

Étude de laboratoire - SLEA

Binôme A11
SIMON Léo, LEVY-FALK Hugo
Supélec, promo 2020

15 décembre 2017

Table des matières

I	Objectifs de ce TL	3
II	Étude préliminaire	3
1	Saisie du schéma du montage	3
2	Affectation des entrées et sorties	3
3	Définition des vecteurs de simulation	3
4	Simulation fonctionnelle	4
5	Simulation temporelle	4
6	Analyse temporelle	4
7	Programmation	4
III	Traitement d'un bouton poussoir	7
8	Synthèse avec une machine de MOORE	7
9	Synthèse avec une machine de MEALY	8

Table des figures

1	Schéma saisi	3
2	Assignation des I/O	3
3	Chronogramme obtenu par simulation fonctionnelle	4
4	Figure 4 de la documentation.	4
5	Simulation temporelle	4
6	Analyse temporelle.	5
7	Affichage du chiffre 9	6
8	Affichage du chiffre 5	6
9	Chronogramme recherché	7
10	Schéma général d'un système séquentiel synchrone	7
11	Automate des états de la machine de MOORE	7
12	Schéma du montage	8
13	Chronogramme de la simulation	8
14	Chronogramme recherché	8
15	Schéma général d'un système séquentiel synchrone	9
16	Automate des états de la machine de MOORE	9
17	Schéma du montage	9
18	Chronogramme de la simulation	9

Première partie

Objectifs de ce TL

Deuxième partie

Étude préliminaire

Afin de prendre en main le logiciel de simulation Quartus, on simule un décodeur BCD vers 7 segments.

1 Saisie du schéma du montage

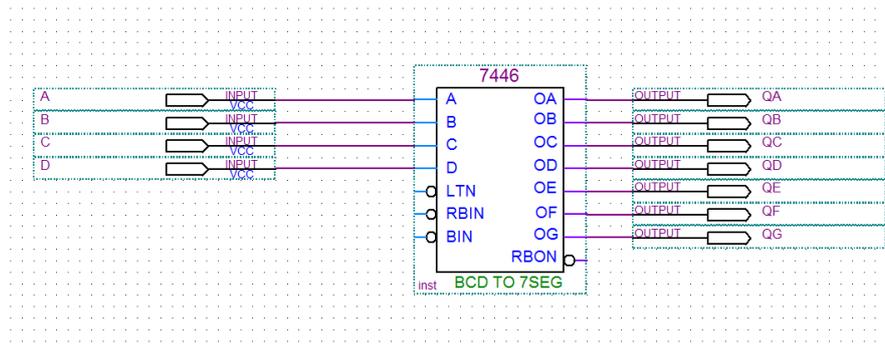


FIGURE 1 – Schéma saisi

La figure 1 montre le montage que nous simulerons. On commence par le compiler le projet une première fois, en utilisant le mode `smart compilation`.

2 Affectation des entrées et sorties

En consultant la documentation de la carte ALTERA disponible sur moodle.supelec.fr, on repère les numéros des entrées correspondants aux micro-interrupteurs à la page 12 et les numéros des sorties correspondants à l'afficheur numéro 1. On crée la table d'assignation reproduite à la figure 2.

	Node Name	Direction	Location
1	A	Input	PIN_33
2	B	Input	PIN_34
3	C	Input	PIN_35
4	D	Input	PIN_36
5	QA	Output	PIN_6
6	QB	Output	PIN_7
7	QC	Output	PIN_8
8	QD	Output	PIN_9
9	QE	Output	PIN_11
10	QF	Output	PIN_12
11	QG	Output	PIN_13
12	<<new node>>		

FIGURE 2 – Assignation des I/O

3 Définition des vecteurs de simulation

On crée un fichier `decodeur.vwf` dans lequel on spécifie les chronogrammes imposés aux entrées. Après avoir lancé la simulation on obtient les chronogrammes de la figure 3.

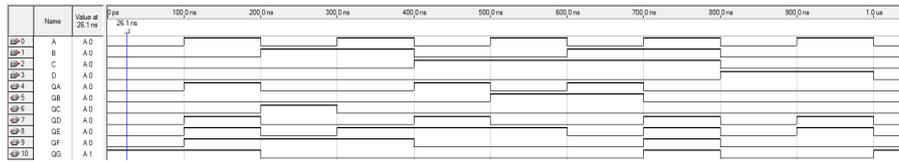


FIGURE 3 – Chronogramme obtenu par simulation fonctionnelle

4 Simulation fonctionnelle

On a lancé une simulation fonctionnelle, il n’y a pas d’aléas. D’autre part, page 9 de la documentation nous informe sur l’afficheur 7 segments.

Each LED segment of the display can be illuminated by driving the connected EPM7128S device I/O pin with a logic 0. Figure 4 shows the name of each segment.

