

ORGANIZAÇÃO BÁSICA DE COMPUTADORES E LINGUAGEM DE MONTAGEM

2010

Prof. Paulo Cesar Centoducatte
Prof. Mario Lúcio Côrtes
Prof. Ricardo Pannain

ORGANIZAÇÃO BÁSICA DE COMPUTADORES E LINGUAGEM DE MONTAGEM

“Conceitos Básicos”

Programa do Curso e Conceitos Básicos Sumário

- Porque um Curso de Linguagem de Montagem
- Conceitos Básicos
 - Processadores
 - Bits e Bytes
 - Little Endian e Big Endian
 - Memória
 - Representação de números com e sem sinal
 - Conversão entre bases numéricas

Porque um Curso de Linguagem de Montagem

- Permite compreender o funcionamento de uma CPU
- Utilizado na:
 - Programação de máquinas baseadas em micro-controladores.
 - Programação de sistemas embarcados (embedded systems)
 - Programação de trechos críticos (tempo e/ou memória)
 - Acesso a recursos não disponíveis em alto nível
- OBS.: A linguagem de montagem é absolutamente ligada ao hardware, depende de cada máquina específica (diferentemente das linguagens de alto nível)

ORGANIZAÇÃO BÁSICA DE COMPUTADORES E LINGUAGEM DE MONTAGEM

Conceitos Básicos

Processadores

- Máquinas para manipular informações
- Como representar as informações em um processador
 - Associando-as a uma grandeza física que podemos gerar, manipular, armazenar, ler etc
 - Exemplos de grandezas: comprimento, posição angular, força, pressão, fluxo, **tensão**, corrente etc
- Máq. Analógicas X Máq. Digitais
 - Analógicas: Informação associada a uma grandeza contínua
 - Digital: Informação associada a uma grandeza discreta
 - Normalmente um pequeno conjunto de valores (ex. 2), da grandeza escolhida para representar a informação, distintos e facilmente controláveis e distinguíveis.

Processadores

- A informação é representada de forma digitalizada, ié representada como um número na base B, igual ao número de estados distintos, usados na representação da informação.
- Utiliza-se tantos componentes digitais quantos necessários para representar a informação desejada.
 - Ex. Para representar os valores de 0 a 1000, usando base 2 são necessários 10 componentes digitais – são necessários 1001 combinações diferentes dos estados dos componentes digitais
- OBS.:
 - Base: número de símbolos distintos usados para representar a informação (1, 2, 8, 10, 16 etc)
 - Símbolos normalmente usados:
 - Base até 10: dígitos ou algarismos arábicos
 - Base maior que 10: acrescenta-se letras (de preferência maiúsculas), ex Hexadecimal: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F

Conceitos Básicos

BITS e BYTES

- Bit = BInary digiT = vale sempre 0 ou 1. Elemento básico de informação
- Byte = 8 bits processados em paralelo (ao mesmo tempo)
- Word = n bytes (depende do processador em questão)
- Double word = 2 words
- Nibble = 4 bits (útil para BCD)
- Posição dos bits:

Para 1 byte:

```
7 6 5 4 3 2 1 0
0 1 0 1 0 1 0 1
```

Para 1 word (de 16 bits):

```
15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1
```

high byte | low byte

Conceitos Básicos

Little Endian X Big Endian

Words são armazenados em bytes consecutivos, em memórias de largura de 8 bits.

Exemplo:

$1025_{10} = 00000000\ 00000000\ 00000100\ 00000001_2$

Endereço	Representação Big-Endian (MOTOROLA)	Representação Little-Endian (INTEL)
00	00000000	00000001
01	00000000	00000100
02	00000100	00000000
03	00000001	00000000

Conceitos Básicos

Memória

- Memória: local do computador (hardware) onde se armazenam temporária ou definitivamente dados (números, caracteres e instruções)
- Posição de memória ou endereço: localidade física da memória onde se encontra o dado.
- Organização da memória:

Endereço	Conteúdo
...	...
4MB	10110101
...	...
1048576	01001010
...	...
1765	01001101
...	...
4	01010000
3	11111111
2	11101001
1	11011010
0	01100100

