

Técnicas Digitais para Computação

Introdução a
Máquinas Seqüenciais

1.Introdução

Sobre o Comportamento Temporal

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, codificadores, multiplexadores
- Portas lógicas simples ou complexas
- ROM, PLA

Circuito digital seqüencial

- **Saída = f (seqüência de valores nas entradas)**
- Circuito digital com memória

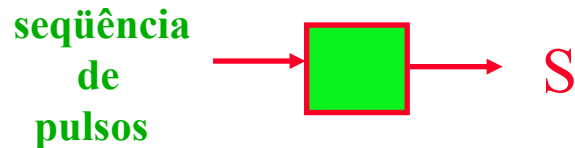
Exemplos de circuitos seqüenciais

A) Somador serial

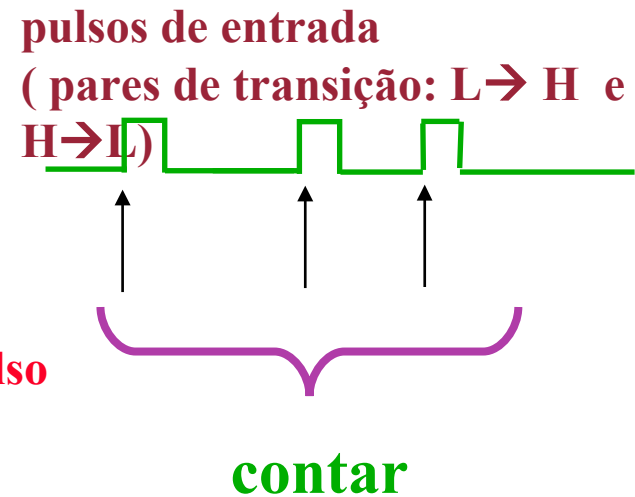
- soma 4 bits em 4 tempos consecutivos: $A+B$

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

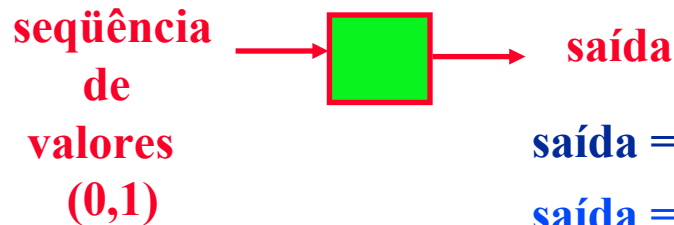


saída = 0 enquanto não chegar o n-ésimo pulso
 saída = 1 quando chegar o n-ésimo pulso
 saída = 0 no pulso subsequente ao n-ésimo



