



Contadores Síncronos

- Disciplina: Técnicas Digitais
- Aula - Contadores Síncronos
- Bibliografia Básica:
 - Sistemas Digitais: Princípios e Aplicações, Ronald J. Tocci e Neal S. Widmer



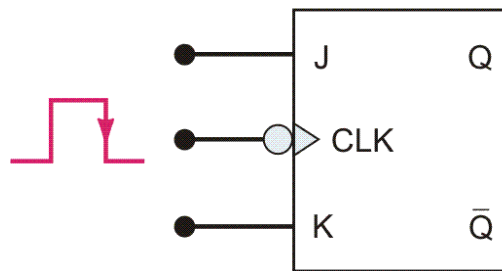
Contadores Síncronos

- Contadores são circuitos digitais que variam os seus estados, sob o comando de um *clock*, de acordo com uma seqüência pré-determinada.
- São utilizados em:
 - Contagens
 - divisores de frequência e tempo,
 - geradores de formas de onda,
 - conversão de analógico para digital,

Contadores

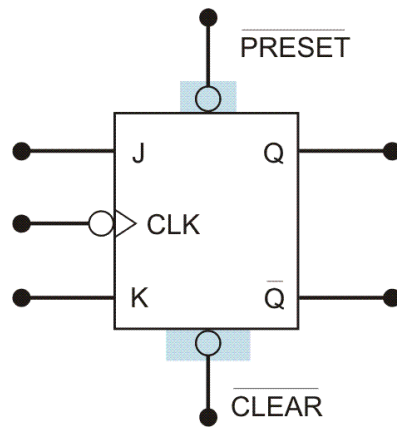
Flip-Flop JK

- Flip-flop J-K disparados nas transições negativas do clock



J	K	CLK	Q
0	0	—	Q_0 (não muda)
1	0	—	1
0	1	—	0
1	1	—	$\overline{Q_0}$ (comuta)

- Entradas Assíncronas



PRESET	CLEAR	Resposta do FF
1	1	Operação com clock*
0	1	$Q = 1$ (independente do CLK)
1	0	$Q = 0$ (independente do CLK)
0	0	Não usada

