

PROIECT INDIVIDUAL



17.12.2021

Imprimantă monocromă multifuncțională

Negru Mihai, 313CD

Cuprins

Tema proiectului	2
Mod de implementare a aparatului	2
Legenda	3
Schema bloc	4
Descrierea funcționalității a aparatului.....	6
Organigrama aparatului	7
Spațiul stărilor	8
Tabelul tranzițiilor	10
Diagramele Karnaugh de stare următoare și expresiile logice rezultate --	12
Diagramele Karnaugh și expresiile rezultate pentru intrările CBB-urilor ----	18
Diagramele Karnaugh și minimizarea expresiilor ieșirilor automatului -----	23
Implementarea automatului cu circuite integrate	25

TEMA PROIECTULUI

Tema proiectului constă în realizarea unei imprimante monocrome multifuncțională. Automatul folosește 3 moduri: SCAN MODE, PRINT MODE, COPY MODE, SLEEP MODE. Automatul se pornește și se oprește implicit de utilizatorul acestuia.

Interschimbarea mod-urilor automatului nu reprezintă o problemă fiindcă după fiecare acțiune executată într-un mod, acesta revine în starea sa inițială, unde se poate alege o altă acțiune pentru execuție. Automatul va aștepta o altă comandă direct după executarea comenzii anterioare fără a se opri, în caz că peste un anumit interval de timp nu a fost trimisă nici o comandă spre execuție, automatul va intra într-o buclă de “sleep” atât timp cât nu interceptează nici o comandă.

Aparatul va executa comenzile folosind doar culoarea neagră (monocrom), automatul poate fi conectat la un calculator personal sau poate fi conectat doar la energie electrică. În ambele cazuri aparatul este functional însă este limitat din punctul de vedere al comenzilor.

MODUL DE IMPLEMENTARE

Implementarea automatului a fost realizată prin intermediul a 4 biți, care codifică 4 variabile de stare (Q_3 , Q_2 , Q_1 , Q_0)

- Q_0 folosind CBB JK, având J implementat printr-un MUX 4:1 și K printr-un MUX 8:1.
- Q_1 folosind CBB JK, având J implementat cu porți logice de tip NAND și K cu porți logice de tip NOR.
- Q_2 folosind CBB D printr-un MUX 2:1.
- Q_3 folosind CBB D printr-un MUX 16:1.
- Ieșirile circuitului se vor implementa cu un decodificator 4:16, având ieșirile active pe 0.

Legenda

Intrări:

- SC – Automatul verifică dacă a fost apăsat butonul de “SCAN”.
- PR – Automatul verifică dacă a fost apăsat butonul de “PRINT”.
- CP – Automatul verifică dacă a fost apăsat butonul de “COPY”.
- CX – Automatul verifică dacă are conexiune la un calculator.
- IP – Automatul verifică dacă sunt foi de hârtie în aparat.
- FH – Automatul verifică dacă procesul început a fost sau nu finisat.
- NUM – Automatul verifică dacă variabila “number” este egal sau diferit de 0.
- SLP - Automatul verifică dacă a fost apăsat vreun buton în ultimele 60 secunde.