Conceitos Básicos

Representação binária de números não sinalizados

Qualquer número em qualquer base $\rightarrow N = \sum_{i=0}^{n-1} d_i X base^i$

a) 1 byte

$$00100111_2 = 0 \times 2^7 + 0 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

$$= 0 + 0 + 32 + 0 + 0 + 4 + 2 + 1 = 39_{10}$$

$$= 27_{16}$$

b) 1 word

$$0101011101101110_2 = 0 \times 2^{15} + 1 \times 2^{14} + \dots + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$$

$$= 22382_{10}$$

$$= 576E_{16} \text{ (mais fácil de representar!)}$$

high byte = 0101 0111b = 57_{16}

low byte = 0110 1110b = $6E_{16}$

Conceitos Básicos

Representação binária de números não sinalizados

Qualquer número em qualquer base $\rightarrow N = \sum_{i=0}^{n-1} d_i X base^i$

• Caso Particulares de Bases:

- B = 1 - Unário - tem utilidade ?
- B = 2 - Binário
- B = 8 - Octal
- B = 10 - Decimal
- B = 16 - Hexadecimal

Conceitos Básicos

Conversão entre bases numéricas

Tipo de conversão	Procedimento
Decimal → Binário	Divisões sucessivas por 2 até se obter zero no quociente. Leitura dos dígitos binários de baixo para cima.
Binário → Decimal	Soma de potências de 2 cujo expoente é a posição do bit e cujo coeficiente é o próprio bit.
Hexadecimal → Binário	Expandir cada dígito hexa em quatro dígitos binários segundo seu valor.
Binário → Hexadecimal	Compactar cada quatro dígitos binários em um único dígito hexa segundo seu valor.
Decimal → Hexadecimal	Divisões sucessivas por 16 até se obter zero no quociente; leitura dos dígitos de baixo para cima.
Hexadecimal → Decimal	Soma de potências de 16 cujo expoente é a posição do dígito e cujo coeficiente é o valor do próprio dígito hexa.

Conceitos Básicos

Representação binária de números sinalizados

- Representação com sinal e magnitude
 - O bit mais significativo é o sinal do número → se for 1 o número é negativo se for 0 o número é positivo

Exemplo 1: 01110001₂

$$\begin{aligned} \text{valor não sinalizado} &= 0 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + \\ &+ 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = \\ &= 64 + 32 + 16 + 1 = 113_{10} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{valor sinalizado} \quad \text{bit de sinal} = 0 \Rightarrow \text{" + " (positivo)} \\ &= 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + \\ &= 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = \\ &= 64 + 32 + 16 + 1 = 113_{10} \Rightarrow \text{logo} = +113_{10} \end{aligned}$$

Conceitos Básicos

Exemplo 2: 10110001₂

$$\begin{aligned} \text{valor não sinalizado} &= 1 \times 2^7 + 0 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + \\ &+ 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = \\ &= 128 + 32 + 16 + 1 = 177_{10} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{valor sinalizado} \quad \text{bit de sinal} = 1 \Rightarrow \text{" - " (negativo)} \\ &= 0 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + \\ &+ 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = \\ &= 32 + 16 + 1 = 49_{10} \Rightarrow \text{logo} = -49_{10} \end{aligned}$$

Conceitos Básicos

Exemplo 3:

$$70FF_{16} = 0111000011111111_2$$

$$\text{valor não sinalizado} = 0 \times 2^{15} + 1 \times 2^{14} + \dots + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

$$\begin{aligned} \text{valor sinalizado} \quad \text{bit de sinal} = 0 \Rightarrow \text{" + " (positivo)} \\ &= + (0 \times 2^{15} + 1 \times 2^{14} + \dots + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0) \end{aligned}$$

Exemplo 4:

$$C777_{16} = 1100011101110111_2$$

$$\text{valor não sinalizado} = 1 \times 2^{15} + 1 \times 2^{14} + \dots + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

$$\begin{aligned} \text{valor sinalizado} \quad \text{bit de sinal} = 1 \Rightarrow \text{" - " (negativo)} \\ &= - (1 \times 2^{14} + \dots + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0) \end{aligned}$$

Conceitos Básicos

Representações possíveis de números sinalizados

- Complemento de 1

$$-X = (2^n - 1) - X \quad n \text{ é o número de bits utilizados na representação}$$

- Complemento de 2

$$-X = 2^n - X \quad n \text{ é o número de bits utilizados na representação}$$

Conceitos Básicos

- Representações possíveis de números sinalizados

Sinal e Magnitude	Complemento de 1	Complemento de 2
000 = +0	000 = +0	000 = +0
001 = +1	001 = +1	001 = +1
010 = +2	010 = +2	010 = +2
011 = +3	011 = +3	011 = +3
100 = -0	100 = -3	100 = -4
101 = -1	101 = -2	101 = -3
110 = -2	110 = -1	110 = -2
111 = -3	111 = -0	111 = -1

- Representação em Complemento de 2 → utilizada pois temos apenas uma representação para o zero e podemos fazer a soma e subtração com apenas um circuito.

