



# Eletrônica Digital II

Aula I – Máquina de Estado

Prof. MSc. Bruno de Oliveira Monteiro

***Inatel***

# Máquina de Estado

O projeto de contadores Binários Síncronos tem como objetivo adquirir habilidades para projetar Máquina de Estados digitais (ME). As ME que estudaremos dispõem de um elemento de temporização que requer a armazenagem de informação de estado. Este elemento de temporização é um Contador Binário Síncrono.

→ Conforme vimos anteriormente um Contador Binário Síncrono possui duas partes:

- Registrador Binário Síncrono, controlado por  $\text{clk}(\text{clocks})$  pelos flancos (positivos ou negativos);
- Lógica Combinacional de Entrada, usada para alimentar as entradas dos flip-flops, essa lógica determina o próximo estado.

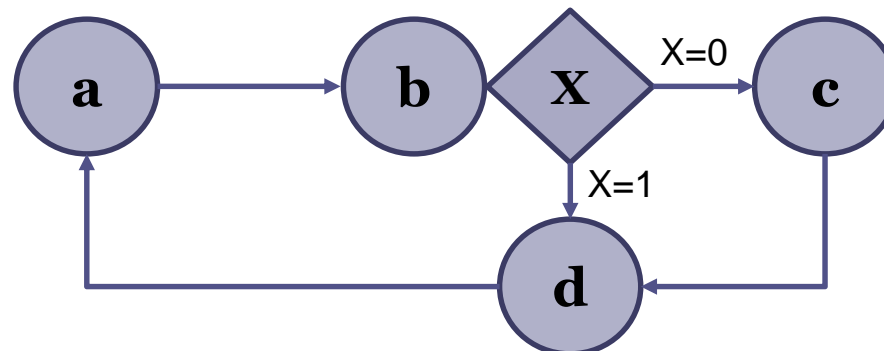
# Máquina de Estado

Para projetar um Contador Binário Síncrono, devemos:

- a) Selecionar o flip-flop desejado (FF-RS, FF-JK, FF-T ou FF-D);
- b) Traçar o Diagrama de Estado (DE), que determinará a sequência do contador. O DE é simplesmente um fluxo lógico do contador que apresenta o estado que devem assumir;

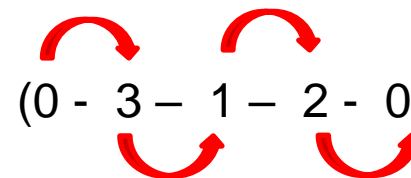


Exemplo:

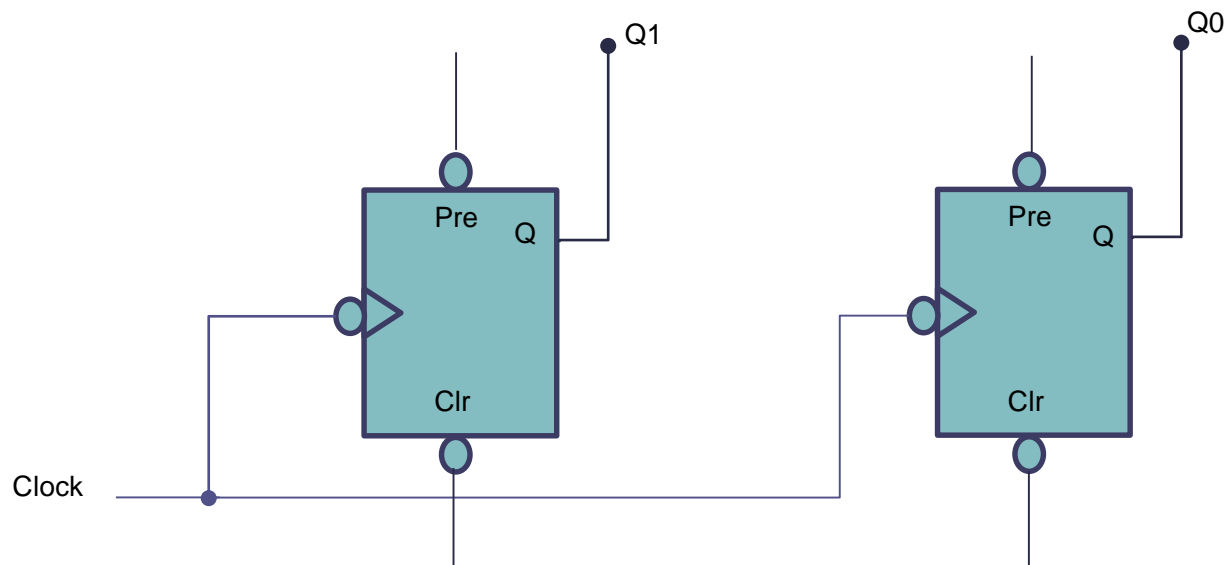


# Máquina de Estado

**Exemplo 1:** Vamos montar uma Máquina de estado usando o contador binário Síncrono com FF-JK, capaz de contar de ....)

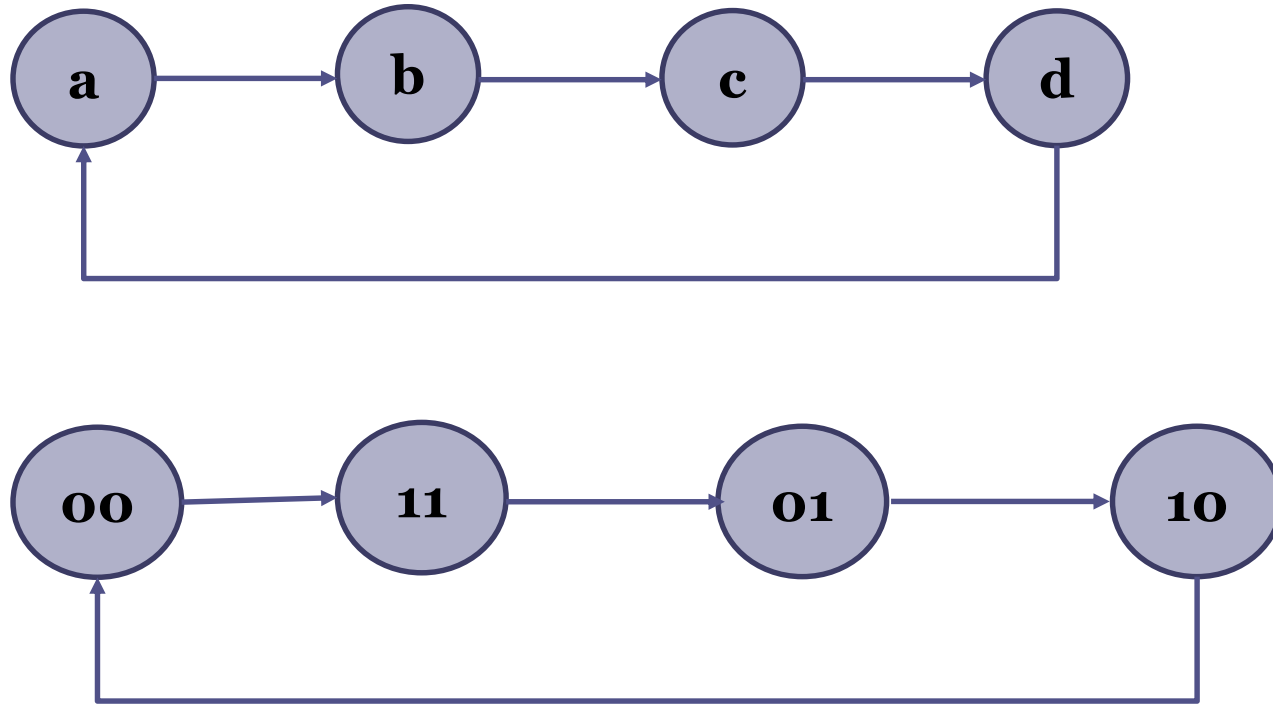


**1º passo:** Identificar quantos FF-JK serão necessários.



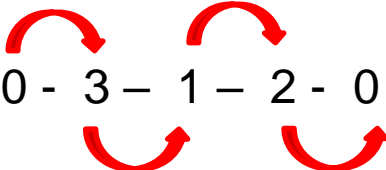
## Máquina de Estado

2º passo: E montar o Diagrama de Estado (DE) (0 - 3 - 1 - 2 - 0 ....).



# Máquina de Estado

**Exemplo:** Vamos montar um contador binário Síncrono, capaz de contar de (0 - 3 - 1 - 2 - 0 ....)



**3º passo:** Vamos montar uma tabela contendo os estados anteriores e estado final;

Estado Anterior (Qa)		Estado Final (Qf)		
Q1	Q0	Q1	Q0	
0	0	1	1	0→3
0	1	1	0	1→2
1	0	0	0	2→0
1	1	0	1	3→1

## Máquina de Estado

**4º Passo:** Vamos montar a tabela de alimentação das entradas dos FF-JK, de acordo com a tabela do Qa e Qf dos estados;