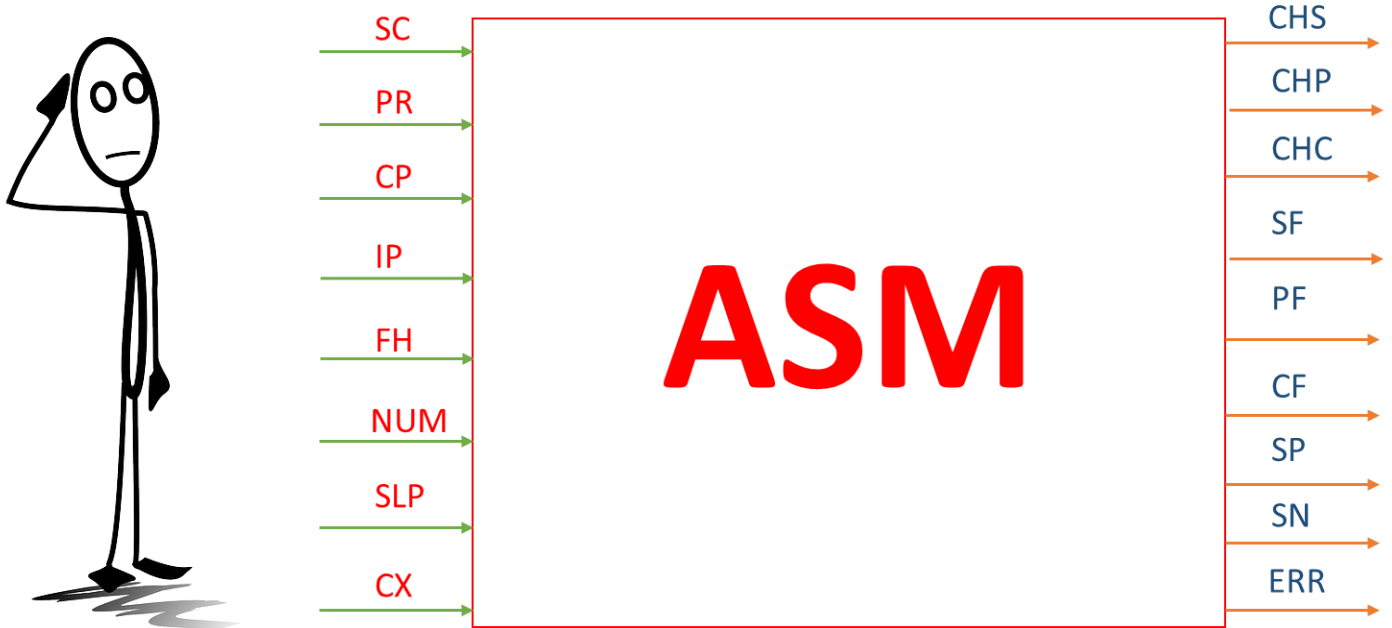
Ieșiri:

- CHS – Automatul intră în modul de „scan”.
- CHP – Automatul intră în modul de „print”.
- CHC – Automatul intră în modul de „copy”.
- SF – Automatul va scana un fișier.
- PF – Automatul va printa un fișier.
- CF – Automatul va copia un fișier.
- SP – Automatul va intra în bucla de adormire.
- SN – Automatul va decrementa cu o unitate valoarea variabilei “num”
- ERR – Automatul va semnala un sunet de eroare

Stări:

- S0 – Starea inițială a automatului, atunci când utilizatorul implicit pornește automatul.
- S[i] – Orice stare posibilă în care automatul ar putea intra, unde $0 \leq i \leq 15$

SCHEMA BLOC



DESCRIEREA FUNCȚIONALITĂȚII A APARATULUI

Automatul intră în starea inițială atunci când utilizatorul pornește IMPLICIT imprimanta. Aparatul va aștepta ca utilizatorul să aleagă una din cele 3 comenzi “SCAN”, “PRINT”, “COPY”, în caz că nu a fost selectată nici o comandă sau a fost selectată o comandă greșită, aparatul va intra în starea inițială așteptând ca utilizatorul să introducă o altă comandă corectă, în caz că utilizatorul nu a selectat nici o comandă în intervalul de 60 de secunde, condiția de “SLP” va deveni activă și aparatul va intra într-o buclă de adormire generând ieșirea “SP” ceea ce atestă că aparatul într-adevăr se află în modul “sleep”, dacă utilizatorul apasă orice buton de pe panoul de comandă sau din centru de comandă din calculatorul atașat imprimantei, atunci condiția “SLP” devine inactivă și automatul revine în starea sa inițială efectuând același proces descris anterior.

