

CIRCUITOS SEQUENCIAIS

Circuitos Sequenciais Síncronos

- **ESTRUTURA GERAL**
 - Varáveis de entrada
 - Variáveis de saída
 - Variáveis de estado
 - Circ. combinatório
 - Memória

1

CIRCUITOS SEQUENCIAIS

Circuitos Sequenciais Síncronos

- **Exemplo :**
 - Acender uma lâmpada quando a entrada se mantém durante 2 ciclos

2

Modos de representar

Circuitos Sequenciais Síncronos

- **ESTADOS E DIAGRAMAS DE ESTADOS**
 - Um estado reflecte a história passada da máquina
 - Um diagrama representa os estados possíveis, e quais os eventos que levam a máquina de um estado a outro
 - Exemplo

Estado → A

Transição → 0

Evento → 0

A - Lâmpada apagada
B - Entrada activa há 1 ciclo
C - Lâmpada acesa

3

Modos de representar

Circuitos Sequenciais Síncronos

- **Fluxogramas**
 - Semelhantes aos fluxogramas usados em software
 - Os estados são representados por blocos rectangulares (acções)
 - As transições são representadas por losângulos (decisões)
 - Exemplo:

4

Tipos de circuitos sequenciais

Circuitos Sequenciais Síncronos

- **MÁQUINAS DE MOORE**

- Saídas são função apenas do estado (e não das entradas)
- Saídas variam sincronamente
- São mais fáceis de desenhar mas podem necessitar de mais estados
- No diagrama de estados, representam-se os valores das saídas juntamente com os estados

- **MÁQUINAS DE MEALY**

- Saídas são função do estado anterior e das entradas
- Saídas variam assincronamente com as entradas
- São mais rápidas nas respostas e podem ter menos estados
- No diagrama de estados, representam-se os valores das saídas juntamente com as transições de entrada num estado

5

SÍNTESE DE SEQUENCIAIS SÍNCRONOS

Circuitos Sequenciais Síncronos

- **1º Diagrama de estados**

- Passo mais criativo e mais crítico do processo

- **2º Tabela de transições**

- Fazer uma tabela com todas as transições possíveis

- **3º Eliminar estados redundantes**

- Objectivo: ter o número mínimo possível de estados
- 1º método - Inspecção da tabela de transições
 - Se dois estados têm as mesmas saídas e os mesmos estados seguintes, então são o mesmo estado
 - Não garante que todos os estados redundantes sejam eliminados
- 2º método - Método das partições
 - Método sistemático para eliminar todos os estados redundantes

6

SÍNTESE DE SEQUENCIAIS SÍNCRONOS

Circuitos Sequenciais Síncronos

- **4º Codificação dos estados**
 - Atribuir a cada estado um código binário
- **5º Escolher flip-flops**
 - Os flip-flops JK são os mais usados pois permitem maior flexibilidade, e menos lógica externa
 - A síntese de circuitos é muito mais simples se se usarem flip-flops D (embora o circuito final seja mais dispendioso)
- **6º Obter as funções de excitação**
 - Dada a codificação dos estados (n_1 bits) e as entradas (n_2 bits) fazer um mapa de Karnaugh (de n_1+n_2 entradas) para a entrada de cada um dos flip-flops de estado
- **7º Desenhar o logigrama do circuito e implementá-lo!**

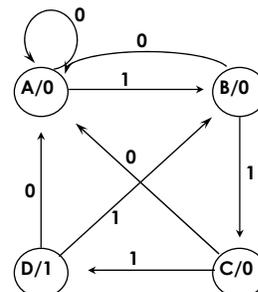
7

Exemplo

Circuitos Sequenciais Síncronos

- **Pretende-se detectar a sequência 111 num conjunto de bits.**
 - 00100111010111011101000011110100010
- **Diagrama de Estados**

Estado	Significado	Código
A	não recebi nada de interesse	00
B	Recebi um 1	01
C	Recebi dois 1	10
D	Recebi tres 1 e Encontrei !	11



