

# Aula 07

## Contadores Assíncronos

(pág. 296 a 321)

# Slide 1

## Contadores Assíncronos

- Contadores Assíncronos são aqueles onde os biestáveis não são acionados por um sinal de relógio comum. A saída do biestável é ligada no relógio do biestável seguinte.

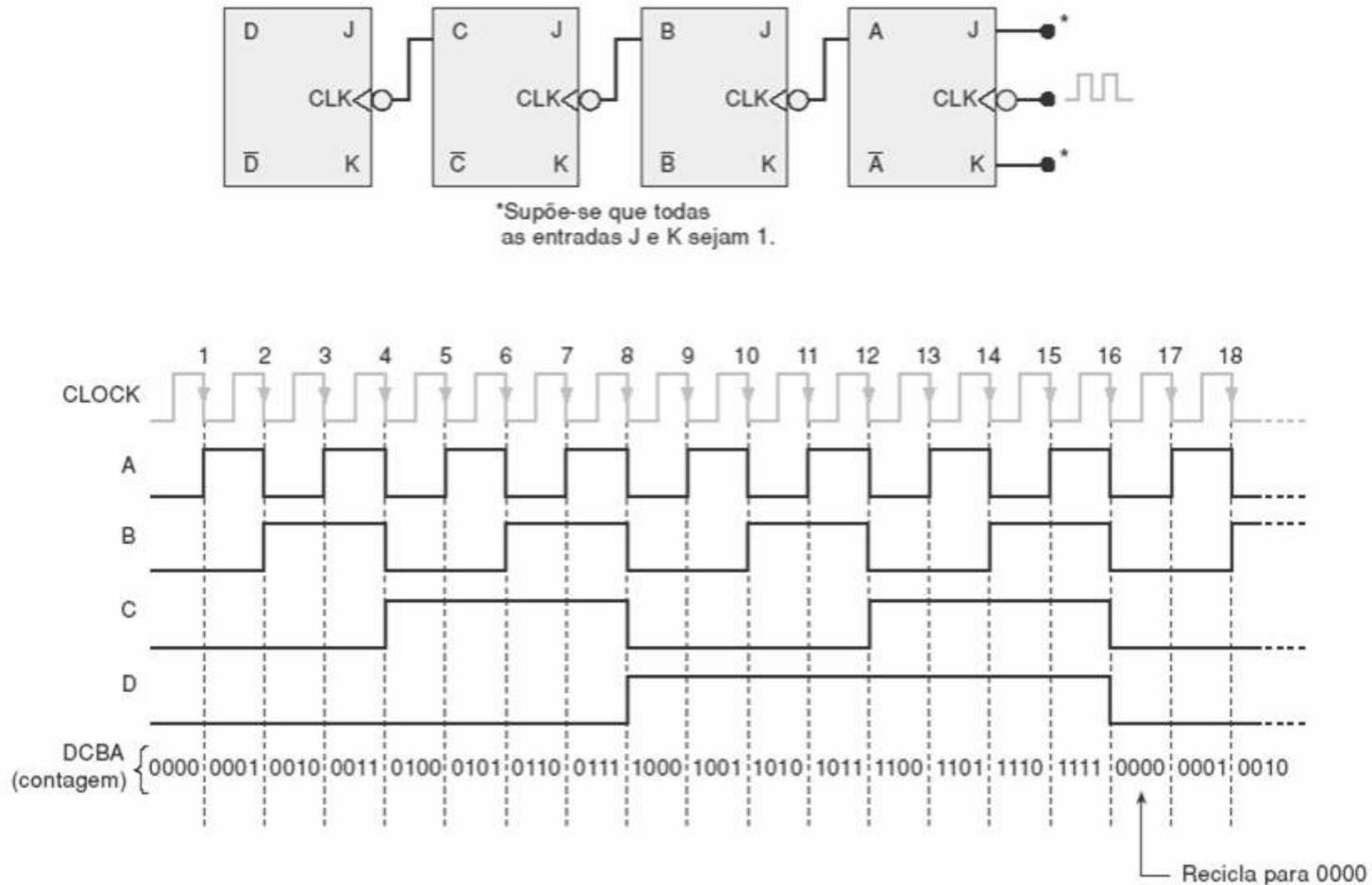


FIGURA 7.1  
Contador assíncrono (ondulante) de quatro bits.

