MAȘINĂ DE SPĂLAT RUFE

Proiect PSN

3/20/2023

3/20/2023

3/20/2023

Iliescu Ionuț Andrei

Toma-Nan George-Alexandru

GRUPA: 30218

Îndrumător: Noema Laura Maier

Contents

[1 Specificații 3](#_Toc1628207346)

[2 Proiectare 4](#_Toc814170969)

[2.1 Schema Bloc 4](#_Toc280175255)

[2.2 Unitatea de Control și Unitatea de Execuție 4](#_Toc1052369397)

[1.2.1 Maparea intrărilor și ieșirilor cutiei mari pe cele două componente UC și UE. 5](#_Toc669108217)

[1.2.2 Determinarea resurselor (UE) 5](#_Toc353288916)

[2.2.3 Schema bloc a primei descompuneri 7](#_Toc1936449124)

[2.2.4 Reprezentarea UC prin diagrama de stări (organigrama) 8](#_Toc1460113881)

[2.2.5 Schema de detaliu a proiectului 9](#_Toc484195929)

[3 Manual de utilizare și întreținere 9](#_Toc416340215)

[4 Justificarea soluției alese 9](#_Toc183433058)

[5 Posibilități de dezvoltări ulterioare 9](#_Toc380562053)

[6 Bibliografie 9](#_Toc1339234195)

Mașină de spălat rufe

# Specificații

Am proiectat un automat simplu pentru comanda unei mașini de spălat rufe compactă și ieftină. Are un comportament relativ simplu: functionează într-un mod automat în care utilizatorul alege unul din cele 5 moduri prestabilite sau într-un mod manual în care utilizatorul selectează temperatura, viteza și dacă doreste clatire suplimentară și/sau prespalare. Aceasta funcționează astflel:

* Starea inițială este una de așteptare, în care mașina asteaptă ca utilizatorul să apese pe butonul pornire pentru a intra în selectorul de mod. Este aprins ledul Fin.
* Odată apăsat butonul, mașina trece in starea urmatoare în care asteaptă ca utilizatorul să selecteze de la switch uri un mod de spalare. Când se alege un switch corect se încarcă, de asemenea, pe afișoarele de pe placuță timpul inițial pentru modul selectat. Este aprins led ul pentru asteptare mod.
* În urmatoarea stare se pot selecta restul parametrilor de la switch uri:

Pentru modul manual:

* Viteza – 800, 1000 sau 1200 de rotații pe minut;
* Temperatura – 30, 45, 60 sau 90 de grade Celsisus;
* Prespălare;
* Clătire suplimentară;

Pentru modul automat se pot selecta:

* Spălare rapidă;
* Cămăși;
* Culori închise;
* Rufe murdare;
* Antialergic;

Se asteaptă switch ul pentru închiderea ușii și apăsarea butonului Start. Este aprins led ul așteapta\_usa.

* Mașina de spălat rufe dispune de un Buton “Reset” care odată acționat, opreste orice proces și revine în starea inițială.
* În următoarea stare are loc procesul de spălare în care se aprinde ledul pentru blocarea ușii și se asteaptă terminarea procesului.
* După ce se termină spălarea ușa rămâne blocată încă un minut după care se aprinde ledul Fin lucru ce semnaleaza terminarea programului dat, după care revine în starea inițială.

# Proiectare

## Schema Bloc

A diagram of a block diagram

Description automatically generated with low confidence

Figura 1 Cutia neagra a sistemului cu intrările și ieșirile stabilite

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nume | Mărime | Tip de date | Descriere |
| Start | 1 | Input | Pornește ciclul de spălare daca este închisă ușa |
| Reset | 1 | Input | Resetează mașina |
| Clock | 1 | Input | Clock ul plăcuței FPGA(100Mhz) |
| Pornire | 1 | Input | Scoate programul din starea inițială |
| Inchide\_ușa | 1 | Input | Semnalează închiderea ușii |
| Mod\_s | 2 | Input | Selectează modul de functionare |
| Selectează\_mod\_automat | 3 | Input | Selecteaza modul - automat |
| Selectează\_temp | 2 | Input | Selectează temperatura - manual |
| Selectează\_viteza | 2 | Input | Selecteaza viteza - manual |
| Prespălare | 1 | Input | Selectează prespălarea - manual |
| Clătire\_suplimentara | 1 | Input | Selecteaza clătirea suplimentară-manual |
| Astept\_mod\_spălare | 1 | Output | Led pentru stare |
| Astept\_usa | 1 | Output | Led pentru stare |
| Blocare\_usă | 1 | Output | Led pentru stare-semnalează cat timp este blocată ușa |
| Final | 1 | Output | Led pentru stare |
| 7\_segment\_display | 8 | Output | Afisorul de pe placuta (anozii) |
| Selector\_catod | 4 | Output | Selectează catodul care va fi folosit de pe plăcuță |

## 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 **bottom-up** a problemei pana cand ajungem la circuite cunoscute, iar apoi vom implementa **top-down.**

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.

