

RELATÓRIO DE AULA PRÁTICA

Título:

Trabalhando com Flip-Flops-Lógica Sequencial

Objetivo(s):

Esta experiência tem como objetivos os seguintes itens:

- Verificar na prática o funcionamento dos Flip-flops - Circuitos Sequenciais;
- Montar circuitos práticos e analisar sinais com instrumentos de medição;
- Conhecer e implementar circuitos divisores de frequência;
- Verificar na prática o princípio de funcionamento de circuitos série, paralelo e memórias semicondutoras.

Conteúdo (os) envolvido(s):

Circuitos sequenciais;
Flips-Flops;
Circuitos série-paralelo e paralelo-série;
Memórias SRAM;
Circuito integrado;
Multímetro;
Protoboard;
Osciloscópio;

Equipe:

Anderson Pereira da Silva (**21105804**)
Carlos Luilquer Almeida Santos (**20150465**)

Descrição da atividade:

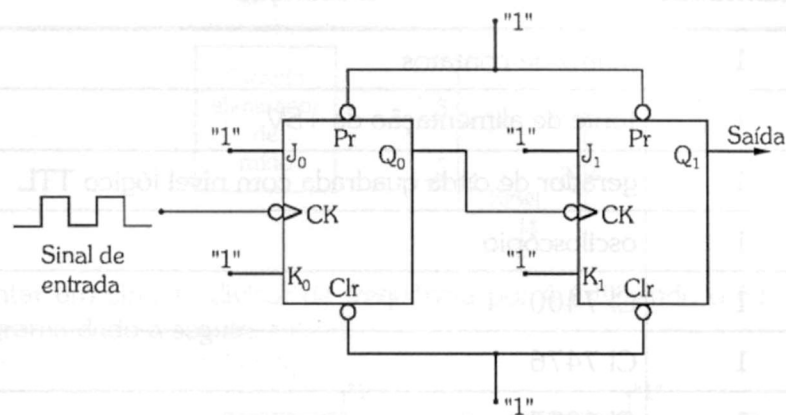
1. Um bom exemplo de Flip-Flop JK Master Slave da família lógica TTL é o CI 74109. Este CI contém dois Flip-Flops disparados pela borda positiva do pulso de Clock.

Construa um circuito com o mesmo, analisando e testando o seu funcionamento.

2. Em certas aplicações práticas, necessitamos de circuitos divisores de frequência. A partir de um Flip-Flop JK Master Slave, monte o circuito abaixo para testar esta aplicação:

-Injetar diferentes frequências no sinal de entrada, onda quadrada 5Vcc

-Analisar a frequência de saída no osciloscópio e comparar com a entrada, conforme figura de exemplo.



