

Arquitetura de Computadores

MEMÓRIA

Janeiro/2020

CURSO SUPERIOR DE ANALISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA

Prof. Ms Diógenes de Oliveira

Memória

Dispositivos eletrônicos com capacidade para armazenar informações de forma temporária ou permanente.

Tipos de Memória:

Registradores internos da UCP

Memória Cachê

Memória Principal – MP

Memória Secundária

Unidades de medida:

Unidade	Sigla	Capacidade
bit	b	0 ou 1
Byte	B	8 bits
Kilo	K	2^{10}
Mega	M	2^{20}
Giga	G	2^{30}
Tera	T	2^{40}
Peta	P	2^{50}
Exa	E	2^{60}
Zetta	Z	2^{70}

Tamanho da informação

Um arquivo de 16MB

$$16 * 2^{20} = 16.777.216 \text{ Bytes}$$

$$16 * 2^{20} * 8 = 134.217.728 \text{ bits}$$

Um computador tem 16 GB de memória principal

$$16 * 2^{30} = 17.179.869.184 \text{ de células de 8 bits}$$

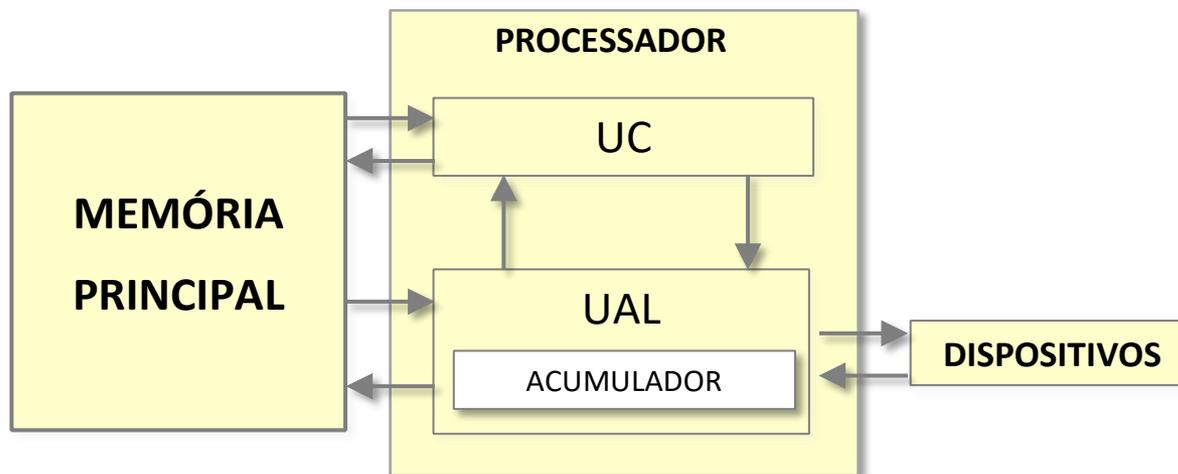

$$137.438.953.472 \text{ bits}$$

Arquitetura de Computadores

A arquitetura do computador moderno, proposta pelo cientista John von Neumann, caracteriza-se pela possibilidade de uma máquina digital armazenar os programas e seus dados na mesma memória principal, possibilitando a manipulação direta pelo processador.



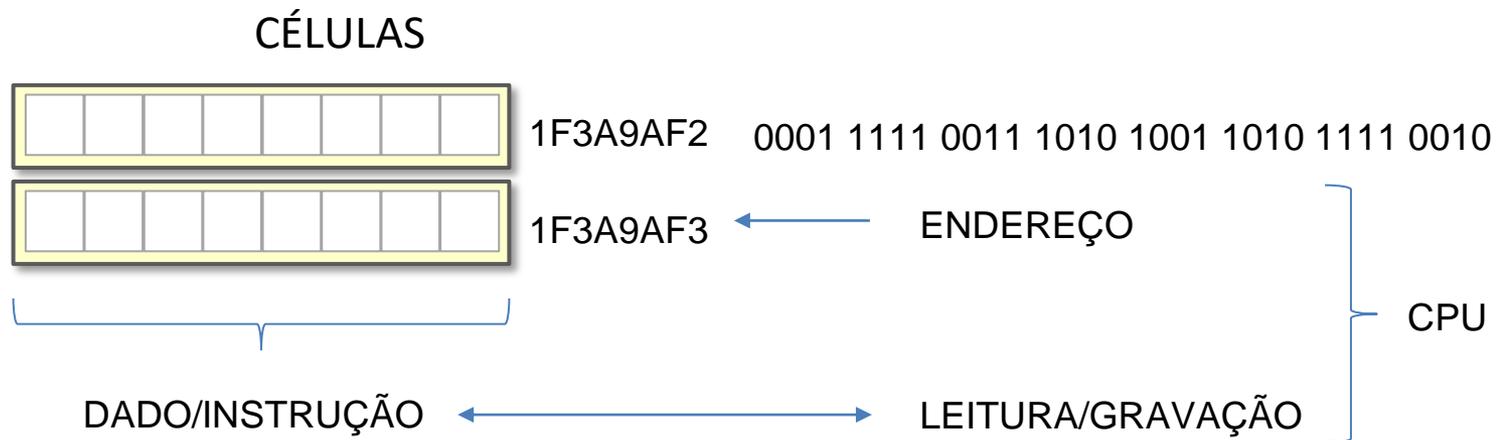
John von Neumann (1903-1957)
(matemático e físico)
O arquiteto do computador moderno.



Memória Principal - MP

Organização da Memória:

A memória principal é formada por uma sequência de **bits** , agrupados em **células** (8bits, 16bits, 32bits, 64bits). A célula é utilizada para armazenar uma instrução ou um dado e é a menor unidade endereçável pelo processador.



Memória Principal - MP

Capacidade da memória

N = Total de células (bytes): $N = 2^L$

L = Largura em bits do barramento de endereço

M = número de bits por célula (Tamanho da célula: 8bits, 16bits, 32bits, 64bits)

T = Total de bits da memória: $T = N * M$

Memória Principal

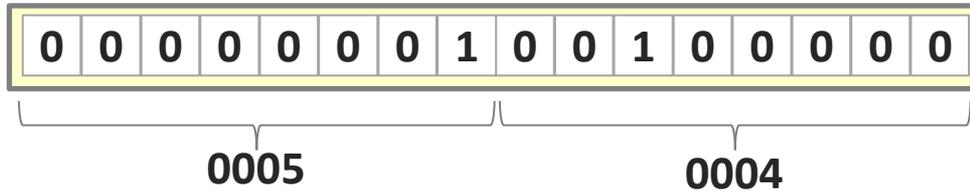
Representação das Informações na MP

char a = 65;

char b = "A";

