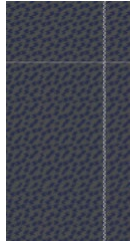


AUTOMATE ASINCRONE

S.I. dr. Ing. Vlad-Cristian Miclea

Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca
Departamentul Calculatoare



CUPRINS

- 1) Introducere
- 2) Automate asincrone
- 3) Analiza automatelor asincrone
- 4) Sinteza automatelor asincrone
- 5) Evitarea curselor critice
- 6) Concluzii



PLAN CURS

- Partea 1 – VHDL
 1. Limbajul VHDL – 1
 2. Limbajul VHDL – 2
 3. Limbajul VHDL – 3
- Partea 2 – Implementarea sistemelor numerice
 4. Microprogramare
 5. Partea 1 - Unitate de comanda – exemplu cuptor
 5. Partea 2 - Unitate de executie – exemplu cuptor
- Partea 3 – Automate
 6. Automate finite
 7. Stari
 8. Automate sincrone
 9. **Automate asincrone**
 10. Identificarea automatelor
 11. Automate fara pierderi
 12. Automate liniare
- Partea 4 – Probleme si discutii



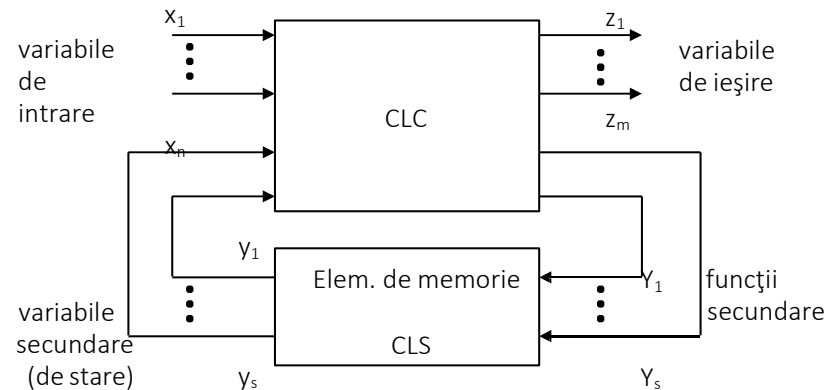
CONTEXT

Cursurile trecute

- Automate finite
 - Abstractizarea circuitelor secventiale
 - Reprezentari
 - Clasificarea automatelor (Moore, Mealy)
- Stari ale automatelor
 - Reducerea numarului de stari
 - Codificarea eficienta a starilor
- Automate sincrone
 - Implementarea folosind memorii
 - Modalitati de eficientizare

AUTOMATE FINITE

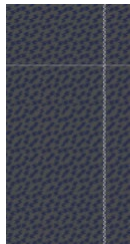
■ Reprezentarea



- x_1, x_2, \dots, x_n variabile de intrare
- z_1, z_2, \dots, z_m variabile de ieșire
- y_1, y_2, \dots, y_s variabile de stare
- Y_1, Y_2, \dots, Y_s funcțiile secundare (de excitație)

■ Sistem de ecuații - țin cont de variabilele de intrare și de stare pentru determinarea stării următoare Y și a ieșirii Z

- $Y_i(t) = f_i(x_1(t), \dots, x_n(t), y_1(t), \dots, y_s(t)) \quad i = 1, s$
- $Z_j(t) = g_j(x_1(t), \dots, x_n(t), y_1(t), \dots, y_s(t)) \quad j = 1, m$



AUTOMATE ASINCRONE

Caracteristici

- Starea următoare dată de funcția de tranziție (secundară)
 - $y_i(t+1) = Y_i(t) \quad i=1,s$
- Stări stabile și instabile
- **Stare stabilă:**
 - $y_i(t+1) = Y_i(t) = y_i(t)$
- **Tranzițiile** dintr-o stare în alta – doar prin modificarea variabilelor de intrare
- Automat determinist – până când automatul nu ajunge într-o stare stabilă nu se modifică altă variabilă de intrare
- Funcționare:
 - Mod fundamental – variabilele de intrare = nivel (dau o “etapa” în timp)
 - Mod impuls – variabilele de intrare = impuls

ANALIZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Analiza

- Procedura de determinare a funcțiilor pe care un anume automat le poate îndeplini si eventual depistarea anomaliilor de funcționare

