

# Organização de Computadores – 2005/2006

## Circuitos Sequenciais

Paulo Ferreira  
paf@dei.isep.ipp.pt

Março de 2006

<b>Clock</b>	<b>2</b>
Porquê? .....	3
Detalhes .....	4
Importância .....	5
Transistores .....	6
Condensador .....	7
Utilidade .....	8
Problemas .....	9
Consumo .....	10
Condutores .....	11
Tensão de Alimentação .....	12
<b>Máquinas de estados</b>	<b>13</b>
Exemplos .....	14
Definição .....	15
Exemplo .....	16
Implementação .....	17
Circuito .....	18
Entradas .....	19
Circuito .....	20
Simplificação .....	21
Vantagens .....	22
Circuito .....	23
Nomenclatura .....	24

**Porquê?**

- Os computadores são máquinas sequenciais (de estados)
- Necessitam de «impulsos» para passar de um estado para o seguinte
- Necessitam de «saber» quando passar de um estado da sequência para outro

ORG

Circuitos Sequenciais – slide 3

**Detalhes**

- O circuito de *clock* não tem a ver com a informação da hora e do dia
- A tradução mais correcta do ponto de vista funcional seria «metrónomo» e não «relógio»
- Fornece uma série contínua de impulsos periódicos que além de «avançarem» o circuito de um estado para outro, servem de referência para a sincronização dos vários sub-circuitos
- Pode ser um sinal (ou vários) quadrado ou rectangular
- Deve dizer-se «frequência» e não «velocidade»!

ORG

Circuitos Sequenciais – slide 4

**Importância**

- Quando a frequência de clock aumenta a performance do computador aumenta<sup>a</sup>
- Mas aumentando a frequência de clock o consumo de energia do processador aumenta
- Baixando a velocidade de clock o consumo de energia diminui

ORG

Circuitos Sequenciais – slide 5

<sup>a</sup>Pode não ser sempre assim, porque em certos casos aumentando a frequência de clock, do processador a performance do sistema pode diminuir!

**Transistores**

- MOS – *Metal Oxide Semiconductor*
- FET – *Field Effect Transistor*
- MOS – constituição
  - Metal* – Alumínio
  - Oxide* – Óxido de silício (isolante)
  - Semiconductor* – Silício
- FET – funcionamento
  - Transistor de efeito de campo – quando o metal está carregado electricamente, as cargas livres no semiconductor são todas atraídas para junto do metal, passando o semiconductor a conduzir através desse «caminho»

ORG

Circuitos Sequenciais – slide 6

## Condensador

- Dois condutores com um isolante no meio
- Metal e semiconductor, com óxido no meio
- Temos um condensador que pode ser útil ou problemático

ORGC

Circuitos Sequenciais – slide 7

## Utilidade

- Uma maneira simples (e pequena) de fazer um condensador
- Um condensador serve para armazenar energia
- Um condensador por bit «memoriza» o estado do bit
- Cuidados:
  - O condensador descarrega-se ao fim de algum tempo
  - É necessário «refrescar» a sua «memória»
- Temos assim o que se chama memória dinâmica
- O tipo mais vulgar de memória, e o mais utilizado

ORGC

Circuitos Sequenciais – slide 8

## Problemas

- Para ligar ou desligar o transistor temos de carregar ou descarregar o condensador
- Carregar ou descarregar o condensador implica a passagem de corrente na ligação ao transistor
- Como a ligação não é perfeita do ponto de vista eléctrico o condutor aquece com a passagem da corrente
- Para ligar ou desligar um transistor vai-se gastar uma certa energia

ORGC

Circuitos Sequenciais – slide 9

## Consumo

- O consumo tem a ver com o número de transições por segundo
- Daí o consumo aumentar quando a frequência de trabalho aumenta
- Frequência de clock
  - Baixando baixa o consumo
  - Aumentando aumenta o consumo
  - Podemos baixar a velocidade do processador quando este estiver à espera de coisas para fazer
  - Isto pode conduzir a grandes poupanças de energia

ORGC

Circuitos Sequenciais – slide 10

## Condutores

- Alumínio
  - Barato
  - Fácil de vaporizar
  - O mais usado
- Cobre
  - Mais difícil de vaporizar/usar
  - Algumas tentativas de o usar (ex: *Coppermine*)
- Ouro
  - Problemas com o preço (óbvios)
  - Só é usado em pequenas séries onde o preço não é obstáculo

ORGC

Circuitos Sequenciais – slide 11

## Tensão de Alimentação

- Quando maior a tensão de alimentação, mais cargas terão de passar para polarizar o transistor
- Podemos usar uma tensão de alimentação mais baixa para que o consumo de energia seja menor
- Baixar a tensão
  - Daí que se tenha passado dos 5V para 3.3V e outras tensões mais baixas
  - As fontes de alimentação tipo ATX já possuem uma saída de 3.3V enquanto as fontes de alimentação AT apenas tinham como menor tensão os 5V
  - Hoje em dia as novas fontes ATX possuem uma saída mais forte de 12V para que se possa ter tensões de alimentação mais baixas
  - A tensão de 12V é fornecida ao motherboard que a converte na tensão de funcionamento do processador (normalmente ajustável)
  - Assim evitamos a circulação de correntes muito elevadas entre a fonte e o motherboard (e problemas de conectores)

ORGC

Circuitos Sequenciais – slide 12

## Máquinas de estados

slide 13

### Exemplos

- Semáforos
- Sequenciais de discoteca
- Comando de máquinas de lavar
- Muitos mais

ORGC

Circuitos Sequenciais – slide 14

## Definição

- Precisamos de saber em qual estado estamos e qual o seguinte:

### Exemplo de Máquina de Estados

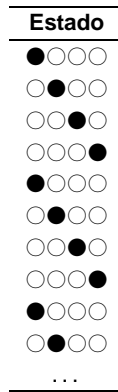
Estado	Seguinte
1000	0100
0100	0010
0010	0001
0001	1000

ORGC

Circuitos Sequenciais – slide 15

## Exemplo

### Funcionamento da Máquina de Estados



ORGC

Circuitos Sequenciais – slide 16

## Implementação

- Precisamos da tabela de estados para sabermos qual o estado seguinte
- Precisamos também do estado actual para sabermos onde estamos

### Implementação da Máquina de Estados – ROM

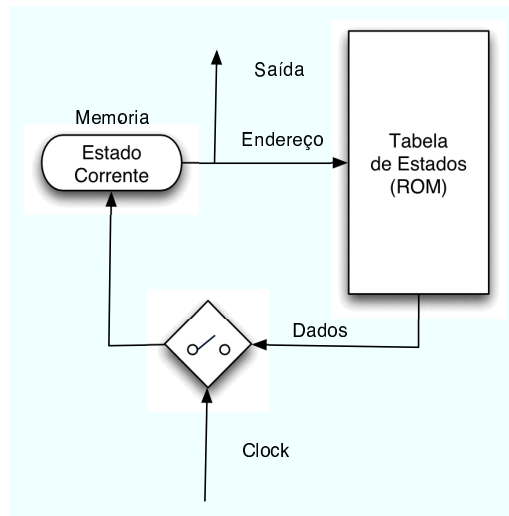
Endereço	Conteúdo
1000	0100
0100	0010
0010	0001
0001	1000

ORGC

Circuitos Sequenciais – slide 17

## Circuito

- Temos uma «memória» que nos guarda o estado corrente e o circuito de clock que comanda o avanço do estado corrente para o seguinte



ORGC

Circuitos Sequenciais – slide 18

## Entradas

- Se quisermos entradas que comandem a passagem de um estado ao seguinte basta colocar mais linhas de endereço na ROM comandadas pelas entradas

### Uma linha adicional - Reverse

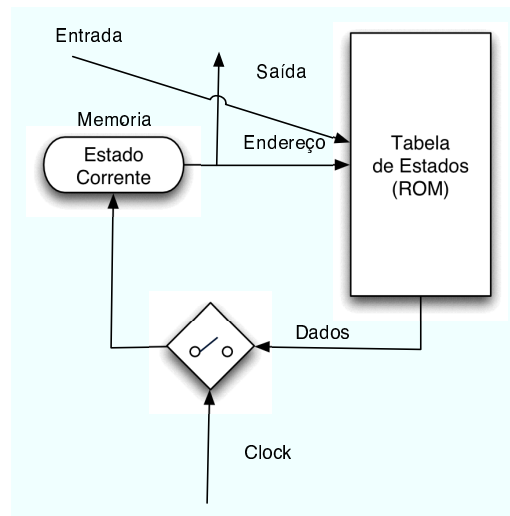
Estado	Seguinte
0 1000	0100
0 0100	0010
0 0010	0001
0 0001	1000
1 1000	0001
1 0100	1000
1 0010	0100
1 0001	0010

ORGC

Circuitos Sequenciais – slide 19

## Circuito

- Temos a entrada adicional que comanda a máquina de estados



ORGC

Circuitos Sequenciais – slide 20

## Simplificação

- Podemos «separar» a máquina de estados em duas tabelas:
  1. Uma tabela com a «numeração» e sequência dos estados
  2. Outra tabela com as saídas para cada estado

Tabela de estados		Tabela de saídas	
Estado	Seguinte	Estado	Saída
00	01	00	1000
01	10	01	0100
10	11	10	0010
11	00	11	0001

ORGC

Circuitos Sequenciais – slide 21

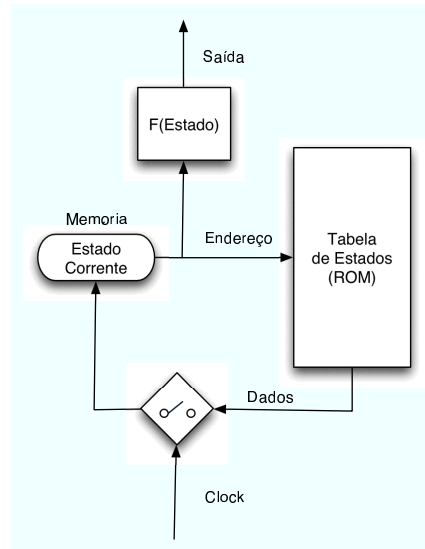
## Vantagens

- Temos assim duas tabelas, mas são duas tabelas bem mais pequenas do que a anterior
- Uma 4\*2 bits e outra de 4\*4 bits ou que dá 24 bits, enquanto anteriormente tínhamos 16\*4 bits ou 64 bits
- A «programação» da máquina de estados também fica mais simples porque fica separada em duas partes
  1. A sequência dos diferentes estados
  2. O estado das saídas para cada um dos estados

ORGC

Circuitos Sequenciais – slide 22

## Circuito



ORG

Circuitos Sequenciais – slide 23

## Nomenclatura

- O tipo de «programação» das máquinas de estados chama-se microcódigo
- Trata-se de definir bit a bit qual o estado em que estamos, e qual o estado seguinte
- Temos dois tipos de microcódigo:
  - Microcódigo horizontal – o estado é definido pelas saídas do circuito
  - Microcódigo vertical – o estado é diferente das saídas do circuito, havendo uma «tradução» do estado para as saídas do circuito

ORG

Circuitos Sequenciais – slide 24