



# Plita electrica cu inductie

---

Dumitrache Adrian-George

Universitatea Politehnica din Bucuresti

Facultatea de Automatica si Calculatoare

Grupa 314CC



# Cuprins

Tema proiectului.....	2
Mod de implementare.....	3
Explicarea functionalitatii aparatului.....	6
Organigrama aparatului.....	7
Spatiul starilor.....	8
Tabelul de tranzitii.....	9
Diagramele de stare urmatoare si ecuatiile rezultate.....	10
Diagramele Karnaugh și ecuatiile rezultate pentru intrarile CBB-urilor si pentru iesiri.....	13
Implementarea circuitului.....	20

# Tema proiectului

Proiectul consta in realizarea sintezei logice a unei **plite electrice cu inductie** cu **doua ochiuri** ce are functii de **timer**, **incalzire lenta/rapida**, detectare **presiune vas inductie** si doua niveluri de **selectie temperatura** ce foloseste un **ecran LED** pentru a afisa optiunile selectate si timer-ul.



A mea nu face chestiile astea, dar tot o apreciez foarte, foarte mult.

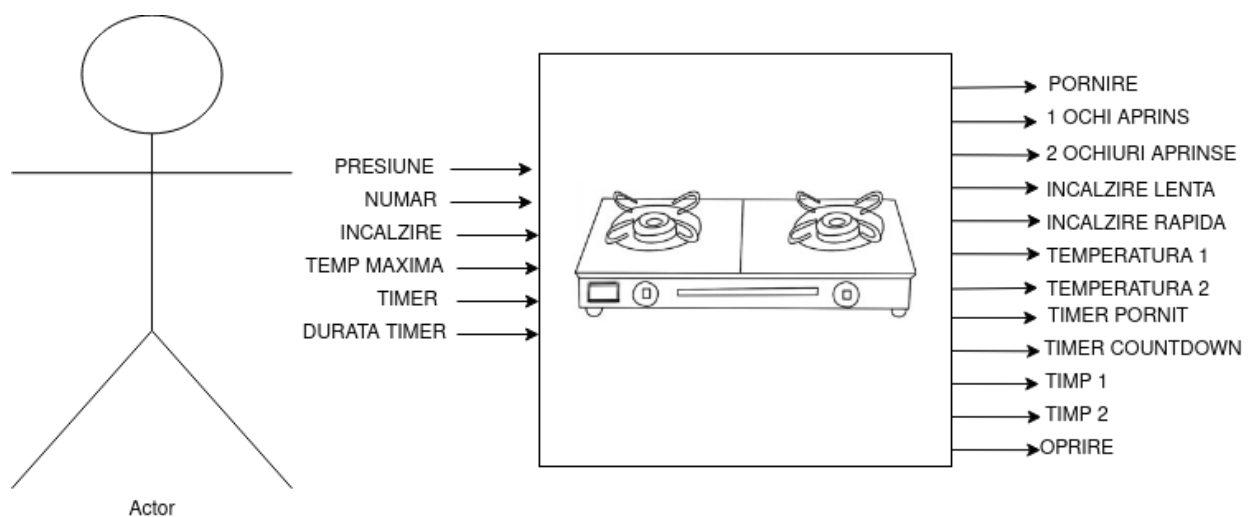
# Mod de implementare

Pentru implementare au fost folosiți 4 biți care codifică 4 variabile de stare: Q3, Q2, Q1 și Q0. Cele 4 variabile de stare corespunzătoare celor 4 biți au fost implementate astfel:

- 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.

## Schema bloc



# Semnalele din schema

Aparatul are un proces de functionare oarecum liniar, motiv pentru care starile urmeaza un proces simplu de START - NR OCHI - TIP INCALZIRE - TEMP - TIMER DA SAU NU si, optional, TIMP1/TIMP2 inainte de a intra in starea STOP.

## Stari:

- **START** - starea initiala
- **PORNIT** - starea de pornire a aparatului
- **1 OCHI**
- **2 OCHIURI**
- **LENTA**
- **RAPIDA**
- **TEMP1**
- **TEMP2**
- **DA**
- **TIMP1**
- **TIMP2**
- **NU**
- **STOP** - starea finala

In restul starilor se intra atunci cand optiunea respectiva este selectata prin intrarile detaliate in continuare.

