

Capitolul 3

Circuite logice secvențiale

P3.1

Rezolvare: Din tabelul de evoluție al stărilor, prin codificarea celor două stări $a = 0, b = 1$, se obține tabelul de tranziție al stărilor respectiv tabelul ieșirilor Figura P3.1-a și P3.1-b. Din aceste două tabele se deduce funcția de transfer $y = x_1 x_0 z$ și funcția de excitație $w = x_1 \bar{x}_0 + x_1 z$ pentru care se obține structura de circuit din Figura P3.1-c.

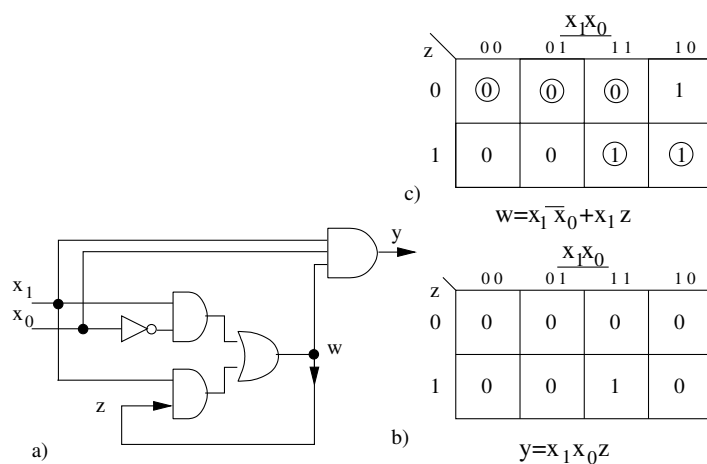


Figura P 3.1

P3.2

Rezolvare: Din structura circuitului, se deduce expresia funcției de excitație $w = (\bar{x}_1 \bar{z}_0) x_0 = (\bar{x}_1 + \bar{z}_0) x_0 = \bar{x}_1 x_0 + z_0 x$. Pe baza acestei funcții se realizează tabelul de tranziții Figura P3.2.

Stările următoare din tabelul de tranziție al stărilor care îndeplinesc condiția $w = z$ se încercuiesc și sunt stări stabile.

Se observă că pe coloana $x_1x_0 = 11$ nu există stări stabile, deci ambele intrări activate simultan este condiția 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 alternanță la ieșire între starea $z = 0$ și $z = 1$. Se poate verifica acest regim de oscilație pentru $x_1x_0 = 11$ și pe circuit. Dacă $z = 0$ ieșirea porții NAND este 1 iar cu o întârziere pe două porți se calculează $w = 1$ care se transformă în $z = 1$ apoi din nou cu o întârziere pe două porți se calculează $w = 0$ și iarăși $z = 0$ ș.a.m.d. Dacă întârzierea pe poartă este de 5 ns, întârzierea pe porți este 10 ns, perioada semnalului dreptunghiular general la ieșire, cu gradul de umplere 50%, este $T=20$ ns, deci o frecvență de 50 MHz.

$z \backslash x_1x_0$	0 0	0 1	1 1	1 0
0	①	1	1	①
1	0	①	0	0

Figura P 3.2

P3.3

Rezolvare: Structura circuitului obținut prin realizarea conexiunilor de reacție este cea din Figura P3.3-a. Ieșirile F_1 F_2 ale unei porți DAR sunt:

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

Funcțiile de excitație w_1 și w_2 pentru circuitul obținut sunt:

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

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

pentru care se obține tabelul de evoluție al stărilor reprezentat în Figura P3.3-b. Rezultă două stări totale stabile 11 00 și 11 11 încercuite în tabel, la aplicarea configurațiilor 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 oscilație între stările 01 și 10 când intrarea este $x_1x_2 = 11$ nu apare în practică deoarece circuitul printr-o cursă critică forțează trecerea în starea stabila 11. Pentru intrările $x_1x_2 = 01$ sau 10 ieșirea w care corespunde respectiv intrării ce are valoarea logică 1 va oscila în timp ce cealaltă ieșirea rămâne în starea 0. Imaginați-vă o aplicație pentru acest circuit.

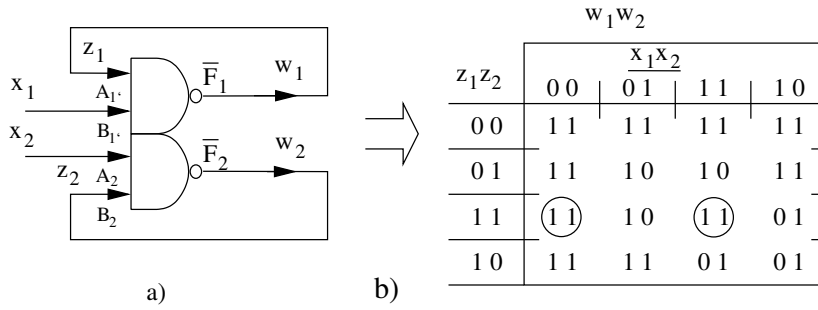


Figura P 3.3

P3.4*Rezolvare:*

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

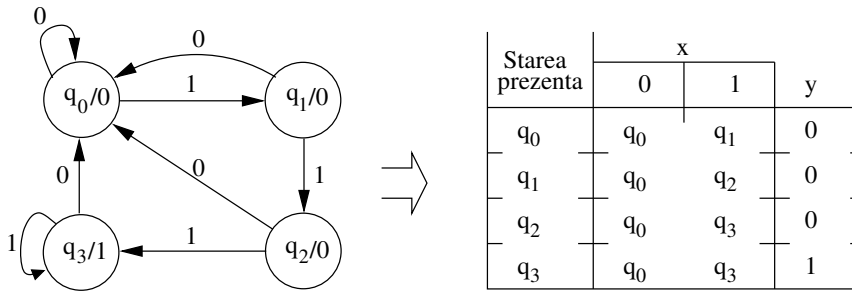


Figura P 3.4

P3.5*Rezolvare:*

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

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

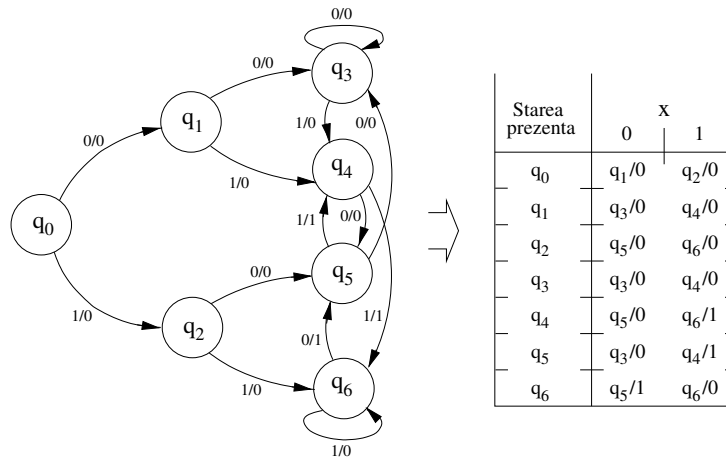


Figura P 3.5

P3.6

Rezolvare:

Stările de tranziție sunt organizate în funcție de numărul de biți văzuți/aplicați la intrare dintr-un triplet când se ajunge la starea respectivă. Starea q_0 este starea inițială și 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 configurații dintr-un triplet $0\ 0__$, $0\ 1__$, $1\ 0__$ sau $1\ 1__$. Când și al treilea bit din triplet se aplică la intrare există o tranziție în starea q_0 și se generează 1 sau 0 după cum funcția majoritară (pentru tripletul aplicat) este adevărată sau falsă. Din starea q_0 se reia calculul funcției majoritare pentru următorul triplet.

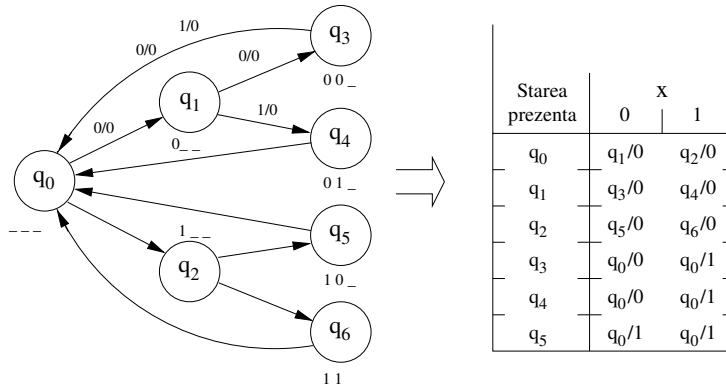


Figura P 3.6

P3.7*Rezolvare:*

Din starea inițială q_0 dacă se detectează în șirul de intrare primul bit corect al secvenței 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 biți 1 în q_1 ultimul dintre aceștia se consideră primul bit corect al unei secvențe căutate care începe. Dacă al treilea bit este corect, adică s-a primit succesiunea 1, 0, 1 se trece din q_2 în q_3 altfel s-a detectat succesiunea 1, 0, 0 care nu face parte din secvența 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 secvențe corecte. Dacă al cincelea bit aplicat este 0, deci s-a identificat secvența corectă, salt în q_2 și se generează $y = 1$, considerându-se totodată realizată subsecvența 10 de început, iar dacă este 1 salt în q_1 la fel considerându-se primul bit corect dintr-o următoare secvență căutată.

$x = \overline{1011011011110110}$
 $y = 0000100100100000001$

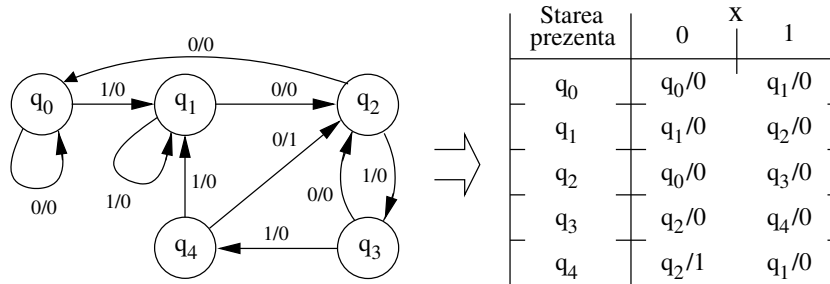
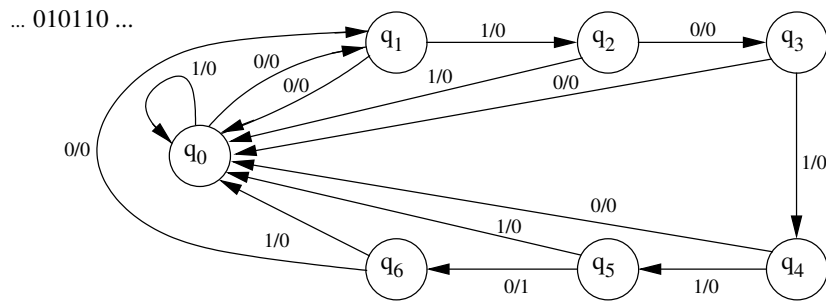
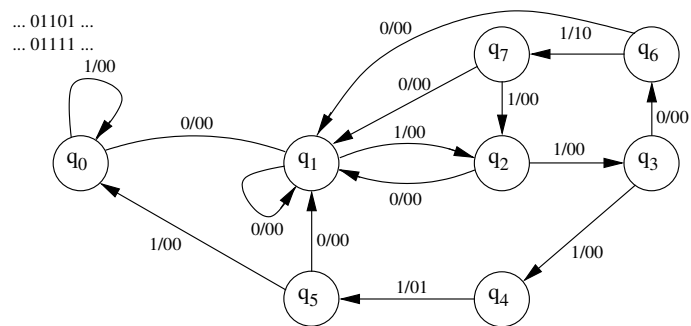
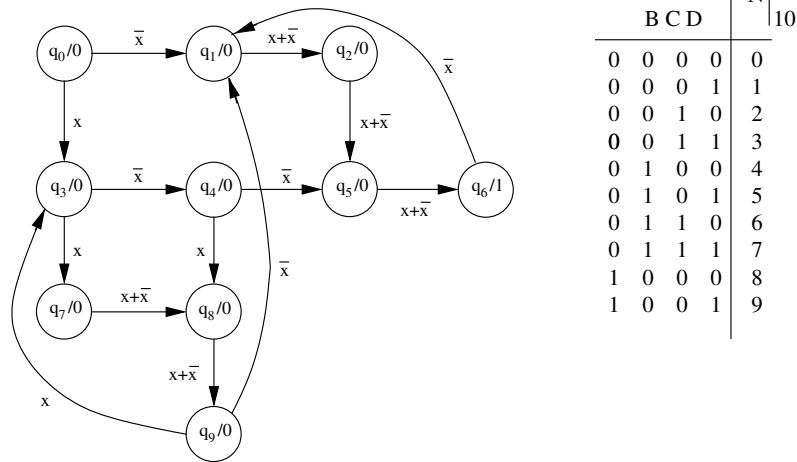


Figura P 3.7

P3.8*Rezolvare:***Figura P 3.8****P3.9***Rezolvare:***Figura P 3.9**

P3.10*Rezolvare:***Figura P 3.10****P3.11***Rezolvare:*

În Figura P3.11-a se prezintă funcționarea automatului pentru un șir oarecare aplicat pe intrare. Pornind din starea inițială q_0 dacă primul bit aplicat este 1 se trece în starea q_1 care arată că primul bit este corect atât în secvența cât și subsecvența căutată. La următorul bit se rămâne în q_1 dacă are valoarea 0 și dacă are valoarea 1 se trece în starea q_2 care indică faptul că primii doi biți sunt cei corecți atât pentru secvența cât și pentru subsecvența. Figura P3.11-b. La al treilea bit aplicat dacă este 1 s-a realizat subsecvența căutată 011, $y_1 = 1$ și salt în q_0 iar dacă este 0 salt în q_3 care indică trei biți corecți în secvența 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 biți din secvența căutată sunt corecți la fel primii doi biți din subsecvența sunt corecți, Figura P3.11-d. În starea q_4 dacă bitul aplicat este 1 salt în q_0 și $y_0 = 1$, pentru că s-a identificat subsecvența 011, iar dacă este 0 salt q_3 și $y_0 = 1$ pentru că s-a identificat secvența și totodată se consideră primul bit 0 pentru o nouă secvență suprapusă. 3.11-e.

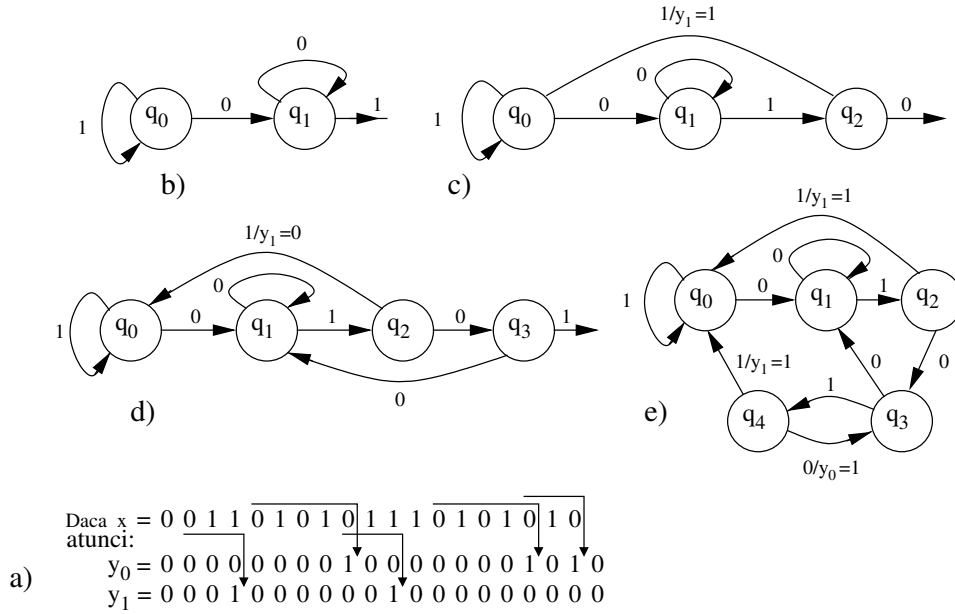


Figura P 3.11

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 și al treilea cuvânt de cod C_2 sau C_3 realizează salturile respectiv în q_3 și q_5 dacă sunt corecte, C_{2A} și C_{3A} , sau realizează salturile respectiv în q_4 sau q_6 dacă sunt false, C_{2F} și C_{3F} . Tranzițiile de la q_2 la q_4 și 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 acțiunile 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 ușa și salt în q_0 . Din q_6 există salt în q_0 și generarea alarmei, $y_1 = 1$, pentru oricare cuvânt de cod C^* .

