

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB  
Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas – DCET  
Colegiado do Curso de Ciências da Computação – CCComp  
Circuitos Digitais

**DOCUMENTAÇÃO DE UMA MÁQUINA DE VENDER SALGADOS  
EM VHDL PARA UMA PLACA FPGA**

Vitória da Conquista - BA  
Novembro de 2017

**Cássio Meira Silva**  
**Dionleno Silva de Oliveira**

**DOCUMENTAÇÃO DE UMA MÁQUINA DE VENDER SALGADOS  
EM VHDL PARA UMA PLACA FPGA**

Trabalho para avaliação da disciplina  
Circuitos Digitais, do curso de Ciências  
da Computação, Universidade Estadual  
do Sudoeste da Bahia - UESB,  
ministrada pelo prof<sup>a</sup> Marco Antonio  
Dantas Ramos, período 2017.1

Vitória da Conquista - BA  
Novembro de 2017

Esta documentação descreve o funcionamento do projeto de uma Máquina de Vender Salgados, codificada em VHDL para uma placa Altera FPGA Cyclone II modelo EP2C20F484C7.

### **Descrição da Máquina de Estados**

O funcionamento desse projeto foi particionado em estados de funcionamento que podem ser visíveis e invisíveis ao usuário. Na visão do usuário cada estado de funcionamento compõe o objetivo de realizar a compra de um salgado. Todo esse procedimento foi dividido nos estados: Inicial, Salgado, Estoque, Moeda, Final e Reiniciar.

O estado Inicial representa o momento em que a máquina se prepara para iniciar uma nova venda. Essa fase possui também a função de limpar qualquer informação de uma venda realizada anteriormente, como por exemplo o salgado selecionado e o saldo do cliente anterior.

Após a realização do início da máquina, o próximo estado é definido como Salgado, ou seja, é o momento no qual o cliente escolhe o produto que deseja comprar. Nesse estado a máquina aguarda uma confirmação do usuário para certificar-se que um produto foi escolhido e, então, passar para o estado Estoque. Contudo, nesse estado também é possível desistir da compra e reiniciar a máquina.

Dando continuidade, o estado Estoque possui a função de verificar a disponibilidade do produto escolhido anteriormente pelo cliente e a partir disso ele determina qual será o próximo passo da máquina, se ainda existir produto no estoque então a máquina irá para o próximo estado de realização da venda, caso contrário, a máquina passa para o estado Reiniciar, no qual começa um novo processo de venda. Além disso, esse estado é invisível para o usuário, ou seja, é um estado de transição para a máquina.

A partir do momento que houve a confirmação da disponibilidade de um produto escolhido pelo cliente no estado Estoque, a máquina automaticamente passa para o estado Moeda. Esse é o momento no qual o cliente irá inserir as moedas até que se complete o valor de custo do salgado. Na implementação do protótipo desse projeto foi determinado que houvesse uma confirmação para cada moeda inserida, entretanto para uma máquina real isso não seria necessário, já que um dispositivo poderia realizar essa função de detectar e emitir um sinal toda vez que uma moeda fosse inserida. A partir do momento que o saldo do cliente, que é composto do somatório das moedas inseridas, atingir um valor igual ou superior ao valor do salgado, a máquina irá transitar automaticamente para o estado Final. Na mesma lógica do estado Salgado, o estado Moeda, que também é visível, pode ser abortado pelo cliente enquanto o saldo for insuficiente, liberando assim as moedas inseridas por ele.

O estado Final possui a função apenas de mostrar o troco para o usuário, e aguarda um sinal de que o salgado e o troco foram liberados. Nesse momento a máquina passa para o estado Reiniciar.

No estado Reiniciar é o momento no qual a máquina se prepara para começar um novo processo de venda. Esse é o estado que é atingido por todos os estados descritos acima, com exceção do estado Inicial.

### **Componentes da Placa utilizados no projeto**

A placa FPGA Cyclone II possui 4 Push-button Switches que são utilizados nessa seguinte ordem: o KEY3 - é definido como o botão que altera as opções do produto selecionável; o KEY2 - tem a função de confirmar o salgado escolhido pelo cliente; o KEY1 - tem a função de confirmar a entrada de cada moeda inserida na máquina; o KEY0 - é o botão de resetar a máquina.

Essa placa também dispõe de 10 Toggle Switches, contudo foram utilizados apenas 4 desses: o SW9 - tem a função de iniciar a máquina para realizar uma nova venda, sua ativação é responsável por alterar o estado da máquina do Inicial para o Salgado; o SW8 - é responsável por enviar o sinal de liberação do Salgado e do Troco, sua ativação permite a máquina ir do estado Final para o Reiniciar; o SW1 e o SW0 - são definidos como os Bits de codificação para os tipos de moedas permitidas nessa máquina, a codificação "01" representa a moeda de R\$:0,25, a codificação "10" representa a moeda de R\$:0,50 e a codificação "11" representa a moeda de R\$:1,00, além disso, a codificação "00" não é reconhecida como uma moeda válida pela máquina.

Os LED's contidos na placa, e utilizados nesse projeto, são divididos nas cores vermelha e verde. Dentre os 10 LED's vermelhos disponíveis é utilizado o LEDR0 que possui a função de representar para o usuário quando a máquina não está operando e quando o salgado selecionado está indisponível no estoque. Dentre os 8 LED's verdes são utilizados o LEDG7 - para mostrar para ao usuário quando que ele está apto a continuar as operação de cada estado da máquina e os LEDG2, LEDG1 e LEDG0 para mostrar a codificação de cada estado em que a máquina se encontra: "001" - estado Inicial; "010" - estado Salgado; "100" - estado Estoque; "101" - estado Final; "000" - estado Reiniciar.

