

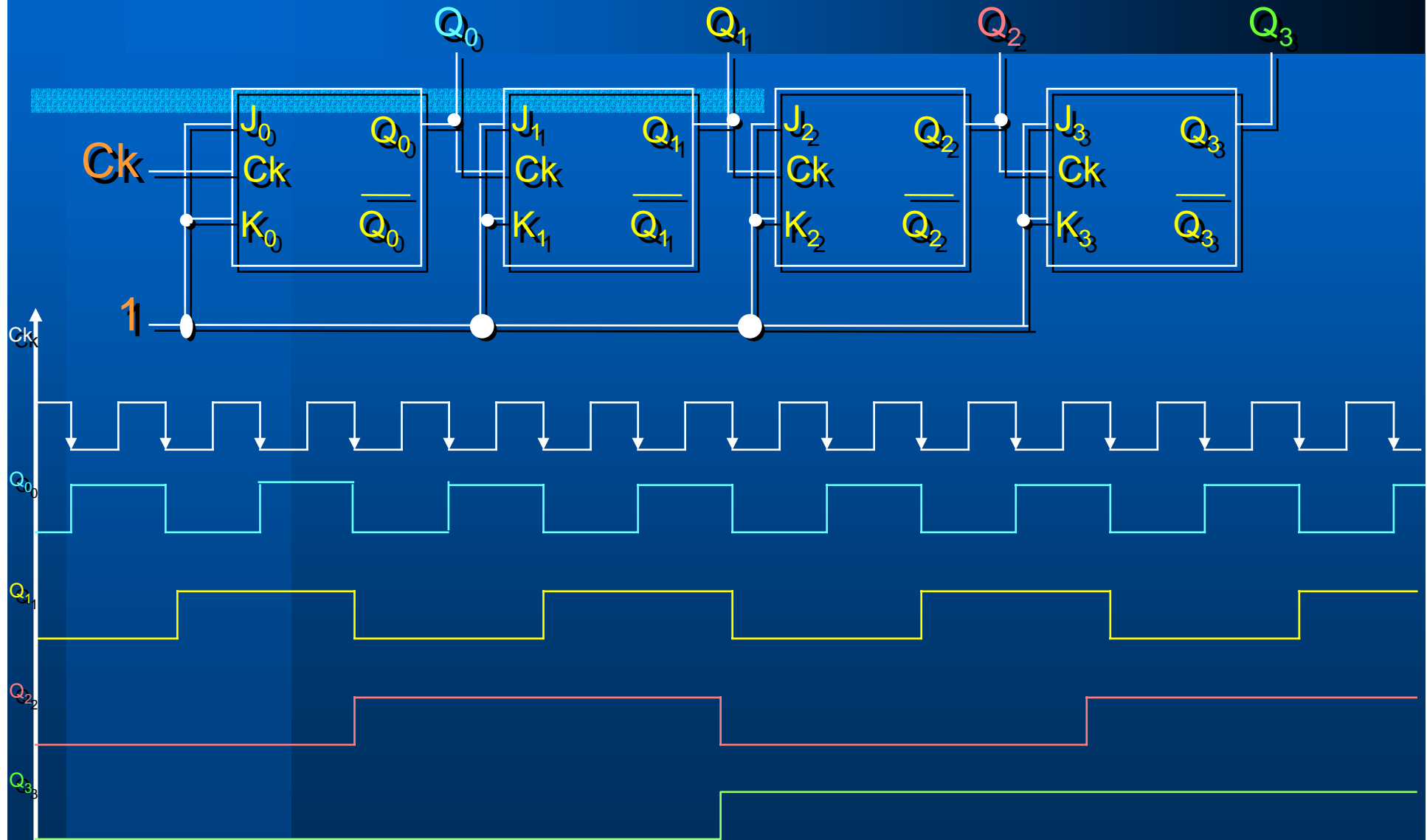
CONTADORES BINÁRIOS

SEL 414 - Sistemas Digitais

Prof. Homero Schiabel

CONTADOR ASSÍNCRONO

Contador Assíncrono de Pulsos



Contador Assíncrono

Pulsos Ck	Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀
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 Q₃ = MSB e Q₀ = LSB)

- Também corresponde a um divisor de frequências:

- f de Q₀ = $f_{CK} / 2$
- f de Q₁ = $f_{Q_0} / 2 = f_{CK} / 4$
- f de Q₂ = $f_{Q_1} / 2 = f_{CK} / 8$
- f de Q₃ = $f_{Q_2} / 2 = f_{CK} / 16$

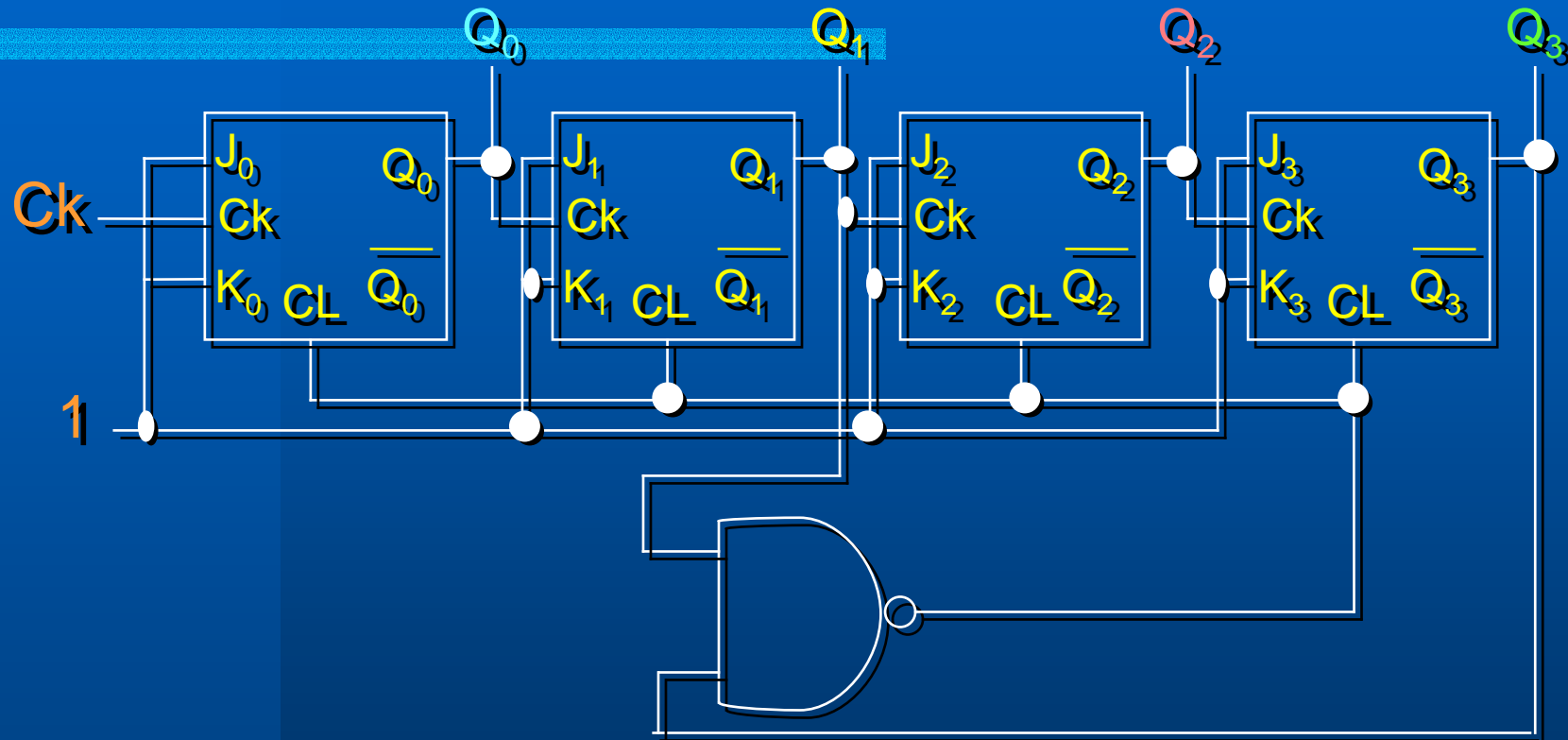
Portanto, para N FF, pode-se dividir a f_{CK} por até 2^N

