

# EDI018702 2023 2 AULA04

---

## Índice

---

### **Contadores Síncronos**

Crescente

Decrescente

Carga paralela

Crescente-decrescente

### **Aplicações com contadores**

Contadores BCD

Contadores como divisores de frequência

### **Circuitos Integrados de Contadores**

### **Exercícios**

### **Referências**

## Contadores Síncronos

### OBJETIVOS

Nesta aula o aluno deverá:

- Saber o que são contadores síncronos;
- Diferenciar contadores crescente e/ou decrescente;
- Saber o que é carga paralela;
- Conhecer aplicações com contadores; e
- Conhecer circuitos integrados de contadores.

### METODOLOGIA

A aula será expositiva e dialogada, utilizando apresentação de texto base na Internet, onde serão mostrados e simulados exemplos de circuitos de contadores síncronos.

### INTRODUÇÃO

Como vimos anteriormente, o atraso de propagação dos FF nos contadores assíncronos limita a sua frequência máxima. Esse problema pode ser resolvido fazendo com que os FF mudem o estado de suas saídas no momento em que ocorre a transição de *clock*. Essa configuração caracteriza os contadores chamados de síncronos e é mostrada na Figura 1.

## Crescente

Também chamados de ascendentes, esses contadores começam suas contagens sempre de zero (0b) até o seu valor máximo que é dado por  $2^{N-1}$  onde N é número de FFs utilizados. Sendo que o último FF é sempre do bit mais significativo (MSB). No caso dos circuitos síncronos o destaque é para um menor atraso de propagação que discutiremos na sequência.

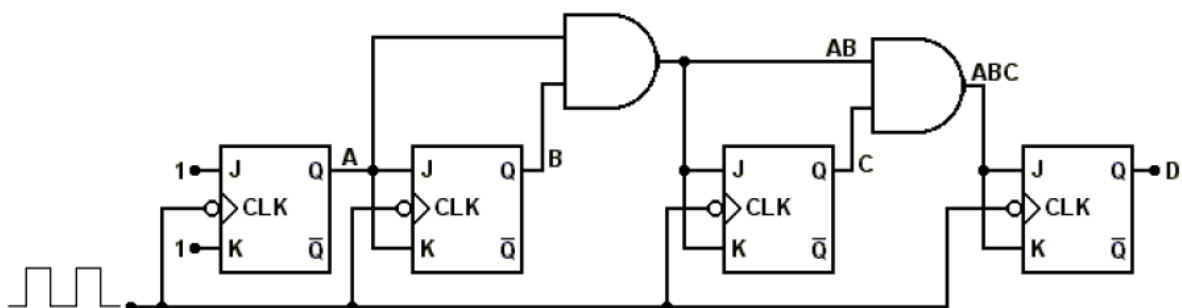


Figura 1 - Contador síncrono ascendente.

A análise da lógica do circuito do contador mostra que os FF do tipo JK somente estão no estado *TOOGLE* ( $J = 1$  e  $K = 1$ ) quando todas as saídas dos FF anteriores estão em nível ALTO. Como o sinal de *clock* é comum a todos os FF, o atraso de propagação do contador será o atraso de um FF somado ao atraso das portas AND.

### Atraso total

$$A_T = t_{pd}(FF) + t_{pd}(AND)$$

onde:

$A_T$ : tempo de atraso total;

$t_{pd}(FF)$ : tempo de atraso do FF;

$t_{pd}(AND)$ : tempo de atraso da porta AND.

Desta forma nesse tipo de contador o atraso não depende do número de bits, mas apenas da tecnologia utilizada. Por outro lado, como o atraso de propagação é menor, o contador síncrono pode trabalhar com frequências maiores que o contador assíncrono.

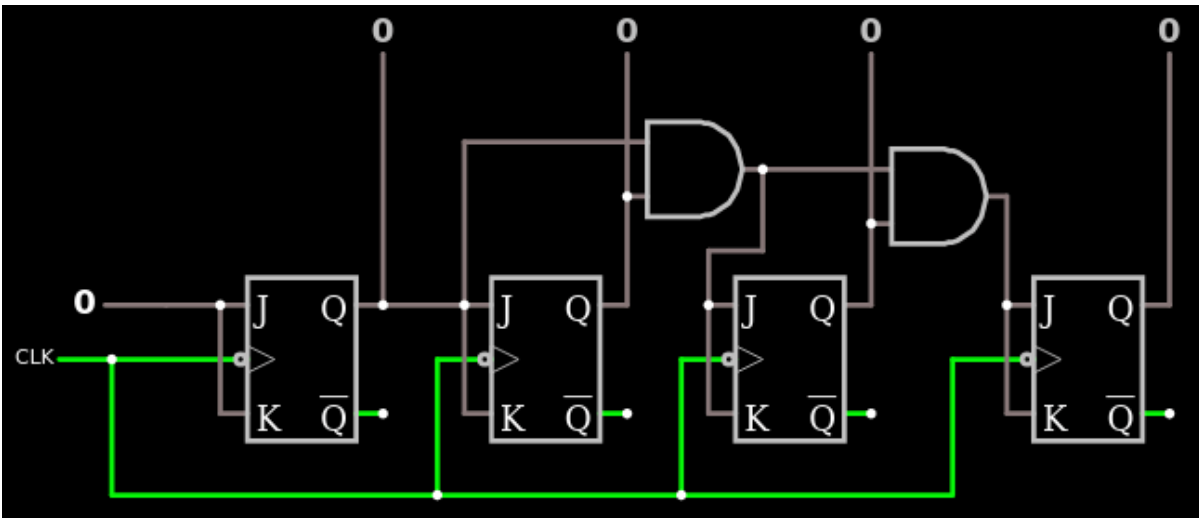


Figura 1b - Contador síncrono ascendente (animação).

Na Figura 1b podemos ver a animação do circuito do contador síncrono de 4 bits. É possível perceber que o circuito só começa a funcionar (contar) quando J e K do primeiro flip-flop está em nível lógico alto (J=K=1).

## Decrescente

Do mesmo modo que os contadores assíncronos, os contadores síncronos podem contar de forma decrescente. Para isso devemos usar as saídas  $\bar{Q}$  no lugar vez das saídas  $Q$  na lógica de habilitação das entradas J e K. Porém NÃO devemos pegar o sinal de saída (ABCD) das portas  $\bar{Q}$ .

(simulado em sala de aula)

## Carga paralela

Os contadores podem contar a partir de um valor predeterminado pelo usuário. Nesses contadores o estado inicial de cada FF pode ser determinado através das entradas CLR ( $Q \rightarrow 0$ ) e PRE ( $Q \rightarrow 1$ ). A Figura 2 mostra circuito de inicialização de um FF. Quando LOAD é BAIXO, o FF funciona normalmente. Quando LOAD é ALTO, o valor de D é armazenado na saída do FF através das entradas assíncronas (que não dependem do *clock*).

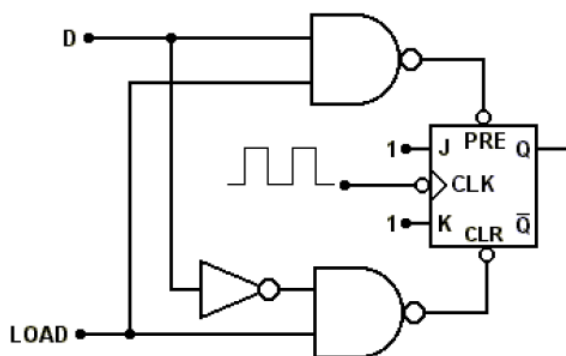


Figura 2 - Circuito de carga.

Se fizermos isso para cada FF do contador determinar o valor inicial a ser incrementado. Esse processo é conhecido como carga paralela porque é realizado simultaneamente em todos os FF do contador. Um

exemplo prático de um contador síncrono crescente-decrescente de MOD-16 com carga paralela é o **74193**. O circuito de carga pode ser utilizado tanto nos contadores síncronos como nos assíncronos. A Figura 3 mostra o contador 74193 síncrono crescente/decrescente.

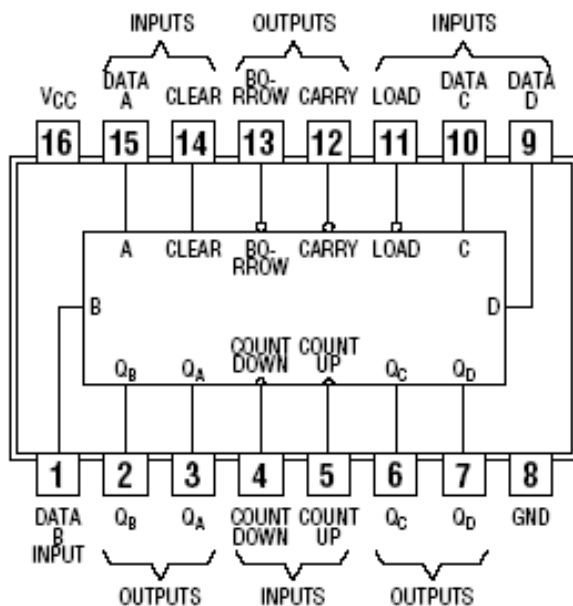


Figura 3 - Contador 74193 síncrono crescente/decrescente.

## Crescente-decrescente

A construção de um contador síncrono crescente-decrescente é feita de forma semelhante a mostrada para o contador assíncrono. Para analisar um contador síncrono crescente-decrescente com carga paralela, utilizamos o circuito integrado 74LS193.



Figura 3b - Circuito integrado do contador 74LS193.

### Principais características

- É um contador síncrono de 4 bits e módulo 16, com saídas  $Q_A$ ,  $Q_B$ ,  $Q_C$ ,  $Q_D$

- As entradas DOWN e UP são entradas de *clock*. A aplicação do sinal a uma dessas entradas determina se a contagem será crescente ou decrescente.
- A entrada assíncrona de CLR (limpar) zera o contador (0000b).
- A entrada assíncrona (carregar) permite determinar o valor inicial de contagem (DCBA) através das entradas A, B, C e D.
- As saídas (vai um) e (empresta um) indicam o reinício da contagem crescente (15 → 0) e decrescente (0 → 15), respectivamente. A Figura 4 apresenta o diagrama de funcionamento do 74LS193.

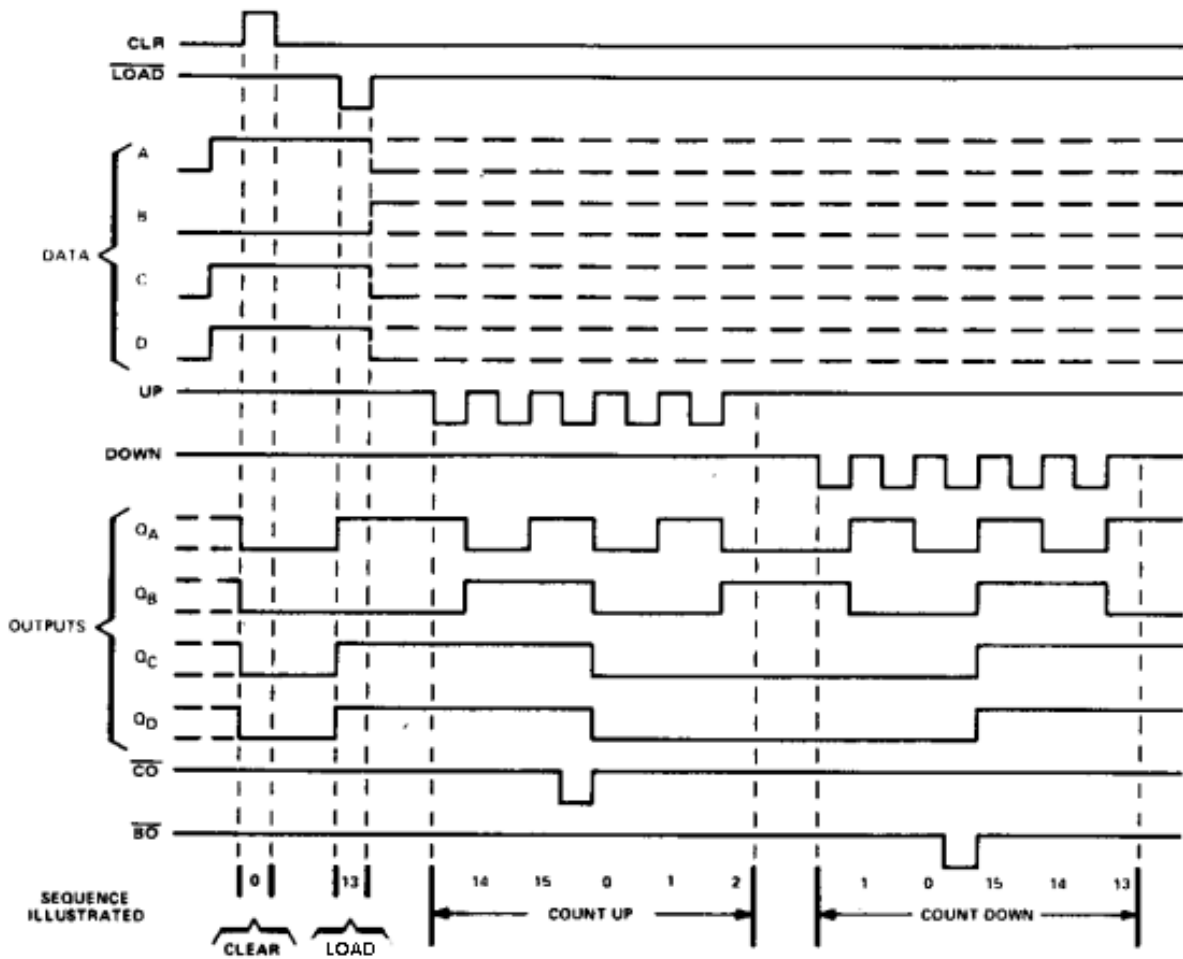


Figura 4 - Diagrama de funcionamento do 74LS193.

## Aplicações com contadores

### Contadores BCD

Os contadores BCD são bastante usados em circuitos onde pulsos devem ser contados e mostrados em um *display*. A Figura 5 mostra um arranjo de contadores BCD que realiza a contagem de 000 a 999. A Figura 5 apresenta como pode ser implementado um circuito contador de décadas, como o utilizado pelo CI 7490.

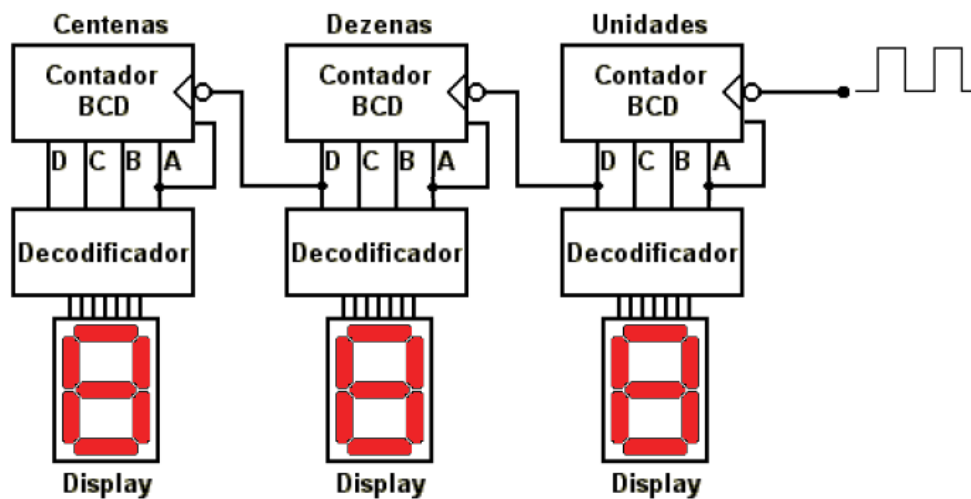


Figura 5 - Contador BCD de 000 a 999.

Inicialmente todos os contadores estão em 0 e o *display* mostra 000. A cada borda de descida do *clock*, o contador de unidades é incrementado e o valor do contador é mostrado no *display*. Quando o valor atinge 009 (1001b), a próxima transição de descida do *clock* fará com que o contador de unidades retorne para 0. Nesse momento ocorrerá uma transição de 1 para 0 (borda de descida) da saída D desse contador, a qual está ligada a entrada de *clock* do contador de dezenas. Essa transição da saída D do contador de unidades faz com que o contador de dezenas seja incrementado e o *display* passa a mostrar o valor 010. As contagens prosseguem até atingir 999. Nesse estado com mais uma transição de descida do *clock* os contadores reiniciam com 000.

