

ENIB semestre S3P :
Electronique - Circuits numeriques

Réalisation et analyse de machines d'états :
**Réalisation d'un système d'ouverture de coffre et
analyse d'un télémètre acoustique**

Florian PASCO

Yanis SOYEZ



Version 1.0 : 04 Juin 2022

Table des matières

1 : Conception de la partie commande de l'ouverture d'un coffre	3
I. Cahier des charges	3
II. Graphe d'état(Conception de Moore)	3
III. Obtention de l'expression des entrées des bascules et de la sortie	4
1. Table de transition	4
2. Table de Karnaugh	5
IV. Conception du systèmes avec des bascules D	6
V. Simulation et test du système sur LTSpice	7
2 : Étude d'un télémètre acoustique	8

Table des figures

1	Graphe d'état associé au système	3
2	Table de transition associée au système	4
3	Table de Karnaugh de e_0^+	5
4	Table de Karnaugh de e_1^+	5
5	Partie du circuit dédié à la génération de e_0	6
6	Partie du circuit dédié à la génération de e_1	6
7	Partie du circuit dédié à la génération de S	6
8	Test du circuit via la simulation d'un scénario	7
9	Graphe d'états à corriger	8

1 : Conception de la partie commande de l'ouverture d'un coffre

I. Cahier des charges

Le système est entièrement synchrone et toutes les impulsions ont une durée plus longue que la période d'horloge. Il a les caractéristiques suivantes :

4 Entrée :

- 3 Boutons poussoirs "BP0", "BP1", "BP2" servant à écrire un code
- 1 entrée de verrouillage du coffre "V" (V=1 reverrouille le coffre).
- Attention cette entrée ne provoque rien si le coffre n'est pas ouvert

1 Sortie :

- 1 signal d'ouverture du coffre (S=1 : Ouvre le coffre)

4 Etats :

- E0 : pas de bouton pressé
- E1 : "BP0" observé
- E2 : "BP0 BP1" observé
- E3 : "BP0 BP1 BP2" observé / Coffre ouvert

ATTENTION : La saisie du code doit être recommencé si 2 boutons sont appuyés en même temps (Le système associe ceci à une erreur).

ATTENTION bis : Par erreur de lecture, les boutons ne sont pas "BP1", "BP2", "BP3" comme dans le cahier des charges original mais "BP0", "BP1", "BP2".

II. Graphe d'état(Conception de Moore)

Voici le graphe d'état associé au système :

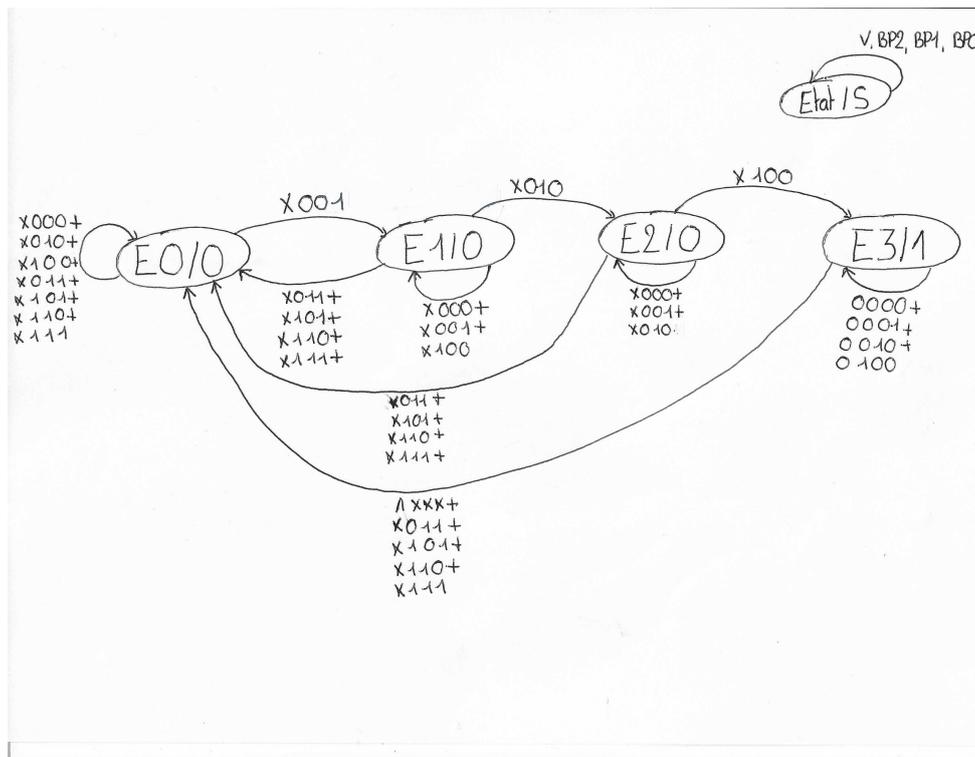


FIGURE 1 – Graphe d'état associé au système

III. Obtention de l'expression des entrées des bascules et de la sortie

1. Table de transition

A partir du graphe d'état précédent, on obtient la table de transition suivante :

