



ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

Departamento de Engenharia Elétrica e de  
Computação

LABORATÓRIO DE SISTEMAS DIGITAIS

Profa.. LUIZA MARIA ROMEIRO CODÁ



# LABORATÓRIO DE SISTEMAS DIGITAIS

Utilização de Dispositivos Lógicos Programáveis(FPGA)

Geração de figuras em matriz de LEDs

Profa. Luiza Maria Romeiro Codá

# OBJETIVO:

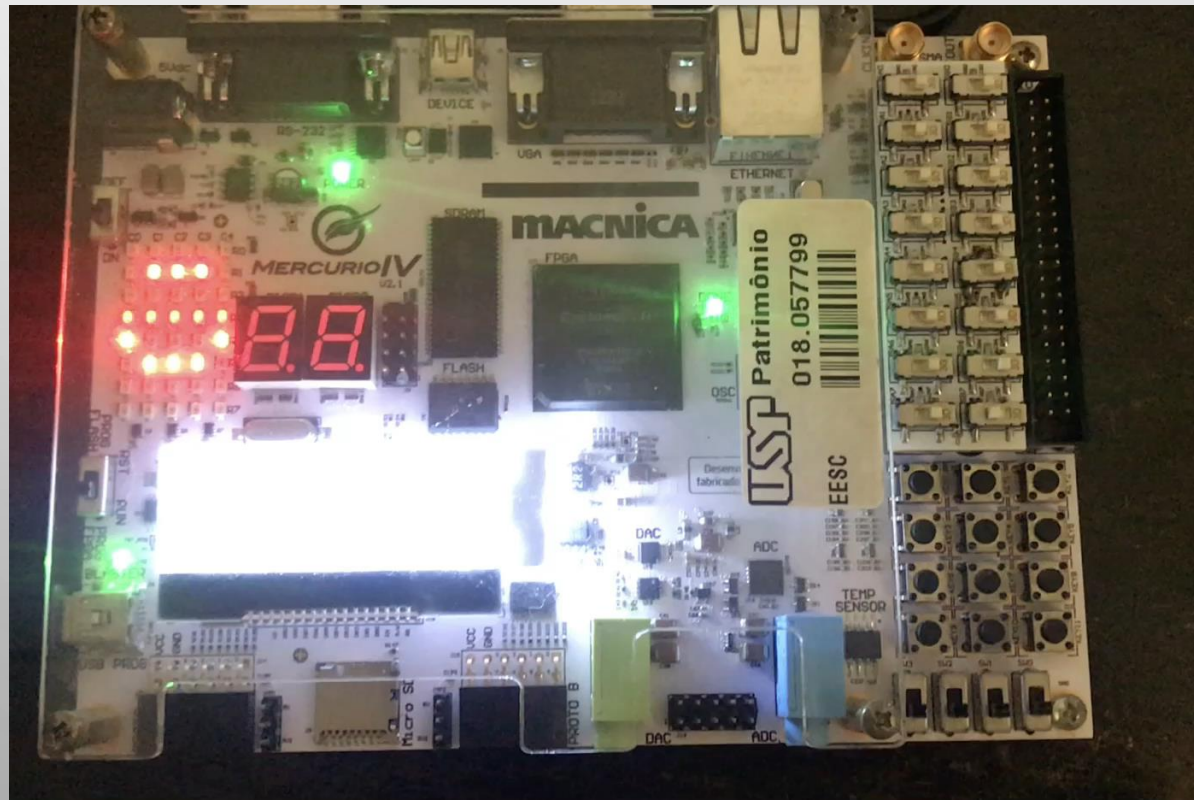
- Utilização de Dispositivo Lógico Programável (FPGA) na síntese de Circuito Digital;
- Formação de imagem em matriz de LEDs
- Aplicação de memória ROM.

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

- ✓ Dispositivos Lógicos Programáveis
- ✓ Guia esquemático do quartus II Altera
- ✓ Roteiro Prática nº2-matriz de LEDs UD

# TRABALHO:

Utilizando o software QUARTUSII, crie um projeto (figura\_matriz) para ser configurado no dispositivo HCPLD EP4CE30F23C7, família Cyclone IV-E da placa mercúrio IV da Macnica, de tal forma que o circuito projetado apresente na matriz de LEDs 5x8 uma Figura estável. O arquivo com as informações da Figura deve ser armazenado em uma memória ROM interna ao FPGA. As linhas da matriz devem ser selecionadas a uma frequência tal que estabilize a forma da Figura. O conteúdo que será passado para as colunas é armazenado da memória ROM. E cada linha acessada, deve ser enviada a informação das 5 colunas referente àquela linha.