*Q responderá a JK e CLK



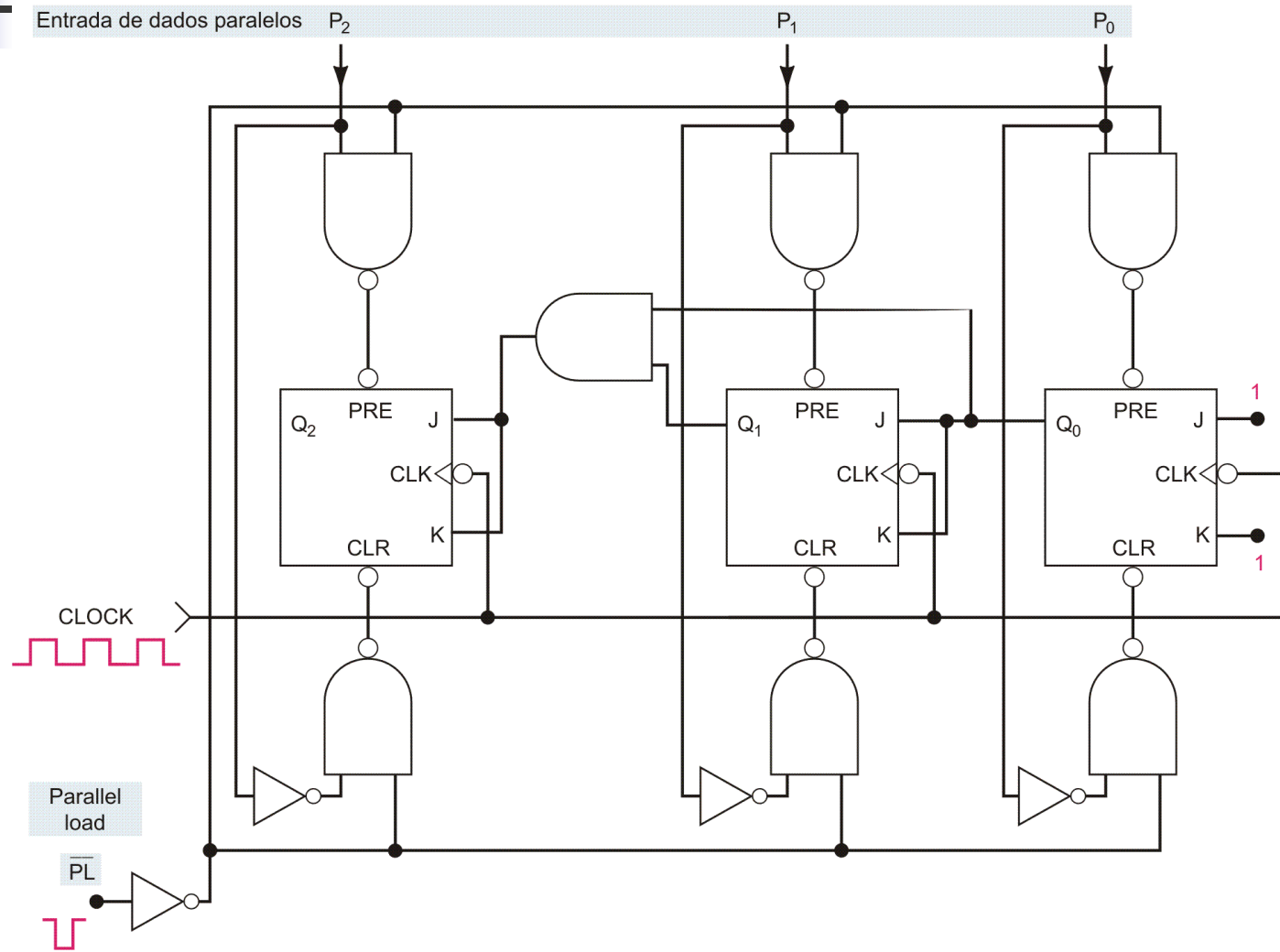
Contadores Síncronos

- As entradas do Clock de todos os FFs estão conectadas juntas, de modo que o sinal é aplicado em cada FF simultaneamente.
- Apenas o FF do bit menos significativos tem suas entradas em nível "1";
- O contador síncrono necessita de mais circuitos do que um contador assíncrono;

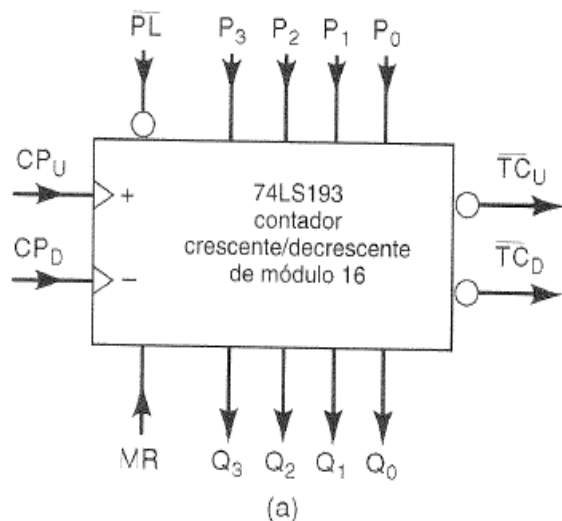
- Cada FF é disparado pela transição negativa do sinal de clock de entrada, assim, todas as transições dos FFs ocorrem ao mesmo tempo.



