



**FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA
UNIVEM**

Bacharelado em Ciência da Computação

Disciplina

Organização e Arquitetura de Computadores

**Subsistemas Básicos
de Um Sistema Computacional**

Prof. - Ildeberto de Genova Bugatti

e.mail- bugatti.univem@gmail.com

Bacharelado em Ciência da Computação **Organização e Arquitetura de Computadores**

Subsistemas Básicos de Um Sistema Computacional Clássico

Um sistema computacional clássico é constituído por três subsistemas principais: Unidade Central de Processamento (UCP), Memória Principal (MP) e Unidades de Entrada e Saída (figura 1).

A UCP é responsável pela execução de operações (aritméticas, lógicas e relacionais) e é constituída por diversos subsistemas (blocos) memores. Esses blocos exercem funções específicas para executar as operações contidas em um programa. As figuras 2 e 3 mostram os principais subsistemas que formam uma UCP.

A Memória Principal (MP) é formada principalmente por uma memória semicondutora denominada RAM (Random Access Memory-Memória de Acesso Aleatório). A função da RAM é armazenar programas de usuários em tempo execução e também partes do Sistema Operacional utilizado pelo sistema computacional. A figura 4 mostra a organização do subsistema de Memória Principal.

A UES é composta por diversos equipamentos de Entrada e Saída e exercem a função de realizar a comunicação entre o usuário e a máquina. Ou a comunicação entre equipamentos. As UES mais encontradas são: Disco Rígido, teclado, Acionadores de CDs e DVDs, Monitor de Vídeo, mouse, interfaces USB onde podem ser instalados outros equipamentos externos, tais como pen-drivers.

As características e forma como esses subsistemas estão interligados definem a arquitetura de um Computador. Os subsistemas são interligados por um conjunto de fios denominados barramentos. Existem três tipos de barramentos, denominados: barramento de Dados, barramento de Endereço e barramento de Controle.

O barramento de Dados transporta informações entre os diversos subsistemas; o barramento de endereço transporta os endereços onde as informações devem ser levadas ou procuradas (buscadas) e, o barramento de Controle é composto por linhas

de controle que determinam ou controlam os instantes em que as diversas atividades necessárias para executar uma instrução devem acontecer.

