**Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação**

# SEL 384 – Laboratório de Sistemas Digitais I

Profa. Luiza Maria Romeiro Codá

# PRÁTICA nº4

# Unidade Lógica e Aritmética (ULA)

Dispositivos de Lógica Programável –FPGA (*Field- Programmable Gate Array*)

 “Circuitos Combinacionais”

**1. Objetivos:**

* Familiarização com a ferramenta de software Quartus II da Altera;
* Projeto de uma Unidade Lógica Aritmética;
* Projeto, simulação e implementação de circuitos combinacionais em dispositivo HCPLD  (*High Complex programmable logic device),* utilizando o esquemático do Quartus II.
* HCPLD do tipo FPGA Cyclone IV-E da Altera

**Informações sobre o dispositivo FPGA** EP4CE30F23C7**:**

Categoria: Circuito Integrado(CI)

Família: *Embedded - FPGAs (Field Programmable Gate Array*)

Série: Cyclone IV E

Número de Blocos Lógicos Configuráveis( CLBs ou LABs**):** 1803

Número de bits da RAM: 608256

Número de portas de Entrada/Saída(I/O): 328

Tensão de Alimentação: 1,15 V ~ 1,25 V

Tipo de Montagem: Montagem de superfície

**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

**2. Procedimento:**

**2.1** Utilizando o software QUARTUSII, criar um projeto em esquemático (extensão .bdf) de uma ULA como mostra a Figura 1, a qual apresenta as funções not, and, xor e comparador.

 Para criar um arquivo de projeto esquemático no software QuartusII siga os passos do arquivo “Guia de projetos em Esquemático QUARTUS II” que se encontra no Moodle disciplinas Stoa USP.



Figura 1 ULA a ser configurada no FPGA

Quando na criação do projeto escolha o dispositivo HCPLD da família Cyclone IV-E EP4CE30F23C7,onde será configurado o projeto utilizando o Módulo de desenvolvimento Mercúrio IV –Macnica DWH, no laboratório.

**As funções a serem implementadas na ULA são:**

* Porta INVERSORA : NOT
* Porta **E** de 2 entradas : AND2
* Porta OU-Exclusivode 2 entradas : lpm\_XOR
* Comparador de 2 bits com uma das entradas fixas em algum valor entre 0 e 3 decimal, e selecionar a saída com indicação de igual: lpm\_COMPARE.

Utilizando um circuito Multiplex( lpm\_MUX) complete o circuito da ULA para selecionar uma das operações NOT, E, OU-Exclusivo e comparador. Utilize os circuitos da biblioteca do programa, e para aqueles que forem programáveis, adequá-los ao projeto.

Nomeie os sinais de entrada como SW[0], SW[1] e as entradas de seleção das operações da ULA é como SW[2], SW[3] e da saída da ULA como LED\_R Obs: esses nomes são utilizados para facilitar a utilização de arquivos de pinagem, fornecidos pelo fabricante, no momento de fazer a síntese no dispositivo na plca do Módulo de desenvolvimento Mercúrio IV –Macnica DWH.

O projeto lpm\_compare (Figura 2) no Quartus v 15 deve ser configurado os ports e parâmetros como mostra a Figura 3. E então incluir o projeto lpm\_constant, que se encontra na biblioteca megafunction, escolhendo os parâmetros lpm\_width para número de 2bits e em lpm\_cvalue o valor ao qual se quer comparar, no exemplo é o valor 2 (Figura 4). A ligação do projeto lpm\_compare com o lpm\_contant é mostrada na Figura 5.


Figura 2 Projeto lpm\_compare



Figura 2 Configuração dos ports e parâmetros do projeto lpm\_counter.



Figura 3 Parâmetros do projeto lpm\_contant



Figura 4 Projeto comparador com entrada B com valor fixo em 2 representado por 2 bits.

O projeto lpm\_mux , deve ter os ports e parâmetros configurados como mostra a Figura 5



Figura 6 configuração dos ports e parâmetros do projeto lpm\_mux

O projeto da ULA em esquemático no software Quartus II v15 é mostrado na Figura 7



Figura 7 Projeto completo da ULA no Quartus II v 15

**2.2** Utilizando o software MODELSIM,ou o simulador no softwareQuartus (v15 ou maior), **University Program VWF,** simule o projeto como mostra os passos no arquivo. Para tal faça a variação das entradas de maneira a verificar o funcionamento de todo o circuito.

**3**. Como relatório, envie o arquivo em PDF com a imagem do arquivo .bdf e com as imagens das formas de ondas da simulação

**4. Bibliografia:**

* Site da ALTERA
* Fregni, E. & Saraiva, A.M., “ Engenharia do Projeto Lógico Digital”, Ed. Edgard Blücher Ltda.
* Tocci, J. R. , “Sistemas Digitais- Princípios e Aplicações