### A picture containing text, diagram, screenshot, plan Description automatically generated1.2.1 Maparea intrărilor și ieșirilor cutiei mari pe cele două componente UC și UE.

Putem împărți atât intrările cât și ieșirile în 2 categorii: *de date si de control*. Aceasta separare este esențială la început.

* **intrări de date**: Clock, Reset, Mod\_s, Selecteaza\_mod\_automat, Selectează\_temp, Selectează\_vit, Pespălare, Clatire\_suplimentară.
* **Intrari de control:** Start, inchide\_ușa, pornire.
* **Ieșiri de date:** Timpul rămas.
* **Iesiri de control:** led uri: As\_mod\_spalare, Astept\_usa\_led, Blocare\_usă, Final.

### 1.2.2 Determinarea resurselor (UE)

1. **Debouncer**

Componentă care ajută la funcționarea butoanelor. Când este apăsat un buton timp de 100 de ns sau mai mult acesta va incarca pe ieșire un semnal pozitiv, care în rest este negativ. Cele 100 de ns sunt numarate de clock ul plăcuței.

**A picture containing text, screenshot, line, font

Description automatically generated**

1. **Rom\_moduri**

Este o memorie rom de 8x12 din care este selectat unul din cele 5 moduri automate de spălare. Pe ieșire este încărcata valoarea în timp a modului selectat. Aceasta componenta este activata doar cand modul automat este activat.

A picture containing text, screenshot, line, font

Description automatically generated

1. **Rom\_temperatura**

Este o memorie rom de 4x12 din care este selectata una din cele 4 temperaturi disponibile. Pe ieșire este încărcata valoarea în timp de executare a temperaturii selectate. Aceasta componenta este activata doar cand modul manual este activat.

A picture containing text, screenshot, font, line

Description automatically generated

1. **Rom\_viteză**

Este o memorie rom de 4x2 din care este selectata una din cele 4 temperaturi disponibile. Pe ieșire este încărcata valoarea temperaturii selectate. Aceasta componenta este activata doar cand modul manual este activat.

A picture containing text, screenshot, font, line

Description automatically generated

1. **Selectorul de mod**

Componenta care are o intrare pe 2 biți și 2 ieșiri pe un bit: enable\_automat și enable\_manual. Enable\_automat este activat doar cand pe intrare este încărcat “10”, iar enable\_manual este activat doar cand pe intrare este încărcat “01”, in rest ambele sunt inactive. Resetul pune ambele intrări pe ‘0’.

A picture containing text, screenshot, font, line

Description automatically generated

1. **ALU\_timp\_manual**

Componentă foarte importanta care calculează timpul total de spălare în modul manual după ce sunt selectate prespălarea și/sau clătirea suplimentară. Are o intrare pe 12 biți unde primeste timpul corespunzător fiecarei temperaturi și 2 intrări pe un bit care funcționează ca niște enable uri pentru prespălare și clătirea suplimentară. Ca output scoate un vector de 12 biți cu timpul total pentru spălarea selectată. Componenta este activă doar cand modul manual este selectat.

A picture containing text, screenshot, font, line

Description automatically generated

1. **Mux2\_1\_12biti**

Numele este mai mult provizoriu. Este o componenta care primeste câte o intrare atât de la rom ul modului manual cat și de la cel automat. Aici se decide în funcție de modul selectat ce se va afișa pe SSD ul plăcuței. Dacă nu este nicun mod selectat se va trimite valuarea 0.

A picture containing text, screenshot, font, line

Description automatically generated

1. **Numarator\_timp\_total**

Componenta care primeste timpul total de execuție si numară în sens invers până la 0 moment în care se activează o iesire fin. Mai are un output care reprezinta timpul total rămas din program. Ca input primeste un clock divizat, resetul care îl readuce în starea inițială, enable ul care porneste ciclul de numărare și timpul corespunzator modului de spălare selectat.