**Circuito equivalente no falstad**

[Expandir]

## Contadores como divisores de frequência

Uma outra aplicação de contadores é geração digital de um sinal de *clock* de menor frequência ( $f_{clk}$ ) a partir de uma onda quadrada de frequência superior ( $f_{osc}$ ). Usando a característica de divisão de frequência dos contadores, determina-se a contagem N que o contador deve realizar.

$$N = \frac{f_{osc}}{f_{clk}}$$

Em seguida configura-se o contador para realizar N contagens. O sinal de saída do último estágio do contador é um sinal que tem a frequência desejada ( $f_{clk}$ ). Esse sinal pode não ser uma onda quadrada, mas isso pode ser resolvido fazendo uma contagem N/2, seguido de um divisor por 2 (FF do tipo T).

### EXEMPLO 1

Deseja-se obter uma frequência de 1Hz (1 segundo), a partir de um sinal digital com frequência de 60Hz obtido a partir da rede de energia elétrica.

$$N = \frac{f_{osc}}{f_{clk}} = \frac{60}{1} = 60$$

Ou seja, eu preciso realizar uma contagem até 60 (MOD-60) para obter uma frequência de 1Hz.

Nota: Se não houver nenhuma restrição quanto a forma do sinal, basta dividimos diretamente o sinal de 60Hz por 60 e obter o sinal de 1 Hz.

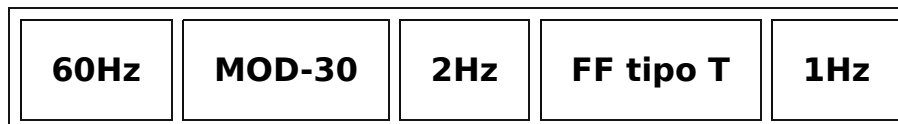


### EXEMPLO 2

Deseja-se obter uma frequência de 20Hz, a partir de um sinal digital com frequência de 1kHz.

$$N = \frac{f_{osc}}{f_{clk}} = \frac{1000}{20} = 50$$

No entanto, para obter um sinal quadrado de 1Hz, é necessário dividimos primeiro o sinal de 60Hz por 30 e em seguida dividir esse sinal por 2 para obter o sinal de 1Hz.



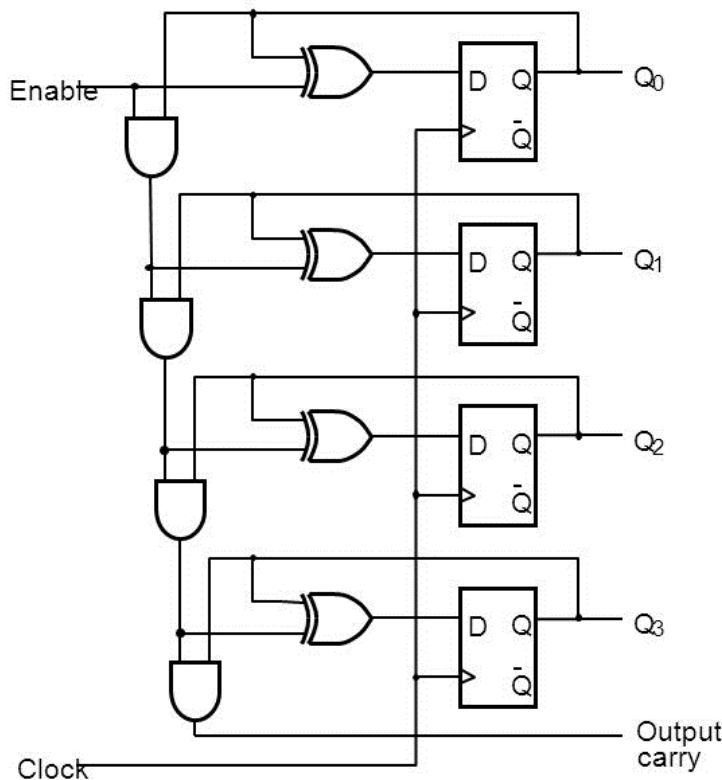
## Circuitos Integrados de Contadores

Existem vários circuitos integrados de contadores, tanto TTL como CMOS. Nos *Datasheet* os contadores assíncronos são simplesmente identificados como *COUNTERS*, enquanto que os contadores síncronos são identificados como *SYNCHRONOUS COUNTERS*. A seguir são mostrados as pinagens e os diagramas de alguns contadores.

- 74XX90 – Contador assíncrono decádico
- 74XX92 – Contador assíncrono módulo doze
- 74XX93 – Contador assíncrono binário de 4 bits
- 74XX73 – 2 FF do tipo JK para construir contadores síncronos ou assíncronos.
- CD4040 – Contador assíncrono binário de 12 bits
- 74XX163 – Contador síncrono binário de 4 bits
- 74XX169 – Contador síncrono binário de 4 bits crescente-decrescente
- 74XX190 – Contador síncrono decádico de 4 bits crescente-decrescente
- 74XX390 – Duplo contador assíncrono decádico
- 74XX393 – Duplo contador assíncrono binário de 4 bits

# Exercícios

[1] Explique o funcionamento do contador **síncrono** crescente visto da figura abaixo.



[2] Quantos FF e portas lógicas eu preciso para fazer um contador síncrono que conte 0 até 100.

[3] Quantos FF são necessários para gerar um sinal de onda quadrada com uma frequência de 24Hz a partir de um sinal original de 2,4GHz.

[4] Quantos CI 74193 seriam necessários para mostrar uma contagem, em display de 7 segmentos, de 0 até 1000.

[5] Que frequência eu tenho no pino QD do CI 74193 sendo uma frequência de clock de 8kHz, numa configuração de contador crescente de 4 bits.

## Lista de exercícios de contadores

[http://wiki.sj.ifsc.edu.br/images/1/11/EX2\\_DIG222802.pdf](http://wiki.sj.ifsc.edu.br/images/1/11/EX2_DIG222802.pdf)

# Referências

[1] Apostila do CURSO DE ELETRÔNICA DIGITAL. CEFET/SC: São José, 2011.





---

Disponível em "[https://wiki.sj.ifsc.edu.br/index.php?title=EDI018702\\_2023\\_2\\_AULA04&oldid=191425](https://wiki.sj.ifsc.edu.br/index.php?title=EDI018702_2023_2_AULA04&oldid=191425)"

---

**Esta página foi modificada pela última vez em 25 de setembro de 2023, às 13h58min.**

# EDI018702 2023 2 AULA05

---

## Índice

---

### Registradores

Tipo porta paralela

Registrado de deslocamento

Entrada e saída serial

Entrada serial com saída paralela

Entrada paralela e saída serial

Entrada paralela e saída paralela

Aplicações com registradores

Porta paralela

Porta serial

Contador em anel

Contador Johnson

Terceiro Estado de uma Saída (*tristate*)

Circuitos Integrados de Registradores

### Lista de Exercícios

### Referências

## Registradores

### OBJETIVOS

Nesta aula o aluno deverá:

- Saber o que são registradores;  
Conhecer os tipos de registradores porta paralela e serial;
- Conhecer os registradores de deslocamento;
- Conhecer aplicações com registradores; e
- Identificar o terceiro estado de uma Saída (*tristate*).

### METODOLOGIA

A aula será expositiva e dialogada, utilizando apresentação de texto base na Internet, onde serão mostrados e simulados exemplos de circuitos de registradores.

### INTRODUÇÃO

Uma das formas mais comuns de utilização dos flip-flops (FFs) é no armazenamento e transferência de informações (bits). Cada FF possui a capacidade de armazenar um bit. Vários FFs podem ser configurados para formar um registrador no qual pode-se armazenar uma palavra binária. São necessários tantos FF quantos forem os bits da palavra. Os registradores armazenam bits e têm a capacidade de transferir esses bits para outros registradores seja de forma simultânea ou uma a uma.

## Tipo porta paralela

Neste registrador todos os bits são armazenados simultaneamente. Ele é constituído de FF com as entradas de *clock* ligadas em comum. Quando ocorre a transição positiva do *clock*, os dados de D1 a D4 são armazenados nas saídas Q1 a Q4. A Figura 1 mostra um circuito registrador do tipo porta paralela.

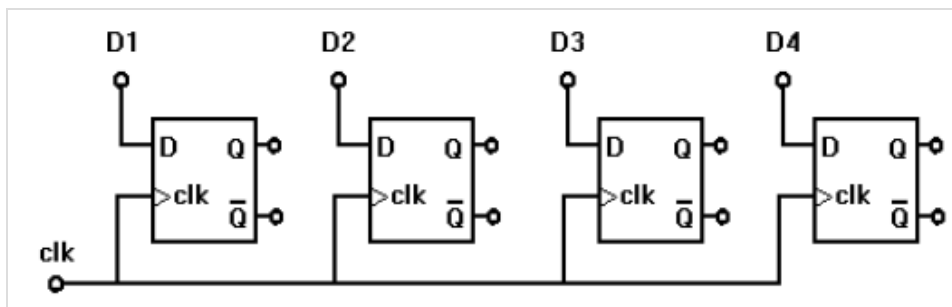


Figura 1 - Registrador do tipo "Porta Paralela".

**Tabela 1 - Estados dos registradores**

Clock	D1	D2	D3	D4	Q1	Q2	Q3	Q4
0	1	0	1	0	?	?	?	?
↑	1	0	1	0	1	0	1	0
0	X	X	X	X	1	0	1	0

Registradores deste tipo são também conhecidos por LATCHES ou FLIP-FLOP do tipo D. Existem disponíveis comercialmente registradores de diversos tamanhos como mostrado anteriormente.

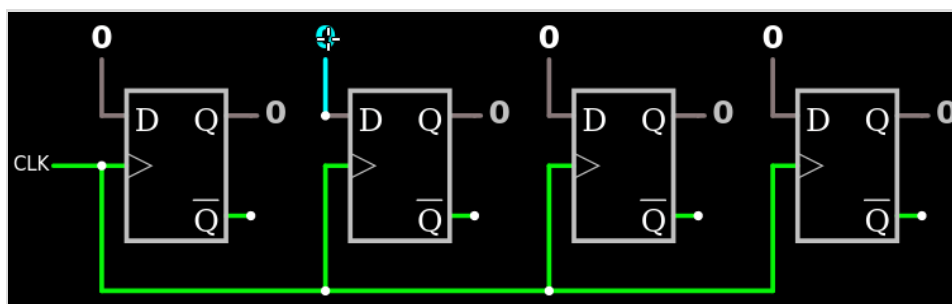


Figura 1b - Registrador do tipo "Porta Paralela" (animação).

Percebam na animação que o modo de funcionamento é muito simples. Quando há uma borda de subida do *clock* o que está na entrada D, de cada flip-flop, passa para a saída Q do mesmo flip-flop.

## Registrado de deslocamento

É um registrador no qual os FFs são conectados de forma a permitir, além da inserção a operação de deslocamento dos bits da palavra binária. A importância das operações de deslocamento dos bits está no fato destas viabilizarem, entre outras, a realização de um grande número de operações lógicas e aritméticas em um sistema digital. Os bits de uma registrador podem ser transmitidos de duas maneiras:

**Em série:** os bits da palavra são transferidos em sequência (um após o outro) por um único fio. Este formato economiza circuitos.

**Em paralelo:** os bits da palavra são transferidos simultaneamente por um número de fios igual ao número de bits. Este formato economiza tempo. Assim, levando-se em consideração as formas possíveis para se transmitir uma palavra, pode-se inserir e retirar os bits em um registrador de maneira serial ou paralela. Desta forma, é possível a implementação de 4 tipos básicos de registradores:

- Entrada e saída serial;
- Entrada paralela e saída serial;
- Entrada serial e saída paralela;
- Entrada e saída paralela.

## Entrada e saída serial

Suponha que voce deseja armazenar no registrador o dado de 4 bits "1010". Como o registrador desloca os dados da esquerda para a direita o primeiro bit a entrar é 0 da direita, chamado de LSB (Least Significant Bit). São necessários 4 transições negativas do clock para que o dado entre no registrador. O último bit a entrar é o 1 da esquerda, chamado de MSB (Most Significant Bit). A Figura 2 apresenta o diagrama de blocos para esse tipo de registrador.

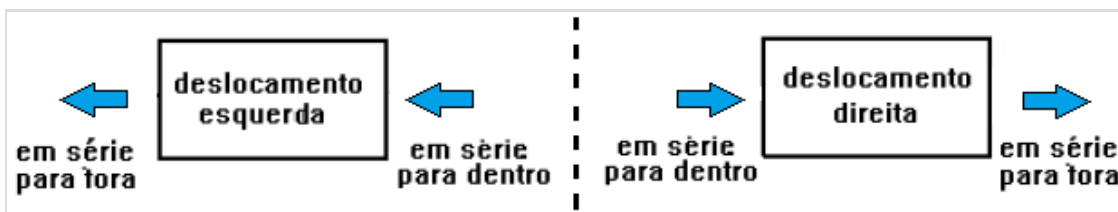


Figura 2 - Diagrama de blocos do registrador entrada e saída serial.

Considerando-se o sentido de movimento dos dados pode-se ter:

- Deslocamento para a direita;
- Deslocamento para a esquerda;
- Bidirecional.

A Figura 3 mostra um registrador de deslocamento de 4 bits e na Figura 4 é apresentado o seu diagrama de tempo da entrada serial dos dados. A cada pulso de clock, o valor contido nas entradas J e K dos FF é transferido para a saída. Essa saída está conectada na entrada do próximo FF. Após 4 transições de descida de clock, o valor das 4 últimas entradas de DADOS, é transferido serialmente para os FF, estando armazenado no registrador nos FF Q, R, S e T.

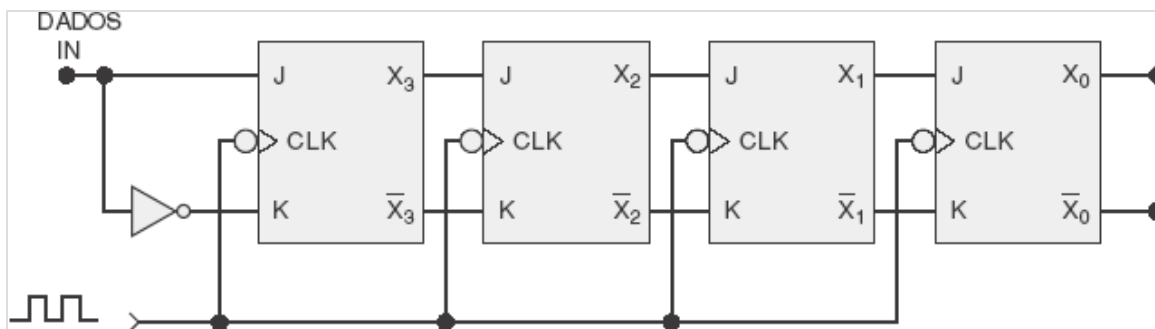


Figura 3 - Registrador de deslocamento serial para direita.

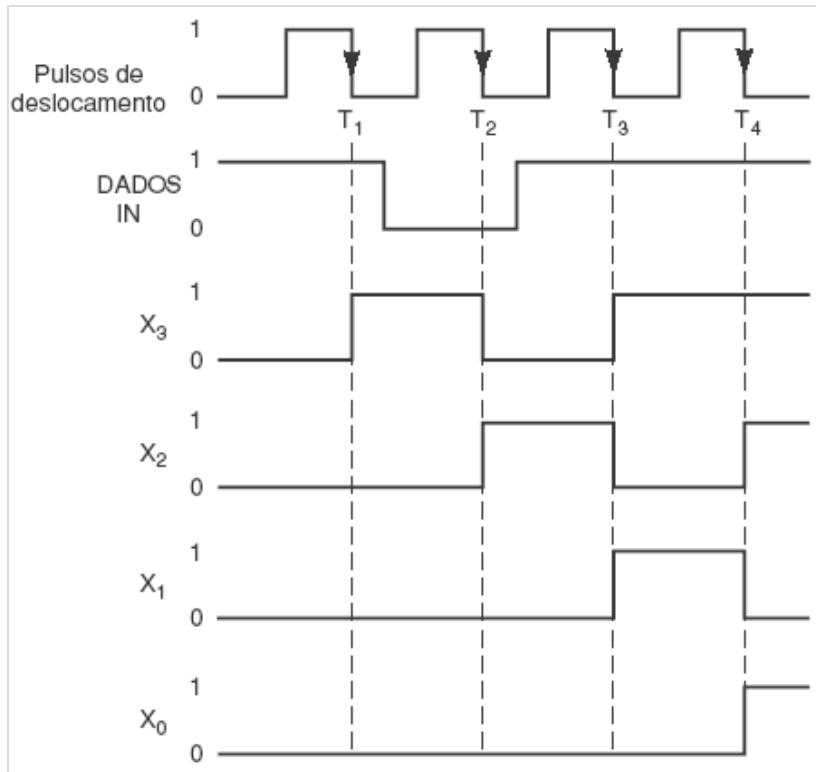


Figura 4 - Diagrama de tempo para o registrador entrada série com deslocamento para a direita.