Exemplo de um Circuito Divisor de Frequência

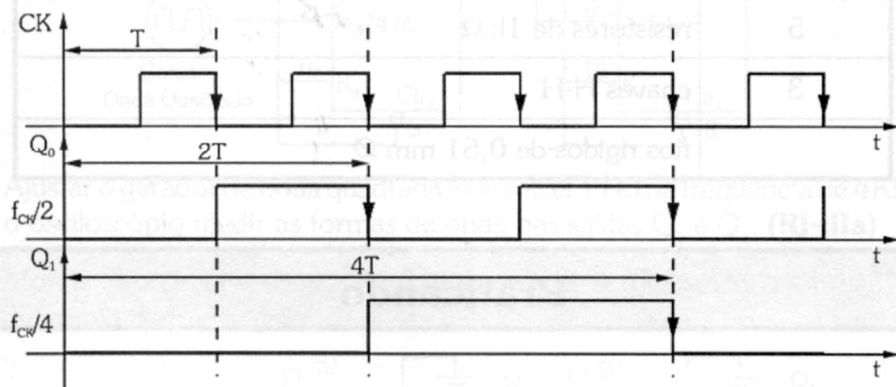


Diagrama de Tempos do Divisor de Frequência

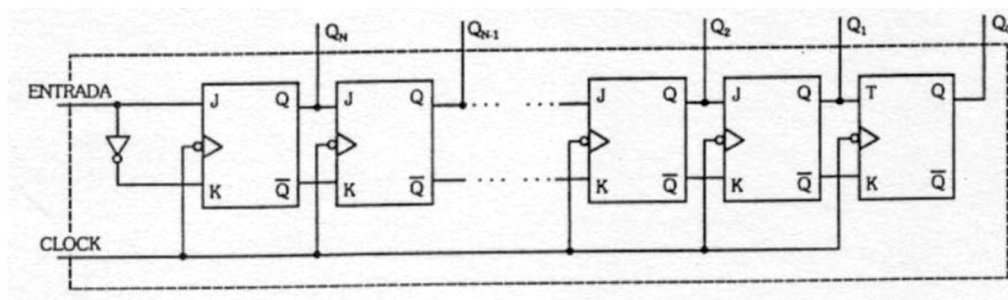
3. Construa o registrador de deslocamento da figura abaixo. Utilize o CI 74109 observando o inversor na entrada do primeiro FF. Este inversor transforma o FF Mestre – Escravo em qual tipo de FF?

Montar um registrador de 4 bits. Quantos FF's são necessários então?

Mostrar o funcionamento de circuito conversor de série para paralelo.

Utilizar sinais de clock nas entradas.

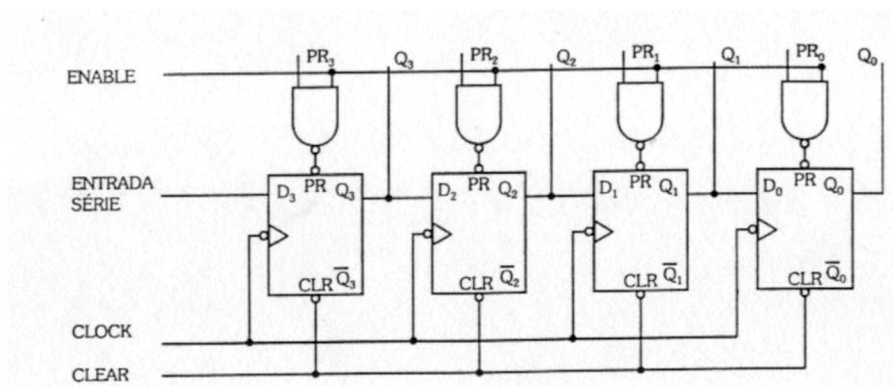
Utilizar leds e osciloscópio nas saídas.



Mostrar o funcionamento de circuito paralelo para série.

Utilizar chaves para as entradas.

Utilizar leds e osciloscópio nas saídas.



Alteração da Atividade:

Na atividade prática, não houve nenhuma alteração.

Relação de materiais utilizados:

Primeiramente, para os circuitos Flip-Flip. Utilizou-se os seguintes materiais:

1. CI 74109

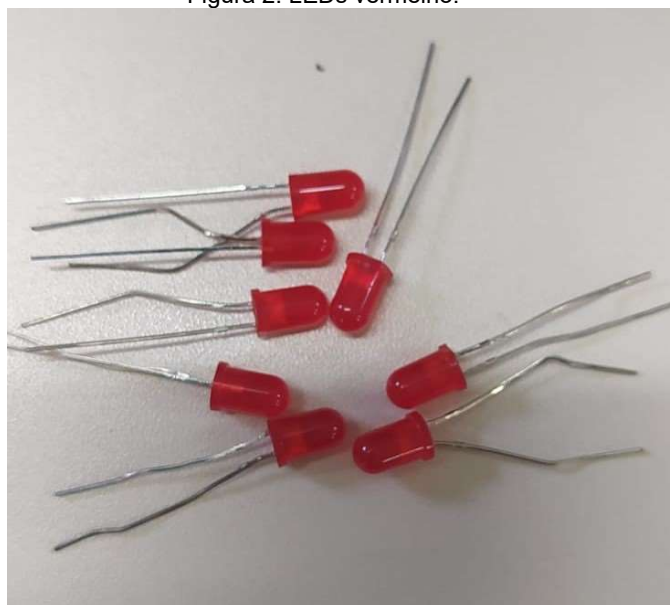
Figura 1. CI 74F109 - família lógica TTL.



