



Compte Rendu du projet : Conception de systèmes séquentiels a l'aide d'une machine a état finis sur Quartus

Réalisé par:

**Badr Aldeen AL-KEBSI
(TP1 / Mécatronique)**

Date: 21-04-2021

L3 mécatronique : Electronique Numérique

Table des matières

1. Introduction :.....	3
• Objectif :.....	3
2. Machine à laver :.....	3
3. Exercice d'application : système de contrôle d'un distributeur de film :.....	5
a. Préparation :.....	5
Etats du système :.....	5
Entrées du système (Signaux de commandes) :.....	5
Sorties du système (Signaux de sorties) :.....	5
Diagramme des transitions de la machine à état (Moore) :.....	6
b. Réalisations de cette machine à l'aide de Quartus :.....	7
▪ Les entrées :.....	7
▪ Les sorties :.....	7
▪ Les états :.....	7
▪ Les transitions :.....	8
▪ Les actions :.....	8
▪ La machine à état obtenue :.....	9
c. Programmation d'afficheur 7 segments :.....	9
d. Le schéma final :.....	9
4. Conclusion :.....	10
5. Annexes :	11
6. Références :.....	11

L3 mécatronique : Electronique Numérique

1. Introduction :

- Objectif :

Concevoir des systèmes numériques séquentiels en utilisant l'outil d'édition des machines d'états du logiciel Quartus Prime.

Réaliser un système sans avoir recours à une modélisation directe.

2. Machine à laver :

Nous avons commencé ce TP en faisant un exemple d'une machine à état qui fonctionne comme une "machine à laver" où elle a 5 états différents et 3 signaux de commandes élémentaire.

La machine est montrée ici et ses différentes transitions.