Contador Assíncrono de Década

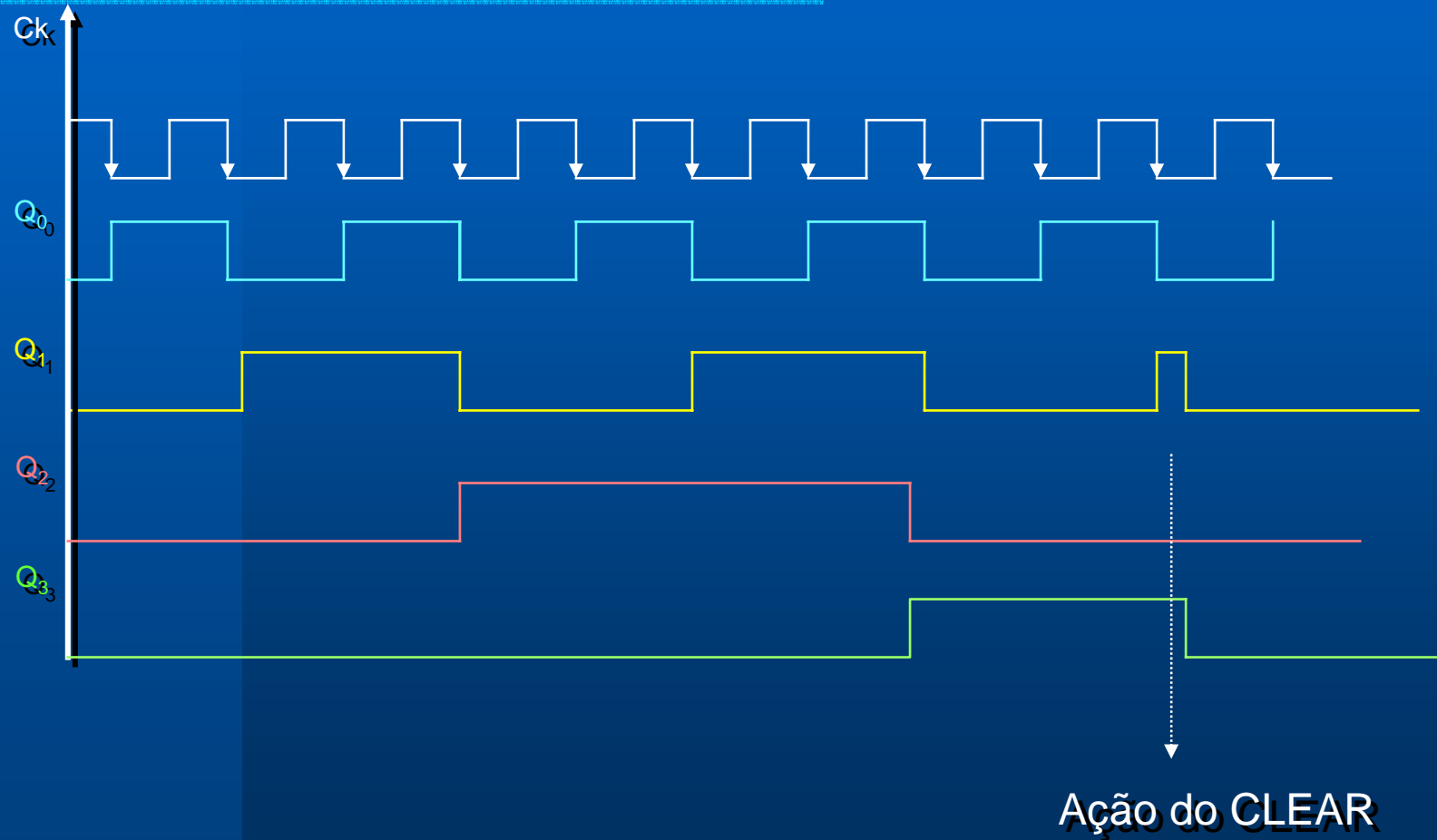
Pulsos Ck	Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀	CL
0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	0	1
3	0	0	1	1	1
4	0	1	0	0	1
5	0	1	0	1	1
6	0	1	1	0	1
7	0	1	1	1	1
8	1	0	0	0	1
9	1	0	0	1	1
10	1	0	1	0	0*

