

# **Contadores Assíncronos**

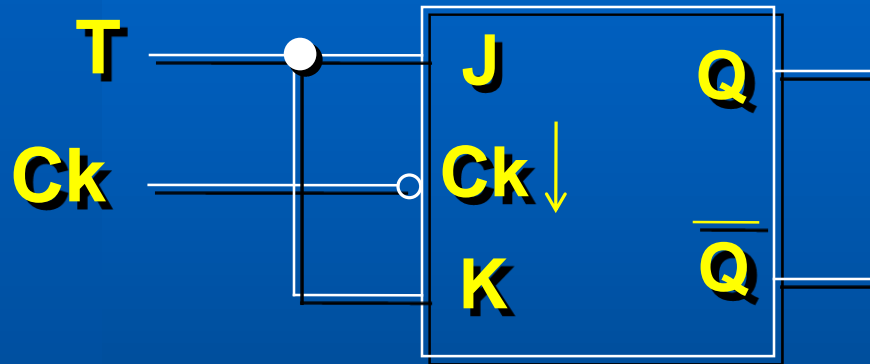
## **Aula 5**

### **SEL 0384 – Laboratório de Sistemas Digitais I**

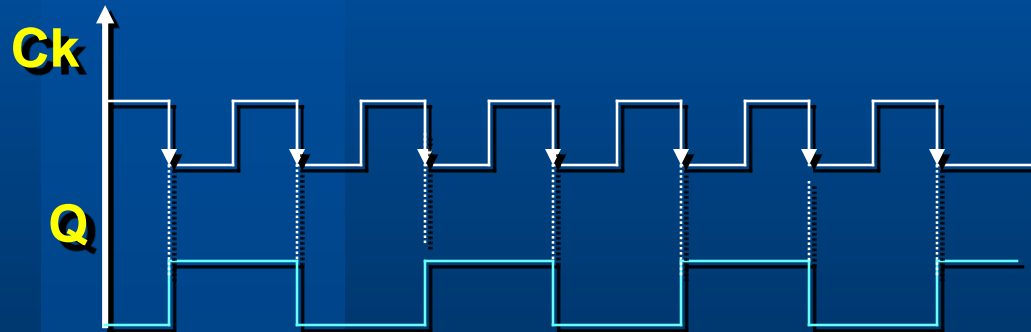
**Profa.: Luiza Maria Romeiro Codá**

**Profa. Dra Maria Stela Veludo de Paiva**

## FF Tipo T (“Toggle”)



T	Q
0	$Q_0$
1	$\overline{Q_0}$



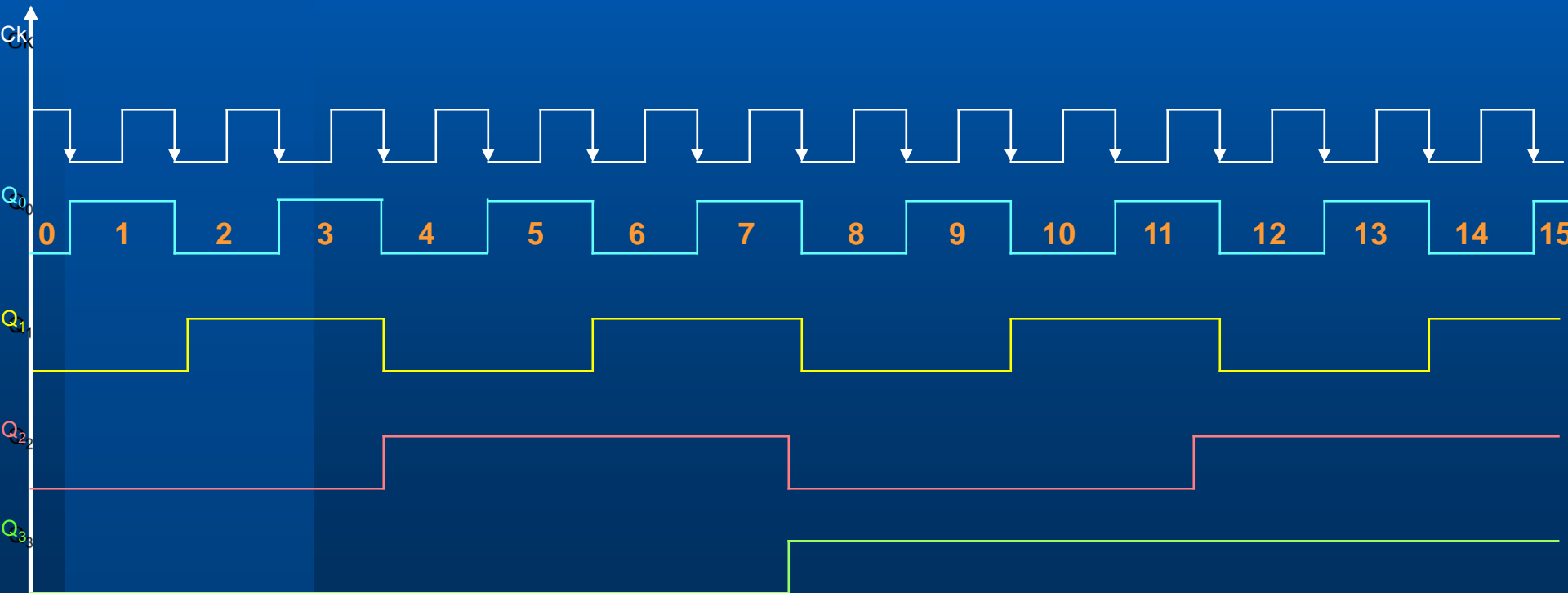
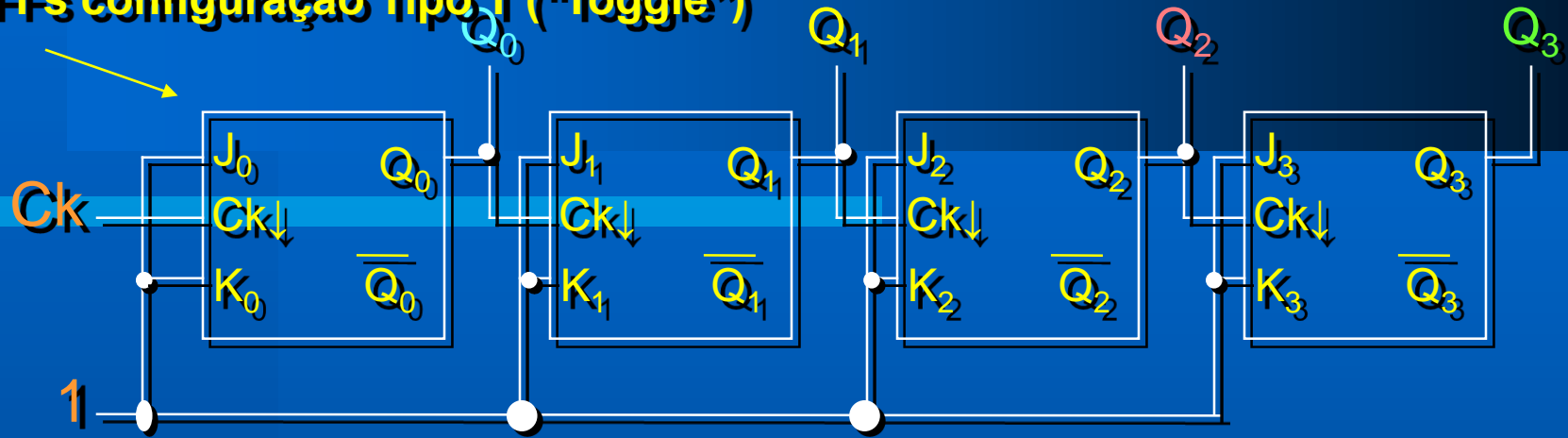
$T = 1$

