

# PCS 3115 – Sistemas Digitais I

## Circuitos Sequenciais: Registradores De Deslocamento

### EAD – Ensino A Distância

#### Parte I: Deslocadores Em Anel – Anel Torcido.

Aula: 23 – Data: 10/06 (Q)

*Prof. Dr. Marco Túlio Carvalho de Andrade*

*versão: 2.0 (Maio/2020)*

## Deslocador em Anel – Conceito

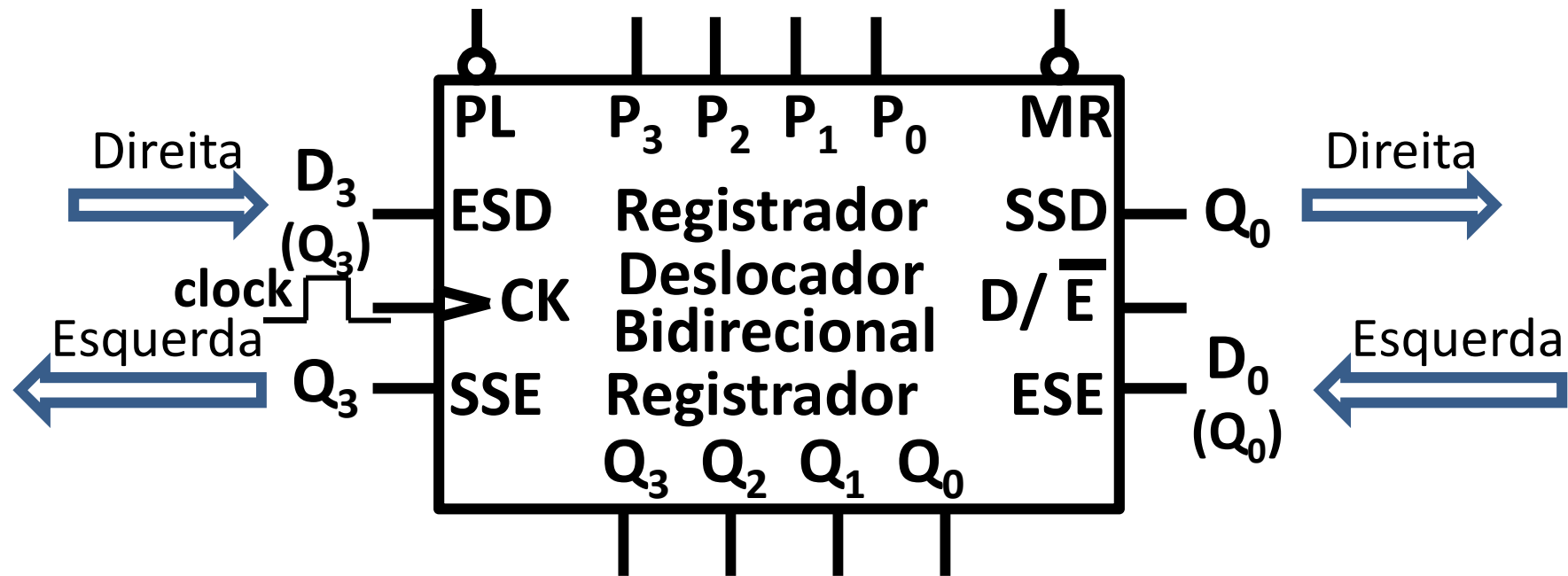
- **Deslocador em Anel** – Obtém-se a partir de um módulo Registrador Deslocador quando interconecta-se, a Entrada Serial deste, à saída mais distante desta mesma entrada.
- Isto equivale a realimentar o valor lógico da saída mais distante na Entrada Serial.
- Em outras palavras, tudo se passa como se o Registrador Deslocador não necessitasse de Entrada Serial, fazendo uso apenas da carga Paralela.

## Deslocador em Anel – Conceito

- **Deslocador em Anel** – Deslocador com interconexão da Entrada Serial à sua saída mais distante.
- **Deslocamento à Direita** – Realimenta-se a saída  $Q_0$  (**SSD**) para a entrada (**ESD**)  $D_{n-1}$  (que por sua vez, a registra em  $Q_{n-1}$ ).
- **Deslocamento à Esquerda** – Realimenta-se a saída  $Q_{n-1}$  (**SSE**) para a entrada (**ESE**)  $D_0$  (que por sua vez, a registra em  $Q_0$ ).

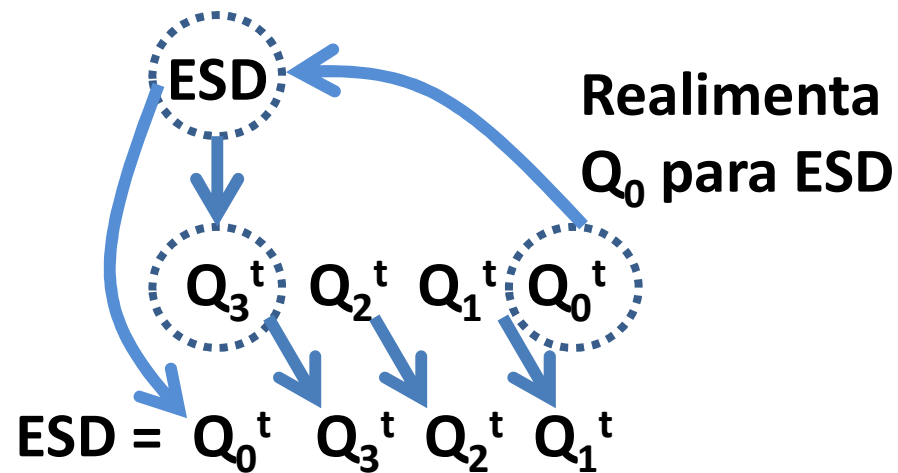
# Deslocador em Anel – Convenções

- **Módulo Básico** – Diagrama do Bloco Básico genérico:



# Deslocador em Anel – Convenções

- **Deslocamento à Direita** – Realimenta-se a saída  $Q_0$  (SSD) para a entrada  $D_3$  (ESD) que por sua vez, a registra em  $Q_3$ .

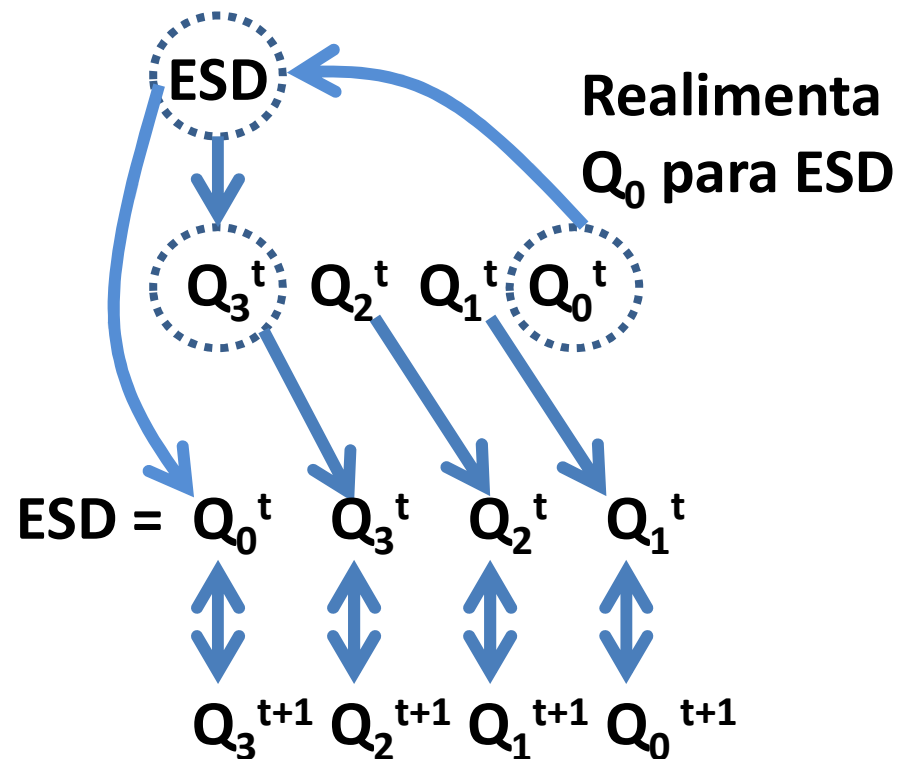
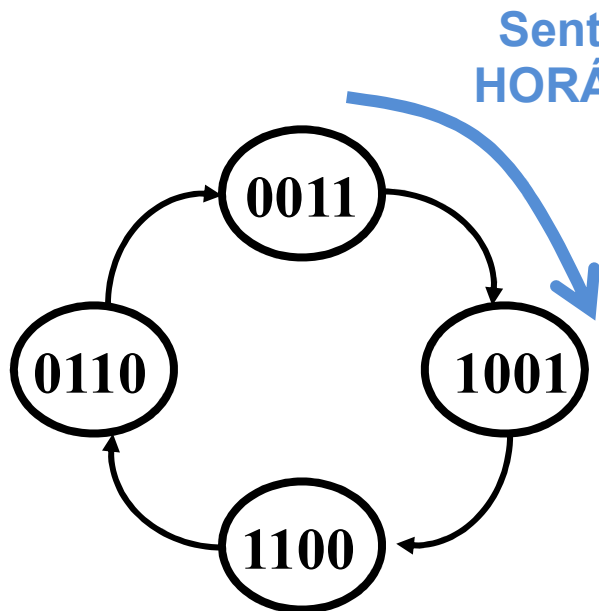


- **Tabela de Transição de Estados:**

	$D/\overline{E} = 1$			
	Próximo Estado (t+1)			
	$Q_3^{t+1}$	$Q_2^{t+1}$	$Q_1^{t+1}$	$Q_0^{t+1}$
Estado Atual (t)	$Q_3^t$	$Q_2^t$	$Q_1^t$	$Q_0^t$
	$ESD = Q_0^t$	$Q_3^t$	$Q_2^t$	$Q_1^t$

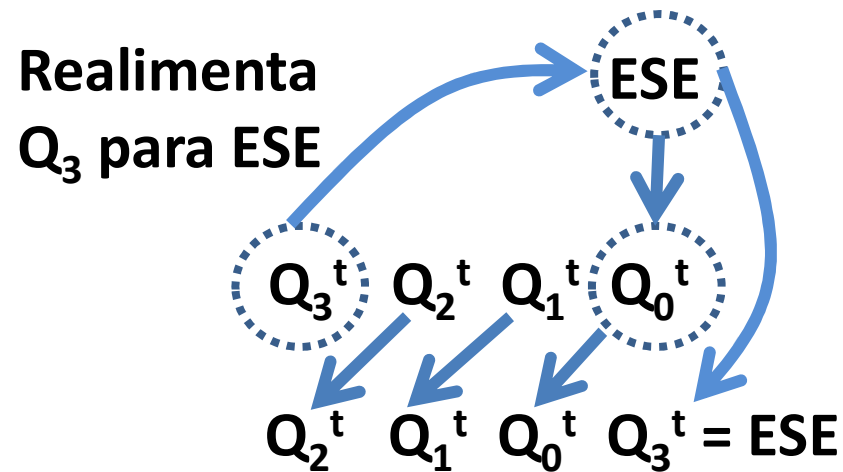
# Deslocador em Anel – Convenções

- (Diagrama de) Sequência de Transição de Estados – Análogo ao Diagrama de Transição de Estados das FSMs:
  - Deslocamento à **DIREITA**, sentido **HORÁRIO**.



# Deslocador em Anel – Convenções

- **Deslocamento à Esquerda** – Realimenta-se a saída  $Q_3$  (**SSE**) para a entrada  $D_0$  (**ESE**) que a registra em  $Q_0$ .



