

# Mașină de spălat rufe

## Proiect PSN

Autori: Apetrei Diana-Andreea

Cordea Maria

Grupa 30211

Îndrumător: Prof.Ing. Dragos Florin Lisan

## Table of Contents

1. Specificații.....	3
2. Proiectare .....	4
2.1 Schema bloc .....	4
2.2 Unitatea de Control și Unitatea de Execuție.....	6
2.2.1 Maparea intrărilor și ieșirilor cutiei mari pe cele două .....	6
componente UC și UE .....	6
2.2.2 Determinarea resurselor (UE).....	7
2.2.3 Schema bloc a primei descompuneri .....	12
2.2.4 Reprezentarea UC prin diagrama de stări (organigrama) .....	13
2.2.5 Sinteza și schema de detaliu a organigramei.....	13
2.2.6 Schema de detaliu a proiectului .....	20
3. Manual de utilizare și întreținere .....	20
4. Justificarea soluției alese .....	22
5. Posibilități de dezvoltări ulterioare.....	23
6. Bibliografie.....	23

# 1. Specificații

Proiectați un automat simplu pentru **comanda unei mașini de spălat**, cu un mod manual și câteva moduri automate.

Inițial automatul este într-o stare inactivă, cu ușa mașinii de spălat deschisă. Utilizatorul poate seta parametrii de funcționare manual (modul manual) sau poate selecta unul din modurile pre-programate.

În modul manual, se pot seta: temperatura (30°C, 40°C, 60°C sau 90°C); viteza (800, 1000, 1200 rotații/minut); selectare / anulare prespălare, clătire suplimentară. Timpul rulării programului depinde de temperatura selectată (apa vine cu o temperatură de 15°C și se încălzește 1°C în 2 secunde) și de funcția selectată (prespălare – aceeași metodă ca și spălarea principală, clătire suplimentară – clătire de două ori; aceste funcții sunt descrise în detaliu mai jos).

Modurile automate selectabile sunt următoarele:

- Spălare rapidă - 30°C, viteza de 1200, fără prespălare, fără clătire suplimentară
- Cămăși - 60°C, viteza de 800, fără prespălare, fără clătire suplimentară
- Culori închise - 40°C, viteza de 1000, fără prespălare, clătire suplimentară
- Rufe murdare - 40°C, viteza de 1000, cu prespălare, fără clătire suplimentară
- Antialergic - 90°C, viteza 1200, fără prespălare, clătire suplimentară

Fiecare program conține etapele următoare: spălare principală (se alimentează mașina cu apă, se încălzește apa, se rotește cu o viteză de 60 rotații / minut timp de 20 minute, se evacuează apa), clătire (se alimentează cu apă, se rotește cu o viteză de 120 rotații / minut timp de 10 minute, se evacuează apa) și centrifugare (se rotește cu viteza selectată pentru 10 minute). Dacă este selectată prespălarea, are aceeași metodă ca și la spălarea principală, cu excepția faptului că se rotește pentru 10 minute.

Ușa se blochează după pornirea programului și se deschide cu un minut după terminarea programului. Mașina nu pornește cu ușa deschisă.

În timp ce se selectează modul dorit (manual sau unul din modurile automate) se afișează durata programului și după ce se pornește este afișat timpul rămas (afișarea timpului se realizează pe afișoare cu 7 segmente).

## 2. Proiectare

### 2.1 Schema bloc

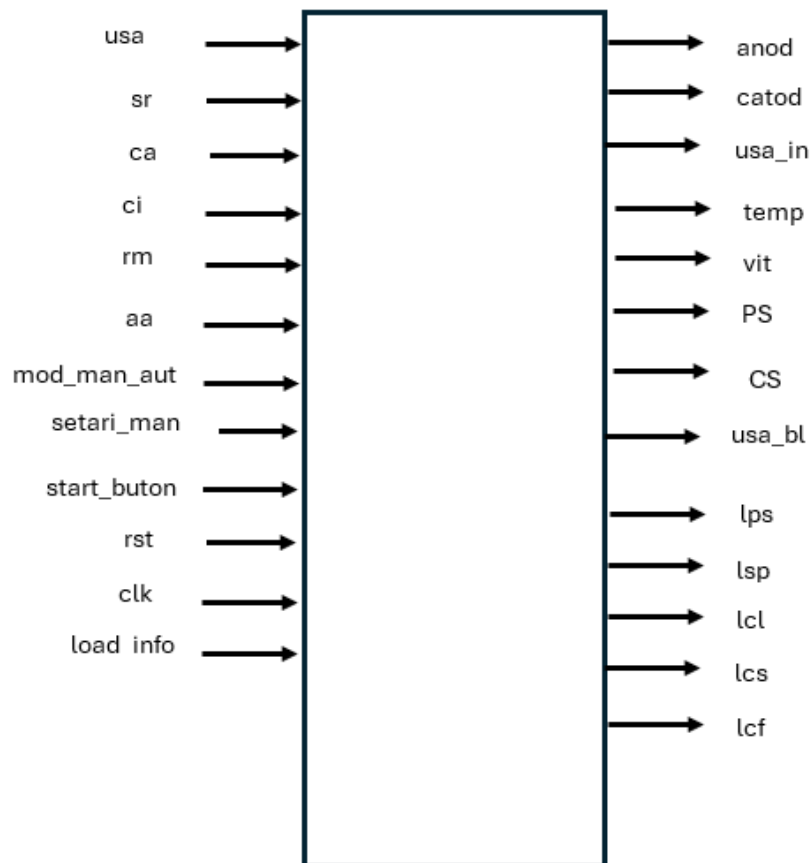


Figura 1 Cutia neagra a sistemului cu intrările și ieșirile stabilite

NUME	DIMENSIUNE	TIP	DESCRIERE
Usa	1 (switch)	Input	0 = deschisa / 1 = inchisa
mod_man_aut	1 (switch)	Input	0 = automat / 1 = manual
Sr	1 (switch)	Input	Cele 5 switchuri actioneaza ca un tot. Un singur switch trebuie sa fie 1 la un moment dat, pentru a avea cele 5 configuratii posibile (10000, 01000 etc)
Ca	1 (switch)	Input	
Ci	1 (switch)	Input	
Rm	1 (switch)	Input	
Aa	1 (switch)	Input	