Contador síncrono com carga paralela assíncrona



Contador síncrono



Seleção dos Modos de Operação

MR	\overline{PL}	CP_U	CP_D	Modo
H	X	X	X	Reset assíncrono
L	L	X	X	Carga assíncrona
L	H	H	H	Não muda
L	H	\uparrow	H	Contagem crescente
L	H	H	\uparrow	Contagem decrescente

H = HIGH = ALTO L = LOW = BAIXO

X = Não importa (*don't care*) \uparrow = transição positiva

(c)

Pino	Descrição
CP_U	Entrada de clock para contagem crescente (ativo na subida)
CP_D	Entrada de clock para contagem decrescente (ativo na subida)
MR	Entrada assíncrona de reset geral (ativa em ALTO)
\overline{PL}	Entrada assíncrona de carga paralela (ativa em BAIXO)
P_0-P_3	Entradas de dados paralelos
Q_0-Q_3	Saídas dos flip-flops
$\overline{TC_D}$	Saída de contagem terminal decrescente (ativa em BAIXO)
$\overline{TC_U}$	Saída de contagem terminal crescente (ativa em BAIXO)

(b)

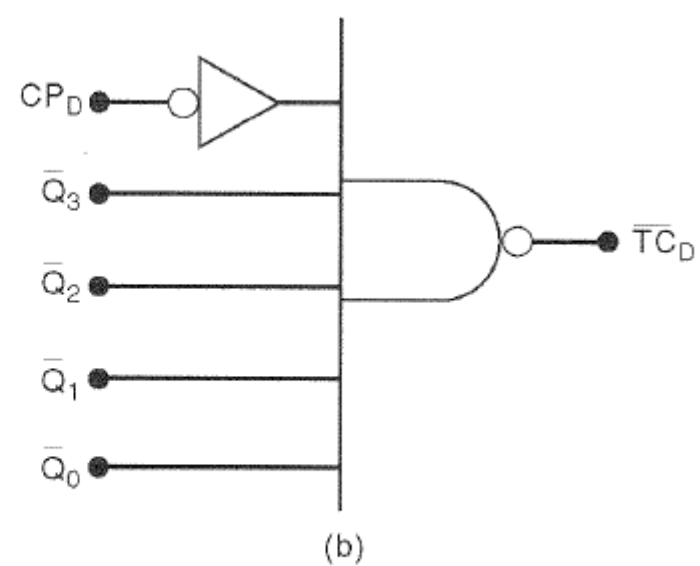
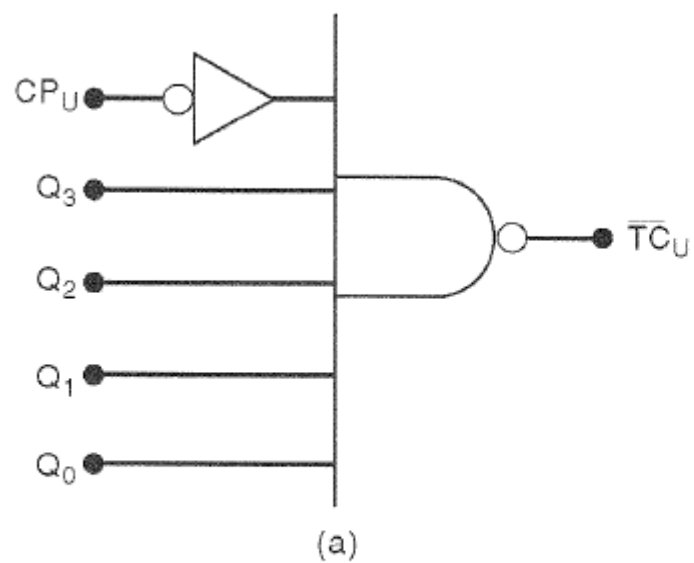
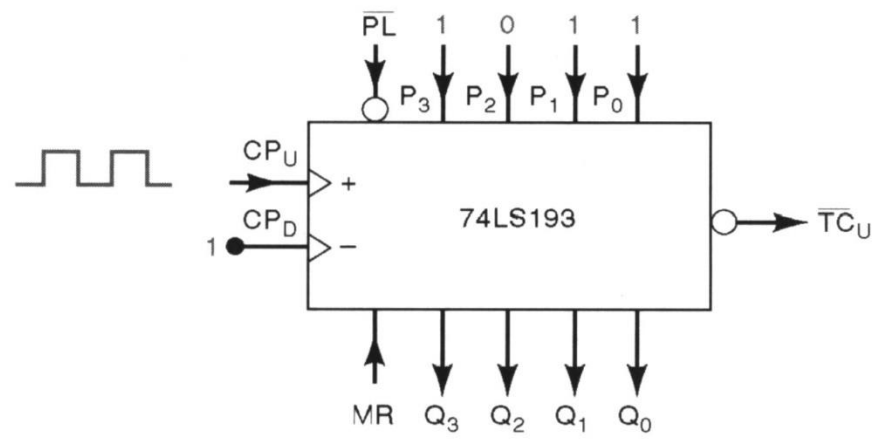
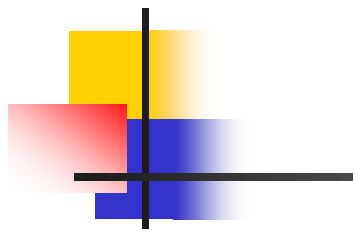
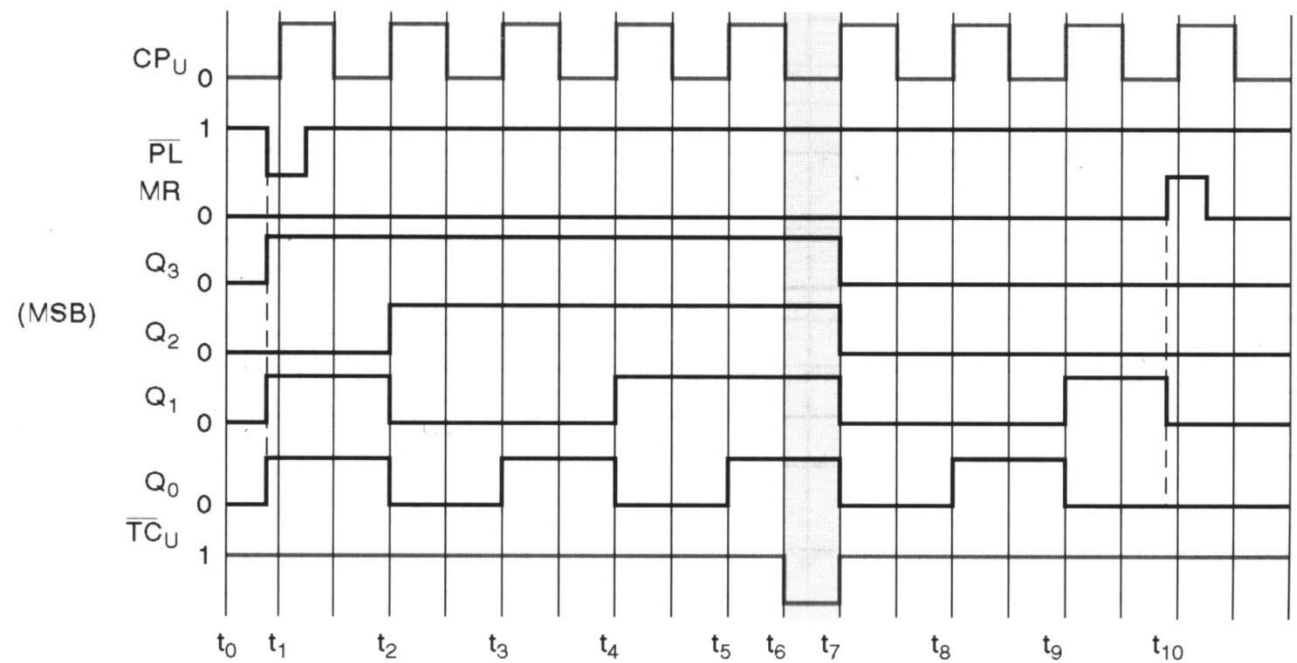


Fig. 7-21 - (a) Lógica no 74LS193 para geração do sinal $\overline{TC_U}$; (b) lógica para geração do sinal $\overline{TC_D}$.

