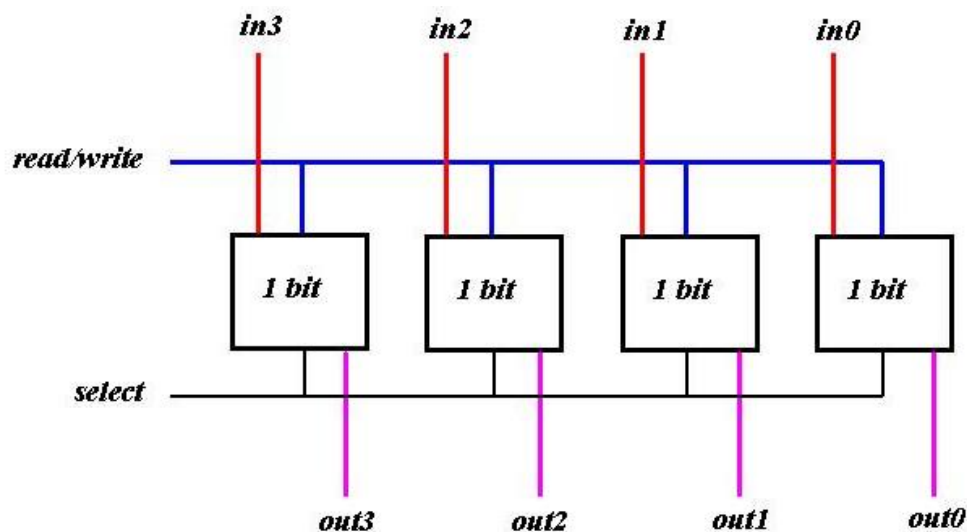


# Sistemas Digitais (SD)

## Registos





- **Na aula anterior:**
  - ▶ Flip-Flops
    - Flip-flop master-slave
    - Flip-flop JK
    - Flip-flop edge-triggered
  - ▶ Simbologia



SEMANA	TEÓRICA 1	TEÓRICA 2	PROBLEMAS/LABORATÓRIO
17/Fev a 21/Fev	Introdução	Sistemas de Numeração	
24/Fev a 28/Fev	<b>CARNAVAL</b>	Álgebra de Boole	P0
02/Mar a 06/Mar	Elementos de Tecnologia	Funções Lógicas	VHDL
9/Mar a 13/Mar	Minimização de Funções	Minimização de Funções	L0
16/Mar a 20/Mar	Def. Circuito Combinatório; Análise Temporal	Circuitos Combinatórios	P1
23/Mar a 27/Mar	Circuitos Combinatórios	Circuitos Combinatórios	<b>L1</b>
30/Mar a 03/Abr	Circuitos Sequenciais: Latches	Circuitos Sequenciais: Flip-Flops	P2
06/Abr a 10/Abr	<b>FÉRIAS DA PÁSCOA</b>	<b>FÉRIAS DA PÁSCOA</b>	<b>FÉRIAS DA PÁSCOA</b>
13/Abr a 17/Abr	Caracterização Temporal	Registos	L2
20/Abr a 24/Abr	Contadores	Circuitos Sequenciais Síncronos	P3
27/Abr a 01/Mai	Síntese de Circuitos Sequenciais Síncronos	Síntese de Circuitos Sequenciais Síncronos	L3
04/Mai a 08/Mai	Exercícios	Memórias	P4
11/Mai a 15/Mai	Máq. Estado Microprogramadas: Circuito de Dados e Circuito de Controlo	Máq. Estado Microprogramadas: Microprograma	L4
18/Mai a 22/Mai	Circuitos de Controlo, Transferência e Processamento de Dados de um Processador	Lógica Programável	P5
25/Mai a 29/Mai	P6	P6	L5

Teste 1

## ■ Tema da aula de hoje:

### ▶ Registos

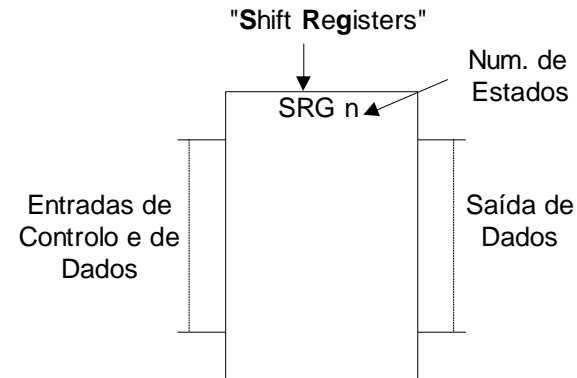
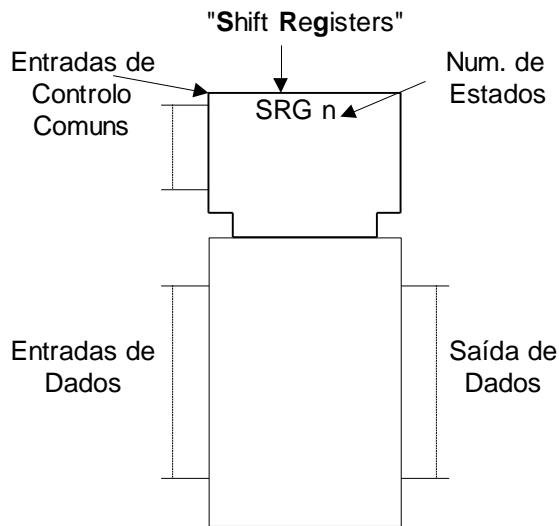
- Registos simples
- Banco de registos
- Registos de deslocamento
- Registos multimodo

## □ Bibliografia:

- **M. Mano, C. Kime:** Secções 7.1 e 7.6
- **G. Arroz, J. Monteiro, A. Oliveira:** Secção 6.5 e 6.7