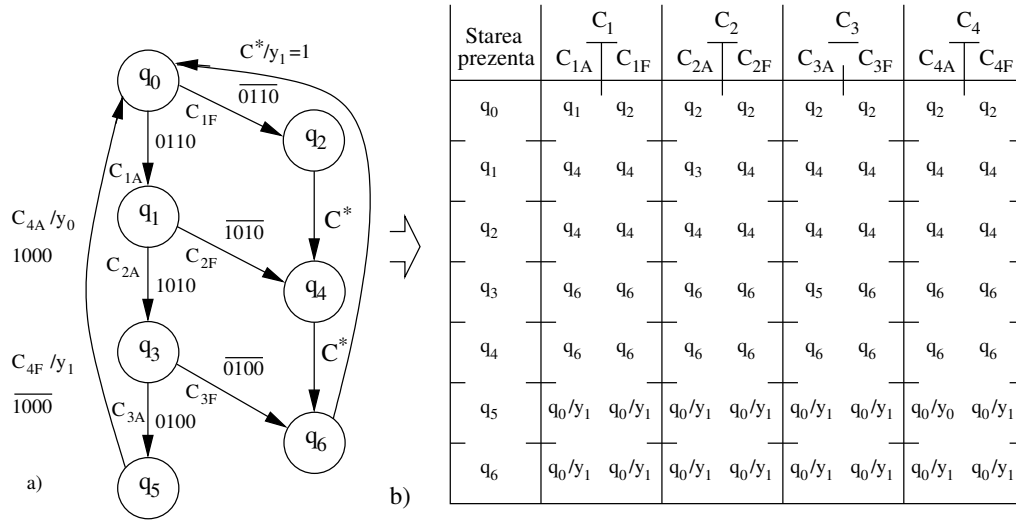


Figura P 3.12

P3.13*Rezolvare:*

Se consideră q_0 , Figura P3.13-a, starea inițială în care automatul revine după fiecare succesiune de patru biți aplicați pe intrare (ambele coduri au cuvinte cu lungimea de patru biți 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 $x = 0$ și în q_2 pentru $x = 1$ și se generează respectiv în cuvântul de ieșire 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 puțin semnificativ bit, din codul EXCESS-3, cu valoarea 0 sau 1, corespunde pentru cel mai puțin semnificativ bit din codul BCD de valoare respectiv 1 sau 0. Din stările q_1 și q_2 se aplică al doilea bit din codul EXCESS-3 care poate fi 0 sau 1 și se generează pentru y_1 valorile citite din tabelul de conversie. Din stările q_3 , q_4 și q_5 și din stările q_6 , q_7 , q_8 , q_9 , q_{10} și q_{11} se aplică pe intrare respectiv al treilea și 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 inițială deoarece s-a aplicat pe intrare și al patrulea bit deci se poate porni o altă conversie. Pe tranzițiile înspre starea q_0 se poate genera și $y_0 = 1$ în cazul când intrarea nu este un cod EXCESS-3 pentru numerele $0 \div 9$. Se pot urmări următoarele conversii:

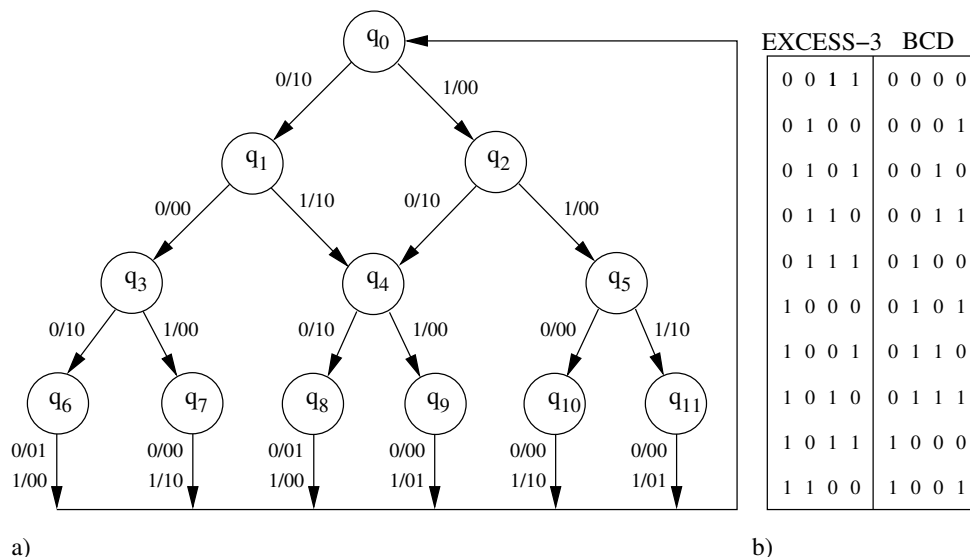


Figura P 3.13

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

P3.14*Rezolvare:*

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

- Există configurații ale valorilor variabilelor de intrare pentru care produsul logic al expresiilor de tranziție de pe perechi de arce nu are valoarea 0 (configurații dublu acoperite)
- Există configurații ale valorilor variabilelor de intrare pentru care suma logică a expresiilor de tranziție de pe toate arcele nu are valoarea logică 1 (configurații neacoperite).

Calculând pentru fiecare stare produsele tranzițiilor de pe toate perechile și reprezentându-le într-o diagramă V-K se pot determina configurațiile dublu acoperite.

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

- a. Stările q_0, q_1, q_2 sunt definite fără ambiguitate. La starea q_3 configurația $y = 0$ este neacoperită în testare.
- b. Starea q_0 : $x + \bar{x} = 0$ rezultă configurația $xz = 01$ neacoperită (netestată)
 Starea q_1 : - $w(w + x) = 1$ rezultă $w = 1$ configurație dublu acoperită
 - $w + w + x = 0$ rezultă configurația $wx = 00$ neacoperită (netestată)
 Starea q_2 : - $w + z + z + y = 0$ rezultă configurația $xyzw = 0000$ netestată (neacoperită)
 - $(w + z)(x + y) = 1$ rezultă următoarele configurații de valori netestate $xyzw = 0101, 0110, 0111, 1001, 1010, 1011, 1101, 1110$ și 1111
 Starea q_3 : - $wz + \bar{x}z + xy = 0$ rezultă configurațiile de valori netestate $xyzw = 0000, 0001, 0100, 0101, 1000, 1001$.
 - $wz \cdot \bar{x}z = 1; wz \cdot xy = 1$ rezultă configurațiile dublu acoperite $xyzw = 0011, 0111, 1111$

P3.15

Rezolvare:

Starea $q_3 = z_1z_0 = 11$ este o stare inaccesibilă, nu există nici o tranziție în această stare.

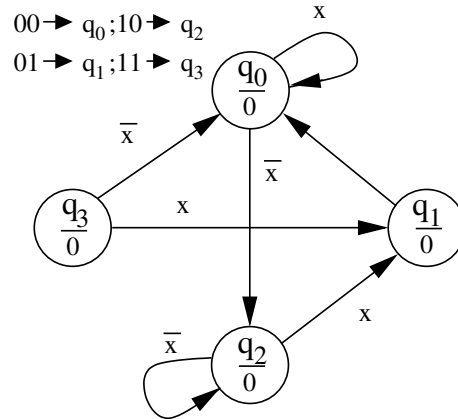


Figura P 3.15

P3.16*Rezolvare:*

Vezi Figura P3.16 de mai jos.

a)

Starea prezenta	Starea urmatoare/iesire	
	\bar{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			
	$\bar{x}_1 \bar{x}_0$	$\bar{x}_1 x_0$	$x_1 \bar{x}_0$	$x_1 x_0$
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	
	\bar{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

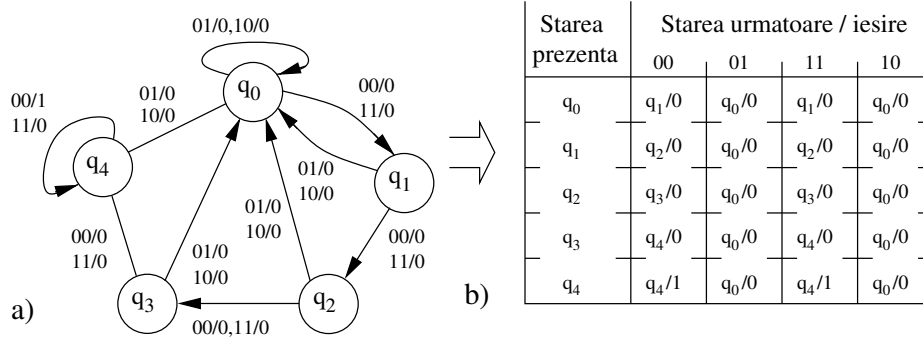
d)

Starea prezenta	Starea urmatoare/iesire							
	$\bar{x}_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0$	$\bar{x}_2 \bar{x}_1 x_0$	$\bar{x}_2 x_1 \bar{x}_0$	$\bar{x}_2 x_1 x_0$	$x_2 \bar{x}_1 \bar{x}_0$	$x_2 \bar{x}_1 x_0$	$x_2 x_1 \bar{x}_0$	$x_2 x_1 x_0$
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.

**Figura P 3.17****P3.18***Rezolvare:*

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

$$\begin{aligned} \text{SUS: } & \overline{S_1}\overline{S_2} \rightarrow \overline{S_1}S_2 \rightarrow S_1S_2 \rightarrow S_1\overline{S_2} \rightarrow \overline{S_1}\overline{S_2} \\ \text{JOS: } & \overline{S_1}\overline{S_2} \rightarrow S_1\overline{S_2} \rightarrow S_1S_2 \rightarrow \overline{S_1}S_2 \rightarrow \overline{S_1}\overline{S_2} \end{aligned}$$

O bilă cu diametrul mai mic decât distanța dintre senzorii S_1 și S_2 va genera numai următoarea secvență la deplasarea în jos

$$\overline{S_1}\overline{S_2} \rightarrow S_1\overline{S_2} \rightarrow \overline{S_1}\overline{S_2} \rightarrow \overline{S_1}S_2 \rightarrow \overline{S_1}\overline{S_2}$$

și invers la deplasarea în sus, dar nu va genera niciodată S_1S_2 . Pornind dintr-o stare inițială de START care corespunde când bila este deasupra lui S_1 sau sub S_2 și urmărind valorile de semnale S_1S_2 aplicate pe intrare, conform relațiilor anterioare, se parcurge organigrama ASM din Figura P3.18-a, celelalte două stări corespunzătoare detectării deplasării în sus sau în jos sunt respectiv SUS și JOS. Tabelul de tranziție corespunzător este reprezentat în Figura P3.18-b.

Se poate construi o diagramă ASM mai simplă, Figura P3.18-c, pornind de la detectarea configurației pe intrare S_1S_2 și generarea ieșirilor $y_1 = 1$ sau $y_2 = 1$ după cum urmează respectiv configurațiile $S_1\overline{S_2}$ (SUS) sau $\overline{S_1}S_2$ (JOS).

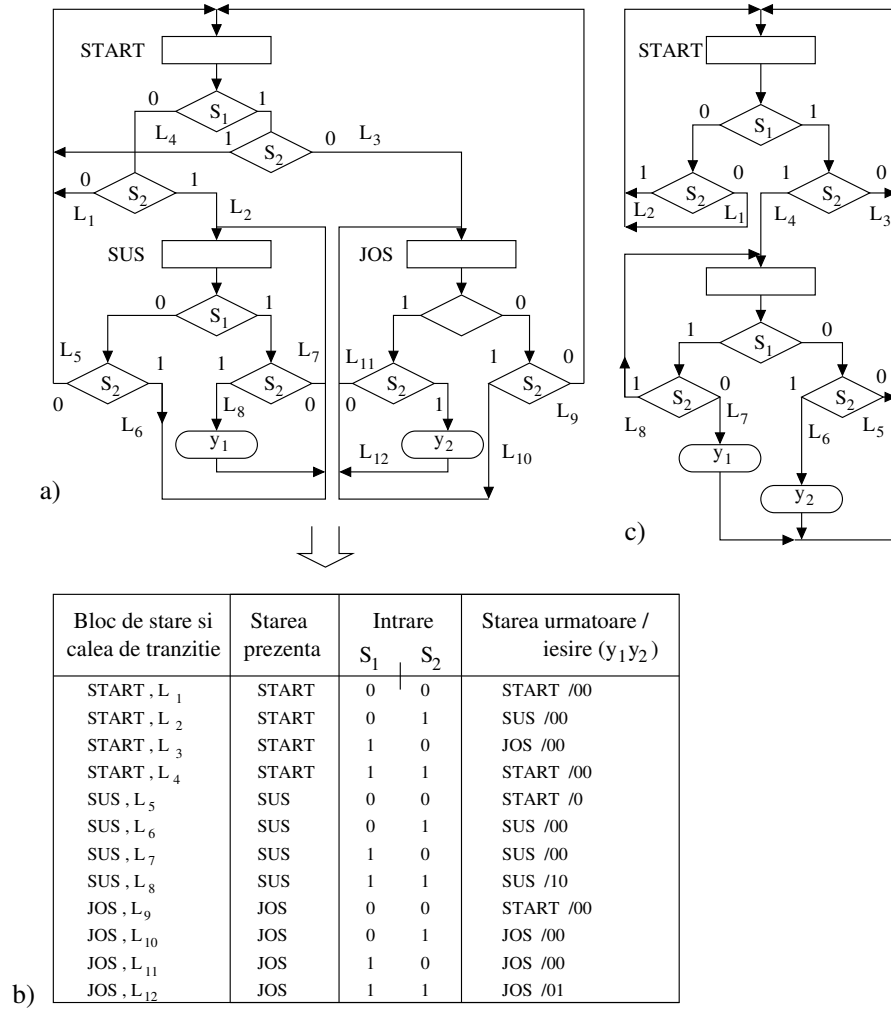
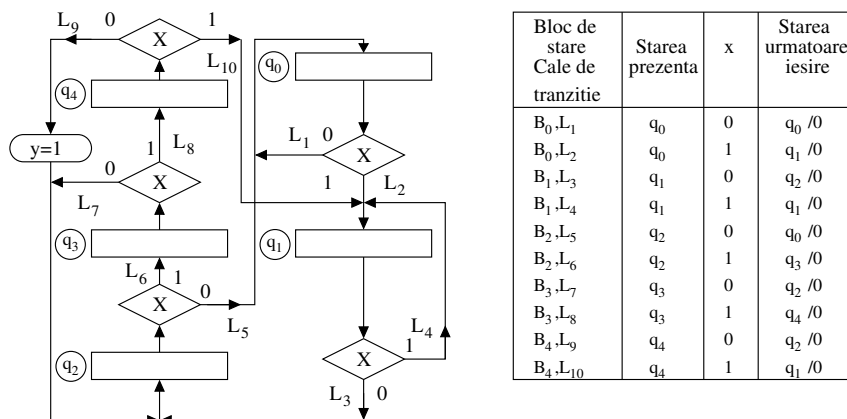


Figura P 3.18

P3.19*Rezolvare:***Figura P 3.19****P3.20***Rezolvare:*

Organigrama obținută este cea din Figura 3.20-a. Din aceasta cu ajutorul configurațiilor de valori de intrare aplicate pe fiecare cale de tranziție și al tabelelor din Figura P3.20-b se pot obține 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 configurație a valorilor biților de ieșire, Figura P3.21-a, deci este de tip Moore. Diferența între numărarea în binar și în GRAY constă în succesiunea de parcurgere a stărilor, alegerea unui tip de numărare se realizează cu variabila de intrare \overline{B}/G .

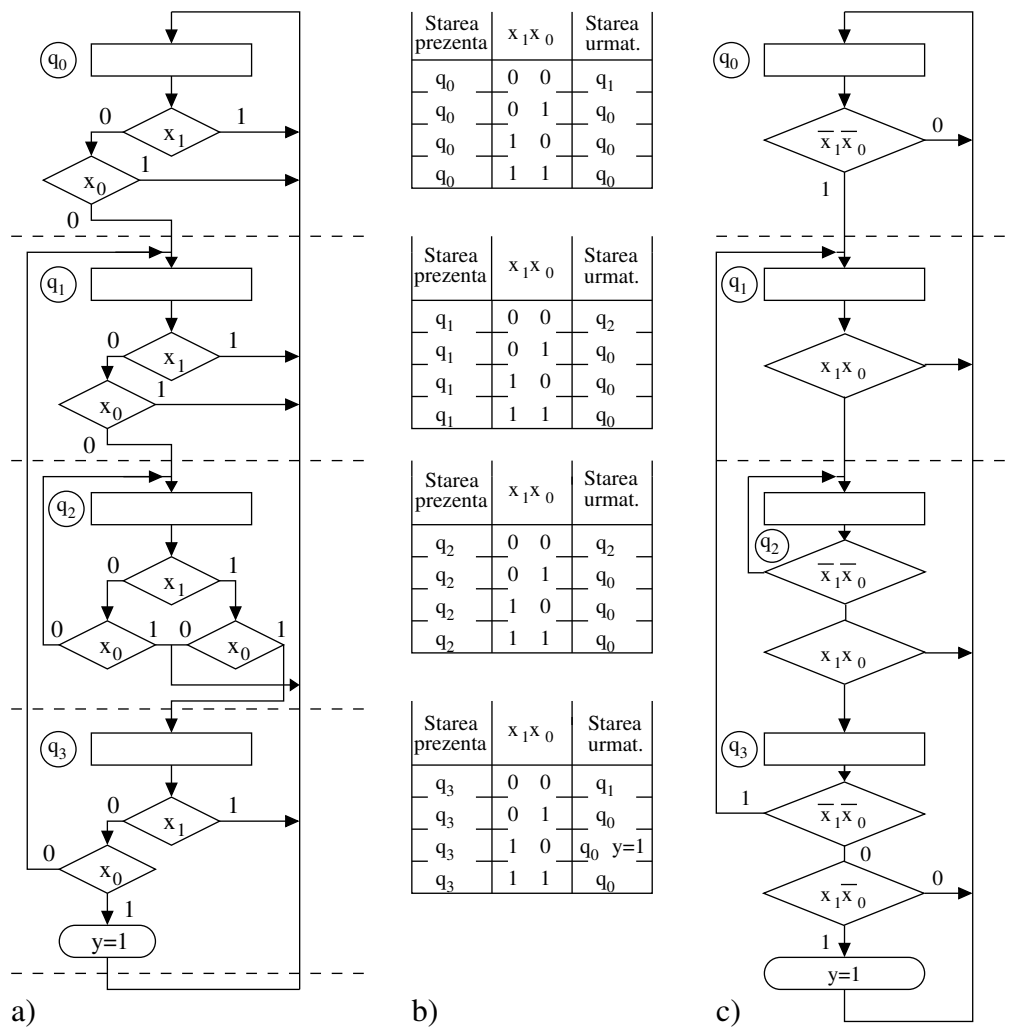


Figura P 3.20

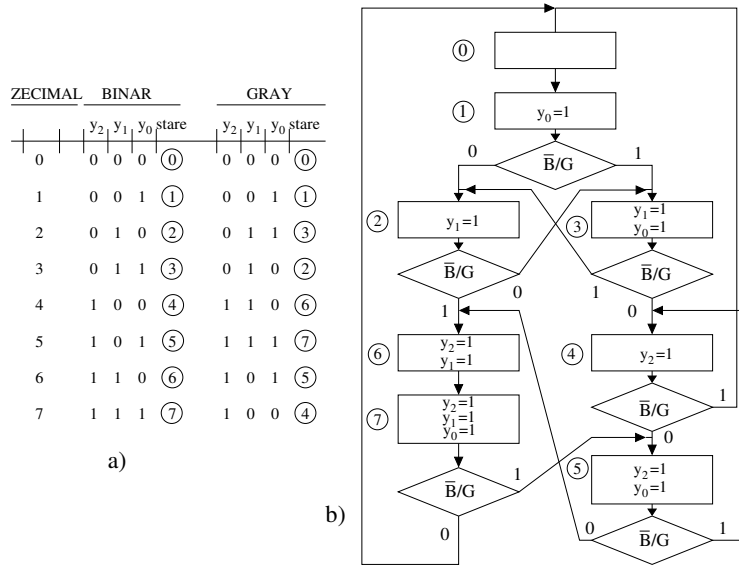


Figura P 3.21

P3.22

Rezolvare:

În mapa implicantilor din Figura P3.22-b sunt diagonalizate toate căsuțele pentru perechile de stări care produc ieșiri diferite atât pentru $x = 0$ cât și pentru $x = 1$. În restul căsuțelor, pentru care ieșirile sunt identice, se introduc perechile de stări necesare a fi echivalente pentru ca stările care definesc coordonatele căsuței respective să fie echivalente. Se analizează următoarele condiții de echivalență.

