

Sistemas Digitais

Aula 12 - FPGA

Apresentação

Nesta aula você vai conhecer um pouco mais sobre os FPGAs. Serão apresentadas algumas diferenças entre os CPLDs e FPGAs, possibilitando, assim, adequar a tecnologia aos seus casos específicos. Ao final serão apresentadas algumas características de um FPGA específico, que será trabalhado na próxima aula prática.



Vídeo 01 - Apresentação

Objetivos

Ao final desta aula, você será capaz de:

- Distinguir as características dos CPLDs e FPGAs.
- Conhecer os componentes básicos de um FPGA.
- Conhecer características específicas do FPGA EP3C16F484C6.

Introdução ao FPGA

Como visto na aula passada, com o avanço da tecnologia foi necessária a criação de uma estrutura lógica programável com maior capacidade que os SPLDs, então foram desenvolvidos os primeiros CPLDs, utilizando SPLDs em seus blocos lógicos conectados por uma rede de interconexão global programável.

Seguindo a linha de chips lógicos programáveis dos CPLDs foram criados os FPGAs (Field Programmable Gate Array), diferenciando principalmente na quantidade de blocos lógicos e na estrutura de interconexão dos mesmos. O FPGA segue a ideia de conter grandes quantidades de pequenos blocos lógicos, sendo contrário ao CPLD que contém pequenas quantidades de grandes blocos lógicos.

O FPGA foi desenvolvido utilizando um novo conceito: a arquitetura é baseada em uma matriz regular de células básicas de lógica programável e uma matriz de interconexão programável em torno dessas células ou blocos lógicos. A matriz de células básicas de lógica programável e a matriz de interconexão programável formam o núcleo do FPGA. A rede de interconexão programável é fixada através de malhas ou canais de roteamento.

Embora variem em tamanho de alguns milhares a vários milhões de equivalentes de portas lógicas, os FPGA normalmente apresentam as mesmas características básicas, ou seja, normalmente se constituem de blocos lógicos reconfiguráveis, blocos de I/O e de recursos de roteamento.

O roteamento é o ponto chave para a grande flexibilidade do FPGA e representa um compromisso entre a flexibilidade de programação e a eficiência da área utilizada.

Novo conceito: **Roteamento!**

No FPGA o algoritmo de roteamento define como os barramentos e as chaves de interconexão serão posicionadas para interligar as células lógicas.

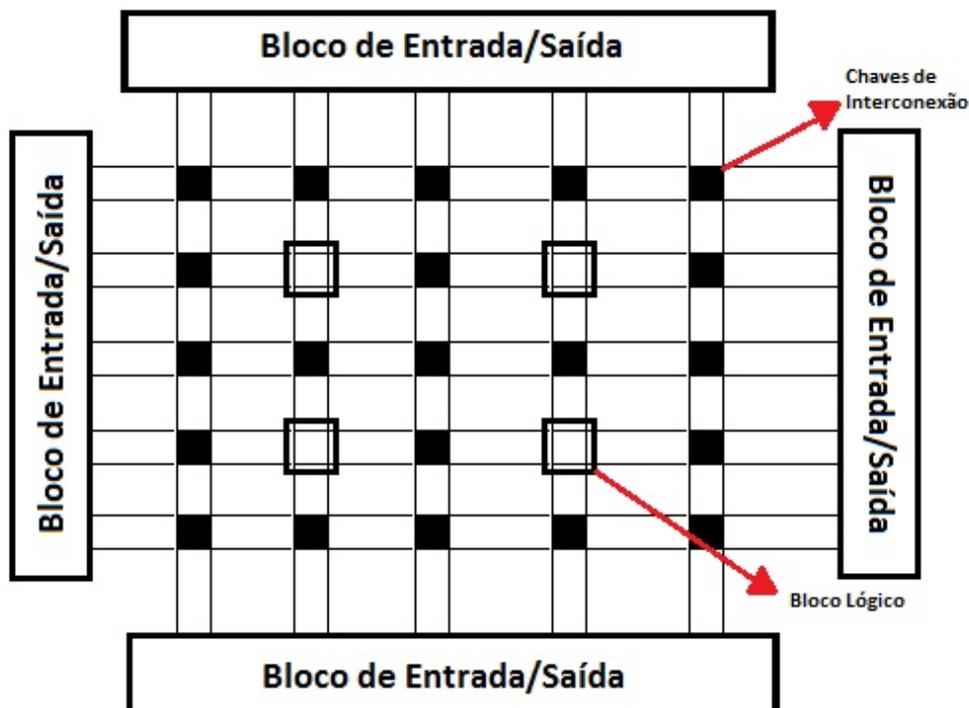
Estrutura do FPGA

Como já dito anteriormente, o FPGA consiste dos seguintes componentes:

- Blocos Lógicos;
- Chaves de Interconexão;
- Blocos de Entrada e Saída.