## ■ Registos

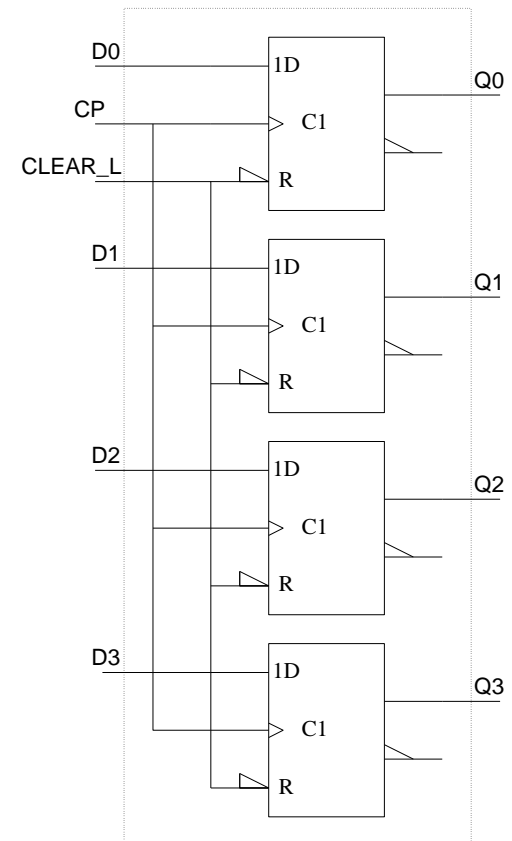
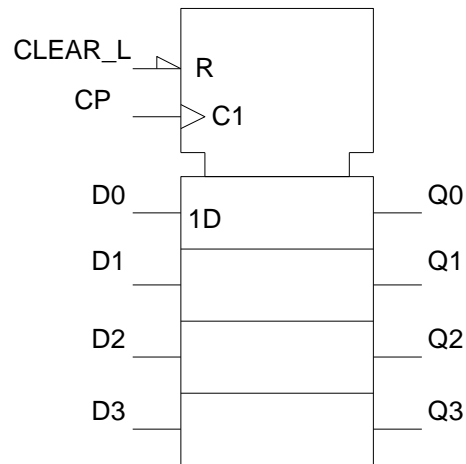
- ▶ Na sequência do estudo dos Latches e FFs, como elementos básicos de memória, surgem os registos ou conjuntos de Latches ou de FFs que permitem armazenar  $n$  bits de informação.



## ■ Registo de carregamento paralelo

- ▶ Registo com entradas e saídas em paralelo

Funções: - Inicialização (Clear\_L assíncrono)  
- Carregamento Paralelo (síncrono com CP)

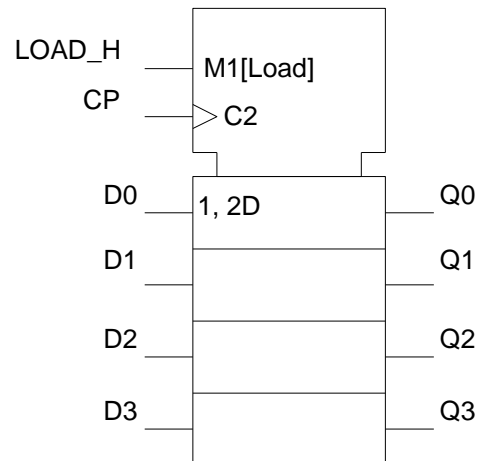


## ■ Registo de carregamento paralelo

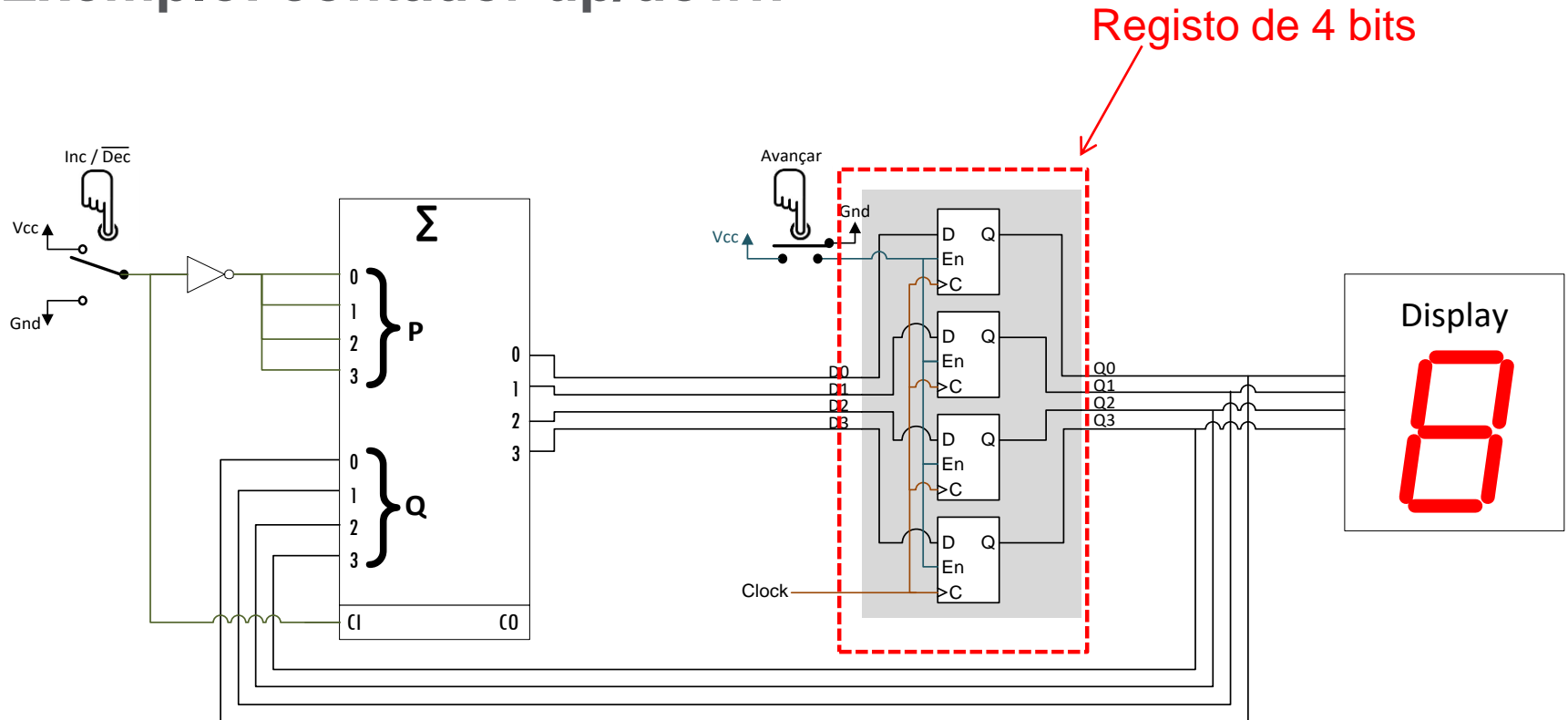
- ▶ Registo com entradas e saídas em paralelo

