



Sistemas Digitais

2º Semestre

Projeto CPU

Data da apresentação: 26/27 de outubro

O projeto consiste na implementação de uma CPU que lê um programa codificado de forma binária (conjunto de instruções e dados) na memória, e executa essas instruções. O conteúdo dos registradores deve ser apresentado no display após a execução de cada instrução.

Cada palavra da memória deve conter **pelo menos** 5 bits que codificam a instrução a ser executada e 7 bits de dados (utilizados nas operações aritméticas), na forma “iiiiiiii”. O registradores e a ULA devem ter no mínimo 4 bits. A CPU deve ser capaz de executar, **no mínimo**, as seguintes instruções:

Instruções básicas:

ADD - Soma o valor do dado ao valor de um registrador (ADD ddddd)

SUB - Subtrai o valor do dado ao valor de um registrador (SUB ddddd)

MUL - Multiplica o valor do dado ao valor de um registrador (MUL ddddd)

DIV2 - Divide o valor do dado ao valor de um registrador (DIV ddddd)

CLR - Zera o conteúdo de um registrador continua a execução do programa

RST - Zera o conteúdo de todos os registradores e reinicia a execução da primeira instrução na memória

MOV – Copia o conteúdo de um registrador em outro registrador (MOV regA,regB)

JMP – Altera a sequência de execução das instruções definindo o endereço da próxima instrução a ser executada (JMP ddddd)

Instruções avançadas:

JZ - JMP condicional (JMP if Zero) salta se o conteúdo de um determinado registrador for zero (JZ ddddd)

CMP – Compara o conteúdo de 2 registradores (CMP regA, regB)

JE - JMP condicional (JMP if Equal) salta se o resultado do comando CMP executado anteriormente indicar que o conteúdo dos registradores forem iguais (JE ddddd)

O projeto deve ser elaborado utilizando-se **apenas** os seguintes componentes do quartus: **flip-flops, portas lógicas e memórias.**

A avaliação do projeto levará em conta:

- o funcionamento correto do circuito
- a originalidade no projeto do circuito
- a **criatividade na extensão do projeto** através da ampliação do circuito e da criação de novas instruções
- o desenvolvimento do projeto durante as aulas (presença)
- o número de alunos no grupo (**no máximo 3**)

