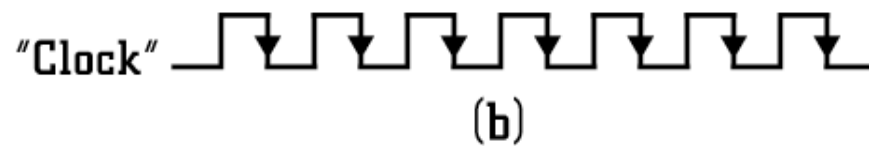
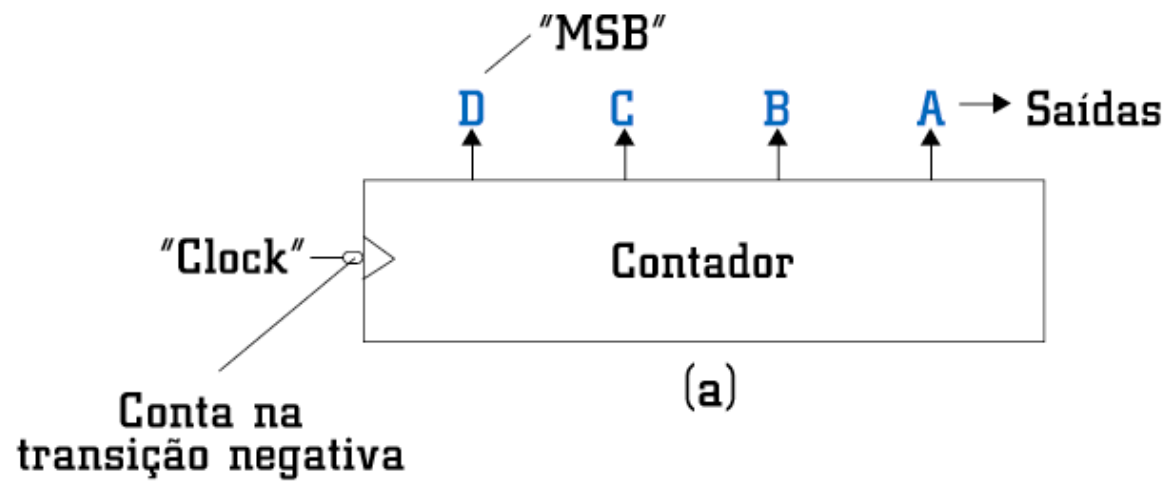


CONTADORES

- Entender o funcionamento dos contadores digitais
- Trabalhar com contadores assíncronos e síncronos
- Conhecer os principais circuitos comerciais MSI
- Projetar divisores de frequência
- Projetar temporizadores, freqüencímetros, relógios e alarmes
- Trabalhar com circuitos comparadores
- Trabalhar com osciladores, monoestáveis e estáveis



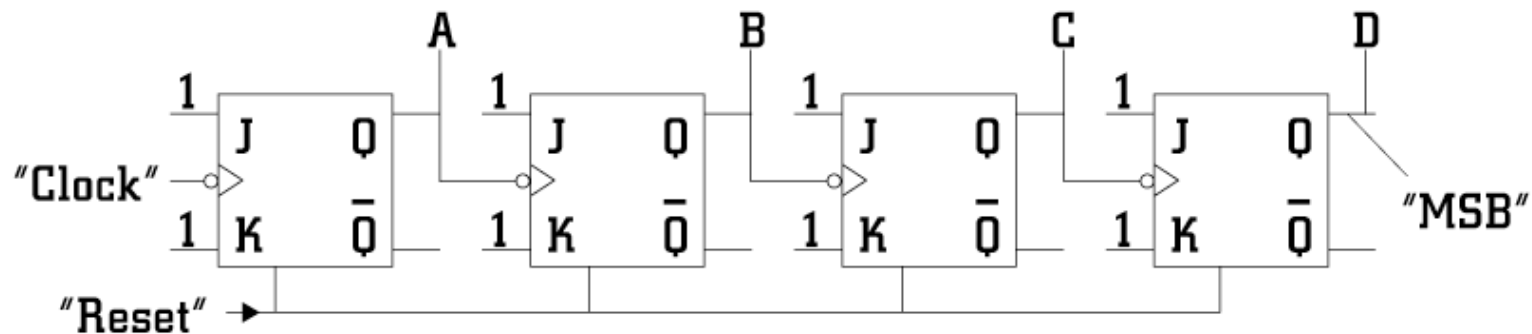
DEFINIÇÕES

Estado: Uma combinação binária presente nas saídas do contador. Ex.: Contador com 16 estados (0 à 15).

