



**Unidade: Unidade de Controle e
Clock**

Unidade: Unidade de Controle e Clock

A unidade de controle tem funções pré-determinadas dentro do processador, ela tem os circuitos necessários para acionar a memória ou os dispositivos de entrada e saída e ainda controlar se os dados serão armazenados ou lidos. Nesta aula você irá estudar, de forma um pouco mais detalhada, sobre as funções da unidade de controle.

1) Unidade de Controle

A Unidade de Controle (UC) é responsável pela decodificação e execução das instruções, fornecendo os sinais de temporização adequados para as diversas partes do processador e do próprio computador além de registradores para armazenamento da Informação Binária (dados, endereços e instruções);

Ela coordena o computador inteiro na realização e na execução das instruções armazenadas em um programa. A unidade de controle contém os circuitos necessários para executar as instruções da CPU;

A unidade de controle é como um maestro de uma orquestra, pois comanda algumas partes do sistema, para isso o conjunto de instruções, embutido nos circuitos da unidade de controle, nada mais é que uma lista de todas as operações que a CPU é capaz de executar.

As CPUs que são fabricadas por empresas diferentes têm conjuntos de instruções diferentes, até mesmo modelos diferentes de CPU fabricados pela mesma companhia podem ter, cada uma, um conjunto de instruções também diferentes.

OBS: Quando uma nova CPU é desenvolvida, seu conjunto de instruções tem as mesmas instruções de sua antecessora e, geralmente, são incluídos mais alguns comandos novos, esta estratégia é conhecida como Compatibilidade ascendente.

1.1) Função Controle

Desempenhada pela unidade de Controle, esta função coordena o andamento de todas as atividades da CPU. A Unidade de Controle (UC) é a principal responsável pela execução da Função Controle, e é também um dos elementos mais complexos da CPU.

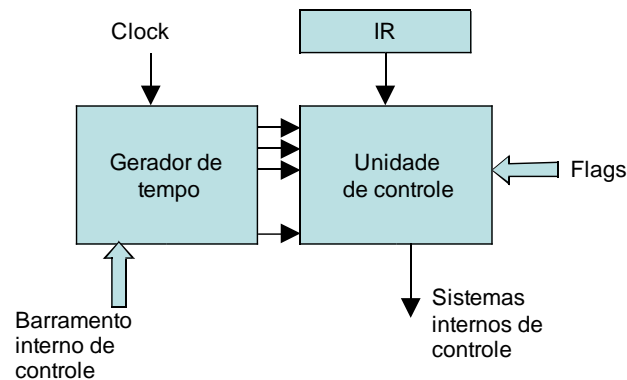


Figura 1: Diagrama da unidade de Controle

O diagrama apresentado na figura acima se refere à unidade de controle e fisicamente encontram-se dentro da CPU, as características de cada bloco serão apresentadas abaixo.

O registrador de instruções (IR) recebe as instruções da memória principal e passa para a unidade de controle já decodificada.

A unidade de controle de posse desta instrução aciona os circuitos correspondentes para que a ação seja efetivada, dentre as ações temos: acionamento da leitura da memória ou dispositivo de entrada e saída, acionamento da escrita na memória ou dispositivo de entrada e saída e habilitação da memória ou dispositivo de entrada e saída.

O Gerador de Tempo tem como função gerar e enviar para a unidade de controle (UC) a temporização necessária para a sincronização das operações. Esse bloco toma como base de tempo o relógio (clock) do sistema, que é a referência de tempo do sistema. O relógio é expresso em valores de frequência (Hz), e é largamente utilizado para definir a velocidade da CPU.

A cada ciclo de instrução, a unidade de controle (UC) deve coordenar a execução de uma instrução completa, que consiste na execução de uma tarefa básica da CPU (Ex: Incrementar acumulador ACC). Cada instrução de máquina

é subdividida em um conjunto de operação ainda menor, denominadas “micro operações”, que é a menor ação que pode ser realizada pelo processador. Dessa forma, cada ciclo de relógio é dividido pelo Gerador de Tempo em intervalos de tempo menores, onde é realizado a micro operação.

