

**Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Unidade Acadêmica de Sistemas e Computação
Curso de Bacharelado em Ciência da Computação**

Organização e Arquitetura de Computadores I

Circuitos Lógicos Sequenciais (Parte II)

Profa. Joseana Macêdo Fechine Régis de Araújo
joseana@computacao.ufcg.edu.br

Carga Horária: 60 horas



Tópicos

Circuitos Lógicos Sequenciais

- Registradores
- Memórias

Projeto de Circuitos Sequenciais

Registradores

- Sistema sequencial constituído basicamente por flip-flops e que serve para a manipulação e armazenamento de dados.
- Os registradores mais simples guardam palavras binárias, outros modificam a palavra guardada somando 1, ou deslocando bits para a direita ou para a esquerda, ou ainda executando outras operações.
- Tipos básicos de registradores comumente utilizados: **registradores paralelos e registradores de deslocamento.**

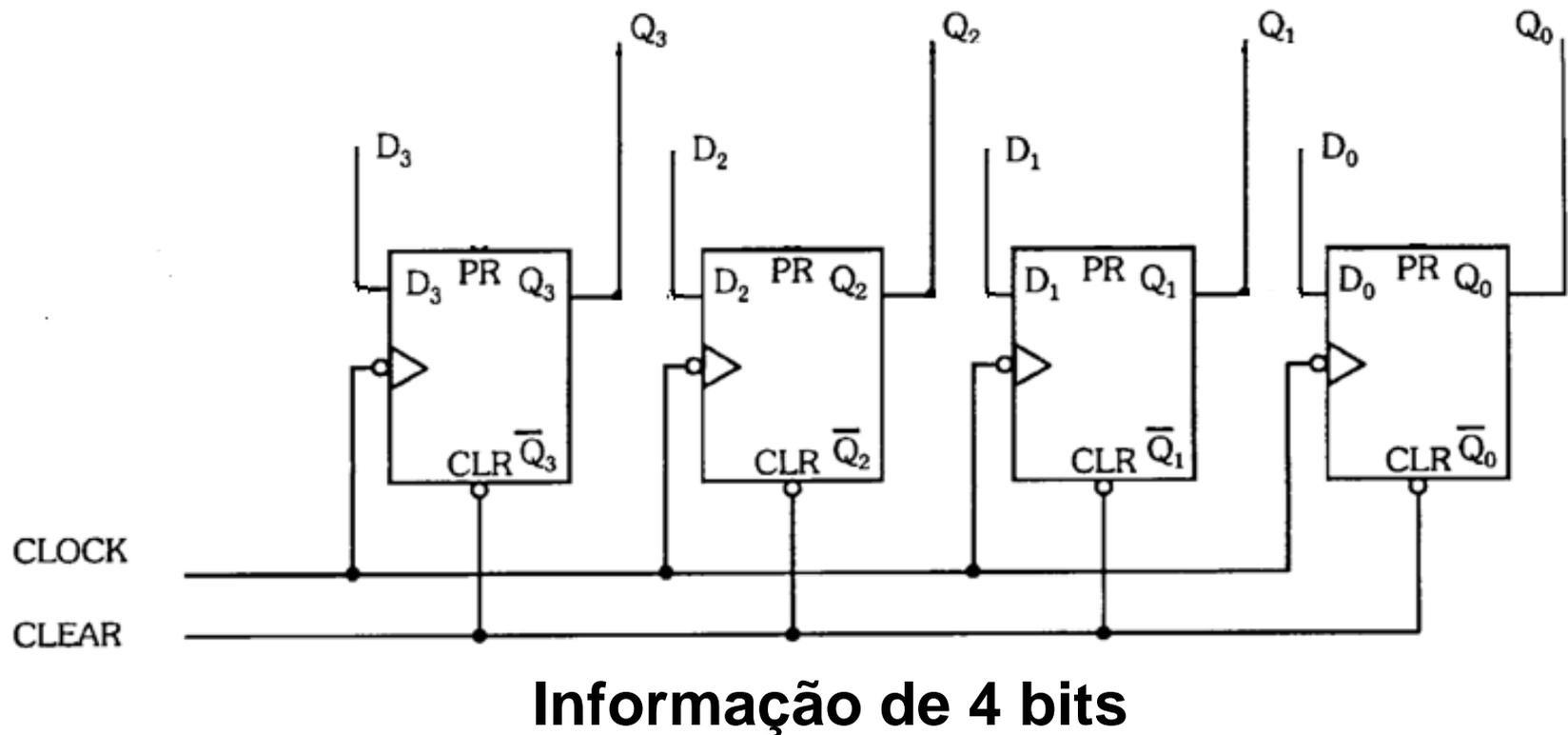
Projeto de Circuitos Sequenciais

Registradores Paralelos

- Consiste de um conjunto de memórias de 1 bit, que podem ser lidas ou escritas simultaneamente.
- Usado para armazenar dados.