ANALIZA AUTOMATELOR ASINCRONE

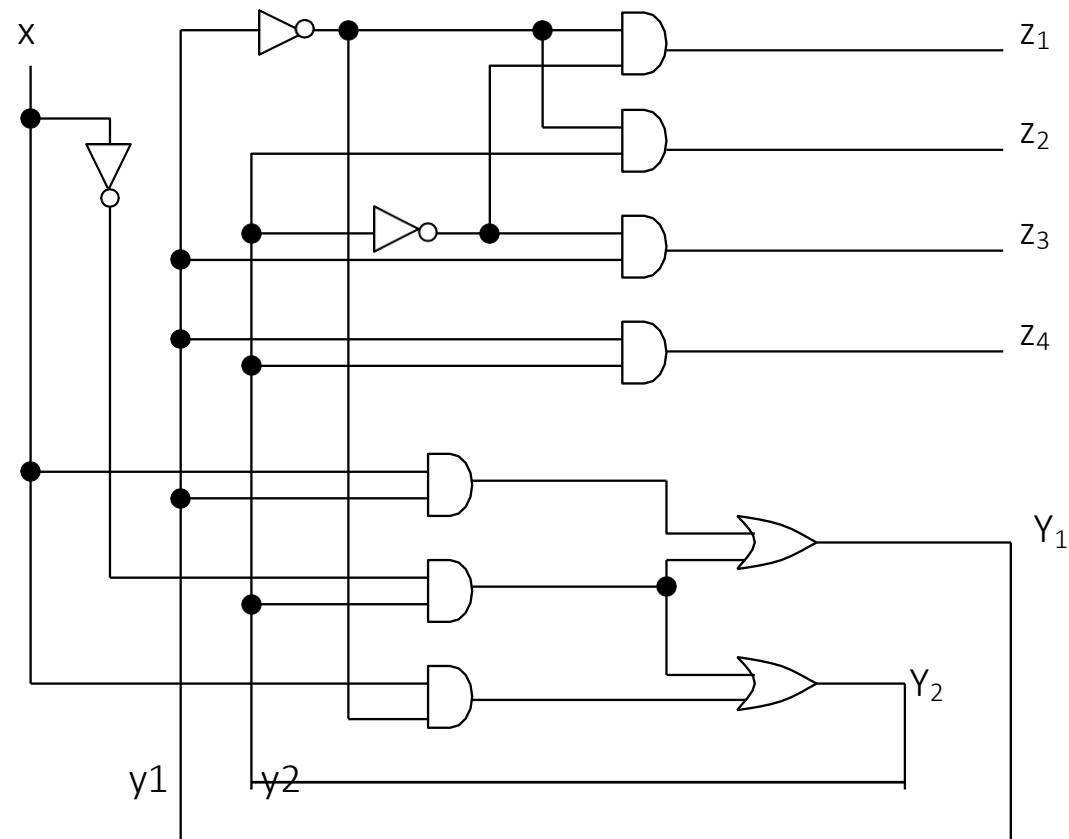
Etape de analiză

- 1. Se identifică variabilele de intrare, stare și ieșire. Se determină funcțiile secundare (de tranziție) Y_i și de ieșire Z_j
- 2. Se construiesc tabelele pentru funcțiile secundare și pentru ieșiri
- 3. Se construiește tabelul de evoluție al automatului asincron determinând stările stabile și instabile
- 4. Se verifică evoluția automatului pentru stări inițiale și intrări specificate

ANALIZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Exemplu

- Avem automatul asincron:



ANALIZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Etapa 1

■ 1. Se identifică variabilele de intrare, stare și ieșire

- 1 variabilă de intrare: x ,
- 2 variabile de stare: y_1, y_2
- 4 variabile de ieșire: z_1, z_2, z_3, z_4

■ Se determină funcțiile secundare Y_i și de ieșire Z_j

- $Y_1 = xy_1 + x\overline{y_2}$
- $Y_2 = \overline{xy_1} + xy_2$
- $z_1 = y_2\overline{y_1}$
- $z_2 = \overline{y_2}y_1$
- $z_3 = y_2y_1$
- $z_4 = \overline{y_2}\overline{y_1}$

ANALIZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Etapa 2

■ 2. Se construiesc tabelele pentru funcțiile secundare și pentru ieșiri

- Automatul este de tip Moore pentru că ieșirile nu depind de intrări

$y_1y_2 \backslash x$	0	1
00	00	01
01	11	01
11	11	10
10	00	10

Y_1Y_2

$y_1y_2 \backslash x$	0	1
00	1000	1000
01	0100	0100
11	0001	0001
10	0010	0010

$Z_1Z_2Z_3Z_4$

ANALIZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Etapa 3

- 3. Se construiește tabelul de evoluție al automatului asincron pentru determinarea stărilor stabile și instabile

- **Stările stabile:** se compară valorile variabilelor de stare y_1y_2 cu cele ale funcțiilor secundare Y_1Y_2 și la coincidența lor va fi o stare stabilă – se încercuiește
- 8 stări ale automatului: 4 sunt stabile, 4 sunt instabile

$y_1y_2 \backslash x$	0	1
00	<u>00</u>	01
01	11	<u>01</u>
11	<u>11</u>	10
10	00	<u>10</u>
Y_1Y_2		

$y_1y_2 \backslash x$	0	1
1	<u>1</u>	2
2	3	<u>2</u>
3	<u>3</u>	4
4	1	<u>4</u>

ANALIZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Etape 4

- 4. Se verifică evoluția automatului pentru stări inițiale și intrări specificate

