

1. (2,5) Considere uma máquina com arquitetura semelhante à arquitetura vista no curso, que apresente as seguintes especificações:

- Capaz de endereçar 1 M células de memória principal.
- Possui 12 registradores, além do RDM (Registrador de Dados da Memória), REM (Registrador de Endereços da Memória), CI (Contador de Instrução) e RI (Registrador de Instrução).
- Cada instrução possui um código de operação e três operandos como mostrado abaixo, onde Op1 e Op2 identificam um dos 12 registradores e Op3 um endereço de memória. O tamanho total da instrução é 32 bits.

Cód. Oper.	Op1	Op2	Op3
------------	-----	-----	-----

- a) (0,2) Calcule o tamanho mínimo em bits do REM e do barramento de endereços.

*Capacidade de endereçar 1 Mcélulas $\Rightarrow N = 1M$ células
tamanho mínimo do REM será o tamanho do barramento de endereços necessário
para atender a capacidade de endereçamento de 1 Mcélulas
Tamanho do Barramento de endereços (BE) = $\log_2 N = \log_2 1M = \log_2 2^{20} = 20$ bits
REM = tamanho do BE = 20 bits*

- b) (0,3) Calcule o número máximo de códigos de operação que podem existir para esta máquina.

*Cada instrução = código de operação + 3 operandos
1o. operando e 2o. operando = endereço de um registrador = 4 bits que permite até 16 (2^4) registradores
atendendo ao endereçamento de pelo menos 12 registradores
3o. Operando = endereço de memória = 20 bits
Então, código de operação + 1º.oper + 2º. oper + 3º. oper. = 32 bits
código de operação = $32 - 4 - 4 - 20 = 4$ bits
código de operação = 4 bits \Rightarrow permite até 16 códigos diferentes)*

- c) (0,4) Cada acesso à memória principal acessa uma célula de memória e para obter uma instrução da memória principal necessitam-se de 2 acessos. Indique o tamanho em bits de cada célula da memória principal, o tamanho do RDM e o barramento de dados.

Como cada acesso é transferida uma célula, para uma instrução são necessários 2 acessos, e cada instrução tem 32 bits. Concluimos, então, que cada célula possui 16 bits.

- d) (0,4) Calcule o tamanho de RI e CI utilizando-se os valores calculados nos itens anteriores.

*CI = tamanho necessário para endereçar toda a memória = 20 bits
RI = tamanho necessário para uma instrução = 32 bits*

- e) (0,2) Calcule a capacidade de armazenamento, em bits, da memória desta máquina.

*Total de bits = T
 $T = N \times M \Rightarrow T = 1M \text{ células} \times 16 \text{ bits/célula} \Rightarrow T = 16 \text{ Mbits ou } 2 \text{ Mbytes}$*

- f) (1,0)Descreva detalhadamente a execução da instrução **ADDM Op1 Op2 Op3** nesta máquina. Esta instrução soma o conteúdo do registrador Op1 com o conteúdo do registrador Op2 e armazena o resultado na memória no endereço Op3.

Passo 1: A CPU copia o conteúdo do registrador Op1 para uma entrada da ULA (a)

Passo 2: A CPU copia o conteúdo do registrador Op2 para outra entrada da ULA (b)

*Passo 3: A CPU executa a soma dos valores nas entradas da ULA (a e b),
e transfere o resultado para o RDM, ($RDM \leftarrow Op1 + Op2$), e é
disponibilizado no barramento de dados*

*Passo 4: A CPU coloca no REM o valor do operando Op3 ($REM \leftarrow Op3$), e é
disponibilizado no barramento de endereço*

*Passo 5: A CPU aciona, pelo barramento de controle, o sinal de escrita em memória.
A memória armazena no endereço contido no barramento de endereços, o valor
presente no barramento de dados, concluindo: $MP(Op3) \leftarrow Op1 + Op2$*

Passo 6: CI é incrementado ($CI \leftarrow CI + 1$) para apontar para a próxima instrução a ser lida.

2. (2,5) Considere um sistema de computação que possui uma memória principal (RAM) com capacidade máxima de endereçamento de 64 K células, sendo que cada célula armazena um byte de informação. Para criar um sistema de controle e funcionamento da sua memória cache, a memória RAM é constituída de blocos de 8 bytes cada. A memória cache do sistema é do tipo mapeamento direto, contendo 32 linhas. Pergunta-se:

a) Como seria organizado o endereço da MP (RAM) em termos de etiqueta (tag), número de linha e do byte dentro da linha?

