



Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UFRN
Bacharelado em Ciências e Tecnologia - C&T

Disciplina: DCA0212.0 Circuitos Digitais - Teoria
Professor: Tiago Tavares Leite Barros
Acadêmicos: Igor Sérgio de França Correia
Neuman Fabricio de Oliveira Fernandes
Thiago Theiry de Oliveira

Projeto 2 - Geladeira Inteligente

RESUMO

Este relatório tem como objetivo implementar uma máquina de estados de alto nível responsável pelo funcionamento de uma geladeira inteligente, seguindo os conceitos apresentados na disciplina de Circuitos Digitais. Para tanto, foi realizada a análise do comportamento do sistema como uma máquina de estado de alto nível e em seguida a conversão para circuito, composta da criação de um caminho de dados, um controlador e a ligação mútua entre eles.

Palavras-chave: Geladeira inteligente; máquina de estados de alto nível.

1. INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos, dispositivos inteligentes têm se tornado cada vez mais parte do nosso cotidiano. No caso de geladeiras inteligentes, é comum apresentarem características como dispensador de gelo, LEDs indicadores de temperatura, alertas de porta aberta, além do controle de temperatura tradicional.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Captura do comportamento da máquina de estados de alto nível

Para iniciar a execução do projeto, realizamos a análise do comportamento do sistema como sendo uma máquina de estado de alto nível que descreve o funcionamento da geladeira.

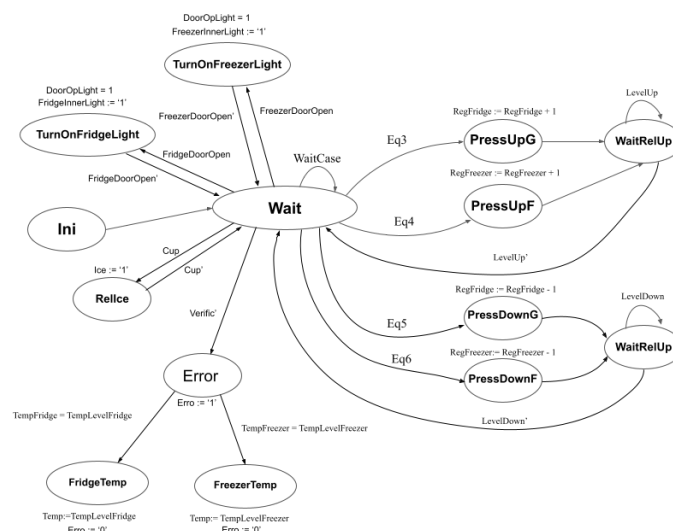


Figura 1: Comportamento da máquina de estados de alto nível

Assim como é visto na figura da HLSM, após a geladeira ser iniciada(ligada a energia) irá se encontrar em um estado de espera, onde nela pode ser executada a função de regular a temperatura através dos botões *PressUpG* (aumenta a temperatura da geladeira), *PressUpF* (aumenta a temperatura do freezer), *PressDownG* (diminui a temperatura da geladeira), *PressDownF* (diminui a temperatura do freezer). Além de poder ser regulada manualmente, a geladeira contém sensores que irão identificar e sinalizar atribuições ou correções a serem feitas, o estado (ERROR) irá identificar a todo momento se a temperatura da geladeira está adequada ou se há algum problema dentro dos parâmetros estabelecidos e faz a correção, luzes internas que acendem/apagam, dependendo da porta estar aberta ou fechada, um led que avisa se a porta está aberta através do *TurnOnFridgeLight* e *TurnOnFreezerLight*. E por fim, um sensor detecta um copo e libera gelo pelo *Relice*.

2.2 Criação do caminho de dados

Com o comportamento da HLSM disponível, foi possível a análise de quais componentes seriam específicos para o caminho de dados (datapath).

