


INF01 118

Técnicas Digitais para Computação

Exemplo de Máquina Seqüencial :
Somador Serial
Memórias RAM

2.Revisão

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 de 1 bit

Ex.: soma 4 bits em 4 períodos consecutivos do relógio: $A+B$

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

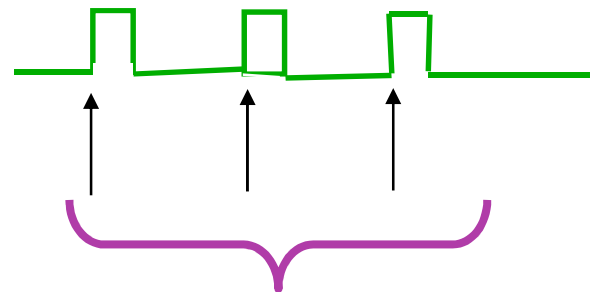
B) Somador serial - paralelo de $k \cdot M$ Bits

Utiliza somador paralelo de M Bits para Soma de N Bits

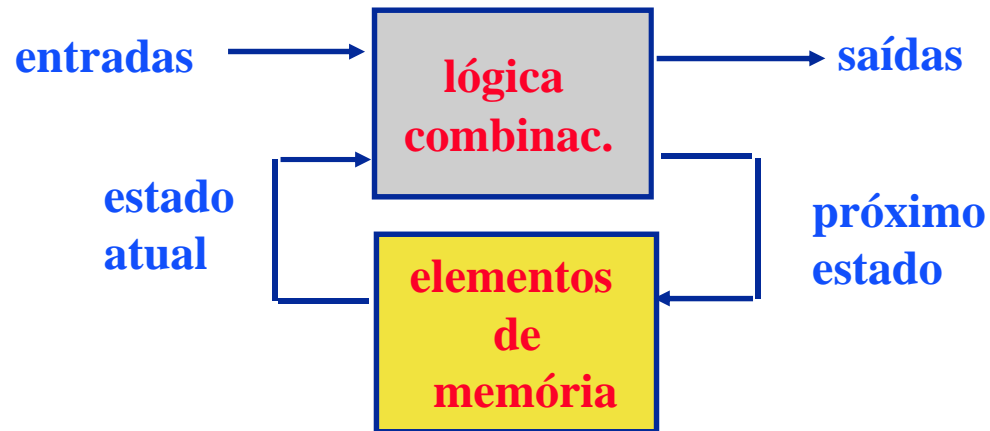
$$k = N/M$$

relógio

Soma em k ciclos
de relógio

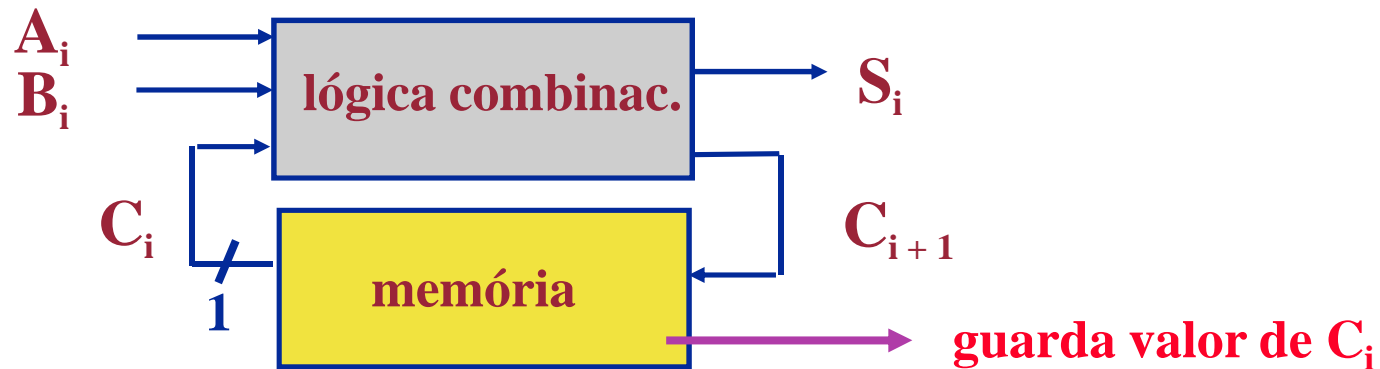


3. Implementação de circuitos seqüenciais



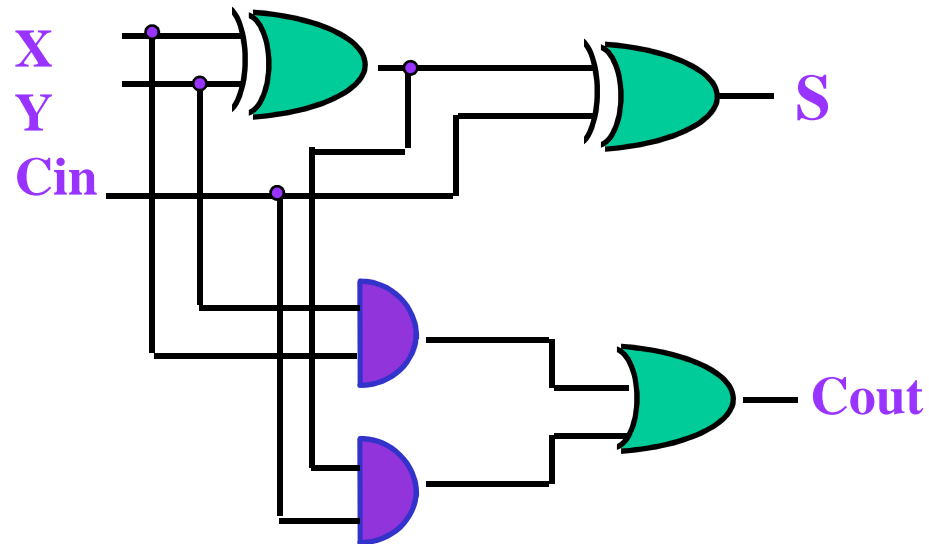
Estado atual = codificado em binário nos elementos de memória

Somador serial de 1 bit : 2 Estados apenas



Somador Combinacional

Somador Completo

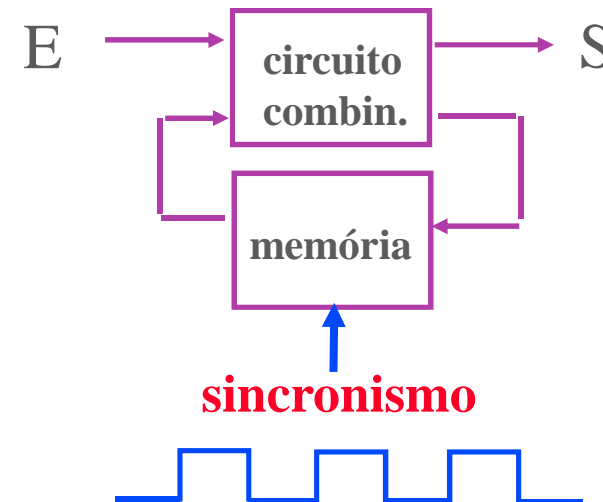


$$S = X \oplus Y \oplus C_{in}$$
$$C_{out} = XY + C_{in} (X \oplus Y)$$