# Funcionamento do projeto:

- LED apagado nível alto
- LED aceso nível baixo

	COL <sub>0</sub>	1	2	3	4
LINHA <sub>0</sub>	○	○	○	○	○
1	○	●	●	●	○
2	●	○	●	○	●
3	●	●	●	●	●
4	●	○	○	○	●
5	○	●	●	●	○
6	○	○	○	○	○
7	○	○	○	○	○

A cada pulso de clock é selecionada uma linha e uma posição da memória ROM com o conteúdo das colunas

Ex: linha[0] = '0' e colunas[0..4] = 1 1 1 1 1 (as outras linhas ficam em '1')

linha[4] = '0' e colunas{0..4} = 0 1 1 1 0 (as outras linhas ficam em '1')

# Conteúdo da memória:

A cada pulso de clock é selecionada uma linha e uma posição da memória ROM com o conteúdo das colunas.

Portanto, para criar uma figura a memória deve ter o tamanho tamanho de 5x8.

Criar um arquivo mensagem mif como está mostrando no roteiro da prática

Observação a frequência desse pulso de clock deve ser tal que possa ser visualizada uma figura estável na matriz de LEDs

Endereços da memória

Conteúdo da memória

Endereços da memória	0	1	2	3	4
000	1	1	1	1	1
001	1	0	0	0	1
010	0	1	0	1	0
011	0	0	0	0	0
100	0	1	1	1	0
101	1	0	0	0	1
110	1	1	1	1	1
111	1	1	1	1	1



Tamanho da palavra (5 bits)

- LED apagado nível alto
- LED aceso nível baixo

	COL 0	1	2	3	4
LINHA 0	○	○	○	○	○
1	○	●	●	●	○
2	●	○	●	○	●
3	●	●	●	●	●
4	●	○	○	○	●
5	○	●	●	●	○
6	○	○	○	○	○
7	○	○	○	○	○

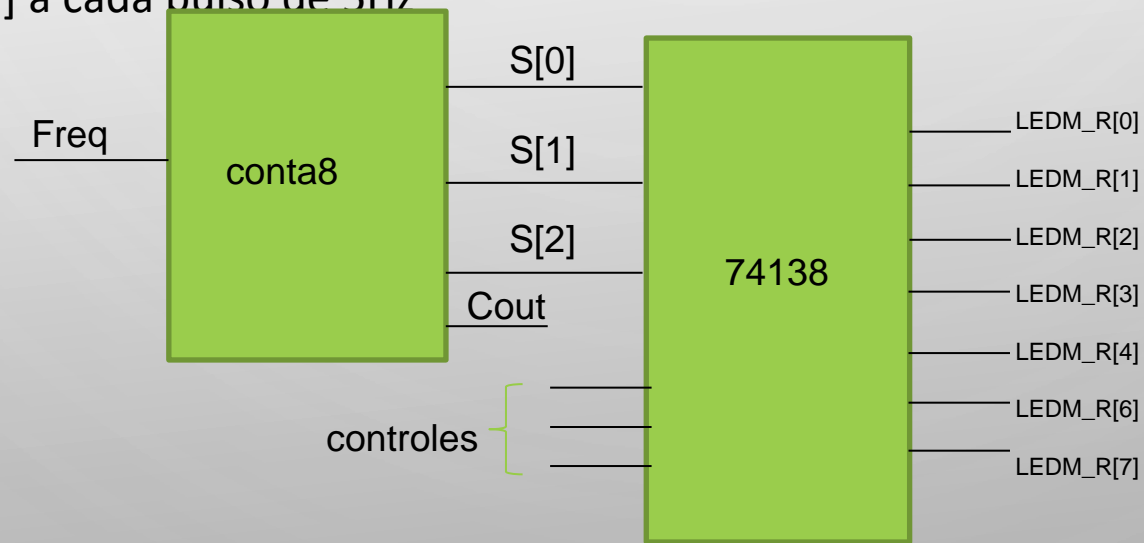
# IMPLEMENTAÇÃO DO CIRCUITO :

