

**Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Unidade Acadêmica de Sistemas e Computação
Curso de Bacharelado em Ciência da Computação**

Organização e Arquitetura de Computadores

(Parte III)

Profa. Joseana Macêdo Fechine Régis de Araújo
joseana@computacao.ufcg.edu.br

Carga Horária: 60 horas



Tópicos

- **Arquitetura do Conjunto de Instruções**
 - Tipos de Instruções
 - Fluxo de Controle das Instruções

Tipos de Instruções

- As instruções do nível ISA podem ser agrupadas segundo suas funcionalidades.
- **Exemplos:**
 - Instruções de Movimento de Dados
 - Operações Diádicas
 - Operações Monádicas
 - Comparações e Desvios Condicionais
 - Instruções de Chamadas a Procedimento
 - Controle de Loop
 - Entrada/Saída

Tipos de Instruções

- **Instruções de Movimento de Dados**
 - Compreendem, na verdade, uma duplicação de dados.
- **Operações Diádicas**
 - Combinam dois operandos para produzir um resultado.
- **Operações Monádicas**
 - Têm apenas um operando e produzem um resultado.

Tipos de Instruções

- **Comparações e Desvios Condicionais**
 - Os programas precisam ter a capacidade de testar seus dados e alterar a sequência de execução de suas instruções com base nos resultados desses testes.
- **Instruções de Chamadas a Procedimento**
 - Devem conter um endereço do procedimento chamado e, também, um endereço de retorno.
- **Controle de Loop**
 - Para implementar um controle de loop, todos os esquemas de instruções baseiam-se em um contador que cresce ou decresce de uma constante, sempre que se completar uma passagem pelo loop.

Tipos de Instruções

- **Entrada/Saída**
 1. E/S programada com espera ocupada
 2. E/S dirigida por interrupção
 3. E/S com acesso direto à memória (DMA)

Tipos de Instruções

- **E/S programada com espera ocupada**
 - Mais simples de todos os métodos;
 - Comumente implementada nos microprocessadores de baixo desempenho (sistemas “embarcados” ou em sistemas em tempo real);
 - Esses processadores têm, em geral, uma única instrução de saída;
 - Na operação de E/S, um único caractere é transferido entre um registrador fixo do processador e o dispositivo de E/S selecionado na instrução;
 - Existe um tempo de espera para que um bit de controle avise que um caractere pode ser lido ou escrito de, ou para, um dispositivo de E/S. **Essa metodologia é conhecida como espera ocupada.**

Tipos de Instruções

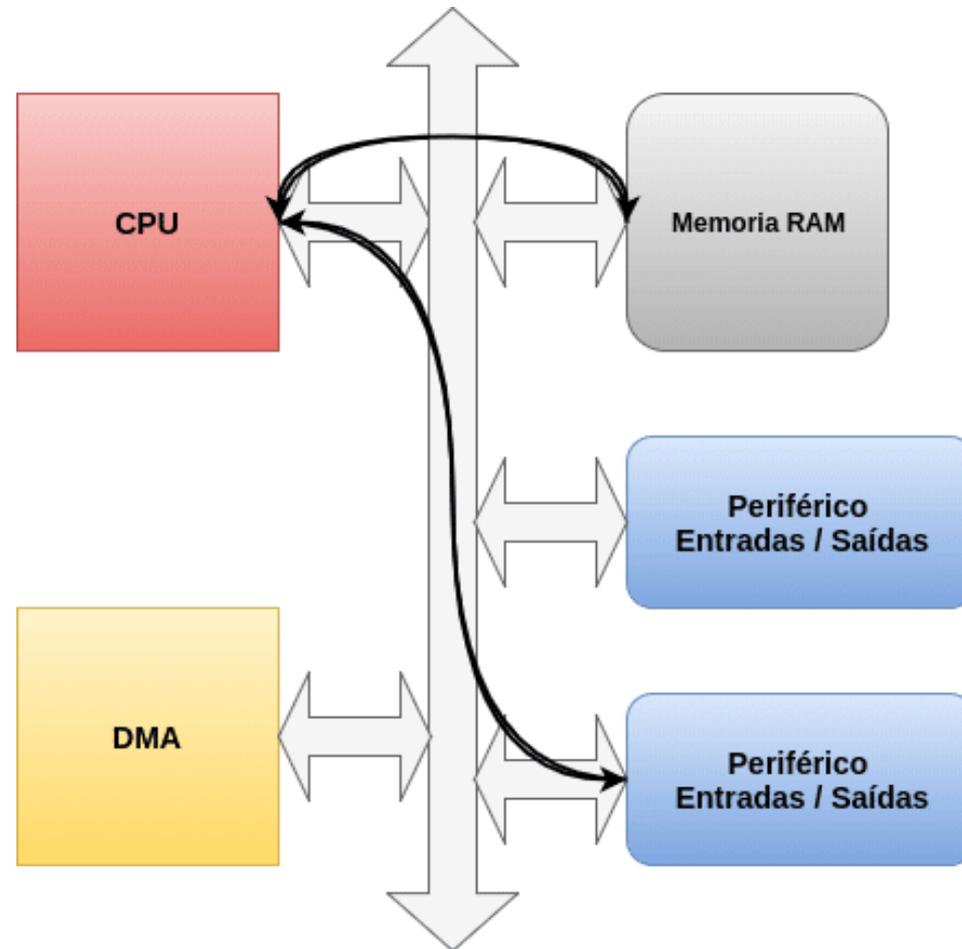
- **E/S dirigida por interrupção**
 - O processador inicia uma operação de E/S com um dispositivo e sai do processo, levando o dispositivo a interrompê-lo ao término da operação.
 - Desvantagem deste método: existe a necessidade de geração de uma interrupção para cada caractere transmitido, pois o processamento de interrupções é caro.

