

Aula 9 – Componentes do computador

Princípios Básicos

Cada computador tem um conjunto de operações e convenções único para determinar as posições dos dados com os quais a operação será realizada. Os vários computadores diferem nas operações específicas que fornecem e nos métodos que usam para referenciar os dados que serão manipulados por uma operação. Em geral, uma operação tem a forma

OPERAÇÃO OPERANDOS

e é denominada de instrução. OPERAÇÃO especifica a função que será desempenhada. OPERANDOS fornece a maneira de calcular a posição atual dos dados com os quais a operação será realizada.

Um programa é constituído de uma seqüência pré-determinada de instruções, que deve ser seguida para que seja atingido o objetivo computacional. Este programa e os dados correspondentes estão armazenados na memória da máquina; o conjunto de instruções (ou programa) deve ser interpretado para realização do processamento, isto é, a informação codificada correspondente às ações e aos operandos deve ser entendida e então processada.

Busca - decodificação - execução de instruções

Um elemento no processador, denominado de contador de instruções ou apontador de instruções, contém a posição da próxima instrução a ser executada. Quando uma seqüência de execução de instruções tem início, a instrução cujo endereço está no contador de instruções é trazida da memória para uma área de armazenamento chamada registrador de instrução. Este processo é conhecido como busca de instrução.

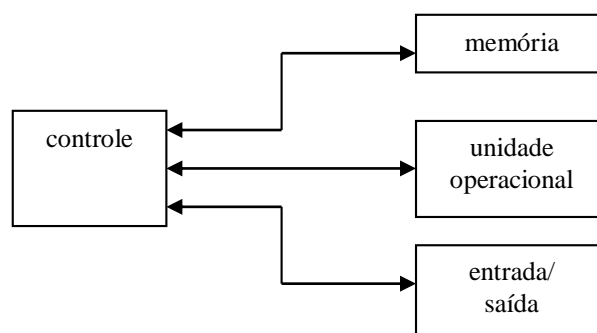
A instrução é interpretada por circuitos de decodificação que fazem com que sinais eletrônicos sejam gerados no processador como resultado do valor do campo de operação, isto é, decodificam a informação correspondente à operação a ser realizada.

Esses sinais, ou essa seqüência de sinais, resultam na execução da instrução. Execução é a aplicação da função do operador nos operandos. Quando a execução de uma instrução é terminada, o contador de instruções é atualizado para o endereço de memória da próxima instrução. Esta instrução é então trazida da memória para o registrador de instruções e executada, repetindo-se assim o ciclo de busca-decodificação-execução.

A seqüência de instruções pode mudar como resultado de uma instrução que direciona um desvio (também chamado transferência ou salto). Instruções deste tipo contêm o endereço da próxima instrução a ser executada ao invés do endereço de um operando. Elas causam mudanças no fluxo do programa como resultados das condições nos dados. O desvio condicional representado por uma estrutura de programação de alto nível de IF (teste para uma condição especificada e alteração do fluxo de programa se a condição é atendida) traduz-se em algum tipo de instrução de desvio.

Elementos funcionais básicos

Um computador é composto por blocos convencionalmente chamados de memória, unidades operacionais, unidades de controle e dispositivos de entrada e saída.



A unidade operacional e a unidade de controle têm, cada uma, funções específicas. Reunidas, entretanto, recebem no seu conjunto a denominação de unidade central de processamento (UCP) ou processador. Memórias, unidades operacionais, unidades de controle e dispositivos de entrada e saída são formados por elementos de menor complexidade, tais como registradores, contadores, multiplexadores, seletores, decodificadores, somadores e portas lógicas (AND, OR, INVERSOR).

Registradores são elementos digitais com capacidade de armazenar dados. Têm associados a si sinais de carga, que determinam quando serão armazenados novos conteúdos neles. Ao ser acionado o sinal de carga, o registrador copia para si o dado que está em suas linhas de entrada.

Contadores, multiplexadores, seletores, decodificadores, somadores e portas lógicas são elementos com capacidade de operar sobre dados, alterando-os ou fornecendo um novo dado como resultado da operação que realizam.

Elementos digitais necessitam ser ativados ou habilitados para realizar uma determinada operação. Os sinais responsáveis pela ativação ou habilitação de componentes digitais são conhecidos como sinais de controle.

