



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Computação
Bacharelado em Ciência da Computação

Sistemas Operacionais

Entrada e Saída

Prof. Rodrigo Campiolo

15/04/21

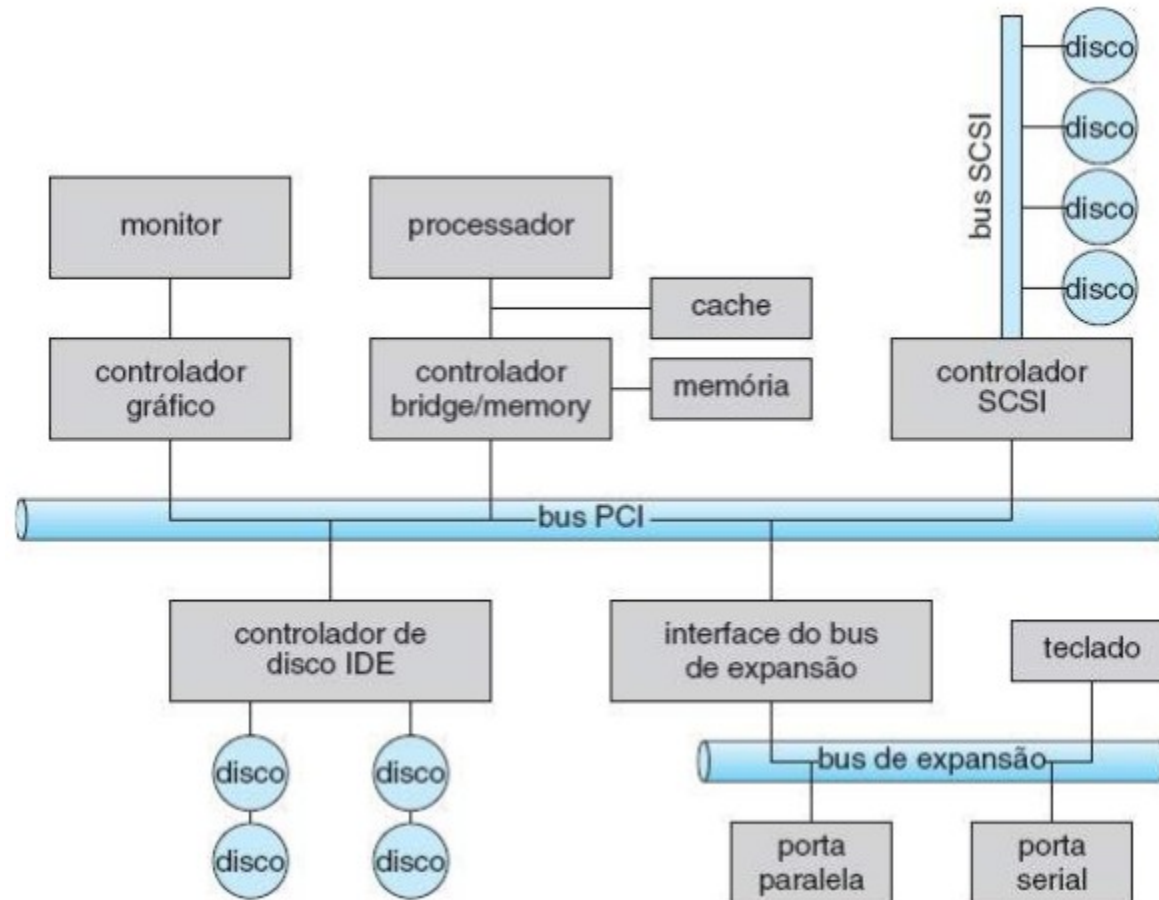
Introdução

- Duas principais tarefas de um computadores são:
 - Processamento e **Entrada/Saída (E/S)**.
- Sistema Operacional deve:
 - Gerenciar e controlar os dispositivos de E/S.
 - Encapsular os detalhes e especificidades de cada dispositivo.
 - Possibilitar a adição de uma variedade de novos/existentes dispositivos.

Princípios básicos de hardware

- **Periféricos:** dispositivos externos conectados ao computador que possibilitam E/S.
- **Interfaces:** componentes de hardware que conectam o periférico ao computador.
- **Porta:** Ponto de conexão de um dispositivo com o computador.
- **Barramentos (*bus*):** ligações internas compartilhadas por dispositivos para transferência de dados/comunicação.
- **Controladores:** conjunto de componentes eletrônicos que podem operar uma porta, um barramento ou dispositivo.

Princípios básicos de hardware



Estrutura típica de barramento de PC (Fonte: Silberschatz)

Princípios básicos de hardware

- Controladores
 - **Simple:** chip interno, por exemplo, controlador de porta serial.
 - **Externo:** placa externa com processador, memória privada, código.
 - **Embutido:** circuito embutido com processador e microcódigo.
 - Os controladores possuem **registradores de dados, estado e controle** usados para comunicação com a CPU (lê e escreve para esses registradores).