Tipos de Instruções

- **E/S com acesso direto à memória (DMA)**
 - Agrega-se um componente ao processo de E/S programada, um chip controlador conhecido como DMA (*Direct Memory Access* - Acesso Direto à Memória). Este dispositivo tem acesso direto ao barramento.
 - O DMA recebe informações sobre um endereço de memória, a quantidade de bytes a serem transferidos, o número do dispositivo a ser acessado e a direção (leitura ou escrita) dos dados.
 - Com essas informações, o DMA é capaz de transferir dados entre a memória e o dispositivo de E/S, via barramento, sem intervenção do processador. Assim o processador fica livre para realizar outras operações.

Tipos de Instruções

- E/S com acesso direto à memória (DMA)



Fluxo de Controle das Instruções

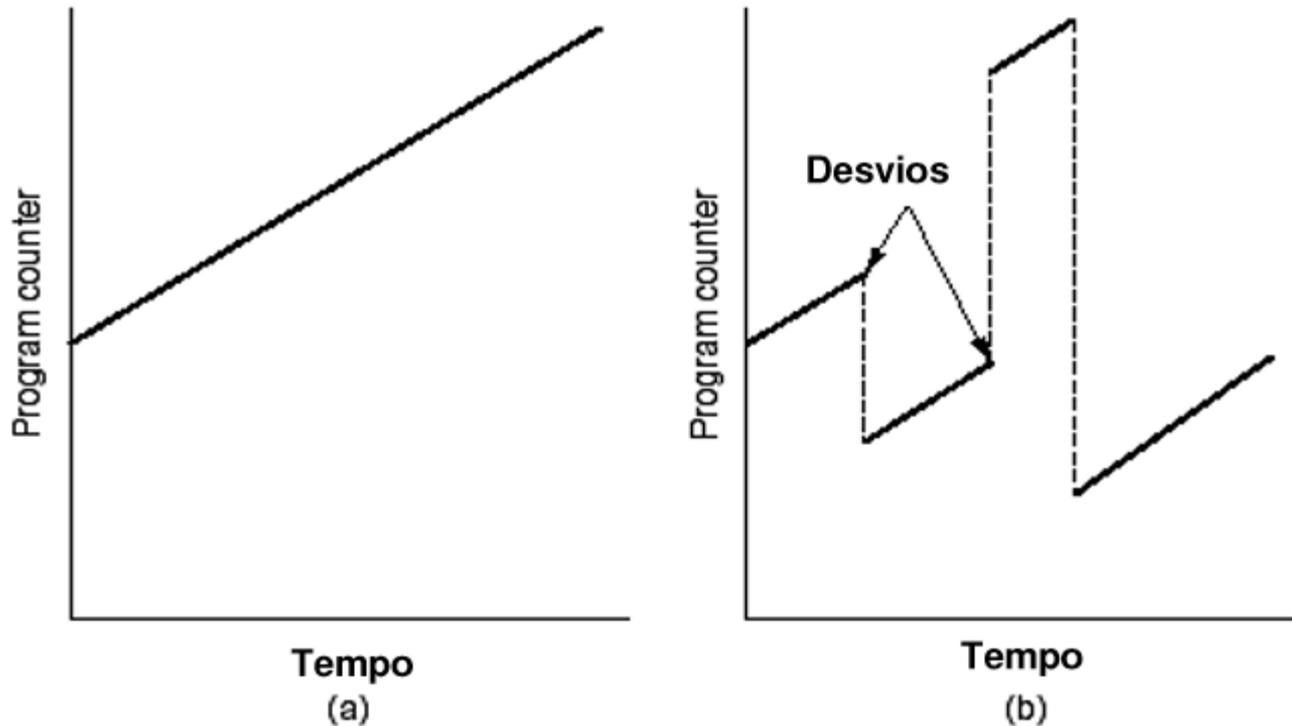
- Fluxo Sequencial de Controle e Desvios
- Procedimentos
- Co-Rotinas
- *Traps*
- Interrupções