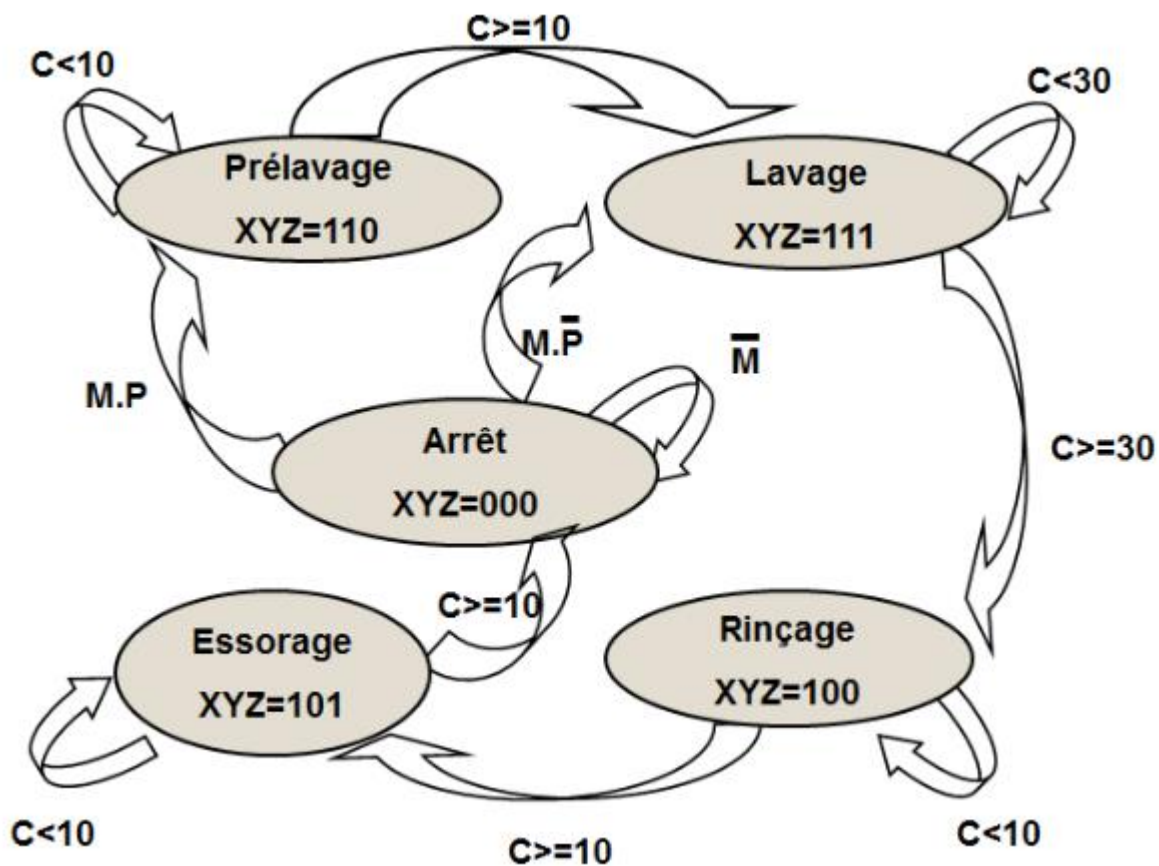


Figure 1 - Schéma de la machine à état

L3 mécatronique : Electronique Numérique

Nous avons donc suivi les étapes du tutoriel mentionné dans le sujet et avons obtenu cette machine à états à la fin :

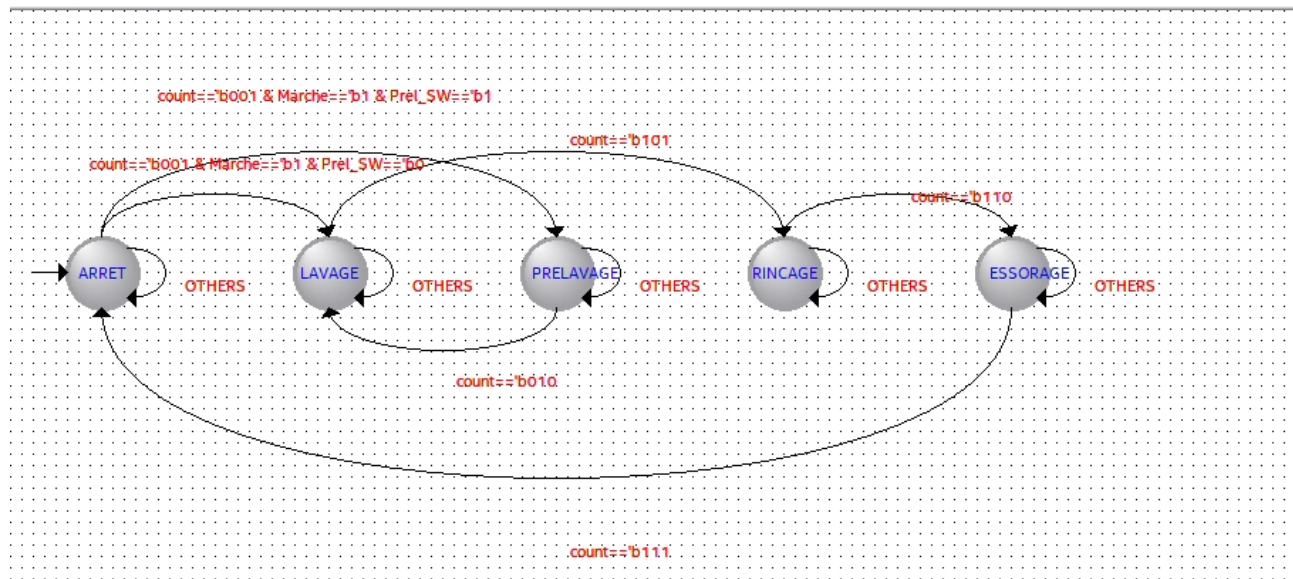


Figure 2- Schéma de la machine à état obtenue

Et voici le schéma du système global pour cette machine à état pour la réaliser sur la carte FPGA :