Fonte: Autores.

2. LEDs

Figura 2. LEDs vermelho.

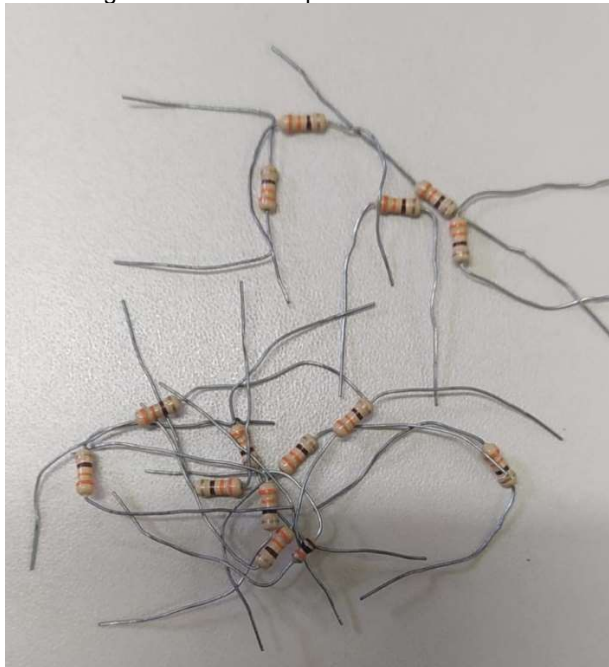


Fonte: Autores.

3. Resistores

- a. Resistência: 330Ω – Tolerância: 5% – Potência de trabalho: 1/8 W

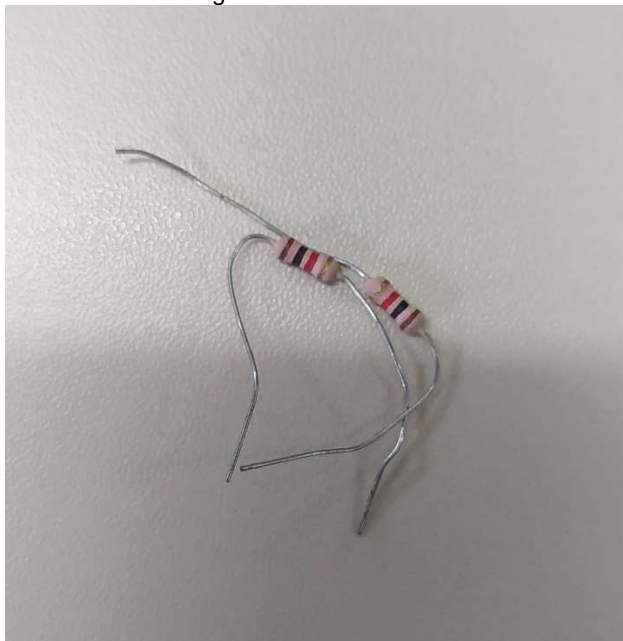
Figura 3. Resistores para o circuito.



Fonte: Autores.

- b. Resistência: $1k\Omega$ – Tolerância: 5% – Potência de trabalho: 1/8 W

Figura 4. Resistores 1k.



Fonte: Autores.

Relação de ferramentas utilizadas:

Logo, para esta prática, foram necessárias as seguintes ferramentas para montar e testar as alterações solicitadas na atividade.

1. Placa Protoboard

Figura 5. Placa de Protoboard utilizada na aula.



Fonte: Notas de aula (2022.1).