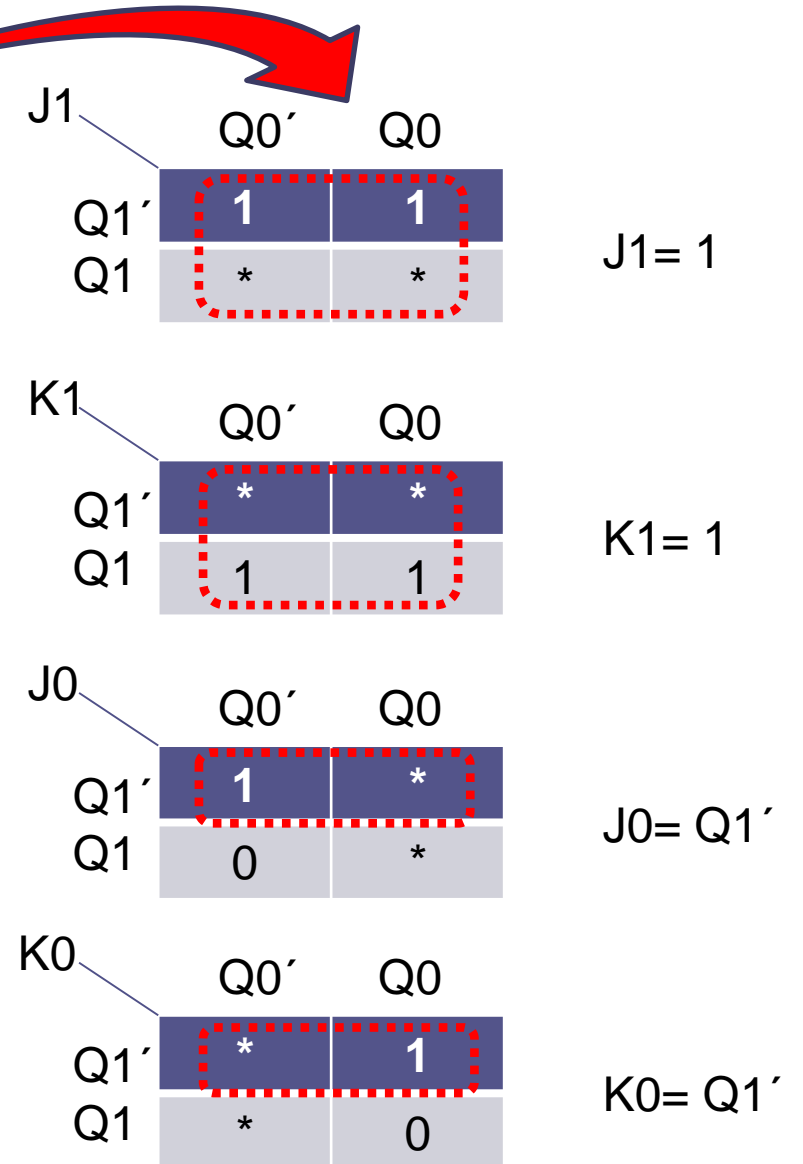
Estado Anterior (Qa)		Estado Final (Qf)		FF-JK (1)		FF-JK (0)	
Q1	Q0	Q1	Q0	J	K1	J0	K0
0	0	1	1	1	*	1	*
0	1	1	0	1	*	*	1
1	0	0	0	*	1	0	*
1	1	0	1	*	1	*	0

Qa	Qf	e	K
0	0	0	*
0	1	1	*
1	0	*	1
1	1	*	0

# Máquina de Estado

5ºPasso: Montar o Mapa de Karnaugh de cada saída:

Estado Anterior (Qa)		Estado Final (Qf)		FF-JK (1)		FF-JK (0)	
Q1	Q0	Q1	Q0	J1	K1	J0	K0
0	0	1	1	1	*	1	*
0	1	1	0	1	*	*	1
1	0	0	0	*	1	0	*
1	1	0	1	*	1	*	0





