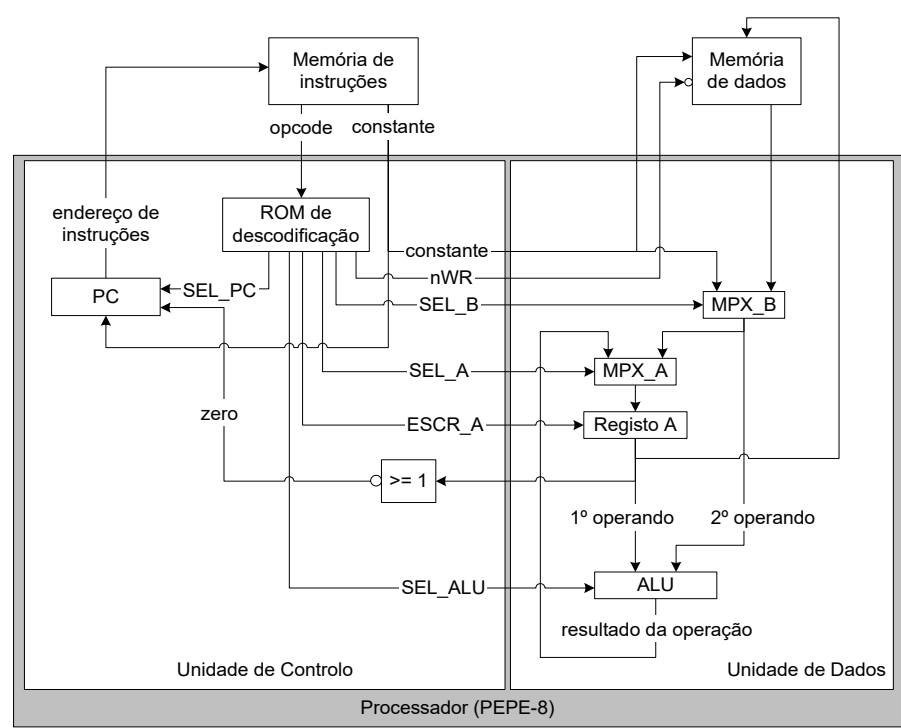


1 - A figura representa o diagrama de blocos de um processador simples, de 8 bits (PEPE-8).



a) - Indique se o registo A tem de ser (i) um *latch* ou (ii) activado pelo flanco do relógio ou (iii) se pode ser de qualquer dos tipos. Justifique.

**Tem de ser activado pelo flanco, pois uma operação através da ALU usa o registo como operando e como destino. Se fosse um *latch*, quando o relógio estivesse a 1 o registo ficava transparente, e o resultado da ALU iria aparecer também à saída do registo, destruindo o valor do operando original, que por sua vez iria alterar o resultado da ALU, e assim sucessivamente.**

b) - Explique a função de cada um dos blocos internos do processador.

| Bloco                | Para que serve                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PC                   | <b>Indica o endereço (na memória de instruções) da instrução a ser executada</b>                                                                                                                                                                                          |
| ROM de decodificação | <b>Gera os sinais de controlo do processador a partir do código de operação da instrução</b>                                                                                                                                                                              |
| NOR                  | <b>Indica se o valor do registo A é zero ou não</b>                                                                                                                                                                                                                       |
| MPX_A                | <b>Selecciona o valor a escrever no registo A (resultado da ALU ou um valor que sai do multiplexer B)</b>                                                                                                                                                                 |
| MPX_B                | <b>Selecciona o valor que entra no multiplexer B (lado direito) e que pode ser resultado de uma leitura da memória ou uma constante que vem da instrução. Em conjunto com o multiplexer A, permite seleccionar as várias hipóteses de valor a armazenar no registo A.</b> |
| Registo A            | <b>Memoriza os valores produzidos pelas instruções</b>                                                                                                                                                                                                                    |
| ALU                  | <b>Efectua operações sobre os dados contidos no registo A e na memória</b>                                                                                                                                                                                                |

c) - Suponha que o processador vai executar a instrução descrita pela expressão  $A \leftarrow A + M[2AH]$  e que imediatamente antes de o relógio mudar (para executar a instrução) o registo A contém 14H e todas as células de memória foram previamente inicializadas com o valor 3CH. Anote na tabela seguinte o valor presente em cada um dos sinais do processador nesse instante.