Módulo: Número total de estados diferentes que o contador pode assumir. Módulo = 2^N , onde:
N = número de FFs.

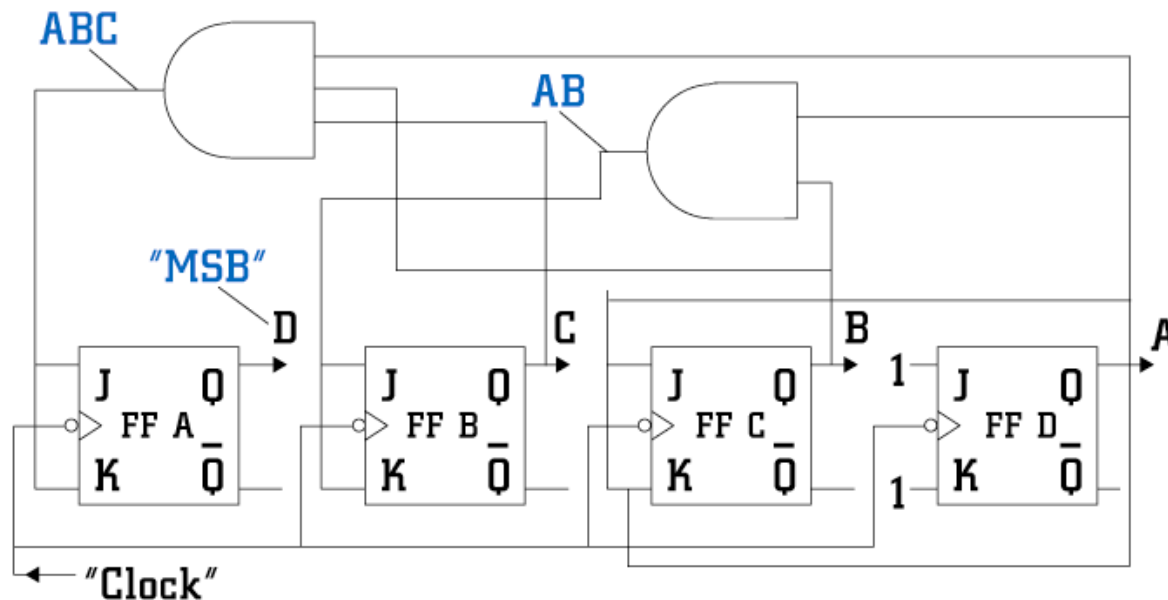
DEFINIÇÕES

Contador Assíncrono: Quando as linhas “clock” dos *flip-flops* são diferentes.



DEFINIÇÕES

Contador Síncrono: Quando as linhas “clock” dos *flip-flops* internos são comuns.