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

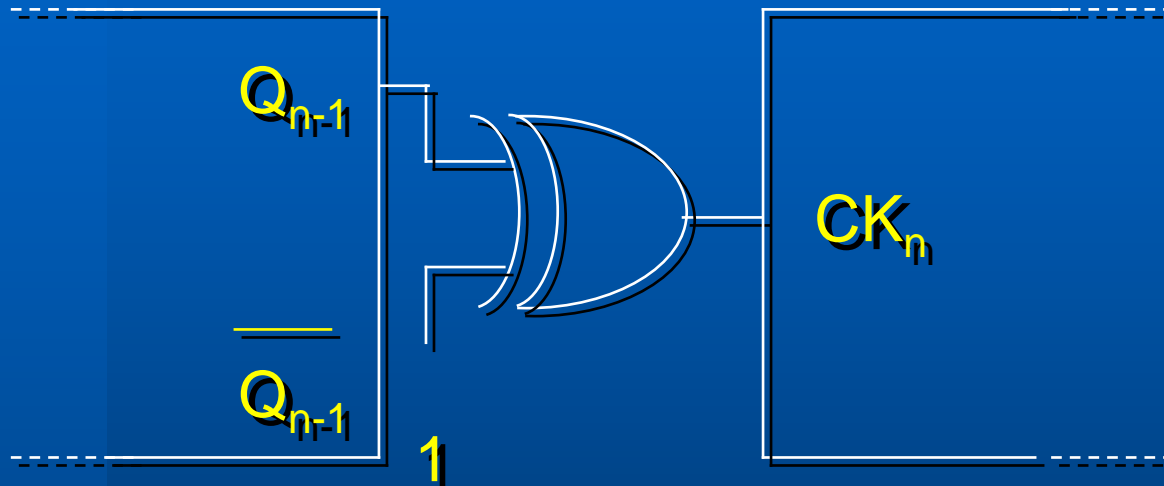
Circuito



Contador Assíncrono



Contagem crescente/decrescente



Porta Ou-Exclusivo = *inversor controlado*:

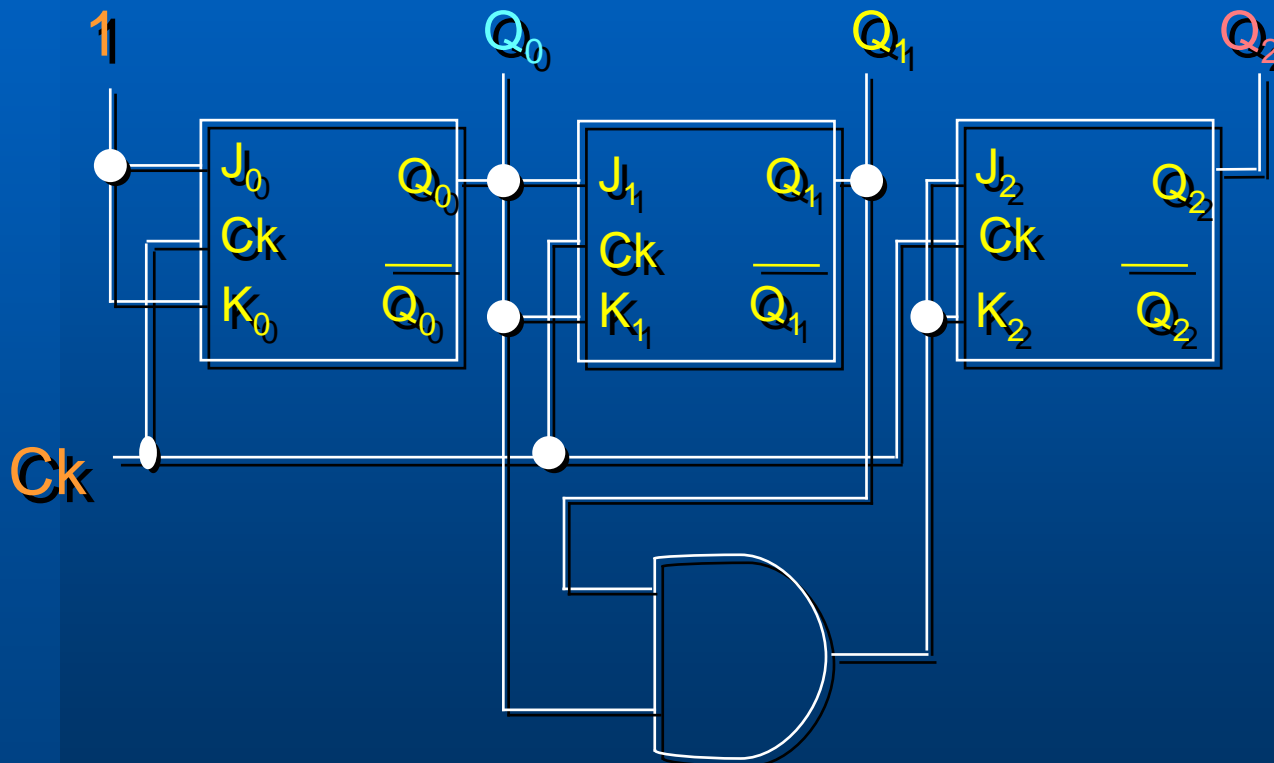
$$A + 0 = A$$
$$A + 1 = \overline{A}$$

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	1	0	0	X	0	0	X	1	X
5	1	0	1	X	0	1	X	X	1
6	1	1	0	X	0	X	0	1	X
7	1	1	1	X	1	X	1	X	1

Contador Binário Síncrono de 3 bits



Contador Síncrono de Qualquer Sequência

Número	Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀
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 ₃	K ₃	J ₂	K ₂	J ₁	K ₁	J ₀	K ₀
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)

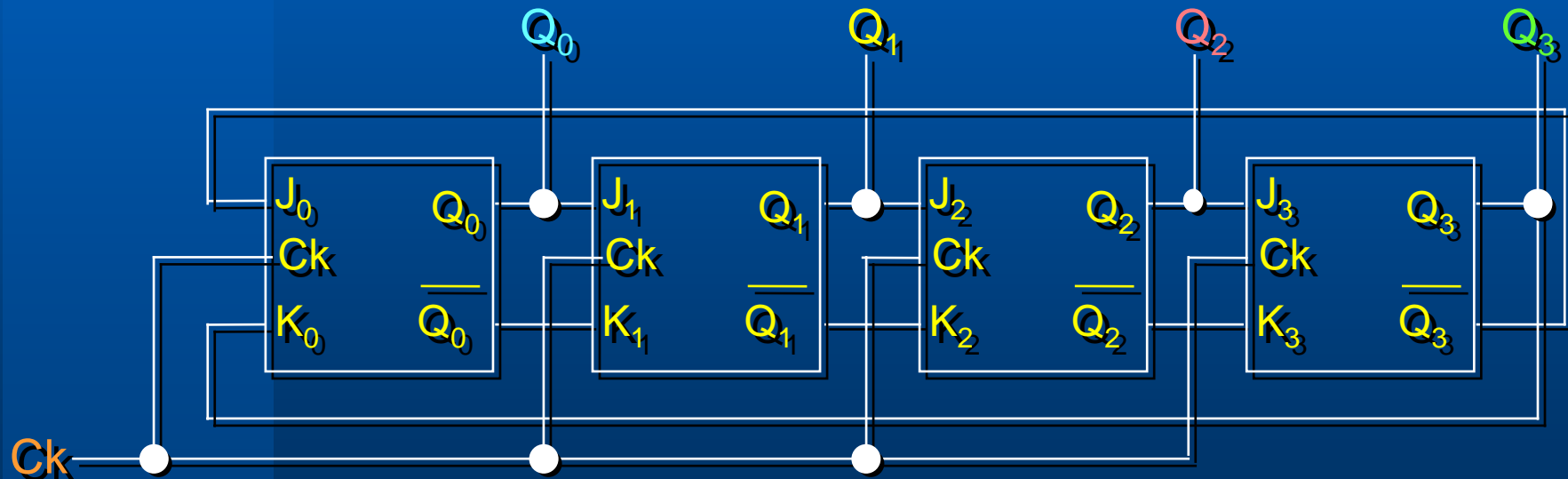
Estado	Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀	J ₃	K ₃	J ₂	K ₂	J ₁	K ₁	J ₀	K ₀
2	0	0	1	0	0	X	0	X	X	1	0	X
4	0	1	0	0	0	X	X	1	0	X	0	X
5	0	1	0	1	0	X	X	1	0	X	X	1
6	0	1	1	0	0	X	X	1	X	1	0	X
9	1	0	0	1	X	1	0	X	0	X	X	1
10	1	0	1	0	X	1	0	X	X	1	0	X
11	1	0	1	1	X	1	0	X	X	1	X	1
13	1	1	0	1	X	1	X	1	0	X	X	1

Contador Síncrono

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

Considerando os estados faltantes como irrelevantes:

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



Contador JOHNSON ("Anel Torcido")