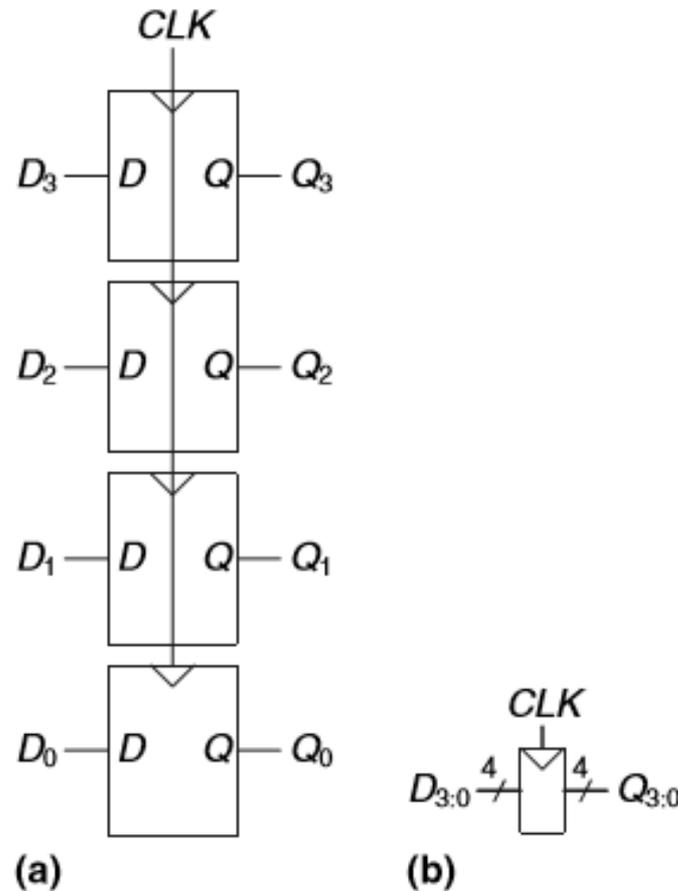
Projeto de Circuitos Sequenciais

- Exemplo: Registrador Paralelo de 4 bits



Projeto de Circuitos Sequenciais

Figure 3.9 A 4-bit register:
(a) schematic and (b) symbol



Fonte: HARRIS, D. M. and HARRIS, S. L., Digital Design and Computer Architecture, Elsevier, Second Edition, 2013.