Etat actuel	bit Etat		Entrée			bit Etat futur		Etat futur	Sortie S	
	e _n	e ₀	V	BP2	BP1	BP0	e _f ¹			e _f ²
E0	0	0	X	0	0	0	0	0	E0	0
E0	0	0	X	0	1	0	0	0	E0	0
E0	0	0	X	1	0	0	0	0	E0	0
E0	0	0	X	0	0	1	0	1	E1	0
E1	0	1	X	0	0	0	0	1	E1	0
E1	0	1	X	0	0	1	0	1	E1	0
E1	0	1	X	1	0	0	0	1	E1	0
E1	0	1	X	0	1	0	1	0	E2	0
E2	1	0	X	0	0	0	1	0	E2	0
E2	1	0	X	0	0	1	1	0	E2	0
E2	1	0	X	0	1	0	1	0	E2	0
E2	1	0	X	1	0	0	1	1	E3	1
E3	1	1	0	0	0	0	1	1	E3	1
E3	1	1	0	0	0	1	1	1	E3	1
E3	1	1	0	0	1	0	1	1	E3	1
E3	1	1	0	1	0	0	1	1	E3	1
E3	1	1	1	X	X	X	0	0	E0	0
X	X	X	X	0	1	1	0	0	E0	0
X	X	X	X	1	0	1	0	0	E0	0
X	X	X	X	1	1	0	0	0	E0	0
X	X	X	X	1	1	1	0	0	E0	0

FIGURE 2 – Table de transition associée au système

2. Table de Karnaugh

a. Table de Karnaugh de e_0^+ A partir de la table de transition précédente, on obtient la table de Karnaugh de e_0^+ :

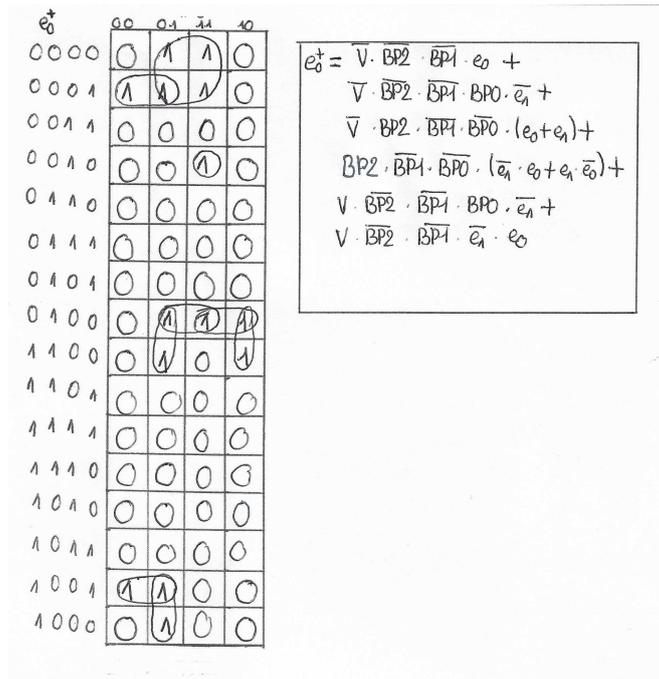


FIGURE 3 – Table de Karnaugh de e_0^+

b. Table de Karnaugh de e_1^+ A partir de la table de transition précédente, on obtient la table de Karnaugh de e_1^+ :

