



universidade de aveiro
theoria poiesis praxis

Departamento de Eletrónica, Telecomunicações e Informática

Curso: [8240] Mestrado Integrado em Engenharia de Computadores e Telemática

Disciplina: [40333] Laboratório de Sistemas Digitais

Ano letivo: 2013/2014

RELATÓRIO MINI-PROJECTO

Máquina de Cafés do DETI

Autores:

[69764] Rúben Miranda

[68779] Rui Oliveira

Turma:

P6

Docente:

Professor Augusto Silva

Data:

domingo, 1 de junho de 2014

1. Introdução

No âmbito da disciplina de Laboratório de Sistemas Digitais foi-nos proposto desenvolver um projeto que simulasse uma máquina de venda que tivesse no mínimo três produtos de diferentes preços e que aceitasse pelo menos quatro tipos de moedas, realizando trocos e afixando nos displays do kit DE2-115 o montante introduzido e o produto selecionado. Assim sendo, com este projeto pretendemos atingir os seguintes objetivos:

- Desenvolver e aprofundar conhecimentos relacionados com a linguagem de descrição de hardware - VHDL;
- Utilizar e manipular componentes do kit de desenvolvimento, entre os quais: LEDs, displays de 7 segmentos, interruptores e botões;
- Projetar e implementar em VHDL cinco máquinas de estados, correspondentes aos diferentes tipos de produtos disponibilizados pela máquina e ao troco.
- Utilizar divisores de frequência implementados em VHDL;
- Simular uma máquina de cafés através do kit DE2-115 da Altera.

Com o intuito de cumprir os objetivos acima descritos e de alargar os nossos conhecimentos relativamente a esta unidade curricular, fizemos algumas alterações às especificações propostas. Tais alterações residem essencialmente no número de produtos disponíveis, na possibilidade de simular a quantidade de açúcar a introduzir no produto e na criação de um sistema que permite gerir quais as moedas lançadas pela máquina na devolução do troco.

Assim sendo, a máquina por nós desenvolvida permite escolher entre quatro produtos que estão especificados na tabela abaixo, bem como o seu respetivo preço em cêntimos.

Identificação (HEX3)	Produto (unidade)	Preço (cêntimos)
A	Café expresso longo	40
B	Cappuccino	60
C	Chocolate quente	100
D	Galão descafeinado	120

As moedas aceites pela máquina serão apenas de quatro tipos, correspondendo a: 0,10€, 0,20€, 0,50€ e 1,00€.

2. Arquitetura

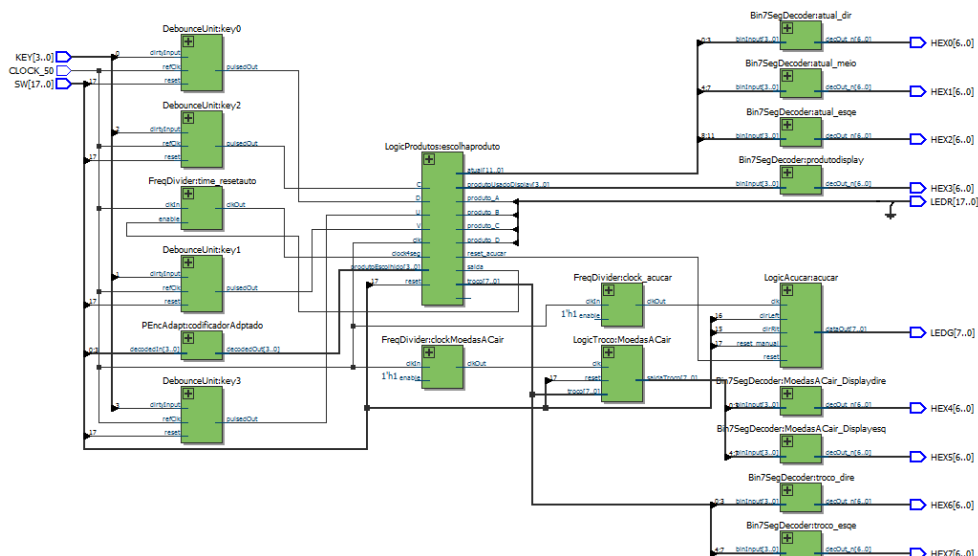


Figura 1 RTL Viewers

A figura acima representa todos os blocos interligados do nosso projeto. O bloco principal é o ficheiro “LogicProdutos.vhd” que possui a descrição de todas as máquinas de estados correspondentes a cada produto disponível. Este módulo é o mais importante, uma vez que efetua ligações com quaisquer uns dos outros. Para a visualização dos valores pretendidos nos displays usámos o bloco “Bin7SegDecoder.vhd” (este aceita valores em binário de 4 bits). Outro bloco implementado é o “LogicAcucar.vhd” que possibilita a simulação da quantidade de açúcar a introduzir no café selecionado. Usámos também três blocos “FreqDivider.vhd” que permitem manipular um clock com uma frequência pré-definida. Para a introdução de moedas através das KEYS utilizámos o bloco disponibilizado no site da u.c. – “DebounceUnity.vhd”. Para finalizar, criámos o bloco “LogicTroco.vhd” que nos permite visualizar as moedas devolvidas durante o troco.