Exemplo: Micro operações realizadas em um ciclo de busca:

t0: MAR \leftarrow PC

t1: PC \leftarrow PC + i

MBR \leftarrow MEM(MAR)

t2: IR \leftarrow MBR

1.2) Tipos de Controle em uma CPU

A principal função de uma unidade de controle (UC) é decodificar uma instrução e seqüenciar as micro operações correspondentes. Cada micro operação deve ser previamente definido na unidade de controle, seja através de hardware (Programação Direta no Hardware) ou de software (Micro programação).

1.3) Controle Programado no Hardware

Na implementação através de Programação Direta no Hardware, a unidade de controle é implementada através de circuitos combinacionais, de forma que os sinais de controle são gerados diretamente por hardware.

A principal vantagem deste tipo de implementação é o ganho de velocidade, pois as instruções são executadas diretamente pelo hardware e a principal desvantagem está no maior custo e inflexibilidade para se fazer qualquer alteração. Este tipo de controle é utilizado em máquinas RISC, por possuírem um conjunto de instruções reduzido.

1.4) Controle por Micro programação

No controle por Micro programação, cada instrução de máquina deve ser decodificada em uma série de micro instruções menores. As micro instruções constitui em um processo prático de definir as micro operações.

Para fazer isto, a unidade de controle deve possuir em sua estrutura interna:

- Memória de controle – Tipicamente uma ROM que armazena os códigos das micro instruções.
- MPC – Micro contador de instruções (análogo ao PC).
- MIR – Registrador de micro instrução (análogo ao IR).

O Micro programa é considerado o conjunto de micro instruções necessárias para a realização de uma instrução de máquina (Firmware).

A cada ciclo de instrução, a unidade de controle deve localizar e executar o micro programa correspondente à instrução a ser executada.

Problema: Como localizar o início de cada micro programa na memória de controle?

Pode-se utilizar o próprio valor do OpCode da instrução para fazer parte desse endereço. No esquema abaixo, cada OpCode aponta para um espaço de 4 palavras. No caso de mais micro instruções ser necessárias, pode-se incluir neste espaço um desvio para o espaço entre os endereços 1000000 e 11111111, reservados às micro instruções excedentes. Neste espaço poderia estar alocado também os micros programas fundamentais, como o ciclo de busca, por exemplo.

		OPCODE	
Endereço Micromemória	0	0011	00

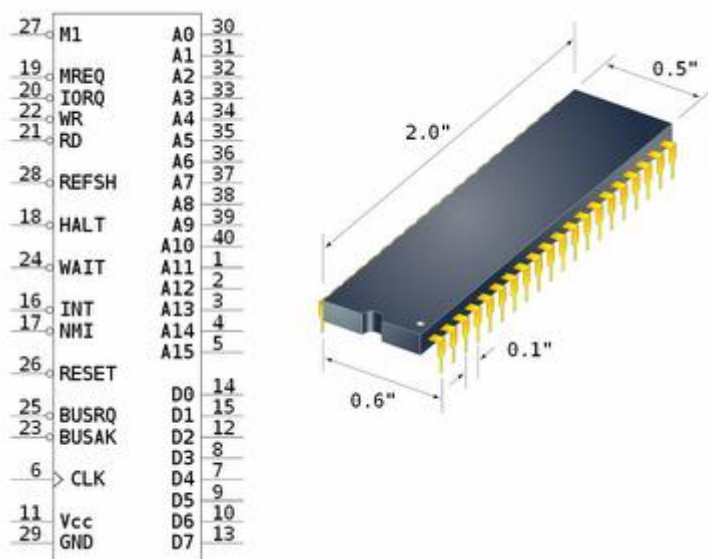


Figura 2: Pinagem do microprocessador Z80

Conforme apresentado na figura acima, os pinos MREQ, IOREQ, WR e RD pertencem a funções da unidade de controle, sendo que o MREQ tem a função de habilitar a memória, o IOREQ habilita o dispositivo de entrada e saída e o WR quando acionado habilita a memória ou o dispositivo de E/S para escrita e o RD habilita a memória ou o dispositivo de E/S para escrita para leitura.

