în jurul numărătorului presetabil, printr-un MUX8:1, calculează pentru tranziţiile L_2, L_5, L_8 şi L_9 activarea semnalului de încărcare $\overline{LOAD}$. A doua buclă a numărătorului, care calculează valoarea cuvântului ce este forţat în numărător la tranziţiile L_2, L_5, L_8 şi L_9, se realizează cu porţi deoarece, în diagrama V-K de sinteză existând mai multe tranziţii indiferente pentru prescriere din exterior, se poate obţine o reducere pronunţată a numărului de porţi necesare, Figura P3.71.

P3.72

Rezolvare:

La prima vedere soluţia ar fi identică cu cea de la problema P3.71. Dar se observă că trei dintre tranziţii, L_2, L_5 şi L_8, produc rămânerea în aceeaşi stare şi numai o singură cale de tranziţie, L_9, necesită înscrierea într-o altă stare iar pentru celelalte căi de tranziţie parcurgerea stărilor se face succesiv şi ciclic, deci semiautomatul poate fi realizat pe baza unui numărţor. Prinr-o bucla ce se închide în jurul numărătorului, printr-un MUX8:1, se calculează pentru tranziţiile L_2, L_5 şi L_8 dezactivarea semnalului de validare ENable care va inhiba procesul de numărare, deci numărătorul va rămâne în aceeaşi stare. O altă buclă ce va forţa încărcarea din exterior se realizează cu porţi deoarece semnalul de $\overline{LOAD}$ se calculează doar pentru o singură cale de tranziţie L_9. De asemenea, pe baza

Calea de trans	Intrari			Starea prezenta				Starea urmatoare				Intrari numarator				
	x_3	x_2	x_1	Simb	z_2	z_1	z_0	Simb	w_2	w_1	w_0	LOAD	D	C	B	A
L_1	—	—	—	q_0	0	0	0	q_1	0	0	1	1	0	—	—	—
L_2	—	1	—	q_1	0	0	1	q_0	0	0	0	0	0	0	0	0
L_3	—	0	—	q_1	0	0	1	q_2	0	1	0	1 $\}\ \bar{x}_2$	0	— $\}\ 0$	— $\}\ 0$	— $\}\ 0$
L_4	—	—	—	q_2	0	1	0	q_3	0	1	1	1	0	—	—	—
L_5	—	—	0	q_3	0	1	1	q_3	0	1	1	0	0	0	1	1
L_6	—	—	1	q_3	0	1	1	q_4	1	0	0	1 $\}\ x_1$	0	— $\}\ 0$	— $\}\ 1$	— $\}\ 1$
L_7	—	—	—	q_4	1	0	0	q_5	1	0	1	1	0	—	—	—
L_8	0	—	—	q_5	1	0	1	q_2	0	1	0	0	0	0	—	0
L_9	1	—	—	q_5	1	0	1	q_0	0	0	0	0 $\}\ 0$	0	0 $\}\ 0$	0 $\}\ \bar{x}_3$	0 $\}\ 0$

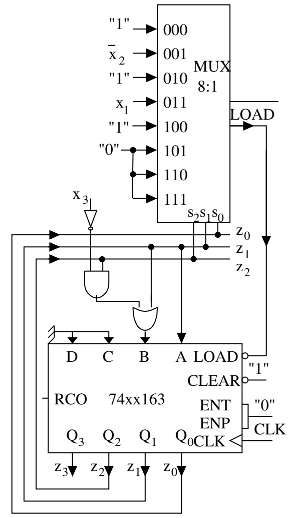
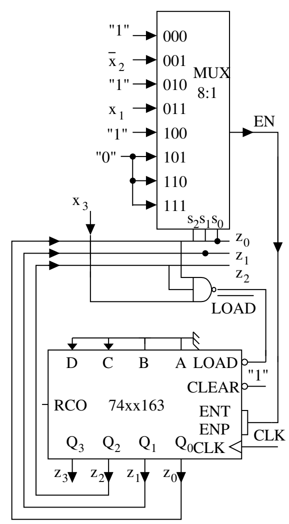


Figura P 3.71

Calea de trans	Intrari			Starea prezenta				Starea urmatoare				Intrari numarator				
	x_3	x_2	x_1	Simb	z_2	z_1	z_0	Simb	w_2	w_1	w_0	EN	$\overline{LOAD}$	C	B	A
L_1	—	—	—	q_0	0	0	0	q_1	0	0	1	1	1	—	—	—
L_2	—	1	—	q_1	0	0	1	q_0	0	0	0	0	1	—	—	—
L_3	—	0	—	q_1	0	0	1	q_2	0	1	0	1 $\}\ \bar{x}_2$	1	—	—	—
L_4	—	—	—	q_2	0	1	0	q_3	0	1	1	1	1	—	—	—
L_5	—	—	0	q_3	0	1	1	q_3	0	1	1	0	1	—	—	—
L_6	—	—	1	q_3	0	1	1	q_4	1	0	0	1 $\}\ x_1$	1	—	—	—
L_7	—	—	—	q_4	1	0	0	q_5	1	0	1	1	1	—	—	—
L_8	0	—	—	q_5	1	0	1	q_5	1	0	1	0	1	—	—	—
L_9	1	—	—	q_5	1	0	1	q_0	0	0	0	— $\}\ 0$	0 $\}\ \bar{x}_3$	0	0	0

a)



b)

Figura P 3.72

aceloraşi argumente ca la P3.71, bucla pentru calculul cuvântului forţat în numărător implementarea se face cu porţi, Figura P3.72.

P3.73

Rezolvare:

Pentru o organizare punct-la-punct între registre, Figura P3.73-a, într-o singură stare,

