

LABORATÓRIO DE LÓGICA CONFIGURÁVEL

Dispositivos Lógicos Programáveis

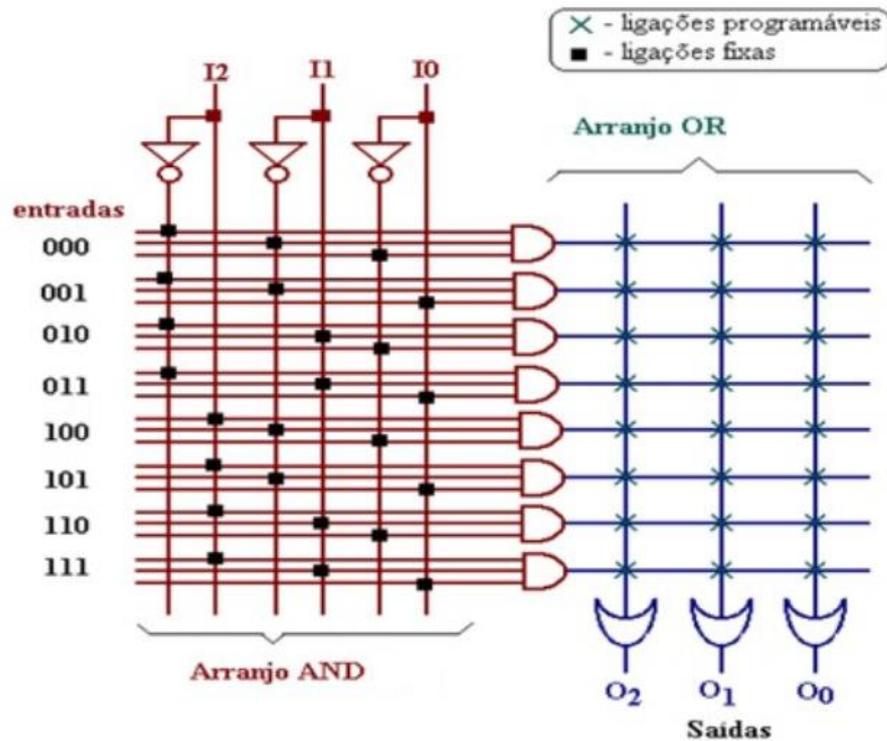
Prof. Dr. Cesar da Costa

E-mail: ccosta@ifsp.edu.br

Site: www.professorcesarcosta.com.br

Dispositivos Lógicos Programáveis (PLD)

Arranjos Lógicos Programáveis



Nova Proposta de Implementação de Circuitos Digitais

- ❖ A proposta desta disciplina é uma nova abordagem da eletrônica digital, estudando os elementos de **lógica Programável/Configurável** e **ferramentas de software**, que fazem a simplificação das expressões booleanas automaticamente.
- ❖ Essas novas ferramentas permitem implementar expressões booleanas com **dispositivos lógicos programáveis** e obter o circuito lógico simplificado durante a compilação do programa na fase de **síntese**.
- ❖ A **síntese** consiste na otimização da lógica para minimizar as equações booleanas.

Dispositivos Lógicos Programáveis (PLD)



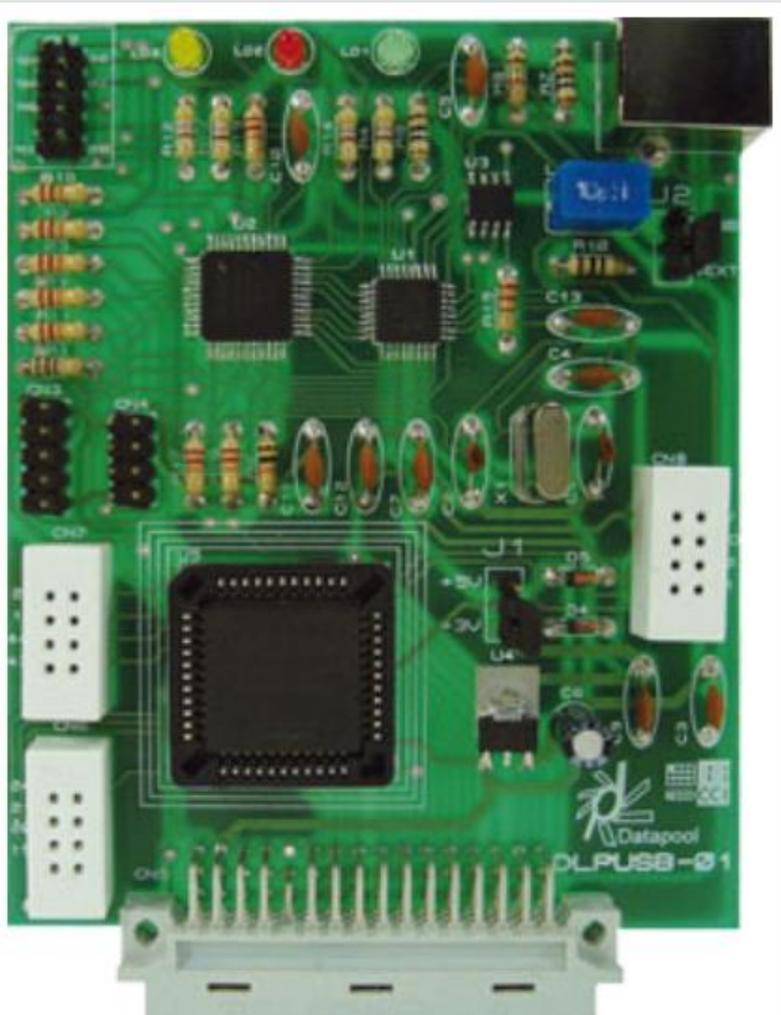
Eletrônica Embarcada

- ❖ Atualmente, a maioria dos circuitos digitais é implementada com **elementos de lógica programável**.
- ❖ Nos últimos dez anos, a tecnologia de sistemas digitais se moveu na direção da **lógica programável**. Poucas das novas tecnologias de sistemas digitais industriais usam circuitos digitais discretos na implementação de qualquer função de controle digital.
- ❖ A maioria dos circuitos digitais modernos são embarcados num único dispositivo de lógica programável **FPGA (Field Programmable Gate Array)** ou **CPLD (Complex Programmable Logic Devices)**.

