

Universidade Federal de Minas Gerais - Departamento de
Ciência da Computação - Segundo Semestre de 2017

Introdução aos Sistemas Lógicos

Professor: Luiz Filipe Menezes Vieira
lfvieira@dcc.ufmg.br
Monitor: Vinícius Silva Barros
viniciusbarros@dcc.ufmg.br

Laboratório de Hardware 3: “Contador de módulos”

Local: Sala 2023

Data da Prática: 30/10/2017

Objetivo: Esta prática de laboratório tem como principal objetivo possibilitar ao aluno uma experiência inicial com a implementação de circuitos seqüenciais. O projeto em questão, descrito em maiores detalhes abaixo, diz respeito a um “Contador de módulos” síncrono. O perfeito funcionamento do contador deverá ser apresentado por intermédio de um display de 7 segmentos.

Funcionamento do Display de 7 Segmentos: O display de 7 segmentos possibilita escrever os números decimais de 0 a 9 e alguns outros símbolos, que podem ser letras ou sinais. Na figura a baixo é possível ver a representação do display e do decodificador necessário para o seu funcionamento.

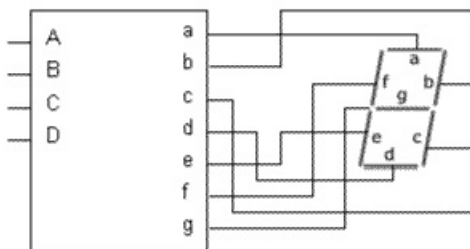


Figura 1: Display de 7 segmentos.

Esta prática tem ênfase na implementação de circuitos seqüenciais. Devido a isso, utilizaremos um *chip* que já implementa o projeto do decodificador BCD / 7 segmentos.

Funcionamento de um circuito contador: Um circuito contador nos permite efetuar a contagem binária, de acordo com a quantidade de elementos de memória utilizada, sendo que o número máximo de estados do sistema é diretamente relacionado à

quantidade de elementos de memória utilizada. Um contador síncrono é caracterizado pela alimentação dos *clocks* dos diversos elementos de memória de maneira simultânea, utilizando um único sinal externo de *clock*.

Um contador de módulos pode utilizar um número de estados menor do que a quantidade de estados disponível. O módulo de um contador de módulos é igual à quantidade de estados desse contador. Assim, em um contador de módulo 5 (mod-5) temos cinco estados variando de 0 a 4 ($000 \rightarrow 001 \rightarrow 010 \rightarrow 011 \rightarrow 100$). Um contador circular retorna ao primeiro estado após alcançar o último estado (exemplo de um contador circular módulo 4 com 2 bits: $00 \rightarrow 01 \rightarrow 10 \rightarrow 11 \rightarrow 00 \rightarrow \dots$).

Para implementar um contador mod-5, faz-se necessário a utilização de três elementos de memória, o que possibilita fazer a contagem de 0 a 7 ($000 \rightarrow 001 \rightarrow \dots \rightarrow 111$). Entretanto, somente 5 estados serão utilizados e, por ser um contador circular, tem-se que reiniciar a contagem após o último estado ser atingido. Uma alternativa para reiniciar a contagem é implementar um circuito combinacional que acione a entrada assíncrona RESET dos elementos de memória quando um determinado estado for atingido (como por exemplo o estado 101 do contador de 3 bits). Outra alternativa é projetar o circuito considerando a utilização de somente aqueles estados que servirão para implementar o módulo desejado (como por exemplo: $000 \rightarrow 001 \rightarrow 010 \rightarrow 011 \rightarrow 100 \rightarrow 000 \rightarrow \dots$). Nesse caso, para um contador mod-5 contando de 0 a 4, as linhas da tabela de transição de estados em que $Q = 101, 110, 111$ teriam os respectivos próximos estados definidos como don't cares ($Q^+ = XXX$). Após analisar a nova tabela de transição de estados gerada, tem-se novas expressões características que poderão ser implementadas com flip-flops *J-K*.

Atividade:

Para participar da prática é necessário que os integrantes apresentem o esquemático a ser montado antes da prática. Um por grupo.

Parte 1: Construir um contador circular síncrono de 3 bits utilizando flip-flops *J-K*. Utilizar um decodificador BCD / 7 segmentos para mostrar a contagem em decimal de 0 a 7 no display e possibilitar avaliar o perfeito funcionamento do circuito. Apresentar a forma de onda do circuito.

Parte 2: Modificar o projeto anterior de modo a implementar um contador circular síncrono de módulo 6 (com flip-flops *J-K*). Utilizar um decodificador BCD / 7 segmentos para mostrar a contagem em decimal no display e possibilitar avaliar o perfeito funcionamento do circuito. Apresentar e discutir a estratégia utilizada para reiniciar a contagem. Apresentar a forma de onda do circuito.

Para realizar o clock, pode ser utilizado o CI 555 (Timer) e sua montagem para gerar pulsos periódicos (ex: 1s).