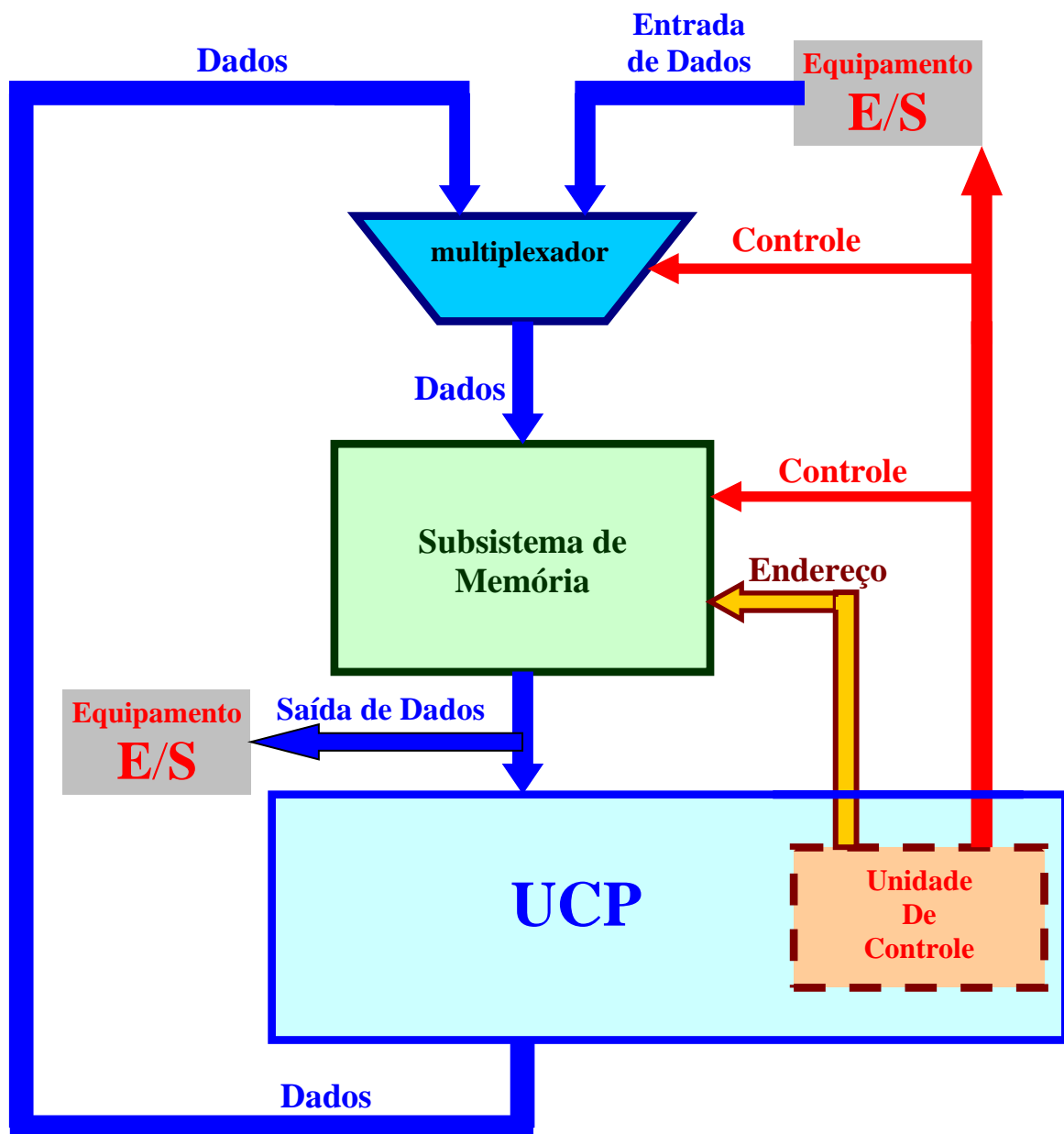


Figura 1 - Diagrama de Blocos de uma Arquitetura Genérica

Subsistemas de uma UCP Genérica

A UCP é o principal componente de uma arquitetura, ela determina quase todas as características de dimensionamento e desempenho de uma máquina. Responsável pela execução de operações (aritméticas, lógicas e relacionais) é constituída por diversos subsistemas (blocos) memores. Esses blocos exercem funções específicas para executar as operações contidas em um programa.

