

UNIVERSITATEA POLITEHNICĂ BUCUREȘTI
FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE

AUTOMAT DE ÎNGHEȚATĂ

- Proiect individual -

Miron Andreea-Cristiana

314CC

Cuprins

Tema proiectului	3
Mod de implementare	3
Schema bloc	4
Explicarea funcționalității aparatului	5
Organigrama aparatului	6
Spațiul stărilor	7
Tabelul tranzițiilor	7
Diagramele Karnaugh de stare următoare	8
Diagramele Karnaugh și ecuațiile intrărilor de CBB	10
Ieșirile circuitului	14
Implementarea circuitului	16

Tema proiectului

Tema proiectului constă în realizarea unui automat de înghețată. Prima dată utilizatorul are de ales tipul recipientului pentru înghețată, având ca opțiuni cornet și pahar. În plus, poate opta pentru pahar mic sau pahar mare. Următorul pas esențial în crearea înghețatei dorite de utilizator este alegerea aromelor. Pentru fiecare cupă are de ales fie o aromă de ciocolată sau de fructe, aceasta din urmă având opțiunile zmeură sau afine. Odată stabilită aroma unei cupe, poate să aleagă aroma următoarei cupe ori să se îndrepte spre finalizare, ultimul pas fiind opțiunea pentru topping.

Mod de implementare

Implementarea aparatului a fost realizată prin intermediul a 4 biți, care codifică 4 variabile de stare: Q3, Q2, Q1, Q0. Cele 4 variabile de stare vor fi implementate folosind următoarele CBB-uri:

- Q0 folosind CBB tip JK, având J implementat printr-un MUX 4:1 și K printr-un MUX 8:1.
- Q1 folosind CBB tip JK, având J implementat cu porți de tip NAND și K cu porți de tip NOR.
- Q2 folosind CBB tip D și un MUX 2:1;
- Q3 folosind CBB tip D și un MUX 16:1;

Ieșirile circuitului au fost implementate folosind un decodificator 4:16, având ieșirile active pe 0.

Automatul funcționează prin intermediul a 14 stări codificate pe baza variabilelor de stare Q3Q2Q1Q0.

Stările, deciziile și ieșirile sunt următoarele:

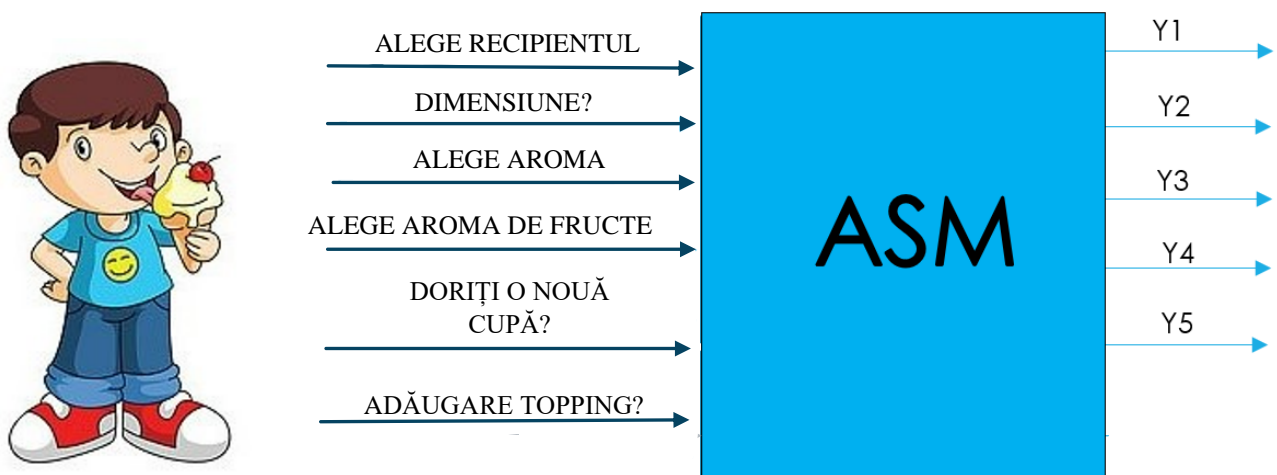
- START – reprezintă starea inițială
- Y1 – ieșire ce afișează “Bună ziua! Alegeți recipientul pentru înghețată!”
- ALEGE RECIPIENTUL – decizia ce verifică alegerea tipului de recipient (0 pentru PAHAR și 1 pentru CORNET)
- CORNET – starea în care utilizatorul a ales cornet pentru recipient
- PAHAR – starea în care utilizatorul a ales pahar pentru recipient
- DIMENSIUNE? – decizia ce verifică alegerea dimensiunii paharului (0 pentru MIC și 1 pentru MARE)
- MIC – starea în care utilizatorul a ales un pahar mic
- MARE – starea în care utilizatorul a ales un pahar mare
- AROMĂ – starea în care s-a ales recipientul și trebuie să se aleagă o aroma pentru o cupă
- Y2 – ieșire ce afișează “Alegeți aroma cupei de înghețată!”