Sabemos que o computador é composto por diversos componentes, dentre eles o processador é o mais importante, pois é ele que recebe instruções para controlar grande parte dos componentes. Abaixo você irá estudar como é feito o sincronismo entre estes componentes e como a velocidade de processamento pode ser afetada. Você irá estudar também algumas instruções em assembly, esta linguagem é usada com instruções que ficam bem próximas do hardware, portanto ela permite que o processamento seja feito mais rápido que uma linguagem de alto nível.

2) O relógio (clock)

Quando decidimos comprar ou trocar um computador, a primeira coisa que pensamos é na velocidade. Mas será que quanto mais veloz, melhor? Nem sempre. São muitos fatores que influenciam no desempenho do computador. Ao analisar os componentes de um computador, nos deparamos com diversos termos técnicos, como é o caso do Clock. Abaixo você terá uma descrição sobre este componente e qual sua função no computador.

Pelos estudos que já realizamos chegamos à conclusão que tudo gira em torno do processador, o “coração” do sistema. Este componente, também chamado de microprocessador ou CPU (Central Processing Unit), é o responsável por processar informações. A maneira como será essa operação dependerá do programa, que pode ser desde um editor de textos até mesmo um jogo. Para o processador isso não faz a menor diferença, pois ele apenas obedece às ordens (chamadas de comandos ou instruções) contidas nos softwares que serão convertidas para uma ou mais instruções que o processador dispõe. Estas instruções podem ser desde um simples cálculo matemático chegando até a dados complexos para a placa de vídeo, por exemplo.

Dentro da CPU, todas as instruções precisam de um determinado número de ciclos para serem executadas. O processador conhece quantos pulsos cada instrução vai requerer, pois ele tem uma tabela onde estão registrados todos os tipos de instruções suportados pelo processador. Então, se há duas instruções para execução e a primeira vai levar sete ciclos de clock, a segunda iniciará, automaticamente, no oitavo pulso.

É lógico que esta é uma explicação simplista com apenas uma unidade de execução sobre o funcionamento processador, os processadores atuais possuem mais que um núcleo trabalhando em paralelo, capazes de executar várias tarefas em paralelo.

É importante ressaltar que cada processador lançado no mercado tem um projeto diferente um do outro e conta com características que determinam sua velocidade. No caso de dois chips completamente idênticos, o que estiver rodando a uma taxa de clock mais alta será o mais rápido teoricamente falando. Neste caso, com uma taxa mais alta o tempo entre cada ciclo será menor, e as tarefas serão desempenhadas em menos tempo, resultando em uma execução maior de informações por segundo.

2.2) Multiplicação de Clock

Nos últimos anos, as velocidades de clock dos computadores estão aumentando, mas esta elevação de velocidade passou por algumas restrições. Como os processadores atuais atingem frequências mais elevadas, muito superiores às frequências das placas-mãe, os fabricantes de chips começaram a usar um novo conceito chamado multiplicação de clock. O objetivo desta técnica é evitar que os processadores fiquem limitados à frequência da placa-mãe e para que isto fosse possível foram desenvolvidos o clock interno e o clock externo.

Dentro de qualquer computador os dados são transmitidos e gerenciados na forma de sinais digitais. Para que você tenha uma idéia o processador é pequeno, mede em torno de 1,5 centímetros quadrados. A placa-mãe por sua vez é muito maior que isso, com várias trilhas (ou caminhos). Essas trilhas são fios, geralmente colocados em paralelo, para conectar vários componentes do computador. O problema é que, com taxas de clock muito altas, esses fios começaram a funcionar como antenas. Por isso o

sinal, ao invés de chegar à outra extremidade do fio, ele simplesmente desaparece, ou seja, ele passa a ser transmitido como uma onda de rádio.

Pelo motivo da velocidade estar restrita à placa-mãe, pelos motivos descritos acima, a frequência do processador não foi fixada. Ela pode ser maior ou menor do que o especificado pelos fabricantes, isto depende de como a placa-mãe está configurada e é neste ponto que algumas pessoas com conhecimentos mais avançados costumam alterar as velocidades para fazer overlocks, ou seja, fazer com que o processador trabalhe com taxas superiores às recomendadas pelos fabricantes.