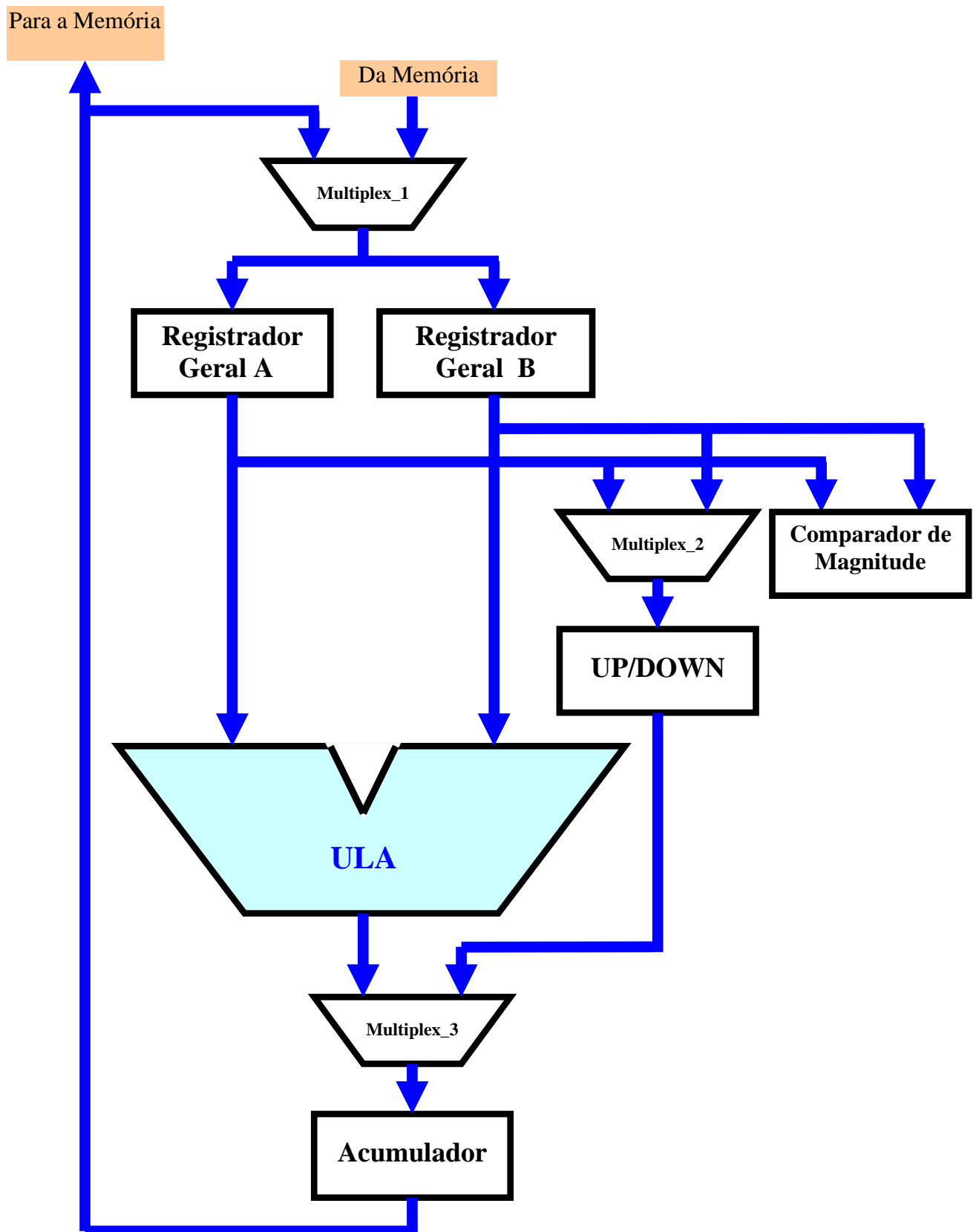


Figura 2- Diagrama de blocos de uma UCP genérica

Uma UCP básica é constituída pelos seguintes componentes: Registradores Gerais; Registrador Acumulador; Unidade Lógica e Aritmética; Registradores Contadores;

Comparador de Magnitude; Multiplexadores; Registrador de Instrução; Contador de Programa; Registrador de Status; Memória CACHE; Memória de Fila; Memória de Pilha; Unidade de Controle e relógio. Esses componentes são interligados e controlados através de três conjuntos de fios denominados: Barramento de Dados, Barramento de Endereços e barramento de Controle. As figuras 2 e 3 mostram os principais subsistemas que formam uma UCP.

A figura 2 mostra os principais elementos que formam uma UCP básica e são utilizados para conter valores de operandos necessários para executar uma operação de máquina. Os blocos contidos na figura são:

Registradores Gerais – utilizados para conter, momentaneamente, os valores dos operandos necessários para a execução de uma operação.

Exemplo- Em uma operação soma ($W = X + Y$), X e Y são os operandos, os valores contidos nas variáveis X e Y é que são armazenados temporariamente nos registradores Gerais A e B.

Unidade Lógica Aritmética (ULA) – Sistema combinacional responsável pela execução de operações Lógicas e Aritméticas. É considerado o principal elemento de uma UCP. Possui duas Entradas de Operandos e uma Saída onde é inserido o resultado calculado dentro da Unidade Lógica e Aritmética.

Exemplo- Em uma operação soma ($W = X + Y$), considerando que o valor de $X = 753$ e o valor de $Y = 96$, armazenados nos registradores Gerais A e B respectivamente, são inseridos nas entradas da ULA. A ULA realiza o cálculo da SOMA e disponibiliza o valor 849 em sua saída ($753 + 96 = 849$).

Registrador Acumulador – utilizado para armazenar temporariamente todos os resultados gerados pela ULA.

Exemplo- No exemplo da operação Soma ($W = X + Y$), onde: $X = 753$ e $Y = 96$, o resultado calculado pela ULA (849) é armazenado no Registrador Acumulador. Após a finalização da operação o valor contido no registrador acumulador deve ser armazenado na variável W ($W = 849$).

Comparador de Magnitude – O comparador é um sistema combinacional que executa operações relacionais e gerando como resultados valores Verdadeiro (1) ou Falso (0) em sua saída. É utilizado em tomadas de decisões, tais como comandos

condicionais e verificação de condições de controle iterações em comandos repetitivos.

Exemplo- O comparador de magnitude executa todas as operações relacionais: Maior ($X > Y$), Menor ($X < Y$), Igualdade ($X = Y$), Maior ou Igual ($X \geq Y$), Menor ou Igual ($X \leq Y$), Diferença ($X \neq Y$) e as operações lógicas: AND ($X \& Y$), OR ($X \parallel Y$) e NOT(!X).

Contador UP-DOWN – caracteriza-se como um registrador contador que recebe um valor inicial em sua entrada, modifica esse valor incrementando-o ($I=I+1$ ou $I++$) ou decrementando-o ($I=I-1$ ou $I--$) paulatinamente, até que atinja um valor final. Pode ser utilizado em comandos iterativos e controle de interrupções.

