



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

# Electrónica Digital

Eng.º Albino B Cuinhane

ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun

1

## AULA TEÓRICA 6 SUMÁRIO

### Capítulo 6 Memórias e DLP

- 6.1 Introdução
- 6.2 Memória de Escrita/Leitura
- 6.3 Memória de Leitura
- 6.4 Dispositivos lógicos programáveis

ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun

2

## Capítulo 6 Memórias e DLP

ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun

3

### 6.1 Introdução

ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun

4

### 6.1. Introdução

Nunca teriam sido possíveis os sistemas digitais sem os dispositivos de memória. Não são só os flip-flops que usamos como dispositivos básicos de memória. Existem muitos outros dispositivos de memórias cuja finalidade é conservar dados para uso futuro

O sequenciamento de operações capitalizado pelos sistemas digitais só é possível com recurso a dispositivos de memória, onde são armazenados os comandos a serem executados uma atrás de outra

**Memória** – é um dispositivo de armazenamento de informação de qualquer natureza. Nos sistemas digitais a informação conservada é apenas o estado lógico 0 ou 1. As informações são guardadas em locais chamadas localidades.

**Localidade** – é uma entidade física composta por uma ou várias células básicas de memória. Esta entidade tem um identificador único. Localidade é comparável a talhões num bairro com a particularidade de todos serem iguais em tamanho. Estas localidades são identificadas através dos seus endereços.

ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun

5

### 6.1. Introdução

**Endereço** – é um conjunto de bits que combinados formam um identificador único da localidade. O tamanho do endereço depende da quantidade das localidades. Um endereço de  $n$  bit pode endereçar  $2^n$  localidades.

#### CLASSIFICAÇÃO DAS MEMÓRIAS

Quanto à Conservação o { Voláteis  
Não Voláteis

Quanto ao Manuseio de dados { Só de Leitura  
De Escrita e Leitura

Quanto ao Acesso { Sequenciais  
Aleatórios

Quanto à retenção { Estáticas  
Dinâmicas

ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun

6

### 6.1. Introdução

**Memórias Voláteis** perdem a informação armazenada assim que perdem a fonte de alimentação. O flip-flop é um exemplo típico deste tipo de memória. A conservação de dados é feita pela manutenção dum nível de tensão num determinado ponto do circuito

**Memórias Não voláteis** conservam os dados mesmo que não estejam alimentadas. O exemplo disso são as memórias magnéticas e ópticas. Uma vez gravadas as informações não se perdem mesmo que o meio de transporte físico dos dados seja removido do local donde se gravou

**Memórias só de leitura** são feitas de modo que são gravadas uma única vez e depois só se pode ler. Um CD-R é um exemplo típico

**Memórias de escrita e leitura** permite que a informação seja escrita e lida várias vezes. O flip-flop é o caso mais gritante desta capacidade. Não muda nenhuma propriedade mesmo que seja apagada e escrita nela a informação por milhões de vezes, até à avaria do circuito .

ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun

7

### 6.1. Introdução

**Memória de acesso sequencial** tem a informação organizada de tal modo que para aceder a um dado, deve-se passar por todos os dados anteriores. Numa fita magnética, para chegar a um dado deve-se bobinar a fita até atingir o local físico onde está a informação desejada

**Memória de acesso aleatório** tem a informação organizada de tal modo que para aceder a um dado basta endereçá-lo. Uma vez mais as memórias feitas à base de flip-flop são dianteiras neste aspecto.

**Memórias estáticas** conseguem reter a informação durante todo o tempo em que ela é necessária. O flip-flop, a fita, o disco, são casos deste tipo de memória

**Memórias dinâmicas** precisam de serem refrescadas de quando em vez para não perderem a informação. São à base de condensadores e a informação é guardada em forma de carga eléctrica. Só que como estão ligadas a alguma carga vai descarregando através dela. É pois necessário que de tempo em tempo volte-se a introduzir o mesmo dado num processo chamado refrescamento. (a nossa memória deve ser à base de condensadores!)

ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun

8

## 6.2 memória de Escrita/Leitura

ABC

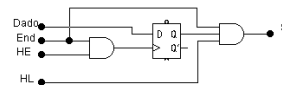
UEM - Digital I, Fev\_Jun

9

### 6.2 Memória de Escrita/Leitura

#### 6.2.1. Construção da Célula Básica

Memória de Escrita/Leitura (Vulgarmente conhecido por RAM - Random Access Memory) são dispositivos de conservação de acesso aleatório e de escrita/leitura. São feitos normalmente à base de flip-flops ou condensadores. Vamos analisar os primeiros



Para escrever ou ler dado nesta célula é necessário endereçá-la primeiro. Para isso, deve-se colocar a linha End em 1 para habilitar as portas AND

Para escrever um dado, deve-se colocá-lo na linha Dado para aguardar em D. A seguir realizar uma transição positiva em HE – Habilitador de Escrita. Como End = 1 então a entrada Ck do flip-flop irá reconhecer a transição positiva de Ck e aceitará o dado em D .

ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun

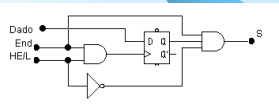
10

### 6.2 Memória de Escrita/Leitura

Para ler um dado basta colocar o sinal HL – Habilitador de Leitura no nível lógico 1. Isso habilita a porta AND na saída e o dado disponível em Q passa para S

As entradas HE e HL podem ser associadas de modo que se revezem no funcionamento.

Normalmente a entrada HE/L fica no nível lógico 0 habilitando a leitura. Assim, basta activar a linha de endereçamento para efectuar a leitura. Quando se deseja escrever, activa-se a linha de endereçamento e inverte-se o estado lógico de HE/L para 1 e nessa altura há uma transição positiva de Ck



ABC

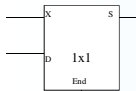
UEM - Digital I, Fev\_Jun

11

### 6.2 Memória de Escrita/Leitura

#### 6.2.2. expansão da Memória

A célula básica de memória tem apenas uma localidade que conserva apenas 1 bit. No entanto em muitas ocasiões precisamos de armazenar dados com mais do que um bit e em mais duma localidade e pode ser representada pelo esquema a seguir:



A expansão da memória pode ser feita primeiro pelo aumento de bits por localidade e depois aumentar a quantidade de localidades. Mas também pode ser feita primeiro a expansão de localidades de 1 bit e depois o aumento de bits por localidade.

ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun

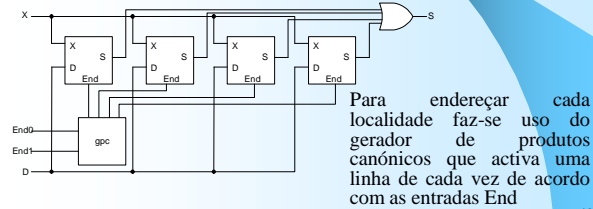
12

## 6.2 Memória de Escrita/Leitura

### A. expansão de localidades

A expansão de localidade implica o aumento da quantidade de localidades de  $n$  bits cada. Uma característica importante na construção das memórias é que todas as localidades duma dada memória têm a mesma quantidade de bits, normalmente 8.

Construamos uma memória 4x1, isto é, 4 localidades de 1 bit cada. Para tal montaremos 4 memórias 1x1 como se segue:



Para endereçar cada localidade faz-se uso do gerador de produtos canónicos que activa uma linha de cada vez de acordo com as entradas End

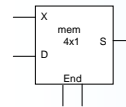
ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun 13

## 6.2 Memória de Escrita/Leitura

### B. Expansão de bits

Podemos encapsular o circuito acima para termos uma memória 4x1 a seguir. Depois usamos esse dispositivo para construir uma memória maior



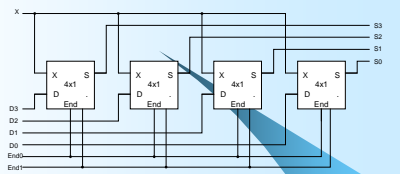
A expansão de bits implica o aumento da quantidade de bits por conservar em cada localidade. Construíamos uma localidade com 4 bits. A Fig. a seguir mostra o esquema duma memória de 4x4, isto é, 4 localidades de 4 bits. Todas as células básicas têm o mesmo endereço e a mesma linha de habilitação de escrita e leitura. Contudo como desejamos introduzir um dado de 4 bits, estes terão caminhos diferentes em direcção à cada célula básica.

ABC

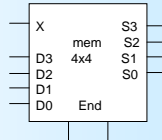
UEM - Digital I, Fev\_Jun 14

## 6.2 Memória de Escrita/Leitura

### B. Expansão de bits



Feito isto podemos encapsular este circuito para termos uma MEM 4x4 (4 localidade de 4 bits)



ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun 15

### Observações:

a) Organização da memória no computador

No computador a memória é organizada logicamente em páginas contendo cada uma um certo número de bytes ordenados e numerados. Um byte é endereçado pela página e posição que ocupa nela.