| Sinal                     | Nº bits | Valores possíveis        | Valor do sinal  |
|---------------------------|---------|--------------------------|-----------------|
| Constante                 | 8       | 00H a FFH                | <b>2AH</b>      |
| nWR                       | 1       | Escrever, Ler            | <b>Ler</b>      |
| Saída da memória de dados | 8       | 00H a FFH                | <b>3CH</b>      |
| SEL_A                     | 1       | Esquerda, Direita        | <b>Esquerda</b> |
| SEL_B                     | 1       | Esquerda, Direita        | <b>Direita</b>  |
| 1º operando               | 8       | 00H a FFH                | <b>14H</b>      |
| 2º operando               | 8       | 00H a FFH                | <b>3CH</b>      |
| SEL_ALU                   | 2       | Somar, Subtrair, AND, OR | <b>Somar</b>    |
| Entrada do registo A      | 8       | 00H a FFH                | <b>50H</b>      |

d) - Justifique o valor que indicou para este último sinal.

**Resulta da soma de 14H (vem do registo A) com 3CH (vem da memória). → 50H**

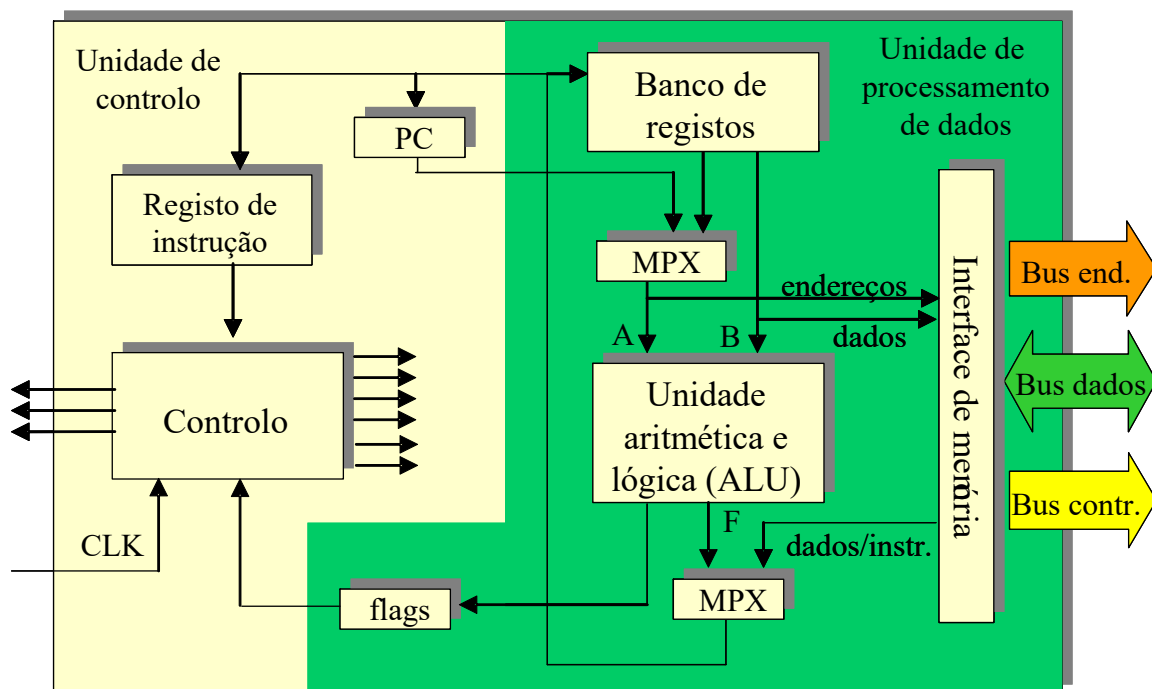
**4+CH=10H (0 e vai 1)**

**3 + 1+ transporte = 5**

**A ALU produz este valor, que chega ao registo A através do multiplexer A**

2 - A figura seguinte representa o diagrama de blocos básico de um processador de 16 bits de dados e de endereços, com endereçamento de byte, que se supõe ligado a uma memória RAM, onde estão armazenados tanto os dados como as instruções do seguinte programa (em que, quando há dois operandos, o primeiro serve também de resultado). Assuma que o programa se situa a partir do endereço 0000H, e que o PC já foi previamente inicializado com esse valor.

A: MOV R2, 48H  
 B: MOV R1, [R2]  
 C: ADD R3, R1 ; R3 <- R3 + R1  
 D: MOV [R2], R3



a) - Preencha a seguinte tabela (use apenas as linhas necessárias), indicando todos os acessos à memória (em leitura ou escrita) efectuados pelo processador durante a execução do programa. Use a etiqueta para identificar a instrução.

| Endereço da memória (hexadecimal) | Registo usado para especificar o endereço | Instrução em que ocorre | Leitura ou escrita | Motivo do acesso   |
|-----------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|
| 0000H                             | PC                                        | A                       | Leitura            | Busca da instrução |
| 0002H                             | PC                                        | B                       | Leitura            | Busca da instrução |
