



UNIVALI

Universidade do Vale do Itajaí
Escola Politécnica
Computação

Introdução

Introdução

- O que os sistemas operacionais fazem
- Organização de um sistema computacional
- Arquitetura de sistemas computacionais
- Operações do sistema operacional
- Gerenciamento de recursos

O que significa o termo sistema operacional?

- Um sistema operacional é "preencher os espaços em branco"
- O que acha de:
 - Carro
 - Avião
 - Impressora
 - Máquina de lavar
 - Torradeira
 - Compilador

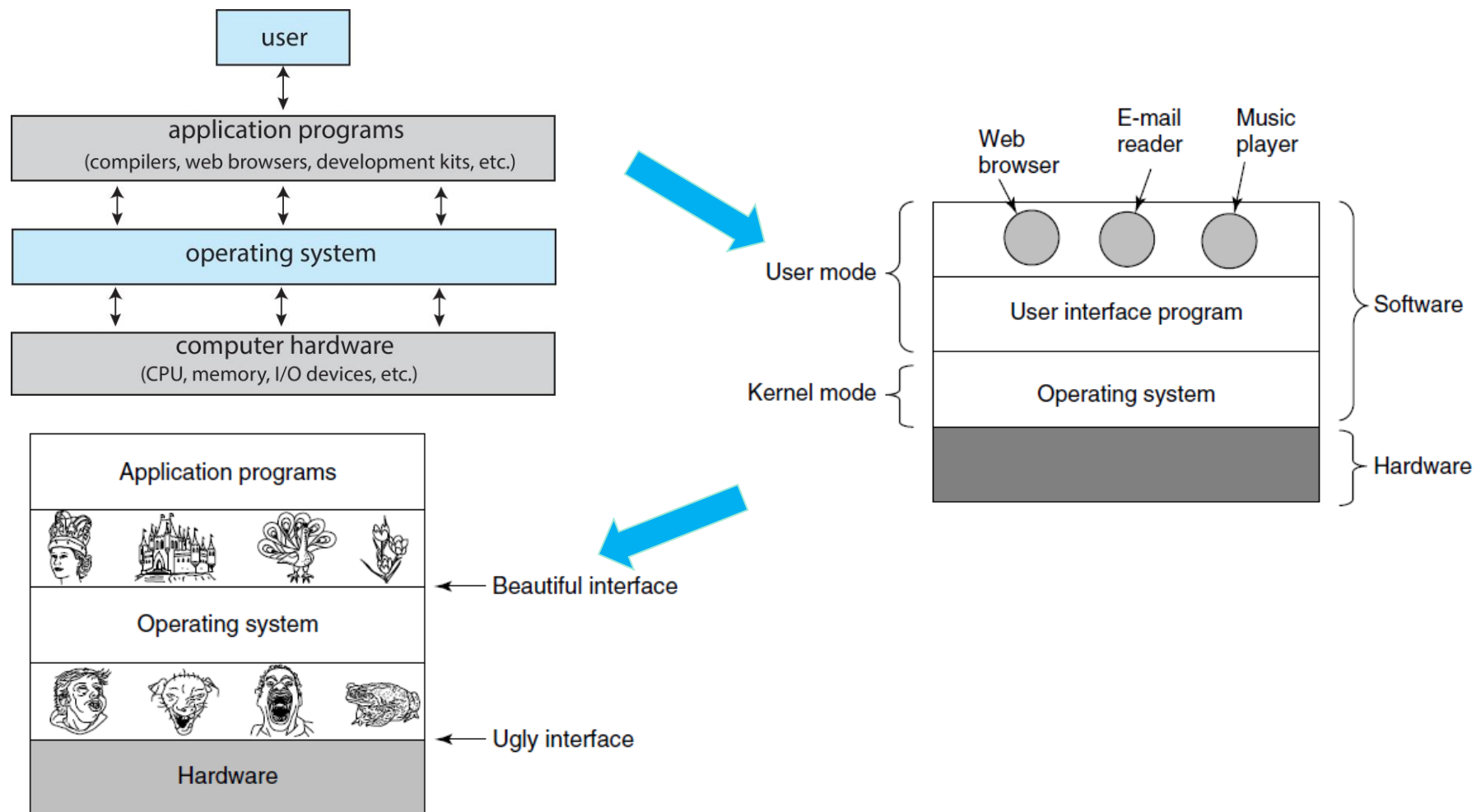
O que é um sistema operacional?

- Um programa que atua como um intermediário entre um usuário de um computador e o hardware do computador
- Objetivos do sistema operacional:
 - Execute programas de usuário e facilite a solução de problemas do usuário
 - Torne o sistema computacional conveniente de usar
 - Use o hardware do computador de maneira eficiente

Estrutura do Sistema de Computador

- O sistema de computador pode ser dividido em quatro componentes:
 - Hardware – fornece recursos básicos de computação
 - CPU, memória, dispositivos de E/S
 - Sistema Operacional
 - Controla e coordena o uso de hardware entre vários aplicativos e usuários
 - Programas de aplicação – definem as maneiras pelas quais os recursos do sistema são usados para resolver os problemas de computação dos usuários
 - Processadores de texto, compiladores, navegadores da Web, sistemas de banco de dados, jogos, etc....
 - Usuários
 - Pessoas, máquinas, outros computadores

Visualização abstrata de componentes do computador



O que os sistemas operacionais fazem

- Depende do ponto de vista
- Os usuários querem conveniência, facilidade de uso e bom desempenho
 - Não se preocupe com a utilização de recursos
- Mas o computador compartilhado, como mainframe (estação de trabalho ou servidor) ou minicomputador, deve manter todos os usuários satisfeitos
 - O sistema operacional é um alocador de recursos e um programa de controle que faz uso eficiente de HW e gerencia a execução de programas de usuário
- Os usuários de sistemas dedicados, como estações de trabalho, têm recursos dedicados, mas frequentemente usam recursos compartilhados de servidores

O que os sistemas operacionais fazem

- Dispositivos móveis, como smartphones e tablets, possuem certos recursos limitados e otimizados para usabilidade e duração da bateria
 - Interfaces de usuário móveis, como telas sensíveis ao toque, reconhecimento de voz
- Alguns computadores têm pouca ou nenhuma interface de usuário, como computadores incorporados em dispositivos e automóveis
 - Executar principalmente sem intervenção do usuário

Definindo sistemas operacionais

- O termo SO abrange muitas funções
 - Devido à miríade de designs e usos de sistemas operacionais
 - Presente em torradeiras, sistemas espaciais, consoles de videogame, TVs e sistemas de controle industrial
 - Nascido quando os computadores de uso fixo para militares se tornaram mais comuns e precisavam de gerenciamento de recursos e controle de programas

Definição do sistema operacional

- Nenhuma definição universalmente aceita
- "Tudo o que um fornecedor envia quando você encomenda um sistema operacional" é uma boa aproximação
 - Mas varia muito
- "O único programa em execução em todos os momentos no computador" é o kernel, parte do sistema operacional

Definição do sistema operacional

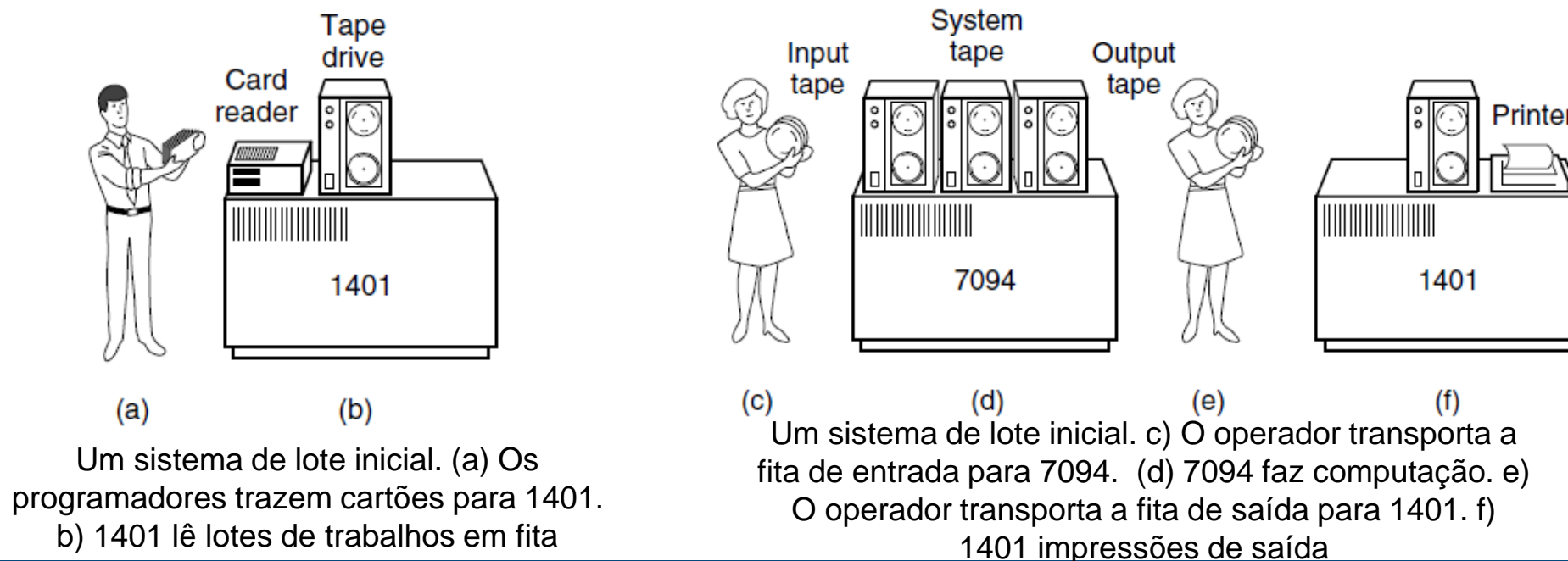
- Todo o resto é ou
 - Um programa de sistema (fornecido com o sistema operacional, mas não faz parte do kernel) , ou
 - Um programa de aplicação, todos os programas não associados ao sistema operacional
- Os sistemas operacionais de hoje para fins gerais e computação móvel também incluem middleware – um conjunto de estruturas de software que fornecem serviços adicionais aos desenvolvedores de aplicativos, como bancos de dados, multimídia, gráficos

