

Máquina de venda de cafés

Laboratório de Sistemas Digitais

Projeto nº 5 Turma P9

Miguel Cabral (93091), João Silva (89333)

miguel.f.cabral@ua.pt , joaogoncalo@ua.pt

Departamento de Eletrónica, Telecomunicações e Informática

Universidade de Aveiro

2018/2019



Conteúdo

Introdução	3
Arquitetura	3
Implementação	5
Validação	6
Conclusão	6

Introdução

O objetivo deste projeto era implementar em VHDL uma máquina de venda de cafés, com 4 produtos que o comprador pode escolher: Café Curto (0,30€), Café Longo (0,30€), Chocolate Quente (0,50€) e Cappuccino (0,45€).

A máquina aceita moedas de 5,10,20,50 cêntimos que são inseridas através da KEYS, KEY0 corresponde a 5 cêntimos, KEY1 a 10 cêntimos, KEY2 a 20 cêntimos e KEY3 a 50 cêntimos. A escolha de cada produto é feita através dos switches, SW0 corresponde ao café curto, SW1 corresponde ao café longo, SW2 corresponde ao chocolate quente e o SW3 que corresponde ao cappuccino.

Quando o utilizador escolhe um produto esse valor é mostrado nos displays de 7 segmentos, no formato €€,cêntimos cêntimos, podendo a escolha ser alterada antes de efetuar a inserção de moedas, quando estas são inseridas o valor é atualizado nos displays correspondendo ao montante em falta, ou caso o valor inserido seja superior ao do montante em falta será mostrado o troco a piscar a uma frequência de 10 Hz. Quando o switch do produto é colocado para baixo o troco e o produto são levantados e o processo reinicia-se.

Em conformidade com o que foi pedido este projeto foi dividido em 3 fases distintas:

- Fase 1 - A máquina não dá troco e o produto é levantado quando o switch do respetivo produto é colocado para baixo. Quando o montante é superior ou igual ao valor do produto aparece “00,00”, nos displays e um led verde acende durante 3 segundos .
- Fase 2 - A máquina dá troco, este deve aparecer a piscar no display de 7 a uma frequência de 10 Hz.
- Fase 3 – A máquina tem limitações no troco, inicialmente o valor é de 50 cêntimos em moedas de 5 cêntimos. O número de moedas aparece num array de leds vermelhos(LED0..9)). Quando não existirem moedas suficientes para o troco o valor de troco em falta aparecerá no display e o sistema fica bloqueado. Quando é ligado o SW3 troco volta a encher e o sistema é desbloqueado e o dinheiro entregue.

Arquitetura

O ficheiro top – level do sistema integra dois módulos principais: controlpath (productFSM.vhd) e datapath (CoffeeMachine.vhd).

A FSM principal do sistema (productFDM.vhd) descrita na figura 1 vai controlar todo o sistema dando os enable às máquinas de estado dos 4 produtos dependendo dos estados dos interruptores SW, cada FSM destas vai ser influenciada pela introdução das moedas que é feita através das KEYS que vão passar aos estados correspondentes, até chegar aos estados de troco e enviar o respetivo troco para os displays de 7 segmentos.

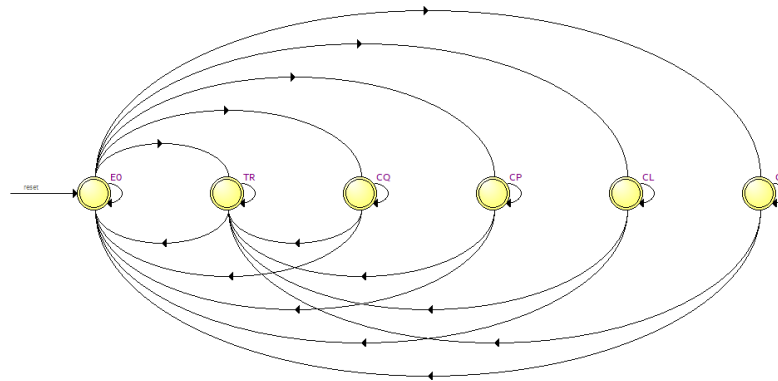


Fig1 – diagrama da controlpath

A arquitetura do datapath da fase 2 visualizada na figura 2 pode ser resumida em:

- Leitura de dados e respetiva seleção;
- Validação;
- Conversão e exibição dos dados nos displays.