8

Exemplo

Circuitos Sequenciais Síncronos

- **Tabela de transições**

Estado	Entrada	
	0	1
A/0	A	B
B/0	A	C
C/0	A	D
D/1	A	B

- **Eliminação de estados redundantes**

- Não há, porque os estados A e D têm saídas diferentes

- **Funções de excitação para os Flip-flops e saída**

- $D_0 = F(Q_0, Q_1, E)$ logo temos um mapa de Karnaugh a 3 variáveis
- $D_1 = F(Q_0, Q_1, E)$

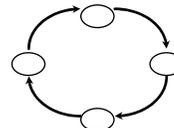
9

Controlo por ROM

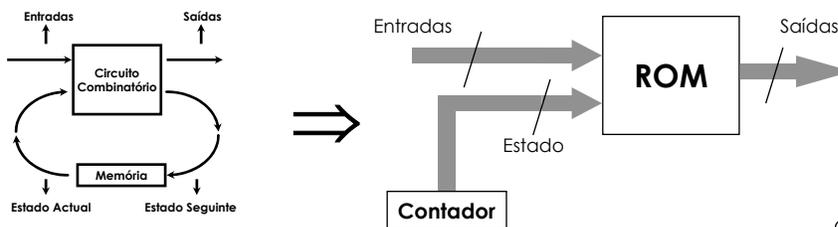
Circuitos Sequenciais Síncronos

- **Em muitos problemas a sequencia de estados é fixa, formando uma *cadeia linear***

- Ignição das velas num automóvel
- Robot de soldadura



- A passagem ao estado seguinte pode ser feita com um CONTADOR
- A parte combinatória do controlador pode ser implementada com uma ROM

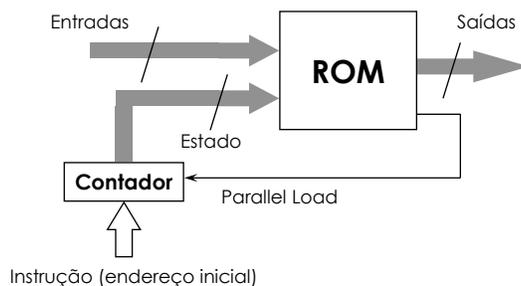


10

Controlo por ROM

Circuitos Sequenciais Síncronos

- **Possibilidade de executar vários programas**
 - O contador pode ser carregado com um valor inicial qualquer
 - Quando o "programa" chega ao fim, carrega um novo valor inicial para o contador

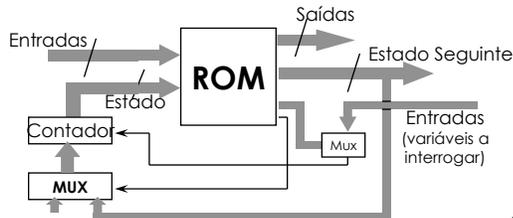
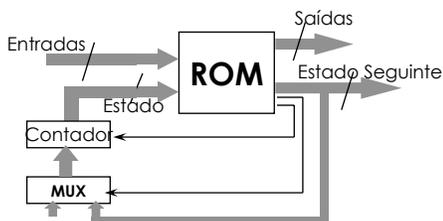
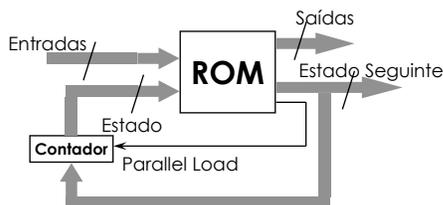


11

Controlo por ROM - Outras arquitecturas

Circuitos Sequenciais Síncronos

- **Possibilidade de incluir saltos**
 - Endereços seguintes possíveis guardados em ROM
 - Possibilidade de haver um ou mais endereços seguintes
- **Máquinas de MOORE**
 - Entradas só são usadas para gerar o parallel load e desmultiplexagem dos possíveis endereços seguintes



