

Relatório de Projeto

Máquina de Lavar Roupa em VHDL

Projeto nº8

UC: Laboratório de Sistemas Digitais, Universidade de Aveiro

Data: 06/2022, 2º Semestre

Elementos do Grupo:

Percentagem do trabalho:

Paulo Fernandes, 108678

50%

José Martins, 108682

50%

Introdução:

Pretende-se simular o funcionamento de uma máquina de lavar roupa a partir de uma FPGA, programada através da linguagem VHDL. A máquina terá por base um menu, de onde se poderá escolher um programa de lavagem pré definido, com uma temperatura e intensidade de rotação do tambor customizados.

Ajustes ao projeto inicial:

Para facilitar a visualização das opções de lavagem decidimos alterar o projeto base, implementando um menu, podendo assim a máquina de lavar ser controlada inteiramente por apenas 3 botões (0 a 2) e um interruptor (0).

Além disso decidimos mudar a forma como são apresentadas as informações nos displays Hexadecimais. O menu é visualizável nos 2 pares de HEX à direita, por estarem mais juntos; o tempo que falta finalizar a lavagem é mostrado no par de HEX central e os displays da esquerda mostram o programa selecionado pelo utilizador. Fizemos outros pequenos ajustes : alteramos a forma como a máquina indica que está em pausa, exibindo **cont** no menu em vez de mostrar =, como sugerido.

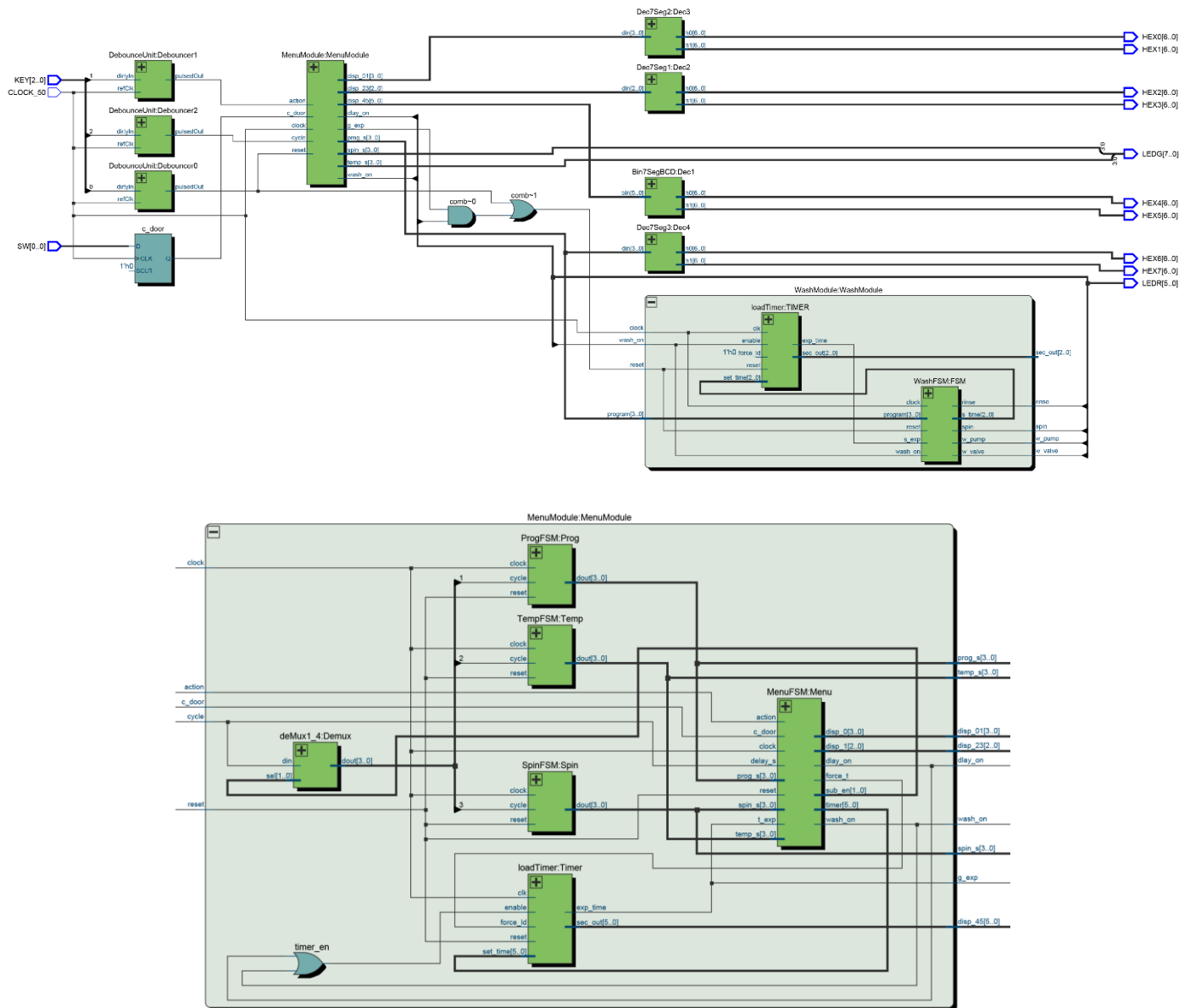
Arquitetura:

A arquitetura deste projeto baseia-se em 2 máquinas de estados principais (MenuFSM e WashFSM), cada uma com um timer auxiliar, e outras 3 secundárias, que contêm a informação das opções de lavagem selecionadas. Foi necessária a implementação de 4 decoders, que controlam 1 par de displays hexadecimais cada e de 1 deMux1:4. Foram também usadas as DebounceUnits fornecidas e um FlipFlopD.