Exercício: Transforme-o num somador serial de 1 bit.

4. 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 síncronos de memória para armazenar estado.**

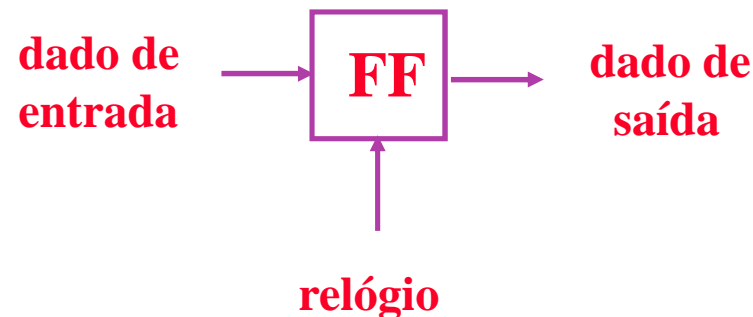


- Sincronismo pode ser obtido por um sinal de relógio
- **Relógio** = trem de pulsos distribuídos regularmente no tempo
- Elementos de memória têm seu conteúdo alterado somente em instantes sincronizados com a transição do relógio ou durante fases do relógio.

Os sistemas de síntese automática de circuitos seqüenciais digitais normalmente geram circuitos seqüenciais síncronos.

Elementos de memória

- **Flip-Flops** - armazenam 1 bit (0 ou 1) indefinidamente, até que uma modificação seja induzida
- Codificação de Estados pode exigir múltiplos flips-flops
- Máxima codificação ou codificação horizontal
- Saída do flip-flop não é alterada enquanto não há transição do sinal do relógio, mesmo que entrada de dados tenha variação.
- Uma transição de estado por ciclo de relógio.