Página 1	
Posição	Informação
00000	Byte 0
00001	Byte 1
...	...
11111	Byte 31

Aqui o byte 1 está na Pagina 1 Posição 00001

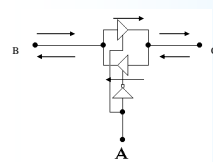
ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun 16

### Observações:

#### b) Economia de recursos

Para economia de espaço e recursos, os dados entram e saem pelo mesmo fio denominado barramento. Para evitar conflito de dados nesse fio, este é cortado e introduzem-se as portas de três estados como se segue



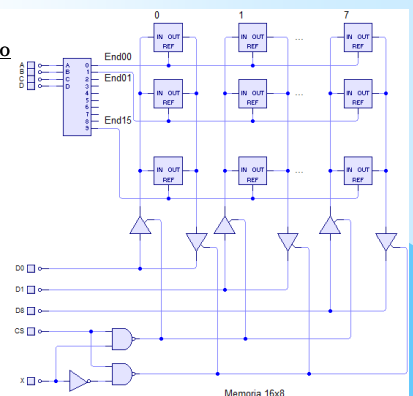
Quando a variável  $A=0$ , a porta inferior abre impedindo que o sinal que vem de C para B passe mas deixa passar a informação de B para C. Quando for igual a 1 barra a informação de B para C e deixa passar de C para B.

ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun 17

### Observações:

#### Exemplo de aplicação dos buffer tri-state



ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun 18

## 6.3 Memória de Leitura

ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun 19

### 6.3 Memória de Leitura

Memórias de Leitura (vulgarmente conhecidos por ROM - Read Only Memory) são dispositivos de conservação de dados com a característica de apenas permitirem a leitura de dados já previamente introduzidos durante a fabricação.

As Memórias de Leitura subdividem-se em:

**ROM** – Read Only Memory. São programadas na fábrica

**PROM** – Programmable ROM. São programadas pelo utente. Mas uma vez programadas, com recursos especiais, tornam-se ROM

**EPROM** – Erasable PROM. São idênticas às PROM mas podem ser apagadas por meio dum feixe de raios ultravioletas.

**EEPROM** – Electrical EPROM. São idênticas à EPROM porém são apagadas electricamente

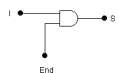
ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun 20

### 6.3 Memória de Leitura

#### 6.3.1. Construção da Célula Básica

Como na de Leitura pretendemos conservar dados imutáveis não precisamos de usar o flip-flop. A célula básica é feita como ilustra a figura seguinte:



Nesta célula básica é conservada em I um dado que tanto pode ser igual a 0 ou a 1. Sempre que esta célula for endereçada pela linha de endereço End em S fica disponível o dado em I.

ABC

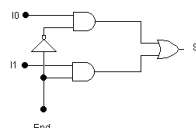
UEM - Digital I, Fev\_Jun 21

### 6.3 Memória de Leitura

#### 6.3.2. Expansão da Memória

##### A. Expansão de Localidades

Para expandir as localidades e construir uma memória de n localidades de 1 bit, é necessário construir um gpc que endereça exclusivamente cada localidade. A saída todos s bits são reunidas numa porta OR. O dado lido na saída desta OR será equivalente à da célula endereçada, uma vez que as outras extraem o valor 0 e este é neutro na adição.



Quando a linha End=0 a célula contendo o dado I0 é endereçada. De contrário é endereçada a célula contendo o dado I1.

A memória da figura ao lado é 2x1, ie, 2 localidades de 1 bit.

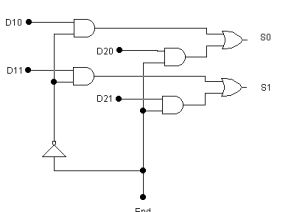
ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun 22

### 6.3 Memória de Leitura

#### B. Expansão de bits

Vamos de seguida construir uma memória 2x2, ie, 2 localidades de 2 bits cada. Para tal temos que conseguir fazer com que um único endereço seleccione um conjunto de 2 bits ao mesmo tempo. O circuito a seguir implementa esse efeito.



ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun 23

## 6.4 Dispositivos Lógicos Programáveis

ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun 24

## 6.4 Dispositivos Lógicos Programáveis

Com o desenvolvimento da tecnologia de integração ficou relativamente mais caro construir CI com apenas algumas portas.