### Intrari:

- **PRESIUNE** - mecanismul de pornire a plitei, aparatul ramane oprit atat timp cat nu este amplasat un vas tip inductie (0) si este pornit odata cu aceasta (1)
- **NUMAR** - selectarea numarului de ochiuri; pentru **NUMAR**=0 va fi folosit 1 ochi, iar pentru **NUMAR**=1 vor fi folosite 2 ochiuri si va intra in starile aferente acestora
- **INCALZIRE** - incalzire lenta pentru 0, rapida pentru 1 si intrare in starile respective optiunilor
- **TEMP MAXIMA** - alegere intre cele doua niveluri de temperatura, 0 pentru TEMP1, in caz contrar TEMP2
- **TIMER** - decizie daca sa va folosi timer sau nu, pentru 0 nu se va folosi timer, se va folosi in caz contrar
- **DURATA TIMER** - daca =0 plita va avea un timer de TIMP1, iar daca =1 plita va avea un timer de TIMP2

### Iesiri:

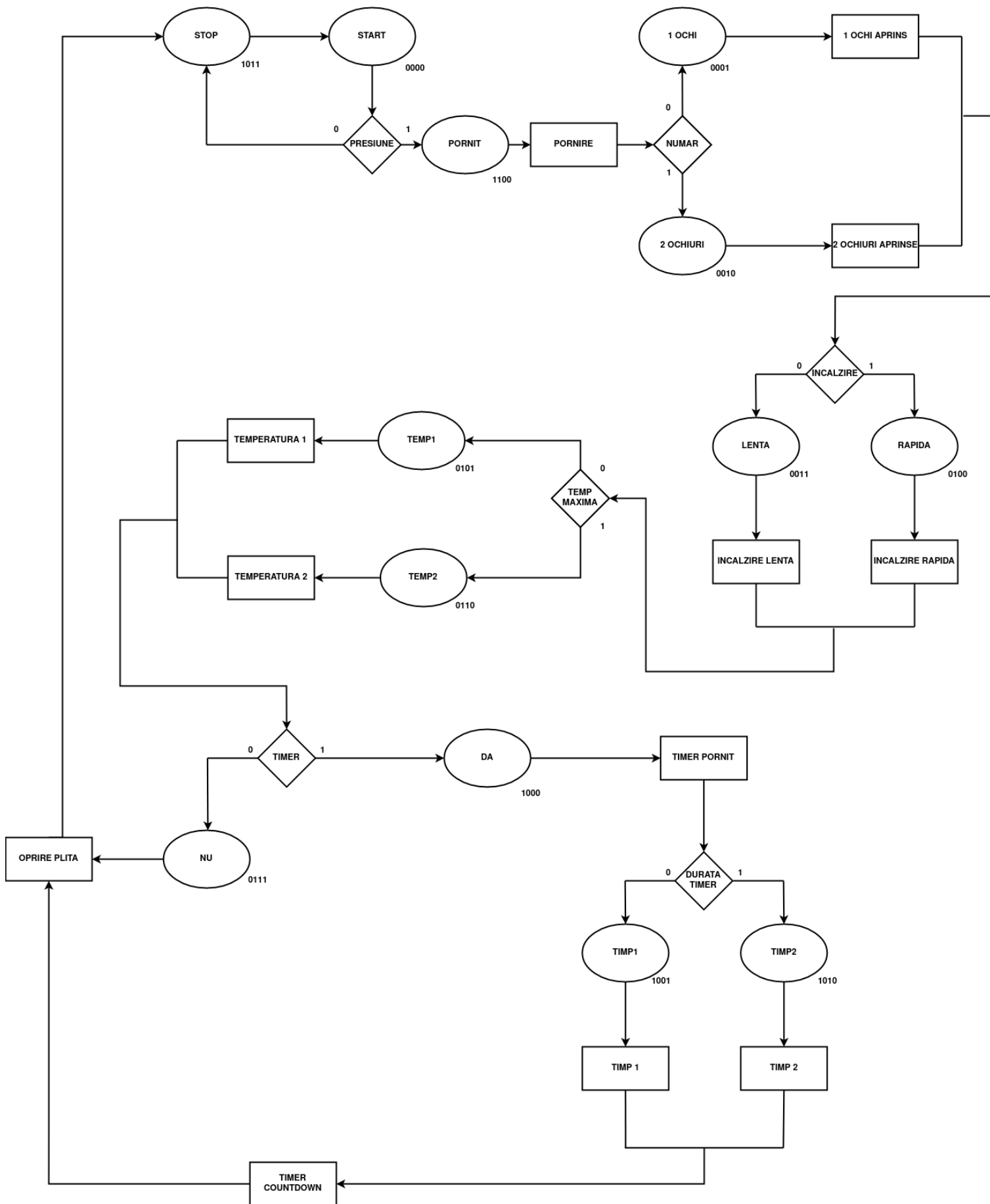
- **PORNIRE (C1)** - LED aprins cand plita detecteaza presiune de la un vas tip inductie
- **1 OCHI APRINS (C2)**
- **2 OCHIURI APRINSE (C3)**
- **INCALZIRE LENTA (C4)**
- **INCALZIRE RAPIDA (C5)**
- **TEMPERATURA 1 (C6)**
- **TEMPERATURA 2 (C7)**
- **TIMER PORNIT (C8)**
- **TIMP 1 (C9)**
- **TIMP 2 (C10)**
- **TIMER COUNTDOWN (C11)**
- **OPRIRE (C12)** - sunet beep lung cand plita isi termina operatia