$y_1y_2 \backslash x$	0	1
1	①	2
2	3	②
3	③	4
4	1	④

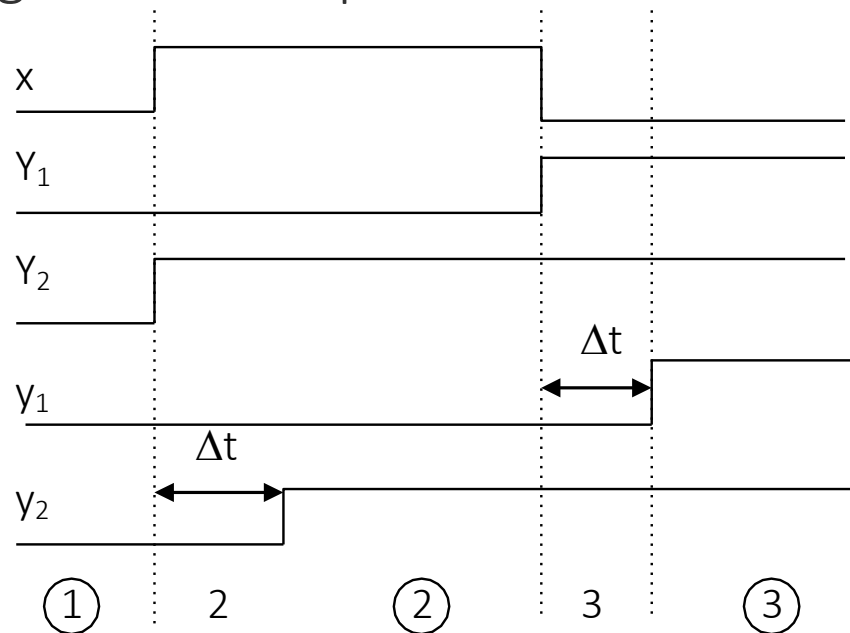
- Dacă suntem în starea 1 (adică 00), pentru intrarea $x = 0$, automatul rămâne în starea 1, deci starea 1 este stabilă
- Dacă suntem în starea 1, pentru $x = 1$ automatul trece în starea instabilă 2. Durata stării instabile 2 este egală cu cea a duratei procesului de comutație din circuit. Din starea instabilă 2 automatul va trece în starea stabilă 2. O tranziție de la o stare instabilă la starea stabilă corespunzătoare este specificată prin notarea celor două stări cu aceeași cifră
- Pentru a trece de la o stare stabilă la altă stare stabilă se trece printr-o stare instabilă

ANALIZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Etape 4

- 4. Se verifică evoluția automatului pentru stări inițiale și intrări specificate

- Putem reprezenta tranzițiile unui automat asincron prin diagrame de timp



SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

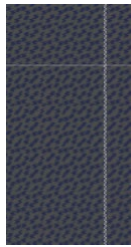
Sinteza

- Sinteza unui automat asincron (circuit secvențial asincron) cu o anumită comportare constă în *construirea unei scheme logice* (rețele de comutare) secvențiale care să realizeze *comportarea cerută*

SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE


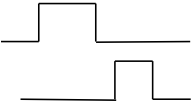

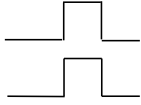

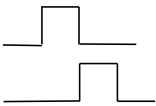

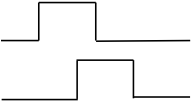
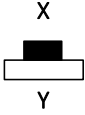
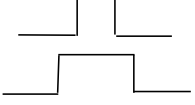

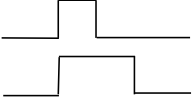

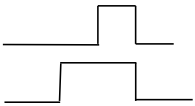
Etape de sinteză

- 1. Se determină tabelul primar al stărilor și tabelul ieșirilor
- 2. Se elimină stările redundante din tabelul primar
- 3. Se construiește un tabel al stărilor cu un număr minim de stări interne și un tabel al ieșirilor
- 4. Se codifică stările interne obținându-se tabelul tranzițiilor
- 5. Se scriu expresiile minime pentru starea următoare și pentru ieșiri
- 6. Se proiectează (desenează) schema circuitului pe baza expresiilor obținute
- 7. Se verifică dacă schema obținută funcționează corect (se elimină hazardul)



SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Logica intervalelor (raționare temporală) – Allen

Relația	Ilustrarea	Interpretarea
$X < Y$ $Y > X$	 	X apare înaintea lui Y
$X = Y$	 	X este egal cu Y
X meets Y	 	X precedă (întâlnește) Y
X overlap Y	 	X se suprapune parțial peste Y
X during Y	 	X apare în timpul lui Y
X starts Y	 	X pornește (inițiază) pe Y
X finishes Y	 	X oprește (termină) Y

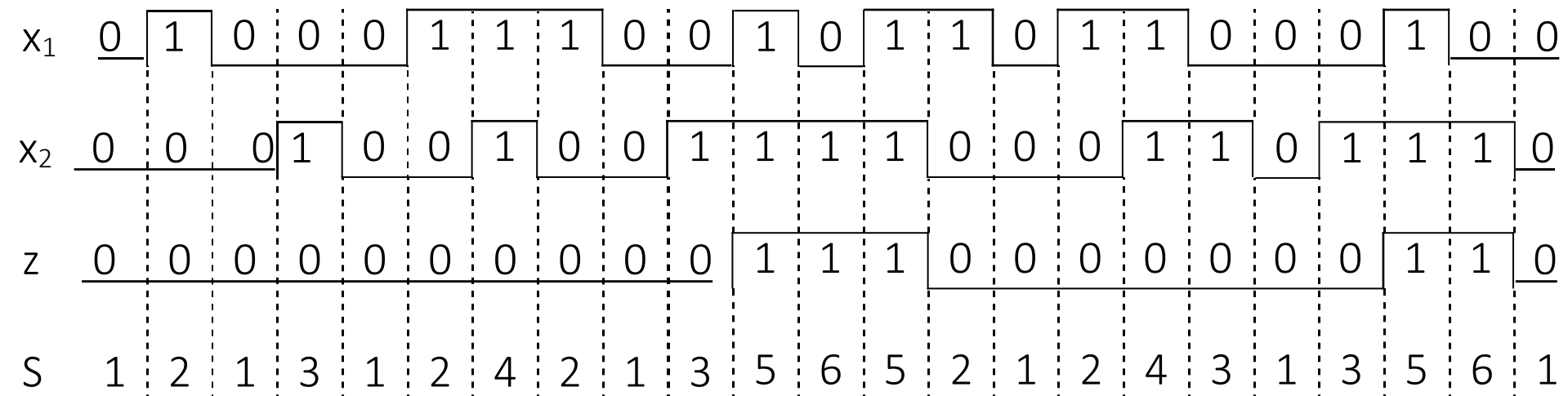
SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Exemplu