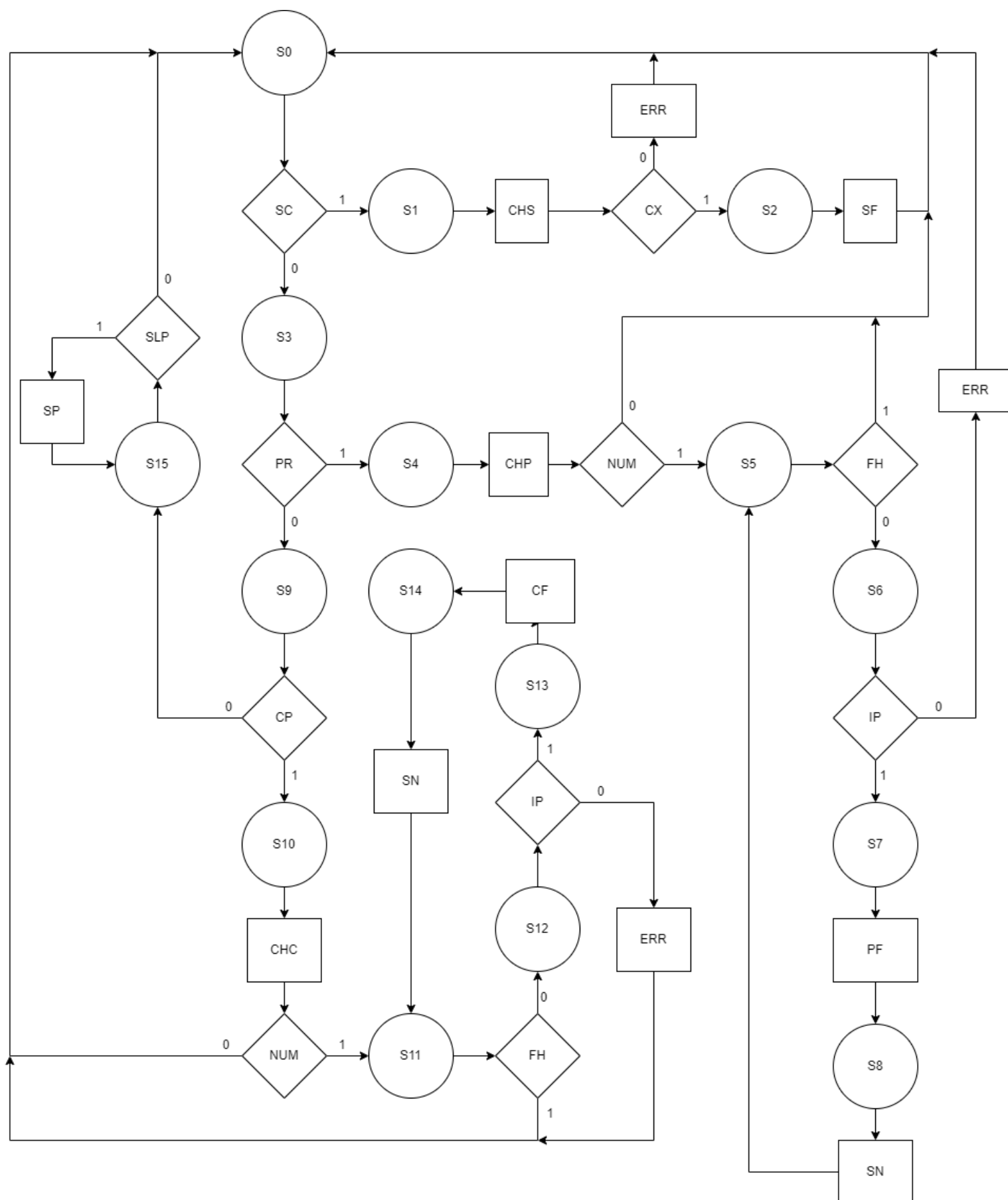
Dacă utilizatorul selectează comanda “SC”, care se efectuează prin apăsarea butonului “SCAN”, atunci automatul intră în modul de scanare și va genera ieșirea “CHS”, care va modifica setările aparatului necesare pentru modul de scanare, mai apoi va verifica dacă aparatul are conexiune la un calculator prin condiția “CX”, dacă condiția este inactivă atunci aparatul prin generearea ieșirii “ERR” va emite un sunet ce va semnaliza eroarea, în caz că condiția este activă acesta va scana fișierul și prin ieșirea “SF” va trimite datele la calculatorul conectat la imprimantă.

Dacă utilizatorul selectează comanda “PR”, care se efectuează prin apăsarea butonului “PRINT” din intermediul unui calculator, atunci automatul intră în modul de printare și va genera ieșirea “CHP”, care atestă că circuitul a intrat în modul de printare, pentru a putea schimba setările necesare să efectueze cu succes comanda. În acest mod automatul nu va verifica dacă are sau nu are conexiune la un calculator dat fiind faptul că aparatul poate intra în acest mod doar prin intermediul unui PC conectat acestuia, mai apoi va aștepta ca utilizatorul să introducă valoarea variabilei “number”, automatul nu va iese din acest mod până când

utilizatorul nu va introduce o valoare. Dacă valoarea este 0 atunci automatul va reveni în starea sa inițială, altfel va începe printarea datelor, înainte de a printa acesta verifică dacă valoarea variabilei “number” este 0 sau nu prin intermediul condiției “FH”, în caz că condiția este activă automatul va reveni în starea inițială, dacă nu, atunci automatul va verifica dacă este o foaie în imprimantă prin condiția “IP”, dacă da, atunci va printa o foaie de hârtie prin generarea ieșirii “PR” și apoi va decrementa valoarea variabilei “number” prin ieșirea “SN”, apoi aparatul se reîntoarce la starea de printare unde din nou verifică dacă procesul este finisat sau nu și continuă până la finisare, iar mai apoi revine în starea sa inițială. În caz că condiția “IP” este inactivă atunci aparatul va emite un sunet de eroare și va reveni în starea sa inițială.