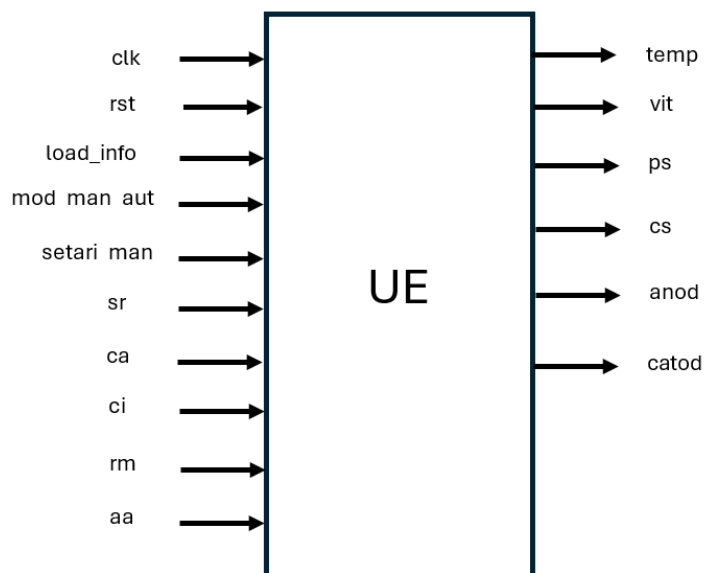
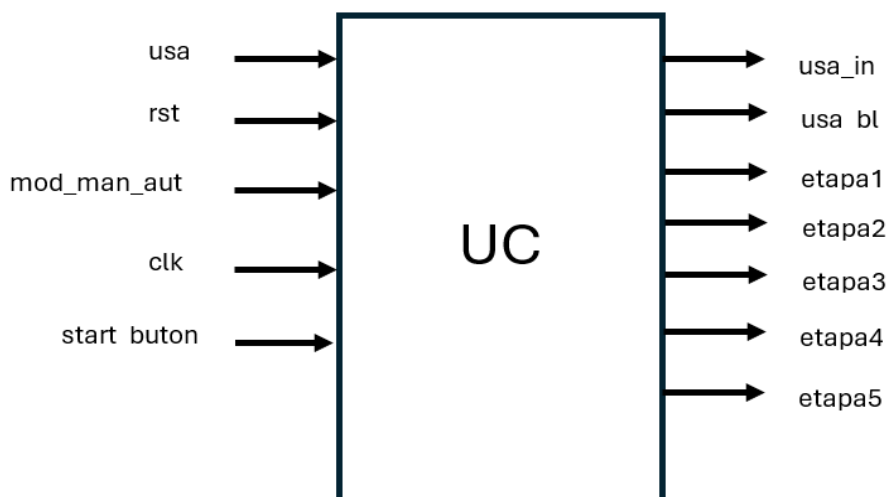
Setari_aut	9 (switch)	Input	4 – temperatura 3 – viteza 1 – prespalare 1 – clatire suplimentara La un moment dat, numai un switch din fiecare categorie trebuie sa fie apasat, altfel nu se considera intrare valida
start_buton	1 (buton)	Input	Prin apasare, porneste programul
Clk		Input	
Rst	1 (buton)	Input	Prin apasare, se reseteaza tot
Load_info	1 (buton)	Input	Prin apăsare se aprind ledurile de la optiunile selectate
usa_in	1 (led)	Output	Se aprinde cand usa = 1
usa_bl	1 (led)	Output	Se aprinde cand porneste programul
Temp	4 (led)	Output	Un singur led este aprins, pentru temperatura respectiva
Vit	3 (led)	Output	Un singur led este aprins, pentru viteza respectiva
PS	1 (led)	Output	Se aprinde cand sPS = 1
CS	1 (led)	Output	Se aprinde cand sCS = 1
LPS	1 (led)	Output	Se aprinde cand am ajuns la etapa respectiva
LSP	1 (led)	Output	Se aprinde cand am ajuns la etapa respectiva
LCL	1 (led)	Output	Se aprinde cand am ajuns la etapa respectiva
LCS	1 (led)	Output	Se aprinde cand am ajuns la etapa respectiva
LCF	1 (led)	Output	Se aprinde cand am ajuns la etapa respectiva

## 2.2 Unitatea de Control și Unitatea de Execuție

Cutia neagră a sistemului trebuie descompusă mai departe pentru a putea găsi componente implementabile. Vom face o descompunere **top-down** a problemei până când ajungem la circuite cunoscute, iar apoi vom implementa **bottom-up**.

Prima descompunere a oricărui sistem este una în care vom diferenția între **logica de control** din sistem și **resursele sistemului**. Logica de control este reprezentată de Unitatea de Control iar resursele sunt reprezentate de Unitatea de Execuție. Orice algoritm poate fi descompus în acest fel (reprezentarea abstractă a unui algoritm se face printr-un *flow-chart*).

### 2.2.1 Maparea intrărilor și ieșirilor cutiei mari pe cele două componente UC și UE



## 2.2.2 Determinarea resurselor (UE)

Pentru a stabili mai departe legăturile dintre UC și UE trebuie mai întâi **să identificăm resursele pe baza cărora luăm decizii sau resursele care devin informații pentru utilizator**. Aceste resurse pot să genereze semnale către unitatea de control și pot fi controlate de UC prin semnale de Enable sau Reset.

Orice informație pe baza careia se ia decizii trebuie să vină de la o resursă care generează acea informație și o transmite mai departe UC.

Resursele pot fi **circuite simple**, care pot fi implementate direct (numarator, registru etc) sau **resurse complexe** (algoritm de dat rest, algoritm de înmulțire, etc). Aceste resurse complexe pot apărea în prima descompunere cu cutii negre cărora trebuie să le stabilim intrări și ieșiri, dar ulterior trebuie descompuse mai departe (de obicei tot în UC și UE) până când ajungem la circuite cunoscute.

