

Sistema de controle semafórico utilizando FPGA

Jeneffer Farias Bora¹, Marcelo Bittencourt do Nascimento Filho² e Osvaldo da Silva Neto³

Relatório apresentado para a disciplina de Dispositivos Lógicos Programáveis do curso de Engenharia de Telecomunicações, Instituto Federal de Santa Catarina - Campus São José

¹jeneffer.f@gmail.com

²marcelo.bn@aluno.ifsc.edu.br

³osvaldo.sn@aluno.ifsc.edu.br

Resumo:

Este relatório visa descrever todas as especificações de implementação de um controle semafórico. A implementação deste projeto é baseada no tráfego de carros e pedestres na região do bairro Praia Comprida. Este sistema tem por objetivo facilitar e tornar mais seguro o caminho de pedestre para os destinos Hospital Regional e Instituto Federal de Santa Catarina - SJ. O desenvolvimento e implementação do projeto foi feito em FPGA utilizando linguagem de descrição de hardware VHDL e implementado na placa FPGA DE2-115.

Palavras-chave: FPGA, VHDL, Semáforos, Máquina de estados, Projeto hierárquico;

1 Introdução

Com o objetivo de trazer para disciplina de Dispositivos Lógicos Programáveis o viés de extensão e implementação de solução para um cenário real este projeto se propõe a implementar um controle de semafórico na região do bairro Praia Comprida. Para tanto, foi realizada uma análise do sistema semafórico no entorno do campus São José. O projeto irá implementar três conjuntos de semáforos ao longo da Rua Adolfo Donato da Silva cada qual com seu objetivo de simplificar o trânsito local.

A primeira etapa do projeto foi realizar a análise do tráfego de trânsito na região e possíveis melhorias que poderiam ser implementadas. Os dados coletados nesta primeira etapa estão descritos no documento de especificações iniciais. Ao longo do projeto foi necessário adaptar e mudar algumas ideias propostas no documento de especificações que serão melhor descritas ao longo deste documento.

Este relatório é dividido em quatro seções. A primeira é referente a Introdução. A segunda relata todo o processo de desenvolvimento e funcionamento do projeto e simulações. Também especifica cada entroncamento do sistema e o conjunto de entroncamentos correspondentes à rua onde serão aplicados os

semáforos. A terceira seção especifica as mudanças realizadas nos semáforos implementados e, por fim, a quarta seção abordará as conclusões finais assim como futuras implementações no sistema.

2 Desenvolvimento

O projeto foi baseado de acordo com a Figura 1, onde foi desenvolvido os semáforos das regiões (também denominados de entrocamentos) 2, 3 e 4, cada um com características particulares de funcionamento que serão detalhadas no desenvolver do documento.

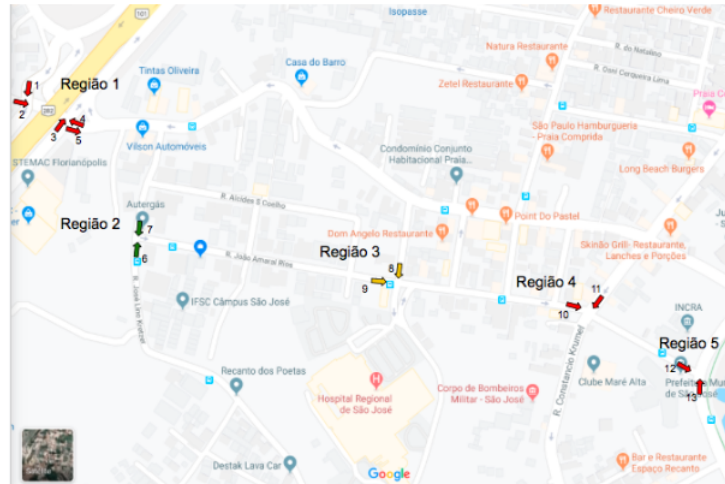


Fig. 1. Região de estudo do projeto. fonte: [1]

2.1 Entrocamento 2

Nesta região foi implementado um controle semafórico voltado para pedestres, uma vez que a região não possui nenhum controle de semáforos nas proximidades e isso traz uma dificuldade ao pedestre que precisa fazer a travessia nesta região. Por não haver um movimento intenso de pedestres na região optou-se por um semáforo exclusivo para pedestres que é acionado quando este pressiona um botão. Ao pressionar o botão, o semáforo fica amarelo por cinco segundos com o objetivo de alertar aos motoristas e em seguida o semáforo fica vermelho por trinta segundos para que os pedestres possam fazer a travessia. O semáforo ficará vermelho para os carros que vem em ambas as direções (ver Região 2 Figura 1). Devido a avarias do *software* Quartus não foi possível gerar a imagem da máquina de estados que representa esta região.