3. Implementação

▪ Máquinas de estado

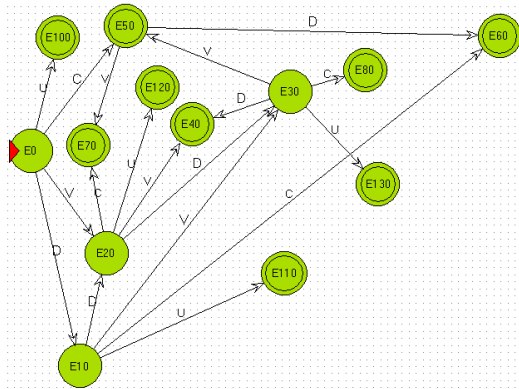


Figura 2 Diagrama de estados do produto de 40 centimos

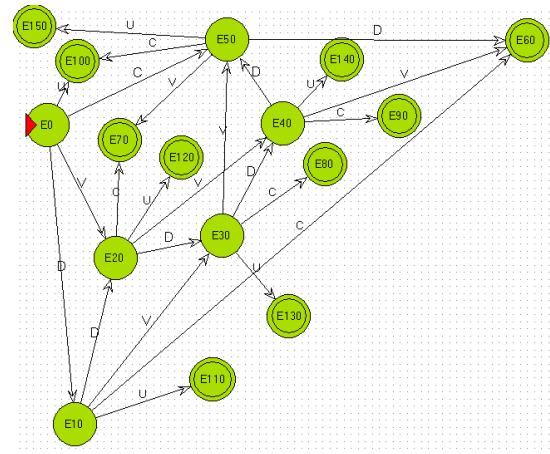


Figura 3 Diagrama de estados do produto de 60 centimos

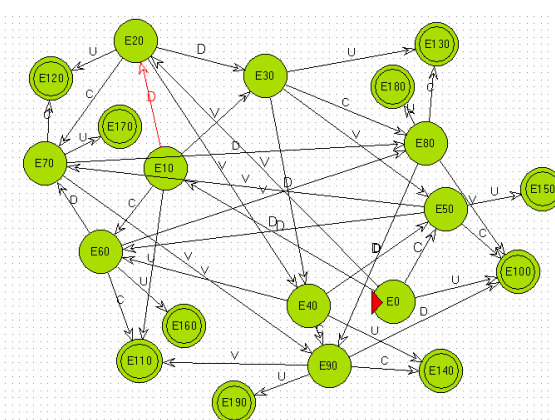


Figura 4 Diagrama de estados do produto de 100 centimos

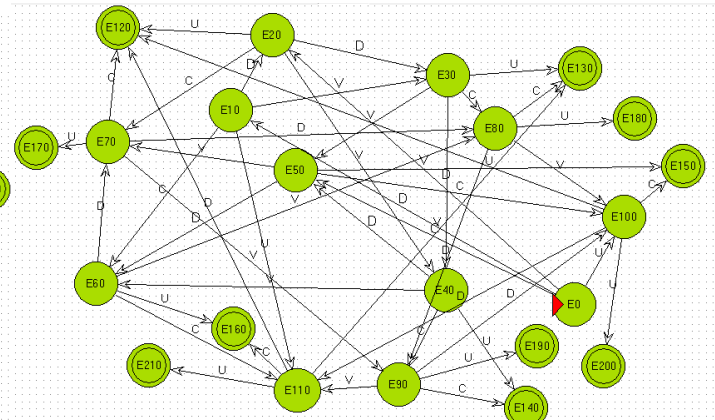
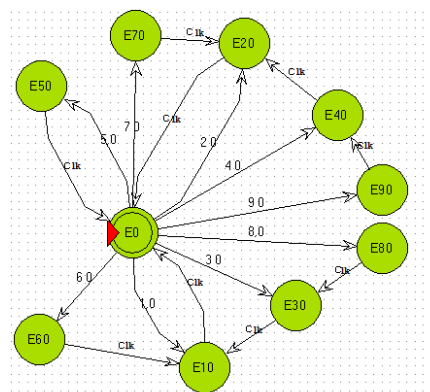


