

Cronômetro Digital

1 Introdução

Este documento especifica o trabalho a ser desenvolvido para a disciplina de Organização e Arquitetura de Computadores I. No contexto deste trabalho, deverá ser explorado o conhecimento dos alunos acerca do conceito de máquina de estados finitos, em inglês *Finite State Machine* (FSM), e da linguagem de descrição de hardware VHDL, que será empregada na codificação da máquina de estados e na geração do testbench de validação do projeto.

2 Especificação

O projeto a ser implementado deve servir a jogos com compostos de 4 tempos, aqui chamados quartos, de 15 minutos cada. O cronômetro deve permitir ao usuário visualizar o quarto do jogo corrente (i.e. de 1 a 4) através da porta **oquarto**, bem como o tempo restante com precisão de centésimos de segundo. Logo o cronômetro deve mostrar minutos na porta **ominuto**, segundos na porta **osegundos** e centésimos na porta **ocentesimo**. Todos os valores do cronômetro evoluem sempre em ordem decrescente (minutos, segundos e centésimos), exceto os quartos que evolui em ordem crescente. Assim, suponha que se está antes do início do primeiro quarto, com o cronômetro marcando 15min 00s 00centésimos. Ao comandar o início da contagem do tempo do quarto, a primeira mudança no cronômetro ocorre exatamente 1 centésimo de segundo após o início do quarto, com o cronômetro passando para 14min 59s 99centésimos.

O cronômetro deve ser dotado de uma entrada denominada **para_continua**. Uma vez acionada para imediatamente o cronômetro, congelando o tempo de jogo. Sendo esta acionada novamente reinicia-se o cronômetro do ponto em que parou. Por acionamento, entende-se a mudança do valor desta entrada de 0 (zero) para 1 (um) e seu retorno para 0 (zero). Um novo acionamento somente é alcançado quando a oscilação apontada anteriormente ocorrer novamente.

O cronômetro deve ainda possuir uma entrada denominada **novo_quarto** que, estando o jogo parado, se acionado leva para o início do próximo quarto, deixando o cronômetro congelado no tempo de início do quarto 15min 00s 00centésimos.

Para tratar eventos especiais ou externos durante a realização de uma partida, que venham a requerer o reinício deste cronômetro, deve ser possível informar os valores de quarto, minutos e segundos. O valor de centésimo, quando da necessidade de carga, deve ser “00” (zero). Para que os valores sejam carregados, o cronômetro deve estar parado e deve ser acionada a entrada **carga**. Nesta condição, o circuito lê um conjunto de entradas que especificam novos valores de minutos e segundos. As entradas devem ser dadas pelas portas **iquarto**, **iminuto** e **isegundo**.

O cronômetro deve parar automaticamente toda vez que um quarto for concluído. O reinício do mesmo pode ser obtido acionando-se a entrada **novo_quarto**, seguido do acionamento da entrada **para_continua** que dispara a contagem do novo quarto.

A implementação do cronômetro deve utilizar um processo de projeto absolutamente síncrono, onde todos os módulos são operados a partir de dois sinais de controle globais comuns, o sinal de relógio (**clock**) e o sinal de **reset**. Para validação do circuito, considere que a frequência do clock a ser gerado é de 50MHz. Utilize esta informação como base para definir a contagem de tempo.

À elaboração do cronômetro digital deve estar prevista a implementação de uma máquina de estados. Esta máquina de estados deve ser utilizada para que as diferentes ações sejam possíveis com o circuito. A Figura 1 detalha esta máquina. O estado *idle* corresponde a inoperância do circuito, onde nenhuma contagem deve ser realizada. O estado *run* corresponde ao cronômetro ativo, realizando a contagem progressiva do tempo e regressiva do quarto. O estado *pause* corresponde ao travamento do sistema até que seja gerada uma requisição de retomada da contagem. O estado *end* corresponde ao final da contagem de um quarto. As transições entre os estados deve ser dar da seguinte forma.

- (A) Ao iniciar o sistema, o estado *idle* é alcançado. Este estado somente é alcançado novamente se o sistema for *resetado*. Estando no estado *idle*, o estado *run* pode ser alcançado, supondo-se para tando

que o quarto está com o valor 3 e o tempo de início da contagem é zero. Durante este estado, também é possível carregar um valor de carga.