C) Detector de sequência

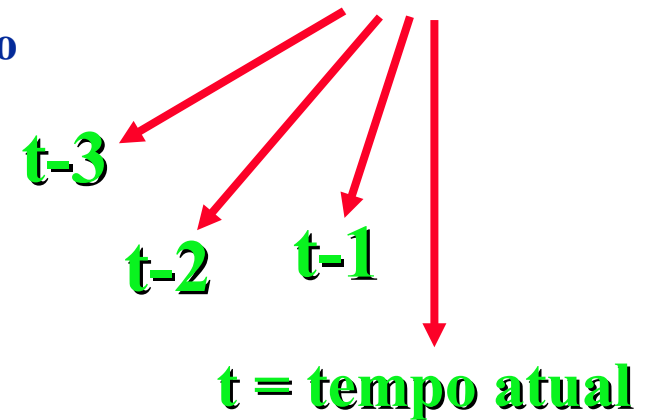
Por exemplo: detectar sequência 0110



saída = 0 no início

saída = 1 se últimos quatro valores foram 0110

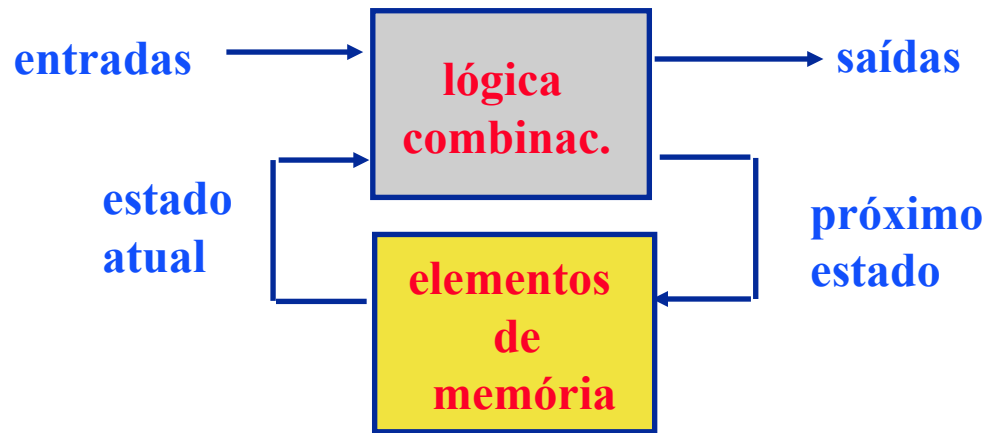
saída = 0 em caso contrário



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

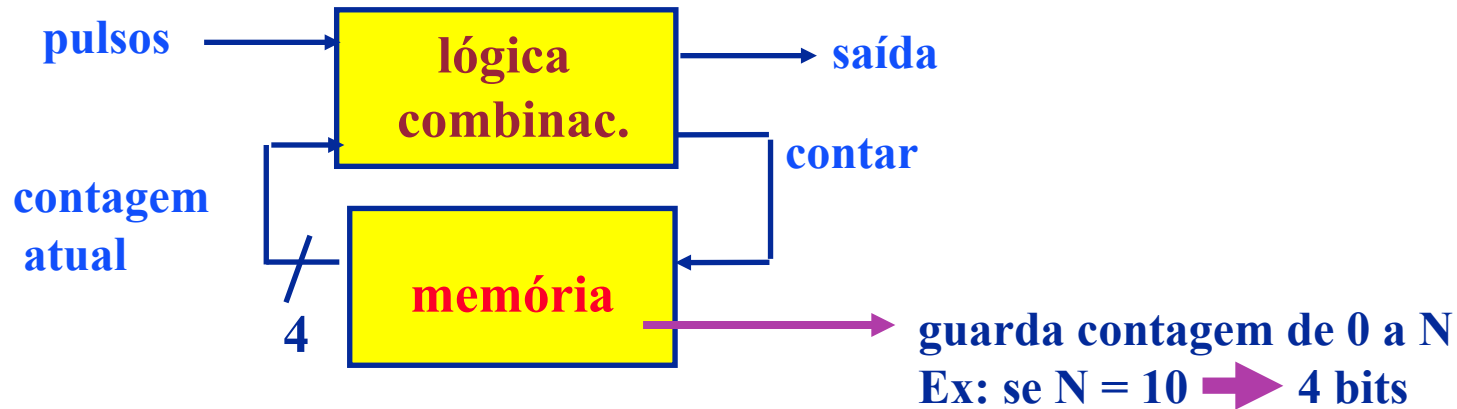
A) Somador serial de 1 Bit



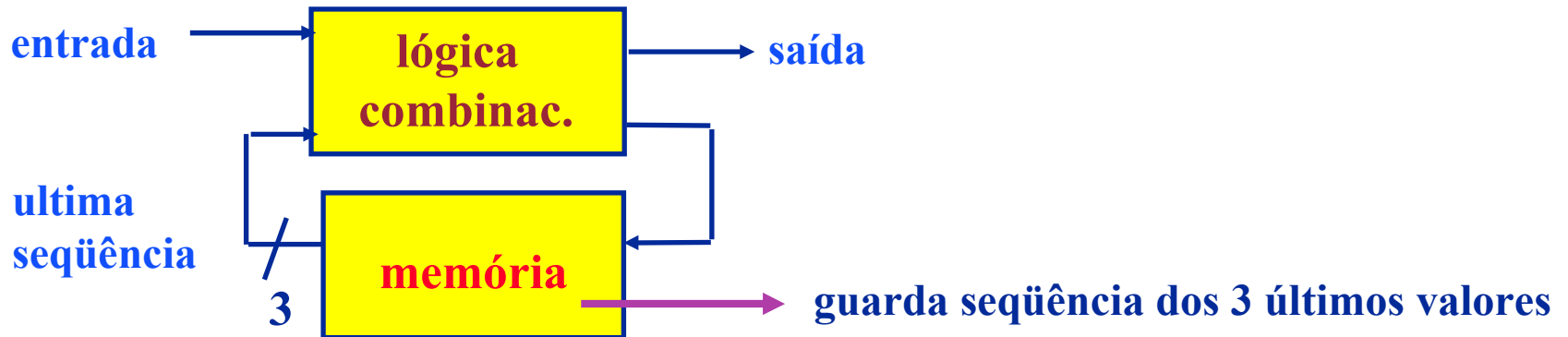
Possui 2 “Estados” apenas, codificados em C_i