Memória Principal

=> *Tamanho da memória (em bytes) = 64K células, cada 1 célula armazena 1 byte, temos $N = 64K$ células (ou 64 Kbytes)*

=> *Será organizada em blocos de 8bytes, como 1 célula = 1byte, temos cada bloco = 8 células, $K = 8$*

=> *$N = 64K$ células e $K = 8$ células por bloco, o total de blocos da MP (B) será:*

Total de blocos: $B = N / K \Rightarrow B = 64K \text{ células} / 8 \text{ células por bloco} \Rightarrow B = 8K \text{ células}$

Memória Cache

=> *O K (quantidade de células/bloco) tem de ser igual a MP.*

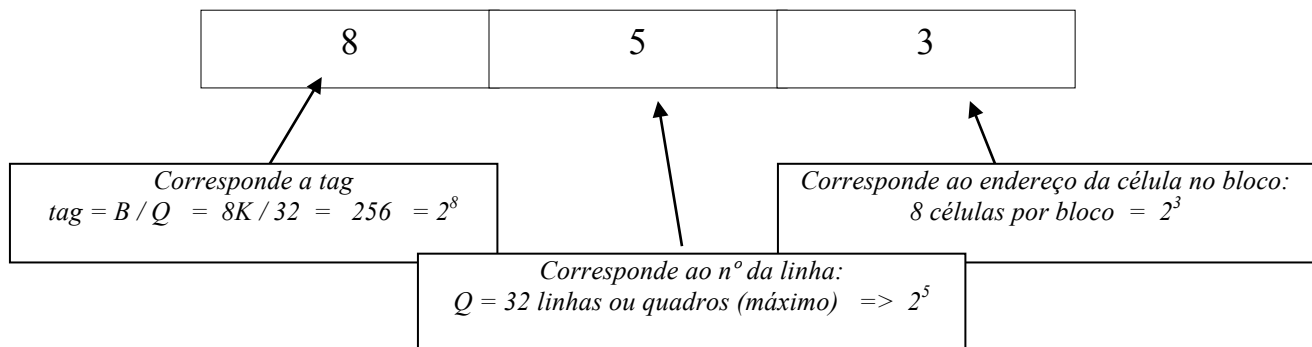
=> *Tamanho da memória cache (em blocos ou linhas) => $Q = 32$ linhas*

=> *Tamanho da memória cachê em células = $Q \times K = 32 \text{ linhas} \times 8 \text{ células/linha} = 256 \text{ células}$ (ou 256 bytes)*