Conceitos Básicos

- Números sinalizados de 32 bits, em Complemento de 2:

```

0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 00002 = 010
0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 00012 = + 110
0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 00102 = + 210
...
0111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 11102 = + 2,147,483,64610
0111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 11112 = + 2,147,483,64710
1000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 00002 = - 2,147,483,64810
1000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 00012 = - 2,147,483,64710
1000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 00102 = - 2,147,483,64610
...
1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 11012 = - 310
1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 11002 = - 210
1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 11112 = - 110
    
```

maxint
minint

Conceitos Básicos

Representação em Complemento de 2 de um número:

- Partindo-se da representação do negativo do valor a ser achado, nega-se este número (negar → inverter) e somar 1

Exemplo 1:

-5 em Complemento de 2 (usando-se 5 bits para a sua representação)

Partindo-se da representação do 5₁₀ = 00101₂ → (invertendo os bits) = 11010 → (somando 1) = 11011₂ = - 5 em Complemento de 2

Exemplo 2:

+5 em Complemento de 2 (usando-se 5 bits para a sua representação)

Partindo-se da representação do -5₁₀ = 11011₂ → (invertendo os bits) = 00100₂ → (somando 1) = 00101₂ = +5 em Complemento de 2

Conceitos Básicos

- Conversão de números com n bits em números com mais que n bits:

- copiar o bit mais significativo (bit de sinal) nos outros bits (extensão do sinal):

Exemplo:

```

0010 → 0000 0010
1010 → 1111 1010
    
```

Conceitos Básicos

Operações de soma e adição binárias

- Como aprenderam no primeiro grau: (vai-um/vem-um)

```

  0111 (7)    0111 (7)    0110 (6)
+ 0110 (6)    - 0110 (6)    - 0101 (5)
-----
 1101 (13)    0001 (1)    0001 (1)
    
```

- Subtração em complemento de 2 é feito como se fosse uma soma (A - B = A + (-B)):
 - subtração usando adição de números negativos

```

  0111 (=+7)
+ 1010 (=-6)
-----
1| 0001 (=1)
    
```

Conceitos Básicos

Overflow

- Overflow (resultado maior (menor) que a palavra do computador pode representar):

Exemplo:

- Quando na operação abaixo ocorre e quando não ocorre overflow ???

```

  0111 (7) ou (+7)
+ 0001 (1) ou (+1)
-----
 1000
    
```

Conceitos Básicos

Detecção de Overflow

- Não existe overflow quando adicionamos um número positivo e um negativo
- Não existe overflow quando os sinais dos números são os mesmos na subtração
- Ocorre overflow quando os valores afetam o sinal:
 - Somando dois números positivos dá um número negativo
 - Somando dois números negativos dá um número positivo
 - Subtrai um número negativo de um positivo e dá negativo
 - Subtrai um número positivo de um negativo e dá positivo

Exercício

- Considere as operações A + B e A - B
 - Podem ocorrer overflow se B = 0 ?
 - Podem ocorrer overflow se A = 0 ?

Conceitos Básicos

Multiplicação Binária

- Exemplo:
1010 X 101

```

  1 0 1 0
X 1 0 1
-----
  1 0 1 0
 0 0 0 0
1 0 1 0
-----
1 1 0 0 1 0
    
```

Conceitos Básicos

Divisão Binária

- Exemplo:
110010 / 101

```

  1 1 0 0 1 0 | 1 0 1
- 1 0 1       | 1 0 1
-----
  0 0 1 0 1
- 1 0 1
-----
  0 0 0 0
    
```

Conceitos Básicos

Representação de Caracteres Alfanuméricos

- Tabela ASCII (American Standard Code Interchange Information)

Exemplo:

64	@	96	.
65	A	97	a
66	B	98	b
67	C	99	c
68	D	100	d
69	E	101	e
70	F	102	f
71	G	103	g
72	H	104	h
73	I	105	i

48	0
49	1
50	2
51	3
52	4
53	5
54	6
55	7
56	8
57	9

Conceitos Básicos

Linguagem de programação

- Linguagem de Alto Nível - próximo ao ser humano, escrita de forma textual.
 - Ex: if (a==b) a=b+c;
- Linguagem de Montagem (Assembly) - próximo à linguagem de máquina, escrita em códigos (mnemônicos)
 - Ex: ADD AX, BX;
- Linguagem de Máquina - linguagem que o computador consegue executar - códigos binários
 - Ex: 01010001

Conceitos Básicos

Execução de um programa

- Um programa escrito em linguagem de alto nível, para ser executado ele deve:
 - Ser traduzido para linguagem de máquina (compiladores, montadores, ligadores);
 - Ter seus endereços realocados, conforme posição onde será carregado na memória (loaders);
 - Ser alocado em um região da memória (loaders).

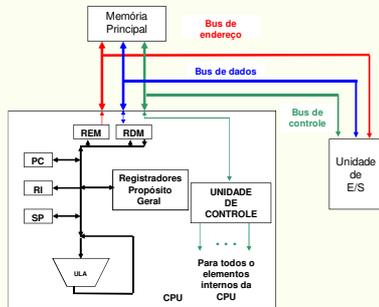
Conceitos Básicos

Processo de tradução de um programa em linguagem de alto nível



Conceitos Básicos

Organização Básica de um Computador Digital



MC404 – 1S2010

Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem

1 - 31

Conceitos Básicos

Organização Básica de um Computador Digital

- Unidade Central de Processamento – CPU:
 - Unidade de Controle – UC;
 - Unidade Lógica e Aritmética – ULA;
 - Registradores de Propósito Geral – GPR;
 - Registradores Específicos.
- Unidade de Memória → hierarquia de memória:
 - Memória Principal;
 - Memória Secundária;
- Unidade de Entrada e Saída:
 - Interfaces;
 - Canais de E/S;
 - Processadores E/S.
- Barramentos:
 - Barramento de Endereços;
 - Barramento de Dados;
 - Barramento de Controle.

MC404 – 1S2010

Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem

1 - 32

Conceitos Básicos

Organização Básica de um Computador Digital

- Unidade Central de Processamento – CPU
 - Responsável por todo o processamento (execução de programas) no sistema
 - Unidade de Controle: circuito que gera os sinais de controle responsáveis pelo gerenciamento (controle) de todas as atividades do computador.
 - Unidade Lógica e Aritmética – ULA: circuito responsável por efetuar todas as operações lógicas e aritméticas.
 - Registradores de Propósito Geral – GPR: elementos de memória (circuitos) responsáveis por armazenar os dados que são utilizados durante a execução de um programa (instruções).

MC404 – 1S2010

Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem

1 - 33

Conceitos Básicos

Organização Básica de um Computador Digital

- Unidade Central de Processamento – CPU (cont.)
 - Registradores Específicos:
 - Program Counter – PC: armazena o endereço da próxima instrução a ser executada;
 - Stack Pointer – SP: armazena o endereço do topo da pilha;
 - Registrador de Instrução – RI: armazena a instrução que está sendo executada;
 - Registrador de Dados de Memória – RDM: armazena os dados que vem da memória (lidos) ou que vão para a memória (escritos);
 - Registrador de Endereços de memória – REM: armazena o endereço enviado para a memória, quando ocorrer um acesso à mesma (leitura ou escrita)

MC404 – 1S2010

Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem

1 - 34

Conceitos Básicos

Organização Básica de um Computador Digital

- Unidade de Memória
 - Hierarquia de Memória: sistema de memória com objetivo de melhorar o desempenho de um sistema computacional, diminuindo o tempo de acesso médio