Multiplex – O elemento multiplex é um circuito combinacional que possui duas entradas e uma única saída. Ele transfere para sua saída o valor de contido em uma das entradas, de acordo com o valor de uma entrada de controle que define qual das entradas será transferida para a sua saída. Em uma arquitetura podem ser utilizados para determinar os caminhos que as informações percorrerão dentro da UCP e também para tomadas de decisões.

A figura 3 mostra todos os subsistemas que devem existir em uma UCP para realizar a execução do conjunto de instruções existentes em um programa contido na Memória Principal.

Verifica-se que a figura3 contém alguns blocos também apresentados na figura 2, assim suas funções já foram descritas. As funções dos blocos que estão contidos somente na figura 3 seguem descritas:

Registrador de Instrução (RI) - Sua função é conter a última palavra de instrução buscada (lida) na memória principal. Ou seja, o registrador de instrução armazenar a instrução durante o tempo de execução da mesma pela UCP. O comprimento do registrador de Instrução é determinado pelo Barramento de Dados da UCP.

- **Contador de Programa (PC)** – Sua função é conter o endereço da próxima instrução a ser buscada na memória. Seu comprimento é determinado pelo barramento de Endereço da UCP. É constituído por um registrador contador contendo uma entrada e uma saída. Um endereço pode ser inserido em sua entrada e

armazenado no PC. O conteúdo contido no PC pode ser incrementado utilizando linhas do barramento de controle ($PC++$ ou $PC = PC+1$)

Registrador de Status (RS)- o conteúdo do registrador de Status determina o estado de uma máquina. Ele contém todos os *flags* existentes na arquitetura, tais como: overflow da ULA, Underflow da ULA, Divisão por Zero, Overflow da memória FIFO, Memória LIFO Cheia, entre outros. Os *flags* mostram ou determinam as condições (estados) de todas as atividades que podem ser realizadas pela máquina e geralmente assumem valores lógicos (Verdadeiro ou Falso). O comprimento do RS é determinado pela quantidade de flags existentes na UCP.



Figura 3- Subsistemas de Uma UCP

Subsistema de Memória CACHE – Utilizada em paralelo com a Memória Principal, ela contém a cópia de um subconjunto de instruções do programa que está

sendo executado. Como o programa em execução fica armazenado na Memória principal, A memória CACHE contém uma cópia de um trecho da Memória Principal. Utilizada para aumentar a eficiência da máquina, diminuindo o tempo de busca de instruções e dados. O comprimento da palavra da Memória CACHE é igual ao comprimento de palavra da Memória Principal. A quantidade de registradores contida na memória CACHE é determinada pela necessidade de eficiência de processamento de uma aplicação.

Memória de Fila (FIFO) – Uma estrutura de Fila, também denominada “FIFO” é um subsistema de armazenamento de informação com características peculiares para ser utilizada em determinadas aplicações. A sigla FIFO é gerada pela forma como os dados são inseridos e retirados de seu interior. O mnemônico FIFO é originado pela expressão “First In First Out” (“Primeiro a Entrar (chegar) é o Primeiro a Sair”). Essa forma de funcionamento é útil para inúmeros processos e aplicações em um sistema computacional enfatizando o acesso a recursos compartilhados.

Memória de Pilha (LIFO) – Uma estrutura de Pilha, também denominada “LIFO” é um subsistema de armazenamento de informação com características peculiares para ser utilizada em determinadas aplicações. A sigla LIFO é gerada pela forma como os dados são inseridos e retirados de seu interior. O mnemônico LIFO é o mnemônico de “Last In First Out” (“Último a Entrar (chegar) é o Primeiro a Sair”).

Unidade de Controle- responsável pela coordenação das ações realizadas pela máquina para executar as instruções contidas em um programa. A sequência de execução contidas em um programa é determinada pelo programador, a Unidade de Controle realiza a busca dessas instruções na memória, na mesma sequência determinada pelo programador, interpreta a instrução, gera os comandos necessários para executar cada uma das instruções e armazena os resultados na Memória Principal.

Relógio- O relógio de uma máquina é constituído por três blocos: oscilador, divisor de frequência e gerador de fases. Toda máquina possui um circuito oscilador comumente denominado relógio da máquina (**Clock**), o relógio é responsável pela frequência de trabalho (velocidade) do equipamento. A frequência do oscilador determina a velocidade de execução de operações pela UCP.

Subsistema de Memória Principal

A função do subsistema de Memória Principal é armazenar programas e os dados utilizados ou gerados por esses programas. Ela é constituída principalmente por uma grande quantidade (milhões ou bilhões) de células de armazenamento de informações denominadas registradores. Cada registrador da memória principal (MP) possui a capacidade de armazenar a mesma quantidade de bits.

