Cap. 1 - Computer System Overview

- ... um sistema operacional explora os recursos do *hardware* de um ou mais processadores para prover um conjunto de serviços aos usuários do sistema.

1.1 - Elementos Básicos

1.2 - Registradores do Processador

1.3 - Executando Instruções

1.4 - Interrupções e Execução de Código

1.5 - Organização da Memória

1.6 - Memória Cache x Desempenho

1.7 - Princípios de Comunicação para I/O

Cap. 1 - Referências Bibliográficas

✭ William STALLINGS; "Operating Systems: Internals and Design Principles", New Jerssey, Prentice-Hall, 1998, ISBN: 0-13-887407-7

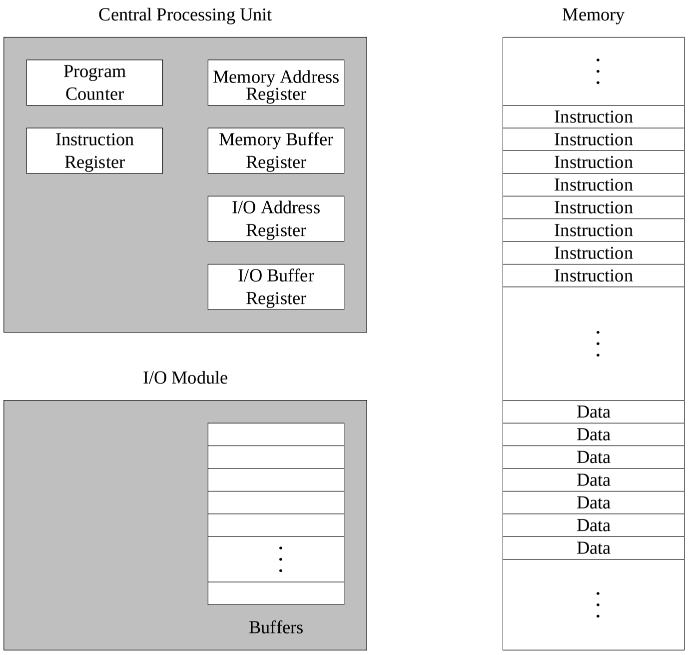
- Cap. 1 - Computer System Overview

✭ Eleri CARDOZO; Maurício MAGALHÃES; Luís F. FAINA; "Sistemas Operacionais", Dep. de Eng. de Computação e Automação Industrial, Fac. de Engenharia Elétrica e de Computação, UNICAMP, 1996.

- Cap. 1 - Introdução aos Sistemas Operacionais

1 - Elementos Básicos

- ... consiste de um processador, memória e entrada/saída.



Processor: controls the operation of the computer and performs its data processing functions.When there is one processor, it is often referred to as central processing unit.

Main Memory: stores data e programs. This memory is typically volatile; it is referred to as real memory or primary memory.

I/O Modules: move data between the computer and its external environment. The external environment consists of a variety of external devices, including secondary memory devices, communications equipment, and terminals.

System Interconnection: some structures and mechanisms that provide for communication among processors, main memory, and I/O modules.

... 1 - Elementos Básicos

- **processador:** controla as operações do computador e realiza o processamento de dados através de um ou mais processadores;

- **memória principal:** armazena dados e programa, sendo assim tipicamente volátil, daí também a denominação de memória real;

- **módulos de entrada/saída:** move dados entre o computador e o ambiente externo, podendo este ser constituído de uma variedade de dispositivos incluindo memória secundária e equipamentos de interconexão;

- **interconexão do sistema:** estruturas e mecanismos que possibilitam a interconexão entre processadores, memória principal e módulos de entrada/saída.

2 - Registradores do Processador

✰ Registradores são mais rápidos que a memória principal, mas em contra-partida armazenam menor quantidade de informações e desempenham 02 funções:

- **user-visible registers:** possibilitam ao programador de linguagem *assembly* ou de máquina minimizar referências à memória principal otimizando o uso de registradores;
- **control and status registers:** utilizado pelo processador para controlar as operações desempenhadas pelo mesmo e conceder às rotinas do sistema operacional o controle da execução de programas.

2.1 - Registradores Visíveis

✰ Tais registradores podem ser referenciados pela linguagem de máquina que o processador executa e estão disponíveis para todos os programas, sejam eles programas aplicativos ou programas do sistema.