Funções: - Manutenção (Load\_H = 0)

- Carregamento Paralelo (Load\_H = 1 e CP)

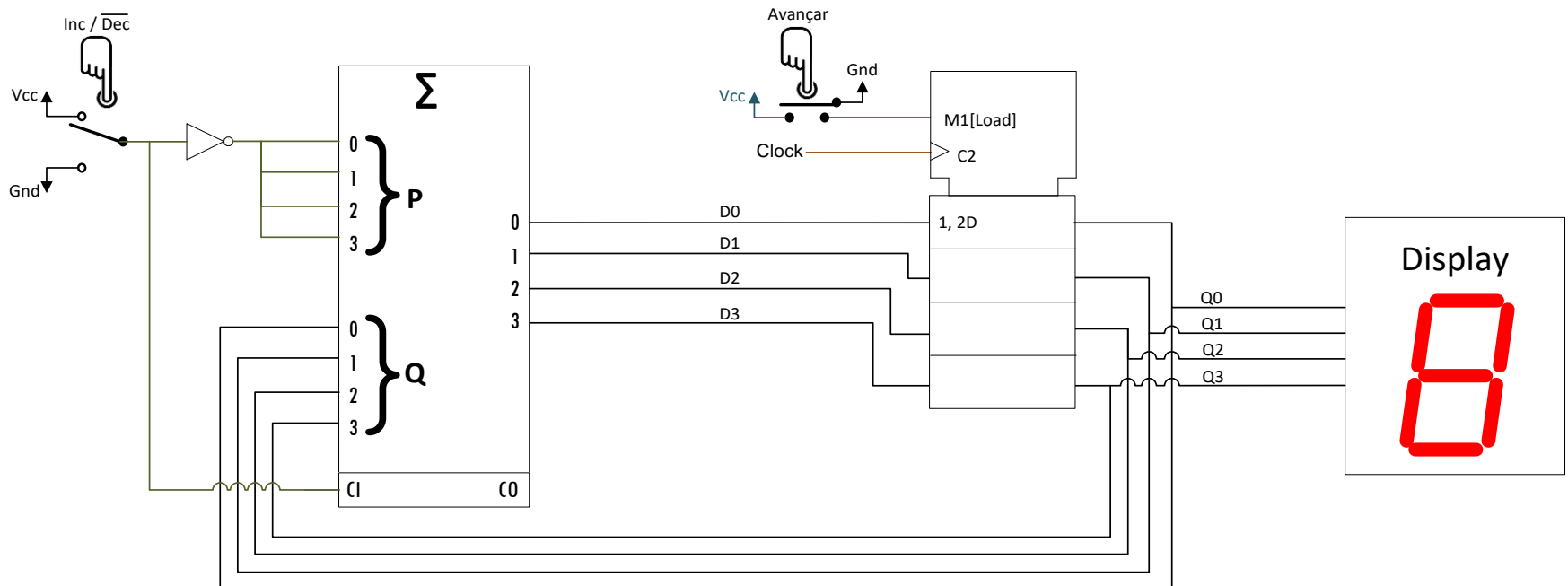


## ■ Exemplo: contador up/down





## ■ Exemplo: contador up/down

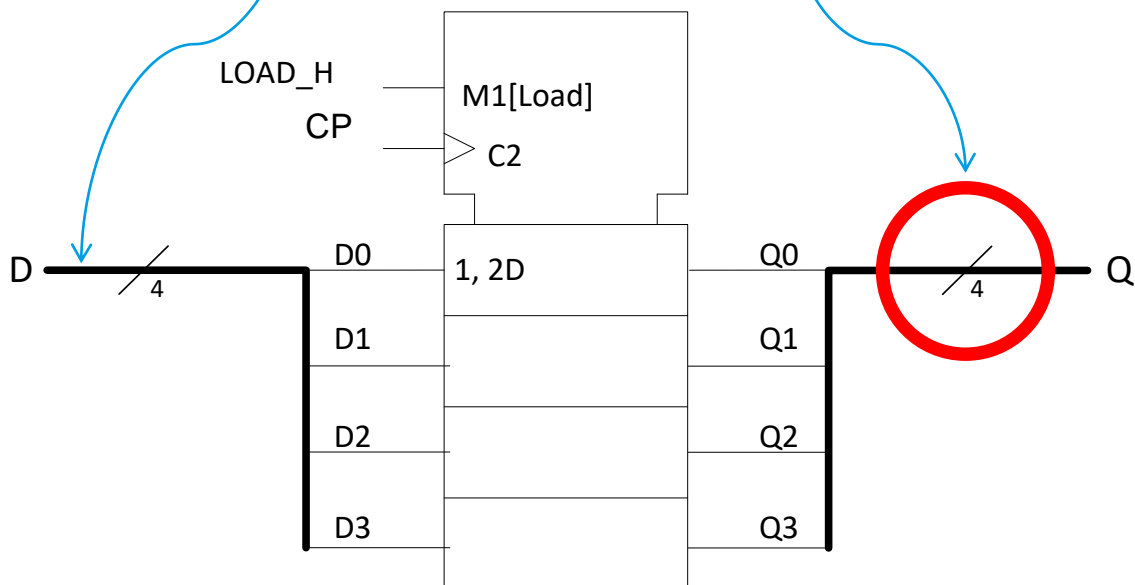


## ■ Noção de Barramento

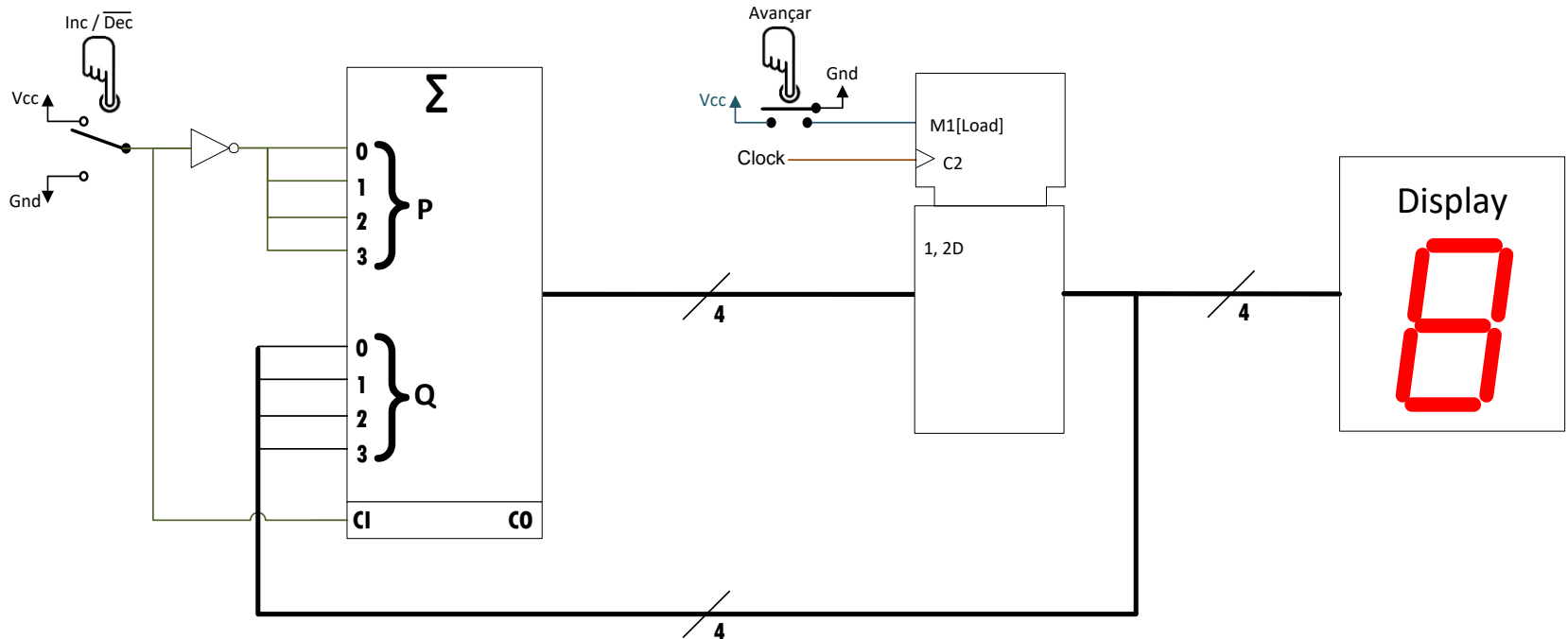
