**Filière Télécommunications**

Systèmes Numériques

Classe T-2ad

**Laboratoire 1 : Entrées / Sorties**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Noms des étudiants : |  |  |  |
|  |  |  |  |
| Date du laboratoire : |  |  |  |

Objectifs

* Familiarisation avec le matériel et les instruments du laboratoire
* Familiarisation avec les entrées / sorties connectées à un système numérique
* Rédaction d’un rapport

Travail

Pour les travaux pratiques du cours systèmes numériques, nous allons utiliser

* une carte dénommée MiniZed,
* l’environnement de développement VHDL de Xilinx dénommé Vivado,
* des composants d’entrée / sortie tels que LED, interrupteurs, affichage LCD, etc.
* et différents capteurs (température, humidité, infrarouge, etc.)

Ce premier labo vise la prise en main des outils Vivado de Xilinx pour la synthèse et la simulation VHDL. Le deuxième objectif correspond à la mise en œuvre d’un affichage 4x7 segments avec point décimal sachant que les signaux de pilotage de chaque LED sont multiplexés.

Théorie

La carte MiniZed embarque un circuit Zynq qui est un System on Chip (SoC) : il est composé d’un processeur ARM appelé Processing System (PS), d’une série d’interfaces de communication ainsi que d’une partie FPGA programmable dénommée Programmable Logic (PL).

Nous allons nous concentrer durant ce semestre sur la partie FPGA du SoC.

La figure suivante présente les broches et leur nom utilisables par la partie PL pour y connecter des entrées/sorties ou des périphériques :



Figure 1 : broches de la FPGA et leur nom

Toutes les broches fonctionnent avec une alimentation de 3.3V.

Si une alimentation supérieure à 3.5V est appliquée à une de ces broches, alors, cette dernière sera instantanément détruite.

Il faut vraiment faire attention car dans le bank d’alimentation, juste à côté de l’alimentation de 3.3V, se trouve l’alimentation de 5V.

Pour ce 1er TP, nous allons piloter un affichage 4x7 segments avec point décimal (voir datasheet A-5461AS.pdf) :



Figure 2 : affichage 4x7 segments

Cette affichage est constitué de LEDs ("Light-Emitting Diode") pour chaque segment et le point.

Une LED est un composant électronique qui émet une lumière lorsqu'elle est parcourue par un courant électrique. Il est à noter que le courant ne traverse ce composant que par un seul côté, lorsque le courant passe de l'autre côté, il est bloqué et la LED ne s'allume pas.

Pour s'illuminer, le courant doit parcourir la LED de l'anode vers la cathode.

Il y a plusieurs façons pour définir et reconnaitre le sens d'une LED :

* Sur le composant, l'anode, sur laquelle l’alimentation (+) sera appliquée, est le côté où la patte du composant est la plus longue. La cathode est donc la patte la plus courte.
* Sur un schéma électrique, la cathode (-) est représentée par le côté où il y a le bord plat à droite du triangle.

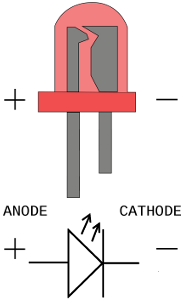
**

Figure 3 : led, anode et cathode

Il est important de retenir les 2 côtés :

* Anode : pôle positif représenté par la patte la plus longue
* Cathode : pôle négatif représenté par la patte la plus courte

Pour utiliser une LED dans un montage électrique il convient de la brancher dans le bon sens, d’appliquer une tension adéquate et de limiter le courant qui la traverse.

La tension dénommée Forward Voltage définit la quantité de tension nécessaire pour faire conduire l'électricité dans la diode. Toute tension inférieure à cette valeur entraînera le maintien de la LED non conductrice. Une fois que la tension appliquée sur la LED dépasse la tension Forward Voltage, la diode se met en court-circuit et conduit le courant. En bref, la LED va tirer tout le courant que l’alimentation autorise et la LED se détruira. Il est donc nécessaire de limiter le courant en plaçant une résistance en série avec la LED.

Le courant maximum que supporte une LED est dénommé Forward Current.

Une led produit une chute de tension dans le circuit, équivalent au Forward Voltage, quel que soit le courant qui la traverse.

Pour calculer la résistance, on utilise la loi d’Ohm :

U = R\*I.

R = U / I

Sachant qu’une diode produit une chute de tension dans le circuit équivalente à Forward Voltage, quel que soit le courant qui la traverse, alors :

R [ohms] = (tension alimentation – Forward Voltage)[V] / Forward Current [A]

Etape 1

1. Déterminer la valeur minimum de la résistance à mettre en série avec les LEDs (voir datasheet A-5461AS.pdf)
2. Dessiner un schéma de connexion des broches et de l’affichage 4\*7segments.

Faire valider ce schéma par le professeur.

Remarque :

Le courant va passer au travers des broches d’entrée/sortie du Zynq. Chaque broche ne supporte qu’un courant limité de 10mA.

Etape 2

1. Développer en VHDL un décodeur 4x7 qui permet d’afficher les chiffres BCD de 0 à 9 sur les 7 segments

Etape 3

L’affichage dispose de signaux d’entrée multiplexés/partagés (broches 11, 7, 4, 2, 1, 10, 5, 3) qui permettent d’allumer les LEDs des différents digits.

Pour allumer les LEDs d’un digit en particulier, il est nécessaire de piloter sa sortie. Les sorties sont les broches 12, 9, 8 et 6.

Ainsi pour allumer des segments d’un digit, il faut mettre à l’état haut les signaux d’entrée correspondants aux segments à allumer et mettre le signal de sortie correspondant au digit à 0. Dans ces conditions, le courant circulera dans les diodes entre l’anode et la cathode. Si la sortie est à 1, alors aucun courant ne pourra circuler.

Pour gérer les 4 digits, il est nécessaire de traiter chaque digit les uns après les autres en appliquant les opérations suivantes :

* Mettre à l’état haut les signaux d’entrée des segments à allumer et mettre à l’état bas la sortie correspondante du digit ; les autres sorties des autres digits sont mises à l’état haut
* Passer au prochain digit

Ceci fonctionne à cause de la rémanence lumineuse des LEDs.

Ce même principe est appliqué pour détecter des boutons pressés sur un clavier.

Pour cette étape, il est demandé :

1. De concevoir et de décrire une architecture (par exemple : machines d’états, compteurs, etc.) qui réalise le pilote de l’affichage 4x7segments avec le point décimal
2. Développer le code VHDL
3. Valider le bon fonctionnement.
4. En maintenant le même fonctionnement, est-ce possible de diminuer le nombre de signaux entre la FPGA et l’affichage ? Si oui, comment ?

Le design final doit ressembler à la figure ci-dessous :

**

Figure 4 : design final

Résultat demandé

* Fournir un rapport par groupe dans le délai maximum de 3 semaines

Ce rapport doit comprendre :

* + cette feuille de donnée avec les noms des étudiants et la date du TP
  + une courte introduction (avec vos mots !)
  + un mode d’emploi de l’utilisation des outils Vivado
  + une description de l’approche de résolution du travail
  + la présentation des résultats du travail demandé
  + une courte conclusion
  + les signatures des étudiants