

Relatório do Trabalho Prático de Sistemas Digitais

Universidade de Évora, 17 de janeiro de 2025.

62229 - Diana Romão Gonçalves da Silva

62124 - Eliane Nadine Fernandes Lopes

60585 - Rafael Faria Delgado

Introdução

O objetivo deste projeto é criar um sistema de controle para uma máquina de venda automática de pizzas, sendo esta composta por 2 módulos: Módulo Moedeiro e Módulo para aquecer e servir a pizza.

Cada módulo tem seus requisitos específicos e os meios usados para atender a estes serão o foco da discussão deste relatório

Desenvolvimento

Para tornar o sistema da máquina de pizza mais próximo da realidade buscamos organizar um “ecrã” e buscamos fornecer feedbacks visuais para o usuário sobre cada etapa do processo.

No ecrã para simular um sinal positivo de recepção da moeda (como nos sensores das máquinas de vending) colocamos dois botões que emitem um pulso de 1 bit para confirmar que a moeda foi recebida. Cada botão possui um valor, sendo 1 botão para 1€ e outro para 2€.

Para viabilizar a impressão destes dados no display de 7 segmentos, considerando que o botão apenas emite um pulso e não “mantém” o bit disponível se for aplicado em portas lógicas diretamente, assim como, para facilitar a contagem e respeitar o requisitos dos valores, optamos por usar contadores e conectamos o botão à porta que seria do relógio. Assim, a cada vez que o botão é carregado é feita a soma de quantas moedas daquele valor foram pagas.

Em seguida, para viabilizar a impressão do número de moedas no display de 7 segmentos, foi feita uma lógica simples com comparadores para separar estas entradas em valores $=1$, $=2$, ≥ 3 , considerando as moedas de 1 e 2 euros.

Desta forma padronizou-se as entradas para o display de 7 segmentos, e respeitando o requisito do projeto, mesmo que fosse inserido mais de 3€, o valor que é impresso no display em caso de total maior ou igual a 3€ é 3. Assim como, foi colocado um botão de “Reset

Moedas” logo ao lado do botão de moedas que dá a opção de cancelar a operação e “devolver as moedas”. Este botão está ligado à porta “Clear” dos contadores.

Em seguida, havendo a confirmação de que foi atingido o saldo de 3 euros o botão de “Iniciar preparo” da pizza fica ativo para enviar um sinal de 1 bit para o módulo de preparo da pizza. O botão de preparo está associado com um “and” com uma linha que confirma que o total de moedas está correto.

Agora no módulo de preparo das pizzas, com o impulso do botão de “Iniciar preparo”, também existia a limitação de “reter” o sinal deste 1bit, optamos mais uma vez por usar um contador, mas este agora tem a capacidade de apenas 1 bit e configuramos ele para “travar” depois de ser acionado, assim, não há o risco de caso a pessoa carregue o botão de início 2 ou mais vezes e o contador voltar para 0 e o sistema falhar.