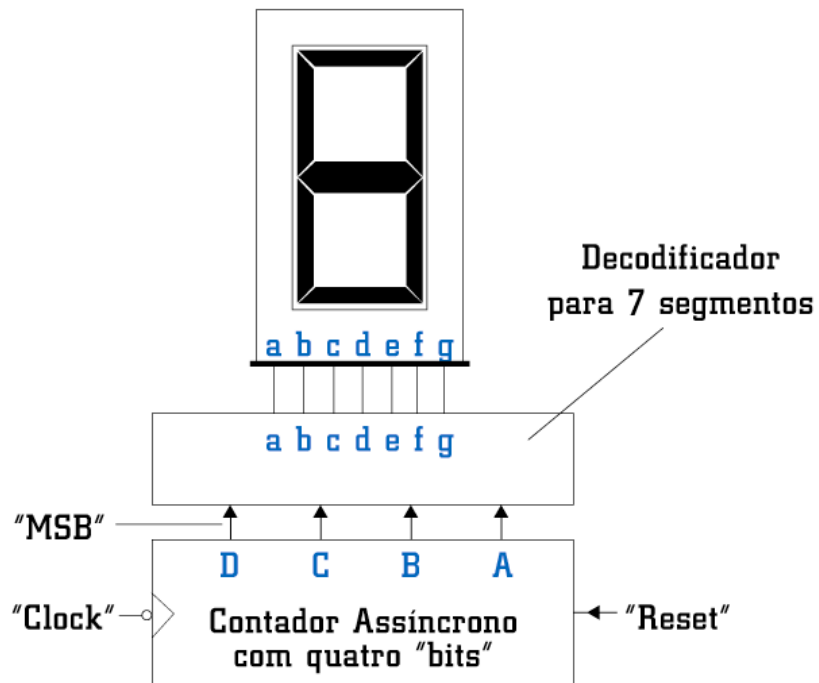
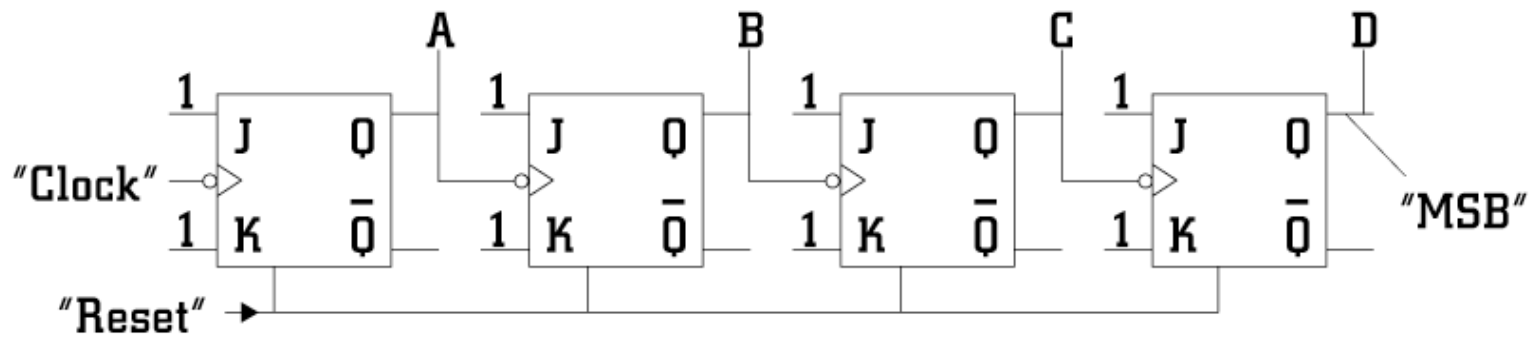