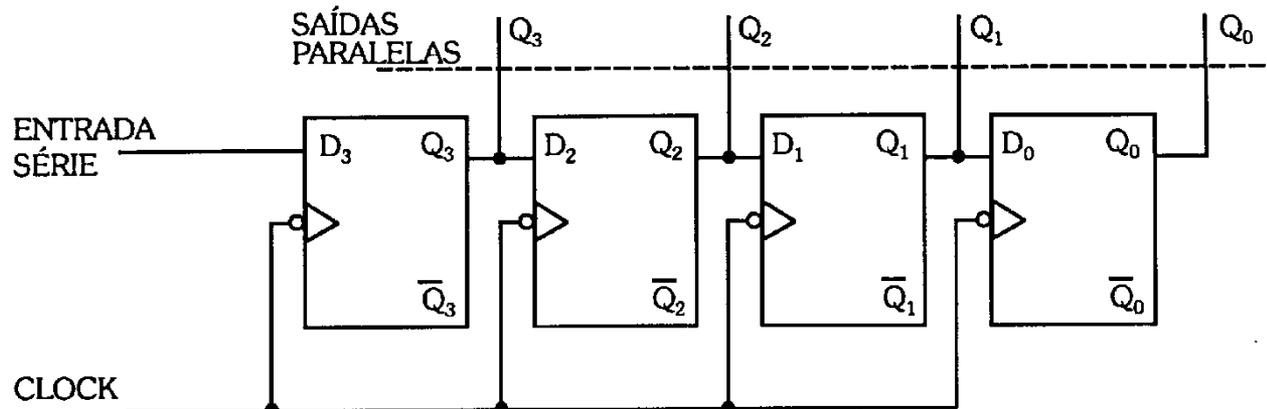
Projeto de Circuitos Sequenciais

Registradores de Deslocamento

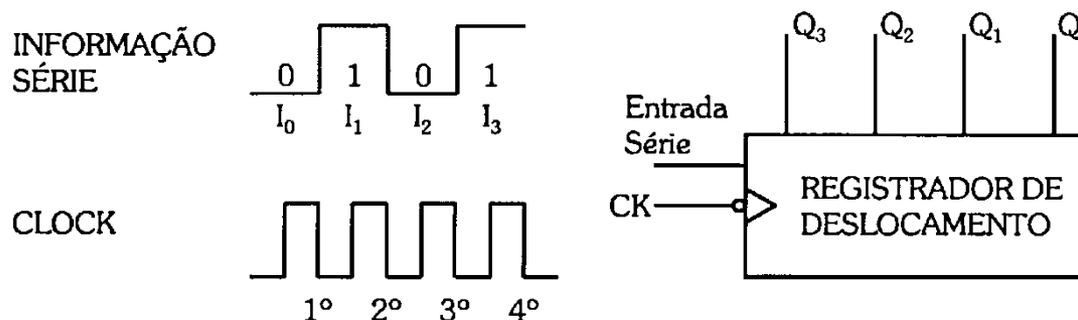
- Aceita e/ou transfere informação serialmente.
- Podem ser usados como interface para dispositivos de E/S seriais.
- Podem ser usados dentro da ULA, para implementar as funções de deslocamento lógico e rotação. Nesse caso, eles devem também ser equipados com circuitos para leitura/escrita paralela e também serial.