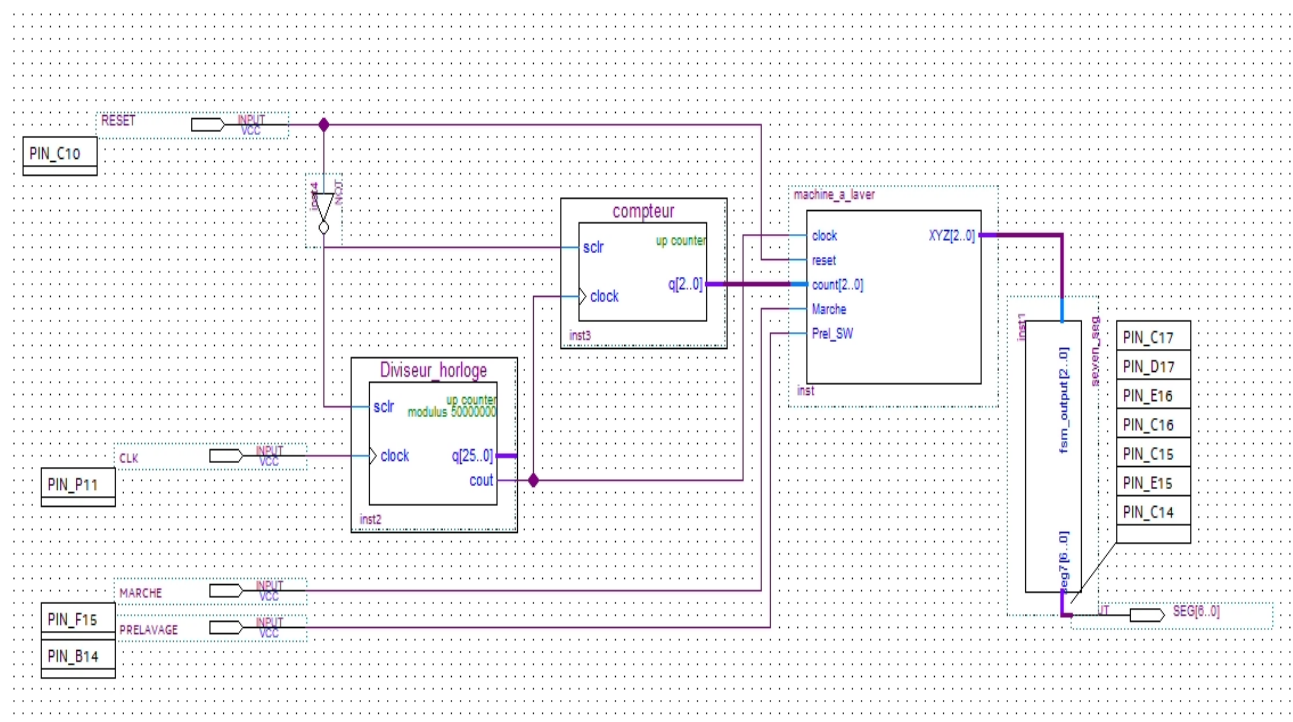


Figure 3 - Schéma global de la machine à état

J'ai bien testé le fonctionnement de cette machine à état et j'avais les résultats prévus.

L3 mécatronique : Electronique Numérique

3. Exercice d'application : système de contrôle d'un distributeur de film :

L'objectif de cette étape est de réaliser une machine à état d'un distributeur de film en faisant les mêmes étapes que dans le tutoriel (l'exemple de la machine à laver).

a. Préparation :

Etats du système :

- Etat 1 : Arrêt
- Etat 2 : UnEuro où la machine a reçu 1 Euro
- Etat 3 : DeuxEuro où la machine a reçu 2 Euro
- Etat 4 : TriEuro où la machine a reçu 3 Euro
- Etat 5 : QuadEuro où la machine a reçu 4 Euro
- Etat 6 : CinqEuro où la machine a reçu 5 Euro, un film sera délivré
- Etat 7 : SixEuro où la machine a reçu 6 Euro, un film sera délivré ainsi qu'une pièce de monnaie de 1 euro

Entrées du système (Signaux de commandes) :