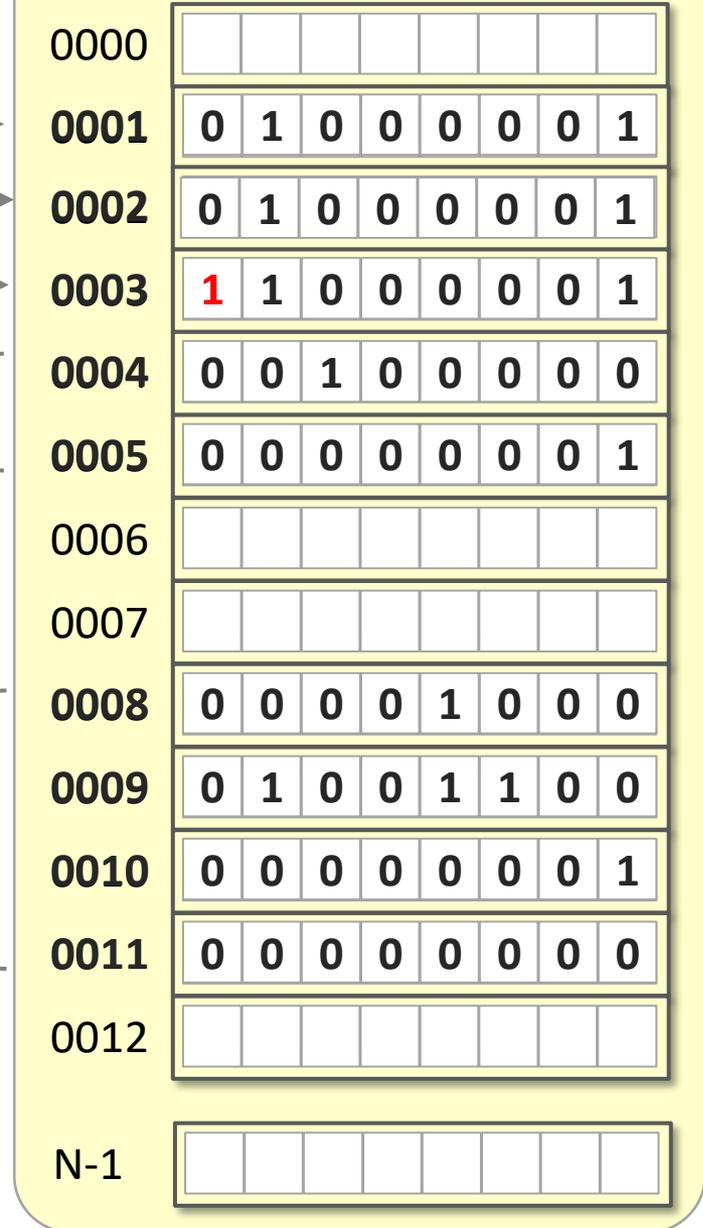
char c = -65;

Int16 d = 288;



Int32 e = 85000; = 1 01001100 00001000

MEMÓRIA PRINCIPAL

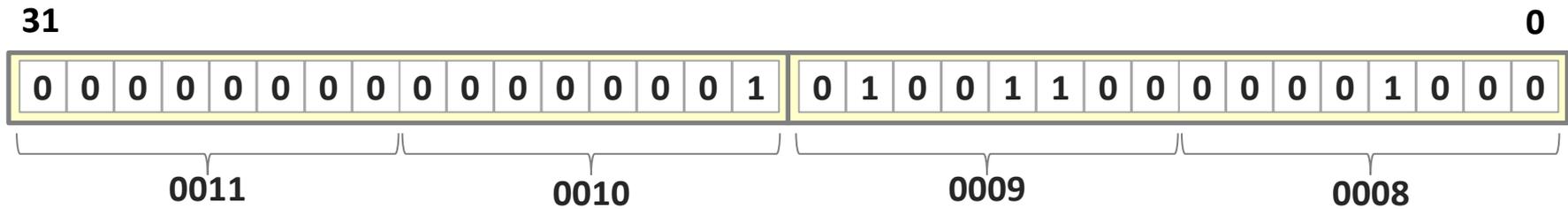


Memória Principal

Representação das Informações na MP

Exemplo:

Int32 e=85.000; = 10100110000001000



Memória Principal

Barramentos que conectam a MP ao Processador (UCP).

BE – Barramento de Endereço

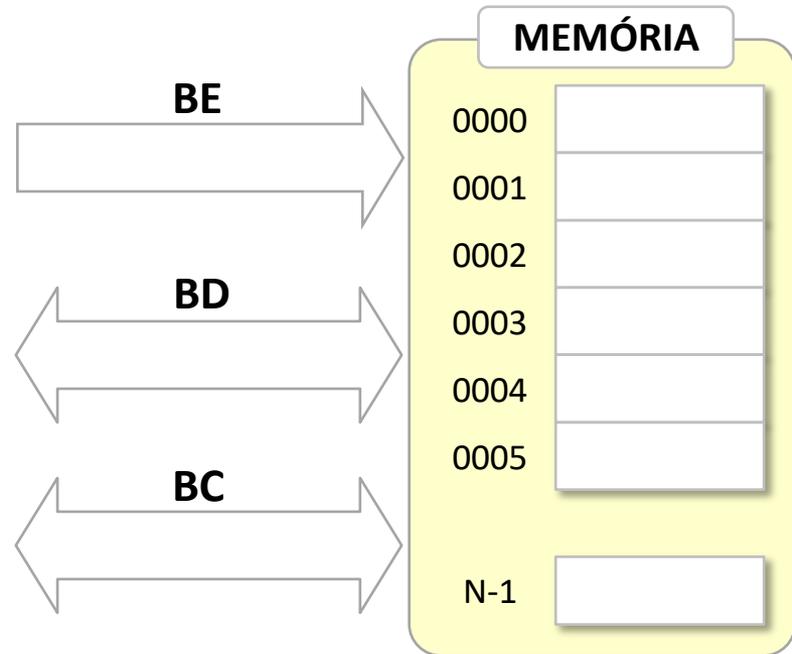
Transporta um número binário correspondente ao endereço da célula que se deseja acessar para ler ou gravar seu conteúdo.