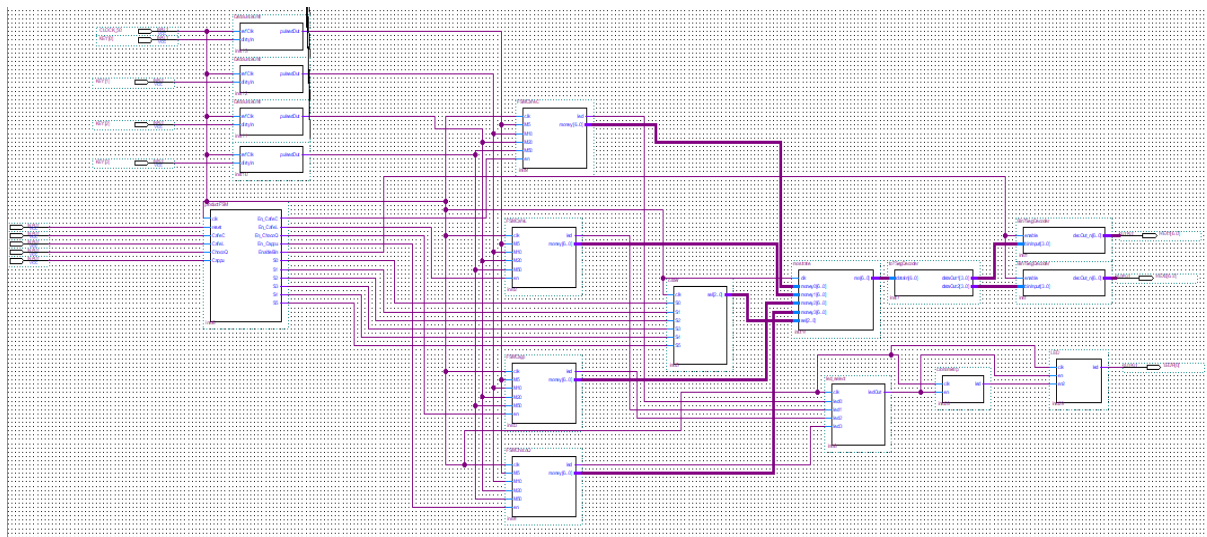


Fig2 – diagrama da arquitetura da datapath fase 2

Devido à dimensão do diagrama da fase 3 este encontra-se em anexo no pdf :“diagrama”.

São usados debouncers na leitura dos dados para que o sinal saia contínuo, os produtos são introduzidos no módulo productFSM que vai ativar a respetiva FSM do produto escolhido e permitir a entrada das moedas, o preço do produto e a respetiva atualização face à introdução da respetiva moeda são visualizados no display. A escolha do valor visualizado no display é feita através de um multiplexer, este valor é apresentado a piscar a uma frequência de 10 Hz, para tal é utilizado um temporizador que é ativo quando o led acende, ou seja quando o valor do troco é mostrado. O temporizador vai dar enable ao módulo “pi” que irá desligar o display a cada 0,1 segundos.

É também utilizado um módulo para fazer a seleção do led a saída deste irá ligar ao enable de um temporizador que ativa o led durante 3 segundos e desliga-o ou é desligado automaticamente quando o switch é baixado.

Existe também um módulo de conversão de palavras unsigned de 7 bits para BCD, para que estas sejam passadas para o display de 7 segmentos.

Implementação

Nesta secção iremos explicar o que faz cada entidade.

A entidade *Debounce* é a fornecida nas aulas, O nosso debouncer é um shift-reg

Temos depois uma máquina de estados (*productFSM*) que irá escolher o produto através do SW(0) ao SW(3), mas quando dois ou mais são seleccionados os displays de 7 segmentos mostrarão --,--.

Após a escolha do produto temos 4 máquinas de estado que estão instanciadas abaixo (fig3 a 5) de para cada produto, que terá como input as Keys 0 a 3, correspondentes às moedas (5, 10, 15 e 20 respetivamente) e o preço que cada produto custa, ou falta pagar, assim como uma saída que irá ativar o conjunto de blocos do parágrafo seguinte.

A entidade *code* é um encoder que recebe o estado da *productFSM* e vai ter a saída ligada ao mux que escolherá o valor do dinheiro correspondente ao produto.

Teremos depois um conjunto de blocos que são ativos por uma saída ligadas às máquinas de estados dos produtos que ativa um temporizador que está ligado a um contador, que, por sua vez, acende um LED por 3 segundos.

Para o display piscar com o troco, implementámos um temporizador que fará o display piscar a uma frequência de 10 Hz (0.1s), para isso ligámos o enable do temporizador ao Bin7SegDecoder.