Armazena o valor de C_i

B) Contador até N

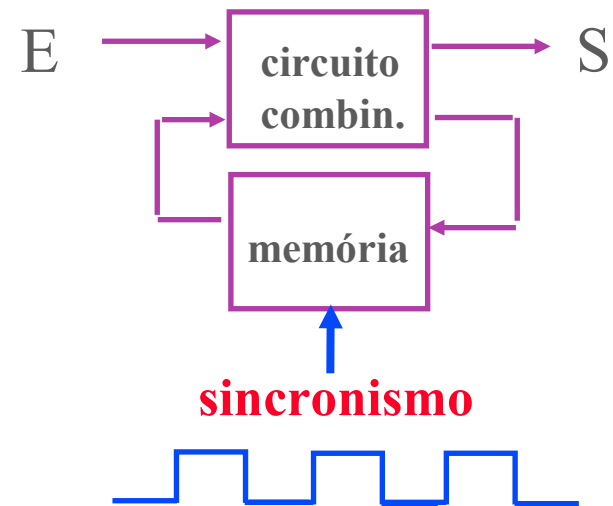


C) Detector de seqüência



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**

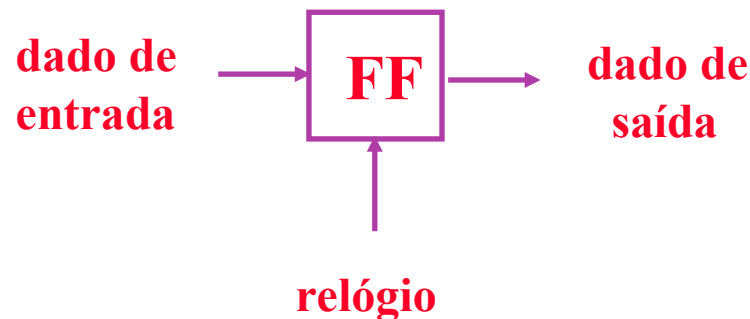


- Sincronismo pode ser obtido por um sinal de relógio
- **Relógio** = trem de pulsos distribuídos regularmente no tempo
- **Elementos de memória têm seu conteúdo alterado somente quando chega o pulso de sincronismo**

A grande maioria dos circuitos digitais comerciais 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



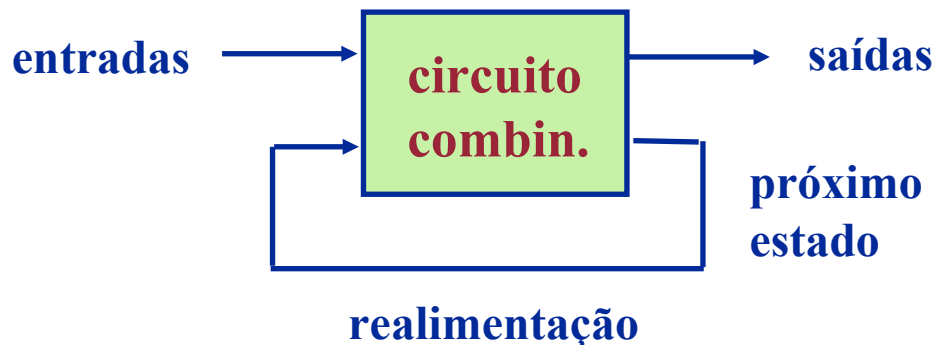
4. Circuitos seqüenciais assíncronos

- 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 é que traz o “seqüenciamento” de estados
- Não é necessário um dispositivo de atraso adicional
- Elementos de memória são construídos com:
 - rede de portas lógicas, nas quais há pelo menos uma conexão de “feedback” da saída para a entrada.



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 (com menor número de portas)