A Figura 2 demonstra o RTL do entrocamento dois que é composto por cinco componentes, um divisor de clock que será responsável por realizar um clock de 1 segundo para o teste prático, a máquina de estado, um conversor binário para SSD e os *displays* responsáveis por mostrar os tempos dos sinais

na placa. A entrada `b_ext` representa o botão que será pressionado pelo pedestre para fechar o semáforo para os carros e a entrada `escuro_ext` representa um sensor de luminosidade que irá acender um lâmpada no período noturno.

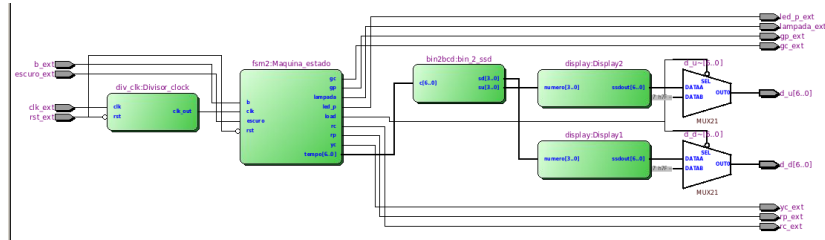


Fig. 2. RTL do entrocamento 2. Fonte: Autoria própria.

A Figura 3 demonstra a simulação realizada através do *Modelsim* para o entrocamento 2 com todos os componentes pertencentes a esta região.

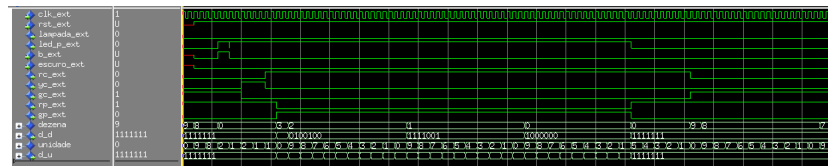


Fig. 3. Simulação do entrocamento 2. Fonte: Autoria própria.

2.2 Entrocamento 3

Nesta região, foi implementado semáforos destinados ao trânsito de carros que podem sofrer intervenções em seus funcionamentos por parte de ambulâncias e ação da guarda local. A Figura 4 demonstra a máquina de estado criada para representar esta região, o seu funcionamento se dá pela seguinte maneira: Os semáforos estarão funcionando normalmente para os carros vindos das direções representadas na Figura 1 pelas setas 8 e 9, ou seja, estará alterando entre os estados `r1g2` (vermelho semáforo 8, verde semáforo 9), `r1y2` (vermelho semáforo 8, amarelo semáforo 9), `g1r2` (verde semáforo 8, vermelho semáforo 9) e `y1r2` (amarelo semáforo 8, vermelho semáforo 9) de acordo com os tempos pré-estabelecidos.

A ambulância, ao se aproximar do semáforo de acordo com a direção em que está vindo poderá acionar dois botões. Um desses botões será responsável por deixar o sinal 8 em aberto e o 9 em fechado por 5 segundos para realizar a passagem com segurança e rapidez. O outro botão possui o mesmo princípio, porém a configuração de aberto e fechado se inverte. Na máquina de estado é

possível visualizar os estados wait5 e wait6 referentes ao pressionamento dos botões da ambulância.

O processo relacionado ao guarda ocorrerá da seguinte maneira: Haverá três botões a disposição do oficial, o botão 1 deixará o semáforo 8 em aberto e o 9 em fechado por tempo indeterminado até que o mesmo pressione o botão 3 do seu controle que fará o sistema voltar ao seu funcionamento normalmente. O botão 2 fará o contrário, deixará o semáforo 8 em fechado e o 9 em aberto até o pressionamento do botão 3. Os estados dessa sequência podem ser analisados na máquina estado abaixo.

