

CIRCUITOS LÓGICOS SEQUENCIAIS: REGISTRADORES DE DADOS

BARROS, E. C.¹, NASCIMENTO, L. A. F.¹, MOURA, A. F. L.¹, EGOAVIL, C. J.²

¹Monitor (a) da disciplina de SISTEMAS DIGITAIS - DAEE, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Sala 206 - 2C, Porto Velho, Rondônia, Brasil (e-mail: eletronicamonitoria@gmail.com)

²Professor do Curso de Engenharia Elétrica - DAEE, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Sala 206 - 2C, Porto Velho, Rondônia, Brasil (e-mail: ciro.egoavil@unir.br)

OBJETIVOS

- Compreender o funcionamento dos circuitos registradores de dados;
- Compreender a utilização de *flip-flop's* no projeto de circuitos registradores;
- Estudar o comportamento dos *flip-flops* com relação a um sinal de *clock*
- Utilizar o circuito 555 como clock para diferentes aplicações;

I. INTRODUÇÃO TEÓRICA

Uma das possibilidades que a lógica sequencial permite é a construção de circuitos lógicos registradores a partir de *flip-flop's*. Deste modo utiliza-se dos *flip-flop's* para realizar o armazenamento e a transferência de informações (bits). Cada *flip-flop* possui a capacidade de armazenar um *bit*. Vários *flip-flop's* podem ser configurados para formar um registrador no qual pode-se armazenar uma palavra binária. Para isto, são necessários tantos *flip-flop's* quantos forem os *bits* da palavra [1].

Os registradores armazenam *bits* e têm a capacidade de transferir estes *bits* para outros registradores seja de forma simultânea ou uma a uma [1].

A construção de circuitos registradores de dados pode ser feita com *flip-flop's* do tipo *D*, *T* e *JK*. Para isto, é necessário compreender o funcionamento de cada uma destas configurações de *flip-flop's* e a utilização destes em circuitos registradores [2].

A. FLIP-FLOP TIPO JK

Os *flip-flop's JK* são, possivelmente, os mais versáteis dentre todas as outras configurações destes circuitos, visto que a partir desta, é possível obter várias outras configurações de *flip-flop's* [2].

Estes circuitos podem ser utilizados na construção de registradores, contadores síncronos e assíncronos e em outras configurações que exigem lógica sequencial [3].

Um exemplo de circuito integrado que possui em seu invólucro dois *flip-flop's* do tipo *JK* é o *74HC73*, sua configuração esquemática pode ser vista na figura 1:

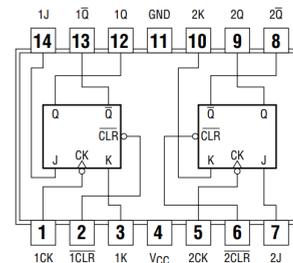


Figura 1. Configuração esquemática do circuito integrado 7473 [4].

Como é possível observar na figura 1, este circuito integrado possui um invólucro *DIP-14* e deve ser alimentado com 5V através do terminal 4, atenção, até o presente momento todos os circuitos integrados utilizados contavam com alimentação através do terminal superior do lado direito do circuito integrado, pra este caso, a alimentação se dará através de um terminal diferente.

Na figura 2, é possível observar um invólucro *DIP-14* deste circuito integrado:

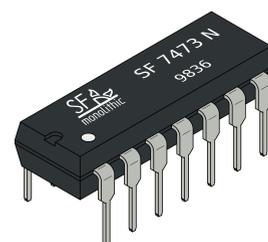


Figura 2. Invólucro *DIP-14* do circuito integrado 7473 [4].

O funcionamento do *flip-flop* JK pode ser compreendido através do seu esquema simplificado em conjunto com a sua tabela verdade. É necessário compreender o funcionamento básico deste circuito antes de introduzi-lo em uma configuração de modo a formar um circuito registrador [3].

O diagrama simplificado de um *flip-flop* JK pode ser visto na figura 3:

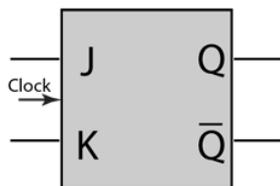


Figura 3. Configuração simplificada do *flip-flop* JK [3].

Através da tabela 1, é possível entender o comportamento do *flip-flop* JK simplificado na figura 3 para diferentes valores das entradas:

Tabela 1. Funcionamento do *flip-flop* JK:

| CLK | J | K | Q | ESTADO |
|-----|---|---|---|--------------------------|
| 1 | 0 | 0 | Q | MANTÉM O ESTADO ANTERIOR |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | - | NEGA O ESTADO ANTERIOR |

B. REGISTRADORES DE DESLOCAMENTO COM FLIP-FLOP'S JK:

Para que se construa um registrador de deslocamento de *bits* com *flip-flops* é necessário que hajam tantos destes circuitos quanto o número de *bits* que se deseja trabalhar. Ou seja, deve-se ter pelo menos 4 *flip-flop's* se o objetivo é construir um registrador de deslocamento de 4 *bits* [4].