- ▶ Conjunto de ligações eléctricas que constituem um dado sinal;

Representação: - traço mais grosso

- indicação do nº de linhas (bits) que constituem o sinal



## ■ Exemplo: contador up/down



## ■ Banco de Registos

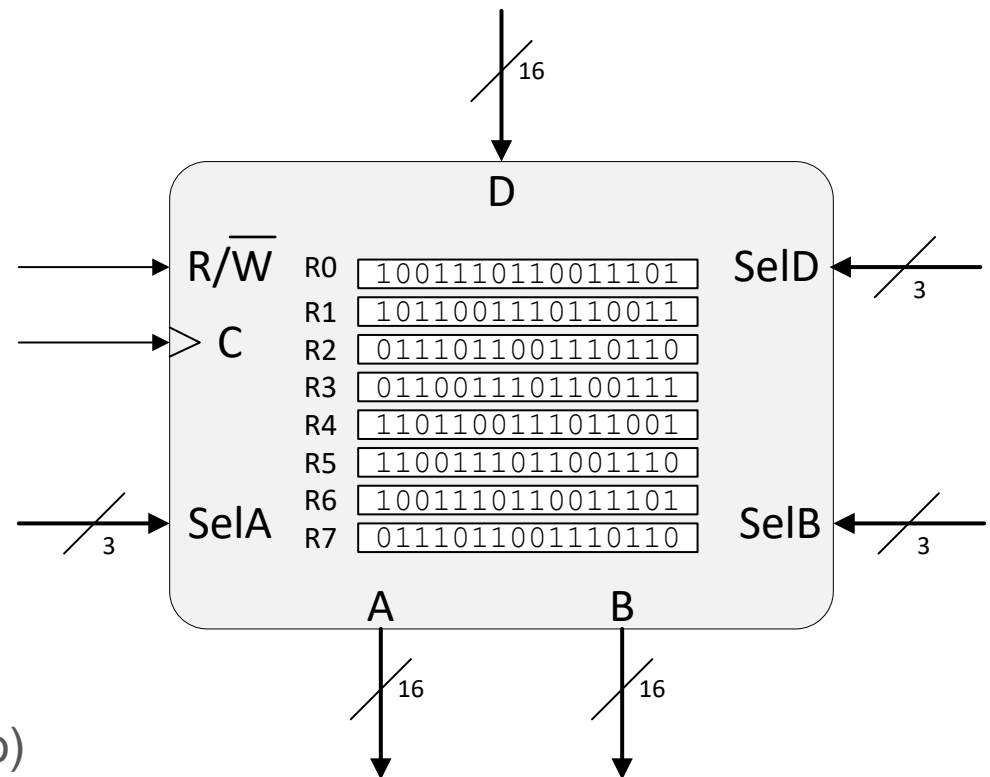
- ▶ Conjunto de registos de carregamento paralelo agregados num único dispositivo