Para manter estes dados armazenados basta que o sinal de *clock* seja desativado (0). Caso se deseje retirar os dados do registrador utiliza-se 4 transições negativas do *clock*. A saída dos dados ocorre de forma serial no ultimo FF (T) conforme mostrado na Fig. 6-9. OBS: Para facilitar o acompanhamento da saída destes dados (1010) a entrada de dados foi mantida em zero.

(propor construir o registrador de deslocamento utilizando FF tipo D)

### Entrada serial com saída paralela

A Figura 5 apresenta o diagrama de blocos deste tipo de registrador. Neste caso, os dados são deslocados em série para dentro (como já mostrado). Para se ter os dados em paralelo basta ter acesso a todas as saídas dos FF do registrador de deslocamento.



Figura 5 - Diagrama em blocos para o registrador entrada série com saída paralela.

### Entrada paralela e saída serial

Para este tipo de registrador são incorporadas habilidades para entrada em paralelo e deslocamento dos dados. A análise

será feita a partir do 74LS166 que possui entrada serial e paralela e saída serial. A Figura 6 mostra o diagrama de blocos deste registrador. Os diagramas lógicos e tabela funcional é mostrados na Figura 7 e 8. Para realizar a entrada paralela dos dados, altera-se a entrada LOAD (carregar) para 0, e na transição positiva do *clock* os FF têm suas saídas simultaneamente alteradas de acordo com as entradas A a H. Quando a entrada LOAD está em 1 (SHIFT), o registrador funciona como um registrador de deslocamento. A entrada CLEAR permite zerar todas as saídas dos FF imediatamente (sem o *clock*).



Figura 6 - Diagrama em blocos para o registrador entrada paralela e saída serial.

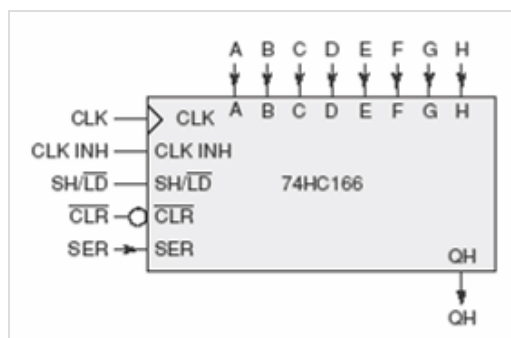


Figura 7 - Diagrama lógico do 74166.

Exemplo: 74ALS166 e 74HC166

- Apenas a saída serial QH é disponível.
- Dados seriais entram no pino SER.
- Dados paralelos podem ser carregados de forma síncrona.
- Funcionamento serial se  $SH/LD' = 1$
- Carga paralela de dados se  $SH/LD' = 0$
- Deslocamento síncrono e carga paralela desabilitados se  $CLK\ INH = 1$  (*clock-inhibit*) - FFs mantêm estado anterior.

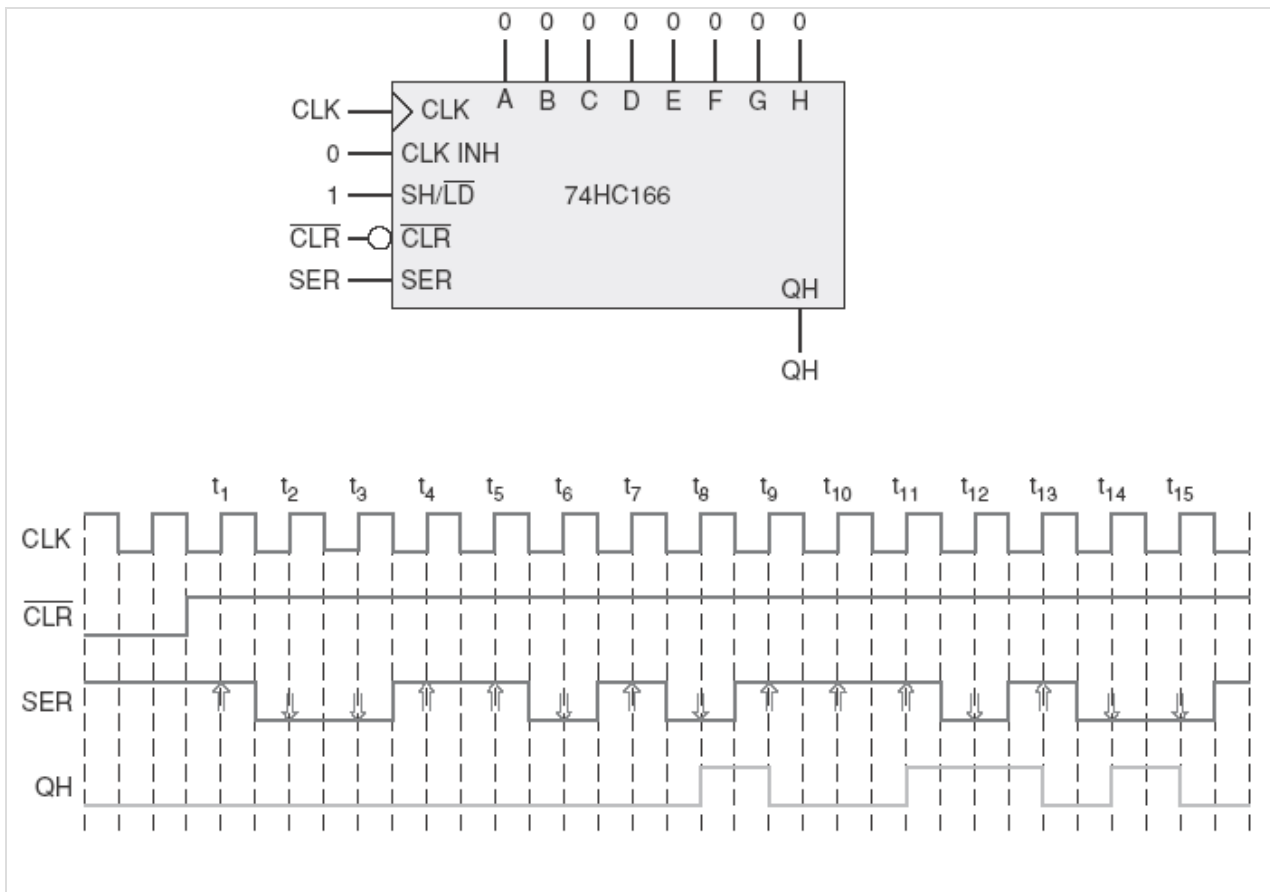


Figura 8 - Diagrama lógico do 74166 (cima) e representação gráfica do Registrador (embaixo).

O primeiro bit aparece em QH em t<sub>8</sub>, 8 pulsos de relógio após CLR' ter ido para o nível baixo.

## Entrada paralela e saída paralela

A Figura 9 mostra o diagrama de blocos para o registrador do tipo entrada paralela e saída paralela.



Figura 9 - Diagrama de blocos.

Este tipo de registrador pode ser implementado conforme mostrado na Figura 10, porém não é considerado propriamente um registrador de deslocamento. Entretanto, em algumas aplicações é necessário que o registrador seja de deslocamento. Por isso, existem CIs comerciais que são registradores de deslocamento com entradas e saídas paralelas. O CI 74LS195 é um registrador de deslocamento de 4 bit com entradas paralela e serial e saídas paralela e serial.

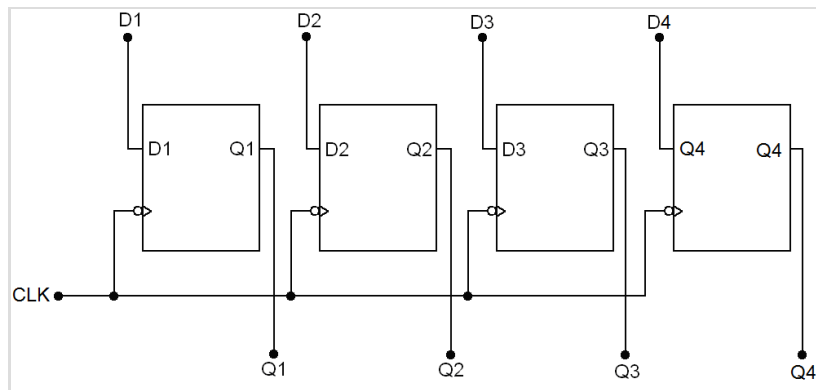


Figura 10 - Registrador tipo porta paralela.

Como o CI 74195 é possível realizar as seguintes operações:

- Manutenção do estado interno do registrador;
- CLEAR da saída paralela;
- Entrada paralela e saída paralela;
- Entrada série e saída série para a direita;
- Entrada série e saída paralela (com desabilitação do *clock* após a quarta transição positiva do *clock*);
- Entrada paralela e saída série a direita.

## Aplicações com registradores

---

### Porta paralela

A Figura 10 mostra o uso de uma porta paralela de dados para a transferência dos dados da entrada D1 a D4 para as saídas Q1 a Q4. A função desse circuito é armazenar um estado de um circuito, até que um novo estado esteja disponível ou seja desejável. A transferência é controlada pelo *clock*. Na transição negativa do *clock* os dados são armazenados no registrador X. A transferência ocorre simultaneamente em todos os bits.

### Porta serial

A Figura 11 apresenta a conexão entre dois registradores de deslocamento X e Y para a transferência serial de dados. O *clock* desses registradores é único, e faz com que a cada transição negativa do *clock*, o conteúdo do terceiro FF do registrador X é transferido para o primeiro FF do registrador Y, a mesmo tempo que internamente o conteúdo dos FF é deslocado. Após 3 transições negativas do *clock*, o conteúdo inicial do registrador X é todo transferido para o registrador Y, conforme mostra a Tabela XX.

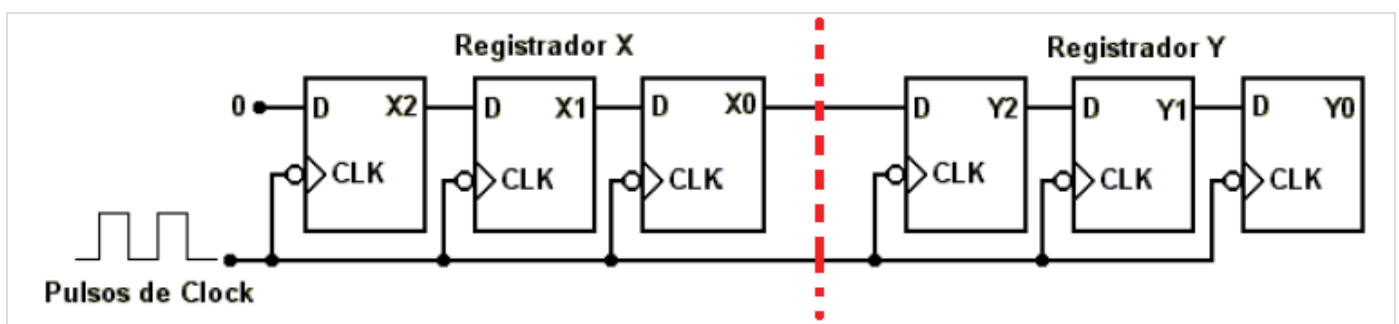


Figura 11 - Transferência serial entre registradores.



**Tabela 2 - Estados dos registradores**

Clock	Registrador X			Registrador Y		
	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3
0	1	0	1	?	?	?
1	0	1	0	1	?	?
2	0	0	1	0	1	?
3	0	0	0	1	0	1

### Contador em anel

Para o funcionamento deste tipo de contador, um dos FF deve ter inicialmente o valor 1 e os outros 0. Isso pode ser feito através das entradas assíncronas PRESET e CLEAR. Por ser um registrador de deslocamento, o 1 é transferido para o próximo FF a cada *clock* e da mesma forma os 0s. Os estados se repetem ciclicamente porque a saída do último FF está conectada a entrada do primeiro FF. A Figura 12 mostra um contador em anel e a Figura 13 apresenta a sequência da contagem considerando inicialmente a saída Q3=1 e as outras Q2=Q1=Q0=0.

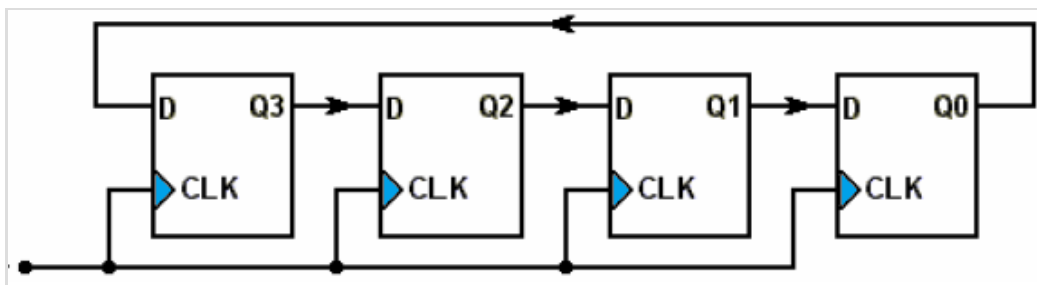


Figura 12 - Contador em Anel.

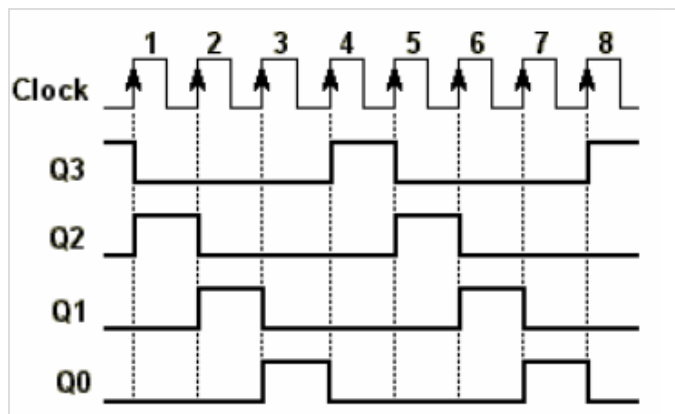


Figura 13 - Diagrama de tempo do contador em anel.

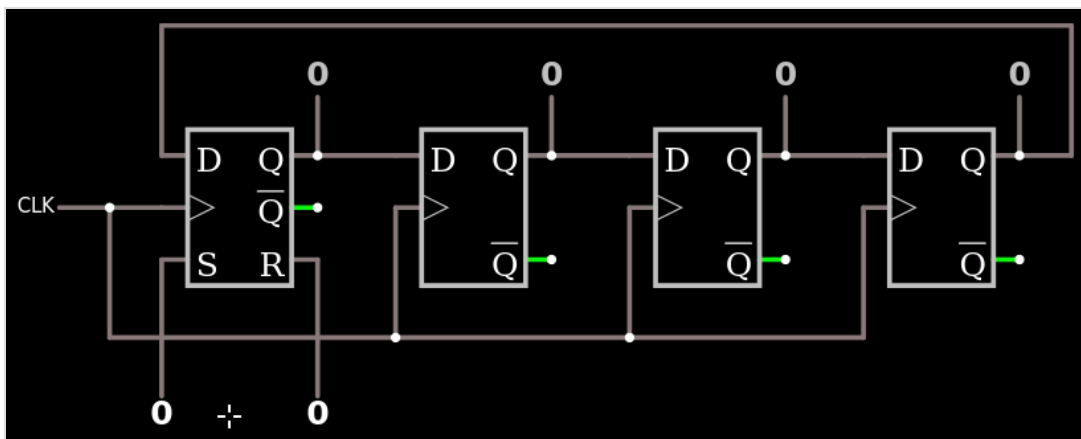


Figura 12 - Contador em Anel (animação).

Percebam que no primeiro flip-flop tipo D há **Reset** e **Set** que são utilizados para introduzir no registrador em anel os 0s e 1s. Após colocado o 0 ou o 1 ele passa a circular no circuito porque a saída Q do último flip-flop é ligada na entrada D do primeiro flip-flop.

### Contador Johnson

O contador Johnson é um contador em anel no qual a saída  $\bar{Q}_0$  do último FF está conectada a entrada D do primeiro FF, conforme mostrado na Figura 14. Neste tipo de contador todos os FF deve ter inicialmente o valor 0, o que pode ser feito através da entrada assíncronas CLEAR.