DEFINIÇÕES

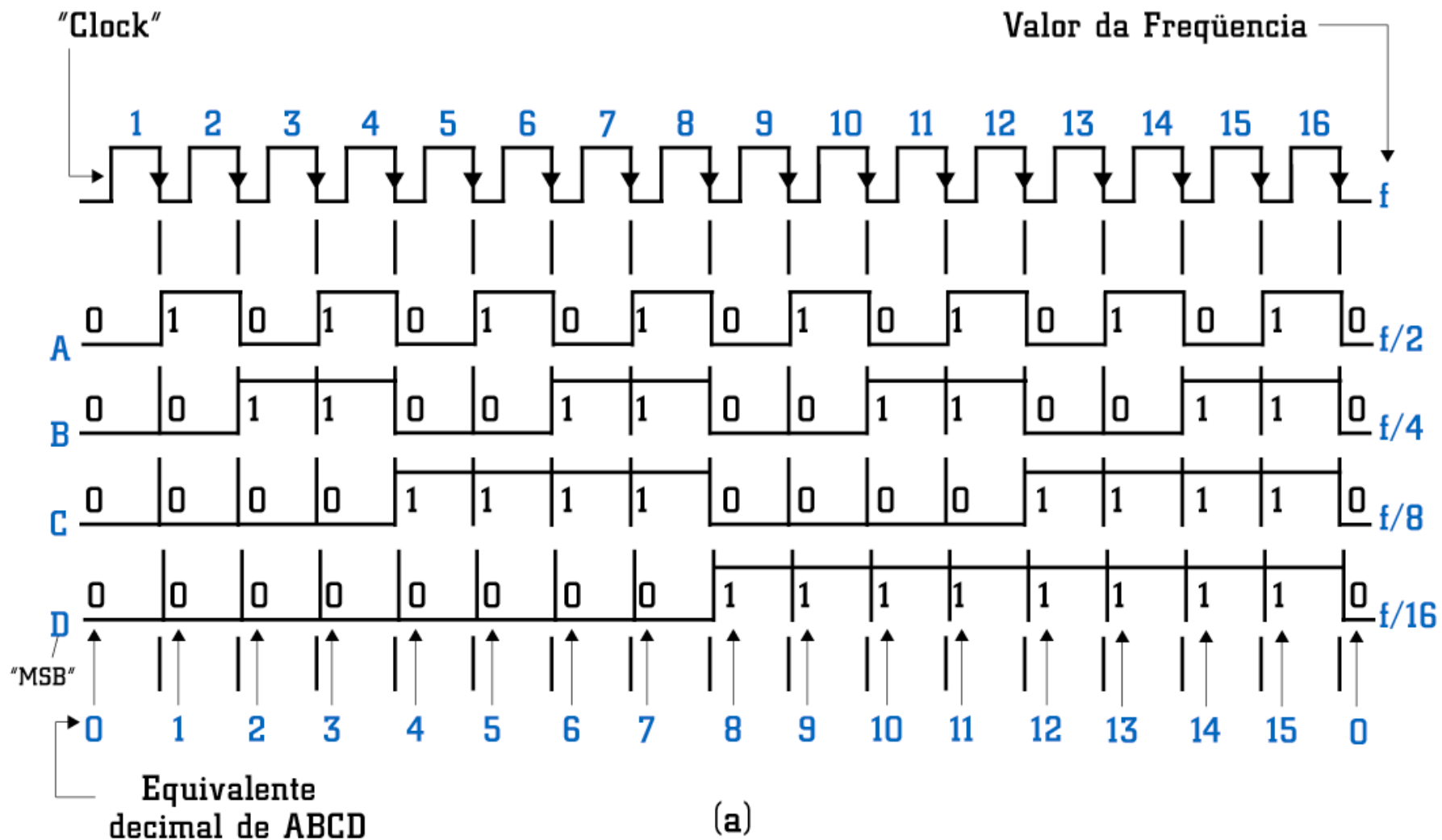
Seqüência de contagem:

- **crescente (0,1,2,3,4,5...)**
- **decrescente (...5,4,3,2,1,0)**
- **qualquer (3,6,4,8,3,4...)**

CONTADOR ASSÍNCRONO CRESCENTE ("UP")



(b)

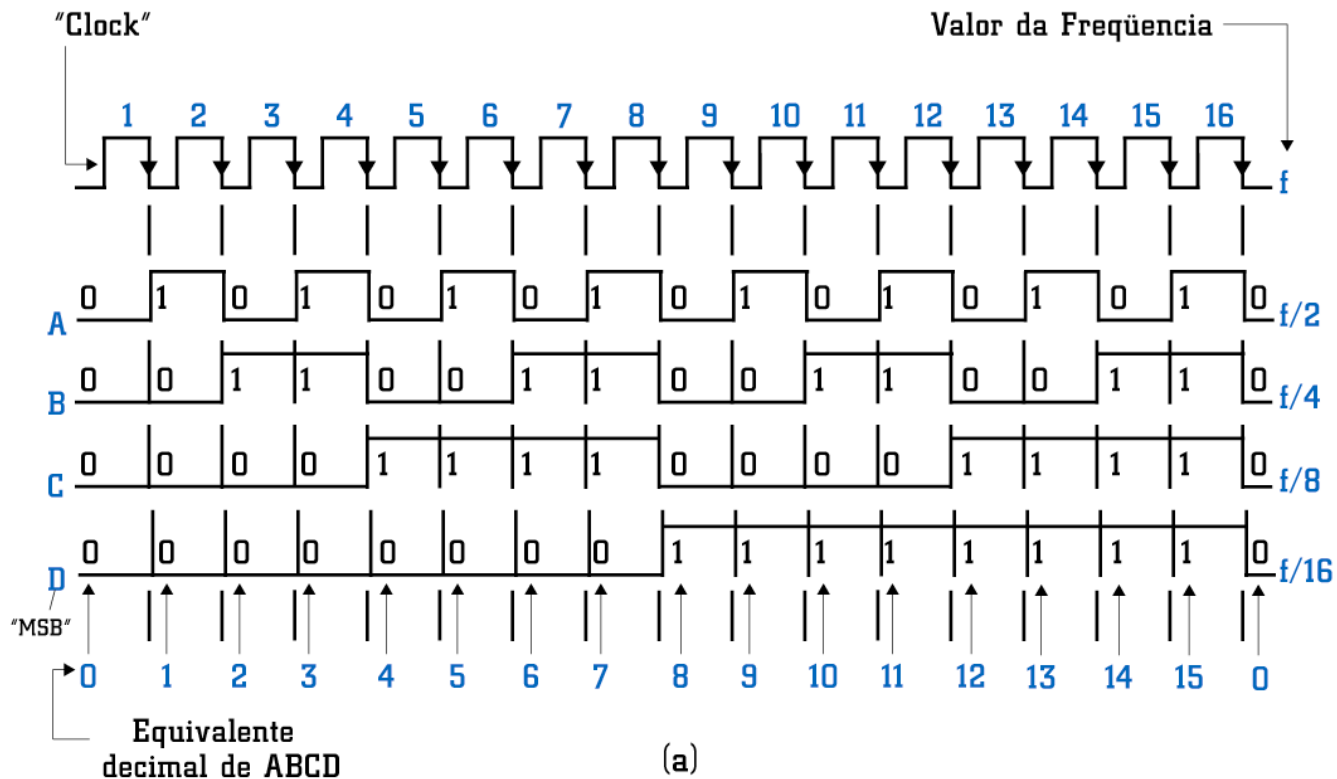
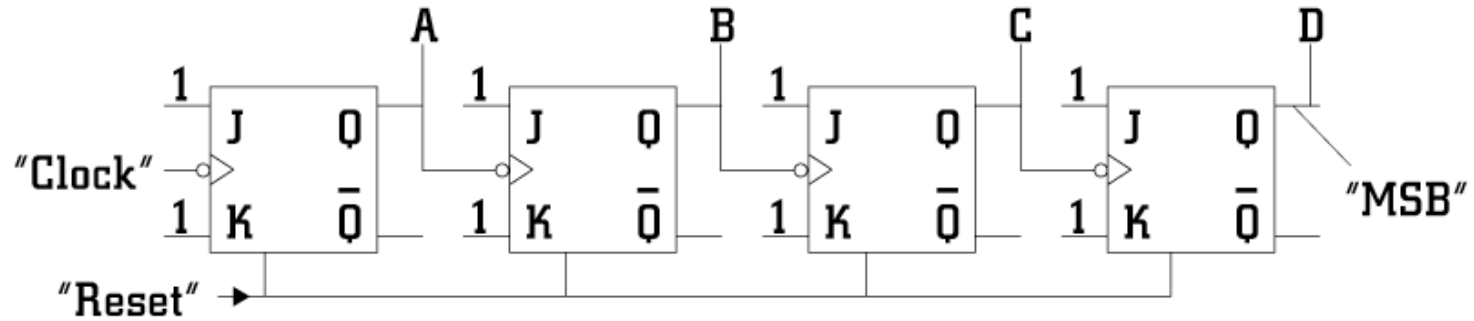


Número de transições negativas no "Clock"	Saídas			
	D	C	B	A
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

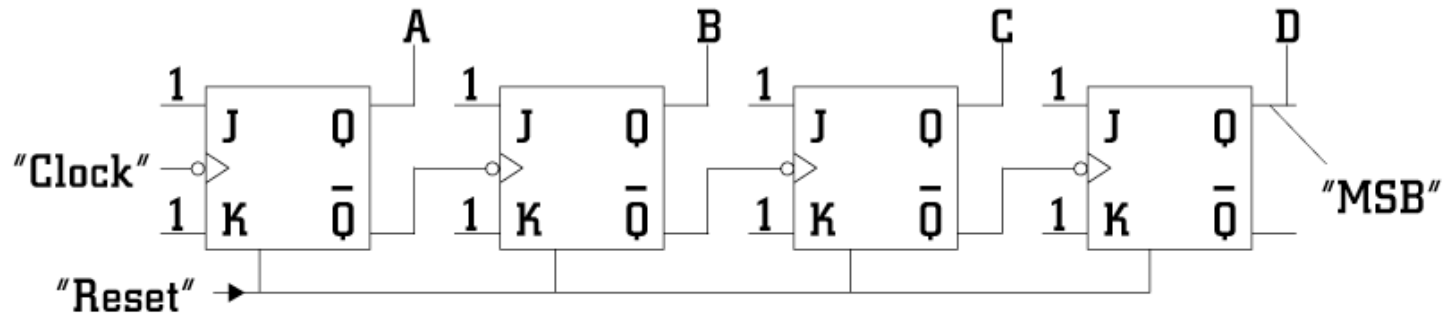
← Estado inicial

(b)

