**Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação**

# SEL 384 –Laboratório de Sistemas Digitais

Profa. Luiza Maria Romeiro Codá

Prática Nº 6

“Dispositivos de Lógica Programável de Complexo (FPGA- “Field Programmable Gate Array”)- Aplicação de memória ROM na composição de imagem em uma matriz de LEDs”

1. Sabendo-se que o olho humano não identifica frequências acima de 24Hz, ou seja um LED piscando acima de 24Hz, tem-se a impressão de que ele está aceso sem apagar. Utilizando o projeto da última prática, calcule a frequência mínima que deve ser aplicada no contador 8 para seja visualizado como se toda a matriz de LEDs estivesse acesa.

2. Utilizando o software QUARTUSII**,** escolha o dispositivo HCPLD Cyclone IV-E EP4CE30F23C7 e projete um circuito que apresente na matriz de LEDS 8x5 do módulo de desenvolvimento Mercúrio IV, a imagem contida em uma memória ROM. O circuito é dividido em 4 partes: Para criar um arquivo de projeto esquemático no software QuartusII siga os passos do arquivo “Guia esquemático do QUARTUS” que se encontra no Moodle disciplinas Stoa USP.

* 1. Para esse projeto considerar que existe uma frequência de clock que possibilite a visualização da imagem na matriz de forma estável. Quando for feita a síntese do dispositivo no laboratório, será acrescentado ao projeto desta aula o projeto **Divisor de frequência,** configurado de tal maneira que transformea frequência de 50MHz, do módulo (CLOCK\_50MHz), na frequência desejada.
  2. Para o contador para o circuito de varredura das linhas da matriz e geração dos endereços da memória ROM (utilize o lpm\_counter). Utilize como clock para este contador a saída mais significativa do divisor de frequência (**não** utilize a saída Cout); Obs: não utilize o 7493.
  3. Circuito de varredura das linhas da matriz.
  4. Implementação da memória ROM utilizando o projeto lpm\_rom da biblioteca megafunction;

Os três primeiros circuitos já foram implementados em aulas anteriores, mas **o circuito de varredura das linhas** requer um atraso do sinal aplicado em suas entradas por meio de um **FF tipo D (componente DFF)**. Essa alteração é necessária porque o tempo para a memória disponibilizar os dados em suas saídas é maior do que o tempo de resposta do circuito de varredura das linhas. O sinal de clock para os FFs deve ser o mesmo do contador para o circuito de varredura das linhas.

**Para implementação da memória ROM deve-se utilizar o seguinte procedimento:**

1. Instanciação do componente lpm\_rom no diagrama esquemático;
2. Selecione com o botão da direita do *mouse* o componente lpm\_rom e entre em **PROPERTIES/PORTS** e selecione o **STATUS** para **UNUSED** para os sinais **“memenab” e “outclock”.** A seguir selecione **PARAMETER** e programe os seguintes parâmentros:

**LPM\_ADDRESS\_CONTROL : REGISTERED**

**LPM\_WIDTH:** 5 (tamanho do dado);

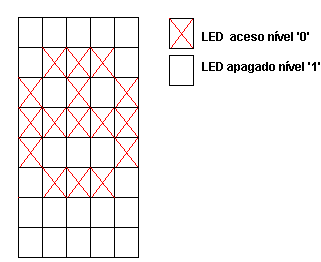
**LPM\_WIDTHAD:** 3 ( número de linhas de endereços);

**LPM\_FILE :** figura.mif.

1. Os endereços(“address”) da memória são gerados pelo mesmo contador do circuito de varredura das linhas da matriz; A entrada “inclock” recebe o mesmo sinal de clock do circuito de varredura das linhas. As saídas da ROM acionam as colunas da matriz de LEDs.

**OBS:** Como no Kit a varredura inicia da coluna C0 para a C4, sugere-se atribuir a saída mais significativa da ROM à coluna C0, a saída seguinte à coluna C1 e assim sucessivamente. Dessa forma as saídas da ROM devem ser nomeadas da seguinte forma: LEDM\_C[0..4]. Isso é necessário para que figuras não simétricas sejam visualizadas de forma correta.

1. Para criar o arquivo que vai ser inserido na memória (figura.mif), seleciona-se no menu FILE/NEW/MEMORY FILE/ Memory Initialization File. Escolha :**Number of word** = 8 (23 posições da memória = número de linhas) e **Word Size** = 5 ( tamanho do dado= número de colunas). Escolha como conteúdo da memória os valores dados a seguir:



Finalize com FILE/SAVE AS/ figura.mif , salvando o arquivo na mesma pasta do projeto.

3. Modifique o arquivo figura.mif e crie mais uma figura na memória, na sequência, para ser visualizada na matriz de LEDs de forma que possa ser selecionada a figura 1 ou 2 através da chave SW[0]. Para isso, aumente o número de palavras do arquivo figura.mif selecionando no menu EDIT/MEMORY SIZE WIZARD. Mostre o funcionamento.

4. Como relatório, entregue o circuito esquemático documentado, os arquivos . mif, e a figura das ondas da simulação.

.

**5. 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