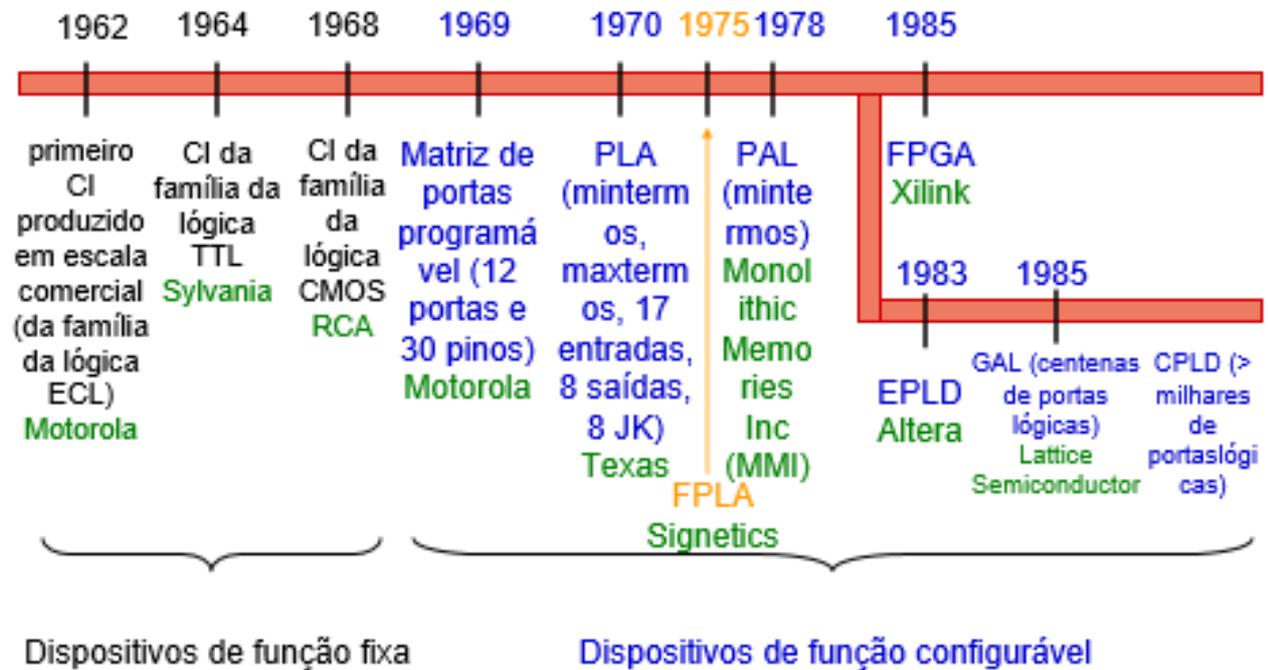
Dispositivos Lógicos Programáveis (PLD)

Eletrônica Embarcada

□ Histórico



Tecnologia



Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/Logic_family

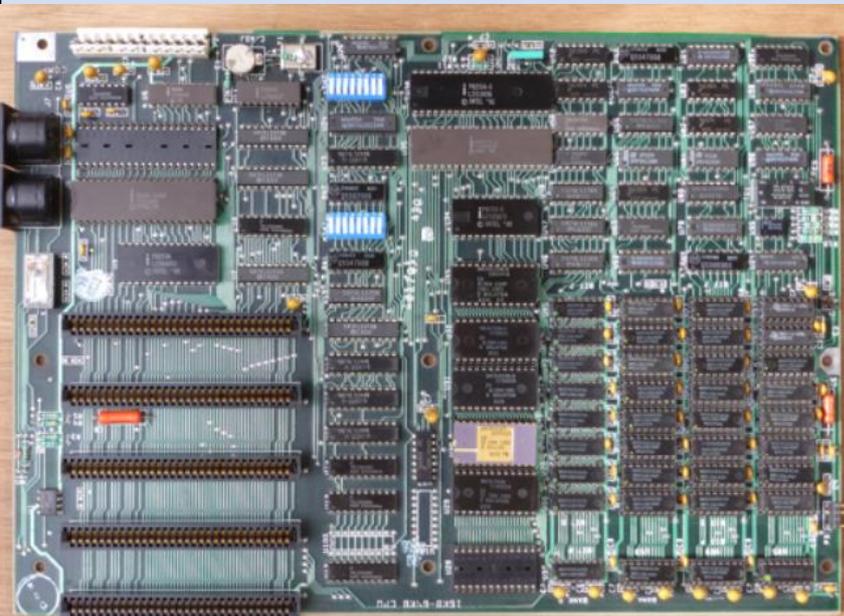
Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/Programmable_logic_device

Dispositivos Lógicos Programáveis (PLD)

Eletrônica Embarcada

❑ Histórico

- ❖ Há alguns anos passados, os engenheiros eletrônicos podiam utilizar basicamente dois tipos de dispositivos para implementar circuitos digitais: **circuitos integrados discretos**, tais como a família TTL/CMOS (74/54), ou **circuitos integrados ASICs** (Application Specific Integrated Circuits).



Dispositivos Lógicos Programáveis (PLD)

Eletrônica Embarcada

❑ Circuitos Integrados Discretos

- Os circuitos integrados discretos possuíam uma função específica predefinida de fábrica, como, por exemplo, as funções lógicas básicas AND, OR, NOT, ou blocos lógicos com funções de somadores, multiplexadores, registradores de deslocamentos, flip-flops, contadores etc.



Dispositivos Lógicos Programáveis (PLD)



Eletrônica Embarcada

❑ Circuitos ASICs

- ❖ Os circuitos integrados de aplicações específicas (ASICs) são subdivididos em quatro diferentes famílias:
 - PLD (Dispositivo Lógico Programável);
 - Matrizes de portas lógicas (Gate Arrays);
 - Circuito integrado baseado em célula lógica (Cell Based);
 - Circuito integrado totalmente dedicado (Full-Custom IC).
- ❖ Eles tem uma função lógica interna flexível, definida por software pelo próprio usuário.

Dispositivos Lógicos Programáveis (PLD)



Eletrônica Embarcada

❑ Dispositivos Lógicos Programáveis - PLD

- ❖ Os dispositivos lógicos programáveis podem ser classificados em:
 - **PAL/GAL:** com funções simples, baixa capacidade e poucos pinos de interconexão.
 - **CPLD:** com funções complexas, média densidade e muitos pinos de interconexão.
 - **FPGA:** com funções complexas, alta densidade e muitos pinos de inter- conexão.

