



# ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

## Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação

PROFA. LUIZA MARIA ROMEIRO CODÁ



# LABORATÓRIO DE SISTEMAS DIGITAIS

Utilização de Dispositivos Lógicos Programáveis(FPGA)  
na configuração de uma Unidade Lógica e Aritmética-ULA

Profa. Luiza Maria Romeiro Codá

# OBJETIVO:

- Utilização de Dispositivo Lógico Programável (FPGA) na síntese de Circuito Digital;
- Noção sobre o que é um FPGA
- Revisão sobre Unidade Lógica e Aritmética(ULA)
- Introdução à utilização da ferramenta Quartus II web edition da Altera

**Atenção: Ler os seguintes arquivos no link da disciplina no Stoa Moodle:**

- ✓ Dispositivos Lógicos Programáveis
- ✓ Guia esquemático do quartus II Altera
- ✓ Roteiro Prática nº6-ULA

## DISPOSITIVOS LÓGICOS PROGRAMÁVEIS (PLD)

São circuitos integrados cujas conexões internas podem ser alteradas mediante programação pelo usuário de modo a realizar diferentes projetos de circuitos lógicos;

Não apresentam uma função lógica definida, até que sejam configurados;

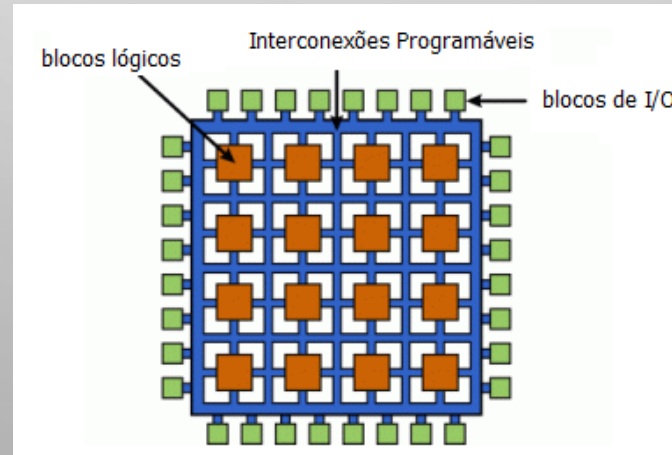
Possuem um grande número de portas lógicas (*AND*, *OR*, *NOT*), flip-flops e registradores os quais estão ligados em um mesmo CI;

E seu uso facilita prováveis mudanças de projeto.

# FPGA

FPGA (Field Programmable Gate Array em português "Arranjo de Portas Programáveis"):

é um tipo de dispositivo lógico programável, ou seja, é um CI (circuito integrado) cujas conexões internas podem ser alteradas mediante programação pelo usuário de modo a realizar diferentes projetos de circuitos lógicos. (Ler arquivo Dispositivos Lógicos Programáveis no link da disciplina no Stoa Moodle)