$$f_Q = f_{Ck} / 2$$

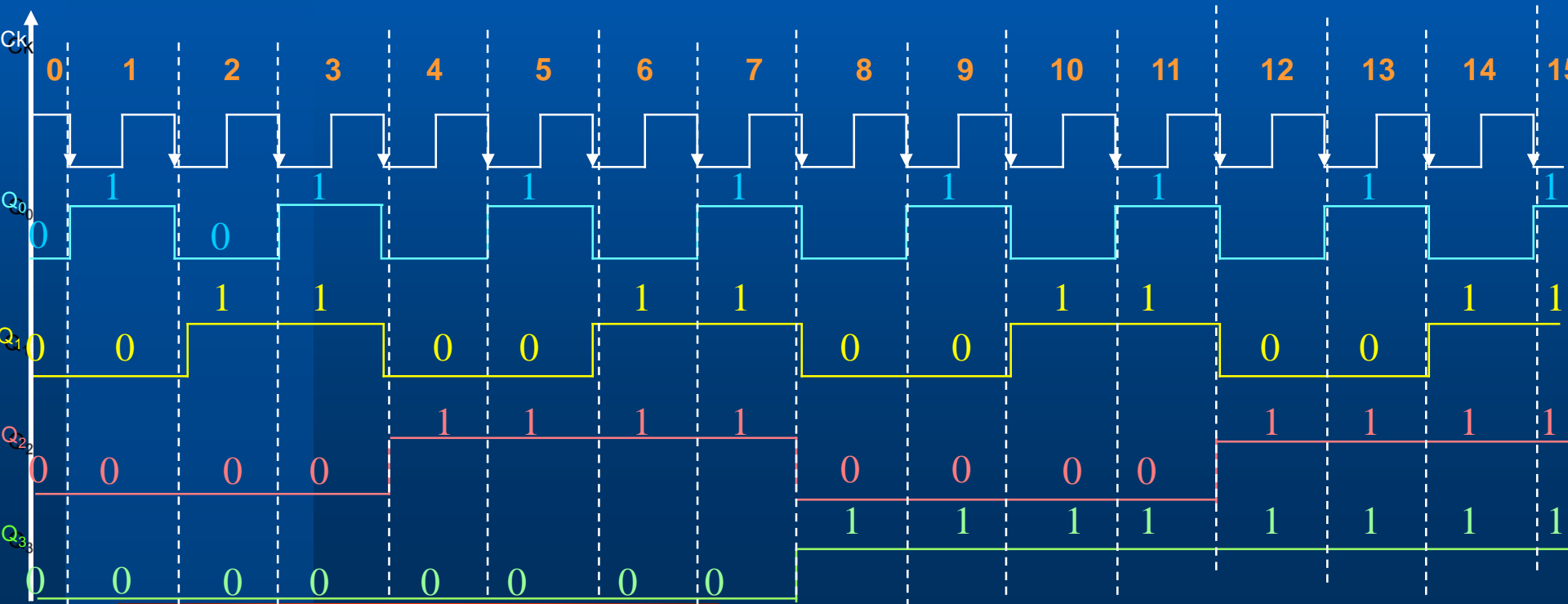
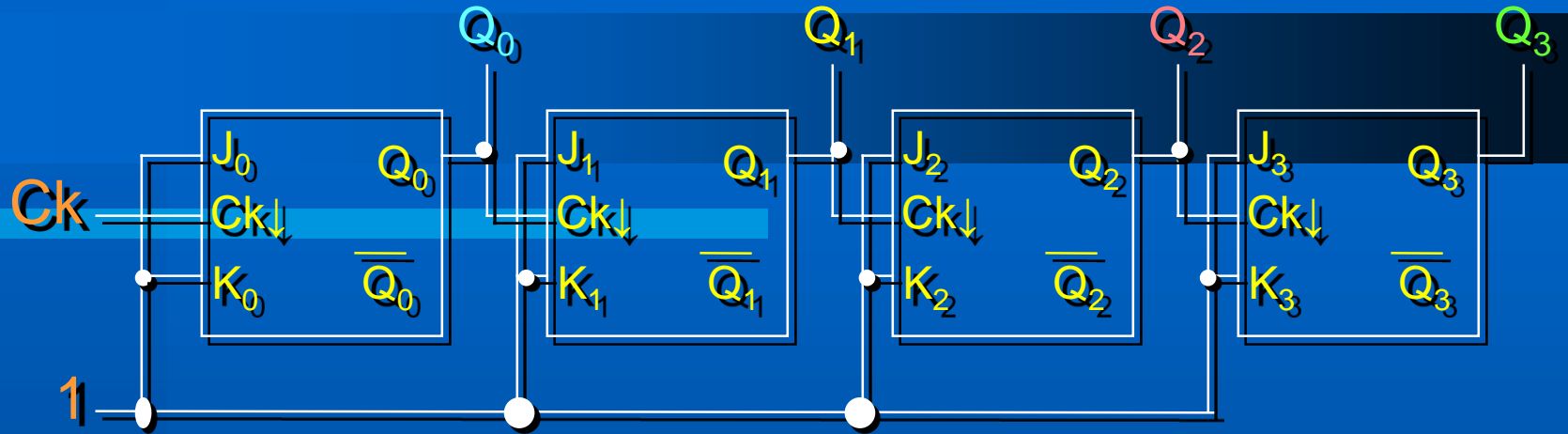
**Divisor por 2**

# Contador Assíncrono de 4 bits

FFs configuração Tipo T ("Toggle")



# Contador Assíncrono de 4 bits



# Contador Assíncrono de 4 bits

Pulsos Ck	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$
	0	0	0	0
1º	0	0	0	1
2º	0	0	1	0
3º	0	0	1	1
4º	0	1	0	0
5º	0	1	0	1
6º	0	1	1	0
7º	0	1	1	1
8º	1	0	0	0
9º	1	0	0	1
10º	1	0	1	0
11º	1	0	1	1
12º	1	1	0	0
13º	1	1	0	1
14º	1	1	1	0
15º	1	1	1	1
16º ...	0	0	0	0