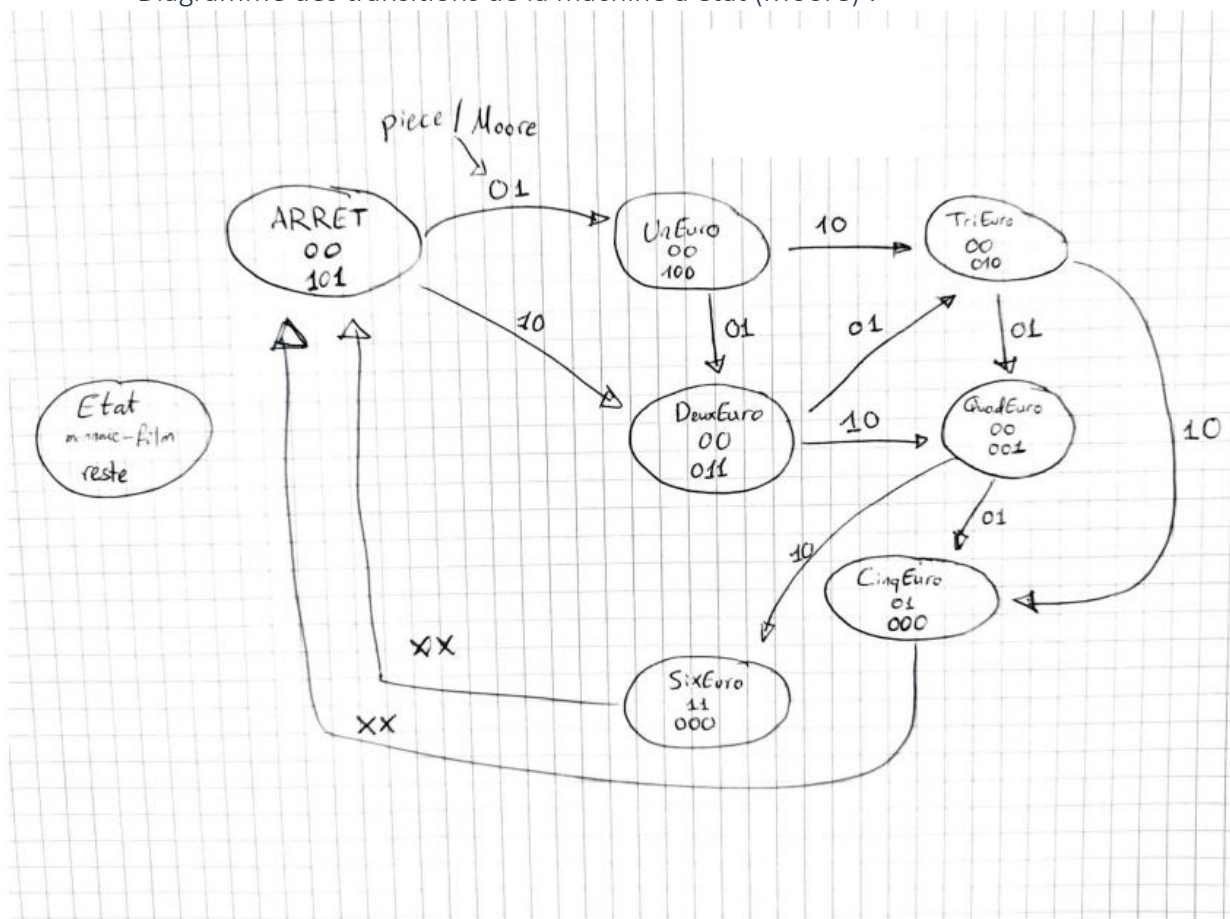
- Piece : La valeur de la pièce (01 = 1 Euro, 10 = 2 Euro)
Ainsi que 2 signaux supplémentaires :
- Un signal de remise à zéro de la machine : reset.
- Un signal d'horloge clock qui rythme le fonctionnement de la machine.