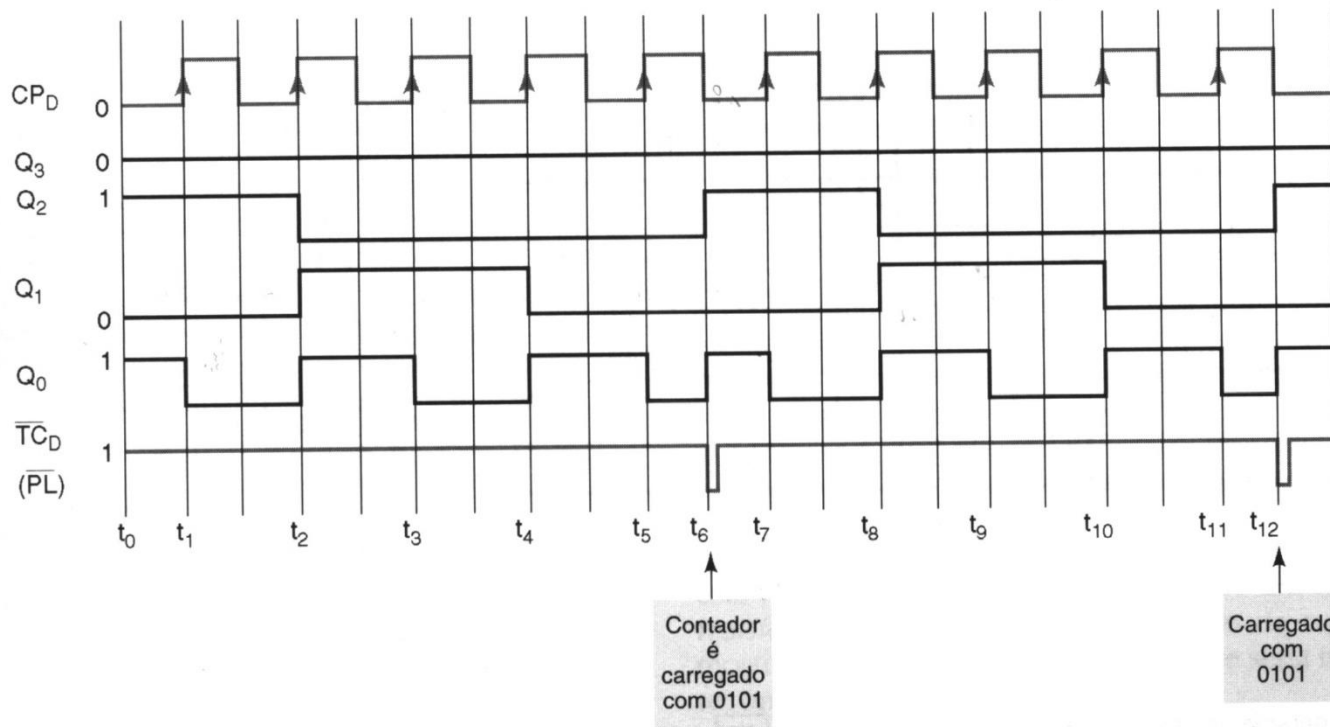
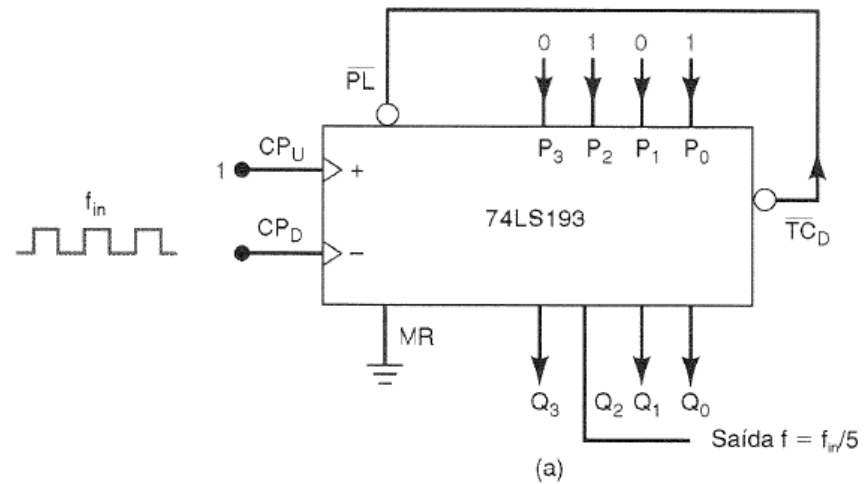