Dacă utilizatorul selectează comanda “CP”, care se efectuează prin apăsarea butonului “COPY”, atunci automatul intră în modul de copiere, generând ieșirea “CHC”, care va schimba setările necesare pentru copierea fișierului, menționez că pentru acest mod aparatul nu are nevoie de conexiune la un calculator. La fel ca și în modul de printare va aștepta pentru introducerea valorii variabilei “number”. La fel, în caz că “number” este diferit de 0 aparatul va începe copierea fișierului introdus. Înainte de a genera ieșirea “CF”, necesară pentru copierea fișierului introdus, automatul va verifica valoarea variabilei “number”, prin condiția “FH” apoi va verifica dacă există o foaie de hârtie în aparat prin condiția “IP”, dacă condiția este inactivă procesul se va termina imediat cu generarea unui sunet de eroare și cu revenirea aparatului în starea sa inițială, dacă condiția este activă, atunci după fiecare generare a ieșirii “CF”, aparatul ca și în cazul de printare va decrementa valoarea variabilei “number”. Acest proces se repetă atât timp cât condiția “FH” este inactivă și condiția “IP” este activă, când condiția “FH” devine activă automatul revine în starea sa inițială.

ORGANIGRAMA APARATULUI



SPAȚIUL STĂRILOR

<div> <div>Q₃Q₂</div> <div>Q₁Q₀</div> </div>	00	01	11	10
00	S ₀	S ₃	S ₄	S ₅
01	S ₁	S ₁₃	S ₁₂	S ₈
11	S ₂	S ₁₄	S ₁₁	S ₇
10	S ₁₅	S ₉	S ₁₀	S ₆

Numărul total permis de abateri este **9**.

Numărul total de abateri din spațiul stărilor curent este **6**.

S ₀ – 0000	S ₄ – 1100	S ₈ – 1001	S ₁₂ – 1101
S ₁ – 0001	S ₅ – 1000	S ₉ – 0110	S ₁₃ – 0101
S ₂ – 0011	S ₆ – 1010	S ₁₀ – 1110	S ₁₄ – 0111
S ₃ – 0100	S ₇ – 1011	S ₁₁ – 1111	S ₁₅ – 0010

TABELUL TRANZIȚIILOR

Q^t_3	Q^t_2	Q^t_1	Q^t_0	Q^{t+1}_3	Q^{t+1}_2	Q^{t+1}_1	Q^{t+1}_0	OUTS	J_0	K_0	J_1	K_1
0	0	0	0	0	ISC	0	SC	0	SC	*	0	*
0	0	0	1	0	0	CX	CX	CHS	*	!CX	CX	*
0	0	1	0	0	0	SLP	0	0	0	*	*	!SLP
0	0	1	1	0	0	0	0	SF	*	1	*	1
0	1	0	0	PR	1	!PR	0	0	0	*	!PR	*
0	1	0	1	0	1	1	1	CF	*	0	1	*
0	1	1	0	CP	CP	1	0	0	0	*	*	0
0	1	1	1	1	1	1	1	SN	*	0	*	0
1	0	0	0	!FH	0	!FH	0	0	0	*	!FH	*
1	0	0	1	1	0	0	0	SN	*	1	0	*
1	0	1	0	IP	0	IP	IP	0	IP	*	*	!IP
1	0	1	1	1	0	0	1	PF	*	0	*	1
1	1	0	0	NUM	0	0	0	CHP	0	*	0	*
1	1	0	1	0	IP	0	IP	0	*	!IP	0	*
1	1	1	0	NUM	NUM	NUM	NUM	CHC	NUM	*	*	!NUM
1	1	1	1	!FH	!FH	0	!FH	0	*	FH	*	1