- (B) Uma vez em execução, o cronômetro pode ser parado acionando-se a entrada **para_continua**.
- (C) Estando parado, o cronômetro pode retomar sua contagem se a entrada **para_continua** for novamente acionado
- (D) Ao chegar ao final de um quarto, o estado *end* deve ser alcançado. Caso os 4 quartos não tenham sido finalizados, a contagem do cronômetro pode ser reiniciada acionando-se a entrada **novo_quarto**. Caso todos os quartos já tenham sido contados, a contagem não reinicia.
- (E) Caso a contagem dos quartos não tenha sido finalizada, um novo quarto pode ser iniciado.

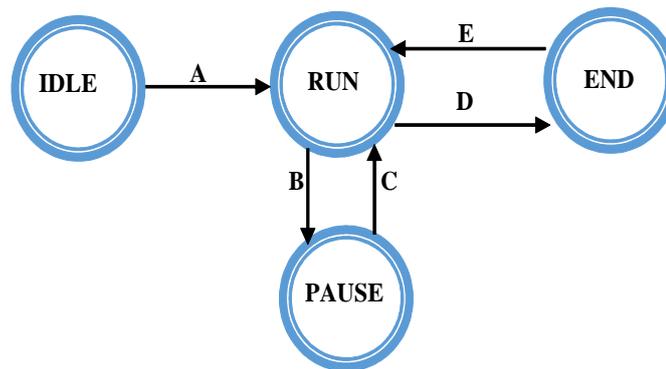


Figura 1 - Máquina de estados do cronômetro.

3 Interface do sistema

O projeto consiste em definir a interface do cronômetro e definir o comportamento deste circuito através de um modelo de máquina de estados finita.

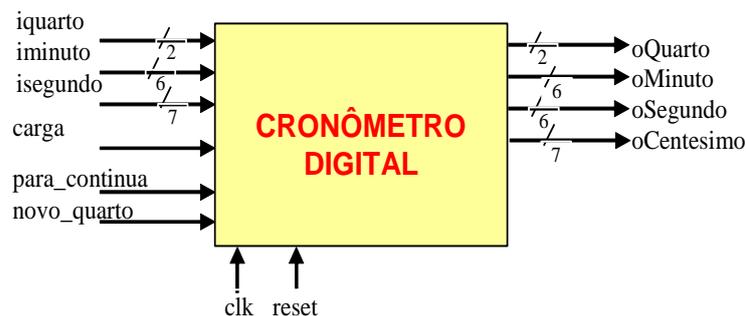


Figura 2 – Interface do sistema digital de cronometragem.

4 Entregáveis

Para o desenvolvimento do presente trabalho são previstos os seguintes entregáveis:

- Código VHDL de descrição do circuito

- Código VHDL de validação do sistema (testbench)

Tais entregáveis são melhor detalhados a seguir.

4.1 Implementação em VHDL do circuito

No reset vai-se para o estado de inicialização, ou seja, sem qualquer crédito. Adicionalmente, o valor a ser amostrado em todas as saídas deve ser zero. Depois a cada ciclo de ck primeiro muda-se (ou não) de estado, de acordo com os estímulos de entrada.

4.2 Implementação do testbench

Simule o circuito implementado com um testbench, testando algumas condições corretas de utilização, tais como o correto acionamento do sistema, a requisição de pausa e retomada do cronômetro, a carga de valores de quarto/minuto e segundo e a contagem conforme esperado. Adicionalmente, a validação de condições não condizentes com o bom funcionamento do circuito também deve ser validada, tal como a tentativa de carga com o cronômetro em contagem.

5 Considerações finais

O projeto pode deve ser realizado em grupos de até três alunos. Este deve ser entregue na data definida na agenda da disciplina. A entrega deve ser feita com um arquivo compactado de todo o projeto com os itens requisitados. Coloque o nome dos componentes da equipe no arquivo compactado. Exemplo: LuisMarques_AnaPaulaSantos_TadeuNimbus.zip. Este arquivo deve ser colocado no Moodle até a data especificada. Não serão aceitos trabalhos entregues com atraso. Será atribuído grau zero aos grupos cujo trabalho que for considerado pelo professor como cópia, mesmo que parcial, onde quando os alunos mostrarem dificuldade na explicação do mesmo. Será atribuído grau zero aos alunos que não comparecerem a apresentação do trabalho, na data prevista pela disciplina.