---

***NOTA:** nu este cazul în acest exemplu, dar o resursă poate genera ieșiri direct către utilizator. De exemplu, dacă aș dori să afișez cât timp a mai ramas din program, adică valoarea din numărătorul T25 sau T5.*

---

### RESURSE:

1. Divizor de frecvență 200 Hz

Are ieșire un ceas cu frecvența de 200 Hz și factorul de umplere 50%. Folosit la SSD.



2. Divizor de frecvență de 2 secunde

Are intrare clock-ul și un enable și ieșire un semnal o dată la 2 secunde când enable-ul este activ.



3. Divizor de frecvență de 1 minut

Are intrare clock-ul de 2 secunde(ieșirea de la divizorul de 2 secunde) și un enable și ieșire un semnal o dată la 1 minut când enable-ul este activ.



4. Numărător 20 minute

Are intrare clock-ul de 1 minut ( ieșirea de la divizorul de 1 minut) și un enable și ieșirea un semnal care arată când au trecut 20 minute.



5. Numărător 10 minute

Are intrare clock-ul de 1 minut ( ieșirea de la divizorul de 1 minut) și un enable și ieșirea un semnal care arată când au trecut 10 minute.





6. Numărător 1 minut

Are intrare clock-ul de 1 minut ( ieșirea de la divizorul de 1 minut) și un enable și ieșirea un semnal care arată când a trecut 1 minut.



7. Încălzitorul de apă (heater)

Ține cont ce temperatură are apa la un moment dat. Are intrare clock-ul de 2 secunde, temperatura la care vrem sa ajungem, un enable pentru apă și ieșirea arată când s-a ajuns la temperatura dorită.



8. U. A. L pentru calculul timpului total

Intrările sunt temperatura și opțiunile de prespălare și clătire suplimentară, ieșirea este durata totală a programului.



9. Decodificator pentru temperatură

Intrarea este un vector de 4 biți dintre care numai unul trebuie să fie 1. În funcție de configurația biților, ieșirea este temperatura transmisă ca semnal (în baza 2).



10. Debouncer 30ns

Verifică dacă un buton a fost apăsat pentru o durată de 30 de nanosecunde, răspunsul fiind



transmis prin parametrul btn\_out.

11. Calculare timp rămas

Timpul calculat(actualizat) în secunde.



12. Afișare SSD a timpului



### 13. Memorie ROM 3x9

Pentru cele 5 programe automate avem 5 switchuri deci intră informație de 5 biți și iese informație de 9 biți (4 temperaturi, 3 viteze, opțiune prespălare și opțiune clătire suplimentară)



### 14. Registru pe 9 biți



### 15. MUX 2:1 pe 9 biți

Alege în funcție de mod\_man\_aut ce intrări se folosesc



### 16. Verificare

Resursă care verifică dacă poate porni mașina de spălat.



### 17. Encoder 5x3



Cele 5 moduri automate au asociate coduri pe 3 biți

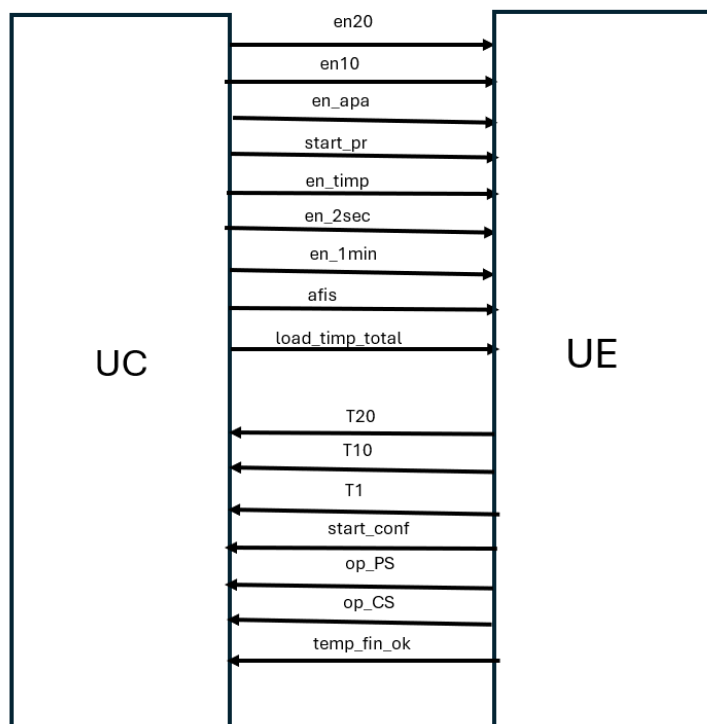
### 18. MUX 2:1 pe 7 biți

Se afișează timpul total sau timpul rămas.



### 19. UC

#### 2.2.3 Schema bloc a primei descompuneri



*Figura 3 Schema Bloc cu legăturile dintre UC și UE mapate*

## 2.2.4 Reprezentarea UC prin diagrama de stări (organigrama)

Diagrama de stări **nu este un flow-chart**, ci reprezintă partea de control, partea decizională din orice algoritm, și ea poate fi apoi implementată direct în VHDL dacă e făcută corect.

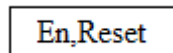
- **Stările** sunt reprezentate prin . O stare reprezintă un moment de timp (o perioadă).



- **Deciziile** luate în fiecare stare sunt reprezentate prin romb.



- **Ieșirile** generate în fiecare stare sunt reprezentate prin . În interiorul dreptunghiului se enumera ieșirile care sunt adevărate în acel moment.



