

INF01 118

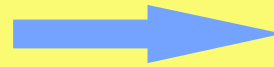
# Técnicas Digitais para Computação

Introdução a  
Circuitos Seqüenciais

## 1.Introdução

### Circuito combinacional

- Saída =  $f$  (entradas)
- Alteração em uma entrada
- Saída não depende de valores passados das entradas, só das atuais.
- Circuito não tem memória



Alteração na saída após  
atraso de propagação

### Exemplos de circuitos combinacionais

- Somadores, subtratores paralelos
- Decodificadores, multiplexadores

### Circuito seqüencial

- Saída =  $f$  (seqüência de valores nas entradas)
- Circuito tem memória

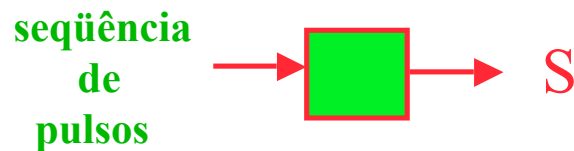
## Exemplos de circuitos seqüenciais

### A) Somador serial

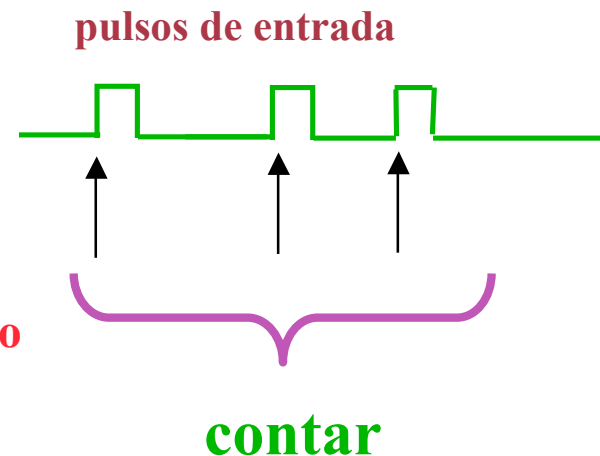
- soma 4 bits em 4 tempos consecutivos:  $A+B$

tempo 1	$A_0 + B_0$	→	guardar $C_1$ , mostrar $S_0$
tempo 2	$C_1 + A_1 + B_1$	→	guardar $C_2$ , mostrar $S_1$
tempo 3	$C_2 + A_2 + B_2$	→	guardar $C_3$ , mostrar $S_2$
tempo 4	$C_3 + A_3 + B_3$	→	mostrar $S_3$

### B) Contador até N

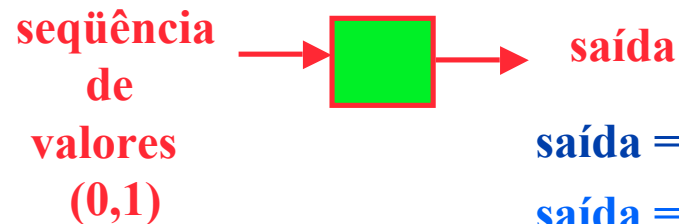


saída = 0 enquanto não chegar o n-ésimo pulso  
 saída = 1 quando chegar o n-ésimo pulso  
 saída = 0 no pulso subsequente ao n-ésimo