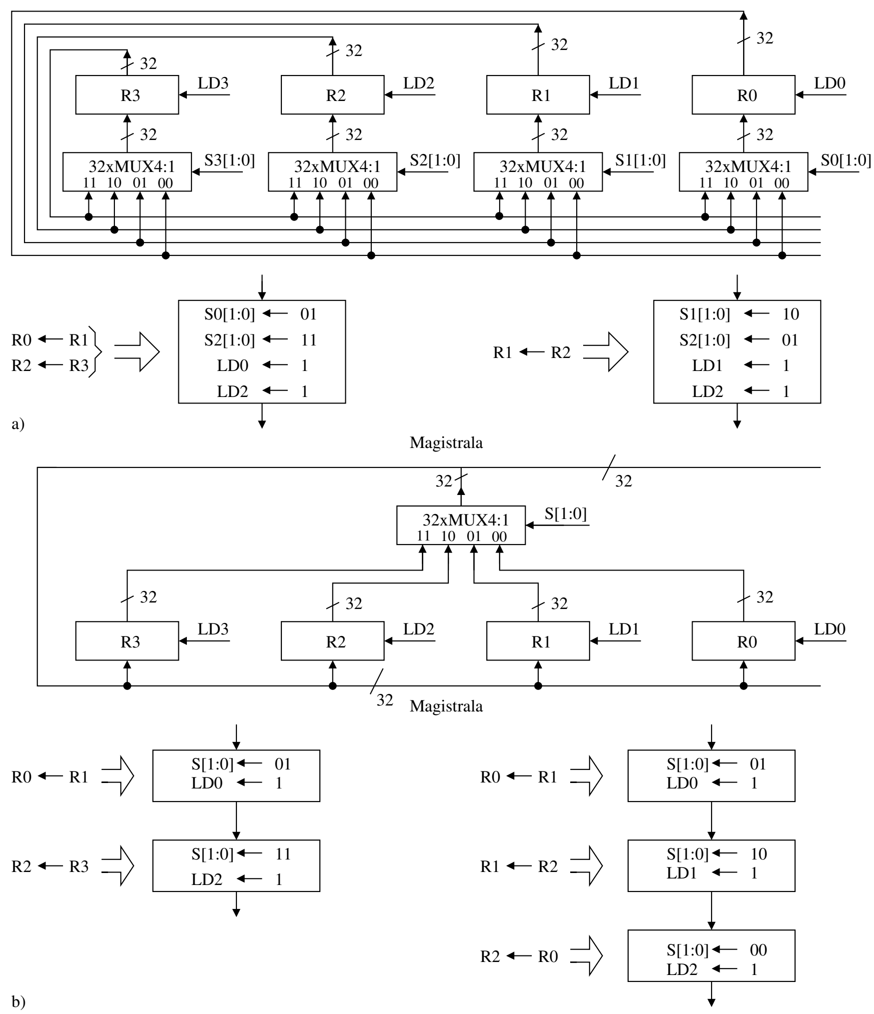


Figura P 3.73

deci pe un singur tact, se poate realiza $R0 \leftarrow R1$ şi $R2 \leftarrow R3$, la fel şi pentru operaţia SWAP. În schimb, dacă un MUX4:1 consumă 5 porţi sunt necesare $5 \times 32 \times 4 = 640$ porţi. Numărul total de conexiuni punct-la-punct pentru n registre este $n(n-1)/2$.
Pentru organizarea cu o singură magistrală de 32 biţi, Figura P3.73-b transferul $R0 \leftarrow R1$

şi $R2 \leftarrow R3$ se poate realiza numai în două stări (2 tacte). Operaţia SWAP $R1, R2$ necesită 3 stări (3 tacte) şi pierderea conţinutului registrului R0 utilizat ca registru temporar. Pentru conectare se consumă $5 \times 32 = 160$ porţi, $(160/640 \rightarrow 25\ \%)$, în schimb magistrala este o resursă critică(se aşteaptă accesul la magistrală).
Realizaţi conectarea la magistrală a registrelor prin buffere TSL.

P3.74

Rezolvare:
Se detectează cifra $9 = 1001|_2$, printr-o poartă AND, şi se forţează pe intrare cuvântul $x_3x_2x_1x_0 = 0110|_2$, plus $C_{-1} = 1$, deci la al 10 - lea impuls de ceas în acumulator se înscrie $z_3z_2z_1z_0 = 0000$ Figura P3.74. O comandă sincronă pentru decada următoare se obţine prin $RCO_S = C_0 \cdot CLK$

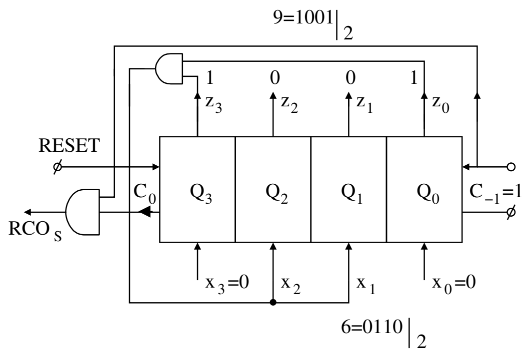


Figura P 3.74

P3.75

Rezolvare:
Se detecteze cifra $11 = 1011|_2$ şi se forţează pe intrare cifra $4 = 0100|_2$ plus C_{-1}, $(1011 + 0100 + 001)$ Figura P3.75.

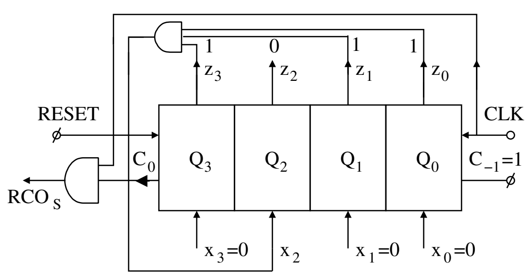


Figura P 3.75

P3.76

Rezolvare

a) La structura din Figura P3.44 se ataşează două registre de deplasare, Figura P3.76-a. Prin ieşirile serie, OS, ale registrelor de deplasare, cele două cuvinte de sumat sunt aplicate bit cu bit, împreună cu transportul anterior C_{i-1}, celulei sumator complet; cuvântul sumă reazultat s_i este încărcat bit cu bit, prin intrarea serie IS, în registrul A. La terminarea sumării operandul B este în registrul B, iar suma rezultată în registrul A (dacă s-a produs şi al n+1 bit de sumă acesta este în bistabilul D ca transport următor C_{n+1}). Întâi se introduce operandul A pe durata a n tacte în registrul B; se aplică pe intrarea IS de la registrul B şi se aplică comanda de deplasare dreapta. Pe următoarele n tacte se comandă deplasarea dreapta tot cu registrul B a operandului B iar operandul A prin adunare cu 0 (se consideră 0 conţinutul registrului A), este introdus în registrul A; numai pe următoarele n tacte se obţine suma în registrul A. Dacă se realizează o sumă (A+B)+C+D+... operandul C se poate introduce în registrul B în timp ce se realizează sumarea A+B, deci numai prima sumare necesită 2n tacte, sumarea următorilor termeni necesită numai câte n tacte fiecare.

b) Sinteza sumatorului serial pe bază de bistabil JK este abordată în viziune de automat. Starea prezentă a automatului este transportul anterior C_{i-1}, iar starea următoare este transportul următor C_i. Din tabelul de tranziţie al stărilor, Figura P3.76-b, care este o transcriere adaptată a Tabelului 1.6, se deduc funcţiile de excitaţie wJ, wK pentru bistabilul JK şi ieşirea s_i

$s_i = A_i \oplus B_i \oplus C_{i-1}$; $\quad wJ = \overline{A}_i \overline{B}_i = \overline{(A_i + B_i)}$; $\quad wK = A_i B_i$

Incărcarea operanzilor şi efectuarea sumării se realizează ca şi la sumatorul serial cu bistabil D.

