

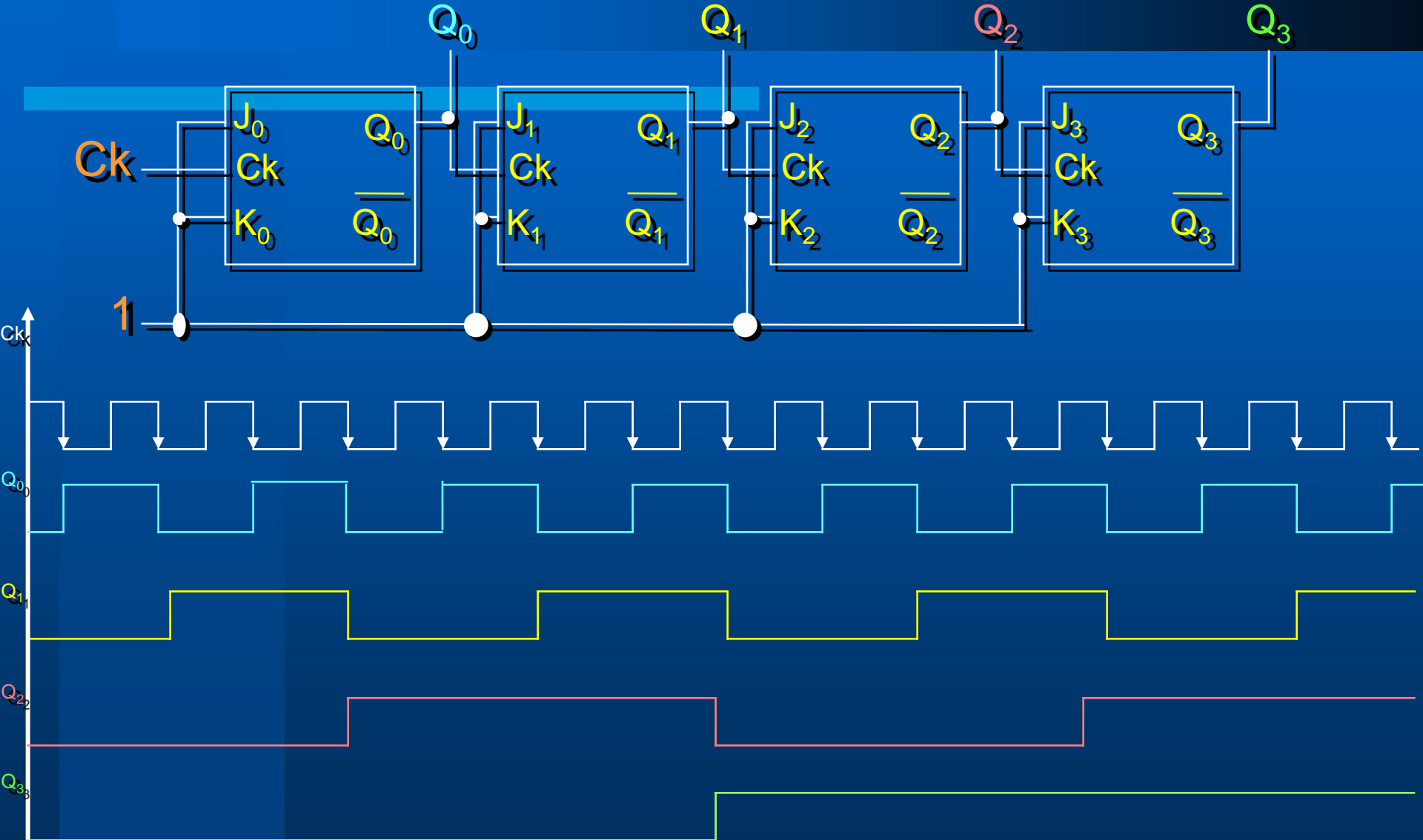
# **CONTADORES BINÁRIOS**

**SEL 414 - Sistemas Digitais**

**Prof. Homero Schiabel**

# ***CONTADOR ASSÍNCRONO***

# Contador Assíncrono de Pulsos



## Contador Assíncrono

Pulsos Ck	Q <sub>3</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>0</sub>
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1
16...	0	0	0	0