- Să se proiecteze un automat asincron cu 2 intrări, x_1 și x_2 și o ieșire z , care respectă următoarele condiții de funcționare:
 - Ieșirea automatului va lua valoarea 1 când pe ambele intrări x_1 și x_2 se aplică 1, dar numai când x_2 se aplică înaintea lui x_1
 - În acest caz ieșirea z se menține la valoarea 1 atât timp cât intrarea x_2 se menține la valoarea 1
 - Se consideră că intrările x_1 și x_2 nu se pot modifica simultan

SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Funcționarea – forme de undă



SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Etapa 1

- 1. Determinarea tabelului primar al stărilor și tabelului ieșirilor
- Tabelul primar al stărilor = matrice ce va conține pe o linie o singură stare stabilă și toate tranzițiile posibile implicate de această stare
 - Numărul de coloane este dat de numărul maxim de combinații ale variabilelor de intrare
 - Schimbând starea intrărilor, automatul aflat într-o stare stabilă trece într-o stare instabilă pe coloana corespunzătoare intrărilor, pe care trebuie să fie starea stabilă pe altă linie
- Tabelului primar al stărilor îi corespunde un tabel al ieșirilor pentru fiecare stare stabilă determinată a automatului

SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Etapa 1

- 1. Determinarea tabelului primar al stărilor și tabelului ieșirilor
- Tabelul primar al stărilor trebuie completat în totalitate (toate compartimentele!!!)
 - Pentru locațiile care nu pot fi atinse pot exista 2 situații:
 - stări interzise – corespund unor condiții de funcționare interzise, dar care pot să apară. Pentru astfel de situații interzicerea tranzițiilor se reduce la menționarea ieșirilor sau la modificarea lor impusă
 - stări indiferente – corespund situațiilor de funcționare care nu pot fi atinse. Conținutul lor este indiferent
 - În cazul nostru locațiile necompletate corespund condiției ca variabilele de intrare să nu comute simultan

SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Etapa 1

- 1. Se determină tabelul primar al stărilor și tabelul ieșirilor
- Tabelul ieșirilor se completează în prima etapă cu ieșirile corespunzătoare stărilor stabile
- Pentru continuarea completării tabelului se analizează tranzițiile dintre stările stabile:
 - $\textcircled{i} \rightarrow j \rightarrow \textcircled{j}$ nu modifică ieșirea \Rightarrow ieșirea automatului trebuie menținută și în starea instabilă
 - $\textcircled{i} \rightarrow j \rightarrow \textcircled{j} \Rightarrow$ dacă se modifică ieșirea pe durata stării instabile, ieșirea poate fi considerată indiferentă
 - În cazul nostru locațiile indiferente se pot considera cele care corespund trecerii între două stări stabile care presupun modificarea simultană a variabilelor de intrare
 - *Observație*
 - Sunt automate care trebuie să evolueze mai **rapid** sau mai **lent**
 - La evoluție rapidă, în starea instabilă se pune deja ieșirea corespunzătoare stării stabile următoare (nu se lasă indiferentă)
 - La evoluție lentă se păstrează în starea instabilă ieșirea stării stabile anterioare

SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Etapa 1

- 1. Determinarea tabelului primar al stărilor și tabelului ieșirilor

$\bar{S} \backslash x_1x_2$	00	01	11	10
1	①	3	-	2
2	1	-	4	②
3	1	③	5	-
4	-	3	④	2
5	-	6	⑤	2
6	1	⑥	5	-

$\bar{S} \backslash x_1x_2$	00	01	11	10
1	0	0	x	0
2	0	x	0	0
3	0	0	x	x
4	x	0	0	0
5	x	1	1	x
6	x	1	1	x

z

SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Etapa 2

- **2. Eliminarea stărilor redundante din tabelul primar**
- Pentru reducerea costului automatului se face o **reducere a liniilor** tabelului primar al stărilor
- Reducerea se obține prin fuzionarea liniilor în condițiile impuse de compatibilitățile și acoperirile din teoria automatelor finite
- **Fuzionarea** a două linii se face după următoarele reguli:
 - Două linii pot fuziona dacă locațiile corespunzătoare fiecărei coloane corespund aceluiași număr de stare stabilă sau instabilă
 - Prin fuzionarea unei stări stabile cu una instabilă rezultă o stare stabilă
 - Prin fuzionarea unei stări stabile sau instabile cu o stare interzisă rezultă o stare stabilă, respectiv instabilă
 - Forma minimă obținută după fuzionare nu este unică

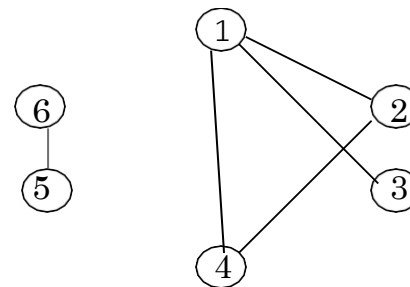
SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Etapa 3