---

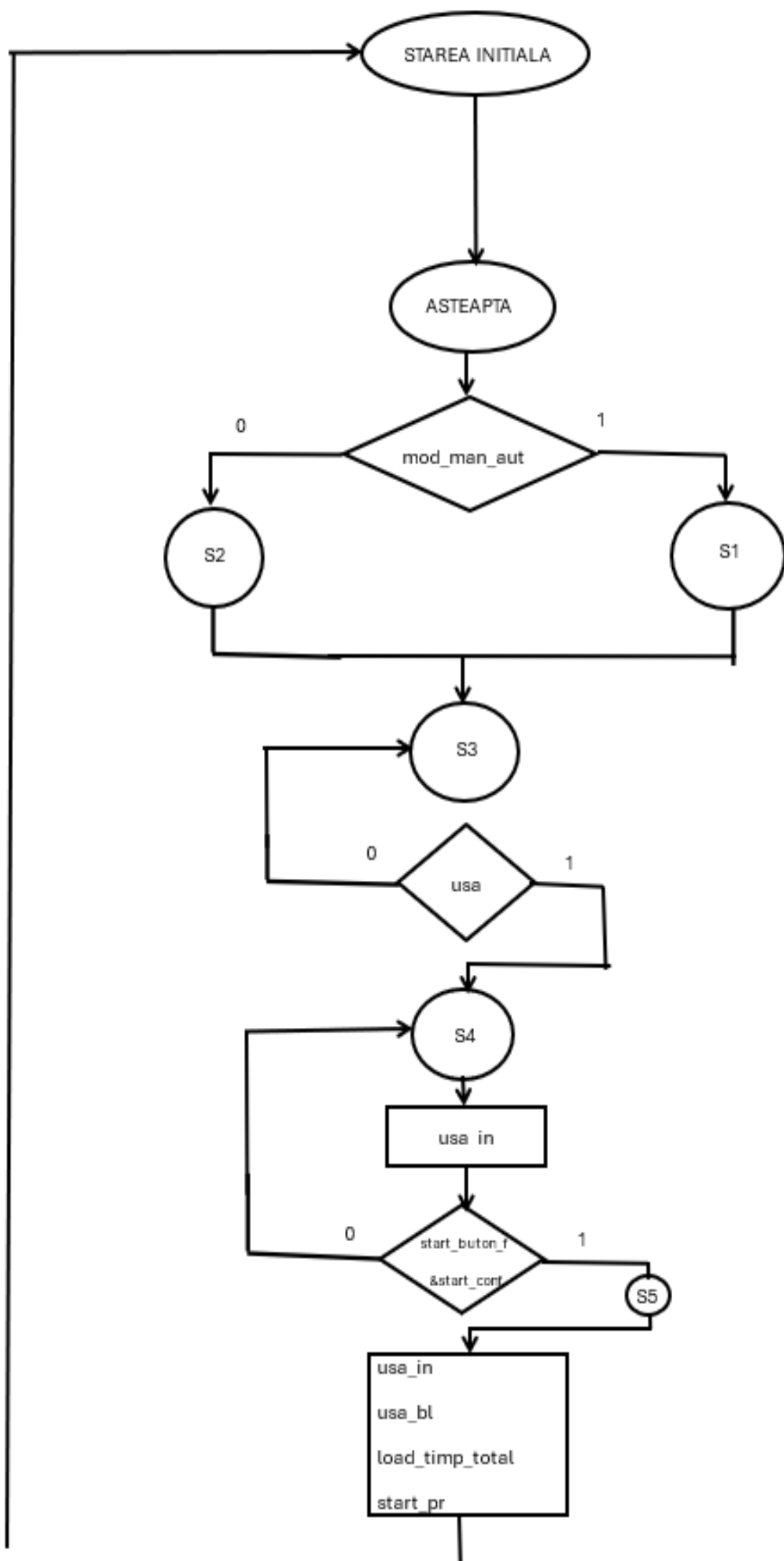
*Aceste ieșiri pot să fie pozitionate **înainte** sau **după decizie**. Dacă sunt înainte de decizie, înseamnă ca ieșirile depind numai de starea internă, deci avem un automat **Moore**. Dacă sunt după decizie, înseamnă că ieșirea depinde și de starea internă și de intrări, deci avem un automat **Mealy**.*

