****

**Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação**

# SEL 384 – Laboratório de Sistemas Digitais I

# PRÁTICA Nº06

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

 “Circuitos Combinacionais: ULA”

**1. Objetivos:**

* Familiarização com a ferramenta de software Quartus II da Altera;
* Síntese de uma Unidade Lógica Aritmética;
* Projeto e síntese de circuitos combinacionais em dispositivo HCPLD  (*High Complex programmable logic device),* utilizando o esquemático do Quartus II.

**2. Material utilizado:**

* Módulo de desenvolvimento Mercúrio IV –Macnica DWH contendo Dispositivo Programável de Alta Complexidade HCPLD do tipo FPGA Cyclone IV da Altera
* Multímetro

**3. Procedimento Experimental:**

**3.1** Utilizando o software QUARTUSII, configurar no dispositivo HCPLD Cyclone IV EP4CE30F23C7 do Módulo de desenvolvimento Mercúrio IV –Macnica DWH, os circuitos listados abaixo. Para criar um arquivo de projeto esquemático no software QuartusII siga os passos do arquivo “Manual QUARTUS” que se encontra no Moodle disciplinas Stoa USP.

**Portas combinacionais básicas:**

* Porta INVERSORA
* Porta **E** de 2 entradas
* Porta OU-Exclusivode 2 entradas
* 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.

Utilizando um circuito Multiplex implemente uma ULA para palavra de 1 bit, que inclua operações NOT, E, OU-Exclusivo e comparador. Utilize os circuitos da biblioteca do programa, e para aqueles que forem programáveis, adequá-los ao projeto.

Os sinais de entrada são aplicados por meio das chaves SW[0], SW[1] e a seleção das operações da ULA é feita com as chaves SW[2], SW[3] do Módulo de desenvolvimento Mercúrio IV –Macnica DWH. Para visualizar a saída da ULA utilize o LED\_R para acender o LED RGB na cor vermelha. O LED RGB acende no nível alto. As chaves SW são mostradas na figura 1 e o LED RGB na figura 4..

****

**Figura 1** - Chaves SW tipo Slide Switch indicando posição do nível “1” e “0”(item 9 da figura 4).

**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

**3.2** Programe o projeto no dispositivo FPGA do módulo de desenvolvimento Mercúrio IV. Para iniciar a configuração da placa Mercurio IV, conecte uma extremidade do cabo USB no conector USB-Blaster™ da placa (ver item 4 – descrição geral do módulo- posição 4 é a conexão USB), e a outra extremidade num computador equipado com o software Altera Quartus® II. Com o cabo conectado, e o computador ligado, a placa automaticamente será alimentada. Então colocar a chave 1 na posição PROG FPGA (Figura 2), e a chave 2 na posição ON (figura 3).



**Figura 2** - Chave 1- chave PROG na posição FPGA

****

**Figura 3-**  Chave 2 – chave ON/OFF na posição ON

**3.3** Teste o funcionamento da ULA observando que as chaves SW para baixo mantém nível ‘0’ e o LED\_RGB acende com nível ‘1’

Cada elemento do LED RGB possui um pino associado e existe um pino comum aos três elementos conectado ao VCC. Cada elemento é ativado com nível ‘1’. As cores ativadas são mostradas na Tabela I.

 **Tabela I** Pinos associados às cores do LED RGB.

|  |  |
| --- | --- |
| Nome do pino | COR |
| LED\_G | VERDE |
| LED\_R | VERMELHO |
| LED\_B | AZUL |
| LED\_R e LED\_G | AMARELO |
| LED\_G e LED\_B | CIANO |
| LED\_R e LED\_B | MAGENTA |
| LED\_R, LED\_G e LED\_B  | BRANCO |

3.4 Inclua na folha de resposta o esquemático do circuito da ULA e as tabelas verdade dos circuitos da ULA.

**4. DESCRIÇÃO GERAL DO MÓDULO DE DESENVOLVIMENTO MERCÚRIO IV –MACNICA DWH**



**Figura 4** Imagem do módulo de desenvolvimento com as indicações dos principais componentes.

**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





**Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação**

SEL 384 – Laboratório de Sistemas Digitais I

Profa. Luiza Maria Romeiro Codá

# FOLHA DE RESPOSTAS: PRÁTICA Nº 6:

|  |
| --- |
| NOTA: |

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

 “Circuitos Combinacionais: ULA”

**TURMA: DATA:**

**NOMES: Nº USP**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

**ESQUEMÁTICO DO CIRCUITO DA ULA:**

**TABELAS VERDADE DA ULA:**