Fluxo de Controle das Instruções

- **Fluxo Sequencial de Controle e Desvios**

- A execução da maioria das instruções de uma máquina não altera o fluxo de controle.
- Em geral, o processador vai à memória para buscar a instrução armazenada no endereço seguinte àquela que acabou de ser executada.
 - Neste caso, o registrador PC é acrescido do tamanho da instrução que acabou de ser executada. Assim, o valor do PC é praticamente uma função linear do tempo, sendo incrementado pelo tamanho médio das instruções, no tempo médio de execução das instruções.
- Quando existem desvios, o valor do PC não é mais uma função monótona do tempo.

Fluxo de Controle das Instruções



**Variação do PC em função do tempo
(a) sem desvios e (b) com desvios.**

Fluxo de Controle das Instruções

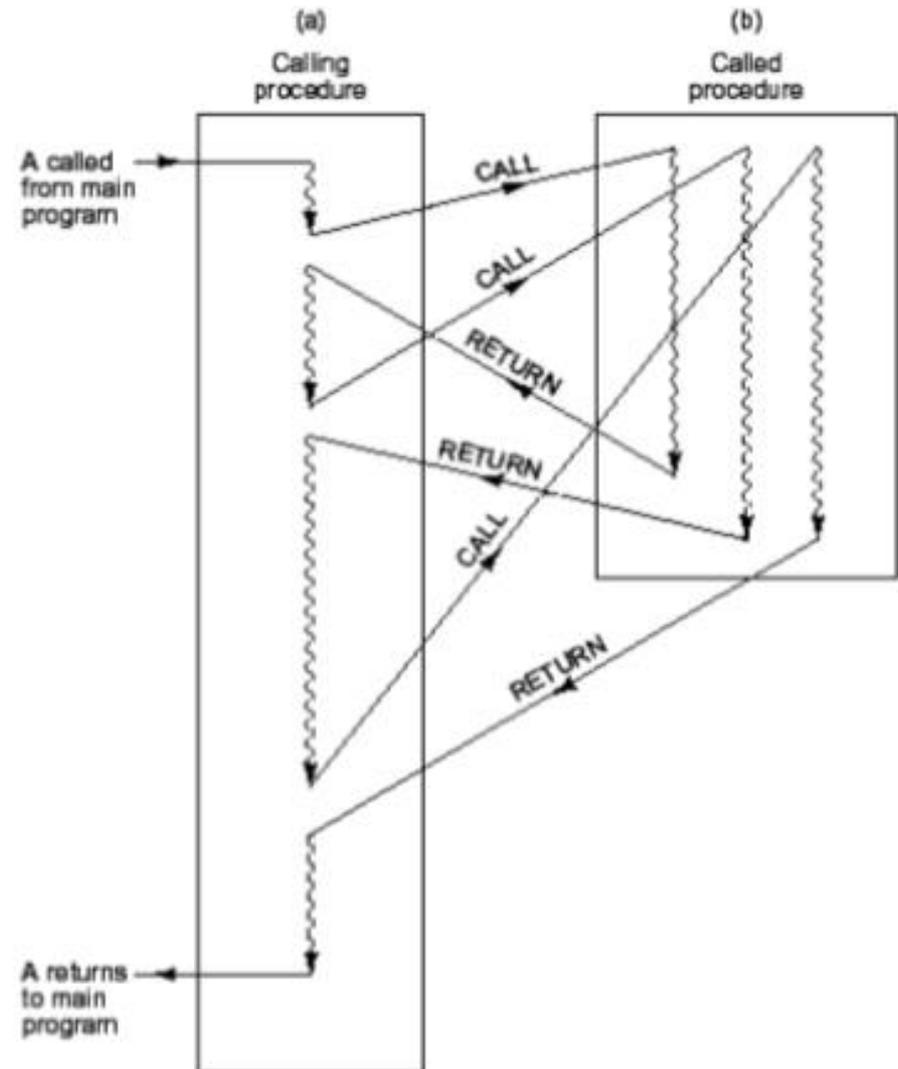
- **Procedimentos**

- Uma chamada a procedimento altera o fluxo de controle exatamente do mesmo modo que um desvio.
- O procedimento, ao contrário do desvio, quando termina sua tarefa retorna o controle para o comando ou a instrução seguinte à instrução de chamada.
- **Tipo especial de procedimento:** recursivo, chama a si próprio, de forma direta ou indireta, via uma cadeia de chamadas a outros procedimentos.
- Para implementar procedimentos recursivos precisa-se de uma **pilha para armazenar parâmetros e variáveis locais para cada chamada.**

Fluxo de Controle das Instruções

Co-Rotinas