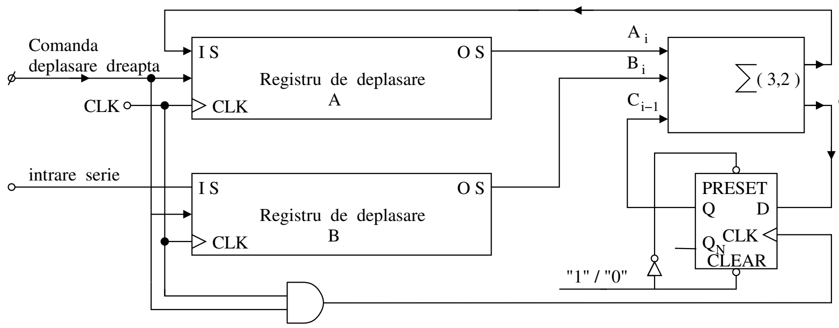
P3.77

Rezolvare:

În tabelul de tranziţie al stărilor, Figura P3.76-a se elimină starea 4. Se poate elimina oricare stare, ca în ciclu să rămână numai 7, dar prin eliminarea stării 4 ($z_4 z_3 z_2 z_1 = 1111$) la parcurgerea completă a ciclului fiecare bit din cuvântul de stare are un număr egal de stări (trei) în care obţine valoarea 1. Din tabelul de tranziţie al stărilor se deduc funcţiile de excitaţie corespunzătoare celor patru bistabile, Figura P3.76-b.

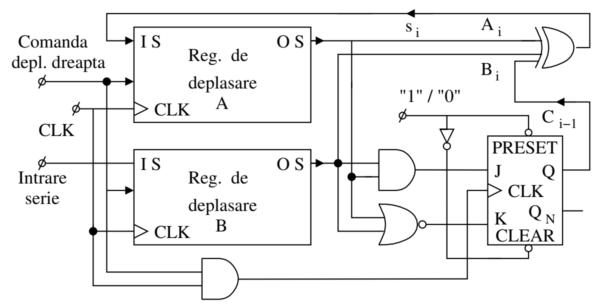
$wJ_1 = \overline{z}_4 \qquad wJ_2 = z_1 \qquad wJ_3 = z_2 \qquad wJ_4 = z_3$

$wK_1 = z_3 \qquad wK2 = \overline{z}_1 \qquad wK_3 = z_2 \qquad wK_4 = \overline{z}_3$



a)

Intrari A_i	Intrari B_i	Starea prez C_{i-1}	Starea urm C_i	Iesire s_i	Comanda bistabil wJ	Comanda bistabil wK
0	0	0	0	0	0	–
0	1	0	0	1	0	–
1	0	0	0	1	0	–
1	1	0	1	0	1	–
0	0	1	0	1	–	1
0	1	1	1	0	–	0
1	0	1	1	0	–	0
1	1	1	1	1	–	0



b)

Figura P 3.76

Starea prezenta Cod	z_4	z_3	z_2	z_1	Starea urmatoare Cod	w_4	w_3	w_2	w_1
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
1	0	0	0	1	2	0	0	1	1
2	0	0	1	1	3	0	1	1	1
3	1	1	0	1	5	1	1	1	0
4	~~1~~	~~1~~	~~1~~	~~1~~					
5	1	1	1	0	6	1	1	0	0
6	1	1	0	0	7	1	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

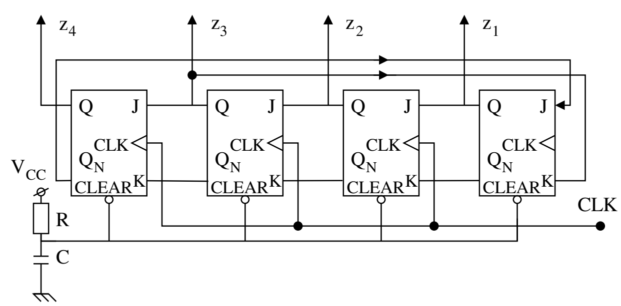


Figura P 3.77

P3.78

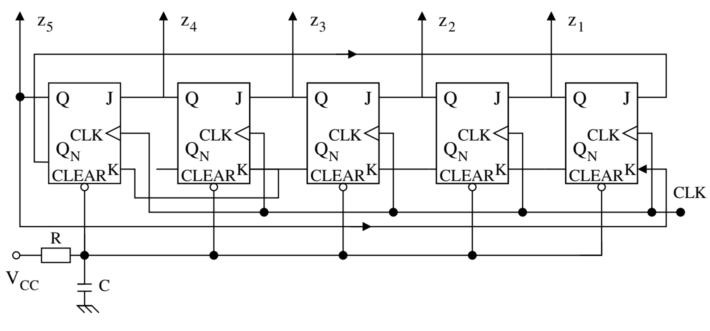
Rezolvare:

a) Inspectând tabelul de tranziţie al stărilor pentru numărătorul Johnson cu cinci celule, Figura P3.78-a, se deduc intrările porţile AND cu două intrări care generează fazele:
$F_0 = \overline{z}_5\overline{z}_1$ $F_2 = \overline{z}_3 z_2$ $F_4 = \overline{z}_5 z_4$ $F_6 = z_2\overline{z}_1$ $F_8 = z_4\overline{z}_3$
$F_1 = \overline{z}_2 z_1$ $F_3 = \overline{z}_4 z_3$ $F_5 = z_5 z_1$ $F_7 = z_3\overline{z}_2$ $F_9 = z_5\overline{z}_4$

b) Pentru nouă faze se modifică numărul de stări ale numărătorului Johnson de la 10 la 9; se procedează în acelaşi mod ca la problema P3.77 dar se elimină stare $z_5z_4z_3z_2z_1 = 10000$. Se modifică următoarele conexiuni $wJ_5 = z_4; wK_5 = \overline{z}_3$. Modul cum se culeg semnalele pentru cele nouă faze este prezentat în Figura P3.76-b.

	Starea prezenta					Starea urma-toare
Cod	z_5	z_4	z_3	z_2	z_1	Cod
0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1	2
2	0	0	0	1	1	3
3	0	0	1	1	1	4
4	0	1	1	1	1	5
5	1	1	1	1	1	6
6	1	1	1	1	0	7
7	1	1	1	0	0	8
8	1	1	0	0	0	9
9	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1

a)



b)

Figura P 3.78

P3.79

Rezolvare:

a) Conexiunile exterioare se realizează ca în Figura P3.79-a. Iniţializarea în starea $z_4z_3z_2z_1 = 0001$ se realizează prin activarea intrării de încărcare $LOAD/\overline{DEPLASARE} = 1$, $S_1S_0 = 11$. După dezactivarea încărcării $LOAD/\overline{DEPLASARE} = 0$, $S_1S_0 = 10$, la fiecare impuls de ceas se obţine o secvenţa ciclică între următoarele 4 stări legale:
$0001 \to 0010 \to 0100 \to 1000 \to 0001 \to \ldots$.
Dacă nu se iniţializează, după conectarea tensiunii de alimentare, este posibil ca registrul să se “trezească“ în una din celelalte 12 ($2^4 - 4$) stări ilegale deci se închide un ciclu pe una din aceste stări (0000) sau pe un grup din aceste stări. (Varianta cu autoamorsare şi cu autocorecţie este dată în problema P3.80).

b) Conexiunea exterioară se realizează ca în Figura P3.78-b. Prin iniţializare $LOAD/\overline{DEPLASARE} = 1$, $S_1S_0 = 0$ se încarcă $z_4z_3z_2z_1 = 1100$, după care prin $LOAD/\overline{DEPLASARE} = 0$ se obţine secvenţa ciclică: $1100 \rightarrow 0110 \rightarrow 0011 \rightarrow 1001 \rightarrow 1100 \rightarrow 0100 \rightarrow \ldots$.