**C2-C11** = afisat cand optiunea respectiva este selectata, toate sunt mici iconite pe ecranul plitei

# Explicarea functionalitatii aparaturului

Plita se afla initial in starea **START**, timp in care este oprita. Aceasta este pornita odata ce aparatul detecteaza presiune pe ochiurile sale de la un vas de tip inductie si va reprezenta acest lucru printr-o iconita pe display (**PORNIRE**) si va intra in starea **PORNIT**. Urmeaza ca utilizatorul sa interactioneze cu plita pentru a isi selecta optiunile, acestea aparand ulterior pe display in forma unei iconite(**1 OCHI APRINS/2 OCHIURI APRINSE, INCALZIRE LENTA/INCALZIRE RAPIDA, TEMPERATURA 1/TEMPERATURA 2, TIMP 1/TIMP 2**). Intai este intrebat daca vrea sa foloseasca un ochi sau doua si se trece in starea respectiva (**1 OCHI/2 OCHIURI**), urmeaza sa fie selectata modul de incalzire care va duce fie in starea **LENTA**, fie in starea **RAPIDA**. Rolul acestei optiuni este sa evite o problema comuna a plitelor electrice de a se incalzi mult prea repede, astfel utilizatorul poate alege o incalzire graduala pentru un gatit mai controlat. In continuare, utilizatorul va decide intre cele doua niveluri de temperatura **TEMP1** si **TEMP2** si va trece in starea respectiva, acestea reprezinta temperatura maxima pe care o va atinge plita.

Acum utilizatorul poate sa decida daca vrea sa foloseasca timer sau nu. Daca nu, se trece in starea **NU** si aparatul se va opri dupa un timp maxim predefinit sau dupa ce vasul este ridicat. In caz contrar, se afiseaza pe ecran doua puncte (adica delimitatorul dintre minut si secunda) prin iesirea **TIMER PORNIT**, se trece in starea **DA** si utilizatorul alege intre **TIMP1** si **TIMP2** care va fi afisat pe ecran prin iesirea **TIMER COUNTDOWN**. In ambele cazuri, dupa ce timpul s-a scurs, plita se va opri, va afisa prin ecran ca s-a oprit (iesirea **OPRIRE**) si va intra in starea **STOP**. Urmeaza organigrama acestui aparat:





# Spatiul starilor

<div>Q3Q2</div> <div>Q1Q0</div>	00	01	11	10
00	START	RAPIDA	PORNIT	DA
01	1 OCHI	TEMP1	TIMP1	*
11	LENTA	NU	*	STOP
10	<sup>2</sup> OCHIURI	TEMP2	*	TIMP2



# Diagramele de stare urmatoare si ecuatiile rezultate

$$Q3^{t+1} = !Q2^t * !Q1^t + Q2^t * Q1^t * Q0^t + Q3^t * Q1^t * !Q0^t +$$

$$TIMER * !Q1^t * Q0^t + TIMER * Q2^t * Q1^t$$

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

$$Q2^{t+1} = !Q3^t * Q2^t * !Q1^t * !Q0^t + !Q3^t * !Q2^t * Q1^t * Q0^t +$$

$$!TIMER * !Q3^t * Q2^t * !Q1^t + !TIMER * !Q3^t * Q2^t * !Q0^t +$$

$$INCALZIRE * !Q3^t * !Q2^t * Q0^t + INCALZIRE * !Q3^t * !Q2^t * Q1^t +$$

$$PRESIUNE * !Q3^t * !Q2^t * !Q1^t * !Q0$$

Q3Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
00	PRESIUNE	1	0	0
01	INCALZIRE	!TIMER	*	0
11	1	0	*	0
10	INCALZIRE	!TIMER	*	0

$$\begin{aligned}
 Q1^{t+1} = & Q3^t * !Q1^t * Q0^t + Q2^t * Q1^t * Q0^t + Q3^t * Q1^t * !Q0^t + \\
 & !TIMER * Q2^t * Q0^t + !TIMER * Q2^t * Q1^t + \\
 & !INCALZIRE * !Q2^t * !Q1^t * Q0^t + !INCALZIRE * !Q2^t * Q1^t * !Q0^t + \\
 & TEMP MAXIMA * !Q3^t * Q1^t * Q0^t + \\
 & TEMP MAXIMA * !Q3^t * Q2^t * !Q1^t * !Q0^t + \\
 & DURATA TIMER * Q3^t * !Q2^t * !Q1^t + NUMAR * Q3^t * Q2^t + \\
 & !PRESIUNE * !Q3^t * !Q2^t * !Q1^t * !Q0^t
 \end{aligned}$$