Dispositivos Lógicos Programáveis (PLD)

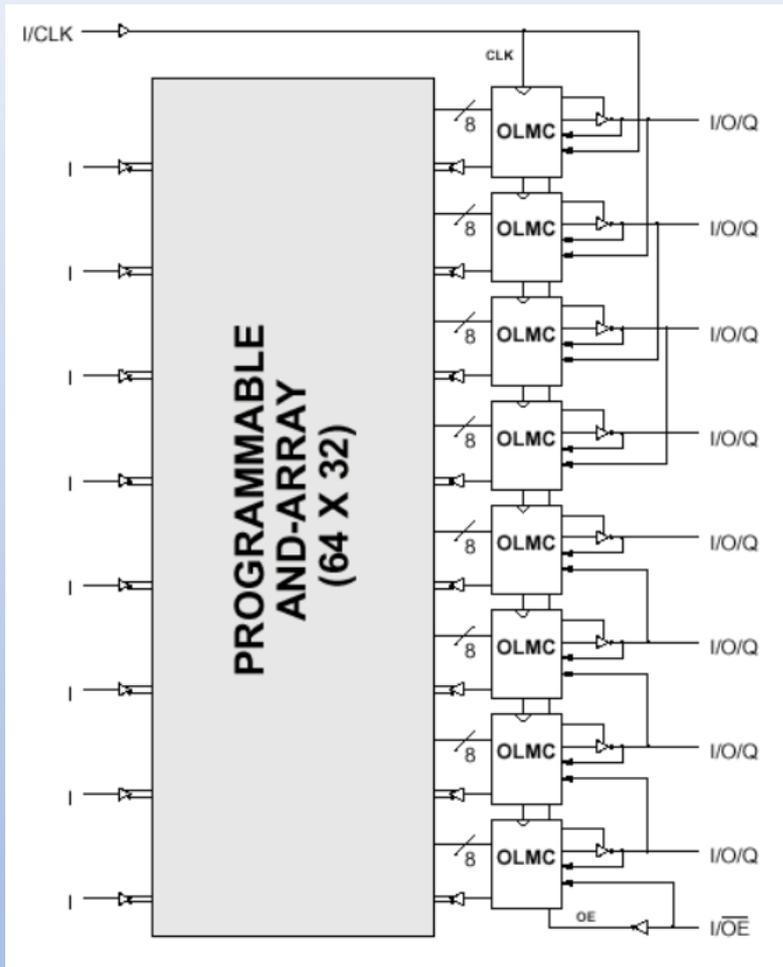
Eletrônica Embarcada

❑ Dispositivo PAL/GAL.

- ❖ Os PLDs têm suas próprias arquiteturas e memórias internas com tecnologias diferentes. Dependendo da aplicação, pode-se escolher a tecnologia mais adequada.
- ❖ Por exemplo, um dispositivo **PAL (Programmable Logic Array)** é um PLD simples, com 100 a 1.000 portas lógicas e 28 pinos de interconexão. Sua arquitetura apresenta uma tecnologia bipolar antiga, que permite somente uma gravação (escrita) de dados; não permite regravação de dados.



Dispositivos Lógicos Programáveis (PLD)



Eletrônica Embarcada

❑ Dispositivo PAL/GAL.

- ❖ Sua vantagem é a velocidade de operação, porém a desvantagem é o consumo alto de energia elétrica.
- ❖ Um dispositivo **GAL (Generic Array Logic)**, é um PLD simples, usa tecnologia CMOS, permite regravação dos dados e o consumo de energia é baixo, contudo sua velocidade de operação é menor que um dispositivo PAL.

Dispositivos Lógicos Programáveis (PLD)



Um CPLD Altera MAX série 7000 com 2500

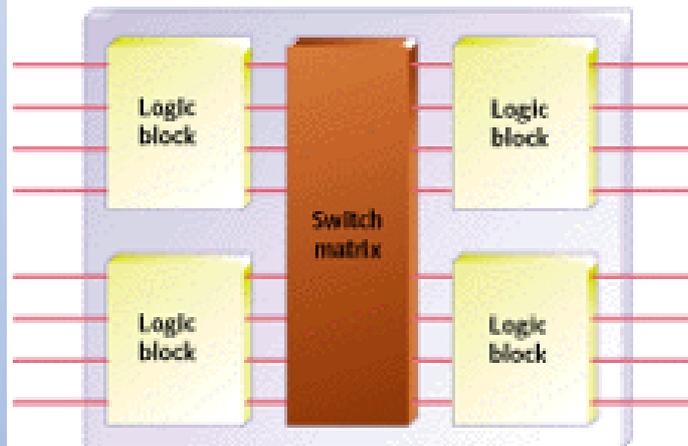
Eletrônica Embarcada

❑ Dispositivo CPLD/FPGA

- ❖ Os dispositivos FPGAs e CPLDs utilizam tecnologia CMOS.
- ❖ Geralmente, estão disponíveis em cinco tecnologias de fabricação, sendo EPROM, EEPROM, FLASH, SRAM e Antifuse.
- ❖ Os dispositivos FPGAs, quando comparados com CPLDs, utilizam menor número de portas lógicas e são focados em células lógicas internas (registradores e flip-flops) e não em portas lógicas.

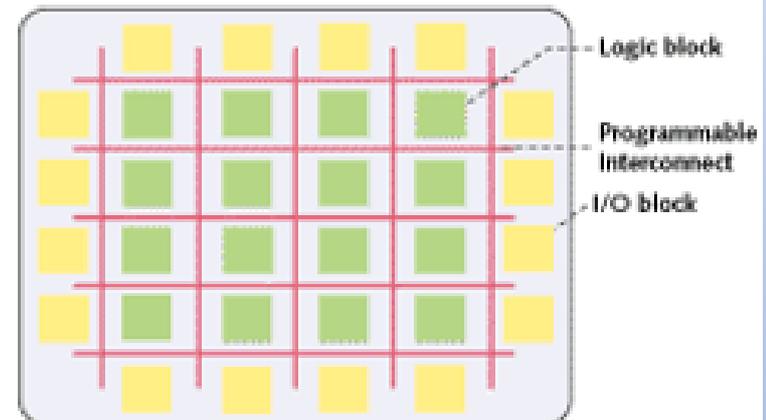
CPLD x FPGA

- PLDs: dispositivos lógicos programáveis constituídos de macro-células. Estas contêm uma certa quantidade de portas lógicas e flip-flops configuráveis para realizar um certo número de operações Booleanas específicas.