Figura 5 Diagrama de estados do produto de 120 centimos

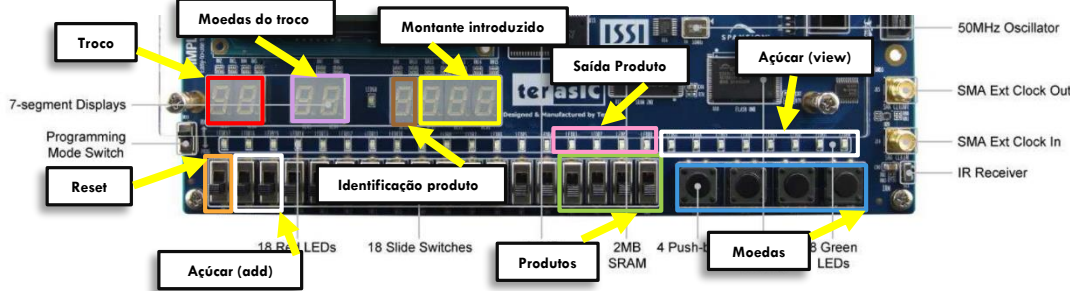
Legenda: D – moeda de 10 centimos; V – moeda de 20 centimos; C – moeda de 50 centimos; U – moeda de 100 centimos

▪ Máquina de estados implementada no módulo “LogicTroco.vhd”



Legenda: clk- transição de clock; 10,20,30,40,50,60,70,80,90: troco recebido proveniente da máquina do produto escolhido

▪ Ligações a periféricos do kit da Altera



- Elementos do kit usados neste projeto: 4 push-button (KEY), 4 slide switches (SW), 5 seven-segment Displays (HEX), 50MHz Oscillator, 8 Green LEDs, 4 RED LEDs;
- **Introdução de moedas**, KEY's da esquerda para a direita (azul): 10 cêntimos - KEY(0); 20 cêntimos - KEY(1); 50 cêntimos - KEY(2); 100 cêntimos KEY(3)
- **Escolha do produto**, SW da esquerda para a direita (verde): Café expresso longo (40 cêntimos) - SW(0); Cappuccino (60 cêntimos) - SW(1); Chocolate quente (100 cêntimos) - SW(2); Galão descafeinado (120 cêntimos) - SW(3)
- **Reset**, apenas funcional com produto escolhido: SW(17)
- Visualização do **montante introduzido até ao momento**, em cêntimos (amarelo): HEX0, HEX1, HEX2
- Visualização do valor de **troco a receber**, em cêntimos (vermelho): HEX6 e HEX7
- **Moedas recebidas no troco** (lilás): HEX4 e HEX5
- Simulação da **saída de produto** assinalada através da ativação de um LEDR (rosa): 40 cêntimos: SW(0) \Rightarrow LEDR(0); 60 cêntimos: SW(1) \Rightarrow LEDR(1); 100 cêntimos: SW(2) \Rightarrow LEDR(2); 120 cêntimos: SW(3) \Rightarrow LEDR(3);
- **Controlador de açúcar** (branco): SW(16) – aumentar ; SW(15) – diminuir ; LEDG (7 donwto 0)- visualização da quantidade de açúcar introduzido

Um dos aspetos da implementação que considerámos mais relevante consiste na introdução de um codificador de prioridade para a escolha dos produtos (quatro bits de entradas, três bits de saída - utilizadas como selecionador no módulo "LogicProduto.vhd"). A tabela abaixo permite observar o funcionamento de tal codificação. Outro aspeto que julgamos ser pertinente consiste na introdução de um *reset* automático, após a saída do produto, implementado com base num contador tal como descrito no bloco "LogicProduto.vhd".

SW(3)	SW(2)	SW(1)	SW(0)	Execução ¹
0	0	0	0	111
x	x	x	1	000
x	x	1	0	001
x	1	0	0	010
1	0	0	0	011