A quantidade de bits que um registrador da MP pode armazenar define o comprimento de palavra da Memória Principal. Por sua vez essa quantidade de bits é definida pelo barramento de dados da UCP. A quantidade de registradores em conjunto com o comprimento de palavra define a capacidade de armazenamento do subsistema de memória. A quantidade máxima de registradores de dados contidos na MP é definida pela quantidade de fios contida no barramento de Endereço da UCP.

Em todo subsistema de memória as operações executadas *sobre* eles são denominadas operações de leitura e escrita (Read e Write). Tanto para retirar (ler) uma informação quanto para inserir (escrever) uma informação, é necessário determinar o local (endereço) onde a informação será retirada (lida) ou inserida (escrita). Assim, para executar as operações de Leitura e Escrita há a necessidade de localizar o registrador onde a informação será retirada ou inserida esse local é conhecido como endereço do registrador.

As unidades métricas utilizadas para descrever a capacidade de armazenamento de um subsistema de memória estão contidas na Tabela 1.

Tabela 1- Unidades Métricas

Sigla	Valor	denominação
K	$2^{10} = 1.024$	Kilo (ka)
M	$2^{20} = 1.048.576$	Mega
G	$2^{30} = 1.073.741.824$	Giga
T	$2^{40} = 1.099.511.627.776$	Tera
byte	Um conjunto de oito bits	byte

Exemplos- Uma memória com capacidade de 1 Giga Bytes (1Gx8) é constituída por 1.073.741.824 de registradores de oito bits;

Uma memória com capacidade de 512 Mega Bytes (512Mx8) é constituída por $512 * 1.048.576$, ou seja: 536.870.912 registradores de oito bits.

O Subsistema de Memória Principal, mostrado na figura 4, é constituído pelos seguintes blocos: Registrador de Endereço; Decodificador de Endereço; Registrador de Entrada de Dados; Conjunto de Registradores de Dados da Memória e Registrador de Saída de Dados. A função, organização e dimensionamento de cada desses blocos seguem descritas.