- a) $0 \sim 1$ dacă și numai dacă $0 \sim 4$ și $1 \sim 2$
- b) $0 \sim 2$ dacă și numai dacă $0 \sim 7$
- c) $1 \sim 2$ dacă și numai dacă $4 \sim 7$
- d) $3 \sim 6$ dacă și numai dacă $1 \sim 2$
- e) $4 \sim 7$ dacă și numai dacă $3 \sim 6$ și $5 \sim 8$
- f) $5 \sim 8$ dacă și numai dacă $4 \sim 7$

Rezultatul acestei analize este: a) $0 \not\sim 1$ deoarece $0 \not\sim 4$; b) $0 \not\sim 2$ deoarece $0 \not\sim 7$; c) $1 \sim 2$ dacă și numai dacă $4 \sim 7$; $4 \sim 7$ dacă și numai dacă $3 \sim 6$ și $5 \sim 8$; iar $3 \sim 6$ dacă și numai dacă $1 \sim 2$ și $5 \sim 8$ dacă și numai dacă $4 \sim 7$, deci $1 \sim 2$

Prin acest raționament se diagonalizează mai departe și căsuțele care nu au condițiile de echivalență satisfăcute și se obține mapa implicantilor din Figura P 3.22-c. Substituind stările echivalente și redenumind stările $0 = q_0$, $1 = q_1$, $2 \sim 1 = q_0$, $3 = q_2$, $4 = q_3$, $5 = q_4$, $6 \sim 3 = q_2$, $7 \sim 4 = q_3$ și $8 \sim 5 = q_4$ se obține tabelul de tranziție al stărilor/ieșirilor pentru automatul echivalent (reduc), Figura P3.22-d.

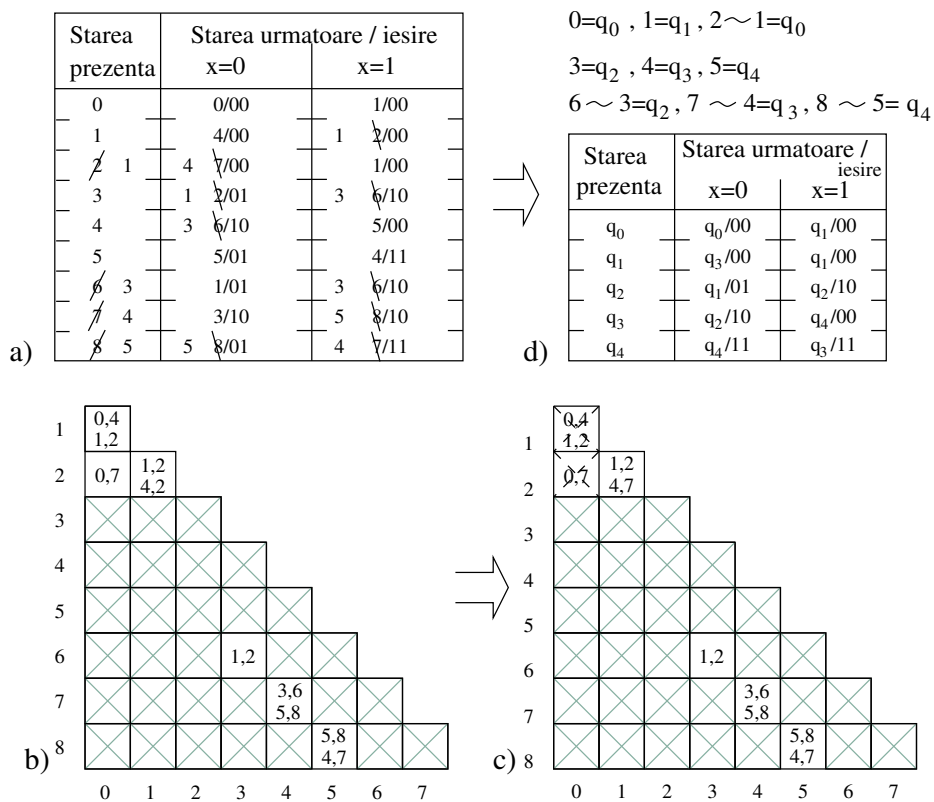
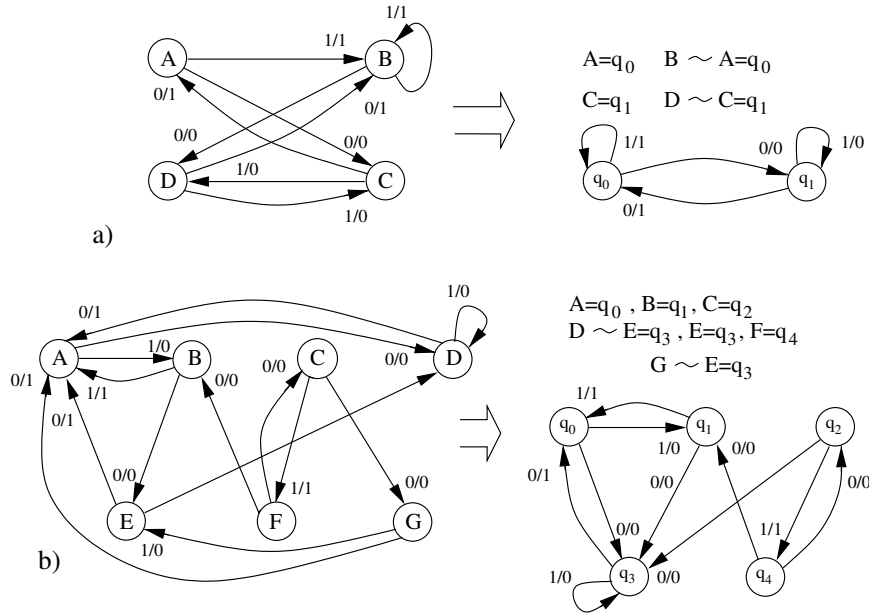


Figura P 3.22

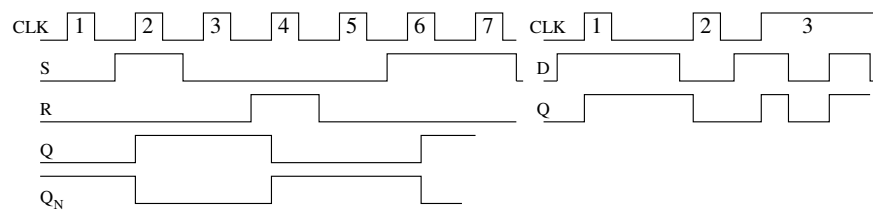
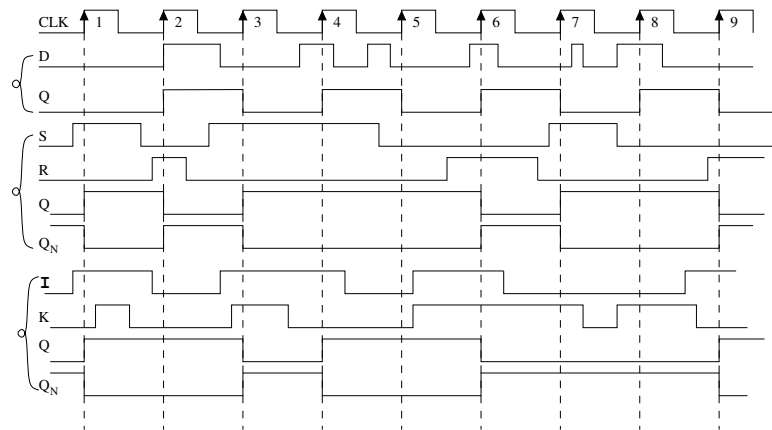
P3.23*Rezolvare:***Figura P 3.23****P3.24***Rezolvare:*

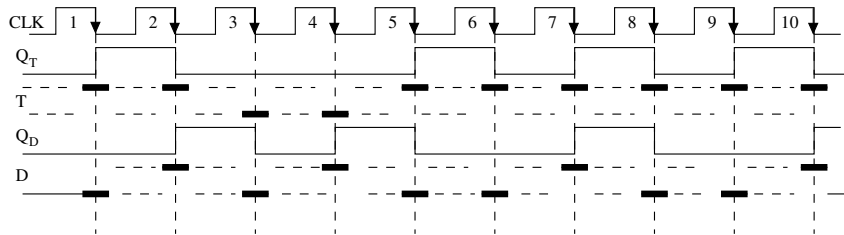
Pentru codificare în cod binar natural $q_0 = 00$, $q_1 = 01$, $q_2 = 10$, $q_3 = 11$ se obțin următoarele expresii:

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

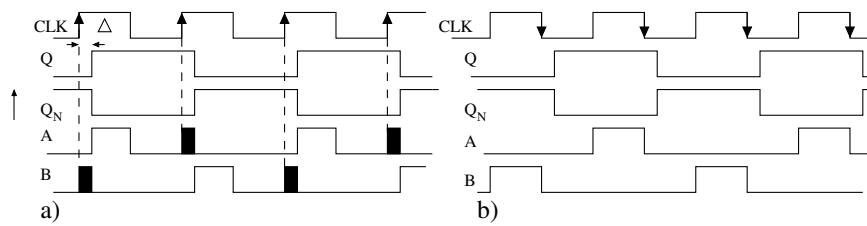
Iar pentru codificare în cod Gray $q_0 = 00$, $q_1 = 01$, $q_2 = 11$, $q_3 = 10$ se obțin următoarele expresii:

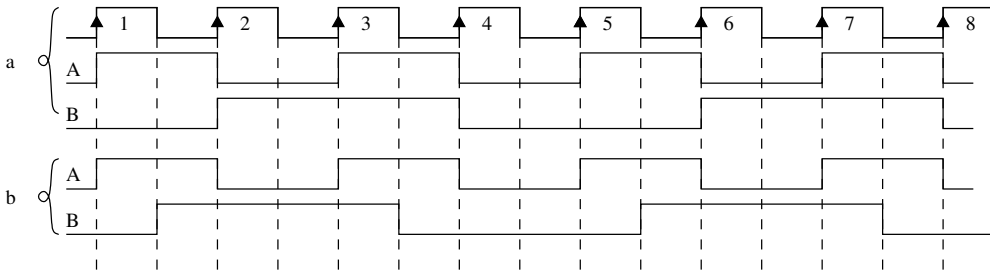
$$w_1 = z_0, \quad w_0 = \bar{x}, \quad y = \bar{z}_0 \bar{x} + \bar{z}_1 x$$

P3.25*Rezolvare:***Figura P 3.25****P3.26***Rezolvare:***Figura P 3.26**

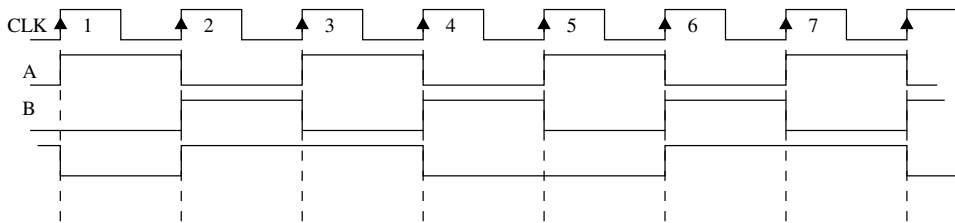
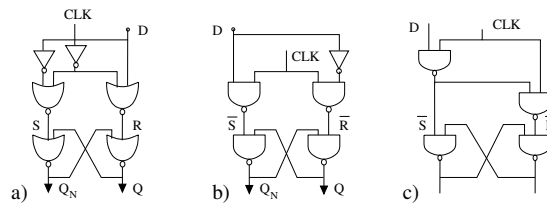
P3.27*Rezolvare:***Figura P 3.27****P3.28***Rezolvare:*

Semnalele A și B sunt în opoziție și au frecvența înjumătățită față de cea a semnalului de ceas (bistabilul divizează cu 2 deoarece $J = K = V_{CC}$). La comutația pe front pozitiv, datorită întârzierii prin bistabil ($\tau_{pLH(CQ)} = \tau_{pHL(CQ)} = \Delta$) la portile AND apar defazaje între CLK și Q, Q_N deci se generează glitch-uri cu lățimea Δ , Figura P3.28-a. Pentru eliminarea acestor glitch-uri se recomandă un bistabil cu comutația pe frontul negativ, Figura P3.28-b.

**Figura P 3.28**

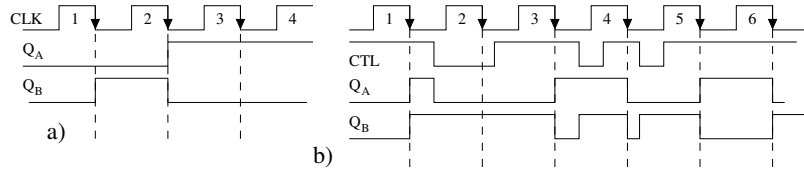
P3.29*Rezolvare:***Figura P 3.29****P3.30***Rezolvare:*

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

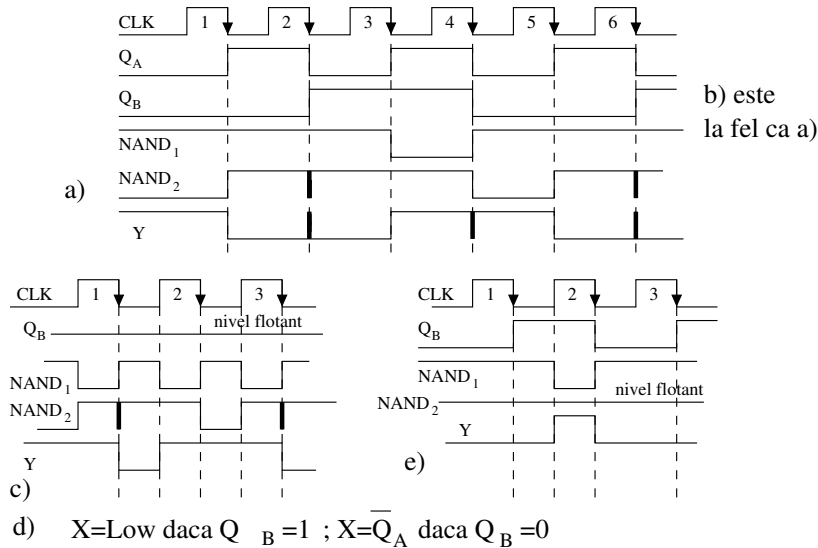
**Figura P 3.30****P3.31***Rezolvare:***Figura P 3.31**

P3.32*Rezolvare:*

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

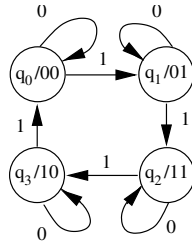
P3.33*Rezolvare:***Figura P 3.33****P3.34***Rezolvare:*

Rezolvarea este prezentată în figura 3.34.

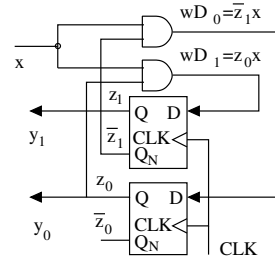
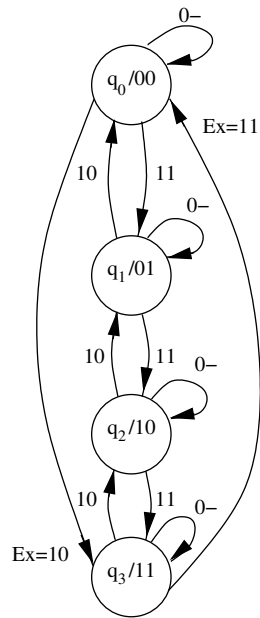
**Figura P 3.34**

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		Iesire	
	0	1	y ₁	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:*

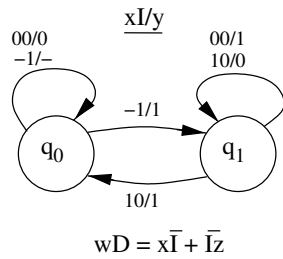
Starea prezenta z ₁ z ₀	Intrare		Starea urmat.		Intrari bistabile			
	E	x	w ₁	w ₀	wJ ₁	wK ₁	wJ ₀	wK ₀
0 0	0	0	0	0	0	—	0	—
0 0	0	1	0	0	0	—	0	—
0 0	1	0	1	1	1	—	1	—
0 0	1	1	0	1	0	—	1	—
0 1	0	0	0	1	0	—	—	0
0 1	0	1	0	1	0	—	—	0
0 1	1	0	0	0	0	—	—	1
0 1	1	1	1	1	0	—	—	1
1 0	0	0	1	0	—	0	0	—
1 0	0	1	0	0	1	—	1	—
1 0	1	0	1	1	1	—	0	1
1 0	1	1	1	1	1	—	0	—
1 1	0	0	1	1	—	0	—	0
1 1	0	1	1	1	—	0	—	0
1 1	1	0	0	1	—	0	—	1
1 1	1	1	0	0	—	1	—	1

$$\begin{aligned}
 WK_1 &= z_1 \bar{z}_0 E \bar{x} + z_1 z_0 E x = \\
 &= z_1 E (\bar{z}_0 \bar{x} + z_0 x) = \\
 &= z_1 E \bar{z}_0 \oplus x \\
 \\
 WJ_1 &= \bar{z}_1 \bar{z}_0 E \bar{x} + \bar{z}_1 z_0 E x = \\
 &= \bar{z}_1 E (\bar{z}_0 \bar{x} + z_0 x) = \\
 &= \bar{z}_1 E \bar{z}_0 \oplus x
 \end{aligned}$$

Figura P 3.37

P3.38*Rezolvare:*

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



Starea prezenta	Intrare		Starea urmat.	Iesire y	W_D
	x	I			
(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		Intrare	Starea urmat.		Bistabili D		Bistabili JK				Iesire	
z_1	z_0	x	w_1	w_0	wD_1	wD_0	wJ_1	wK_1	wJ_0	wK_0	y	
0	0	0	0	1	0	1	0	-	1	-	1	$wD_1 = z_1\bar{x} + z_0\bar{x}$
0	0	1	0	0	0	0	0	-	0	-	1	$wD_0 = z_0x + z_1\bar{x}$
0	1	0	0	1	0	1	0	-	-	0	0	$y = z_1\bar{z}_0$
0	1	1	1	1	1	1	1	-	-	0	0	$wJ_1 = z_0x$
1	0	0	1	0	1	0	-	1	0	-	0	$wK_1 = z_0x + z_0\bar{x}$
1	0	1	0	0	0	0	-	1	0	-	0	$wJ_0 = z_1\bar{x}$
1	1	0	1	0	1	0	-	0	-	1	0	$wK_0 = z_1\bar{x}$
1	1	1	1	1	1	1	-	0	-	0	0	$y = z_1\bar{z}_0$