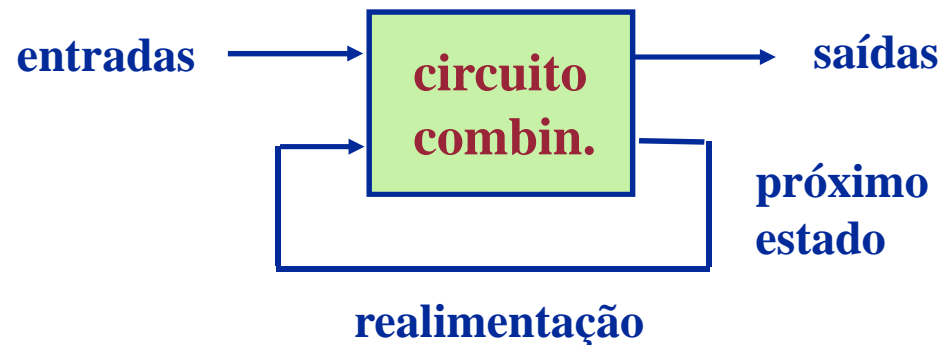
5. Circuitos seqüenciais assíncronos

- 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 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



difficuldade de projeto seguro



Vantagem dos assíncronos:

construir sistemas

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



São assíncronos, internamente:

Memórias RAM densas

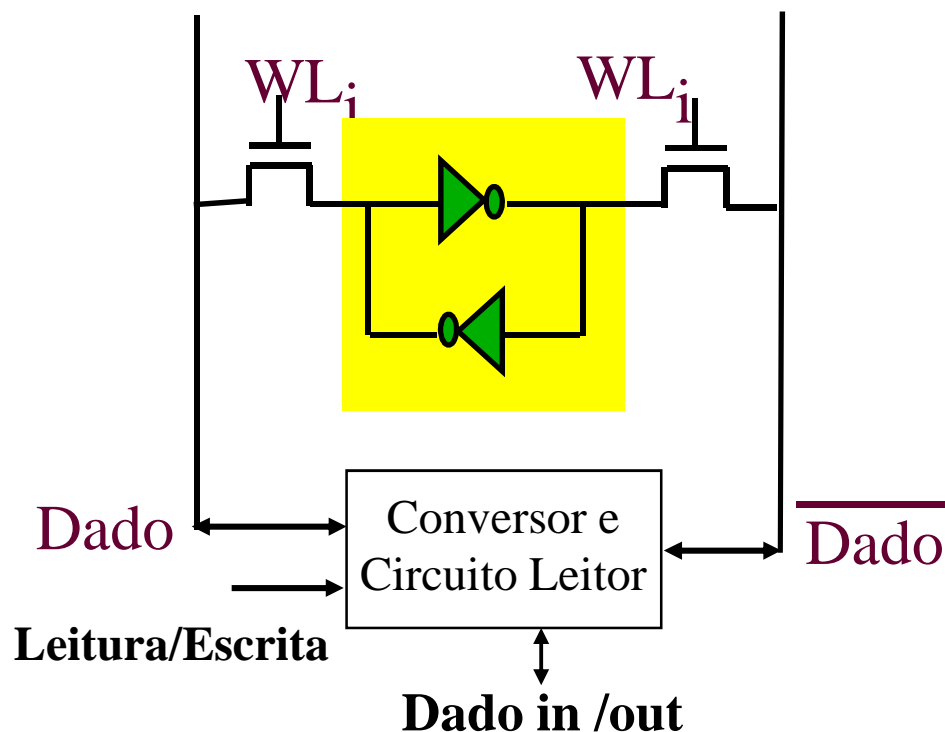
- Memórias DRAM (mais densas)
- Caches SRAM

Densidade em bits/ μm^2 .

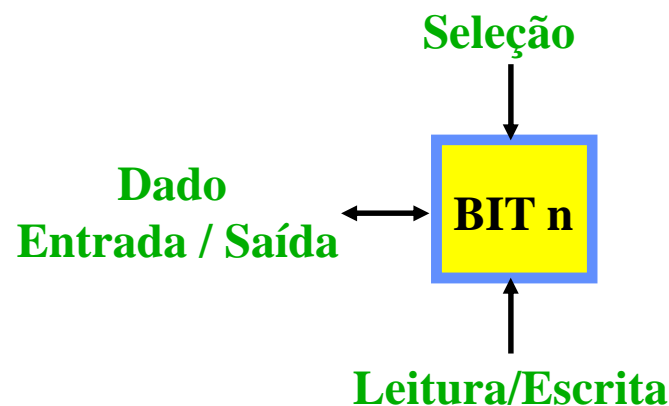
I/O para memórias : pode ser feita sincronamente