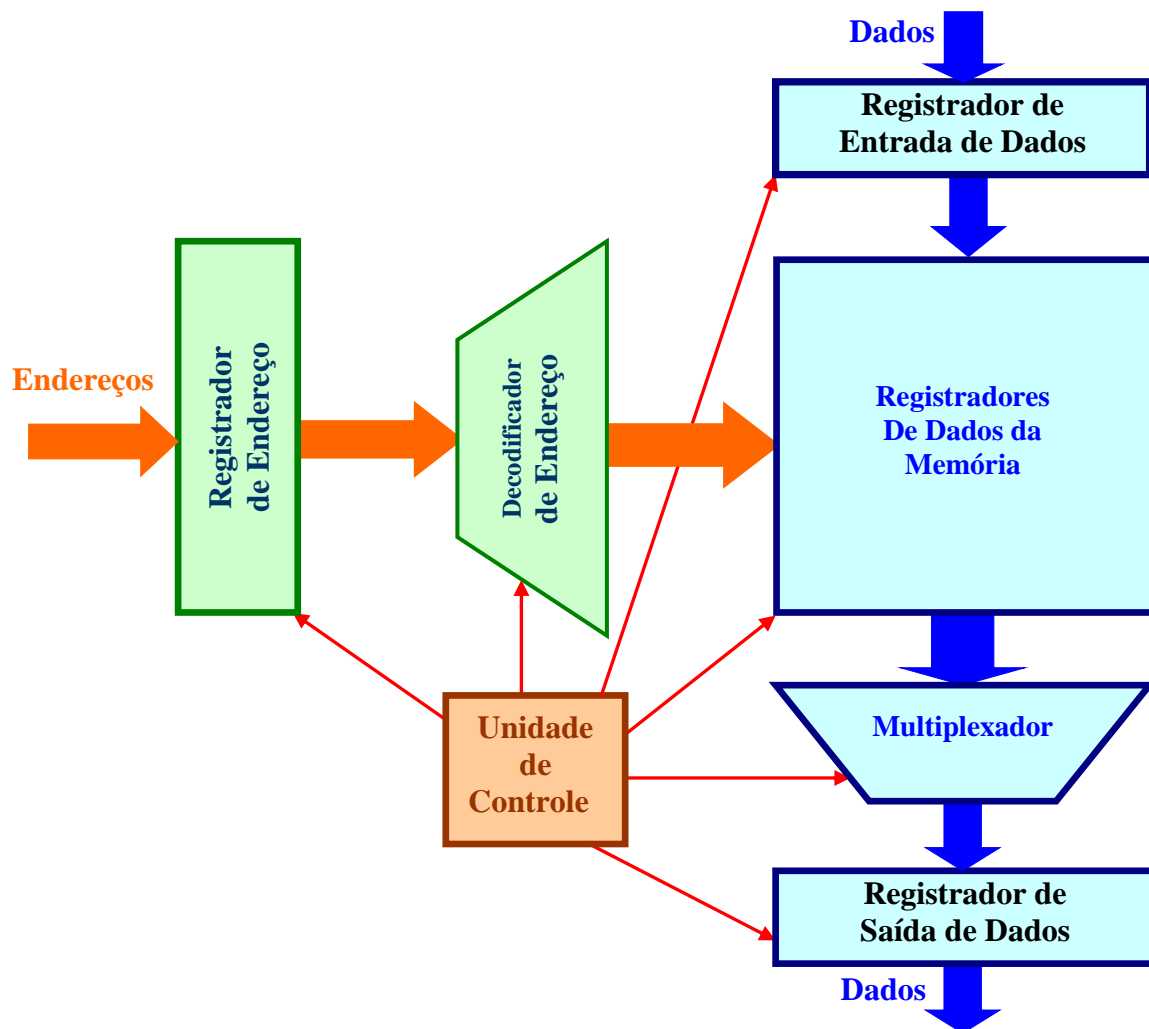


Figura 4- Diagrama de blocos de um Subsistema de Memória Semicondutora

A Memória principal é construída utilizando tecnologia de semicondutores e possui a seguinte classificação: Dinâmica, perde a informação no tempo; Volátil, perde

informação sem energia e de Acesso Aleatório, o tempo para acessar qualquer registrador de dados é sempre igual.

Registrador de Endereço- utilizado para conter o endereço onde uma informação vai ser inserida (escrita) na ou retirada (leitura) da Memória Principal. Ou seja, a informação contida no Registrador de Endereço determina tanto o local (registrador) onde será realizada uma operação de escrita na memória quanto para localizar o local (registrador) onde será realizada a leitura de uma informação. A quantidade de bits que constitui o registrador de endereço é determinada pelo barramento de endereço da UCP.

Decodificador de Endereço- Esse bloco é constituído por um circuito combinacional que recebe em sua entrada um endereço de um registrador de dados e, utilizando esse endereço determina localização exata do registrador de dados. Após a localização do registrador é realizada uma operação de escrita ou leitura no registrador localizado.

Registradores de Entrada de Dados- Utilizado em operações de escrita na memória principal. Sua função é armazenar temporariamente a informação (dado) que será escrito no registrador de dado determinado pelo registrador de endereço. Seu comprimento é determinado pelo barramento de dados da UCP.

Registrador de Saída de Dados- utilizado em operações de leitura na memória. Sua função é conter temporariamente a informação retirada de um registrador de dado determinado pelo endereço contido no registrador de endereço. Ou seja, ele armazena temporariamente um dado (informação) lido na Memória Principal. Seu comprimento é determinado pela quantidade de fios (comprimento) contida no barramento de dados da UCP.

Registradores de Dados da Memória – São utilizados para armazenar instruções (programas) e dados. A quantidade de registradores de dados contida na memória principal determina a capacidade de armazenamento de informações no subsistema de Memória Principal. Cada registrador possui um único endereço que possibilita realizar a sua localização exata nas operações de escrita e leitura no subsistema de Memória Principal. A quantidade máxima de registradores de dados contidos em subsistema de memória Principal é determinada pela quantidade de fios contida no barramento de endereço da UCP.

Para realizar uma operação de escrita em um subsistema de memória semicondutora é necessário conhecer o endereço e o conteúdo (dado) que será escrito na memória.

O endereço deve ser inserido no Registrador de Endereço. O dado é inserido no Registrador de Entrada de Dados. O Decodificador de endereço, utilizando o conteúdo do Registrador de Endereço localiza o Registrador de Dado que receberá o conteúdo do Registrador de Dado. Ao final dessas atividades é realizada uma operação de escrita no Registrador de Dado predeterminado na instrução de escrita.

Para realizar uma operação de leitura em um subsistema de memória semicondutora é necessário conhecer apenas endereço do registrador de dado onde a informação desejada está armazenada.

O endereço deve ser inserido no Registrador de Endereço. O Decodificador de endereço, utilizando o conteúdo do Registrador de Endereço localiza o Registrador de Dado que receberá o conteúdo do Registrador de Dado. Então é realizada uma operação de leitura na Memória, e finalmente a informação retirada da Memória é armazenada no Registrador de Saída de Dados.