Desde o desenvolvimento dos computadores 486 até os dias atuais os processadores usam o clock externo para transferir dados para a memória RAM. É usado um chip controlador na placa-mãe, chamado de “ponte norte”, este componente tem a função de adequar a velocidade entre barramentos da placa-mãe. Por exemplo, em um Pentium 4 de 3GHz a velocidade de 3GHz refere-se ao clock interno do processador, que é obtido quando multiplicamos por 15 seu clock externo de 200 MHz.

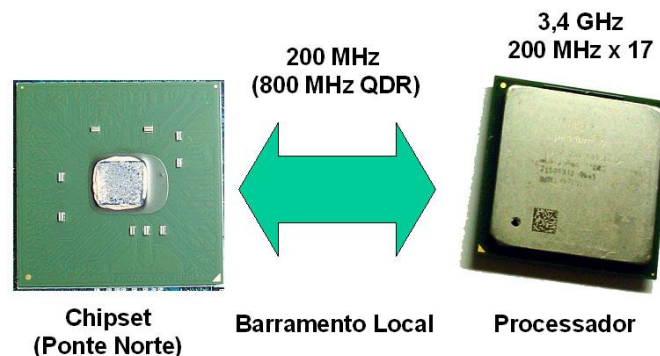


Figura 5: Chipset controlador de velocidade

Por terem valores de velocidades muito distintos, diversas técnicas são usadas para minimizar o impacto da diferença de clock interno e externo. Uma delas é o uso de quantidade maior de memória cache dentro do processador, outra técnica, considerada mais comum é fazer a transferência de mais que uma informação por pulso de clock. Tanto os processadores AMD como os processadores da Intel, que são as mais conhecidas fabricantes de chips, usam esse tipo de recurso. Os processadores da AMD transferem dois dados por ciclo de clock e os da Intel quatro dados por ciclo de clock.

Com a transferência de dois dados por ciclo, considerando um clock externo de 100MHz, podemos concluir que, na verdade, o processador está trabalhando a uma velocidade de 200MHz, ou seja, o dobro da velocidade. Como podemos ver, não é somente o clock que influencia no desempenho do computador.

Portanto, atualmente o recurso de multiplicação de clock é indispensável, pois sem ele seria impossível desenvolver processadores muito rápidos, já que não é possível aumentar a frequência das placas-mãe e dos demais periféricos na mesma proporção do aumento do clock dos processadores.

3) Registrador de Instruções

Mesmo os microprocessadores mais simples têm um conjunto de instruções que irá determinar como ele irá processar as informações. As instruções são executadas de acordo com bits padrões determinada para cada microprocessador, cada instrução tem um significado diferente e antes que sejam decodificadas elas são armazenadas em um registrador chamado registrador de instrução. Nós, seres humanos, não somos bons para compreender com clareza uma instrução em forma de bits, portanto, ao longo do tempo, para facilitar o entendimento de um programa em bits foi desenvolvido a linguagem Assembly. Há alguns programas que converte a linguagem assembly em 0 e 1's correspondente as instruções de um microprocessador, abaixo se encontram algumas instruções em Assembly (Reed, 2004)

Assembly	Descrição
LOADA mem	Carregar para o registrador A o endereço de memória
LOADB mem	Carregar para o registrador B o endereço de memória.
CONB con	Coloque um valor constante no registrador B
SAVEB Mem	Salvar registrador B do endereço de memória
SAVEC Mem	Salvar registrador de endereço de memória C
ADD	Adicione A e B e armazena o resultado em C
SUB	Subtrair A e B e armazena o resultado em C

MUL	Multiplicar A e B e armazena o resultado em C
DIV	Divide A e B e armazena o resultado em C
COM	Compare A e B e armazena o resultado no FLAG
JUMP addr	Ir para um endereço
JEQ addr	Salta, se há igualdade, para o endereço
JNEQ	addr - Salta, se não for igual, para o endereço
JG addr	Salta, se for maior que, para o endereço
JGE addr	Salta, se for igual ou superior, para o endereço
JL addr	Salta, se for menor, para o endereço
JLE addr	Salta, se for igual ou inferior, para o endereço
STOP	Para a execução

4) Contador e decodificador de Instruções.