Quando a execução de uma co-rotina é retomada, a instrução executada é sempre a seguinte à que foi executada quando da ativação anterior da co-rotina, e não a sua primeira instrução.



Fluxo de Controle das Instruções

- *Traps*
 - É uma espécie de chamada a procedimento automática iniciada sempre que ocorrer alguma condição específica causada pela execução de um programa. **Exemplo: Overflow.**
 - Quando há ocorrência de uma *trap*, o fluxo de controle é alterado para um endereço fixo de memória em vez de para a instrução seguinte.
 - Nesse endereço fixo há uma instrução de desvio para um procedimento, conhecido como procedimento de **tratamento de trap**, que executa algumas ações (Exemplo: a impressão de uma mensagem de erro).

Fluxo de Controle das Instruções

- **Interrupções**
- São modificações no fluxo de controle de um programa causadas por um evento externo ao processamento do programa, usualmente eventos relacionados a operações de E/S.
- Como nas *traps*, as interrupções também param o processamento do programa atual e transferem o controle para uma **rotina de tratamento de interrupção**, que executa ações apropriadas.

Fluxo de Controle das Instruções

- Diferença essencial entre **Trap** e **Interrupção**: **Traps** são síncronas e **Interrupções** assíncronas.
- **Traps** - acontecem sincronamente porque resultam da execução do próprio programa;
- **Interrupções** - podem ser causadas por agentes externos (Ex.: o apertar de uma tecla do teclado).