Definição do sistema operacional

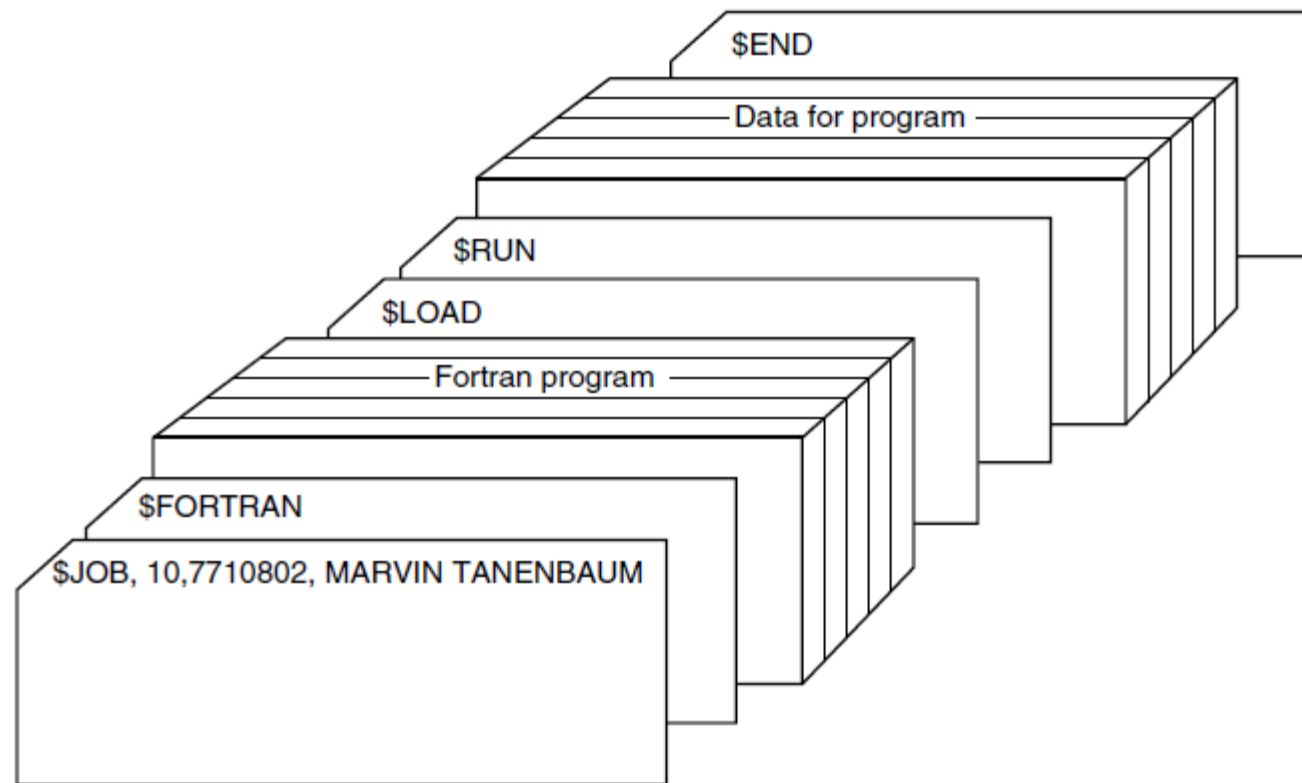
- Vista de cima para baixo
 - Fornecer abstrações para programas de aplicação
- Vista de baixo para cima
 - Gerenciar partes do sistema complexo
- Visão alternativa
 - Fornecer alocação ordenada e controlada de recursos

Histórico do sistema operacional

- A primeira geração (1945-55) – tubos de vácuo
- A segunda geração (1955-65) – transistores e sistemas de lote
- A terceira geração (1965-1980) – CIs e multiprogramação
- A quarta geração (1980-presente) – computadores pessoais
- A quinta geração (1990-presente) – computadores móveis



Histórico do sistema operacional



Estrutura de um trabalho FMS típico



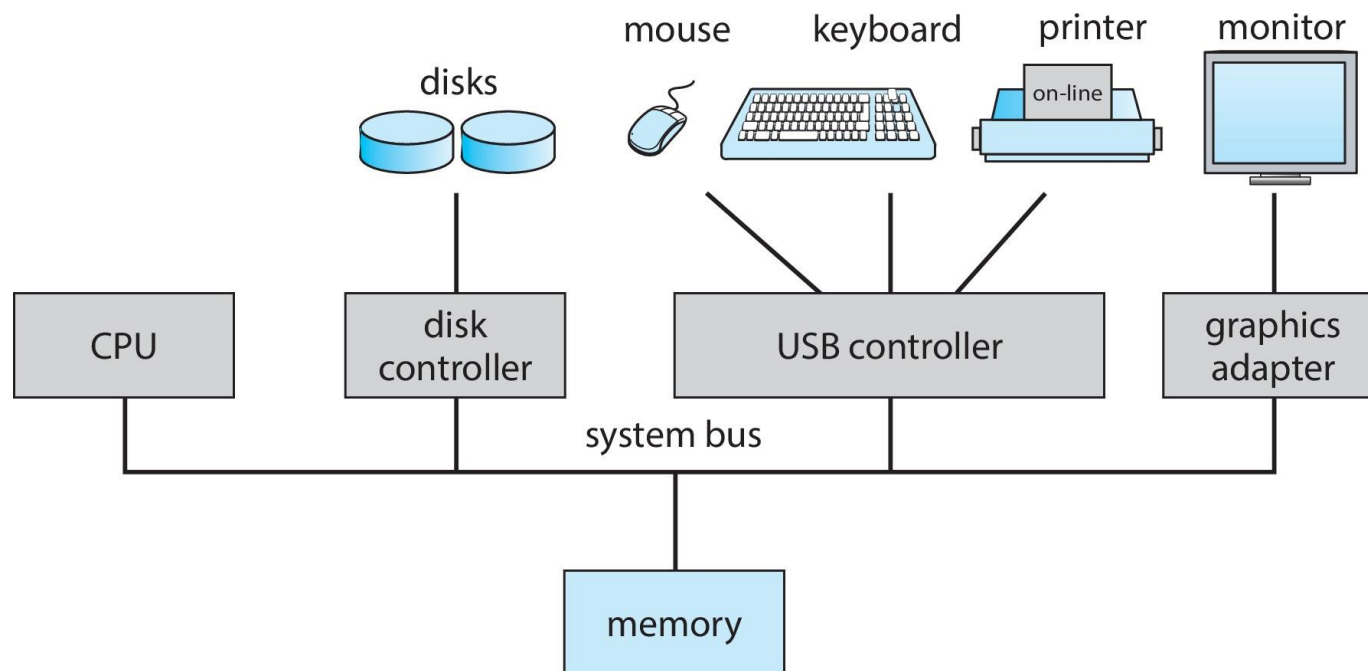
UNIVALI

Universidade do Vale do Itajaí
Escola Politécnica
Computação

Visão geral da estrutura do sistema de um computador

Organização de Sistemas Computacionais

- Funcionamento do sistema computacional
 - Uma ou mais CPUs, os controladores de dispositivo se conectam por meio de barramento comum fornecendo acesso à memória compartilhada
 - Execução simultânea de CPUs e dispositivos que competem por ciclos de memória