As instruções a serem executadas por um microprocessador estão em forma de códigos de instruções, estas instruções devem ser processadas de forma correta e na seqüência correta, para que isto seja possível deve haver um controle preciso sobre estas instruções. A unidade de controle é a responsável pelo controle da seqüência de eventos necessários para a execução das instruções. Cada instrução é executada de acordo com o clock conforme já explanado acima.

O contador de programas indica onde o próximo byte de instrução está localizado na memória. O sincronismo do contador de programas também está relacionado ao relógio (Clock) e pode indicar que uma ou mais instruções foram carregadas da memória para o microprocessador.

O microprocessador utiliza o registrador de instruções para armazenar as últimas instruções obtidas da memória. O Primeiro byte de uma instrução é passado para o decodificador de instruções que tem a função de interpretá-las para determinar qual operação deve ser efetuada com os dados.

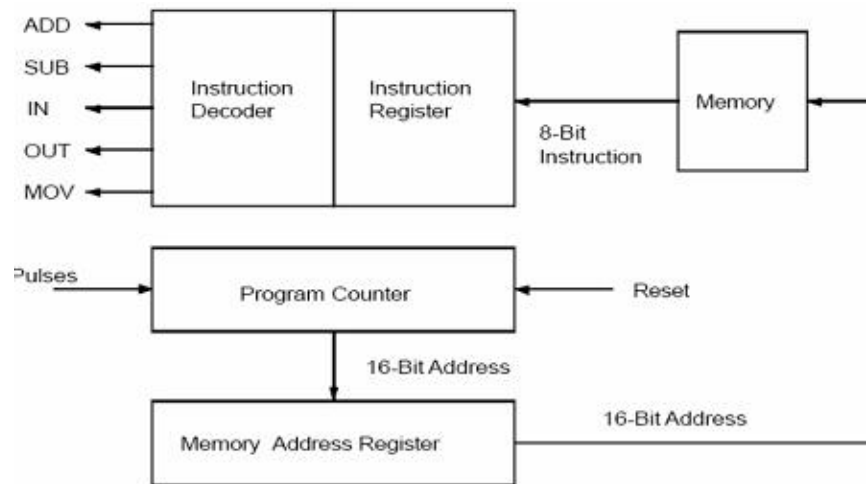


Figura 6: Diagrama do registrador de instruções

Dentre as operações decodificadas estão as que foram descritas acima. Qualquer linguagem de programação de alto nível tem seu programa traduzido para uma das instruções que o processador pode interpretar.

A unidade de controle tem um papel fundamental na execução das instruções dos processadores, ela tem circuitos específicos para acionar a memória e os dispositivos de entrada e saída. A grande maioria dos códigos de operações (OPCODES) passa para ser decodificada por ela, de acordo com as instruções que chegam até ela, uma ação é executada.

Referências

Reed D. **"A Balanced Introduction to Computer Science and Programming"** tradução do capítulo 14. Creighton University, Prentice Hall, 2004. disponível em <http://professores.faccat.br/assis/davereed/14-DentroDoComputador.html>

STALLINGS, W. **Arquitetura e Organizacao de Computadores: Projeto Para o Desempenho**. 5. ed. Sao Paulo: Prentice Hall, 2004.
http://www.edisonfilho.com/Arquivos/ApostilaArqComp/A12_AC_CPU2.pdf

Texto adaptado de http://wnews.uol.com.br/site/noticias/materia_especial.php?id_secao=17&id_conteudo=707
<http://translate.google.com.br/translate?hl=pt-BR&sl=en&u=http://computer.howstuffworks.com/microprocessor4.htm&ei=Aw5nSpHyOeKutgfiusz-Dw&sa=X&oi=translate&resnum=9&ct=result&prev=/search%3Fq%3Dmicroprocessor%2Binstruction%2Bopcode%26gbv%3D2%26hl%3Dpt-BR%26sa%3DN%26start%3D10>

Responsável pelo Conteúdo:

Prof. Ms. Vagner da Silva

Revisão Textual:

Profª . Ms. Rosemary Toffoli



www.cruzeirodosul.edu.br

Campus Liberdade

Rua Galvão Bueno, 868

01506-000

São Paulo SP Brasil

Tel: (55 11) 3385-3000