Dados são transferidos, entre os diversos elementos de um computador, por caminhos físicos chamados barramentos. Barramentos são caminhos que permitem o transporte de dados entre os vários elementos da parte operacional, memória e sistema de entrada e saída. Um barramento só pode receber dados de uma fonte de cada vez. Do ponto de vista de arquitetura, um barramento se caracteriza pela sua largura em bits. A largura em bits do barramento deve corresponder ao comprimento dos elementos (dados, endereço, controle) que são por ele transportados.

Cada um dos blocos básicos do computador é comentado a seguir.

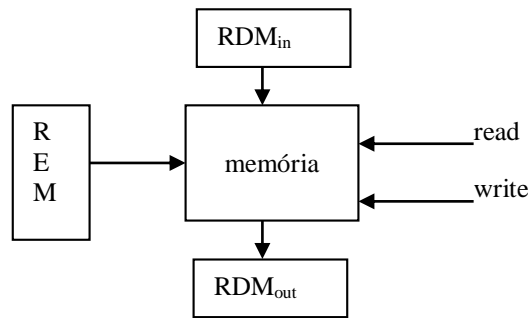
Memória

A memória de um sistema de computador tem a função de armazenar dados e instruções; é organizada em posições, que podem ser visualizadas como elementos em uma matriz. Cada elemento tem um endereço. Assim, pode-se falar de uma memória que tenha x posições. Cada posição pode ser referenciada diretamente de acordo com a sua colocação na sequência. Por exemplo, se uma memória tem 4096 posições, existem posições de memória 0, 1, 2, 3 ... 4094 e 4095. Quando um destes números aparece nos circuitos de controle conectados à memória, o conteúdo (o valor que está na posição) será trazido da memória para os circuitos da unidade de processamento ou a informação na unidade de processamento será armazenada na memória, dependendo do trabalho associado com o endereço.

Instruções em um computador são executadas em uma sequência determinada por suas posições de memória. Na maioria dos computadores (que formam a classe das chamadas máquinas de von Neumann), instruções e dados são distribuídos em posições de memória.

O endereço representa uma posição particular na memória e pode ser formado de várias maneiras. A representação trivial de um endereço está na parte de uma instrução chamada campo de endereço. Contudo, há várias maneiras de se modificar um campo de endereço por valores em outras partes do processador (aritmética de endereços).

A memória é formada por elementos armazenadores de informação. Uma memória está dividida em **palavras**. Cada palavra é identificada univocamente por um **endereço**. O conteúdo armazenado nas palavras da memória tanto pode representar dados como instruções. Um esquema da estrutura convencional para a memória de um computador é mostrado a seguir.



Os registradores mostrados na figura são:

REM: registrador de endereços da memória - contém o endereço do dado a ser lido ou escrito na memória.

RDM_{in}: registrador de dados da memória (entrada) - contém o dado a ser escrito na memória.

RDM_{out}: registrador de dados da memória (saída) - contém o dado lido da memória.

Os sinais de controle significam:

read: leitura da memória - o conteúdo da posição de memória endereçada por **REM** é copiado em RDM_{out}.

write: escrita na memória - a posição de memória endereçada por **REM** recebe o conteúdo de RDM_{in}.

Uma memória é caracterizada por vários parâmetros. Os mais importantes são: tamanho, velocidade e tecnologia. No nível de arquitetura, interessam somente o tamanho da palavra em bits e o tamanho da memória em palavras. Estes tamanhos geralmente são indicados sob a forma de potências de dois. O tamanho da palavra determina o comprimento em bits do RDM (registrador de dados) e o tamanho da memória o comprimento em bits do REM (registrador de endereços).

Unidade lógica e aritmética (ULA)

A unidade lógica e aritmética realiza ações indicadas nas instruções, executando operações numéricas (aritméticas) e não numéricas (lógicas) além da preparação de informações para desvios do programa. O controle do programa e a unidade lógica e aritmética formam a unidade central de processamento (UCP, ou em inglês CPU), ou simplesmente processador.

A ULA realiza operações aritméticas e operações lógicas sobre um ou mais operandos. Exemplos de operações realizadas pela ULA: soma de dois operandos; negação de um operando; inversão de um operando; AND ("E" lógico) de dois operandos; OR ("OU" lógico) de dois operandos; deslocamento de um operando para a esquerda ou para a direita; rotação de um operando para a esquerda ou para a direita.