Divisor natural por 2^n

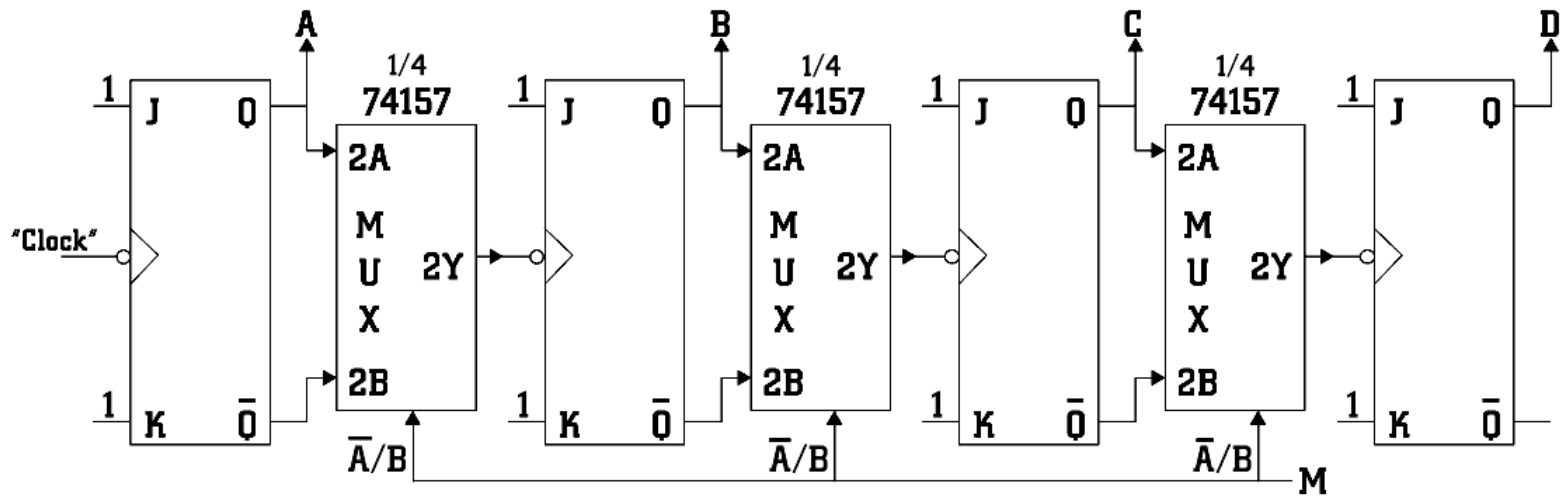


Contador assíncrono Decrescente ("Down")



Exercício: Desenhar a forma de onda.

Contador Assíncrono Reversível (“Up/Down”)