- ALEGE AROMA – decizie ce verifică alegerea aromei cupei (0 pentru CU CIOCOLATĂ și 1 pentru CU FRUCTE)
- CIOCOLATĂ – starea în care utilizatorul a ales aroma de ciocolată
- CU FRUCTE – starea în care utilizatorul a ales aroma de fructe
- ALEGE AROMA DE FRUCTE – decizie ce verifică alegerea unei arome de fructe (0 pentru ZMEURĂ și 1 pentru AFINE)
- ZMEURĂ – starea în care utilizatorul a ales aroma de zmeură
- AFINE – starea în care utilizatorul a ales aroma de afine
- Y3 – ieșire ce afișează “Aroma cupei a fost aleasă. Doriți o nouă cupă?”
- DORIȚI O NOUĂ CUPĂ? – decizie ce verifică dacă se dorește o nouă cupă (0 pentru AROMĂ și 1 pentru FINALIZARE)
- FINALIZARE– starea în care s-au ales toate aromele cupelor
- ADĂUGARE TOPPING? – decizie ce verifică dacă se dorește topping (0 pentru FĂRĂ TOPPING și 1 pentru CU TOPPING)
- CU TOPPING – starea în care s-a ales topping peste înghețată
- FĂRĂ TOPPING – starea în care s-a ales fără topping peste înghețată
- Y4 – ieșire ce afișează “Topping-ul a fost adăugat. Puteți ridica înghețata!”
- Y5 – ieșire ce afișează “Topping-ul nu a fost adăugat. Puteți ridica înghețata!”
- STOP – starea finală

*) Pentru un lucru mai ușor s-au luat următoarele convenții:

- ALEGE RECIPIENTUL = AR
- DIMENSIUNE? = D
- ALEGE AROMA = A1
- ALEGE AROMA DE FRUCTE = A2
- DORIȚI O NOUĂ CUPĂ? = NC
- ADĂUGARE TOPPING? = AT