Na figura 4, é possível observar a construção de um registrador de deslocamento de 4 *bits* a partir de 4 *flip-flop's* JK:

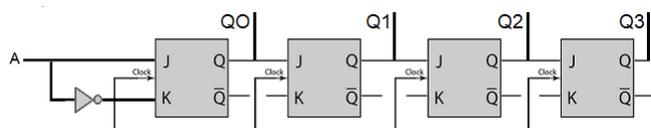


Figura 4. Registrador de deslocamento de 4 *bits* com *flip-flops* JK [3].

C. FLIP-FLOP TIPO D:

Assim como há a possibilidade de se construir diversas topologias de circuitos com *flip-flop's* JK, também é possível obter várias configurações utilizando *flip-flop's* do tipo D. A diferença desta configuração de *flip-flop* para a configuração vista anteriormente é o fato de que o projetista terá a possibilidade de inserir apenas um *bit* na entrada do *flip-flop*. A segunda entrada será sempre o complemento daquela inserida pelo projetista na entrada D. Pode-se compreender o *flip-flop* tipo D como sendo um *flip-flop* JK onde a entrada

J está conectada através de uma porta inversora à entrada K [5].

Um circuito integrado que possui em seu invólucro *flip-flop's* do tipo D é o 74HC74 e sua configuração esquemática pode ser vista na figura 5:

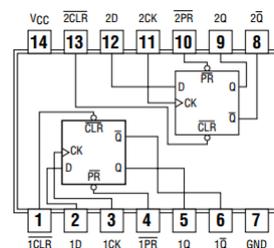


Figura 5. Configuração esquemática do circuito integrado 7474 [4].

Atenção aos terminais destinados a alimentação neste circuito integrado.

Para compreender o funcionamento do *flip-flop* tipo D, novamente, é necessário que se utilize do seu esquema simplificado em conjunto com a tabela verdade do funcionamento deste circuito [1].

Na figura 6, é possível verificar a relação existente entre os *flip-flop's* tipo D e JK:

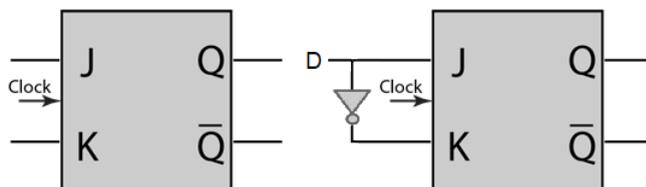


Figura 6. Diagrama simplificado do *flip-flop* tipo D [3].

É possível verificar o funcionamento do *flip-flop* tipo D, com relação ao pulso de clock e a entrada inserida pelo projetista na figura 7:

| D | CLK | SAÍDA |
|---|-----|-------|
| 0 | ↑ | Q = 0 |
| 1 | ↑ | Q = 1 |

Figura 7. Funcionamento do *flip-flop* tipo D [3].

D. REGISTRADORES DE DESLOCAMENTO COM FLIP-FLOP'S D:

Analogamente ao registrador visto anteriormente, é possível realizar a construção de um registrador com *flip-flop's* tipo D. Caso o projetista não possua *flip-flop's* tipo D disponíveis, uma alternativa é usar *flip-flop's* JK, utilizando uma porta lógica inversora para conectar as entradas J e K.

Na figura 8 é possível observar a construção básica de um registrador de deslocamento de 4 *bits* com *flip-flop's* tipo D:

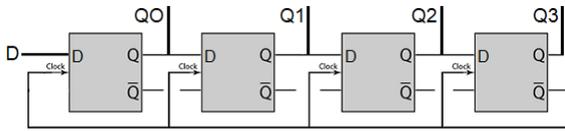


Figura 8. Funcionamento do *flip-flop* tipo D [3].

E. FLIP-FLOP TIPO T:

Esta configuração de *flip-flop* se caracteriza pela sua semelhança com a configuração do tipo D, diferindo desta pelo fato de que: *Flip-flop's* tipo T podem ser entendidos como *flip-flop's* JK com as duas entradas em curto. Ou seja, assim como no tipo D, o projetista terá a possibilidade de inserir apenas dois valores lógicos distintos na entrada deste *flip-flop*.

Na figura 9, é possível observar a obtenção de um *flip-flop* tipo T, a partir de um JK:

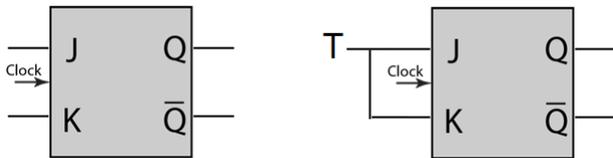


Figura 9. *Flip-flop* tipo JK e *flip-flop* tipo T [3].

F. REGISTRADORES DE DESLOCAMENTO COM FLIP-FLOP'S T:

Os registradores construídos com *flip-flop's* tipo T são análogos àqueles que já foram vistos anteriormente.