Q3Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
00	!PRESIUNE	TEMP MAXIMA	NUMAR	DURATA TIMER
01	!INCALZIRE	!TIMER	*	1
11	TEMP MAXIMA	1	*	0
10	!INCALZIRE	!TIMER	*	1

$$\begin{aligned}
 Q0^{t+1} = & Q3^t * !Q1^t * Q0^t + Q2^t * Q1^t * Q0^t + Q3^t * Q1^t * !Q0^t + \\
 & !TIMER * Q2^t * Q0^t + !TIMER * Q2^t * Q1^t + NUMAR * Q3^t * Q2^t + \\
 & !TEMP MAXIMA * !Q3^t * Q1^t * Q0^t + !TEMP MAXIMA * !Q3^t * Q2^t * !Q1^t * !Q0^t + \\
 & !INCALZIRE * !Q2^t * !Q1^t * Q0^t + !INCALZIRE * !Q2^t * Q1^t * !Q0^t + \\
 & PRESIUNE * !Q3^t * !Q2^t * !Q1^t * !Q0^t + DURATA TIMER * Q3^t * !Q2^t * !Q1^t + NUMAR * Q3^t \\
 & * Q2^t
 \end{aligned}$$

Q3Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
00	!PRESIUNE	!TEMP MAXIMA	!NUMAR	!DURATA TIMER
01	!INCALZIRE	!TIMER	*	1
11	!TEMP MAXIMA	1	*	0
10	!INCALZIRE	!TIMER	*	1

# Diagramele Karnaugh și ecuațiile rezultate pentru intrările CBB-urilor și pentru iesiri

$$D3 = Q3^{t+1} = !Q2^t * !Q1^t + Q2^t * Q1^t * Q0^t + Q3^t * Q1^t * !Q0^t +$$

$$TIMER * !Q1^t * Q0^t + TIMER * Q2^t * Q1^t$$

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

$$D2 = Q2^{t+1} = !Q3^t * Q2^t * !Q1^t * !Q0^t + !Q3^t * !Q2^t * Q1^t * Q0^t + !TIMER * !Q3^t * Q2^t * !Q1^t +$$

$$!TIMER * !Q3^t * Q2^t * !Q0^t + INCALZIRE * !Q3^t * !Q2^t * Q0^t + INCALZIRE * !Q3^t * !Q2^t * Q1^t$$

$$+ PRESIUNE * !Q3^t * !Q2^t * !Q1^t * !Q0$$

Q3Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
00	PRESIUNE	1	0	0
01	INCALZIRE	!TIMER	*	0
11	1	0	*	0
10	INCALZIRE	!TIMER	*	0

$$J1 = Q3^t * Q0^t + !TIMER * Q2^t * Q0^t + !INCALZIRE * !Q3^t * !Q2^t * Q0^t +$$

$$NUMAR * Q3^t * Q2^t + DURATA\ TIMER * Q3^t * !Q2^t +$$

$$!PRESIUNE * !Q3^t * Q2^t * Q0^t + TEMP MAXIMA * !Q3^t * Q2^t * Q0^t$$

Q3Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
00	!PRESIUNE	TEMP MAXIMA	NUMAR	DURATA TIMER
01	!INCALZIRE	!TIMER	*	1
11	*	*	*	*
10	*	*	*	*

$$K1 = Q3^t * Q0^t + !TEMP MAX * !Q2^t * Q0^t + TIMER * Q2^t * !Q0^t +$$

$$INCALZIRE * !Q3^t * !Q2^t * !Q0^t$$

Q3Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
00	*	*	*	*
01	*	*	*	*
11	!TEMP MAX	0	*	1
10	INCALZIRE	TIMER	*	0

$$J0 = Q3^t * Q1^t + !NUMAR * Q3^t * Q2^t + !DURATA TIMER * Q3^t * Q2^t +$$

$$!TIMER * Q2^t * Q1^t + !PRESIUNE * !Q3^t * !Q2^t * !Q1^t +$$

$$!INCALZIRE * !Q3^t * !Q2^t * Q1^t + !TEMP MAXIMA * !Q3^t * Q2^t * !Q1^t$$

Q3Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
00	!PRESIUNE	!TEMP MAXIMA	!NUMAR	!DURATA TIMER
01	*	*	*	*
11	*	*	*	*
10	!INCALZIRE	!TIMER	*	1

$$K0 = Q3^t * Q1^t + TEMP MAXIMA * !Q2^t * Q1^t + TIMER * Q2^t * !Q1^t +$$

$$INCALZIRE * !Q3^t * !Q2^t * !Q1^t$$

Q3Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
00	*	*	*	*
01	INCALZIRE	TIMER	*	0
11	TEMP MAXIMA	0	*	1
10	*	*	*	*