BD – Barramento de Dados

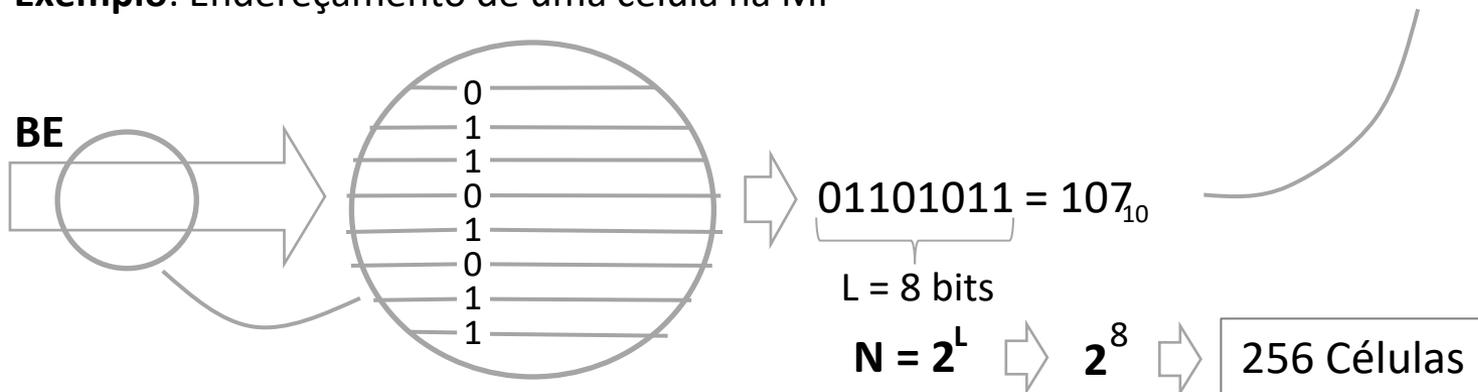
Transporta o valor binário (dado) que foi lido ou que será gravado na célula endereçada.

BC – Barramento de Controle

Indica a operação de leitura/gravação que será executada na célula de memória.

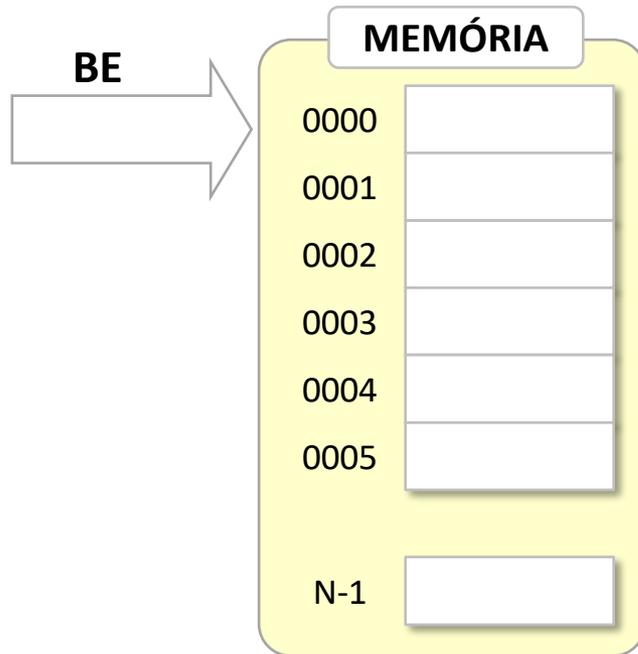


Exemplo: Endereçamento de uma célula na MP



Memória Principal (MP)

Capacidade de Armazenamento:



Total de Células da Memória Principal

$$N = 2^L$$

Onde:

N = Número de Células

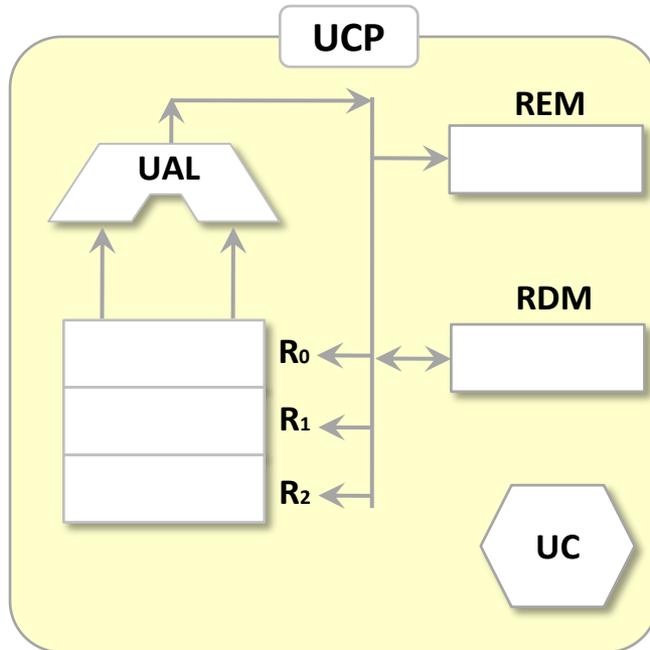
L = Largura em bits do Barramento de Endereço

Exemplo:

BE = 32bits

$$N = 2^{32} \Rightarrow 4.294.967.296 \Rightarrow 4G \text{ Células}$$

UCP – Unidade Central de Processamento



Registadores:

REM – Registrador de Endereço de Memória

RDM – Registrador de Dados de Memória

R₀, R₁, R₂... – Registradores de Dados

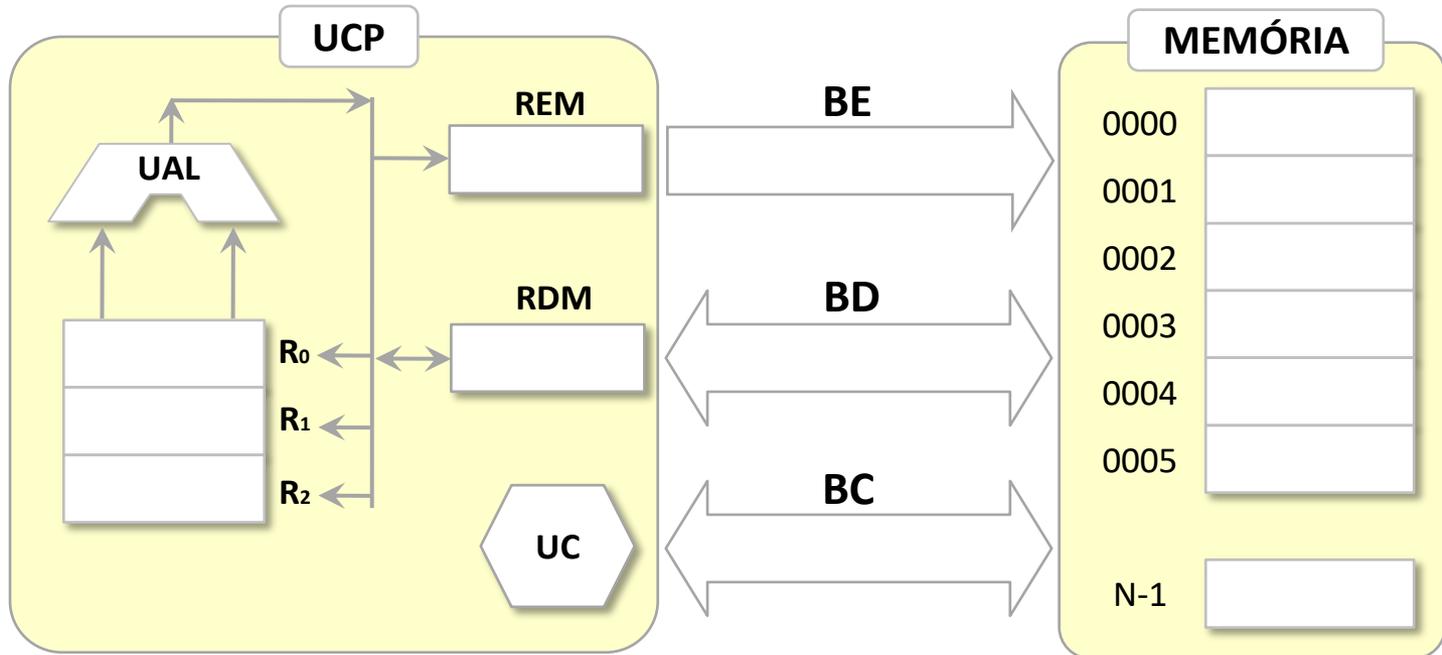
Unidades Funcionais:

UAL – Unidade Aritmética e Lógica

UC – Unidade de Controle

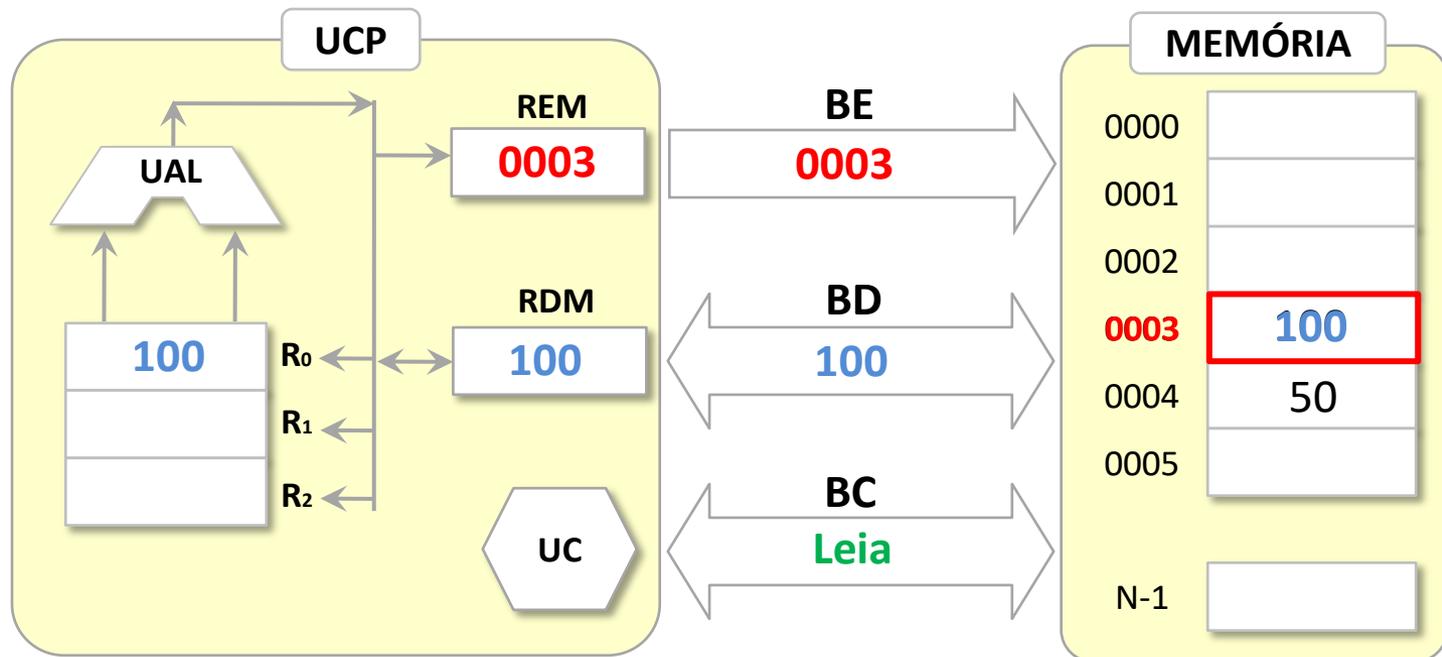
Memória Principal

Exemplo de leitura e gravação de dados pela UCP na MP



Memória Principal

Exemplo de leitura e gravação de dados pela UCP na MP



Exemplo:

B = 100

C = 50

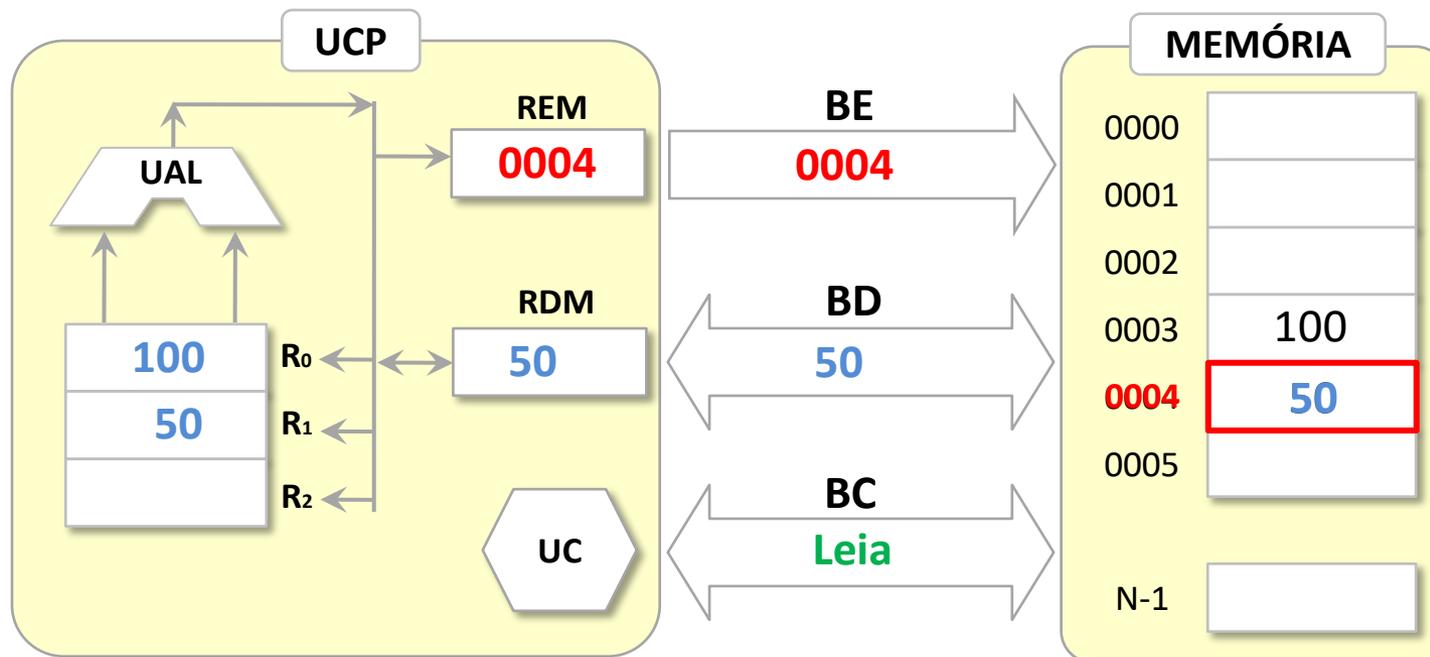
A = B + C

Sequencia de execução

1 – Leia o valor da variável B (0003) para o registrador R₀

Memória Principal

Exemplo de leitura e gravação de dados pela UCP na MP



Exemplo:

B = 100

C = 50

A = B + C

Sequencia de execução

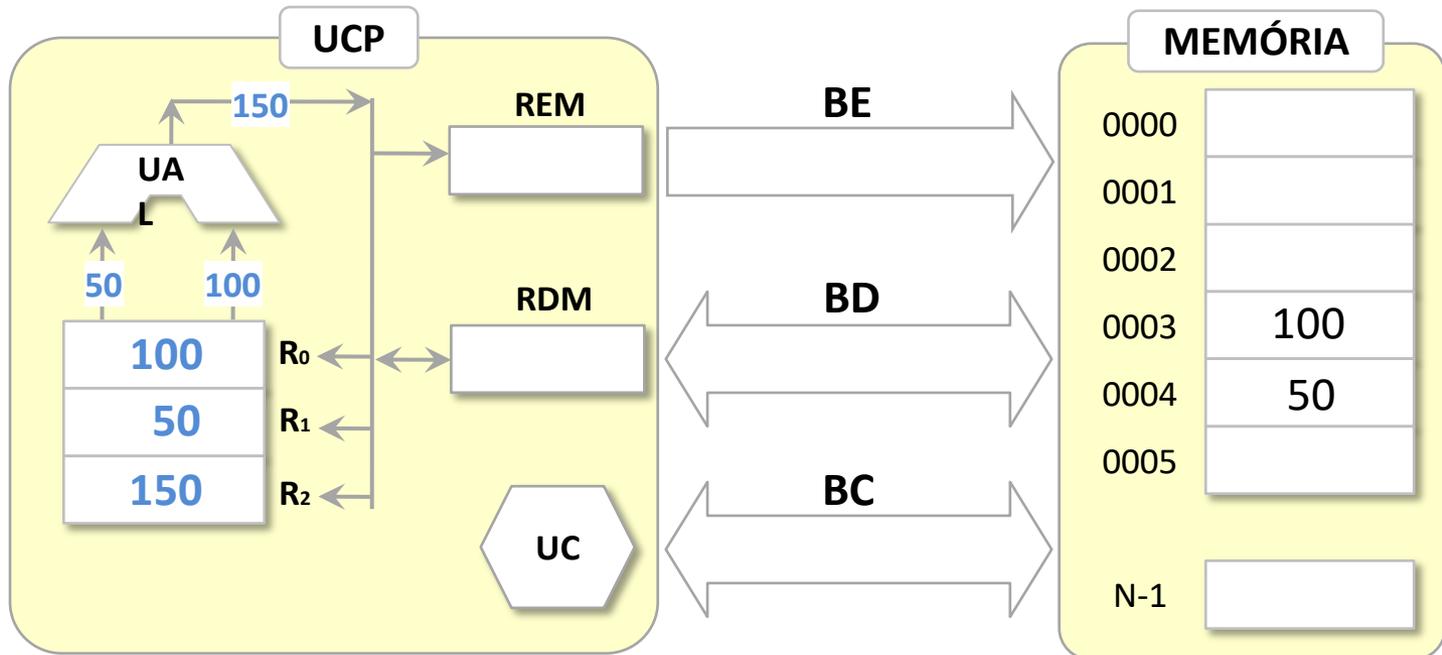
1 – Leia o valor da variável B (0003) para o registrador R₀

2 – Leia o valor da variável C (0004) para o registrador

R₁

Memória Principal

Exemplo de leitura e gravação de dados pela UCP na MP



Exemplo:

$B = 100$

$C = 50$

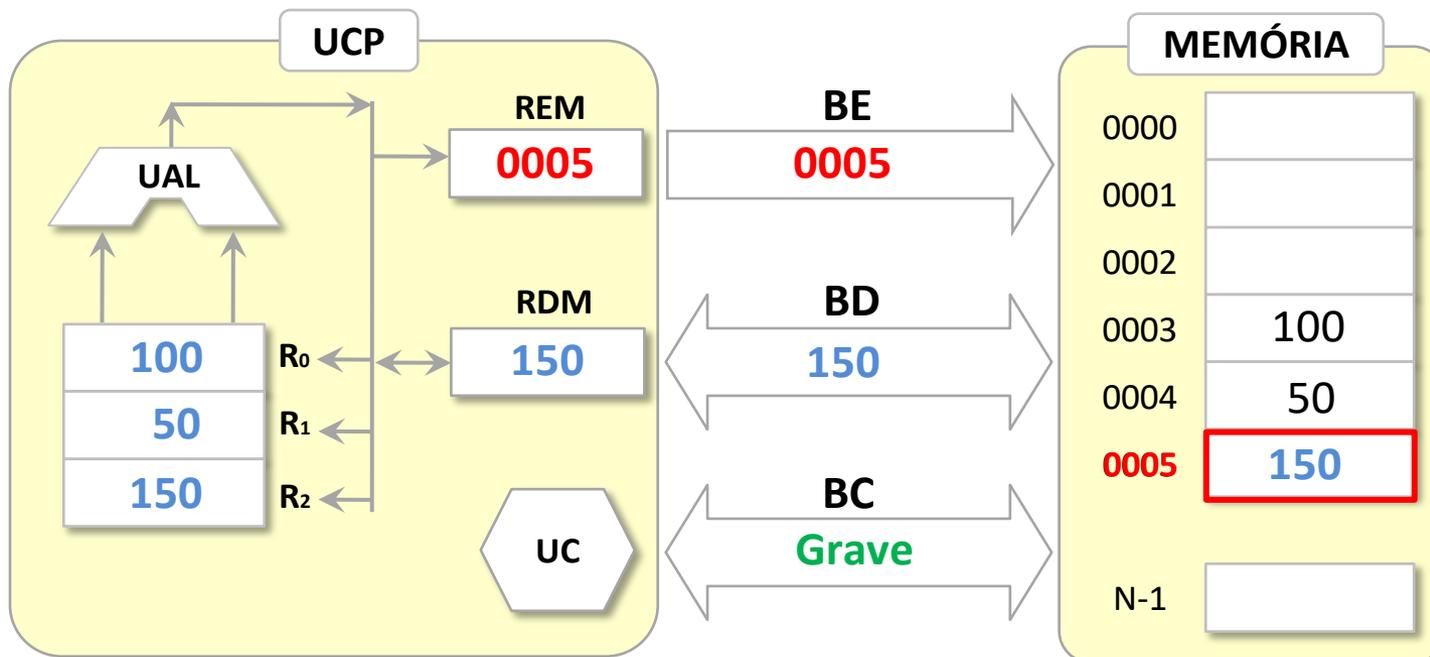
$A = B + C$

Sequência de execução

- 1 – Leia o valor da variável B (0003) para o registrador R₀
- 2 – Leia o valor da variável C (0004) para o registrador R₁
- 3 – Some R₀ e R₁ e coloque o resultado em R₂