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

$$wJ_1 = z_0 \bar{x}$$

$$wK_1 = z_0 x$$

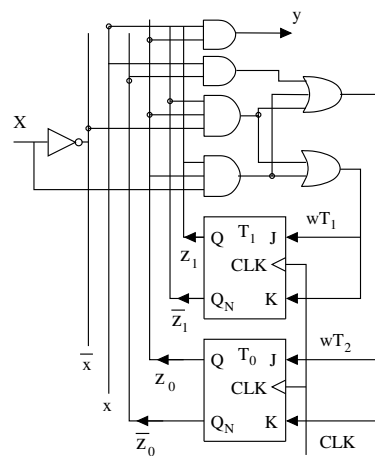
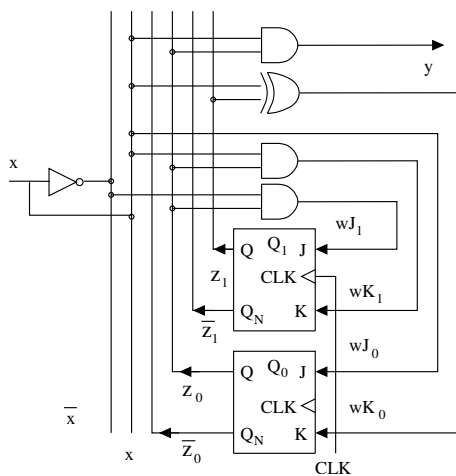
$$wJ_0 = x$$

$$wK_0 = \bar{z}_1 \bar{x}_0 + z_1 x$$

$$y = z_0 x$$

$$T_1 = z_1 z_0 x + z_1 z_0 \bar{x}$$

$$T_2 = z_1 z_0 x + z_1 \bar{z}_0 \bar{x} + z_0 \bar{x}$$

**Figura P 3.40**

P3.41

Rezolvare:

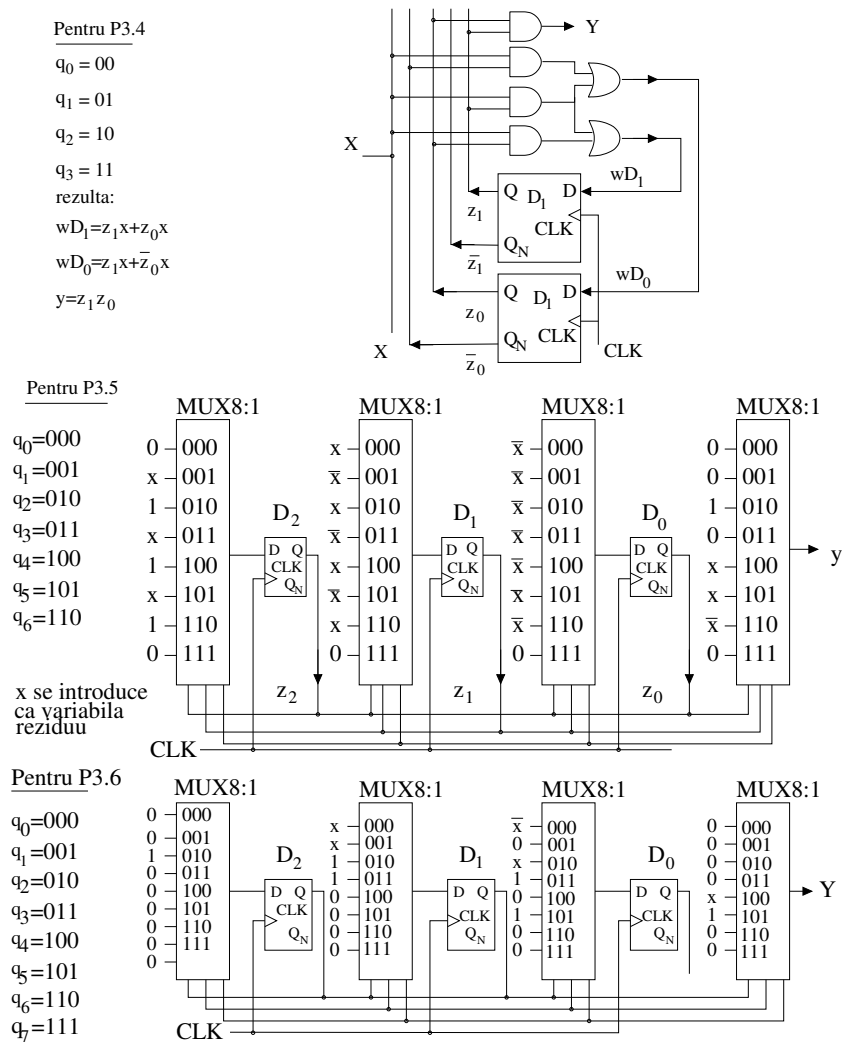


Figura P 3.41

P3.42*Rezolvare:*

a. Pentru automatul cu bistabile D.

Analizând circuitul se deduc ecuațiile funcțiilor de excitație ale bistabilelor și a ieșirii:

$$wD_1 = Ax + Bx = z_1x + z_0x$$

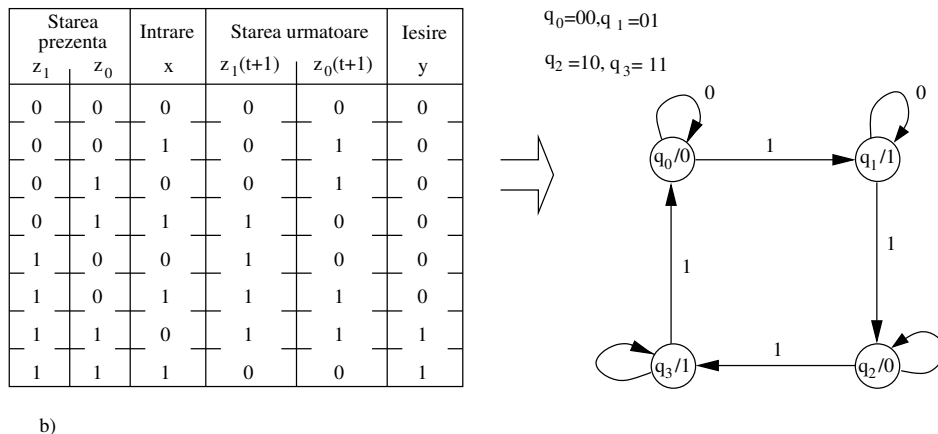
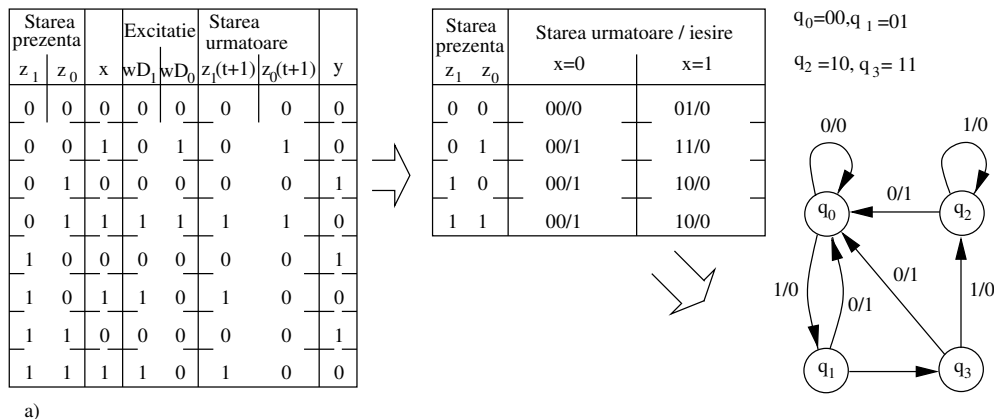
$$wD_0 = \overline{A}x = \overline{z}_1x$$

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

Pentru cele opt configurații de valori ale cuvântului xz_1z_0 se calculează valorile pentru wD_1 , wD_0 și y . Folosind ecuația de funcționare a bistabilului D, $Q(t+1) = D(t)$, se obțin simplu expresiile biților pentru starea următoare:

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

Din tabelul de tranziție al stărilor, Figura P3.42-a, se deduce ușor graful de tranziție al stărilor.

**Figura P 3.42**

b. Pentru automatul cu bistabile T.

Se deduc expresiile funcțiilor de excitație și pentru ieșire:

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

Utilizând ecuația de funcționare a bistabilului T, $Q(t+1) = \overline{T}Q(t) + T\overline{Q}(t)$, se obțin expresiile pentru biții 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 funcțiile de excitație

$$wJ_0 = wK_0 = x, \quad wJ_1 = wK_1 = z_0x, \quad y = z_1z_0x$$

iar prin utilizarea ecuației de funcționare a bistabilului JK, $Q(t+1) = J\overline{Q}(t) + \overline{K}Q(t)$ se obțin expresiile pentru biții stării următoare:

$$z_0(t+1) = \overline{x}z_0 + x\overline{z}_0, \quad z_1(t+1) = x\overline{z}_1z_0 + \overline{x}z + z_1\overline{z}_0, \quad y = z_1z_0x.$$

Biții stărilor următoare se obțin prin introducerea în aceste expresii a celor opt configurații ale cuvântului xz_1z_0 .

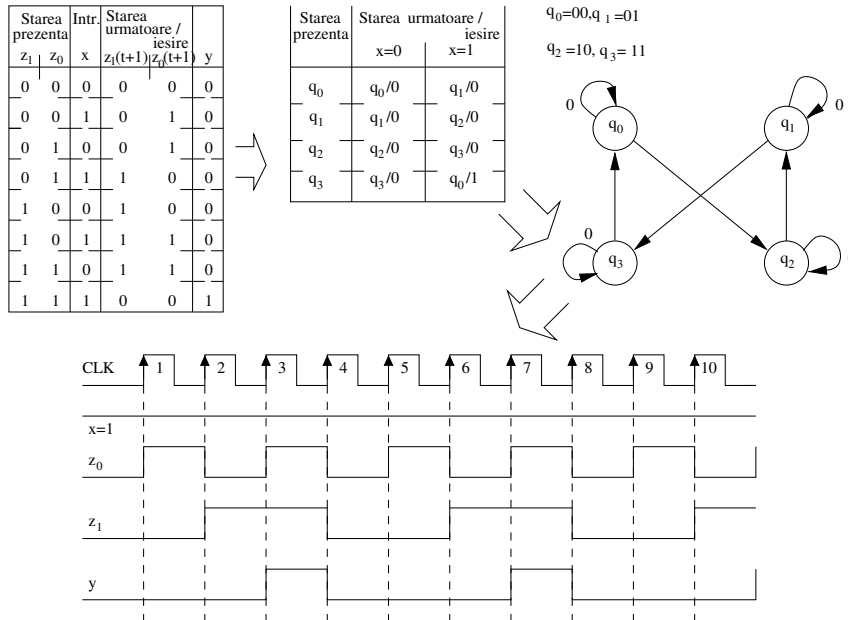


Figura P 3.43

P3.44

Rezolvare:

De fapt, acest circuit este un sumator serial pentru cuvinte de n biți. Pe fiecare tact însumează câte doi biți A_i și B_i ai celor două numere A și B , aplicați serial, plus transportul anterior C_{i-1} (care este bitul de stare prezentat, z) și se generează bitul de suma s_i și 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 inițial C_{-1} fie în 0 fie în 1. Sumarea a două numere de n biți se desfășoară pe un interval de n tacte. Funcția de excitație (transportul următor) și ieșirea au expresiile cunoscute:

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

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

Starea prezenta C_{i-1}	$A_i B_i \quad C_i / s_i$			
	00	01	11	10
0	0/0	0/1	1/0	0/1
1	0/1	1/0	1/1	1/0

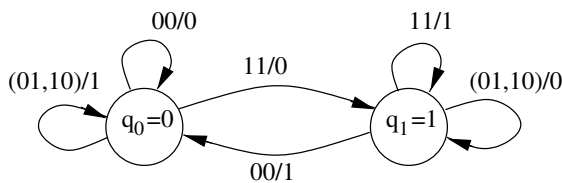
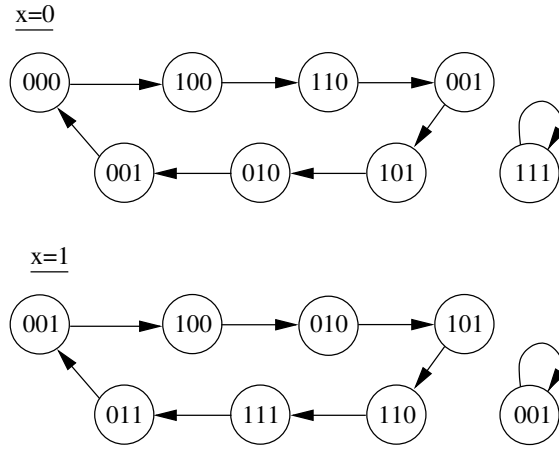


Figura P 3.44

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:
Funcțiile de excitație și ieșirea au următoarele expresii:

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

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

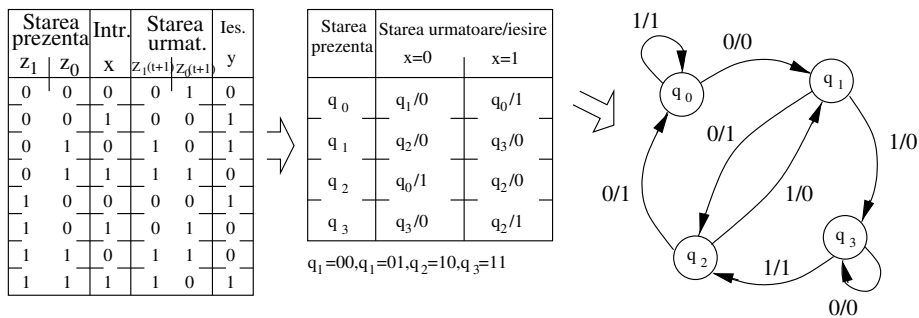


Figura P 3.46

P3.47

Rezolvare:

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

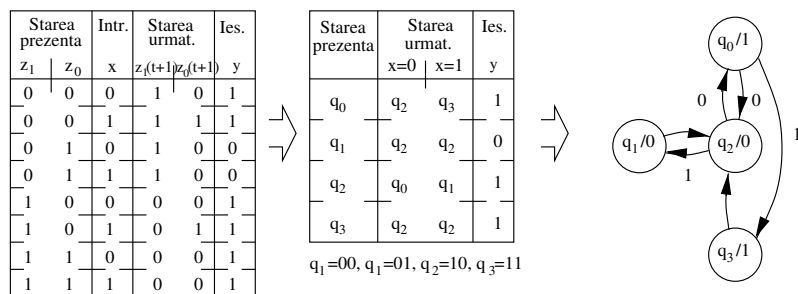
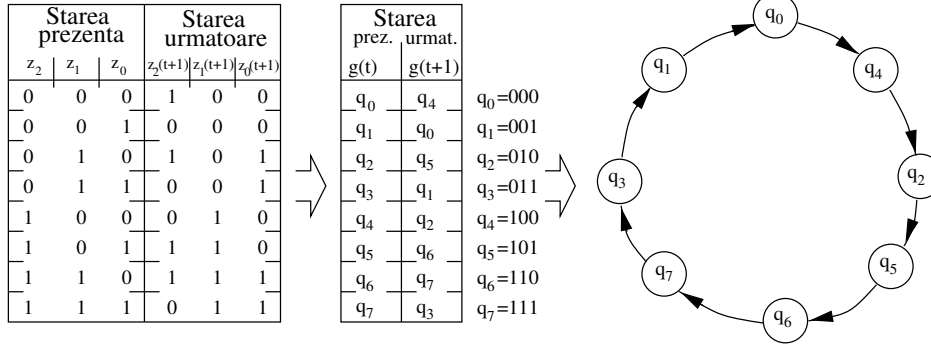


Figura P 3.47

P3.48*Rezolvare:*

Este un automat Moore fără intrare, ieșirea este cuvântul $z_2 z_1 z_0$.

$$wD_2 = (z_0 \oplus z_1) \oplus (\bar{z}_2 \bar{z}_1); \quad wD_1 = z_2, \quad wD_0 = z_1$$

**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 $V_{T1} = V_T + 0, 2V_T = 2, 5 + 0, 5 = 3V$
 $\tau_{w1} = R_x C_x \ln \frac{5V}{5V - 3V} = R_x C_x \ln 2, 5 \approx 9, 1 \mu s$
 pentru $V_{T2} = V_T - 0, 2V_T = 2, 5 - 0, 5 = 2V$
 $\tau_{w2} = R_x C_x \ln \frac{5V}{5V - 2V} = R_x C_x \ln \frac{5}{3} \approx 5, 1 \mu s$

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 relația 3.32, cu condițiile $v_c(\infty) = -V_{DD}$, $v_c(0) = V_T$ pentru descărcarea condensatorului pe R_x spre $-V_{DD}$, până la momentul $t = \tau_{w1}$ când $v_c(\tau_{w1}) = -V_{DD} - V_T$,

se obține:

$$-V_{DD} - V_T = -V_{DD} - (-V_{DD} - V_T)e^{-\tau_{w1}/R_x C_x} \rightarrow \tau_{w1} = R_x C_x \ln \frac{V_{DD} + V_T}{V_T}$$

În momentul $t = \tau_{w1}$ 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 relația 3.32, cu condițiile $v_c(\infty) = V_{DD}$, $v_c(0) = V_T - V_{DD}$, pentru încărcarea condensatorului prin R_x spre V_{DD} până la momentul $t = \tau_{w2}$, când $v_c(\tau_{w1}) = V_T$, se obține:

$$V_T = V_{DD} - (V_{DD} - V_T + V_{DD})e^{-\tau_{w2}/R_x C_x} \rightarrow \tau_{w2} = R_x C_x \ln \frac{2V_{DD} - V_T}{V_{DD} - V_T}$$

Procesul după $t = \tau_{w1} + \tau_{w2}$ se reia la fel ca din momentul $t = 0$.

