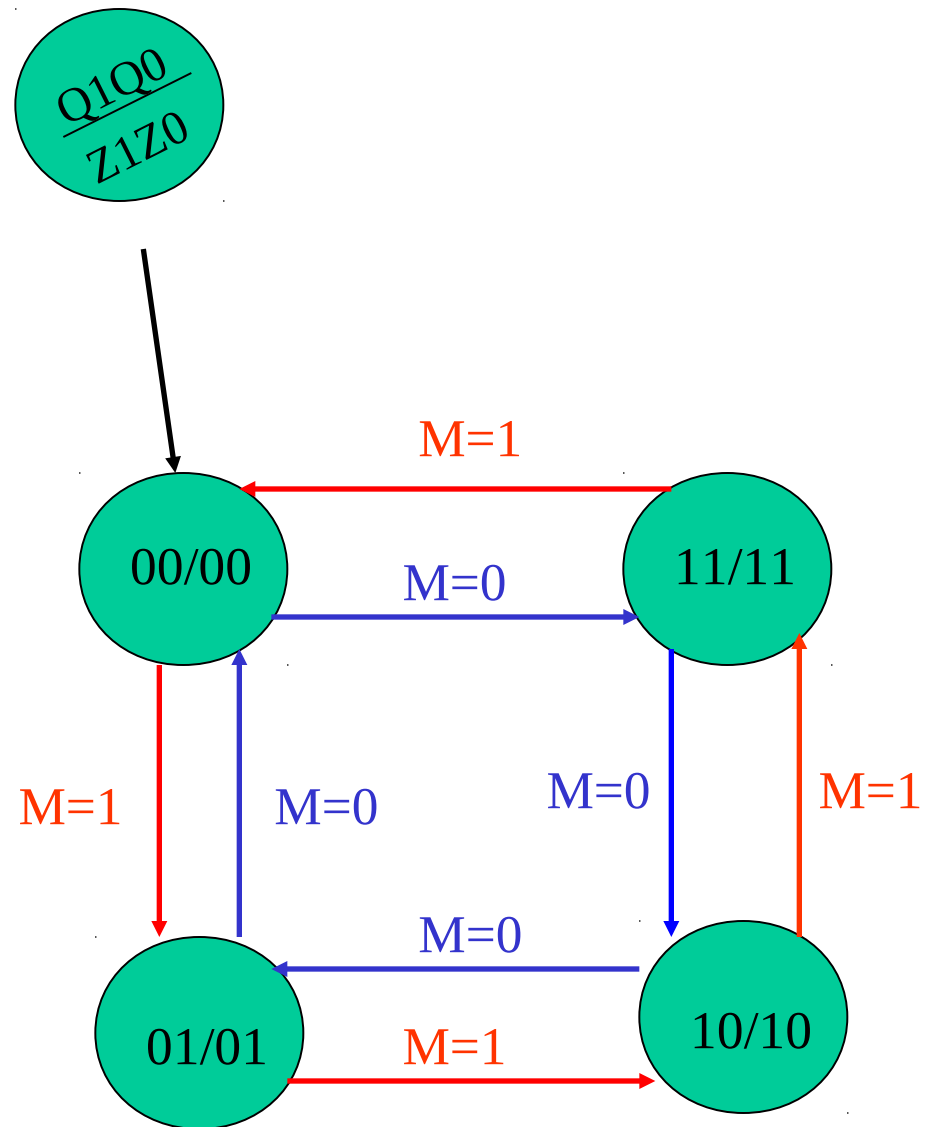
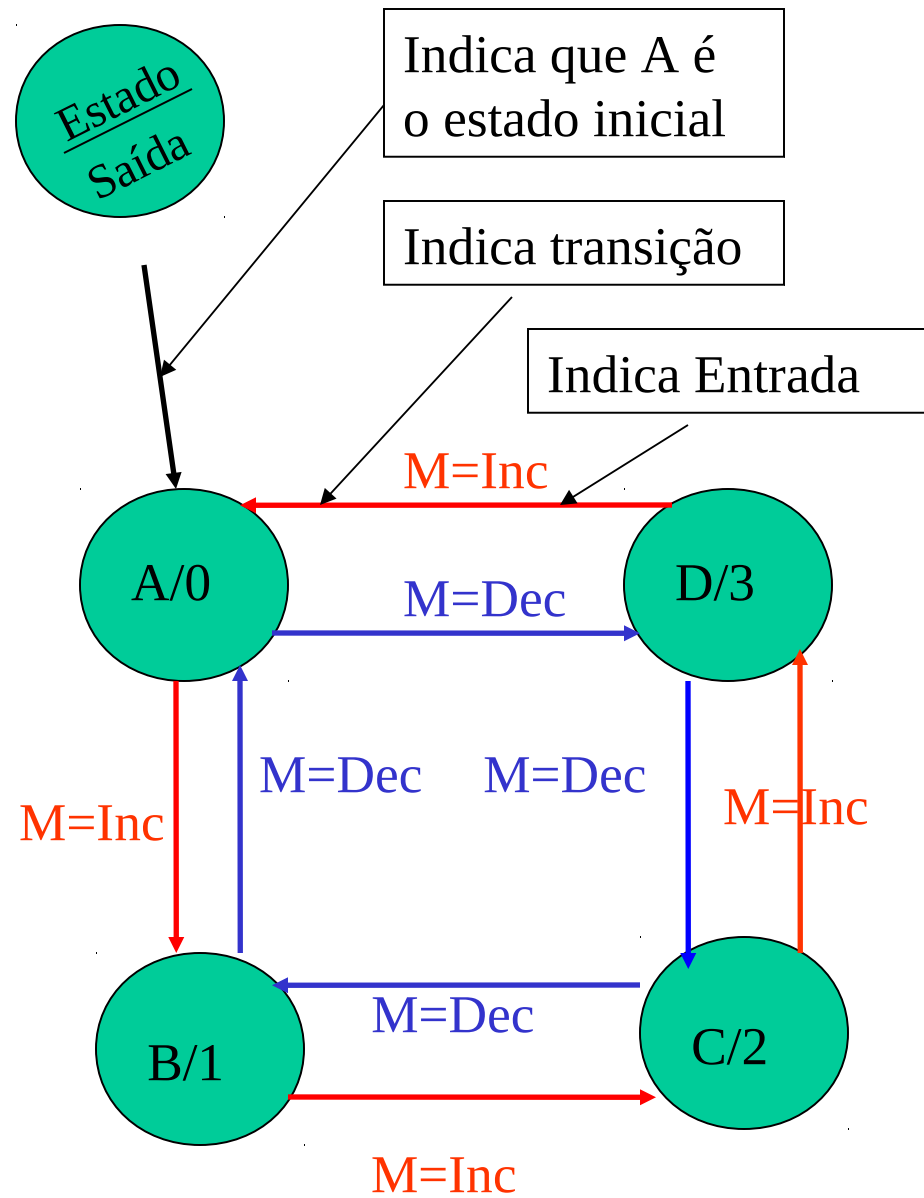