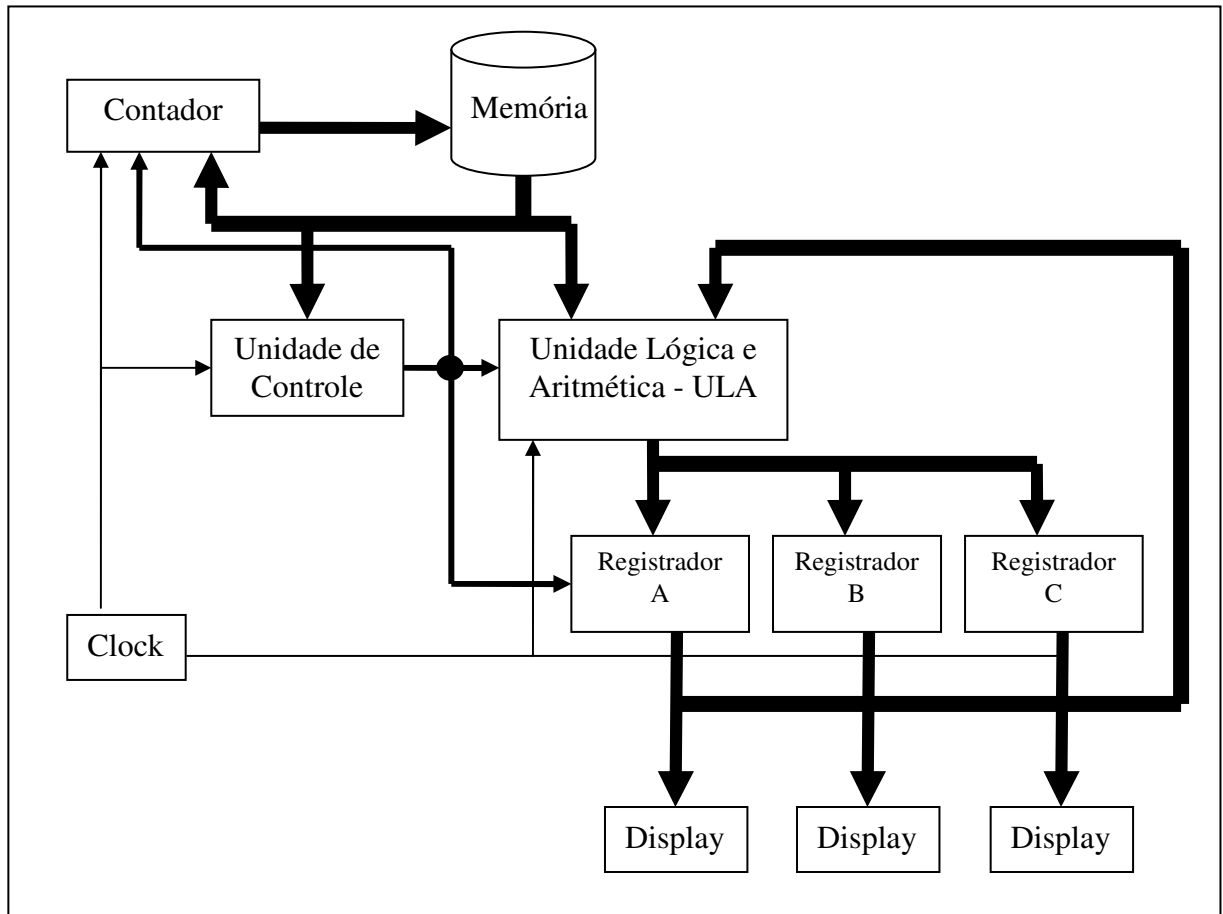


Diagrama do circuito de uma CPU com 3 registradores

Sugestões:

- Faça um projeto inicial da CPU, do fluxo de dados entre os componentes e do formato das instruções. **Inicie com um projeto simples**, e depois incremente as funcionalidades se houver tempo.

- Adicione cada componente do projeto de forma incremental, testando cuidadosamente sempre que um novo componente for adicionado.

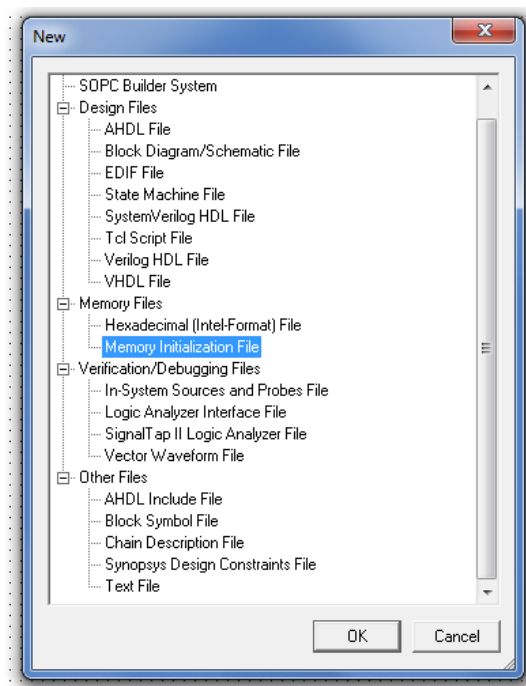
- Ordem sugerida para o desenvolvimento do projeto:

- 1) **Memória** – inserir os dados e testar usando chaves na entrada de endereço e display na saída de dados
- 2) **ULA** – Conectar a saída de dados da memória em uma das entradas da ULA. A outra entrada pode ter um valor fixo. Verificar a saída da ULA no display.