## C) Detector de seqüência

Por exemplo: detectar seqüência 0110



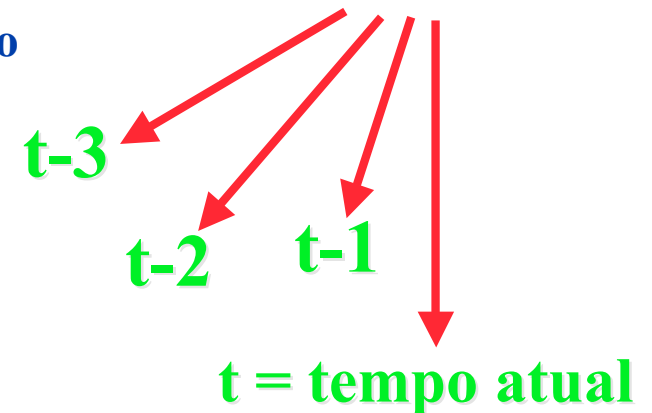
saída = 0 no início

saída = 1 se últimos quatro valores foram **0110**

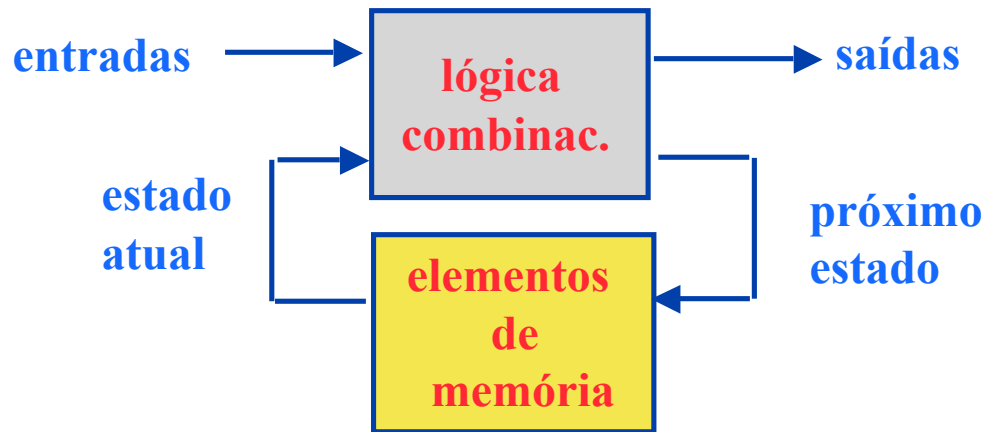
saída = 0 em caso contrário

### Exemplo de seqüência

t =	0	1	2	3	4	5	6
valor =	0	1	0	1	1	0	1
saída =	0	0	0	0	0	1	0

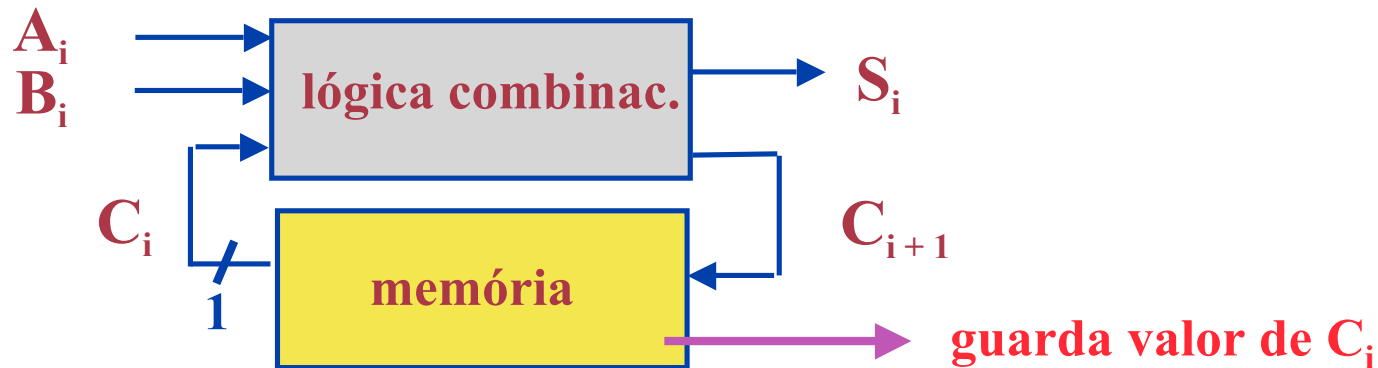


## 2. Implementação de circuitos seqüenciais

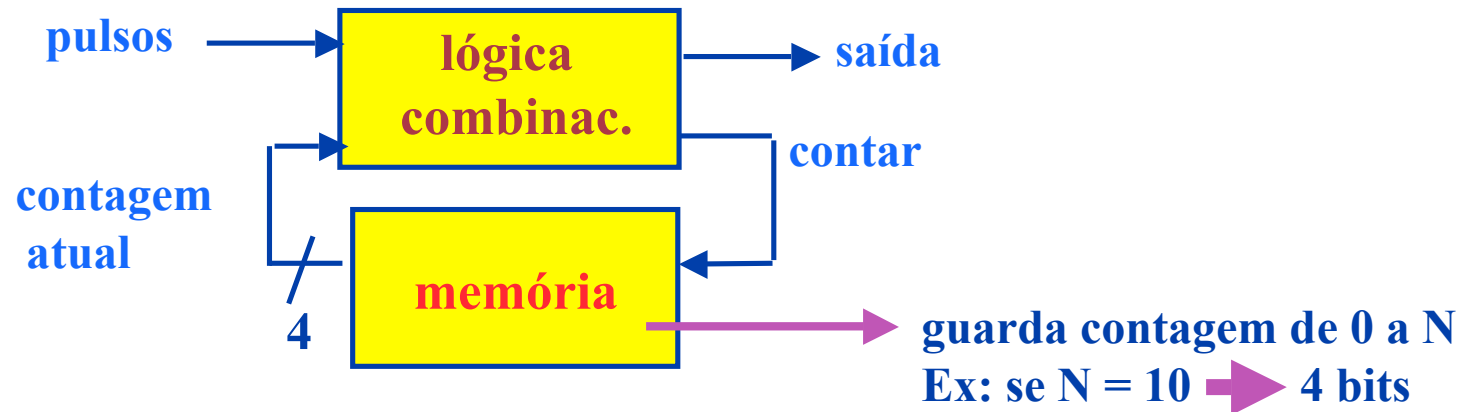


**Estado = informação binária armazenada nos elementos de memória**

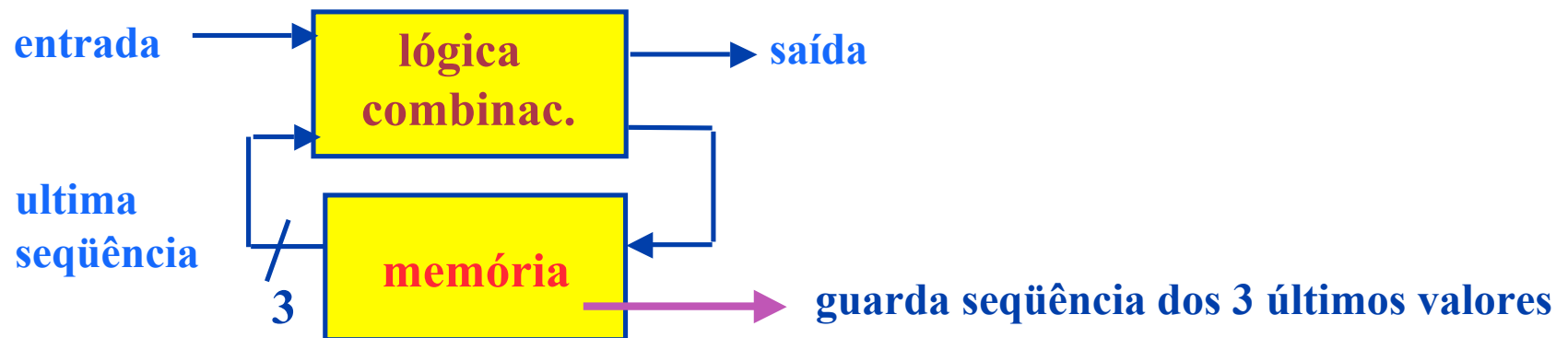
### A) Somador serial



## B) Contador até N

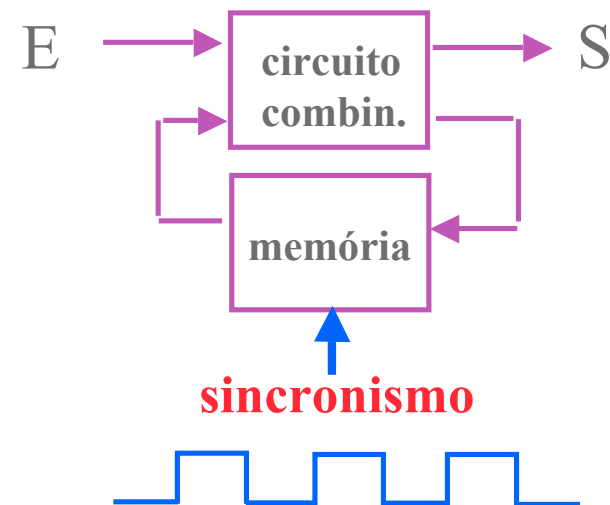


## C) Detector de seqüência



### 3. Circuitos seqüenciais síncronos

- Estado do sistema **só pode ser alterado em instantes discretos de tempo**