A **Figura 1** mostra uma estrutura padrão de um FPGA.

Figura 01 - Estrutura Padrão de um FPGA



Observe que os blocos lógicos formam uma matriz bidimensional, sendo conectados horizontalmente e verticalmente pelas chaves de interconexão, que também interliga aos blocos de entrada e saída.

A implementação desses componentes varia por fabricante, como também o nome dos blocos pode mudar, mas permanecendo as funcionalidades de cada componente. A tabela mostra os nomes dos blocos lógicos definidos por alguns

fabricantes:

Fabricante	Nome do Bloco Lógico
Altera	LE (Logic Element) ou Macrocell
Xilinx	CLB (Configurable Logic Block)
Actel	LM (Logic Modules)

Tabela 1 - Blocos lógicos por fabricantes

As várias formas como as chaves de interconexão podem ser implementadas também caracteriza os FPGAs. Essas são responsáveis pela volatilidade e capacidade de reprogramação, já que são elas que interconectam os blocos lógicos e os blocos de entrada/saída.



Vídeo 02 - Estrutura do FPGA

Por exemplo, algumas chaves de interconexão dos FPGAs são baseadas em armazenamento SRAM (Static Random Access Memory), um tipo de memória volátil, ou seja, os dados armazenados se perdem quando retirada a fonte de energização do dispositivo. Enquanto outros FPGAs são baseados em memórias EPROM (erasable programmable read-only memory) na construção das chaves de interconexão.



Vídeo 03 - Classificação do FPGA



Vídeo 04 - Fluxo de Projetos

Atividade 01

1. Defina, em uma frase, a diferença entre CPLDs e FPGAs
2. Pesquise na internet sobre os FPGAs e identifique os principais fabricantes.

Nossos experimentos serão baseados no FPGA EP3C16F484C6 da família Cyclone III da Altera, no próximo tópico desta aula você conhecerá algumas características desse dispositivo.

Analisando a Folha de Dados

A partir daqui nossas próximas aulas práticas serão baseadas no FPGA EP3C16F484C6, então vamos conhecê-lo melhor analisando o seu datasheet (folha de dados), tarefa que todo profissional deve realizar, seja técnico em Eletrônica, Automação, Mecatrônica, Telecomunicações etc.

Os FPGAs da Altera são classificados em famílias. O EP3C16F484C6 é da família Cyclone III, assim a análise é feita pelo datasheet do link abaixo:

<http://www.altera.com/literature/hb/cyc3/cyclone3_handbook.pdf>

A família Cyclone III oferece dispositivos com alta funcionalidade, baixa potência e baixo custo. O nome do dispositivo representa uma série de características, abaixo seguem as características do EP3C16F484.

- **EP3C:** família Cyclone III;
- **16:** possui 15,408 “logic elements” (LE), ou melhor, blocos lógicos;
- **F:** tipo do Encapsulamento;
- **484:** possui 484 pinos.

Observe que o datasheet mostra todas as informações do FPGA, tanto em arquitetura do LE como blocos de memória utilizados. Porém, aqui não estamos interessados no aprofundamento de assuntos específicos.

Atividade 02

1. Utilizando o datasheet dos dispositivos da família Cyclone III, descreva as características do EP3C40F780.
2. Pesquise sobre outras famílias de dispositivos do fabricante Altera e mostre as características de pelo menos um dispositivo.

Leitura Complementar

Nos nossos experimentos iremos utilizar a placa de desenvolvimento DE0 da Terasic Technologies. Pesquise no site do fabricante dessas placas, <<http://www.terasic.com.tw/en/>>, sobre as placas de desenvolvimento disponíveis atualmente pelo fabricante.

Resumo

Nessa aula você conheceu o FPGA. Foram apresentadas as principais diferenças entre o CPLD e o FPGA. Vimos também os componentes básicos de um FPGA e a estrutura do mesmo. Ao final foi apresentado o datasheet do FPGA que será utilizado nos próximos experimentos.

Autoavaliação

1. Quais os componentes de um FPGA?
2. Busque os principais fabricantes de FPGA e apresente os nomes que esses fabricantes dão aos seus blocos lógicos.
3. Qual a importância em analisarmos (conhecermos) o datasheet (folha de dados) de um dispositivo como os FPGAs?
4. Quais as características dos dispositivos da família Cyclone III?
5. Busque outras famílias do fabricante Altera e apresente alguns dispositivos pertencentes a essas outras famílias.

Referências

TOCCI, Ronald J. et al. **Sistemas digitais: princípios e aplicações**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2007.

COSTA, Cesar da. **Projetos de Circuitos Digitais com FPGA**. Editora Érica, 2009.

PEDRONI, Volnei A. Rio de Janeiro: **Eletrônica Digital Moderna e VHDL**. Elsevier, 2010.