- O circuito corresponde a um contador binário de 4 bits (com Q<sub>3</sub> = MSB e Q<sub>0</sub> = LSB)

- Também corresponde a um divisor de frequências:

- f de Q<sub>0</sub> =  $f_{CK} / 2$

- f de Q<sub>1</sub> =  $f_{Q_0} / 2 = f_{CK} / 4$

- f de Q<sub>2</sub> =  $f_{Q_1} / 2 = f_{CK} / 8$

- f de Q<sub>3</sub> =  $f_{Q_2} / 2 = f_{CK} / 16$

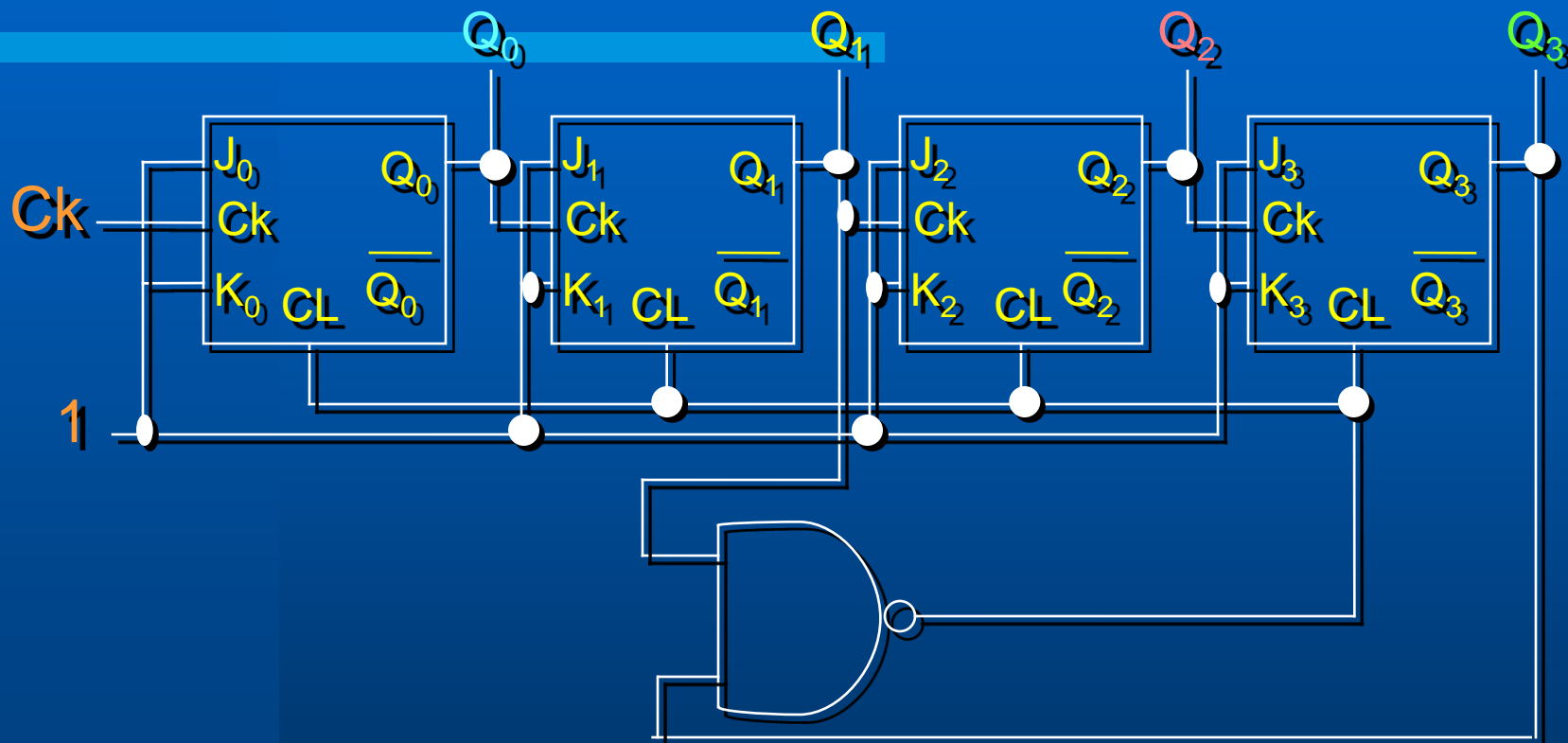
Portanto, para N FF, pode-se dividir a  $f_{CK}$  por até  $2^N$