Fonte: <https://www.eetimes.com>

# DISPOSITIVOS LÓGICOS PROGRAMÁVEIS (PLD)

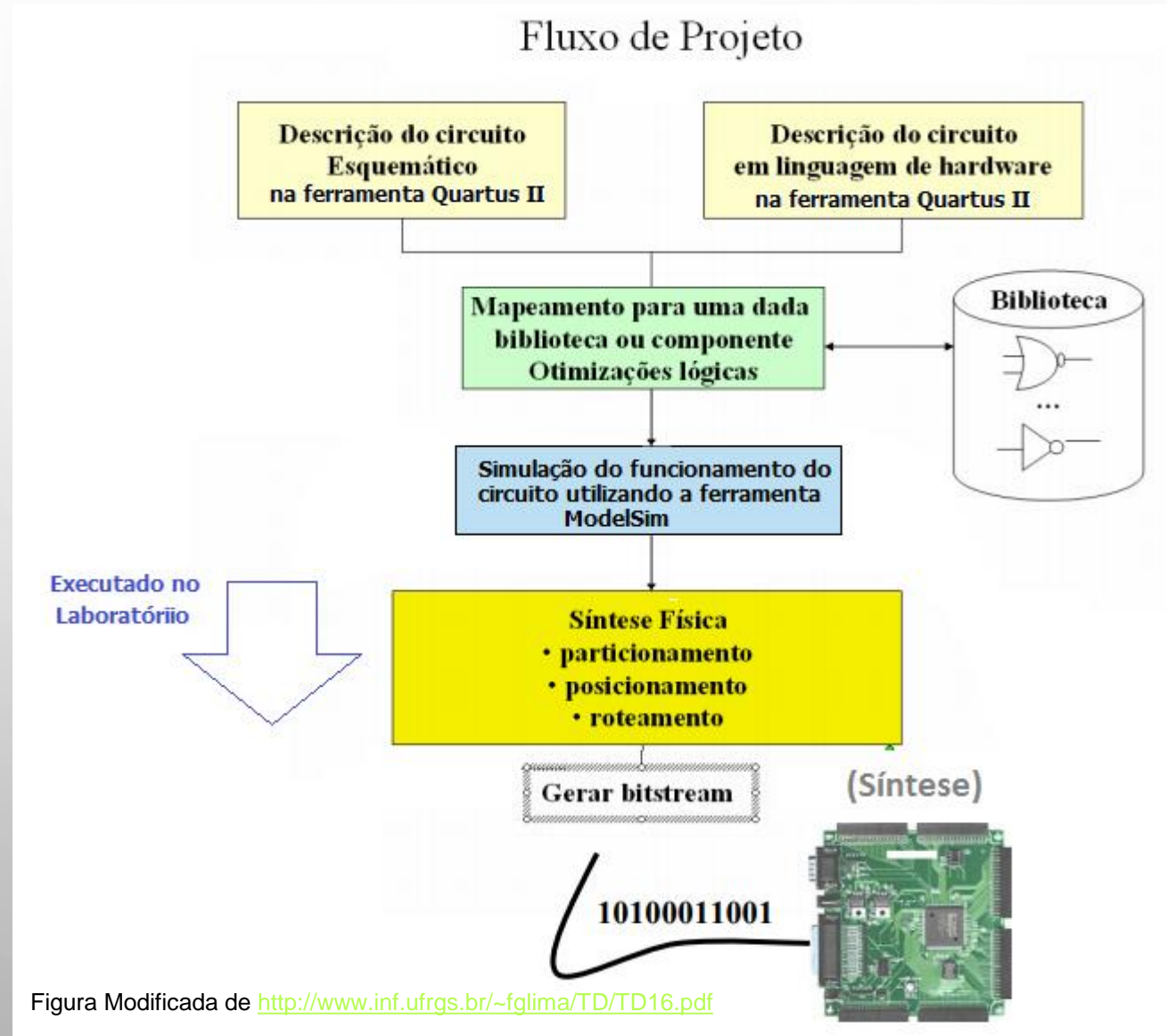


Figura Modificada de <http://www.inf.ufrgs.br/~fglima/TD/TD16.pdf>

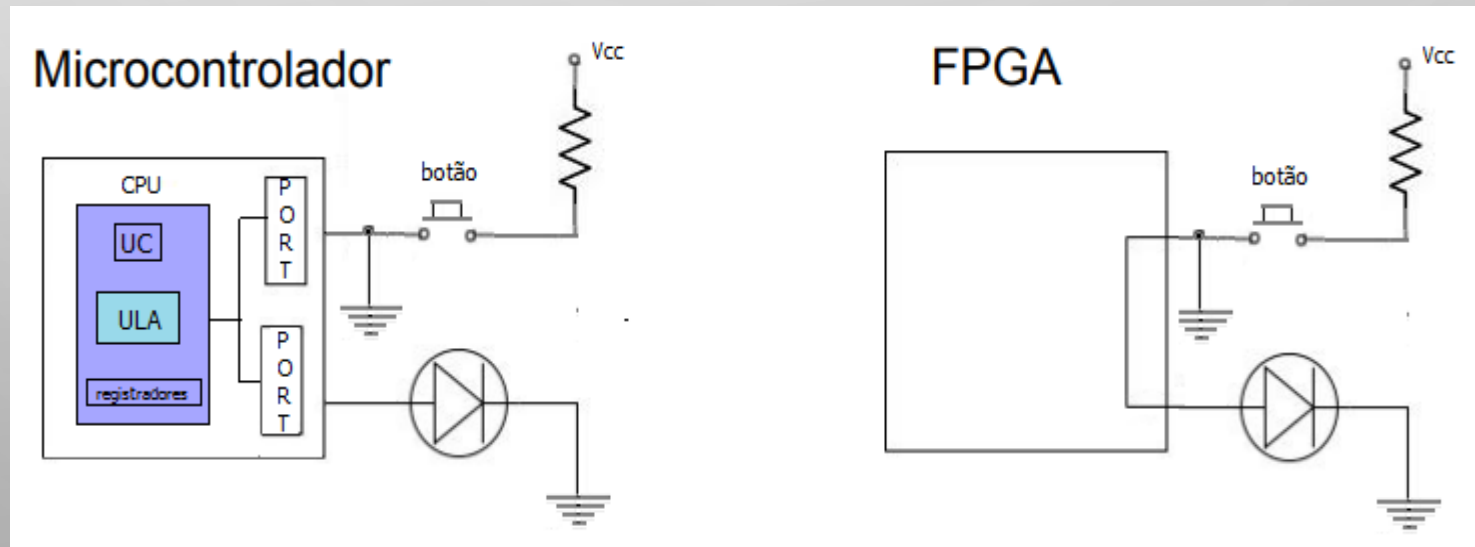
# FPGA X MICROCONTROLADOR

Em um microprocessador (CPU) ou microcontrolador o **hardware não pode ser alterado**, e um conjunto de instruções é disponibilizado para que o usuário implemente programas, que acessam os recursos do hardware para uma determinada aplicação.

No FPGA nenhum programa é executado, nele é configurado um hardware. Tudo acontece **AO MESMO TEMPO** em paralelo.