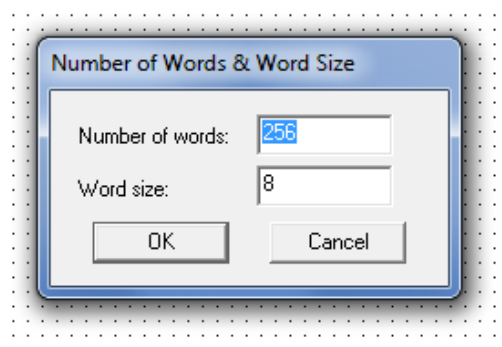
- 3) **Registrador** – Adicione um registrador na saída da ULA e realmente a entrada da ULA com a saída do registrador. É necessário usar o click do circuito para sincronizar adequadamente o registrador.
- 4) **Controle de operação lógica:** utilizar um dos bits de instrução para selecionar a operação lógica executada pela ULA
- 5) **Registrador** – Aumente o número de registradores e crie barramentos de dados entre eles.
- 6) **Contador I** – Conectar um contador assíncrono na entrada de endereço da memória e verificar a saída no display
- 7) **Contador II** – Altere o contador para que ele possa executar instruções de “salto” e de “reset”.

Utilização de memória ROM (somente leitura) no Quartus:

- Primeiro passo: criara um arquivo com o conteúdo (dados) da memória. O arquivo deve ser do tipo MIF (Memory Initialization File).



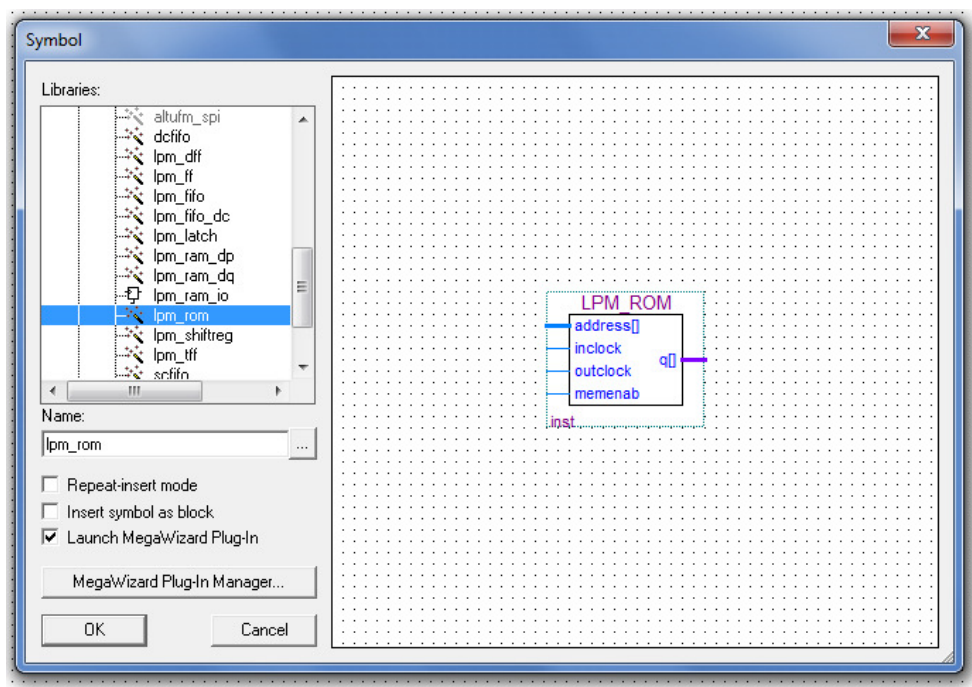
- Definir o tamanho da memória (número de palavras e tamanho das palavras). Ex: 256 palavras (8 bits de endereçamento) e tamanho de cada palavra de 8 bits.