Memória Principal

Exemplo de leitura e gravação de dados pela UCP na MP



Exemplo:

B = 100

C = 50

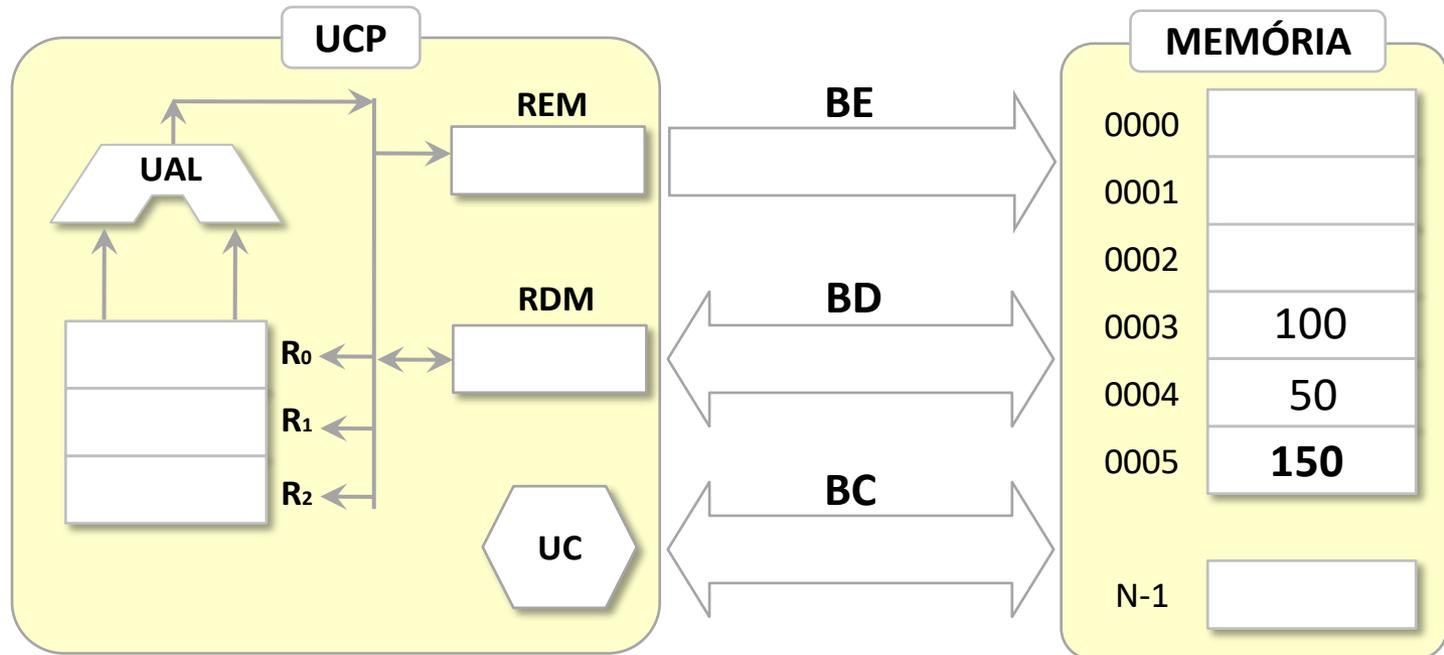
A = B + C

Sequencia de execução

- 1 – Leia o valor da variável B (0003) para o registrador R₀
- 2 – Leia o valor da variável C (0004) para o registrador R₁
- 3 – Some R₀ e R₁ e coloque o resultado em R₂
- 4 – Grave o valor de R₂ na variável A (0005)

Memória Principal

Exemplo de leitura e gravação de dados pela UCP na MP



Exemplo:

$B = 100$

$C = 50$

$A = B + C$

Sequencia de execução

- 1 – Leia o valor da variável B (0003) para o registrador R_0
- 2 – Leia o valor da variável C (0004) para o registrador R_1
- 3 – Some R_0 e R_1 e coloque o resultado em R_2
- 4 – Grave o valor de R_2 na variável A (0005)

Exercícios

1. Para um computador com 128G células de MP, qual a largura do BE?

$$128G = 2^L$$

$$2^{30} * 2^7 = 2^{37}$$

$$L = 37$$

2. Um computador tem 64GB de MP e seu registro RDM possui 64 bits. Pergunta-se: qual a largura do REM e quantos bits tem a MP ?

$$64G = 2^L$$

$$64G = 2^{30} * 2^6 = 2^{36}$$

$$L = 36 \quad \text{REM} = 36 \text{ bits}$$

T = total de bits da MP

$$T = N * M \quad M = 8$$

$$T = 2^{36} * 8 \quad 68.719.476.736 * 8 = 549.755.813.888$$

REVISÃO

CÉLULA (uma unidade da MP para armazenar um valo binário que pode ser um DADO ou uma INSTRUÇÃO do programa)

ENDEREÇO (refere-se ao endereço de uma CÉLULA)

PALAVRA = DADO; 8bits, 16bits, 32bits, 64bits (com ou sem sinal)

Quando houver o sinal, este ocupará o bit mais significativo;

CAPACIDADE DA MEMÓRIA PRINCIPAL (MP):

Depende da quantidade de endereços possíveis de serem enviados pelo **BE**.

N = Total de células (Bytes) da Memória Principal **MP**

$N = 2^L$

L = Largura em bits do barramento de endereço **BE**

M = número de bits **dentro** de uma **CÉLULA**: tamanho da **CÉLULA**.

T = Total de bits da memória principal **MP**

$T = N * M$

UNIDADE	SIGLA	TAMANHO
bit	b	0 ou 1
Byte	B	8 bits
Kilo	K	2^{10}
Mega	M	2^{20}
Giga	G	2^{30}
Tera	T	2^{40}
Peta	P	2^{50}
Exa	E	2^{60}
Zetta	Z	2^{70}

REVISÃO

EXERCÍCIO:

Dados:

BE = 32bits

M = 8bits

PERGUNTA:

N?