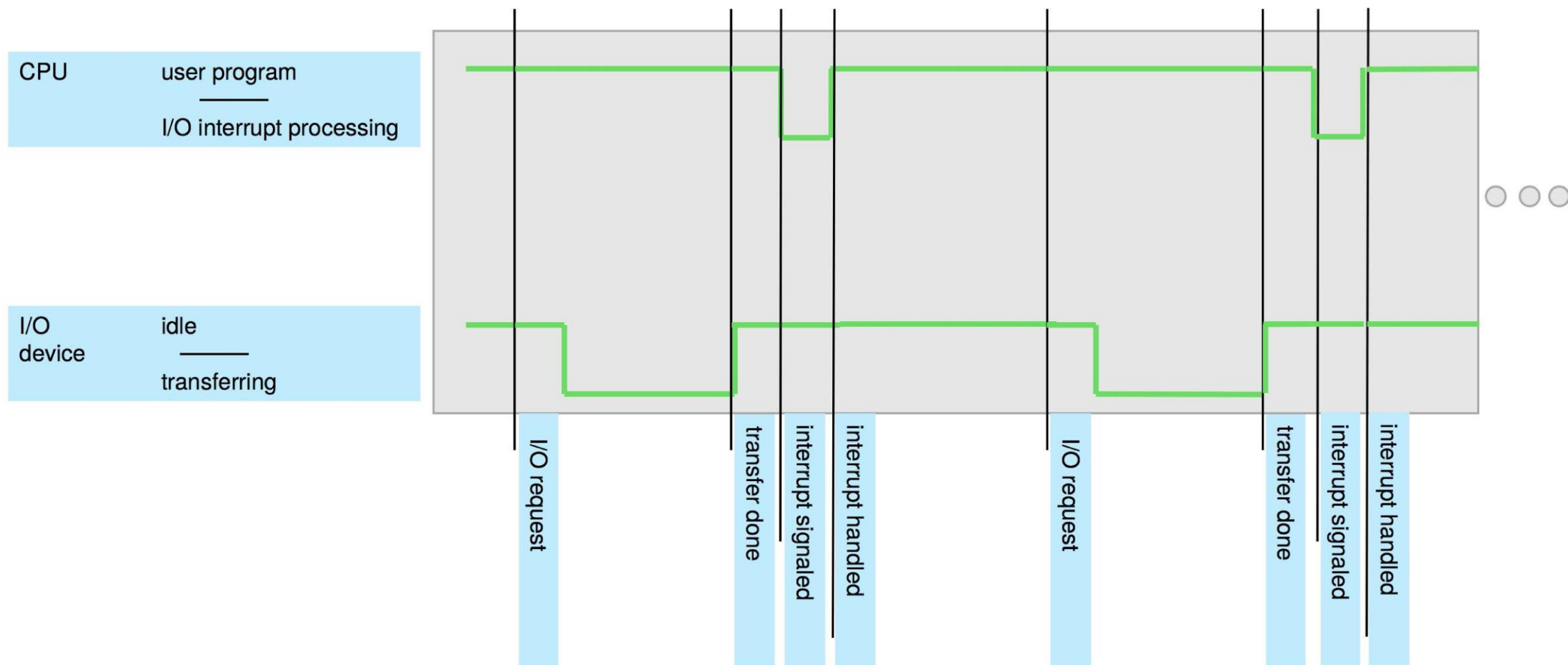
Operação do Sistema Computacional

- Os dispositivos de E/S e a CPU podem ser executados simultaneamente
- Cada controlador de dispositivo é responsável por um determinado tipo de dispositivo
- Cada controlador de dispositivo tem um *buffer* local
- Cada tipo de controlador de dispositivo tem um driver de dispositivo do sistema operacional para gerenciá-lo
- A CPU move dados de/para a memória principal de/para *buffers* locais
- A E/S é do dispositivo para o *buffer* local do controlador
- O controlador de dispositivo informa a CPU de que terminou sua operação causando uma interrupção

Funções comuns de interrupções

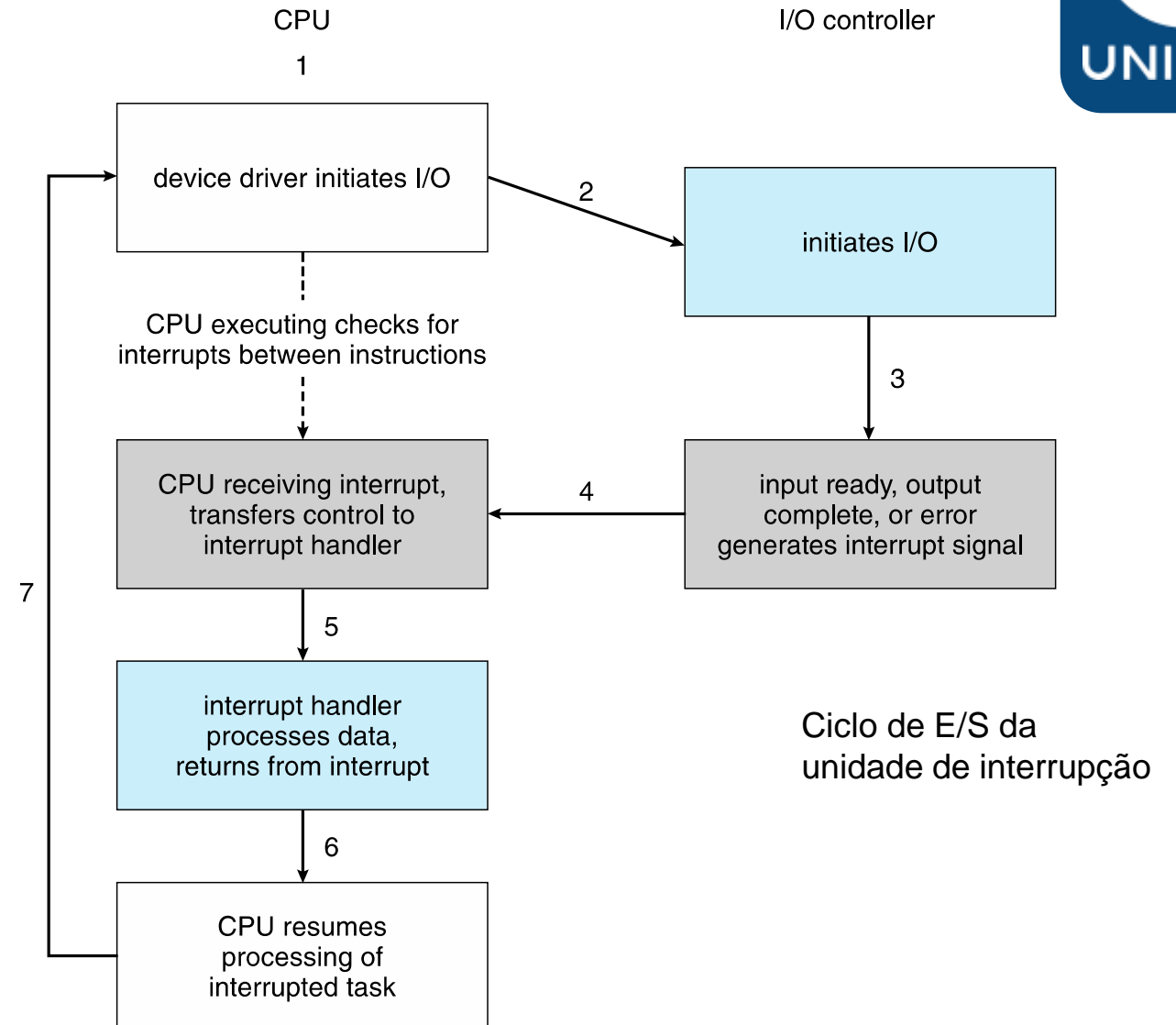
- O controle de transferência de interrupção para a rotina de serviço de interrupção em geral, através do vetor de interrupção, que contém os endereços de todas as rotinas de serviço
- A arquitetura de interrupção deve salvar o endereço da instrução interrompida
- Uma trap ou exceção é uma interrupção gerada por software causada por um erro ou uma solicitação de usuário
- Um sistema operacional é controlado por interrupção

Linha do tempo de interrupção



Tratamento de interrupções

- O sistema operacional preserva o estado da CPU armazenando os registradores e o contador de programas
- Determina que tipo de interrupção ocorreu:
 - Segmentos separados de código determinam qual ação deve ser tomada para cada tipo de interrupção



Estrutura de E/S

- Dois métodos para lidar com E/S
 - Após a inicialização da E/S, o controle retorna ao programa do usuário somente após a conclusão da E/S
 - Depois que a E/S é iniciada, o controle retorna ao programa do usuário sem aguardar a conclusão da E/S
- Após a inicialização da E/S, o controle retorna ao programa do usuário somente após a conclusão da E/S
 - A instrução *wait* deixa ociosa a CPU até a próxima interrupção
 - Loop de espera (contenção para acesso à memória)
 - No máximo, uma solicitação de E/S está pendente de cada vez, sem processamento simultâneo de E/S

Estrutura de E/S (Cont.)