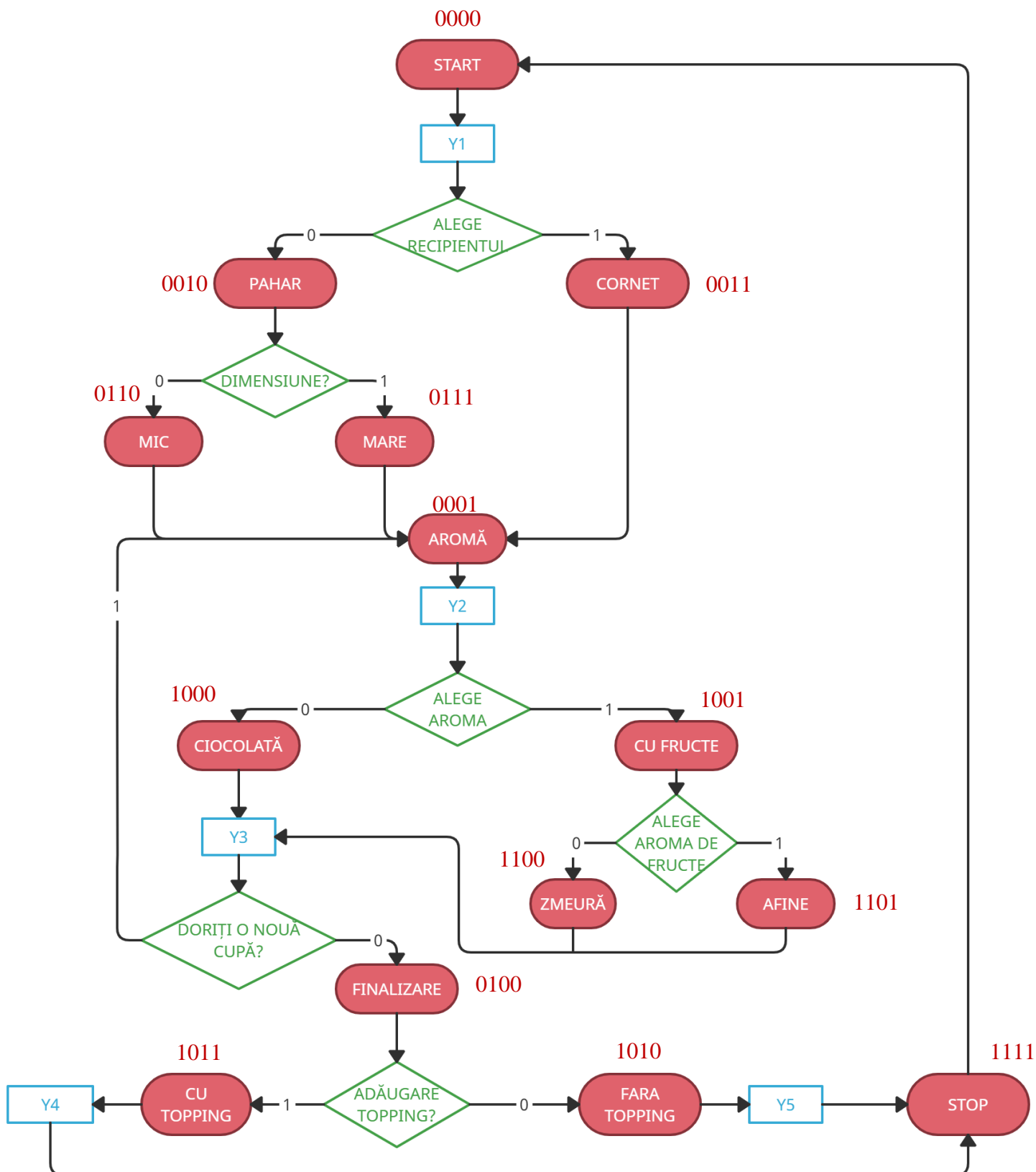
Schema bloc



Explicarea funcționalității aparatului

Starea inițială a aparatului este START, stare în care automatul este oprit. Aparatul pornește la atingerea ecranului și afișează pe acesta mesajul: “ Bună ziua! Alegeți recipientul pentru înghețată!”. Astfel, utilizatorul are de ales tipul recipientului. Dacă este ales cornetul, automatul trece în starea CORNET și apare un cornet. Dacă utilizatorul a optat pentru pahar, atunci automatul trece în starea PAHAR. În acest caz, trebuie să aleagă dacă dorește pahar mic sau pahar mare. În cazul în care se alege pahar mic, automatul trece în starea MIC și apare un pahar mic, iar pentru pahar mare, trece în starea MARE și apare un pahar mare. Odată ales recipientul înghețatei, automatul trece în starea AROMĂ. Pe ecran apare mesajul: “Alegeți aroma cupei de înghețată!”, iar utilizatorul este nevoit să aleagă aroma cupei de înghețată (ciocolată sau cu fructe). Dacă se alege cu fructe, automatul ajunge în starea CU FRUCTE și are loc o decizie de alegere a aromei de fructe. În cazul în care se alege zmeură, se trece în starea ZMEURĂ și se adaugă o cupă cu aromă de zmeură, iar pentru afine se trece în starea AFINE și se adaugă o cupă cu aromă de afine. Pentru ciocolată, automatul ajunge în starea CU CIOCOLATĂ și adaugă o cupă cu aromă de ciocolată. După adăugarea cupei dorite, se afișează pe ecran mesajul: “Aroma cupei a fost aleasă. Doriți o nouă cupă?” și are loc o decizie dacă se mai dorește o cupă sau nu. Dacă da, automatul revine în starea de AROMĂ, unde va relua procesul pentru alegerea aromei noii cupe de înghețată. Dacă nu se mai dorește o cupă, automatul trece în starea FINALIZARE și utilizatorul trebuie să ia decizia dacă dorește topping la înghețată. În cazul în care se alege cu topping, automatul trece în starea CU TOPPING, se adaugă topping peste cupa sau cupele de înghețată și se afișează mesajul: “Topping-ul a fost adăugat. Puteți ridica înghețata!”. Pentru fără topping, automatul trece în starea FĂRĂ TOPPING, nu se adaugă topping și se afișează mesajul: “Topping-ul nu a fost adăugat. Puteți ridica înghețata!”. În acest moment înghețata a fost complet creată și se trece în starea de STOP, în care funcționarea automatului s-a oprit.