- Entradas podem variar a qualquer momento, mas alteração do estado é sincronizada
- São usados **elementos de memória explícitos para armazenar estado**

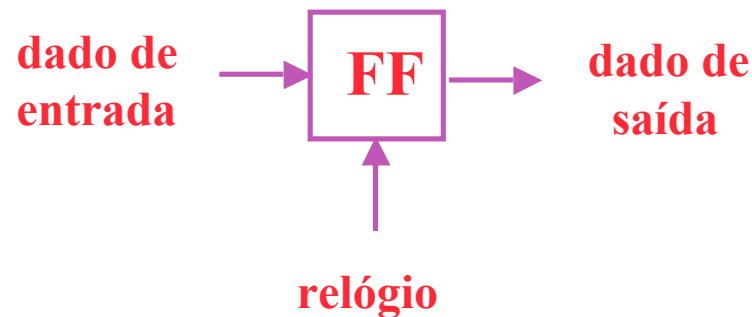


- Sincronismo pode ser obtido por um sinal de relógio
- **Relógio** = trem de pulsos distribuídos regularmente no tempo
- Elementos de memória têm seu conteúdo alterado somente quando chega o pulso de sincronismo

A grande maioria dos circuitos digitais são circuitos seqüenciais síncronos.

## Elementos de memória

- **Flip-Flops** - armazenam 1 bit (0 ou 1) indefinidamente, até que uma modificação seja induzida
- Estado pode exigir vários flips-flops
- Saída do flip-flop não é alterada enquanto não há transição do sinal do relógio, mesmo que entrada de dados tenha variação