A MenuFSM é quem controla o menu e tem diretamente ligadas as outras 3 FSM auxiliares: uma para o programa, outra para a temperatura e a última para o spin, ligadas faseadamente com a ajuda do deMux. É também esta FSM que recebe informação sobre o estado da porta e que controla o parâmetro wash_on, que dita o funcionamento da WashFSM.

O restante funcionamento da máquina passa pela normalização das entradas, utilizando debouncers para os botões e um FlipFlop para o interruptor, e ainda a descodificação dos sinais dos displays para que os números/letras corretos sejam exibidos.

Abaixo está um esquema de todo o projeto com a visualização em detalhe dos 2 módulos:

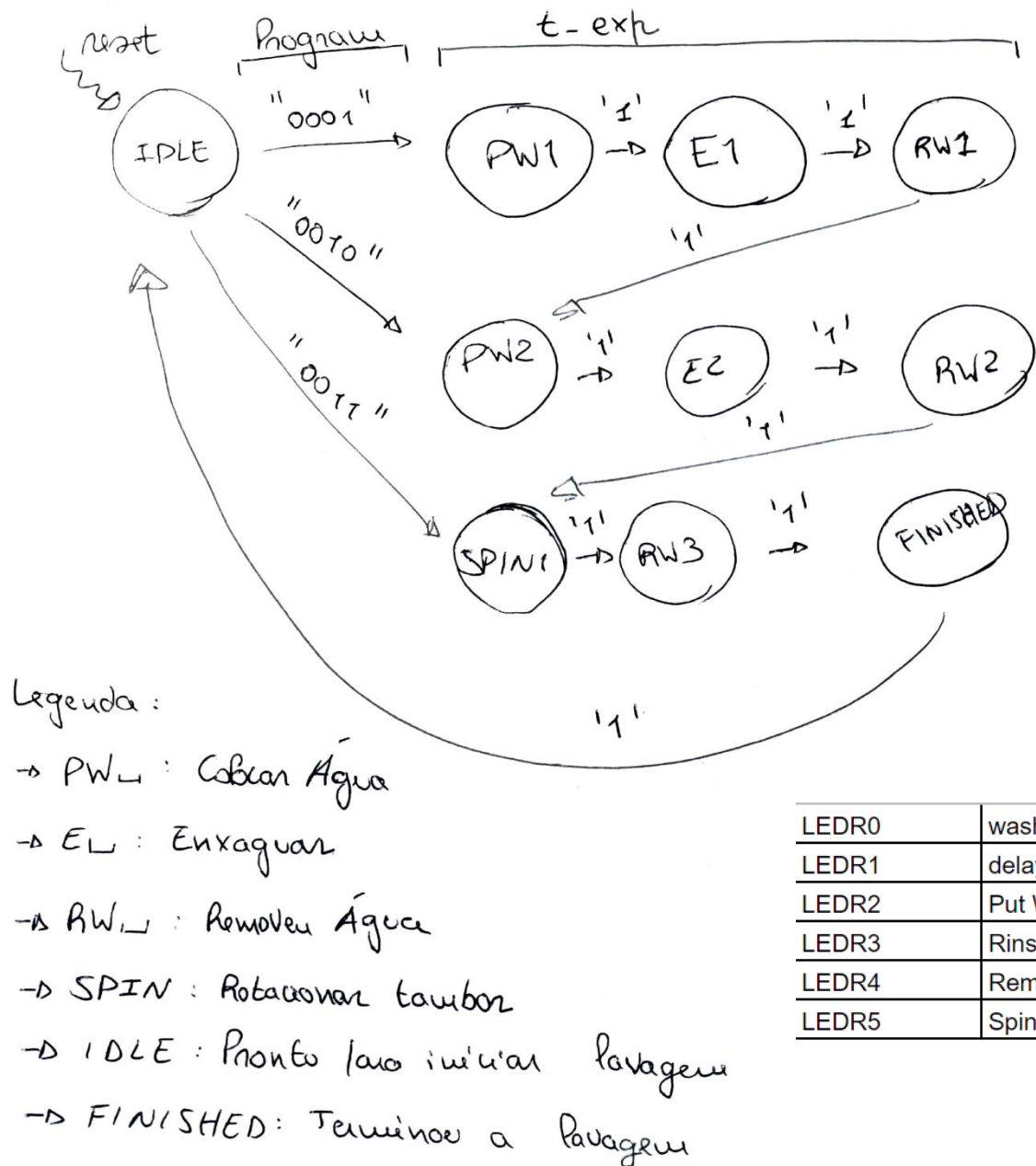


Implementação:

Os conjuntos FSM-timer funcionam pelo mesmo princípio. Quando há algo a executar durante determinado tempo, esse valor é carregado para o timer, que emite um sinal quando o tempo expirar, fazendo a FSM avançar para o próximo estado.