Temos também uma ROM e um Register para a fase 3 que vão funcionar em paralelo de modo a que o valor dos LEDR's seja atualizado à medida que o troco também o é, sendo no início de 10 moedas de 5 centimos, deste modo criámos um enable inicial na ROM que guarda o primeiro valor de troco este enable é depois desativado e o valor do troco guardado no Register que vai entrar na ROM e assim atualizar o valor. Quando o reset é ligado o valor das moedas será novamente 10.

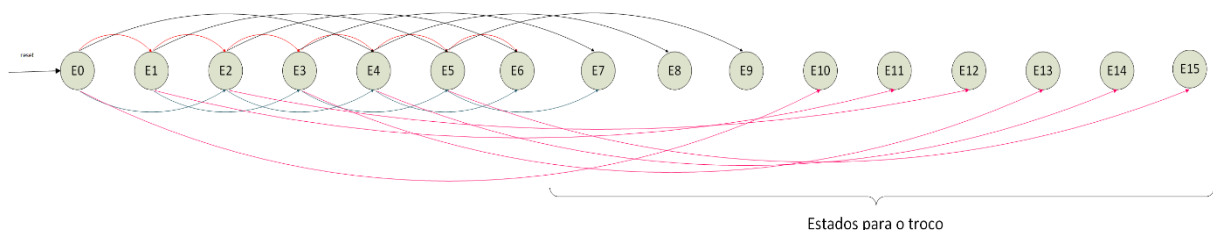


Fig3– Máquina de estados Café Curto e Longo

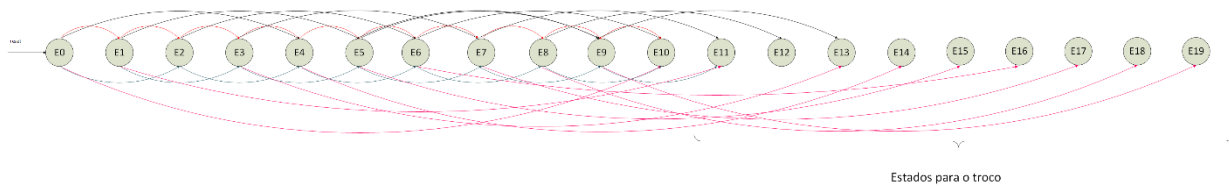


Fig4 – Máquina de estados Chocolate Quente

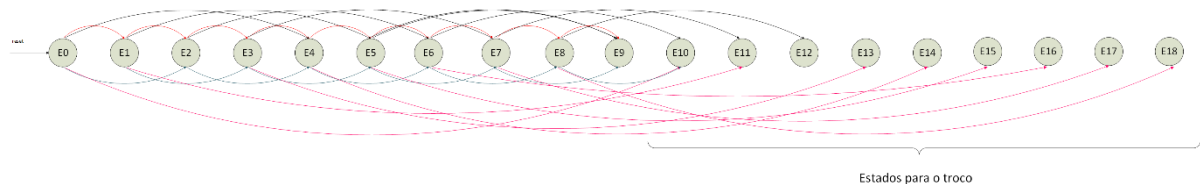


Fig5 – Máquina de estados Cappuccino

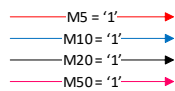


Fig6 – Legenda das Máquinas de estado

Validação

Para validação usámos waveform (.vwf).

Conclusão

As duas primeiras fases do trabalho foram completadas corretamente, a fase 3 com diversos problemas de funcionamentos estando apenas parcialmente completa. Testámos todas as funcionalidades das fases que realizámos e estão todas funcionais. Nenhum dos requisitos para ter mais de 17 foi cumpridos.

Divisão do trabalho:

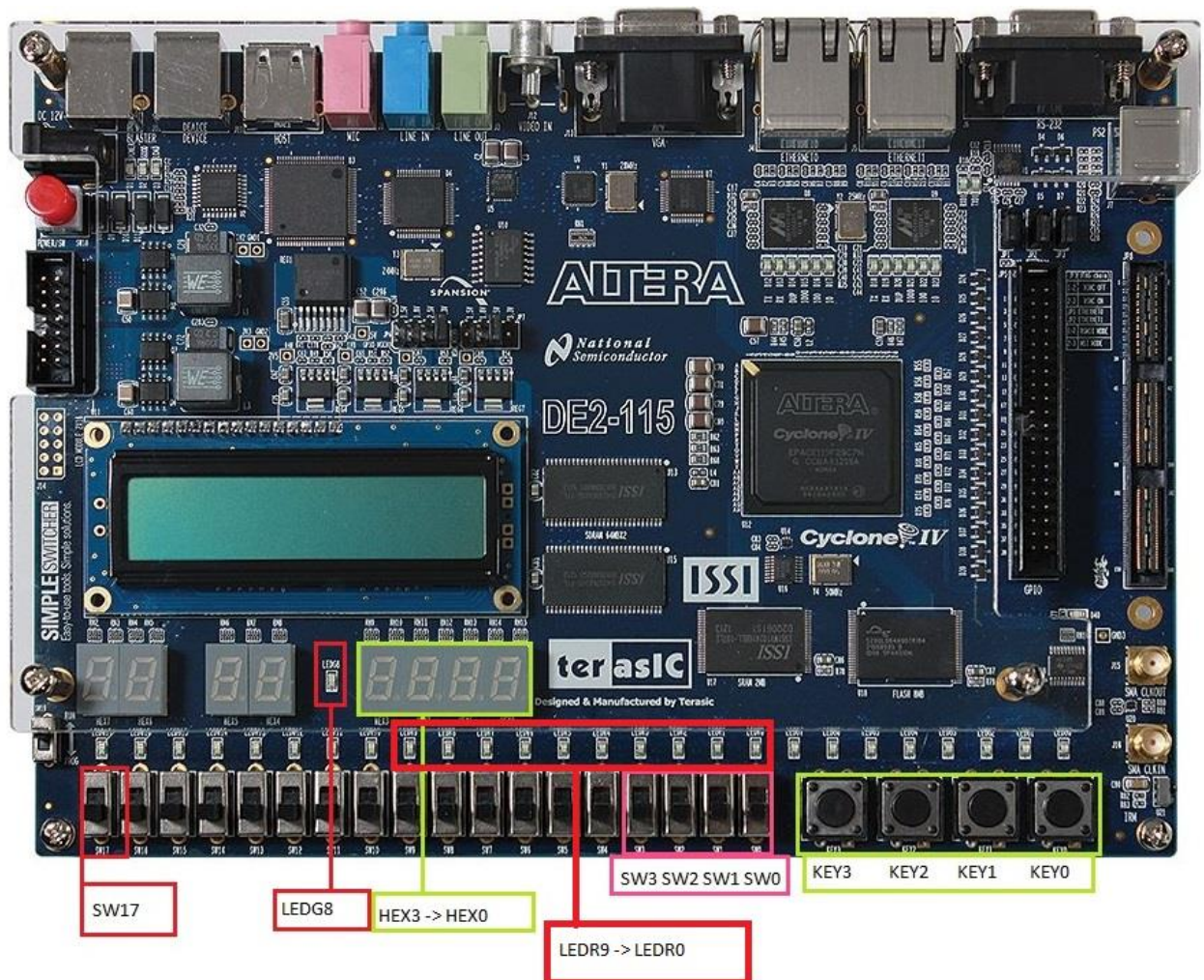
Miguel Cabral (50%)

- Criação de máquinas de estados e o respetivo código VHDL;
- Criação do Datapath.
- Criação da ROM.
- Criação da Controlpath.

João Gonçalo Silva (50%)

- Contagem das moedas, dinheiro e troco.
- Código VHDL das máquinas de estados.
- Temporizadores.
- Ficheiros bdf.

Manual de Utilizador



SW17 - Switch de reset do troco (50 centimos);

SW3 –Cappuccino;

SW2- Chocolate Quente;

SW1-Café Longo;

SW0-Café Curto;

KEY3-Moeda de 50 cêntimos;

KEY2-Moeda de 20 cêntimos;

KEY1-Moeda de 10 cêntimos;

KEY0-Moeda de 5 cêntimos;

LEDS de 9 a 0 – Troco disponível;

LEDG8 – Indica o café a ser tirado;

HEX de 3 a 0 – Preço/troco €€,cc (euros, cêntimos).

Funcionamento

- 1- O utilizador terá que primeiro escolher o café que pretende tirar, e colocar o dito switch para cima.
- 2- O preço do café será mostrado, notando que este irá diminuir consoante as moedas colocadas, mostrando o valor que falta introduzir para o café ser tirado.
- 3- Após colocar as moedas, o visor irá piscar com o valor do troco enquanto o LEDG8 está ativo.
- 4- O troco será levantado e o valor voltará ao seu display normal.

NOTAS:

- 1- Caso a máquina não tenha troco o visor demonstrará o seguinte --,-- sendo necessário colocar o SW17 para cima para fazer com que o troco seja levantado e o restante dinheiro fique disponível.
- 2- Caso dois produtos estejam escolhidos ao mesmo tempo o visor mostrará também --,-- para resolver este caso terá de levantar somente um switch.