Máquinas de Estado do tipo – *Tipo MOORE*

- Mostrar como construir um contador de módulo 4 utilizando uma máquina de estados. Esse contador pode incrementar ou decrementar o seu valor;
- Implementação utilizando Flip-Flops D;
- Implementando utilizando Flip-Flops JK.



Estado Atual $Q_1^n Q_0^n$	Saída $Z_1 Z_0$	Próximo Estado	
		M=0 $Q_1^{n+1} Q_0^{n+1}$	M=1 $Q_1^{n+1} Q_0^{n+1}$
00	00	11	01
01	01	00	10
10	10	01	11
11	11	10	00

IMPLEMENTANDO COM FLIP-FLOPS D

Neste Exemplo, as equações de saída Z1 e Z2 são iguais ao estado atual

Ou seja, $Z1 = Q1$ e $Z2 = Q2$. Determina-se as equações para o próximo estado Q_1^{n+1} , utilizando os elementos marcados em vermelho na tabela

Q_1^n	Q_0^n	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

$$D1 = \overline{M}\overline{Q_1}\overline{Q_0} + \overline{M}Q_1Q_0 + M\overline{Q_1}Q_0 + MQ_1\overline{Q_0}$$

		Q_1Q_0			
		00	01	11	10
M	0	1	0	1	0
	1	0	1	0	1

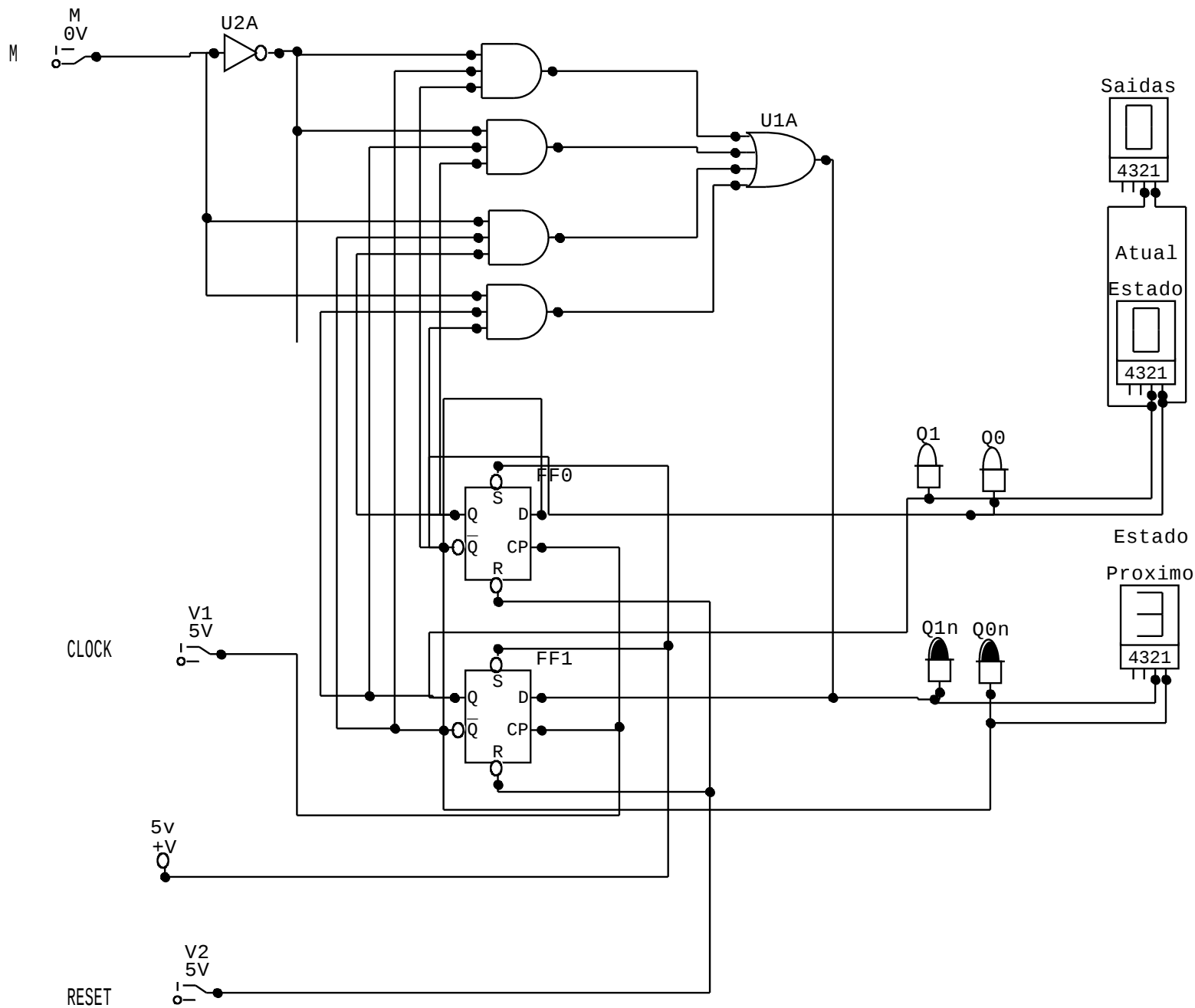
Estado Atual $Q_1^nQ_0^n$	Saída	Próximo Estado	
		M=0 $Q_1^{n+1}Q_0^{n+1}$	M=1 $Q_1^{n+1}Q_0^{n+1}$
00	00	11	01
01	01	00	10
10	10	01	11
11	11	10	00