# Contador Assíncrono de Década

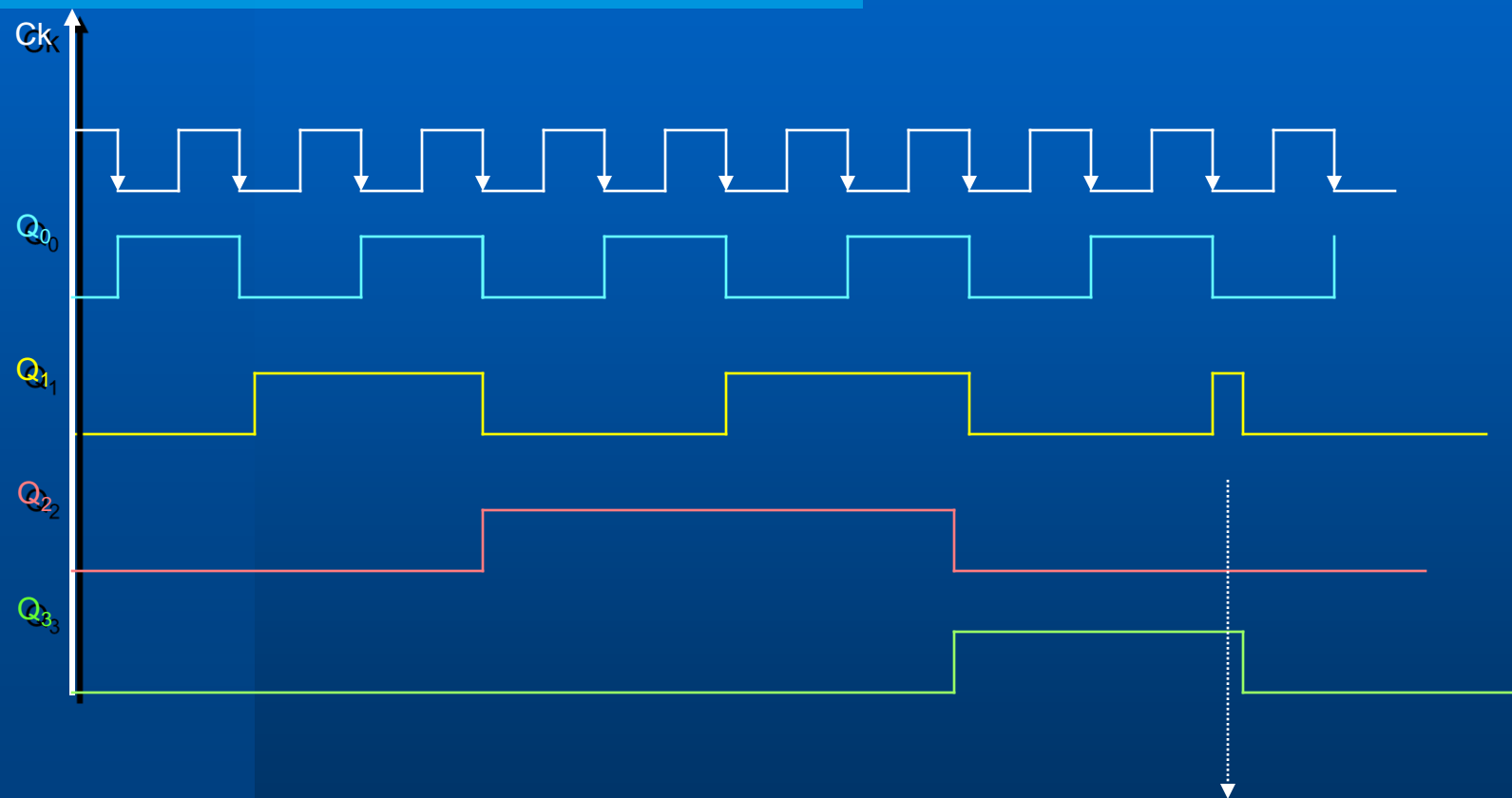
Pulsos Ck	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	CL
0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	0	1
3	0	0	1	1	1
4	0	1	0	0	1
5	0	1	0	1	1
6	0	1	1	0	1
7	0	1	1	1	1
8	1	0	0	0	1
9	1	0	0	1	1
10	1	0	1	0	0*