Criar um outro projeto com nome **matriz\_figura** considerando que o clock tem uma frequência mínima que permita a visualização de uma figura estável (ver pergunta na aula anterior)

## 1ª. Parte:

O circuito de controle das linhas da matriz de LEDs 5x8 é parecido com o do projeto `matriz_led_ud`. Abrir o projeto `matriz_led_ud`, apenas para visualizar (NÃO COPIAR!!!), e refaça a parte do projeto de controle da linha da matriz, com o contador apenas contando UP.

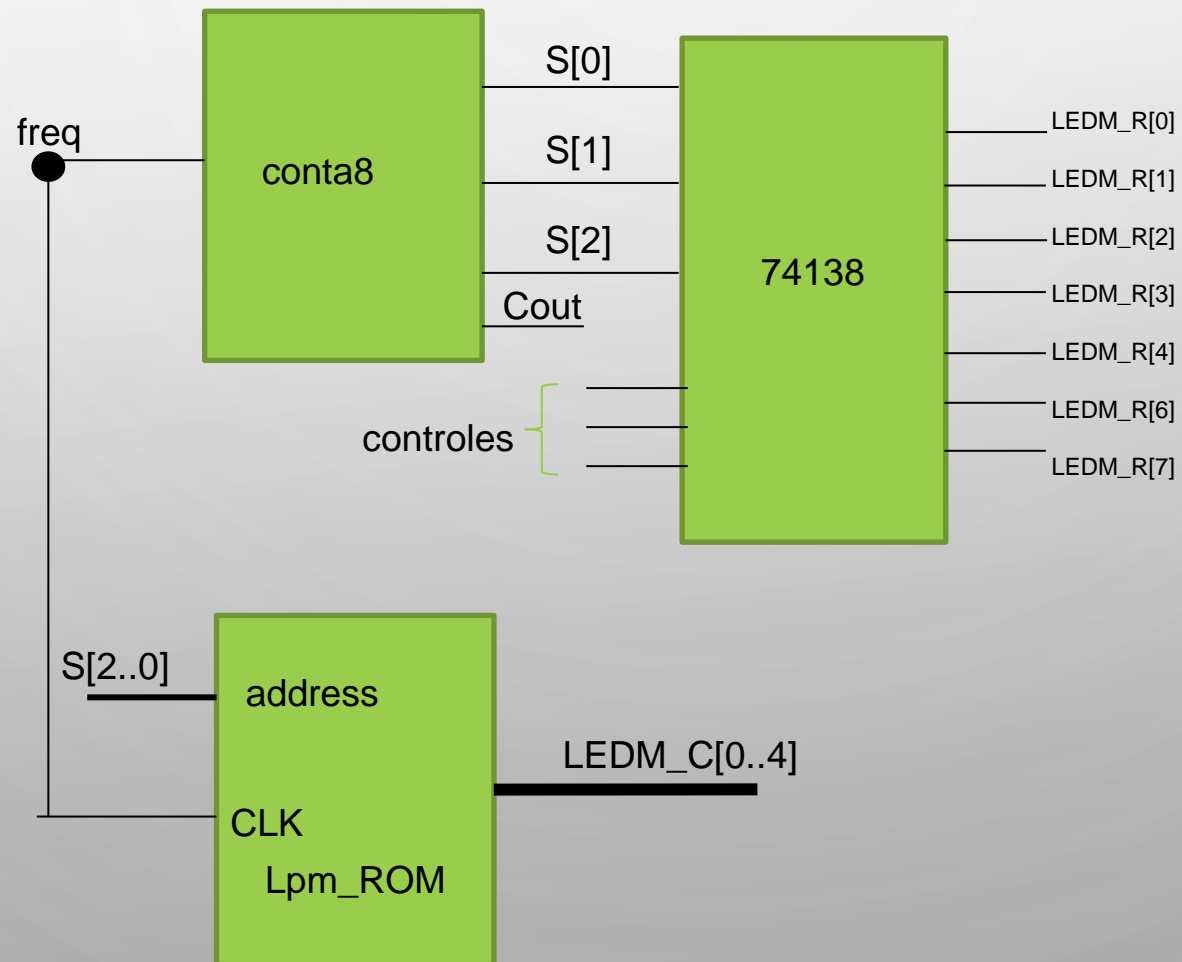
Desta forma, a saída do decodificador 74138 coloca em nível baixo a saída correspondente ao valor da entrada que está ligada ao contador (conta 8), portanto, coloca em nível baixo as saídas LEDM\_R[0] a saída LEDM\_R[7] a cada pulso de 5Hz