Determina-se as equações para o próximo estado Q_0^{n+1} , utilizando os elementos marcados em vermelho na tabela

		$Q_1 Q_0$			
		00	01	11	10
M	0	1	0	0	1
	1	1	0	0	1

$$D0 = \overline{Q_0}$$

Estado Atual $Q_1^n Q_0^n$	Saída	Próximo Estado	
		M=0 $Q_1^{n+1} Q_0^{n+1}$	M=1 $Q_1^{n+1} Q_0^{n+1}$
00	00	11	01
01	01	00	10
10	10	01	11
11	11	10	00



Vamos agora implementar a
mesma máquina de estados com
Flip-Flops JK

Estado Atual $Q_1^n Q_0^n$	Saída	Próximo Estado	
		$M=0$ $Q_1^{n+1} Q_0^{n+1}$	$M=1$ $Q_1^{n+1} Q_0^{n+1}$
00	00	11	01
01	01	00	10
10	10	01	11
11	11	10	00

Vamos analisar o Q1
Quando $M=0$
Inicialmente está em:

$Q_1^n = 0$ passa a $Q_1^{n+1}=1$

$Q_1^n = 0$ passa a $Q_1^{n+1}=0$

$Q_1^n = 1$ passa a $Q_1^{n+1}=0$

$Q_1^n = 1$ passa a $Q_1^{n+1}=1$

Tabela Verdade de um JK

J	K	Q
0	0	Q_{ant}
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q_{ant}}$

Tabela de transições para prox. estado

$Q_1^n \rightarrow Q_1^{n+1}$	J_1	K_1
$0 \rightarrow 0$	0	x
$0 \rightarrow 1$	1	x
$1 \rightarrow 0$	x	1
$1 \rightarrow 1$	x	0

Se estava em Zero e passou para Zero, pode ser: forçou 0 (K=1)
Ou manteve o valor (j=0,k=0)

Se estava em 0 e passou para 1, pode ser: forçou 1 (J=1)
Ou inverteu o valor (j=1,k=1)

Se estava em 1 e passou para 0, pode ser: forçou 0 (K=1)
Ou inverteu o valor (j=1,k=1)

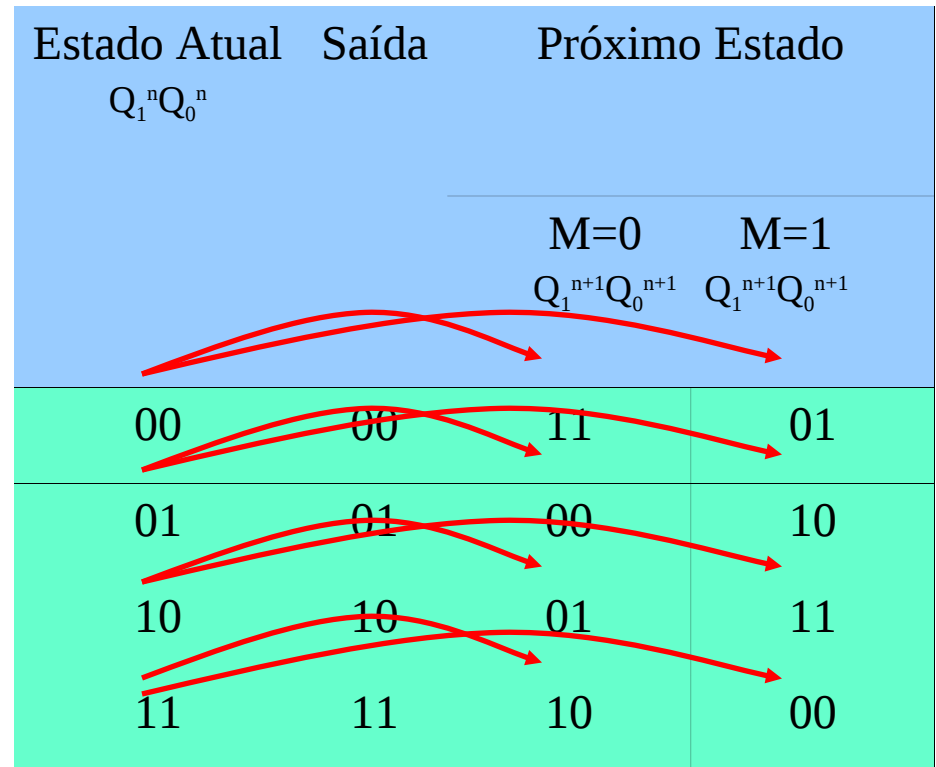
Se estava em 1 e passou para 1, pode ser: forçou 1 (J=1)
Ou manteve o valor (j=0,k=0)

