

INF1500 – LOGIQUE DES SYSTÈMES NUMÉRIQUES

LABORATOIRE 3

INITIATION À VIVADO

Simulation et implémentation d'un circuit en logique combinatoire

Révisions :

Alexy TORRES AURORA DUGO - V1.0

Jean-Baptiste LEFOUL - V1.1

Alexy TORRES AURORA DUGO - V1.2

Automne 2020

Département de génie informatique et de génie logiciel

École Polytechnique de Montréal



**POLYTECHNIQUE
MONTRÉAL**

1 Objectifs

L'objectif de ce laboratoire est de concevoir, simuler et implémenter un circuit en logique combinatoire sur la carte FPGA du laboratoire. Ce laboratoire vous permettra de mettre en œuvre les principes de conception des circuits combinatoires.

2 Système à réaliser

Dans ce laboratoire, on vous demande de réaliser un circuit intégrant trois modules : un premier module de conversion d'un nombre binaire en code Gray, un second module faisant la division pas 4 et affichant le quotient sur 2 bit et le reste sur 2 bits. Enfin un troisième module "Crypto". L'utilisateur sera capable de choisir la sortie du circuit complet à l'aide d'un multiplexeur.

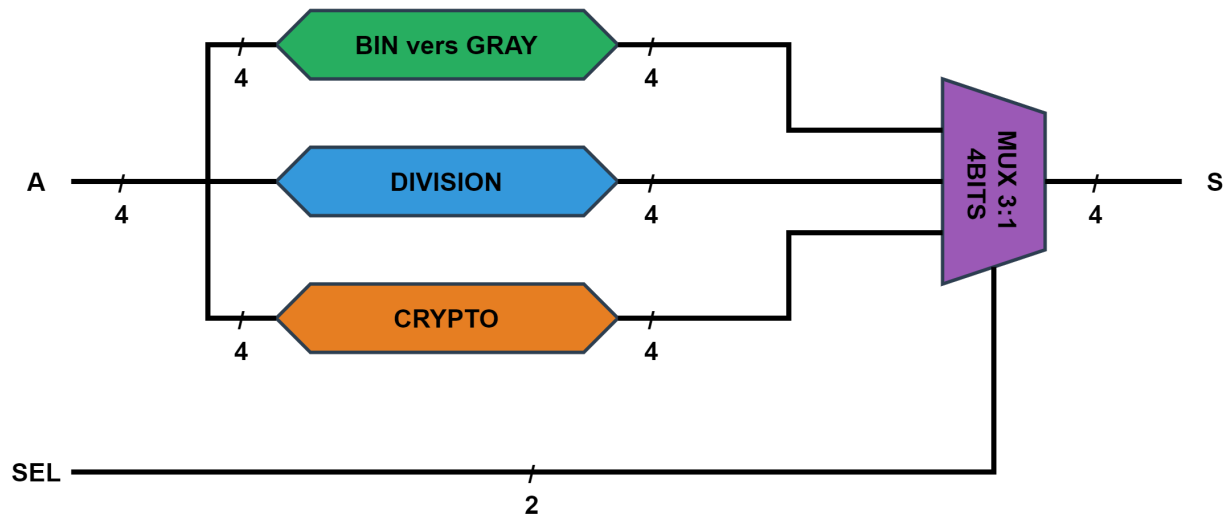


FIGURE 1 – Schéma du circuit à réaliser

Pour choisir la sortie voulue, le multiplexeur prend la sortie de vos modules et permet de sélectionner la sortie à l'aide de son entrée de sélection Sel de 2 bits. La sélection se fait comme suit :

r1	r0	Opération
0	0	Convertisseur Binaire => Gray
0	1	Diviseur
1	0	Crypto
1	1	0000

3 Travail à effectuer

3.1 Réalisation du multiplexeur

Comme pour le laboratoire précédent, vous devrez réaliser un multiplexeur. La différence ici est qu'on a deux bits de sélection. Aidez vous d'une table de Karnaugh pour obtenir une équation plus simplifiée.

Une fois réalisé n'oubliez pas de simuler le multiplexeur afin de valider son bon fonctionnement.

3.2 Réalisation du convertisseur Binaire vers Gray

Le rôle de ce module est de réaliser la conversion d'un binaire vers un code Gray. Plusieurs phases vont nous servir à concevoir ce module. Vous devrez réaliser toutes ces différentes phases.

3.2.1 Étape 1 : Table de vérité

Dans un premier temps, vous devrez définir la table de vérité de votre système afin d'effectuer la conversion du code binaire en un code Gray.

Code décimal	Code hexadécimal	Entrée (code binaire)				Sortie (code Gray)			
		E3	E2	E1	E0	S3	S2	S1	S0
0									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

FIGURE 2 – Table de vérité du convertisseur

3.2.2 Étape 2 : Simplification des expressions

Pour cette étape, vous devez réaliser les tables de Karnaugh des quatre sorties (S3, S2, S1 et S0) du convertisseur en fonctions des entrées (E3, E2, E1 et E0). Ensuite, à partir de chaque table de Karnaugh (une par sortie), vous allez trouver une expression simplifiée de chacune des sorties.