Perioada de oscilație este:

$$T = \tau_{w1} + \tau_{w2} = R_x C_x \ln \frac{(V_{DD} + V_T)(2V_{DD} - V_T)}{V_T(V_{DD} - V_T)}$$

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

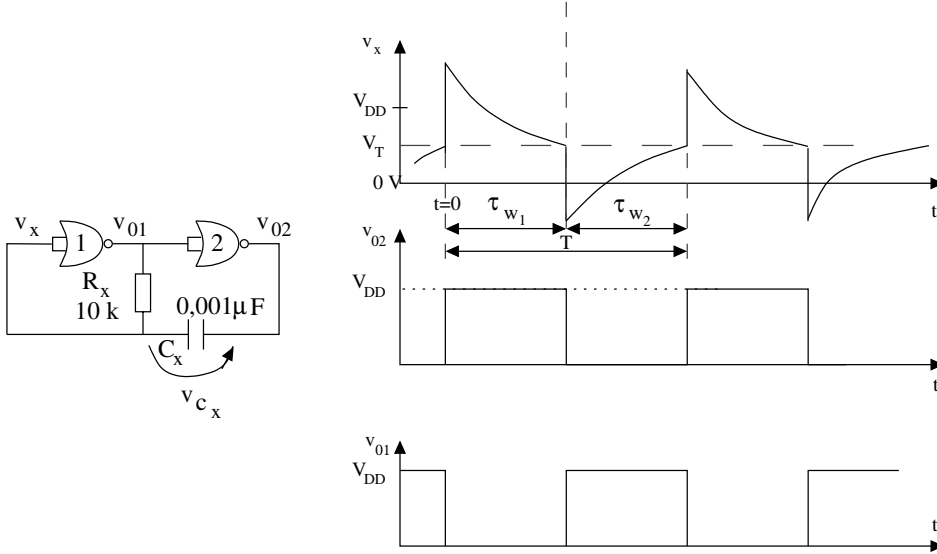


Figura P 3.51

P3.52

Rezolvare:

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

2) $T = 1/f = 1ms$, deci $\tau_{w1} = 0,75ms$, $\tau_{w2} = 0,25ms$. Alegând $C_x = 0.1\mu F$ și utilizând relațiile de la Exempl 3.19 și 3.20 rezultă:

$$R_{xA} + R_{xB} = \frac{0,75mS}{0,7 \cdot 0,1\mu F} = 10,714\Omega \text{ iar } R_{xB} = \frac{0,25mS}{0,7 \cdot 0,25\mu F} = 3571\Omega \rightarrow R_1 = 7143\Omega.$$

P3.53

Rezolvare:

Pe o linie de recepție se presupune că semnalele la capătul final (de recepție) semnalele sunt cu fronturi care se abat de la impuse pentru comanda porților TTL sau/și încărcate cu semnale perturbatoare (oscilațiile). 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 $\sim 1.35V$ impusă de deschiderea celor două diode D_1 și D_2 . Astfel cele două tensiuni de referință (praguri) ale triggerului Schmitt sunt $V_{p+} = 1.4V$ și $V_{p-} = 0.7V$. Ieșirea V_0 respectă nivelurile de tensiune TTL deoarece este produsă de un etaj de ieșire ("Totem-pole").

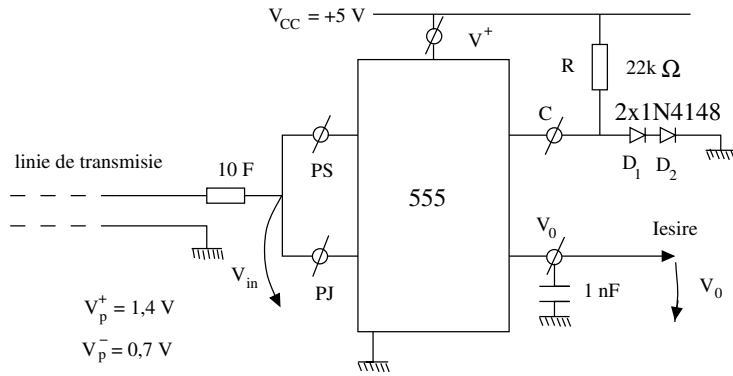


Figura P 3.53

P3.54

Rezolvare:

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

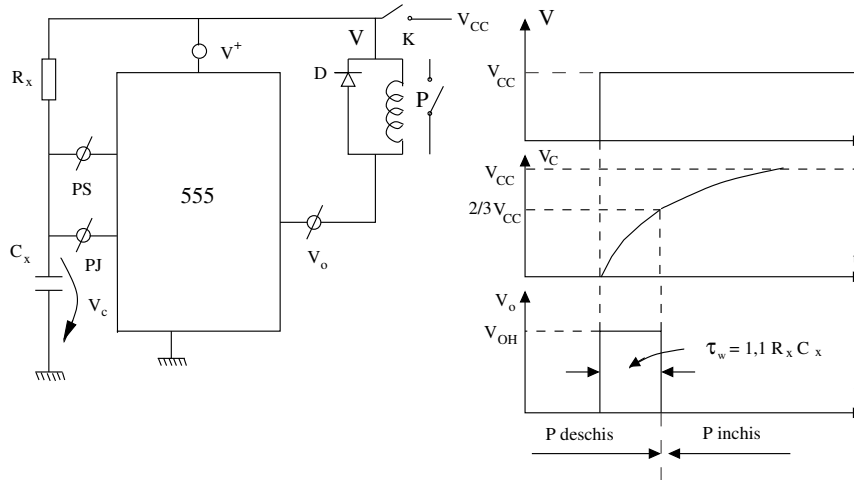


Figura P 3.54

P3.55*Rezolvare:*

Sucesiunea stărilor este: 000, 001, (000), 010, 011, (010), (000), 100, 101, (100), 110, 111, (110), (100), 000, 001, ...

Ieșirile se obțin 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:*

$\tau_{Pmax} = 3 \cdot \tau_{CQ} = 24\mu s$ și apare la tranzițiile 011 \rightarrow 100 și 111 \rightarrow 000

P3.58*Rezolvare:*

Generatorul de faze generează doar o singură ieșire activă pentru fiecare configurație de intrare. Pentru configurații de intrare, obținute de la un numărator modulo 8, se generează opt faze succesive corespunzătoare modificării conținutului număratorului de la 0 la 7. Se poate implementa cu porți SAU un DCD3:8 (74 x 138) dar aplicarea ieșirilor număratorului la implementarea cu porți trebuie strobate cu semnalul de ceas CLK pentru eliminarea hazardului.

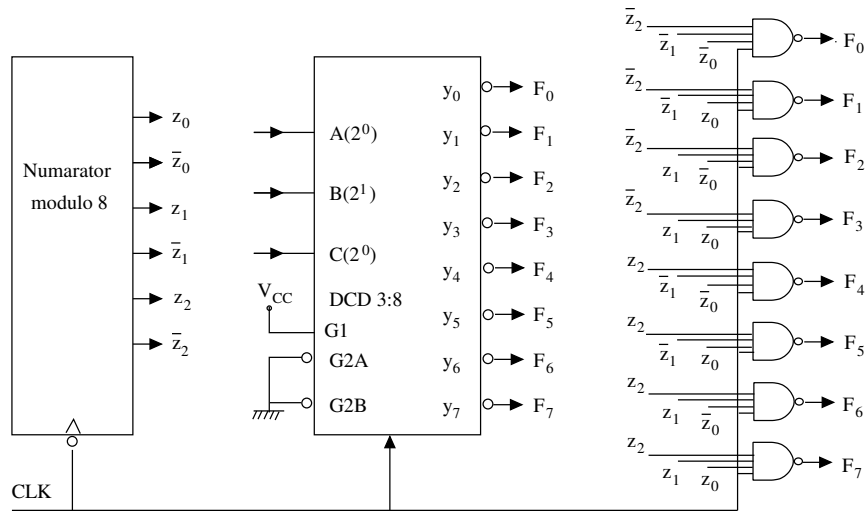


Figura P 3.58

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

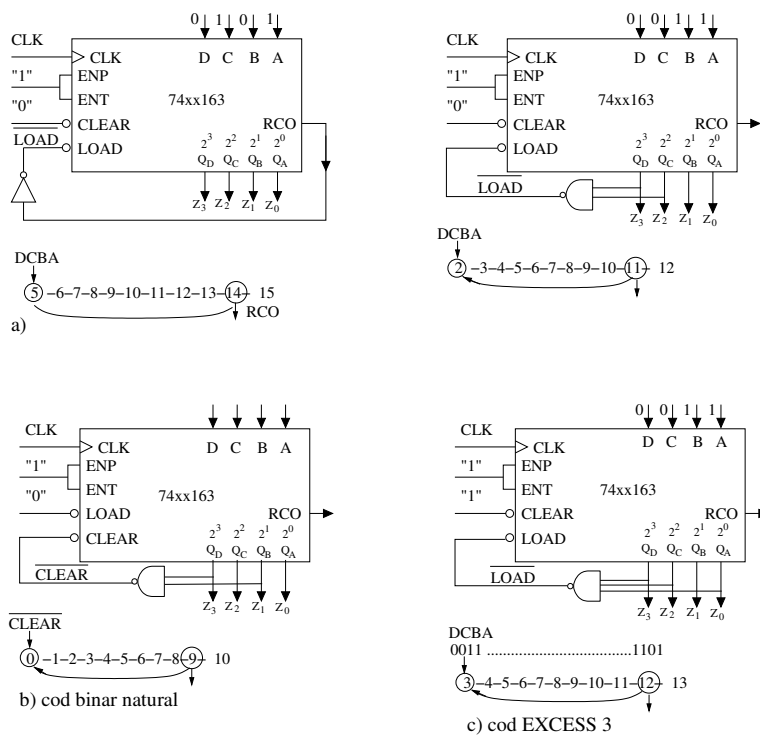


Figura P 3.60

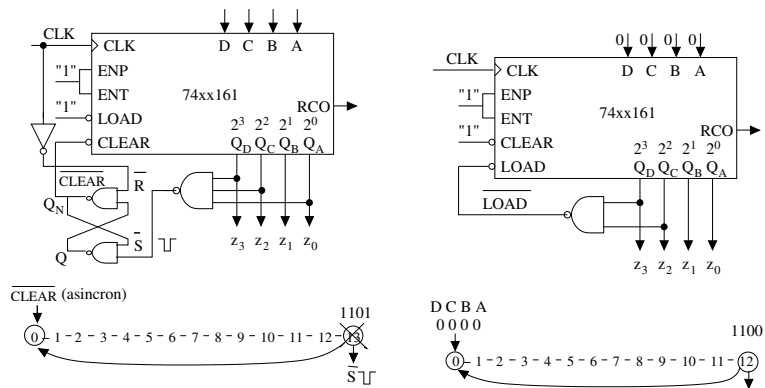


Figura P 3.61

P3.62*Rezolvare:*

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

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/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/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/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/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/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/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 obține ca un produs logic între semnalele de control ENT și ENP iar depășirea de capacitate RCO se obține ca un produs logic între semnalul numărător plin, CO, și semnalele de control ENT, $RCO=ENT \cdot CO$.

În Figura P3.63-a este prezentată o extensie serie pentru 16 biți. Semnalul depășire de capacitate RCO de la circuitul numărător i este aplicat ca semnal de validare la circuitul $i+1$, $RCO_i=(ENT \cdot ENP)_{i+1}$. 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 biți este realizată într-o conexiune paralelă (similar structurii de numărător 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 depășirea de capacitate RCO de la acest circuit, este validat de conjuncția tuturor semnalelor de depășire RCO de la circuitele de anterioare. Semnalele CLEAR, LOAD, CLK și ENP sunt comune pentru toate circuitele 74xx163. Perioada minimă de ceas τ_{CLKmin} , la un numărător din n circuite, trebuie să respecte relația $\tau_{CLKmin} \geq \tau_{pN} + \tau_{pAND} + \tau_{SU}$. La fel ca și la numărătorul sincron paralel pentru n mare, ultima poartă AND nu poate fi realizată pe un singur nivel logic deci în relația anterioară τ_{pAND} se multiplică de câteva ori.

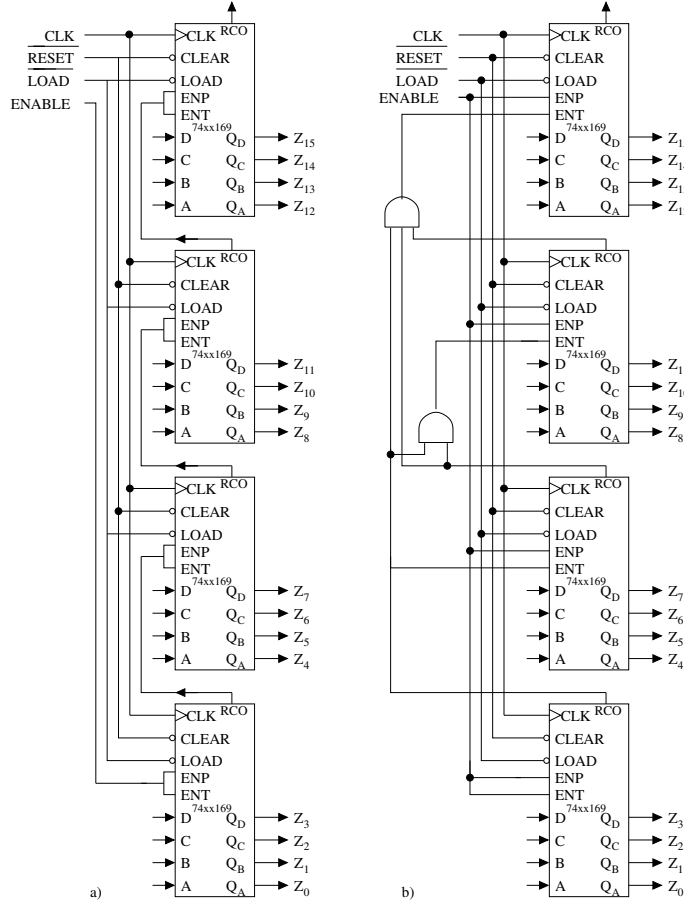


Figura P 3.63

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 $z_7 z_6 \dots z_1 z_0 = 00000000, 00000001, \dots, 10000000$ se detectează doar bitul \bar{z}_7 care se aplică pentru resetarea numărătorului $\overline{CLEAR} = \bar{z}_7$, Figura P3.64-a.

Pentru numărarea într-un cod oarecare cea mai simplă variantă 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 inițiale 01111111 ($255 - 129 = 126$) semnalul de depășire a capacității de numărare $\overline{LOAD} = \overline{RCO}$. Secvența de numărare este: 127, 128, 129, \dots , 254, 255, 127, 128, 129, \dots , Figura P3.64-b. Se pot structura și alte variante prin detectarea stării finale respective q_f și încărcarea stării inițiale q_i ($q_i = q_f - 129 + 1$).

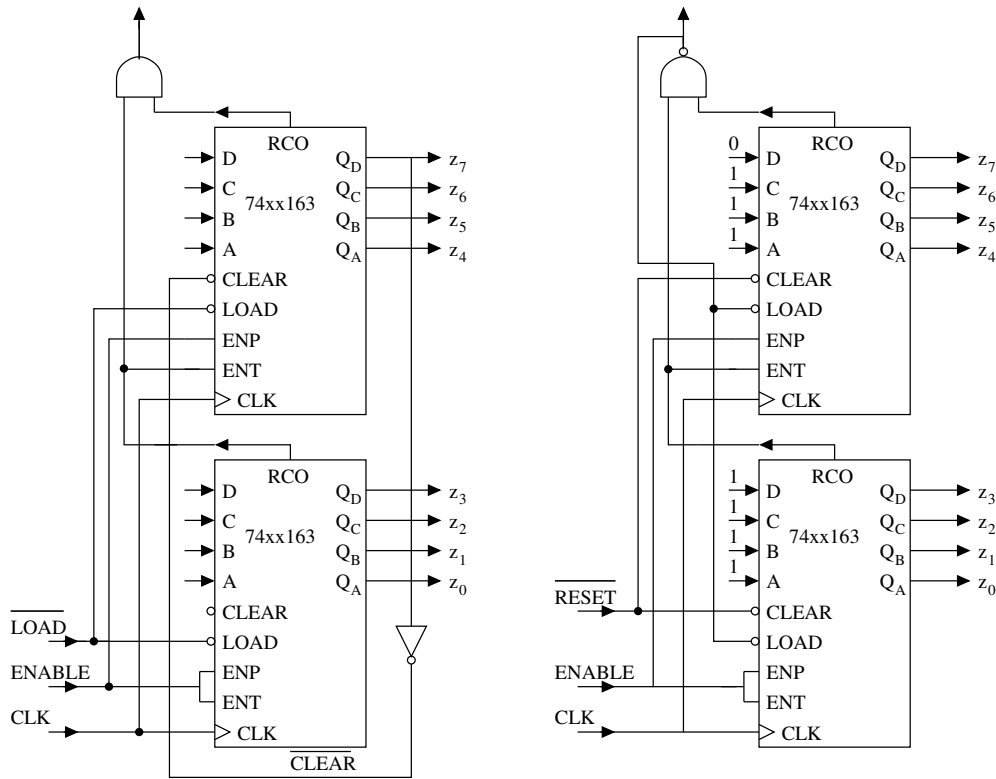


Figura P 3.64

P3.65*Rezolvare:*

$$\begin{aligned}
\text{a)} \quad & D_0 = z_0 \oplus EN \\
& D_1 = z_1 \oplus (z_0 \cdot EN) \\
& D_2 = z_2 \oplus (z_1 \cdot z_0 \cdot EN) \\
& D_3 = z_3 \oplus (z_2 \cdot z_1 \cdot z_0 \cdot EN) \\
\text{b)} \quad & D_2 = z_2 \oplus z_1 \\
& D_1 = z_2 \bar{z}_1 + z_0 \\
& D_0 = \bar{z}_2 \bar{z}_1 \bar{z}_0
\end{aligned}$$

P3.66*Rezolvare:*

$$\begin{aligned}
T_3 &= (z_0 \cdot z_3 + z_0 \cdot z_1 \cdot z_2)EN \\
T_2 &= z_0 \cdot z_1 \cdot EN \\
T_1 &= z_0 \cdot z_3 \cdot EN \\
T_0 &= EN \\
CO &= z_0 \cdot z_3
\end{aligned}$$

P3.67*Rezolvare:*

<u>Starea</u>						Funcțiile de excitație						
prezentă			următoare									
	z_2	z_1	z_0	w_2	w_1	w_0	wJ_2	wK_2	wJ_1	wK_1	wJ_0	wK_0
a)		0	0		0	1			0	-	1	-
		0	1		1	0			1	-	-	1
		1	1		0	0			-	1	0	-
b)	0	0	0	0	0	1	0	-	0	-	1	-
	0	0	1	0	1	0	0	-	1	-	-	1
	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)

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

P3.68

Rezolvare:

Coeficientul fracțional 0,375 trebuie exprimat ca o fracție cu numitorul puteri ale lui 2: $0,375 = K/2^n \rightarrow$ 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 și variația în timp a semnalelor generate sunt prezentate în Figura P3.68.