Vamos criar as equações para J_1 e K_1

$J_1 =$

$Q_1 Q_0$		00	01	11	10
M	0	1	0	X	X
	1	0	1	X	X

$Q_1 Q_0$		00	01	11	10
M	0	1	0	0	1
	1	0	1	1	0



$$J_1 = Q_0.M + M'.Q_0'$$

Vamos criar as equações para J_1 e K_1

$K_1 =$

$Q_1 Q_0$		00	01	11	10
M	0	X	X	0	1
	1	0	X	1	0

$Q_1 Q_0$		00	01	11	10
M	0	1	0	0	1
	1	0	1	1	

Estado Atual $Q_1^n Q_0^n$	Saída	Próximo Estado	
		M=0 $Q_1^{n+1} Q_0^{n+1}$	M=1 $Q_1^{n+1} Q_0^{n+1}$
00	00	11	01
01	01	00	10
10	10	01	11
11	11	10	00

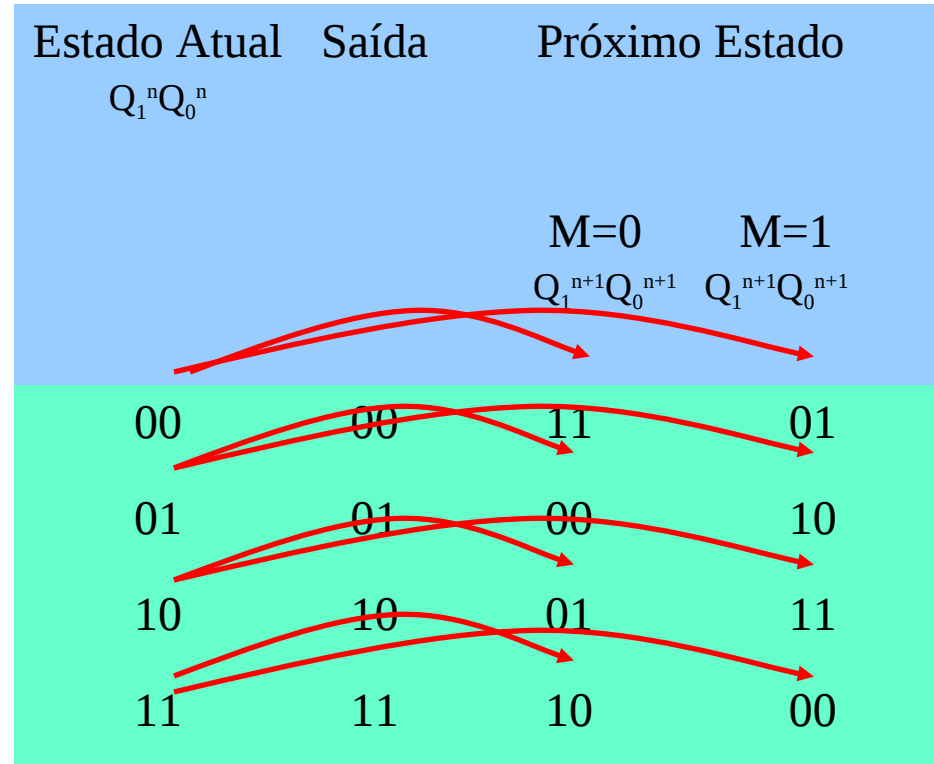
$$K_1 = Q_0' \cdot M' + M \cdot Q_0$$

Vamos criar as equações para J_0

$J_0 =$

$Q_1 Q_0$		00	01	11	10
M	0	1	X	X	1
	1	1	X	X	1

$Q_1 Q_0$		00	01	11	10
M	0	1	1	1	1
	1	1	1	1	1



$J_0 = 1$

Vamos criar as equações para K_0

$K_0 =$

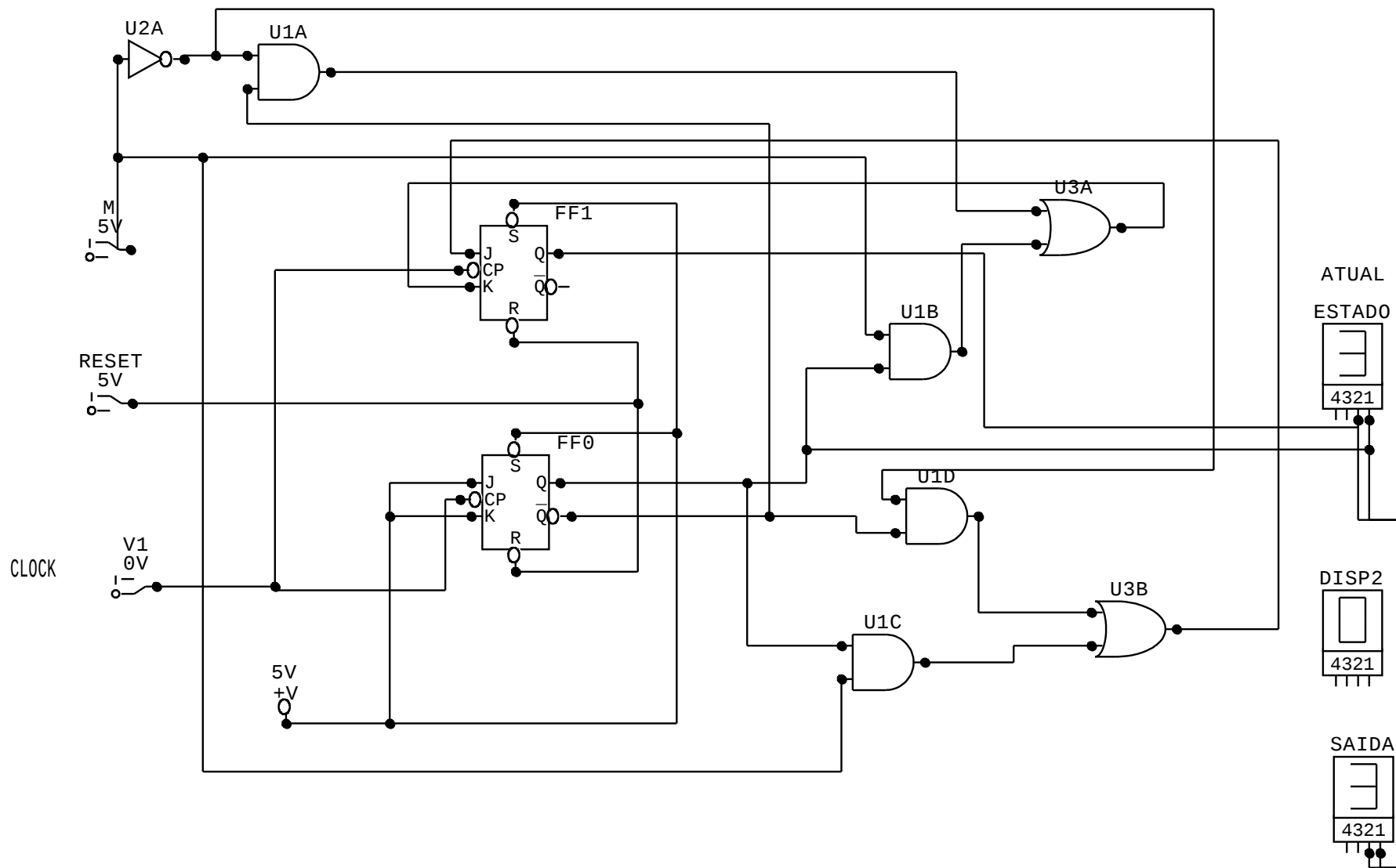
$Q_1 Q_0$		00	01	11	10
M	0	X	1	1	X
	1	X	1	1	X

$Q_1 Q_0$		00	01	11	10
M	0	1	1	1	1
	1	1	1	1	1

Estado Atual $Q_1^n Q_0^n$	Saída	Próximo Estado	