Mecanismo de Busca e Execução de Instruções

A função básica de um computador é executar um programa que é constituído por um conjunto de instruções armazenadas em sua memória principal.

Um programa, expresso (escrito) em uma linguagem de alto nível, através de um processo de compilação é transformado e reescrito em uma linguagem de baixo nível. A linguagem de baixo nível é assim tratada por estar mais próxima do hardware, e em alguns casos denominadas: linguagem de máquina; linguagem de montagem (assembler). Um programa expresso em linguagem de máquina é composto um conjunto de instruções formadas por operações básicas que para ser executado necessita de uma seqüência de microordens (microprograma) necessárias para a execução dessas operações.

A unidade controle (UC) é o subsistema responsável pela coordenação das ações realizadas pela máquina para executar um programa expresso na linguagem de baixo nível. Ou seja, a Unidade de Controle é responsável por gerar toda seqüência de

controle necessária para obter o resultado de todas as instruções de um programa. Cada instrução requer um conjunto de atividades para ser executado. Esse conjunto de atividades é denominado ciclo de instrução e está dividido em duas etapas denominadas respectivamente de “busca da instrução” e “execução da instrução”.

A etapa de “busca da instrução” necessita realizar as atividades inerentes à leitura (retirada) da instrução na área de programa da memória principal e armazená-la, durante toda a etapa de “execução da instrução” em um registrador denominado “Registrador de Instrução” (RI).

A Unidade de Controle é responsável por gerar toda seqüência de controle necessária para obter o resultado de todas as instruções de um programa. Cada instrução requer um conjunto de atividades para ser executado. Esse conjunto de atividades é denominado ciclo de instrução e está dividido em duas etapas denominadas respectivamente de “busca da instrução” e “execução da instrução”.

A etapa de “busca da instrução” necessita realizar as atividades inerentes à leitura (retirada) da instrução na área de programa da memória principal e armazená-la, durante toda a etapa de “execução da instrução” em um registrador denominado “Registrador de Instrução” (RI).

A etapa de execução da instrução está subdividida nos seguintes passos: decodificação da instrução, busca de operandos, execução da operação; salvamento dos resultados e a definição da próxima instrução a ser executada. A definição e discussão mais detalhada da palavra de instrução e suas conseqüências para a Unidade de Controle é realizada no **capítulo 9, item 9.3.4**. O endereço da próxima instrução a ser executada é armazenando no registrador denominado Contador de Programa (PC)

O processamento necessário para a realização de uma instrução é chamado de ciclo de instrução. O ciclo de instrução está dividido em dois outros sub-ciclos denominados: “**ciclo de busca**” e “**ciclo de execução**”, conforme *figura 9.10*.

O ciclo de busca está relacionado à busca, na memória principal, da próxima instrução a ser executada pela máquina. O Contador de Programa (PC) contém o endereço da próxima instrução a ser executada. Para tanto, o conteúdo do contador de programa é enviado para o registrador de Endereço da Memória Principal. Nesse endereço é realizada a leitura da instrução contida no respectivo registrador e, uma cópia da instrução é enviada para o Registrador de Instrução da UCP. Após a

realização do ciclo de busca de uma instrução na área de programa da memória principal (leitura de uma palavra de instrução), a instrução deve ser executada para a obtenção dos resultados.

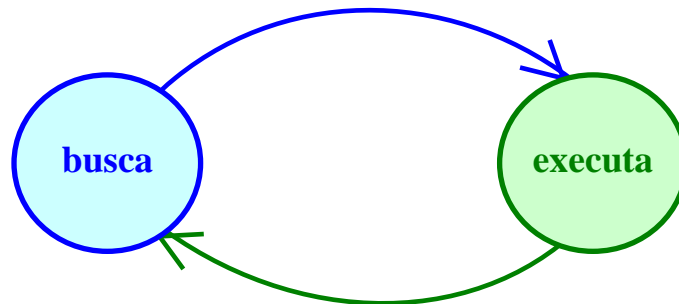


Figura 9.10- Composição do Ciclo de Instrução

A instrução contém as informações necessárias para o ciclo de execução da mesma. Ela determina a operação a ser executada e os operandos que serão utilizados na execução operação.

O ciclo de execução é composto pelas seguintes etapas: decodificação da instrução; busca dos operandos; execução da operação pela ULA; salvamento dos resultados na memória e cálculo ou determinação do endereço da próxima instrução. A *figura 9.11* ilustra a seqüência de atividades do ciclo de execução de uma instrução.