Parâmetros:

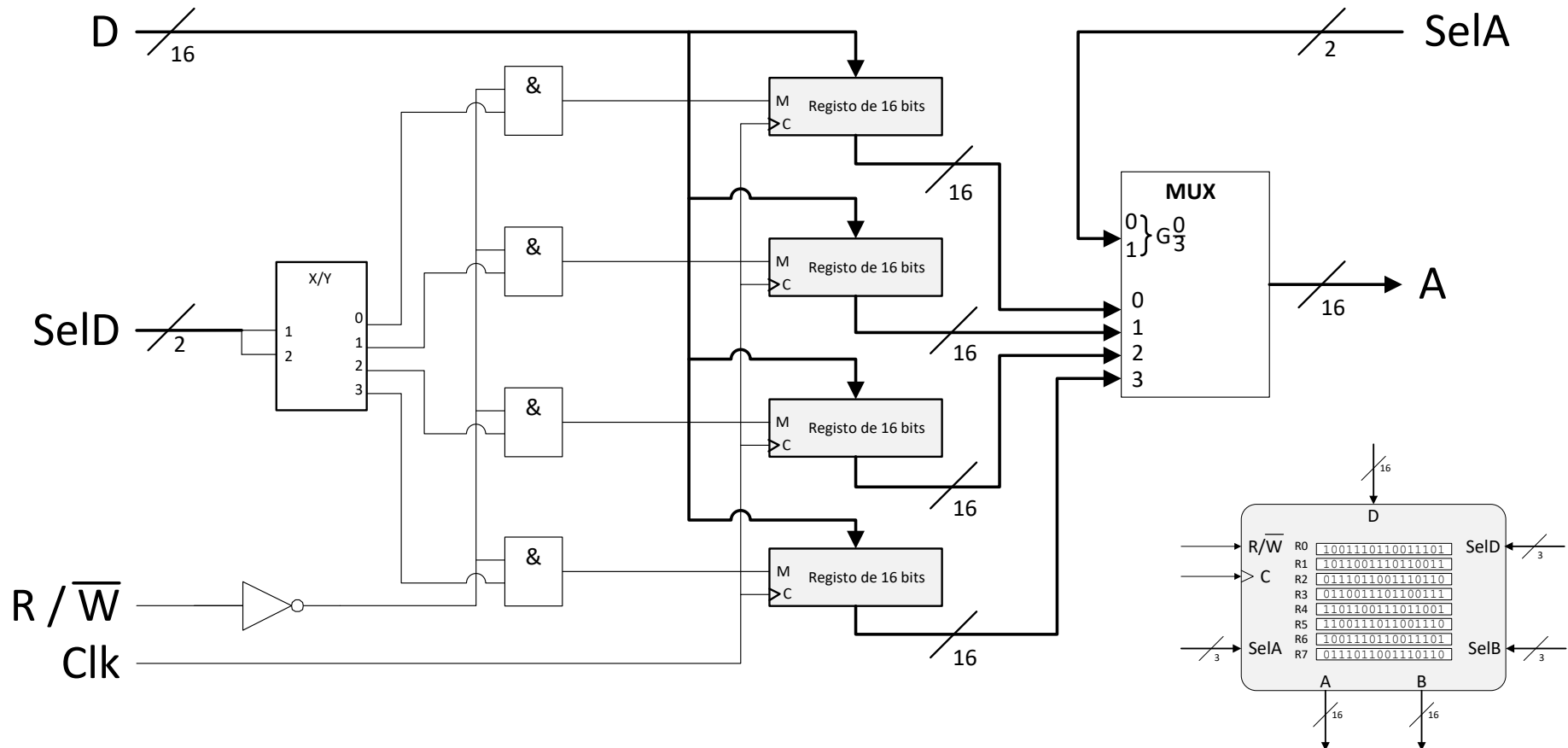
- N<sup>o</sup> de registos
- N<sup>o</sup> de bits em cada registo

Funções:

- Manutenção
- Carregamento de um dado registo
- Leitura de um ou mais registos (em simultâneo)

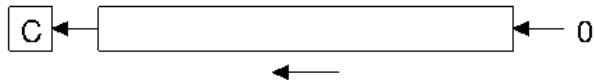


## ■ Banco de Registos: implementação

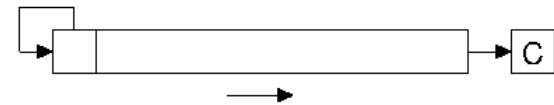
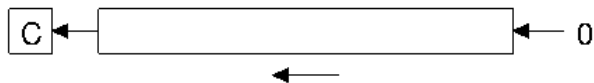