MC404 – 1S2010

Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem

1 - 35

Conceitos Básicos

Organização Básica de um Computador Digital

- Memórias
 - Semicondutoras: fabricadas com materiais semicondutores (silício) – circuitos integrados.
 - RAM – Random Access Memory : memória de acesso aleatório, volátil.
 - SRAM – RAM estática: seu conteúdo só se altera quando se escreve nela ou quando se desliga a tensão de alimentação. Exemplo – registradores da CPU, memória cache.
 - DRAM – RAM dinâmica: periodicamente é necessário reescrever o seu conteúdo (refresh de memória) pois há diminuição de cargas elétricas. Exemplo – memória principal.
 - ROM – Read Only Memory: memória somente de leitura, não volátil.
 - ROM: gravação feita pelo fabricante da memória, não apagável;
 - PROM – Programmable ROM: programação feita pelo usuário, não apagável;
 - EPROM – Erasable PROM: programação feita pelo usuário, apagável através de luz ultra-violeta;
 - EEPROM – Electrical EPROM: programação feita pelo usuário, apagável eletricamente;
 - Flash – memória semicondutora, não volátil e de escrita e leitura, apagável.

MC404 – 1S2010

Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem

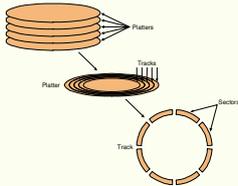
1 - 36

Conceitos Básicos

Organização Básica de um Computador Digital

- Memórias (continuação)
 - Magnéticas
 - Discos – Hard Disk – HDs
 - Ópticos – CD-ROM, DVD, etc.
 - Fitos – cartchos, rolos, etc.

Exemplo: memórias secundárias



Disco Magnético →
pratos, lados, trilhas
e setores

MC404 – 1S2010

Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem

1 - 37

Conceitos Básicos

Organização Básica de um Computador Digital

- Unidade de Entrada e Saída: responsável por gerenciar a ligação entre CPU-Memória-barramentos e os periféricos.
 - Interfaces – circuitos simples que apenas compatibilizam a comunicação (protocolo). O controle da transferência é feita pela CPU. Exemplo: interface serial RS232, interface paralela, interface USB;
 - Canais de E/S – circuitos que controlam e compatibilizam a comunicação. A CPU apenas inicia a transferência. Exemplo – Controlador de Acesso Direto à Memória (DMA – Direct Access Memory);
 - Processadores de E/S – são CPUs dedicadas a fazer E/S de dados. Iniciam e controlam a comunicação.

MC404 – 1S2010

Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem

1 - 38

Conceitos Básicos

Organização Básica de um Computador Digital

- Barramentos: Conjunto de fios que fazem a ligação física entre as diversas unidades.
 - Barramento de Endereços: Por onde trafegam os endereços;
 - Barramento de Dados: Por onde trafegam os dados;
 - Barramento de Controle: por onde trafegam os sinais de controle;
- Observação:
Internamente à CPU, existe um barramento interno de dados que liga os registradores com a ULA e a UC, e um barramento interno de controle que liga a UC a todos os elementos da CPU.

MC404 – 1S2010

Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem

1 - 39

Conceitos Básicos

Organização Básica de um Computador Digital

- Formato das Instruções
 - Tamanho (número de bits) e o significado de cada campo de bits de uma instrução de linguagem de máquina.
- Conjunto de Instruções
 - Cada processador tem o seu conjunto de instruções de linguagem de máquina (ISA – Instruction Set Architecture). Este conjunto contém todas as instruções, em linguagem de máquina, que o processador pode executar.

MC404 – 1S2010

Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem

1 - 40

Conceitos Básicos

Execução de uma instrução pela CPU

- Ciclos de execução de uma instrução:
 - Leitura da instrução da memória principal – Fetch da Instrução
 - REM ← PC
 - Read (sinal de controle)
 - PC ← PC atualizado
 - RDM ← [REM] (instrução lida)
 - Decodificação da instrução
 - RI ← RDM (instrução)
 - É feita a decodificação pela Unidade de Controle
 - Busca dos operandos da instrução na memória – se houver
 - REM ← End. Dado
 - Read (sinal de controle)
 - RDM ← [REM] (operando lido)
 - Execução da instrução – depende da instrução
 - Escrita no Banco de Registradores
- Obs – Quando usamos [...], significa que estamos acessando um conteúdo de memória, cujo endereço está dentro dos colchetes.