- **Tabela de Transição de Estados:**

$$D/\overline{E} = 0$$

Próximo Estado (t+1)

$Q_3^{t+1}$   $Q_2^{t+1}$   $Q_1^{t+1}$   $Q_0^{t+1}$

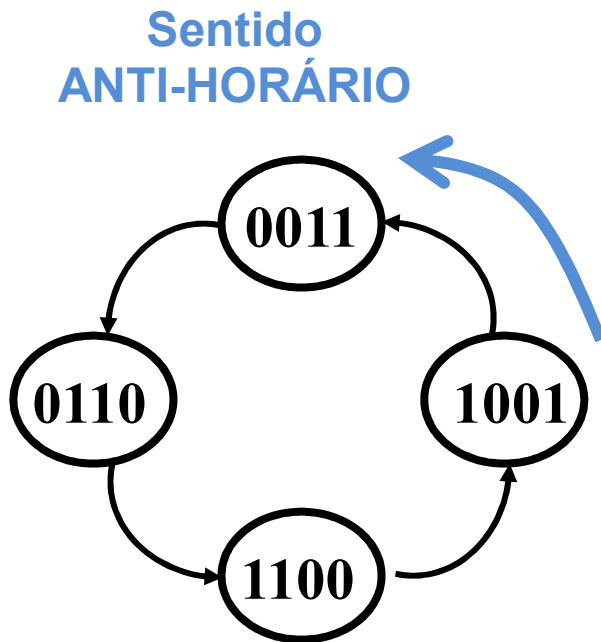
Estado Atual (t)

$Q_3^t$   $Q_2^t$   $Q_1^t$   $Q_0^t$

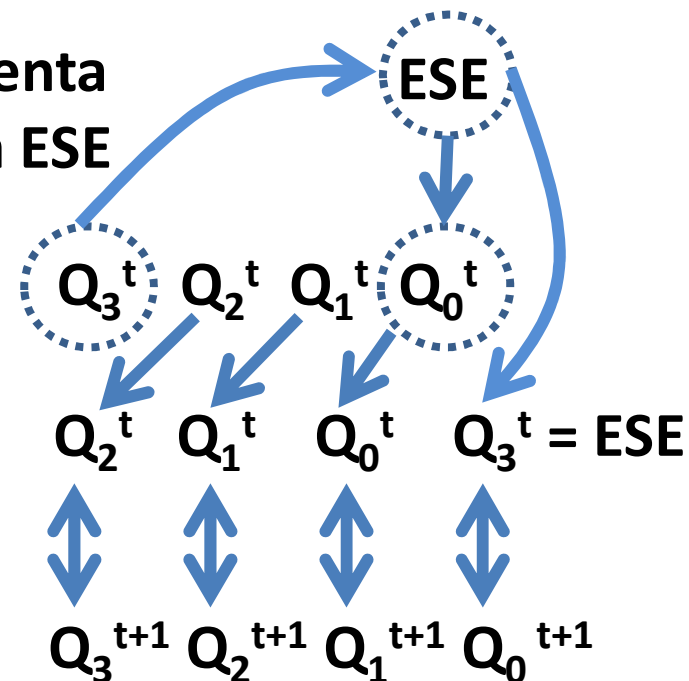
ESD =  $Q_2^t$   $Q_1^t$   $Q_0^t$   $Q_3^t$

# Deslocador em Anel – Convenções

- (Diagrama de) Sequência de Transição de Estados – Análogo ao Diagrama de Transição de Estados das FSMs:
  - Deslocamento à **ESQUERDA**, sentido **ANTI-HORÁRIO**.



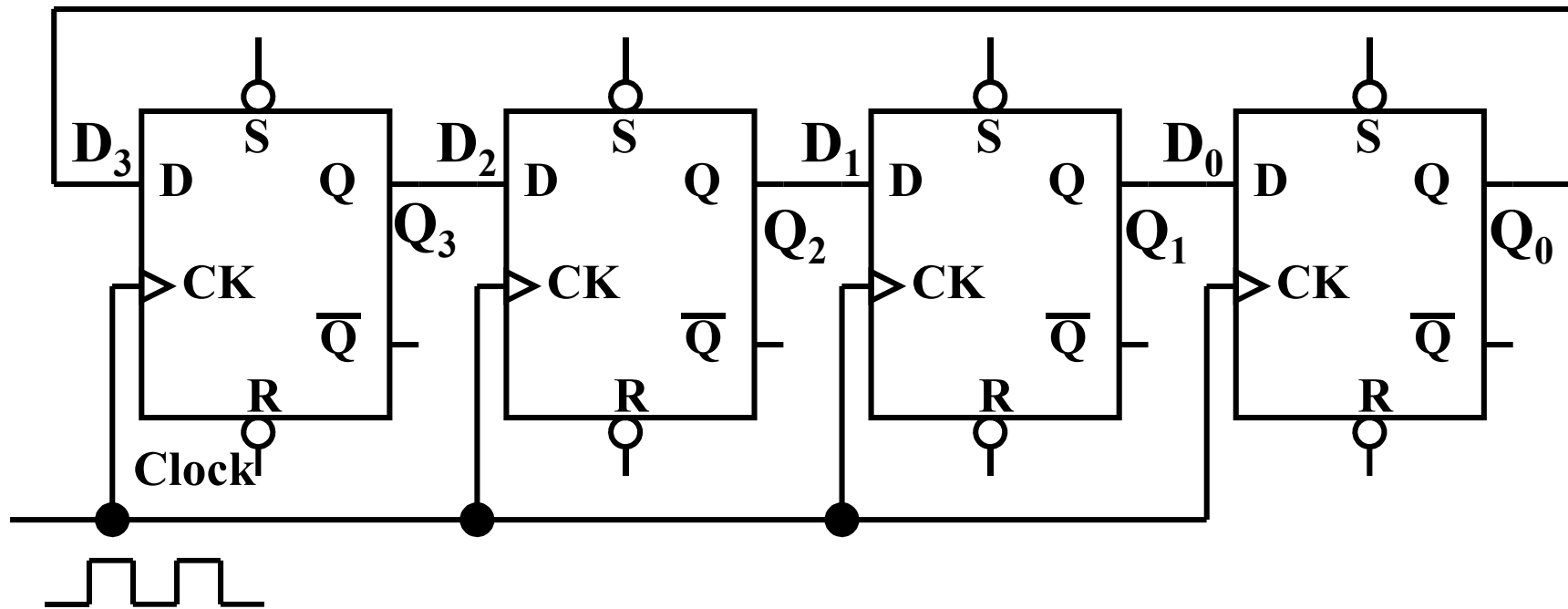
Realimenta  
 $Q_3$  para ESE





# Deslocador em Anel

- **Deslocador em Anel:** Obtém-se ao realimentar a saída  $Q_0$  para a entrada  $D_{n-1}$ , para deslocamento para a direita.



# Deslocador em Anel

- **Deslocador em Anel:** Sequências de transição de estados (deslocamento para a direita):

0000

1111

0101

# Deslocador em Anel

- **Deslocador em Anel:** Sequências de transição de estados (deslocamento para a direita):



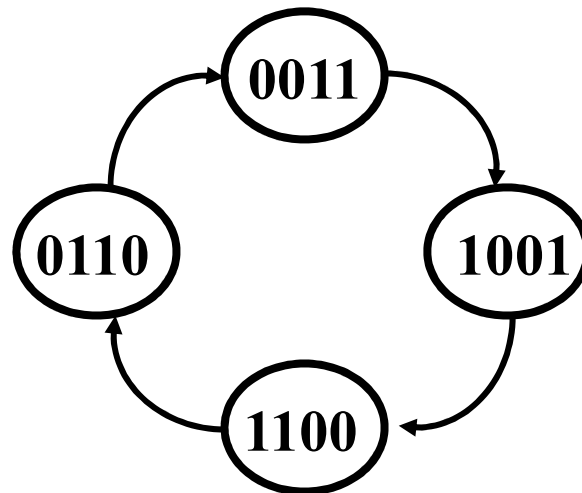
## Deslocador em Anel

- **Deslocador em Anel:** Sequências de transição de estados (deslocamento para a direita):

0011

# Deslocador em Anel

- **Deslocador em Anel:** Sequências de transição de estados (deslocamento para a direita):



## Deslocador em Anel

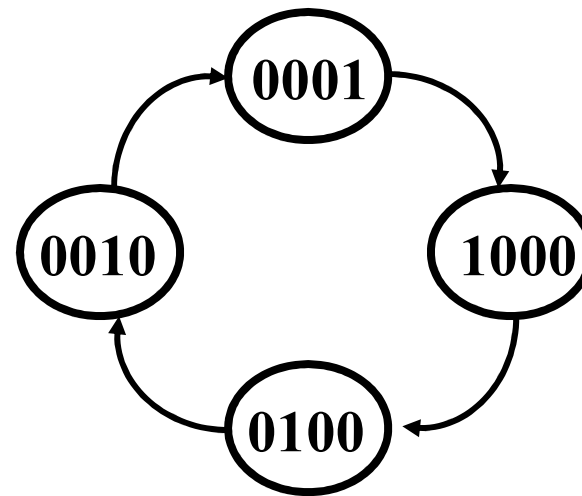
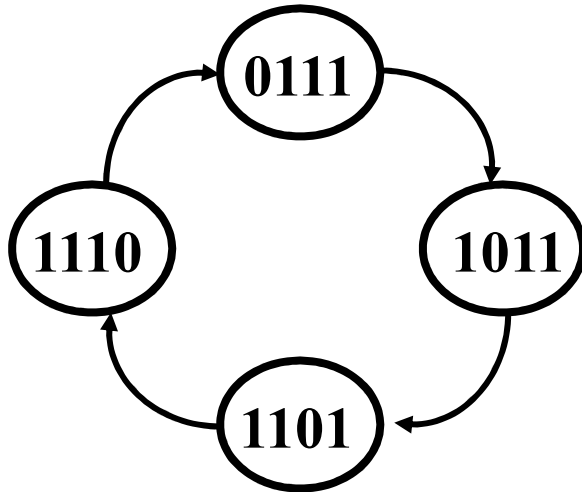
- **Deslocador em Anel:** Sequências de transição de estados (deslocamento para a direita):