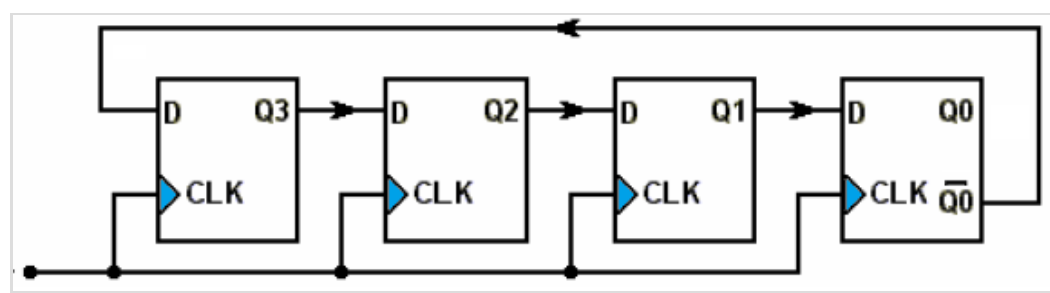


Figura 14 - Contador Johnson.

### Exercício

Desenhe o diagrama de tempo correspondente ao funcionamento do Contador Johnson.

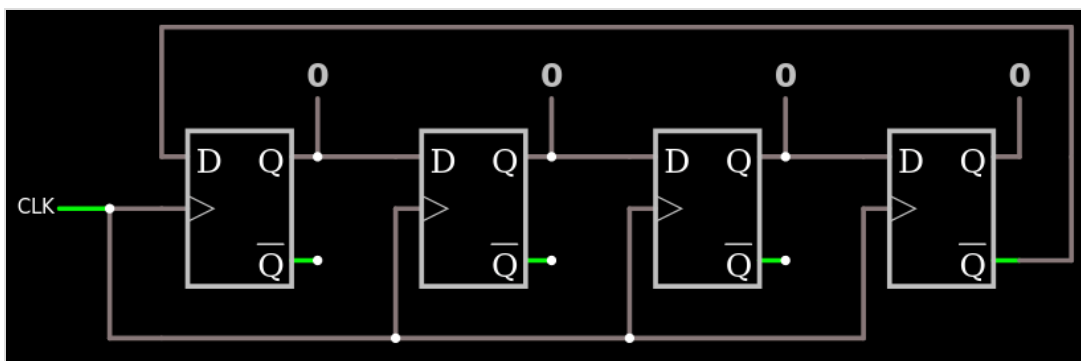


Figura 14b - Contador Johnson (animação).

O funcionamento do Contador Johnson é muito simples. Diferente do contador em anel, não precisa inserir os 0s e 1s porque a saída  $\bar{Q}$  do último flip-flop é conectada a entrada D do primeiro flip-flop. No início como todas as saídas Q são 0, todas as  $\bar{Q}$  são 1. Então, primeiro circula todos os 1s e depois circula todos os 0s. Sempre entrando um a um.

## Terceiro Estado de uma Saída (*tristate*)

As saídas que podem apenas assumir os estados 0 e 1 são chamadas de *Totem-Pole*. Diversos circuitos possuem saídas que podem assumir, além dos estados 0 e 1, o estado de alta impedância (*tristate*) o qual é equivalente a um circuito aberto. As saídas em *tristate* permitem assim que os computadores sejam organizados em barramentos, conectando diversas saídas de componentes sem provocar a danificação dos mesmos desde que somente um componente seja acionado de cada vez. As saídas dos componentes comportam-se de forma similar a uma chave de três estados. A Figura 15 mostra a simbologia (A) e a tabela verdade (B) para a chave de três estados.

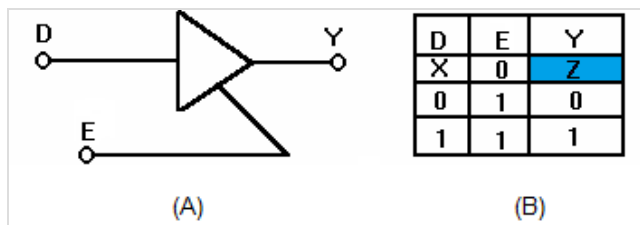


Figura 15 - Simbologia (A) e tabela verdade (B) da chave *tristate*.

Notem que quando  $E=0$  (*enable*) a saída Y fica em Z (alta impedância) independente do valor da entrada D.

## Circuitos Integrados de Registradores

A seguir são mostrados os diagramas lógicos, pinagens e tabelas funcionais de alguns registradores.

- 74164 – Registrador de deslocamento de 8 bits com entrada serial e saída paralela.
- 74165 – Registrador de deslocamento de 8 bits com entrada serial/paralela e saída serial.
- 74166 – Registrador de deslocamento de 8 bits com entrada serial/paralela e saída serial, com CLEAR assíncrono.
- 74173 – Registrador porta FF de 4 bits com entrada paralela e saída paralela em tristate
- 74194 – Registrador de deslocamento bidirecional universal de 4 bits com entrada paralela e saída paralela
- 74195 – Registrador de deslocamento de 4 bits com entrada paralela e saída paralela
- 74273 – Registrador porta FF de oito bits de entrada paralela e saída paralela.
- 74373 – Registrador porta LATCH de oito bits de entrada paralela e saída paralela em tristate.
- 74374 – Registrador porta FF de oito bits de entrada paralela e saída paralela em tristate.
- 74543 – Transceptor com registradores de oito bits com saídas em tristate.

## Lista de Exercícios

- [1] O que é um registrador? Para que serve?
- [2] Por que o clock nos registradores é comum a todos os FFs?
- [3] Qual a diferença entre um registrador série de um registrador paralelo?
- [4] É possível a implementação de 4 tipos de registradores misturando série e paralelo. Quais são?
- [5] Explique o funcionamento de um registrador com entrada paralela e saída serial.
- [6] Cite as principais características do CI 74166.

[7] Cite as principais características do CI 74195.

[8] Qual a diferença de um contador em anel para um contador Johnson?

[9]O que é *tristate*?

## Referências

[1] [http://www.ufjf.br/fabricio\\_campos/files/2011/03/cap07\\_parte\\_2.pdf](http://www.ufjf.br/fabricio_campos/files/2011/03/cap07_parte_2.pdf)

[2] [http://www.univasf.edu.br/~romulo.camara/novo/wp-content/uploads/2013/07/Aula16\\_Registradores\\_de\\_Deslocamento.pdf](http://www.univasf.edu.br/~romulo.camara/novo/wp-content/uploads/2013/07/Aula16_Registradores_de_Deslocamento.pdf)



---

Disponível em "[https://wiki.sj.ifsc.edu.br/index.php?title=EDI018702\\_2023\\_2\\_AULA05&oldid=191505](https://wiki.sj.ifsc.edu.br/index.php?title=EDI018702_2023_2_AULA05&oldid=191505)"

---

**Esta página foi modificada pela última vez em 29 de setembro de 2023, às 13h29min.**

# EDI018702 2023 2 AULA06

---

## Índice

---

### **Laboratório 2 - Registradores**

Parte 1 - Oscilador 555

Parte 2 - Mestre-escravo

### **Relatório**

## Laboratório 2 - Registradores

### INTRODUÇÃO

O segundo experimento da turma de Digital 2 do Técnico em Eletroeletrônica vai ser realizado no LabMIC (Sala 104) das 20h40min às 22h30min. Vamos montar e testar um circuito gerador de *clock* com o CI 555 para uma frequência de 1 Hz, e, em seguida, montar um registrador na configuração mestre-escravo e comprovar a teoria envolvida.

### Parte 1 - Oscilador 555

---

#### OBJETIVO

Montar o circuito do oscilador 555 no modo astável para que produza ondas quadradas, oscilando entre 0V e  $V_{CC}$ . A configuração do astável está demonstrado na Figura 1 e o diagrama de pinos na Figura 2.

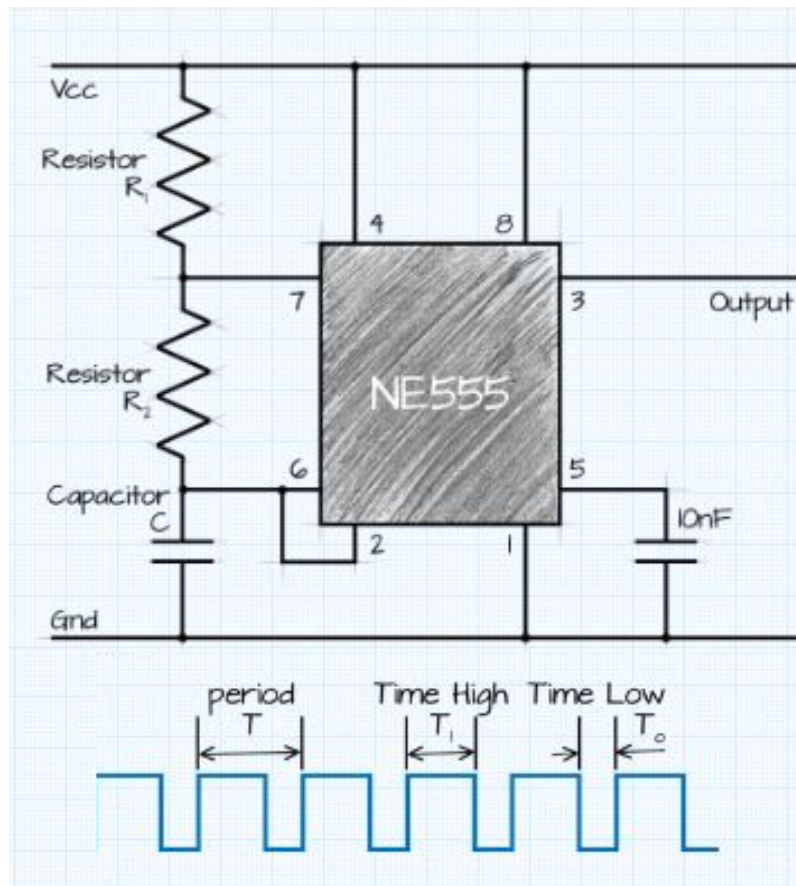


Figura 1 - Circuito do oscilador 555 no modo astável para que produza ondas quadradas.

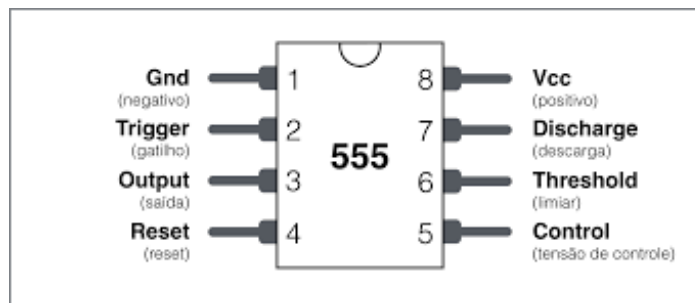


Figura 2 - Diagrama de pinos do CI 555.

## PROCEDIMENTO

1. Formar até 10 equipes com 2 integrantes;
2. Desenhar as ligações utilizando o esquemático do 555;
3. Montar o circuito na banca digital;
4. Testar o funcionamento ligando o pino 3 em um LED;
5. Calcular o tempo que permanece aceso e o tempo que permanece apagado; e
6. Fazer as correções necessárias e ligações que por ventura estiverem faltando.

## LISTA DE COMPONENTES

1. CI 555;
2.  $R_1=R_2=10k\Omega$
3.  $C_1=47\mu F$ ;
4.  $C_2=15nF$  (filtro);

## Parte 2 - Mestre-escravo

---

### OBJETIVO

Testar o funcionamento de um FF tipo D na configuração mestre-escravo a partir do CI 7474 e uma porta inversora CI 7404. O circuito a ser montado pode ser visto na Figura 3.

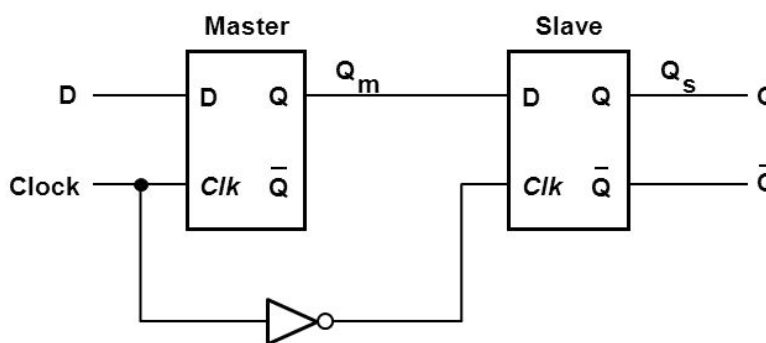


Figura 3 - Flip-flop tipo D na configuração mestre-escravo.

#### FF tipo D

D	Q	Q\
0		
1		

#### Mestre-escravo

D	CLK	Q <sub>m</sub>	Q <sub>s</sub>
1	↑		
0	↓		
1	↑		
0	↓		

### PROCEDIMENTO

1. Mesmas equipes;
2. Desenhar as ligações utilizando o esquemático dos diagramas;
3. Montar o circuito na banca digital, os CIs devem ficar com chanfro voltado para cima;

1. Fazer a ligação de  $V_{CC}$  e GND;
  2. Fazer a ligação de PRE e CLR nas chaves seletoras;
  3. Fazer a ligação entre os FF passando pela inversora;
  4. Fazer a ligação de D e Clock com chaves seletoras;
  5. Fazer a ligação das Saídas  $Q_m$  e  $Q_s$  com os LEDs;
4. Construir a tabela verdade para  $Q_m$  e  $Q_s$  a partir do teste dos pulsos de clock (ligar e desligar a chave);
5. Ligar o **clock** a uma frequência de 1Hz (se estiver disponível) e ver o que acontece.

## MATERIAL UTILIZADO

1. CI 7404 (INV) (Figura 4)
2. CI 7474 (FF tipo D) (Figura 5)
3. fios diversos
4. bancada digital
5. alicates

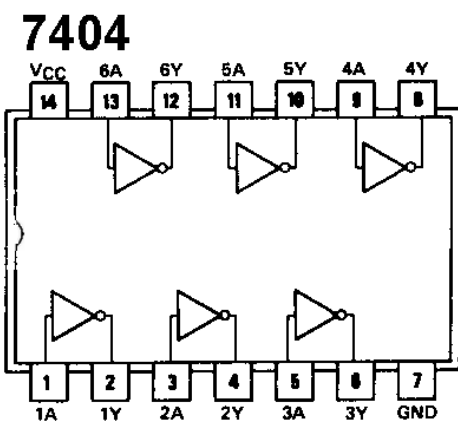


Figura 4 - Esquemático do CI 7404 - Seis Portas Inversoras.

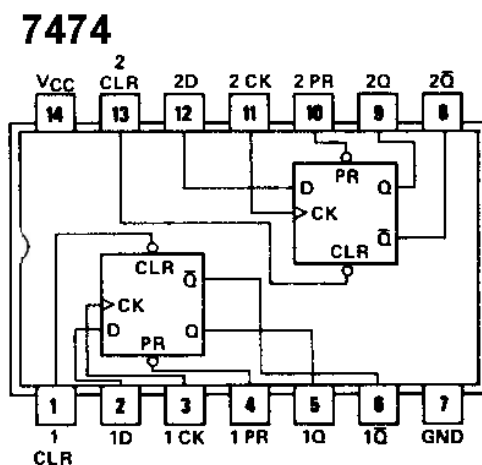


Figura 5 - Esquemático do CI 7474 - Dois FF tipo D.

## Relatório



O relatório simplificado deverá ser entregue pelas equipes até a próxima aula. As equipes que não terminaram as duas partes do experimento, podem fazer o relatório da parte 1 e relatar o que aconteceu com a parte 2.

### **Critérios avaliativos**

Prática (montagem/equipe): 6

Circuito completo (todos): 2

Resultados e discussões : 2

**Resultado:** 10



---

Disponível em "[https://wiki.sj.ifsc.edu.br/index.php?title=EDI018702\\_2023\\_2\\_AULA06&oldid=191540](https://wiki.sj.ifsc.edu.br/index.php?title=EDI018702_2023_2_AULA06&oldid=191540)"

---

**Esta página foi modificada pela última vez em 29 de setembro de 2023, às 14h30min.**

# EDI018702 2023 2 AULA07

---

## Índice

---

### Memórias

- Classificação das memórias
- Terminologia
- Princípios de operação da memória
- Evolução das memórias
  - Pendrive
  - SSD
- Circuitos Integrados de memória (TTL)
- Exercícios

### Referências

## Memórias

### OBJETIVOS

O aluno será capaz de:

- Classificar tipos de memórias;
- Conhecer a terminologia utilizada para memórias;
- Conhecer os princípios de operação de memórias; e
- Saber sobre a evolução de memórias.