		M=0 $Q_1^{n+1} Q_0^{n+1}$	M=1 $Q_1^{n+1} Q_0^{n+1}$
00	00	11	01
01	01	00	10
10	10	01	11
11	11	10	00

$K_0 = 1$

Curiosamente o FF0 somente Inverterá o seu valor anterior
Pois sua configuração é $J=1, K=1$

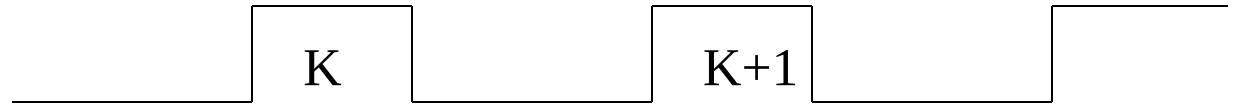
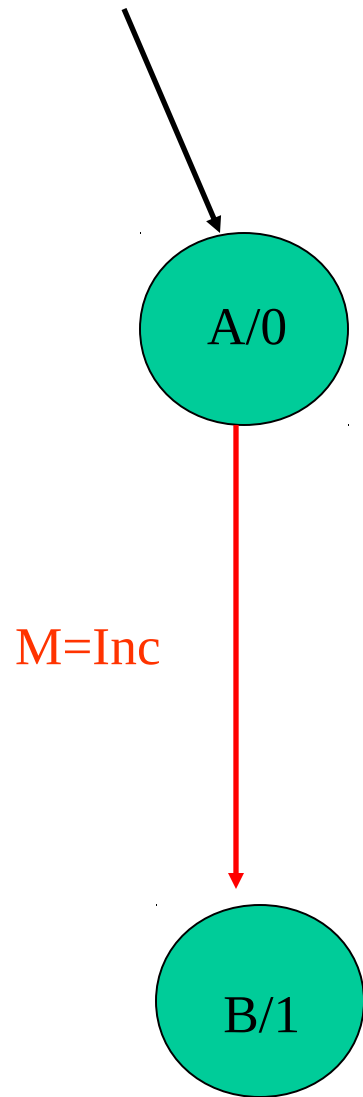


Observe que neste circuito (CRIADO COM FLIP-FLOPS JK) fica mais difícil indicar qual é o estado futuro, pois teremos os sinais J0 e K0 e J1 e K1 e não diretamente o valor numérico do estado futuro como nos Flip-Flops D.

Máquinas de Estado do tipo Mealy

- Mostrar como construir um contador de módulo 4 (dec/incr) utilizando uma máquina de estados do tipo Mealy, deixando claro a diferença para o tipo Moore.
- Implementação utilizando Flip-Flops D
- Implementando utilizando Flip-Flops JK

- Vamos examinar mais atentamente o funcionamento da máquina de Moore



Esta no estado A no pulso K de clock.