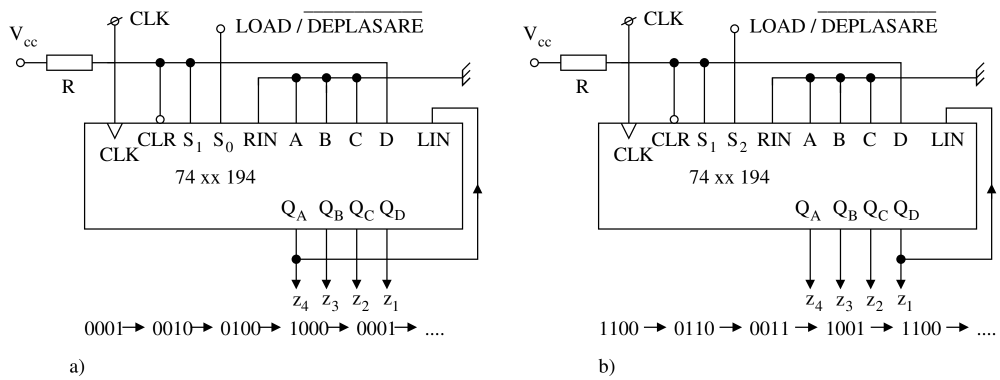


Figura P 3.79

P3.80

Rezolvare: Conexiunile exterioare circuitului sunt cele din Figura P3.80. Intrarea serie pentru deplasare stânga, L_{IN}, nu se obţine de la z_4, ca în Figura P3.79-a, ci printr-o poartă NOR ($L_{IN} = \overline{z_3 + z_2 + z_1}$). Calculându-se în acest fel reacţia, circuitul ajunge în ciclul normal, Figura P3.80-a, în cel mult trei tacte, dacă se află într-o stare ilegală (datorită zgomotului sau la conectarea alimentării). Nu este nevoie de îniţializare doarece din oricare stare ilegală se autoamorsează şi se corectează (în trei tacte). Pentru un registru cu n celule se ajunge în ciclul normal în (n-1) tacte, reacţia se realizează printr-o poartă NOR cu (n-1) intrări. Dacă se recirculează un cuvânt cu un singur zero, şi nu cu un singur unu, se utilizează o poartă NAND cu (n-1) intrări conectate la ieşiri în afară de z_n.

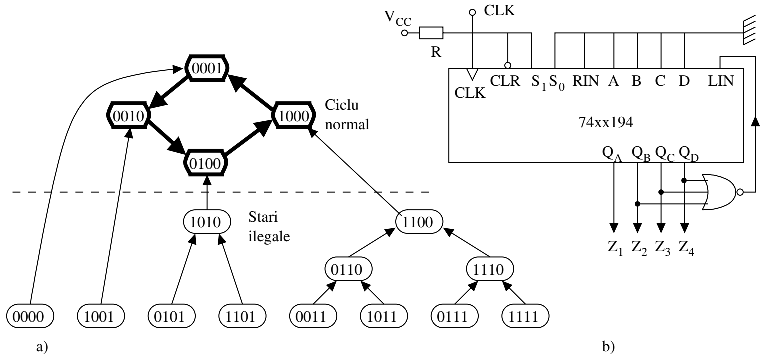


Figura P 3.80

P3.81

Rezolvare:

a - Conexiunile necesare, în exteriorul circuitului 74xx195, sunt cele prezentate în Figura P3.81-a. Bucla de reacţie inversată se realizează printr-un inversor de la ieşirea z_4 la intrarea serie deplasare stânga LIN. Iniţializarea în starea $z_4z_3z_2z_1 = 0000$, la conectarea tensiunii de alimentare V_{CC}, se realizează prin circuitul de integrare conectat pe intrarea asincronă de ştergere, CLR; pe această intrare, în primul moment, se aplică un nivel de tensiune L pe o durată determinată de constantă de timp RC (durata pe care celulele registrului sunt înscrise în zero).

b - Se adaugă circuitul de corecţie $s_0 = \overline{z_4 + z_1}$, Figura P3.81-b, care atunci când circuitul ajunge în starea $z_4z_3z_2z_1 = 0 \times \times 0$ activează s_0, deci $s_1s_0 = 11 \rightarrow$ încărcare şi la următorul impuls de tact se înscrie starea (corectă) $z_4z_3z_2z_1 = 0001$. La un numărător Johnson cu n celule numai dintr-o stare ilegală se poate ajunge, după maximum (n-2) tacte, în starea $0\times \cdots \times 0$, din care, detectată cu o poartă NOR cu două intrări, la următorul tact, se încarcă din exterior cuvântul 00. . . 001. Nu mai este necesar circuitul de autoamorsare pentru că, dacă circuitul se "trezeşte" la conectarea tensiunii de alimentare într-o stare ilegală, după maxim (n-1) tacte începe ciclul normal.

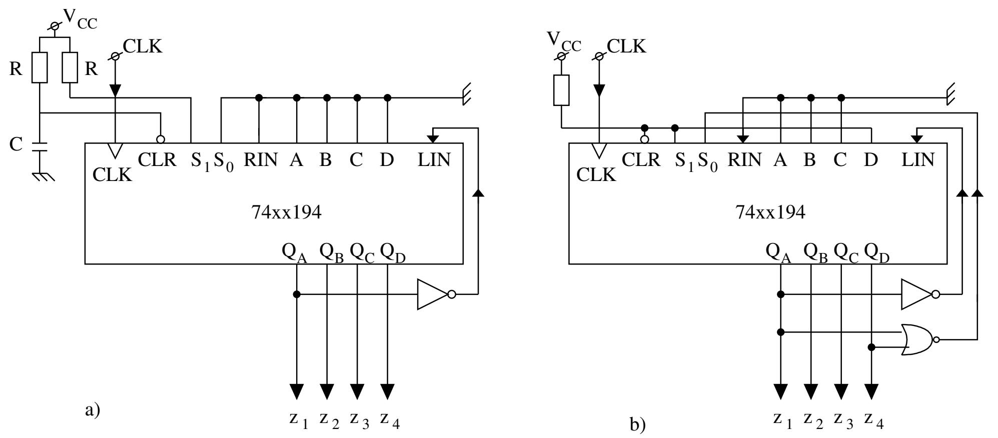


Figura P 3.81

P3.82

Rezolvare:

Structura cu sumator extern este prezentată în Figura P3.82-a iar în tabelul corespunzător este calculată succesiunea celor 15 stări (2^4-1) pornind din starea 0001. Ataşând circuitul de autocorecţie şi autoamorsare, realizat cu poarta NOR cu trei intrări (desenat cu o linie întreruptă pe figură) se obţin 16 stări, prin introducerea stării 0000, cu următoarea succesiune: 1-2-4-9-3-6-13-10-5-11-7-15-14-12-8-0-1-...