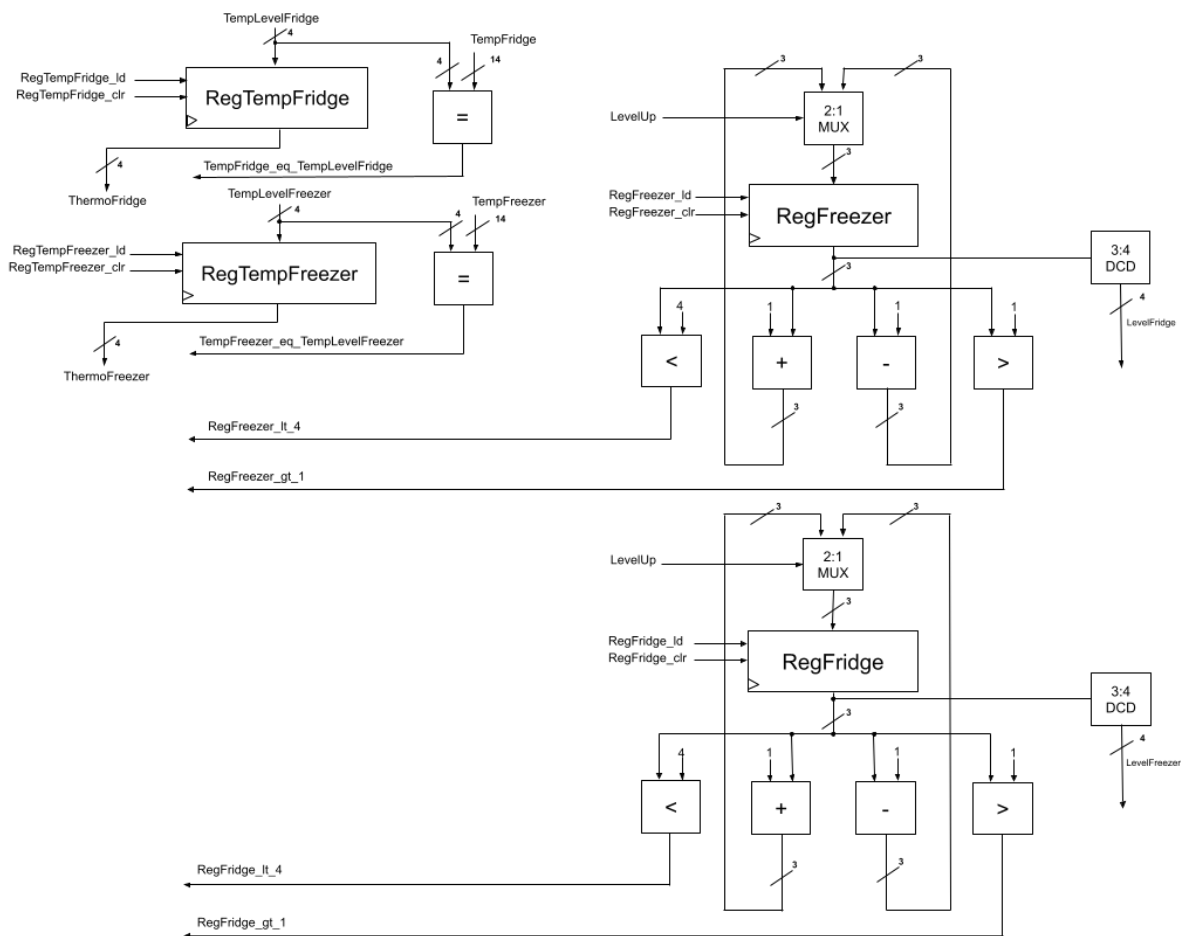


Figura 2: Caminho de dados

O datapath é centrado no funcionamento em torno de dois pares de registradores. O primeiro par que pode ser visto à esquerda da Figura 2 faz parte da regulação automática da temperatura, caso seja detectada alguma divergência entre a temperatura atual em um dos compartimentos (geladeira ou congelador) e a temperatura ideal para o atual nível selecionado. Os valores são comparados e caso sejam diferentes, a temperatura ideal para tal nível é carregada no registrador e seguem para saída, que está ligada a um termostato que força a mudança de temperatura para o valor ideal.

O segundo par de registradores (à direita da Figura 2) é associado a alguns operadores aritméticos, comparadores, multiplexadores e decodificadores para realizar a mudança de nível de temperatura. O nível atual do compartimento é armazenado no registrador do mesmo. Caso sejam

detectadas as atribuições necessárias para a mudança de nível, o multiplexador seleciona se o nível deve subir ou descer e permite o incremento ou decremento do registrador; conseqüentemente, do nível de temperatura. Os comparadores servem para dar limites aos valores que passam para o registrador, tendo em vista que os níveis de ambos os compartimentos variam apenas entre 1 e 4. Por fim, a saída de cada cada registrador está ligada a um decodificador, que permite a passagem do valor binário de 3 bits referente ao nível de temperatura para acionar um bit por vez de uma saída de 4 bits, onde cada bit representa um led do painel referente a um nível.

2.3 Conexão do caminho de dados ao controlador

Por conseguinte, foi criado um controlador contendo as entradas e saídas de controle do sistema e, em seguida, conectado às entradas e saídas de controle do caminho de dados. As entradas necessárias utilizadas no caminho de dados — como as operações de *load* e *clear* de cada registrador, além da entrada que indica que o botão de aumentar o nível de temperatura foi pressionado —, provêm do controlador e por parte do caminho de dados, o controlador recebe o resultado de todas as comparações processadas.