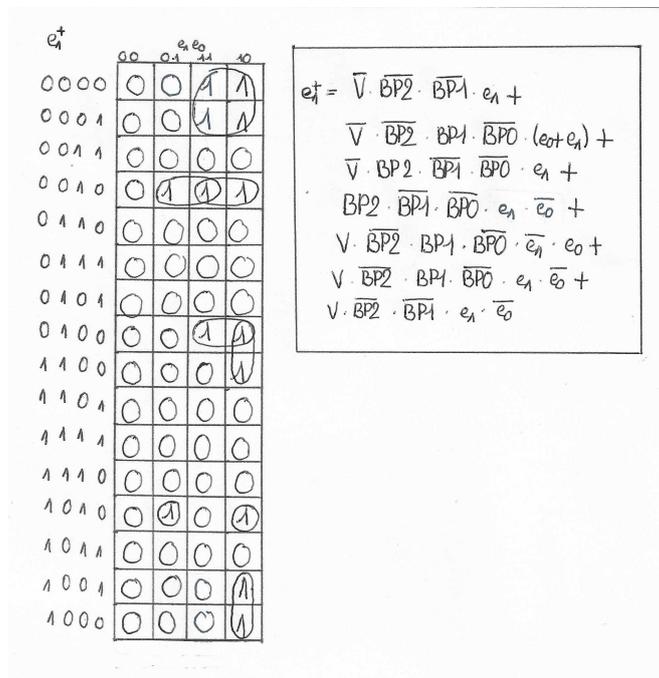


FIGURE 4 – Table de Karnaugh de e_1^+

c. **Obtention de l'expression de la sortie** Par lecture de de la table de transition précédente, on peut rapidement déduire que l'équation de la sortie S est $S = e_0 \cdot e_1$

IV. Conception du systèmes avec des bascules D

A partir des équations précédentes, on réalise le circuit suivant :

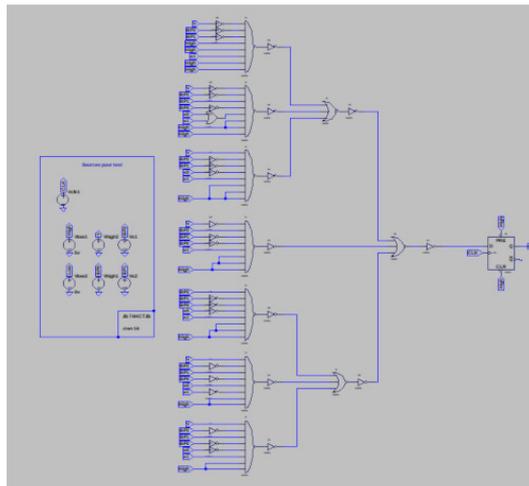


FIGURE 5 – Partie du circuit dédié à la génération de e_0

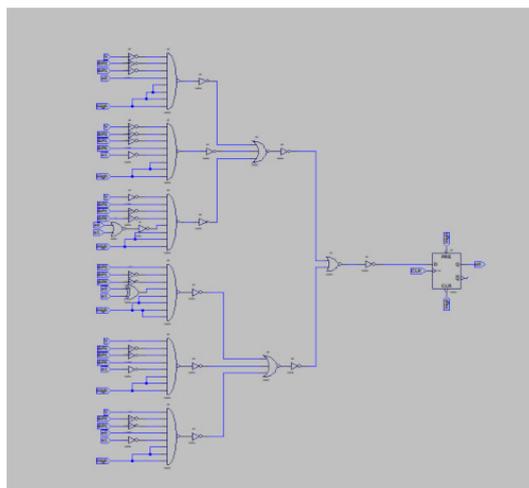


FIGURE 6 – Partie du circuit dédié à la génération de e_1

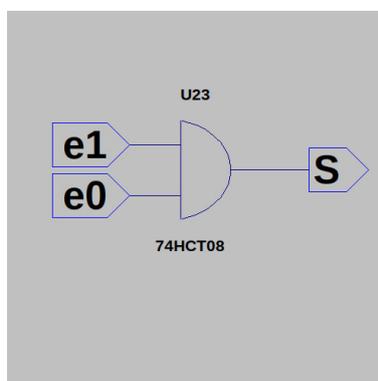


FIGURE 7 – Partie du circuit dédié à la génération de S

V. Simulation et test du système sur LTSpice

Afin de tester le circuit précédent on élabore un scénario de test menant à la production de la simulation suivante :

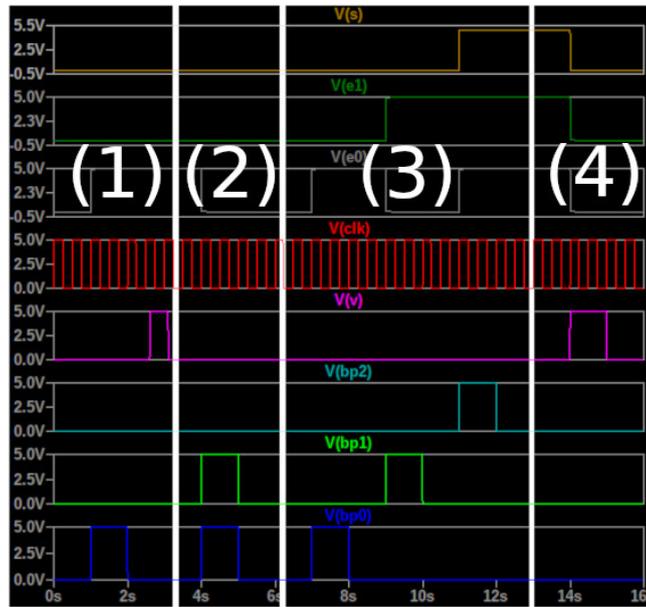


FIGURE 8 – Test du circuit via la simulation d'un scénario

Voici le scénario de test (les étapes liés au texte sont notézs sur la simulation précédente) :