Structura cu sumator inclus este prezentată în Figura P3.82-b cu tabelul succesiunii celor 15 stări. Introducerea circuitului de corecţie şi autoamorsare va genera succesiunea de 16 stări următoare: 1-2-4-8-0-9-11-15-7-14-5-10-13-3-6-12-1-2-.... Celelalte două structuri corespunzătoare polinomului inversat $x^4 \oplus x \oplus I$ corespund circuitelor din Figura 3.85-b şi 3.85-c. Pentru implementarea celor două structuri (cu sumator extern şi inclus) corespunzătoare polinomului inversat nu este necesară calcularea polinomului inversat; se poate utiliza tot polinomul direct dar se utilizează pe registrul de deplasare ordonare inversă a puterilor polinomului.

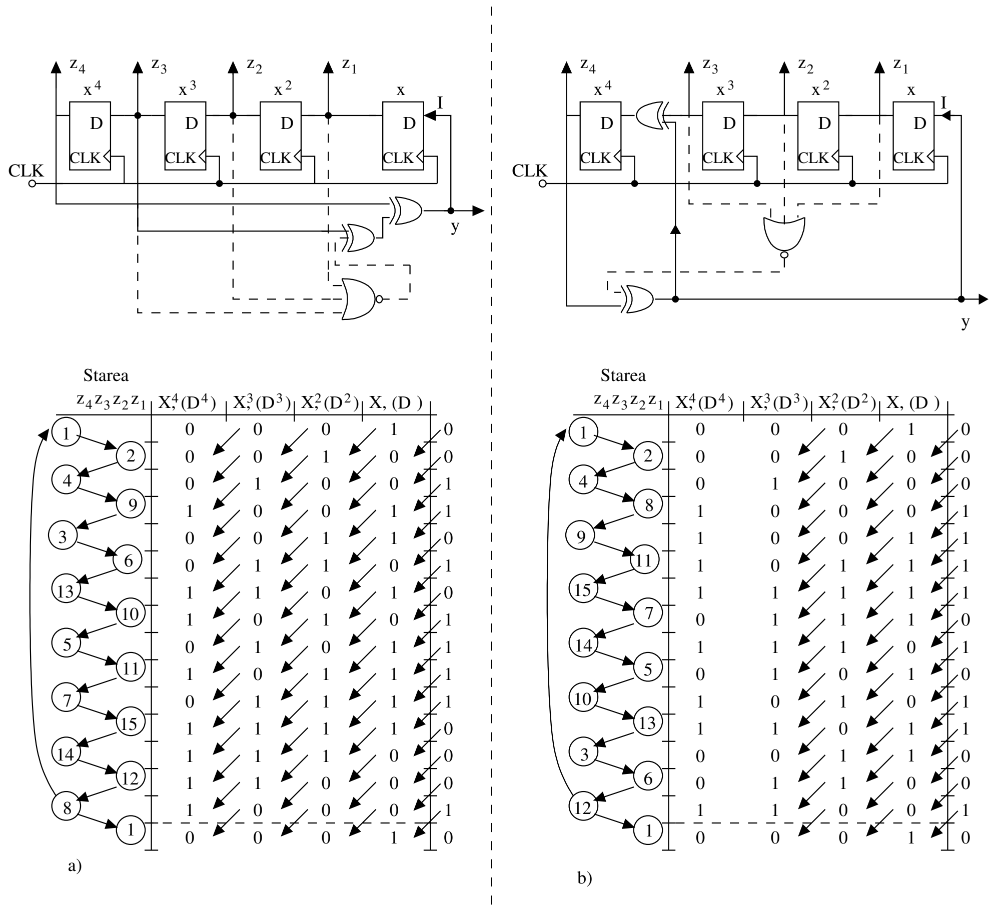
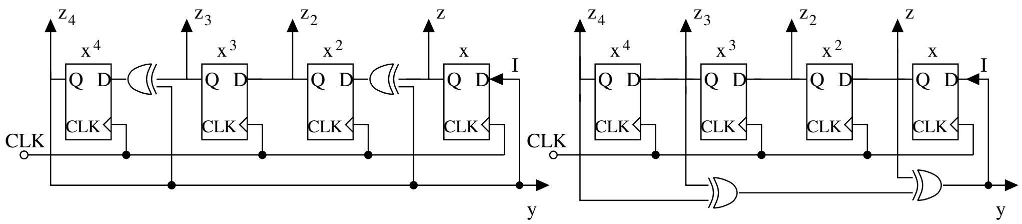


Figura P 3.82

P3.83

Rezolvare:
Polinomul caracteristic se descompune în felul următor $(X \oplus I)(X \oplus I)(X^2 \oplus X \oplus I)$, în consecinţa circuitul nu are un ciclu cu lungimea maximă $2^4 - 1 = 15$. Structurile de circuit cu sumator inclus şi sumator extern, cu calculul succesiunilor pentru fiecare ciclu, sunt prezentate în Figura P3.83-a şi P3.83-b.



Starea

$z_4z_3z_2z_1$	$X_4(D^4)$	$X_3(D^3)$	$X_2(D^2)$	$X,(D)$	y
1	0	0	0	1	0
2	0	0	1	0	0
4	0	1	0	0	0
8	1	0	0	0	1
11	1	0	1	1	1
13	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	0
12	1	1	0	0	1
3	0	0	1	1	0
10	1	0	1	0	1
5	0	1	0	1	0
15	1	1	1	1	1
14	1	1	1	0	1
7	0	1	1	1	0
9	1	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0

a)

Starea

$z_4z_3z_2z_1$	$X_4(D^4)$	$X_3(D^3)$	$X_2(D^2)$	$X,(D)$	y
1	0	0	0	1	1
3	0	0	1	1	1
7	0	1	1	1	0
14	1	1	1	0	0
12	1	1	0	0	0
8	1	0	0	0	1
11	1	0	1	1	0
6	0	1	1	0	1
13	1	1	0	1	1
4	0	1	0	0	1
9	1	0	0	1	0
2	0	0	1	0	0
10	1	0	1	0	1
5	0	1	0	1	0
15	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0

b)

