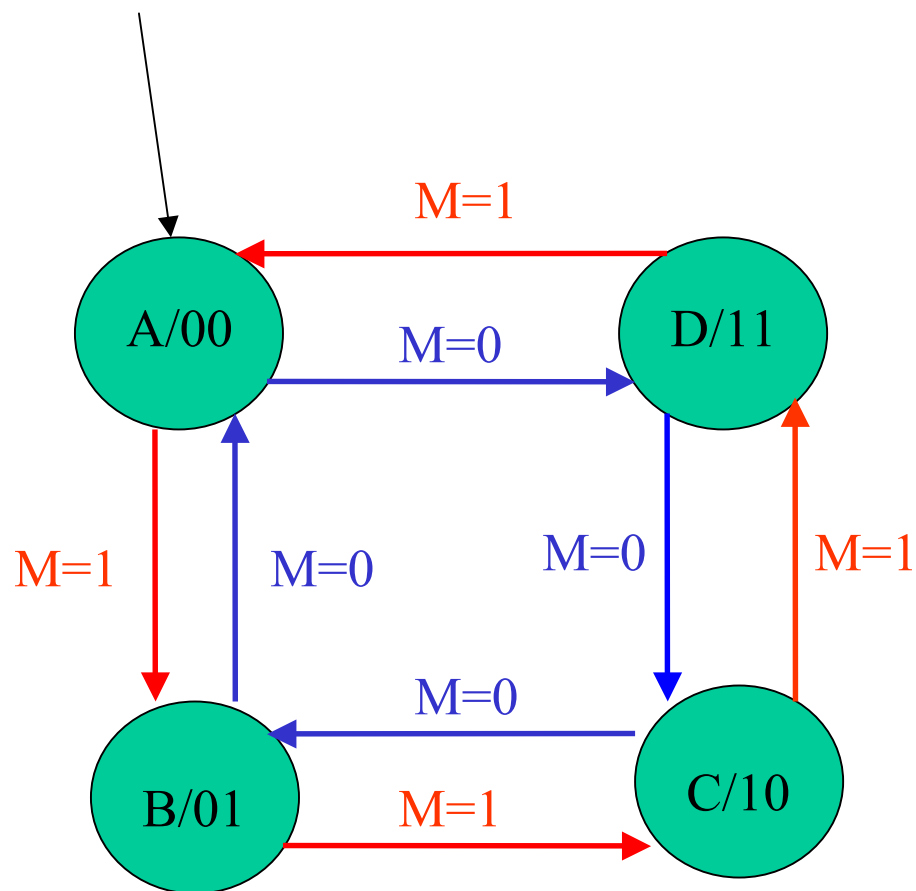


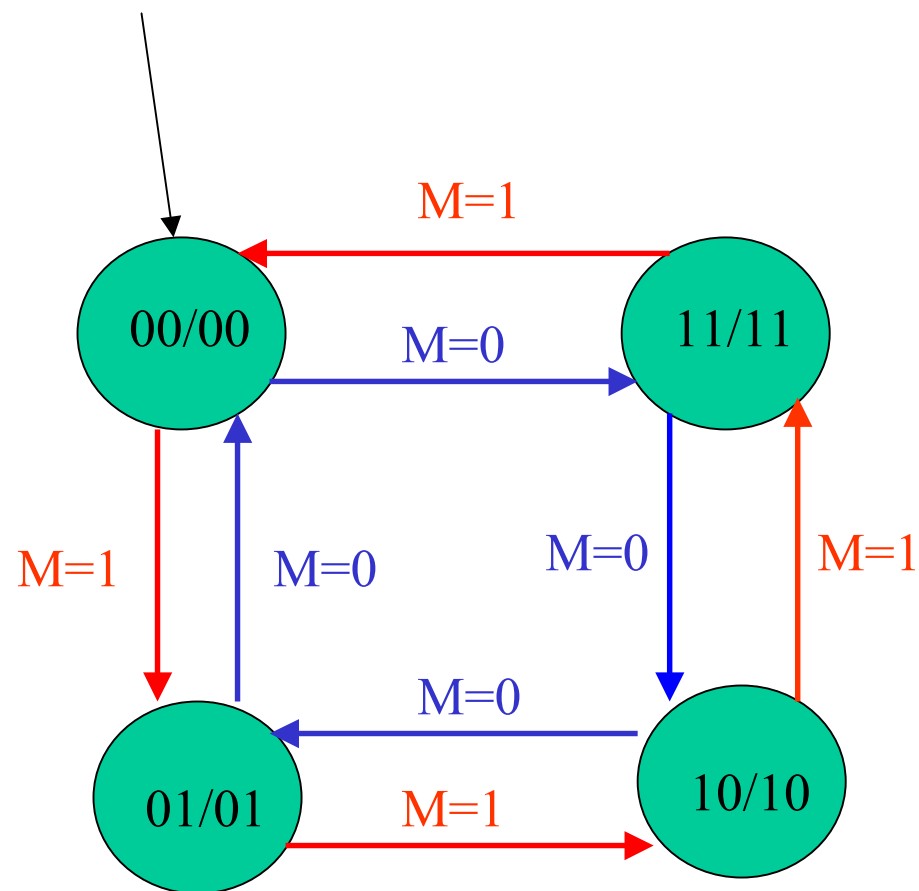
# Máquinas de Estado

- Mostrar como construir um contador de módulo 4 utilizando uma máquina de estados
- Implementação utilizando Flip-Flops D
- Implementando utilizando Flip-Flops JK

Estado  
Saída



Q1Q0  
Z1Z0



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