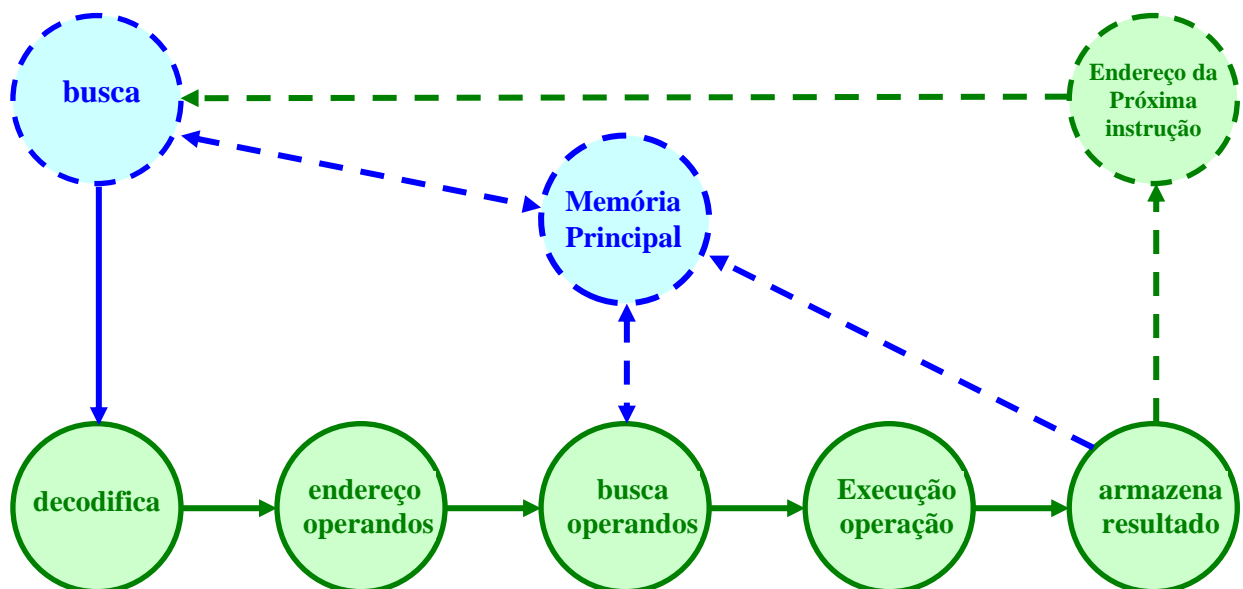


Figura 9.11- Composição do Ciclo de Execução de uma Instrução

Anexo

Exercícios Propostos

- 1-** Relacione os principais módulos existentes em uma arquitetura de uma UCP. Descreva as funções exercidas pelos principais módulos existentes em uma UCP.
- 2-** Relacione e descreva as funções de todos os barramentos existentes em uma arquitetura de computador.
- 3-** Descreva quais as características de uma UCP genérica que definem o dimensionamento dos seguintes registradores:
 - Registradores Gerais;
 - Registrador Acumulador;
 - Registrador de Instrução;
 - Contador de Programa;
 - Registrador de Status.
- 4-** Quais são as informações contidas na UCP que definem o dimensionamento da Memória Principal, quantidade de palavras e comprimento de palavra.
- 5-** Descreva quais as características de uma UCP genérica que definem o dimensionamento dos seguintes registradores da Memória Principal:
 - Registrador de Entrada de Dados da Memória Principal;
 - Registrador de Saída de Dados da Memória Principal;
 - Registrador de Endereço da Memória Principal;
 - Registradores de Dados da Memória Principal.
- 6-** Relacione todos os módulos existentes em um subsistema de memória principal. Descreva as funções de todos os módulos existentes em subsistema de Memória Principal.
- 7-** Descreva as atividades necessárias para:
 - a-** realizar uma operação de escrita em uma memória semicondutora;
 - b-** realizar uma operação de leitura em uma memória semicondutora.
- 8-** Descreva o processo de ciclo busca e execução de uma operação em uma arquitetura de computador convencional.
- 9-** Quais são os módulos envolvidos no ciclo de busca de uma nova instrução? Relacione os módulos envolvidos no ciclo de busca de uma nova instrução, na sequência lógica necessária para obter a nova instrução.
- 10-** Quais são os módulos envolvidos no ciclo de execução de uma instrução? Relacione os módulos envolvidos no ciclo de execução de uma instrução que realiza a soma de duas variáveis, na sequência lógica necessária para obter a soma dos valores das duas variáveis.
- 11-** Quais são os benefícios propiciados por uma memória CACHE em uma UCP?
- 12-** Como é definido o comprimento da palavra da memória de armazenamento de informação do subsistema de memória CACHE.