
 <p>UFOP Universidade Federal de Ouro Preto</p>	<p>BCC265 – Laboratório de Eletrônica para Computação Professor: Vinicius Martins Aula 12 Assunto: Circuitos sequenciais básicos Agradecimentos: Carlos Frederico e Eduardo Luz</p>	 <p>decom departamento de computação</p>
--	---	---

1. Objetivos

- Montar e analisar o funcionamento de circuitos sequenciais básicos.

2. Material

- **No laboratório**
 - Fios
 - *Protoboard*
 - *Chips* TTL
 - Barra de pinos e *jumpers*
- **No simulador**
 - Software Logisim
 - Conexões
 - Portas Lógicas
 - LEDs
 - Botões

3. Introdução

Circuitos digitais sequenciais são circuitos onde a(s) saída(s) dependem, além de uma combinação das entradas, também do estado que o sistema se encontra no momento anterior da mudança de nível lógico, ou seja, do valor que as suas saídas se encontravam em um instante t_{i-1} . O circuito sequencial mais elementar é chamado *flip-flop*. O *flip-flop* ou multivibrador biestável é um circuito digital capaz de funcionar como uma memória de um *bit*.

Os circuitos sequenciais servem para armazenar resultados temporários, dividir frequências, fazer contagens sequenciais ou contagens aleatórias pré-programadas, além de servirem como circuitos para deslocar palavras binárias. Nessa aula e nas próximas aulas vocês estudarão o comportamento dos *flip-flops* que são usados na construção de todos os circuitos sequenciais dados como exemplo nesse parágrafo.

Existem quatro tipos de *flip-flop*, a saber: *flip-flop* RS (*Reset/Set*); *flip-flop* D (*Delay*) também conhecido simplesmente como *latch*; *flip-flop* JK (em homenagem a Jack Kilby seu projetista) e *flip-flop* T (*Toggle*).

O *flip-flop* RS (*Reset/Set*) mostrado na figura 1 garante na sua saída Q, o nível lógico 1 (*Set*), se a entrada S estiver em 1 e a entrada R (*Reset*) estiver em 0. O *flip-flop* RS garante na sua saída Q, o nível lógico 0 (*Reset*), se a entrada R estiver em 1 e a entrada S estiver em 0. Se ambas as entradas S e R estiverem em 1, a saída não se modifica, ou seja, mantém o valor de Q que tinha guardado no instante imediatamente anterior as entradas mudarem para $R=S=1$. Se, entretanto, ambas as saídas S e R estiverem em 0, nenhum comportamento particular é garantido (estado de instabilidade). O comportamento de um circuito sequencial básico é comumente escrito na forma de uma tabela verdade. Preencha a tabela verdade do *flip-flop* RS construído a partir de portas NAND como mostrado na figura 1.

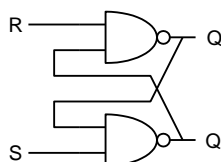


Figura 1 – *Flip-flop* RS com portas NAND

S	R	Q_{i-1}	Q_i
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

Tabela 1 – Tabela verdade do *flip-flop* RS

O aparecimento do estado indefinido ou de instabilidade (estado $R=S=0$) na tabela 1 representa uma desvantagem dos *flip-flops* RS.

Na figura 2, observa-se um *flip-flop* RS com a inclusão de uma terceira entrada de controle C (ou *clock*), é um *flip-flop* RS temporizado. O diagrama lógico do novo *flip-flop* RS é mostrado na figura 2. A tabela característica (tabela 2) deve ser preenchida pelo grupo.

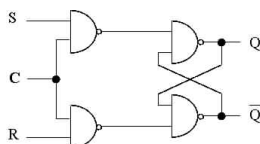


Figura 2 – *Flip-flop* RS com portas NAND e entrada de *clock* (controle)



UFOP
Universidade Federal
de Ouro Preto

BCC265 – Laboratório de Eletrônica para Computação

Professor: Vinicius Martins

Aula 12

Assunto: Circuitos sequenciais básicos

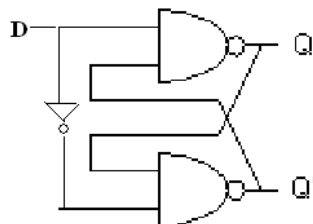
Agradecimentos: Carlos Frederico e Eduardo Luz



C	S	R	Q_{i-1}	Q_i
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

Tabela 2 – Tabela verdade do *flip-flop* RS com entrada de *clock* (controle)

Flip-flops D ou *latches* são circuitos lógicos sequenciais que tem por objetivo memorizar dados aplicados na sua entrada D. *Flip-flops* D podem ser construídos a partir de *flip-flops* RS, bastando que façamos que entrada S do *flip-flop* RS receba a entrada D e a entrada R receba D'. Desenhe o circuito do *flip-flop* D a partir do *flip-flop* RS da figura 1 e escreva sua tabela verdade.





D	Q	Q_1
0	0	0
1	0	1

4. Atividades Práticas

Primeira Parte Prática

- Preencha a tabela verdade (tabela 1).
- Monte o circuito da figura 1 no simulador Logisim e verifique o seu comportamento lógico.
- Compare a tabela verdade obtida no simulador com a tabela verdade preenchida por vocês.

 <p>UFOP Universidade Federal de Ouro Preto</p>	<p>BCC265 – Laboratório de Eletrônica para Computação Professor: Vinicius Martins Aula 12 Assunto: Circuitos sequenciais básicos Agradecimentos: Carlos Frederico e Eduardo Luz</p>	 <p>decom departamento de computação</p>
--	---	---

Segunda Parte Prática

- a) Preencha a tabela verdade (tabela 2).
- b) Monte o circuito da figura 2 no simulador Logisim e verifique o seu comportamento lógico.
- c) Compare a tabela verdade obtida no simulador com a tabela verdade preenchida por vocês.