CPLD

Integração densa de PLDs
Aplicações usuais: grandes circuitos combinacionais

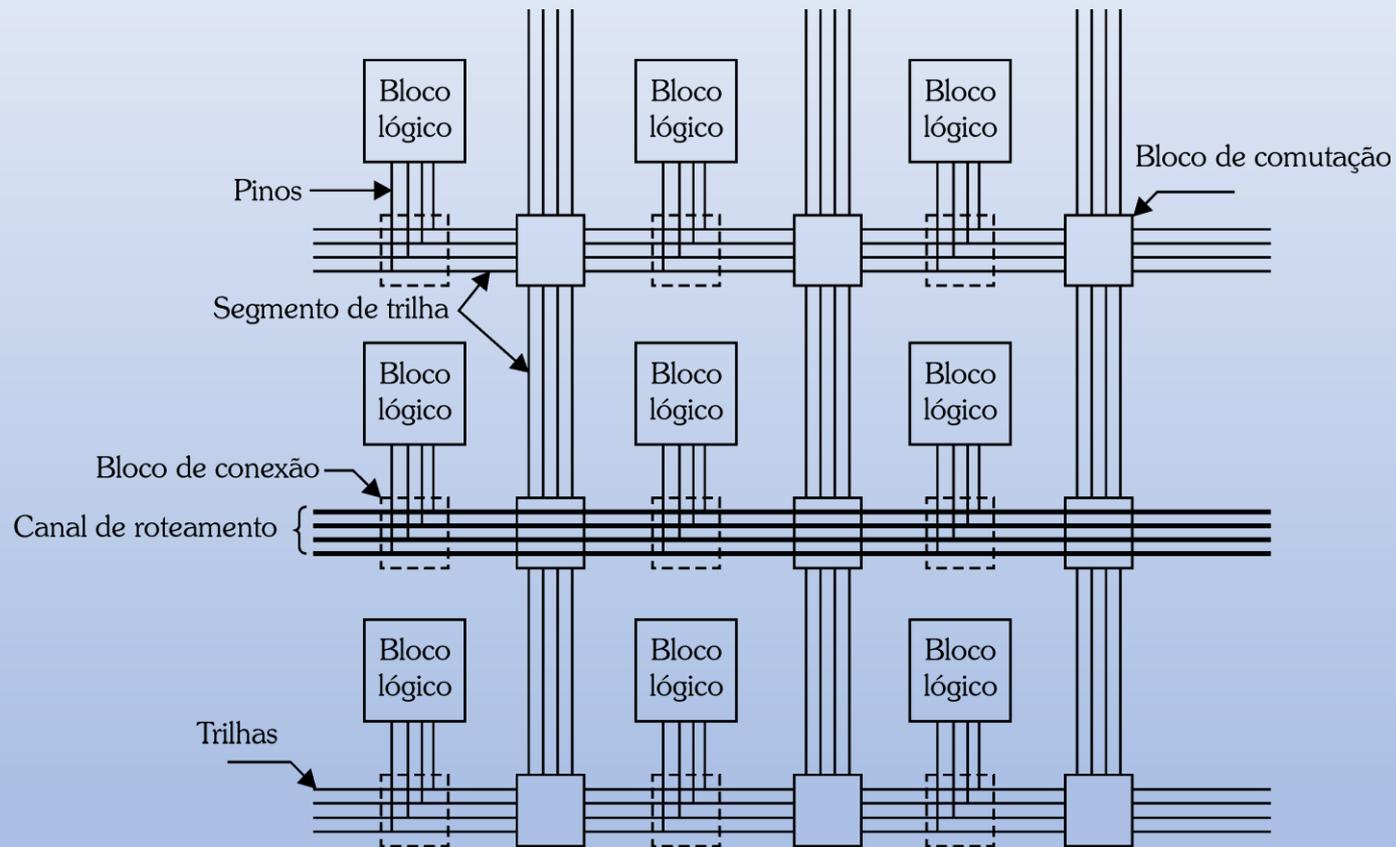


FPGA

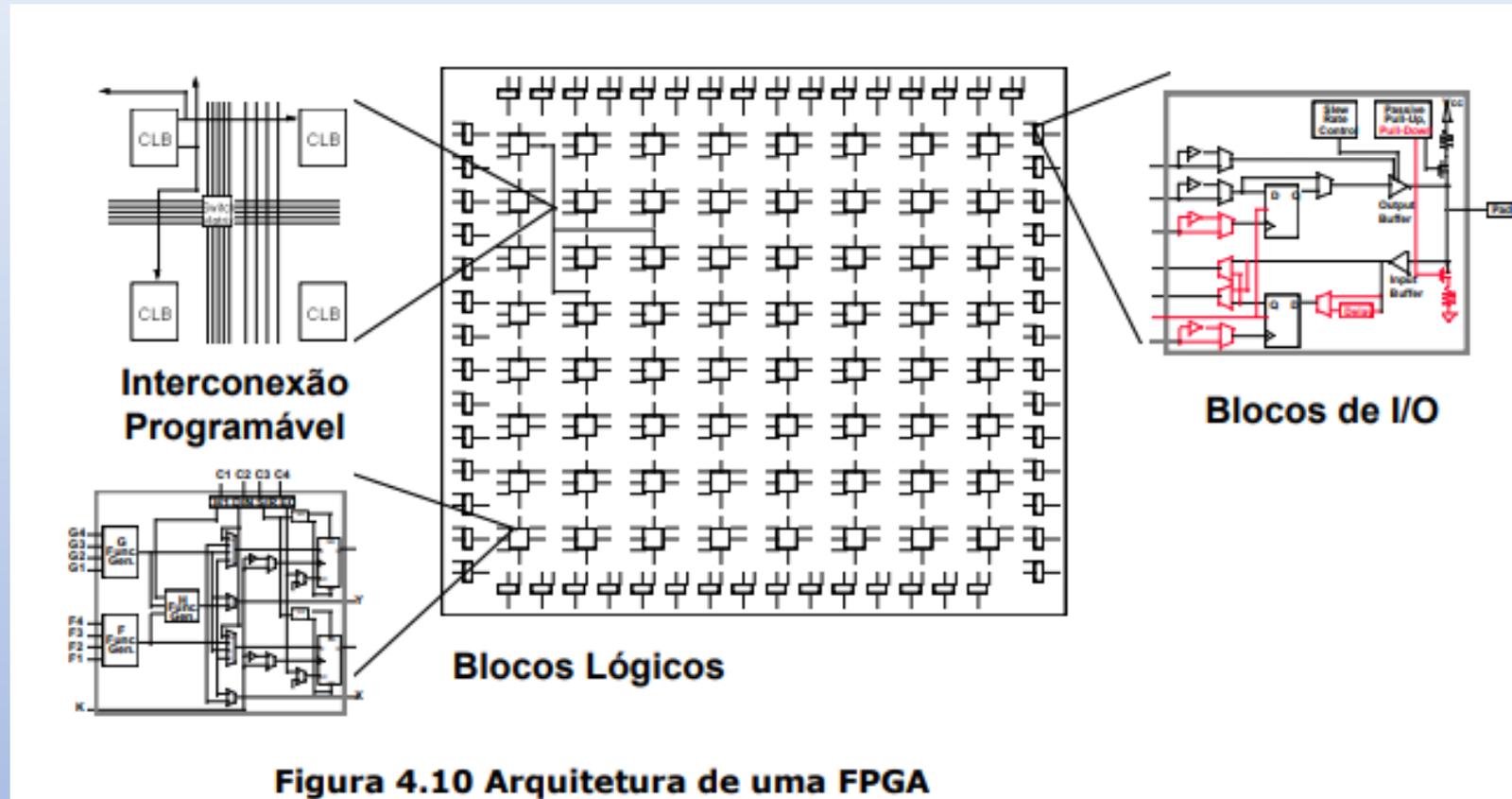
Grande matriz de macro-células
Aplicações usuais: grandes máquinas de estados

Fonte: <http://www2.eletronica.org/artigos/eletronica-digital/dispositivos-programaveis-como-funcionam>