Neste estado a saída é 0. O valor da variável M pode Mudar durante este pulso, mas a saída permanecerá em 0 e o estado atual permanecerá A.

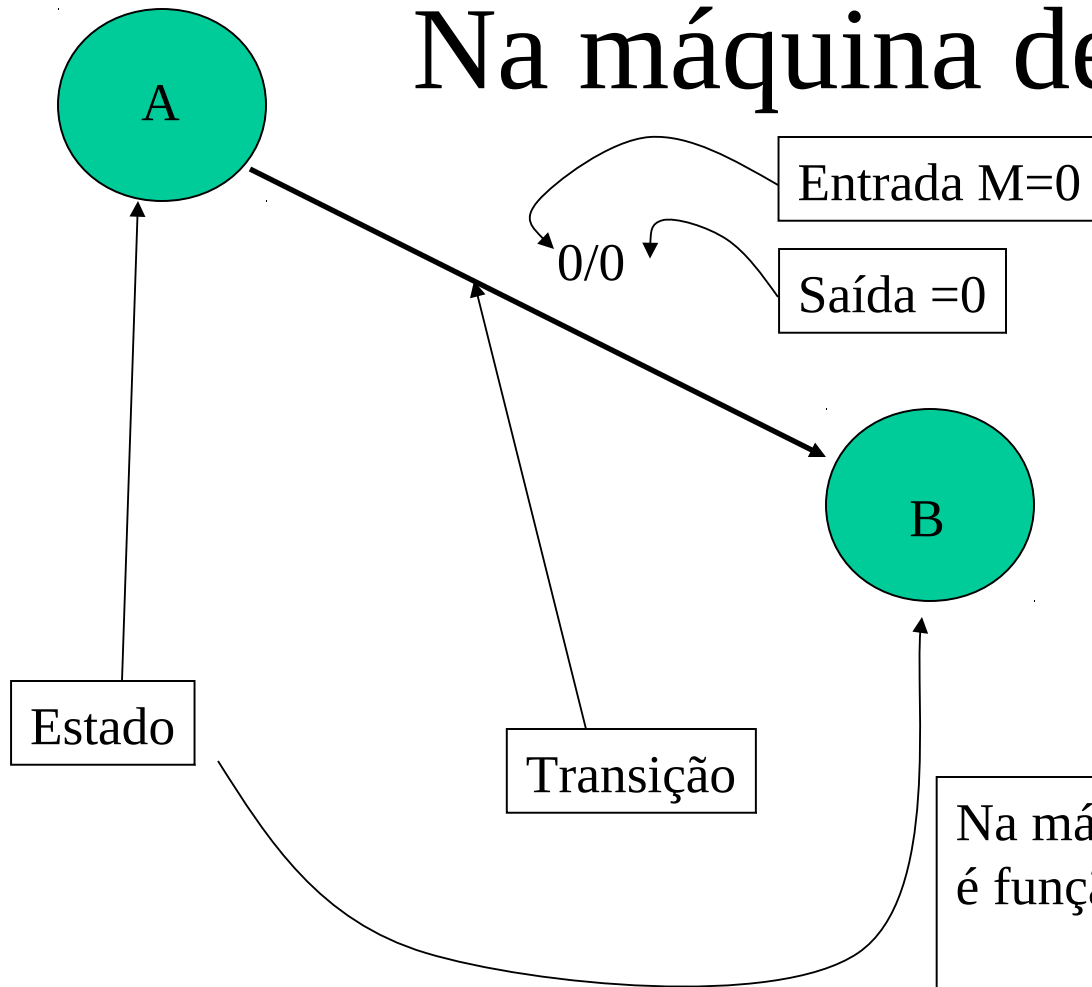
No pulso K+1 de clock o valor da entrada é amostrado E com base na entrada realiza-se uma transição para o Estado B. No estado B a saída é 1.

A saída é uma função apenas do estado atual. Desta forma, para mudar o valor de saída, somente após uma mudança de estado (que por sua vez ocorre apenas pelas entradas e pelo pulso de clock).

Na máquina de Moore

- Ou seja, primeiro temos que transitar para um novo estado para que a saída mude.