Sorties du système (Signaux de sorties) :

- film : un signal reliée à une LED rouge indiquant qu'un film est mis dans le bac.
- monnaie : un signal reliée à une LED verte indiquant qu'une pièce de monnaie est mis dans le bac.
- reste : un signal liée à un afficheur 7 segment permettant d'afficher le montant restant à introduire pour atteindre le prix du film.

L3 mécatronique : Electronique Numérique

Diagramme des transitions de la machine à état (Moore) :



L3 mécatronique : Electronique Numérique

b. Réalisations de cette machine à l'aide de Quartus :

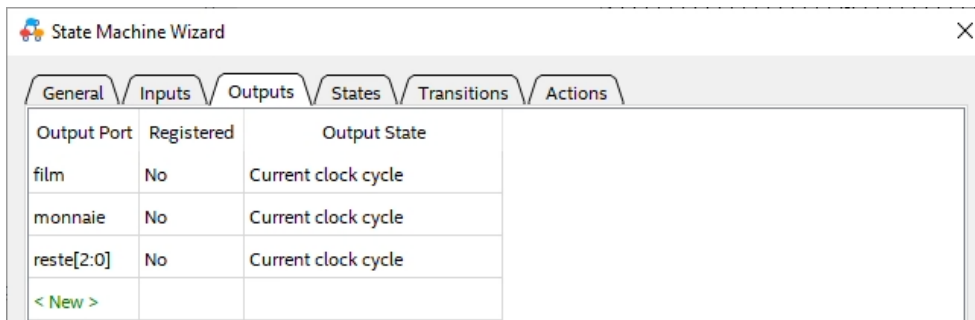
- Les entrées :



The State Machine Wizard window is shown with the 'Inputs' tab selected. It contains a table for defining input ports.

Input Port	Controlled Signal
clock	Clock
reset	Reset
Piece[1:0]	No
< New >	

- Les sorties :



The State Machine Wizard window is shown with the 'Outputs' tab selected. It contains a table for defining output ports.

Output Port	Registered	Output State
film	No	Current clock cycle
monnaie	No	Current clock cycle
reste[2:0]	No	Current clock cycle
< New >		

- Les états :



The State Machine Wizard window is shown with the 'States' tab selected. It contains a table for defining state names and their reset values.

State	Reset
ARRET	Yes
UnEuro	No
DeuxEuro	No
TriEuro	No
QuadEuro	No
CinqEuro	No
SixEuro	No
< New >	

L3 mécatronique : Electronique Numérique

■ Les transitions :

State Machine Wizard

General	Inputs	Outputs	States	Transitions	Actions
Source State	Destination State	Transition (In Verilog or VHDL 'OTHERS')			
ARRET	ARRET	OTHERS			
ARRET	UnEuro	Piece=='b01			
ARRET	DeuxEuro	Piece=='b10			
UnEuro	UnEuro	OTHERS			
UnEuro	DeuxEuro	Piece=='b01			
UnEuro	TriEuro	Piece=='b10			
DeuxEuro	DeuxEuro	OTHERS			
DeuxEuro	TriEuro	Piece=='b01			
DeuxEuro	QuadEuro	Piece=='b10			
TriEuro	TriEuro	OTHERS			
TriEuro	QuadEuro	Piece=='b01			
TriEuro	CinqEuro	Piece=='b10			
QuadEuro	QuadEuro	OTHERS			
QuadEuro	CinqEuro	Piece=='b01			
QuadEuro	SixEuro	Piece=='b10			
CinqEuro	ARRET	OTHERS			
SixEuro	ARRET	OTHERS			
< New >					