\* Para CL = 0  $\rightarrow$  Estado 1010 =  $Q_3 \overline{Q_2} Q_1 \overline{Q_0} \rightarrow \boxed{CL = \overline{Q_3} Q_1}$

# Circuito

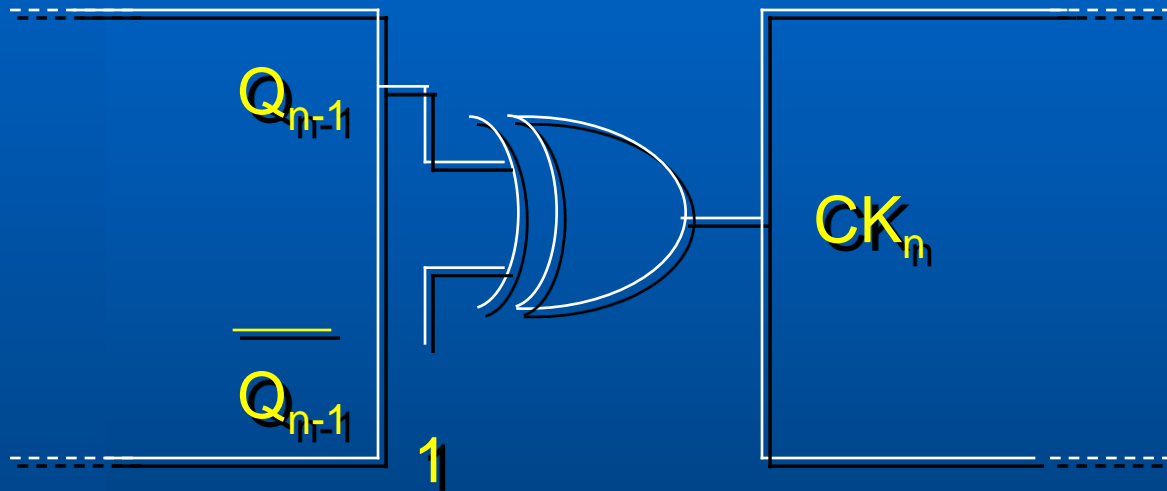


# Contador Assíncrono



Ação do CLEAR

## Contagem crescente/decrescente



Porta Ou-Exclusivo = *inversor controlado*:

$$A + 0 = A$$

$$A + 1 = \overline{A}$$

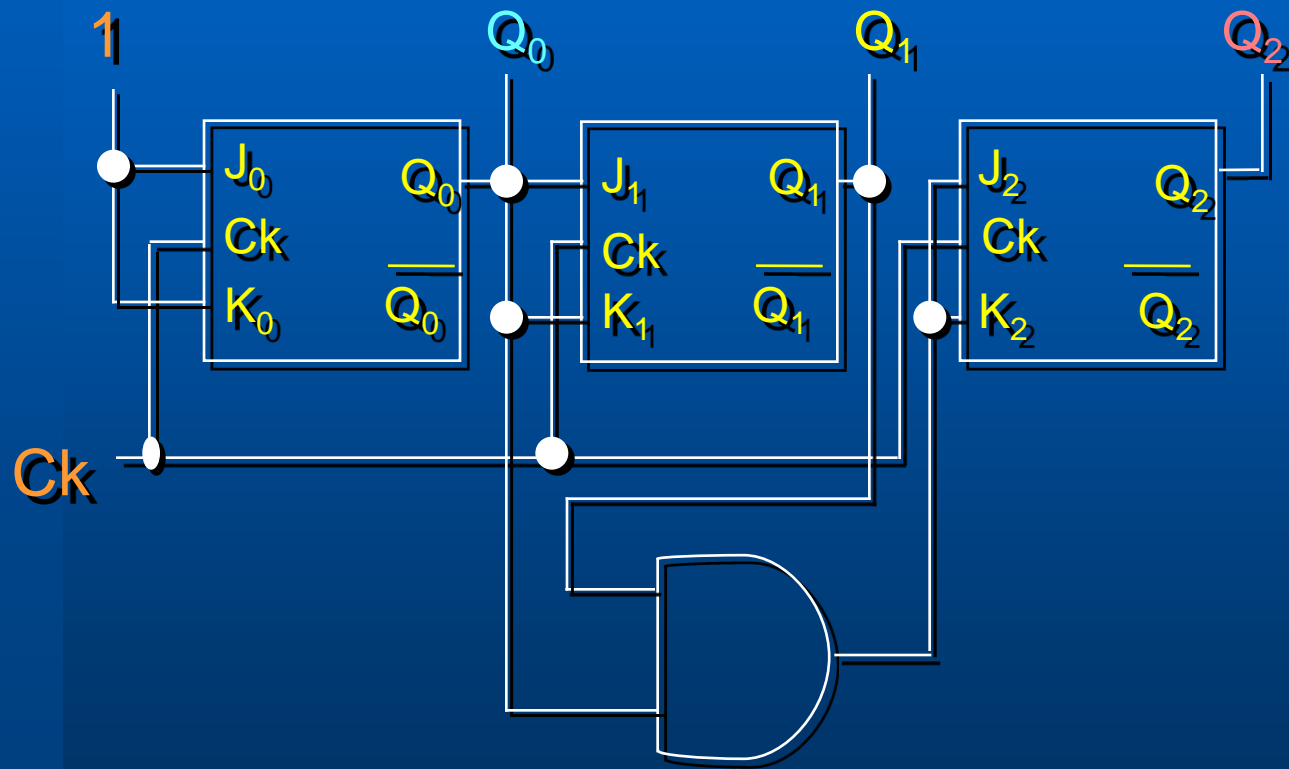


# ***CONTADOR SÍNCRONO***

# Contador Síncrono de Pulsos

Pulsos Ck	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$J_2$	$K_2$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	0	X	0	X	1	X
1	0	0	1	0	X	1	X	X	1
2	0	1	0	0	X	X	0	1	X
3	0	1	1	1	X	X	1	X	1
4	0	1	1	X	0	0	X	1	X
5	1	0	0	X	0	1	X	X	1
6	1	0	1	X	0	X	0	1	X
7	1	1	0	X	1	X	1	X	1
7	1	1	1						

# Contador Binário Síncrono de 3 bits



# Contador Síncrono de Qualquer Seqüência

Número	Q <sub>3</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>0</sub>
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
3	0	0	1	1
7	0	1	1	1
15	1	1	1	1
14	1	1	1	0
12	1	1	0	0
8	1	0	0	0

J <sub>3</sub>	K <sub>3</sub>	J <sub>2</sub>	K <sub>2</sub>	J <sub>1</sub>	K <sub>1</sub>	J <sub>0</sub>	K <sub>0</sub>
0	X	0	X	0	X	1	X
0	X	0	X	1	X	X	0
0	X	1	X	X	0	X	0
1	X	X	0	X	0	X	0
X	0	X	0	X	0	X	1
X	0	X	0	X	1	0	X
X	0	X	1	0	X	0	X
X	1	0	X	0	X	0	X

## E os demais estados?

1. Pode-se considerar como irrelevantes;
2. Pode-se “forçar” a ida para um estado pré-definido ou o reinício da contagem.