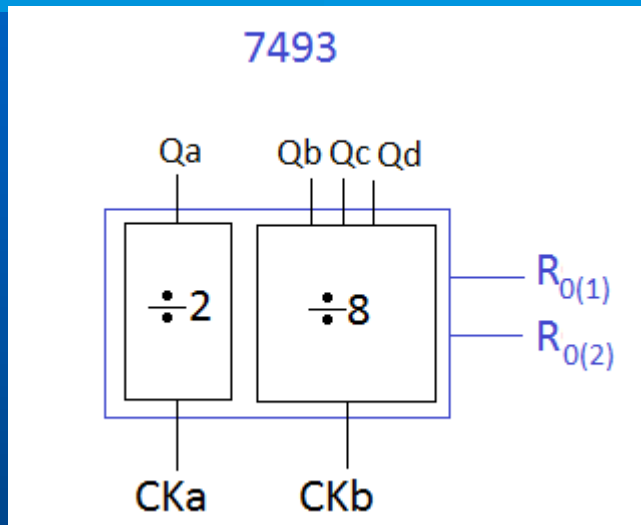
# Módulo de um contador

- **Módulo** é o número de estados diferentes que as saídas de um Contador podem assumir
- **Estado de um contador:** é a combinação que as saídas do contador apresenta em cada período de clock;
- **Contador binário:** é um contador que tem módulo  $2^n$ , onde  $n$  é o número de saídas do contador
- **Contador não binário:** é um contador que apresenta **módulo  $< 2^n$** , onde  $n$  é o número de saídas do contador

# Módulo de um contador binário

- Módulo =  $2^n$  ( $n^o$  de estados)
- Para  $n$  FFs, pode-se dividir a  $f_{CK}$  por até  $2^n$
- $f_n = f_{CK}/2^n$
- Um contador binário de  $n$  bits tem  $Q_n = \text{MSB}$  e  $Q_0 = \text{LSB}$
- Também corresponde a um divisor de frequências:
  - $f$  de  $Q_0 = f_{CK} / 2$
  - $f$  de  $Q_1 = f_{Q_0} / 2 = f_{CK} / 4$
  - $f$  de  $Q_2 = f_{Q_1} / 2 = f_{CK} / 8$
  - $f$  de  $Q_3 = f_{Q_2} / 2 = f_{CK} / 16$

# contador assíncrono 7493



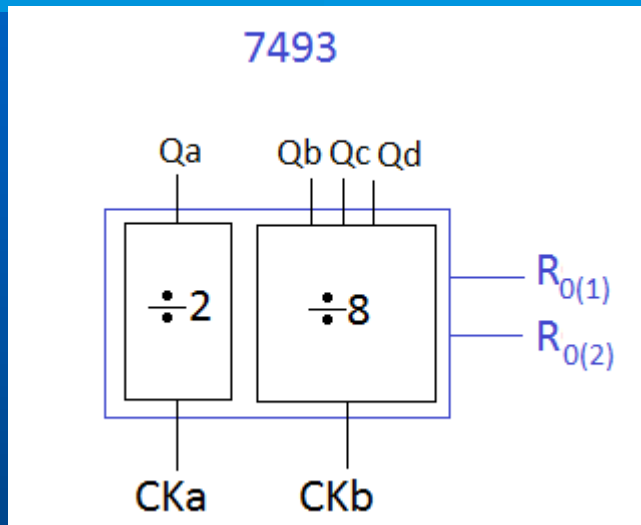
Exemplo de Módulos binários que podem ser implementados com este contador:

- Contador módulo 2 : entrada em Cka e saída em Qa;
- Contador módulo 8 : entrada em Ckb e saídas em Qb, Qc e Qd, onde Qd apresenta o sinal de CKb/8;

- Contador módulo 16 : entrada em Cka, interligação de Qa com Ckb e saídas em Qa Qb, Qc e Qd, onde Qd apresenta o sinal de CKb/16



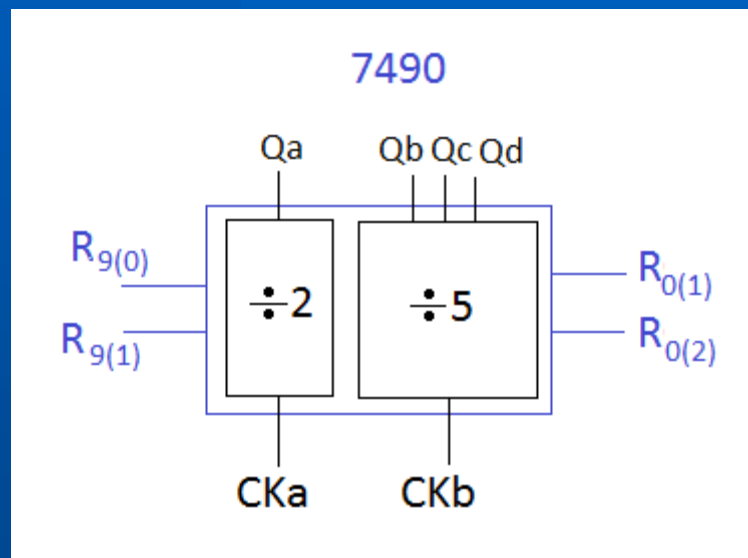
# contador assíncrono 7493



Exemplo de Módulos não binários que podem ser implementados com este contador:

- **Contador de módulo < 8 :** entrada em Ckb e utilização das entradas Reset (R<sub>0(1)</sub> e R<sub>0(2)</sub>) para implementar o módulo. Saídas em Qb, Qc e Qd,
- **Contador módulo <16 :** entrada em Cka, interligação de Qa com Ckb e utilização das entradas Reset (R<sub>0(1)</sub> e R<sub>0(2)</sub>) para implementar o módulo. Saídas em Qa Qb, Qc e Qd.