| 0048H                             | R2                                        | B                       | Leitura            | Leitura de dados   |
| 0004H                             | PC                                        | C                       | Leitura            | Busca da instrução |
| 0006H                             | PC                                        | D                       | Leitura            | Busca da instrução |
| 0048H                             | R2                                        | D                       | Escrita            | Escrita de dados   |

- b) - Ao contrário do PEPE-8, este processador não consegue executar instruções em apenas um ciclo de relógio. Porquê?

**Porque só tem uma interface para a memória, que tem de ser partilhada pelos dados e pelas instruções, pelo que não pode estar a ler a instrução e fazer acessos em dados ao mesmo tempo. Por isso, primeiro tem de ler (buscar) a instrução para o registo de instrução e só depois é que pode fazer o restante processamento**

- 3 - Considere os números (em decimal)  $A=+27$  e  $B=-51$ .

- a) - Preencha a tabela seguinte com a representação em complemento para 2 dos números indicados, com 8 bits. Justifique no espaço a seguir.

| Número | Em binário | Em hexadecimal |
|--------|------------|----------------|
| A      | 0001 1011  | 1BH            |
| B      | 1100 1101  | CDH            |
| A+B    | 1110 1000  | E8H            |
| A-B    | 0100 1110  | 4EH            |

$$27 = 16 + 11 = 1BH$$

$$51 = 48 + 3 = 33H \quad -51 \rightarrow 33H = 0011\ 0011 \rightarrow 1100\ 1100 + 1 = 1100\ 1101 = CDH$$

$$27 + (-51) = -24 \quad -24 \rightarrow 24 = 16 + 8 = 18H = 0001\ 1000 \rightarrow 1110\ 0111 + 1 = 1110\ 1000 = E8H$$

$$27 - (-51) = +78 \quad 78 = 64 + 14 = 4EH$$

- b) - Dentro da representação em complemento para 2 com 8 bits, qual o maior valor de B (da gama de valores representáveis) para que  $A+B$  não dê excesso (*overflow*)? Justifique.

$$\text{Maior valor} \rightarrow A + X = +127$$

$$X = 127 - 27 = 100 = 96 + 4 = 64H$$

- c) - Calcule o simétrico, em complemento para 2, de  $A+B$ , com 16 bits. Apresente o resultado em hexadecimal e justifique-o.

**Com 8 bits:**

$$A+B = E8H \quad \text{simétrico} \rightarrow E8H = 1110\ 1000 \rightarrow 0001\ 0111 + 1 = 0001\ 1000 = 18H$$

**Com 16 bits  $\rightarrow$  0018H (sendo positivo, acrescentam-se zeros à esquerda)**