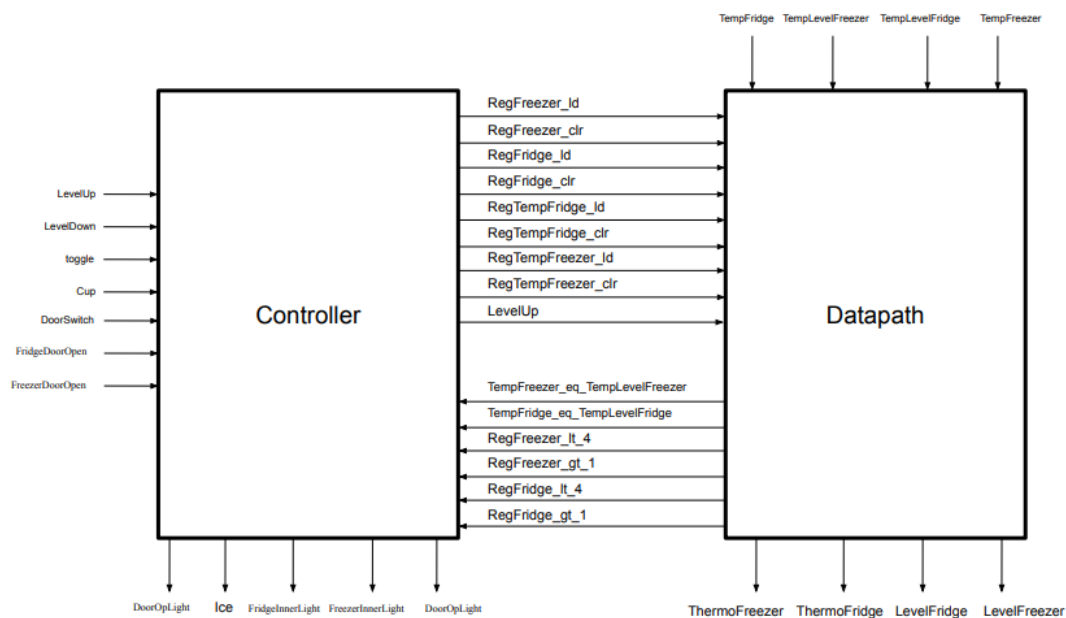


Figura 3: Conexão entre o controlador e o caminho de dados

2.4 Derivação da máquina de estados finita do controlador

Por fim, de posse da máquina de estados de alto nível e da conexão entre o caminho de dados e o controlador, foi possível obter a máquina de estados finita do controlador, constituído dos estados e transições da HLSM acrescido das saídas do caminho de dados responsáveis por cada computação. É notável que todas as entradas e saídas do controlador são de apenas 1 bit, seguindo a lógica que é proposta para sua conversão em FSM.

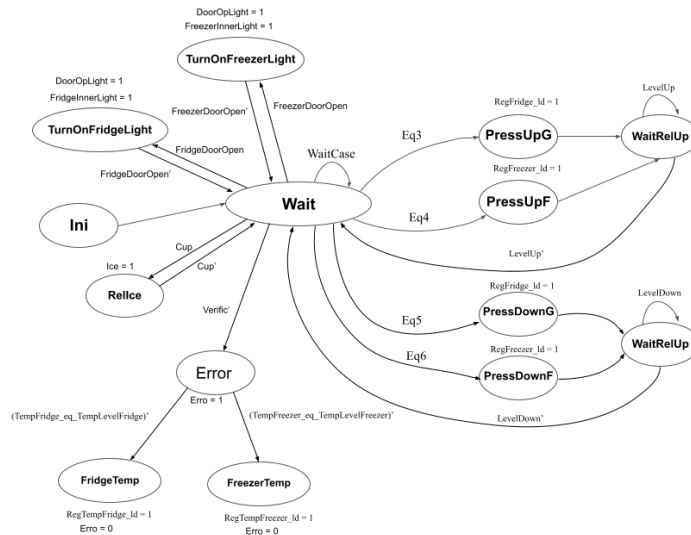


Figura 4: Máquina de estados finita do controlador

3. DIFICULDADES E CONCLUSÕES

Para as duas etapas iniciais do projeto podem ser citadas algumas dificuldades que o grupo enfrentou para chegar ao resultado que está registrado neste relatório e que foi mostrado durante as apresentações síncronas do dia 26 de abril de 2021: A definição do comportamento ideal para a HLSM passou por várias alterações e otimizações, principalmente no que deveria ser feito nos estados relativos aos erros de temperatura para cada compartimento. A utilização e ordem dos componentes do datapath, com ênfase no multiplexador para selecionar o decremento ou incremento de nível e o decodificador que leva um sinal de 4 bits para o painel luminoso.

Com muita persistência, tentativas, revisões/comparações com exemplos e exercícios resolvidos ao longo da disciplina foi possível contornar as dificuldades e chegarmos a um resultado final de um projeto completo em RTL.

4. REFERÊNCIAS

1. FRANK, Vahid. Digital Design with RTL Design, VHDL and Verilog. John Wiley & Sons, inc., 2011.