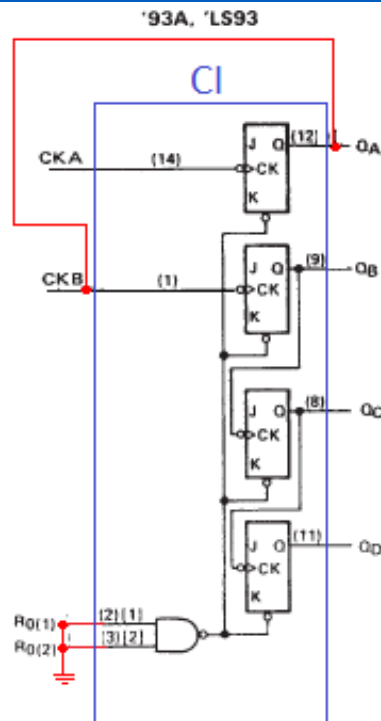
# 7490: contador assíncrono módulo 10



'90A, 'LS90  
RESET/COUNT FUNCTION TABLE

RESET INPUTS				OUTPUT			
$R_{0(1)}$	$R_{0(2)}$	$R_{9(1)}$	$R_{9(2)}$	$Q_D$	$Q_C$	$Q_B$	$Q_A$
H	H	L	X	L	L	L	L
H	H	X	L	L	L	L	L
X	X	H	H	H	L	L	H
X	L	X	L	COUNT			
L	X	L	X	COUNT			
L	X	X	L	COUNT			
X	L	L	X	COUNT			

# contador binário 7493



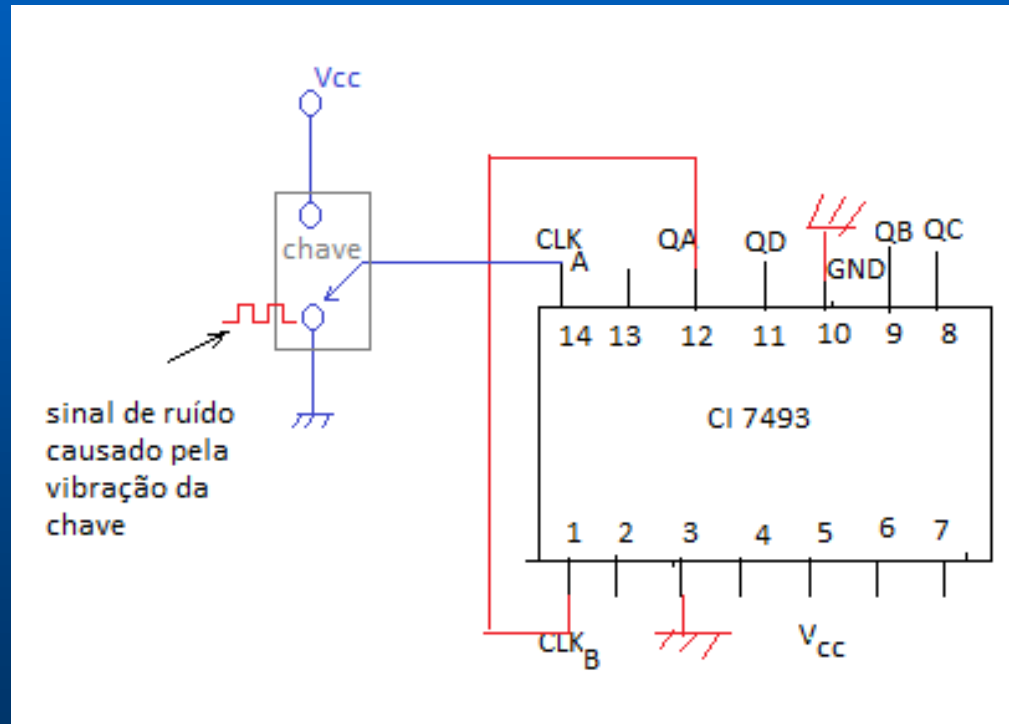
Obs: fio vermelho mostram as ligações que devem ser feitas externamente

'92A, 'LS92, '93A, 'LS93  
RESET/COUNT FUNCTION TABLE

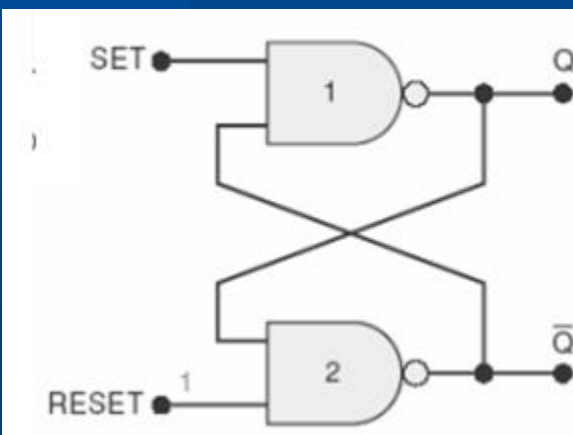
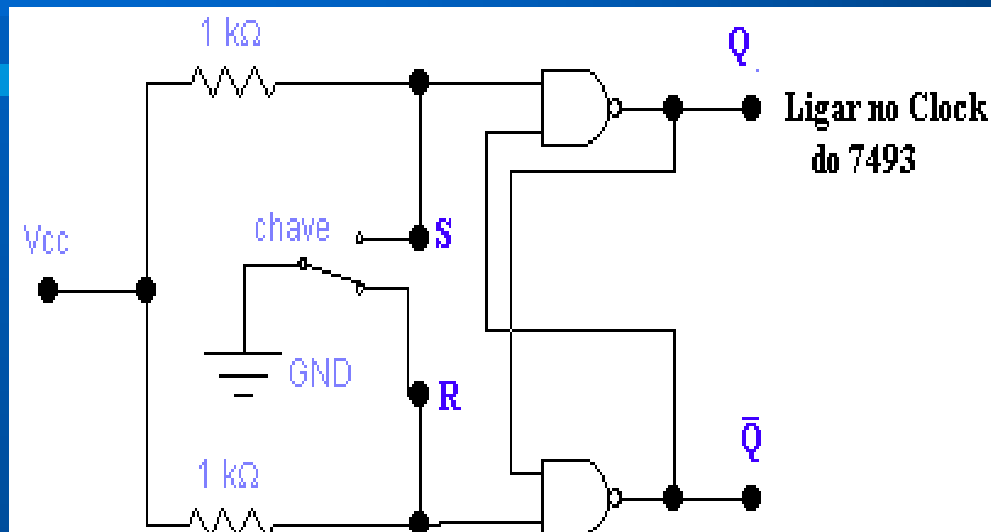
RESET INPUTS		OUTPUT			
R <sub>0</sub> (1)	R <sub>0</sub> (2)	Q <sub>D</sub>	Q <sub>C</sub>	Q <sub>B</sub>	Q <sub>A</sub>
H	H	L	L	L	L
L	X	COUNT			
X	L	COUNT			

NOTES: A. Output Q<sub>A</sub> is connected to input CKB for BCD count.  
B. Output Q<sub>D</sub> is connected to input CKA for bi-quinary count.  
C. Output Q<sub>A</sub> is connected to input CKB.  
D. H = high level, L = low level, X = irrelevant

# Utilizando chave H-H para gerar pulsos na entrada de clock



# Eliminador de ruído de chave H-H



Set	Reset	Saída
1	1	Não muda
0	1	Q = 1
1	0	Q = 0
0	0	Inválida*

# contador binário 7493 contando decimal

'92A, 'LS92, '93A, 'LS93  
RESET/COUNT FUNCTION TABLE

RESET INPUTS		OUTPUT			
R <sub>0</sub> (1)	R <sub>0</sub> (2)	Q <sub>D</sub>	Q <sub>C</sub>	Q <sub>B</sub>	Q <sub>A</sub>
H	H	L	L	L	L
L	X	COUNT			
X	L	COUNT			