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

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

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

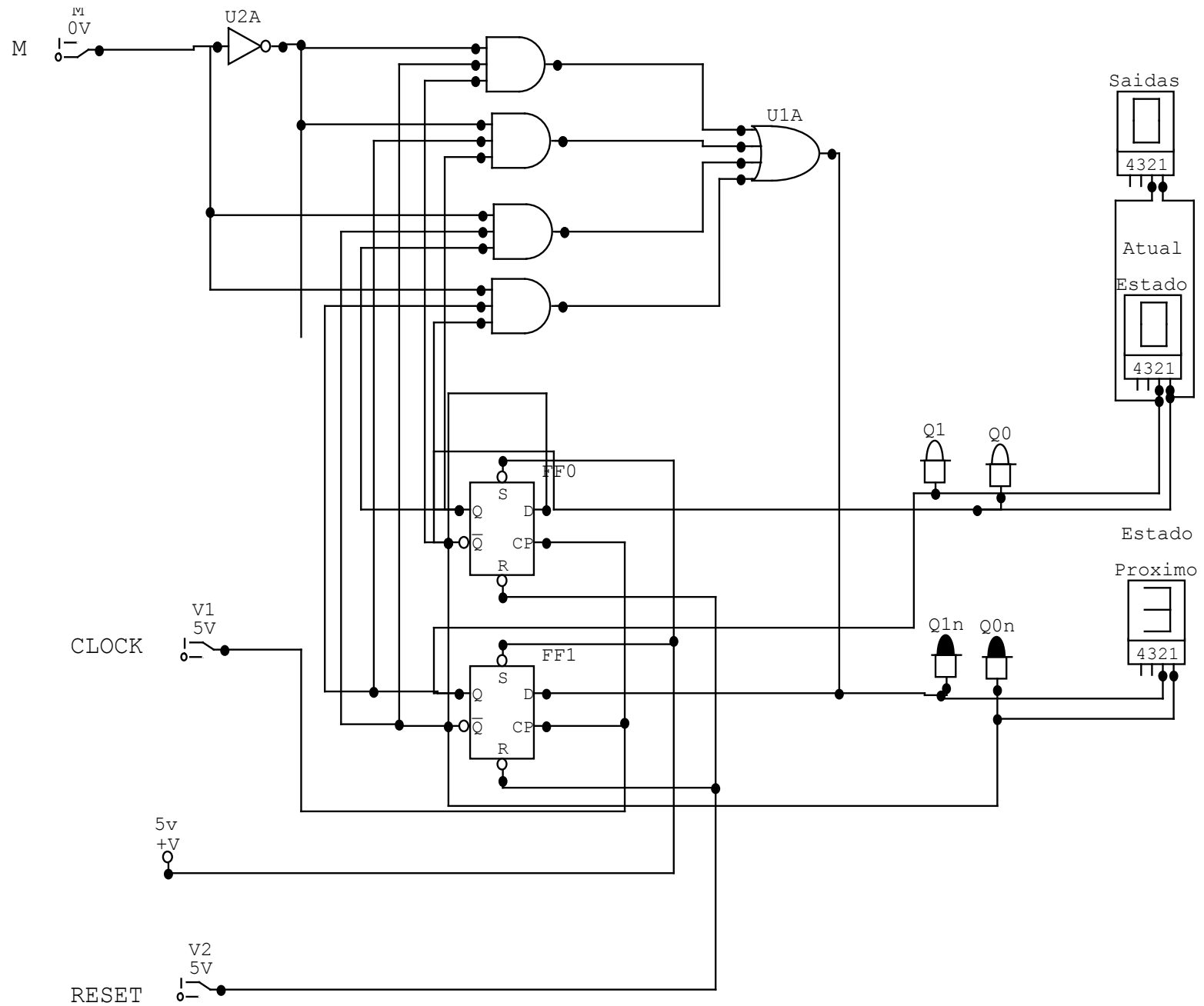
Estado Atual $Q_1^n Q_0^n$	Saída	Próximo Estado	
		M=0 $Q_1^{n+1} Q_0^{n+1}$	M=1 $Q_1^{n+1} Q_0^{n+1}$
00	00	11	01
01	01	00	10
10	10	01	11
11	11	10	00