Q^t_3	Q^t_2	Q^t_1	Q^t_0	SP	ERR
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	!CX
0	0	1	0	SLP	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	0	!IP
1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	0	1	0	!IP
1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	0	0

Diagramele Karnaugh de stare următoare și expresiile logice rezultate

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	0	PR	NUM	!FH
01	0	0	0	1
11	0	1	!FH	1
10	0	CP	NUM	IP

$$Q_3^{t+1} = \bar{Q}_3 Q_2 \bar{Q}_1 \bar{Q}_0 \cdot PR + Q_3 Q_2 \bar{Q}_0 \cdot NUM + \bar{Q}_3 Q_2 Q_1 \cdot CP + Q_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 \cdot \overline{FH} + Q_3 Q_1 Q_0 \cdot \overline{FH} + Q_3 \bar{Q}_2 Q_1 \cdot IP + Q_3 \bar{Q}_2 Q_0 + \bar{Q}_3 Q_2 Q_1 Q_0$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	!SC	1	0	0
01	0	1	IP	0
11	0	1	!FH	0
10	0	CP	NUM	0

$$Q_2^{t+1} = \bar{Q}_3 \bar{Q}_1 \bar{Q}_0 \cdot \overline{SC} + \bar{Q}_3 Q_2 \cdot CP + Q_2 \bar{Q}_1 Q_0 \cdot IP + Q_2 Q_1 Q_0 \overline{FH} + Q_3 Q_2 Q_1 \bar{Q}_0 \cdot NUM + \bar{Q}_3 Q_2 \bar{Q}_1 + \bar{Q}_3 Q_2 Q_0$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	0	!PR	0	!FH
01	CX	1	0	0
11	0	1	0	0
10	SLP	1	NUM	IP

$$Q_1^{t+1} = Q_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 \bar{Q}_0 \cdot \overline{FH} + Q_3 \bar{Q}_2 Q_1 \bar{Q}_0 \cdot IP + \bar{Q}_3 Q_2 \cdot \overline{PR} + \bar{Q}_3 \bar{Q}_1 Q_0 \cdot CX + \bar{Q}_3 Q_1 \bar{Q}_0 \cdot SLP + Q_2 Q_1 \bar{Q}_0 \cdot NUM + \bar{Q}_3 Q_2 Q_0 + \bar{Q}_3 Q_2 Q_1$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	SC	0	0	0
01	CX	1	IP	0
11	0	1	!FH	1
10	0	0	NUM	IP

$$Q_0^{t+1} = \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 \bar{Q}_0 \cdot SC + \bar{Q}_3 \bar{Q}_1 Q_0 \cdot CX + Q_2 \bar{Q}_1 Q_0 \cdot IP + Q_3 \bar{Q}_2 Q_1 \cdot IP + Q_3 Q_1 Q_0 \cdot \overline{FH} + Q_3 Q_2 Q_1 \bar{Q}_0 \cdot NUM + \bar{Q}_3 Q_2 Q_0 + Q_3 \bar{Q}_2 Q_1 Q_0$$

Diagramele Karnaugh și expresiile rezultate pentru intrările CBB-urilor

Q_0 (CBB-JK, J MUX 4:1 variabile de selecție Q_2Q_0 , K MUX 8:1 variabile de selecție $Q_3Q_1Q_0$)

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	SC	0	0	0
01	*	*	*	*
11	*	*	*	*
10	0	0	NUM	IP

$Q_3 \backslash Q_1$	0	1
0	SC	0
1	0	IP

$Q_3 \backslash Q_1$	0	1
0	*	*
1	*	*

$Q_3 \backslash Q_1$	0	1
0	0	0
1	0	NUM

$Q_3 \backslash Q_1$	0	1
0	*	*
1	*	*

J - Variabile de selecție Q_2Q_0 :

$$00 - \bar{Q}_3\bar{Q}_1 \cdot SC + Q_3Q_1 \cdot IP$$

$$01 - 0$$

$$10 - Q_3Q_1 \cdot NUM$$

$$11 - 0$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	*	*	*	*
01	!CX	0	!IP	1
11	1	0	FH	0
10	*	*	*	*

Q_0	0	1
	*	!CX

Q_0	0	1
	*	1

Q_0	0	1
	*	0

Q_0	0	1
	*	0

Q_0	0	1
	*	1

Q_0	0	1
	*	0

Q_0	0	1
	*	!IP

Q_0	0	1
	*	FH

K - Variabile de selecție $Q_3Q_2Q_1$:

000 – \overline{CX}

001 – 1

010 – 0

011 – 0

100 – 1

101 – 0

110 – \overline{IP}

111 – FH

Q_1 (CBB-JK, J cu porți logice NAND, K cu porți logice NOR)

$Q_1Q_0 \backslash Q_3Q_2$	00	01	11	10
00	0	!PR	0	!FH
01	CX	1	0	0
11	*	*	*	*
10	*	*	*	*

$$J = \overline{Q}_3Q_2 \cdot \overline{PR} + \overline{Q}_3Q_0 \cdot CX + Q_3\overline{Q}_2\overline{Q}_0 \cdot \overline{FH} + \overline{Q}_3Q_2Q_0$$

$$J = \overline{J} = \overline{\overline{Q}_3Q_2\overline{PR} \cdot \overline{Q}_3Q_0CX \cdot Q_3\overline{Q}_2\overline{Q}_0\overline{FH} \cdot \overline{Q}_3Q_2Q_0}$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	*	*	*	*
01	*	*	*	*
11	1	0	1	1
10	!SLP	0	!NUM	!IP

$$K = \bar{Q}_3\bar{Q}_2 \cdot \overline{SLP} + Q_3Q_2 \cdot \overline{NUM} + Q_3\bar{Q}_2 \cdot \overline{IP} + \bar{Q}_2Q_0 + Q_3Q_0$$

$$K = \bar{\bar{\bar{K}}} =$$

$$= \overline{\overline{\overline{Q_3 + Q_2 + SLP} + \overline{Q_3} + \bar{Q}_2 + NUM + \bar{Q}_3 + Q_2 + IP + Q_2 + \bar{Q}_0 + \bar{Q}_3 + \bar{Q}_0}}$$

Q_2 (CBB-D, D MUX 2:1 variabilă de selecție Q_1)

$$D_2^t = Q_2^{t+1}$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	!SC	1	0	0
01	0	1	IP	0
11	0	1	!FH	0
10	0	CP	NUM	0

$Q_3Q_2 \backslash Q_0$	00	01	11	10
0	!SC	1	0	0
1	0	1	!IP	0

$Q_3Q_2 \backslash Q_0$	00	01	11	10
0	0	CP	NUM	0
1	0	1	!FH	0

Variabila de selecție Q_1 :

$$0 - \bar{Q}_3\bar{Q}_0 \cdot \overline{SC} + Q_3Q_0 \cdot \overline{IP} + \bar{Q}_3Q_2$$

$$1 - \bar{Q}_3Q_2 \cdot CP + Q_2Q_0\overline{FH} + Q_3Q_2\bar{Q}_0 \cdot NUM + \bar{Q}_3Q_2Q_0$$

Q_3 (CBB-D, D MUX 16:1 variabile de selecție $Q_3Q_2Q_1Q_0$)

$$D_3^t = Q_3^{t+1}$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	0	PR	NUM	!FH
01	0	0	0	1
11	0	1	!FH	1
10	0	CP	NUM	IP

Variabilele de selecție $Q_3Q_2Q_1Q_0$:

0000 – 0

0001 – 0

0010 – 0

0011 – 0

0100 – PR

0101 – 0

0110 – CP

0111 – 1

1000 – \overline{FH}

1001 – 1

1010 – IP

1011 – 1

1100 – NUM

1101 – 0

1110 – NUM

1111 – \overline{FH}

Diagramele Karnaugh și minimizarea expresiilor ieșirilor automatului

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

$$CHS = \bar{Q}_3\bar{Q}_2\bar{Q}_1Q_0$$

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

$$CHP = Q_3Q_2\bar{Q}_1\bar{Q}_0$$

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

$$CHC = Q_3Q_2Q_1\bar{Q}_0$$

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

$$SF = \bar{Q}_3\bar{Q}_2Q_1Q_0$$

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

$$PF = Q_3 \bar{Q}_2 Q_1 Q_0$$

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

$$CF = \bar{Q}_3 Q_2 \bar{Q}_1 Q_0$$

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

$$SN = \bar{Q}_3 Q_2 Q_1 Q_0 + Q_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 Q_0$$