'93A, 'LS93  
COUNT SEQUENCE  
(See Note C)

COUNT	OUTPUT			
	Q <sub>D</sub>	Q <sub>C</sub>	Q <sub>B</sub>	Q <sub>A</sub>
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H
10	H	L	H	L
11	H	L	H	H
12	H	H	L	L
13	H	H	L	H
14	H	H	H	L
15	H	H	H	H

QB e QD devem ser ligados às entradas R0(1) e R(02) para zerar em 10 decimal

# *Contadores Assíncronos de Módulo $< 2^n$*

*Crescente*

# Contador Assíncrono Crescente de Módulo $< 2^n$

- **Uso o  $\overline{Clear}$  do FF para reiniciar a contagem;**
- **Projeto: se deseje contar até X:**
  - **Determinar o menor número de FFs necessários ( $2^n \geq X$ ) e monte o contador assíncrono crescente**
  - **Conecte a saída de uma porta NAND ao  $\overline{Clear}$  de todos os FFs**
  - **Determine quais os FFs que estão em nível alto na contagem (X+1) e conecte na porta NAND**



# Contador Assíncrono de Década (Módulo 10)

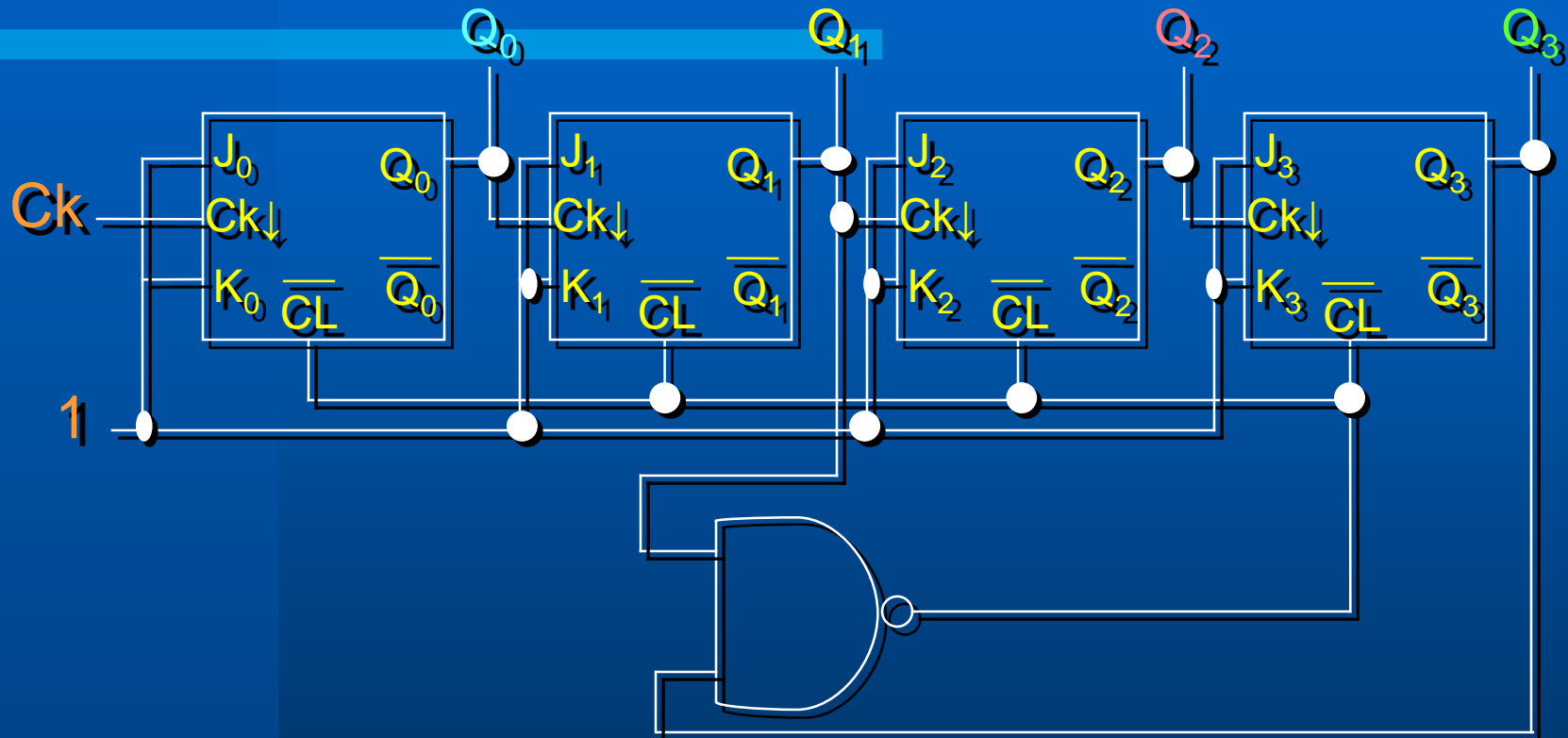
Pulsos Ck	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	CL
0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	0	1
3	0	0	1	1	1
4	0	1	0	0	1
5	0	1	0	1	1
6	0	1	1	0	1
7	0	1	1	1	1
8	1	0	0	0	1
9	1	0	0	1	1
10 *	1	0	1	0	0*