T?

$N = 2^{32}$ Células

$T = 2^{32} * 8$ bits

$T = 2^{35}$

$N = xG$

$N = 2^{32};$

$x = N / 2^{30}$

$x = 2^{32} / 2^{30}$ GBytes

$x = 2^2$ GBytes

$x = 4$ GBytes

$T = xT$

$T = 2^{32} * 8$

$x = T / 2^{40};$

$x = 2^{32} * 8 / 2^{40}$ Tbits

$x = 2^{35} / 2^{40}$ Tbits

$x = 2^{(-5)}$ Tbits

$x = 0,0078125$ Tbits

UNIDAD E	SIGL A	TAMANH O
bit	b	0 ou 1
Byte	B	8 bits
Kilo	K	2^{10}
Mega	M	2^{20}
Giga	G	2^{30}
Tera	T	2^{40}
Peta	P	2^{50}
Exa	E	2^{60}
Zetta	Z	2^{70}

REVISÃO

BARRAMENTOS

BE: Barramento de Endereço (envia o endereço para a MP);

BD: Barramento de Dados (envia/recebe o dado para a MP);

BC: Barramento de Controle;

REGISTRADORES DA CPU

REM: Registro de Endereço de Memória, conectado ao BE;

RDM: Registrador de Dados da Memória, conectado ao BD;

RI: Registrador de Instrução (armazena a instrução em execução)

CI: Contador de Instrução (**endereço** da próxima instrução)

CC: Código de Condição (bits de estado da ultima operação da UAL)

A,B: Registradores DADOS para as operações na UAL. A partir de agora será denominado **AC** e haverá apenas um.

UNIDADE	SIGLA	TAMANHO
bit	b	0 ou 1
Byte	B	8 bits
Kilo	K	2^{10}
Mega	M	2^{20}
Giga	G	2^{30}
Tera	T	2^{40}
Peta	P	2^{50}
Exa	E	2^{60}
Zetta	Z	2^{70}

REGISTRADORES ASSOCIADOS AO BARRAMENTO DE ENDEREÇO DA MP:

REM: Registro de Endereço de Memória, conectado ao BE;

CI: Contador de Instrução (endereço da próxima instrução)

REGISTRADORES ASSOCIADOS AO BARRAMENTO DE DADOS:

RDM: Registrador de Dados da Memória, conectado ao BD;

RI: Registrador de Instrução (armazena a instrução em execução)

AC: Registradores dados para as operações na UAL.

EXERCÍCIOS:

DADOS:

CI = 34bits

M = 8bits

PERGUNT

A:

N = xG

T = xK

RESPOSTA 1:

N = 2^L

N = 2³⁴

N em Giga = $2^{34} / 2^{30}$ GBytes

RESPOSTA 2:

T = N * M

T = 2³⁴ * 8

T em Kilo = $2^{34} * 8 / 2^{10}$ Kbits

UNIDADE	SIGLA	TAMANHO
bit	b	0 ou 1
Byte	B	8 bits
Kilo	K	2 ¹⁰
Mega	M	2 ²⁰
Giga	G	2 ³⁰
Tera	T	2 ⁴⁰
Peta	P	2 ⁵⁰
Exa	E	2 ⁶⁰
Zetta	Z	2 ⁷⁰

Exercício

Um computador tem uma MP com capacidade para armazenar palavras de 16bits em cada uma de suas N células, e o seu REM tem 12bits. Quantas palavras de 8 bits podem ser armazenadas nessa memória.

DADOS:

M=Palavras de 16 bits (tamanho da célula)

REM=12bits

PERGUNTA:

Quantas palavras de 8bits podem ser armazenadas nessa memória?

LEMBRETE:

Byte = 8 bits

RESOLUÇÃO:

$$N = 2^{\text{REM}}$$

$$N = 2^{12}$$

Total de Bytes é: $2^{12} * 2$

OBS:

As respostas abaixo também estão corretas:

$$(2^{12} * 16) / 8$$

$$2^{13}$$

8.192 Bytes

UNIDADE	SIGLA	TAMANHO
bit	b	0 ou 1
Byte	B	8 bits
Kilo	K	2^{10}
Mega	M	2^{20}
Giga	G	2^{30}
Tera	T	2^{40}
Peta	P	2^{50}
Exa	E	2^{60}
Zetta	Z	2^{70}

Exercícios

Meu computador tem 24 bits de Barramento de endereço, e suas células tem 8bits de tamanho, quantos bits tem a Memória Principal?

$$N = 2^L$$

$$N = 2^{BE}$$

$$N = 2^{24}$$

$$M = 8$$

$$T = N * M$$

$$T = 2^{24} * 8$$

Exercício:

A MP de um computador tem 4T bits de capacidade e cada célula tem 8 bits de tamanho, pergunta-se: qual a largura do BE e quantas células este computador tem?

$$T = N * M$$

$$T = 4Tbits$$

$$T = 2^{40} * 2^2$$

$$M = 8$$

$$N = T/M$$

$$N = 2^{40} * 2^2 / 2^3 = 2^{42}/2^3$$

$$N = 2^{39} \text{ Bytes}$$

$$BE = 39 \text{ bits}$$

Exercício:

Um computador tem uma MP com capacidade para armazenar palavras de 16 bits em cada uma de suas N células e seu barramento de endereço tem 24 bits de largura. Quantos bits tem essa memória?

$$N = 2^{BE}$$

$$N = 2^{24}$$

$$M = 16$$

$$T = N * M$$

$$T = 2^{24} * 16$$

Exercício:

Um computador tem 128GB de MP. pergunta-se:

- Qual o maior endereço de MP;
- Qual o tamanho do REM;
- Quantos bits tem essa MP;

$$N=128G$$

$$N = 2^{30} * 2^7 ; N = 2^{37}$$

$$N = 2^L$$

$$L = 37$$

$$REM = L$$

$$REM = 37$$

$$T = 2^{37} * 8$$

$$\text{Maior endereço} = 2^{37} - 1$$

Exercício:

Uma imagem é constituída por uma matriz de pixels, onde cada pixel precisa de 4 Bytes (32 bits) para ser representado na MP. baseado nestas afirmações responda:

- a) Quantos Bytes são necessários para armazenar uma imagem de 640x420 pixels?
- b) Quantos MB são necessários para armazenar 10 imagens iguais a esta?
- c) Quantas imagens podem ser armazenadas em 128MB de MP?

a) $640 \times 420 \times 4 = 1.075.200$ Bytes

b) $640 \times 420 \times 4 * 10 / 2^{20} = 10,25$ MB

c) $2^{27} / 640 \times 420 \times 4 = 124$ imagens

EXERCÍCIOS

1. Tenho um computador com um barramento de endereço de 34bits e as células de memória possuem 8 bits, responda: (somente a expressão matemática)

a) $N=?$

b) $T=?$

2. Um computador possui 16GB de MP, quantos bits tem o seu barramento de endereço?

3. uma imagem digital tem o tamanho de 1240 pixels de largura por 980 pixels de altura, responda: (somente a expressão matemática)

a) quantos bits são necessários para armazenar esta imagem?

b) quantos MB serão necessários para armazenar 3 imagens iguais a esta?

