

Les circuits FPGA : description et applications

GUELLAL Amar

Attaché de recherche

Division: Energie solaire Photovoltaïque

Equipe : Economie et Maîtrise de l'Énergie

E-mail : guellalamar@cder.dz

Introduction

L'électronique moderne se tourne de plus en plus vers le numérique qui présente de nombreux avantages sur l'analogique : grande insensibilité aux parasites, reconfigurabilité, facilité de stockage de l'information etc...

Aujourd'hui les techniques de traitement numérique occupent une place majeure dans tous les systèmes électroniques modernes grand public, professionnels ou de défense. De plus, les techniques de réalisation de circuits spécifiques, tant dans les aspects matériels (composants reprogrammables, circuits précaractérisés et bibliothèques de macrofonctions) que dans les aspects logiciels (placement-routage, synthèse logique) font désormais de la microélectronique une des bases indispensables pour la réalisation de systèmes numériques performants. Elle impose néanmoins une méthodologie de développement très structurée.

Les circuits numériques sont les plus adéquats pour les systèmes de commandes utilisés dans les systèmes de conversion de l'énergie à savoir les convertisseurs CC-CC et les convertisseurs CC-CA.

Définition

Les FPGA (Field Programmable Gate Arrays ou "réseaux logiques programmables") sont des composants entièrement reconfigurables ce qui permet de les reprogrammer à volonté afin d'accélérer notablement certaines phases de calculs. L'avantage de ce genre de circuit est sa grande souplesse qui permet de les réutiliser à volonté dans des algorithmes différents en un temps très court.

Le progrès de ces technologies permet de faire des composants toujours plus rapides et à plus haute intégration, ce qui permet de programmer des applications importantes. Cette technologie permet d'implanter un grand nombre d'applications et offre une solution d'implantation matérielle à faible coût pour des compagnies de taille modeste pour qui, le coût de développement d'un circuit intégré spécifique implique un trop lourd investissement.

Application des FPGA

Les FPGA sont utilisés dans de nombreuses applications, on en cite dans ce qui suit quelques unes:

- a . Prototypage de nouveaux circuits ;
- b . Fabrication de composants spéciaux en petite série ;
- c . Adaptation aux besoins rencontrés lors de l'utilisation ;
- d . Systèmes de commande à temps réel ;
- e . DSP (Digital Signal Processor) ;
- f . Imagerie médicale.

Architecture des FPGA

Les circuits FPGA sont constitués d'une matrice de blocs logiques programmables entourés de blocs d'entrée sortie programmable. L'ensemble est relié par un réseau d'interconnexions programmable Figure 1.

Les FPGA sont bien distincts des autres familles de circuits programmables tout en offrant le plus haut niveau d'intégration logique.

Il existe actuellement plusieurs fabricants de circuits FPGA et plusieurs technologies et principes organisationnels. L'architecture, retenue par Xilinx, se présente sous forme de deux couches Figure 1:

- Une couche appelée circuit configurable.
- Une couche réseau mémoire SRAM.

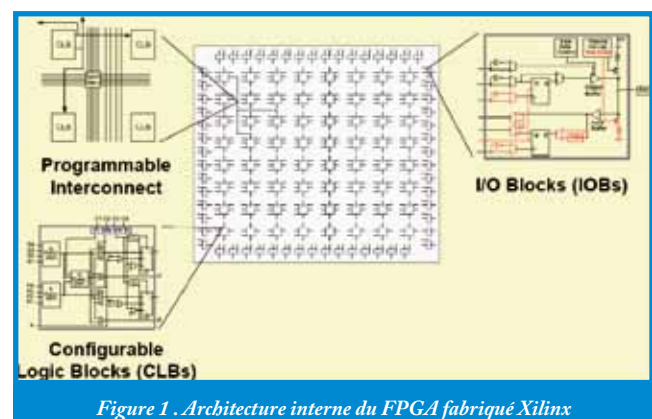
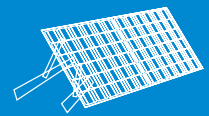


Figure 1 . Architecture interne du FPGA fabriqué Xilinx



Les outils de développement des FPGA

Les outils de développement permettent au concepteur de programmer le circuit à partir de la description de la fonction à réaliser. Cette description peut être textuelle dans ce cas on utilise généralement des langages de développement : le Verilog et le VHDL. Cette description peut aussi être graphique et ce au moyen de chronogrammes, de graphes d'état et de symboles de fonction.

La carte de développement Virtex-II V2MB1000 de Memec Design

Le kit de développement Virtex-II V2MB1000 de Memec Design (Figure 2) fournit une solution complète de développement d'applications sur la famille Virtex-II de Xilinx. Il utilise le circuit « FPGA XC2V1000-4FG456C » qui appartient à la famille Virtex-II de Xilinx et qui est équivalent à 1 million de portes logiques. La haute densité d'intégration des portes ainsi que le nombre important d'entrées/sorties disponibles à l'utilisateur permettent d'implémenter des systèmes complets de solutions sur la plate forme FPGA. La carte de développement inclue aussi une mémoire 16M x 16 DDR, deux horloges, un port série RS-232 et des circuits de support additionnels. Une interface LVDS est disponible avec un port de transmission 16-bit et un port de réception 16-bit, en plus de signaux d'horloge, d'état et de contrôle pour chacun de ces ports.