- **registradores de dados:** podem ser atribuídos a uma grande variedade de funções pelo programador, sejam elas de propósito geral ou não;
- **registradores de índice:** acomodam os endereços de dados e instruções da memória principal ou acomodam informações utilizadas para calcular endereços;
- **registradores de código de condição:** parcialmente visíveis aos usuários, códigos de condição são bits modificados pelo *hardware* do processador como resultado da execução de operações.

2.2 - Controle e Status dos Registradores

✰ Há uma grande variedade de registradores para controlar as operações do processador, que na grande maioria das máquinas não é visível para os seus usuários;

- ... alguns deles são acessíveis por instruções de máquina executadas no modo de controle, podendo apresentar diferentes organizações e terminologias conforme a arquitetura e organização dos computadores.
- **program counter register:** contém o endereço da instrução que será buscada;
- **instruction register:** contém a instrução mais recentemente buscada;
- ... **MAR**,**MBR**, **IO Address Register** e **IO Buffer Register**;
- **program status word:** contém informações de *status* e códigos de execução, p.ex., bit que habilita/desabilita interrupção.

... 2.2 - Controle e Status dos Registradores

- ... em máquinas que utilizam múltiplos tipos de interrupções, é comum encontrarmos registradores de interrupção com um ponteiro para cada rotina de tratamento;
- ... se a pilha for utilizada para implementar certas funções, p.ex., chamada de procedimento, faz também necessário o ponteiro de pilha;
- ... outro aspecto é o *hardware* de gerenciamento de memória, que também exige registradores dedicados;
- ... finalmente, registradores são também utilizados para o controle de operações de entrada e saída do sistema.

✰ **conclusão:** vários são os fatores que contribuem para o projeto da organização dos registradores de status e controle, dentre eles: **operating system support** e **allocation of control information**.

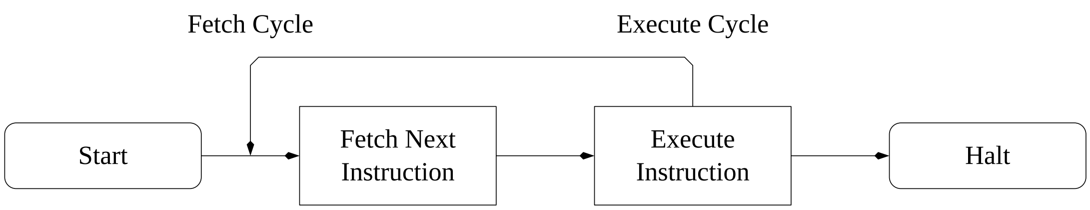
3 - Executando uma Instrução

✠ A função básica realizada pelo computador é a execução de programas, que por sua vez é constituído de um conjunto de instruções armazenadas em memória.

✠ Na forma mais simples, a execução de um programa consiste de dois passos:

❶ processador lê uma instrução da memória principal;

❷ processador executa a instrução lida da memória.



... 3 - Executando uma Instrução

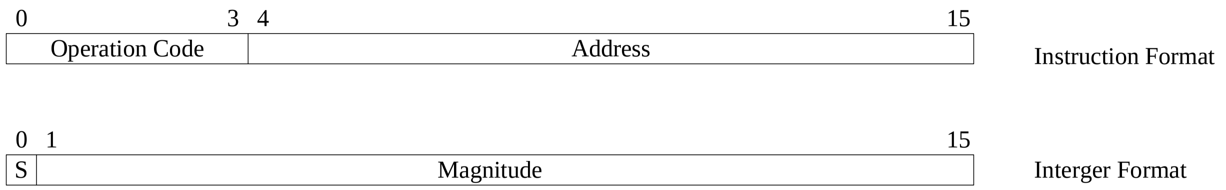
✠ Processador interpreta a instrução e realiza as ações requeridas:

- **processador-memória:** dados são transferidos do processador para a memória ou da memória para o processador;
- **processador-entrada/saída:** dados podem ser transferidos de/para os dispositivos de entrada/saída através da troca de informações entre o processador e os módulos de entrada/saída;
- **processamento de dados:** operações lógicas e aritméticas realizadas;
- **controle:** uma instrução pode requerer que a seqüência de execução seja alterada.