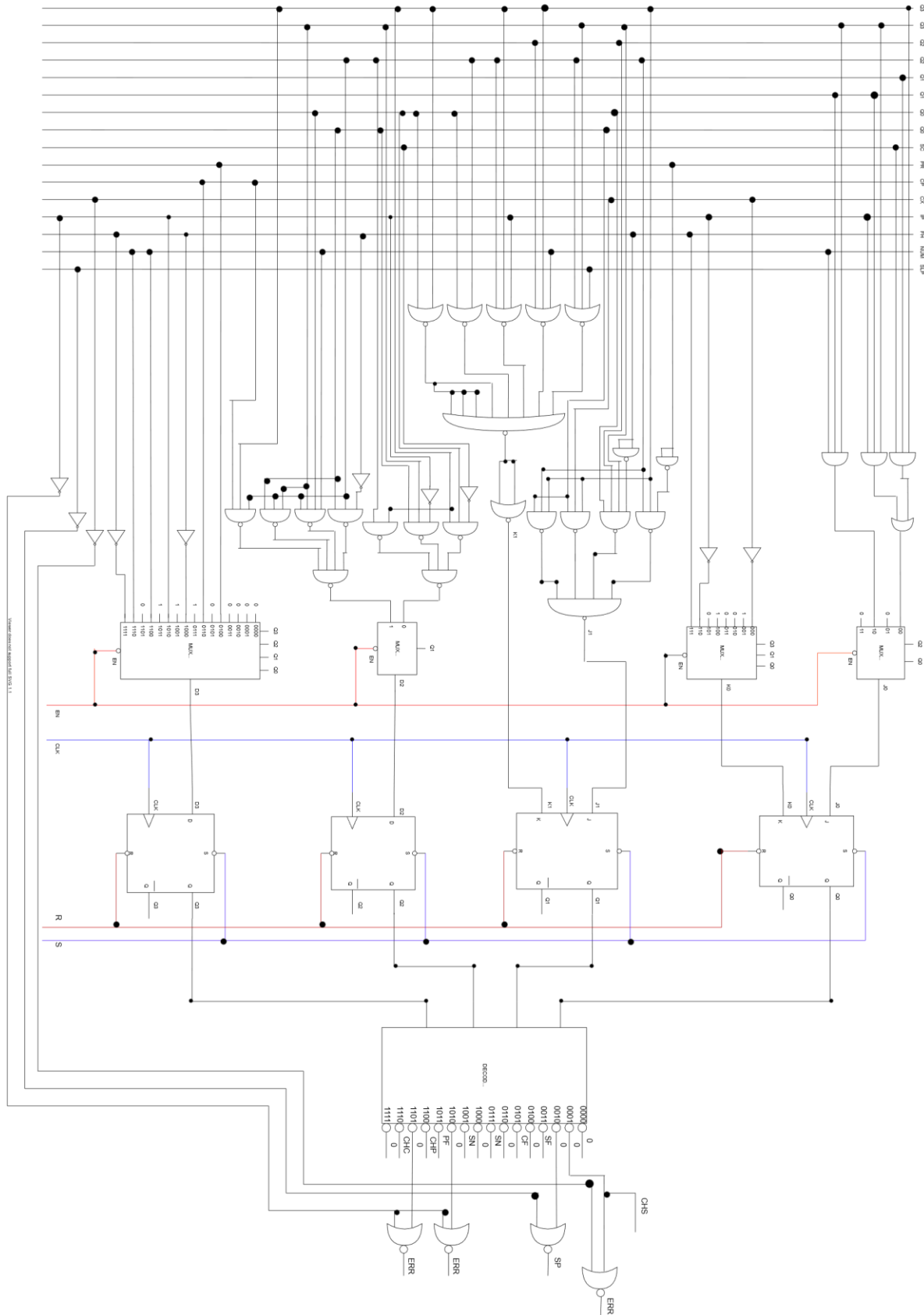
$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	0	0
10	SLP	0	0	0

$$SP = \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 Q_1 \bar{Q}_0 \cdot SLP$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	!CX	0	!IP	0
11	0	0	0	0
10	0	0	0	!IP

$$ERR = \bar{Q}_3\bar{Q}_2\bar{Q}_1Q_0 \cdot \overline{CX} + Q_3Q_2\bar{Q}_1Q_0 \cdot \overline{IP} \\ + Q_3\bar{Q}_2Q_1\bar{Q}_0 \cdot \overline{IP}$$

Implementarea automatului cu circuite integrate



Link-ul către URL-ul circuitului:

<https://drive.google.com/file/d/18YEv5rQQK5lnPLumbI9ccO3zlZ8p1FpF/view?usp=sharing>