- 3. Tabelul redus al stărilor și tabelul redus al ieșirilor
- Pentru a se obține cea mai bună soluție de minimizare se construiește un **poligon al alipirilor**
 - Poligonul are în noduri stările automatului și se marchează prin arce toate alipirile posibile între liniile tabelului primar al stărilor
 - Pentru obținerea formei minime se urmărește determinarea de poligoane închise cu un număr cât mai mare de laturi
 - O stare poate să apară o singură dată

- Soluții pot fi:

- | | | | |
|-----|--------|-----|-----------|
| ■ A | {1, 3} | | {1, 2, 4} |
| ■ B | {2, 4} | sau | {3} |
| ■ C | {5, 6} | | {5, 6} |



SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Etapa 3

- 3. Tabelul redus al stărilor și tabelul redus al ieșirilor
- Dacă se alege prima soluție se obțin următoarele tabele reduse ale stărilor și ieșirilor

	x_1x_2	00	01	11	10
Ⓐ	{1, 3}	Ⓐ	Ⓒ	5	2
Ⓑ	{2, 4}	1	3	Ⓓ	Ⓔ
Ⓒ	{5, 6}	1	Ⓔ	Ⓗ	2

x_1x_2	00	01	11	10
	0	0	x	0
	0	0	0	0
	x	1	1	x
z				

SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Etapa 4

- 4. Codificarea stărilor
- În tabelul primar al stărilor codificarea unei stări se realizează numai prin variabilele secundare
- În tabelul redus al stărilor, pe aceeași linie pot să apară mai multe stări stabile, deci putem avea o evoluție a automatului dintr-o stare stabilă în altă stare stabilă fără modificarea variabilelor de stare, doar prin modificarea variabilelor de intrare
- Pentru un număr “p” de stări reduse sunt necesare “q” variabile de stare: $2^q \geq p$

SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Etapa 4

■ 4. Codificarea stărilor

- **Restricție:** Codificarea stărilor trebuie făcută pentru a se evita hazardul de tranziție, care poate să apară în cazul modificării simultane a cel puțin 2 variabile secundare
- **Definiții:**
 - Un eveniment în care se modifică mai mult de o variabilă secundară se numește *cursă*
 - Dacă starea finală a automatului nu depinde de ordinea de modificare a variabilelor secundare *cursa* este *necritică*
 - Dacă starea finală a automatului depinde de ordinea de modificare a variabilelor secundare *cursa* este *critică* și trebuie evitată
 - *Ciclu* - trecerea automatului printr-o succesiune unică de stări instabile
 - Codificarea (asignarea) stărilor care nu conține curse critice este o *codificare* (asignare) *validă*

SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Etapa 4

■ 4. Codificarea stărilor

- Pentru evitarea curselor critice trebuie evitate tranzițiile de stare la care se modifică simultan mai multe variabile de stare
- Observații:
 - Dacă într-o coloană a tabelului redus al stărilor există o singură stare stabilă cursa este necritică
 - Dacă într-o coloană a tabelului redus al stărilor există mai mult de o stare stabilă, tranzițiile dintre două stări codificate neadiacent, care conduc la stări stabile, generează curse critice

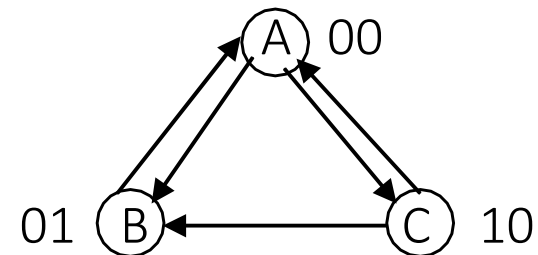
SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Etapa 4

■ 4. Codificarea stărilor

- Pentru a realiza o *codificare corectă* se construiește un *graf al tranzițiilor*
- Graful are în noduri stările alipite (reduse), iar ca laturi arce orientate conform tranzițiilor posibile

	x_1x_2	00	01	11	10
Ⓐ	00	Ⓐ	Ⓒ	5	2
Ⓑ	01	1	3	Ⓓ	Ⓔ
Ⓒ	10	1	Ⓔ	Ⓔ	2



- Având tranziții duble între A și B și A și C, dar și tranziție simplă între C și B nu putem face nici o codificare cu 2 variabile secundare care să rezolve problema adiacenței

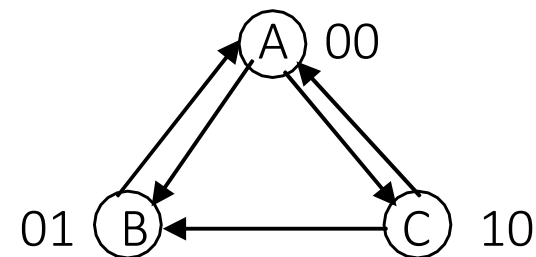
SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Etapa 4

■ 4. Codificarea stărilor

- Cu codificarea făcută apare cursă la tranziția din C în B, unde se modifică ambele variabile de stare
- Pe ultima coloană, corespunzătoare tranziției din C în B avem o singură stare stabilă (starea 2), deci cursa este necritică → se poate păstra codificarea făcută

	x_1x_2	00	01	11	10
Ⓐ	00	Ⓐ	Ⓒ	5	2
Ⓑ	01	1	3	Ⓓ	Ⓐ
Ⓒ	10	1	Ⓔ	Ⓔ	2



SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Etapa 4

■ 4. Codificarea stărilor

- Tabelul redus al stărilor și tabelul redus al ieșirilor, utilizând codificarea (asignarea) validă: A=00, B=01, C=10 devin:

$y_1y_2 \backslash x_1x_2$	00	01	11	10
00	①	③	5	2
01	1	3	④	②
11	-	-	-	-
10	1	⑥	⑤	2

$y_1y_2 \backslash x_1x_2$	00	01	11	10
00	0	0	x	0
01	0	0	0	0
11	x	x	x	x
10	x	1	1	x

SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Etapa 5

- 5. Se determină expresiile minime pentru starea următoare și pentru ieșiri

$y_1y_2 \backslash x_1x_2$	00	01	11	10
00	00	00	10	01
01	00	00	01	01
11	xx	xx	xx	xx
10	00	10	10	01

$y_1y_2 \backslash x_1x_2$	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	0	0	0	0
11	x	x	x	x
10	0	1	1	0

Y_1

$y_1y_2 \backslash x_1x_2$	00	01	11	10
00	0	0	0	1
01	0	0	1	1
11	x	x	x	x
10	0	0	0	1

Y_2

$$Y_1 = y_1x_2 + y_2\bar{x}_1x_2$$

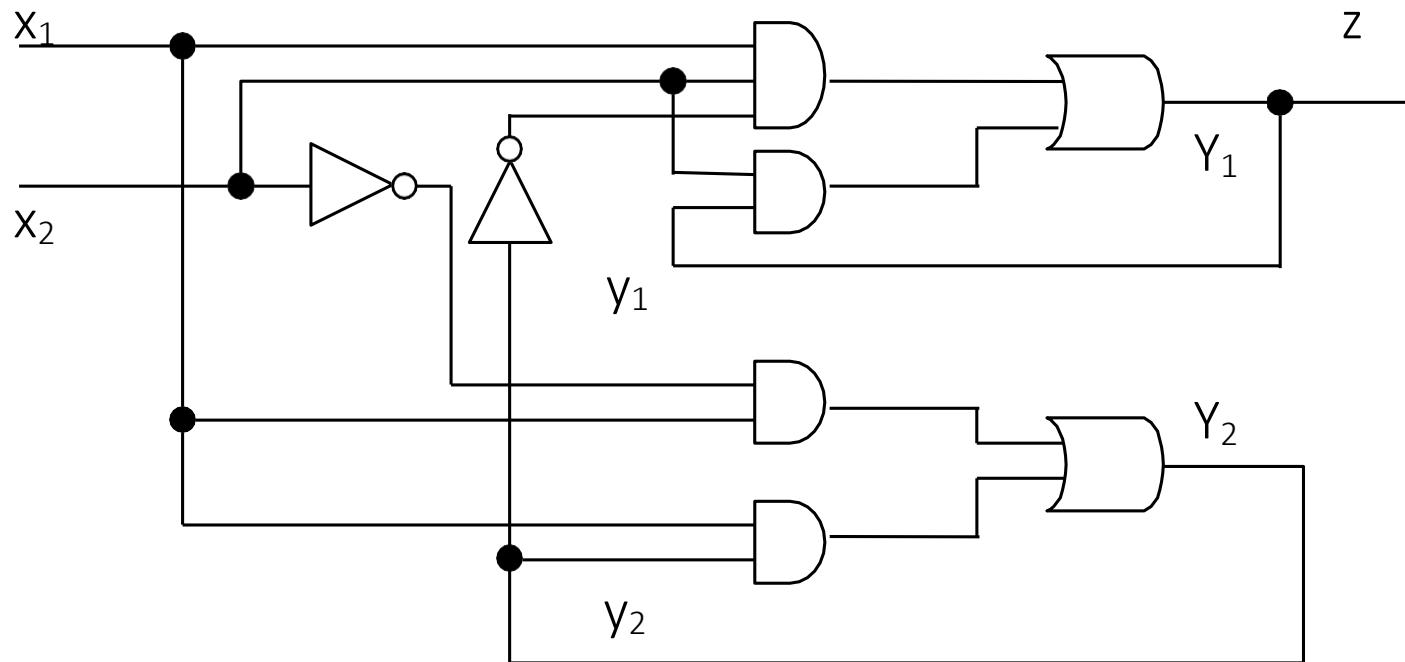
$$Y_2 = y_2x_1 + x_1x_2$$

$$z = y_1$$

SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Etapa 6

- 6. Se proiectează (desenează) schema circuitului pe baza expresiilor obținute



SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

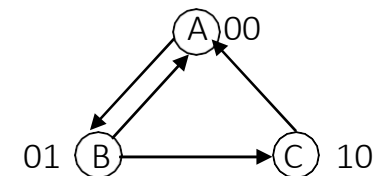
Etapa 4

4. Codificarea stărilor - OBSERVAȚIE

- Dacă se alege cealaltă variantă rezultată din poligonul alipirilor pentru tabelul redus al stărilor și ieșirilor obținem:

		x_1x_2			
		00	01	11	10
(A)	00 {1, 2, 4}	(1)	3	(4)	(2)
(B)	01 {3}	1	(3)	5	-
(C)	10 {5, 6}	1	(6)	(5)	2

		x_1x_2			
		00	01	11	10
	z	0	0	0	0
		0	0	x	x
		x	1	1	x



- Pornind din starea 01 (B), dacă x_1x_2 trec din 01 în 11 și dacă y_2 se modifică prima, tranziția este B (01) → A (00), iar dacă y_1 se modifică prima, tranziția este B (01) → C (10), deci avem o **cursă critică** (starea finală a automatului este în funcție de modificarea variabilelor de stare)

SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Metode de evitare a curselor critice

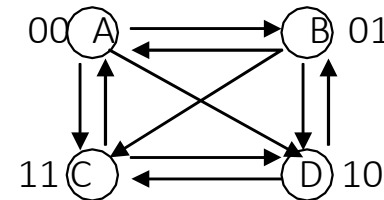
- Evitarea curselor critice, datorate modificării în momente de timp diferite ale variabilelor de stare, se poate face prin mai multe metode:
 - 1. Recodificarea stărilor
 - 2. Utilizarea combinațiilor de codificare nefolosite:
 - a. Asignarea unei stări cu două combinații de variabile secundare
 - b. Introducerea unei stări instabile pe coloana corespunzătoare cursei critice
 - 3. Introducerea unei variabile secundare suplimentare

SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Metode de evitare a curselor critice

1. Recodificarea stărilor

	$y_1 y_2 \backslash x_1 x_2$	00	01	11	10
A	00	3	1	6	2
B	01	3	1	6	2
C	11	3	1	6	4
D	10	3	5	6	2



- Graful de tranziții dintre stări arată necesitatea codificării adiacente a stărilor
- Din starea stabilă $C = 11$, pentru a ajunge în starea stabilă $A = 00$, la modificarea variabilelor de intrare $x_1 x_2$ din 00 în 01 , dacă variabila secundară y_1 se modifică prima se ajunge în starea stabilă $A = 00$ ($3 \rightarrow 1 \rightarrow 1 \rightarrow 1$), dar dacă y_2 se modifică prima, se ajunge în starea stabilă $D = 10$ ($3 \rightarrow 1 \rightarrow 5$), deci avem o **cursă critică**
- **Dacă schimbam aceeași variabilă la momente diferite (după/înaintea schimbării altor variabile) și se trece în stări diferite = cursă critică!**
- Există cursă critică și între D și B

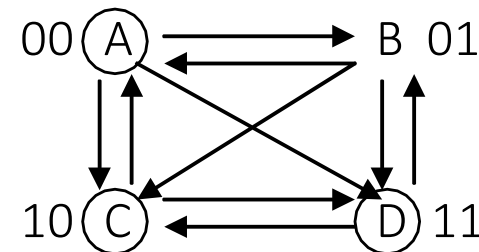
SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Metode de evitare a curselor critice

■ 1. Recodificarea stărilor

- Pentru eliminarea curselor critice se face o reassignare (recodificare) a stărilor astfel încât tranzițiile critice să implice schimbarea unei singure variabile secundare
- Cursele care apar ($B \rightarrow C$ și $A \rightarrow D$) sunt necritice, deci asignarea este validă

	$y_1 y_2 \backslash x_1 x_2$	00	01	11	10
A	00	3	①	6	2
B	01	3	1	6	②
C	10	③	1	6	④
D	11	3	⑤	⑥	2



SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

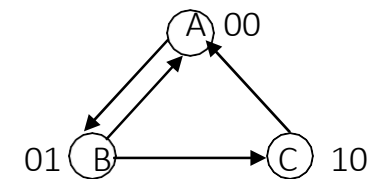
Metode de evitare a curselor critice

2. Utilizarea combinațiilor de codificare nefolosite – a. Se acordă două coduri pentru aceeași stare

- Pentru exemplul de automat asincron rezolvat, am avut cursă critică la tranziția din B în C

	x_1x_2	00	01	11	10
(A)	00 {1, 2, 4}	(1)	3	(4)	(2)
(B)	01 {3}	1	(3)	5	-
(C)	10 {5, 6}	1	(6)	(5)	2

	x_1x_2	00	01	11	10
	z	0	0	0	0
		0	0	x	x
		x	1	1	x



- Codificăm starea C cu două coduri, 10 și 11 și obținem:

	$y_1y_2 \backslash x_1x_2$	00	01	11	10
(A)	00	(1)	3	(4)	(2)
(B)	01	1	(3)	5	-
(C)	11	1	(6)	(5)	2
(C)	10	1	(6)	(5)	2

	$y_1y_2 \backslash x_1x_2$	00	01	11	10
(A)	00	(00)	01	(00)	(00)
(B)	01	00	(01)	11	-
(C)	11	00	(11)	(11)	00
(C)	10	00	(10)	(10)	00

SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Metode de evitare a curselor critice

■ 2. Utilizarea combinațiilor de codificare nefolosite – b. Se introduce o stare instabilă suplimentară

- La tranziția din B în C se forțează trecerea prin starea instabilă 11
- Această variantă conduce la ecuații mai simple la minimizare

	$y_1y_2 \backslash x_1x_2$	00	01	11	10
(A)	00	(1)	3	(4)	(2)
(B)	01	1	(3)	5	-
	11	-	-	5*	-
(C)	10	1	(6)	(5)	2