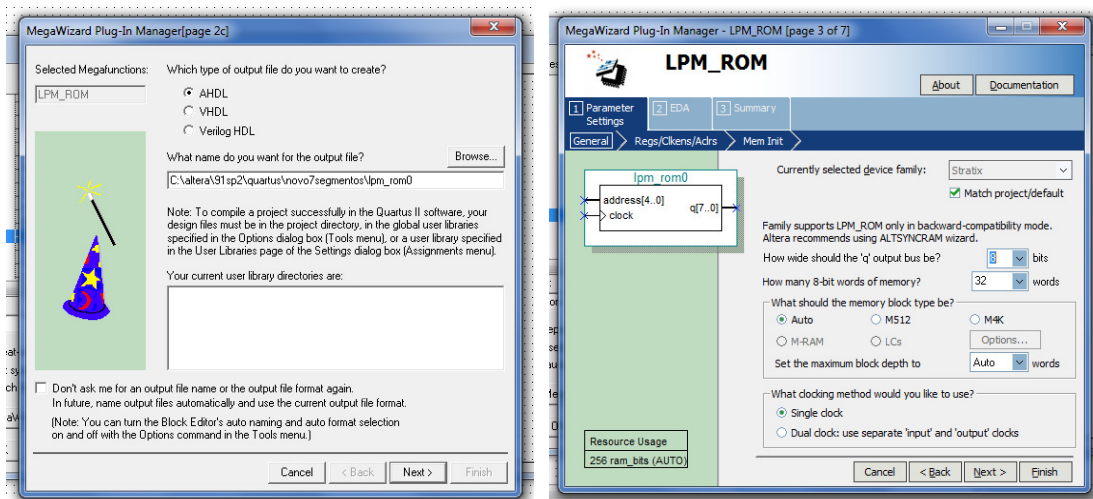
- Definir o conteúdo da memória e salvar o arquivo. Cada célula corresponde a uma palavra de dados.

Addr	+0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
0	2	30	5	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0
56	0	0	0	0	0	0	0	0
64	0	0	0	0	0	0	0	0
72	0	0	0	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	0	0	0
88	0	0	0	0	0	0	0	0
96	0	0	0	0	0	0	0	0
104	0	0	0	0	0	0	0	0
112	0	0	0	0	0	0	0	0
120	0	0	0	0	0	0	0	0
128	0	0	0	0	0	0	0	0
136	0	0	0	0	0	0	0	0
144	0	0	0	0	0	0	0	0
152	0	0	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0	0	0
168	0	0	0	0	0	0	0	0
176	0	0	0	0	0	0	0	0
184	0	0	0	0	0	0	0	0

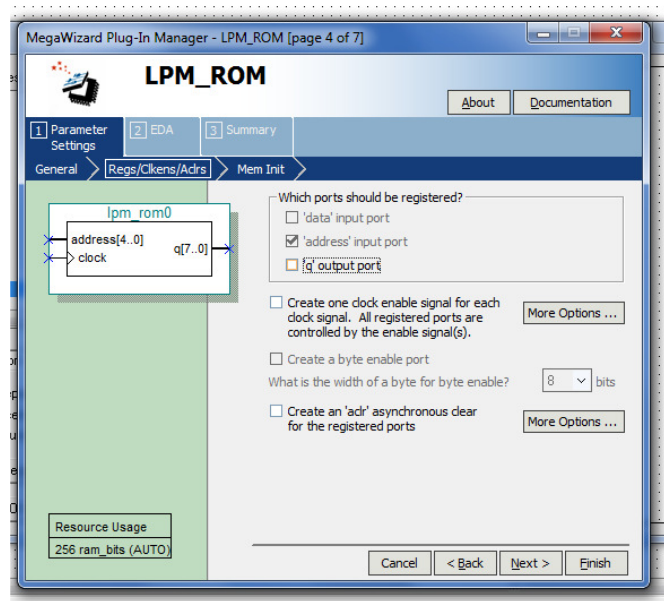
- Criar a memória. O componente correspondente a memória ROM é: lpm_rom