# Máquina de Estado

**6º Passo:** Montar o circuito

*Finalizou!*

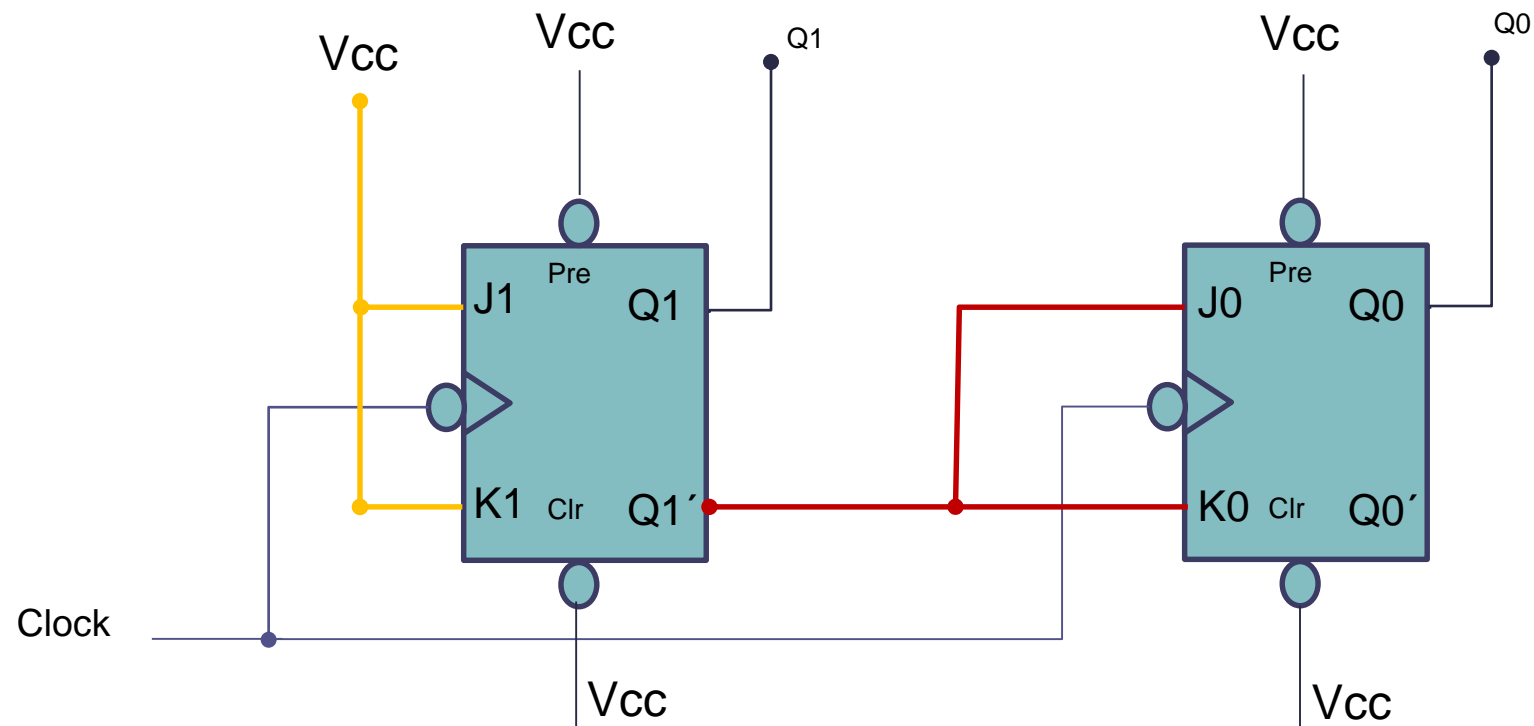
*Esse circuito irá contar de 0 até 3 e retornar o processo!*