MC404 – 1S2010

Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem

1 - 41

Conceitos Básicos

Execução de uma instrução pela CPU

- Ciclos de execução de uma instrução:
 - Leitura da instrução da memória principal – Fetch da Instrução
 - REM ← PC
 - Read (sinal de controle)
 - PC ← PC atualizado
 - RDM ← [REM] (instrução lida)
 - Decodificação da instrução
 - RI ← RDM (instrução)
 - É feita a decodificação pela Unidade de Controle
 - Busca dos operandos da instrução no banco de registradores
 - Read-Banco-Reg (sinal de controle)
 - ULA ← Operandos lidos
 - Execução da instrução – depende da instrução
 - Escrita no Banco de Registradores
- Obs – Quando usamos [...], significa que estamos acessando um conteúdo de memória, cujo endereço está dentro dos colchetes.

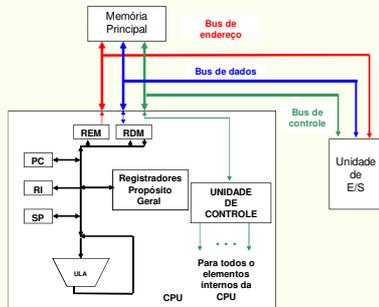
MC404 – 1S2010

Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem

1 - 42

Conceitos Básicos

Organização Básica de um Computador Digital



MC404 - 1S2010

Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem

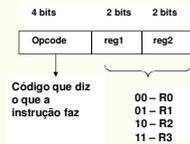
1 - 43

Conceitos Básicos

ESTUDO DE CASO - CPU HIPOTÉTICA

Formatos das instruções da CPU HIPOTÉTICA:

- Formato tipo I - Uma palavra de 8 bits, com os seguintes campos:



Exemplo: MOV R0,R1 ; R0 ← R1

MC404 - 1S2010

Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem

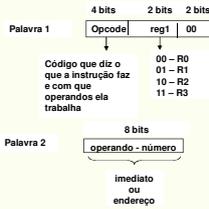
1 - 44

Conceitos Básicos

ESTUDO DE CASO - CPU HIPOTÉTICA

Formatos das instruções da CPU HIPOTÉTICA:

- Formato tipo II - Duas palavras de 8 bits, com os seguintes campos:



Exemplos:
MOV R0, 5 ; R0 ← 5
MOV R0, [5] ; R0 ← [5]

MC404 - 1S2010

Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem

1 - 45

Conceitos Básicos

Mnemônico	Operandos	Opcode	Significado
Instruções de Movimentação de Dados			
MOV	Reg1,Reg2	0000	Reg1 ← Reg2
MOV	Reg,imed	1000	Reg ← imed
MOV	Reg,[end]	1001	Reg ← [end]
MOV	[end],Reg	1010	[end] ← Reg
Instruções Aritméticas e Lógicas			
ADD	Reg1,Reg2	0001	Reg1 ← Reg1 + Reg2
ADD	Reg,imed	1011	Reg ← Reg + imed
SUB	Reg1,Reg2	0010	Reg1 ← Reg1 - Reg2
SUB	Reg,imed	1100	Reg ← Reg - imed
AND	Reg1,Reg2	0011	Reg1 ← Reg1 & Reg2
AND	Reg,imed	1101	Reg ← Reg & imed
OR	Reg1,Reg2	0100	Reg1 ← Reg1 OR Reg2
Instruções de Manipulação de Pilha			
PUSH	Reg	0101	SP--, [SP] ← Reg
POP	Reg	0110	Reg ← [SP], SP++
Instruções de Controle de Fluxo de Execução			
JMP	end	1110	PC ← end
CALL	end	1111	SP--, [SP] ← PC, PC ← end
RET	---	0111	PC ← [SP], SP++

MC404 - 1S2010

Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem

1 - 46

ORGANIZAÇÃO BÁSICA DE COMPUTADORES E LINGUAGEM DE MONTAGEM

Exercícios

- Mostrar o ciclo de execução de instruções para todas as instruções do ISA da CPU Hipotética 1 e 2.