## Slide 2

- Como os FFs não mudam de estado exatamente com o mesmo sincronismo com que os pulsos de clock são aplicados; apenas o FF A responde aos pulsos de clock. O FF B tem de esperar o FF A mudar de estado antes que ele possa comutar; o FF C tem de esperar pelo FF B, e assim por diante.
- Desta forma, existirá um atraso entre as respostas dos FFs sucessivos. Esse atraso é normalmente de 5 a 20 ns por FF.
- Este tipo de contador também é conhecido como *contador ondulante* devido à maneira de os FFs responderem um após o outro como um efeito de ondulação.

## Slide 3

# Divisão de Frequência

- Em um contador básico, cada FF proporciona uma forma de onda de saída que é exatamente a *metade* da frequência da forma de onda na entrada do clock.

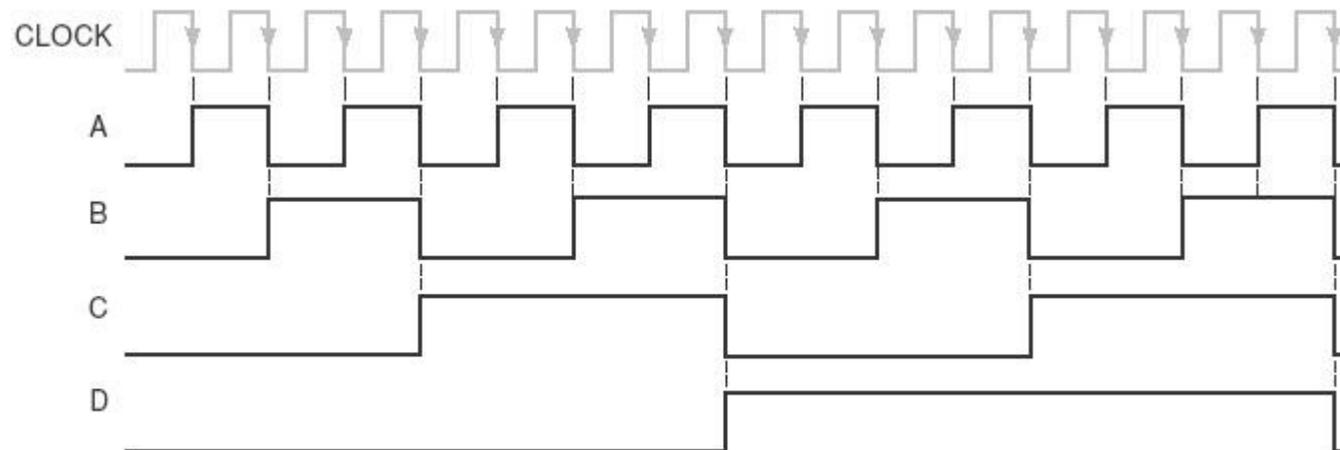


FIGURA 7.2

Formas de onda de um contador mostrando a divisão de frequência por 2 de cada FF.

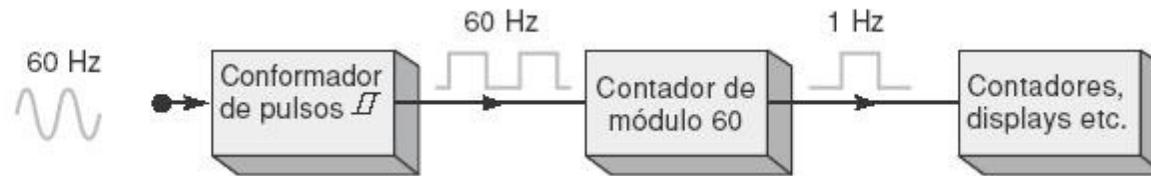
- Para ilustrar, vamos considerar uma frequência do clock de 16 kHz. A forma de onda na saída A é uma onda quadrada de 8 kHz; na saída B é de 4 kHz; na saída C é de 2 kHz; na saída D é de 1 kHz.