Fluxo de Controle das Instruções

Tipos de Interrupção

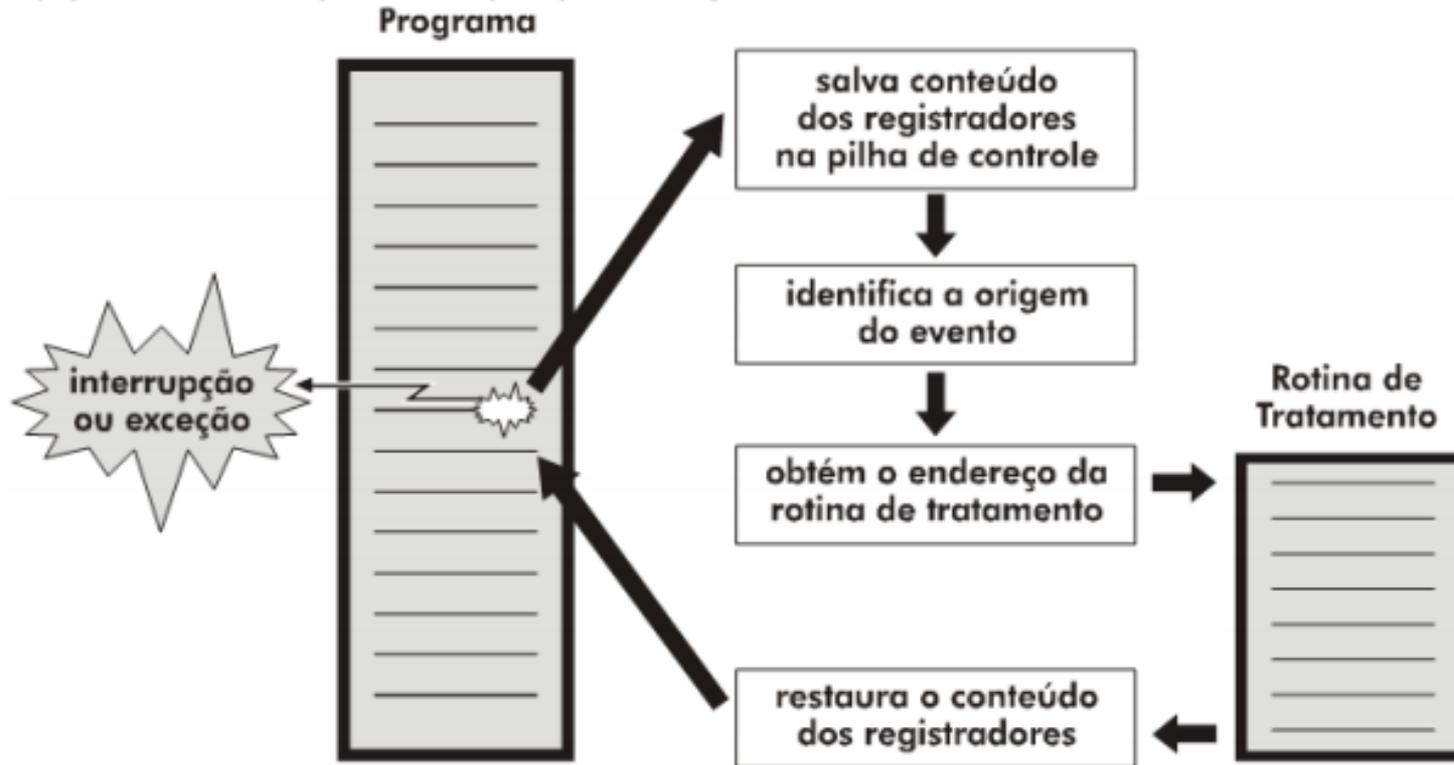
- **Hardware (Externa)**
 - Ocorrência de um evento externo. Dispositivo de E/S.
- **Software**
 - Execução de uma instrução específica.
 - Instrução especial de **call**. Pode ser utilizada pelo programador para iniciar um procedimento de interrupção em algum ponto do programa.
- **Interna (Exceção)**
 - Uso inválido ou errado de uma instrução ou dado. Erros de execução (**overflow**, **underflow**, número dividido por zero, ...).
- **Identificadas por um número**
 - Vetor de interrupção
 - Prioridades
 - Instruções Privilegiadas

Fluxo de Controle das Instruções

Interrupções

- **Transparência** – conceito importante relacionado às interrupções.
- Quando ocorre uma interrupção, algumas ações são tomadas e há execução de código; porém, quando tudo termina, o processador deve voltar exatamente ao mesmo estado que ele tinha antes da interrupção.
- Diz-se que uma rotina de tratamento de interrupções que tenha essa propriedade é **transparente**.

Fluxo de Controle das Instruções



Fluxo de Controle das Instruções

Exceções e Interrupções

MIPS, Motorola e outros:

- Exceções - designam os eventos internos.
- Interrupções - designam os eventos externos (pedidos dos dispositivos de I/O).

Intel:

- Interrupções é a designação geral (eventos tanto internos como externos).
- Chamadas ao sistema: software *interrupts* ou *traps*.