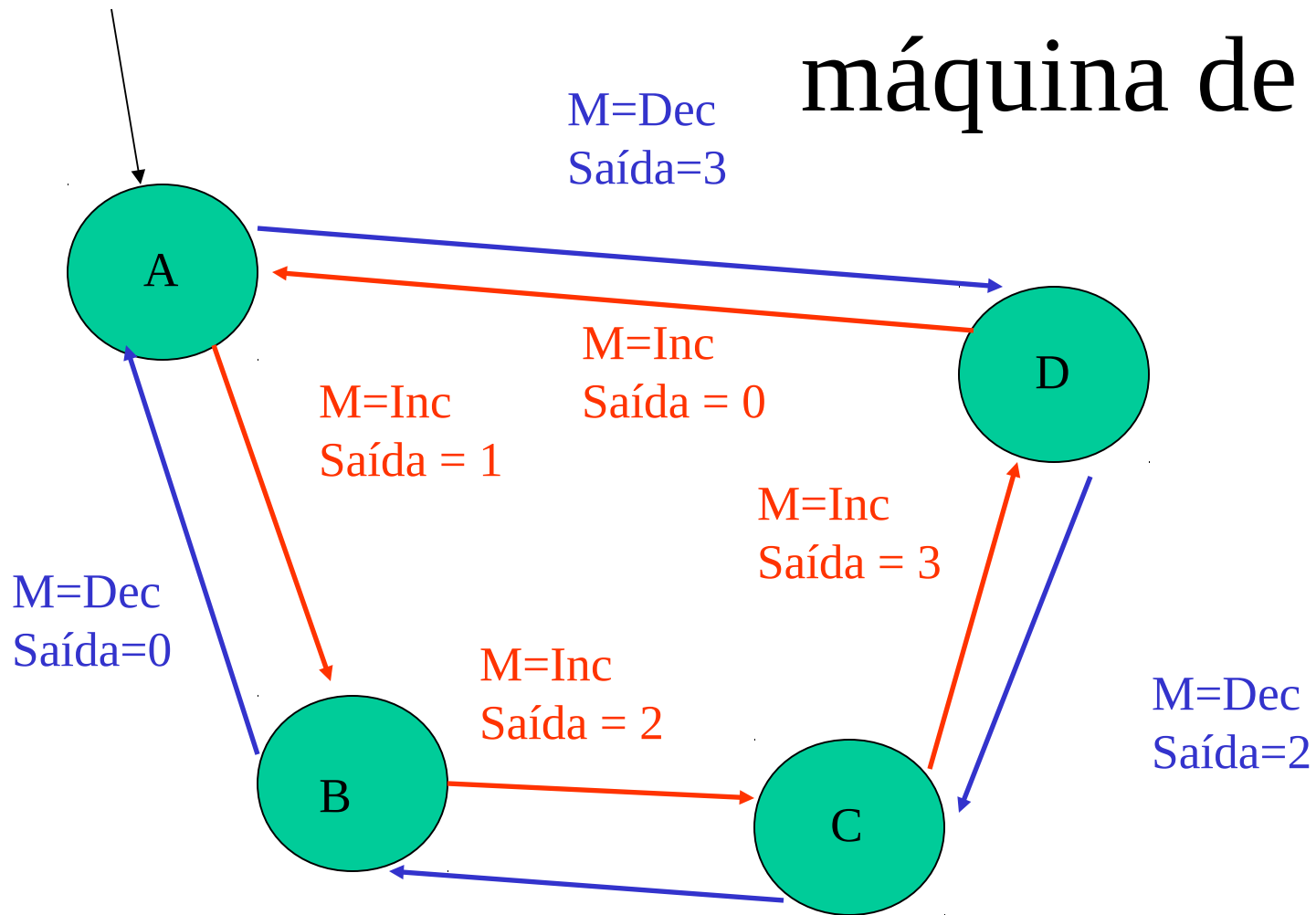
Na máquina de Mealy



Na máquina de Mealy a saída é função da **entrada e do estado atual**.

A transição para outro estado ocorre no pulso de clock, mas o valor da saída muda a qualquer momento, pela mudança Da entrada.