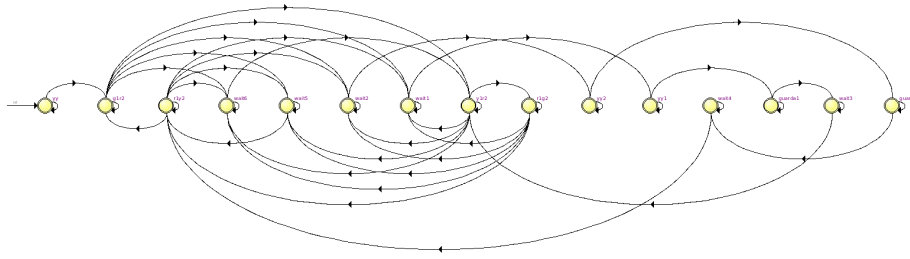


Fig. 4. Máquina de estado da região 3. Fonte: Autoria própria.

A Figura 5 demonstra o RTL do entrocamento três composto por cinco componentes, um divisor de clock que será responsável por realizar um clock de 1 segundo para o teste prático, a máquina de estado, um conversor binário para SSD e os *displays* responsáveis por mostrar os tempos dos sinais na placa. As entradas b1, b2 e b3 correspondem aos botões do guarda e as entradas a1 e a2 aos botões da ambulância. A Figura 6 demonstra a simulação realizada através do *Modelsim* para o entrocamento 3 com todos os componentes pertencentes a esta região.

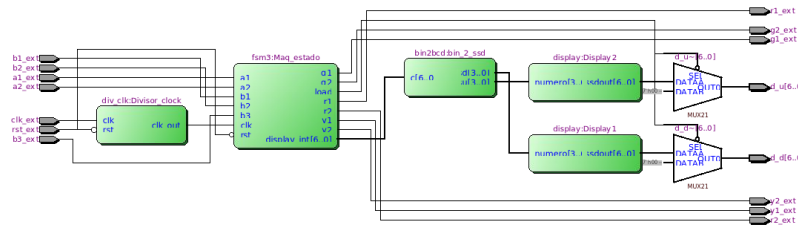


Fig. 5. RTL do entrocamento 3. Fonte: Autoria própria.

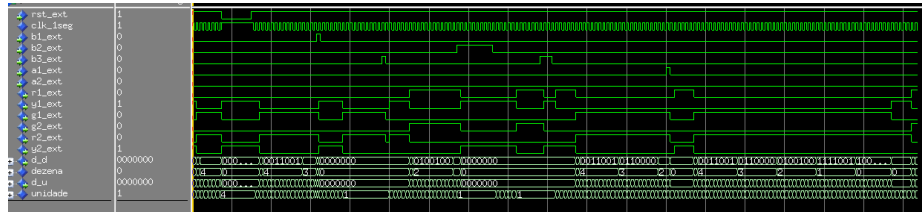


Fig. 6. Simulação do entrocamento 3. Fonte: Autoria própria.

2.3 Entrocamento 4

Nesta região, foi implementado semáforos destinados ao trânsito de carros que podem sofrer intervenções em seus funcionamentos por parte de um guarda local. A Figura 7 demonstra a máquina de estado criada para representar a região e seu funcionamento: Os semáforos estarão funcionando normalmente para os carros vindos das direções representadas na Figura 1 pelas setas 10 e 11, ou seja, estará alterando entre os estados r1g2 (vermelho semáforo 10, verde semáforo 11), r1y2 (vermelho semáforo 10, amarelo semáforo 11), g1r2 (verde semáforo 10, vermelho semáforo 11) e y1r2 (amarelo semáforo 10, vermelho semáforo 11) de acordo com os tempos pré-estabelecidos. O processo relacionado ao guarda ocorrerá assim: Haverá três botões a dis- posição do oficial, o botão 1 deixará o semáforo 10 em aberto e o 11 em fechado por tempo indeterminado até que o mesmo pressione o botão 3 do seu controle que fará o sistema voltar ao seu funcionamento normalmente. O botão 2 fará o contrário, deixará o semáforo 11 em fechado e o 10 em aberto até o pressionamento do botão 3. Os estados dessa sequência podem ser analisados na máquina estado abaixo.