$J1 = 1$

$K1 = 1$

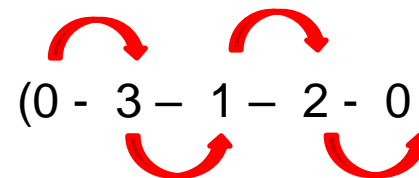
$J0 = Q1'$

$K0 = Q1'$

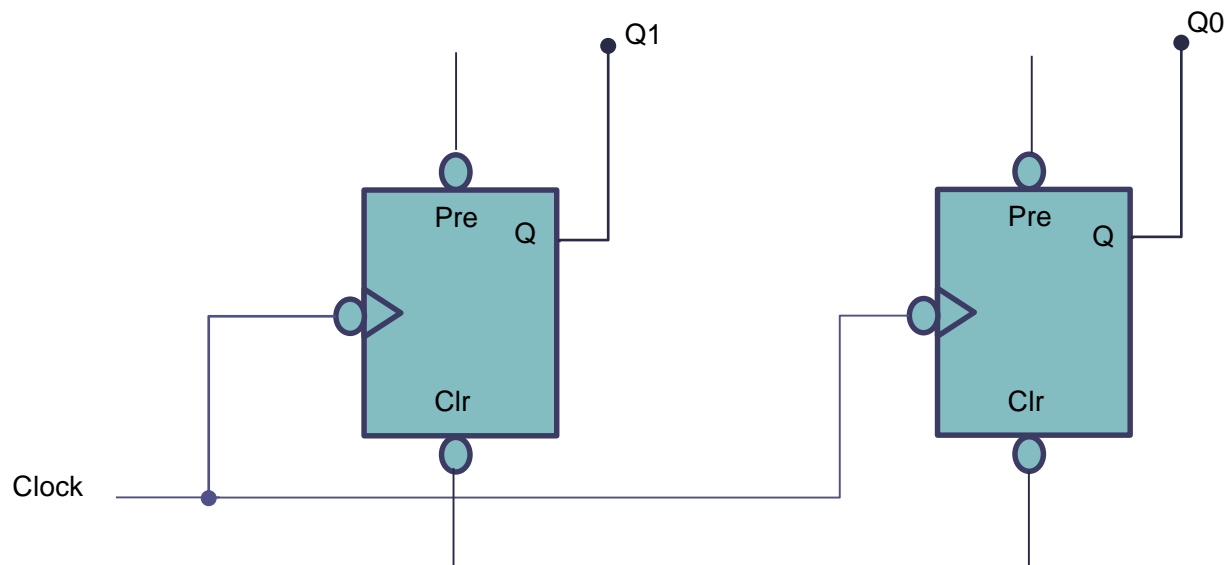


# Máquina de Estado

**Exemplo 2:** Vamos montar uma Máquina de estado usando o contador binário Síncrono com FF-D, capaz de contar de ....)

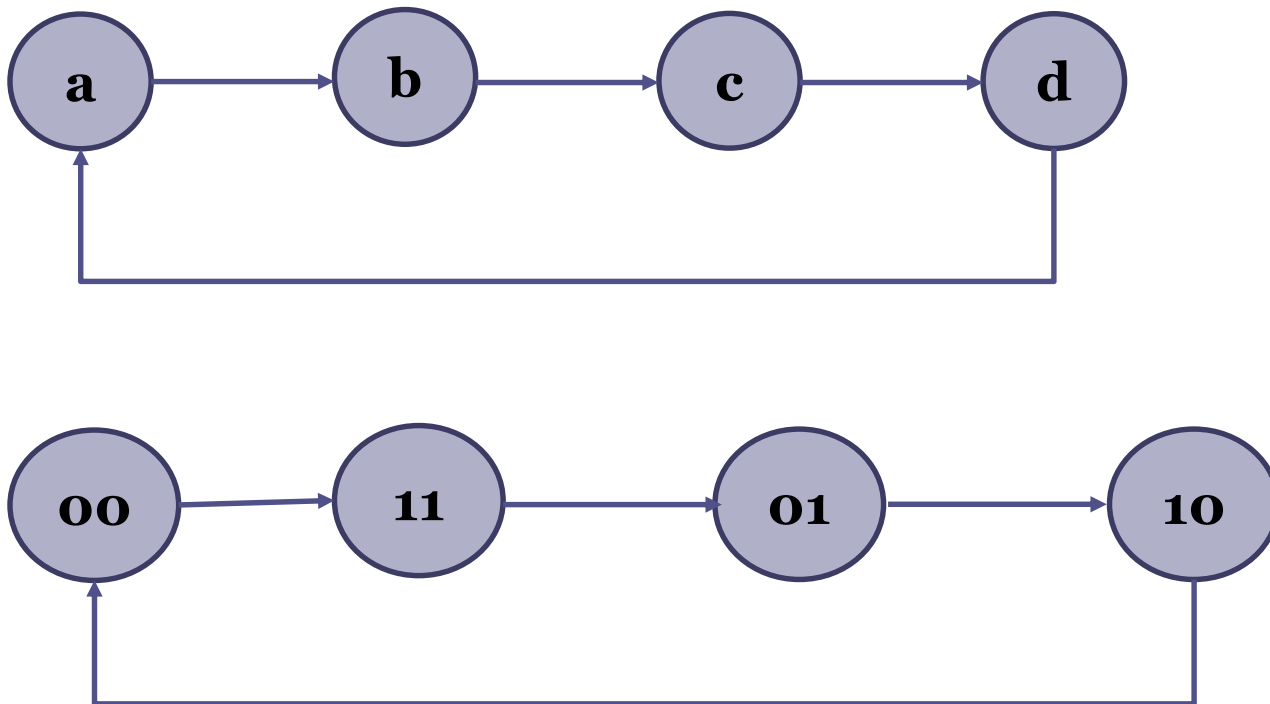


**1º passo:** Identificar quantos FF-D serão necessários.



# Máquina de Estado

2º passo: E montar o Diagrama de Estado (DE) (0 - 3 - 1 - 2 - 0 ....).