## ■ Operações de deslocamento (revisão)

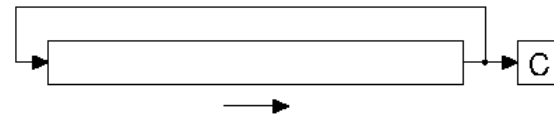
### ▶ Deslocamento simples



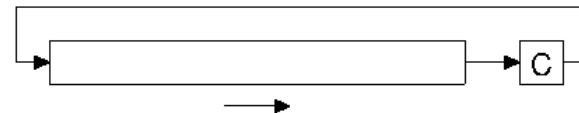
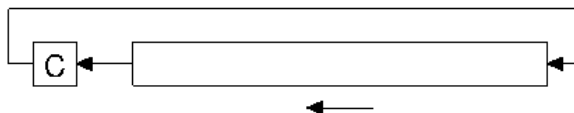
### ▶ Deslocamento aritmético



### ▶ Rotação



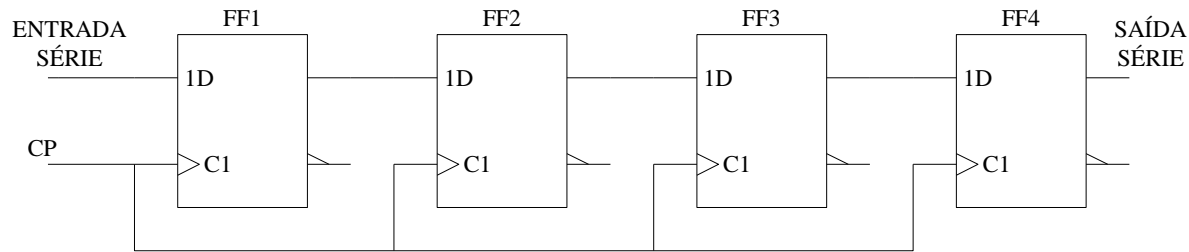
### ▶ Rotação com transporte



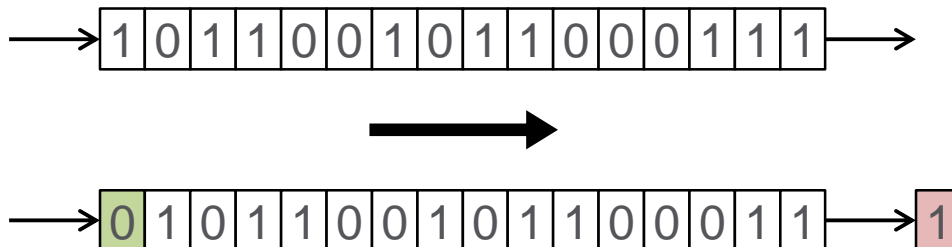
## ■ Registo de Deslocamento

- ▶ Registo com entradas e saídas em série

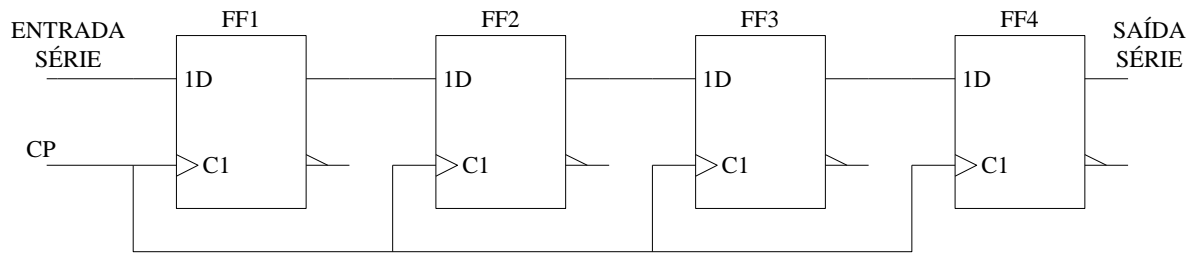
Funções: - Carregamento/Deslocamento (CP)



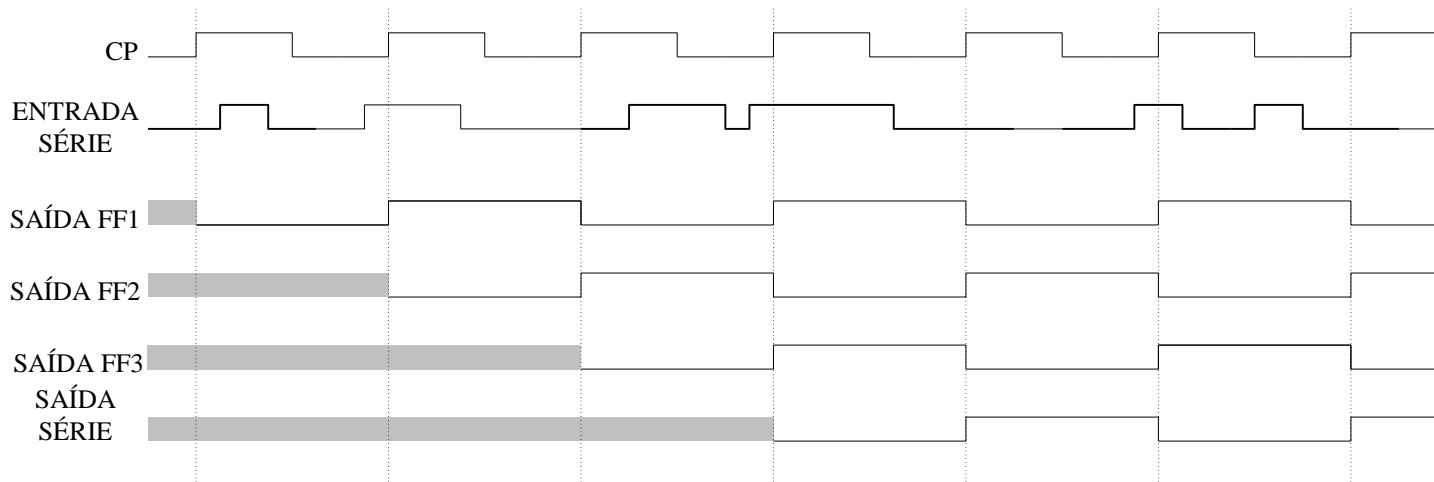
- ▶ Exemplo de aplicação: deslocamento simples