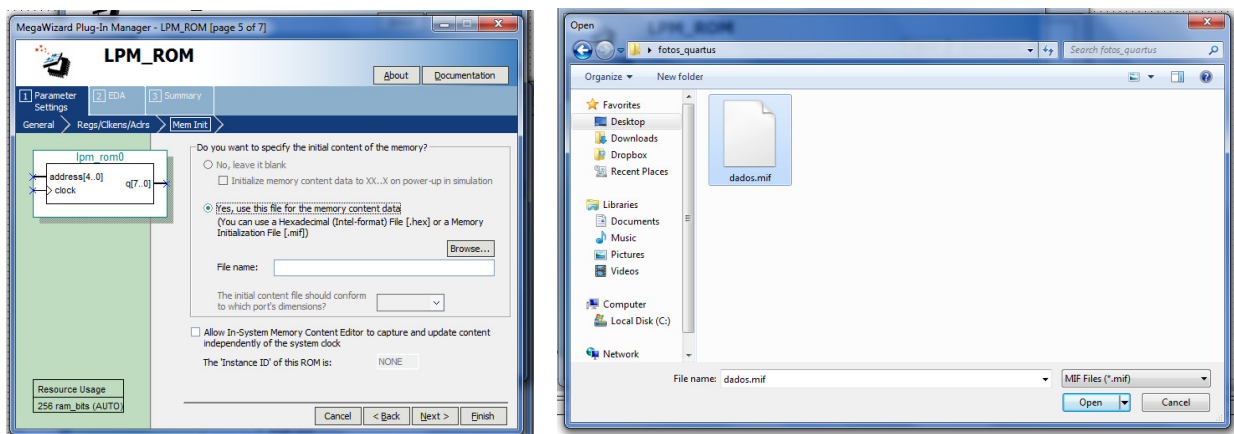
- Configurar a memória (single clock). O número de palavras e o tamanho das palavras devem ser os mesmos especificados no arquivo de conteúdo, criado anteriormente.



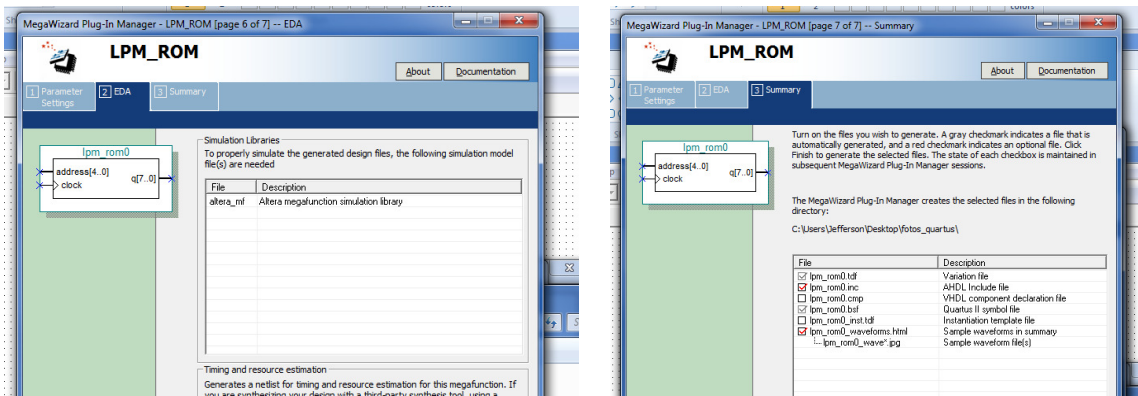
- Continuar a configuração da memória. Deve ser desabilitada a opção que registra a saída 'q', conforme a figura abaixo.



- Carregar o arquivo de inicialização (dados) da memória criado anteriormente, **tipo MIF**.



- Concluir a configuração da memória:



- A entrada de endereços e a saída de dados da memória são barramentos (vias de dados em paralelo). Para utilizá-las como vias simples, basta atribuir um nome ao barramento, com o número de vias de dados entre colchetes. Ex com oito vias de dados (de 7 a 0, onde 0 é o bit menos significativo): memdados[7..0]. Os fios simples devem ser conectados ao barramento, ter o mesmo nome e a indicação do bit correspondente entre colchetes, conforme figura abaixo.