Célula de Memória RAM Estática compacta

Célula de Memória (1 bit)



Memória de Leitura e Escrita

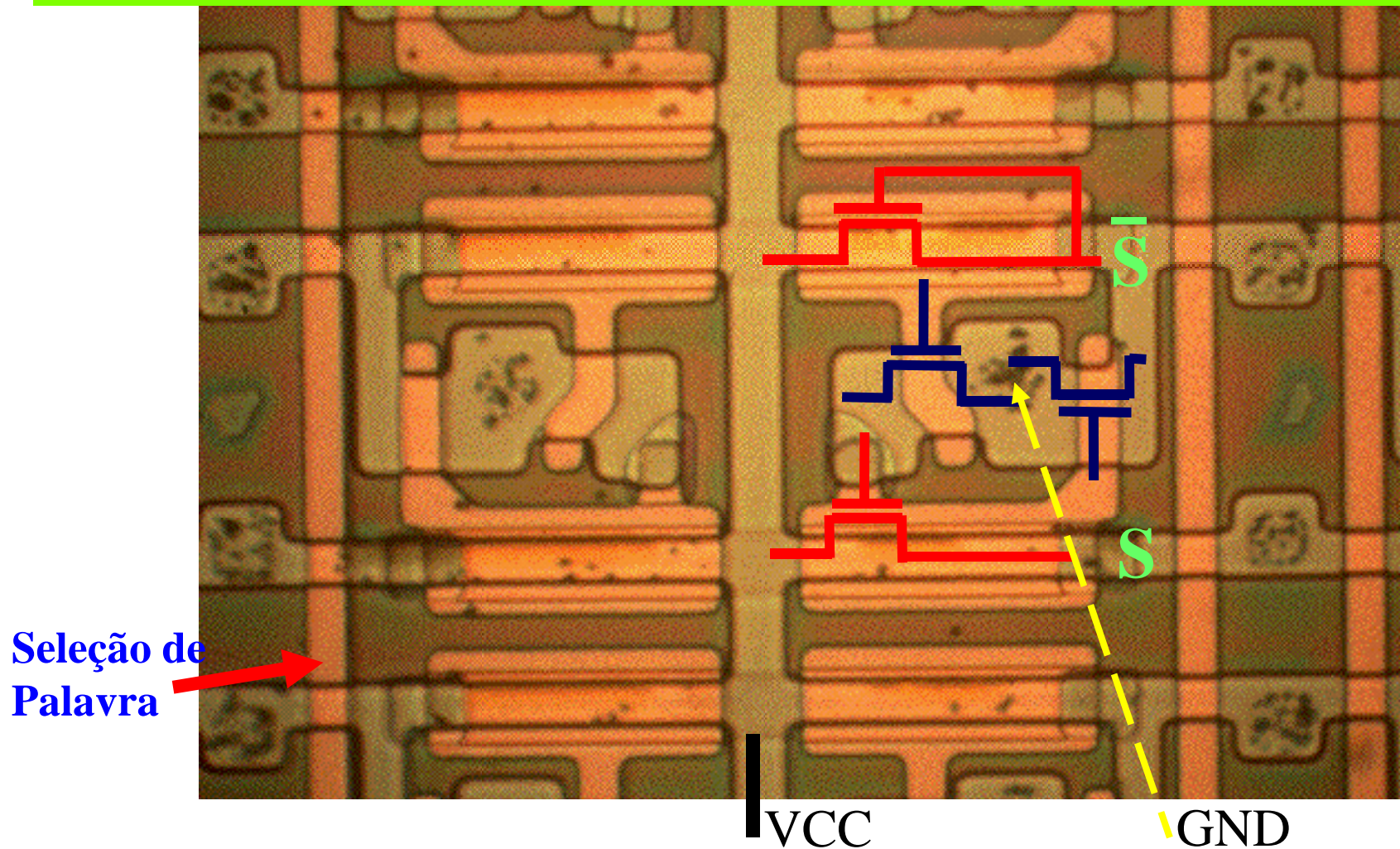


Barramento de dados: **Dado** e $\overline{\text{Dado}}$

Barramento de endereços: WL_i (Seleção da Palavra para R/W)

Memória RAM

Célula de Memória RAM do Banco de Registradores do processador 8085 (NMOS)



Memória RAM

Memória de 16KB tem $2^{(2^{17})}$ estados possíveis!