Exercício:

Tenho um computador com um barramento de endereço de 34bits e as células de memória possuem 8 bits, responda: (somente a expressão matemática)

a) $N=?$ $N = 2^{34}$ $N = 2^{34}$

b) $T=?$ $T = N \times M$ $T = 2^{34} \times 8$

Exercício:

Um computador possui 16GB de MP, quantos bits tem o seu barramento de endereço?

$$N = 16\text{GB}$$

$$N = 2^{\text{BE}}$$

$$1\text{GB} = 2^{30}$$

$$16 = 2^4$$

$$N = 2^{30} \times 2^4$$

$$N = 2^{34}$$

$$\text{BE} = 34$$

Exercício:

Uma imagem digital tem o tamanho de 1240 pixels de largura por 980 pixels de altura, responda: (somente a expressão matemática)

- a) quantos bits são necessários para armazenar esta imagem?
- b) quantos MB serão necessários para armazenar 3 imagens iguais a esta?

$1240 \times 980 =$ total de pixels de uma imagem.

Sabemos que um pixel ocupa 32 bits, portanto uma imagem ocupará:

- a) $1240 \times 980 \times 32$ bits na memória.
- b) $1240 \times 980 \times 32 \times 3 / 8 / 2^{20}$ MB

Resolução dos exercícios pg. 118

Ex: 1,2,3,6,10,11,12,31

Escreva somente a expressão matemática, não há necessidade de escrever o resultado em decimal. O que será considerado é o seu conhecimento em como o valor foi obtido.

Exercício 1

Um computador possui uma memória principal com capacidade para armazenar **palavras de 16bits** em cada uma de suas N células, e o seu **barramento de endereço tem 12bits** de tamanho. Sabendo-se que cada célula pode armazenar o valor exato de uma palavra, **quantos Bytes** podem ser armazenados nessa memória.

DADOS:

M=Palavras de 16 bits (tamanho da célula)

BE=12bits

PERGUNTA:

Quantos Bytes, palavras de 8bits, podem ser armazenados nessa memória?

Byte = 8 bits

RESOLUÇÃO:

$$N = 2^{BE}$$

$$N = 2^{12}$$

Total de Bytes é: $2^{12} * 2$

OBS:

Não há necessidade, conforme dito em aula, de simplificar conforme abaixo: (também estão corretas)

$$2^{12} * 2^1 = 2^{13}$$

Ou: 8.192 Bytes

Exercício 2

O que você entende por acesso a memória? Caracterize o tempo de acesso nos diversos tipos de memória.

Acesso a memória é uma operação realizada pelo processador para ler ou gravar um dado ou ler uma instrução.

Tempo de acesso:

O tempo de acesso a MP é dado em nanosegundos (1 segundo dividido por 1 bilhão)

O tempo de acesso a Memória secundária é dado em milissegundos (1 segundo dividido por mil)

Exercício 3

Quais são as possíveis operações que podem ser realizadas em uma memória:

Leitura ou Escrita

Exercício 6

Qual a função do registrador de endereço de memória (REM)? E do registrador de dados de memória (RDM)?

- REM: através deste registrador o processador endereça células na memória principal para **Ler** ou **Gravar**.
- RDM: registrador que armazena o dado **lido** da MP ou o dado que será **gravado** na MP.

Exercício 10

Um computador possui um RDM com **16bits** e um REM com capacidade para armazenar números com **20bits**. Sabe-se que a célula de memória deste computador armazena dados com **8bits** de tamanho e que ele possui uma quantidade de N células, igual a sua capacidade máxima de armazenamento.

- Qual o tamanho do Barramento de Endereço: **REM = 20bits**
- Quantas células de memória são lidas em uma única operação de leitura:
Se o RDM tem 16bits de tamanho será possível ler **2 células de 8 bits simultâneas**.
- Quantos bits tem a Memória Principal: **$T = N * M$; $T = 2^{20} * 8$**

Exercício 11

Um microcomputador possui uma capacidade máxima de memória principal (RAM) com 32K células, cada uma capaz de armazenar uma palavra de 8bits. Pergunta-se:

a) Qual o maior endereço decimal dessa memória?

$$N = 32K; N = 32 * 2^{10} \quad N = 32.768 - 1$$

b) Qual o tamanho do barramento de endereço?

$$N = 2^{\text{REM}}$$

$$N = 32K$$

$$N = 2^{10} * 2^5 = 2^{15}$$

$$\text{REM} = \text{BE} = 15\text{bits}$$

c) Quantos bits podem ser armazenados no RDM e no REM?

$$\text{REM} = \text{BE}$$

$$\text{REM} = 15 \text{ bits}$$

$$\text{RDM} = 8 \text{ bit}$$

d) Qual é o total máximo de bits que podem existir nessa memória?

$$T = N * M$$

$$T = 2^{15} * 8$$

Exercício 12

Considerando uma célula de memória cujo endereço é, em hexadecimal, **2C81** e que tem armazenado em seu conteúdo um valor igual a, em hexadecimal, **F5A**. Sabe-se que, neste sistema, as células tem o mesmo tamanho das palavras e que em cada acesso é lido o valor de uma célula. Pergunta-se:

$$2C81 = 16\text{bits}$$

$$F5A = 12\text{bits}$$

$$REM = 16\text{bits}$$

$$M = 12\text{bits}$$

$$RDM = 12\text{bits}$$

$$T = N * M$$

$$T = 2^{16} * 12$$

Exercício 31

Uma imagem pode ser representada por uma matriz de pontos armazenada na memória de um computador. Cada ponto possui um indicador de cor associado a ele; essa cor precisa de 4Bytes para ser representada. Baseado nessa informação pede-se:

Memória em Bytes para uma imagem:

$$640 * 420 * 4 = 1.075.200 \text{ Bytes}$$

Memória em MB para 10 imagens iguais a esta:

$$640 * 420 * 4 * 10 / 2^{20} = 10,25 \text{ MB}$$

$$640 * 420 * 32 * 10 / 2^{20} = 82,03 \text{ Mbits}$$

Quantas iguais a esta podem ser armazenadas em 128MB:

$$128 * 2^{20} / (640 * 420 * 4) = 124 \text{ unidades}$$

Memória

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] TANEMBAUM, A. S. **Organização Estruturada de Computadores**, Livros Técnicos e Científicos, 2000. 460p.
- [2] MONTEIRO, M.A. **Introdução à Organização de Computadores**, 5a ed. Livros Técnicos e Científico Editora SA, 2007. 695p