0111

0001

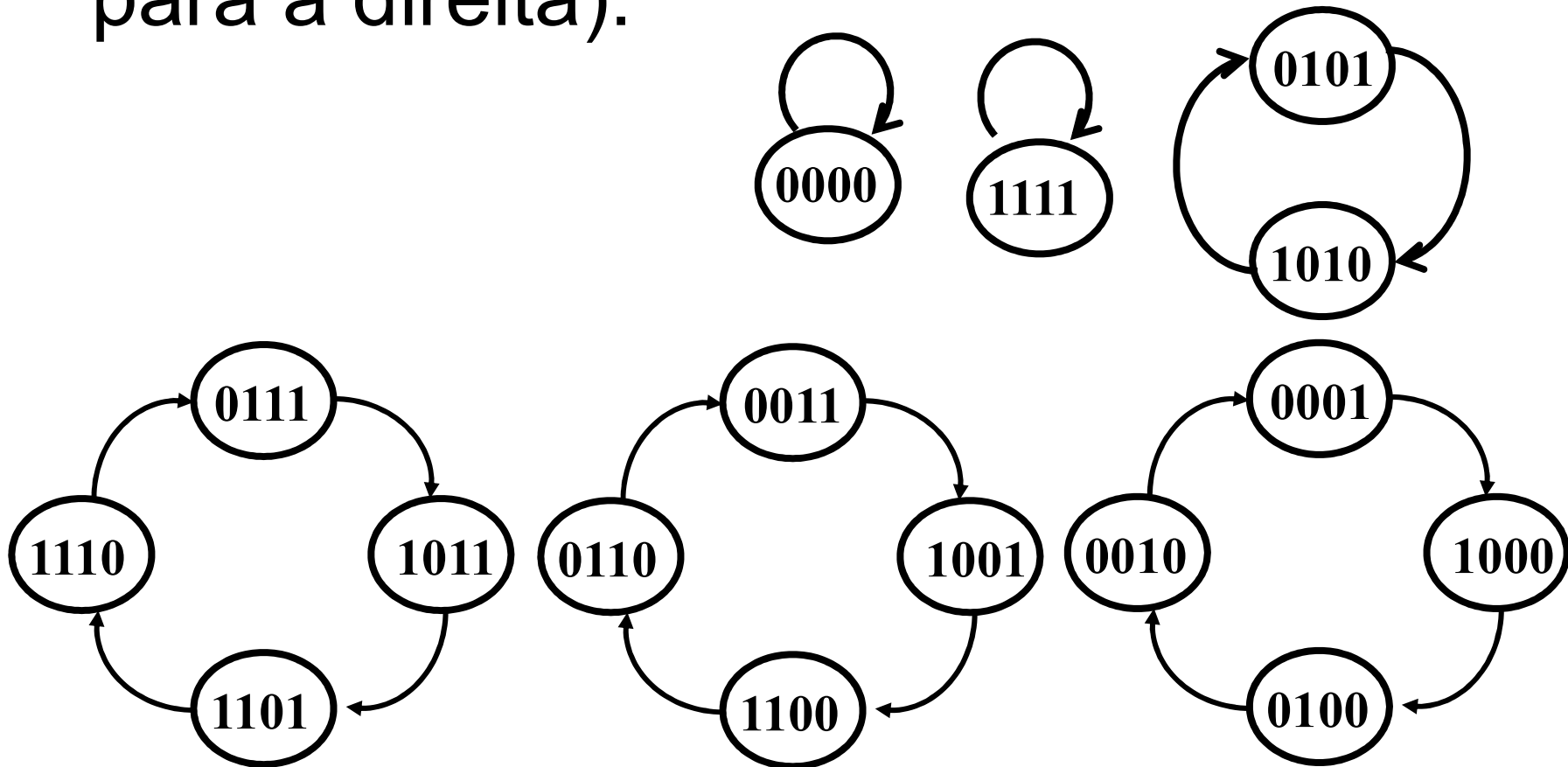
# Deslocador em Anel

- **Deslocador em Anel:** Sequências de transição de estados (deslocamento para a direita):



# Deslocador em Anel

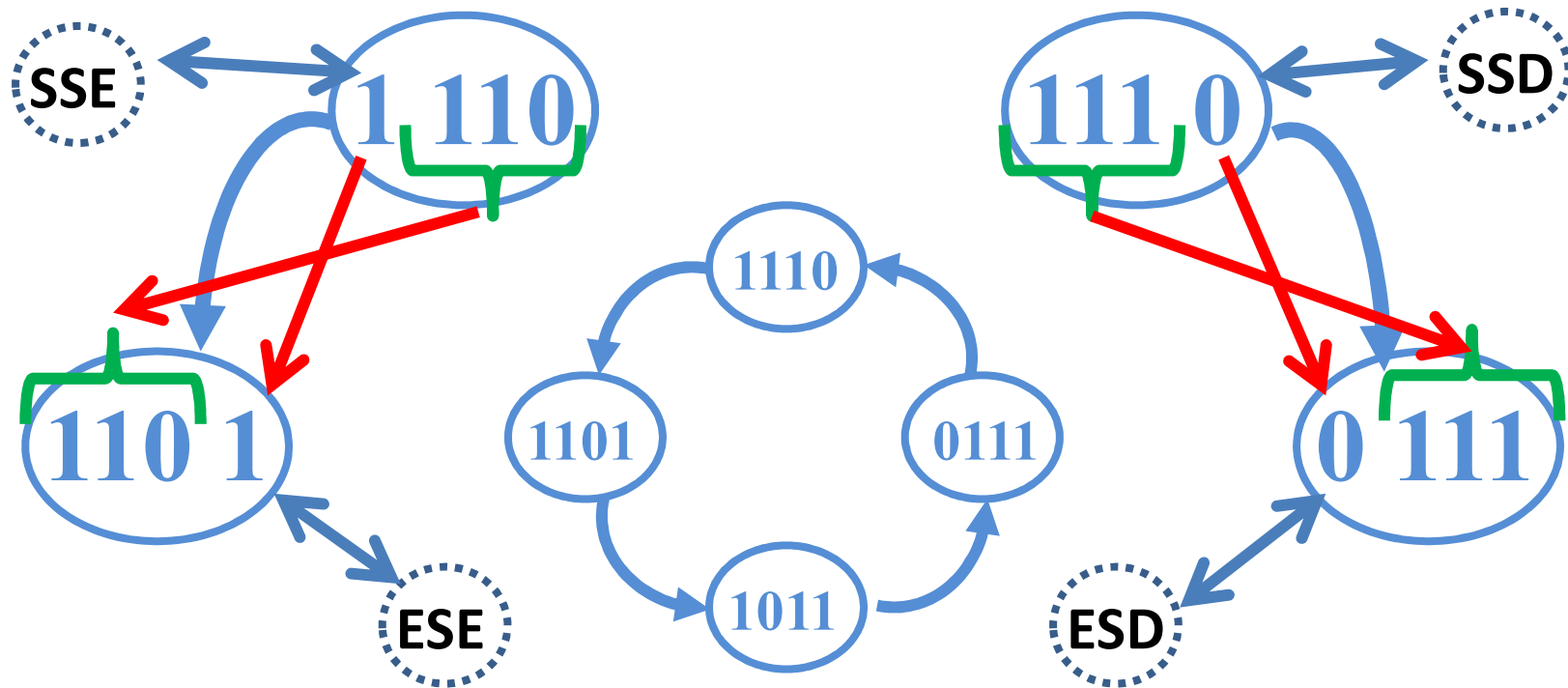
- **Deslocador em Anel:** Sequências de transição de estados (deslocamento para a direita):





# Deslocador em Anel

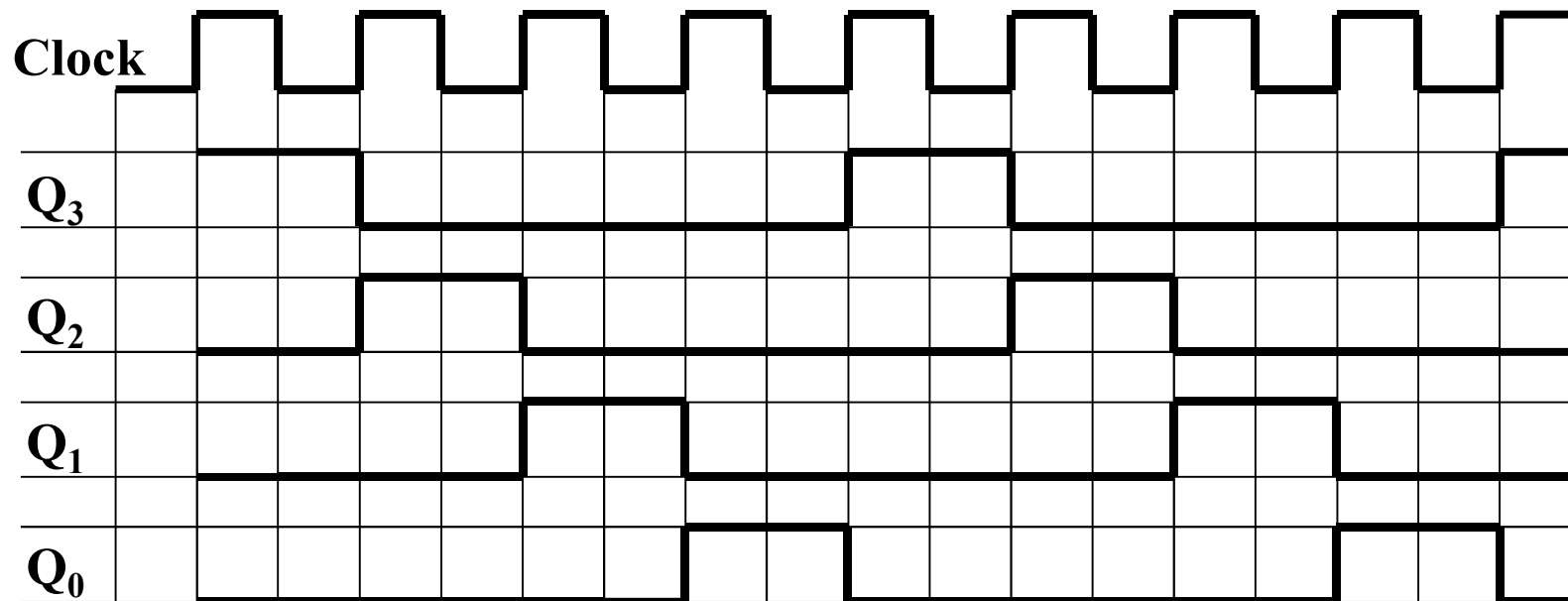
- **Deslocador à esquerda** – Palavras com apenas 1 bit ZERO na sequência principal.



**Esquerda** – Transição de Estados – **Direita**

# Deslocador em Anel

- **Deslocador em Anel** – Diagrama de Temporização para a sequência que começa no Estado 1000 ( $Q_3Q_2Q_1Q_0$ ):

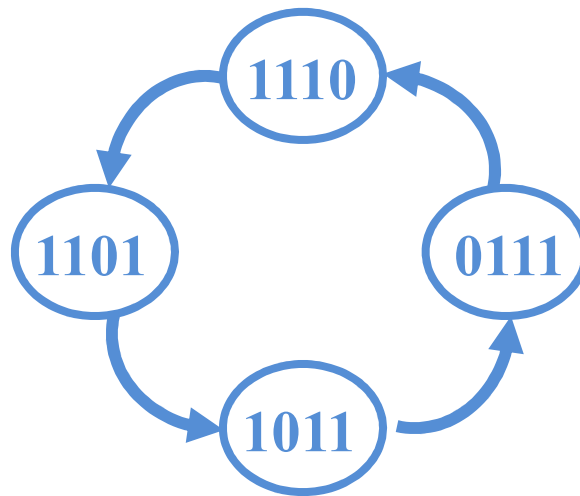


# Deslocador em Anel

- **Deslocador em Anel** – Adequado para aplicações de controle por proporcionar:
  - Facilidade de projeto;
  - Tipos de formas de onda geradas.
- Porém não é robusto:
  - Diferentes sequências de transição de estados;
  - Adotar uma sequência principal, se ocorrer um erro (ruído) o controlador pode sair desta e não voltar mais a ela.