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	M=1
		$Q_1^{n+1} Q_0^{n+1}$	$Q_1^{n+1} Q_0^{n+1}$
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 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

Tabela Verdade de um JK

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

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

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

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

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

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

$J_0 = 1$

Vamos criar as equações para  $K_0$

$K_0 =$

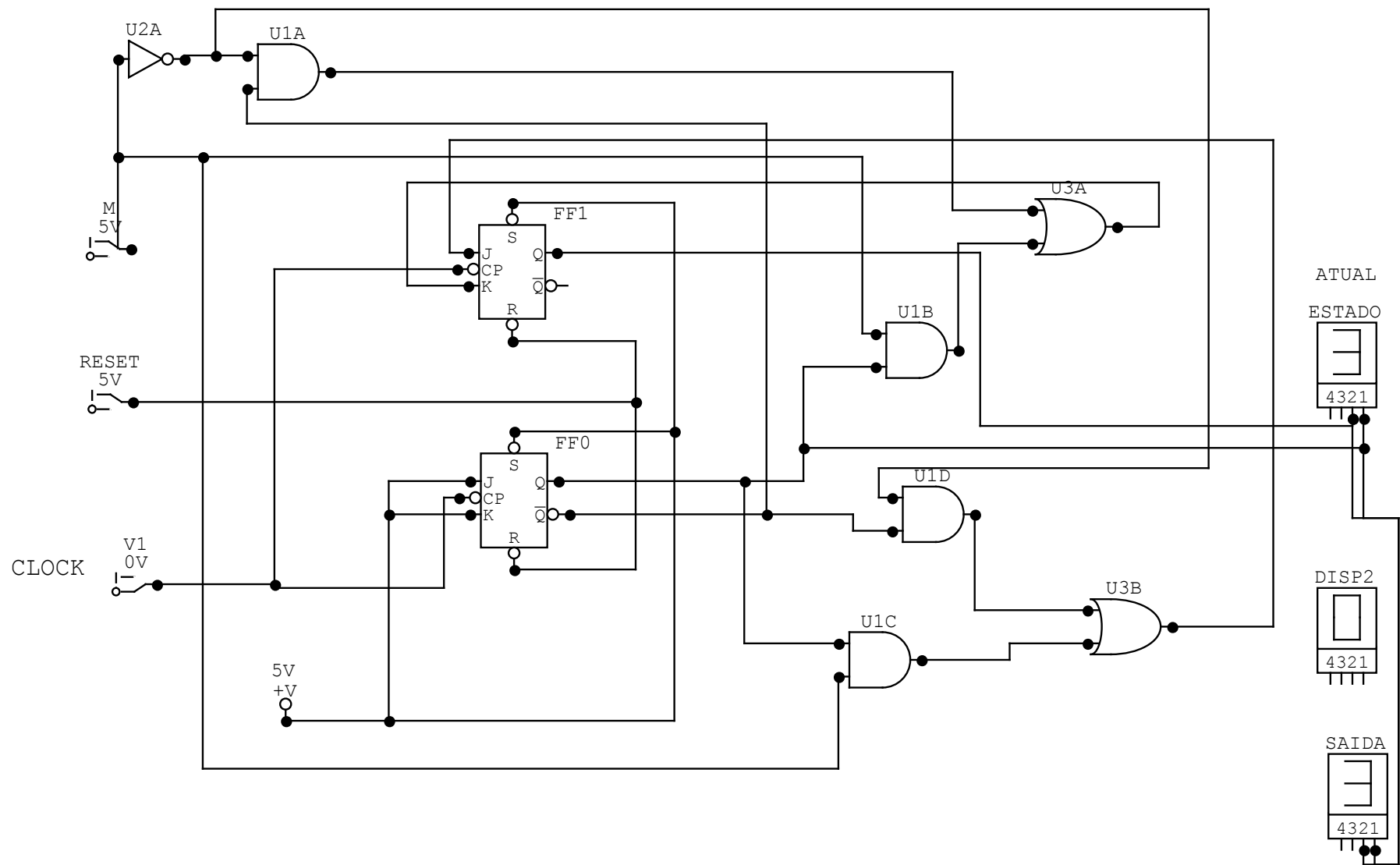
		$Q_1 Q_0$			
		00	01	11	10
M	0	X	1	1	X
	1	X	1	1	X

		$Q_1 Q_0$			
		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	M=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