### METODOLOGIA

A aula será expositiva e dialogada, utilizando apresentação de texto base na Wiki, onde será apresentado tipos de memórias analógicas e digitais, classificação, terminologia e princípios de operação com memórias.

### INTRODUÇÃO

A principal vantagem dos sistemas digitais sobre os analógicos é a capacidade de armazenar, facilmente, grandes quantidades de informação e/ou dados por períodos longos ou curtos de tempo. Esta capacidade de memória é o que torna os sistemas digitais tão versáteis e adaptáveis às diversas situações. Por exemplo, em um computador digital, a memória principal armazena instruções que informam ao computador o que fazer sob qualquer circunstância possível, de modo que o computador realize sua tarefa com um mínimo de intervenção humana. Vamos estudar os tipos mais comuns desses dispositivos e sistema de memória. Já

estamos bem familiarizados com o flip-flop, que é um dispositivo eletrônico de memória. Os avanços na tecnologia LSI (*Large Scale Integration*) e VLSI (*Very Large Scale Integration*) tornaram possível a obtenção de um grande número de flip-flops em um único chip, organizados em vários arranjos de memória.



Figura 1 - Disquete de 5 1/4 polegadas de dupla densidade com 360 kb de espaço disponível.

Então as memórias são os dispositivos que armazenam informações, essas por sua vez codificadas, digitalmente, através de um código binário qualquer. Essas informações podem ser números, letras, caracteres quaisquer, comandos de operações, endereços ou ainda qualquer outro tipo de dado. Essas informações armazenam dados para endereçamento, programação e para constituir o conjunto de funções internas para a funcionalidade do próprio sistema. Outro tipo de aplicação consiste em utilizá-las para executarem quaisquer funções de circuitos combinacionais, e ainda, com o auxílio de

contadores comuns e conversores, gerarem formas de onda de diversas maneiras de modo mais simples.

## Classificação das memórias

---

As memórias podem ser classificadas de acordo com as seguintes características:

- Acesso;
- Volatilidade;
- Escrita/Leitura ou apenas de leitura;
- Tipo de armazenamento.

Vamos analisar cada item:

## **Acesso**

As memórias armazenam informações em lugares denominadas palavras, ou localidade de memória. Cada uma das palavras possui um conjunto de bits que nos permite o seu acesso, a esse conjunto de bits damos o nome de endereço. Esse conceito é de fácil compreensão, pois como o próprio nome diz, o conjunto de bits representa o endereço da palavra onde está armazenada uma informação. O tempo de acesso de uma memória é o tempo necessário desde a entrada de um endereço até o momento em que a informação aparece na saída. Para as memórias de escrita/leitura é também o tempo necessário para a informação ser gravada. Podemos ter acesso a uma dada localidade de memória de duas maneiras diferentes:

- Acesso sequencial;
- Acesso aleatório.

## **Volatilidade**

As memórias podem ser voláteis ou não voláteis. As memórias voláteis são aquelas que ao retirada a alimentação perdem as informações armazenadas. São memórias feitas, geralmente, a partir de semicondutores e na maioria das vezes, possuem como elemento de memória o flip-flop. Um exemplo típico é a memória RAM. As memórias não voláteis são aquelas que mesmo sem alimentação continuam com as informações armazenadas. Dentre essas se destacam as memórias magnéticas e as eletrônicas: ROM, PROM e EPROM.

## **Memórias de escrita/leitura ou memórias apenas de leitura**

As memórias de escrita/leitura são aquelas que permitem acesso a uma célula qualquer para escrevermos a informação desejada, além disso, permitem o acesso também para a leitura do dado. As memórias RAM também se enquadraram nessa situação. Por sua vez, as memórias apenas de leitura, são aquelas em que a informação é fixa, só podendo efetuar-se a leitura de cada célula. São também conhecidas como ROM (“Read Only Memory”).

## **Tipos de armazenamento**

Quanto ao tipo de armazenamento as memórias classificam-se em estáticas e dinâmicas. As memórias de armazenamento estático são aquelas em que uma vez inserido o dado numa célula, este lá permanece. As memórias de armazenamento dinâmico são aquelas em que necessitamos inserir a informação de tempos em tempos, pois de acordo com as características de seus elementos internos essas informações são perdidas após um determinado tempo.

As memórias de armazenamento estático apresentam como vantagem a simplicidade de utilização quando comparadas às dinâmicas. Em contrapartidas as memórias estáticas são mais lentas para acesso que as dinâmicas.

## **Terminologia**

---

O estudo dos sistemas e dos dispositivos de memória está repleto de termos. É de grande valia compreender o significado de alguns termos mais básicos, que são apresentados a seguir:

## Célula de memória

Um dispositivo ou circuito elétrico utilizado para armazenar um único bit (0 ou 1). Exemplos de célula de memória incluem: um flip-flop, um capacitor carregado e uma pequena região numa fita ou disco magnético.

## Palavra de memória

Um grupo de bits (células) em uma memória que representa instruções ou dados de algum tipo. Por exemplo, um registrador de oito flip-flops pode ser considerado uma memória que está armazenando uma palavra de 8 bits. Os tamanhos de palavra nos computadores modernos variam tipicamente de 4 a 64 bits, dependendo do porte do computador.

## Byte

Um termo especial usado para um grupo de oito bits. Um byte sempre é constituído de 8 bits. Tamanhos de palavra podem ser expressos em bytes assim como em bits. Por exemplo, uma palavra de 8 bits é também uma palavra de um byte; uma palavra de 16 bits tem dois bytes, e assim por diante.

## Capacidade

Uma maneira de especificar quantos bits podem ser armazenados em um determinado dispositivo de memória ou num sistema de memória completo. Para ilustrar, suponha que temos uma memória capaz de armazenar 4096 palavras de 20 bits. Isto representa uma capacidade total de 81920 bits ( $4096 \times 20 = 81920$ ). Poderíamos também expressar essa capacidade de memória como  $4096 \times 20$ . Quando representada desse modo, o primeiro número (4.096) é o número de palavras, e o segundo número (20) é o número de bits por palavra (tamanho da palavra). O número de palavras em uma memória frequentemente é um múltiplo de 1024. É comum usar a designação "1k" para representar  $1024 = 2^{10}$  quando nos referimos à capacidade de memória. Logo, uma memória com uma capacidade de armazenamento de  $4k \times 20$  é na verdade uma memória de  $4096 \times 20$ . O desenvolvimento de memórias maiores trouxe a designação "1M" ou "1 mega" para representar  $2^{20} = 1048576$ . Assim, uma memória que possui uma capacidade de  $2M \times 8$  tem na verdade uma capacidade de  $2097152 \times 8$ . A designação "giga" se refere a  $2^{30} = 1073741824$ .

## Densidade

Outro termo para capacidade. Quando dizemos que um dispositivo de memória tem uma densidade maior do que outro, queremos dizer que ele pode armazenar mais bits no mesmo espaço, ou seja, ele é mais denso;

## Endereço

É um número que identifica a posição de palavra na memória. Cada palavra armazenada em um dispositivo ou sistema de memória possui um endereço único. Endereços sempre existem num sistema digital como um número binário, embora, por conveniência, números em octal, hexadecimal e decimal sejam frequentemente utilizados para representar esses endereços. A Tabela 1 ilustra uma pequena memória constituída de oito palavras.

**Tabela 1 - Organização da memória**

<b>Endereço</b>	<b>Dado</b>
0 0 0	Palavra 0
0 0 1	Palavra 1
0 1 0	Palavra 2
0 1 1	Palavra 3
1 0 0	Palavra 4
1 0 1	Palavra 5
1 1 0	Palavra 6
1 1 1	Palavra 7

Cada uma destas oito palavras tem um endereço específico representado por um número de três bits que varia de 000 até 111. Sempre que nos referimos a uma posição específica na memória, utilizamos seu código de endereço para identificá-la.

### **Operação de Leitura**

Operação na qual a palavra binária armazenada numa determinada posição (endereço) de memória é detectada e então transferida para outro dispositivo. Por exemplo, se desejamos utilizar a palavra 4 da memória da Tabela 1 para algum propósito, devemos realizar uma operação de leitura no endereço 100. A operação de leitura frequentemente é chamada de operação de busca, pois a palavra está sendo buscada da memória. Utilizaremos os dois termos indistintamente.

### **Operação de Escrita**

Operação na qual uma nova palavra é colocada numa determinada posição de memória. Também é chamada de operação de armazenamento. Sempre que uma nova palavra é escrita numa posição de memória, ela substitui a palavra que estava previamente armazenada lá.

### **Tempo de Acesso**

Uma medida da velocidade de operação de um dispositivo de memória. É o tempo necessário para realizar uma operação de leitura. Mais especificamente, é o tempo entre a memória receber uma nova entrada de endereço e os dados se tornarem disponíveis na saída da memória.

### **Memória Volátil**

Qualquer tipo de memória que necessita da aplicação de energia, alimentação, para poder armazenar

informação. Se a energia elétrica é removida, todas as informações armazenadas na memória são perdidas. Muitas das memórias semicondutoras são voláteis, enquanto todas as memórias magnéticas são não-voláteis, o que significa que elas podem manter a informação sem energia elétrica;

## Memória de Acesso Aleatório (RAM - *Random Access Memory*)

A RAM é a memória na qual a posição física real de uma palavra da memória não tem efeito sobre o tempo necessário para ler ou escrever nesta posição. Em outras palavras, o tempo de acesso é o mesmo para qualquer endereço na memória. A maioria das memórias semicondutoras são de acesso aleatório. A Figura 2 apresenta a arquitetura interna de uma memória RAM 4x4.

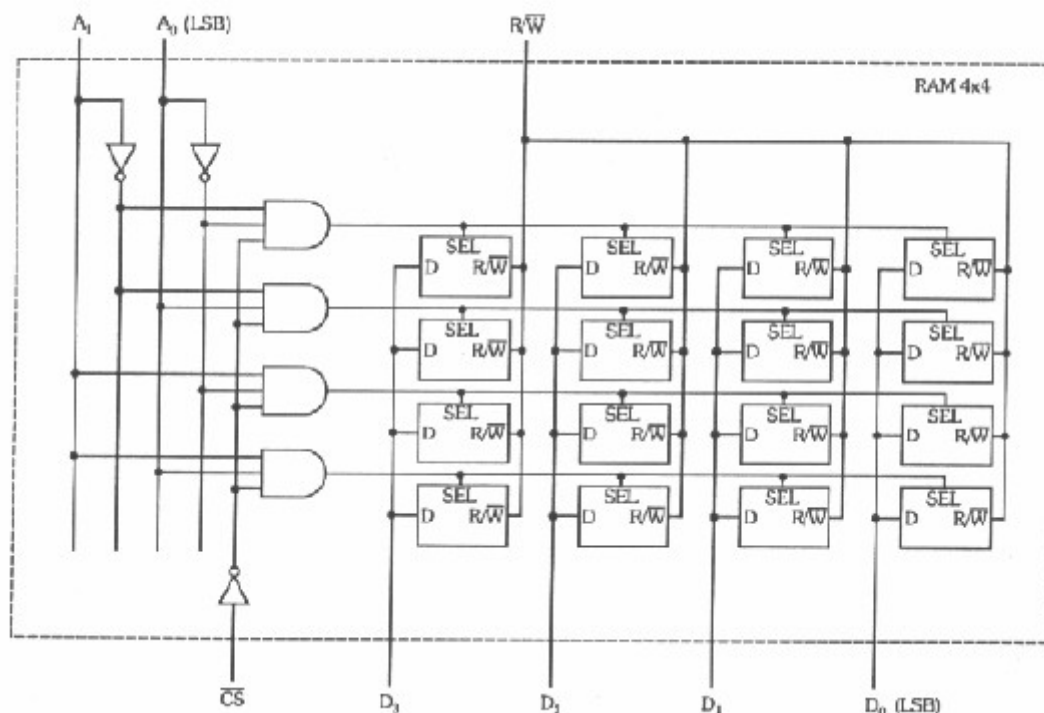


Figura 2 - Arquitetura interna de uma memória RAM 4x4.

## Memória de Acesso Sequencial (SAM - *Sequence Access Memory*)

É um tipo de memória no qual o tempo de acesso não é constante, mas varia dependendo do endereço. Uma determinada palavra armazenada é encontrada percorrendo todos os endereços até que o endereço desejado seja alcançado. Isto produz tempos de acesso que são muito maiores do que os das memórias de acesso aleatório. Um exemplo de dispositivo de memória de acesso sequencial é uma fita magnética.

Para entender a diferença entre SAM e RAM, considere a situação na qual você gravou 60 minutos de música numa fita cassete de áudio. Quando desejar alcançar uma música em particular, você terá que retroceder ou avançar a fita até a encontrar. O processo é relativamente lento, e o tempo necessário depende de onde a música desejada está gravada na fita. Isto é SAM, já que você percorreu através das informações registradas até encontrar o que estava procurando. A contrapartida RAM para isso seria um CD ou MD de áudio, no qual você pode rapidamente selecionar qualquer música informando o código apropriado, e ele gasta aproximadamente o mesmo tempo, não importando a música selecionada. As memórias de acesso sequencial são utilizadas onde os dados a serem acessados sempre vêm numa longa seqüência de palavras

sucessivas. A memória de vídeo do microcomputador, por exemplo, deve fornecer seu conteúdo na mesma ordem repetidamente para manter a imagem na tela.

## **Memória de Leitura e Escrita (RWM - *Read/Write Memory*)**

Qualquer memória que possa ser lida ou escrita de maneira igualmente fácil.

## **Memória somente de Leitura (ROM - *Read-Only Memory*)**

Uma vasta classe de memórias semicondutoras, projetadas para aplicações nas quais a razão entre as operações de leitura e escrita é muito alta. Tecnicamente, uma ROM pode ser escrita (programada) apenas uma vez, e esta operação normalmente é realizada pelo fabricante da mesma. Depois disso, as informações podem ser somente lidas da memória. Outros tipos de ROM são na verdade RMM (“read-mostly memories”), nas quais se pode escrever mais de uma vez; porém a operação de escrita é mais complicada do que a de leitura, e não é realizada freqüentemente. Todas as ROMs são não-voláteis e mantêm os dados quando a energia é removida.

## **Dispositivos de Memória Estática**

Dispositivos de memória semicondutora nos quais os dados permanecem armazenados enquanto a energia está presente, sem a necessidade de reescrever periodicamente os dados na mesma.

## **Dispositivos de Memória Dinâmica**

São dispositivos de memória semicondutora nos quais os dados não permanecem armazenados, mesmo com a energia presente, a menos que os dados sejam periodicamente reescritos. Sendo esta operação de reescrita denominada de *refresh*.

## **Princípios de operação da memória**

---

Embora cada tipo de memória seja diferente na sua operação interna, certos princípios básicos são comuns a todas elas. A Figura 3 mostra como é realizada as operações com memórias.



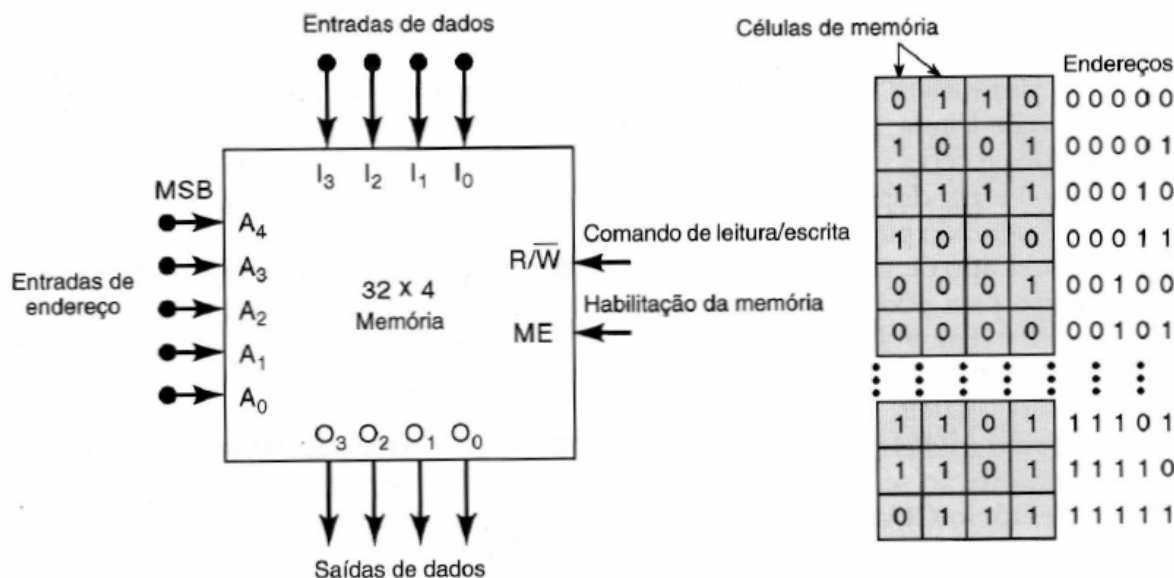


Figura 3 - Operação da memória.