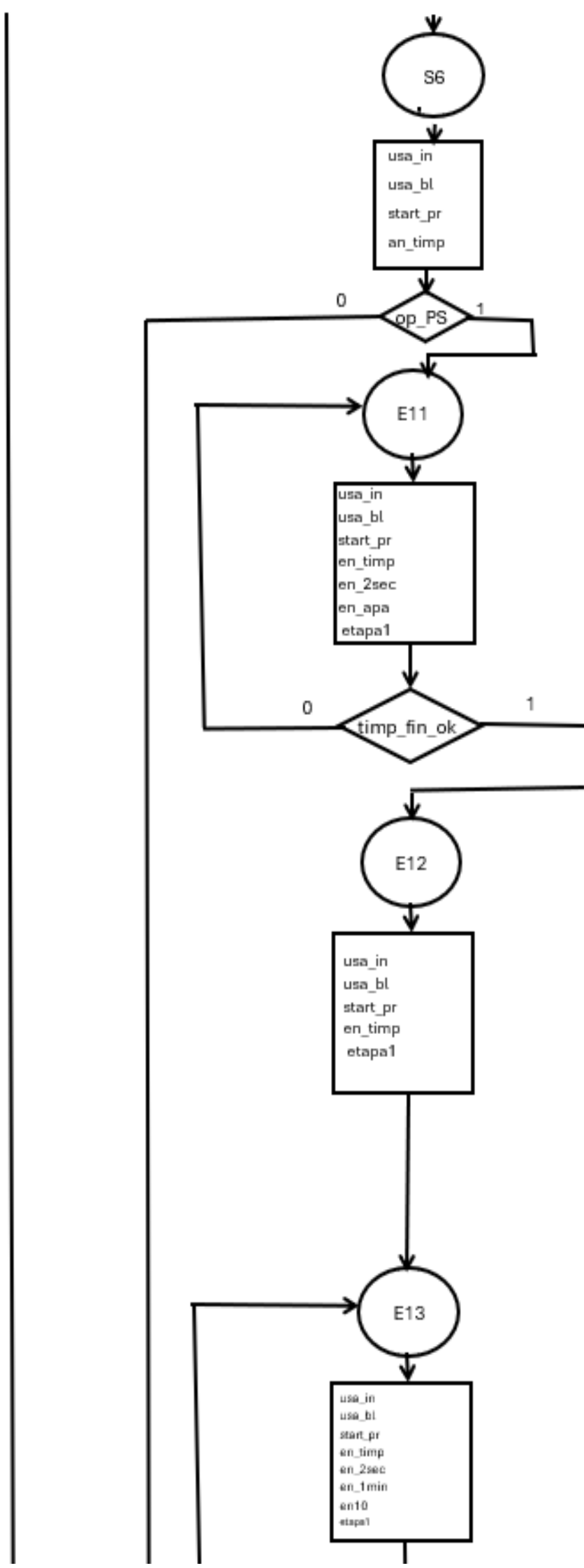
---

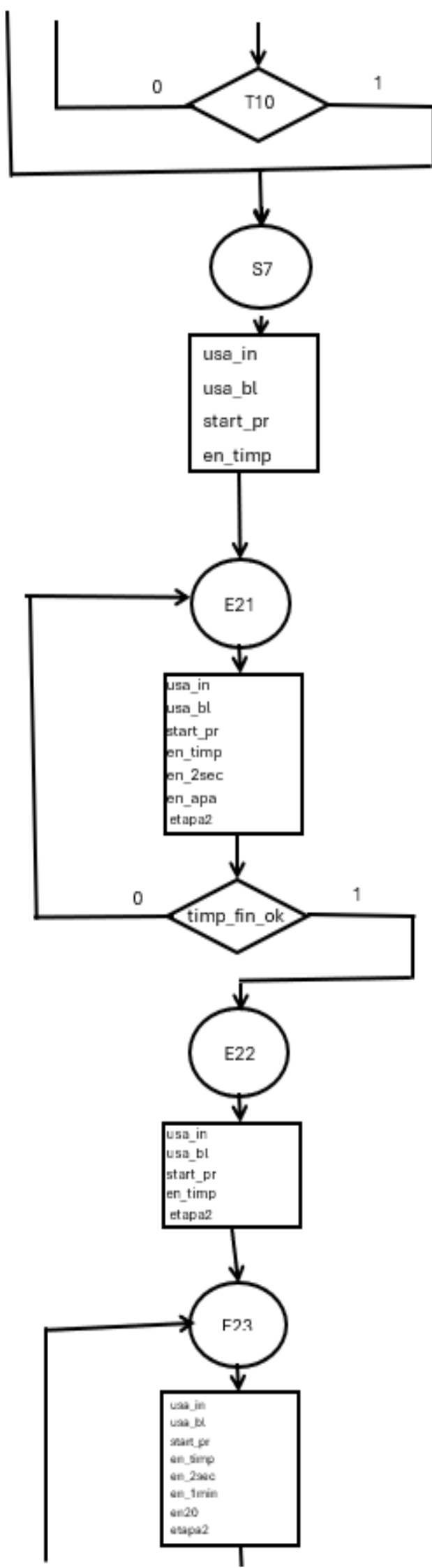
Pentru implementarea organigramei avem mai multe metode la dispoziție:

- Descrierea comportamentală a organigramei folosind 3 procese
- Descrierea structurală a organigramei. Acest lucru presupune sinteza organigramei după metodele învățate în primul semestru. Aceasta metoda rezultă în continuarea descompunerii UC în componente. Dacă se alege această metodă, schema de detaliu a UC trebuie adăugată în documentație împreună cu toți pașii de sinteză făcuți la acest capitol, următorul subpunct

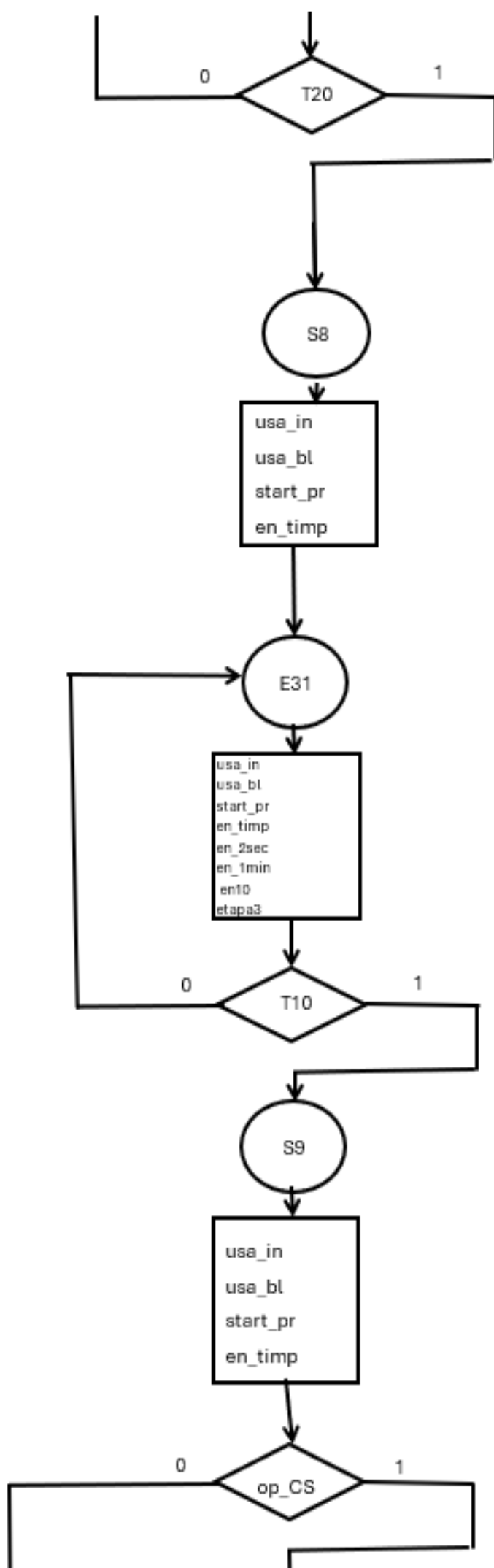
## 2.2.5 Sinteza și schema de detaliu a organigramei