# Máquina de Estado

**3º passo:** Vamos montar uma tabela contendo os estados anteriores e estado final;

Estado Anterior (Qa)		Estado Final (Qf)		
Q1	Q0	Q1	Q0	
0	0	1	1	0→3
0	1	1	0	1→2
1	0	0	0	2→0
1	1	0	1	3→1

## Máquina de Estado

**4º Passo:** Vamos montar a tabela de alimentação das entradas dos FF-JK, de acordo com a tabela do Qa e Qf dos estados;

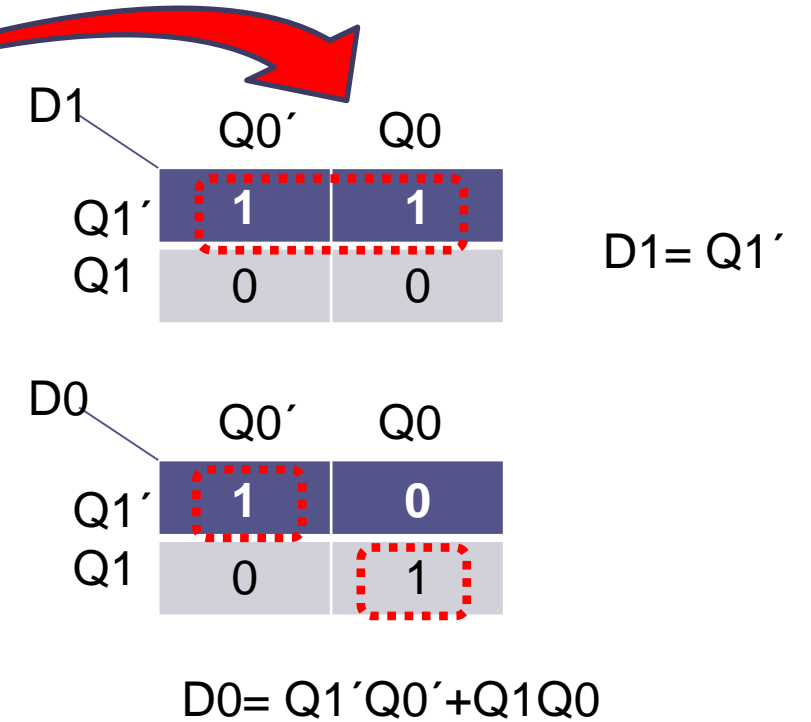
Estado Anterior (Qa)		Estado Final (Qf)		FF-D (1)	FF-D (0)
Q1	Q0	Q1	Q0	D1	D0
0	0	1	1	1	1
0	1	1	0	1	0
1	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	1