**IESIRI:**

$$C1 = Q3^t * Q2^t$$

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

$$C2 = !Q3^t * !Q2^t * !Q1^t * Q0^t$$

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

$$C3 = !Q3^t * !Q2^t * Q1^t * !Q0^t$$

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

$$C4 = !Q3^t * !Q2^t * Q1^t * Q0^t$$

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

$$C5 = !Q3^t * Q2^t * !Q1^t * !Q0^t$$

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

$$C6 = Q2^t * !Q1^t * Q0^t$$



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

$$C7 = Q2^t * Q1^t * !Q0^t$$

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

$$C8 = Q3^t * !Q2^t * !Q1^t * !Q0^t$$

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

$$C9 = Q3^t * !Q1^t * Q0^t$$

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

$$C10 = Q3^t * Q1^t * !Q0^t$$

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

$$C11 = Q3^t * !Q1^t * Q0^t + Q3^t * Q1^t * !Q0^t$$

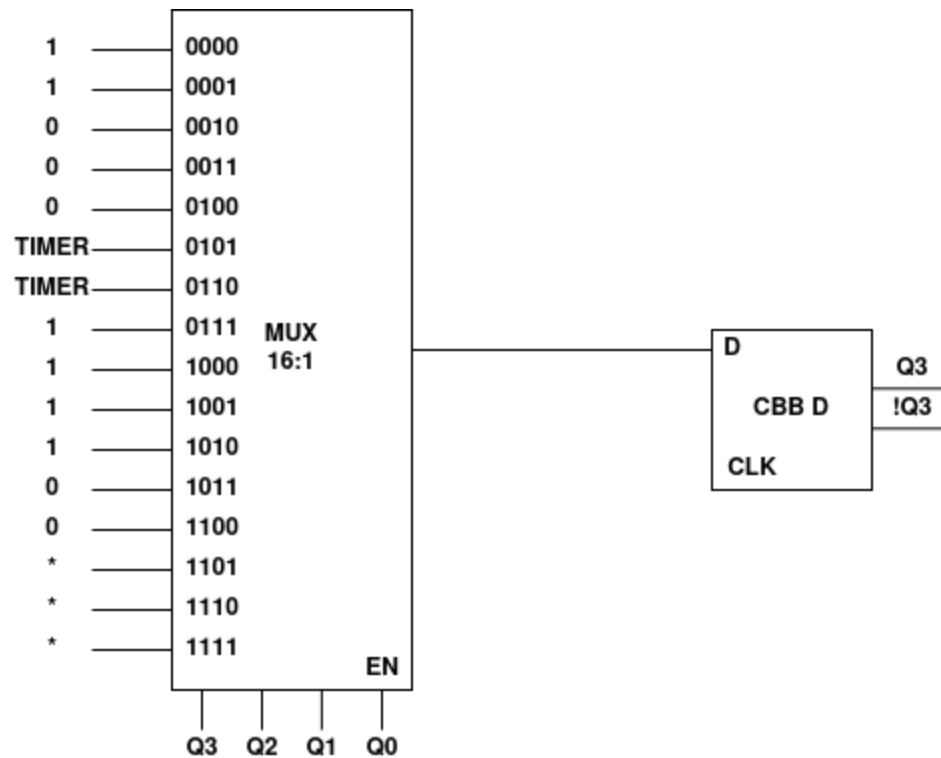
Q3Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	*	1
11	0	0	*	0
10	0	0	*	1