Expression de la sortie S0				Expression de la sortie S1			
		E1 E0					
		00	01	11	10		
E3 E2	00					E3 E2	00
	01						01
	11						11
	10						10

FIGURE 3 – Tables de Karnaugh à compléter

Expression de la sortie S2				Expression de la sortie S3			
		E1 E0					
		00	01	11	10		
E3 E2	00					E3 E2	00
	01						01
	11						11
	10						10

FIGURE 4 – Tables de Karnaugh à compléter

3.2.3 Étape 3 : Réalisation du convertisseur

Enfin, à partir des expressions simplifiées des sorties du module, vous allez déduire le schéma du circuit équivalent au module conversion.

3.2.4 Étape 4 : Simulation du circuit et validation

Afin de valider le bon fonctionnement de votre circuit, vous devez le simuler sur Vivado.

3.3 Réalisation du module Crypto

À partir de la table de vérité suivante, posez et ensuite simplifiez les équations des quatre sorties du module à l'aide de tables de Karnaugh.

Entrée				Sortie			
A3	A2	A1	A0	S3	S2	S1	S0
0	0	0	0	1	0	1	X
0	0	0	1	0	1	0	X
0	0	1	0	X	0	0	X
0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	X	X	1	X
0	1	1	0	1	1	1	0
0	1	1	1	1	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	1	0	1	1	X
1	0	1	0	1	X	1	0
1	0	1	1	1	0	0	0
1	1	0	0	0	0	1	X
1	1	0	1	X	1	0	1
1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	1	X

FIGURE 5 – Table de vérité du module Crypto

Ici les **X** représentent des “don’t-care”, donc c’est à vous de choisir leur valeur dans les tables de Karnaugh afin d’obtenir des regroupements plus intéressants.

N’oubliez pas de valider votre module avant de le packager.

3.3.1 Étape 4 : Réalisation du diviseur

Nous allons maintenant étendre le diviseur par 4 que vous avez fait au laboratoire précédent. Ainsi les bits [1 :0] de la sortie du diviseur seront le quotient de la division et les bits [3 :2] seront le reste de la division. Afin de réaliser le diviseur, nous pouvez vous baser sur le travail fait dans le laboratoire 2, nous ne vous demandons pas de fournir les table de vérité ou de Karnaugh.

Exemple :

Division	S[1 :0]	S[3 :2]
3 / 4	00	11
7 / 4	01	11
8 / 4	10	00

TABLE 1 – Exemples de divisions

3.4 Réalisation du circuit complet

Une fois toutes les étapes précédentes complétés, vous pouvez réaliser le circuit complet en mettant ensemble tous les modules.

3.5 Implémentation du circuit

Créez dans le répertoire de votre design le fichier de contraintes que vous nommerez LABO3.XDC. Une fois fait, synthétisez, implémentez et générez le bitstream de votre circuit grâce à Vivado.

4 Livrables attendus

Les livrables suivants sont attendus :

- Un rapport écrit format **PDF** pour le laboratoire (1 point sera retiré si le format n'est pas respecté).
- Le dossier COMPLET contenant le projet vivado.

Le tout à remettre dans une seule archive **zip** avec pour nom matricule1_matricule2_lab3.zip à téléverser sur Moodle (1 point sera retiré si le format n'est pas respecté).

Le rapport doit contenir :

- Une introduction
- Les schémas ainsi qu'une description pour chacun des modules (sauf le multiplexeur)
- Une description de la stratégie de test pour chacun des modules et des images de vos simulations
- Vos tables de Karnaugh et de vérité pour les modules convertisseur et crypto.
- Les équations obtenues
- Une conclusion

Consultez le site Moodle du cours pour la date et l'heure limites de remise des fichiers.

5 Barème

À la vue des nombreuses questions inutiles, ayant la réponse dans l'énoncé, les guides ou le serveur Discord, 0.5 point sera retiré de votre note finale du laboratoire si la réponse à votre question se trouve sur ces médias.

Avant de poser votre question, lisez bien :

- L'énoncé
- Le guide si applicable
- Le canal "Annonces" du Discord
- Les canaux "Questions-lab"

Bien entendu si la réponse est sur ces médias mais que vous ne la comprenez pas, vous pouvez nous poser la question. Internet est aussi une source d'information qu'il faut maîtriser.

La pondération sera donnée de la façon suivante sur 7 :

- 0/7 : l'étudiant n'a rien ou presque rien fait ;
- 1/7 : l'étudiant a réussi à faire approximativement 25% du laboratoire ;
- 2/7 : l'étudiant a réussi à faire un peu moins que la moitié du laboratoire ;
- 3/7 : l'étudiant a réussi à faire un peu plus que la moitié du laboratoire ;
- 4/7 : l'étudiant a réussi à faire presque tout le laboratoire et a démontré une compréhension comportant des faiblesses ;
- 5/7 : l'étudiant a réussi à faire tout le laboratoire et a démontré une compréhension comportant des faiblesses ;
- 6/7 : l'étudiant a réussi à faire presque tout le laboratoire et a démontré une excellente compréhension ;
- 7/7 : l'étudiant a réussi à faire tout le laboratoire et a démontré une excellente compréhension ;

25% des points sont retranchés par jour de retard!!!