A execução de cada etapa é simbolizada acendendo o led respectivo do aparelho a controlar, estando o mapeamento dos LEDR apresentado na tabela.

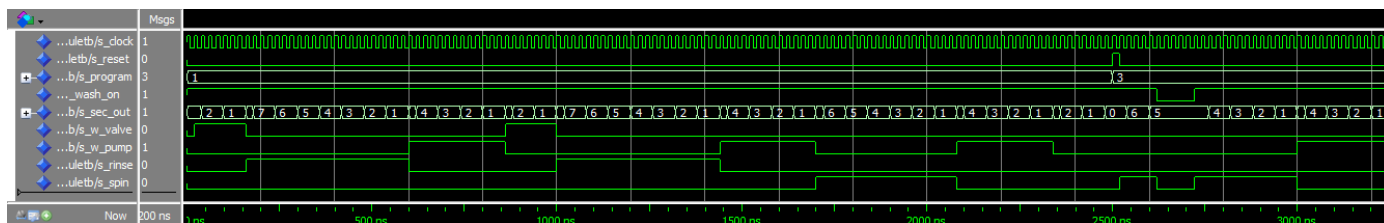
Abaixo mostra-se o diagrama de estados da WashFSM, que controla o ciclo de lavagem:



Nota: Oculta-se no diagrama a possibilidade de, em qualquer estado, pausar a lavagem, desligando o parâmetro wash_on, para simplificar a visualização.

Validação:

Para verificar o funcionamento da máquina de estados correspondente ao ciclo de lavagem procedemos à sua simulação através do software ModelSim, recorrendo a uma TestBench, cujo resultado se apresenta abaixo:



Nota: Para facilitar a simulação, foi diminuído o parâmetro de desmultiplicação de clock de 50.000.000 para 3.

Manual do Utilizador:

Operação:

O utilizador tem a possibilidade de escolher uma combinação a partir das seguintes opções: 3 programas, 3 temperaturas, 2 velocidades de rotação do tambor (spin) e inicialização imediata ou diferida (com 60 segundos de atraso).

Durante a escolha das opções, a máquina apresenta os tempos de lavagem respetivos. O seu menu está a seguir descrito, pela mesma ordem:

Escolha do Programa:

Nos displays mais à esquerda são mostradas as opções do programa

P1 - Lavagem Completa: (meter água, enxaguar, remover água) x2 , spin e remover água;

P2 - Pré-Lavagem: meter água, enxaguar, remover água, spin e remover água;

P3 - Extra-Spin: spin, remover água;

Enquanto nos 4 displays à direita se mostra **P r o g**.

Escolha de Temperatura:

TP00 - Lavagem a frio

TP40 - Lavagem a 40°C

TP60 - Lavagem a 60°C

Escolha do modo de Rotação:

SP01 - Rotação nível 1

SP02 - Rotação nível 2

Em cada item do menu é possível iterar pelas opções carregando em CYCLE(KEY(2)). Quando escolhida a opção desejada, basta pressionar ACTION(KEY(1)) para avançar no menu.

Nota: Sempre que apertado o botão de RESET(KEY(0)), a máquina volta a este estado inicial.

Antes da lavagem ser iniciada, é mostrado nos displays a designação **Start** ; escolhe-se agora o modo de operação da máquina. Pressionando ACTION, a máquina começará imediatamente o ciclo de lavagem mostrando **Stop**. Pressionando antes CYCLE, a máquina entrará em modo de inicialização diferida, mostrando **Delay**.

Nota: Para a lavagem iniciar, é necessário a que porta esteja fechada (SW(0) a '1');

Se, em algum momento da lavagem, a porta da máquina for aberta, a lavagem será colocada em pausa, mostrando-se **cont**. Também é possível fazê-lo manualmente pressionando ACTION.

Para sair do modo de pausa a porta deve estar fechada e ser pressionado ACTION.

A máquina apresenta ainda o tempo que falta para iniciar a lavagem (inicialização diferida) ou o tempo que falta para acabar a lavagem, nos displays centrais.

Quando a lavagem é finalizada, a máquina aguarda 2 segundos e volta ao menu inicial, pronta a iniciar um novo ciclo de lavagem.

Conclusão:

Podemos afirmar que o desafio apresentado foi superado, visto que criamos uma “máquina de lavar” que responde às principais necessidades e especificações da atualidade. Consideramos que a mudança na arquitetura proposta, a implementação de um menu, foi bastante positiva, pois facilitou a interação utilizador-máquina, permitindo dar uma melhor resposta ao problema inicial.