## Deslocador em Anel

- **Deslocador à esquerda** – Sequência de controle: Palavras com apenas 1 bit ZERO.  
**Sequência de Estados Principal – Apenas um bit “0”**



**Diagrama de transição de Estados**

# Deslocador em Anel

Sequência de Estados Principal – Apenas um bit “0”

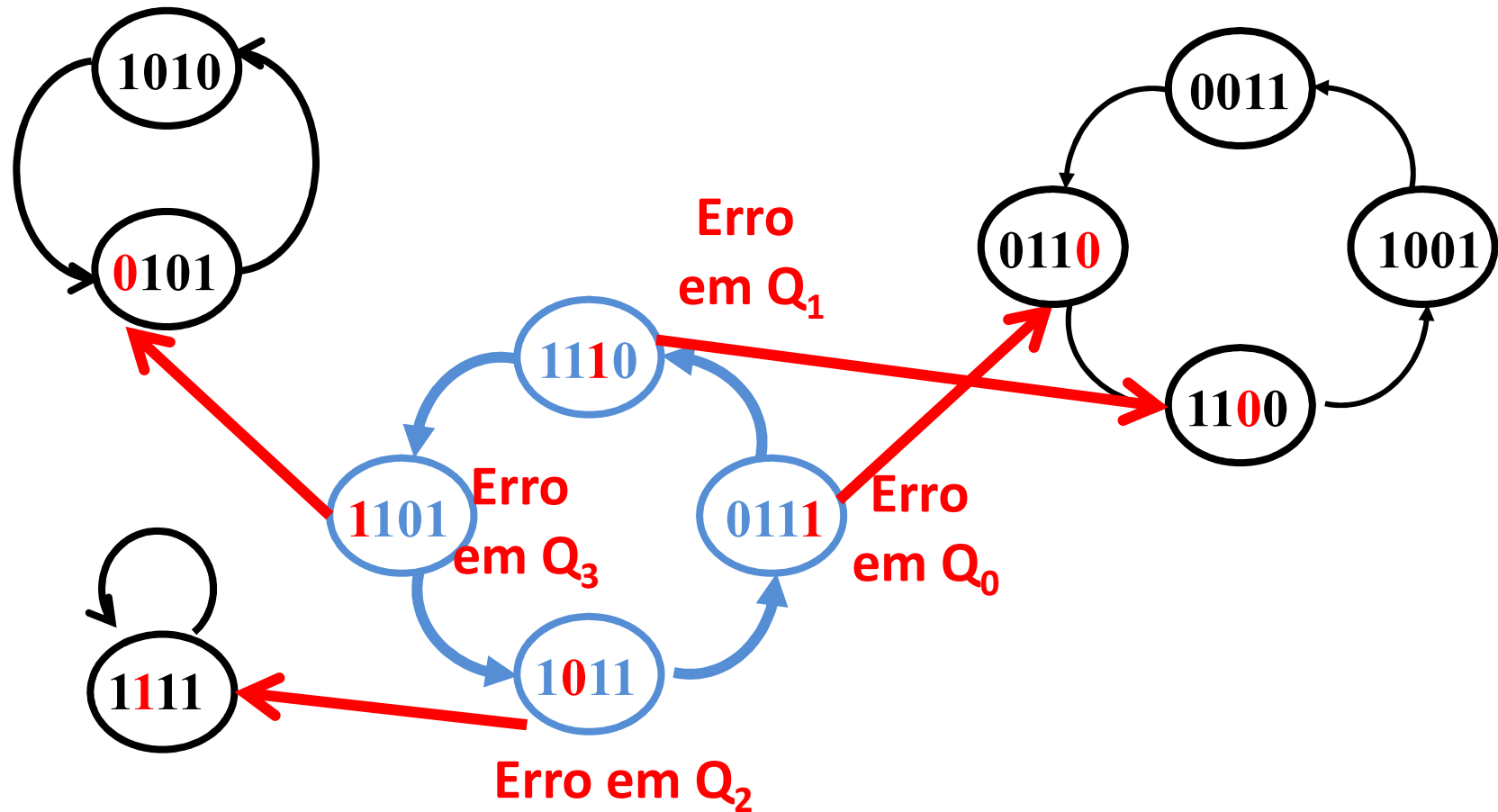
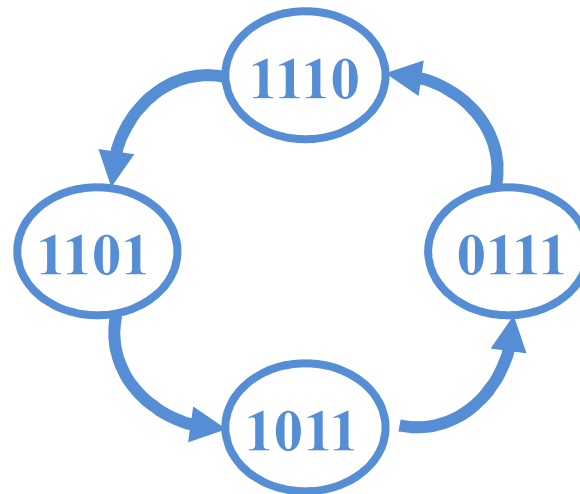


Diagrama de transição de Estados

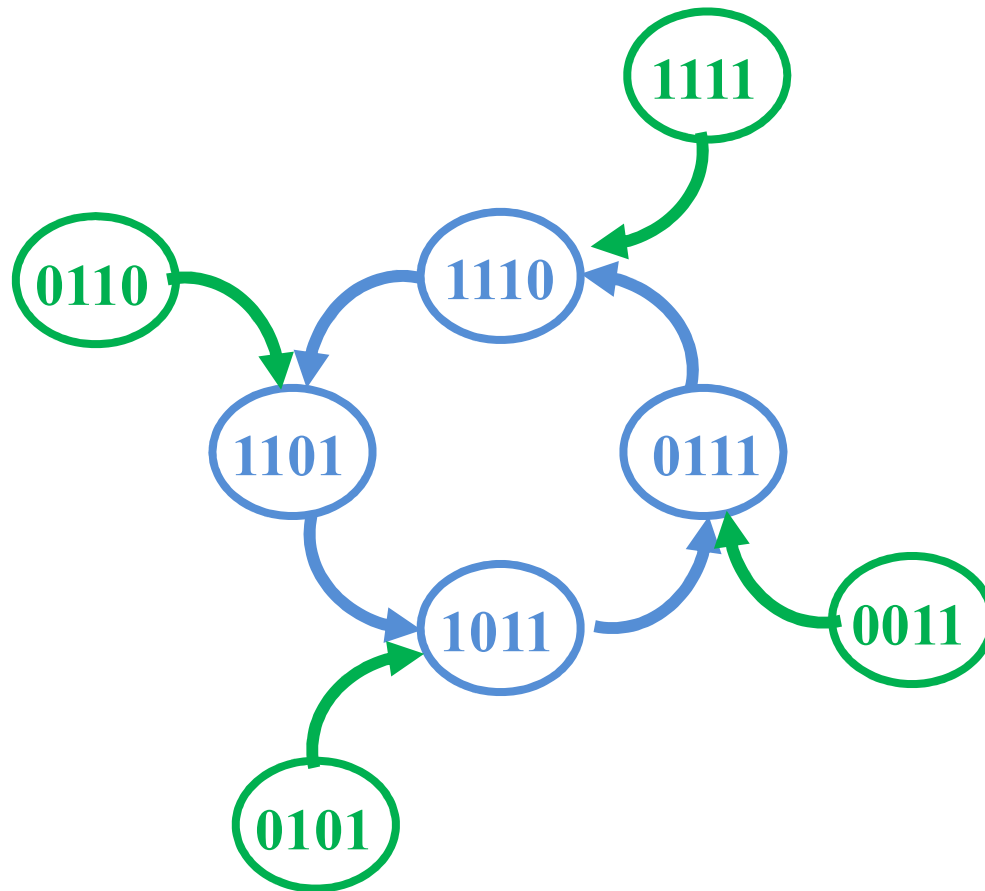
## Deslocador em Anel

- **Deslocador em Anel** – Circuito de auto-correção (apenas 1 bit ZERO):
  - Exemplo – deslocamento à esquerda



## Deslocador em Anel

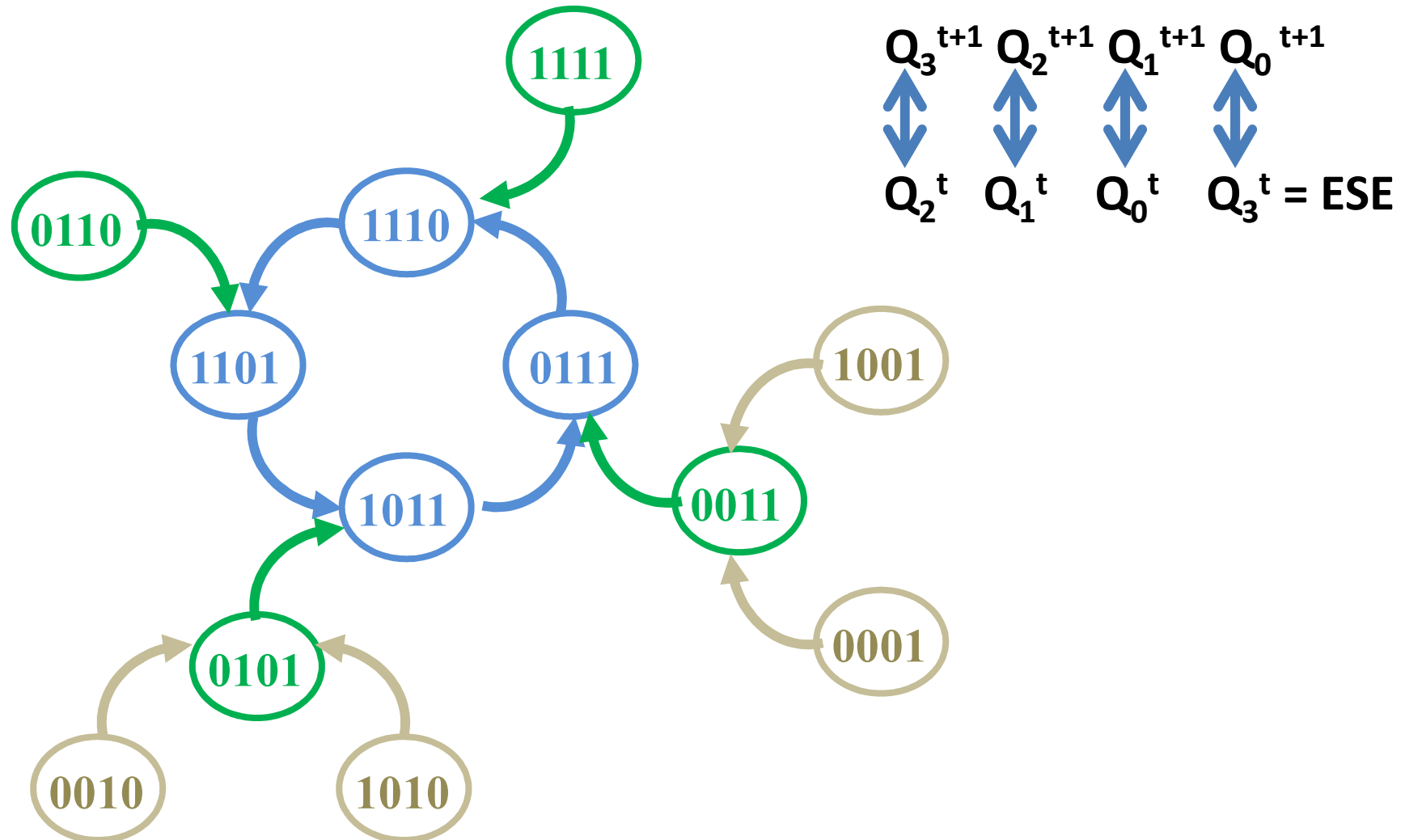
- Auto-correção – Buscar **Estados** cuja correção de  $Q_3$  (bit a ser realimentado na entrada serial) conduza o contador para a sequência principal em um pulso de clock.



$$\begin{array}{cccc} Q_3^{t+1} & Q_2^{t+1} & Q_1^{t+1} & Q_0^{t+1} \\ \updownarrow & \updownarrow & \updownarrow & \updownarrow \\ Q_2^t & Q_1^t & Q_0^t & Q_3^t = \text{ESE} \end{array}$$

# Deslocador em Anel

- Auto-correção – Buscar **Estados** cuja correção (ou não) de  $Q_3$  leve para algum **Estado Verde**, em um clock.