máquina de Mealy



A=00

B=01

C=10

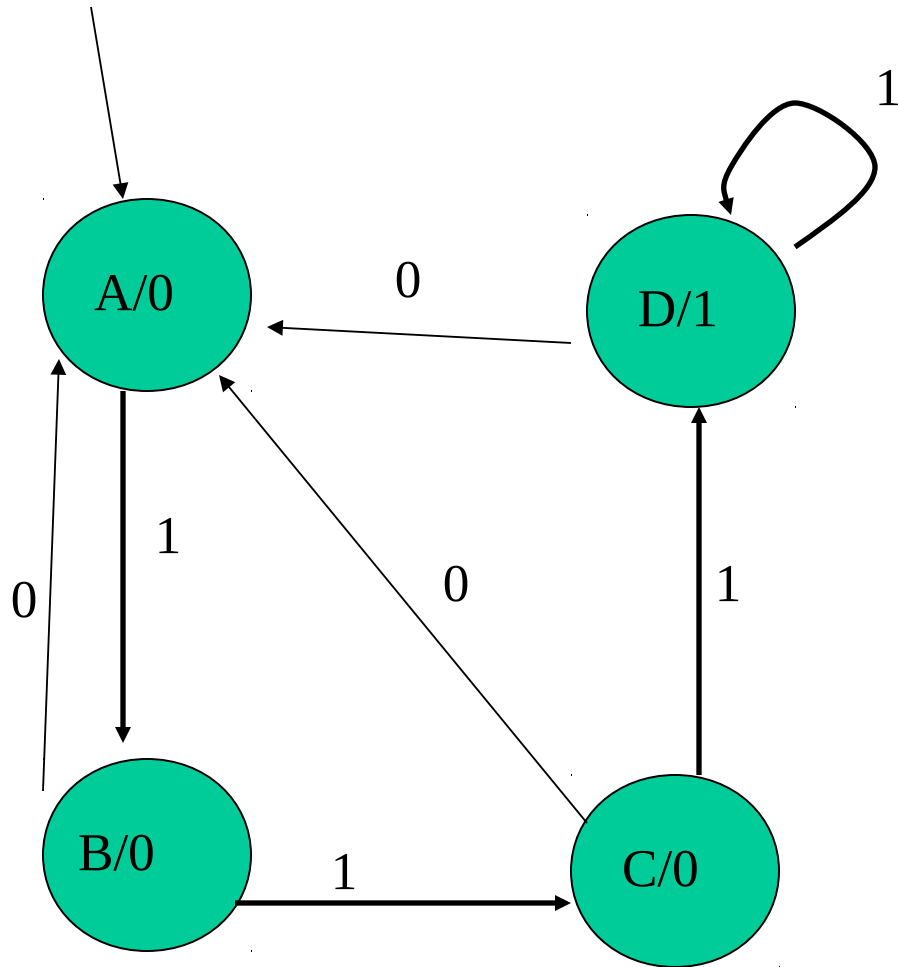
D=11

Inc=1 Dec=0

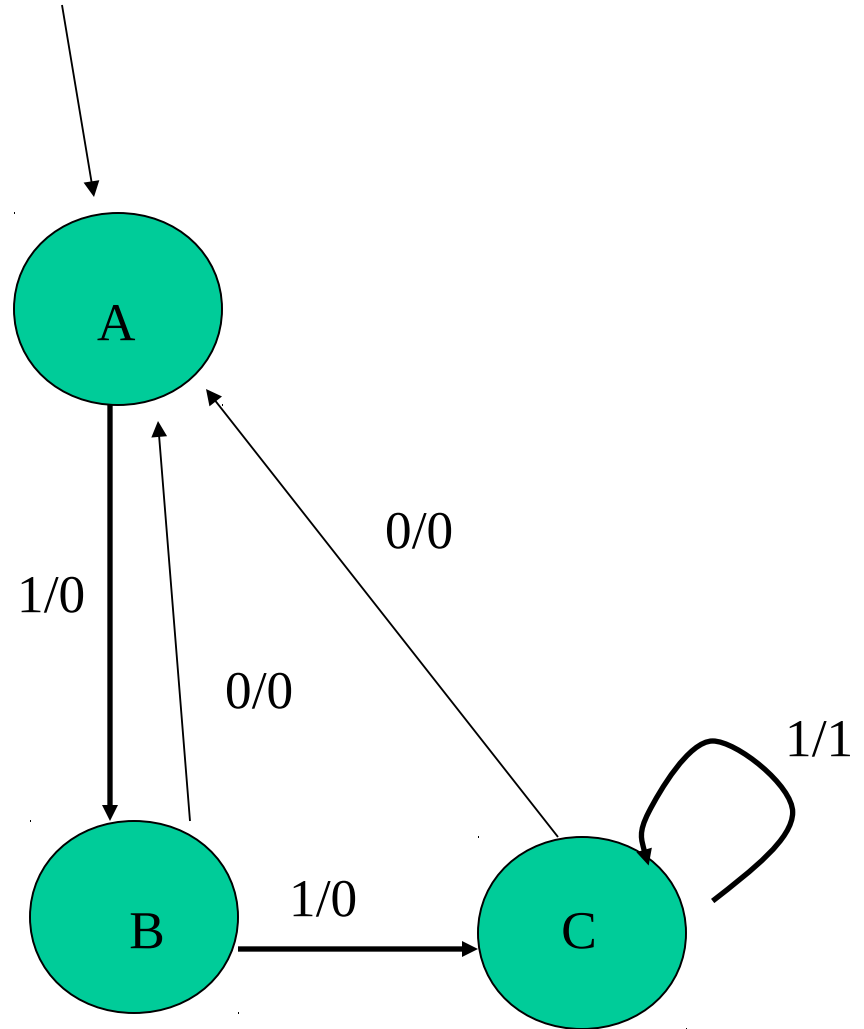
Máquina de Mealy

- As vezes as máquina de Mealy gera um diagrama de estados com menos estados.
- Ex: Detector de seqüências. Queremos detectar pelo menos 3 x o número 1 em seqüência.

Máquina Moore – 4 Estados



Máquina Mealy – 3 Estados



Implementação usando Flip-Flops D para uma máquina de Mealy para O contador de módulo 4.

Fora a questão dos estados, não existe diferença na forma de gerar as equações para as Saídas e para os Estados.

Estado Atual $Q_1^n Q_0^n$	M=0	M=1
	Próximo Estado/Saída	Próximo Estado/Saída
00	11/11	01/01
01	00/00	10/10
10	01/01	11/11
11	10/10	00/00

D1

		$Q_1 Q_0$			
		00	01	11	10
M	0	1	0	1	0
	1	0	1	0	1

D0

		$Q_1 Q_0$			
		00	01	11	10
M	0	1	0	0	1
	1	1	0	0	1

- Temos diferença na criação da equação das saídas $Z_1 Z_0$. Antes as saídas eram dependentes do estado apenas.
- Agora são dependentes do estado e das entradas. Neste exemplo, serão iguais a D_1 e D_2 .
- O mesmo raciocínio anterior seria utilizado para implementar com flip-flops JK.

$Z_1 =$

		$Q_1 Q_0$			
		00	01	11	10
M	0	1	0	1	0
	1	0	1	0	1

Z_2

		$Q_1 Q_0$			
		00	01	11	10
M	0	1	0	0	1
	1	1	0	0	1

Como ficaria para o Detector de sequência de 3x1 ?

Estado Atual $Q_1^n Q_0^n$	M=0	M=1
	Próximo Estado/Saída	Próximo Estado/Saída
A 00	00/0	01/0
B 01	00/0	10/0
C 10	00/0	10/1

$D_1 =$

		$Q_1 Q_0$			
		00	01	11	10
M	0	0	0	x	0
	1	0	1	x	1

$D_1 =$

		$Q_1 Q_0$			
		00	01	11	10
M	0	0	0	0	0
	1	0	1	1	1

$D_{0=}$

$Q_1 Q_0$		00	01	11	10
M	0	0	0	x	0
	1	1	0	x	0

$D_{0=}$

$Q_1 Q_0$		00	01	11	10
M	0	0	0	0	0
	1	1	0	0	0

$Z_{1=}$

$Q_1 Q_0$		00	01	11	10
M	0	0	0	x	0
	1	0	0	x	1

$Z_{1=}$

$Q_1 Q_0$		00	01	11	10
M	0	0	0	0	0
	1	0	0	1	1