

Projeto Final nº 5 - Máquina de Vendas

Laboratórios de Sistemas Digitais

Departamento de Eletrónica, Telecomunicações e Informática
Universidade de Aveiro

- António Domingues 89007
- Rui Santos 89293

Introdução

Este documento foi feito no seguimento de um programa, escrito em linguagem VHDL, criado com o propósito de modelar, simular e testar numa FPGA uma unidade de controlo de uma máquina de vendas assumindo que a máquina tem disponíveis 3 produtos.

Neste relatório vão ser descritos as especificações do sistema, arquitetura detalhada, abordagem faseada de desenvolvimento e validação, divisão do trabalho entre os dois elementos do grupo e conclusão.

- A máquina deverá aceitar moedas de 10, 20, 50 cêntimos e de 1 euro que vão ser introduzidas através dos quatro botões.
- A escolha dos 3 produtos é feita através dos interruptores do kit e os respetivos preços estão apresentados na seguinte tabela:

Produtos Disponíveis	Preço	Quantidade Inicial
Produto 1	40 cêntimos	5
Produto 2	70 cêntimos	5
Produto 3	1.2 euros	5

- A máquina dá troco e o seu valor deve ser mostrado inicialmente nos displays de 7 segmentos e posteriormente no display LCD.
- Não existe limite de moedas, tanto da parte do utilizador como da máquina ao dar o troco.
- Inicialmente a quantidade armazenada de cada produto é cinco, devendo ser mostrada em três displays de 7 segmentos, um para cada produto.
- Sempre que sair um produto este deve ser assinalado por meio de um LED que deve estar ligado durante 3 segundos.
- Deverá existir um botão de RESET global que coloca a máquina nas condições iniciais.

Implementação

A implementação deste trabalho será baseada em máquinas de estados finitos e será seguida uma estratégia faseada de desenvolvimento (modelação, simulação e teste), de acordo com as fases a seguir descritas.

Fase 1

A máquina é feita de acordo com as especificações já referidas sendo que ainda não dará troco. O utilizador escolhe o produto e assim que inserir o número de moedas suficientes, o produto sai. O LED indicador da saída do produto é ligado durante 3 segundos.

Fase 2

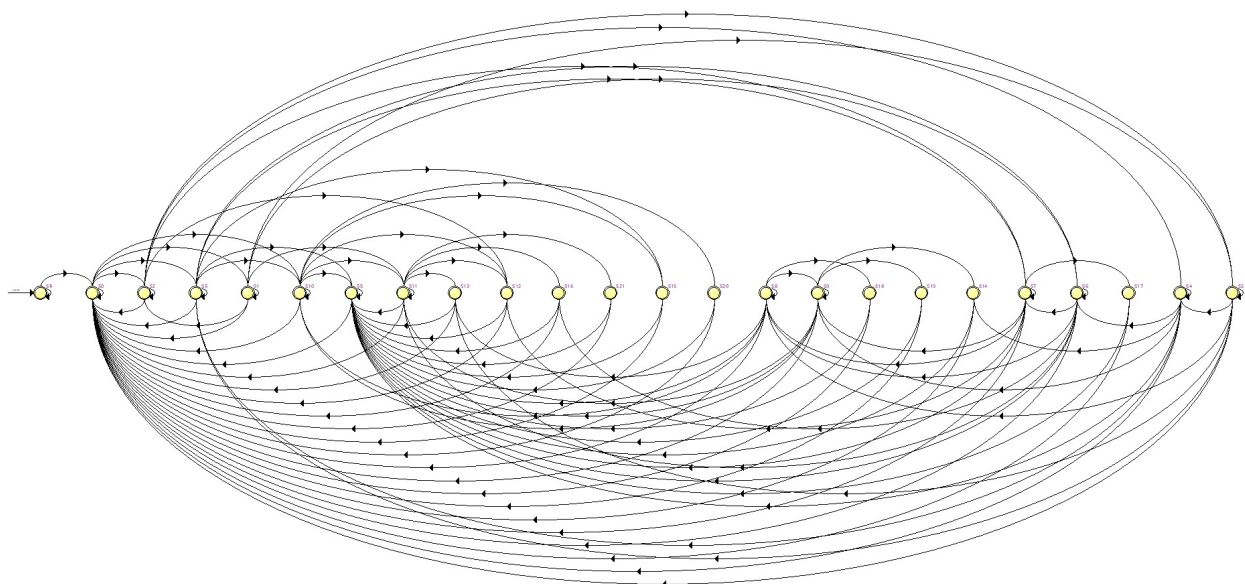
Tendo concluído a fase 1, é implementada agora a funcionalidade da máquina dar troco. O valor do troco é apresentado nos displays de 7 segmentos. Como exemplo, no caso de o utilizador ter escolhido o Produto 2 e ter inserido uma moeda de 1 Euro, deverá aparecer 30 nos displays. Se não houver troco deverá ser escrito 00. O troco nunca será superior a 90 cêntimos.