Arquitetura geral de roteamento de um FPGA



Tecnologia FPGA



Principais Fabricantes de FPGA

Fabricante	Website
Achronix Semiconductor	www.achronix.com
Actel Corporation	www.actel.com
Altera Corporation (Intel)	www.altera.com
Atmel Corporation	www.atmel.com
Cypress Semiconductor	www.cypress.com
Lattice Semiconductor	www.latticesemi.com
Quicklogic Corporation	www.quicklogic.com
Xilinx	www.xilinx.com

□ FPGA (Field Programmable Gate Arrays)

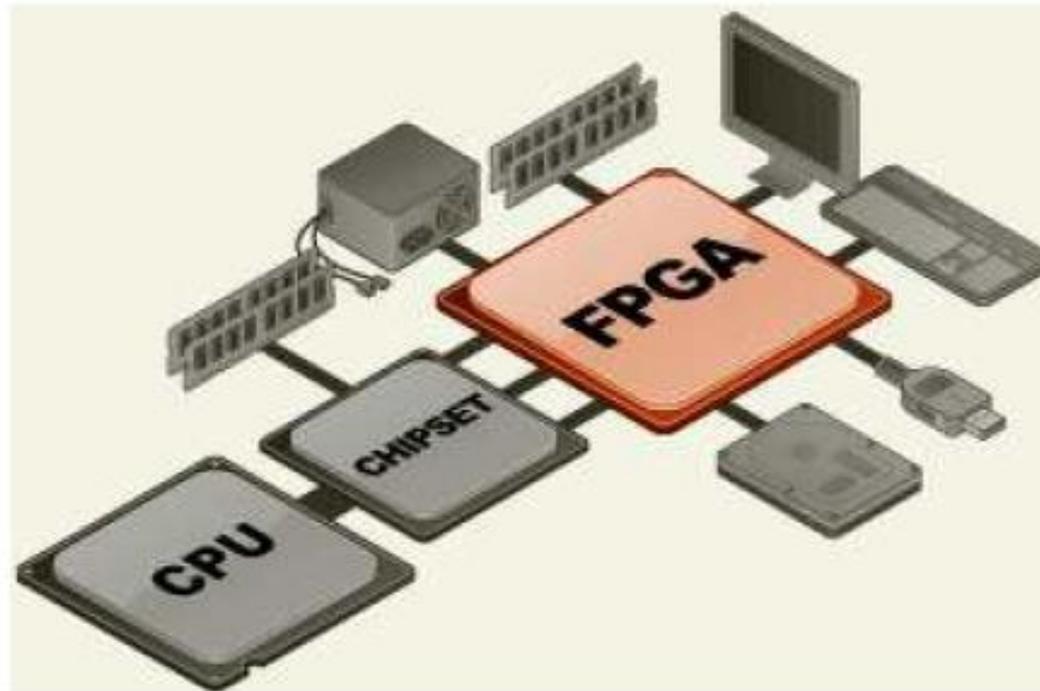
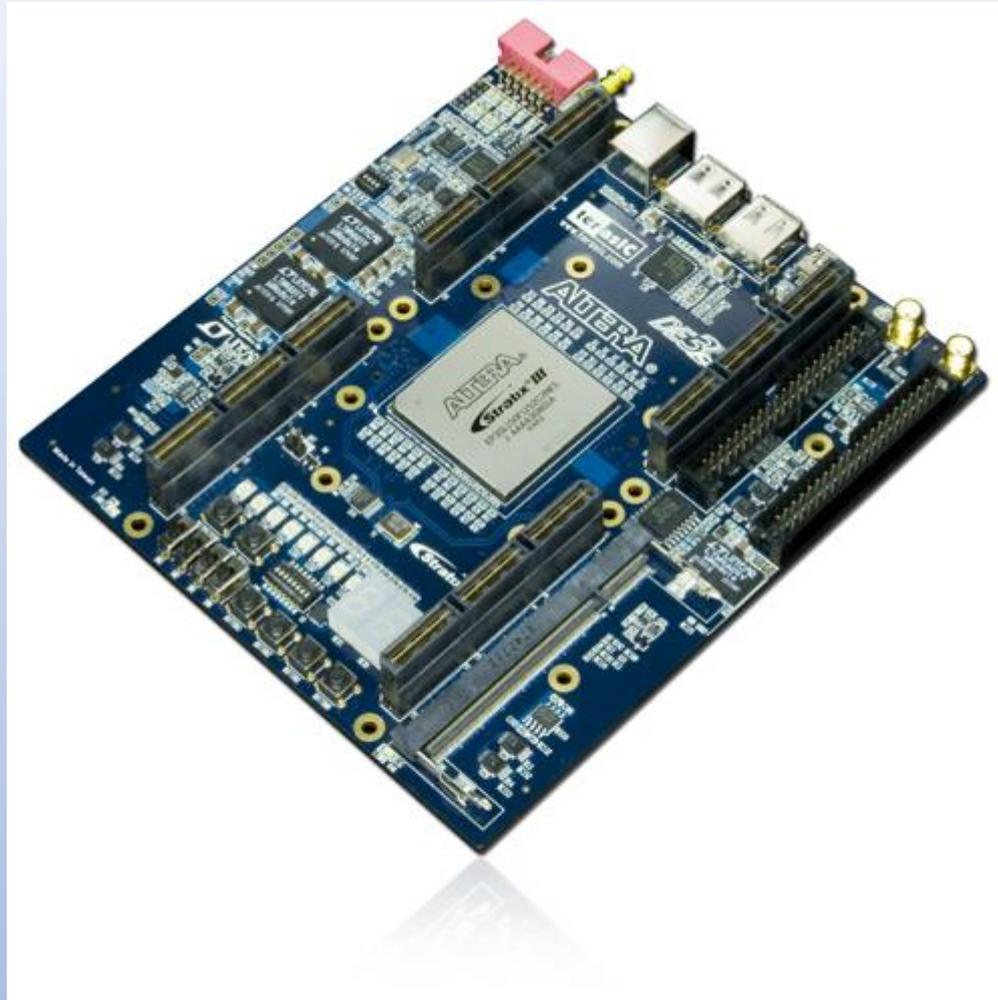