Princípios básicos de hardware

- Registradores
 - **data-in** e **data-out**: obter e enviar dados para o dispositivo.
 - **status**: indicar estado do dispositivo (ocioso, pronto leitura, ocupado, erro, ...)
 - **control**: enviar comandos ou alterações de configurações (taxa de transferência, modo de operação, ...)
- Registradores são acessados como posições de memória:
 - E/S mapeada em espaço de E/S.
 - E/S mapeada em espaço de memória.

Princípios básicos de hardware

intervalo de endereços de I/O (hexadecimal)	dispositivo
000–00F	controlador de DMA
020–021	controlador de interrupções
040–043	timer
200–20F	controlador de jogos
2F8–2FF	porta serial (secundária)
320–32F	controlador de disco rígido
378–37F	porta paralela
3D0–3DF	controlador gráfico
3F0–3F7	controlador de drive de disquete
3F8–3FF	porta serial (primária)

Exemplos de endereços de E/S.

Princípios básicos de hardware

- Mapeamento em espaço de memória
 - Único espaço de endereçamento.
 - No projeto, reservam-se endereços para acesso a controladores.
- Mapeamento em espaço de E/S
 - Espaço de endereçamento distinto.

Mapeado em memória

```
Le_status:  mov  AL, 315H
```

```
Print_char:  mov AL, 65H  
             mov 312H, AL
```

Mapeado em entrada e saída

```
Le_status:  in  AL, 315H
```

```
Print_char:  mov AL, 65H  
             out 312H, AL
```


Dispositivos de E/S

- Dispositivos de E/S podem ser classificados:
 - Orientados a caractere
 - Unidade básica de transferência é o caractere. Por exemplo, teclado.
 - Orientados a bloco
 - Unidade de transferência é um bloco de caracteres. Por exemplo, disco.
- *Device Driver*
 - Módulo adicionado ao sistema para tratar um dispositivo específico ou uma categoria de dispositivos similares.

Técnicas de E/S

- E/S programada.
- E/S orientada a interrupções.
- Acesso direto à memória.

Técnicas de E/S

- E/S programada
 - Interação entre CPU e controlador é realizado pelo programador.
 - Operação: envia o comando a controladora e espera a conclusão.
 - Controladora atualiza constantemente estado da operação.
 - CPU verifica o estado continuamente (*busy waiting*).
 - Usar *polling*: CPU intercala outros processamentos e consulta o estado periodicamente.

Técnicas de E/S

- E/S orientada a interrupções
 - CPU é interrompida após o módulo realizar a E/S.
 - CPU apenas inicia a operação de E/S e fica livre para realizar outros processamentos.
 - Faz uso de uma rotina de **tratamento de interrupção** para processar a E/S.
 - CPU atua como uma intermediária na transferência, pois toda palavra lida ou escrita pelo dispositivo envolve acesso à CPU.

Técnicas de E/S

- Acesso direto à memória
 - Faz uso de um módulo de hardware denominado DMA (*Direct Memory Access*).
 - Transfere diretamente blocos de dados entre a memória e o módulo de E/S.
 - CPU atua somente no início e no final da operação.

Técnicas de E/S - Questão

(POSCOMP 2018) No sistema operacional, existem três métodos fundamentais de realizar entrada e saída (E/S). O método mais simples é chamado de E/S _____, em que se tem a CPU realizando todo o trabalho. Na E/S _____, a CPU não fica tão dedicada à rotina de E/S como no método anterior, podendo realizar outras atividades enquanto a operação de E/S está em andamento. Já a E/S _____ tem o menor consumo de CPU dentre os três métodos, porém, em geral, tem o menor desempenho.

Assinale a alternativa que preenche, correta e respectivamente, as lacunas do trecho acima.

- A) usando interrupção – programada – usando DMA
- B) programada – usando interrupção – usando DMA
- C) usando interrupção – usando DMA – programada
- D) usando DMA – programada – usando interrupção
- E) programada – usando DMA – usando interrupção