La famille FPGA Virtex-II possède les outils avancés pour répondre à la demande à des applications de haute performance. Le kit de développement Virtex-II fournit une excellente plateforme pour explorer ces outils, l'utilisateur peut alors utiliser toutes les ressources disponibles avec rapidité et efficacité.

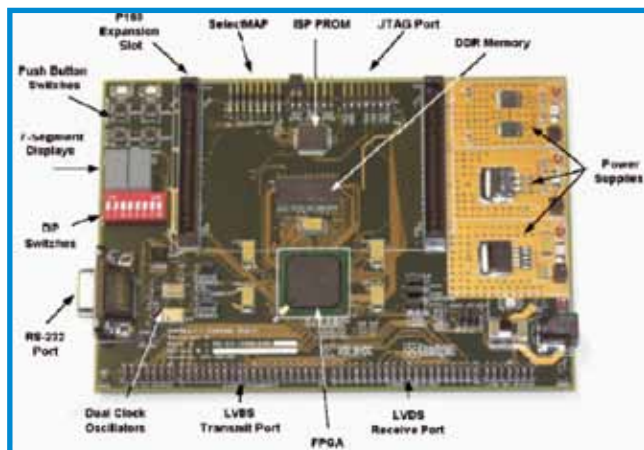


Figure 2. Carte de développement « Memec Design Virtex-II »

Utilisation de l'interface JTAG

Le câble Memec Design JTAG est connecté d'un côté à la carte de développement, et de l'autre au port série du PC. On utilise alors l'outil de programmation du JTAG de Xilinx (iMPACT) pour charger le programme binaire soit directement sur le circuit FPGA en mode JTAG, soit sur l'ISP PROM en mode Master Serial ou Master SelectMap Figure 3, dans ce dernier cas il faut appuyer sur le bouton poussoir PROGn (SW2) pour initialiser la configuration dans le circuit FPGA.

Références

- 1 . Eric Monmasson, Marcian N. Cirstea, «FPGA Design Methodology for Industrial Control Systems- A Review», IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 54, no. 4, Aout 2007.
- 2 . Juan J- Rodriquez-Andina, «Features, Design Tools, and Application Domains of FPGAs», IEEE Trans. Ind. Electron., vol.54, No.4, Aout 2007.
- 3 . J P Deschamps, G J Antoine Bioul, «Synthesis of Arithmetic Circuits FPGA, ASIC, And Embedded Systems» JOHN WILEY & SONS, 2006.

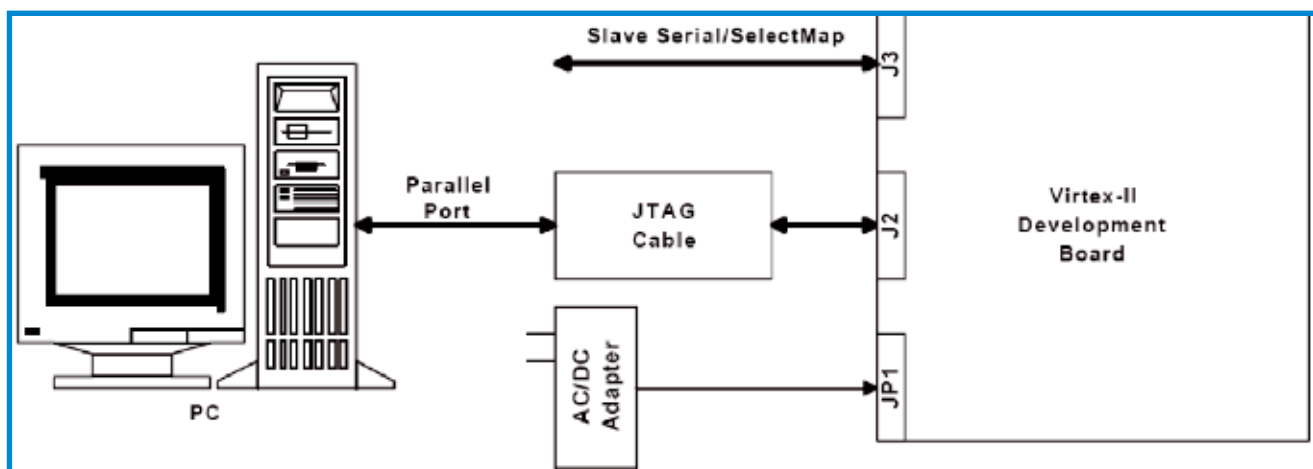


Figure 3. Chargement du programme sur la carte