Figura: Arquiteturas Especiais

Placas de Desenvolvimento



Altera DE3 Development System - FPGA Stratix III

Placas de Desenvolvimento



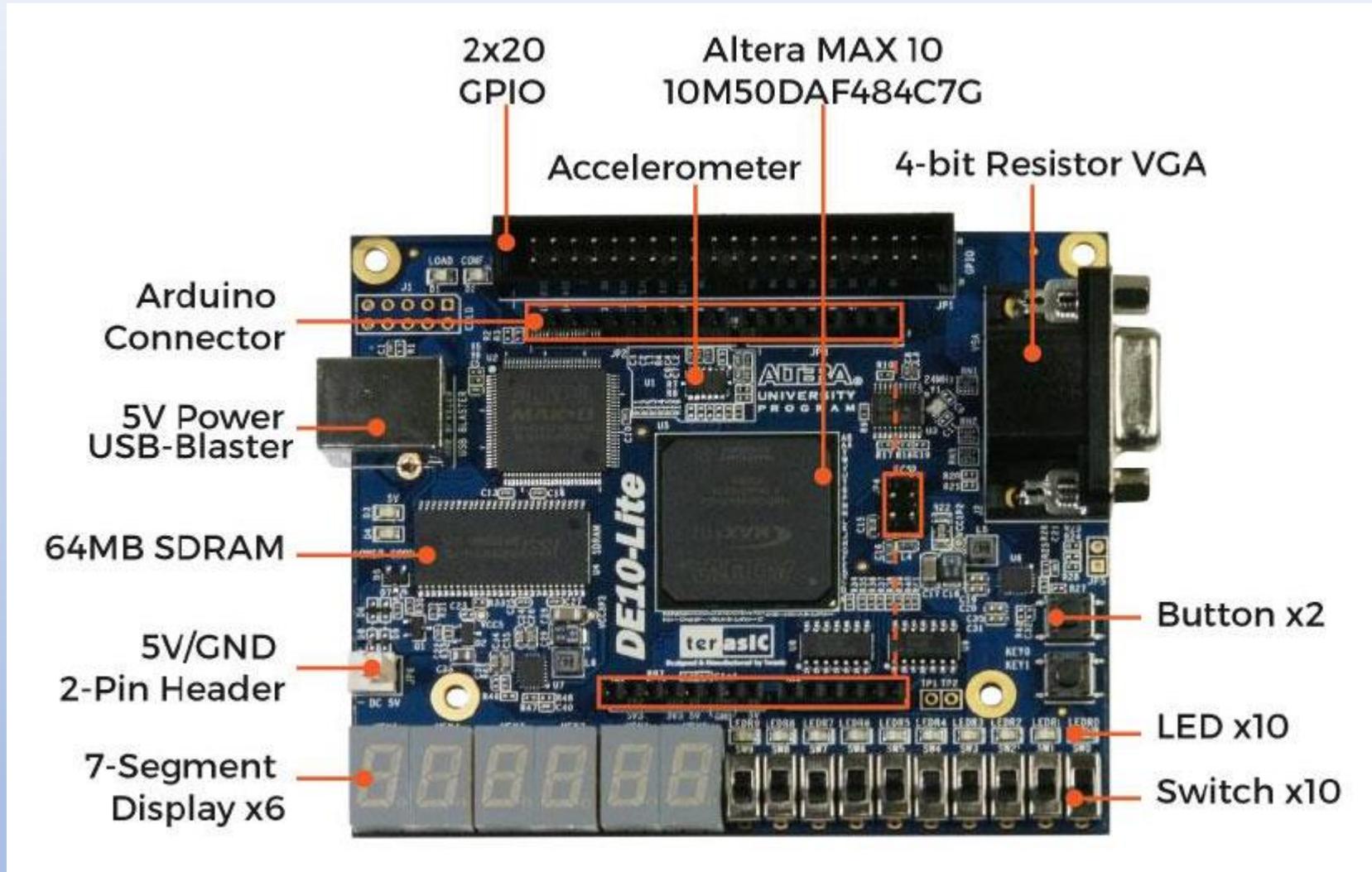
Figura: Kit FPGA Virtex-5: \$ 1.695

Placas de Desenvolvimento

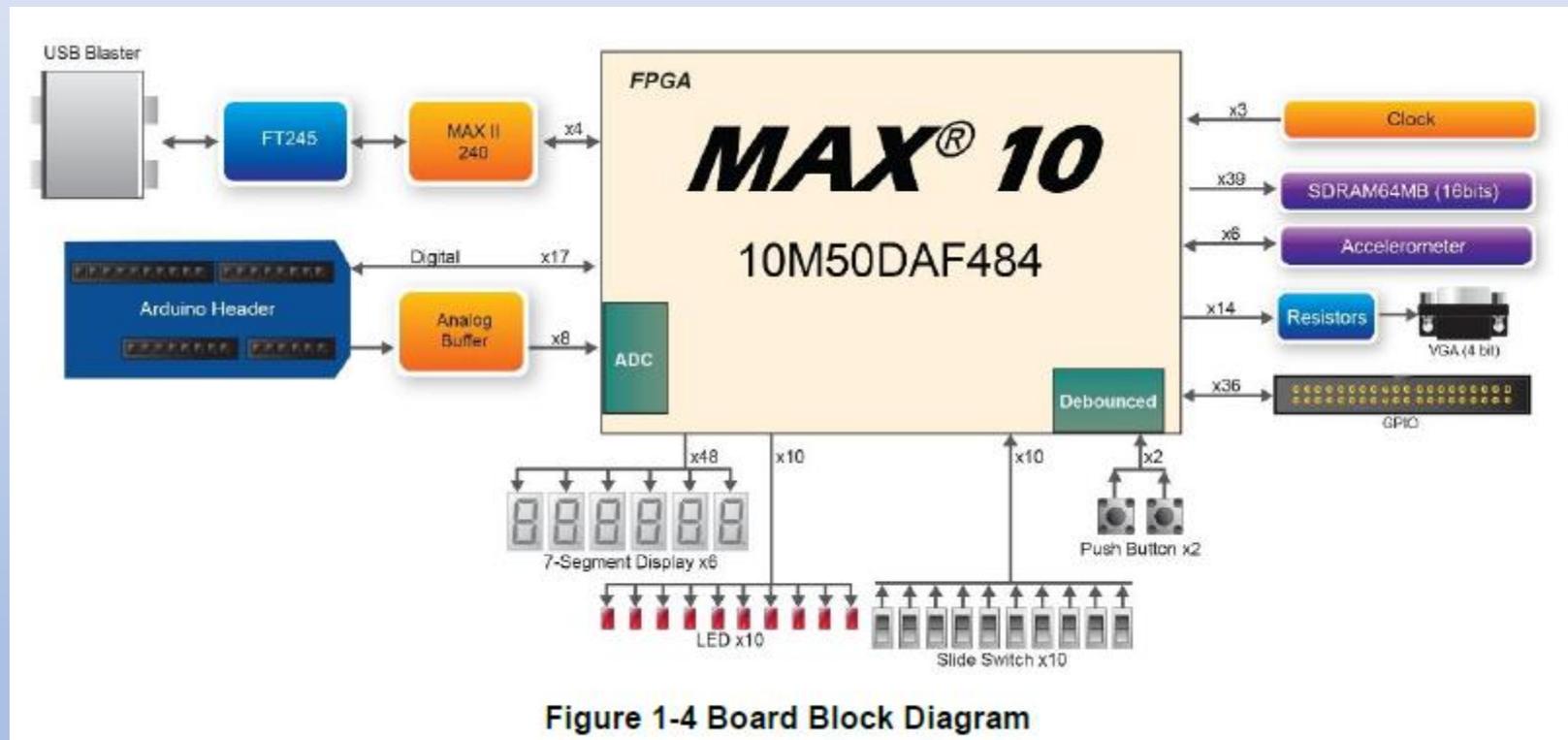


Altera Cyclone III FPGA Development KIT

KIT DE 10



Dispositivos de I/O



10 Switchs Endereçáveis

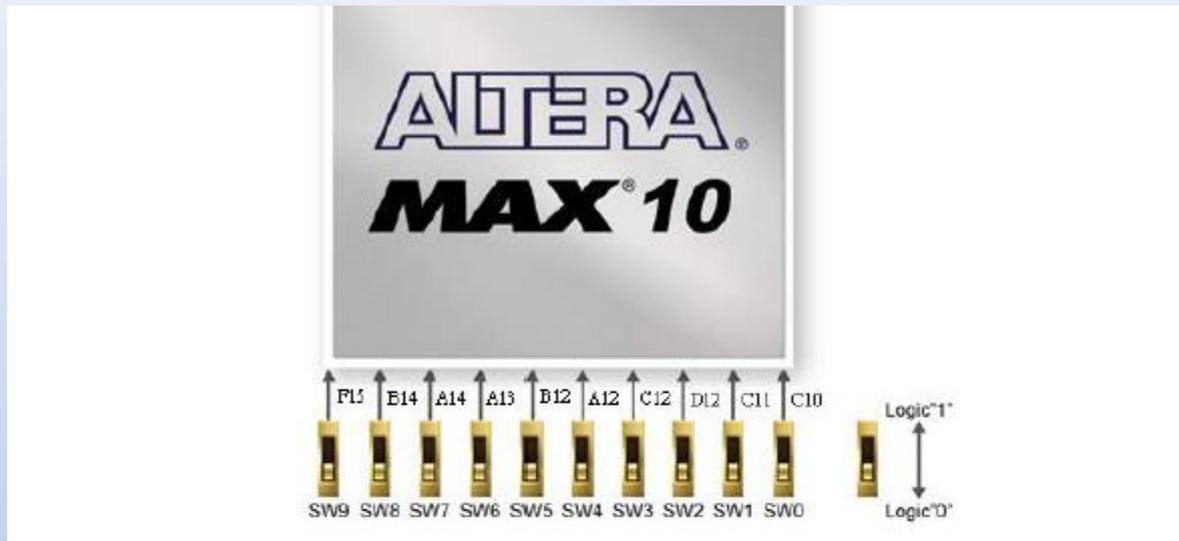


Figure 3-15 Connections between the slide switches and MAX 10 FPGA

Table 3-4 Pin Assignment of Slide Switches

Signal Name	FPGA Pin No.	Description	I/O Standard
SW0	PIN_C10	Slide Switch[0]	3.3-V LVTTTL
SW1	PIN_C11	Slide Switch[1]	3.3-V LVTTTL
SW2	PIN_D12	Slide Switch[2]	3.3-V LVTTTL
SW3	PIN_C12	Slide Switch[3]	3.3-V LVTTTL