## Slide 4

- *Em qualquer contador, o sinal do último FF (ou seja, o MSB) tem uma frequência igual à entrada do clock de entrada dividida pelo módulo do contador.*

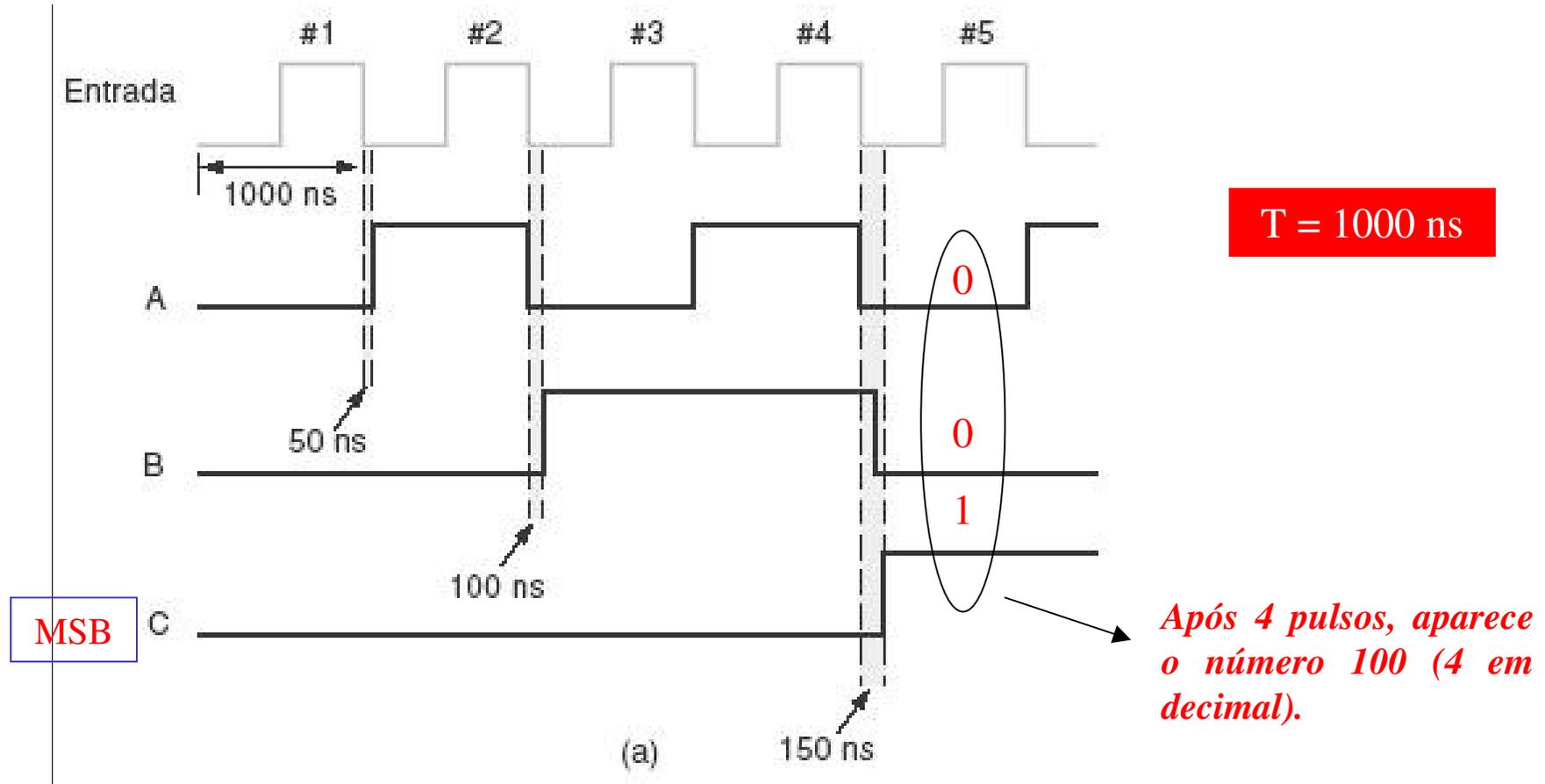
### Exemplo 7.3

FIGURA 7.3  
Exemplo 7.3.