$$C12 = Q3^t * !Q1^t * Q0^t + Q3^t * Q1^t * !Q0^t + Q2^t * Q1^t * Q0^t$$

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

# Implementarea circuitului

Implementare Q3 folosind CBB tip D și un MUX 16:1



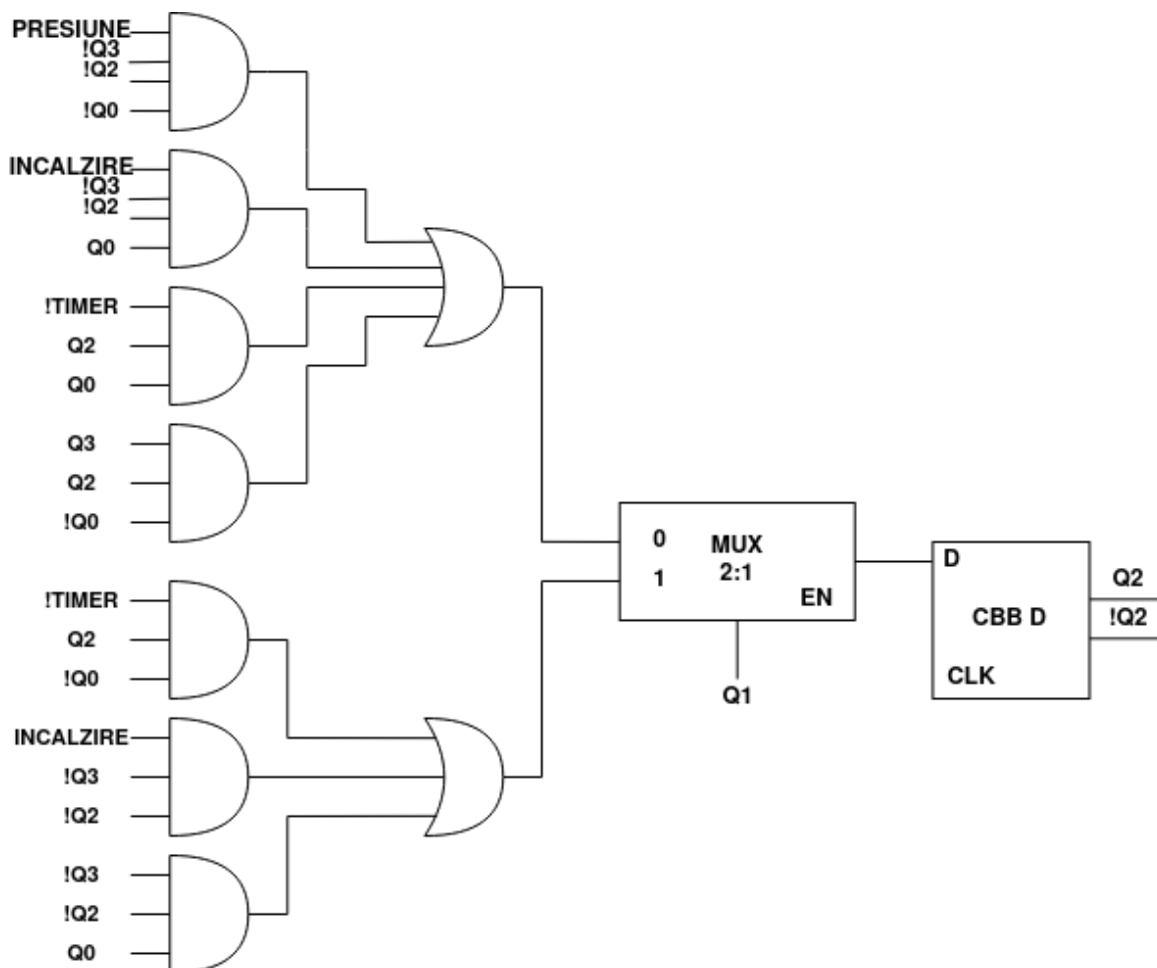
## Implementare Q2 folosind CBB tip D și un MUX 2:1 (var. de selectie: Q1)

Diagrama pentru a usura procesul:

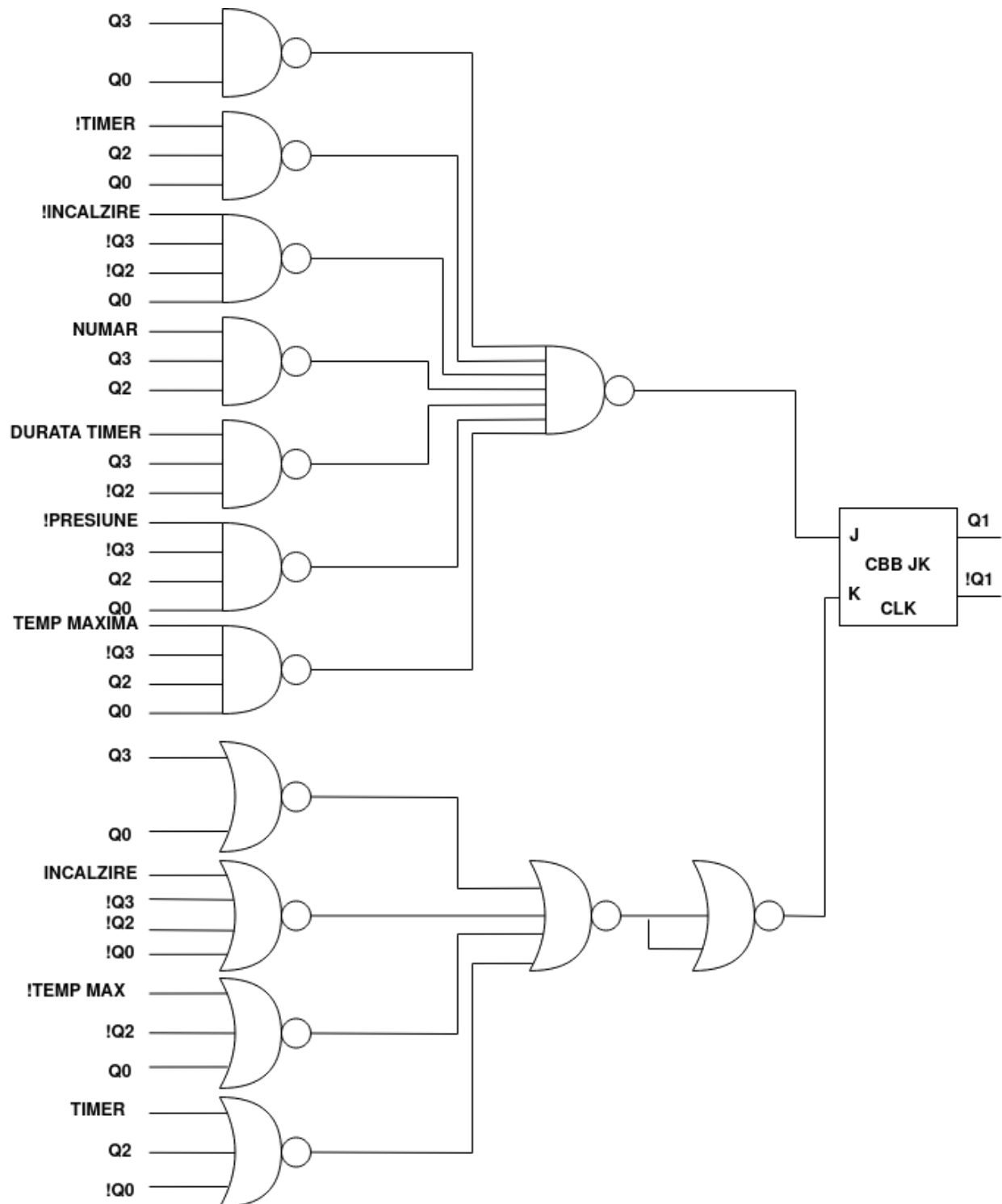
Pentru  $Q1 = 0 \Rightarrow \text{PRESIUNE} * !Q3 * !Q2 * !Q0 + \text{INCALZIRE} * !Q3 * !Q2 * Q0 + !\text{TIMER} * Q2 * Q0 + !Q3 * Q2 * !Q0$

Pentru  $Q1 = 1 \Rightarrow !\text{TIMER} * Q2 * !Q0 + \text{INCALZIRE} * !Q3 * !Q2 + !Q3 * !Q2 * Q0$

Q3Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
00	PRESIUNE	1	0	0
01	INCALZIRE	!TIMER	*	0
11	1	0	*	0
10	INCALZIRE	!TIMER	*	0



Implementare Q1 folosind CBB tip JK, având J implementat cu porți de tip NAND și K cu cu porți de tip NOR



**Implementare Q0 folosind folosind CBB tip JK, având J implementat printr-un MUX 4:1 (var. de selectie Q3 si Q1) și K printr-un MUX 8:1 (var. de selectie Q3, Q2 si Q1)**

Diagrame pentru a usura procesul:

Q3Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
00	!PRESIUNE	!TEMP MAXIMA	!NUMAR	!DURATA TIMER
01	*	*	*	*
11	*	*	1	
10	!INCALZIRE	!TIMER		

Daca  $Q3Q1 = 00 \Rightarrow !PRESIUNE * !Q2 + !TEMP MAXIMA * Q2$

Daca  $Q3Q1 = 01 \Rightarrow !NUMAR * Q2 + !DURATA TIMER * !Q2$

Daca  $Q3Q1 = 10 \Rightarrow !INCALZIRE * !Q2 + !TIMER * Q2$

Daca  $Q3Q1 = 11 \Rightarrow 1$

Q3Q2 \ Q1Q0	00	01	11	10
00	!PRESIUNE	!TEMP MAXIMA	!NUMAR	!DURATA TIMER
01	!INCALZIRE	!TIMER	*	1
11	!TEMP MAXIMA	1	*	0
10	!INCALZIRE	!TIMER	*	1