# IMPLEMENTAÇÃO DO CIRCUITO :

## 2ª. Parte:

O circuito de controle das colunas da matriz de LEDs 5x8 , como mostrado no slide 5, deve ser sincronizado com o circuito que seleciona as linhas, ou seja, quando a linha [0] for selecionada deve ser acessado o conteúdo da memória correspondente ao que será enviado para as colunas de 0 a 5. Para criar o componente memória ROM usar o projeto lpm\_rom e seguir os passos do roteiro da prática. Criar um arquivo mensagem.mif que será o conteúdo da memória

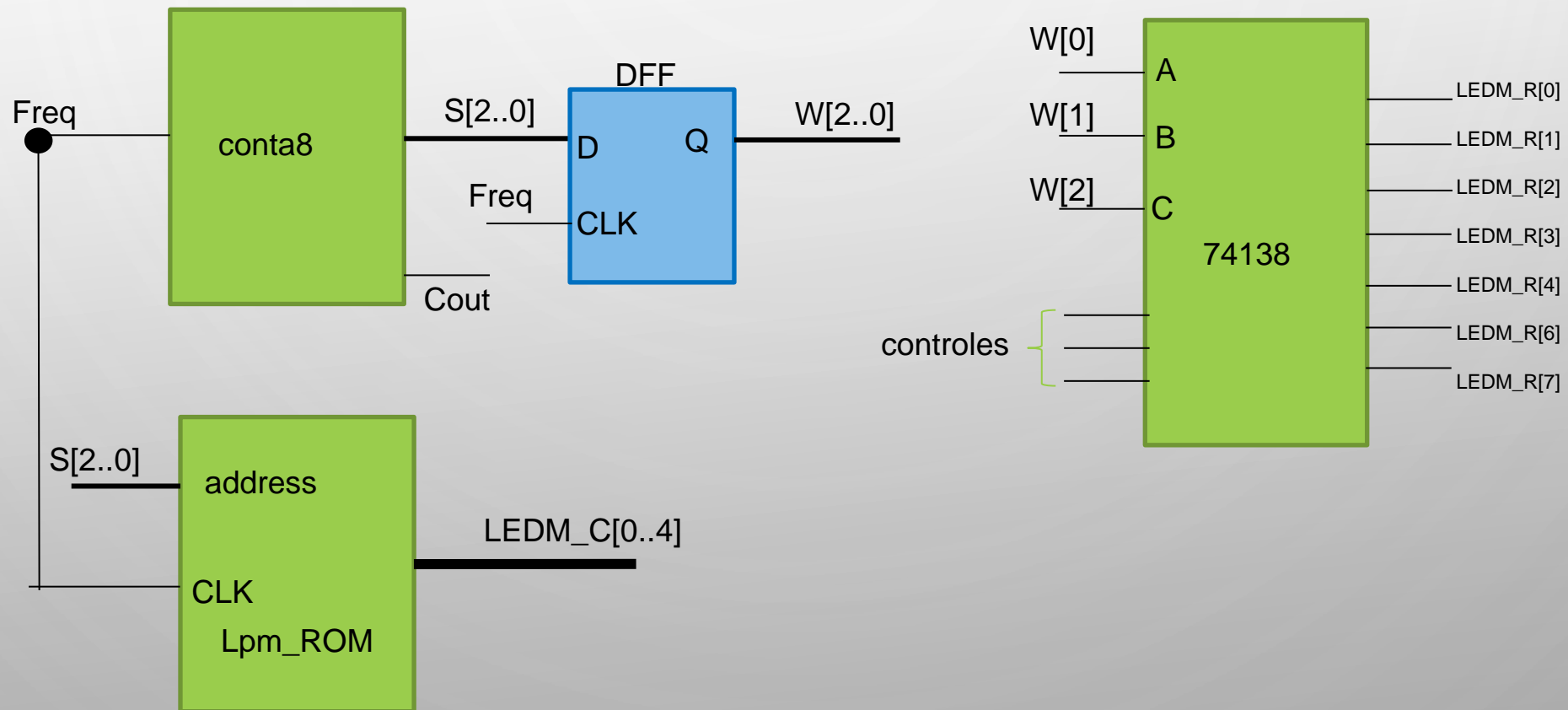




# IMPLEMENTAÇÃO DO CIRCUITO :

## 3ª. Parte:

Os valores do conteúdo da memória só estão presentes na saída após um tempo em que o endereço está ativo na entrada de endereços da memória. Portanto, para ter sincronismo entre ter o conteúdo da posição que se deseja e a