A picture containing text, screenshot, font, line

Description automatically generated

1. **Numărător\_1min**

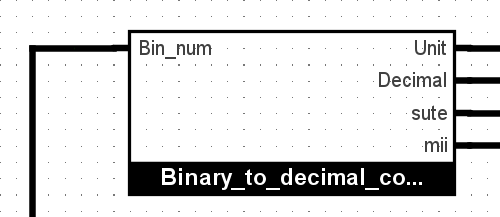
Componentă care primește un enable la finalul ciclului de spălare și care număra de la 0 la 60. Când ajunge la 60 se aprinde o ieșire fin. Clock ul primit este cel divizat si mai are un reset care îl readuce în starea inițială.

A picture containing text, screenshot, line, font

Description automatically generated

1. **Binary\_to\_decimal\_converter**

Componenta aceasta converteste timpul total care este transmis în binar în cod bcd care este transmis mai departe spre afisoare.



1. **Mux4\_1/Mux4\_1\_afisoare**

2 componente care sunt MUX uri normale. Ambele au reset și o selecție . Primul MUX încarca pe catod numarul corespunzator selecției care alege din cifrele numarului convertit de componenta 10, iar cel de al doilea aprinde catodul corespunzator selecției. In mux ul de afișoare sunt intrari prestabilite care aprind catozii.

A picture containing text, screenshot, font, number

Description automatically generated

A picture containing text, screenshot, font, line

Description automatically generated

1. **Decodificator\_7segmente**

Componenta care converteste un input in bcd de 4 biti intr un output pe 7 biți pentru a putea fi incărcată o cifră pe un afișor.

A picture containing text, screenshot, font, line

Description automatically generated

1. **Divizor\_frecventa**

Componenta divizează clock-ul plăcuței de 100 de mhz astfel încât sa scoata o selecție odata la circa 2ms care intră in cele 2 mux-uri menționate mai sus pentru a aprinde afișoarele de pe plăcuță și a crea un efect vizual în care toți cei 4 catozi par aprinși în același timp. Resetul il aduce în starea ințială.

A picture containing text, screenshot, line, font

Description automatically generated

1. **Divizor\_frec\_1sec**

Acest divizor are ca ieșire un clock de un hz divizat din cel de 100 de mhz al plăcuței. Resetul il aduce în starea ințială.

A picture containing text, screenshot, line, font

Description automatically generated

* + 1. O imagine care conține text, captură de ecran, diagramă, Paralel

       Descriere generată automat

### Schema bloc a primei descompuneri

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

A picture containing text, diagram, sketch, line

Description automatically generated

Figura 4 Organigrama unității de control

### A picture containing line, diagram, plot, screenshot Description automatically generatedSchema de detaliu a proiectului

A picture containing diagram, plan, text, technical drawing

Description automatically generatedA picture containing text, screenshot, diagram, parallel

Description automatically generatedDouă poze mai clare:

# Manual de utilizare și întreținere

Acest proiect a fost implementat si testat pe FPGA BASYS-3\_CB17.

Utilizatorul pornește aparaturl prin acționarea siwtch ului Power. Acesta se va afla inițial într-o stare de așteptare și va aprinde ledul fin(LD 0), care marchează sfârșitul unui ciclu. După apăsarea butonului Pornire(Cel de jos), mașina va trece în starea următoare, unde aprinde ledul Astept\_mod\_spalare(LD 15) și în care așteaptă selecția unui mod de la switchuri(sw 15-16): „10” pentru modul automat și „01” pentru modul manual. În următoarea stare așteaptă închiderea ușii (sw 1) prin aprinderea ledului astept\_usa (LD 14) și apăsarea butonului Start(cel din stanga). În această stare se pot selecta modurile dorite și se va afișa pe plăcuță timpul fiecărui mod. Pentru modul manual utilizatorul poate selecta:

* Temperatura - 30, 40, 60 sau 90 de grade folosind switch urile(sw 8-9), valoarea implicită fiind cea de 30 de grade;
* Viteza - 800, 1000 sau 1200 de rot/min folosint siwtch urile(sw 5-6), valoarea implicită fiind cea de 800 de rot/min;
* prespălarea – switch ul sw2;
* clătirea suplimentara – switch ul sw3.