As operações da ULA são, geralmente, muito simples. Funções mais complexas, exigidas pelas instruções da máquina, são realizadas pela ativação sequencial das várias operações básicas disponíveis. Um exemplo é a execução de instruções de multiplicação em alguns computadores, que compreende a ativação de operações sucessivas de soma e de deslocamento na ULA.

A ULA fornece o resultado da operação e também algumas indicações sobre a operação realizada. Tais indicações são chamadas **códigos de condição**. Exemplos de alguns códigos de condição comumente gerados na ULA são:

Overflow: (ou estouro de campo) indica que o resultado de uma operação aritmética não pode ser representado no espaço (tamanho da palavra) disponível.

Sinal: indica se o resultado da operação é negativo ou positivo.

Carry: dependendo da operação realizada (soma ou subtração) pode representar o bit de vai-um (carry-out) ou vem-um (borrow-out). Usado muitas vezes também em operações de deslocamento para guardar ou fornecer o bit deslocado. A indicação de carry não deve ser confundida com overflow.

Zero: indica se o resultado da operação realizada é nulo.

Os sinais de controle que devem ser fornecidos para a ULA servem para selecionar a operação desejada entre as operações básicas disponíveis. Convém salientar que a ULA não armazena nem o resultado, nem os operandos, nem os códigos de condição gerados.

Uma ULA se caracteriza por:

- comprimento em bits dos operandos
- número e tipo de operações
- códigos de condição gerados

Acumulador

O acumulador é um registrador e tem por função armazenar um operando e/ou um resultado fornecido pela ULA. Nos computadores mais simples é encontrado apenas um acumulador. Em algumas arquiteturas mais complexas vários registradores podem desempenhar as funções de um acumulador.

Como todos os registradores, o acumulador é ativado por um sinal de controle de carga. A cada sinal de carga, o dado na entrada do registrador é copiado para o seu interior (obviamente o antigo conteúdo do acumulador é perdido).

Um acumulador, sendo um registrador, é caracterizado ao nível de arquitetura apenas pelo seu comprimento em bits.

Unidade de controle

Para gerenciar o fluxo interno de dados e o instante preciso em que ocorrem as transferências entre uma unidade e outra são necessários sinais de controle. Esses sinais são fornecidos por um elemento conhecido por unidade de controle.

Cada sinal de controle comanda uma **microoperação**. Uma microoperação pode ser responsável pela realização de uma carga em um registrador, uma seleção de um dado para entrada em um determinado componente, uma ativação da memória, a seleção de uma operação da ULA ou a habilitação de um circuito lógico, para citar alguns exemplos.

Unidades de controle são máquinas de estado finitas (FSM) realizadas por lógica sequencial. Lógica sequencial e lógica combinacional são caracterizadas, informalmente, como segue:

- **Lógica sequencial:** os sinais de saída são função dos sinais de entrada e do estado anterior do sistema.
- **Lógica combinacional:** os sinais de saída são função exclusiva dos sinais de entrada.

Existem várias formas de implementar lógica sequencial. Tais formas de implementação caracterizam a organização da unidade de controle. As duas organizações usuais são:

- **Organização convencional:** a unidade de controle é composta por componentes digitais como flip-flops, contadores e decodificadores, que geram, sequencialmente e nos instantes de tempo adequados, todos os sinais de controle necessários à ativação da unidade operacional, do sistema de entrada e saída e da memória.
- **Organização microprogramada:** em uma unidade de controle microprogramada, os sinais de controle estão armazenados numa memória especial chamada **memória de controle**. Vários sinais de controle são buscados a cada acesso à memória de controle. Esses sinais estão agrupados em longas palavras chamadas **microinstruções**. Um conjunto de microinstruções forma um **microprograma**.

A unidade de controle, baseada em sinais de entrada obtidos do registrador de estado (RST) e do registrador de instruções (RI), gera como saída todos os sinais de controle necessários para a unidade operacional.

O registrador de instruções é um elemento do bloco de controle, o registrador de estado é um elemento da interface entre a unidade de controle e a unidade operacional. Em função de uma arquitetura específica, esse último registrador tanto pode aparecer classificado numa unidade como em outra.