## ■ Registo de Deslocamento (cont.)



### DIAGRAMA TEMPORAL



Ciclo 0: XXXX

Entrada: 0

Ciclo 1: 0XXX

Entrada: 1

Ciclo 2: 10XX

Entrada: 0

Ciclo 3: 010X

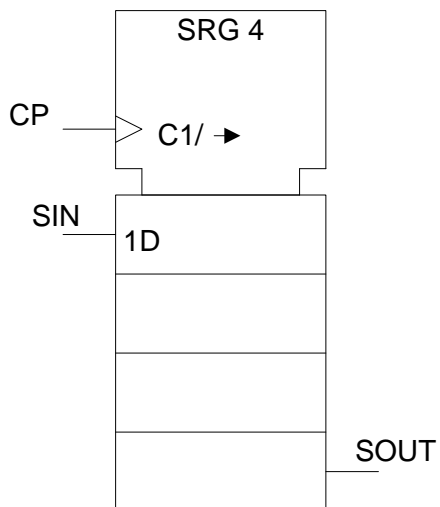
Entrada: 1

Ciclo 4: 1010

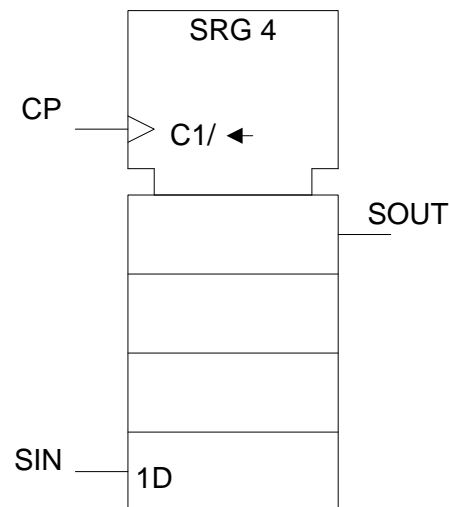
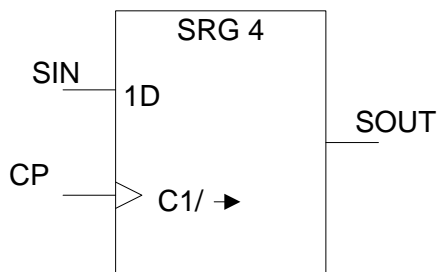
....



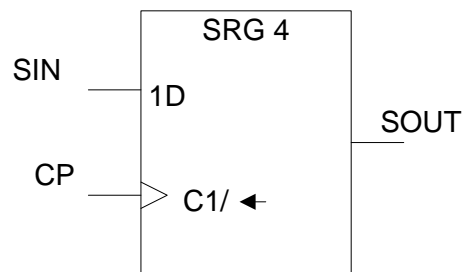
## ■ Registo de Deslocamento - Simbologia