Organigrama aparatului



Spațiul stărilor

Q1Q0 \ Q3Q2	00	01	11	10
00	START	FINALIZARE	ZMEURĂ	CIOCOLATĂ
01	AROMĂ	*	AFINE	CU FRUCTE
11	CORNET	MARE	STOP	CU TOPPING
10	PAHAR	MIC	*	FĂRĂ TOPPING

Tabelul tranzițiilor

Q_3^t	Q_2^t	Q_1^t	Q_0^t	Q_3^{t+1}	Q_2^{t+1}	Q_1^{t+1}	Q_0^{t+1}	Y	D_3	D_2	J_1	K_1	J_0	K_0
0	0	0	0	0	0	1	AR	Y1	0	0	1	*	AR	*
0	0	0	1	1	0	0	A1	Y2	1	0	0	*	*	!A1
0	0	1	0	0	1	1	D	*	0	1	*	0	D	*
0	0	1	1	0	0	0	1	*	0	0	*	1	*	0
0	1	0	0	1	0	1	AT	*	1	0	1	*	AT	*
0	1	0	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
0	1	1	0	0	0	0	1	*	0	0	*	1	1	*
0	1	1	1	0	0	0	1	*	0	0	*	1	*	0
1	0	0	0	0	!NC	0	NC	Y3	0	!NC	0	*	NC	*
1	0	0	1	1	1	0	A2	*	1	1	0	*	*	!A2
1	0	1	0	1	1	1	1	Y5	1	1	*	0	1	*
1	0	1	1	1	1	1	1	Y4	1	1	*	0	*	0
1	1	0	0	0	!NC	0	NC	Y3	0	!NC	0	*	NC	*
1	1	0	1	0	!NC	0	NC	Y3	0	!NC	0	*	*	!NC
1	1	1	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1	1	1	1	0	0	0	0	*	0	0	*	1	*	1

Diagramele Karnaugh de stare următoare și ecuațiile rezultate

$Q_1Q_0 \backslash Q_3Q_2$	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	1	*	0	1
11	0	0	0	1
10	0	0	*	1

$$Q_3^{t+1} = Q_3!Q_2Q_1 + !Q_3Q_2!Q_1 + !Q_2!Q_1Q_0$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	0	0	!NC	!NC
01	0	*	!NC	1
11	0	0	0	1
10	1	0	*	1

$$Q_2^{t+1} = Q_3!Q_2Q_0 + !Q_2Q_1!Q_0 + !NC * Q_3!Q_1$$

$Q_1Q_0 \backslash Q_3Q_2$	00	01	11	10
00	1	1	0	0
01	0	*	0	0
11	0	0	0	1
10	1	0	*	1

$$Q_1^{t+1} = Q_3!Q_2Q_1 + !Q_3!Q_1!Q_0 + !Q_2Q_1!Q_0$$

$Q_1Q_0 \backslash Q_3Q_2$	00	01	11	10
00	AR	AT	NC	NC
01	A1	*	NC	A2
11	1	1	0	1
10	D	1	*	1

$$\begin{aligned}
Q_0^{t+1} = & Q_3!Q_2Q_1 + !Q_3Q_1Q_0 + !Q_3Q_2Q_1 + \text{AR} * !Q_3!Q_2!Q_1!Q_0 + \text{D} * Q_1!Q_0 + \\
& \text{A1} * !Q_3Q_0 + \text{A2} * Q_3!Q_2Q_0 + \text{NC} * Q_3!Q_0 + \text{NC} * Q_3Q_2!Q_1 + \\
& \text{AT} * !Q_3Q_2
\end{aligned}$$