2. Multímetro:

Figura 6. Multímetro Fluke 115 True-RMS Digital Multimeter.



Fonte: Notas de aula (2022.1).

3. Osciloscópio:

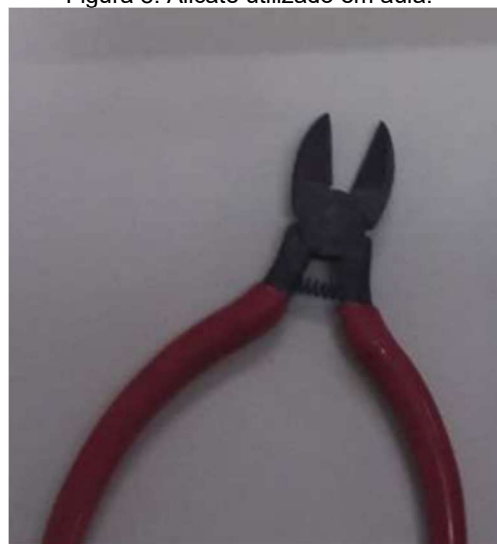
Figura 7. Marca Tektronix, de 2 canais e colorido.



Fonte: Notas de aula (2022.1).

4. Alicate

Figura 8. Alicate utilizado em aula.



Fonte: Notas de aula (2022.1).

5. Fonte de Alimentação

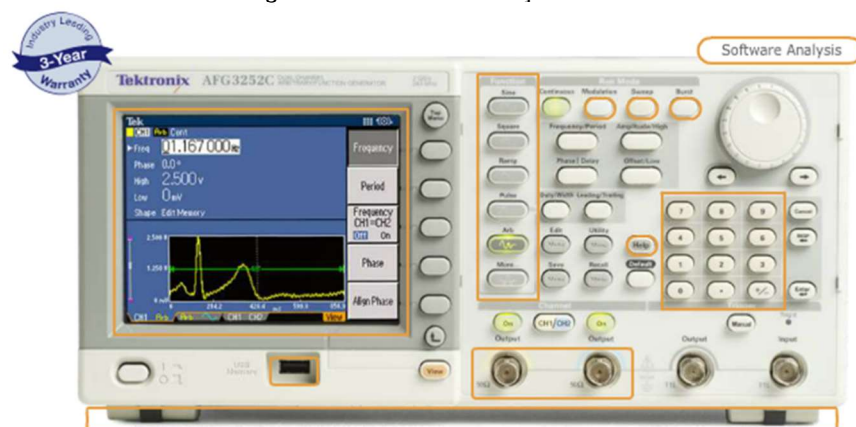
Figura 9. Fonte de alimentação.



Fonte: Autores.

6. Gerador de Funções

Figura 10. Gerador de funções.



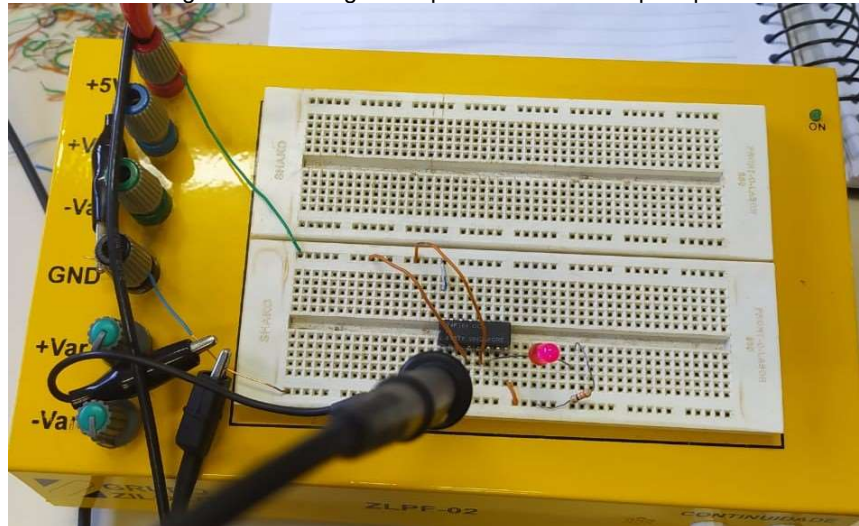
Fonte: Notas de aula (2022.1).