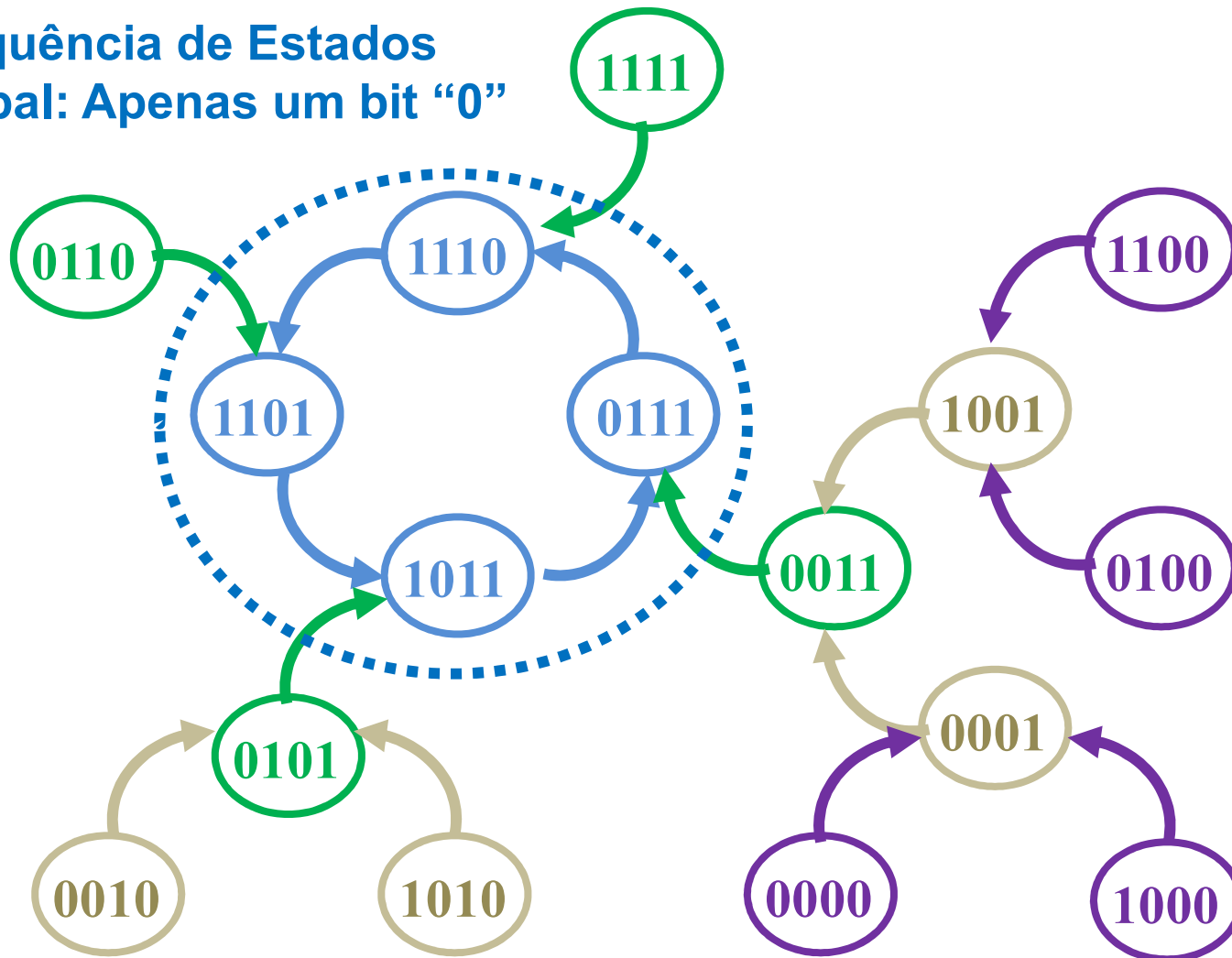




# Deslocador em Anel

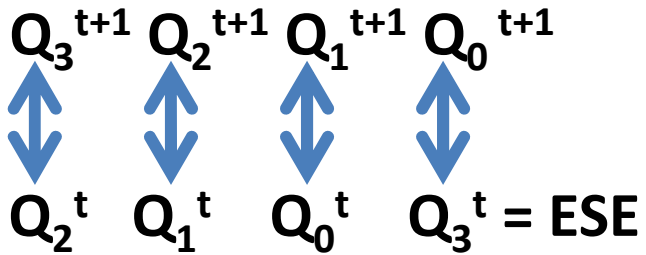
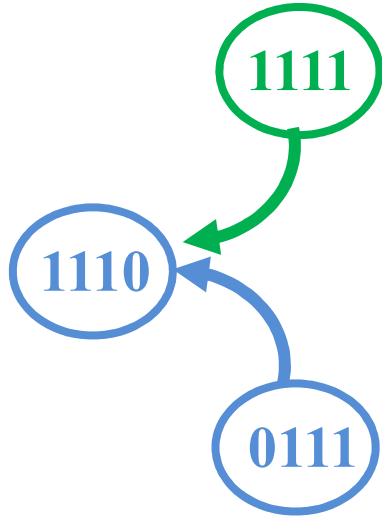
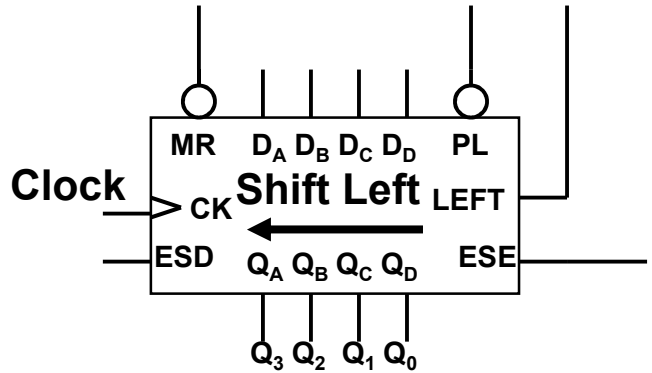
- Auto-correção – Buscar **Estados** (faltam 4) cuja correção (ou não) de  $Q_3$  leve para algum **Estado Marrom**, em um clock.

Sequência de Estados  
Principal: Apenas um bit "0"



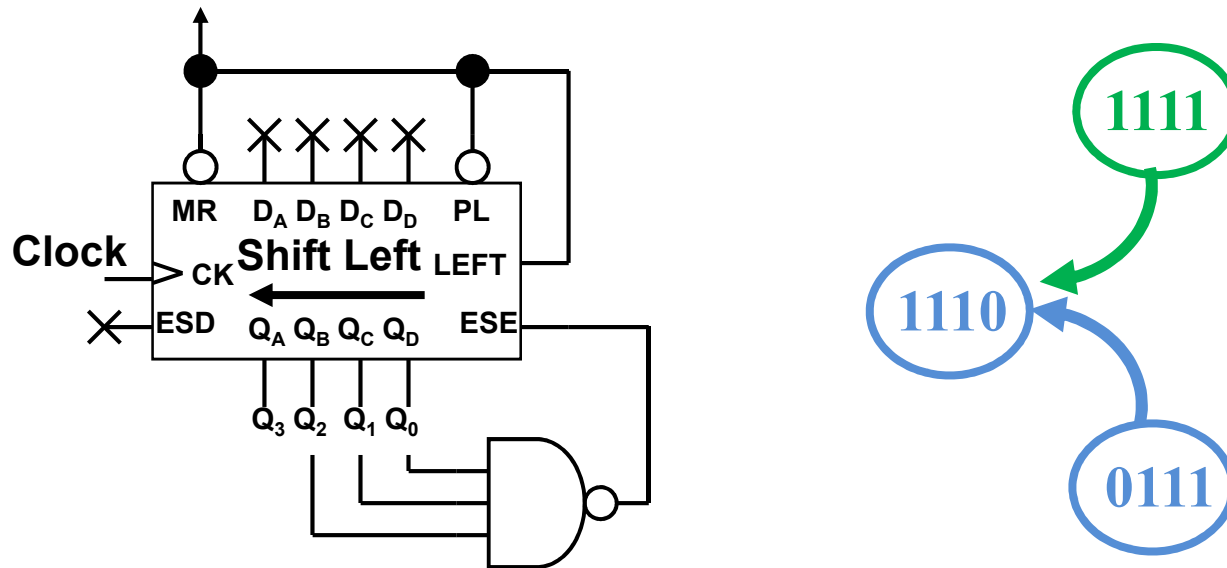
# Deslocador em Anel

- Circuito “auto-correção” (sequência com 1 bit zero):
  - Realimentar zero – Apenas quando:
 
$$Q_2 = Q_1 = Q_0 = 1$$
  - Realimentar um – Em todos os outros casos.



# Deslocador em Anel

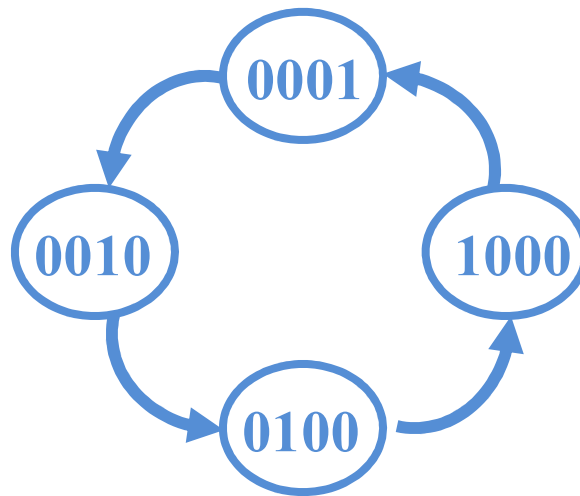
- Circuito “auto-correção” (sequência com 1 bit zero):
  - Realimentar zero – Apenas quando:
$$Q_2 = Q_1 = Q_0 = 1$$
  - Realimentar um – Em todos os outros casos.



## Deslocador em Anel

- **Deslocador à esquerda** – Sequência de controle: Palavras com apenas 1 bit UM.

