

Utilisation des I/O simples de la FPGA Spartan3 de REPTAR

Objectif :

Cette manipulation a pour objectif de familiariser l'étudiant avec la plateforme REPTAR et les outils de cross-développement pour ARM. Il s'agit d'étudier le plan d'adressage de la FPGA SP3. Ensuite, un programme C doit être écrit afin d'utiliser les boutons, les switches (dip_switch) et les leds (rouge/vertes) connectés sur la FPGA-SP3. Celle-ci est configurée avec un design standard qui est automatiquement chargé à l'enclenchement de la carte REPTAR (FPGA avec flash memory).

Déroulement et rendu :

Ce laboratoire se déroule de façon individuelle. Ce laboratoire ne sera pas noté, par contre le travail sera validé par l'envoi du programme C. Vous devez faire une démonstration de votre solution à la fin de la séance.

Vous devez déposer une archive avec votre programme C (sans le répertoire **includes**) sur Moodle (Cyberlearn).

Description :

Lors du démarrage de la carte REPTAR, un moniteur de base, **u-boot**, est automatiquement chargé et exécuté par le processeur ARM. De même la FPGA SP3 de la carte est programmée avec un design standard. Celle-ci est une FPGA de type flash. Elle conserve sa programmation. Ce design permet d'accéder aux I/O connectés sur cette FPGA. Soit:

- 2 boutons poussoirs: SW_PB0 et SW_PB1
- un dip-switch avec 10 interrupteurs, dont nous allons utiliser 6 switches, soit SW(10..5).
- deux groupes de 6 leds, soit: Led_red(5..0) et Led_green(5..0)

Le but de ce laboratoire est d'écrire un programme C réalisant des actions avec la console et les I/O de la FPGA_SP3. Voici les actions demandées :

1. Lire une constante placée à l'adresse 0x0004 (offset) et l'afficher sur la console. Cette action est réalisée une fois lors du démarrage du programme.
2. Lorsque SW_PB0 est pressé copier l'état de SW(10..5) sur les leds Led_green, sinon l'état des leds Led_green est maintenu.
3. Lors de l'activation de SW_PB1, vous devez allumer successivement les leds Led_red. Si toutes les leds sont allumées, alors celles-ci sont éteintes. Puis le cycle recommence.

Travail facultatif:

- Lors de l'activation de SW_PB0, écrire la valeur 16 bits "0x55A - SW(10..7)" dans le registre de l'adresse 0x0016 (offset), le relire et l'afficher sur la console.

Vous disposez d'un programme C à compléter qui comprend une fonction pour terminer son exécution par une pression sur le bouton SW_4 du CPU.

Fichiers et documents fournis :

Vous trouverez tous les fichiers et documents nécessaires pour la réalisation de ce laboratoire sur le site Moodle (Cyberlearn), cours : IFS-18 (clé d'inscription: ifs-2018).

- Guide d'utilisation de l'infrastructure des salles A07/A09 : **pdf**
- Plan d'adressage du design FPGA-SP3: **Spartan3_registers_ifs.pdf**
- Le programme C de base, archive : **lab1_io_fpga_sp3_etu.tar.gz**
- Les includes du programme C, archive : **includes.tar.gz**

Caractéristiques du design FPGA standard :

Le design FPGA-SP3 est mappé aux adresses 0x1A00_0000 à 0x1A0F_FFFF du plan d'adressage du DM3730. Nous allons utiliser une partie des I/O disponibles. Ci-dessous, vous avez la liste des GPIO de base de la FPGA-SP3 que nous allons utiliser dans ce laboratoire.

L'adresse de base de la FPGA-SP3 est 0x1A00_0000

Vous devez compléter le tableau ci-après avec l'offset pour toutes les I/O listée. Vous disposez du plan d'adressage du design FPGA-SP3 standard dans le document fourni **Spartan3_registers_ifs.pdf**

Voici le tableau des I/O à compléter:

I/O	Adresse (offset)	Bits	Commentaires
Constante	Valeur :
Boutons/switch SW_PB
SW
LEDS			
Led_red(5..0)
Led_green(5..0)

Tableau 1: Adresse des registres des I/Os du design FPGA-SP3

Documentation pour l'utilisation de la carte REPTAR :

Pour l'utilisation de l'environnement de développement et la carte REPTAR, vous avez la documentation "Guide d'utilisation de l'infrastructure des salles A07/A09" à disposition. Les informations dont vous avez besoin se trouvent dans les chapitres 4 et 6 :

- Chapitre 4 : Carte de laboratoire REPTAR
- Chapitre 6 : U-boot

Marche à suivre pour compiler et exécuter un programme C sur la carte REPTAR :

Dans votre répertoire de travail, décompresser l'archive **lab1_io_fpga_sp3_etu.tar.gz** qui contient le programme C de base et le makefile.

Ensuite copier l'archive **includes.tar.gz** dans le répertoire **lab1_io_fpga_sp3**. Elle doit être extraite dans le répertoire contenant le programme C. (Attention si vous faites des copiers/collers du répertoire includes, car cette archive contient des liens symboliques). Cette archive sera à utiliser lors de chaque laboratoire.

Compiler votre programme C en exécutant dans le répertoire lab1_io_fpga_sp3 la commande : **make**.

Après compilation, un fichier **reptar_io_fpga_sp3.bin** doit être généré. Vous devez ensuite transférer ce fichier à la carte REPTAR (processeur) via tftp à l'adresse 0x81600000. Il faut au préalable déposer le fichier à transférer dans le dossier /home/redsuser/tftpboot.

Enfin vous pouvez exécuter votre programme sur la carte REPTAR à l'adresse 0x81600000. Vous pouvez terminer son exécution par une pression sur le bouton SW_4 du CPU.

ATTENTION : Lors de la mise sous tension de la carte REPTAR les bits 8 à 10 du Dip-Switch SP3 doivent être dans l'état suivant : 8 → ON ; 9 → ON ; 10 → OFF.

Travail demandé :

- 1) Déterminer les adresses de la FPGA-SP3 pour les I/Os spécifiés dans le tableau 1
- 2) Utilisation des commandes de uboot :
 - Tester l'activation des leds avec une commande "write"
 - Tester la lecture de la valeur de la constante et l'état des boutons avec une commande "read"
- 3) Compiler et exécuter le programme C fourni sur la carte REPTAR. Aidez-vous de la Marche à suivre décrite ci-dessus.
- 4) Compléter le programme C fourni "reptar_io_fpga_sp3.c" afin de lire la constante qui est placée à l'adresse 0x0004 du design de base de la FPGA-SP3 (action 1. de la spécification) et l'afficher sur la console.
- 5) Tester le programme sur la carte REPTAR et vérifier la valeur de la constante.
- 6) Compléter le programme C fourni "reptar_io_fpga_sp3.c" afin d'ajouter les actions 2. et 3. des spécifications données précédemment. Il est conseillé de tester le programme à chaque étape.
- 7) Tester le programme sur la carte REPTAR.
- 8) Faire valider votre solution finale par le professeur ou l'assistant.

Conseil : rédiger un résumé avec les commandes utiles pour utiliser uboot