linha selecionada para enviar o conteúdo da coluna correspondente, deve-se criar um atraso na saída do contador para entrar no decodificador 74138. Isso pode ser realizado com FF tipo D



# Conteúdo da memória:

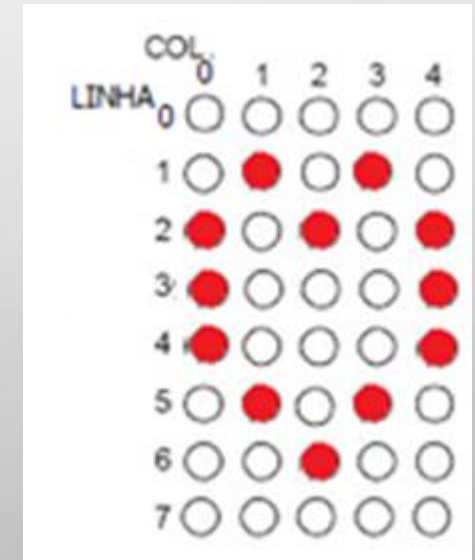
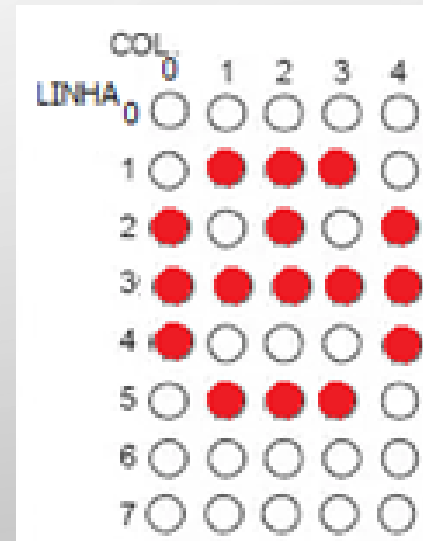
4ª. Parte : Modifique a memória para criar mais uma figura da sua escolha (diferente de coração). A memória será de 16x5 e o bit mais significativo do endereço pode ser gerado por uma chave SW[0]

Endereços da memória Tamanho da palavra (5 bits)

Endereços da memória	1	1	1	1	1
0000	1	1	1	1	1
0001	1	0	0	0	1
0010	0	1	0	1	0
0011	0	0	0	0	0
0100	0	1	1	1	0
0101	1	0	0	0	1
0110	1	1	1	1	1
0111	1	1	1	1	1
1000	1	1	1	1	1
1001	1	0	1	0	1
1010	0	1	0	1	0
1011	0	1	1	1	0
1100	0	1	1	1	0
1101	1	0	1	0	1
1110	1	1	0	1	1
1111	1	1	1	1	1