- Depois que a E/S é iniciada, o controle retorna ao programa do usuário sem aguardar a conclusão da E/S
 - Chamada do sistema – solicitação ao sistema operacional para permitir que o usuário aguarde a conclusão da E/S
 - A tabela de status do dispositivo contém entrada para cada dispositivo de E/S indicando seu tipo, endereço e estado
 - O sistema operacional indexa na tabela de dispositivos de E/S para determinar o status do dispositivo e modificar a entrada da tabela para incluir interrupção



UNIVALI

Universidade do Vale do Itajaí
Escola Politécnica
Computação

Estrutura de armazenamento

Estrutura de armazenamento

- Memória principal – apenas uma grande meio de armazenamento que a CPU pode acessar diretamente
 - Acesso aleatório
 - Tipicamente volátil
 - Memória de acesso aleatório na forma de Dynamic Random Access Memory (DRAM)
- Armazenamento secundário – extensão da memória principal que fornece grande capacidade de armazenamento **não volátil**

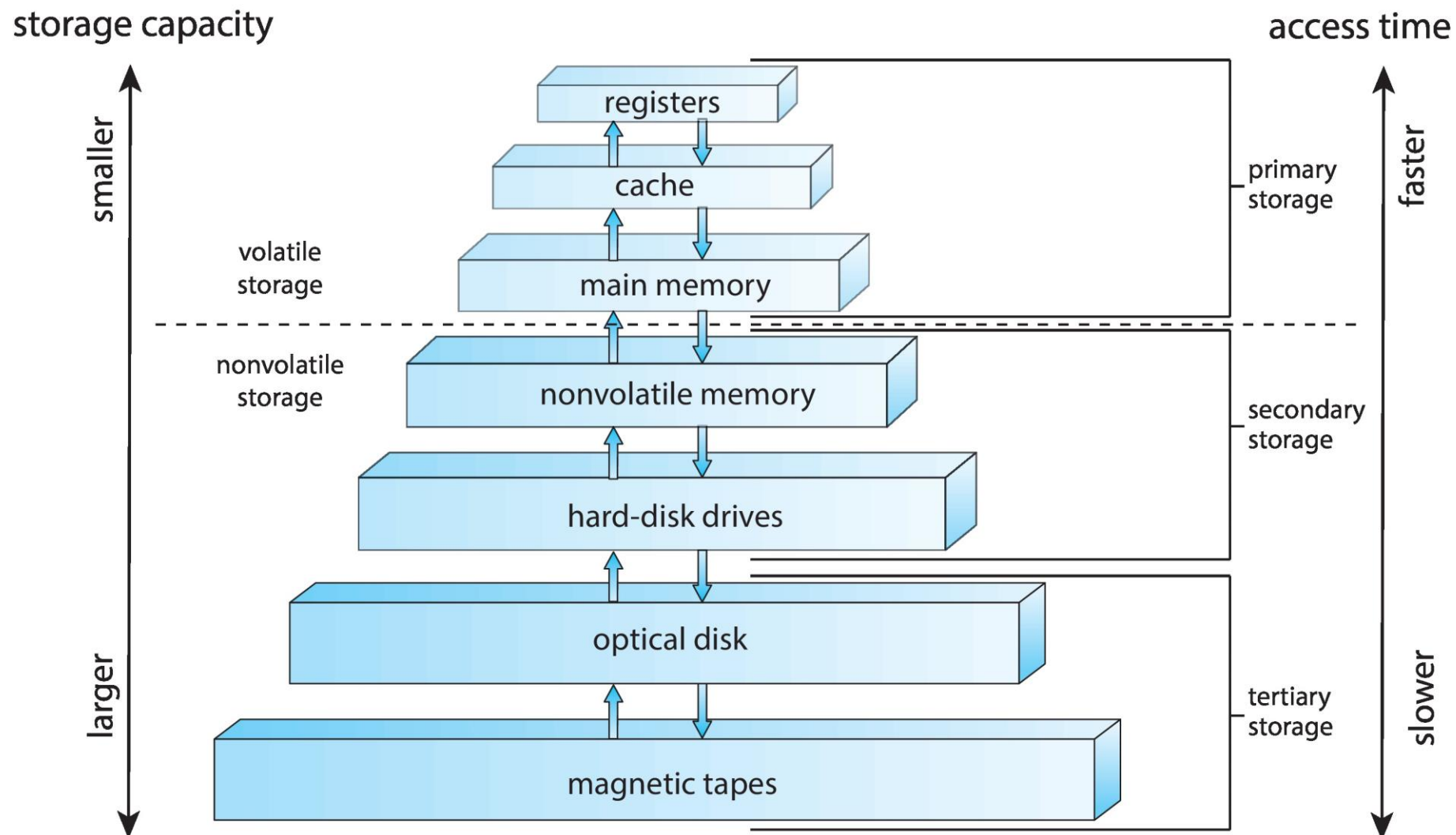
Estrutura de armazenamento (Cont.)

- **Hard Disk Drives (HDD ou HD)** – discos rígidos de metal ou vidro cobertas com material de gravação magnética
 - A superfície do disco é logicamente dividida em trilhas, que são subdivididas em setores
 - O controlador de disco determina a interação lógica entre o dispositivo e o computador
- **Non-volatile memory (NVM)** – mais rápido que os discos rígidos, não volátil
 - Várias tecnologias – FLASH principalmente
 - Tornando-se mais popular à medida que a capacidade e o desempenho aumentam e os preços caem

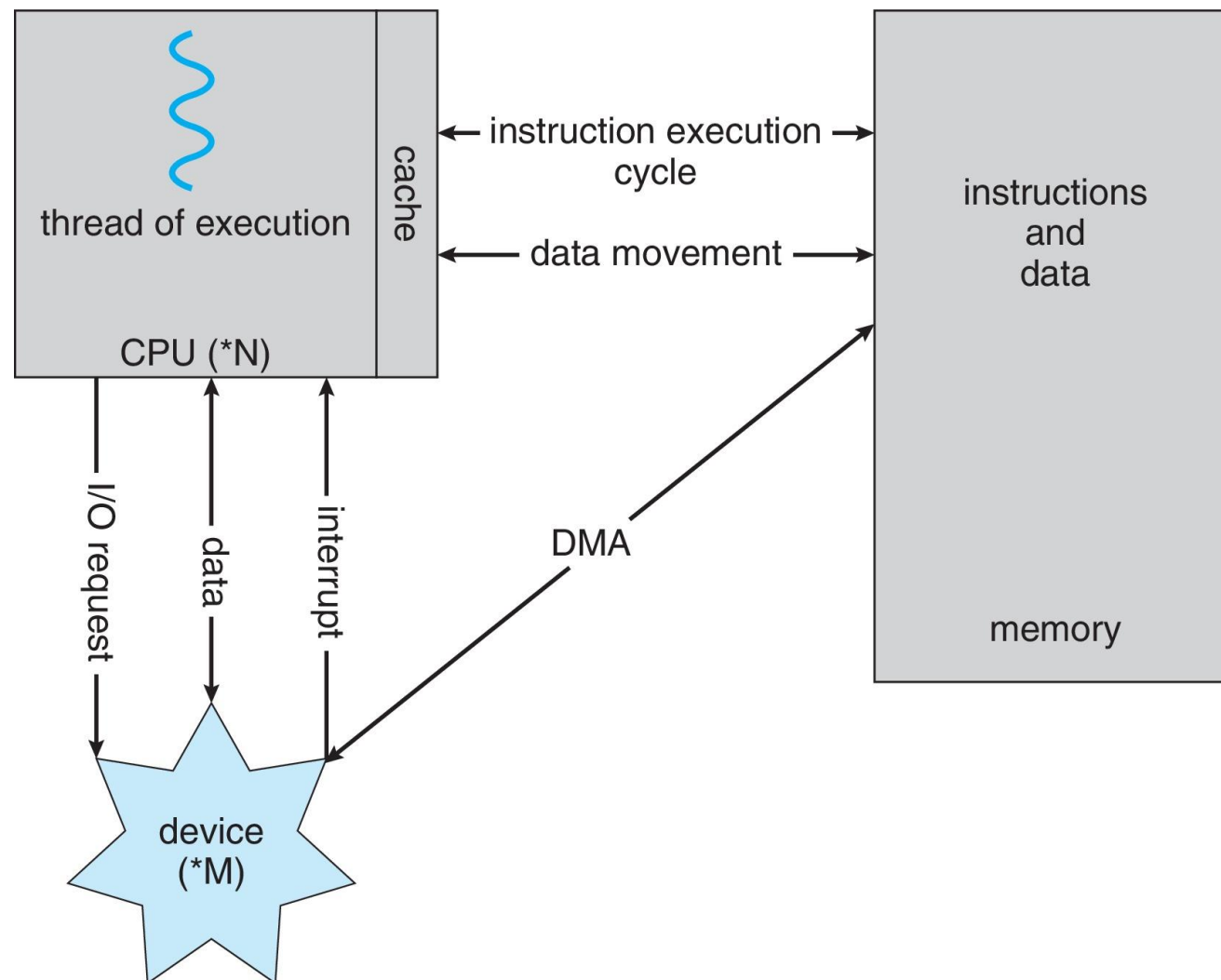
Hierarquia de armazenamento

- Sistemas de armazenamento organizados em hierarquia
 - Velocidade
 - Custo
 - Volatilidade
- **Caching** – copiar informações para um sistema de armazenamento mais rápido
 - A memória principal pode ser vista como um cache para armazenamento secundário
- **Device Driver** para cada controlador de dispositivo para gerenciar E/S
 - Fornece interface uniforme entre o controlador e o kernel

Hierarquia de dispositivos de armazenamento



Como funciona um computador moderno



Estrutura de acesso direto à memória

- Usado para dispositivos de E/S de alta velocidade capazes de transmitir informações próximas às velocidades da memória
- O controlador de dispositivo transfere blocos de dados do armazenamento de buffer diretamente para a memória principal sem intervenção da CPU
- Apenas uma interrupção é gerada por bloco, em vez de uma interrupção por byte