\* Para Clear = 0 →

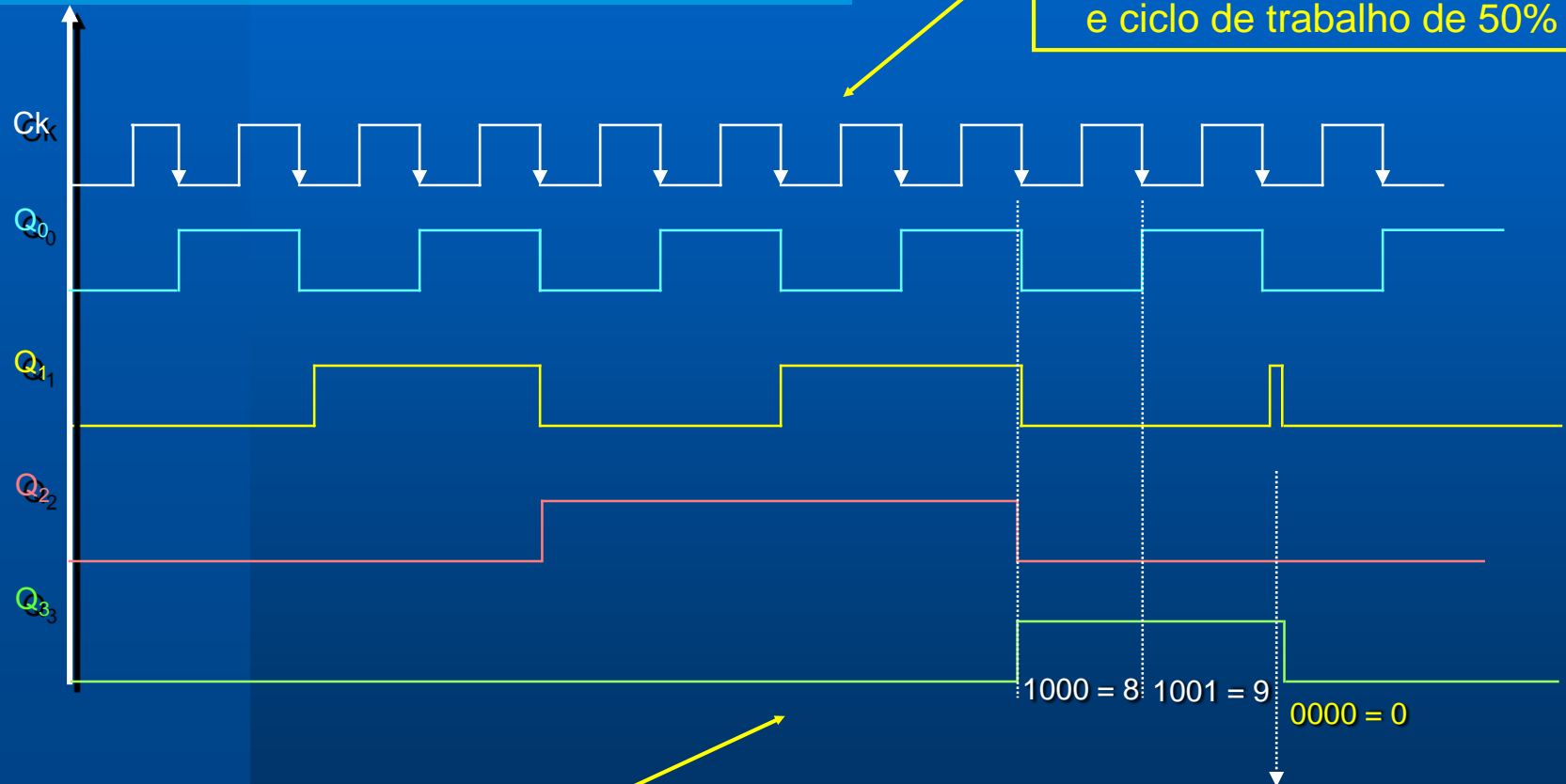
Estado 1010 →

$$\text{Clear} = \overline{Q_3} \overline{Q_1}$$

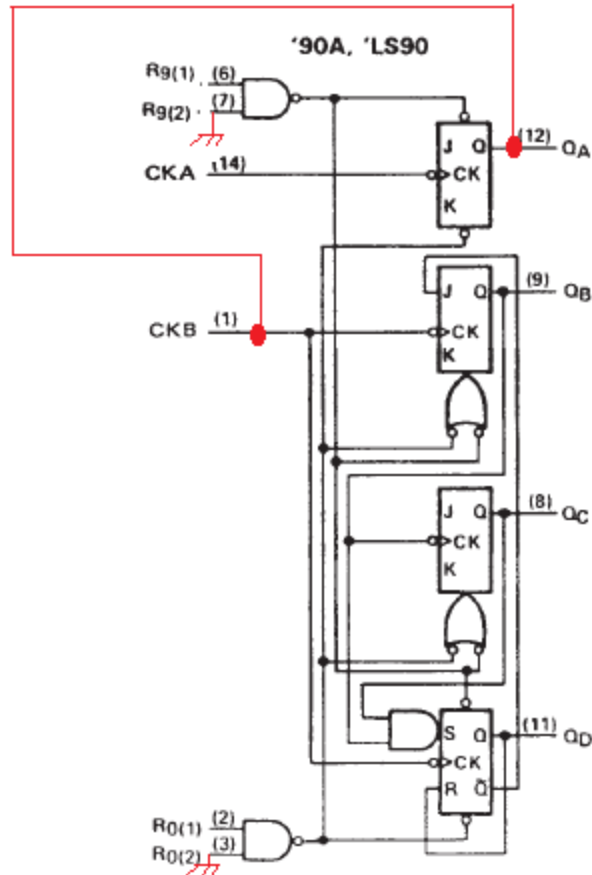
## Circuito do Contador BCD (Módulo 10)



# Circuito do Contador Assíncrono BCD



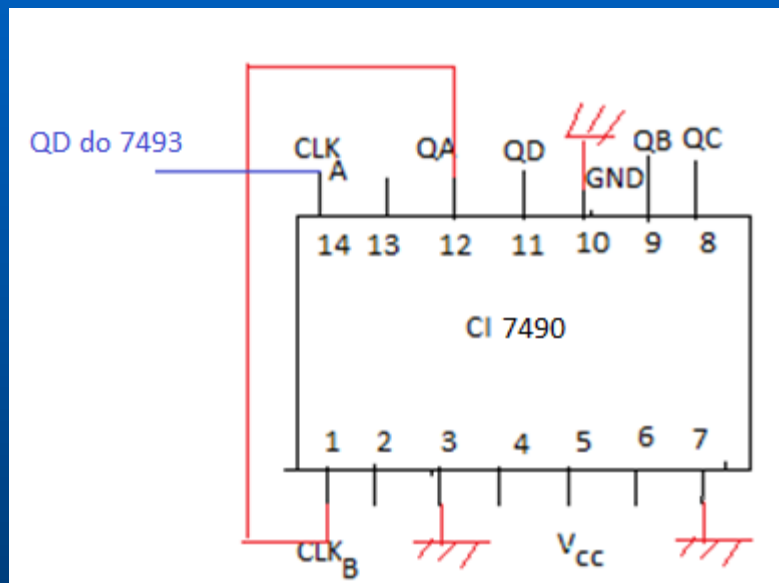
# contador de década 7490



'90A, 'LS90  
RESET/COUNT FUNCTION TABLE

RESET INPUTS				OUTPUT			
R0(1)	R0(2)	R9(1)	R9(2)	QD	QC	QB	QA
H	H	L	X	L	L	L	L
H	H	X	L	L	L	L	L
X	X	H	H	H	L	L	H
X	L	X	L	COUNT			
L	X	L	X	COUNT			
L	X	X	L	COUNT			
X	L	L	X	COUNT			

# ligação do contador de década 7490

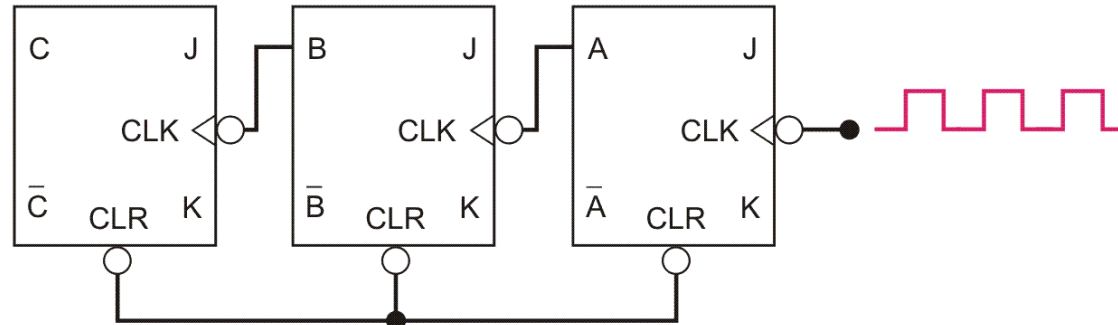


# Contadores Assíncronos de Módulo $< 2^N$

- Na saída MSB do contador, a frequência do clock na entrada é dividida pelo módulo do contador.
- O ciclo de trabalho da onda de saída só é de 50% se o contador for de módulo  $= 2^n$
- Para contadores de módulo  $< 2^n$ , o ciclo de trabalho da onda resultante será sempre menor do que 50%.