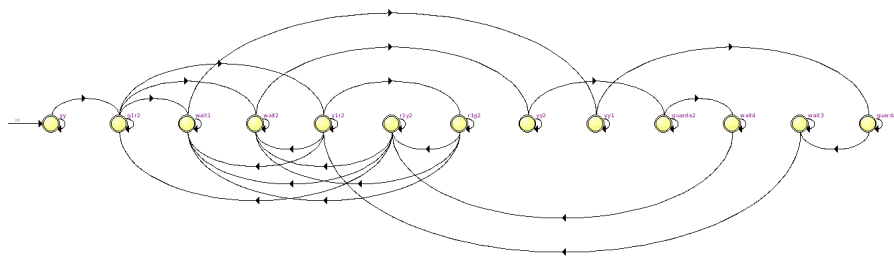


Fig. 7. Máquina de estado da região 4. Fonte: Autoria própria.

A Figura 8 demonstra o RTL do entroncamento quatro composto por cinco componentes, um divisor de clock que será responsável por realizar um clock

de 1 segundo para o teste prático, a máquina de estado, um conversor binário para SSD e os displays responsáveis por mostrar os tempos dos sinais na placa. As entradas b1, b2 e b3 correspondem aos botões do guarda.

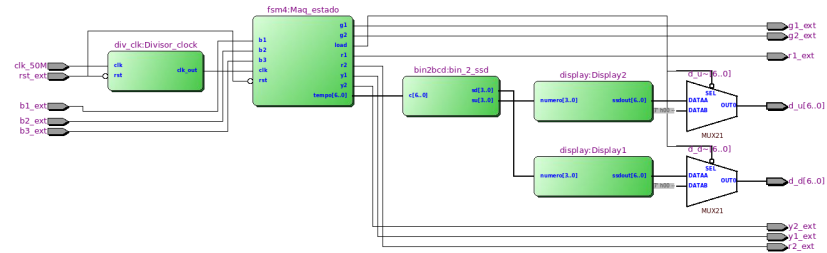


Fig. 8. RTL do entroncamento 4. Fonte: Autoria própria.

A Figura 9 demonstra a simulação realizada através do Modelsim para o entroncamento 4 com todos os componentes pertencentes a esta região.

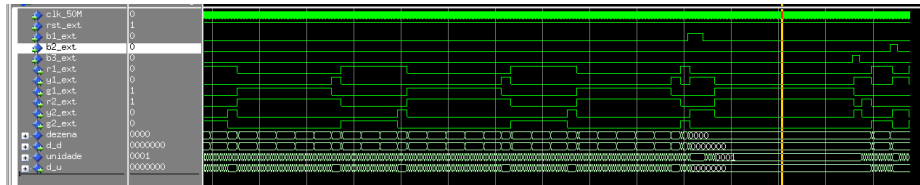


Fig. 9. Simulação do entroncamento 4. Fonte: Autoria própria.

2.4 Conjunto de entroncamentos

Com todos os entroncamentos realizados e configurados, chegou o momento de juntá-los para a formação do conjunto de semáforos da Rua Adolfo Donato da Silva. A Figura 10 demonstra o RTL de todos os entroncamentos ligados uns aos outros com suas respectivas entradas e saídas.

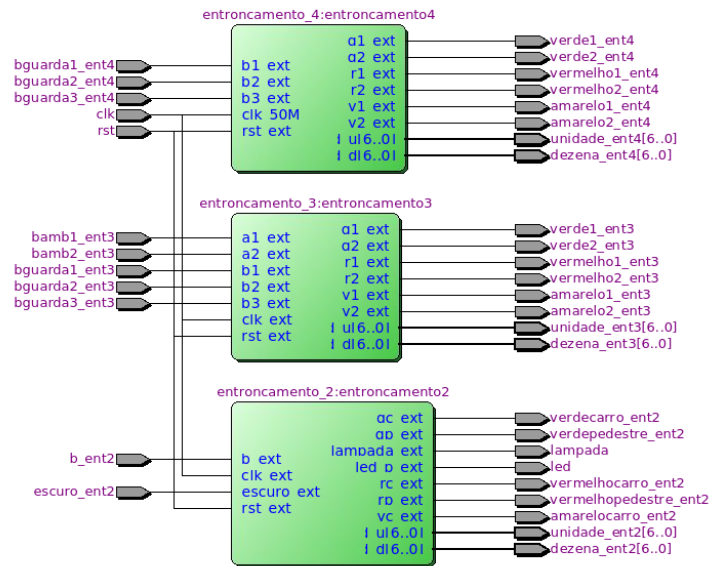


Fig. 10. RTL geral da rua Adolfo Donato da Silva. Fonte: Autoria própria.