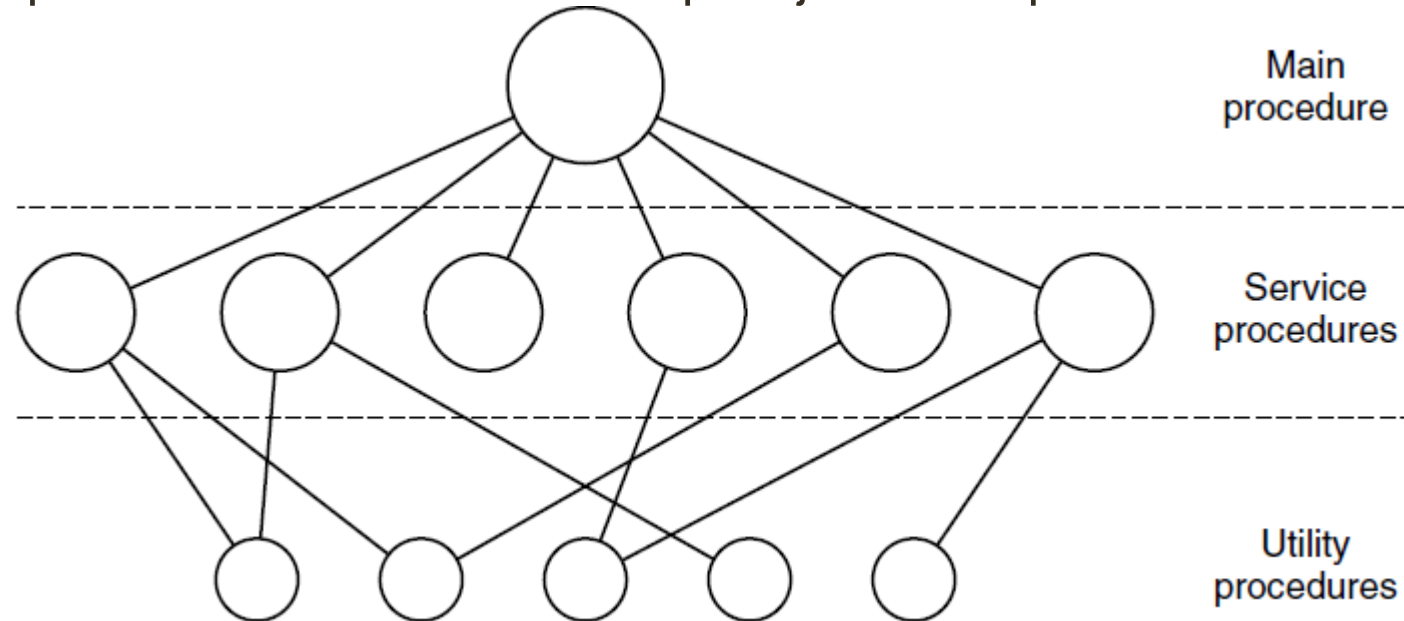
Operações do Sistema Operacional

- Programa Bootstrap – código simples para inicializar o sistema, carregar o kernel
- Carregamento do kernel
- Inicia *daemons* do sistema (serviços fornecidos fora do kernel)
- Kernel controlado por interrupção (hardware e software)
 - Interrupção de hardware por um dos dispositivos
 - Interrupção de software (**exceção** ou **trap**):
 - Erro de software (por exemplo, divisão por zero)
 - Solicitação de serviço do sistema operacional – **system call**
 - Outros problemas de processo incluem loop infinito, processos modificando uns aos outros ou o sistema operacional

Sistemas Monolíticos

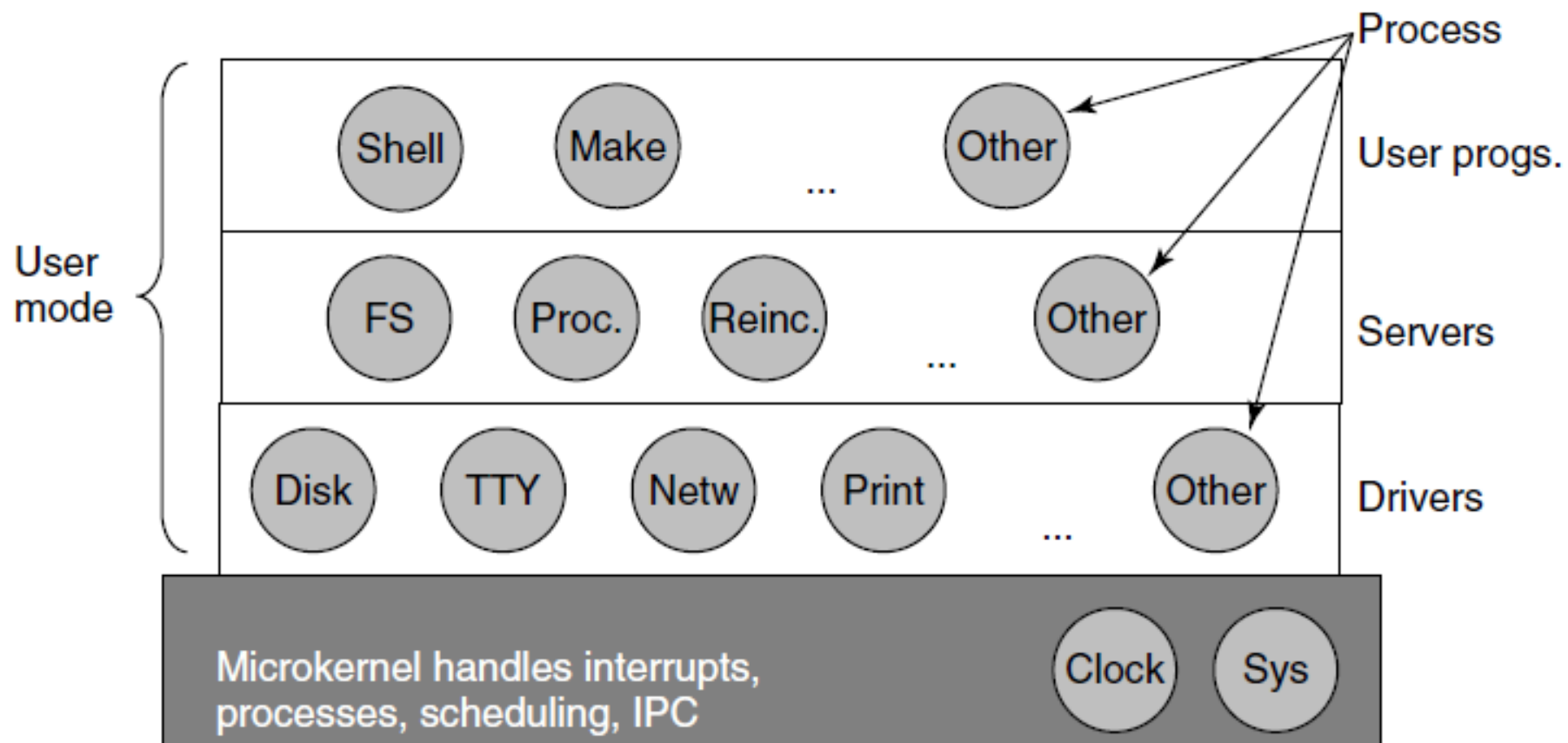
- Estrutura básica do SO

- Um programa principal que invoca o procedimento de serviço solicitado
- Um conjunto de procedimentos de serviço que realizam as chamadas do sistema
- Um conjunto de procedimentos de utilitário que ajudam os procedimentos de serviço



Microkernels

- Estrutura simplificada do SO
- Sistema MINIX 3



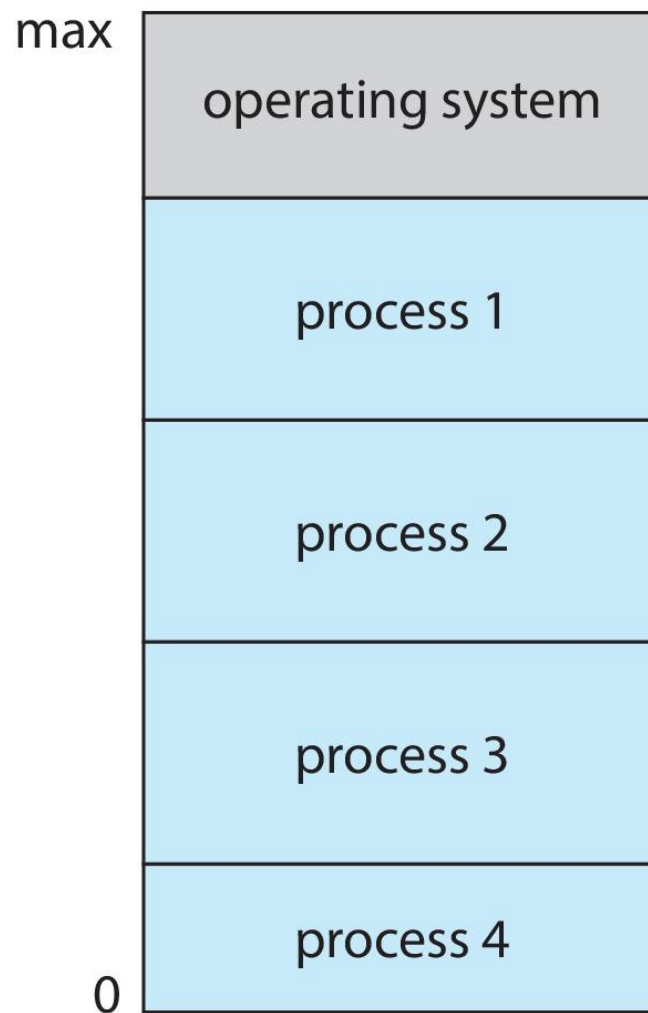
Multiprogramação (sistema de lotes)