(a)

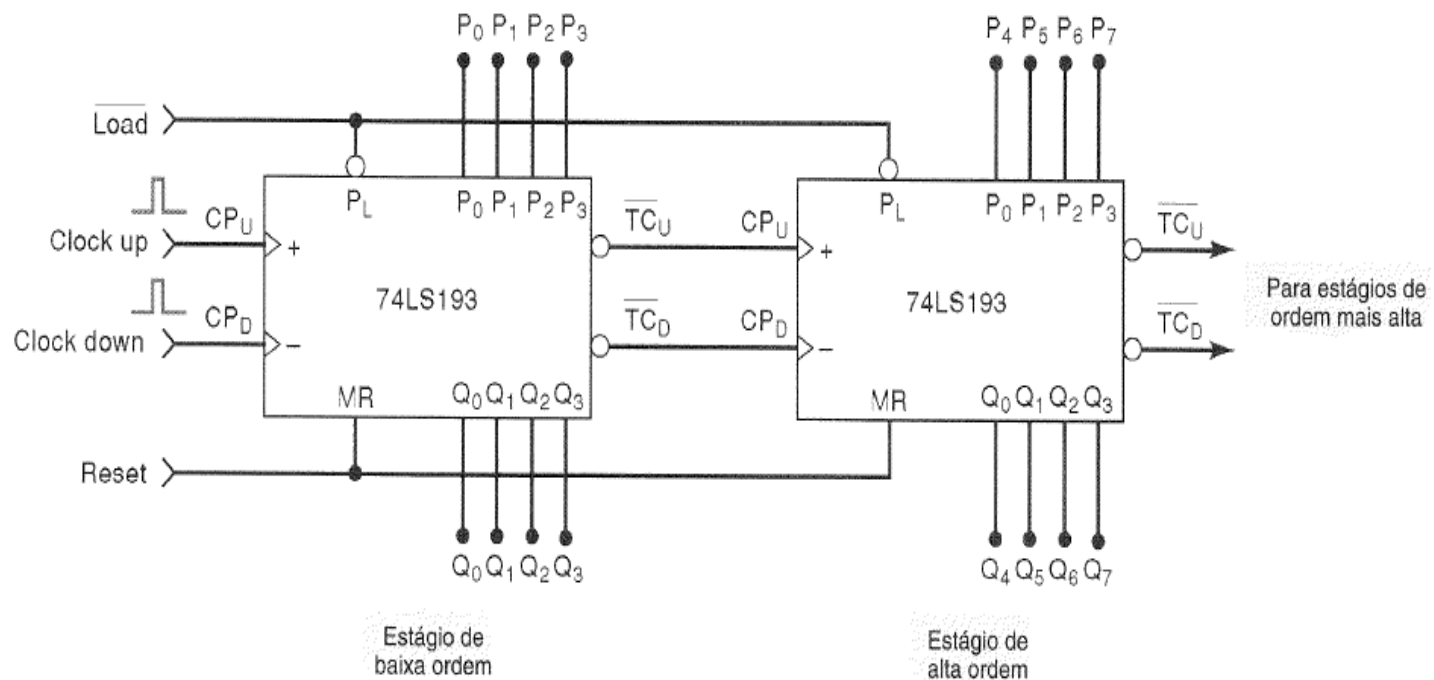


(b)

exemplo



Exemplo



Obs.: A entrada reset tem prioridade sobre as entradas \overline{Load} e as entradas de clock.
A entrada Load tem prioridade sobre as entradas de clock.