# Exemplo: Contador Assíncrono de Módulo 6

Todas as entradas J e k estão em nível 1.

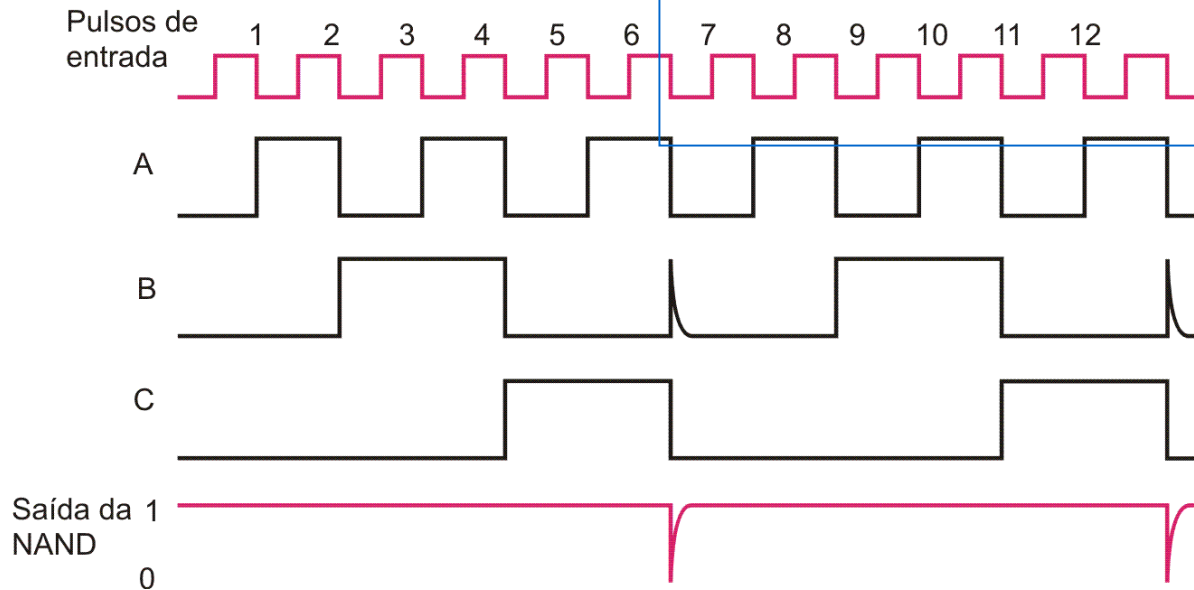


Ciclo de trabalho em C =  $2/6 = 33.3\%$

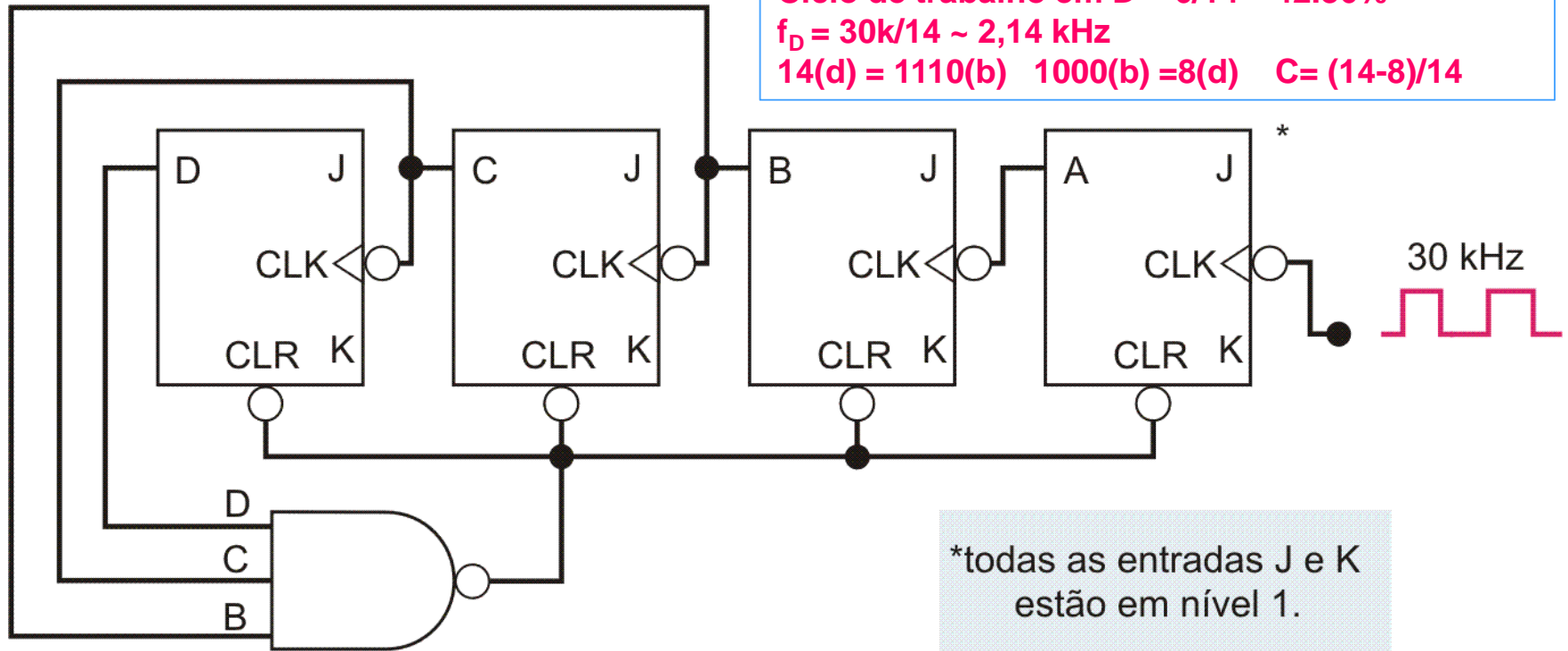
$$f_c = f_{ck} / 6$$

$$6(d) = 110(b)$$

$$C = \frac{110(b) - 100(b)}{110(b)} = \frac{6(d) - 4(d)}{6(d)} = \frac{2(d)}{6(d)}$$