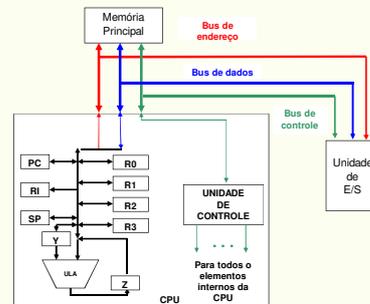
MC404 - 1S2010

Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem

1 - 47

ORGANIZAÇÃO BÁSICA DE COMPUTADORES E LINGUAGEM DE MONTAGEM

ESTUDO DE CASO 2 - CPU HIPOTÉTICA



MC404 - 1S2010

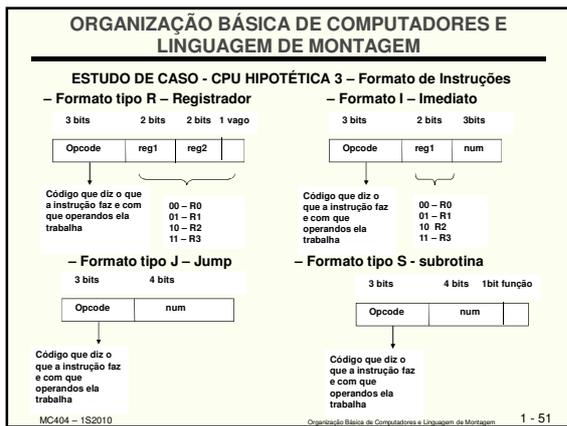
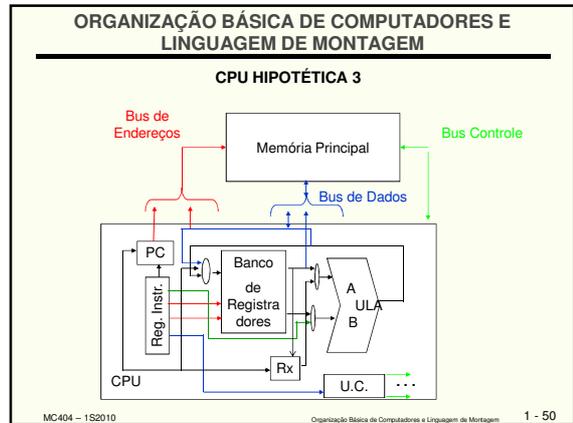
Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem

1 - 48

ORGANIZAÇÃO BÁSICA DE COMPUTADORES E LINGUAGEM DE MONTAGEM

Mnemônico	Operandos	Opcode	Significado
Instruções de Movimentação de Dados			
MOV	Reg1,Reg2	0000	Reg1 ← Reg2
MOV	Reg,imed	1000	Reg ← imed
MOV	Reg,[end]	1001	Reg ← [end]
MOV	[end],Reg	1010	[end] ← Reg
Instruções Aritméticas e Lógicas			
ADD	Reg1,Reg2	0001	Reg1 ← Reg1 + Reg2
ADD	Reg,imed	1011	Reg ← Reg + imed
SUB	Reg1,Reg2	0010	Reg1 ← Reg1 - Reg2
SUB	Reg,imed	1100	Reg ← Reg - imed
AND	Reg1,Reg2	0011	Reg1 ← Reg1 & Reg2
AND	Reg,imed	1101	Reg ← Reg & imed
OR	Reg1,Reg2	0100	Reg1 ← Reg1 <u>o</u> Reg2
Instruções de Manipulação de Pilha			
PUSH	Reg	0101	SP-- , [SP] ← Reg
POP	Reg	0110	Reg ← [SP] , SP++
Instruções de Controle de Fluxo de Execução			
JMP	end	1110	PC ← end
CALL	end	1111	SP-- , [SP] ← PC , PC ← end
RET	---	0111	PC ← [SP] , SP++

MC404 – 1S2010 Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem 1 - 49



ORGANIZAÇÃO BÁSICA DE COMPUTADORES E LINGUAGEM DE MONTAGEM

Conjunto de Instruções – CPU Hipotética 3

Mnemônico	Operandos	Opcode	Significado
Instrução especial			
MV	Rx,reg	000	Rx ← Reg
Instruções de load e store			
LW	Reg,num	001	Reg ← [Rx + num]
SW	Reg,num	010	[Rx + num] ← Reg
Instruções Aritméticas e Lógicas			
ADD	Reg1,Reg2	011	Reg1 ← Reg1 + Reg2
SUB	Reg1,Reg2	100	Reg1 ← Reg1 - Reg2
AND	Reg1,Reg2	101	Reg1 ← Reg1 & Reg2
Instruções de Controle de Fluxo de Execução			
JMP	num	110	PC ← num
JAL	num	111 0	Rx ← PC , PC ← num
RET	---	111 1	PC ← Rx

MC404 – 1S2010 Organização Básica de Computadores e Linguagem de Montagem 1 - 52