În modul automat, utlitizatorul poate folosi switch urile(sw 11-13) pentru a selecta modul prestabilit dorit:

* Spălare rapidă -30 C, viteza de 1200, fără prespălare, fără clătire suplimentară ;
* Cămăşi -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.

Modul implicit la selectare este cel de Spălare rapidă.

După ce se selectează modul dorit, se închde ușa și se apasă butonul start, mașina va trece în starea de spălare, unde se aprinde ledul de blocare al ușii(LD1) și se afiseaza pe SSD uri timpul rămas. La finalul spălarii, led ul de blocare al ușii mai stă aprins un minut după care aparatul trece în starea finala unde se aprinde led ul fin(LD0). Din starea finala trece iar în starea de așteptare de unde se poate reintroduce un nou program de spălare.

In plus, oricand pe parcursul ciclului de spalare, utilizatorul poate actiona butonul „Reset”(cel de sus) ce va reseta programul de spalare curent și îi va permite acestuia să introducă unul nou.

# Justificarea soluției alese

Am ales aceasta versiune de implementare a proiectului, in primul rand, datorita simplitatii componentelor folosite. Am folosit un registru inel pentru selectarea temperaturii in cadrului modului „Manual” pentru a contribui la o interfata „user-friendly”. Prin intermediul codificatoarelor, decodificatoarelor si a mux-urilor, am reusit sa implementam o schema de montaj relativ simpla, care transmite corect informatia data de la utilizator diverselor numaratoare. Fiecarui mod automat ii este atribuit un switch si o codificare, prin intermediul careia sunt transmisi timpii corecti numaratoarelor. De asemenea, atribuirea unor switch-uri pentru functiile suplimentare contribuie la o interfata cat mai accesibila utilizatorului.

Pe langa aceste switch-uri, exista cate un semnal luminos atribuit fiecarei date introduse de utilizator pentru a-i permite acestuia sa urmareasca cu usurinta atat selectia input-urilor cat si diferitele etape ale procesului de spalare. Prin unitatea de control permitem executia sincrona a tuturor componentelor si evitarea oricarui tip de delay intre executia acestora. Pe langa aceste atribute, prin unitatea de control ne-am implementat organigrama in cadrul proiectului cu usurinta.

Am optat la o implementare sincrona combinata cu actiuni asicrone efectuate la verificarea conditiilor necesare. Am folosit mai multe memorii ROM de-a lungul proiectului, fapt ce a dus la o mai buna intelegere a codului si a implementarii acestuia.

# Posibilități de dezvoltări ulterioare

Pe „scheletul” curent al programului, se pot adauga functionalitati noi precum afisarea unui mesaj „End” la finalul unui ciclu de spalare, afisarea unui mesaj de eroare pentru introducerea invalida a datelor si eventuale imbunatatiri aduse divizoarelor de frecventa. De asemenea, numarul de switch-uri nefolosite ne permite adaugarea unor noi functionalitati si moduri de spalare suplimentare. In plus, se pot implementa eventuale animatii pe afisorul SSD care se activeaza odata cu trecerea dintr-un stagiu in altul, iar acel delay de 1 secunda de la finalul proccesului de spalare poate fi evitat prin gasirea unei formule matematice corecte.

Putem adauga un nou SSD(afisor) special pentru afisarea unor cuvinte cheie (ERR,END) care vin in ajutorul utilizatorului cu o mai buna prezentare a stagiilor in care se afla precum si a selectiior eronate facute de acesta.

La nivel de cod acest afisor de mesaje se poate implementa prin codificareacuvintelor si afisarea pe anozi si catozi specifici , prin ciclarea la o frecventa de 200HZ prin cele 3 litere.

# Bibliografie

1. https://stackoverflow.com/questions/45704135/when-to-use-vhdl-library-std-logic-unsigned-and-numeric-std

2. <https://www.rapidtables.com/convert/number/binary-to-decimal.html>

3. https://app.diagrams.net/

4. https://didatec.sharepoint.com/:w:/r/sites/PSN2023-SeriaB/\_layouts/15/Doc.aspx?action=edit&sourcedoc=%7B8a3d55c7-6662-4d6b-bbec-ba6bfef27845%7D&wdOrigin=TEAMS-ELECTRON.teamsSdk.openFilePreview&wdExp=TEAMS-CONTROL&web=1