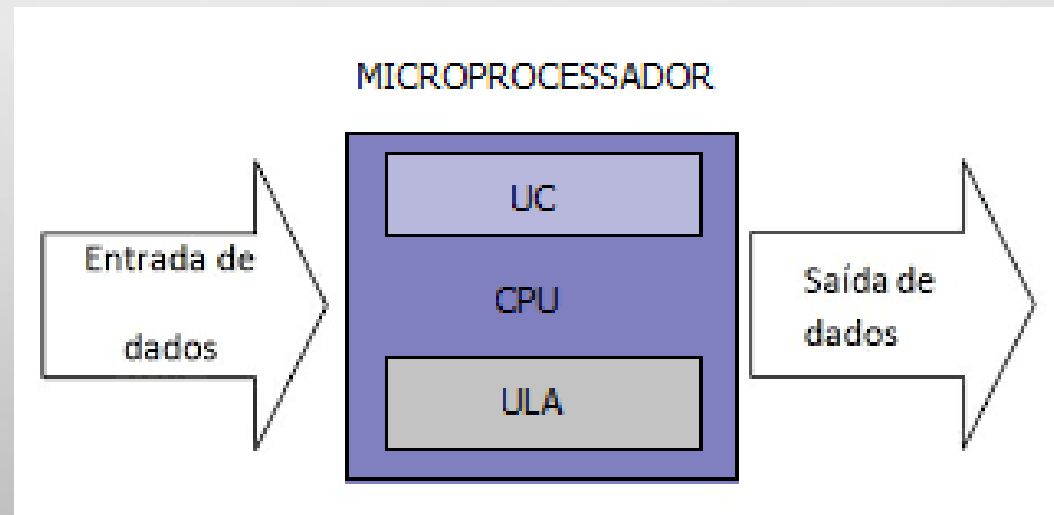
Internamente a um FPGA pode ser implementado um microprocessador.

FPGA é utilizado em diversos setores da industria, está presente em setores onde desempenho, paralelismo e tempo real são essenciais.



# UNIDADE LÓGICA E ARITMÉTICA - ULA

A unidade Lógica e Aritmética(U LA) é um circuito interno ao microprocessador onde são realizadas todas as operações lógicas e aritméticas:





# UNIDADE LÓGICA E ARITMÉTICA - ULA

A unidade lógica e aritmética (ou ULA) pode realizar diversas operações, entre elas:

Adição

Subtração

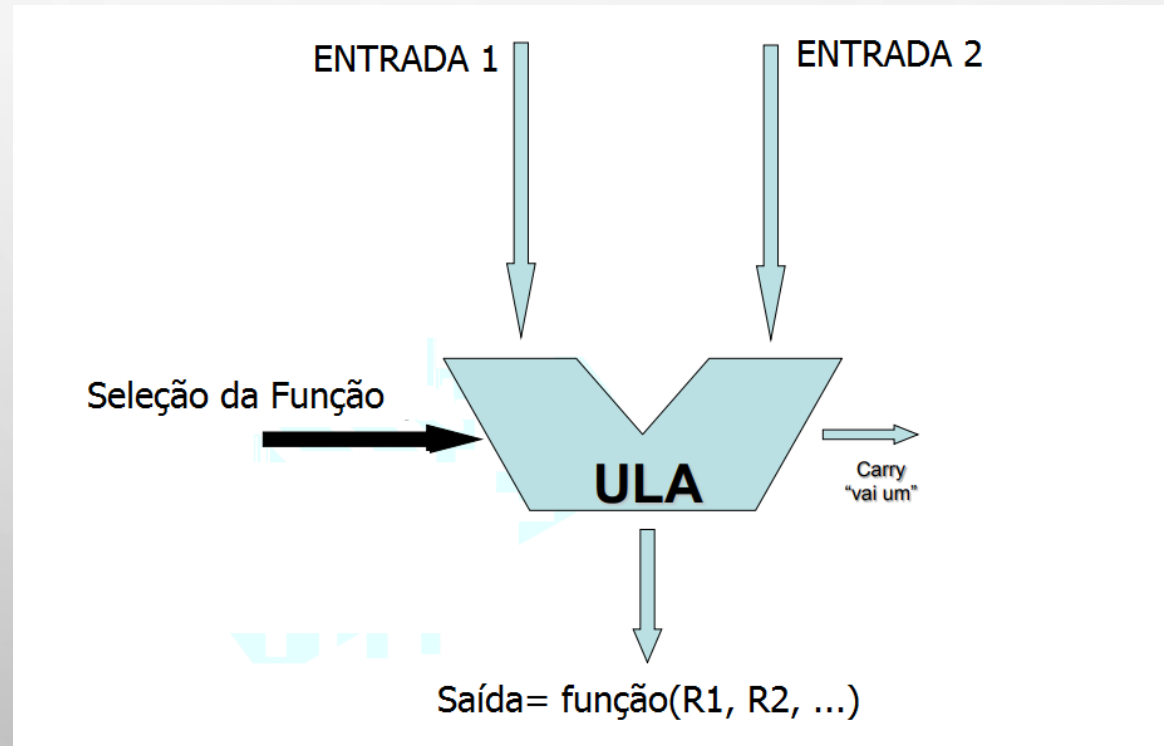
Operações lógicas (E, OU, XOR, INVERSÃO)

Deslocamento (à esquerda e à direita)

Comparação

As unidades aritméticas e lógicas mais modernas realizam também as operações de multiplicação e divisão.