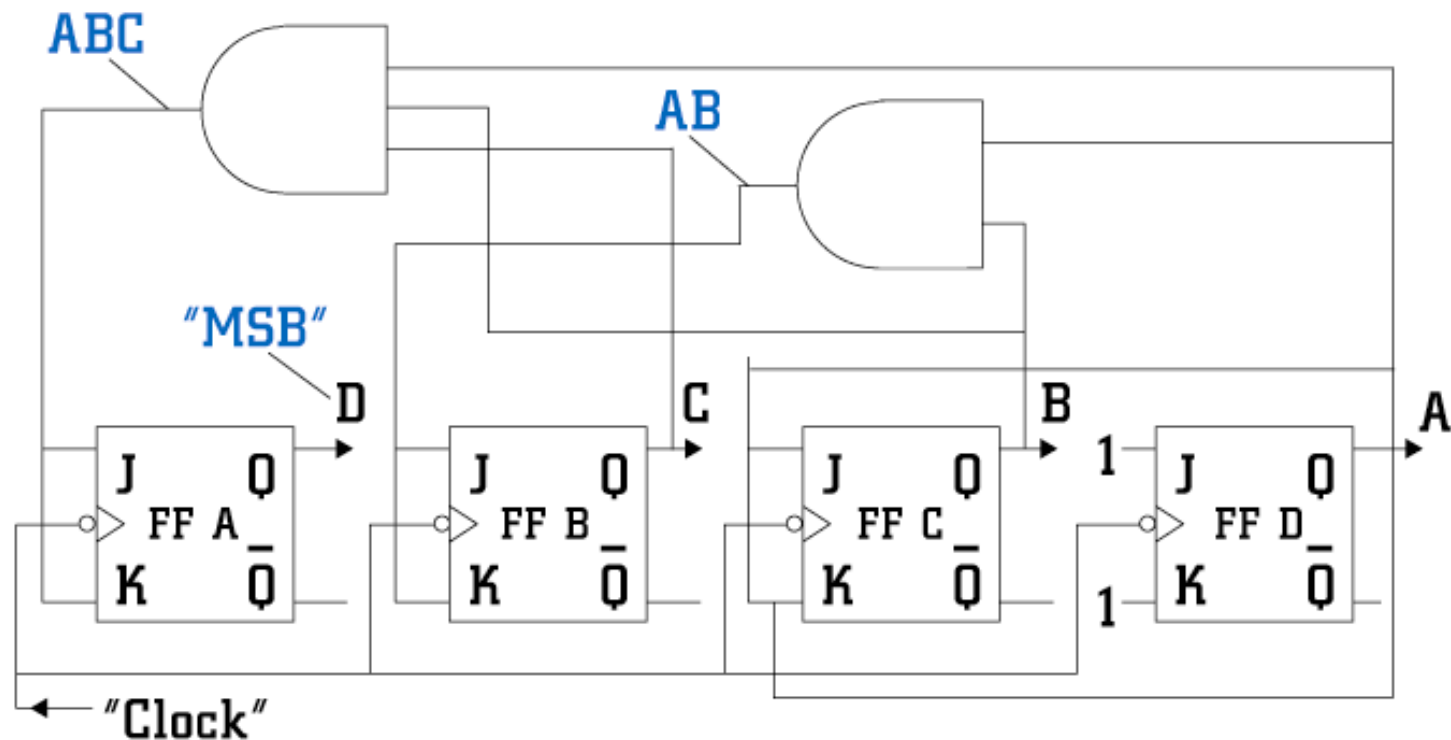


CONTADORES SÍNCRONOS

As entradas *clock* de todos os *flip-flops* são interligadas ao sinal externo *clock*. Desta forma, todos os *flip-flops* são gatilhados ao mesmo tempo, garantindo uma operação mais rápida que o equivalente assíncrono.