Projeto de Circuitos Sequenciais

- Exemplo: Conversor série/paralelo de 4 bits

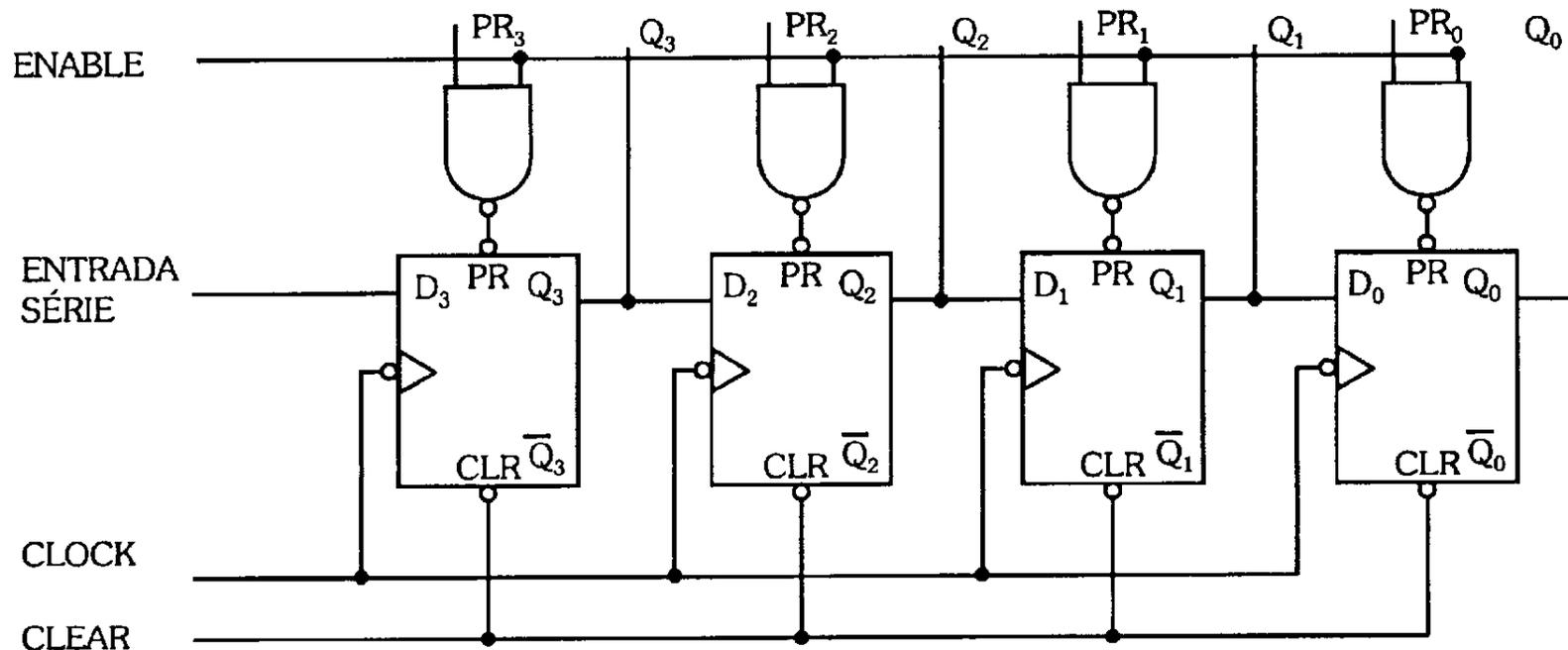


Exemplo: armazenamento da informação $I = 1010$ ($I_3 I_2 I_1 I_0$)



Projeto de Circuitos Sequenciais

- Exemplo: Registrador Paralelo/Serial de 4 bits



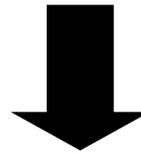
Projeto de Circuitos Sequenciais

Descrição do Funcionamento

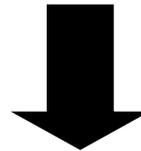
- $ENABLE=1$ → os flip-flops irão assumir os valores que estiverem, respectivamente, em PR_3 , PR_2 , PR_1 e PR_0 . Assim, se “zerarmos” o registrador ($CLEAR=0$) e, logo após introduzirmos a informação paralela (I_3 , I_2 , I_1 e I_0) pelas entradas PR_3 , PR_2 , PR_1 e PR_0 , as saídas Q_3 , Q_2 , Q_1 e Q_0 assumirão respectivamente, os valores da informação. Essa forma de inserção da informação no registrador é chamada de entrada paralela de informação, sendo a entrada *enable* responsável pela habilitação da mesma.
- $ENABLE=0$ → os flip-flops irão assumir os valores fornecidos em Entrada Série (D_3), armazenando 1 bit a cada transição do clock. Assim, se “zerarmos” o registrador ($CLEAR=0$) e, logo após introduzirmos a informação serial (I_0 , I_1 , I_2 e I_3) pela entrada D_3 , as saídas Q_0 , Q_1 , Q_2 e Q_3 assumirão respectivamente, os valores da informação, após 4 transições do clock.

Projeto de Circuitos Sequenciais

FLIP-FLOP



Elemento básico utilizado para o armazenamento de informações em um sistema digital.