Todos os dispositivos de memória necessitam de diversos tipos diferentes de linhas de entrada e de saída para realizar as seguintes funções:

1. Selecionar o endereço na memória que está sendo acessado para uma operação de leitura ou escrita;
2. Selecionar uma operação de leitura ou escrita que será realizada;
3. Fornecer os dados de entrada a serem armazenados na memória durante uma operação de escrita;
4. Manter os dados de saída vindos da memória durante uma operação de leitura;
5. Habilitar (ou desabilitar) a memória de modo que ela responda (ou não) às entradas de endereçamento e ao comando de leitura/escrita.

### Entradas de endereço

Utilizando o bloco anterior como exemplo, a memória armazena 32 palavras, logo a mesma possui 32 posições de armazenamento diferentes e, portanto possui 32 endereços binários diferentes, variando de 00000 até 11111 (0 a 31 em decimal). Desta forma, existem cinco entradas de endereço,  $A_0$  até  $A_4$ . Para acessar cada uma das posições de memória para uma operação de leitura ou escrita, o código de endereçamento de cinco bits para essa posição é aplicado nas entradas de endereço. De um modo geral,  $N$  entradas de endereço são necessárias para uma memória que possui uma capacidade de  $2^N$  palavras.

Podemos visualizar a memória da Figura 3 como um arranjo de 32 registradores, no qual cada registrador guarda uma palavra de quatro bits. Cada posição é mostrada contendo quatro células de memória que guardam 1's ou 0's, que formam a palavra de dados armazenada nesta posição. Vejamos o seguinte

exemplo, a palavra 0110 está armazenada no endereço 00000, a palavra de dados 1111 está armazenada no endereço 00010, e assim por diante.

## A entrada R/W

Esta entrada controla qual operação deve ser realizada na memória: leitura ( $R$  – *read*) ou Escrita ( $W$  – *write*). A entrada é identificada por  $R/\overline{W}$ , e como não existe a barra sobre  $R$ , isto indica que a operação de leitura ocorre quando  $R/\overline{W} = 1$ . A barra sobre  $W$  indica que a operação de escrita acontece quando  $R/\overline{W} = 0$ . Outros identificadores (nomenclaturas de outros autores) são usados frequentemente para essa entrada. Dois dos mais comuns são  $\overline{W}$  (escrita) e  $\overline{WE}$  (*write enable* - habilitação de escrita). Novamente, a barra indica que a operação de escrita ocorre quando a entrada está em nível baixo, portanto, fica subentendido que a operação de leitura ocorre para nível alto.

## Habilitação da memória

Muitos sistemas de **memória** tem algum modo de **desabilitar** completamente uma parte ou toda a memória, de modo que ela não possa responder às outras entradas. Isto é representado na Figura 3 pela **entrada ME**, embora ela possa ter nomes diferentes nos vários tipos de memória, tais como *chip enable* (CE) ou *chip select* (CS). Na Figura 3 ela é mostrada como uma entrada ativa em nível alto que habilita a memória, de modo que ela não responderá às entradas de endereço e de  $R/\overline{W}$  quando estiver em nível baixo. Este tipo de entrada é útil quando vários módulos de memória são combinados para formar uma memória maior.

## Evolução das memórias

---

Memórias são todos os dispositivos que permitem que um dispositivo eletrônico, neste caso, possa armazenar dados de forma permanente ou temporariamente. Existem as memórias primárias que são essenciais para o funcionamento do computador (RAM, ROM, Memória Cache) que normalmente servem como uma ponte para as memórias secundárias (Hard Disk, CDs, DVDs) para serem tratadas pelo processador.

No passado foram utilizadas várias tecnologias para implementar os mais diversos usos de memórias, como por exemplo: Memórias de tecnologia delay line, uma das primeiras tecnologias de memória principal, que armazenavam os dados na forma de pulsos sonoros em uma coluna de mercúrio. Memórias CRT, também chamadas de Williams-tube, um tipo de memória que usava um tubo CRT para armazenar dados na forma de pontos luminosos. Memórias de núcleo de ferrite, uma tecnologia popular de implementação da memória principal nas décadas de 1940 e 1950. Memórias de filme fino, uma melhoria da tecnologia de núcleo de ferrite, utilizada em alguns computadores na década de 1960. Cartões e fitas perfuradas, que já foram os principais meios de memória não volátil.

Na história mais recentemente foram criadas tecnologias de implementações de memórias bem sucedidas e muito bem utilizadas como: **Portas lógicas e flip-flops**, usados na implementação da memória cache. Transistores e circuitos de refrescamento, usados na implementação da memória principal. Arranjos de conexões, utilizados na implementação de certas ROMs (memórias de leitura). Fitas magnéticas, utilizadas principalmente para cópias de segurança e arquivamento a longo prazo. Discos magnéticos, como discos rígidos e disquetes - a principal tecnologia de implementação de memória secundária. Discos ópticos, como CDs e DVDs, e suas diversas variações. Memória flash, um tipo de memória semi condutora não volátil muito usada em câmeras digitais e leitores de MP3.

## Pendrive

A história do pendrive é bem curta e teve início no ano 2000. Já a da memória flash, que é a utilizada nestes dispositivos, começou em 1980 com a Toshiba. Os primeiros modelos de pendrive foram fabricados pela Trek Technology em conjunto com a IBM, e eram chamados de DiskOnKey. A capacidade de armazenamento dos primeiros pendrives começou em 8 MB, o que era muito para época, tendo em vista que os disquetes armazenavam no máximo 2,88 MB. O tempo foi passando e, dos míseros 8 MB, chegamos a pendrives com 64 GB ou mais em menos de dez anos de história.



Figura 4 - Pendrive também conhecidos por USB Flash Drives.

Ninguém duvida que os pendrives sejam fenômenos de venda em todos os lugares do mundo. Mas, o que faz deles tão populares? A resposta pode estar em uma palavra: energia. Parece estranho, mas um dos fatores que contribuiu para o boom deste tipo de dispositivo é a não necessidade de energia para manter os dados armazenados, e continuar sendo muito seguro e estável – ao contrário dos disquetes.

O princípio é parecido com o de alguns celulares mais antigos, por exemplo. Eles armazenam configurações como hora e data, mas quando retiramos a bateria – deixamos de fornecer energia – estes dados são perdidos. Isso não acontece nos pendrives, pois se nenhum acidente ocorrer, os dados sempre estarão lá.

Os pendrives também são conhecidos por **USB Flash Drives**, pois utilizam uma memória flash como modo de armazenamento. Uma das vantagens desse tipo de memória para as demais é o fato de ela ser **eletrônica** e não magnética – como eram os disquetes -, dessa maneira os dados gravados dificilmente se perdem caso haja interferências de campos magnéticos. Simplificando, os pendrives possuem um chip gravável e regravável e o processo de armazenamento se dá por meio de elétrons que ao receberem carga positiva se tornam um número 1 e, ao perder em carga, se transformam em 0. É o código binário em ação.

Além de ter todos os atributos conhecidos, os pendrives também fazem sucesso por terem adotado a famosa entrada USB com porta de comunicação. Esse tipo de conexão foi desenvolvido com o intuito de tornar a comunicação do computador com outros dispositivos mais rápida e fácil e contribuiu para a massificação da porta USB tentando padronizar as entradas dos computadores. Desta forma, com o tempo elas acabaram se tornando mais populares que os próprios leitores de CDs, justamente porque permitirem a conexão de vários dispositivos com a máquina, não somente para a leitura de dados.

## SSD

O termo SSD se aplica a dispositivos de estado sólido, que é um tipo de memória sem partes móveis para o armazenamento de dados digitais. Podemos encontrar esses dispositivos com capacidade desde alguns GB ( $10^9$ ) até TB ( $10^{12}$ ).



Figura 5 - SSD dispositivo de estado sólido.

## Circuitos Integrados de memória (TTL)

---

- 7481 - Memória RAM de 16 bits Random Access Memory
- 7484 - Memória RAM de 16 bits
- 7488 - Memória ROM de 256 bits
- 7489 - Memória de leitura/escrita de 64 bits
- 74186 - Memória ROM de 512 bits ( $64 \times 8$ ) com coletor aberto
- 74187 - Memória ROM de 1024 bits ( $256 \times 4$ ) com coletor aberto
- 74188 - Memória PROM de 256 bits ( $32 \times 8$ ) com coletor aberto
- 74189 - Memória RAM de 64 bits ( $16 \times 4$ ) com saídas tristate inversoras
- 74200 - Memória RAM de 256 bits com saídas tristate
- 74201 - Memória RAM de 256 bits ( $256 \times 1$ ) com saídas tristate
- 74206 - Memória RAM de 256 bits com coletor aberto
- 74209 - Memória RAM de 1024 bits ( $1024 \times 1$ ) com saídas tristate
- 74219 - Memória RAM de 64 bits ( $16 \times 4$ ) com saídas tristate
- 74224 - Memória FIFO 16 por 4 síncrona com saídas tristate
- 74225 - Memória FIFO  $16 \times 5$  assíncrona
- 74270 - Memória ROM de 2048 bits ( $512 \times 4$ ) com coletor aberto
- 74271 - Memória ROM de 2048 bits ( $256 \times 8$ ) com coletor aberto
- 74287 - Memória PROM de 1024 bits ( $256 \times 4$ ) com saídas tristate
- 74288 - Memória PROM de 256 bits ( $32 \times 8$ ) com saídas tristate
- 74289 - Memória RAM de 64-bit ( $16 \times 4$ ) com coletor aberto
- 74301 - Memória RAM de 256 bits ( $256 \times 1$ ) com coletor aberto
- 74309 - Memória RAM de 1024 bits ( $1024 \times 1$ ) com coletor aberto

- 74314 - Memória RAM de 1024 bits
- 74370 - Memória ROM de 2048 bits (512×4) com saídas tristate
- 74371 - Memória ROM de 2048 bits (256×8) com saídas tristate
- 74387 - Memória PROM de 1024 bits (256×4) com coletor aberto
- 74470 - Memória PROM de 2048 bits (256×8) com coletor aberto
- 74471 - Memória PROM de 2048 bits (256×8) com saídas tristate
- 74472 - Memória PROM com coletor aberto
- 74473 - Memória PROM com saídas tristate
- 74474 - Memória PROM com coletor aberto
- 74475 - Memória PROM com saídas tristate

## Exercícios

---

1. Um certo chip de memória semicondutora é especificado como 4k X 8. Quantas palavras podem ser armazenadas neste chip? Qual é o tamanho da palavra? Quantos bits este chip pode armazenar no total?
2. Qual das memórias armazena mais bits: uma memória de 5M X 8 ou uma memória que armazena 2M palavras com um tamanho de palavra de 16 bits?
3. Descreva as condições de cada entrada e saída quando o conteúdo da posição cujo endereço é 00100 deve ser lido.
4. Descreva as condições de cada entrada e saída quando a palavra 1110 deve ser escrita na posição de endereço 01101
5. Uma determinada memória tem uma capacidade de 4k X 8.
  - a) Quantas linhas de entrada de dados e saída de dados ela tem?
  - b) Quantas linhas de endereço ela tem?
  - c) Qual é a sua capacidade em bytes?

<b>Respostas</b>	<a href="#">[Expandir]</a>
------------------	----------------------------

## Referências

- [1] <http://www.centecursos.com.br/var/upload/apostila-eletronica-digital.pdf>
- [2] <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABbPUAL/eletronica-digital>
- [3] [http://www.ufjf.br/fabricio\\_campos/files/2011/03/cap12\\_parte\\_1.pdf](http://www.ufjf.br/fabricio_campos/files/2011/03/cap12_parte_1.pdf)
- [4] <https://www.tecmundo.com.br/memoria/3189-como-funciona-um-pendrive-.htm>
- [5] <https://slideplayer.com.br/slide/332754/>



---

Disponível em "[https://wiki.sj.ifsc.edu.br/index.php?title=EDI018702\\_2023\\_2\\_AULA07&oldid=191524](https://wiki.sj.ifsc.edu.br/index.php?title=EDI018702_2023_2_AULA07&oldid=191524)"

---

**Esta página foi modificada pela última vez em 29 de setembro de 2023, às 13h55min.**

# EDI018702 2023 2 AULA08

---

## Índice

---

### **Conversor A/D**

Conversor Instantâneo de 3 bits

Conversor A/D Tipo Aproximação Sucessiva

### **Conversores D/A**

### **Exercícios**

### **Referências**

## Conversor A/D

### OBJETIVOS

Nesta aula o aluno deverá:

- Conhecer o princípio de funcionamento de um A/D; e
- Conhecer o princípio de funcionamento de um D/A.

### METODOLOGIA

A aula será expositiva e dialogada, utilizando apresentação de texto base na Wiki, onde serão mostrados exemplos de circuitos conversores A/D e D/A.

### INTRODUÇÃO

No mundo real as grandezas físicas são ditas analógicas. O primeiro passo para trazer esse mundo para o seu sistema digital é o de transformar essas grandezas em sinais elétricos. Os equipamentos responsáveis por essa transformação são conhecidos por sensores ou transdutores. Esses transdutores estão em quase tudo ao nosso redor. São sensores como os de pressão, vazão, luz, temperatura e PH. Todos esses transdutores transformam as grandezas físicas em sinais elétricos. Os sinais elétricos podem ser lineares e proporcionais à amplitude das grandezas medidas, ou então não lineares mas com curvas conhecidas, que podem ser compensadas de alguma maneira depois de adquiridos. Uma vez transformadas em sinais elétricos, a precisão das grandezas convertidas pelos transdutores fica limitada às características ou especificações desses transdutores. Sua natureza ainda é analógica e contínua no tempo. Para trazer essas grandezas para dentro do seu sistema digital, será necessário realizar mais uma transformação do sinal analógico para digital, de forma que esse possa ser tratado e processado digitalmente. Essa transformação é realizada por um componente conhecido como Conversor A/D (Analógico/Digital).

Um conversor A/D transforma um sinal analógico, contínuo no tempo, num sinal amostrado, discreto no tempo, quantizado dentro de um número finito de valores inteiros, determinado pela resolução característica do conversor em bits (8, 10, 12, 16 etc). Por exemplo, num conversor de 8 bits, o sinal de entrada é transformado em amostras com os valores entre 0 e 255.

O sinal a ser convertido por um conversor A/D dificilmente se acomoda diretamente à faixa de tensão de entrada do conversor. Ele precisa ser transformado adequadamente para isso. Em geral a tensão de entrada de um conversor A/D é definida como a tensão de alimentação do conversor (+ 5 ou 3,3 V, por exemplo). Para realizar essa adaptação muitas vezes é necessário realizar um condicionamento do sinal, tipicamente com auxílio de circuitos analógicos passivos ou ativos.

Após o condicionamento do sinal existe um elemento na entrada do conversor A/D que realiza uma amostragem periódica do sinal analógico e o mantém estável até que o conversor propriamente dito possa convertê-lo para um código digital. Trata-se de um circuito de Sample & Hold (SH). Um circuito ilustrativo de um S/H pode ser visto na Figura 1.

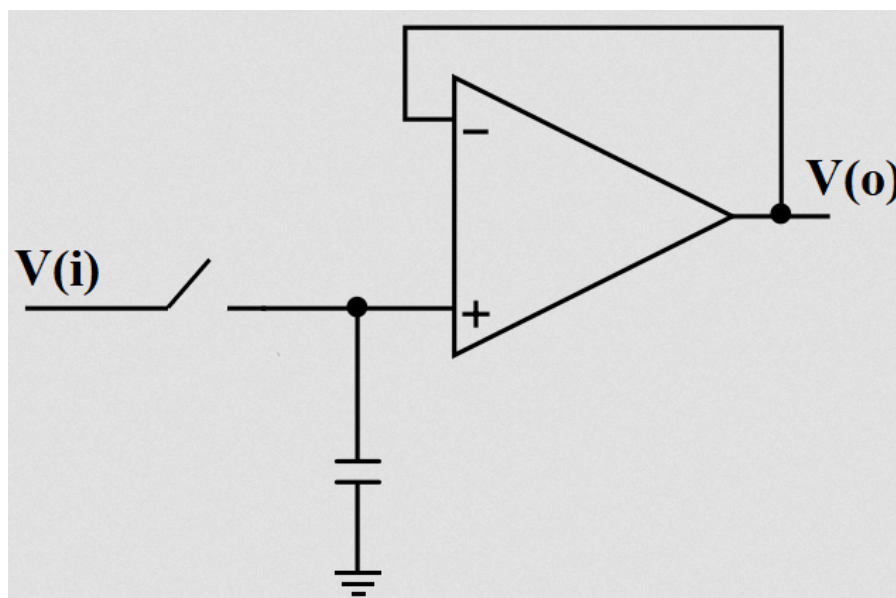


Figura 1 - Circuito de Sample & Hold (SH) simplificado.