Na figura 10 é possível observar um registrador de 4 bits construído apenas com *flip-flop's* tipo T:

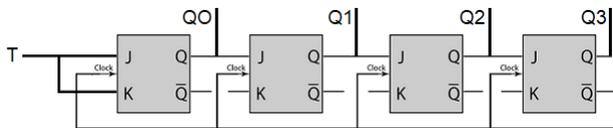


Figura 10. *Flip-flop* tipo JK e *flip-flop* tipo T.

II. MATERIAIS UTILIZADOS

- Osciloscópio Digital Tektronix TBS 1072B
- Fonte de tensão
- 01 Circuito Integrado LM555
- 02 Circuitos Integrados 74175
- 01 Potenciômetro Linear de 50KΩ
- 10 Resistores De 220Ω
- 01 Resistor De 560Ω
- 01 Capacitor Eletrolítico de 10μF
- 10 LEDS

III. PARTE EXPERIMENTAL

A. CIRCUITO DE CLOCK UTILIZANDO O CIRCUITO INTEGRADO LM555:

Monte o circuito da figura 11 e utilize o mesmo como circuito de *clock* para todos os passos seguintes deste roteiro. Obtenha as equações que regem o valor da frequência em para as diferentes configurações de utilização do circuito integrado 555 e identifique qual a configuração do circuito da figura 11.

Variando o potenciômetro deste circuito, é possível obter diferentes valores de frequência para o *clock*.

Conecte o ponto C ao *clock* dos circuitos dos passos seguintes.

Atenção, não desmonte este circuito.

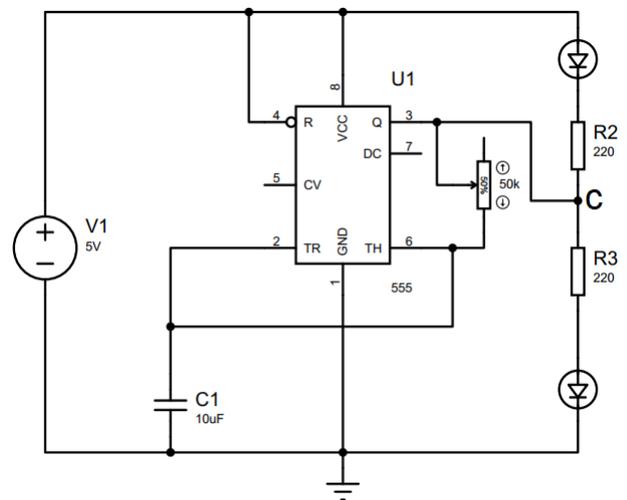


Figura 11. *Clock* para ser usado nos passos seguintes.

B. REGISTRADOR DE DESLOCAMENTO DE BITS UTILIZANDO O CIRCUITO INTEGRADO 74175:

Utilize um circuito integrado 74175 para construir um registrador de deslocamento binário de 4 bits. Observe a configuração das figuras 4, 8, e 10 de modo a compreender o projeto deste circuito.

A configuração esquemática do circuito integrado 74175 pode ser vista na figura 12. Utilize o ponto C no circuito da figura 11 como *clock*.

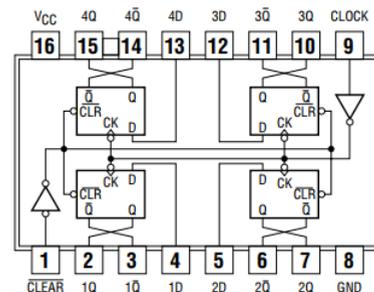


Figura 12. Configuração esquemática do circuito integrado 74175 [4].

Utilize *led's* nas saídas do circuito de modo a observar o processo de deslocamento de *bits*. Alterne a entrada do primeiro *flip-flop* entre 0 e 1 lógico e verifique o funcionamento.

C. REGISTRADOR DE DESLOCAMENTO DE 8 BITS:

Utilize dois circuitos integrados 74175 de modo a estender o funcionamento do circuito anterior para um registrador de deslocamento de 8 *bits*.

Mantenha a mesma topologia do passo anterior conectando a saída do último *flip-flop* a uma nova série de 4 *flip-flop's*. Alterne a entrada do primeiro *flip-flop* entre 0 e 1 lógico de modo a verificar o funcionamento.

Referências

- [1] FLOYD, Thomas. Sistemas digitais: fundamentos e aplicações. Bookman Editora, 2009.
- [2] ORDOÑEZ, Edward David Moreno. Projeto, desempenho e aplicações de sistemas digitais em circuitos programáveis (FPGAs). Cesar Giacomini Pentead, 2003.
- [3] KOLLÁR, János. Flips, flops, minimal models, etc. Surveys in differential geometry, v. 1, n. 1, p. 113-199, 1990.
- [4] INSTRUMENTS, Texas. Digital Logic: Pocket Data Book. Texas Instruments, 2002.
- [5] LACERDA, Joel; ZAPELINI, Wilson B. LÓGICA SEQUENCIAL.