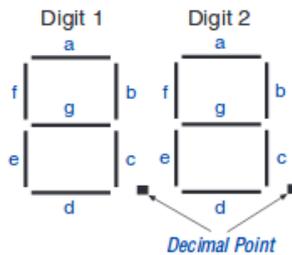


FIGURE 4 – Figure 4 de la documentation.

On vérifie ainsi que le chronogramme correspond à l’affichage des chiffres de 0 à 9.

5 Simulation temporelle

On lance ensuite une simulation temporelle. La figure 5 montre l’apparition d’aléas dûs aux temps de propagation.

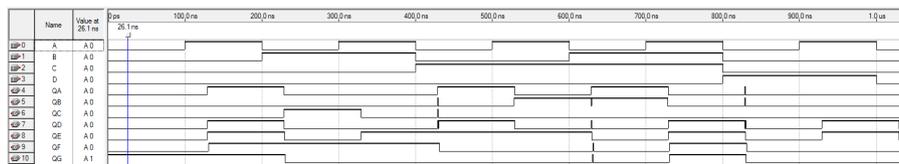


FIGURE 5 – Simulation temporelle

6 Analyse temporelle

L’analyse temporelle donne le temps de propagation entre les entrées et les sorties. La figure 6 montre que le temps de propagation est d’environ 30 ns.

7 Programmation

On programme la carte et on vérifie le fonctionnement en changeant l’état des interrupteurs, comme le montre les figures 7 et 8.

tpd					
	Slack	Required P2P Time	Actual P2P Time	From	To
1	N/A	None	31.300 ns	D	QF
2	N/A	None	31.100 ns	A	QF
3	N/A	None	31.000 ns	B	QF
4	N/A	None	30.700 ns	A	QG
5	N/A	None	30.700 ns	C	QF
6	N/A	None	30.600 ns	D	QG
7	N/A	None	30.600 ns	B	QG
8	N/A	None	30.600 ns	C	QG
9	N/A	None	29.600 ns	D	QC
10	N/A	None	29.600 ns	D	QA
11	N/A	None	29.500 ns	D	QB
12	N/A	None	29.400 ns	A	QE
13	N/A	None	29.400 ns	A	QD
14	N/A	None	29.300 ns	C	QE
15	N/A	None	29.300 ns	C	QD
16	N/A	None	29.300 ns	B	QC
17	N/A	None	29.300 ns	C	QC
18	N/A	None	29.300 ns	B	QA
19	N/A	None	29.300 ns	C	QA
20	N/A	None	29.200 ns	B	QB
21	N/A	None	29.100 ns	A	QC
22	N/A	None	29.100 ns	C	QB
23	N/A	None	29.100 ns	A	QA
24	N/A	None	29.000 ns	B	QE
25	N/A	None	29.000 ns	B	QD
26	N/A	None	28.900 ns	A	QB

FIGURE 6 – Analyse temporelle.

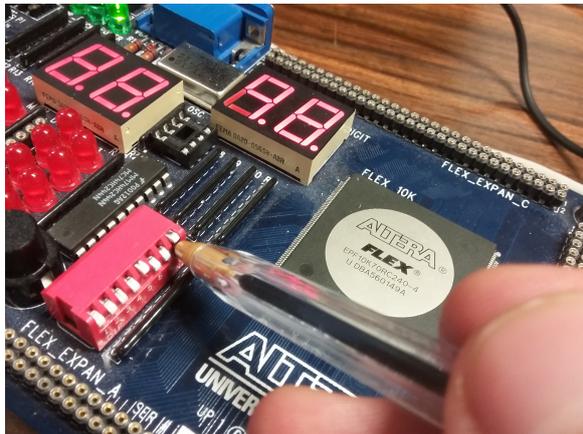


FIGURE 7 – Affichage du chiffre 9

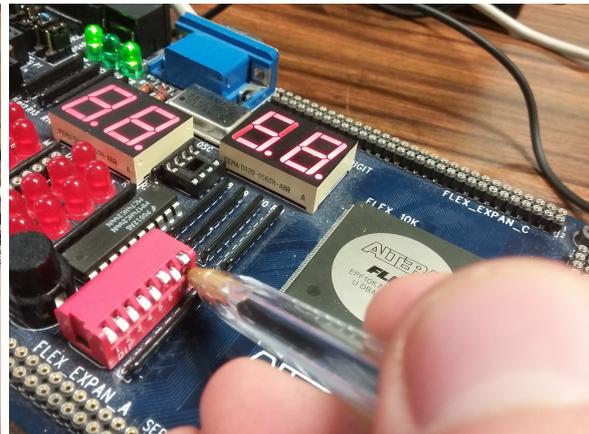


FIGURE 8 – Affichage du chiffre 5

Troisième partie

Traitement d'un bouton poussoir

Afin de détecter l'appui sur un bouton poussoir, on réalise un traitement de l'entrée associée. En effet il faut d'abord éliminer un éventuel bruit créé par les rebonds créés lors du changement de l'état du bouton et synchroniser le signal avec celui de l'horloge afin d'obtenir le signal BPS. Cette partie est réalisée avec une bascule D (on suppose donc que le bruit dure moins d'une période d'horloge). On souhaite ensuite passer la sortie à l'état haut pendant une période d'horloge sur front montant de BPS. On se propose de synthétiser cette partie avec une machine de MOORE puis avec une machine de MEALY.