Qa	Qf	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

# Máquina de Estado

**5º Passo:** Montar o Mapa de Karnaugh de cada saída:

Estado Anterior (Qa)		Estado Final (Qf)		F-D (1)	FF-D (0)
Q1	Q0	Q1	Q0	D1	D0
0	0	1	1	1	1
0	1	1	0	1	0
1	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	1

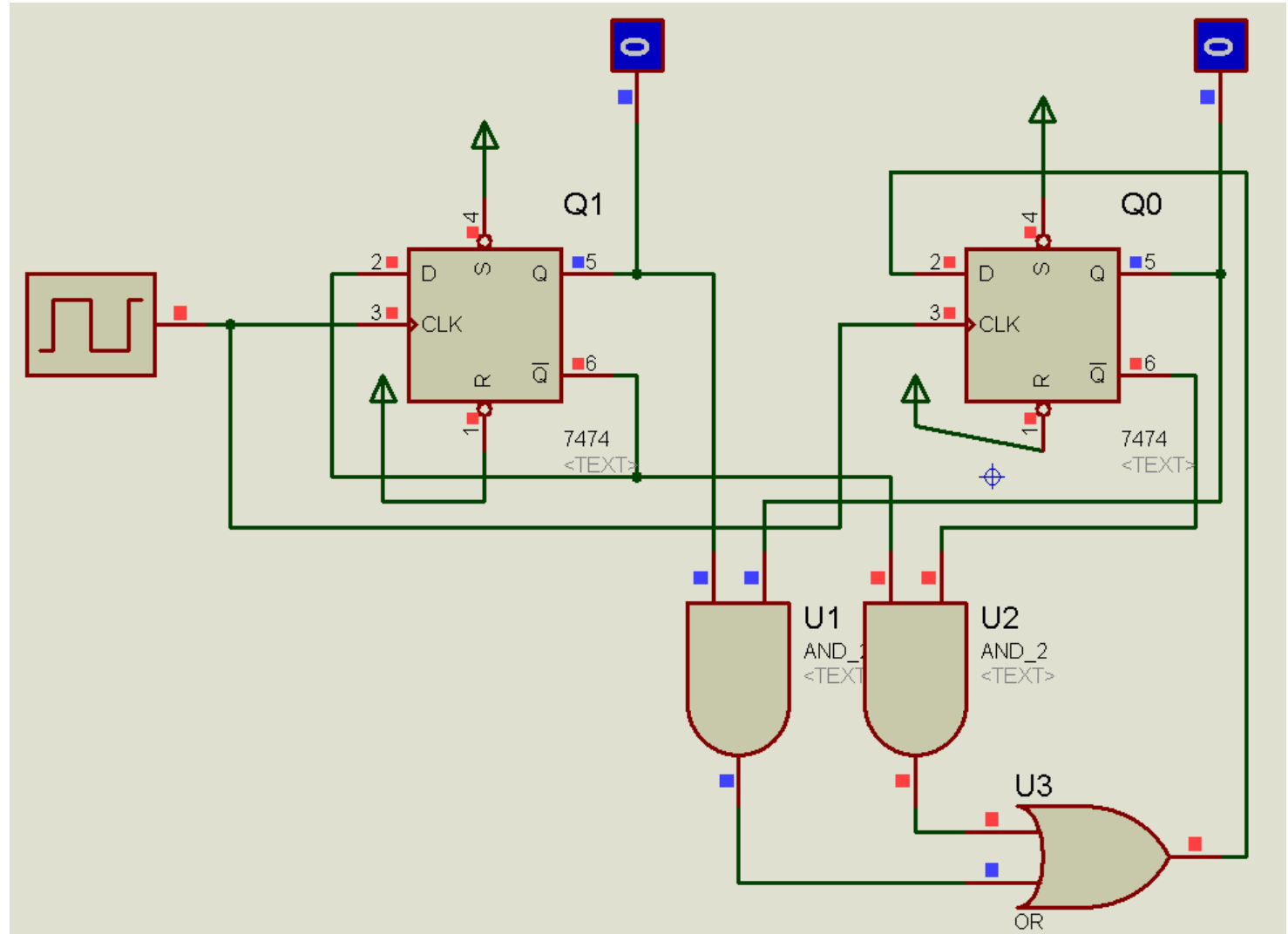


# Máquina de Estado

## 6° Passo: Monte o circuito

$$D1=Q1'$$

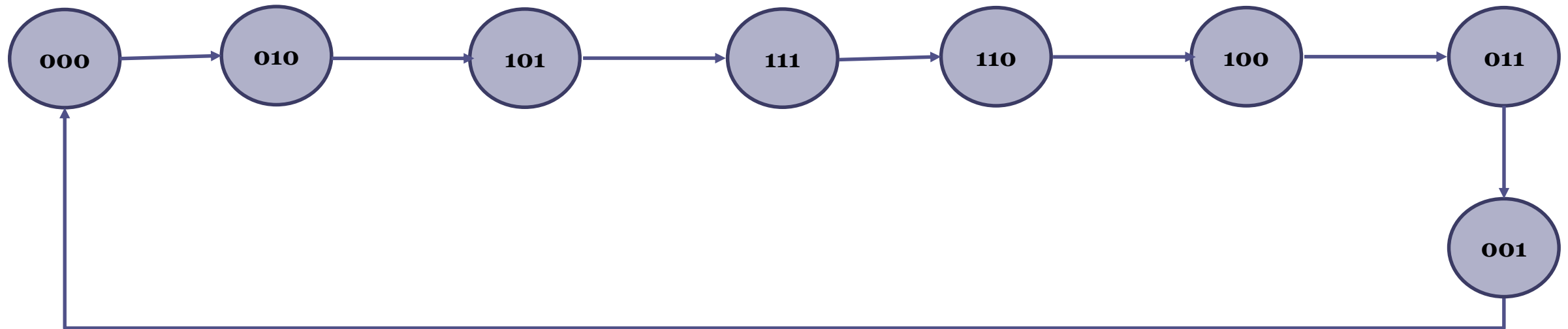
$$D0 = Q1'Q0' + Q1Q0$$



# Máquina de Estado

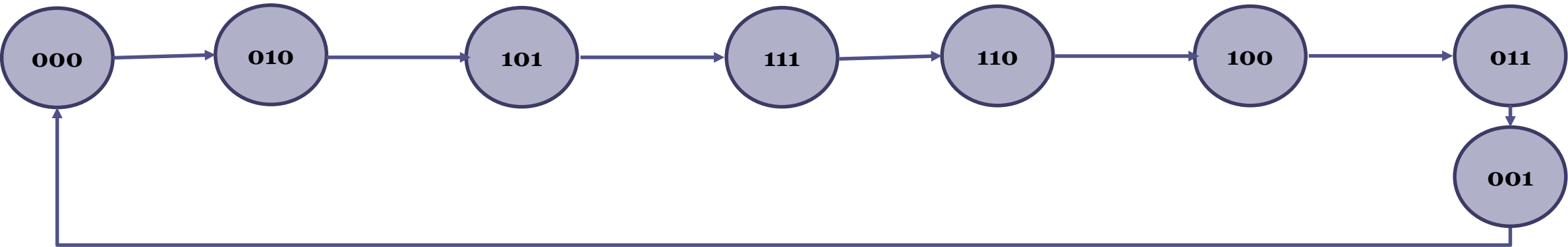
## Exercício 1:

- 1) Monte um Contador Binário Síncrono, com FF-JK, capaz de contar de 0 até 7  
(0 - 2 - 5 - 7 - 6 - 4 - 3 - 1 - 0 ....)





Exercício 1:



Estado Anterior (Qa)			Estado Final (Qf)			FF- JK2		FF-JK1		FF-JK0	
Q2	Q1	Q0	Q2	Q1	Q0	J2	K2	J1	K1	J0	K0
0	0	0	0	1	0	0	*	1	*	0	*
0	0	1	0	0	0	0	*	0	*	*	1
0	1	0	1	0	1	1	*	*	1	1	*
0	1	1	0	0	1	0	*	*	1	*	0
1	0	0	0	1	1	*	1	1	*	1	*
1	0	1	1	1	1	*	0	1	*	*	0
1	1	0	1	0	0	*	0	*	1	0	*
1	1	1	1	1	0	*	0	*	0	*	1