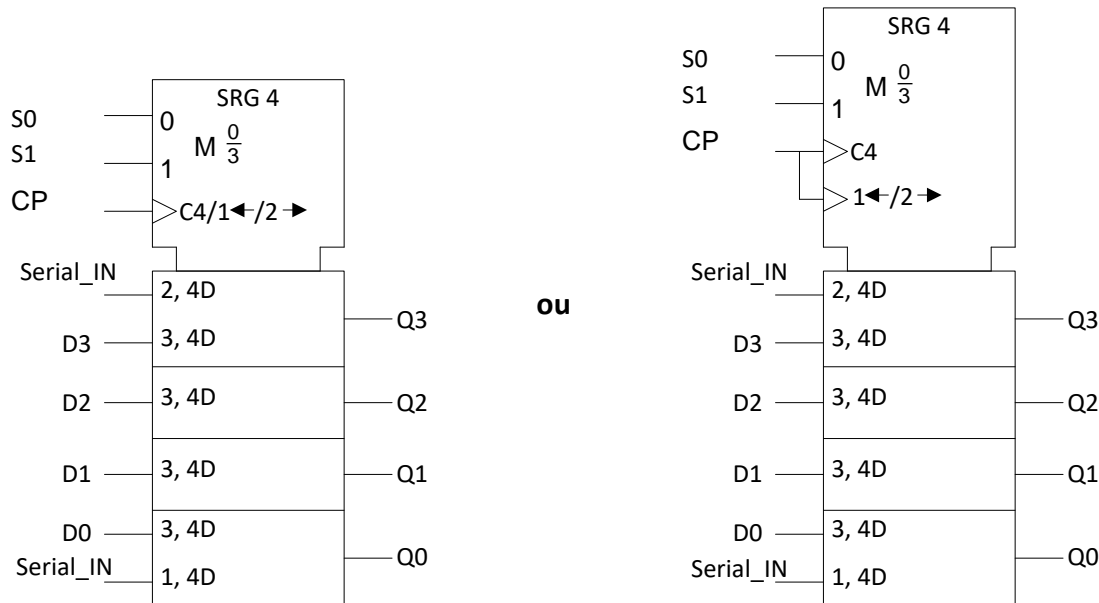
OU



OU



## ■ Registo de Deslocamento Multimodo (com deslocamento bidireccional)



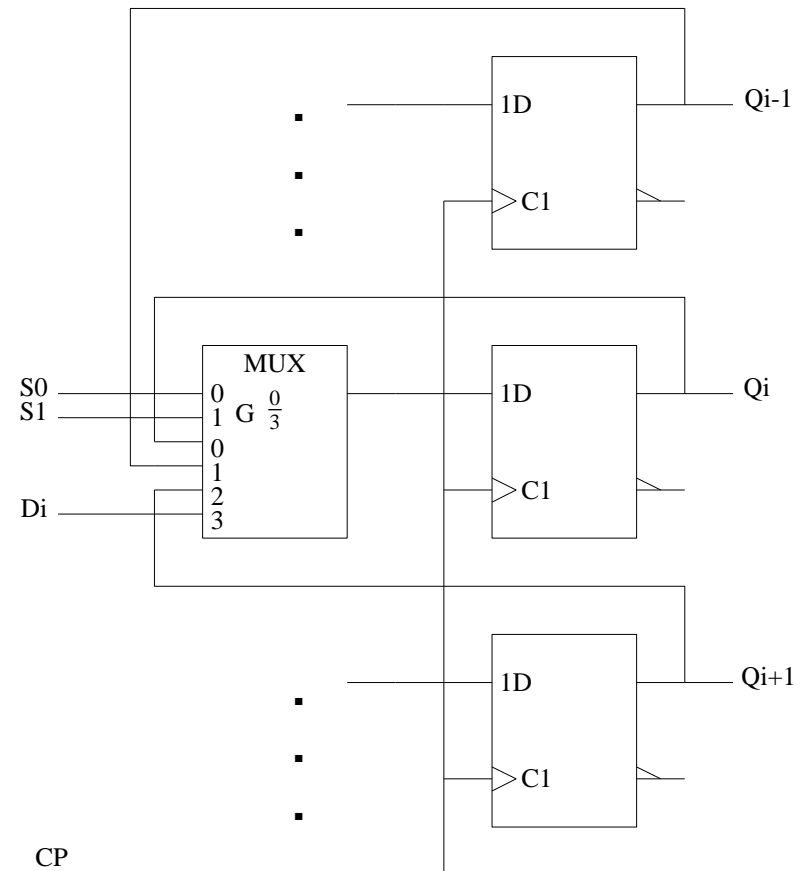
S1	S0	Função
0	0	Hold
0	1	Shift-Left
1	0	Shift-Right
1	1	Load

## ■ Registo de Deslocamento Multimodo – Implementação

- ▶ Registo Multimodo com:
  - (1) entrada e saída paralelo;
  - (2) entrada e saída série nos FFs dos extremos.

Funções: - Carregamento,  
 - Deslocamento (Dir/Esq)  
 - Manutenção.

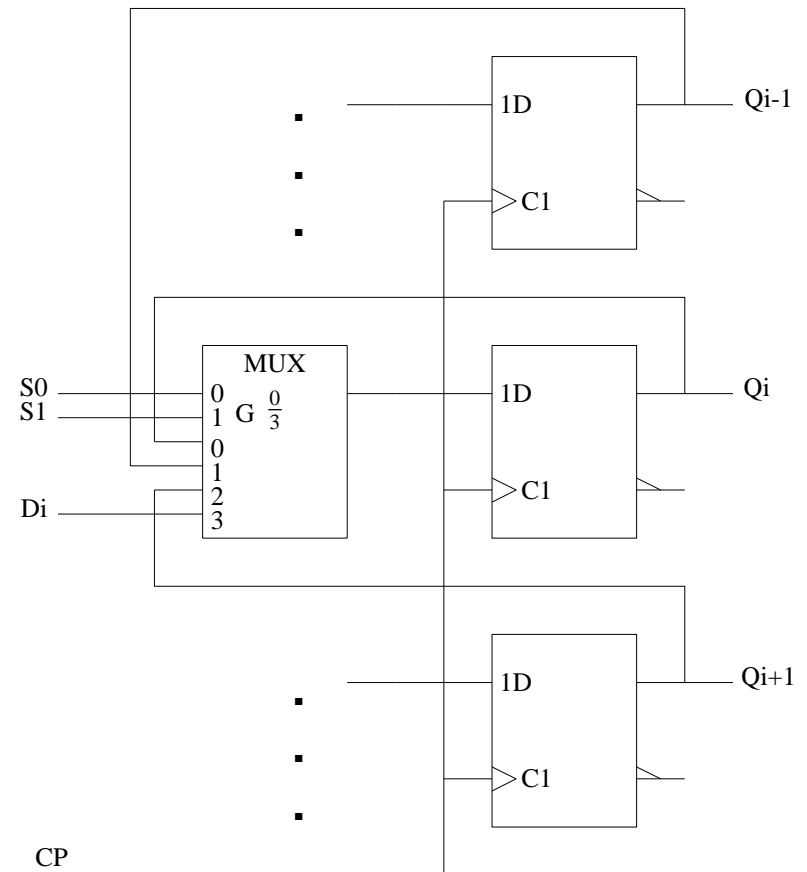
Função	S1	S0	$Q_{i-1_{t+\Delta t}}$	$Q_{i_{t+\Delta t}}$	$Q_{i+1_{t+\Delta t}}$
Hold	L	L	$Q_{i-1_t}$	$Q_{i_t}$	$Q_{i+1_t}$
Left-S	L	H	$Q_{i-2_t}$	$Q_{i-1_t}$	$Q_{i_t}$
Right-S	H	L	$Q_{i_t}$	$Q_{i+1_t}$	$Q_{i+2_t}$
Load	H	H	$D_{i-1_t}$	$D_{i_t}$	$D_{i+1_t}$



## ■ Registo de Deslocamento Multimodo – Implementação

► Temporização:

$$f_{\max} = \frac{1}{t_{pd}(FF) + t_{pd}(MUX) + t_{su}(FF)}$$



## ■ Tema da Próxima Aula:

- ▶ Contadores síncronos
  - Contadores de módulo  $2n$
  - Projecto de contadores
  - Frequência máxima de funcionamento
  - Situação de “lock-out”
  - Simbologia
  - Contador em anel
  - Contador Johnson
  - Linear feedback shift-register
- ▶ Contadores assíncronos
  - Contadores por pulsação
  - Contadores assíncronos vs. Síncronos

## Agradecimentos

Algumas páginas desta apresentação resultam da compilação de várias contribuições produzidas por:

- Nuno Roma
- Guilherme Arroz
- Horácio Neto
- Nuno Horta
- Pedro Tomás