8 Synthèse avec une machine de MOORE

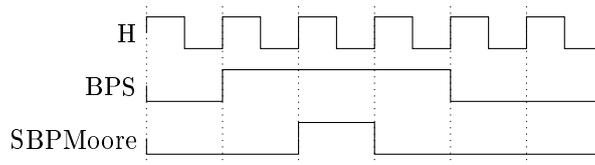


FIGURE 9 – Chronogramme recherché

On commence par résumer à l'aide d'un chronogramme le comportement recherché pour le système, représenté à la figure ??.

On souhaite réaliser une machine de MOORE, c'est à dire $S = g(E_p)$ et $E_S = f(E, E_p)$, avec S , E_p et E tels que représentés à la figure ??.

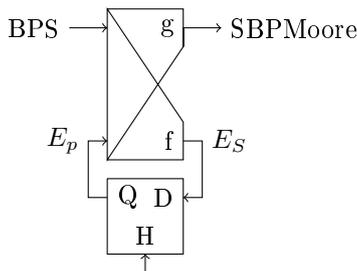


FIGURE 10 – Schéma général d'un système séquentiel synchrone

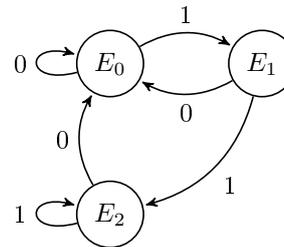


FIGURE 11 – Automate des états de la machine de MOORE

On synthétise ensuite le fonctionnement de la machine en dessinant le graphe des états, représenté à la figure ??.

On obtient un graphe à trois états. Un premier état de repos, et deux autres permettant de passer la sortie au niveau 1 pendant un cycle d'horloge sur front montant de l'entrée.

On peut alors écrire le tableau des états (table 2), en utilisant le codage des états reproduit dans la table 1 (on pose $E_p = (y_1, y_0)$).

	y_1	y_0
E_0	0	0
E_1	0	1
E_2	1	0

TABLE 1 – Codage des états de la machine de MOORE

	BPS		
E_p	0	1	S
E_0	E_0	E_1	0
00	00	01	
E_1	E_0	E_2	1
01	00	10	
E_2	E_0	E_2	0
10	00	10	

TABLE 2 – Tableau des états de la machine de MOORE

On peut ensuite synthétiser l'état suivant E_S et la sortie S en fonction de BPS , y_0 et y_1 . On réalise pour cela trois tableaux de KARNAUGH (tables 3, 4 et 5).

<i>BPS</i> \ y_1y_0	00	01	11	10
0	0	0	-	0
1	1	0	-	0

TABLE 3 – Tableau de KARNAUGH pour la variable Y_0

<i>BPS</i> \ y_1y_0	00	01	11	10
0	0	0	-	0
1	0	1	-	1

TABLE 4 – Tableau de KARNAUGH pour la variable Y_1

<i>BPS</i> \ y_1y_0	00	01	11	10
0	0	1	-	0
1	0	1	-	0

TABLE 5 – Tableau de KARNAUGH pour la variable S

On peut alors obtenir l'équation de chaque variables.

$$Y_0 = BPS \cdot \bar{y}_0 \cdot \bar{y}_1 \tag{1}$$

$$Y_1 = BPS \cdot (y_0 + y_1) \tag{2}$$

$$S = y_0 \tag{3}$$

Enfin, on vérifie que le fonctionnement est celui attendu par simulation, ce que montrent les figures 17 et 18.