*Ex.: forçando o reinício da contagem (Estado seguinte = 0000)*

Estado	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$
2	0	0	1	0
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
13	1	1	0	1

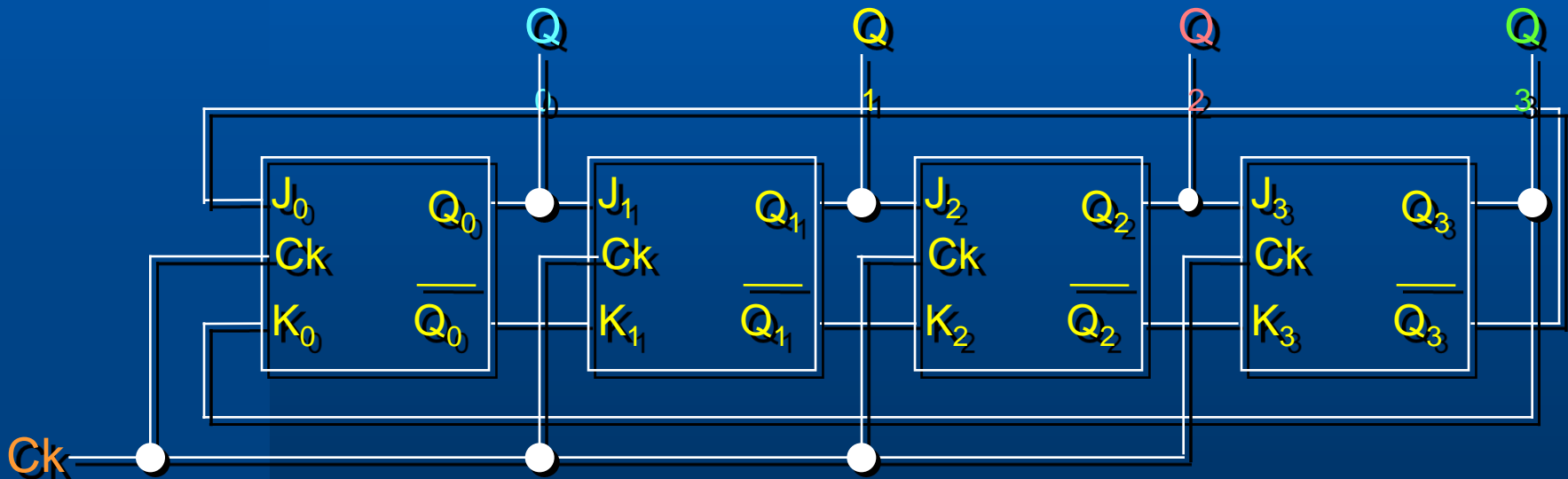
$J_3$	$K_3$	$J_2$	$K_2$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	X	0	X	X	1	0	X
0	X	X	1	0	X	0	X
0	X	X	1	0	X	X	1
0	X	X	1	X	1	0	X
X	1	0	X	0	X	X	1
X	1	0	X	X	1	0	X
X	1	0	X	X	1	X	1
X	1	X	1	0	X	X	1

## Contador Síncrono

$$\begin{aligned}
 J_3 &= Q_0 Q_1 Q_2 & J_2 &= Q_0 Q_1 \overline{Q_3} & J_1 &= Q_0 \overline{Q_2} \overline{Q_3} & J_0 &= \overline{Q_1} \overline{Q_2} \overline{Q_3} \\
 K_3 &= \overline{Q_2} + Q_0 \overline{Q_1} & K_2 &= Q_1 + \overline{Q_0} \overline{Q_3} & K_1 &= \overline{Q_0} + Q_2 Q_3 & K_0 &= Q_3 + Q_1 Q_2
 \end{aligned}$$

Considerando os estados faltantes como irrelevantes:

$$\begin{aligned}
 J_3 &= Q_2 & J_2 &= Q_1 & J_1 &= Q_0 & J_0 &= \overline{Q_3} \\
 K_3 &= \overline{Q_2} & K_2 &= \overline{Q_1} & K_1 &= \overline{Q_0} & K_0 &= Q_3
 \end{aligned}$$



*Contador JOHNSON ("Anel Torcido")*