- Um único usuário nem sempre pode manter a CPU e os dispositivos de E/S ocupados
- A multiprogramação organiza trabalhos (código e dados) para que a CPU sempre tenha um para executar
- Um subconjunto do total de trabalhos no sistema é mantido na memória
- Um trabalho selecionado e executado por meio de escalonamento de trabalho
- Quando o trabalho precisa aguardar (para E/S, por exemplo), o sistema operacional alterna para outro trabalho

Multitarefa (Timesharing)

- Uma extensão lógica dos sistemas em lote – a CPU alterna trabalhos com tanta frequência que os usuários podem interagir com cada trabalho enquanto ele está em execução, criando computação interativa
 - O tempo de resposta deve ser < 1 segundo
 - Cada usuário tem pelo menos um programa em execução na memória \Rightarrow processo
 - Se vários trabalhos estiverem prontos para serem executados ao mesmo tempo
 \Rightarrow Escalonamento de CPU
 - Se os processos não couberem na memória, a gerenciamos os move para dentro e para fora para serem executados
 - A memória virtual permite a execução de processos que não estão completamente na memória

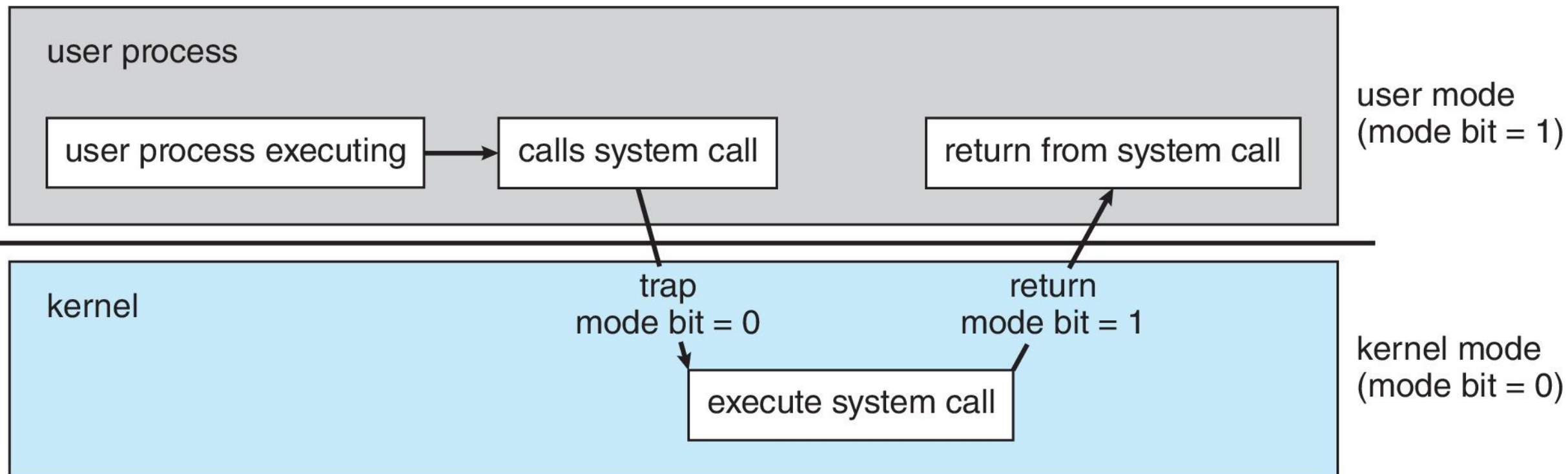
Visão da memória para sistema multiprogramado



Operação de modo duplo

- A operação de modo duplo permite que o sistema operacional proteja a si mesmo e a outros componentes do sistema
 - Modo de usuário e modo kernel
- Bit de modo fornecido pelo hardware
 - Fornece a capacidade de distinguir quando o sistema está executando o código do usuário ou do kernel
 - Quando um usuário está em execução \Rightarrow bit de modo é "usuário"
 - Quando o código do kernel está em execução \Rightarrow bit de modo é "kernel"
- Como garantimos que o usuário não defina o bit de modo como "kernel"?
 - O modo de alterações de chamada do sistema para o kernel, o retorno da chamada o redefine para o usuário
- Instruções do tipo privilegiadas são somente executáveis no modo kernel

Transição do modo Usuário para o modo Kernel



Timer (temporizador)

- Temporizador para evitar loop infinito (ou recursos de consumo de processo)
 - Timer é definido para interromper o computador após algum período de tempo
 - Mantenha um contador que seja diminuído pelo relógio físico
 - O sistema operacional define o contador (instrução privilegiada)
 - Quando o contador zero gera uma interrupção
 - Configurar antes do processo de agendamento para recuperar o controle ou encerrar o programa que exceda o tempo alocado

Gerenciamento de Processos

- Um processo é
 - Um programa em execução
 - É uma unidade de trabalho dentro do sistema.
 - É uma entidade passiva
 - É uma entidade ativa
- O processo precisa de recursos para realizar sua tarefa
 - CPU, memória, E/S, arquivos
 - Dados de inicialização
- A reinicialização do processo requer a recuperação de quaisquer recursos reutilizáveis

Gerenciamento de Processos



- O processo de thread único tem um contador de programa especificando o local da próxima instrução a ser executada
 - O processo executa instruções sequencialmente, uma de cada vez, até a conclusão
- Processo multi-threaded tem um contador de programa por thread
- Normalmente, o sistema tem muitos processos, algum usuário, algum sistema operacional em execução simultânea em uma ou mais CPUs
 - Simultaneidade por multiplexação das CPUs entre os processos/threads

Atividades de Gerenciamento de Processos

O sistema operacional é responsável pelas seguintes atividades em conexão com o gerenciamento de processos:

- Criando e excluindo processos do usuário e do sistema
- Suspende e retomar processos
- Fornecendo mecanismos para sincronização de processos
- Fornecer mecanismos para a comunicação de processos
- Fornecendo mecanismos para o tratamento de deadlock

Gerenciamento de memória

- Para executar um programa, todas (ou parte) das instruções devem estar na memória
- Todos (ou parte) dos dados necessários para o programa devem estar na memória
- O gerenciamento de memória determina o que está na memória e quando
 - Otimizando a utilização da CPU e a resposta do computador aos usuários
- Atividades de gerenciamento de memória
 - Manter o controle de quais partes da memória estão sendo usadas atualmente e por quem
 - Decidir quais processos (ou partes deles) e dados devem ser movidos para dentro e para fora da memória
 - Alocar e desalocar espaço de memória conforme necessário

Gerenciamento do sistema de arquivos

- O sistema operacional fornece uma visão lógica e uniforme do armazenamento de informações
 - Abstrai propriedades físicas para a unidade de armazenamento lógico - arquivo
 - Cada meio é controlado pelo dispositivo (ou seja, unidade de disco, unidade de fita)
 - Propriedades variadas incluem velocidade de acesso, capacidade, taxa de transferência de dados, método de acesso (sequencial ou aleatório)

Gerenciamento do sistema de arquivos

- Gerenciamento do sistema de arquivos
 - Arquivos geralmente organizados em diretórios
 - Controle de acesso na maioria dos sistemas para determinar quem pode acessar o quê
 - As atividades do SO incluem
 - Criando e excluindo arquivos e diretórios
 - Primitivas para manipular arquivos e diretórios
 - Mapeando arquivos para o armazenamento secundário
 - Backup de arquivos em mídia de armazenamento estável (não volátil)

Gerenciamento de armazenamento em não volátil

- Normalmente, os discos usados para armazenar dados que não cabem na memória principal ou dados que devem ser mantidos por um período de tempo "longo"
- A gestão adequada é de importância central
- Toda a velocidade de operação do computador depende do subsistema de disco e seus algoritmos
- Atividades do SO
 - Montagem e desmontagem
 - Gerenciamento de espaço livre e alocação de armazenamento
 - Escalonamento de disco
 - Particionamento
 - Proteção

Caching

- Princípio importante, realizado em muitos níveis em um computador (em hardware, sistema operacional, software)
- Informações em uso copiadas de um armazenamento mais lento para mais rápido temporariamente
- Armazenamento mais rápido (cache) verificado primeiro para determinar se as informações estão lá
 - Se for, informações usadas diretamente do cache (rápido)
 - Caso contrário, os dados copiados para o cache e usados lá
- Cache menor do que o armazenamento que está sendo armazenado em cache
 - Problema de design importante de gerenciamento de cache
 - Política de tamanho e substituição do cache

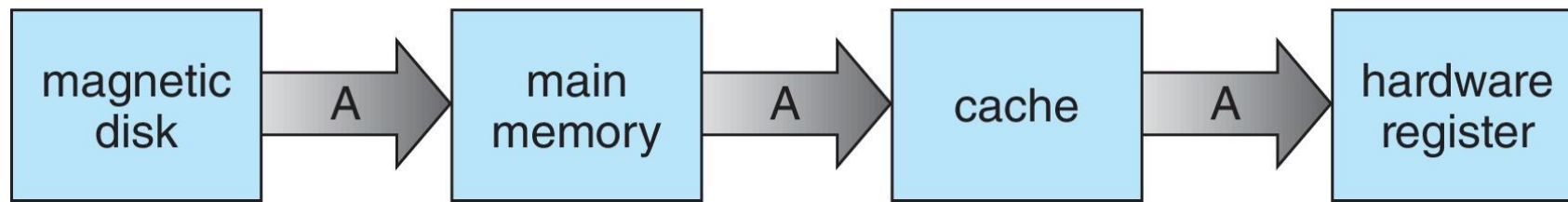
Características de vários tipos de armazenamento