- Etape (1) :
L'opérateur appuie sur "BP0", on passe bien dans E1 ($e_1 = 0ete_1 = 1$). Puis l'opérateur appuie sur "V" rien ne se passe comme prévu puisque V ne doit rien provoqué si le coffre n'est pas ouvert.
- Etape (2) :
On est toujours E1 ($e_1 = 0ete_1 = 1$). L'opérateur appuie sur "BP0" et "BP1" au même moment, on retourne dans E0 ($e_1 = 0ete_1 = 0$). Le circuit a détecté une erreur, il faut recommencer le code.
- Etape (3) :
 - L'opérateur appuie sur "BP0", on passe bien dans E1 ($e_1 = 0ete_1 = 1$).
 - L'opérateur appuie sur "BP1", on passe bien dans E2 ($e_1 = 1ete_1 = 0$).
 - L'opérateur appuie sur "BP2", on passe bien dans E3 ($e_1 = 1ete_1 = 1$) et le coffre est ouvert (S=1).
- Etape (4) :
V est mise à l'état haut, on retourne dans E0 ($e_1 = 0ete_1 = 0$), le coffre est fermé et S=0.

2 : Étude d'un télémètre acoustique

On doit ici corrigé le graphe d'états suivant :

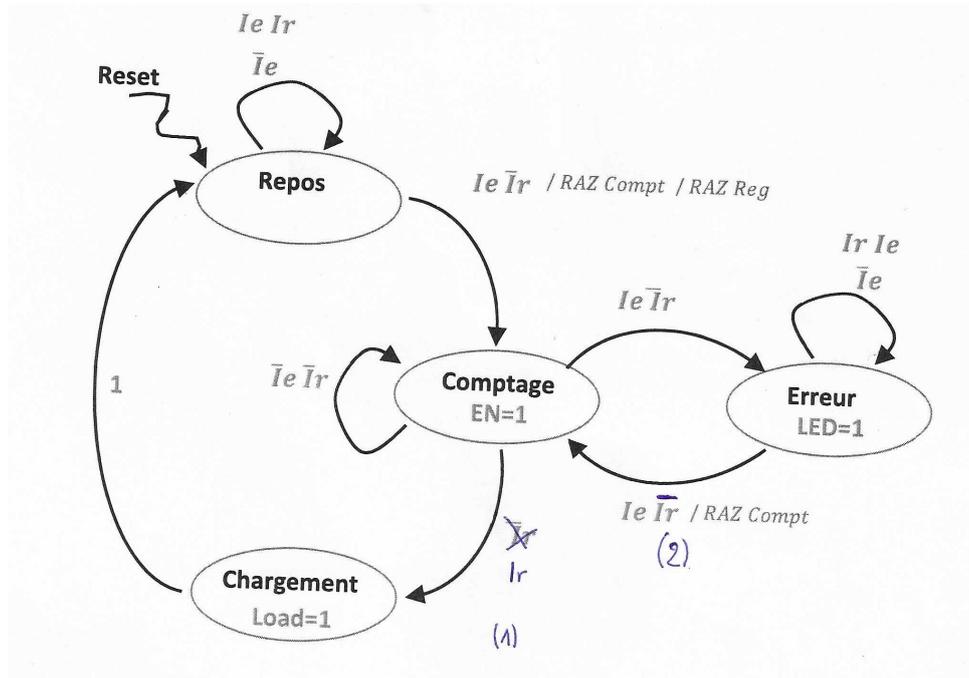


FIGURE 9 – Graphe d'états à corriger

Il y a donc 2 erreurs dans ce système :

- Erreur (1) : " $\bar{I}r$ " au lieu de " Ir " : On souhaite réaliser le chargement lorsque l'on reçoit Ir
- Erreur (2) : " $Ie Ir$ " au lieu de " $Ie \bar{I}r$ " : On reprend le comptage lorsque une impulsion Ie a été envoyée et que l'on ne reçoit plus d'impulsion Ir .