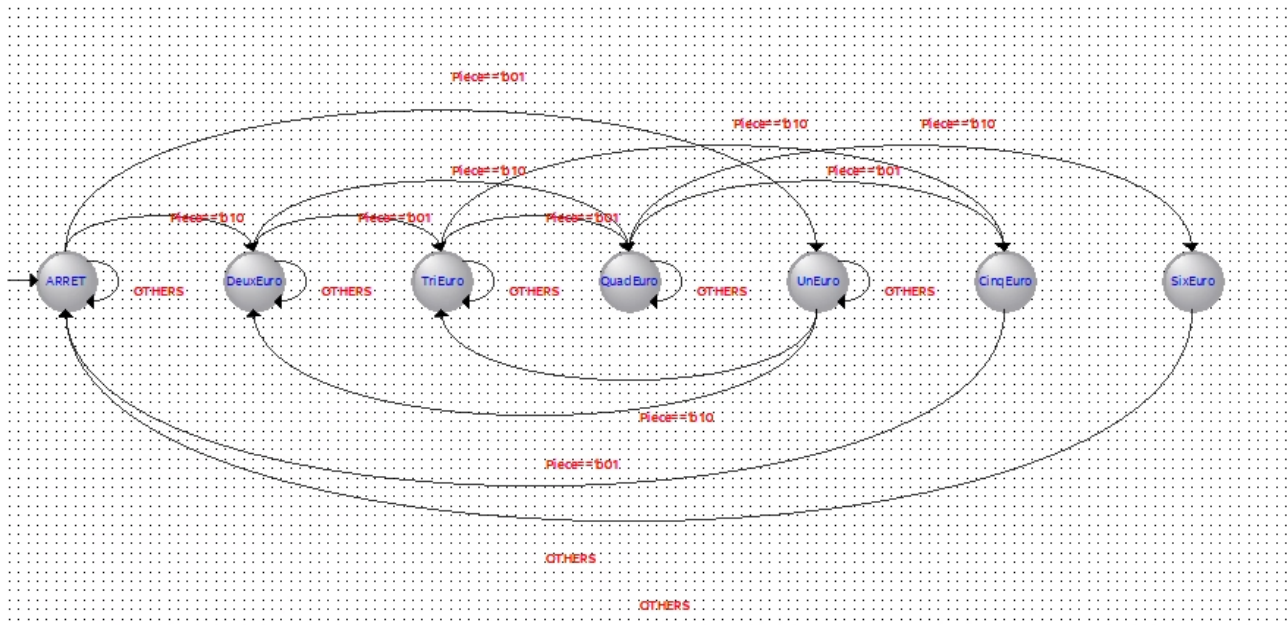
■ Les actions :

State Machine Wizard

General	Inputs	Outputs	States	Transitions	Actions
Output Port	Output Value	In State	Additional Conditions		
film	'b0	ARRET			
film	'b0	UnEuro			
film	'b0	DeuxEuro			
film	'b0	TriEuro			
film	'b0	QuadEuro			
film	'b1	CinqEuro			
film	'b1	SixEuro			
monnaie	'b0	ARRET			
monnaie	'b0	UnEuro			
monnaie	'b0	CinqEuro			
monnaie	'b1	SixEuro			
reste[2:0]	'b101	ARRET			
reste[2:0]	'b100	UnEuro			
reste[2:0]	'b011	DeuxEuro			
reste[2:0]	'b010	TriEuro			
reste[2:0]	'b001	QuadEuro			
reste[2:0]	'b000	CinqEuro			
reste[2:0]	'b000	SixEuro			

L3 mécatronique : Electronique Numérique

- La machine à état obtenue :