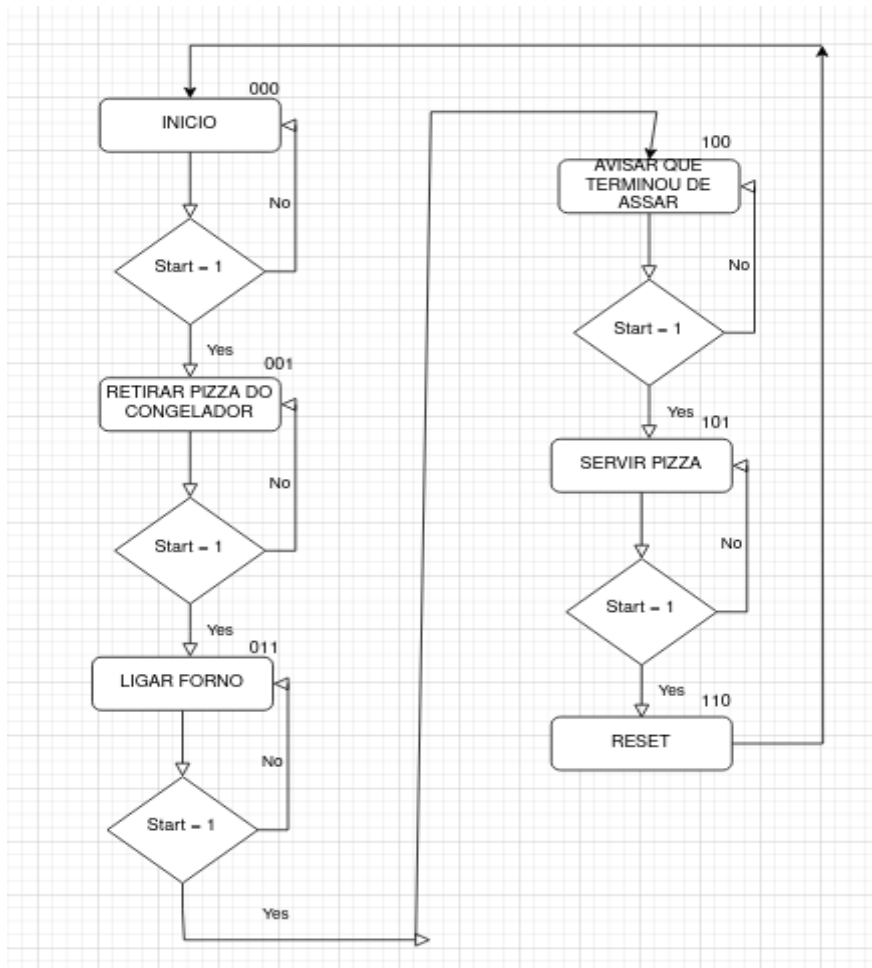
Pensamos nesta etapa em usar um flip flop para salvar este bit de memória, porém, o contador configurado para “travar” com um bit se mostrou uma alternativa mais “simples”.

Com o bit de entrada start “estável”, o ciclo de preparo da pizza segue com a lógica de 5 estados com 3 flip-flops.

Nesta etapa a entrada é o bit do botão iniciar que fica disponível durante todo o ciclo e o ciclo só funciona se ele estiver ali e o relógio.

A lógica que usamos para representar a transição entre os estados foi realizar a contagem de 000 até 110 onde cada estado foi representado por sua numeração correspondente. O sistema funcionará enquanto a entrada “Start” estiver ativa.

O modelo ASM deste projeto está na imagem abaixo.



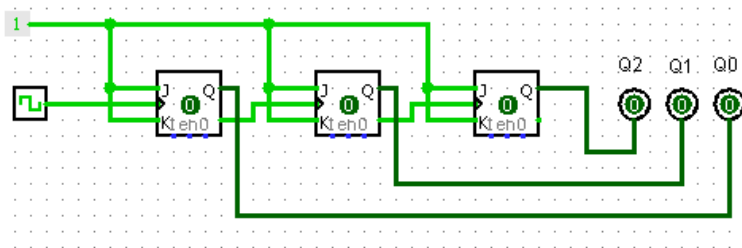
Para simplificar a diferença dos ciclos de relógios entre os estados usando o mesmo relógio, optamos que os estados não tivessem uma numeração sequencial exata, mas sim dar um intervalo de 2 bits dentro do estado “forno ligado” que precisa de dois ciclos de relógio para cumprir o requisito.

Optamos também por fazer o sistema não voltar ao início caso o “Start” no meio do caminho mudasse para um valor diferente de 1, assim, simulamos que em caso de algum erro, ou queda de energia o sistema continuasse de onde parou, para por exemplo, em algum momento não haver 2 pizzas no forno ao mesmo tempo.