A ilustração do efeito dessa amostragem pode ser vista na Figura 2.



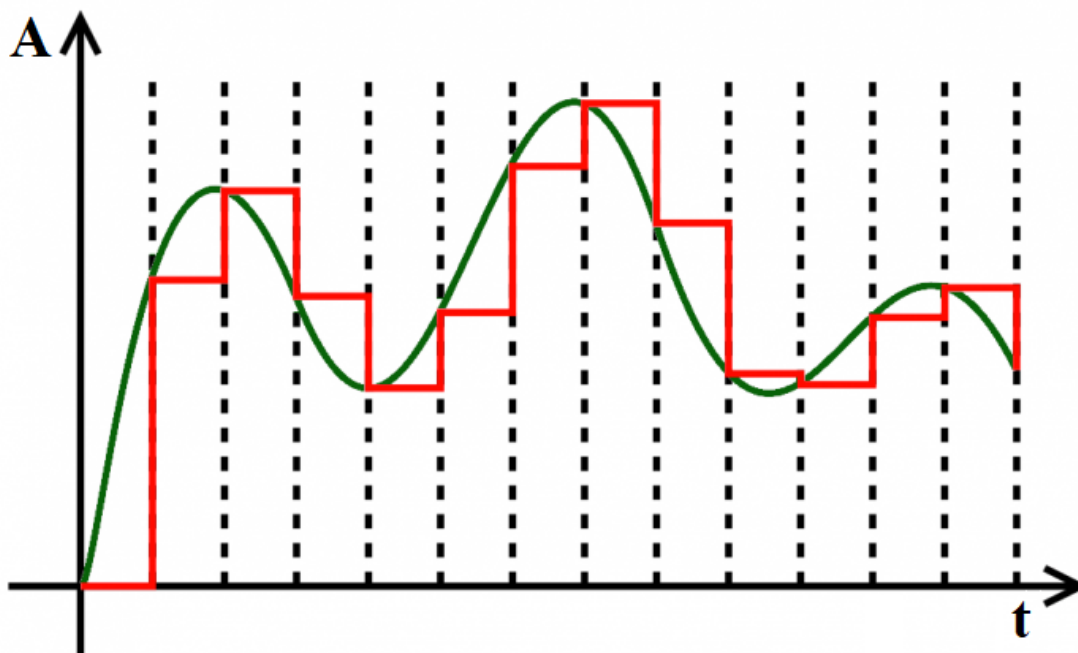


Figura 2 - Saída de um circuito SH quando estimulada por um sinal contínuo.

Há diversas técnicas para a conversão A/D: conversão paralela, por contagem, de rampa simples, rampa dupla, sigma-delta entre outras.

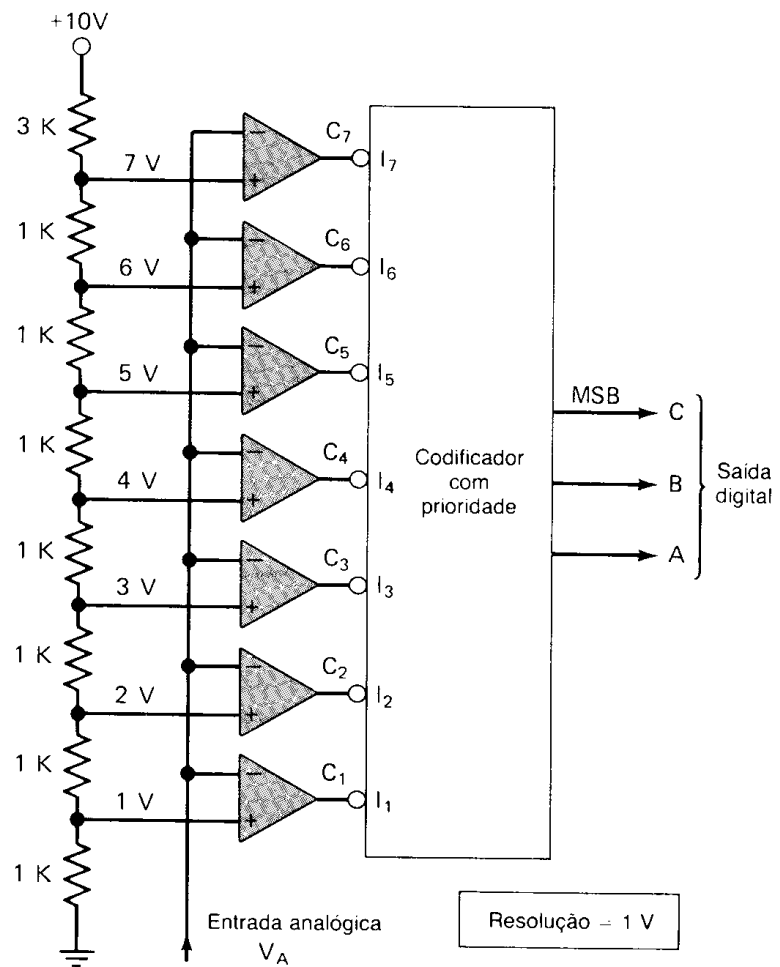
Quando se for especificar um conversor A/D, é necessário verificar se o conversor atende às necessidades do seu projeto. Para isso é necessário fazer as seguintes perguntas:

- Conversor interno ao processador ou externo?;
- Taxa de amostragem;
- Número de bits de resolução;
- Número de bits de precisão, ou bits efetivos;
- Relação sinal/ruído;
- Linearidade;
- Necessidade de se utilizar Sample & Hold externo;
- Necessidade de se utilizar um filtro analógico de anti-aliasing;
- Preço.

## Conversor Instantâneo de 3 bits

---

O conversor instantâneo da figura abaixo tem uma resolução de 1V, pois a entrada analógica precisa sofrer uma variação de 1V de forma a levar a saída digital para seu próximo valor. Para conseguir uma resolução mais fina, poderemos aumentar o número de níveis de tensão de entrada, usando mais resistores para divisão de tensão, e, em consequência, aumentando o número de comparadores analógicos. Por exemplo, um conversor instantâneo de oito bits requer  $2^8=256$  níveis diferentes de tensão, incluindo 0V, sendo então necessários 256 resistores e 255 comparadores analógicos (não há necessidade de comparador associado ao nível de tensão 0V). As saídas dos 255 comparadores devem alimentar as entradas de um codificador com prioridade, que produz na saída um código de oito bits que corresponde ao número do comparador de mais alta ordem, cuja saída está no nível lógico BAIXO. Em geral, um conversor instantâneo de N bits precisa de  $2^{N-1}$  comparadores,  $2^N$  resistores, além da lógica do codificador com prioridade. A figura abaixo mostra um conversor instantâneo de 3 bits ( $2^3=8$ ).



(a)

Entrada analógica $V_A$	Comparador de saídas							Saída digital		
	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$	$C_7$	C	B	A
0-1 V	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
1-2 V	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
2-3 V	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0
3-4 V	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1
4-5 V	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
5-6 V	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
6-7 V	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
> 7 V	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

(b)

Figura 3 - (a) Conversor A/D instantâneo de três bits; (b) Tabela verdade.

O conversor instantâneo não usa sinal de clock, pois não há necessidade de sequenciamento de suas operações. A conversão ocorre de uma só vez. Quando muda o valor da entrada analógica, as saídas dos comparadores também mudam, forçando a mudança na saída do codificador. O tempo de conversão é o tempo necessário ao aparecimento de uma nova saída digital, em resposta a uma mudança ocorrida na entrada analógica  $V_A$ , e depende única e exclusivamente do retardo de propagação introduzido pelos comparadores e pela lógica de codificação. Por isso, os conversores instantâneos têm tempos de conversão extremamente pequenos. Por exemplo, o AD9002, da Analog Devices, é um conversor A/D instantâneo de oito bits, com tempo de conversão menor do que 10ns.

## CONCLUSÕES

A utilização de conversores A/D é o principal recurso para trazer para dentro do seu processador os sinais analógicos do mundo real. É necessário, porém, ter um bom conhecimento sobre o funcionamento, limitações e aplicações do conversor A/D para que se possa especificá-lo corretamente e garantir que ele atenda às necessidades do seu projeto.

## Conversor A/D Tipo Aproximação Sucessiva

Esta técnica é muito utilizada nos conversores disponíveis comercialmente, principalmente porque esta é uma das técnicas que mais se aproxima do tipo "instantâneo". Este conversor permite maior resolução que o conversor paralelo e os seus pontos críticos são o comparador e o conversor D/A, além de um circuito *sample and hold* (S/H) que deve ser colocado na entrada destes para manter a tensão entrada amostrada constante em todo processo de conversão. O ciclo de conversão é de (N+2) ciclos de *clock*.

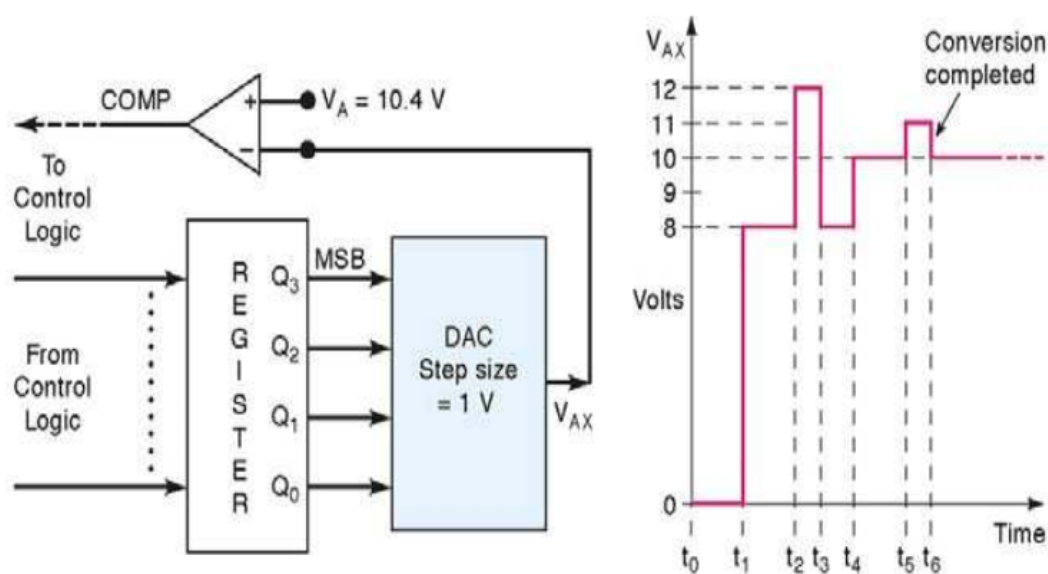


Figura 4 - Funcionamento de um conversor A/D tipo aproximação sucessiva de 04 bits.

A Figura 4 mostra um conversor A/D que utiliza a técnica de conversão por aproximação sucessiva. Como pode ser observado na Figura 4 este tipo de conversor utiliza uma técnica de realimentação para relacionar uma tensão analógica de entrada para um código digital correspondente ao número de bits de resolução do conversor  $2^N$ . No início do processo de conversão o *shift register* e o *holding register* são zerados. Na primeira etapa de conversão o bit MSB do *holding register* é colocado em nível alto (1) e os demais bits são mantidos em nível baixo (0). É, então, realizada uma comparação entre o resultado de saída do conversor D/A e o sinal de entrada. Se o sinal de saída for menor que o de entrada, o nível "1" é mantido para o MSB, caso contrário é substituído por "0". Na etapa seguinte repete o mesmo processo para os demais bits. Isso continua até que todos os N bits tenham sido verificados. A decisão de manter o nível lógico "1" ou substituir por "0" é realizada pelo comparador e pelo registrador de aproximação sucessiva. O controle lógico controla o início e o fim de cada etapa de aproximação e o resultado destas etapas são retidas no *holding register*. O sinal de saída é válido apenas quando todo o processo for concluído e isto é sinalizado pelo sinal de *status* do controle lógico.

## Conversores D/A

Dizemos que o conversor digital-analógico (D/A) converte uma palavra digital em um sinal analógico sob a forma de uma tensão ou corrente de saída, são formados por elementos passivos, fontes de referência, chaves e AMPOPs. A conversão é em geral paralela e o tempo de conversão depende essencialmente da velocidade dos componentes utilizados.

Analisando os sinais que são gerados por circuitos analógicos são muitas vezes processados por circuitos digitais, por exemplo, temos o microcontrolador ou por um microcomputador. Ao certo para processar os sinais analógicos usando circuitos digitais, deve-se efetuar uma conversão para essa última forma, a digital, onde a conversão é efetuada por um Conversor Analógico-Digital (A/D).

O sinal recebido, depois de digitalizado, é processado e, na maioria das vezes será utilizado para atuar sobre o circuito analógico que gerou o sinal original ou até mesmo sobre outro circuito. Por isso, um sinal na forma digital, para ser processado por um bloco funcional analógico, deve ser previamente convertido (ou reconvertido) para a forma analógica equivalente. Um sistema que aceita uma palavra digital como entrada e traduz ou converte o valor recebido para uma tensão ou corrente analógicas proporcionais à entrada é chamado de Conversor digital-analógico ("D/A converter" ou DAC). A Figura 4 mostra um conversor digital-analógico com cadeia resistiva.

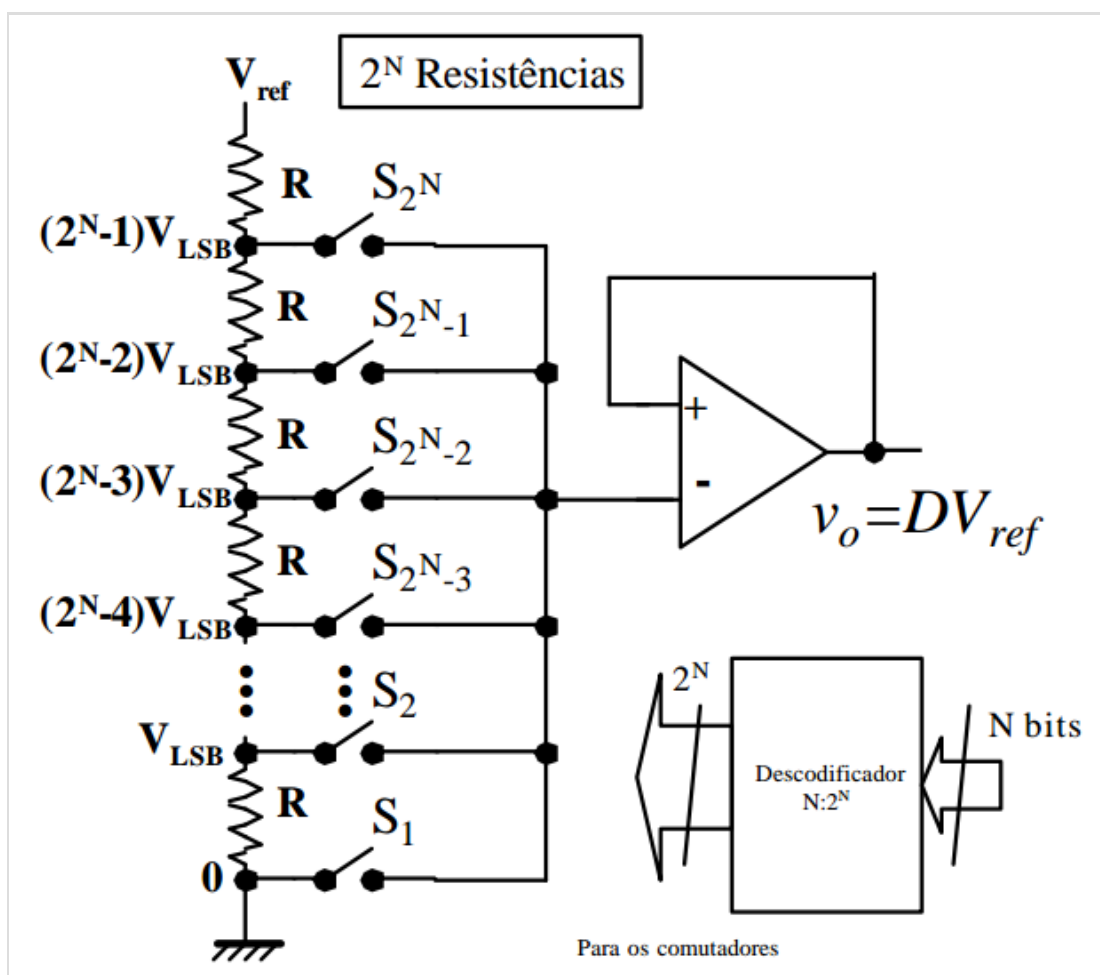


Figura 5 - Conversor D/A com cadeia resistiva.