Fase 3

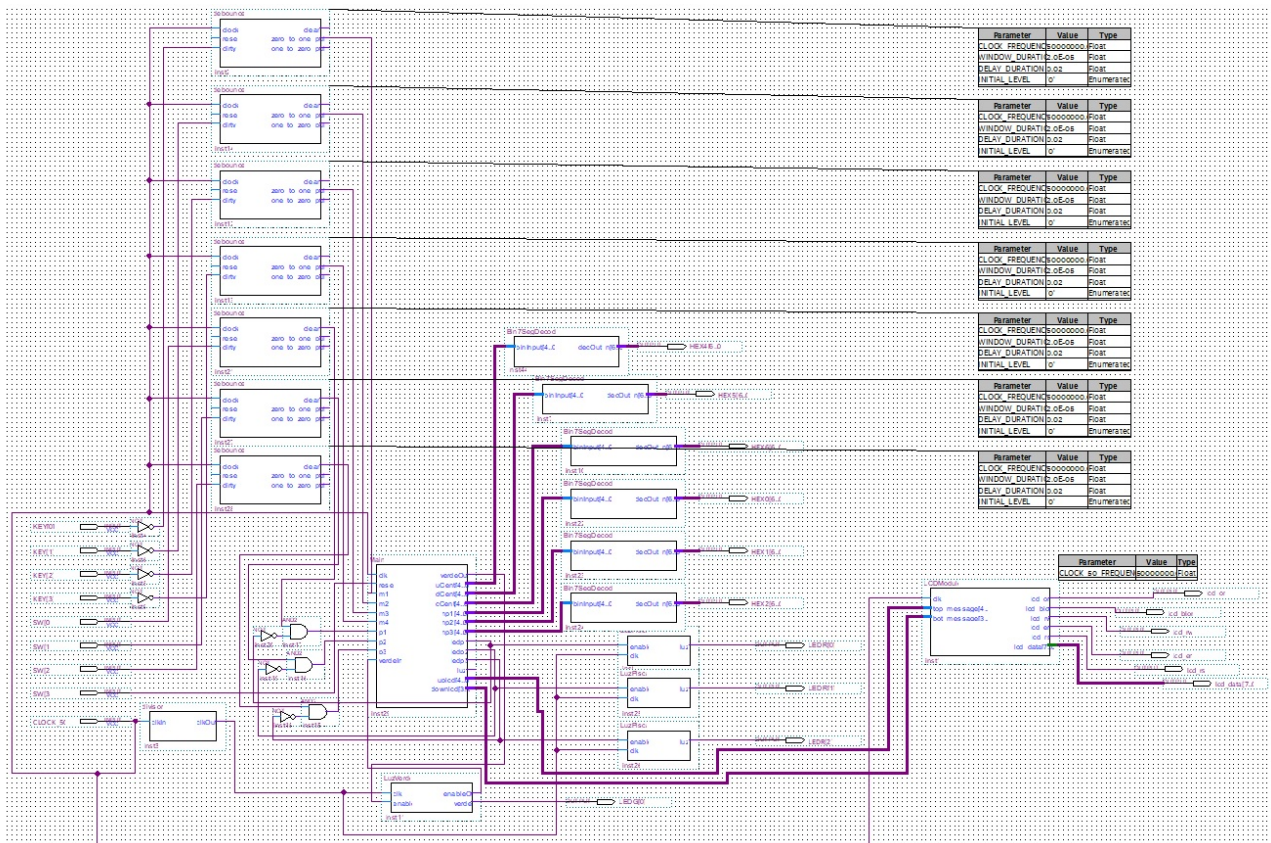
Nesta fase a máquina deve mostrar o número de unidades armazenadas de cada produto. Inicialmente o valor 5 deverá ser colocado em três displays de 7 segmentos e à medida que um produto é comprado, o valor deverá ser decrementado de 1 unidade. Quando atingir o valor 0, o LED correspondente a este produto deve piscar à frequência de 1Hz.