Level	1	2	3	4	5
Name	registers	cache	main memory	solid-state disk	magnetic disk
Typical size	< 1 KB	< 16MB	< 64GB	< 1 TB	< 10 TB
Implementation technology	custom memory with multiple ports CMOS	on-chip or off-chip CMOS SRAM	CMOS SRAM	flash memory	magnetic disk
Access time (ns)	0.25-0.5	0.5-25	80-250	25,000-50,000	5,000,000
Bandwidth (MB/sec)	20,000-100,000	5,000-10,000	1,000-5,000	500	20-150
Managed by	compiler	hardware	operating system	operating system	operating system
Backed by	cache	main memory	disk	disk	disk or tape

A movimentação entre níveis de hierarquia de armazenamento pode ser explícita ou implícita

Migração de dados "A" do disco para os registradores

- Os ambientes multitarefa devem ter o cuidado de usar o valor mais recente, não importa onde ele esteja armazenado na hierarquia de armazenamento



O ambiente multiprocessador deve fornecer coerência de cache no hardware de modo que todas as CPUs tenham o valor mais recente em seu cache

- Situação de ambiente distribuído ainda mais complexa
 - Várias cópias de um dado podem existir

Subsistema de E/S

- Um dos objetivos do sistema operacional é ocultar peculiaridades de dispositivos de hardware do usuário
- Subsistema de E/S responsável por
 - Gerenciamento de memória de E/S, incluindo buffer (armazenamento temporário de dados enquanto eles estão sendo transferidos), cache (armazenamento de partes de dados em armazenamento mais rápido para desempenho), spooling (a sobreposição de saída de um trabalho com a entrada de outros trabalhos)
 - Interface geral do driver de dispositivo
 - Drivers para dispositivos de hardware específicos



UNIVALI

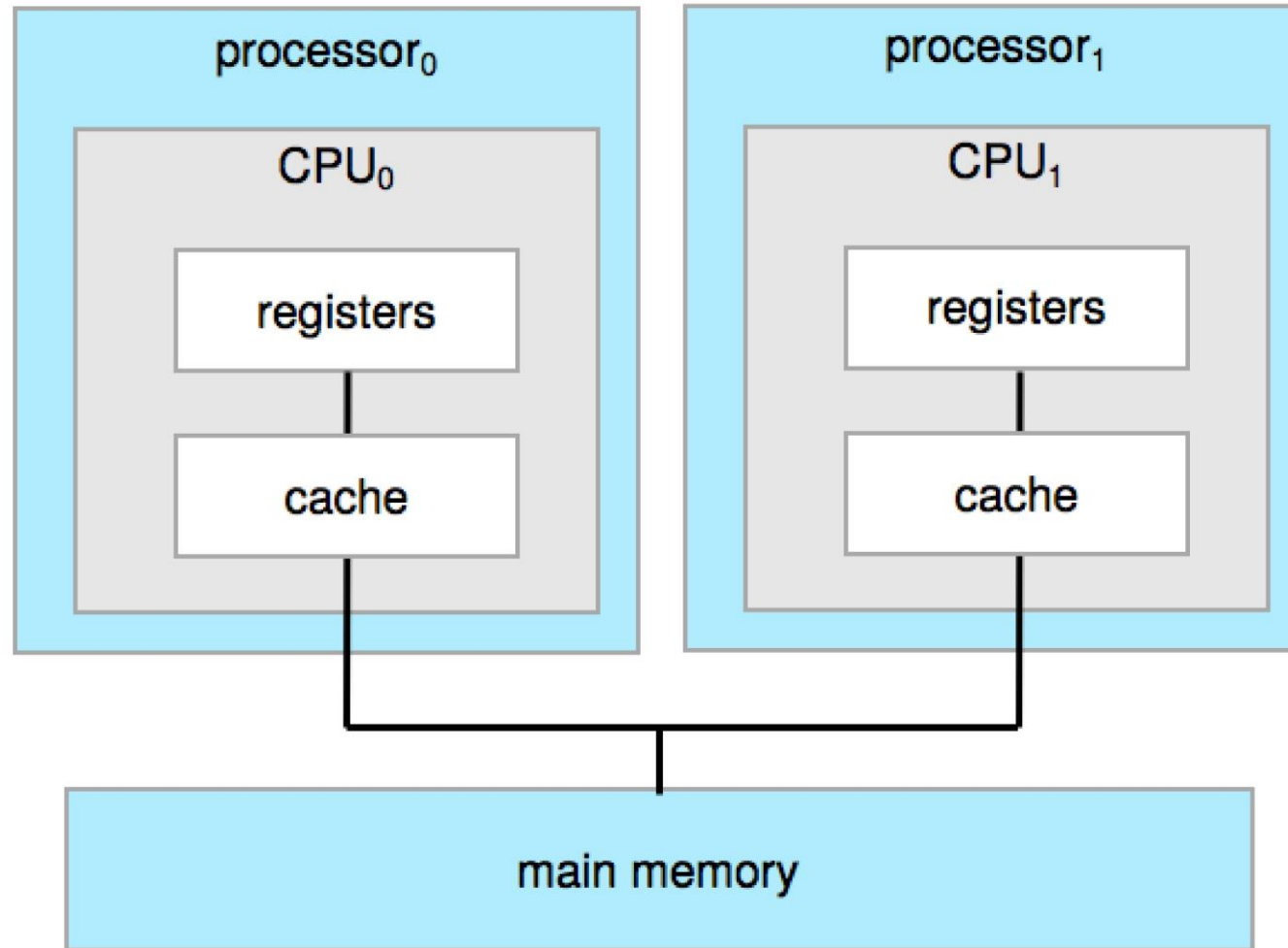
Universidade do Vale do Itajaí
Escola Politécnica
Computação

Arquiteturas de Sistemas Computacionais

Arquitetura de sistemas de computação

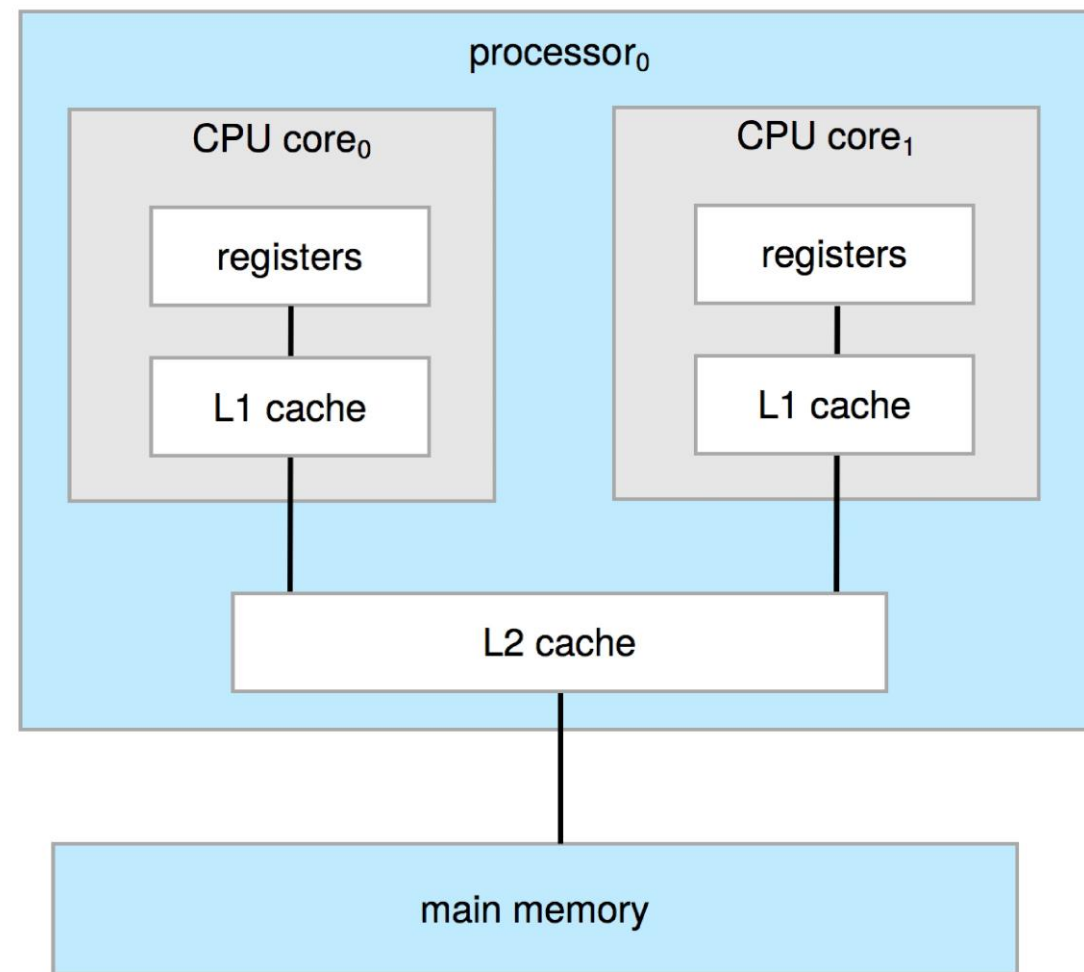
- A maioria dos sistemas usa um único processador de uso geral
 - A maioria dos sistemas também tem processadores para fins especiais
- Sistemas multiprocessadores crescendo em uso e importância
 - Também conhecidos como sistemas paralelos, sistemas fortemente acoplados
 - As vantagens incluem:
 - Maior taxa de transferência**
 - Economia de escala**
 - Maior confiabilidade** – degradação lenta ou tolerância a falhas
 - Dois tipos:
 - Multiprocessamento assimétrico** – a cada processador é atribuída uma tarefa específica
 - Multiprocessamento simétrico** – cada processador executa todas as tarefas