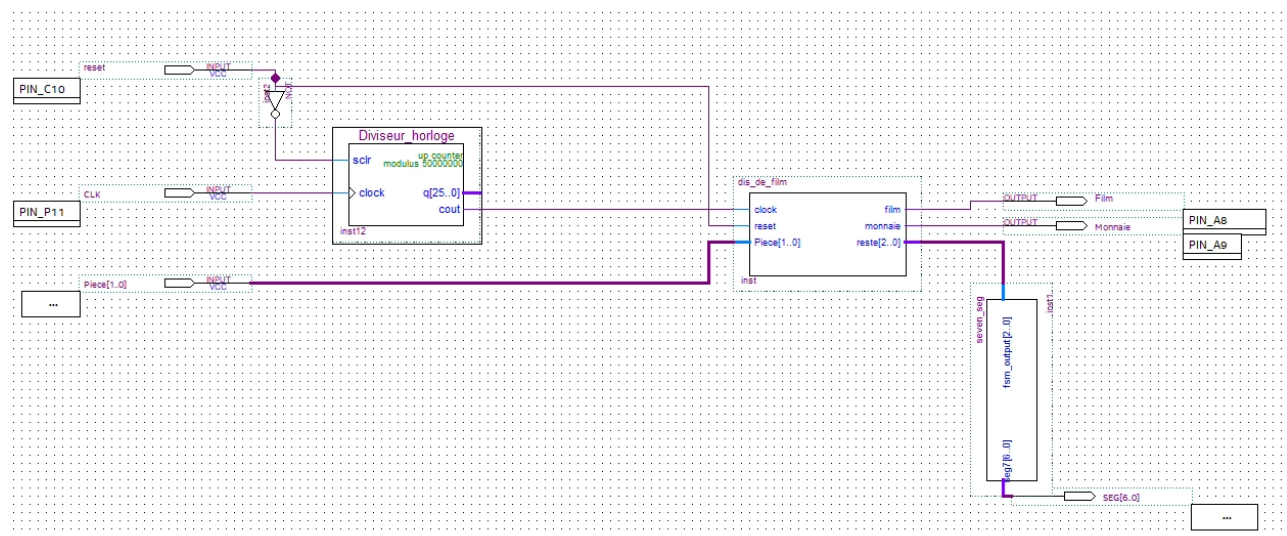
c. Programmation d'afficheur 7 segments :

```

1 |library ieee;
2 |use ieee.std_logic_1164.all;
3 |USE ieee.numeric_std.all;
4
5 |entity seven_seg is
6 |port ( fsm_output: in signed(2 downto 0);
7
8 |      seg7: out signed(6 downto 0)
9 |      );
10 |end;
11
12 |-----
13 |architecture seven_seg_a of seven_seg is
14 |begin
15 |    seg7 <= "1000000" when fsm_output = "000" else -- 0 = film_ou_monnaie
16 |           "1111001" when fsm_output = "001" else -- 1 = reste 1
17 |           "0100100" when fsm_output = "010" else -- 2 = reste 2
18 |           "0110000" when fsm_output = "011" else -- 3 = reste 3
19 |           "0011001" when fsm_output = "100" else -- 4 = reste 4
20 |           "0010010" when fsm_output = "101" else -- 5 = reste 5
21 |           "0110110"; -- tous les autres cas
22 |end;
23

```

d. Le schéma final :



L3 mécatronique : Electronique Numérique

4. Conclusion :

Dans ce TP, nous avons eu l'occasion de découvrir l'outil de Quartus qui nous permet de réaliser une machine à états sans avoir à en faire toutes les étapes manuellement.

Nous avons commencé par un tutoriel pour la machine à laver où nous avons programmé la carte FPGA pour nous montrer les 5 différents états de la machine qui sont :

A pour ARRET

P pour PRELAVAGE

L pour LAVAGE

r pour RINCAGE

E pour ESSORAGE

La transition d'un état à l'autre a été menée par une horloge.

Nous avons ensuite réalisé notre propre machine à états pour un distributeur de films, en programmant la carte FPGA pour qu'elle affiche différentes sorties en fonction de l'état dans lequel nous nous trouvons. La transition entre les états s'est faite en appuyant sur des boutons pour les valeurs des pièces d'euros au lieu d'une horloge.

Comme ce TP a été réalisé en 6 heures environ et que j'avais un peu plus d'expérience avec Quartus Prime, j'ai eu moins de difficultés à le faire et à réaliser les différents aspects du TP. Ceci étant dit, j'ai quand même fait une erreur dans ma préparation, ce qui m'a fait perdre du temps jusqu'à ce que j'aie réalisé mon erreur et l'a corrigée.

L3 mécatronique : Electronique Numérique

5. Annexes :

- Un fichier Zip contenant le project de la machine à laver : Machine_a_laver.zip
- Un fichier Zip contenant le project du distributeur de film : Dist_de_film.zip

6. Références :

Le sujet du TP.