Conteúdo da memória

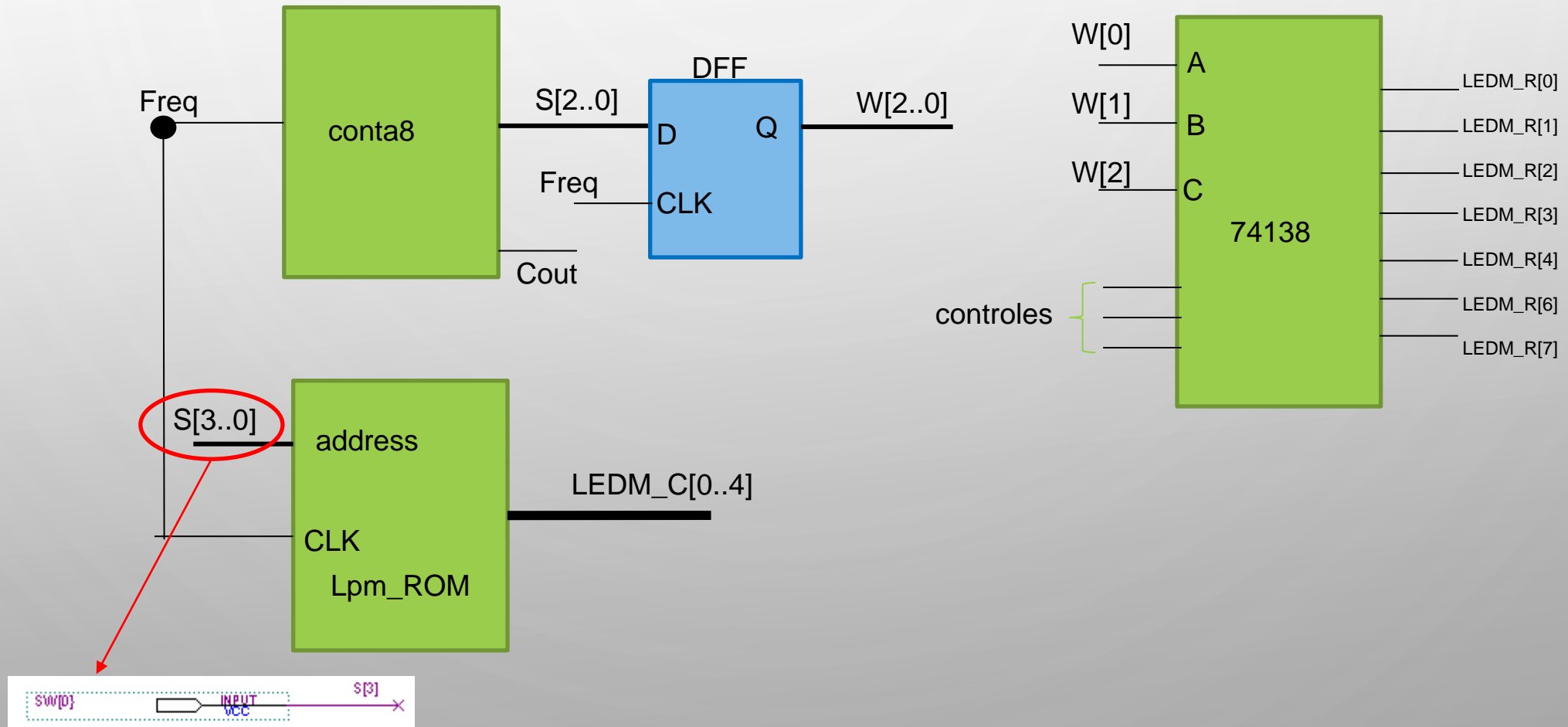
○ LED apagado nível alto  
● LED aceso nível baixo



# IMPLEMENTAÇÃO DO CIRCUITO :

## 5ª. Parte:

Os valores do conteúdo da memória só estão presentes na saída após um tempo em que o endereço está ativo na entrada de endereços da memória. Portanto, para ter sincronismo entre ter o conteúdo da posição que se deseja e a linha selecionada para enviar o conteúdo da coluna correspondente, deve-se criar um atraso na saída do contador para entrar no decodificador 74138. Isso pode ser realizado com FF tipo D



# IMPLEMENTAÇÃO DO CIRCUITO :

**6ª. Parte:** No laboratório

Copiar o projeto DIVISOR, que transforma a frequência de 50MHz da placa mercúrio e modifica-lo para a frequência desejada, juntá-lo ao projeto Figura\_matriz, colocar pinagem, recompilar e sintetizar no circuito.

A frequência deve ser tal que possibilite a visualização de uma figura estável na matriz de LEDs. É utilizada sempre uma frequência mais baixa possível que possibilite esa visualização. Leve e, consideração a resposta da pergunta 1.4 da prática anterior(matriz\_display):

1.4 Resposta: Qual a frequência que deve ser dividido o clock de 50MHz para seja visualizado como se toda a matriz de LEDs estivesse acesa, sabendo-se que o olho humano não identifica frequências acima de 24Hz?