12

Microprocessadores

Circuitos Sequenciais Síncronos

- São sistemas que manipulam dados - máquinas de processamento
 - Podem fazer várias operações diferentes: cada uma delas é uma INSTRUÇÃO MÁQUINA
 - Uma sequência de operações (cada uma delas composta por vários passos) é um PROGRAMA
- Têm diversos componentes internos
 - ALU - Para fazerem operações de aritmética e lógica
 - REGISTOS - Para guardar dados durante o processamento
 - CONTROLO - Para controlar todo o sistema
- Executam programas que são sequências de instruções máquina
 - Ex.
 - ADD A,B Soma o conteúdo do Registo A com o Registo B, guardando o resultado em A
 - Cada instrução máquina corresponde a um código numérico
 - ADD A,B Tem o código 80H (128 em decimal)

13

Instruções Máquina

Circuitos Sequenciais Síncronos

- Formato
 - Código de operação (OPCODE)
 - Operandos (Endereços ou dados)

Opcode

Opcode

Operando

- Operações típicas
 - Mover dados (entre registos ou memória)
 - Operações Elementares (AND,OR,ADD,etc)
 - Controlo de fluxo do programa (JUMP, CALL)
 - I/O (mover dados de/para periféricos)
- RISC vs CISC
 - Conjunto grande de instruções => mais hardware
 - Conjunto pequeno de instruções => mais rápido

Exemplos:

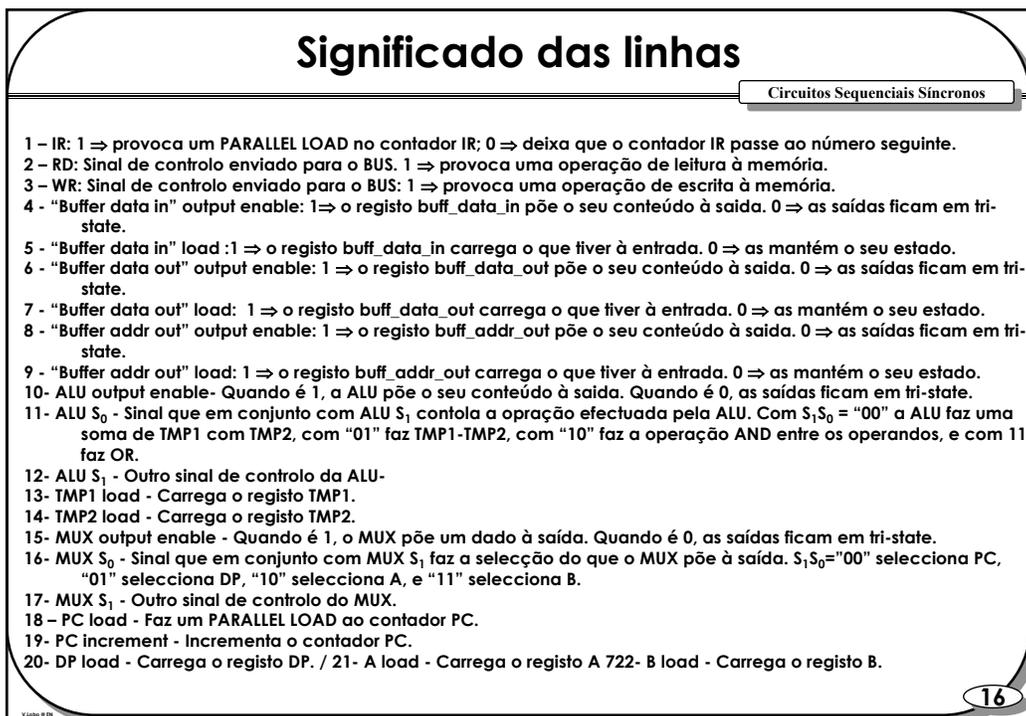
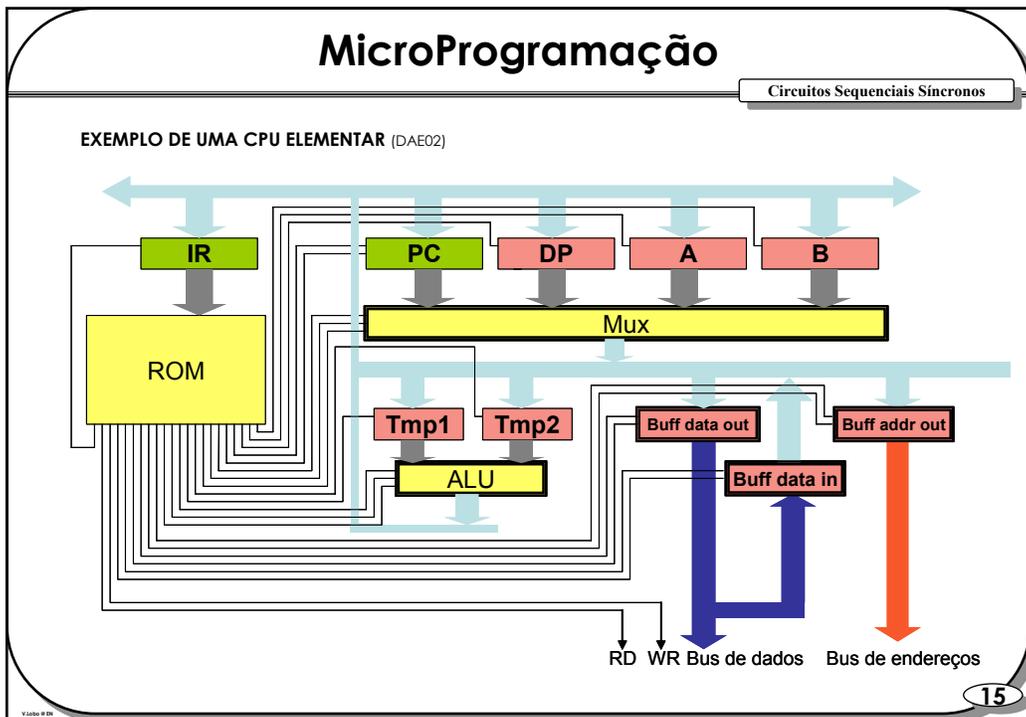
Instrução	Código
ADI 34	C6H, 22H
ADD B	80H
LXI B,2000	01H,00H,20H

14

Circuitos Sequenciais

Escola Naval - Dep. Armas e Electrónica

v1.5 2005



Microprogramação

Circuitos Sequenciais Síncronos

- **Microprocessador como máquina a controlar**
 - Conjunto de ALU, Registos, Buffers, etc
 - Uma instrução não é mais que uma sequência de passos
- **Características do Microcódigo**
 - Controlo directo dos sinais de comando do integrado
 - Permite a construção do “instruction set” que caracteriza o CPU ou microprocessador
 - Possibilidade do microcódigo ser reprogramável
 - Emulação de outros computadores
 - Normalmente o microcódigo é fixo (ROM)
 - Novas versões por vezes têm o microcódigo re-escrito

17

Instruções Máquina

Circuitos Sequenciais Síncronos

- **Passos da operação ADD A,B**
 - 1 – Por o conteúdo de A em TMP1
 - 2 - Por o conteúdo de B em TMP2
 - 3 - Fazer operação, guardar o dado em A
 - 4 - Passar à inst. seguinte
- **Observações**
 - O 4º passo pode ser eliminado se no terceiro passo se fizer o pré-carregamento da instrução seguinte
 - Na prática, o Opcode faz o endereçamento de uma memória auxiliar que por seu turno irá fazer o endereçamento da ROM de controlo
 - Programação Horizontal vs Vertical

18