Em muitos casos os projectistas especificam o circuito e, em vez de construir por portas discretas, é integrado, permitindo assim incorporar muitos dispositivos.

Mesmo assim fica caro produzir CI para uma aplicação específica, principalmente se a encomenda for reduzida.

Uma saída é construir células simples que implementam as funções AND e OR e combinadas geram diversas funções lógicas

Nisto criaram-se os chamados PLD (Programmable Logic Devices) ou Dispositivos Lógicos Programáveis – DLP. Estes são baseados nos chamados PLA (programmable Logic Array) ou Matriz Lógica Programável

ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun

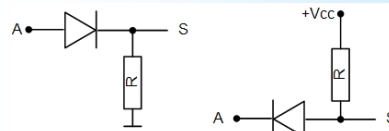
25

## 6.4 Dispositivos Lógicos Programáveis

A matriz lógica é feita por diodos e resistores montados de modo a realizarem a função AND ou OR. Conectando essas células cria-se a soma de produtos canónicos representativos da função desejada.

Observe-se a Figura em baixo. Aplicando o nível 0 em A o diodo conduz e em S será observada uma tensão da ordem de 0V ou 0.7V que corresponde ao nível de tensão considerada Low.

Aplicado o nível +Vcc o diodo fica polarizado directamente, no 1º circuito e, inversamente no 2º. Provendo que S esteja ligado a uma resistência suficientemente grande, a saída irá assumir o valor lógico High.



ABC

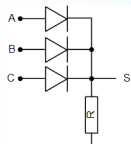
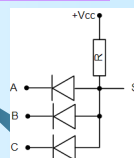
UEM - Digital I, Fev\_Jun

26

## 6.4 Dispositivos Lógicos Programáveis

Com os circuitos vistos atrás pode-se construir a porta AND e a OR.

Observe a Figura ao lado. A saída S só vai ter o nível lógico High se todos os diodos forem ligados a Vcc ou não conectados. Basta que um deles seja colocado em 0 para que S vá para Low. Este é o comportamento da função(porta) AND.



Já no circuito da figura ao lado a saída S irá ao nível 1 assim que pelo menos uma das entradas for colocada em Vcc, o que representa a função(porta) OR

Suponha que pretende implementar a função seguinte:

$$f(a,b,c) = abc + \bar{b}c$$

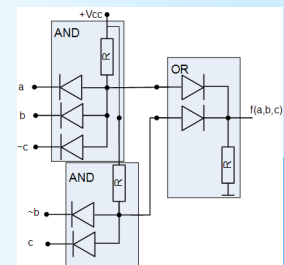
ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun

27

## 6.4 Dispositivos Lógicos Programáveis

Bastará juntar os circuitos vistos atrás, formando o PLA e montar o circuito ao lado.



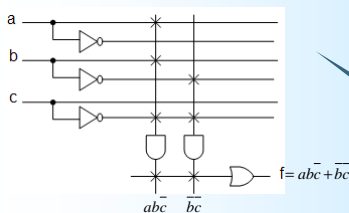
As matrizes AND e OR podem ser simbolicamente representadas como se segue:

ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun

28

## 6.4 Dispositivos Lógicos Programáveis



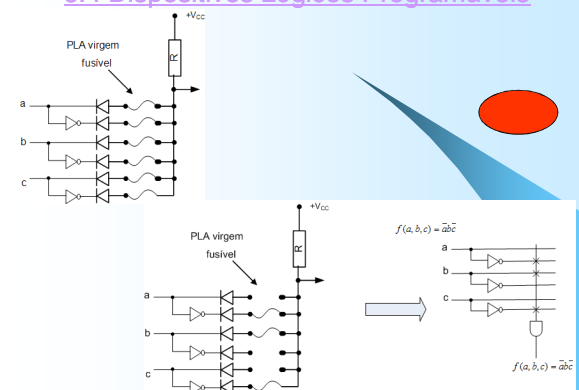
O PLA pode ser programado pelo utilizador. Para que isso seja possível ele é fabricado munido de fusíveis como mostra o circuito a seguir. Para programar basta quebrar o fusível conforme a função desejada, como se ilustra igualmente nessa figura.

ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun

29

## 6.4 Dispositivos Lógicos Programáveis



ABC

UEM - Digital I, Fev\_Jun

30