Com o objetivo de fazer com que cada estado tivesse um retorno visual para quem analisa o programa, colocamos legendas e leds dentro de cada estado, e para cumprir o requisito do projeto colocamos também o led e legenda no ecrã para avisar quando a pizza estivesse pronta e servida.

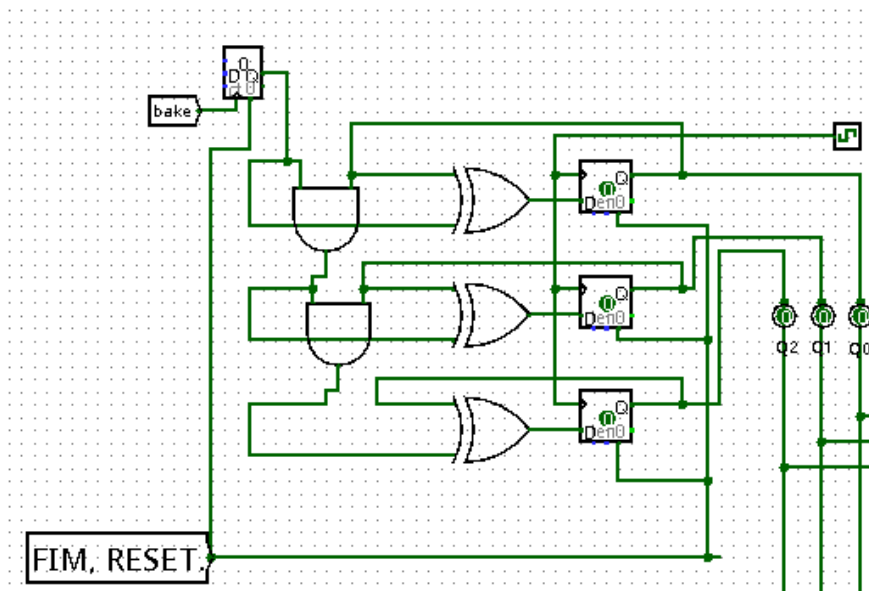
Sobre a construção do circuito para estes estados, em um primeiro momento optamos

por fazer o loop forno com a seguinte construção de flip flops JK:



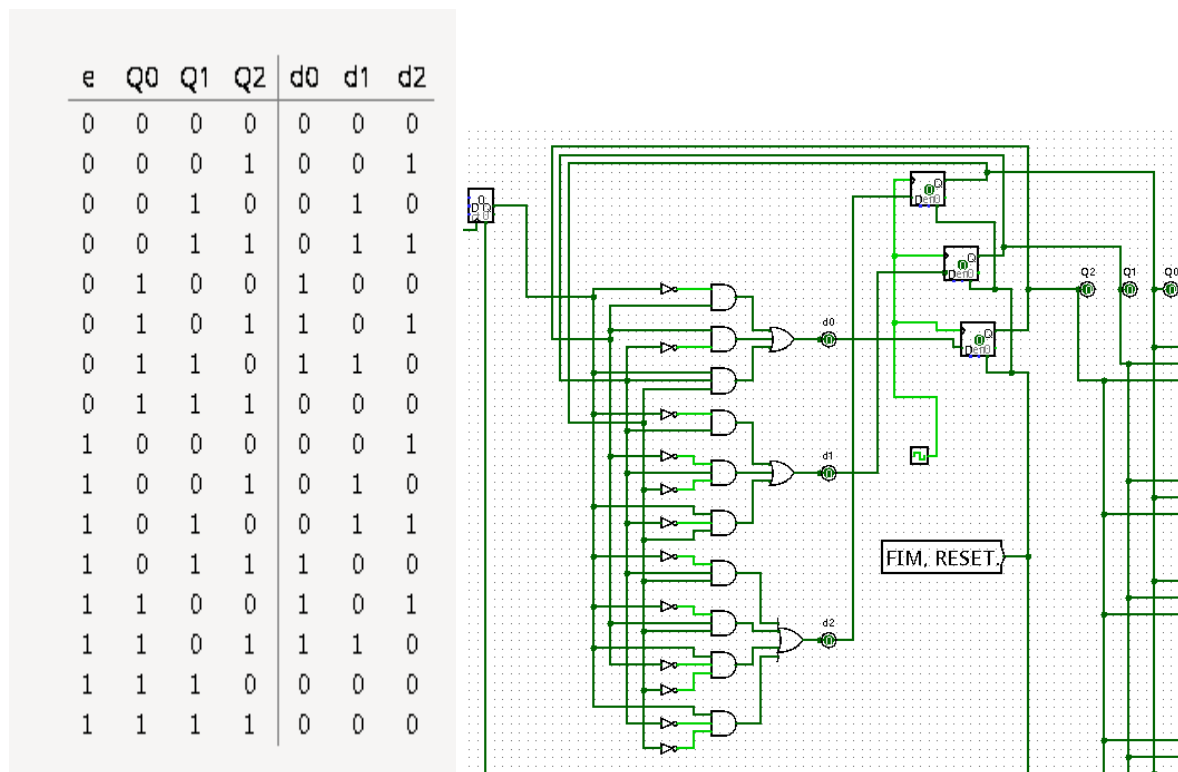
Do ponto de vista de um projeto real, esta seria a melhor alternativa por usar menos componentes, e ter construção e lógica mais simples.