As tabelas abaixo especificam as pinagens utilizadas para a implementação prática utilizando a placa DE2-115.

Entradas	Componente Placa	Pino
bguarda1_ent3	SW5	PIN_AC26
bguarda1_ent4	SW9	PIN_AB25
bguarda2_ent3	SW6	PIN_AD26
bguarda2_ent4	SW10	PIN_AC24
bguarda3_ent3	SW7	PIN_AB26
bguarda3_ent4	SW11	PIN_AB24
bamb1_ent3	SW3	PIN_AD27
bamb2_ent3	SW4	PIN_AB27
b_ent2	SW0	PIN_AB23
escuro_ent2	SW1	PIN_AC23
clk	—	PIN_Y2
rst	SW17	PIN_Y23

Tabela 1. Pinagens entradas do conjunto semafórico.

Saídas	Componente Placa	Pino
verdecarro_ent2	LEDG2	PIN_E25
verdepedestre_ent2	LEDG0	PIN_E21
lampada	LEDG6	PIN_G22
led	LEDG5	PIN_G20
vermelhocarro_ent2	LEDG4	PIN_H21
vermelhopedestre_ent2	LEDG1	PIN_E22
amarelocarro_ent2	LEDG3	PIN_E24
unidade_ent2	HEX0	–
dezena_ent2	HEX1	–
verde1_ent3	LEDR0	PIN_G19
verde2_ent3	LEDR3	PIN_F21
vermelho1_ent3	LEDR2	PIN_E19
vermelho2_ent3	LEDR5	PIN_E18
amarelo1_ent3	LEDR1	PIN_F19
amarelo2_ent3	LEDR4	PIN_F18
unidade_ent2	HEX4	–
dezena_ent2	HEX5	–
verde1_ent4	LEDR9	PIN_G17
verde2_ent4	LEDR12	PIN_J16
vermelho1_ent4	LEDR11	PIN_H16
vermelho2_ent4	LEDR14	PIN_F15
amarelo1_ent4	LEDR10	PIN_J15
amarelo2_ent4	LEDR13	PIN_H17
unidade_ent4	HEX6	–
dezena_ent4	HEX7	–

Tabela 2. Pinagens saídas do conjunto semaforico.

3 Observações

Uma das alterações realizadas pela equipe, foi implementar botões para a ambulância ao invés de utilizarmos sensores que iriam captar a sua presença. Ao final do projeto, percebemos que a solução não implementada seria mais facilmente desenvolvida do que a atual, porém, esta escolha não afetou no funcionamento do projeto. Outro ponto de mudança foi no funcionamento do processo do guarda, na especificação do projeto a equipe deu ao parecer que ao se pressionar o botão os estados iriam avançando e permanecendo nos tais até segunda ordem do oficial, porém, de acordo com a seção 2.2 é possível perceber que foi implementado de outra maneira mas mesmo assim, não comprometendo o funcionamento a segurança dos usuários do sistema.

4 Considerações finais

O desenvolvimento deste projeto trouxe grandes desafios e experiências profissionais e técnicas para a sua boa elaboração. No início foi necessário ir até o local, fisicamente, analisar todos os problemas reais encontrados nessas regiões e realizar registros técnicos e fotográficos para uma implementação viável e eficaz. No processo de desenvolvimento de códigos e lógica foi possível executar e pôr em prática todos os conceitos abordados em sala estes facilitaram muito a organização e conclusão do projeto. O uso de máquinas de estados nos permitiu ter uma visão ampla do funcionamento de todo o projeto assim como a alta organização fornecida pelo conceito de projeto hierárquico. Por fim, deixamos como futuras implementações o conserto dos *displays* que realizavam a contagem dos tempos nos semáforos pois, ao enviar para a placa os mesmo contavam muito rápido e uma solução para isso será implementar um circuito *enable*.

5 Referências

- 1 <https://www.google.com.br/maps/@-27.6068859,-48.6298234,17.21z>