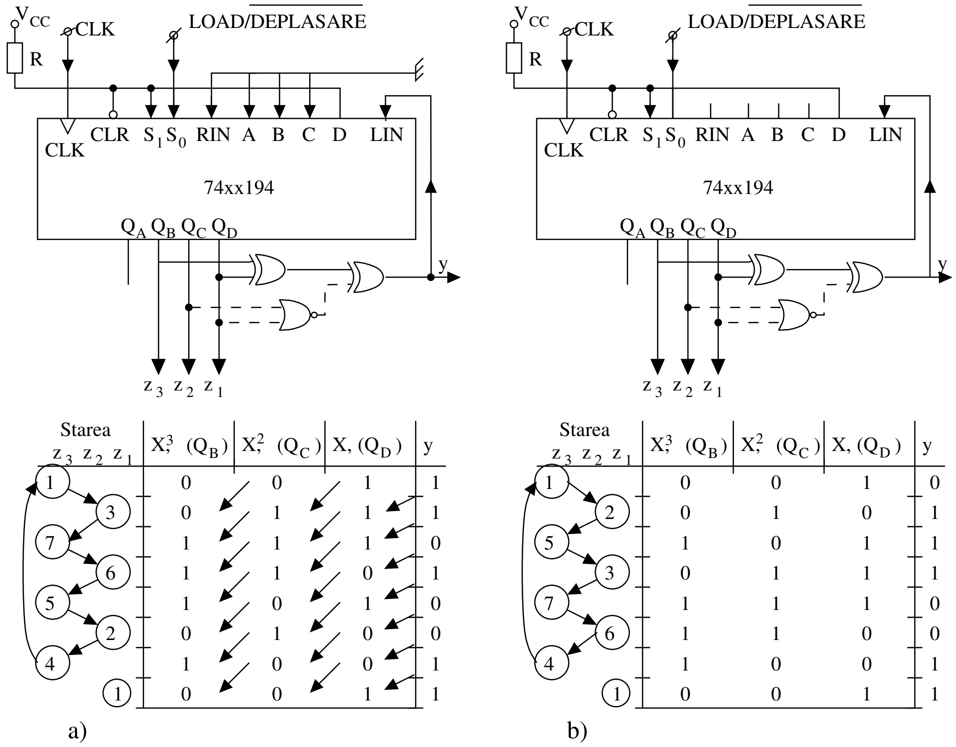
Figura P 3.83

P3.84

Rezolvare:

Cu trei celule ($n = 3$) ale registrului de deplasare, lungimea maximă a secvenţei pseudo-aleatoare a stărilor generate este de 7 ($2^3 - 1 = 7$) sau de 8 dacă se introduce şi starea zero; lungimea maximă se obţine pentru un polinom caracteristic primitiv. Polinomul caracteristic primitiv de ordinul trei este $X^3 \oplus X \oplus I$ sau polinomul inversat $X_3 \oplus X^2 \oplus I$. Pentru cele două forme ale polinomului caracteristic (direct şi inversat) sunt prezentate structurările şi calculul secvenţelor generate respectiv în Figura P3.84-a şi P3.84-b. Variantele cu sumator inclus nu se pot realiza pentru că nu există acces pentru a realiza conexiuni către celulele bistabil. Iniţializarea ambelor circuite se realizează în starea $z_4z_3z_2z_1 = 0001$ prin activarea $LOAD/\overline{DEPLASARE} = 1$ iar apoi prin $LOAD/\overline{DEPLASARE} = 0$ se comandă deplasarea spre stânga, $S_1S_0 = 10$.

Pentru generarea unui ciclu de 8, prin introducerea şi a stării zero, se ataşează circuitul de corecţie (şi amorsare) desenat cu linnie întreruptă pe figură, compus dinr-o poartă NOR cu două intrări, $(\overline{z_2 + z_1})$. (Pentru această variantă nu mai este necesar circuit de iniţializare prin $LOAD/\overline{DEPLASARE} = 1$.) Secvenţele pseudo-aleatoare, pentru cele două structuri, sunt: 1-3-7-6-5-2-4-0-1-. . . ; 1-2-5-3-7-6-4-0-1-. . .



a)

Starea $z_3\ z_2\ z_1$	X^3 (Q_B)	X^2 (Q_C)	X (Q_D)	y
1	0	0	1	1
3	0	1	1	1
7	1	1	1	0
6	1	1	0	1
5	1	0	1	0
2	0	1	0	0
4	1	0	0	1
1	0	0	1	1

b)

Starea $z_3\ z_2\ z_1$	X^3 (Q_B)	X^2 (Q_C)	X (Q_D)	y
1	0	0	1	0
2	0	1	0	1
5	1	0	1	1
3	0	1	1	1
7	1	1	1	0
6	1	1	0	0
4	1	0	0	1
1	0	0	1	1

Figura P 3.84

P3.85

Rezolvare:

a - pentru selectarea $S_1S_0 = 00$. Circuitul este un generator pe o singură celulă cu o extensie (în faţa de încă 3 celule); pe intrarea LIN se introduce permanent un şir de zerouri de la primul impuls de tact. Succesiunea stărilor se notează prin numărul zecimal al echivalentului binar al codului stării:

$z_4z_3z_2z_1$: 1-2-4-8-0-0 -
LIN: 0 0 0 0 0 0 . . .

b - pentru selectarea $S_1S_0 = 01$. Circuitul este un generator cu polinomul caracteristic $X^2 \oplus X \oplus I$ (polinom primitiv), cu extensie de două celule bistabil în faţă, Q_A, Q_B. Se generează:

$z_4z_3z_2z_1$:(1-3)-6-13-11-6-13-11 -
LIN:(1-0) 1 1 0 1 1 0 ...

c - pentru selectarea $S_1S_0 = 10$. Circuitul este un generator cu polinomul caracteristic $X^3 \oplus X \oplus I$ (polinom primitiv), cu extensie de o celulă bistabil în faţă, Q_A. Se generează:

$z_4z_3z_2z_1$: (1)-3-7-14-13-10-4-9-3-7-14-13-10-4-9-3 -
LIN: (1) 1 0 1 0 0 1 1 1 0 1 0 0 1 1 1 ...

d - pentru selectarea $S_1S_0 = 11$. Circuitul este un generator cu polinomul caracteristic $X^4 \oplus X \oplus I$ (polinom primitiv). Se generează:

$z_4z_3z_2z_1$: 1-3-7-15-14-13-10-5-11-6-12-9-2-4-8-1 -
LIN: 1 1 1 0 1 0 1 1 0 0 1 0 0 0 1 1 ...

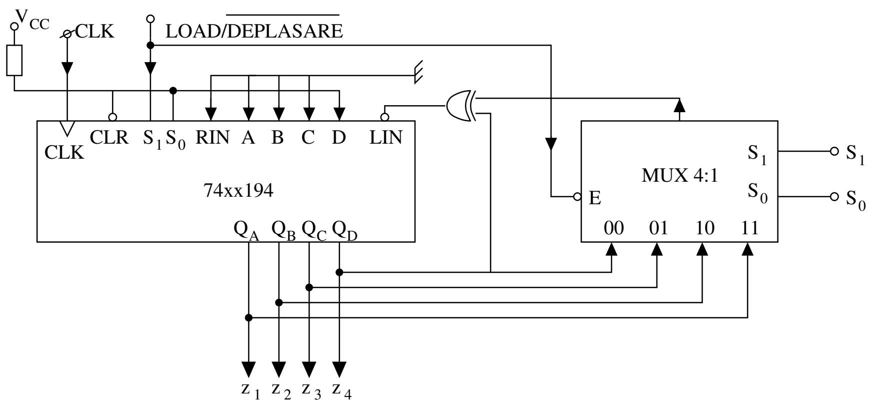
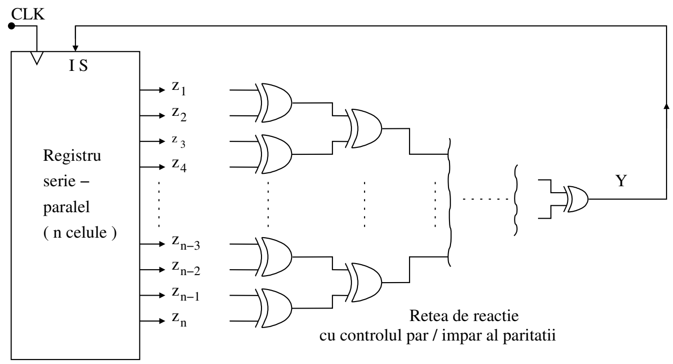