✠ **conclusão:** execução de uma instrução pode envolver a combinação dessas ações.

... 3 - Executando uma Instrução

✯ Considere uma máquina hipotética cujas características estão listadas abaixo:

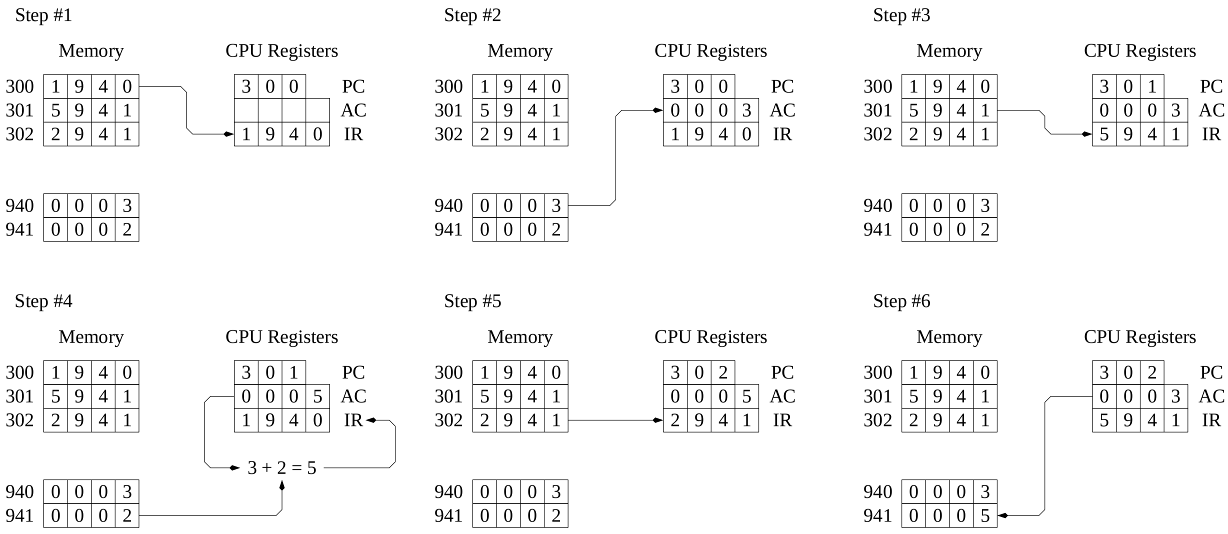


Program Counter (PC) − address of instruction
Instruction Register (AR) − instruction being executed
Accumulator (AC) − temporary storage
} Internal CPU Registers

0001 − Load AC from Memory
0010 − Store AC to Memory
0101 − Add to AC from Memory
} Partial List of Opcodes

... 3 - Executando uma Instrução

✯ ... soma o conteúdo da posição de memória 940 com o conteúdo da posição de memória 941 e armazena na posição 941.