Em cada momento só uma chave (comutadora) é ligada por palavra digital de entrada. A cadeia de resistências gera todos os níveis possíveis de saída que são depois selecionados pelo decodificador. Estes conversores geralmente ocupam muitos componentes e para resoluções elevadas precisa de um emparelhamento mais cuidadoso. Também tem problemas na potência dissipada.

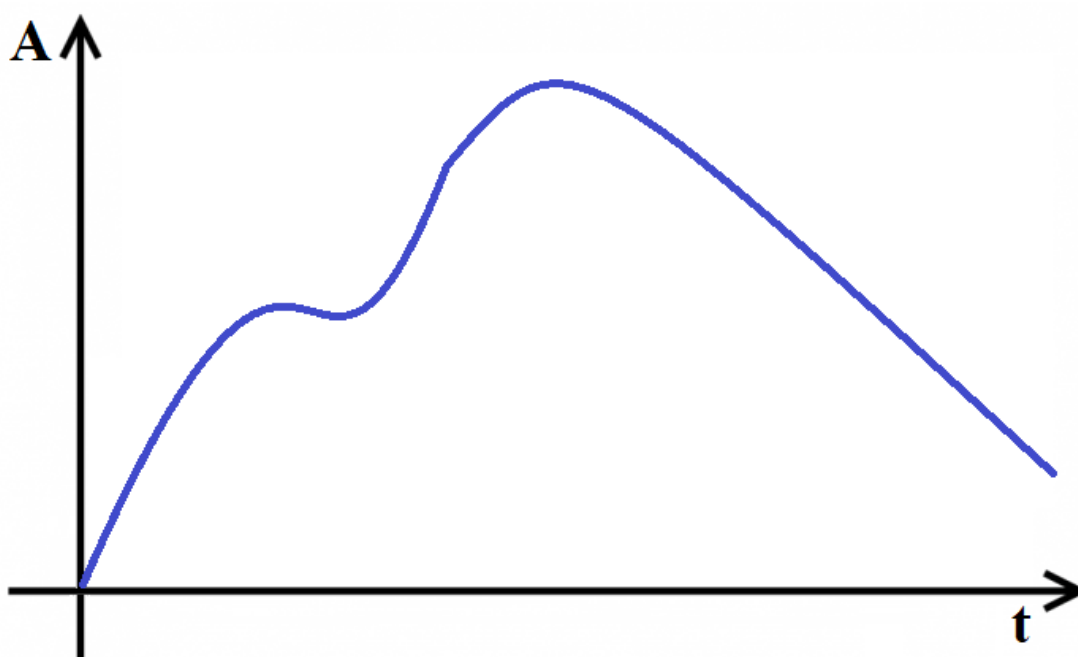
## CONCLUSÕES

Indo pouco mais a fundo, dizemos que a entrada de um conversor digital D/A consiste em um acoplamento digital construída a partir de sinais binários paralelos que são gerados a partir de um sistema de processamento de sinais onde temos, por exemplo, um computador. Os sinais binários são convertidos em um sinal analógico equivalente por meio de uma referência e, em seguida, o sinal resultante pode passar por um filtro e por um amplificador. Quanto a saída analógica esta pode ser uma tensão ou uma corrente mais a maioria dos conversores D/A possuem uma saída na forma de tensão. Ele mapeia a palavra binária de entrada em um valor analógico na saída então os valores analógicos passam por um segundo bloco, onde cada valor analógico é armazenado até que a próxima palavra binária é convertida.

## Exercícios

[1] Quantos comparadores e resistores precisa um conversor D/A instantâneo de 10 bits?

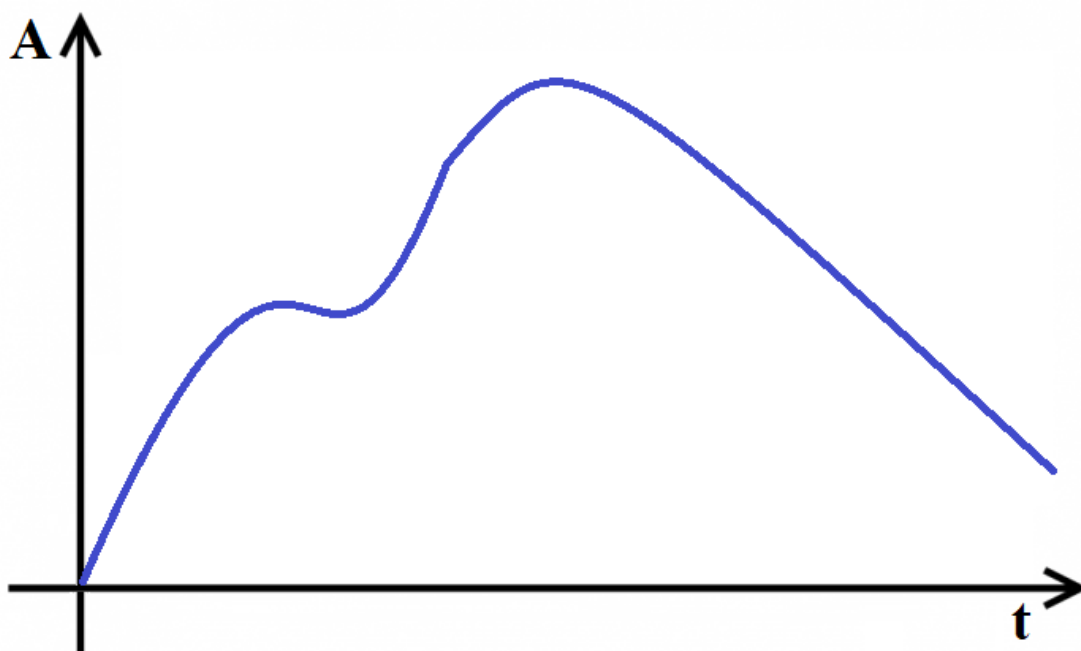
[2] Observe a figura a baixo e mostre como ficaria a amostragem com 3 bits de resolução, utilizando aproximações sucessivas e uma taxa de 10 amostras por segundo. Considere que a amplitude do sinal é de 5V e o tempo amostrado de 1s.



**Solução**

[Expandir]

[3] Observe a figura a baixo e mostre como ficaria a amostragem com 4 bits de resolução, utilizando aproximações sucessivas e uma taxa de 20 amostras por segundo. Considere que a amplitude do sinal é de 5V e o tempo amostrado de 1s.



**Solução**

[Expandir]

## Referências

[1] <https://www.embarcados.com.br/conversor-a-d/>

[2] <https://www.infoescola.com/electronica/conversor-digital-analogico/>

[3] Capítulo 2: Conversor Digital-Analógico e Analógico-Digital ([https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjb9d7SoYbmAhUWILkGHVzfBCQQFjAAegQIARAC&url=http%3A%2F%2Fpaginapessoal.utfpr.edu.br%2Frosangela%2Ficd-e-adc%2FDig2Cap4-Convertor%2520DA%2520e%2520AD.doc%2Fat\\_download%2Ffile&usg=AOvVaw1Vqq2NI6U\\_UV04kL12VFhI](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjb9d7SoYbmAhUWILkGHVzfBCQQFjAAegQIARAC&url=http%3A%2F%2Fpaginapessoal.utfpr.edu.br%2Frosangela%2Ficd-e-adc%2FDig2Cap4-Convertor%2520DA%2520e%2520AD.doc%2Fat_download%2Ffile&usg=AOvVaw1Vqq2NI6U_UV04kL12VFhI))

[4] <http://paginas.fe.up.pt/~jms/E3/conversoresDA.pdf>



Disponível em "[https://wiki.sj.ifsc.edu.br/index.php?title=EDI018702\\_2023\\_2\\_AULA08&oldid=191552](https://wiki.sj.ifsc.edu.br/index.php?title=EDI018702_2023_2_AULA08&oldid=191552)"

**Esta página foi modificada pela última vez em 29 de setembro de 2023, às 20h08min.**

# EDI018702 2023 2 AULA09

---

## Índice

---

### Laboratório 3 - Contadores

Procedimento

Material Utilizado

Diagramas de Conexão

Relatório Simplificado

### Referências

## Laboratório 3 - Contadores

### INTRODUÇÃO

O terceiro experimento da turma de Digital 2 do Técnico em Eletroeletrônica vai ser realizado no LabMIC (104) entre 22h40min e 22h30min. Vamos testar um contador crescente utilizando um único circuito integrado (CI 7490) funcionando com relógio (*clock*) de 1Hz (interno ou externo) e quatro LEDs da bancada digital.

### PRÉ-LABORATÓRIO

- Desenhe e identifique os pinos do CI 7490;
- Descreva:
  - Suas formas de operação;
  - Os pinos de entrada e de saída;
  - Características principais.
- Verifique o *clock* máximo e tempos de propagação;
- Quando e porque se utiliza a interligação dos pinos QA com Input B (ckb);
- Para que serve e como são utilizados os pinos  $R_{0(1)}$ ,  $R_{0(2)}$ ,  $R_{9(1)}$  e  $R_{9(2)}$ ;
- Utilizando diagrama de blocos, desenhe o 7490 com as conexões e pinagem adequada para contar de 0 a 9 (contagem binária). Deve-se contemplar também um decodificador BCD e um display de 7 segmentos. Não esqueça de colocar todos os pinos dos componentes como: (Vcc, Gnd, RBI, RBO).
- Utilizando dois CI's 7490 em cascata, projete um contador que conte de 0 a 99, onde um CI será correspondente ao valor da unidade e o outro da dezena em binário.
- Projete e simule um circuito combinacional que faça o contador (0 a 99) contar até 59, ou seja, ao chegar no calor 60 a contagem deve ser reiniciada. Você poderá fazer uso de portas lógicas para isso.

### DIAGRAMA LÓGICO

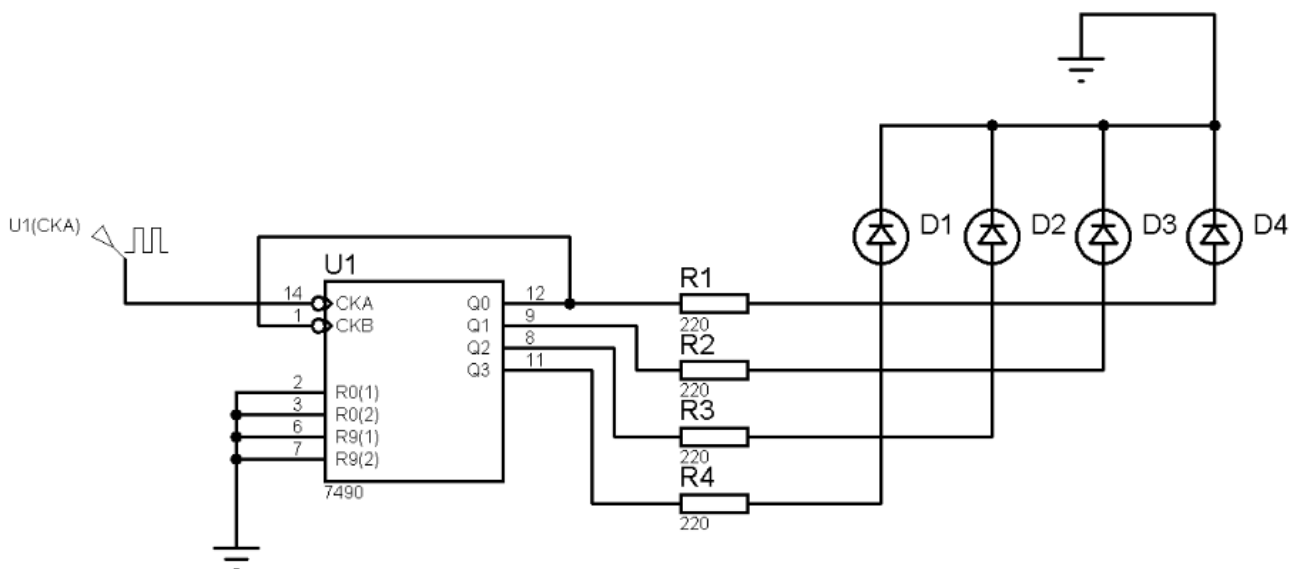


Figura 1 - Diagrama lógico e conexões do CI 7490.

## Procedimento

1. Formar até 10 equipes com preferencialmente 2 integrantes;
2. Desenhar as ligações utilizando o esquemático dos CIs;
3. Montar o circuito na banca digital, os CIs devem ficar com chanfro voltado para cima;
  1. Fazer a ligação de  $V_{CC}$  e GND;
  2. Fazer a ligação de CKA a partir do oscilador (555) com frequência de 1Hz;
  3. Fazer a realimentação do CKB a partir da saída  $Q_0$ ;
  4. Fazer a ligação dos R0(1),R0(2),R9(1) e R9(2) em GND;
  5. Fazer as ligações das saídas Qs para os LEDs da bancada digital;
4. Testar o funcionamento e fazer as correções necessários e ligações que por ventura estiverem faltando.

### Atenção

Poderá haver ligações extras de outros pinos para  $V_{CC}$ /GND.

## Material Utilizado

1. CI 7490 (contador decádico)
2. fios diversos
3. bancada digital
4. circuito gerador de *clock*.\*

\*Se necessário.

## Diagramas de Conexão



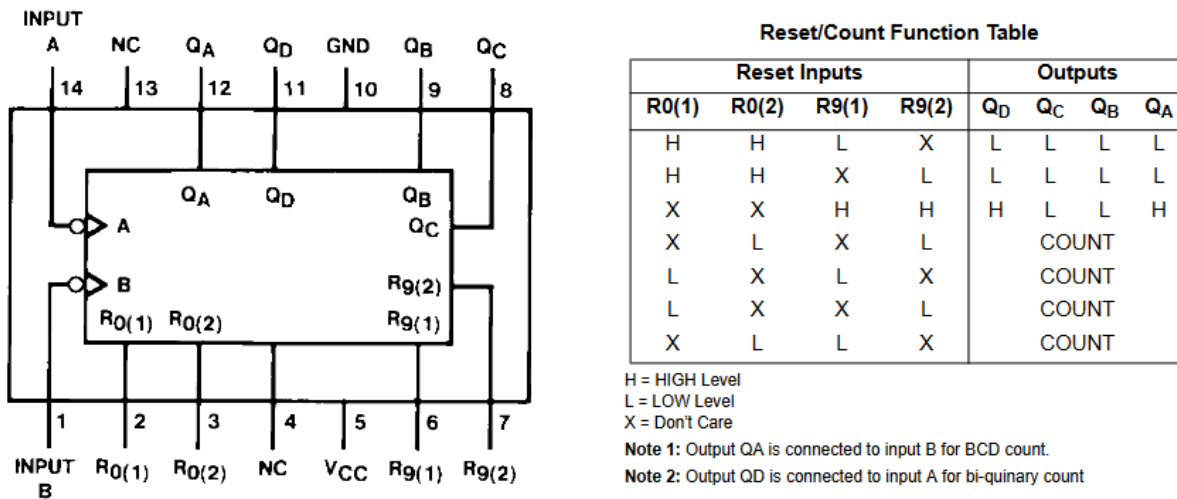


Figura 2 - Diagrama de Conexões e Tabela de Funções do CI 7490.

## Relatório Simplificado

### Critérios avaliativos

- Prática (montagem/equipe): 5
- Circuito completo (todos): 2
- Resultados e discussões : 3

**Resultado:** 10

## Referências

[1] Datasheet 7490 - Contador Decádico (<https://www.jameco.com/Jameco/Products/ProdDS/50690.pdf>)



Disponível em "[https://wiki.sj.ifsc.edu.br/index.php?title=EDI018702\\_2023\\_2\\_AULA09&oldid=191539](https://wiki.sj.ifsc.edu.br/index.php?title=EDI018702_2023_2_AULA09&oldid=191539)"

**Esta página foi modificada pela última vez em 29 de setembro de 2023, às 14h29min.**