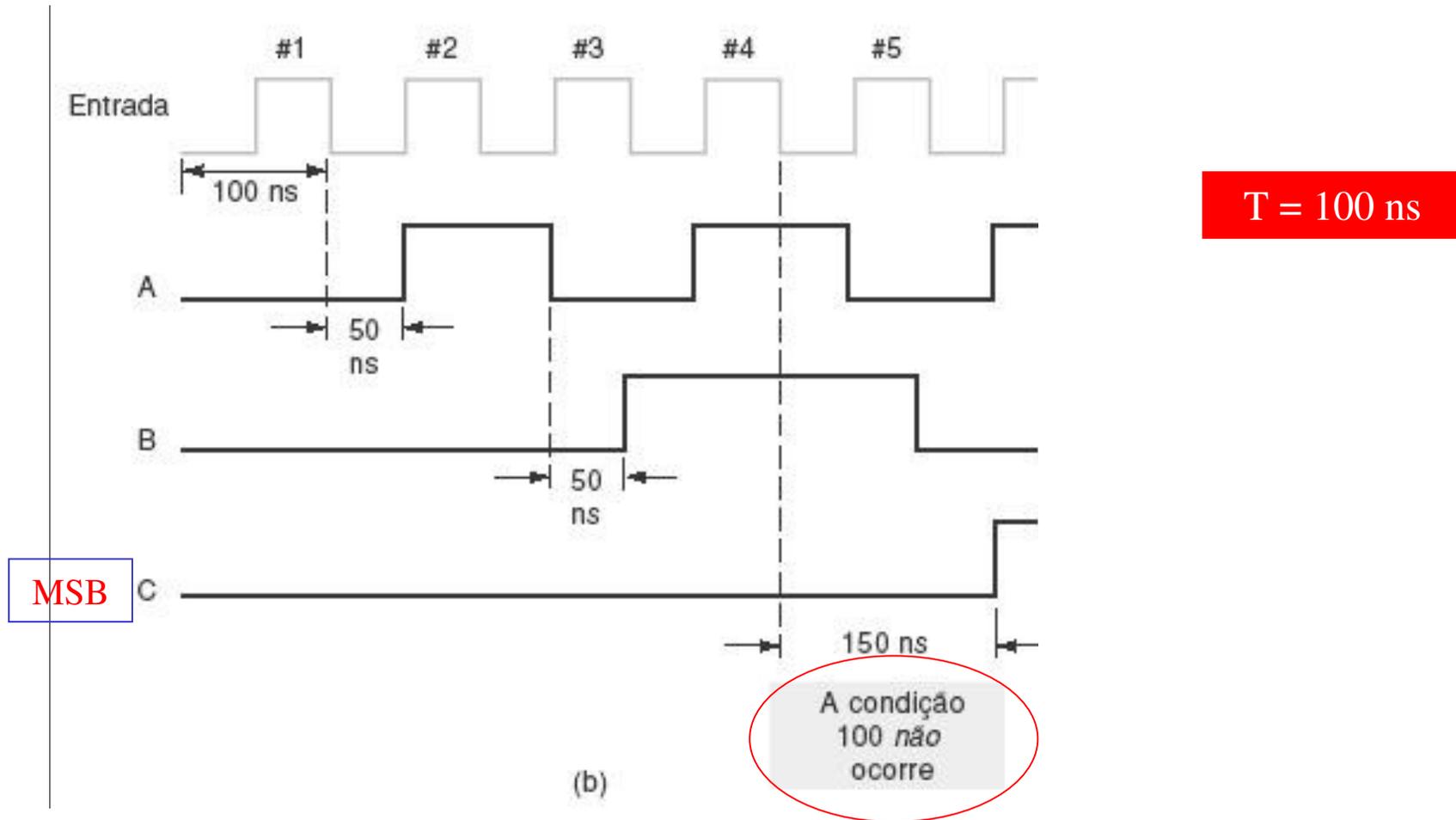
## Atraso de Propagação em Contadores Assíncronos