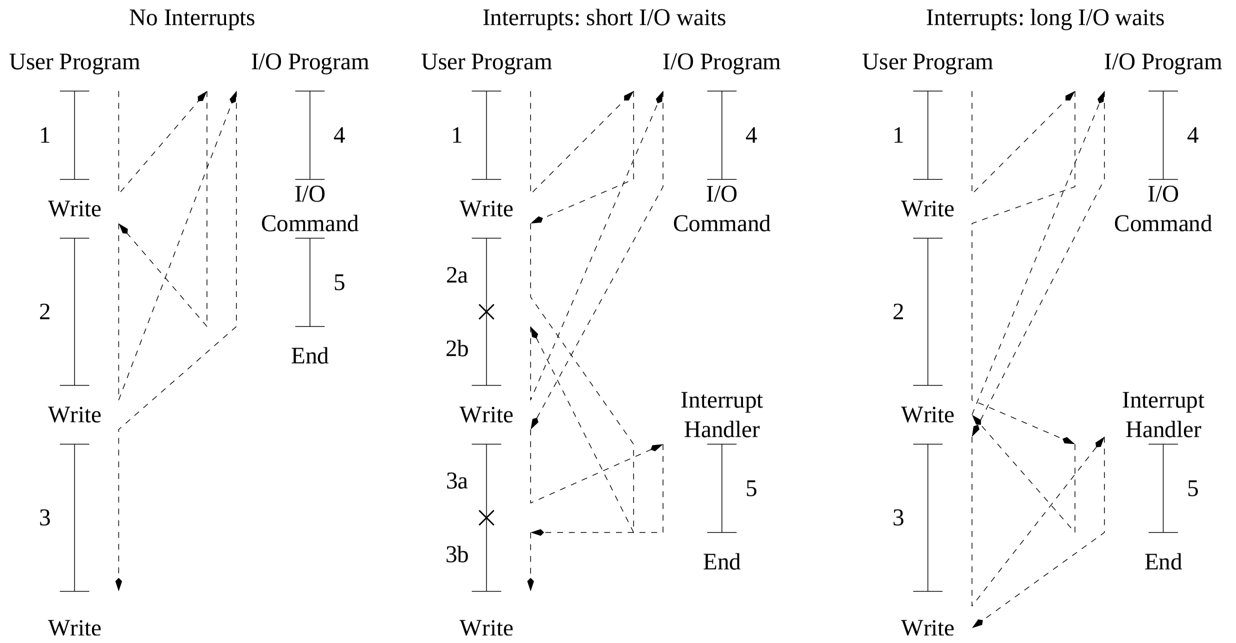
4 - Interrupções e Execução de Código

✰ Virtualmente, todos os processadores oferecem algum mecanismo através do qual Módulos de I/O podem interromper o processamento normal do processador;

Program	Generated by some condition that occurs as a result of an installation execution, such as arithmetic overflow, division by zero, attempt to execute an illegal machine instruction, and reference outside a user's allowed memory space.
Timer	Generated by a timer within the processor. This allows the operating system to perform certain functions on a regular basis.
Input/Output	Generated by an I/O controller, to signal normal completion of an operation or to signal a variety of error conditions.
Hardware Failure	Generated by a failure such as power failure or memory parity error.

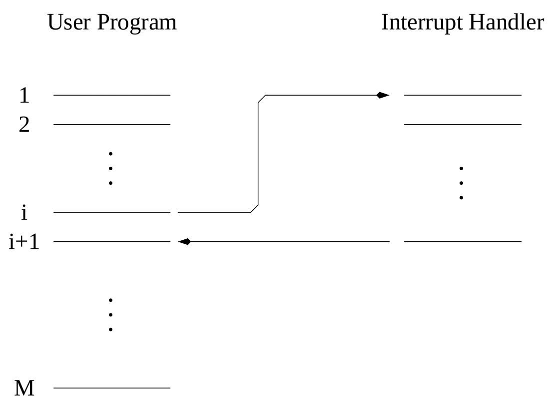
... 4 - Interrupções e Execução de Código

✰ ... formas diferentes de interromper uma programa:



4.1 - Interrupções e Ciclo de Interrupções

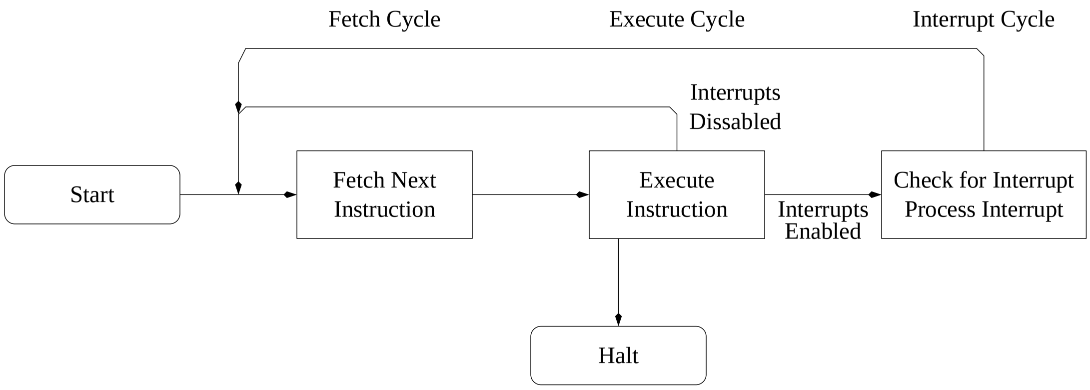
✫ ... ... do ponto de vista do programa do usuário, uma interrupção é apenas a parada momentânea da execução do programa que é recuperada quando o processamento da interrupção é completado.