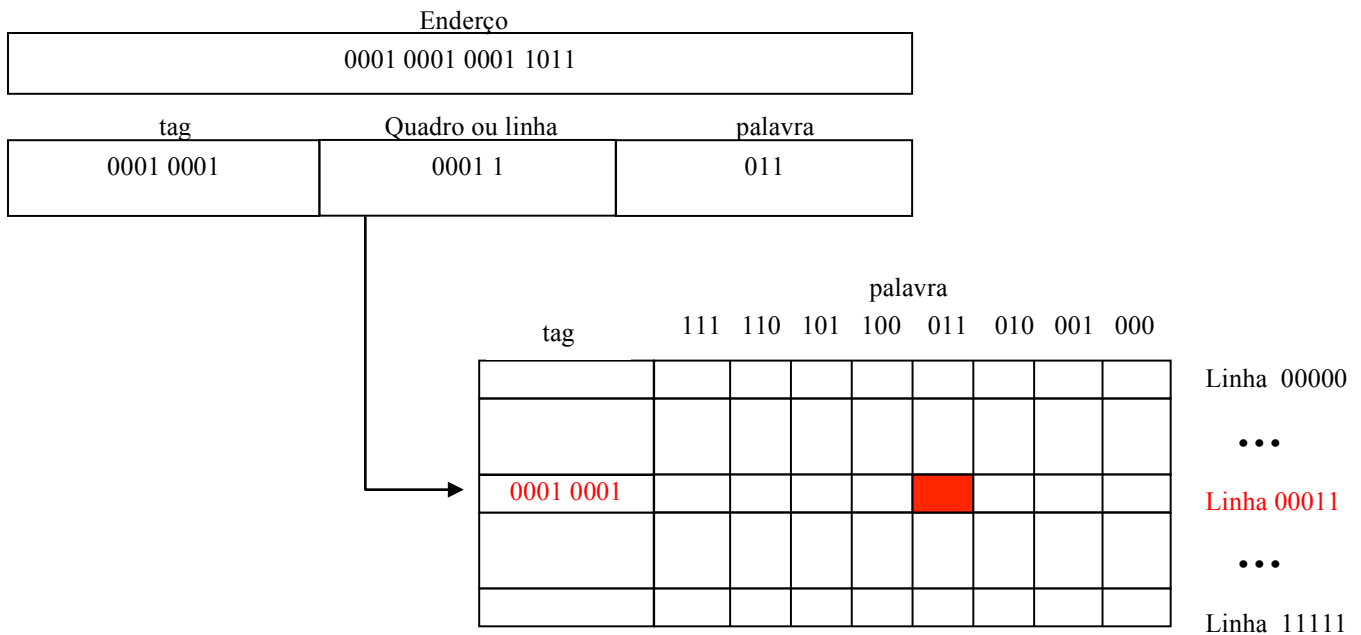
Memória principal

=> *Para endereçarmos toda a MP precisamos da seguinte quantidade de bits (E)*

sendo $N = 2^E \Rightarrow N = 64K \text{ células} \Rightarrow N = 2^{16} \Rightarrow E = 16 \text{ bits}$



b) Em que linha estaria contido o byte armazenado no seguinte endereço da MP: 0001 0001 0001 1011?



c) Qual é capacidade da memória cache em bytes?

Capacidade da cache = $Q \times K = 32 \text{ linhas} \times 8 \text{ palavras/linha}$, considerando neste problema, tamanho da palavra = tamanho da célula e tamanho da célula = 1 byte, então:

Capacidade da cache = $32 \text{ linhas} \times 8 \text{ bytes} = 256 \text{ bytes}$ ou 2^8 bytes

3. (2,5) Analise os modos de endereçamento direto, indireto e imediato, estabelecendo diferenças de desempenho, vantagens e desvantagens de cada um.

Imediato: O campo operando contém o dado, desta forma o dado é transferido da memória juntamente com a instrução.

Vantagem: Rapidez na execução da instrução, pois não requer acesso à memória principal, apenas na busca da própria instrução.

Desvantagem. Limitação do tamanho do campo operando das instruções reduzindo o valor máximo do dado a ser manipulado. Trabalho excessivo para alteração de valores quando o programa é executado repetidamente e o conteúdo das variáveis serem diferentes em cada execução.

Direto: O campo operando da instrução contém o endereço onde se localiza o dado.

Vantagem. Flexibilidade no acesso a variáveis de valor diferente em cada execução do programa

Desvantagem. Limitação de memória a ser usada conforme o tamanho do operando.

Indireto: O campo de operando contém o endereço de uma célula, sendo o valor contido nesta célula o endereço do dado desejado.

Vantagem: Usar como “ponteiro”. Elimina o problema do modo direto de limitação do valor do endereço do dado. Manuseio de vetores (quando o modo indexado não está disponível).

Desvantagem: Muitos acesso à MP para execução, requer pelo menos 2 acessos à memória principal.

4. (2,5) Considere uma máquina que utiliza 32 bits para representar números em ponto fixo e em ponto flutuante.

- a) (0,7) Mostre a representação de -15,25 utilizando-se a representação ponto flutuante precisão dupla IEEE 754 (1 bit de sinal, 8 bits para expoente em excesso de 127, e 23 bits para mantissa)

$$-15,25_{10} = -1111,01_2 = -1,11101 \times 2^{+3}$$

$$\text{Sinal} = \text{negativo} = 1$$

$$\text{Expoente} = +3 + 127 = 130_{10} = 10000010_2$$

$$\text{Mantissa} = ,11101$$

$$\text{Temos então: } 1 \ 10000010 \ 111010000000000000000000$$

- b) Para o conjunto de bits obtido no item anterior, indique o que ele representa na base 10, considerando-se as seguintes representações: **(Não precisa fazer as contas, deixe-as indicadas):**

$$11000001 \ 01110100 \ 00000000 \ 00000000$$

- i. (0,4) um inteiro sem sinal

$$2^{31} + 2^{30} + 2^{24} + 2^{22} + 2^{21} + 2^{20} + 2^{18} = 3.245.604.864$$

- ii. (0,6) um inteiro utilizando-se a representação em complemento a 2

$$-2^{31} + (2^{30} + 2^{24} + 2^{22} + 2^{21} + 2^{20} + 2^{18}) = \square 1.049.362.432$$

- c) (0,8) Qual o menor e o maior valor positivo de números expressos na notação científica normalizada que podem ser representados utilizando-se a representação em ponto flutuante, descrita no item “a”, para este computador? Os valores devem ser representados em decimal (pode deixar as contas indicadas).

$$\begin{aligned} \text{maior valor positivo: } & 0 \ 11111110 \ 111111111111111111111111 = \\ & = 1, 111111111111111111111111 \times 2^{+127} = +3,40 \times 10^{+38} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{menor valor positivo: } & 0 \ 00000001 \ 000000000000000000000000 = \\ & = 1, 000000000000000000000000 \times 2^{-126} = +1,17 \times 10^{-38} \end{aligned}$$