Coleta de dados:

1. Montagem circuito Flip-Flop JK Master Slave.

Assim, com o intuito de entender o funcionamento do CI 74109, montou-se o circuito. Em seguida, verificou-se o funcionamento do mesmo com o auxílio da tabela verdade. O LED foi utilizado para sinalizar a saída conforme a onda quadrada no gerador de funções. A Figura 11, exhibe o circuito montado.

Figura 11. Montagem do primeiro circuito: Flip-Flop.



Fonte: Autores.

Após a montagem, realizou-se testes para fins de entendimento. A figura contém o CI (74109), um LED (vermelho), resistor (330Ω) e fios de cobre para conectar os terminais.

Link para o vídeo:

<https://drive.google.com/file/d/1xZDVfp1V7Pc0JKHaWS15ZUg83JAXR33Q/view?usp=sharing>

No vídeo é demonstrada os testes conforme a tabela verdade (Tabela 1). Verificou-se também, de acordo com o ciclo de clock. Além disso, neste caso, o LED alterna conforme o período para o ciclo de clock.

J	K	Q
0	0	Q_a
0	1	0
1	0	1
1	1	Q_a

Tabela 1. Tabela verdade Flip-Flop JK.

Link para o vídeo:

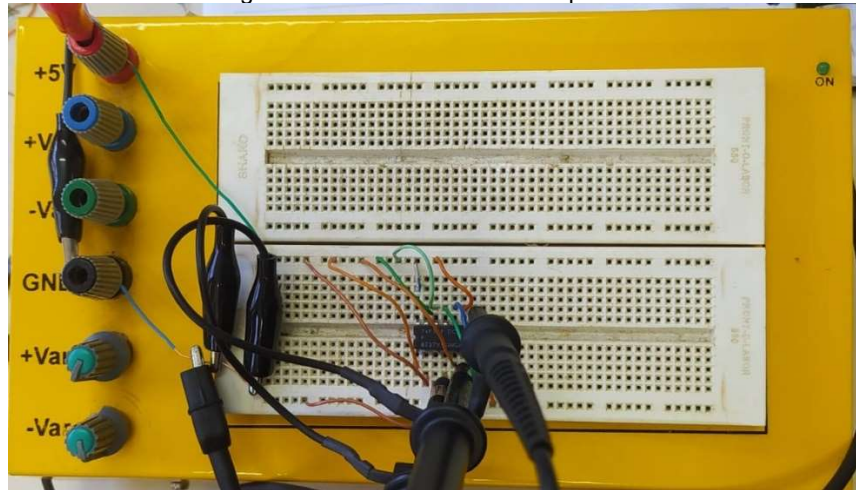
<https://drive.google.com/file/d/1xjJI40CD1b8KrDo7xVml9vLntaiC1Y14/view?usp=sharing>

Assim, demonstrou-se os testes conforme a Tabela 1.

2. Flip-Flop JK Master Slave – Divisor de frequência.

Para o circuito, divisor de frequência, retirou-se o LED. Pois, o sinal de saída foi exibido no osciloscópio. A Figura 12, exibe o CI na protoboard, conectada nos terminais. As pinças são, o sinal de entrada e saída: gerador de funções é o input, e o osciloscópio nos mostra o output.

Figura 12. Circuito divisor de frequência.



Fonte: Autores.