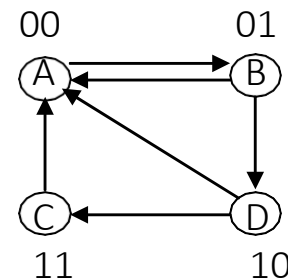
	$y_1y_2 \backslash x_1x_2$	00	01	11	10
(A)	00	(00)	01	(00)	(00)
(B)	01	00	(01)	11	-
	11	-	-	11	-
(C)	10	00	(10)	(10)	00

SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Metode de evitare a curselor critice

- 3. Introducerea unei variabile de stare suplimentare
- Metoda se folosește în situațiile în care sunt utilizate toate combinațiile de codificare și în nici o asignare nu se poate realiza adiacența codificării stărilor
- Exemplu cu curse critice între B și D (cursă critică pentru tranziția din 4 în 3) și C și A (cursă critică pentru tranziția din 5 în 2)

	$y_1y_2 \backslash x_1x_2$	00	01	11	10
(A)	00	(1)	(2)	4	(6)
(B)	01	1	3	(4)	(7)
(C)	11	1	2	(5)	(8)
(D)	10	1	(3)	5	6



SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Metode de evitare a curselor critice

■ 3. Introducerea unei variabile de stare suplimentare

- Se introduce variabila de stare suplimentară y_3 și se face codificare cu 3 variabile de stare $y_1y_2y_3$
- Urmărim realizarea adiacenței între stările automatului, pentru a evita apariția curselor critice
- Vom folosi diagrama Karnaugh pentru codificarea stărilor
 - Alegem $A=000$ și B, C, D le plasăm în celule adiacente. Pentru tranzițiile $B \rightarrow D$ și $D \rightarrow C$ care pot genera curse critice introducem stările instabile D' și C' .

$y_1 \backslash y_2y_3$	00	01	11	10
0	(A)	(C)	$C' \leftarrow$	(D)
1	(B)			$\rightarrow D'$

SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Metode de evitare a curselor critice

- 3. Introducerea unei variabile de stare suplimentare
- Cu codificarea: $A=000$, $B=100$, $C=001$, $D=010$, $D'=110$ și $C'=011$ avem:

$y_1y_2y_3 \backslash x_1x_2$		00	01	11	10
A	000	①	②	4	⑥
C	001	1	2	⑤	⑧
C'	011			5	
D	010	1	③	5	6
D'	110		3		
	111				
	101				
B	100	1	3	④	⑦

SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Metode de evitare a curselor critice

■ 3. Introducerea unei variabile de stare suplimentare

- Se poate face o asignare (codificare) validă pentru un tabel redus al stărilor cu 4 linii, cu ajutorul a 3 variabile de stare, prin asignarea a 2 coduri adiacente ale variabilelor de stare pentru fiecare linie din tabel

$y_1 \backslash y_2 y_3$	00	01	11	10
0	A	B	B	C
1	A	D	D	C

- Pentru orice tabel cu 2^n linii o asignare validă se poate face cu 2^{n-1} variabile de stare astfel încât să fie posibilă tranziția între oricare 2 linii ale tabelului
- Pentru un tabel cu 8 linii se pot folosi 4 variabile secundare

A	B	E	E
A	B	F	F
C	C	G	H
D	D	G	H

SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Automate asincrone în mod impuls

- Un automat asincron poate primi un singur impuls la intrare
- Pentru ca funcționarea să fie deterministă se impun restricțiile:
 - Impulsurile trebuie să fie suficient de lungi ca să schimbe starea automatului
 - Impulsurile trebuie să fie suficient de scurte încât să nu mai fie prezente după schimbarea stării automatului
- La apariția impulsului automatul evoluează dintr-o stare stabilă în altă stare stabilă
- Acest mod de funcționare diferă de cel fundamental, deoarece automatul în mod impuls este stabil și când nu are intrări → numărul de coloane din tabelul de tranziții este egal cu numărul variabilelor de intrare

SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Automate asincrone în mod impuls

- **Exemplu:** Automat pentru taxat automobile
 - Taxa este de 1 leu. Se acceptă monede de 10 și 50 bani
 - Un sistem electromecanic acceptă monezile secvențial, chiar dacă ele se introduc deodată, generând impulsurile $X1$, $X5$. În momentul în care moneda este primită, ea este luată în considerare
 - Automatul produce un nivel de ieșire care aprinde un bec verde dacă s-a primit 1 leu
 - După ce a trecut o mașină automatul se resetează cu impulsul de resetare XR și revine în starea inițială
 - Orice sumă mai mare de 1 leu se consideră credit pentru mașina următoare (!)

SINTEZA AUTOMATELOR ASINCRONE

Automate asincrone în mod impuls

- Exemplu: Automat pentru taxat automobile
- Soluție:

Lei	Stare prezentă	X_1	X_5	X_R	z
0	A	B	F	A	0
0,1	B	C	G	A	0
0,2	C	D	H	A	0
0,3	D	E	I	A	0
0,4	E	F	J	A	0
0,5	F	G	K	A	0
0,6	G	H	K	A	0
0,7	H	I	K	A	0
0,8	I	J	K	A	0
0,9	J	K	K	A	0
≥ 1	K	K	K	A	1



Concluzii

Automate asincrone

- Analiza automatelor asincrone
 - Etape analiza
- Sinteza automatelor asincrone
 - Etape sinteza
 - Metode de evitare a curselor critice
- Automate in modul impuls
- Data viitoare – identificarea automatelor