Diagramele Karnaugh și ecuațiile rezultate pentru intrările CBB-urilor

Q_3 cu CBB tip D și MUX 16:1

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	1	*	0	1
11	0	0	0	1
10	0	0	*	1

$$D_3 = Q_3^{t+1} = Q_3! Q_2 Q_1 + ! Q_3 Q_2! Q_1 + ! Q_2! Q_1 Q_0$$

$$Q_{3(1)} = 0 (0000)$$

$$Q_{3(2)} = 1 (0001)$$

$$Q_{3(3)} = 0 (0010)$$

$$Q_{3(4)} = 0 (0011)$$

$$Q_{3(5)} = 1 (0100)$$

$$Q_{3(6)} = * (0101)$$

$$Q_{3(7)} = 0 (0110)$$

$$Q_{3(8)} = 0 (0111)$$

$$Q_{3(9)} = 0 (1000)$$

$$Q_{3(10)} = 1 (1001)$$

$$Q_{3(11)} = 1 (1010)$$

$$Q_{3(12)} = 1 (1011)$$

$$Q_{3(13)} = 0 (1100)$$

$$Q_{3(14)} = 0 (1101)$$

$$Q_{3(15)} = * (1110)$$

$$Q_{3(16)} = 0 (1111)$$

Q_2 cu CBB tip D și MUX 2:1

$Q_1Q_0 \backslash Q_3Q_2$	00	01	11	10
00	0	0	!NC	!NC
01	0	*	!NC	1
11	0	0	0	1
10	1	0	*	1

$$D_2 = Q_2^{t+1} = Q_3!Q_2Q_0 + !Q_2Q_1!Q_0 + !NC * Q_3!Q_1$$

Variabila de selecție: Q_3

$$Q_{2(1)} = !Q_2Q_1!Q_0 (0)$$

$$Q_{2(2)} = !Q_2Q_0 + !Q_2Q_1 + !NC * !Q_1 (1)$$

Q_1 cu CBB tip JK; J cu NAND; K cu NOR

$Q_1Q_0 \backslash Q_3Q_2$	00	01	11	10
00	1	1	0	0
01	0	*	0	0
11	*	*	*	*
10	*	*	*	*

$$J_3 = !Q_3!Q_0$$

$Q_1Q_0 \backslash Q_3Q_2$	00	01	11	10
00	*	*	*	*
01	*	*	*	*
11	1	1	1	0
10	0	1	*	0

$$K_3 = !Q_3Q_0 + Q_2$$

Q_0 cu CBB tip JK; J cu MUX 4:1; K cu MUX 8:1

$Q_1Q_0 \backslash Q_3Q_2$	00	01	11	10
00	AR	AT	NC	NC
01	*	*	*	*
11	*	*	*	*
10	D	1	*	1

Variabilele de selecție: Q_3, Q_1

$$J_{0(1)} = AR * !Q_2 + AT * Q_2 \text{ (00)}$$

$$J_{0(2)} = Q_2 + D \text{ (01)}$$

$$J_{0(3)} = NC \text{ (10)}$$

$$J_{0(4)} = 1 \text{ (11)}$$

$Q_1Q_0 \backslash Q_3Q_2$	00	01	11	10
00	*	*	*	*
01	!A1	*	!NC	!A2
11	0	0	1	0
10	*	*	*	*

Variabilele de selecție: Q_3, Q_2, Q_0

$$K_{0(1)} = * \text{ (000)}$$

$$K_{0(2)} = !A1 * !Q_1 \text{ (001)}$$

$$K_{0(3)} = * \text{ (010)}$$

$$K_{0(4)} = 0 \text{ (011)}$$

$$K_{0(5)} = * \text{ (100)}$$

$$K_{0(6)} = !A2 * !Q_1 \text{ (101)}$$

$$K_{0(7)} = * \text{ (110)}$$

$$K_{0(8)} = Q_1 + !NC \text{ (111)}$$

Ieșirile circuitului

Q3Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
00	1	*	0	0
01	0	*	0	*
11	*	*	*	0
10	*	*	*	0

$$Y_1 = \neg Q_3 \neg Q_0$$

Q3Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
00	0	*	0	0
01	1	*	0	*
11	*	*	*	0
10	*	*	*	0

$$Y_2 = \neg Q_3 Q_0$$

Q3Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
00	0	*	1	1
01	0	*	1	*
11	*	*	*	0
10	*	*	*	0

$$Y_3 = Q_3 \neg Q_1$$

Q3Q2 Q1Q0	00	01	11	10
00	0	*	0	0
01	0	*	0	*
11	*	*	*	1
10	*	*	*	0

$$Y_4 = Q_1 Q_0$$

Q3Q2 Q1Q0	00	01	11	10
00	0	*	0	0
01	0	*	0	*
11	*	*	*	0
10	*	*	*	1

$$Y_5 = Q_1' Q_0$$

Implementarea circuitului