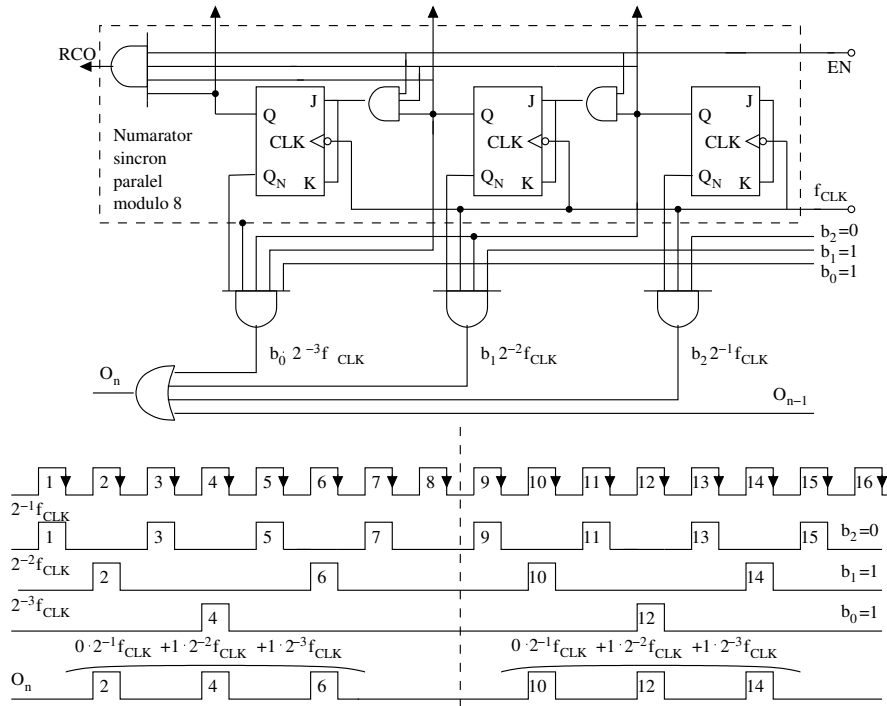


Figura P 3.68

P3.69*Rezolvare:*

Reducând tensiunea rețelei prin transformatorul TR, Figura P3.69-a, prin redresarea monoalternanței cu dioda D și apoi printr-o poartă trigger Schmitt se obține un semnal dreptunghiular cu frecvența de 50 Hz. Acest semnal divizat printr-un numărator modulo 50, se transformă într-un semnal cu perioada de 1 s, care se aplică la intrarea circuitului pentru contorizarea și afișarea secundelor, minutelor și orelor.

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

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

Numărătorul divizor prin 12 pentru ore, Figura P3.69-c se obține prin înserierea unui numărator BCD (74xx160) pentru unități, cu un numărator modulo 2 pentru zeci, care este un bistabil JK cu comutația pe frontul negativ (comandat de z_3 când numărătorul BCD realizează tranziția din 9 în 0; tranziția este indicată prin săgeți în Tabelul P 3.69-c). Pe ieșirea divizorului de ore poarta G_2 identifică cuvântul Q , $z_3z_2z_1z_0 = 1, 0010$ care reprezintă timpul de 12 ore și comandă, prin semnal $\overline{LOAD} = 0$, forțarea în starea următoare Q , $z_3z_2z_1z_0 = 0, 0001$ la apariția semnalului de clock (ce se obține când numărătorul de minute și cel de secunde trec de la valorile de 59 la 00).

Frecvență rețelei este menținută în plaja de $\pm 0.2\%$ față de 50 Hz. Pentru precizie ridicată se utilizează oscilatoare cu cuarț.

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 ieșire, la trecerea unei mașini 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 numărator reversibil modulo C_{max} . Semnalul de depășire capacitate RCO, printr-o interfață, activează semnalul luminos și închiderea barierei. Numărătorul modulo 100 este compus din două numărătoare BDC (74xx190) comandate pe intrarea de sens de numărare, \overline{D}/I , de către ieșirea Q_N a unui latch SR iar intrările de ceas de către frontul pozitiv al semnalului $CLK = \overline{S} + \overline{R}$, Figura P3.70-b. La apariția unui impuls S sau R, de la senzorii optici, ieșirea 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 $CLK = \overline{S} + \overline{R}$) se comandă numărătoarele 74xx190.

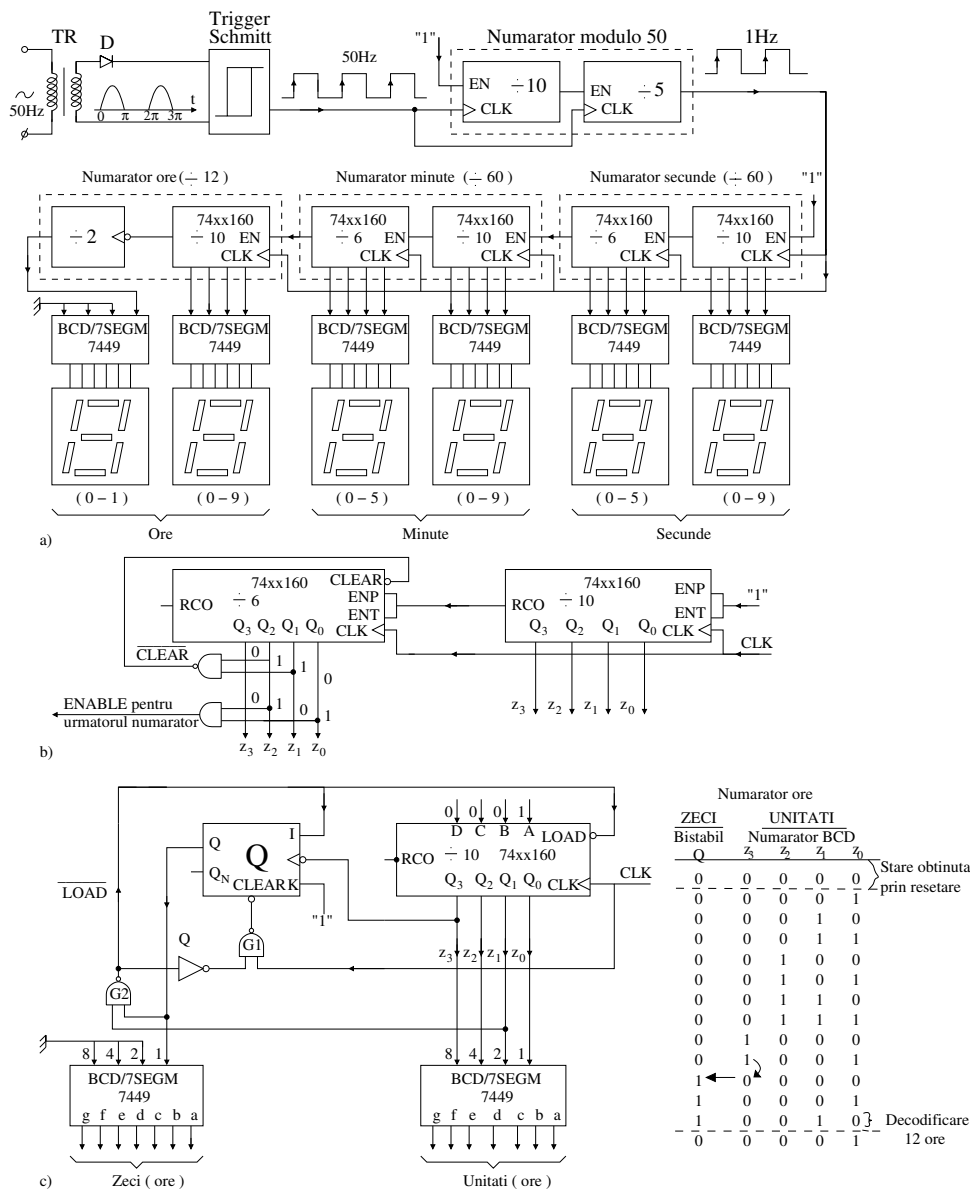


Figura P 3.69

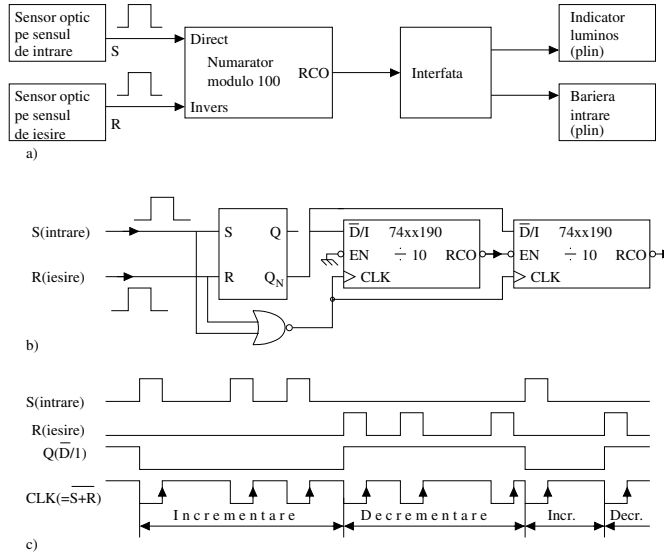


Figura P 3.70

P3.71*Rezolvare:*

Pentru cazul când $x_2 = 0$, $x_1 = 1$, $x_3 = 1$ se parcurg succesiv și ciclic stările $q_0 - q_1 - q_2 - q_3 - q_4 - q_5 - q_0 - \dots$, "ruperea" acestui ciclu se face numai pentru căile de tranziție L_2, L_5, L_8 și 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 numărator presetabil. Bucla care se închide în jurul număratorului presetabil, printr-un MUX8:1, calculează pentru tranzițiile L_2, L_5, L_8 și L_9 activarea semnalului de încărcare \overline{LOAD} . A doua buclă a număratorului, care calculează valoarea cuvântului ce este forțat în numărător la tranzițiile L_2, L_5, L_8 și L_9 , se realizează cu porți deoarece, în diagrama V-K de sinteză existând mai multe tranziții indiferente pentru prescriere din exterior, se poate obține o reducere pronunțată a numărului de porți necesare, Figura P3.71.

P3.72*Rezolvare:*

La prima vedere soluția ar fi identică cu cea de la problema P3.71. Dar se observă că trei dintre tranziții, L_2, L_5 și L_8 , produc rămânerea în aceeași stare și numai o singură cale de tranziție, L_9 , necesită înscrierea într-o altă stare iar pentru celelalte căi de tranziție parcurgerea stărilor se face succesiv și ciclic, deci semiautomatul poate fi realizat pe baza unui numărător. Printr-o buclă ce se închide în jurul număratorului, printr-un MUX8:1, se calculează pentru tranzițiile L_2, L_5 și L_8 dezactivarea semnalului de validare ENable care va inhiba procesul de numărare, deci numărătorul va rămâne în aceeași stare. O altă buclă ce va forța încărcarea din exterior se realizează cu porți deoarece semnalul de \overline{LOAD} se calculează doar pentru o singură cale de tranziție 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	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	0	0	0	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	0
L ₉	1	—	—	q_5	1	0	1	q_0	0	0	0	0	0	0	0	0

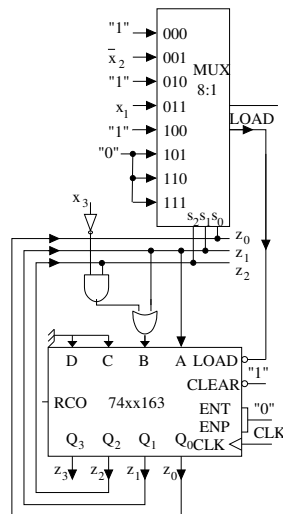
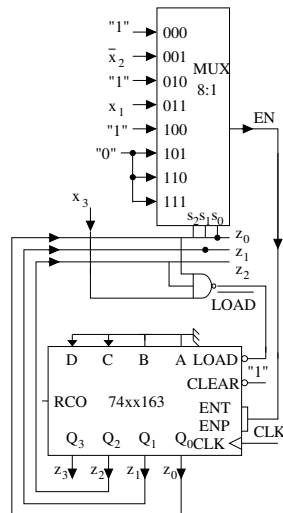


Figura P 3.71

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	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	0	—	—	—
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	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	0	0	0

a)



b)

Figura P 3.72

acelorași argumente ca la P3.71, bucla pentru calculul cuvântului forțat în numărător implementarea se face cu porți, Figura P3.72.

P3.73

Rezolvare:

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

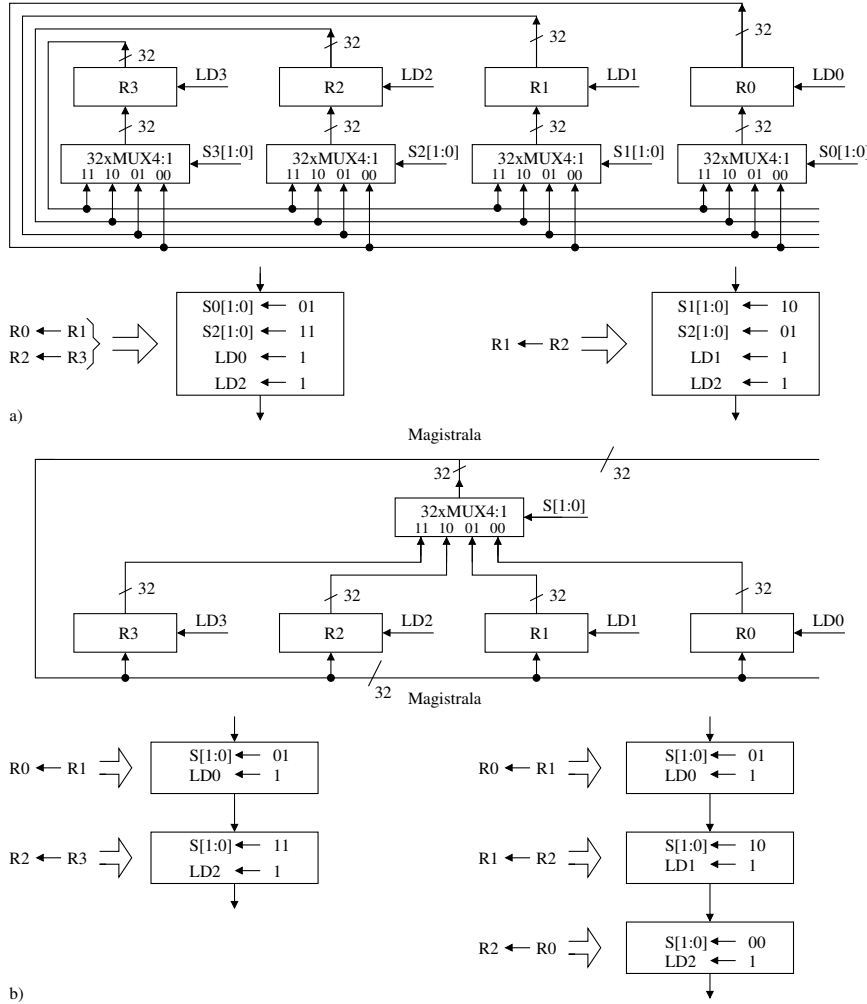


Figura P 3.73

deci pe un singur tact, se poate realiza $R0 \leftarrow R1$ și $R2 \leftarrow R3$, la fel și pentru operația SWAP. În schimb, dacă un MUX4:1 consumă 5 porți sunt necesare $5 \times 32 \times 4 = 640$ porți. Numărul total de conexiuni punct-la-punct pentru n registre este $n(n-1)/2$.

Pentru organizarea cu o singură magistrală de 32 biți, Figura P3.73-b transferul $R0 \leftarrow R1$

și $R2 \leftarrow R3$ se poate realiza numai în două stări (2 tacte). Operația SWAP $R1, R2$ necesită 3 stări (3 tacte) și pierderea conținutului registrului $R0$ utilizat ca registru temporar. Pentru conectare se consumă $5 \times 32 = 160$ porți, $(160/640 \rightarrow 25 \%)$, în schimb magistrala este o resursă critică (se așteaptă accesul la magistrală).

Realizați conectarea la magistrală a registrelor prin buffere TSL.

P3.74

Rezolvare:

Se detectează cifra $9 = 1001|_2$, printr-o poartă AND, și se forțează 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 obține prin $RCO_S = C_0 \cdot CLK$

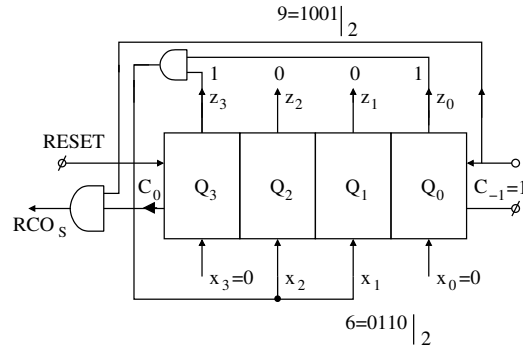


Figura P 3.74

P3.75

Rezolvare:

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

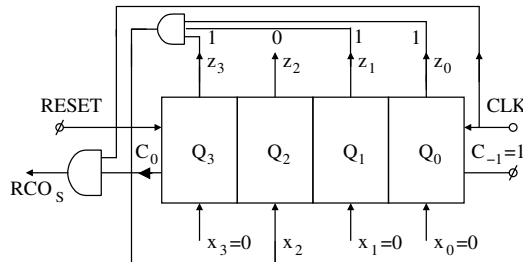


Figura P 3.75

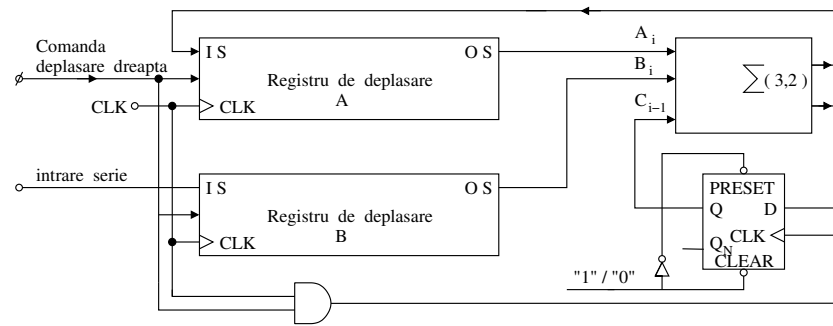
P3.76*Rezolvare*

- a) La structura din Figura P3.44 se atașează două registre de deplasare, Figura P3.76-a. Prin ieșirile 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 rezultat 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 și 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 și 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 conținutul registrului A), este introdus în registrul A; numai pe următoarele n tacte se obține suma în registrul A. Dacă se realizează o sumă $(A+B)+C+D+\dots$ 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 tranziție al stărilor, Figura P3.76-b, care este o transcriere adaptată a Tabelului 1.6, se deduc funcțiile de excitație wJ, wK pentru bistabilul JK și ieșirea s_i
- $$s_i = A_i \oplus B_i \oplus C_{i-1}; \quad wJ = \overline{A_i} \overline{B_i} = \overline{(A_i + B_i)}; \quad wK = A_i B_i$$
- Încărcarea operanzilor și efectuarea sumării se realizează ca și la sumatorul serial cu bistabil D.