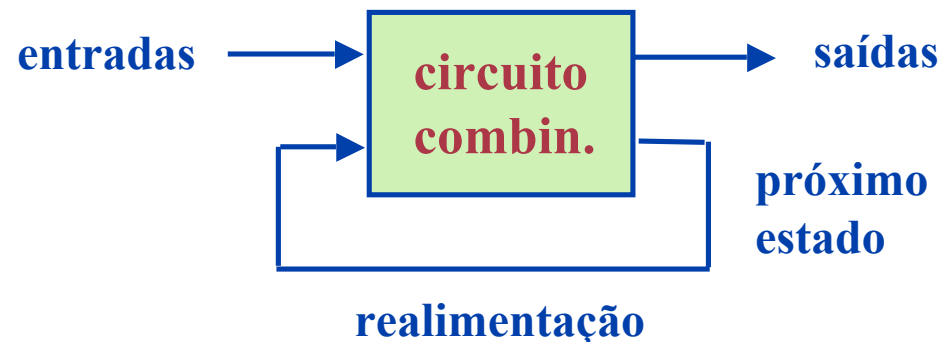
## 4. Circuitos sequenciais assíncronos

- Estado do sistema pode ser alterado a qualquer instante, “imediatamente” em resposta a uma alteração na entrada.

- Elementos de memória → dispositivos de atraso → memória devida ao tempo necessário a um sinal para propagar através do dispositivo

### Na prática:

- Atraso das portas do circuito combinacional pode ser usado
- Não é necessário um dispositivo de atraso adicional
- Elementos de memória consistem de portas



## Circuitos seqüenciais assíncronos

comportamento pode ser imprevisível em função das relações entre atrasos das portas



difículdade de projeto seguro



pode-se no entanto construir sistemas

- mais rápidos
- com menor consumo de potência
- mais compactos