- .. o programa do usuário não precisa acomodar nenhum código nem mesmo especial para acomodar interrupções, o processador e o sistema operacional se responsabilizam.

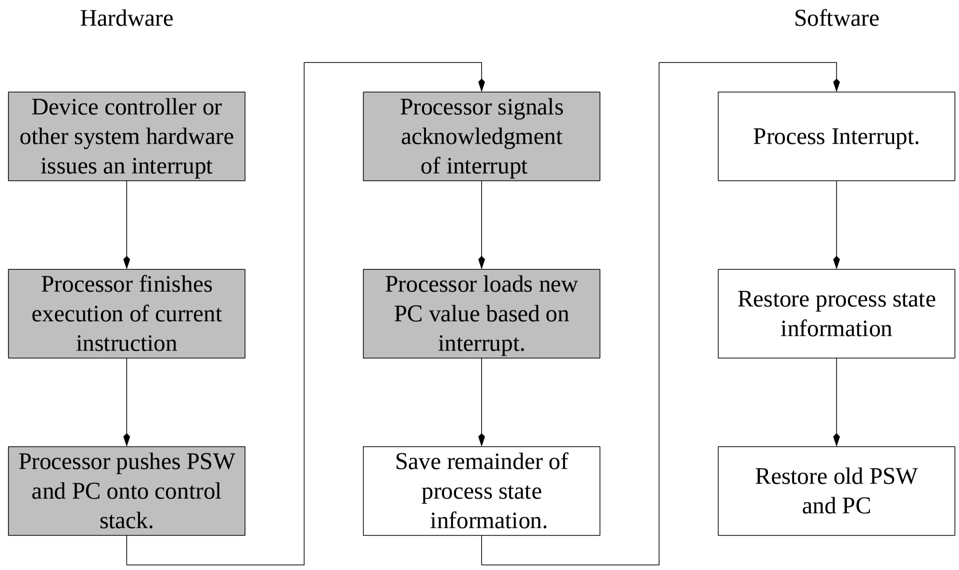
... 4.1 - Interrupções e Ciclo de Interrupções

✫ ... para acomodar interrupções, faz-se necessário o adicionamento do ciclo de interrupção ao modelo de ciclo de instruções (anteriormente apresentado):



4.2 - Processamento de Interrupções

✰ ... a ocorrência de uma interrupção dispara um grande número de eventos:



... 4.2 - Processamento de Interrupções

✰ Para o caso de múltiplas interrupções, duas abordagens são comumente utilizadas:

❶ desabilitar as interrupções enquanto uma interrupção está sendo processada, ou seja, interrupções são tratadas em ordem seqüencial estrita;

- **desvantagem:** nesta abordagem, não se leva em consideração prioridade relativa nem considerações críticas de tempo.

❷ define prioridades para interrupções e possibilita que interrupções com alta prioridade interrompam rotinas de tratamento para interrupções de baixa prioridade;

- **análise:** por serem mais flexíveis são também mais complexas, exigindo uma complexidade maior no sistema operacional.

5 - Organização da Memória

✰ As condições de contorno no projeto de memória podem ser resumidas em 03 questões: quanto de memória, quão rápidas e quão caras?

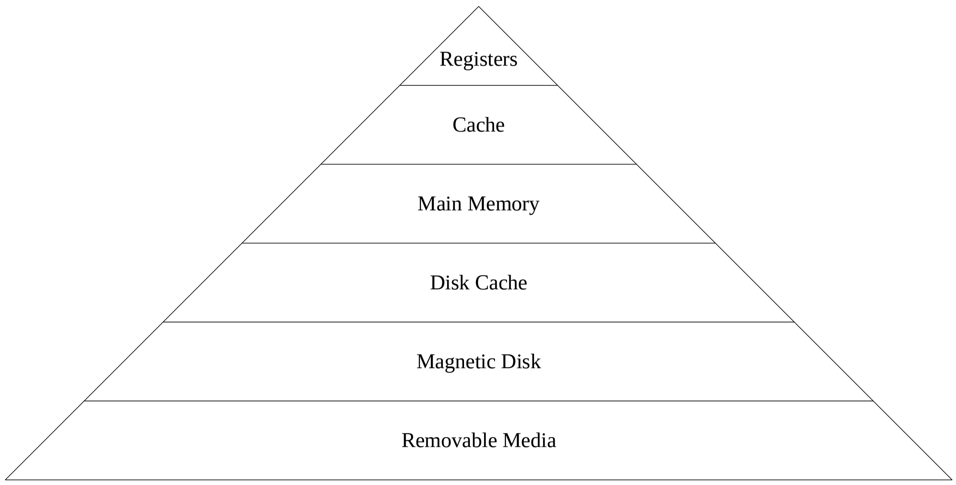
- ... como esperado, há um compromisso entre tais características da memória, dentre elas: identificação, custo, capacidade e tempo de acesso;.