**Sequência de Estados Principal – Apenas um bit “1”**

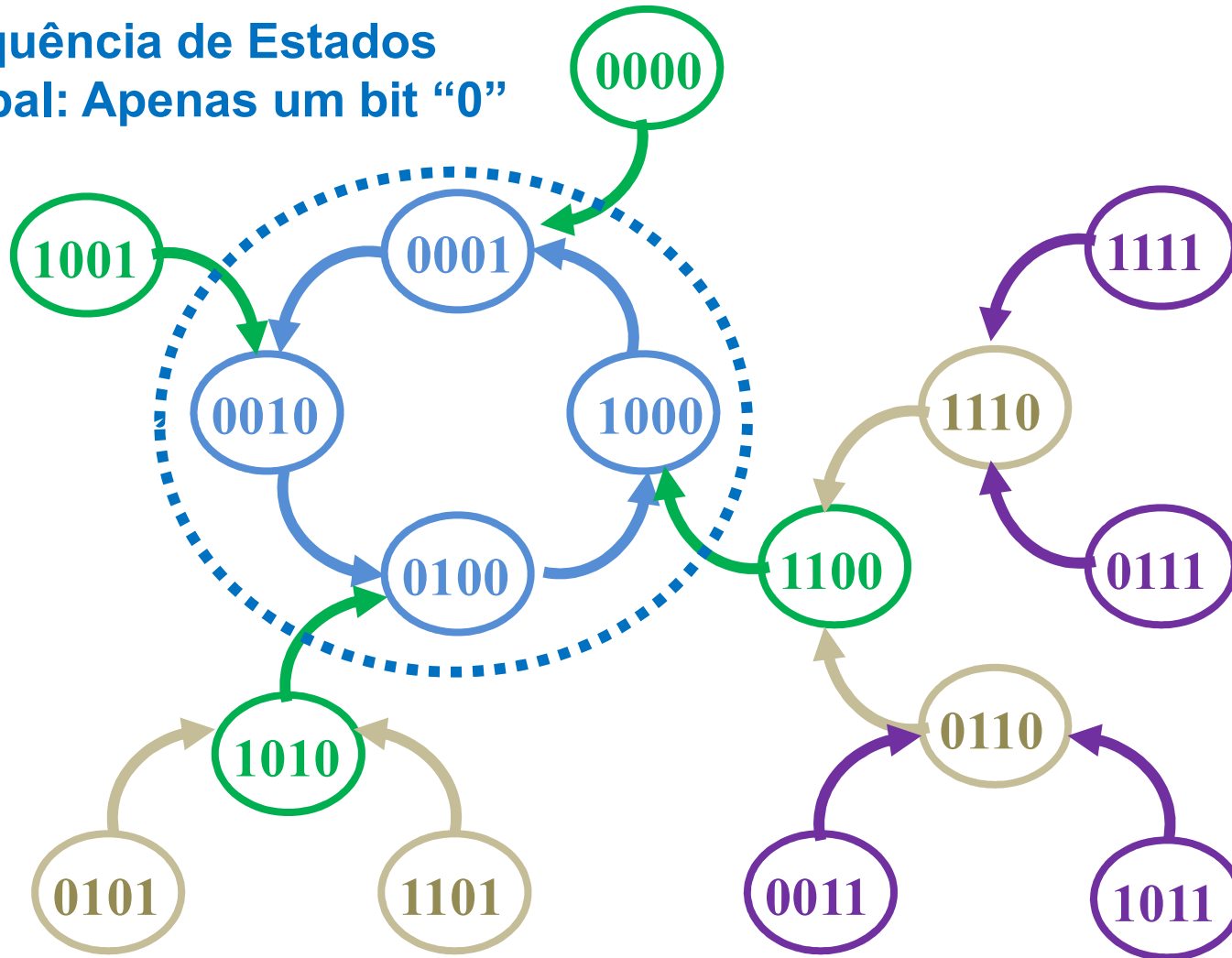


**Diagrama de transição de Estados**

# Deslocador em Anel

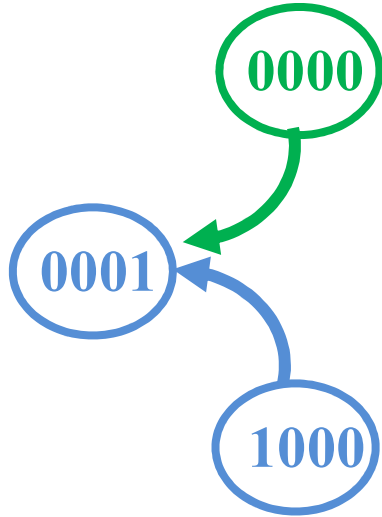
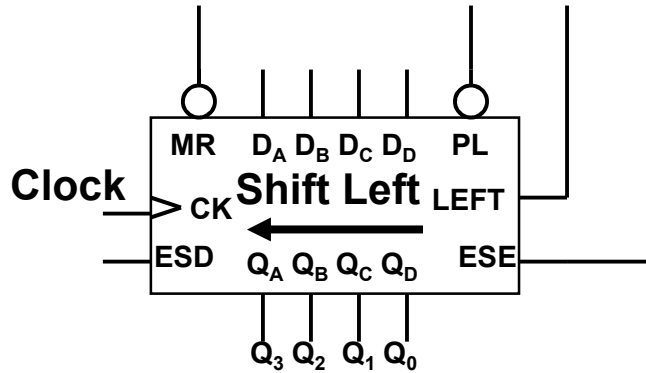
- Auto-correção – Aplica-se na identificação de Estados o mesmo procedimento adotado para o exemplo anterior.

Sequência de Estados  
Principal: Apenas um bit “0”



# Deslocador em Anel

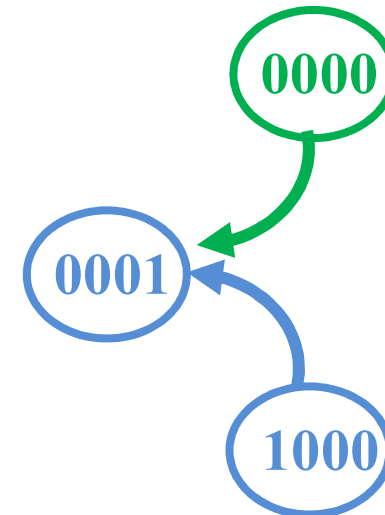
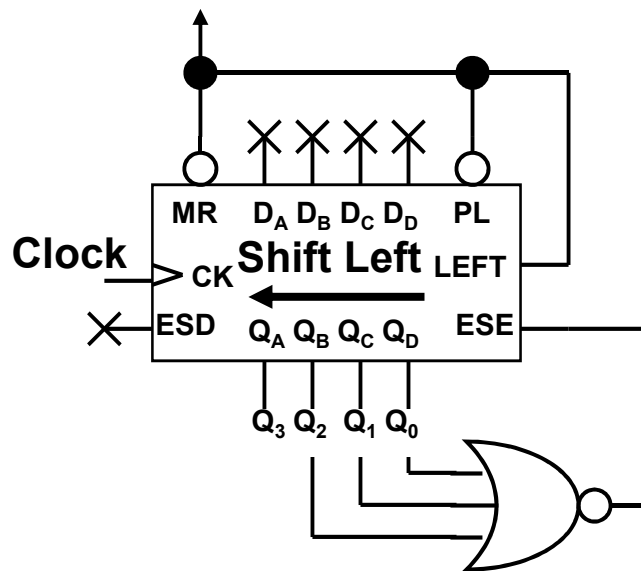
- Circuito “auto-correção” (sequência com 1 bit um):
  - Realimentar um – Apenas quando:
 
$$Q_2 = Q_1 = Q_0 = 0$$
  - Realimentar zero – Em todos os outros casos.



$$\begin{array}{cccc}
 Q_3^{t+1} & Q_2^{t+1} & Q_1^{t+1} & Q_0^{t+1} \\
 \updownarrow & \updownarrow & \updownarrow & \updownarrow \\
 Q_2^t & Q_1^t & Q_0^t & Q_3^t = \text{ESE}
 \end{array}$$

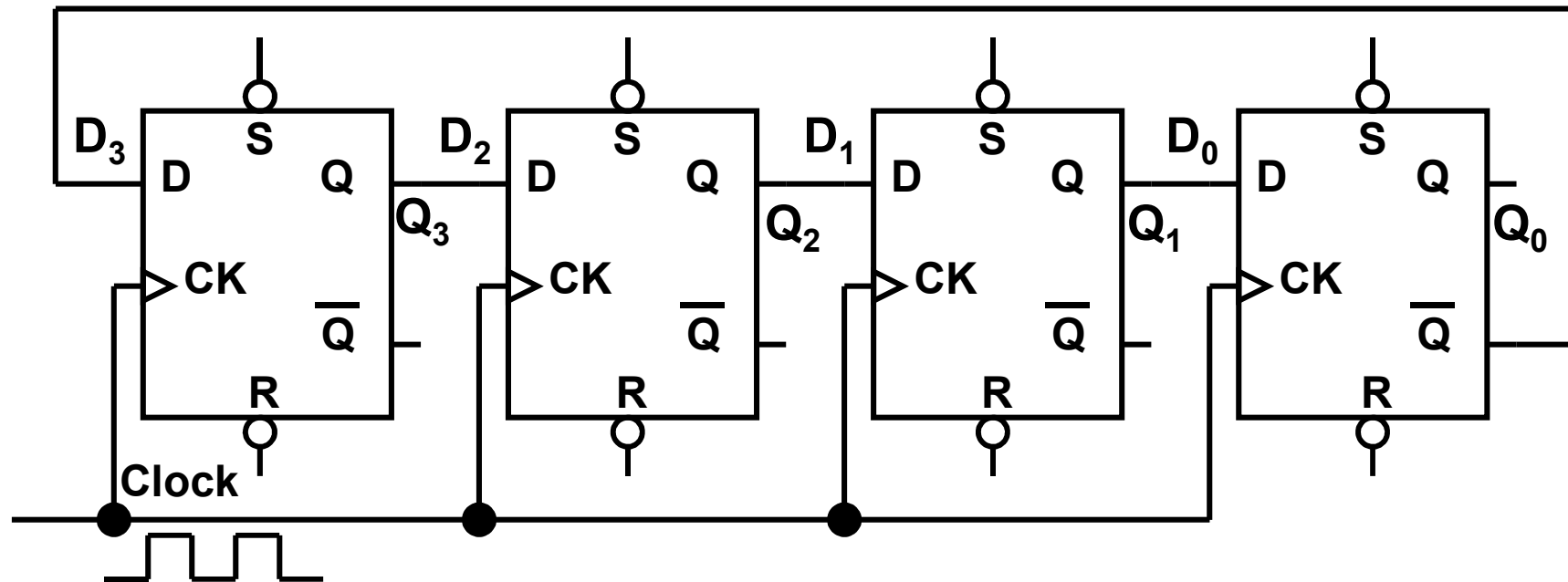
# Deslocador em Anel

- Circuito “auto-correção” (sequência com 1 bit um):
  - Realimentar um – Apenas quando:
$$Q_2 = Q_1 = Q_0 = 0$$
  - Realimentar zero – Em todos os outros casos.



# Deslocador em Anel Torcido

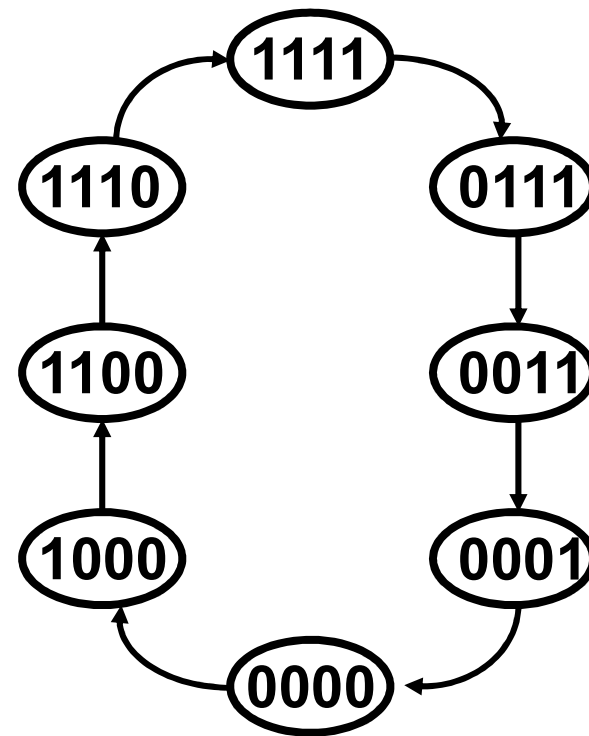
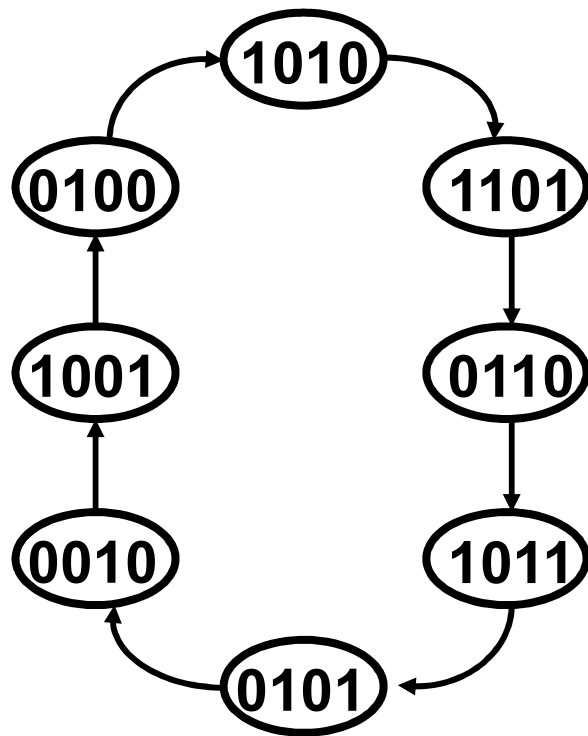
- **Deslocador em Anel Torcido:** saída  $Q_0$  é complementada e realimentada p/ entrada  $D_{n-1}$   
–  $2n$  estados para  $n$  Flip-Flops (“Contador Johnson”)