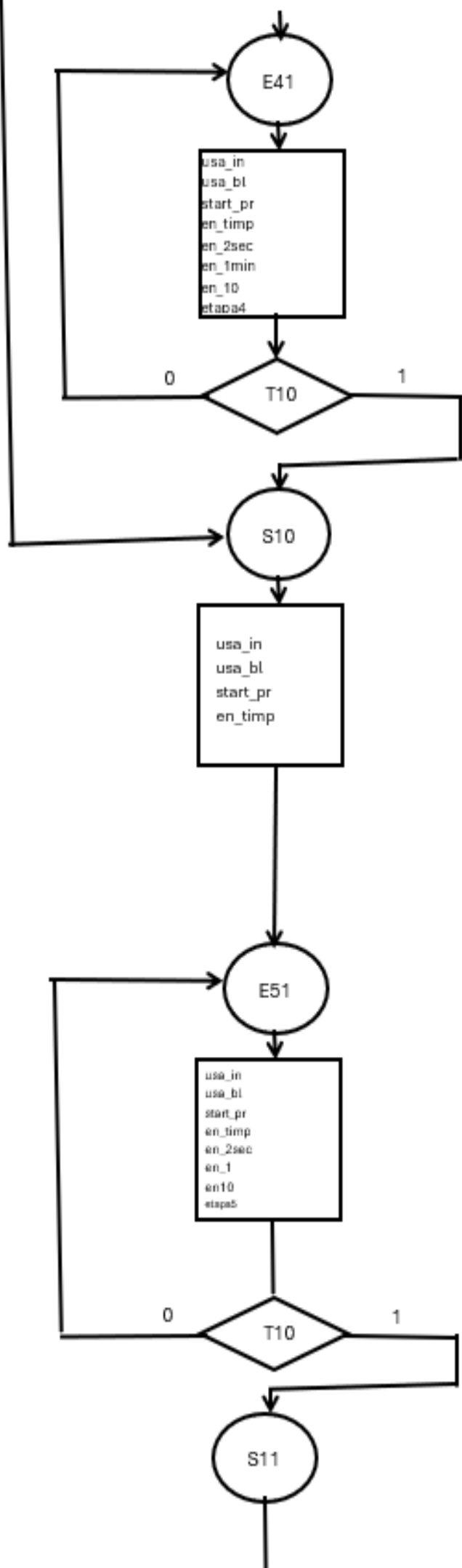


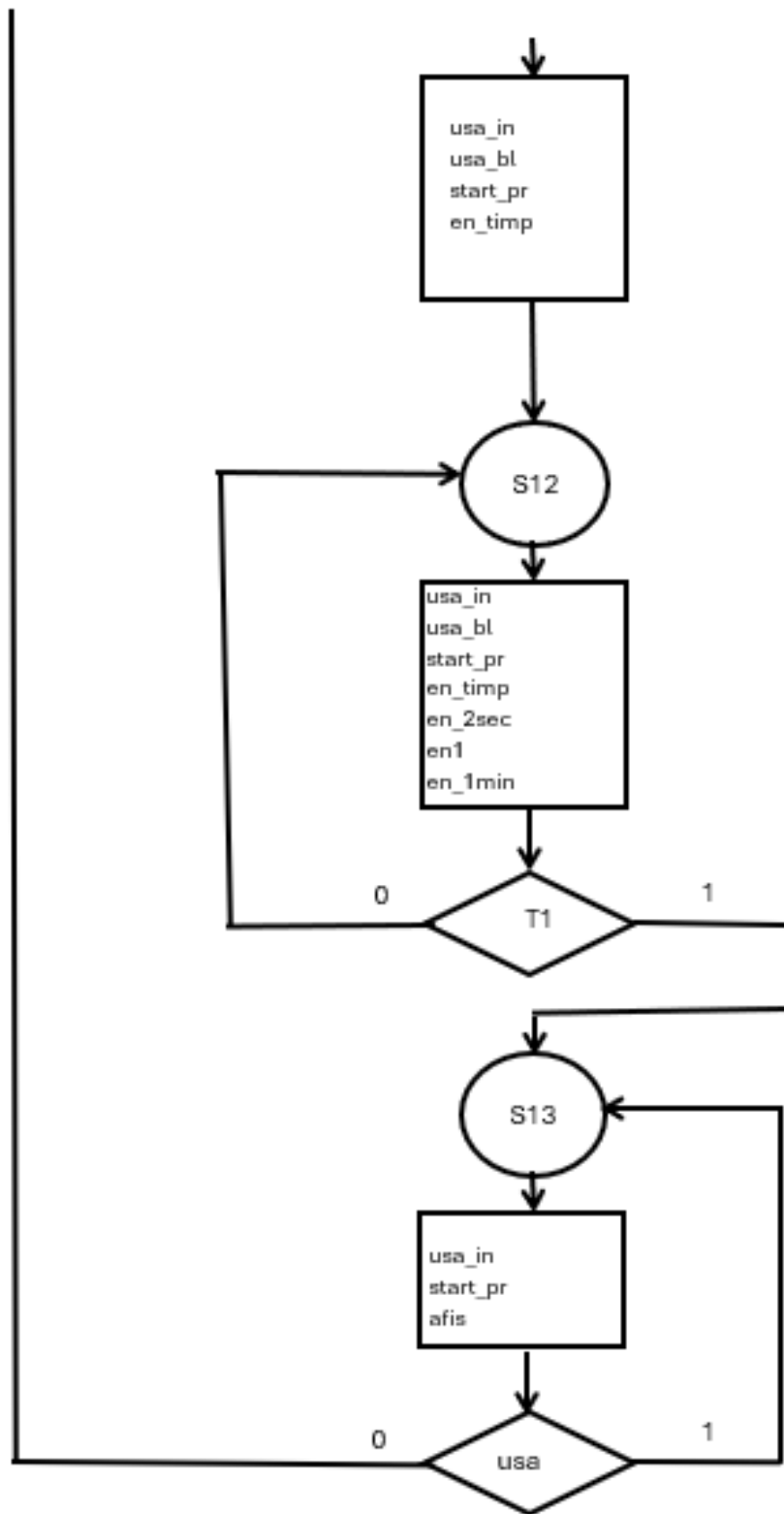




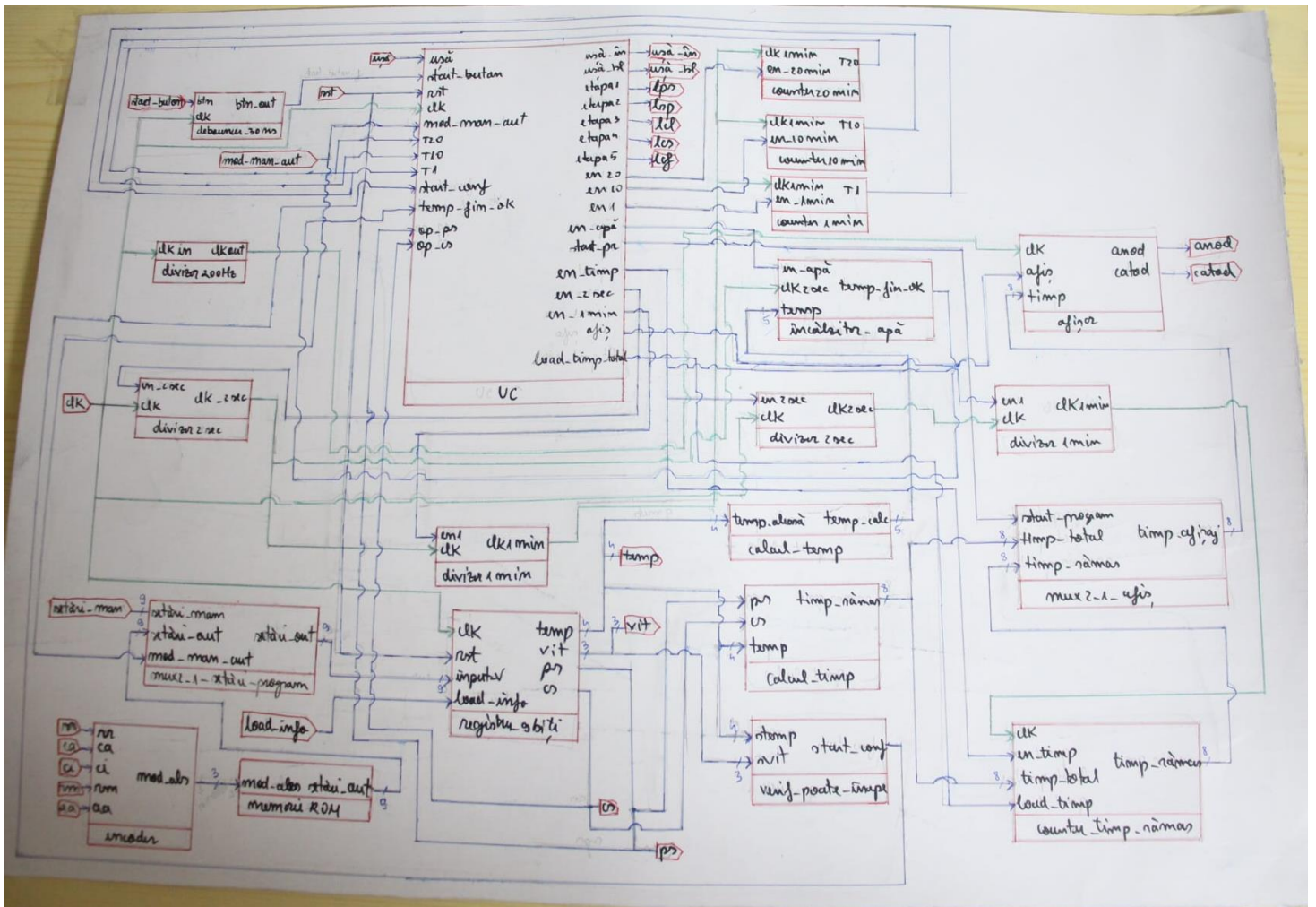








### 2.2.6 Schema de detaliu a proiectului



### 3. Manual de utilizare și întreținere

Această mașină este proiectată pentru a face spălarea hainelor o sarcină rapidă și ușoară. Această mașină de spălat prezintă 2 moduri de spălare, unul automat și unul manual.În modul manual se alege temperatura, viteza, opțiunea de clătire suplimentară precum și opțiunea de pre-spălare.

Această mașină de spălat este proiectată pe Nexys A7.

Modul se alege prin maneta cu numărul L16, atunci când e ridicată modul este manual și când e coborâtă modul este automat.

#### Modul manual:

- Modulul manual oferă posibilitatea unei spălări personalizate. Pe mașina de spălat se află mai multe switch-uri prin care se poate schimba temperatura, viteza, opțiunea de pre-spălare și opțiunea de clătire adițională. La alegerea unei opțiuni, se vor aprinde anumite led-uri.
- Switch-urile R13 (30°C), T8 (40°C), U8 (60°C) și R16 (90°C) -> setează temperatura, led-ul corespunzător uneia dintre cele 4 temperaturi aprinzându-se (30°C se aprinde J13, 40°C se aprinde N14, 60°C se aprinde R18, 90°C se aprinde V17).
- Switch-urile T13 (800), H6 (1000), U12 (1200) -> setează viteza de rotație (rotații/minut), led-ul corespunzător uneia dintre cele 3 viteze aprinzându-se (800 se aprinde U17, 1000 se aprinde U16, 1200 se aprinde V16).
- Switch-ul U11 -> activează/dezactivează opțiunea de pre-spălare. Atunci când led-ul T15 este aprins, pre-spălarea este activată.
- Switch-ul V10 -> activează/dezactivează opțiunea de clătire suplimentară. Atunci când led-ul U14 este aprins, clătirea adițională este activată.