Fig. 7-25 - Dois 74LS193s conectados em um arranjo de dois estágios para estender o intervalo máximo de contagem.



Procedimentos de Projeto dos contadores síncronos

- Obter o diagrama de transição de estados
- Atribuir uma combinação binária (um número) a cada estado do diagrama
- Obter a tabela de transição de estados
- Escolher o tipo de *flip-flops* a utilizar
- Obter as equações de entrada de cada *flip-flop*
- Obter as equações das saídas
- Desenhar o circuito



Exemplo de um projeto

Implementar um contador síncrono que conte de 000 a 100 usando FF do tipo JK

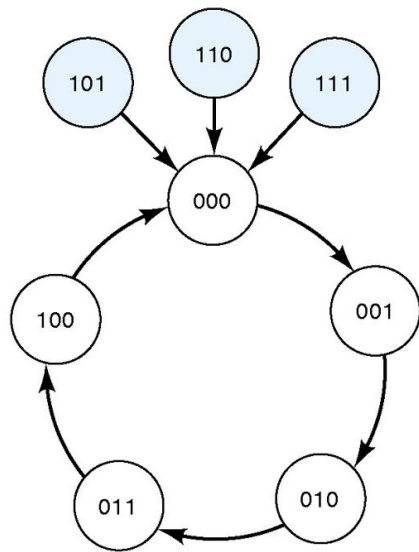
- Tabela de transição de estados

Transição na saída	Estado atual $Q(n)$	Próximo estado $Q(n+1)$	J	K
0->0	0	0	0	x
0->1	0	1	1	x
1->0	1	0	x	1
1->1	1	1	x	0

A tabela mostra o que se tem colocar nas entradas J e K, de modo a ter a transição de estados indicada;

Exemplo de um projeto

Pretende-se obter um circuito que implemente o seguinte diagrama de transição de estados.

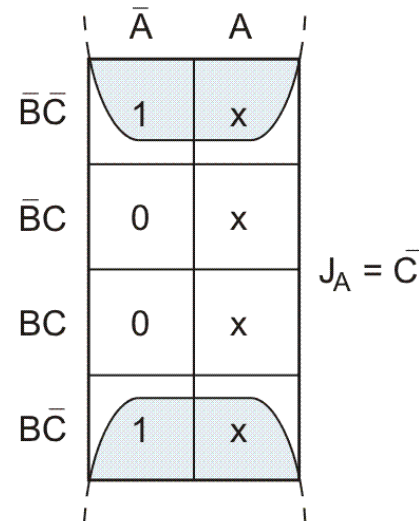


Transição na saída	Estado atual Q(n)	Próximo estado Q(n+1)	J	K
0->0	0	0	0	x
0->1	0	1	1	x
1->0	1	0	x	1
1->1	1	1	x	0

Estado atual			Próximo estado			Flip-flops		
C	B	A	C	B	A	J _C K _C	J _B K _B	J _A K _A
0	0	0	0	0	1	0X	0X	1X
0	0	1	0	1	0	0X	1X	X1
0	1	0	0	1	1	0X	X0	1X
0	1	1	1	0	0	1X	X1	X1
1	0	0	0	0	0	X1	0X	0X
1	0	1	0	0	0	X1	0X	X1
1	1	0	0	0	0	X1	X1	0X
1	1	1	0	0	0	X1	X1	X1