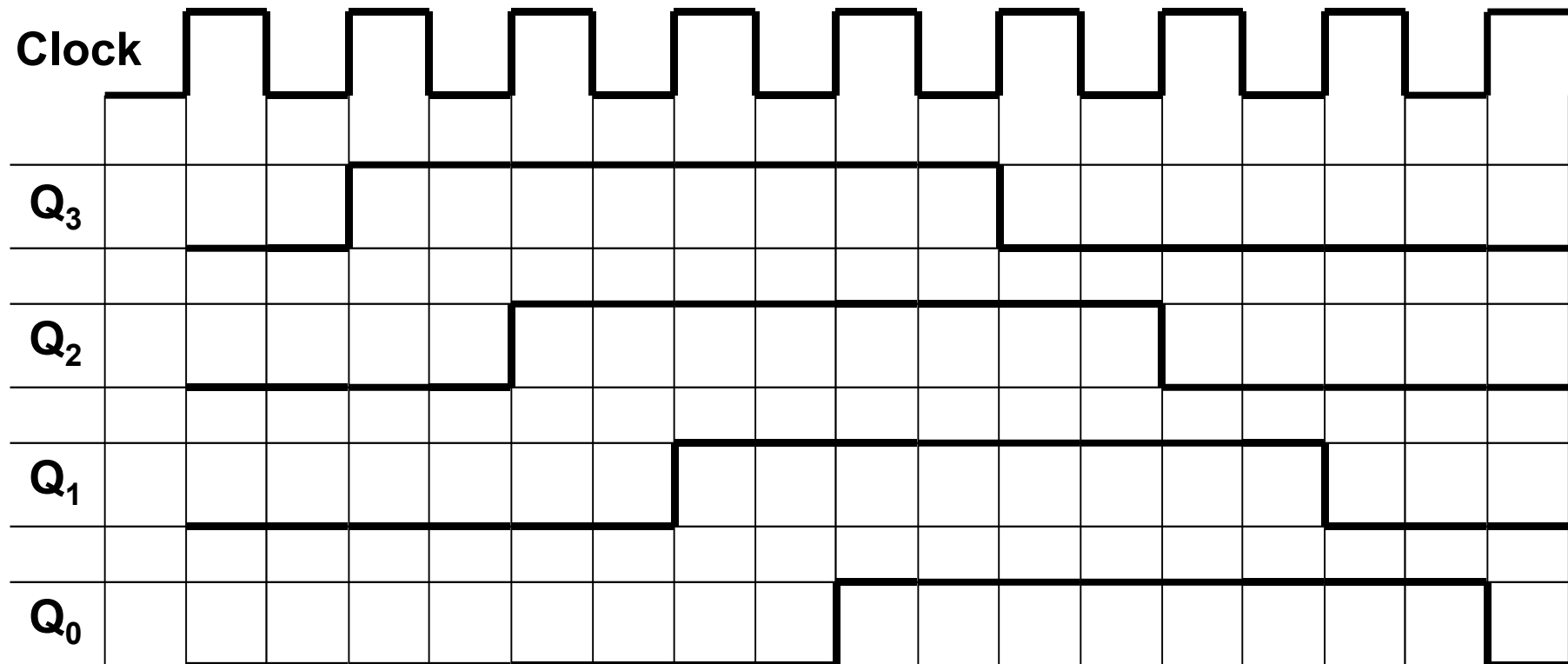
## Deslocador em Anel Torcido

- **Deslocador em Anel Torcido: Duas Sequências de transição de 8 Estados:**



## Deslocador em Anel Torcido

- **Deslocador em Anel Torcido** – Diagrama de temporização para a sequência que começa no Estado 0000 ( $Q_3Q_2Q_1Q_0$ ):

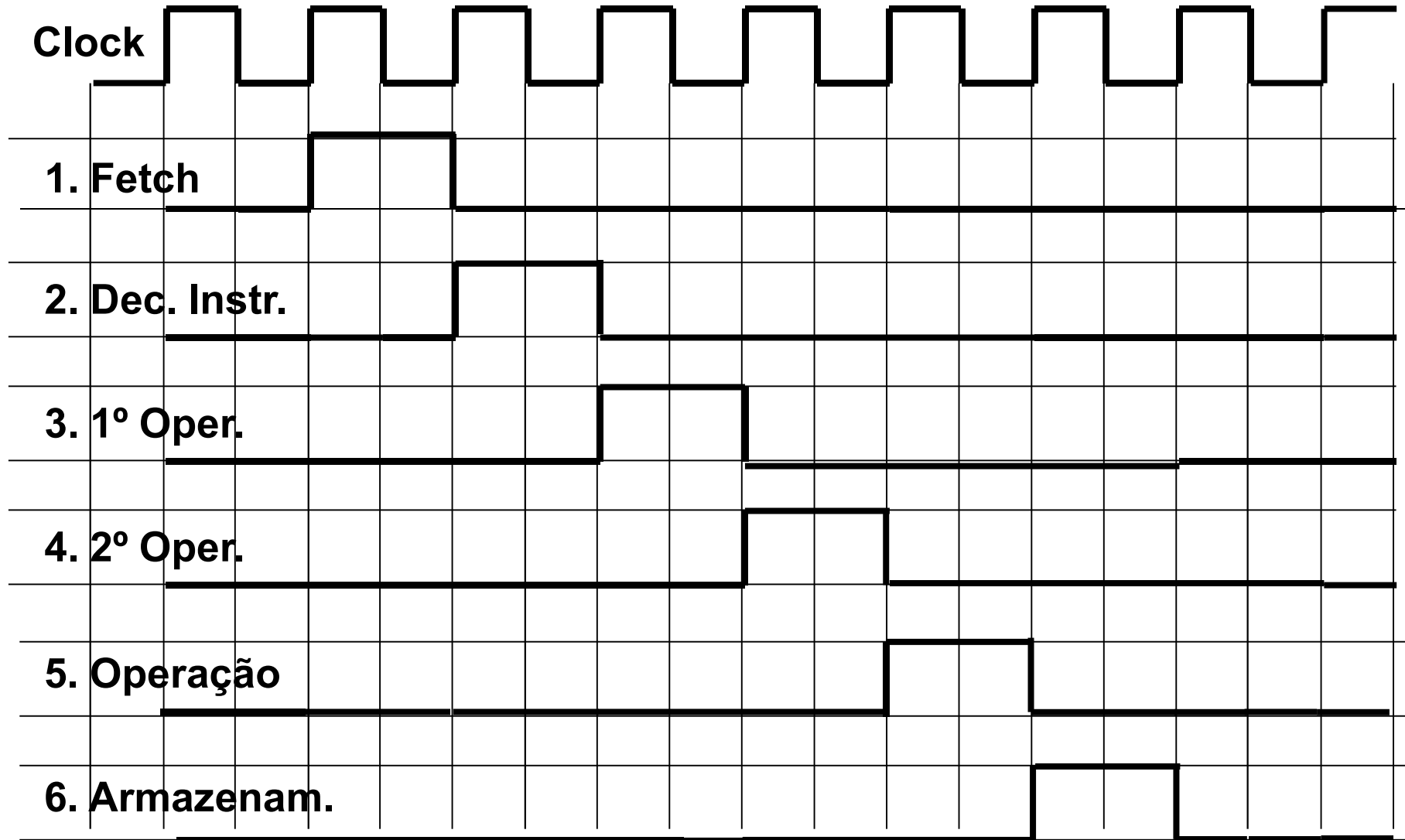


## Deslocador em Anel Torcido

### ■ **Deslocador em Anel Torcido – Exemplo de geração de sinais de controle para execução de instrução aritmética em um microprocessador – Seis etapas:**

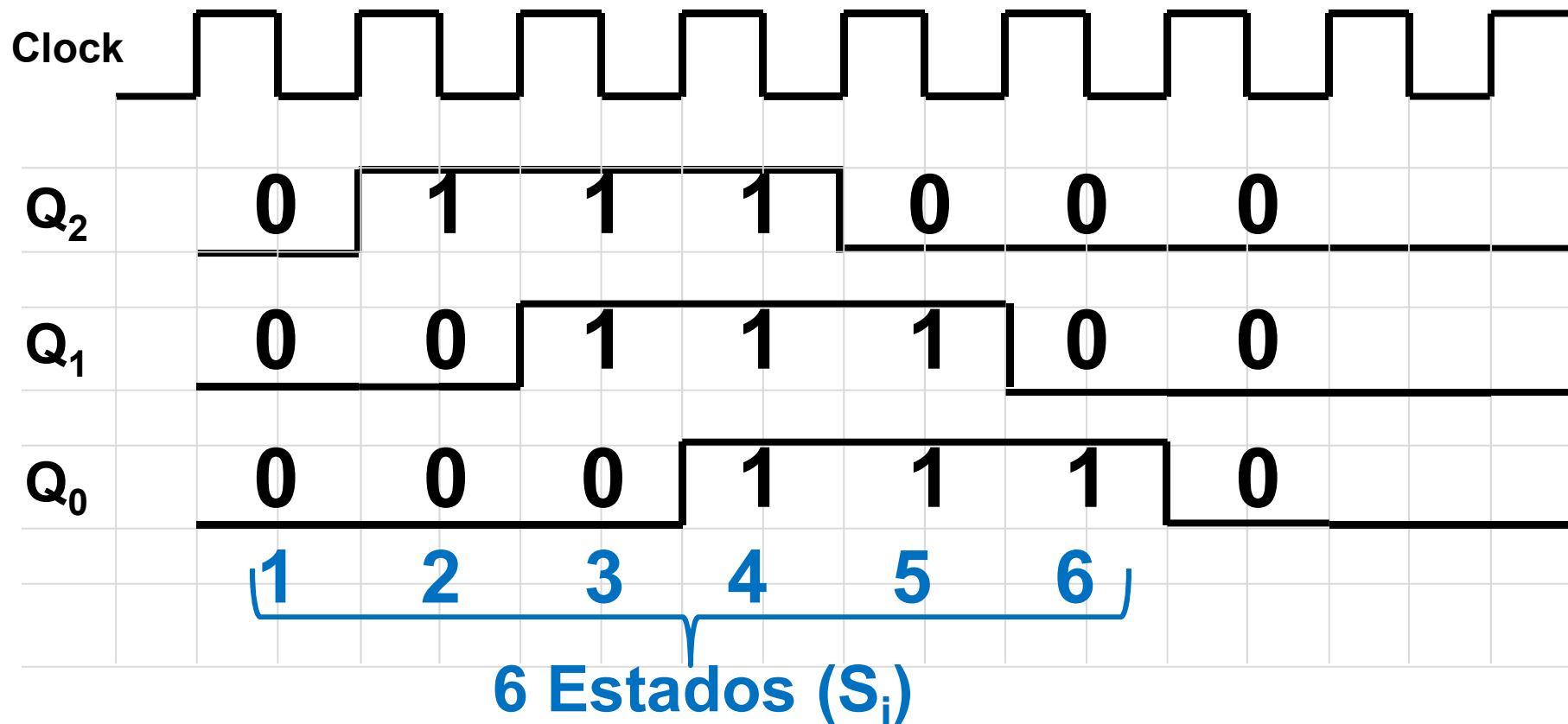
1. *Fetch* (busca da Instrução);
2. Decodificação da Instrução;
3. Obtenção do Primeiro Operando;
4. Obtenção do Segundo Operando;
5. Realização da Operação;
6. Armazenamento do Resultado.