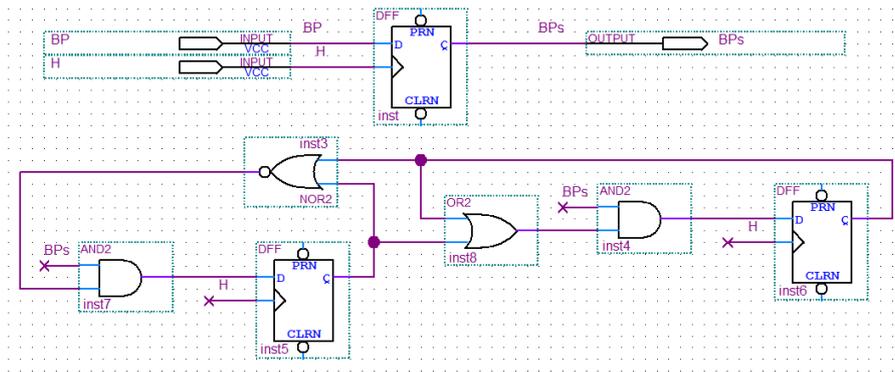


FIGURE 12 – Schéma du montage

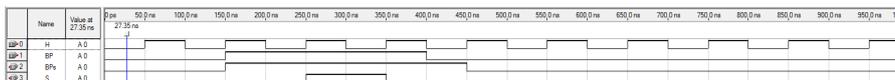


FIGURE 13 – Chronogramme de la simulation

9 Synthèse avec une machine de MEALY

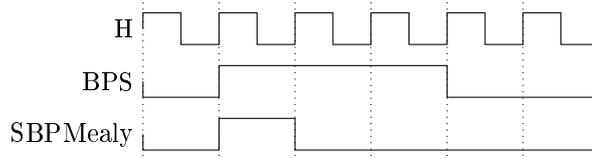


FIGURE 14 – Chronogramme recherché

On commence par résumer à l'aide d'un chronogramme le comportement recherché pour le système, représenté à la figure ??.

On souhaite réaliser une machine de MEALY, c'est à dire $S = g(E, E_p)$ et $E_S = f(E, E_p)$, avec S , E_p et E tels que représentés à la figure ??.

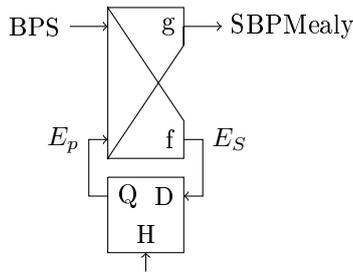


FIGURE 15 – Schéma général d’un système séquentiel synchrone

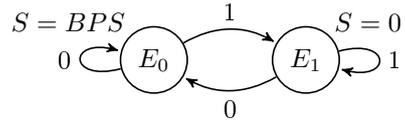


FIGURE 16 – Automate des états de la machine de MOORE

On synthétise ensuite le fonctionnement de la machine en dessinant le graphe des états, représenté à la figure ?? . On obtient un graphe à deux états. Un premier état de repos qui permet de passer la sortie à l’état un dès que le bouton poussoir est enfoncé, et un autre permettant empêchant la sortie de rester au niveau haut plus d’un cycle d’horloge lors de l’appui.

On peut ensuite synthétiser l’état suivant E_S et la sortie S en fonction de BPS et E_p . On réalise pour cela deux tableaux de KARNAUGH (tables 6, 7).

		E_p	
	BPS	0	1
0		0	1
1		0	1

TABLE 6 – Tableau de KARNAUGH pour la variable E_S

		E_p	
	BPS	0	1
0		0	1
1		0	0

TABLE 7 – Tableau de KARNAUGH pour la sortie

On peut alors obtenir l’équation de chaque variables.

$$E_S = BPS \tag{4}$$

$$S = BPS \cdot \bar{E}_p \tag{5}$$

Enfin, on vérifie que le fonctionnement est celui attendu par simulation, ce que montrent les figures ?? et ??.

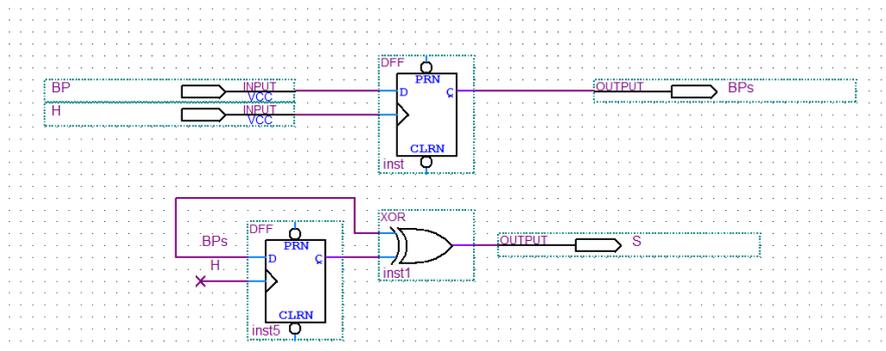


FIGURE 17 – Schéma du montage

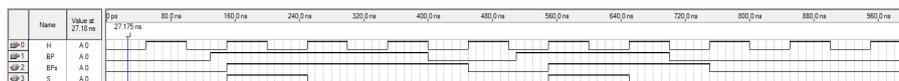


FIGURE 18 – Chronogramme de la simulation