✰ Com tantas tecnologias de produção, as seguintes relações podem ser estabelecidas:

- **menor tempo de acesso, maior custo por bit**;
- **maior capacidade, menor custo por bit**;
- **maior capacidade, maior tempo de acesso**.

... 5 - Organização da Memória

✰ **solução:** empregar hierarquia de memória que possibilite decréscimo do custo por bit, aumento de capacidade, aumento tempo de acesso e decréscimo da freqüência de acesso da memória pelo processador.



6 - Memória Cache x Desempenho

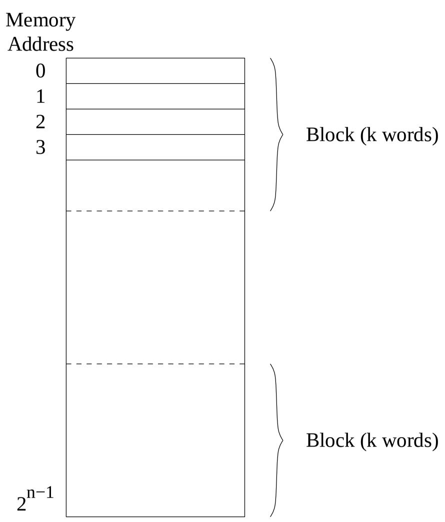
✫ Embora invisível para o Sistema Operacional, a memória cache interage com o *hardware* do gerenciamento de memória e, adicionalmente, utiliza-se de muitos dos princípios usados no esquema da memória virtual;

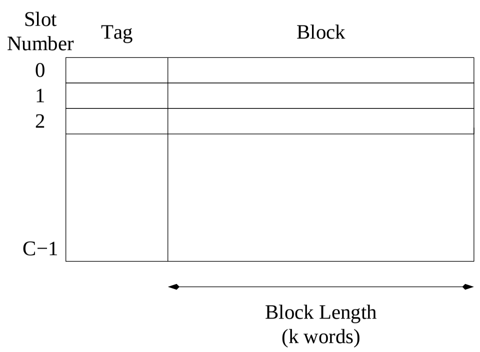
- ... esta abordagem proporciona memória rápida com altas taxas de transferência e ao mesmo tempo que oferece grandes quantidades de memória a preços senão menores iguais aos de memória do tipo semi-condutoras.

- ... por causa do princípio da localidade da referência, quando um bloco de dados é trazido para a cache como resultado de uma requisição na memória, é provável que futuras referências para palavras no mesmo bloco sejam satisfeitas na cache.

... 6 - Memória Cache x Desempenho

✫ Para o propósito de mapeamento, a memória consiste de um número fixo de blocos com K palavras, ou seja, $M = 2^n/K$ blocos. ... a cache consiste de C slots com K palavras cada, com o número de slots consideravelmente menor que M.





7 - Princípios de Comunicação para I/O

✰ São 03 as técnicas para operações de I/O:

- **programmed I/O:** ao encontrar instruções de I/O quando executando um programa, o processador executa a instrução emitindo um comando para o módulo apropriado de entrada/saída;
- ... o processador repetidamente interroga pela resposta do módulo de entrada/saída para o qual o comando foi emitido.
- **interrupt-driven I/O:** o processador emite um comando para o módulo apropriado de entrada/saída e continua o seu trabalho;
- ... o módulo de entrada/saída irá interromper o processador quando estiver pronto para trocar dados com o processador;
- **direct memory access:** após a emissão do comando para o módulo DMA, o mesmo processa a operação de entrada/saída transferindo os dados para a memória.

... 7 - Princípios de Comunicação para I/O