# Deslocador em Anel Torcido

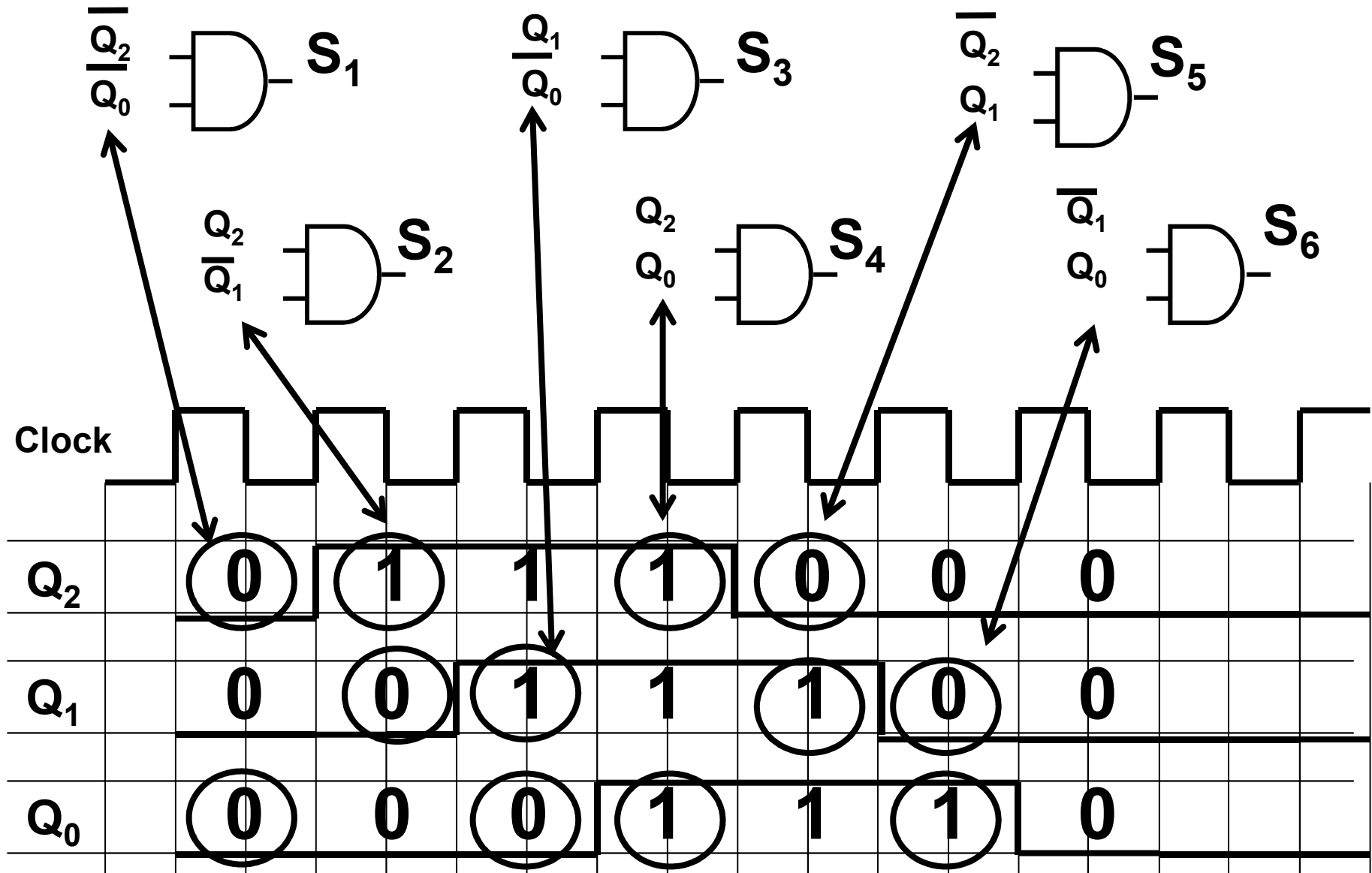


## Deslocador em Anel Torcido

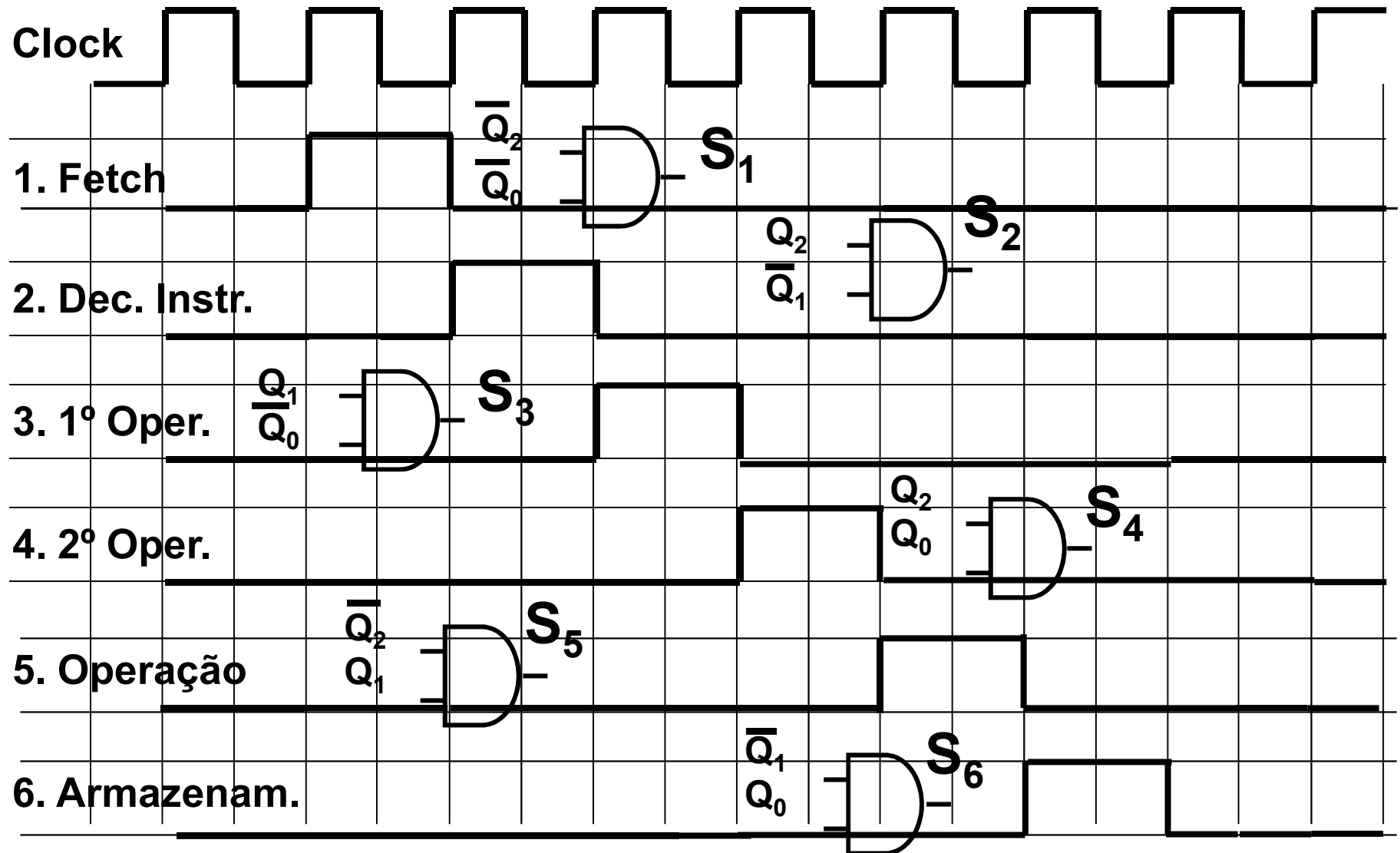
- **Deslocador Anel Torcido:** Utilizando 3 Flip-Flop's ( $Q_2Q_1Q_0$ ) mais decodificação:



# Deslocador em Anel Torcido

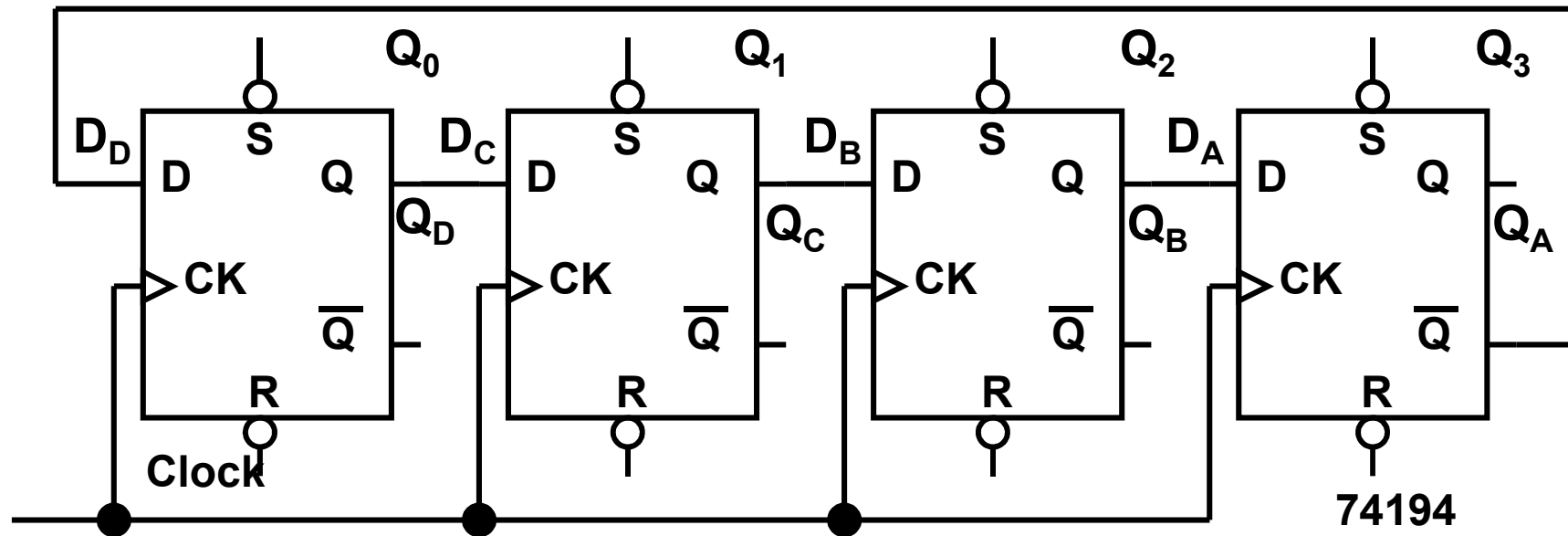


# Deslocador em Anel Torcido



# Deslocador em Anel Torcido

- **Deslocador em Anel Torcido:** permite simplificar lógica de decodificação
  - 8 estados, decodificados com portas NAND2
  - Com contador normal, seriam 3 FF + portas NAND3





# Deslocador em Anel Torcido

- **Deslocador em Anel Torcido:** permite simplificar a Lógica de Decodificação:

$Q_0$	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	Decodificação
1	0	1	0	$Q_0 \cdot \overline{Q_3}$
1	1	0	1	$Q_0 \cdot Q_1$
0	1	1	0	$Q_1 \cdot Q_2$
1	0	1	1	$Q_2 \cdot Q_3$
0	1	0	1	$\overline{Q_0} \cdot Q_3$
0	0	1	0	$\overline{Q_0} \cdot Q_1$
1	0	0	1	$\overline{Q_1} \cdot Q_2$
0	1	0	0	$\overline{Q_2} \cdot \overline{Q_3}$

## Deslocador em Anel Torcido

- Se  $n$  é igual ao número de **Flip-Flop's**:

**Contador  
em Anel**

**Contador  
em Anel  
Torcido**

**Contador  
Binário**

**$n$  Estados  $<$   $2n$  Estados  $<$   $2^n$  Estados**