Link para o vídeo:

<https://drive.google.com/file/d/1xtpR0Jo4GKQuJGaDeT4nDt8ariouFJon/view?usp=sharing>

Assim, injetou-se a frequência de 1 hertz, com período de 1 ciclo por segundo no sinal na entrada do clock, assim na primeira saída acontece a divisão por dois, demonstrada no osciloscópio. Entretanto, na segunda saída do Flip-Flop, acontece a divisão por quatro. Isso ocorre de acordo com a frequência inserida no circuito, bem como, o funcionamento do CI 74109. Assim, pode-se verificar a divisão no osciloscópio.

Link para o vídeo:

<https://drive.google.com/file/d/1xyn-VvCj9By2tKA1uh2KUVLX8TZGTJqK/view?usp=sharing>

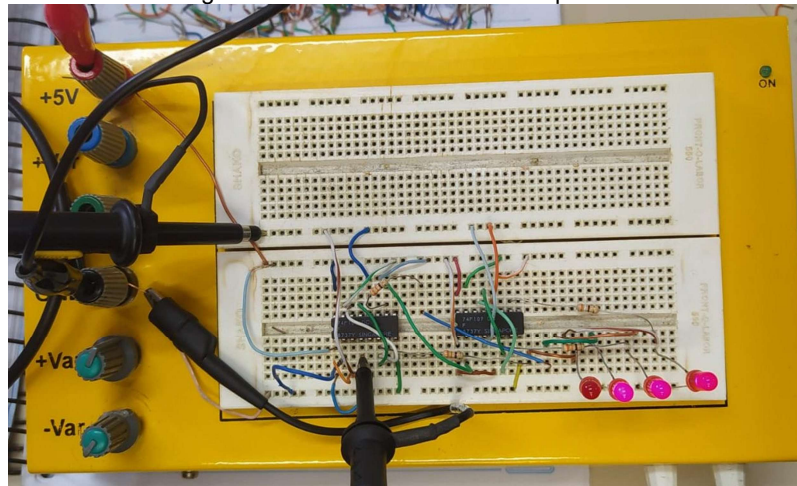
No segundo vídeo, o sinal amarelo corresponde a saída do primeiro CI (divisão por dois). Entretanto, o sinal em azul, representa a saída para o segundo Flip-Flop (divisão por quatro).

3. Registrador de deslocamento.

3.1. Circuito conversor de série para paralelo.

Para o funcionamento do circuito conversor de série para paralelo, foram necessários dois CI's, quatro LED's para representar a saída, bem como, o sinal de onda quadrada. Assim, realizou-se os testes conforme a tabela verdade, o circuito montado para este tópico encontra-se na Figura 13.

Figura 13. Circuito conversor série/paralelo.



Fonte: Autores.

Link para o vídeo:

https://drive.google.com/file/d/1y2nBUZ5-A4BvYrI_Th6ny5m6rQOmkjt/view?usp=sharing

Assim, o deslocamento acontece conforme o período de 3s. Neste caso, testou-se todas as saídas em zero (0) e, conforme o sinal de clock o valor 1 deslocou-se acendendo os LEDs em sequência.

Link para o vídeo:

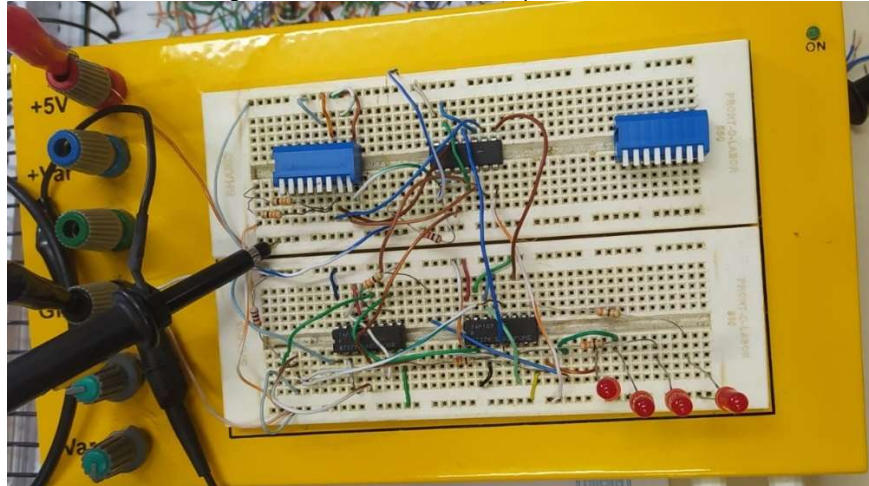
<https://drive.google.com/file/d/1yO5Myhyni7IPuuuozT8FYwEMAGgbhHy/view?usp=sharing>