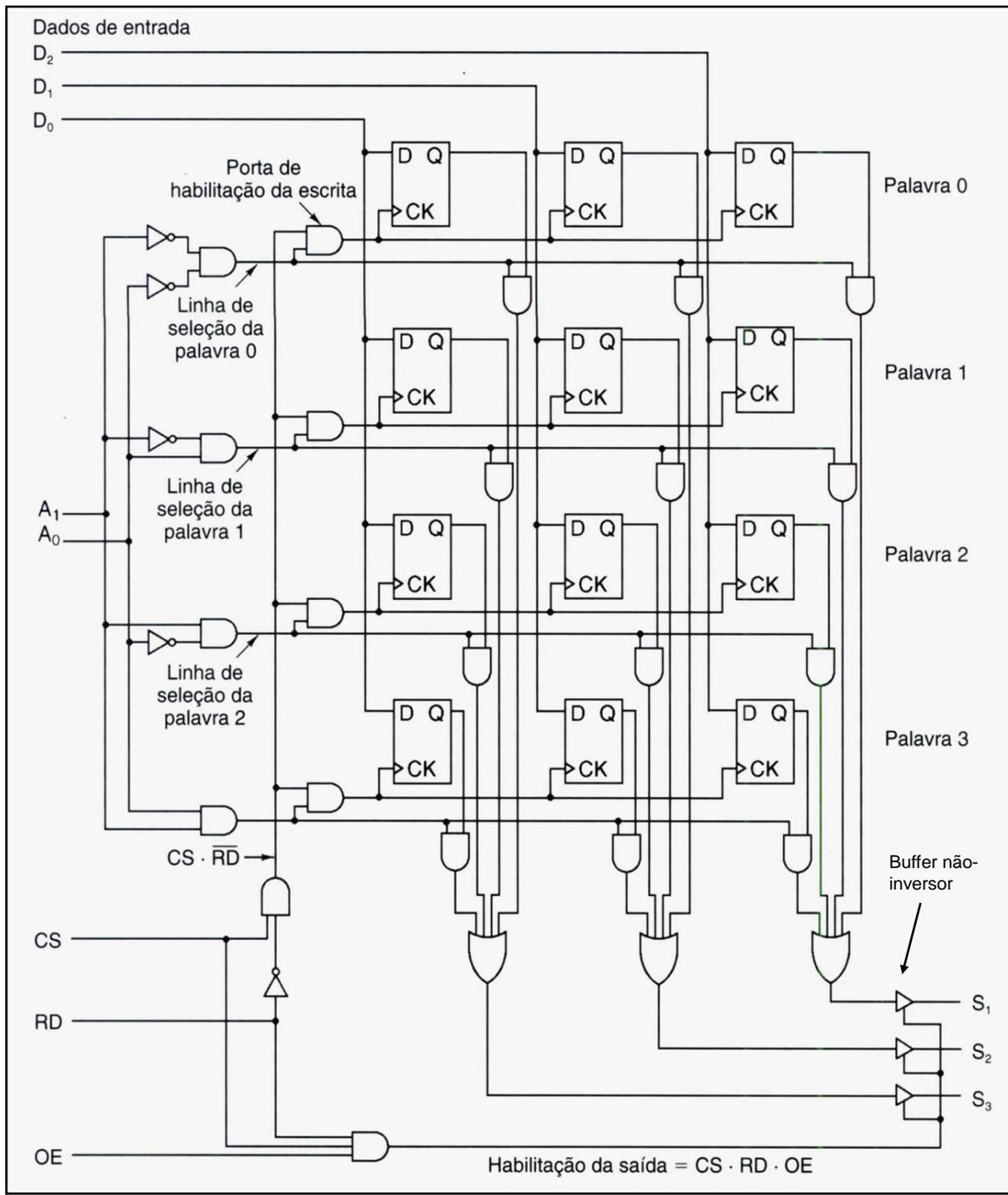


Uma memória de um bit é o elemento fundamental para desenvolver qualquer outra memória.

Obs.: Existe um tipo de memória que pode ser implementada usando circuitos combinacionais: a memória apenas de leitura (ROM – *Read-Only Memory*). Uma dada entrada para a ROM (linhas de endereço) sempre produz a mesma saída (linhas de dados). Um ROM pode ser implementada usando decodificador e um conjunto de portas OR.

Exemplo: Diagrama Lógico de uma memória 4 x 3.

Cada linha de memória representa uma palavra de 3 bits.



Projeto de Circuitos Sequenciais

Características da Memória 4 x 3

- **8 linhas de entrada**
 - Dados (D_0 , D_1 e D_2)
 - Endereço (A_0 , A_1)
 - Controle (CS – habilitação do chip, RD – leitura/escrita e OE – habilitação da saída)
- **3 linhas de saída**
 - S_0 , S_1 e S_2

Projeto de Circuitos Sequenciais

Características da Memória 4 x 3

- **Operação de leitura** - CS = 1, RD = 1
- **Operação de escrita** - CS=1, RD = 0
- **Linhas de endereço** – indicam qual das 4 palavras de 3 bits deve ser lida ou escrita.
- **Operação de leitura** – as linhas de dados da entrada não são usadas, mas a palavra selecionada é colocada nas linhas de saída de dados.
- **Operação de escrita** – os bits presentes nas linhas de entrada de dados são carregados na palavra de memória selecionada; as linhas de saída de dados não são usadas.

Projeto de Circuitos Sequenciais

Chips de Memória

- O esquema mostrado na figura pode ser facilmente estendido para tamanhos maiores de memória.
- **Estender a memória 4 x 3 para 4 x 8** – acrescentar 5 colunas de 4 flip-flops cada e 5 linhas de saída.
- **Estender a memória 4 x 3 para 8 x 3** – acrescentar 4 linhas de 3 flip-flops cada e 1 linha de endereço.
- **Um chip de memória de 4 M bits pode ser obtido da forma: 512 K x 8 (19 linhas de endereço e 8 linhas de dados).**

Com esse tipo de estrutura, o número de palavras da memória deve ser uma potência inteira de 2, a fim de que se possa ter a máxima eficiência, mas o número de bits da palavra pode ser qualquer um.