Mapas de Karnaugh para os circuitos lógicos

ATUAL			J_A
C	B	A	
0	0	0	1
0	0	1	x
0	1	0	1
0	1	1	x
1	0	0	0
1	0	1	x
1	1	0	0
1	1	1	x



	\bar{A}	A
$\bar{B}\bar{C}$	0	0
$\bar{B}C$	x	x
BC	x	x
$B\bar{C}$	0	1

$$J_C = AB$$

	\bar{A}	A
$\bar{B}\bar{C}$	x	x
$\bar{B}C$	1	1
BC	1	1
$B\bar{C}$	x	x

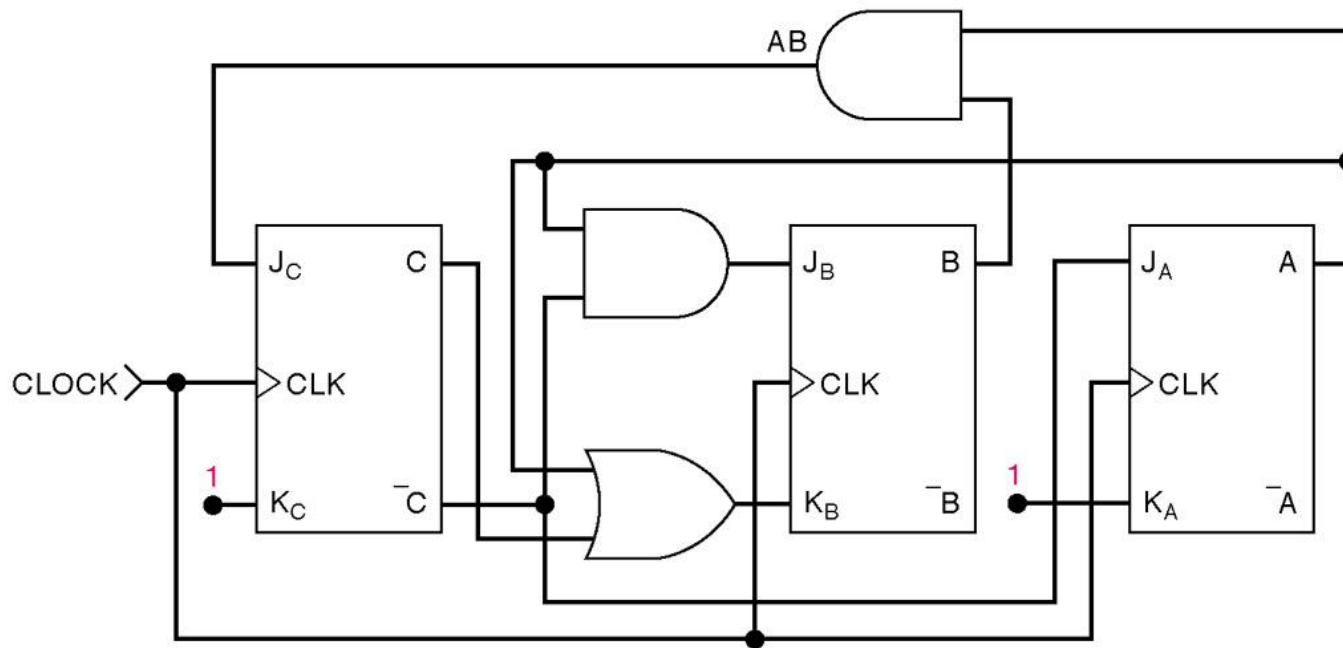
$$K_C = 1$$

	\bar{A}	A
$\bar{B}\bar{C}$	0	1
$\bar{B}C$	0	0
BC	x	x
$B\bar{C}$	x	x

$$J_B = \bar{A}C$$

	\bar{A}	A
$\bar{B}\bar{C}$	x	x
$\bar{B}C$	x	x
BC	1	1
$B\bar{C}$	0	1

$$K_B = A + C$$





Exercício

- Implementar um contador Síncrono que conte de 3 a 8.