O segundo link, exibe o sinal de onda conforme a frequência e, consequentemente o período.

3.2. Circuito conversor de paralelo para série.

Por fim, mas não menos importante, montou-se o circuito de paralelo para série. Neste caso, foram necessários três CI's (74109), uma chave DIP switch e quatro LED's para representar a saída. A Figura 14 exibe o circuito montado na placa protoboard.

Figura 14. Circuito conversor paralelo/série.



Fonte: Autores.

Neste caso, foram feitos testes conforme o datasheet do CI, assim como, a tabela verdade. Porém, não foi possível assegurar todo o funcionamento para este circuito: conversor paralelo/série.

Mais informações:

Assim, houve dificuldades durante a montagem, principalmente, para o último circuito: conversor de paralelo para série. Não foi possível finalizar o mesmo, faltou tempo para esse último circuito, devido à demora para o entendimento do mesmo. Além disto, cometemos alguns erros básicos, como por exemplo, deixar pinos soltos no DIP switch, e ainda um pouco de desorganização ao layout da protoboard. Contudo, em relação aos demais, foi possível verificar na prática o funcionamento do CI 74109 – Flip-Flop de modo geral. Além disso, percebe-se a importância de uma boa preparação em relação ao datasheet, assim como, durante a montagem na protoboard. Por fim, um dos fatores mais relevantes é: a organização no layout da protoboard, pois, percebe-se que facilita o entendimento do circuito de modo geral.

Análise dos resultados:

1. Análise do primeiro circuito: Flip-Flop JK Master Slave

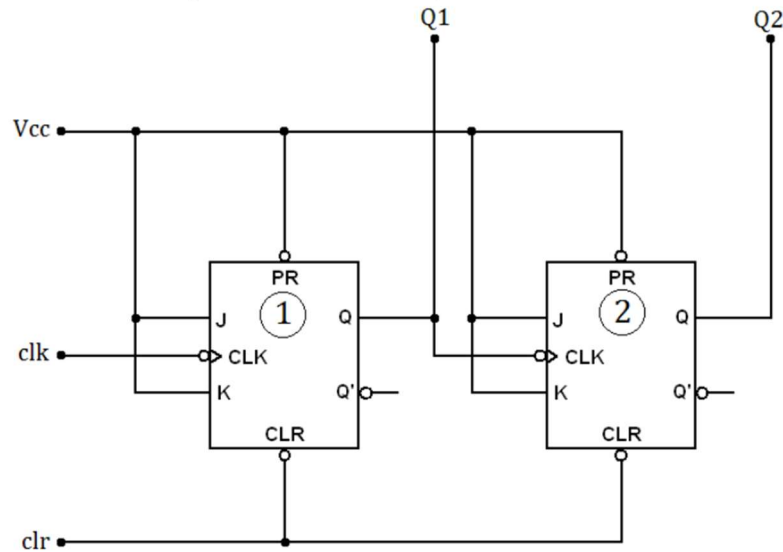
Os Flip-Flops permitem aplicar funções matemáticas (no caso de divisão de frequência de sinal), assim como funcionar como uma memória SRAM de alta velocidade de acesso. Além disso, pode armazenar um bit de dados, o qual é representado por um estado lógico alto ou baixo (0 ou 1). Assim, para o primeiro circuito, analisou-se o funcionamento do CI 74109 conforme a tabela verdade (Tabela 1), onde foi possível verificar a relação teórica/prática para o Flip-Flop.