Num segundo momento optamos por usar flip flops D, e construímos o seguinte circuito com uma aparência mais simples usando portas XOR. Assim como o anterior parece ser a melhor escolha para usar no mundo real, tem menos portas e a lógica mais simples de entender.



Porém, para apresentar na versão final entregue neste projeto optamos por usar uma versão estendida de máquina com 3 flip flops D.

Abaixo está o circuito e a tabela verdade da nossa máquina:



Partindo do princípio que este é um exercício “fictício”, optamos por este sistema mais “complexo” com mais portas por ter uma construção mais desafiadora, porém, se fosse para aplicar de fato no mundo real, a nossa escolha seria o exemplo descrito acima com JK ou D com portas XOR.

Uma diferença entre nosso trabalho e a proposta de enunciado é que no enunciado foi solicitado que “o sistema que tira a pizza do forno e a serve ao cliente dura 1 ciclo de relógio”, porém optamos por dividir esta etapa em dois estados cada uma com 1 bit. O primeiro informa que está pronto e retira do forno, e a outra de fato serve a pizza para o cliente. Consideramos que esta alteração deixou nosso sistema mais legível.

Assim como solicitado no enunciado, quando o módulo de servir pizza é acionado, é aceso um led no Ecrã junto a mensagem de que a pizza está servida. Ademais, mesmo após o início do processo “forno” o cliente não pode interromper o processo carregando o botão reset.

Sobre a organização visual do projeto utilizando, a ferramenta como “túnel” para deixar o quadro mais limpo e separamos cada bloco de circuito dentro de uma “caixa desenhada” mas todos dentro da main, para por exemplo, ao ativar o moedeiro seja possível enxergar o funcionamento do bloco “Forno”. O único circuito que está em uma aba separada

é o do display de 7 segmentos, para diminuir o volume de portas que estão no circuito moedeiro dentro da main.

Conclusão

O código desenvolvido cumpre os requisitos funcionais e entrega as mesmas saídas solicitadas no enunciado, buscamos organizar a lógica da forma mais legível e eficiente possível considerando o nosso nível de conhecimento e habilidade técnica nesta primeira cadeira de sistemas.

Trabalhamos para que o sistema mostre seu “status” de funcionamento visualmente para quem o analisa e mesmo que a lógica utilizada no bloco de flip-flops que escolhemos para a versão final não fosse a mais “simples” que desenvolvemos, consideramos que a construção foi um exercício importante.