Daca  $Q3Q2Q1 = 000 \Rightarrow !PRESIUNE * !Q0 + !INCALZIRE * Q0$

Daca  $Q3Q2Q1 = 001 \Rightarrow !TEMP MAXIMA * Q0 + !INCALZIRE * !Q0$

Daca  $Q3Q2Q1 = 010 \Rightarrow !TEMP MAXIMA * !Q0 + !TIMER * Q0$

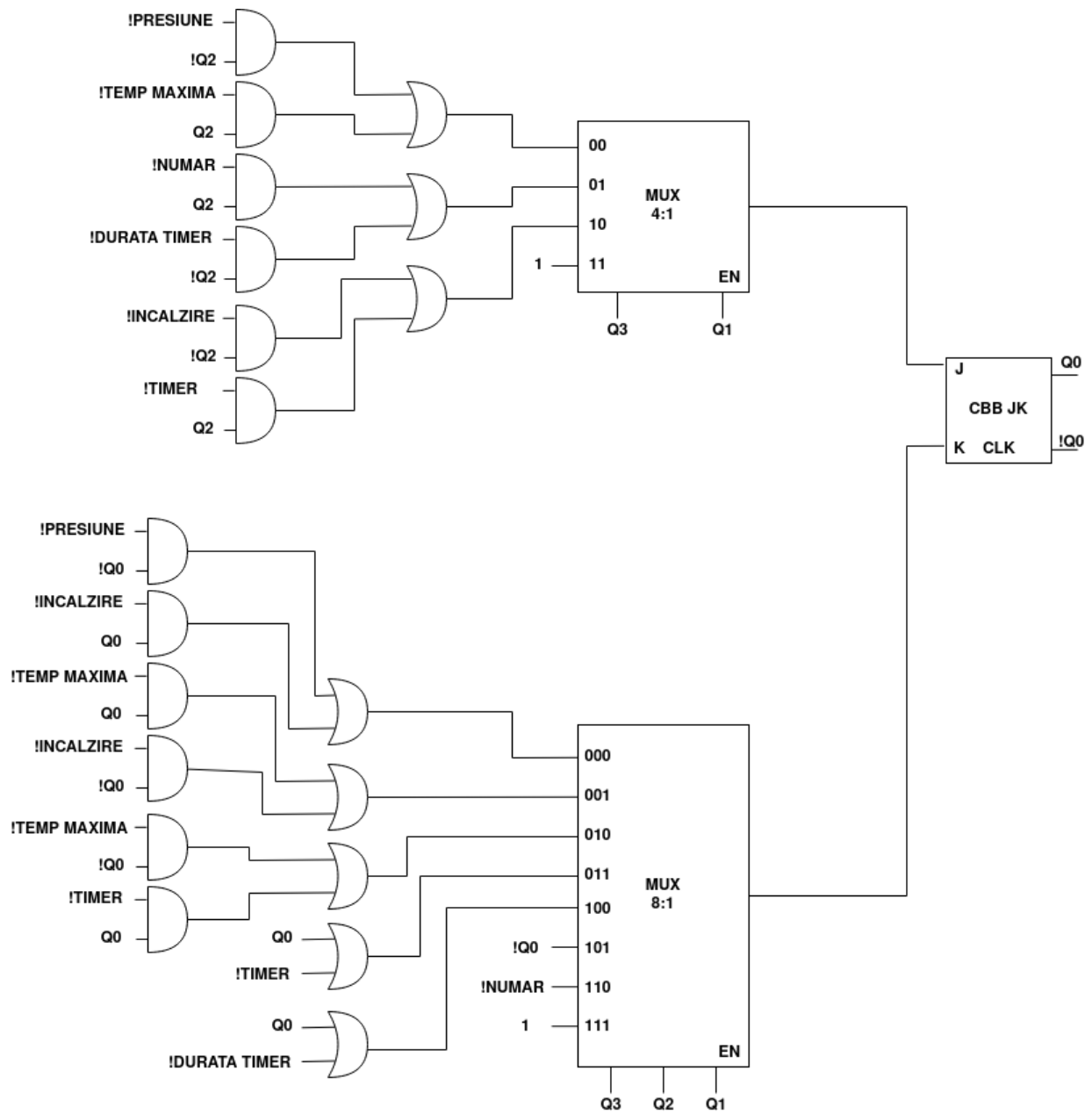
Daca  $Q3Q2Q1 = 011 \Rightarrow Q0 + !TIMER$

Daca  $Q3Q2Q1 = 100 \Rightarrow Q0 + !DURATA TIMER$

Daca  $Q_3Q_2Q_1 = 101 \Rightarrow !Q_0$

Daca  $Q_3Q_2Q_1 = 110 \Rightarrow !NUMAR$

Daca  $Q_3Q_2Q_1 = 111 \Rightarrow 1$





# Implementare completa