#### Modul automat:

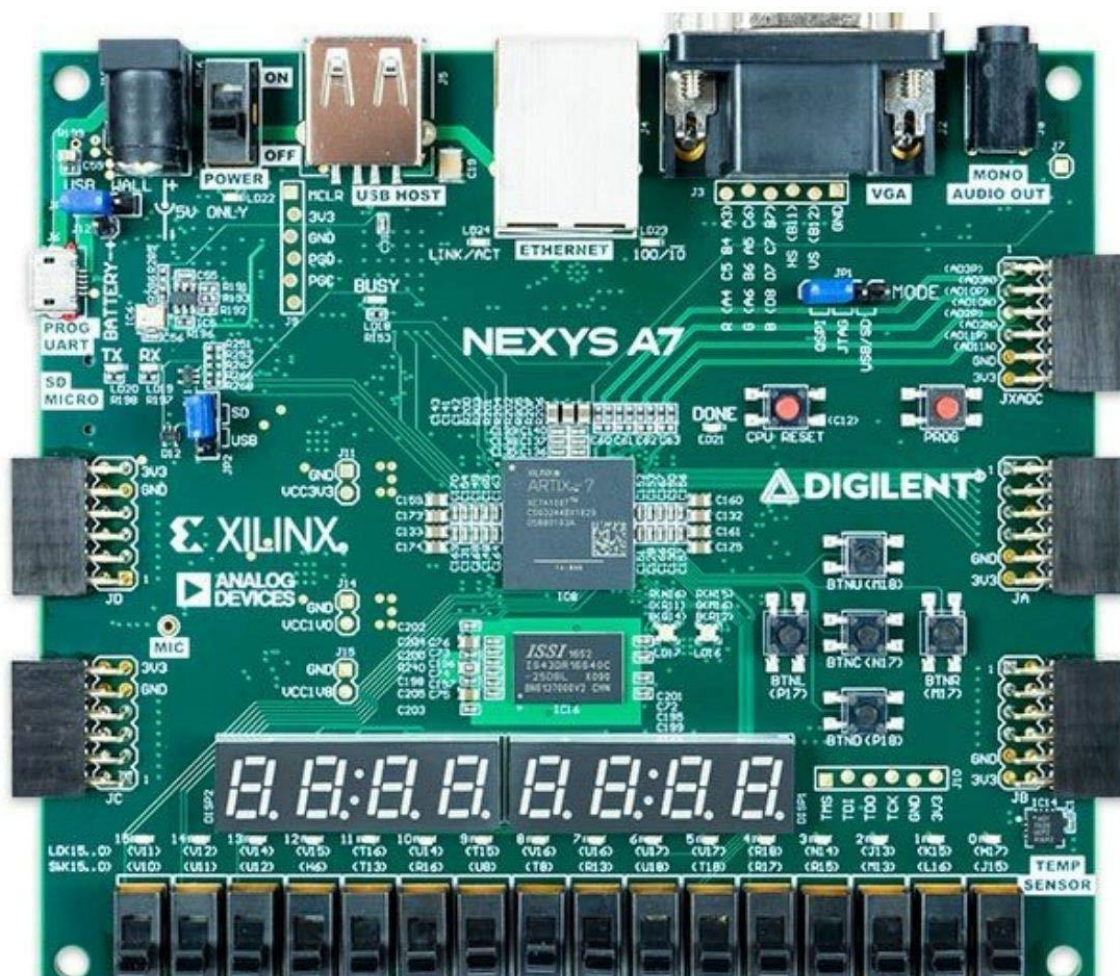
Modulul automat simplifică procesul de spălare, oferind cinci opțiuni predefinite pentru rezultate excelente cu doar câteva apăsări de buton.

- Spălare rapidă - 30°C, viteza de 1200, fără prespălare, fără clătire suplimentară, se alege ridicând switch-ul M13
- Cămași - 60°C (se aprinde LD3), viteza de 800 (se aprinde LD8), fără prespălare, fără clătire suplimentară; se alege ridicând switch-ul R15
- Culori închise - 40°C (se aprinde LD4), viteza de 1000 (se aprinde LD7), fără prespălare, clătire suplimentară (se aprinde LD10); se alege ridicând switch-ul R17
- Rufe murdare - 40°C (se aprinde LD4), viteza de 1000 (se aprinde LD7), cu prespălare (se aprinde LD9), fără clătire suplimentară; se alege ridicând switch-ul T18
- Antialergic - 90°C (se aprinde LD2), viteza 1200 (se aprinde LD6), fără prespălare, clătire suplimentară (se aprinde LD10); se alege ridicând switch-ul U18

După selectarea modului de spălare, fie manual sau automat, închideți ușa (prin ridicarea switch-ului J15, dacă ușa este închisă se aprinde ledul H17) și apăsați butonul P18 pentru a încărca informațiile alese apoi apăsați butonul de start N17 pentru a porni mașina de spălat. Durata spălării va fi afișată în mod constant și se va ajusta în funcție de modul automat selectat, pre-spălare, clătire suplimentară și temperatura aleasă. Stagiile în care se află mașina de spălat se vor afișa pe led-urile T16 (pre-spălare), V15 (spălare principală), V14 (clătire), V12 (clătire suplimentară), V11 (centrifugare).

Mașina de spălat va bloca ușa după pornire (se aprinde led-ul K15), iar cronometrul va începe să numere descrescător. Fiecare etapă de spălare este semnalată prin aprinderea led-ului stagiului în care se află. Când se termină programul, ușa va rămâne blocată timp de un minut, iar apoi se va afișa mesajul "End", se va debloca ușa (se închide led-ul K15). Mesajul va fi afișat până când se va deschide ușa.

De asemenea, există și un buton de reset a programului M18, prin intermediul careia se ajunge în starea inițial



## 4. Justificarea soluției alese

Pentru memorarea caracteristicilor unui program am optat pentru un registru de 9 biți care face numai parallel load sau reset. Intrările manuale și automate trec printr-un mux care decide pe care dintre ele le va transmite mai departe registrului.

Pentru modurile automate am folosit o memorie ROM pentru a reține caracteristicile programului care sunt deja prestabilite, pe care le transmitem către registru la intrarea de parallel load.

În calcularea timpului se iau în considerare și secunde de la încălzirea apei. Pentru simplitatea verificării proiectului, minutele au fost considerate secunde.

## 5. Posibilități de dezvoltări ulterioare

O posibilă dezvoltare ar putea fi adăugarea altor 3 moduri automate, întrucât mai avem 3 adrese libere la memoria ROM.

O altă posibilitate ar fi modificarea la calcularea timpului în timp real (ore și minute).

## 6. Bibliografie

<https://github.com/hasancaslan/ELEC204-VHDLWashingMachineController>

<https://github.com/papaonlegs/Washing-Machine-Controller>

[PSN 2023-2024 Seria A | General | Microsoft Teams](#)