Arquitetura de multiprocessamento simétrico

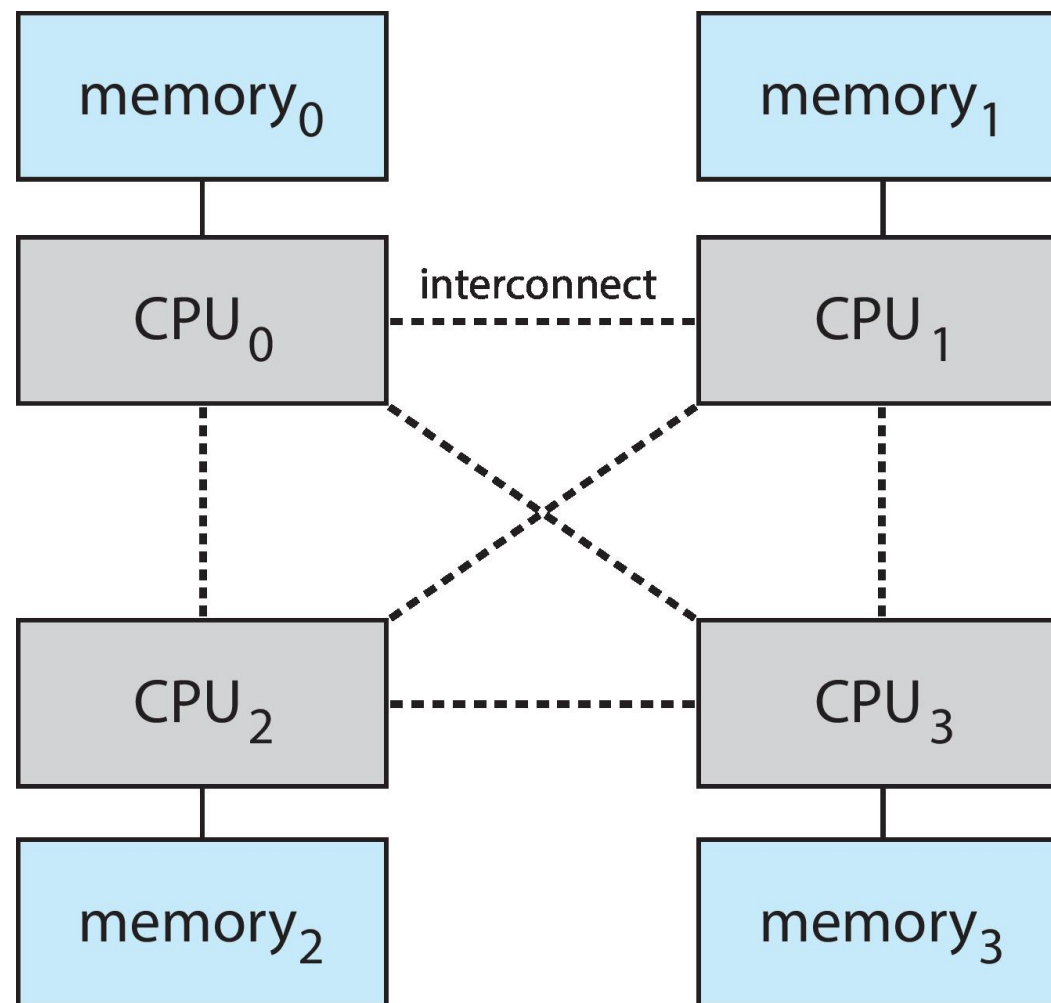


Dual-Core Design

- Multi-chip e multicore
- Sistemas contendo todos os chips
 - Contendo vários sistemas separados



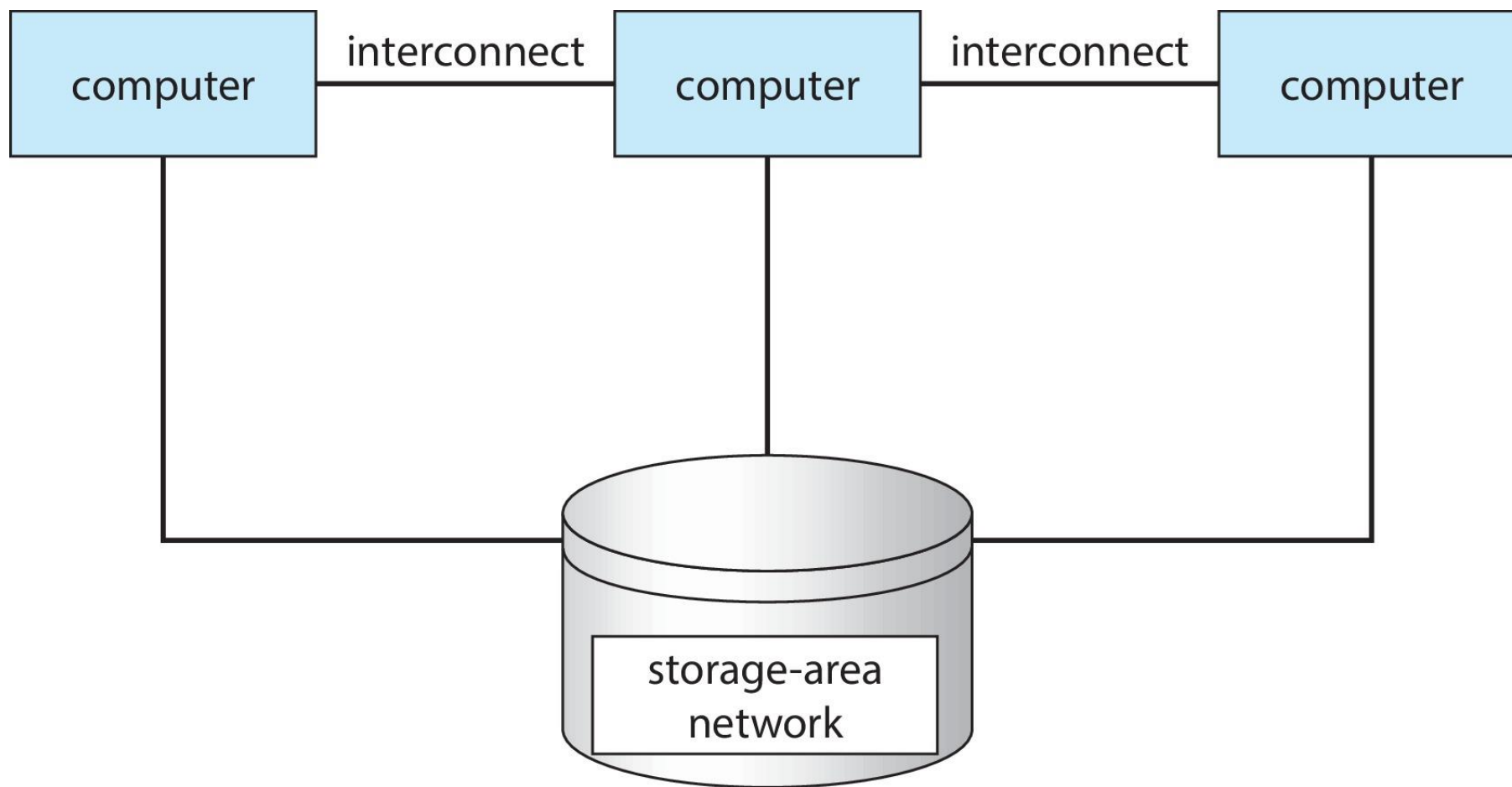
Non-Uniform Memory Access System - NUMA



Sistemas em cluster

- Como sistemas multiprocessadores, mas vários sistemas trabalhando juntos
 - Normalmente compartilhando armazenamento através de um **storage-area network (SAN)**
 - Fornece um serviço de alta disponibilidade que sobrevive a falhas
 - O **clustering assimétrico** tem uma máquina no modo de espera a quente
 - O **clustering simétrico** tem vários nós executando aplicativos, monitorando uns aos outros
 - Alguns clusters são para **high-performance computing (HPC)**
 - Os aplicativos devem ser gravados para usar paralelização
 - Alguns têm **distributed lock manager (DLM)** para evitar operações conflitantes

Sistemas em cluster



O Zoológico do Sistema Operacional

- Sistemas operacionais de mainframe
- Sistemas operacionais de servidor
- Sistemas operacionais para multiprocessadores
- Sistemas Operacionais para computadores pessoais
- Sistemas Operacionais para sistemas móveis
- Sistemas Operacionais embarcados
- Sistemas operacionais de tempo real