Um Flip-Flop possui duas saídas, nível lógico alto, ou baixo. Assim, quando em funcionamento normal, as saídas encontram-se em estados lógicos opostos – um alto e o outro baixo. Outro fato é que, um pode ser síncrono: responde imediatamente a uma mudança em sua entrada, alterando a saída no mesmo instante. Ou, assíncrono: a alteração na entrada não é refletida imediatamente na saída, deve ser habilitada por uma transição de estado lógico a partir de um clock externo. Para este experimento, a metodologia adotada para o funcionamento do Flip-Flop foi síncrona, isto é, precisa-se de um sinal de clock externo para habilitar o sinal de saída.

2. Análise do segundo circuito: Divisor de frequência

Sabe-se que um divisor de frequência, implementado a partir de flip-flop JK, tem a função de dividir a frequência de entrada. A divisão acontece por dois a cada flip-flop que é inserido, isto é, o circuito é capaz de dividir a frequência da entrada *clk* por dois em *Q1* e novamente por dois em *Q2*. Figura 15.

Figura 15. Divisor de frequência de 2 bits.



Fonte: UNESP.

Sendo que, a equação da frequência de saída de um flip-flop de ordem n representa em um divisor de frequência é:

Figura 16. Equação para o divisor de frequência.

$$f_n = \frac{f_{clk}}{2^n}$$

Fonte: UNESP

Assim, para o segundo circuito, foi possível analisar a divisão conforme o vídeo no tópico de coleta de dados. O funcionamento ocorreu conforme a teoria.

3. Análise do terceiro circuito:

3.1. Conversor série/paralelo

O funcionamento acontece, quando a entrada “Controle” está em nível lógico alto, o circuito adota o princípio conversor serial-paralelo. Assim, o funcionamento segue a Figura 17, tabela.

Figura 17. Funcionamento de um conversor série-paralelo de 4 bits.

Conversor Série-Paralelo							
Entradas				Saídas			
S	Clock	Controle	Carregar	P1	P2	P3	P4
0	↑	1	1	0	X	X	X
0	↑	1	1	0	0	X	X
1	↑	1	1	1	0	0	X
1	↑	1	1	1	1	0	0
0	↑	1	1	0	1	1	0
0	↑	1	1	0	0	1	1
1	↑	1	1	1	0	0	1
X	X	0	X	Alta	Alta	Alta	Alta

Fonte: UFPR.

3.2. Conversor paralelo/série

Já no caso do circuito paralelo-série, quando a entrada “Controle” está em nível lógico baixo, o circuito segue o funcionamento de um conversor paralelo-serial e seu funcionamento pode ser visto na Figura 18, simplificada para 4 bits.

Figura 18. Funcionamento do conversor paralelo-série de 4 bits.

Conversor Paralelo-Série							
Entradas						Saídas	
P1	P2	P3	P4	Clock	Controle	Carregar	S
0	1	1	1	X	0	↓	-
X	X	X	X	↑	0	1	1
X	X	X	X	↑	0	1	1
X	X	X	X	↑	0	1	1
X	X	X	X	↑	0	1	0
0	0	0	1	X	0	↓	-
X	X	X	X	↑	0	1	1
X	X	X	X	↑	0	1	0
X	X	X	X	↑	0	1	0
X	X	X	X	↑	0	1	0
X	X	X	X	X	1	X	Alta

Fonte: UFPR.

Assim, percebe-se que é necessário um pulso negativo na entrada “Carregar”, para que os valores das entradas paralelas sejam armazenados nos flip-flop e a saída receba esses dados a cada pulso de clock. Além disso, deve-se repetir esse pulso negativo sempre que se desejar alterar os valores de entrada paralelo, ou a saída se repetirá a cada 8 ciclos de clock.