# Exemplo: Contador Assíncrono de Módulo 14



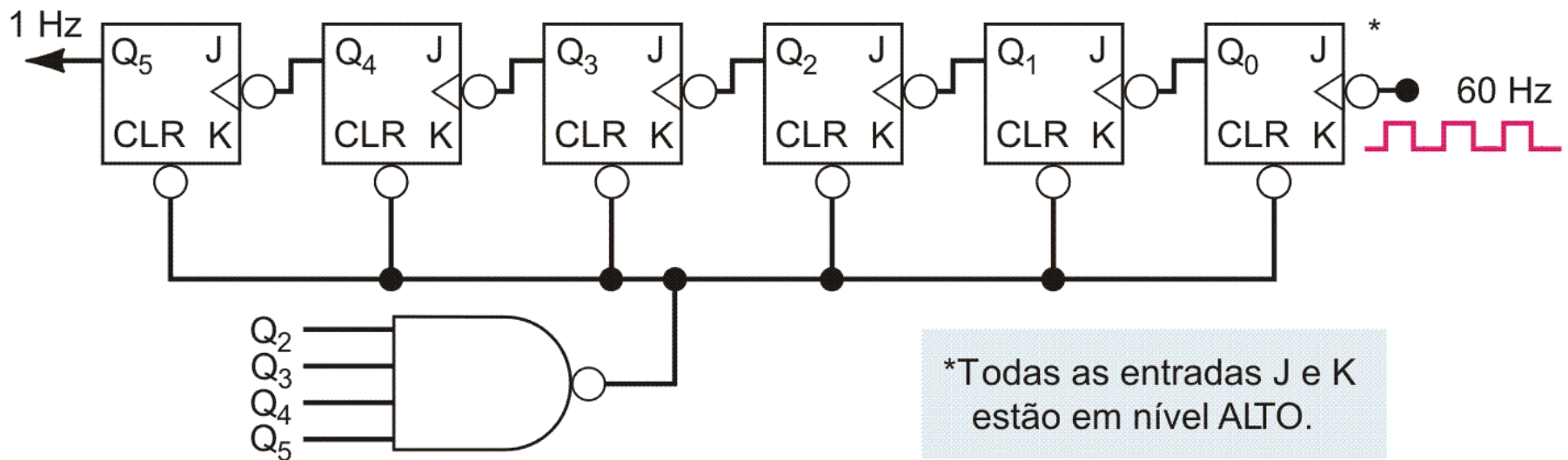
(a)



## Exemplo: Contador Assíncrono de Módulo 60

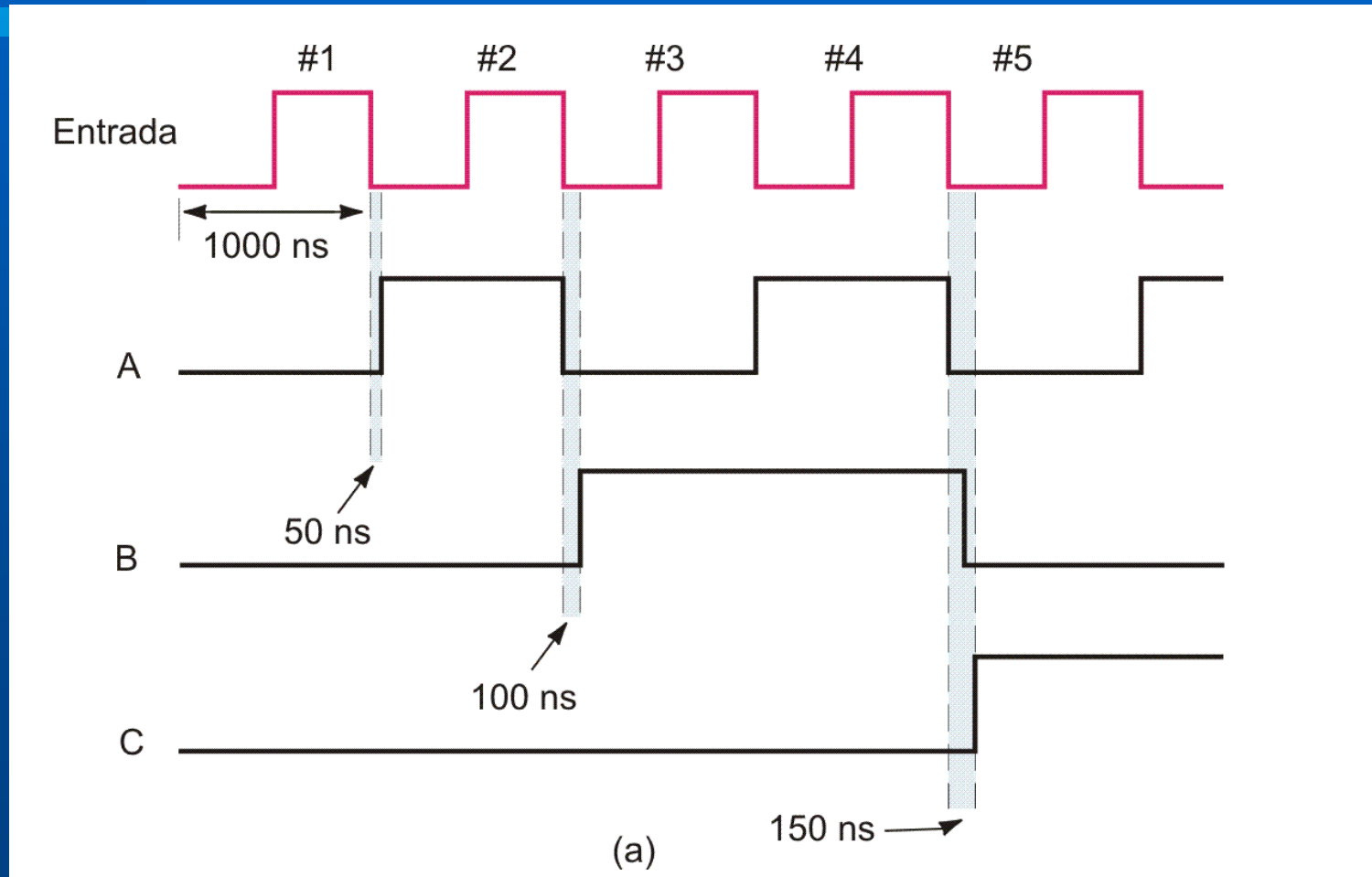
- $2^6 = 64$
- $60_{(d)} = 111100_{(b)}$

Ciclo de trabalho em  $Q_5 = 28/60 \sim 46.67\%$



# Atraso de Propagação:

## Contadores Assíncronos





FIM