Qa	Qf	J	K
0	0	0	*
0	1	1	*
1	0	*	1
1	1	*	0

## Exercício 1:

**J2**

	$Q1'Q0'$	$Q1'Q0$	$Q1Q0$	$Q1Q0'$
$Q2'$	0	0	0	1
$Q2$	*	*	*	*

**J1**

	$Q1'Q0'$	$Q1'Q0$	$Q1Q0$	$Q1Q0'$
$Q2'$	1	0	*	*
$Q2$	1	1	*	*

**J0**

	$Q1'Q0'$	$Q1'Q0$	$Q1Q0$	$Q1Q0'$
$Q2'$	0	*	*	1
$Q2$	1	*	*	0

**K2**

	$Q1'Q0'$	$Q1'Q0$	$Q1Q0$	$Q1Q0'$
$Q2'$	*	*	*	*
$Q2$	1	0	0	0

**K1**

	$Q1'Q0'$	$Q1'Q0$	$Q1Q0$	$Q1Q0'$
$Q2'$	*	*	1	1
$Q2$	*	*	0	1

**K0**

	$Q1'Q0'$	$Q1'Q0$	$Q1Q0$	$Q1Q0'$
$Q2'$	*	1	0	*
$Q2$	*	0	1	*

$$J2 = Q1Q0'$$

$$K2 = Q1'Q0'$$

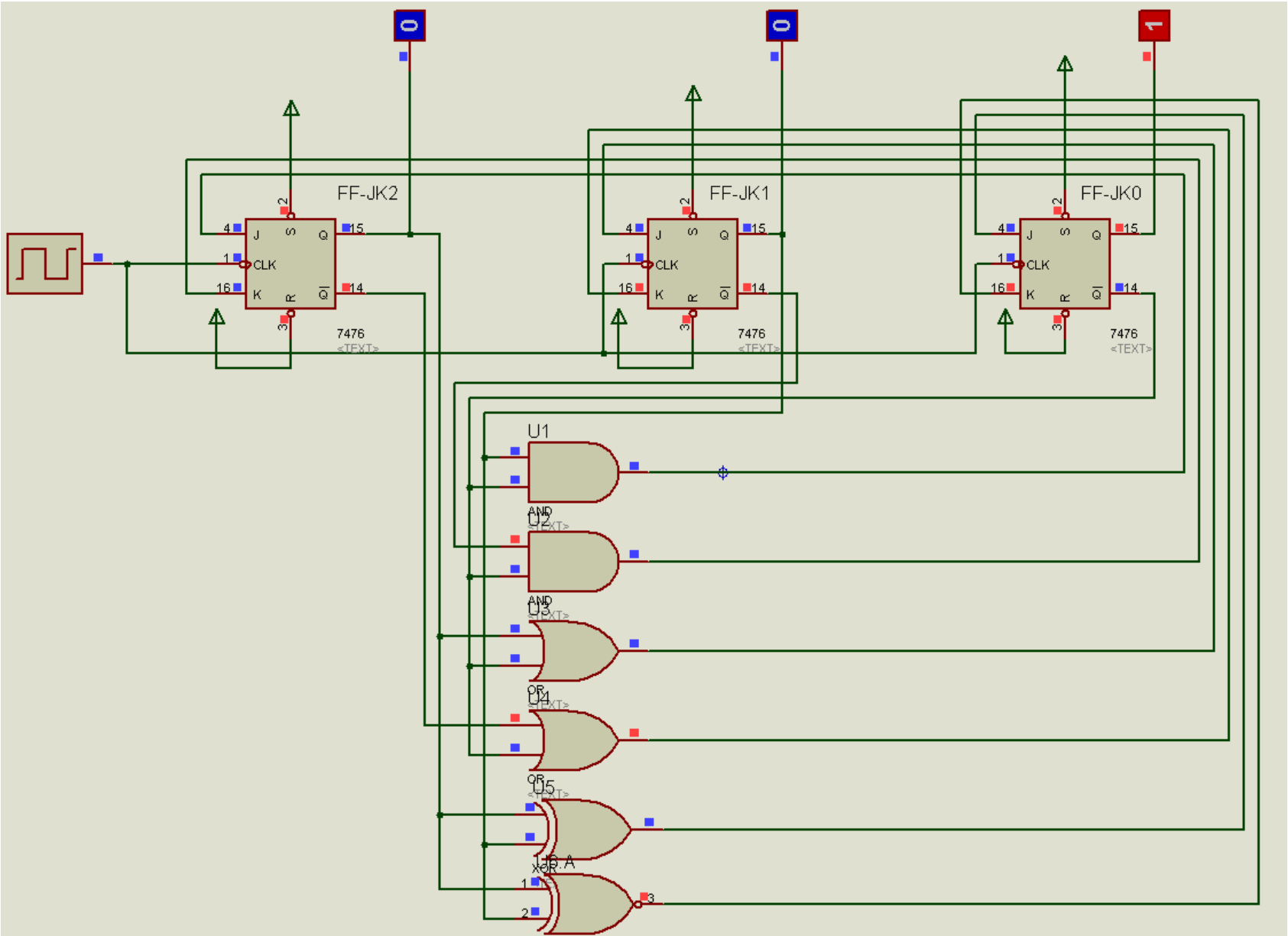
$$J1 = Q2 + Q0'$$

$$K1 = Q2' + Q0'$$

$$J0 = Q2Q1' + Q2'Q1$$

$$K0 = Q2'Q1' + Q2Q1$$

Exercício 1:



### **Exercício 2)**

Monte um Contador Binário Síncrono, FF-T capaz de contar de (0 - 2 - 4 - 6 - 7 - 5 - 3 - 1 - 0....)

### **Exercício 3)**

Monte um Contador Binário Síncrono, FF-D capaz de contar de (0 - 5 - 1 - 3 - 7 - 2 - 6 - 4 - 0....)



# Bons Estudos

Prof. MSc. Bruno de Oliveira Monteiro

***Inatel***