- Contadores ondulantes são do tipo mais simples de contadores binários, visto que requerem poucos componentes para produzir a operação de contagem desejada.
- Entretanto eles têm uma *grande desvantagem*, causada pelo seu princípio básico de operação: cada FF é disparado pela transição de saída do FF antecedente.
- Em virtude do **tempo de atraso de propagação** ( $t_{pd}$ ) inerente a cada FF, o segundo FF não responderá por um intervalo de tempo  $t_{pd}$  após o primeiro FF receber uma transição ativa do clock; o terceiro FF não responderá por um intervalo igual a  $2 \times t_{pd}$  após a transição do clock e assim por diante.
- Para o enésimo FF, a mudança de estado ocorrerá após um tempo de  $N \times t_{pd}$  após a transição do clock.



*A saída do FF A comuta 50 ns após a borda de descida do clock de cada pulso de entrada. De modo similar, a saída B comuta 50 ns depois que a saída A vai de 1 para 0, e a saída C comuta 50 ns depois que a saída B vai de 1 para 0.*

# Slide 7



*Para uma frequência maior, a situação piora. Com os atrasos, após o 4o pulso do clock, a saída C não vai para 1 até que tenha decorrido 150 ns, que é o mesmo tempo que a saída A gasta para mudar para 1 em resposta ao 5o pulso do clock.*

## Slide 8

- Problemas como este poderão ser evitados se o período entre os pulsos de entrada for bem maior do que o atraso de propagação total do contador.

$$T_{clock} \geq N \times t_{pd}$$

onde N = número de FFs.

- A frequência máxima de entrada pode ser determinada por:

$$f_{m\acute{a}x} = \frac{1}{N \times t_{pd}}$$

## Slide 9

### Exemplo:

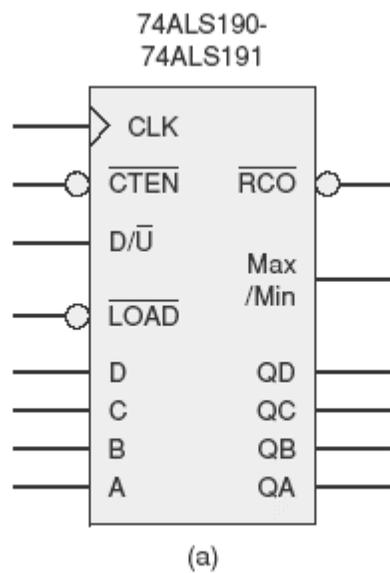
Supondo que um contador ondulante de quatro bits foi construído usando FF J-K 74LS112, com  $t_{PLH} = 16 \text{ ns}$  e  $t_{PLL} = 24 \text{ ns}$  (tabela 5.2) como atrasos de propagação de clock. Calcule a  $f_{\text{máx}}$ .

Consideraremos o pior caso:

$$t_{PHL} = 24 \text{ ns}$$

$$f_{\text{máx}} = \frac{1}{4 \times 24 \text{ ns}} = 10,4 \text{ MHz}$$

# 74ALS190-191/74HC190-191



Número do componente	Módulos
74ALS190	10
74ALS191	16

(b)

74ALS190-74ALS191 Tabela de funções

LOAD	CTEN	D/U	CLK	Função
L	X	X	X	Carga assíncrona
H	L	L	↑	Contagem crescente
H	L	H	↑	Contagem decrescente
H	H	X	X	Sem mudança

(c)

FIGURA 7.16

A série de contadores síncronos 74ALS190-74ALS191: (a) Símbolo lógico; (b) Módulo; (c) Tabela de funções.