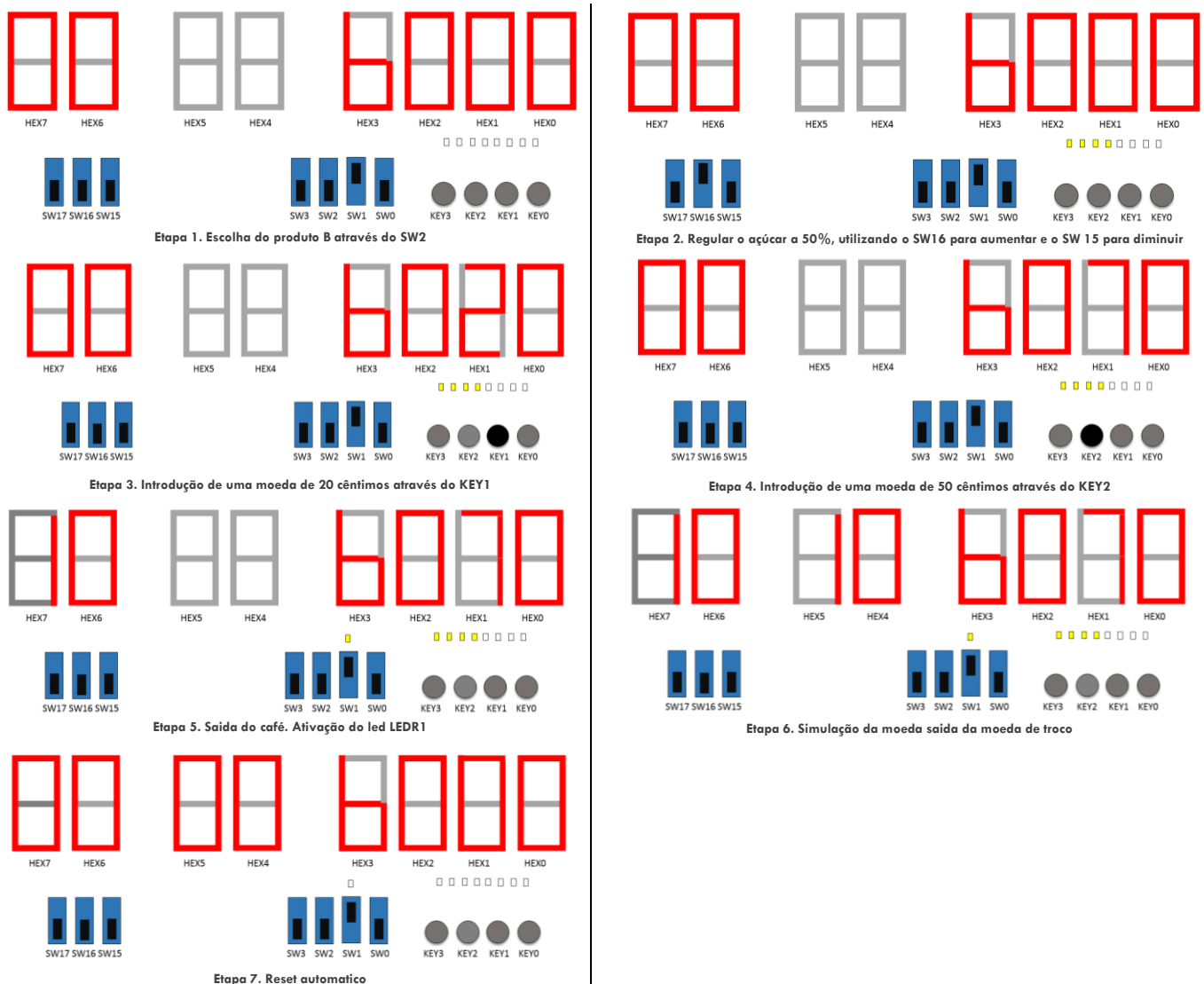
4. Validação

Para efeitos de simulação e depuração do nosso projeto utilizámos a placa do kit DE2-115, e também os ficheiros² de "TestBench_LogicProdutos.vhd" e "TestBench_LogicTroco.vhdl", usados e compilados no ModelSim do Quartus II.

¹ Permitirá ativar a entrada "produtoEscolhido" no módulo "LogicProduto.vhd" e assim ativar a máquina de estado correspondente ao tipo de café a escolher.

² Enviados juntamente com o projeto principal.
Laboratório de Sistemas Digitais

- **Resultados obtidos após execução:** produto B: cappuccino 60 centavos; moedas a introduzir: 50, 20; introdução de açúcar (50%)



5. Conclusão

Chegado ao final deste relatório, é nossa intenção efetuar uma retrospectiva da evolução do mesmo, tendo em conta os problemas que nos deparámos, objetivos e principais metodologias utilizadas. Assim sendo, pensamos que todos os objetivos propostos foram atingidos. Embora tenhamos implementado o módulo “LogicTroco.vhd” com base numa máquina de estados, tencionávamos também utilizar uma RAM que nos permitisse guardar e manipular o número de moedas que a máquina possuía, e respetivas moedas de troco que iriam ser lançadas.

Este trabalho permitiu-nos desenvolver capacidades no âmbito da planificação e desenvolvimento de um projeto, bem como aplicar os conhecimentos adquiridos nesta unidade curricular.