Figura P 3.85

P3.86

Rezolvare:

Structura generală a unui astfel de circuit secvenţial liniar cu reacţie este cea din Figura P3.86-a. Indiferent dacă numărul de celule bistabil este par/impar şi indiferent de paritatea realizată de reaţeaua de reacţie, dacă starea circuitului este zero, $z_nz_{n-1}\dots z_4z_3z_2z_1 = 00\dots0000$, se generează bitul $y = 0$, intrarea în registrul de deplasare este zero, nu există tranziţie din starea zero, deci ciclul de secvenţe generat nu poate fi mai mare decât $2^n - 1$. Din tabelul din figura P3.85-b se observă că, dacă registrul este în starea $z_nz_{n-1}\dots z_4z_3z_2z_1 = 11\dots1111$, se va genera un bit $y = 0$, care este introdus serie în celula de stare z_1, realizează tranziţia în starea $11\dots1110$ numai atunci când fie registrul este cu un număr impar de celule şi reţeaua de reacţie produce un test de paritate pară, fie când registrul este par şi reţeaua de reacţie de paritate impară; în caz contrar şi starea $11\ldots1111$ este o stare fără amorsare. Deci numai în cele două cazuri, când paritatea numărului de celule nu coincide cu paritatea testată de reacţie, generatorul produce o secvenţa ciclică de lungime maximă $2^n - 1$.



a)

Numar de celule in registru	Tipul de paritate in reteaua de reactie	Stari posibile pentru neamorsare	Valoarea bitului y generat de reteaua de reactie	Comentariu	Lungimea maxima a secventelor
PAR	PAR	00...0000	0	stare fara autoamorsare	2^n-2
		11...1111	1	stare fara autoamorsare	
	IMPAR	00...0000	0	stare fara autoamorsare	2^n-1
		11...1111	0	tranzitie in starea 11...1110	
IMPAR	PAR	00...0000	0	stare fara autoamorsare	2^n-1
		11...1111	0	tranzitie in starea 11...1110	
	IMPAR	00...0000	0	stare fara autoamorsare	2^n-2
		11...1111	1	stare fara autoamorsare	

b)

Figura P 3.86

P3.87

Rezolvare:

$X_i = \ldots 001000 \ldots$ $\qquad$ $X_t = \ldots 0001111 \ldots$

$Y_i = \ldots\ 0001100111000 \ldots$ $\qquad$ $Y_t = \ldots\ 000100010111 \ldots$

Secvenţa nulă $X_0 = \ldots 0000 \quad 1111 \quad 0010 \quad 0101 \quad 0100 \quad 1101 \quad 0000 \quad -$
$-1000 \quad 1011 \quad 0111 \quad 1110 \quad 1011 \quad 1000 \quad 1100 \quad -$

$$-1110 \quad 1100 \quad 0001 \quad 1100\ldots$$

$$Y_0 = \ldots 0000 \quad 1000 \quad 0\ldots$$

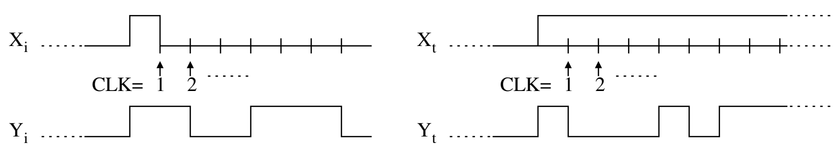


Figura P 3.87

P3.88

Rezolvare:

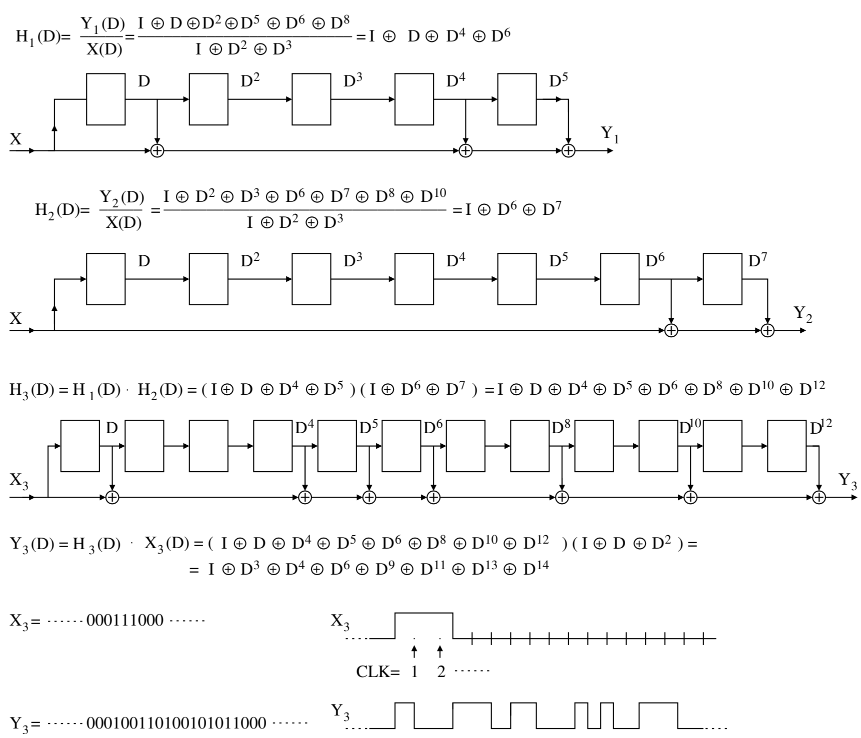


Figura P 3.88

P3.89

Rezolvare:

$$H_1 D = \frac{Y_1(D)}{X_1(D)} = \frac{I \oplus D^2 \oplus D^3 \oplus D^4 \oplus D^6}{I \oplus D \oplus D^2} = I \oplus D \oplus D^2 \oplus D^3 \oplus D^4$$
$$H_2 D = \frac{Y_2(D)}{X_2(D)} = \frac{I \oplus D \oplus D^2 \oplus D^3 \oplus D^4 \oplus D^5 \oplus D^6 \oplus D^7 \oplus D^8}{I \oplus D \oplus D^2} = I \oplus D^3 \oplus D^6$$
$$H_3 D = \frac{Y_3(D)}{X_3(D)} = \frac{I \oplus D \oplus D^3 \oplus D^4 \oplus D^5 \oplus D^7 \oplus D^9}{I \oplus D \oplus D^2} = I \oplus D^2 \oplus D^5 \oplus D^6 \oplus D^7$$

Structurile funcţiilor de transfer compuse $H_4(D)$, $H_5(D)$, $H_6(D)$ sunt prezentate în Figura P3.89.