SW4	PIN_A12	Slide Switch[4]	3.3-V LVTTTL
SW5	PIN_B12	Slide Switch[5]	3.3-V LVTTTL
SW6	PIN_A13	Slide Switch[6]	3.3-V LVTTTL
SW7	PIN_A14	Slide Switch[7]	3.3-V LVTTTL
SW8	PIN_B14	Slide Switch[8]	3.3-V LVTTTL
SW9	PIN_F15	Slide Switch[9]	3.3-V LVTTTL

10 LEDs Endereçáveis

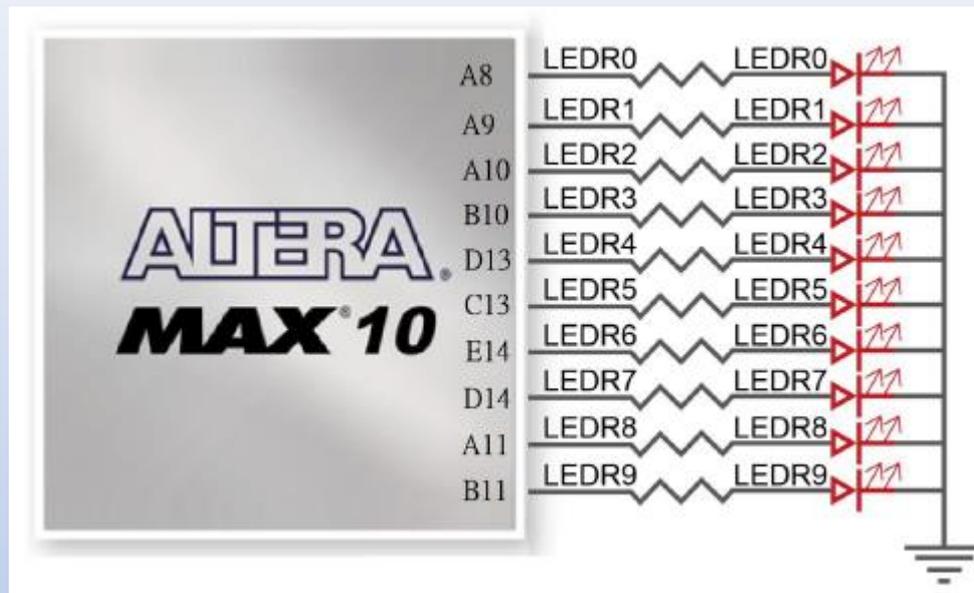


Table 3-5 Pin Assignment of LEDs

Signal Name	FPGA Pin No.	Description	I/O Standard
LEDR0	PIN_A8	LED [0]	3.3-V LVTTTL
LEDR1	PIN_A9	LED [1]	3.3-V LVTTTL
LEDR2	PIN_A10	LED [2]	3.3-V LVTTTL
LEDR3	PIN_B10	LED [3]	3.3-V LVTTTL
LEDR4	PIN_D13	LED [4]	3.3-V LVTTTL
LEDR5	PIN_C13	LED [5]	3.3-V LVTTTL
LEDR6	PIN_E14	LED [6]	3.3-V LVTTTL
LEDR7	PIN_D14	LED [7]	3.3-V LVTTTL
LEDR8	PIN_A11	LED [8]	3.3-V LVTTTL
LEDR9	PIN_B11	LED [9]	3.3-V LVTTTL