Fase 4

Após concluir todas as fases anteriores, a visualização do valor introduzido, troco e número de produtos será implementada no LCD. Na linha superior do LCD será apresentado a quantia introduzida em euros e, sempre que sair um produto a linha deverá apresentar o troco. Na linha inferior serão apresentadas a quantidade de produtos restante quando o mesmo estiver selecionado. Deverá aparecer uma linha vazia quando nenhum produto estiver selecionado ou quando a quantidade restante fôr 0.



Arquitetura



- **Main** - Neste bloco é onde se encontra definido o Control Path através de uma máquina de estados que, dependendo da interação do utilizador com os botões e interruptores vai mudar para o estado mais adequado e de acordo com o mesmo envia instruções para o Data Path. Esta máquina é definida por 22 estados que correspondem ao valor introduzido pelo utilizador, 1 estado de RESET e 1 estado onde ocorre a saída do produto e a ligação do Led verde. Um sinal a '1' é enviado para o bloco "LuzVerde" e o "Main" vai ficar neste estado até receber um sinal deste bloco que indica que os 3 segundos em que o Led está aceso já passaram. Quando o sinal de RESET estiver a '1' este bloco irá mudar todos os valores iniciais e só obedecerá às interações do utilizador quando este sinal estiver a '0'. Quando um produto acabar enviará um sinal para o bloco "LuzPisca" para que seja mostrado um Led que pisca. Este sinal será também negado e enviado para um AND2 onde também entra o interruptor do produto correspondente. Isto permitirá com que, quando o produto acabar, o sinal correspondente que entra na Main fique sempre a 0.
- **LuzVerde** - Quando recebe um sinal '1' fará com que a um contador, com valor inicial 0, seja incrementado 1 sempre que houver rising_edge de um Clock de 1Hz. Durante estas adições um sinal '1' será enviado para um Led e quando o contador tiver o valor 3 o sinal enviado passará a ser '0', desligando o Led. Este sinal enviado será também recebido pelo bloco "Main" que ficará estático quando este sinal estiver a '1'.
- **LuzPisca** - Este bloco tem a funcionalidade de colocar, na Fase 3, LEDs vermelhos a piscar à frequência de 1Hz. Quando receber um sinal '1', sempre que houver rising_edge de um Clock de 1Hz haverá a negação de um sinal ligado a um Led. Isto fará o efeito pretendido sempre que um produto se esgota.

Divisão do Trabalho

O António Domingues fez os blocos “LuzVerde”, “LuzPisca”, LCD e os testes, contribuindo assim com 40%.

O Rui Santos fez a Arquitetura do projeto, o bloco “Main” e este relatório, contribuindo 60%.

O vídeo, diagrama de blocos e testes na FPGA foi feito em conjunto.

Conclusão

O trabalho atingiu todos os objetivos e especificações inicialmente definidas sendo que obteve algumas alterações na sua arquitetura. A intenção inicial era fazer um número inferior de estados com contadores para o troco e para o valor introduzido mas chegou-se à conclusão que seria mais simples e perceptível fazer um estado para cada valor introduzido possível, definindo em cada caso se iria sair o troco ou o valor introduzido no sinal comum. Foi desta forma criada uma máquina de estados do tipo Moore com 24 estados.

As fases anteriormente referidas foram seguidas e concluídas com sucesso obtendo assim uma máquina que segue todos os requisitos.