P3.77*Rezolvare:*

În tabelul de tranziție 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 obține valoarea 1. Din tabelul de tranziție al stărilor se deduc funcțiile de excitație corespunzătoare celor patru bistabile, Figura P3.76-b.

$$\begin{aligned} wJ_1 &= \overline{z}_4 & wJ_2 &= z_1 & wJ_3 &= z_2 & wJ_4 &= z_3 \\ wK_1 &= z_3 & wK_2 &= \overline{z}_1 & wK_3 &= z_2 & wK_4 &= \overline{z}_3 \end{aligned}$$



b)

Intrari		Starea prez	Starea urm	iesire	Comanda bistabil	
A _i	B _i	C _{i-1}	C _i	s _i	wJ	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

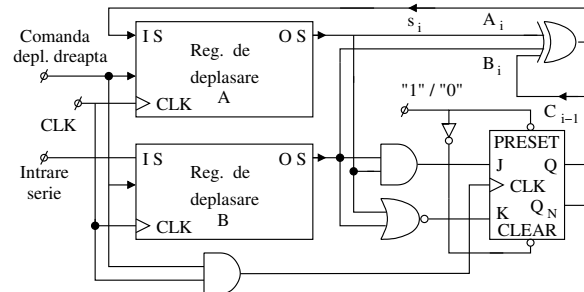


Figura P 3.76

Starea prezenta					Starea urmatoare				
Cod	z ₄	z ₃	z ₂	z ₁	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	6	1	1	0	0
5	1	1	1	0	7	1	0	0	0
6	1	1	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	0	0	0					

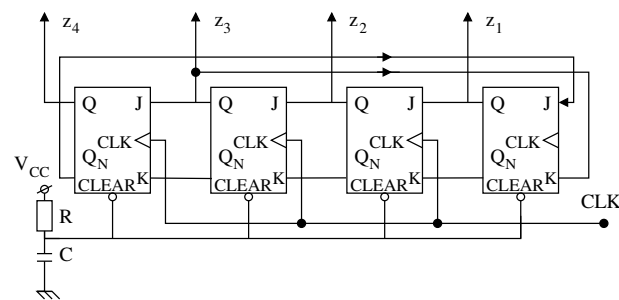
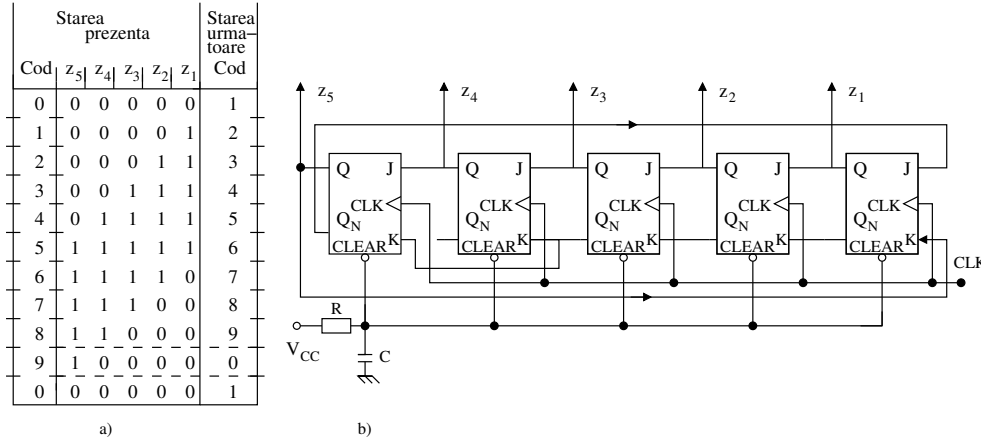


Figura P 3.77

P3.78*Rezolvare:*

- a) Inspectând tabelul de tranziție al stărilor pentru numărătorul Johnson cu cinci celule, Figura P3.78-a, se deduc intrările porțile AND cu două intrări care generează fazele:
- $$\begin{array}{lllll} F_0 = \bar{z}_5 \bar{z}_1 & F_2 = \bar{z}_3 z_2 & F_4 = \bar{z}_5 z_4 & F_6 = z_2 \bar{z}_1 & F_8 = z_4 \bar{z}_3 \\ F_1 = \bar{z}_2 z_1 & F_3 = \bar{z}_4 z_3 & F_5 = z_5 z_1 & F_7 = z_3 \bar{z}_2 & F_9 = z_5 \bar{z}_4 \end{array}$$
- b) Pentru nouă faze se modifică numărul de stări ale numărătorului Johnson de la 10 la 9; se procedează în același mod ca la problema P3.77 dar se elimină stare $z_5 z_4 z_3 z_2 z_1 = 10000$. Se modifică următoarele conexiuni $wJ_5 = z_4$; $wK_5 = \bar{z}_3$. Modul cum se culeg semnalele pentru cele nouă faze este prezentat în Figura P3.76-b.

**Figura P 3.78****P3.79***Rezolvare:*

- a) Conexiunile exterioare se realizează ca în Figura P3.79-a. Inițializarea în starea $z_4 z_3 z_2 z_1 = 0001$ se realizează prin activarea intrării de încărcare $LOAD/\overline{DEPLASARE} = 1$, $S_1 S_0 = 11$. După dezactivarea încărcării $LOAD/\overline{DEPLASARE} = 0$, $S_1 S_0 = 10$, la fiecare impuls de ceas se obține o secvență ciclică între următoarele 4 stări legale:

$$0001 \rightarrow 0010 \rightarrow 0100 \rightarrow 1000 \rightarrow 0001 \rightarrow \dots$$

Dacă nu se inițializează, 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 și cu autocorecție este dată în problema P3.80).

- b) Conexiunea exterioară se realizează ca în Figura P3.78-b. Prin inițializare $LOAD/\overline{DEPLASARE} = 1$, $S_1 S_0 = 0$ se încarcă $z_4 z_3 z_2 z_1 = 1100$, după care prin $LOAD/\overline{DEPLASARE} = 0$ se obține secvența ciclică: $1100 \rightarrow 0110 \rightarrow 0011 \rightarrow 1001 \rightarrow 1100 \rightarrow 0100 \rightarrow \dots$

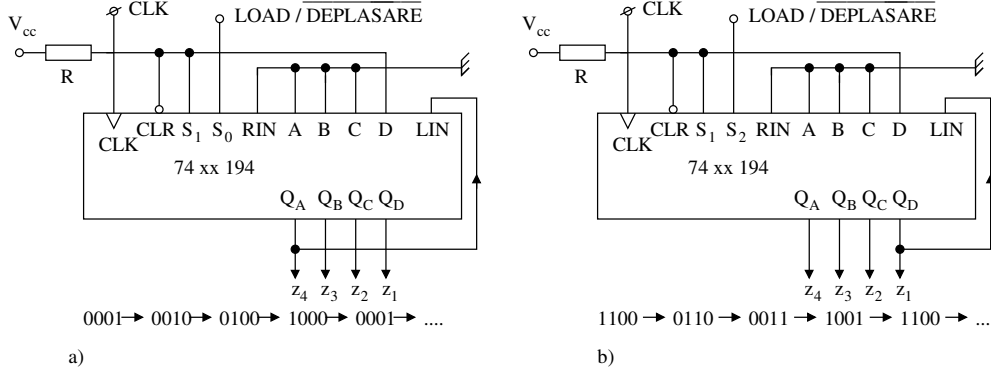


Figura P 3.79

P3.80

Rezolvare: Conexiunile exterioare circuitului sunt cele din Figura P3.80. Intrarea serie pentru deplasare stânga, L_{IN} , nu se obține 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 reacția, 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 inițializare deoarece din oricare stare ilegală se autoamorsează și se corectează (în trei tacte). Pentru un registru cu n celule se ajunge în ciclul normal în $(n-1)$ tacte, reacția se realizează printr-o poartă NOR cu $(n-1)$ intrări. Dacă se recirculează un cuvânt cu un singur zero, și nu cu un singur unu, se utilizează o poartă NAND cu $(n-1)$ intrări conectate la ieșiri în afară de z_n .

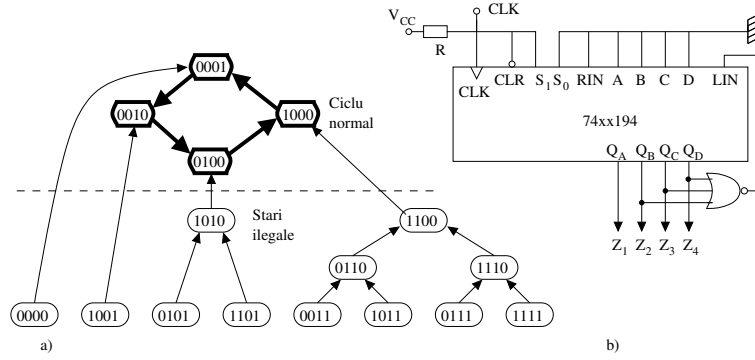


Figura P 3.80

P3.81

Rezolvare:

a - Conexiunile necesare, în exteriorul circuitului 74xx195, sunt cele prezentate în Figura P3.81-a. Bucla de reacție inversată se realizează printr-un inversor de la ieșirea z_4 la intrarea serie deplasare stânga LIN. Inițializarea 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 ștergere, 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 corecție $s_0 = \overline{z_4 + z_1}$, 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 și la următorul impuls de tact se înscrie starea (corectă) $z_4z_3z_2z_1 = 0001$. La un numărator Johnson cu n celule numai dintr-o stare ilegală se poate ajunge, după maximum $(n-2)$ tacte, în starea $0 \times \dots \times 0$, din care, detectată cu o poartă NOR cu două intrări, la următorul tact, se încarcă din exterior cuvântul $00\dots001$. Nu mai este necesar circuitul de autoamorsare pentru că, dacă circuitul se “trezește” la conectarea tensiunii de alimentare într-o stare ilegală, după maxim $(n-1)$ tacte începe ciclul normal.

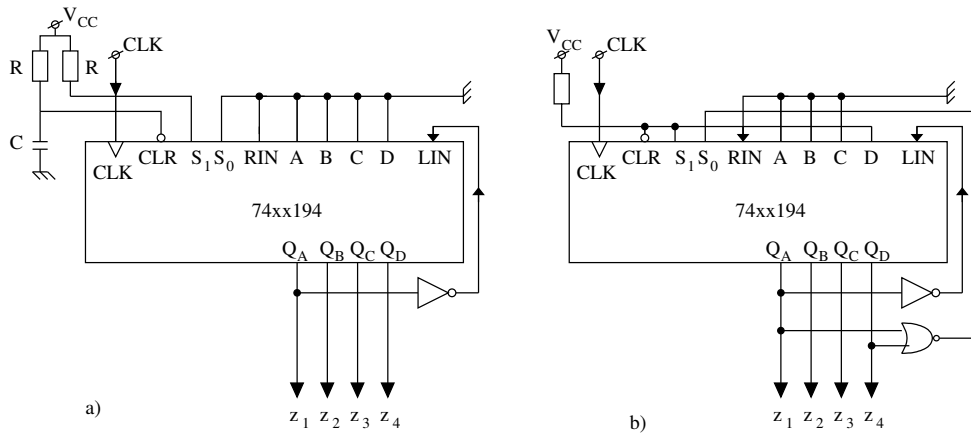


Figura P 3.81

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. Atașând circuitul de autocorecție și autoamorsare, realizat cu poarta NOR cu trei intrări (desenat cu o linie întreruptă pe figură) se obțin 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 corecție și 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-... Celălalte două structuri corespunzătoare polinomului inversat $x^4 \oplus x \oplus I$ corespund circuitelor din Figura 3.85-b și 3.85-c. Pentru implementarea celor două structuri (cu sumator extern și 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.

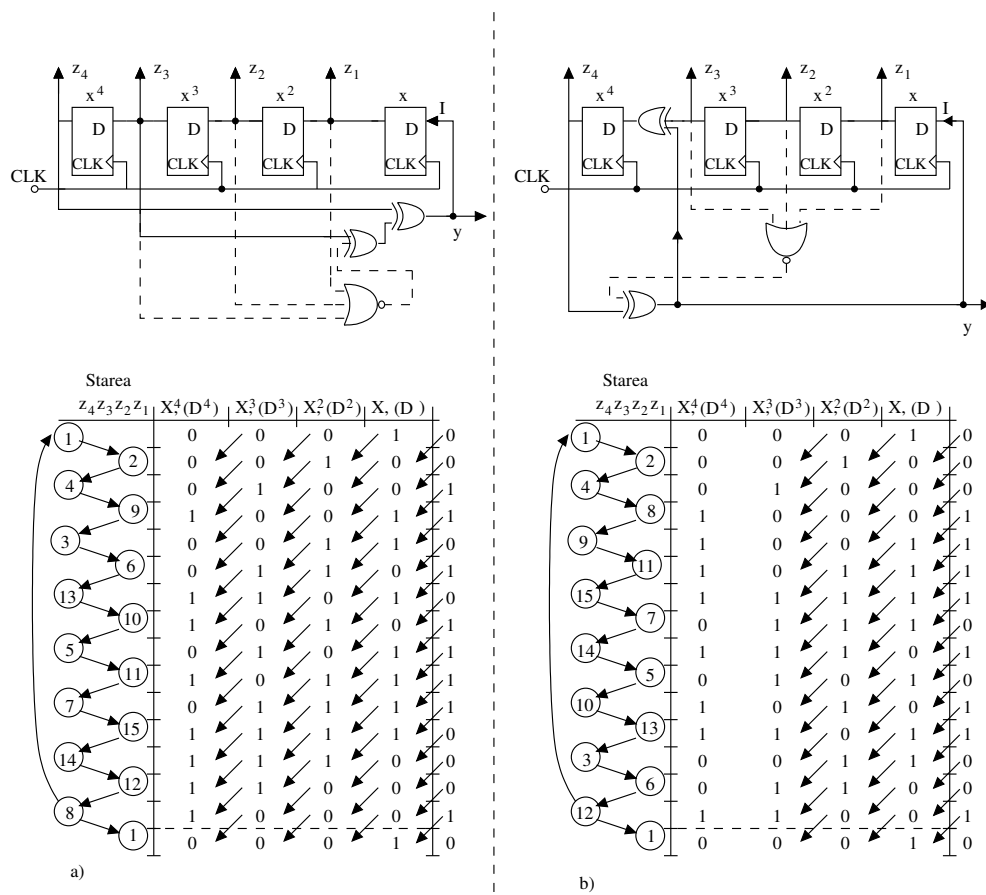


Figura P 3.82

P3.83*Rezolvare:*

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

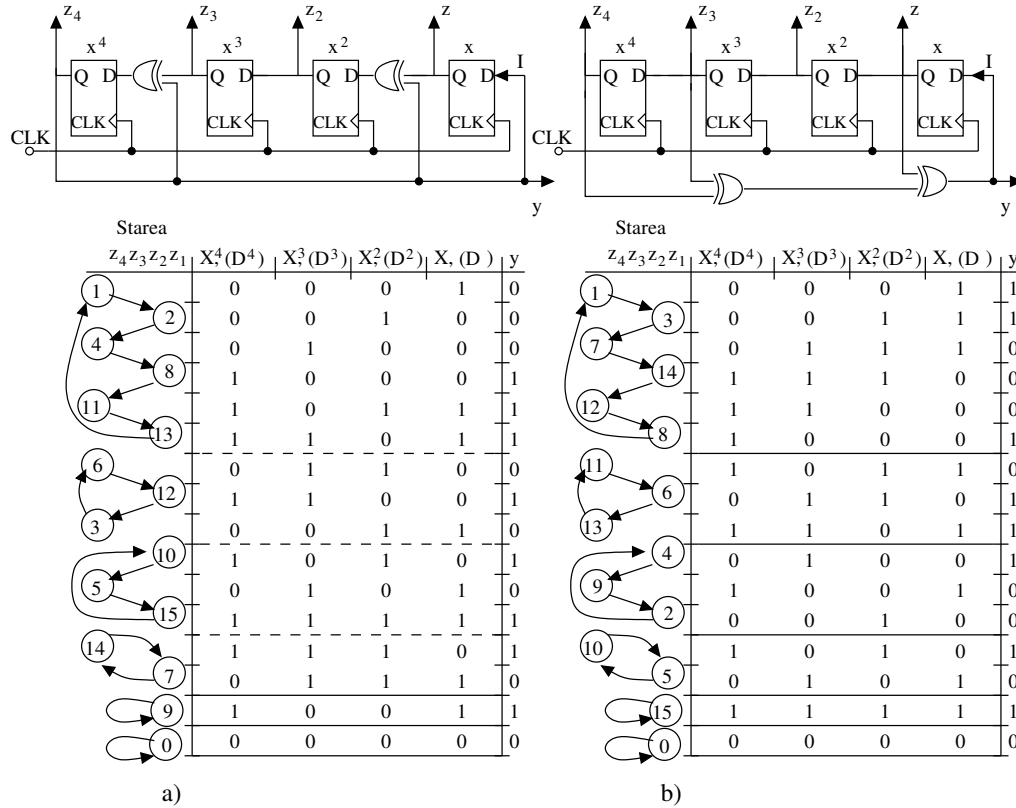


Figura P 3.83

P3.84*Rezolvare:*

Cu trei celule ($n = 3$) ale registrului de deplasare, lungimea maximă a secvenței pseudo-aleatoare a stărilor generate este de 7 ($2^3 - 1 = 7$) sau de 8 dacă se introduce și starea zero; lungimea maximă se obține 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 și inversat) sunt prezentate structurile și calculul secvențelor generate respectiv în Figura P3.84-a și P3.84-b. Variantele cu sumator inclus nu se pot realiza pentru că nu există acces pentru a realiza conexiuni către celulele bistabil. Inițializarea ambelor circuite se realizează în starea $z_4 z_3 z_2 z_1 = 0001$ prin activarea $LOAD/\overline{DEPLASARE} = 1$ iar apoi prin $LOAD/\overline{DEPLASARE} = 0$ se comandă deplasarea spre stânga, $S_1 S_0 = 10$.