Após essa descrição dos componentes da placa utilizados, segue abaixo um explicação mais detalhada de como é realizada uma operação de compra nessa Máquina de Vender Salgados.

### **Descrição da compra de um produto na Máquina**

Ao iniciar todo o mecanismo da placa FPGA, a máquina começa no estado Inicial, e os Display's HEX3, HEX2, HEX1 e HEX0 estão desligados e os LED's LEDR0 e LEDG7 estão ligados. Além disso, os LED's LEDG2, LEDG1 e LEDG0 estão sempre representando a codificação de cada estado da máquina. No estado Inicial, a máquina fica aguardando o sinal de Iniciar, representado pelo Toggle Switch "SW9", que quando é ativado permite a máquina ir para o estado Salgado.

No estado Salgado, que é quando o usuário escolhe o item desejado, o

Display HEX3 representa o produto selecionado naquele instante, iniciando com o número 1 ele vai até o número 5 que são os tipos de salgados disponíveis nessa máquina. Os Displays HEX2, HEX1 e HEX0 possuem a finalidade, nesse momento, de mostrar o preço do salgado. Essa representação permite que cada display mostre um dígito do preço do salgado. Dessa forma, o HEX2 mostra o dígito da centena do preço, o HEX1 mostra o dígito da dezena do preço e o HEX0 mostra o dígito da unidade. Além disso, o LEDR0 está desligado e o LEDG7 está ligado. Nesse estado Salgado, a troca de cada tipo de salgado é feita pelo Push-button KEY3, que quando é pressionado troca a opção de produto selecionado. E para realizar a confirmação da escolha do Salgado foi escolhido o Push-button KEY2, que quando é pressionado permite a máquina ir para o estado Estoque.

No estado Estoque, que é um estado invisível e de transição, é verificada a disponibilidade do produto selecionado no estoque, se nessa verificação o resultado for positivo, então a máquina passa para o estado Moeda, caso contrário ela vai para o estado Reiniciar.

No estado Moeda, que é quando o usuário irá inserir as moedas necessárias para realizar a compra, o Display HEX3 continua representando o tipo do salgado escolhido pelo cliente e os demais Displays HEX2, HEX1 e HEX0 representam, nesse momento, o saldo do cliente inicialmente com 0. O LEDR0 permanece desligado e o LEDG7 continua ligado. As moedas são selecionadas pelos Toggle Switches SW1 e o SW0 que representam as moedas de 25 centavos, 50 centavos e 1 real. Além da seleção da moeda, é necessária a sua confirmação que é feita pelo Push-button KEY1. Assim toda vez que uma moeda for inserida o saldo é alterado e os Displays HEX2, HEX1 e HEX0 mostram esse valor. A partir do momento que esse saldo for maior ou igual ao valor do salgado, a máquina passa para o estado Final.

No estado Final, o Display HEX3 continua representando o salgado selecionado e os Displays HEX2, HEX1 e HEX0, nesse momento, passam a mostrar o troco do usuário. Os LEDR0 e o LEDG7 ficam desligados. O estado Final fica aguardando o sinal de que o salgado e o troco foram liberados, que é representado pelo Toggle Switches SW8. Após a ativação do sinal liberar, a máquina segue para o estado Reiniciar.

No estado Reiniciar, os Displays HEX3, HEX2, HEX1 e HEX0 ficam desligados, demonstrando para o usuário que o salgado e o troco foram liberados pela máquina. Além disso, os LEDR0 e o LEDG7 ficam ligados. Após esse procedimento, a máquina passa automaticamente para o estado Inicial, concluindo assim o processo de compra de um salgado.

Além do que foi descrito nesse processo de realização da compra de um salgado, os estados Salgado e Moeda, podem ser abortados pelo usuário a partir do pressionamento do Push-button KEY0 que reseta a máquina, levando-a diretamente para o estado Reiniciar.

**Pinagem dos componentes na placa FPGA Cyclone II modelo  
EP2C20F484C7**

clk 27 MHz - D12	iniciar - L2	reset - R22
contador - T21	confirmar_salgado - T22	confirmar_moeda - R21
liberar - M1	moedas[0] - L22	moedas[1] - L21
led_vermelho - R20	led_verde - Y21	
estado[0] - U22	estado[1] - U2	estado[2] - V22
Display HEX3	salgado[0] - F4	salgado[1] - D5
salgado[2] - D6	salgado[3] - J4	salgado[4] - L8
salgado[5] - F3	salgado[6] - D4	
Display HEX2	centena[0] - G5	centena[1] - G6
centena[2] - C2	centena[3] - C1	centena[4] - E3
centena[5] - E4	centena[6] - D3	
Display HEX1	dezena[0] - E1	dezena[1] - H6
dezena[2] - H5	dezena[3] - H4	dezena[4] - G3
dezena[5] - D2	dezena[6] - D1	
Display HEX0	unidade[0] - J2	unidade[1] - J1
unidade[2] - H2	unidade[3] - H1	unidade[4] - F2
unidade[5] - F1	unidade[6] - E2	