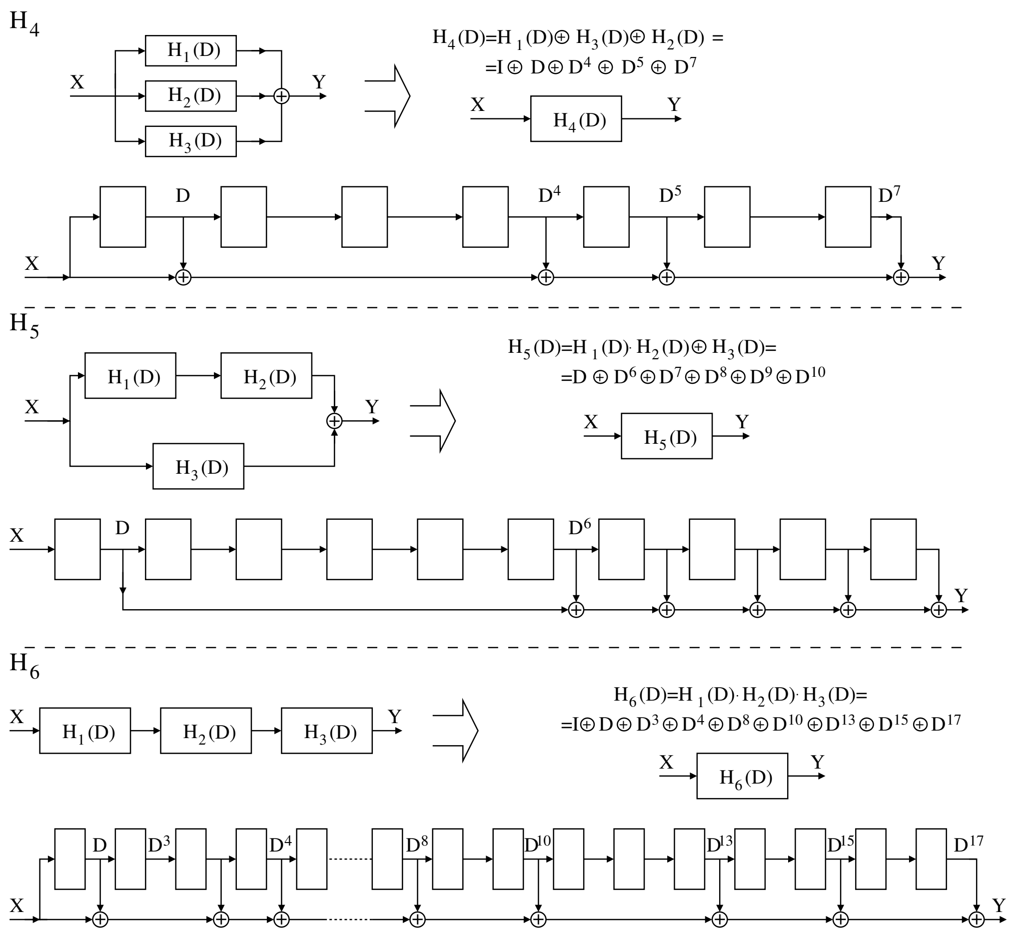


Figura P 3.89

P3.90

Rezolvare:

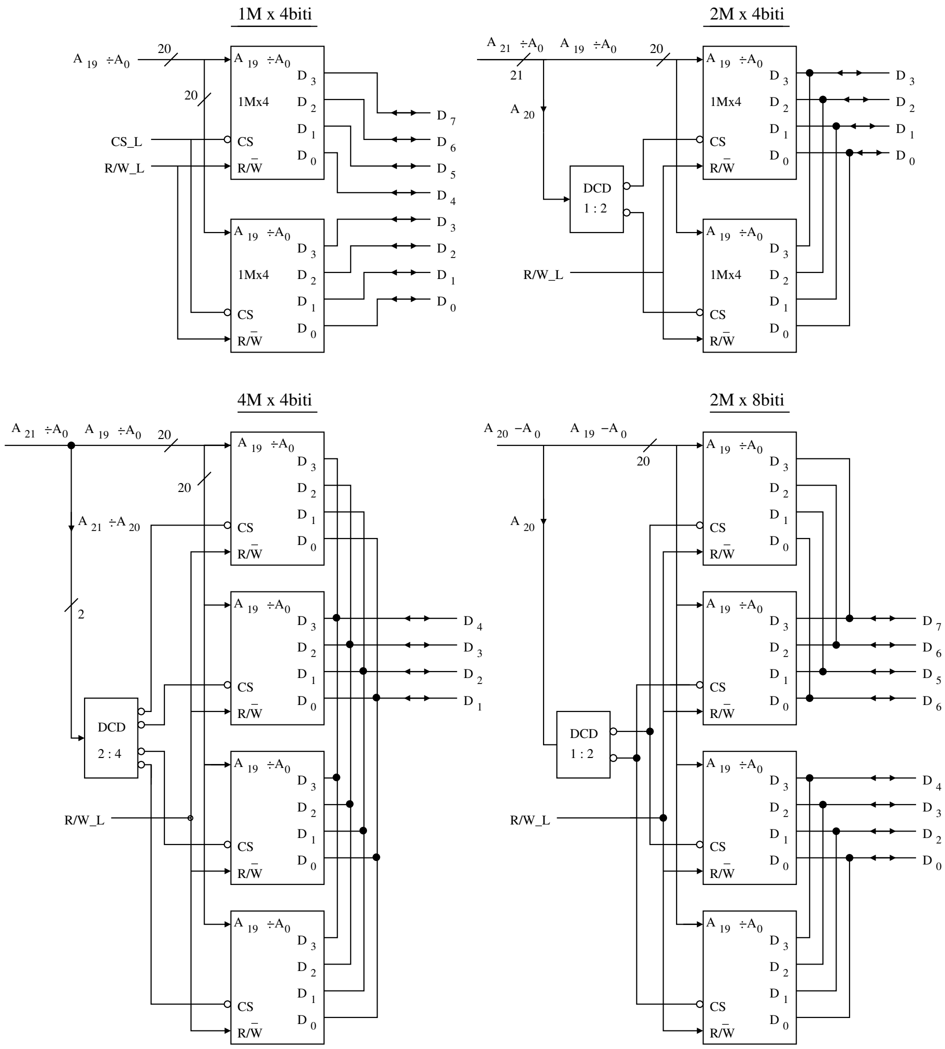


Figura P 3.90