Pentru generarea unui ciclu de 8, prin introducerea și a stării zero, se atașează circuitul de corecție (și amorsare) desenat cu linie întreruptă pe figură, compus dintr-o poartă NOR cu două intrări, $(\overline{z_2} + \overline{z_1})$. (Pentru această variantă nu mai este necesar circuit de inițializare prin $LOAD/\overline{DEPLASARE} = 1$.) Secvențele 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-...

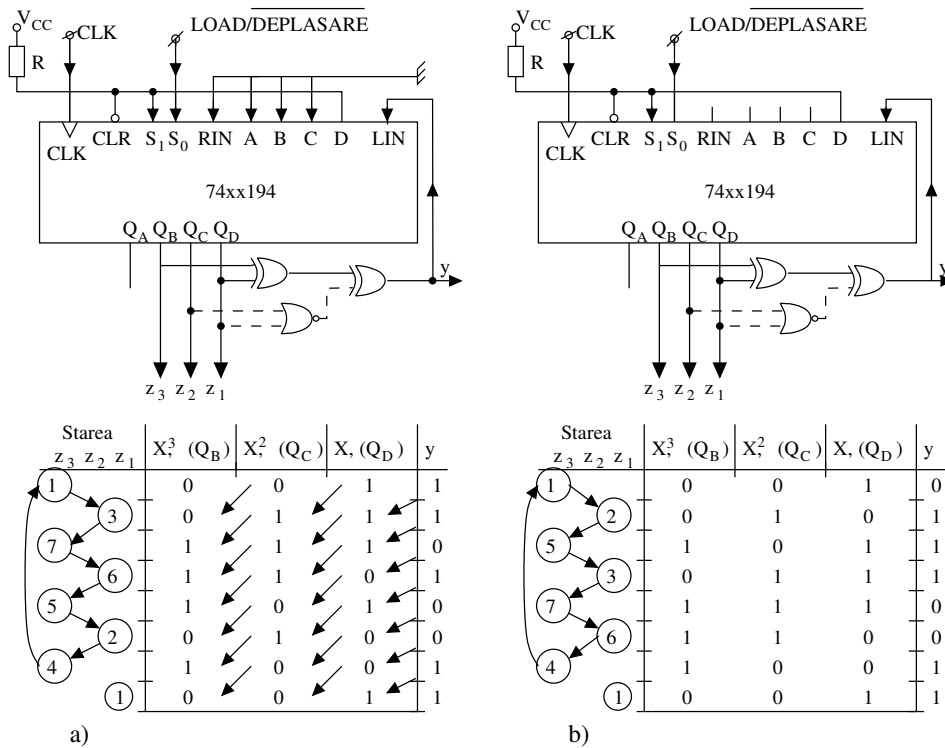


Figura P 3.84

P3.85

Rezolvare:

a - pentru selectarea $S_1 S_0 = 00$. Circuitul este un generator pe o singură celulă cu o extensie (în fața de încă 3 celule); pe intrarea LIN se introduce permanent un șir de zerouri de la primul impuls de tact. Succesiunea stărilor se notează prin numărul zecimal al echivalentului binar al codului stării:

$z_4 z_3 z_2 z_1$: 1-2-4-8-0-0 -
LIN: 0 0 0 0 0 0 ...

b - pentru selectarea $S_1 S_0 = 01$. Circuitul este un generator cu polinomul caracteristic $X^2 \oplus X \oplus I$ (polinom primitiv), cu extensie de două celule bistabil în fața, Q_A, Q_B . Se generează:

$z_4 z_3 z_2 z_1$: (1-3)-6-13-11-6-13-11 -
 LIN: (1-0) 1 1 0 1 1 0 ...

c - pentru selectarea $S_1 S_0 = 10$. Circuitul este un generator cu polinomul caracteristic $X^3 \oplus X \oplus I$ (polinom primitiv), cu extensie de o celulă bistabil în față, Q_A . Se generează:

$z_4 z_3 z_2 z_1$: (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 $S_1 S_0 = 11$. Circuitul este un generator cu polinomul caracteristic $X^4 \oplus X \oplus I$ (polinom primitiv). Se generează:

$z_4 z_3 z_2 z_1$: 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 1 1 ...

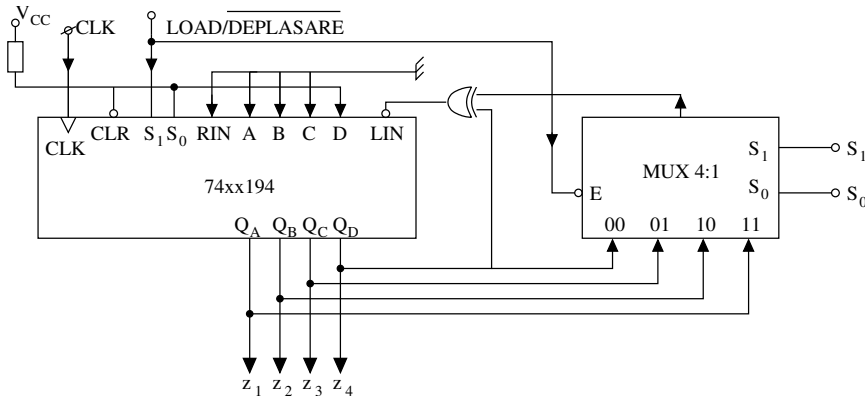


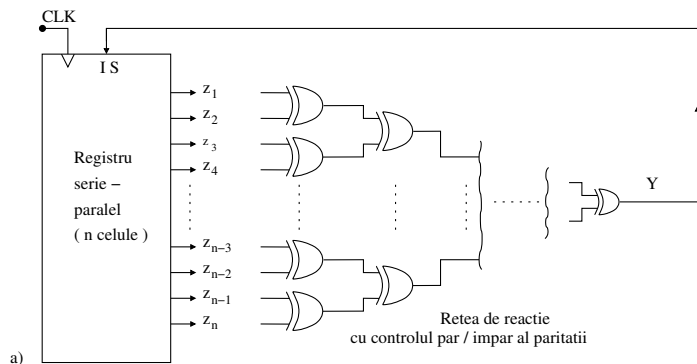
Figura P 3.85

P3.86

Rezolvare:

Structura generală a unui astfel de circuit secvențial liniar cu reacție este cea din Figura P3.86-a. Indiferent dacă numărul de celule bistabil este par/impar și indiferent de paritatea realizată de rețeaua de reacție, dacă starea circuitului este zero, $z_n z_{n-1} \dots z_4 z_3 z_2 z_1 = 00 \dots 0000$, se generează bitul $y = 0$, intrarea în registrul de deplasare este zero, nu există tranziție din starea zero, deci ciclul de secvențe 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 $z_n z_{n-1} \dots z_4 z_3 z_2 z_1 = 11 \dots 1111$, se va genera un bit $y = 0$, care este introdus serie în celula de stare z_1 , realizează tranziția în starea $11 \dots 1110$ numai atunci când fie registrul

este cu un număr impar de celule și rețeaua de reacție produce un test de paritate pară, fie când registrul este par și rețeaua de reacție de paritate impară; în caz contrar și starea $11 \dots 1111$ este o stare fără amorsare. Deci numai în cele două cazuri, când paritatea numărului de celule nu coincide cu paritatea testată de reacție, generatorul produce o secvență ciclică de lungime maximă $2^n - 1$.



Numar de celule in registru	Tipul de paritate in rețeaua de reacție	Stari posibile pentru neamorsare	Valoarea bitului y generat de rețeaua de reacție	Comentariu	Lungimea maxima a secvențelor
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:*

$$\begin{aligned}
 X_i &= \dots 001000 \dots & X_t &= \dots 0001111 \dots \\
 Y_i &= \dots 0001100111000 \dots & Y_t &= \dots 000100010111 \dots
 \end{aligned}$$

Secvența mülă $X_0 = \dots 0000 \quad 1111 \quad 0010 \quad 0101 \quad 0100 \quad 1101 \quad 0000 \quad -$
 $-1000 \quad 1011 \quad 0111 \quad 1110 \quad 1011 \quad 1000 \quad 1100 \quad -$

-1110 1100 0001 1100...

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

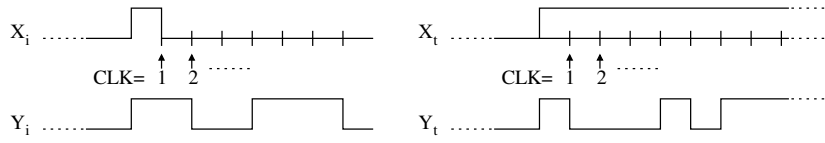
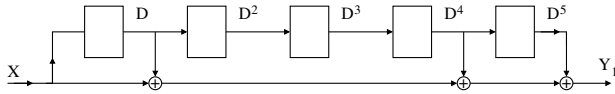


Figura P 3.87

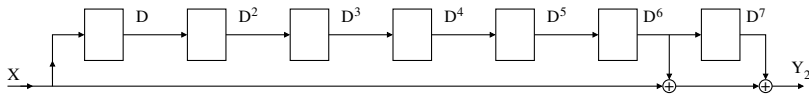
P3.88

Rezolvare:

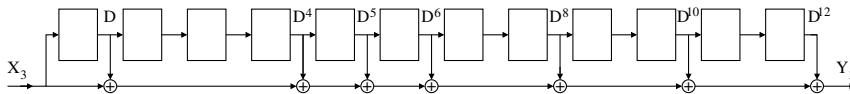
$$H_1(D) = \frac{Y_1(D)}{X(D)} = \frac{I \oplus D \oplus D^2 \oplus D^5 \oplus D^6 \oplus D^8}{I \oplus D^2 \oplus D^3} = I \oplus D \oplus D^4 \oplus D^6$$



$$H_2(D) = \frac{Y_2(D)}{X(D)} = \frac{I \oplus D^2 \oplus D^3 \oplus D^6 \oplus D^7 \oplus D^8 \oplus D^{10}}{I \oplus D^2 \oplus D^3} = I \oplus D^6 \oplus D^7$$

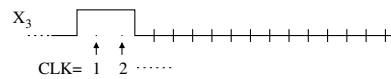


$$H_3(D) = H_1(D) \cdot H_2(D) = (I \oplus D \oplus D^4 \oplus D^5) (I \oplus D^6 \oplus D^7) = I \oplus D \oplus D^4 \oplus D^5 \oplus D^6 \oplus D^8 \oplus D^{10} \oplus D^{12}$$



$$Y_3(D) = H_3(D) \cdot X_3(D) = (I \oplus D \oplus D^4 \oplus D^5 \oplus D^6 \oplus D^8 \oplus D^{10} \oplus D^{12}) (I \oplus D \oplus D^2) = I \oplus D^3 \oplus D^4 \oplus D^6 \oplus D^9 \oplus D^{11} \oplus D^{13} \oplus D^{14}$$

$X_3 = \dots 000111000 \dots$



$Y_3 = \dots 000100110100101011000 \dots$

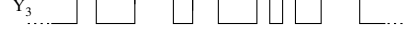


Figura P 3.88

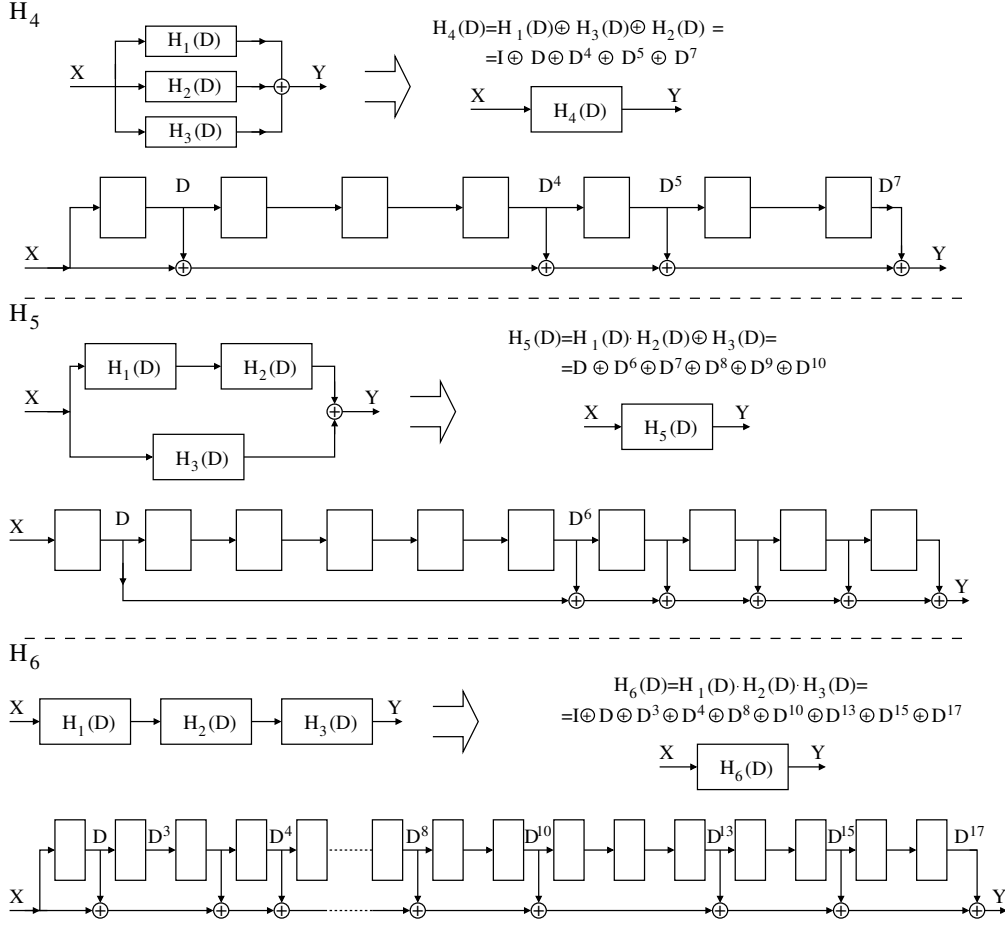
P3.89*Rezolvare:*

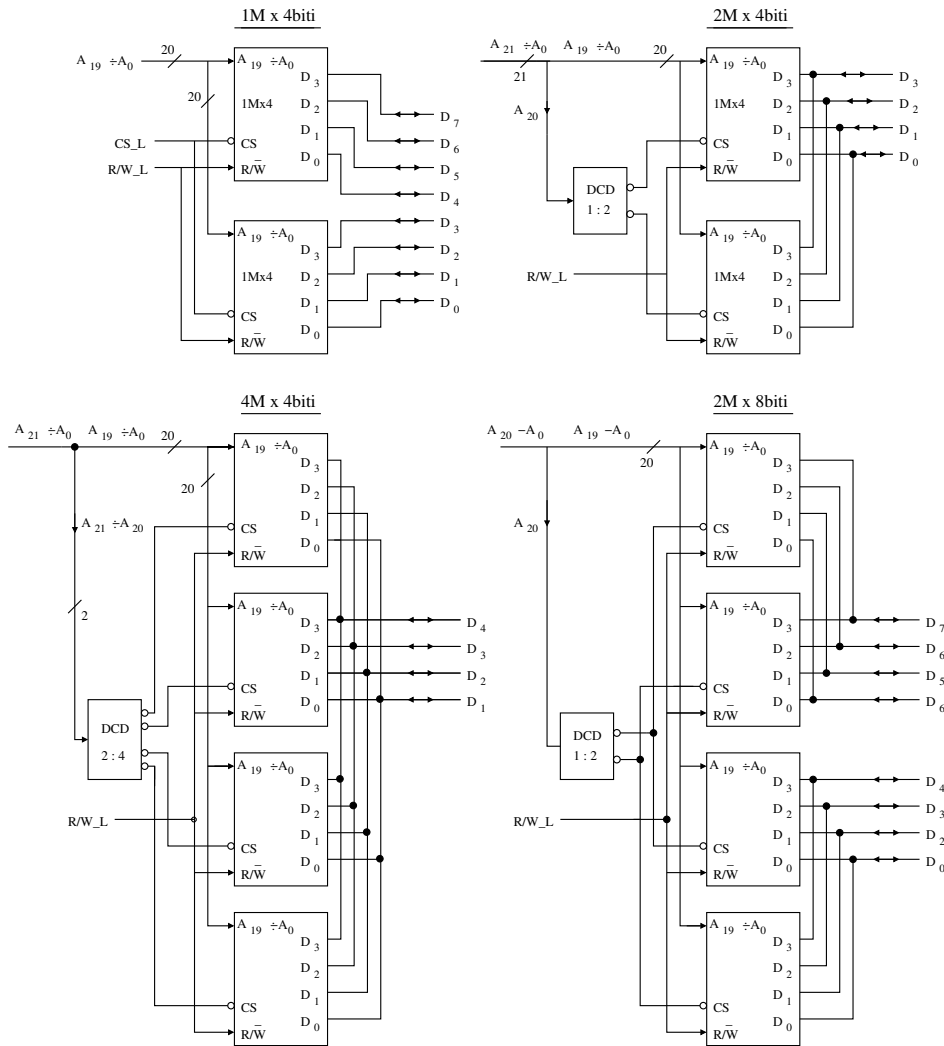
$$H_1 D = \frac{Y_1(D)}{X_1(D)} = \frac{I \oplus D^2 \oplus D^3 \oplus D^4 \oplus D^6}{I \oplus D \oplus D^2} = I \oplus D \oplus D^2 \oplus D^3 \oplus D^4$$

$$H_2 D = \frac{Y_2(D)}{X_2(D)} = \frac{I \oplus D \oplus D^2 \oplus D^3 \oplus D^4 \oplus D^5 \oplus D^6 \oplus D^7 \oplus D^8}{I \oplus D \oplus D^2} = I \oplus D^3 \oplus D^6$$

$$H_3 D = \frac{Y_3(D)}{X_3(D)} = \frac{I \oplus D \oplus D^3 \oplus D^4 \oplus D^5 \oplus D^7 \oplus D^9}{I \oplus D \oplus D^2} = I \oplus D^2 \oplus D^5 \oplus D^6 \oplus D^7$$

Structurile funcțiilor 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**