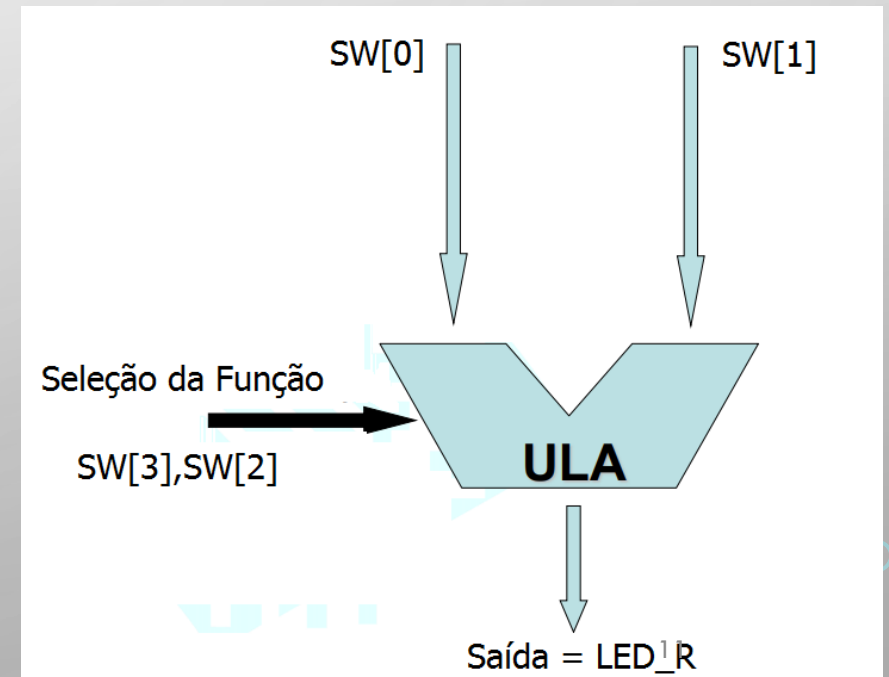
# UNIDADE LÓGICA E ARITMÉTICA - ULA



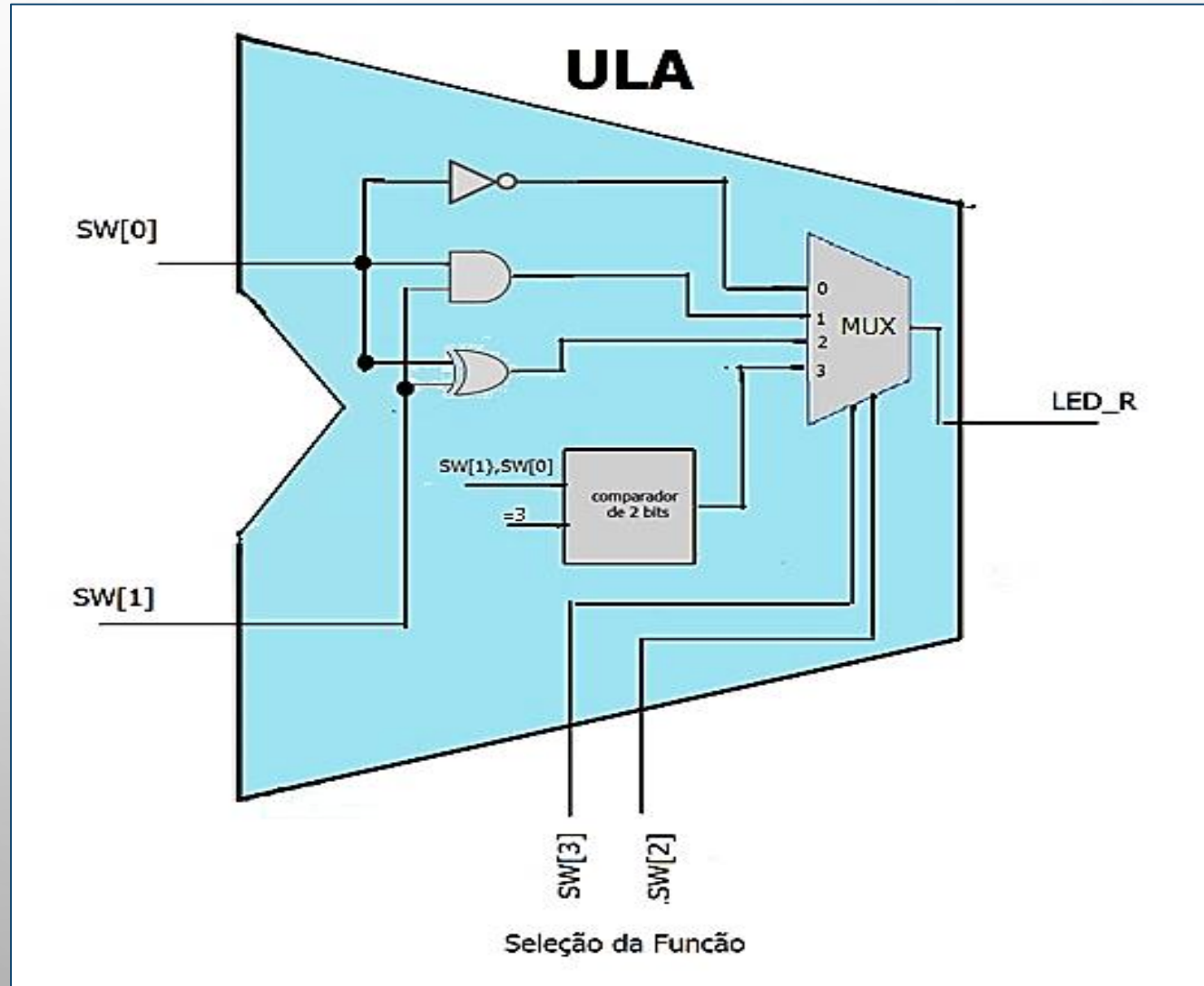
## TRABALHO:

Fazer o projeto de um circuito de uma unidade lógica e aritmética (ou ULA) que deve realizar 4 operações e o resultado da operação deve ser mostrado na saída(não é necessário a saída de carry):

- NOT
- AND de 2 entradas
- XOR de 2 entradas
- Comparador entre palavras de 2 bits



# CIRCUITO DA ULA:



# CIRCUITO DA ULA:

- Utilizando o software QUARTUS II 12.1 web edition, criar um projeto em esquemático de uma ULA (como mostra o roteiro deste trabalho que se encontra no stoa moodle), seguindo os passos do arquivo “Guia de projetos em Esquemático QUARTUS II”. Escolher o dispositivo FPGA EP4CE30F23C-7 da família Cyclone IV E.

## **Significado dos Campos do nome do dispositivo:**

EP4CE: Cyclone IV –FPGA de baixo custo

30 : quantidade de elementos lógicos: 28848 (aproximadamente 30 mil)

F23: Encapsulamento: Fineline BGA de 23 x 23 mm e 484 pinos

C: temperatura de operação, 0°C a 85°C

7: tempo de atraso da porta: 7ns