CONTADORES SÍNCRONOS

Projeto de síncronos com seqüência natural



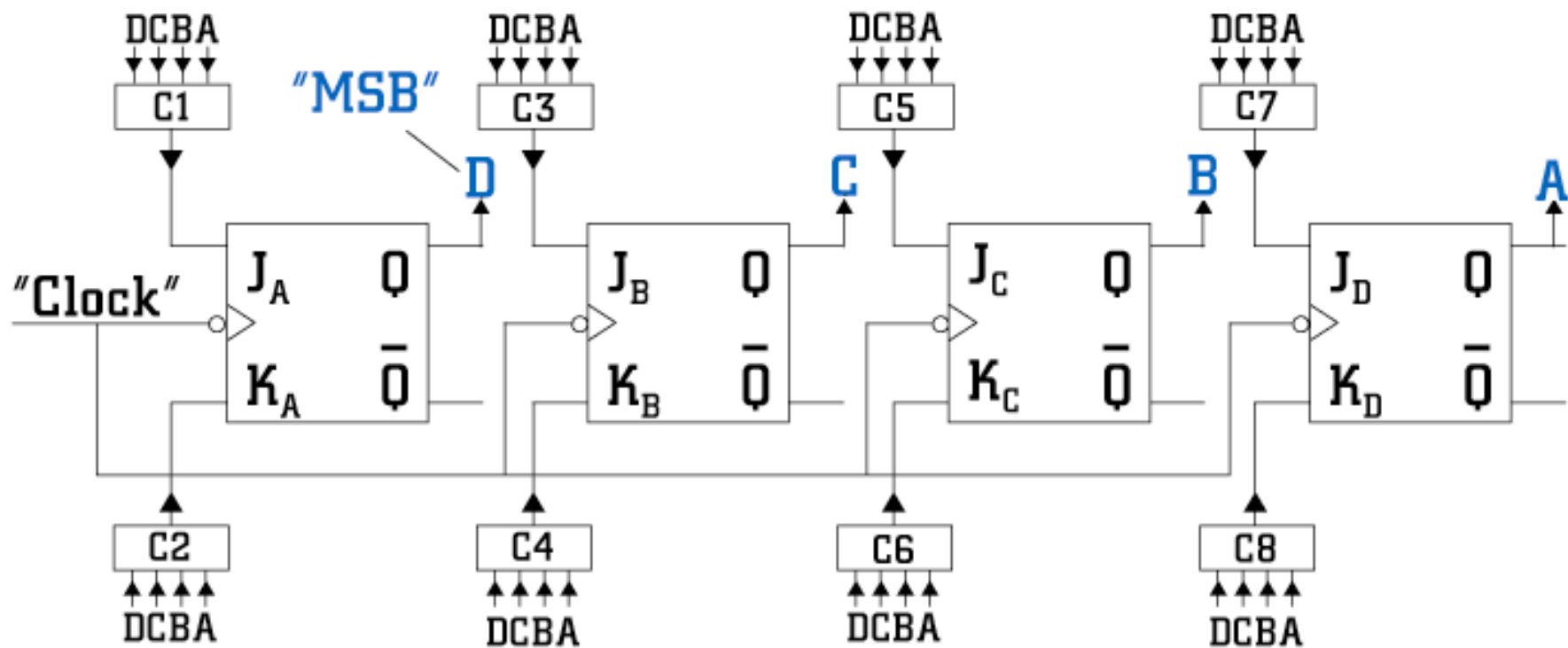
CONTADORES SÍNCRONOS

Projeto de síncronos com seqüência natural

Desenhar o Diagrama de tempo e a tabela de combinações de um projeto de contador síncrono com seqüência natural.

Projeto de síncronos com seqüência não-natural

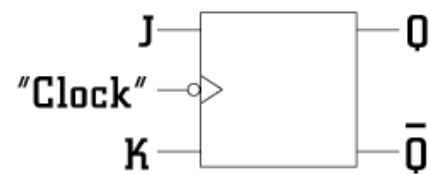
Número de transições ocorridas em "Clock"	Saídas			
	D	C	B	A
0	0	0	0	0
1	0	1	0	1
2	1	1	0	0
3	0	1	1	1
4	0	1	0	0
5	0	0	0	1
6	0	1	1	0
7	0	0	1	1
8	0	0	1	0
9	1	0	0	1
10	1	1	1	0
11	1	1	1	1
12	1	0	0	0
13	1	1	0	1
14	1	0	1	0
15	1	0	1	1



Entradas		Saídas
J _n	K _n	Q _{n+1}
0	0	Q _n
0	1	0
1	0	1
1	1	\bar{Q}_n

← Não Muda

(a)



(b)

Variação desejada na saída		Condições nas entradas para garantir a saída desejada	
Q _n	→ Q _{n+1}	J _n	K _n
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0

Seqüencia	D C B A	J _D K _D	J _C K _C	J _B K _B	J _A K _A
0	0 0 0 0	0 X	1 X	0 X	1 X
5	0 1 0 1	1 X	X 0	0 X	X 1
12	1 1 0 0	X 1	X 0	1 X	1 X
7	0 1 1 1	0 X	X 0	X 1	X 1
4	0 1 0 0	0 X	X 1	0 X	1 X
1	0 0 0 1	0 X	1 X	1 X	X 1
6	0 1 1 0	0 X	X 1	X 0	1 X
3	0 0 1 1	0 X	0 X	X 0	X 1
2	0 0 1 0	1 X	0 X	X 1	1 X
9	1 0 0 1	X 0	1 X	1 X	X 1
14	1 1 1 0	X 0	X 0	X 0	1 X
15	1 1 1 1	X 0	X 1	X 1	X 1
8	1 0 0 0	X 0	1 X	0 X	1 X
13	1 1 0 1	X 0	X 1	1 X	X 1
10	1 0 1 0	X 0	0 X	X 0	1 X
11	1 0 1 1	X 1	0 X	X 1	X 1

(a)

Variação desejada na saída	Condições nas entradas para garantir a saída desejada
Q _n → Q _{n+1}	J _n K _n
0 → 0	0 X
0 → 1	1 X
1 → 0	X 1
1 → 1	X 0

$$J_D = C\bar{B}A + \bar{C}B\bar{A}$$

$$K_D = C\bar{B}\bar{A} + \bar{C}BA$$

$$J_C = \bar{B}$$

$$K_C = \bar{D}\bar{A} + DA$$

$$J_B = DC + \bar{C}\bar{B}$$

$$K_B = CA + DA + \bar{D}\bar{C}\bar{A}$$

$$J_A = K_A = 1$$

(b)