06 Displays Endereçáveis

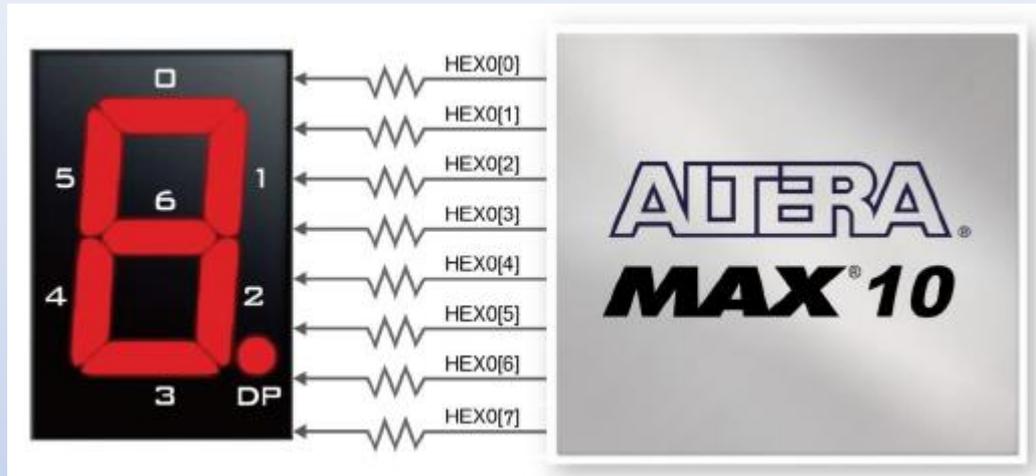
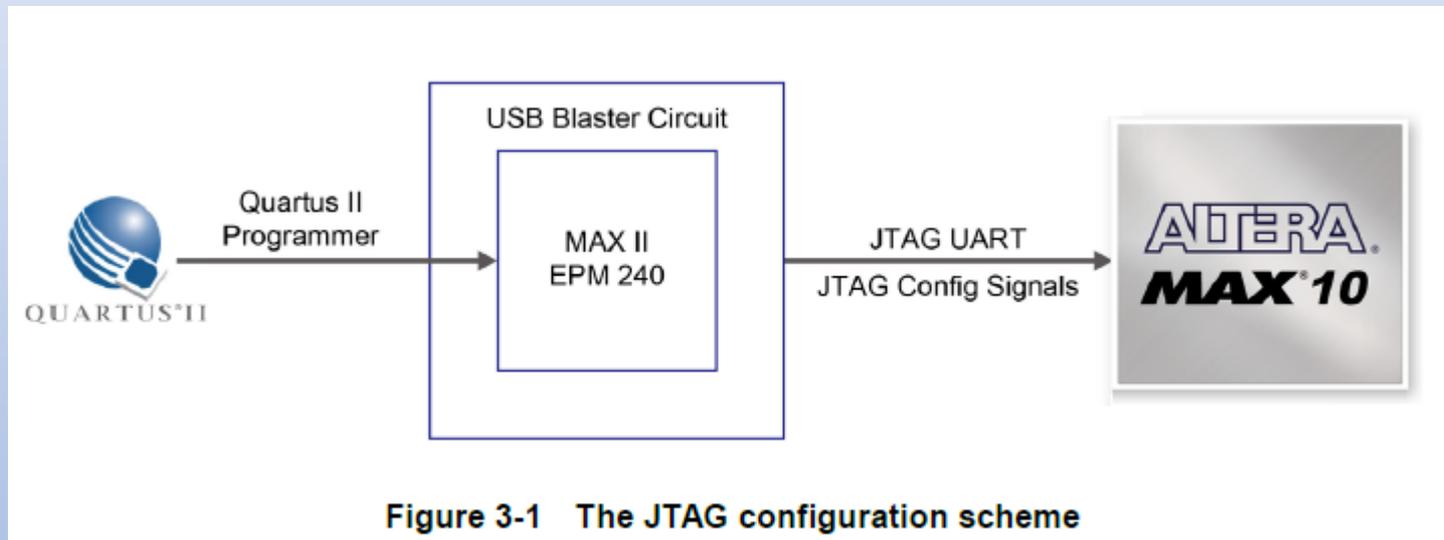


Table 3-6 Pin Assignment of 7-segment Displays

Signal Name	FPGA Pin No.	Description	I/O Standard
HEX00	PIN_C14	Seven Segment Digit 0[0]	3.3-V LVTTTL
HEX01	PIN_E15	Seven Segment Digit 0[1]	3.3-V LVTTTL
HEX02	PIN_C15	Seven Segment Digit 0[2]	3.3-V LVTTTL
HEX03	PIN_C16	Seven Segment Digit 0[3]	3.3-V LVTTTL
HEX04	PIN_E16	Seven Segment Digit 0[4]	3.3-V LVTTTL
HEX05	PIN_D17	Seven Segment Digit 0[5]	3.3-V LVTTTL
HEX06	PIN_C17	Seven Segment Digit 0[6]	3.3-V LVTTTL
HEX07	PIN_D15	Seven Segment Digit 0[7], DP	3.3-V LVTTTL

Sistema Embarcado



Recomendações Próxima Aula

1. Baixar o software Quartus Prime Lite Edition, release 21.4, do site da Intel.

<https://fpgasoftware.intel.com/18.1/?edition=lite&platform=linux&product=qprogrammer#tabs-4>

[Download Center for FPGAs \(intel.com\)](#)

Recomendações Próxima Aula

1. Assista aos vídeos:

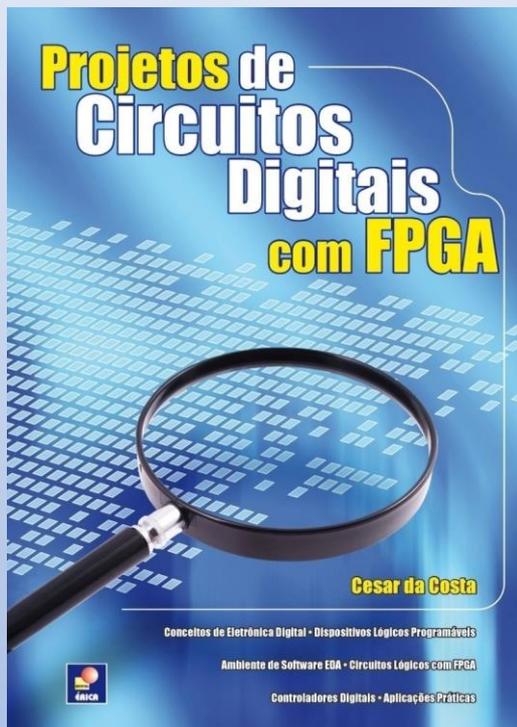
a. **ENTENDA A DIFERENÇA ENTRE FPGA E MICROCONTROLADOR!**

<https://www.youtube.com/watch?v=X2QuGO-mrEY>

b. **Webinar: Introdução ao mundo do hardware reconfigurável: Conhecendo as FPGAs**

<https://www.youtube.com/watch?v=a2zQPHc4D9k>

Conclusões



Referência

<https://www.youtube.com/watch?v=a2zQPHc4D9k>

<https://www.youtube.com/watch?v=X2QuGO-mrEY>

Site www.professorcesarcosta.com.br

Tópicos:

- Disciplinas Ministradas T8LLC/LALOG;
- Kits Didáticos com FPGA;
- Clube do FPGA;
- FPGA;

Site www.fpgacentral.com