Gerência de E/S

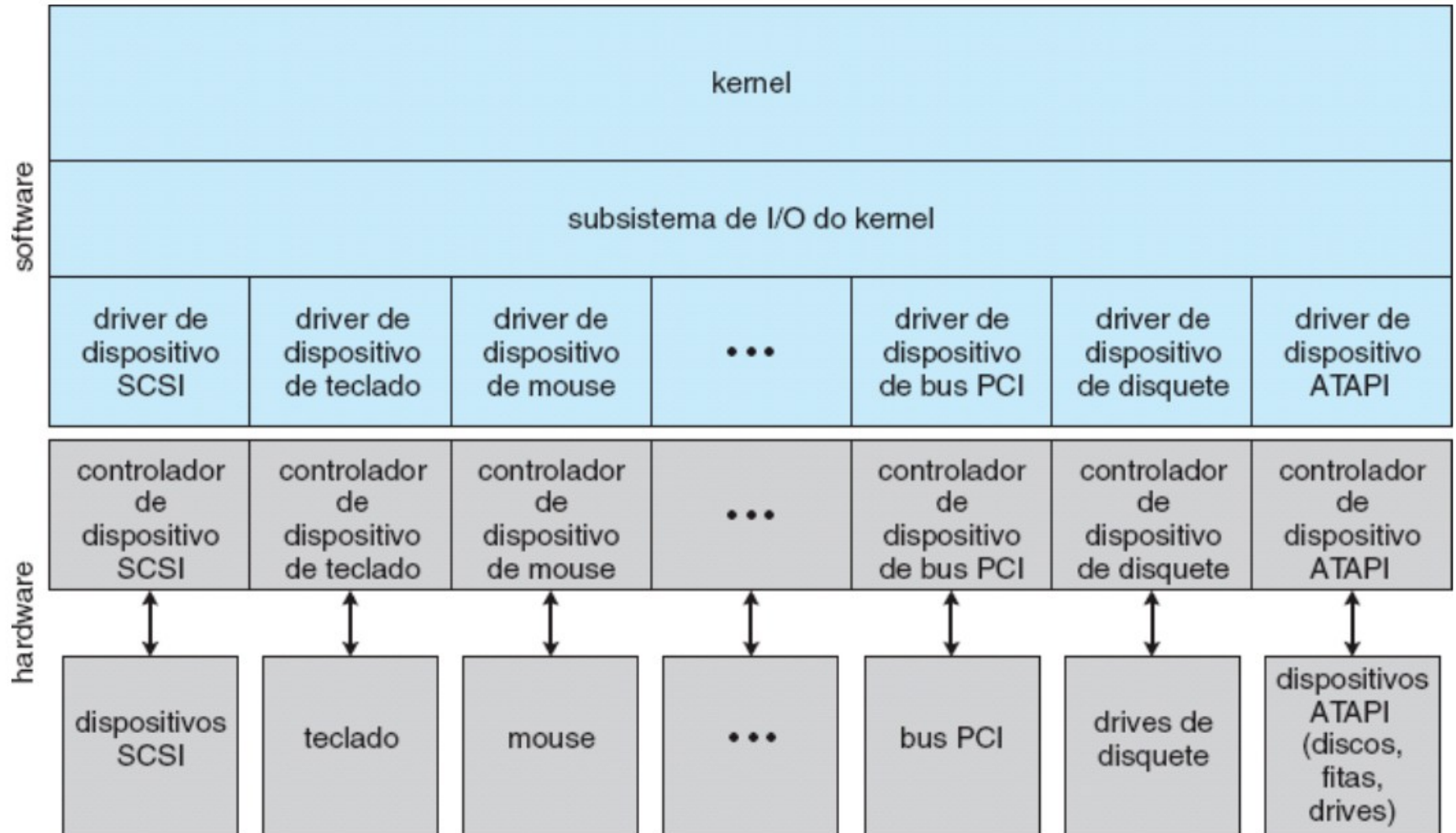
- Objetivos
 - Eficiência
 - Generalidade
 - Abstrair detalhes do serviço
 - Oferecer operações de alto nível: read, write, open e close.
 - Envolve aspectos de hardware e software.

Gerência de E/S

Característica	Variação	Exemplo
Transferência de dados	caractere bloco	terminal disco
Método de acesso	sequencial aleatório	modem CD-ROM
Modo de transferência	síncrono assíncrono	fita Teclado
Compartilhamento	dedicado compartilhado	fita teclado
Velocidade do dispositivo	latência tempo de busca taxa de transferência atrasos entre operações	
Direção de E/S	somente leitura somente escrita leitura e escrita	CD-ROM controlador gráfico disco rígido

Características dos dispositivos E/S. (Fonte: Silberschatz)

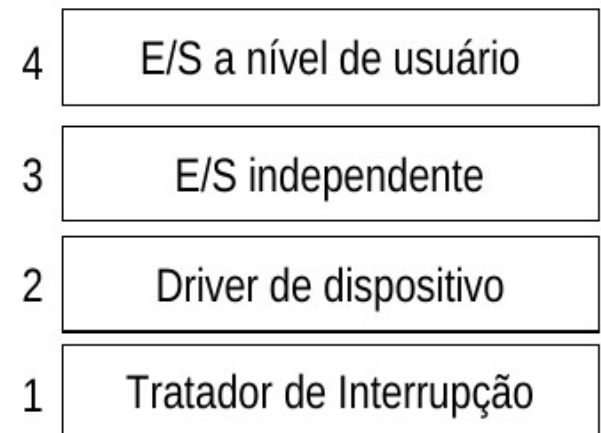
Gerência de E/S



Estrutura de E/S do kernel.

Gerência de E/S

- Visão geral do software E/S
 - Tratador de interrupção
 - Aciona o *driver* ao final da operação de transferência.
 - Driver de dispositivo
 - Configuração controladora e estado.
 - Recebimento de requisições.
 - E/S independente do dispositivo
 - Escalonamento, nomeação.
 - Bufferização, proteção.
 - E/S nível de usuário
 - Chamadas de E/S.
 - Formatação de E/S.



Gerência de E/S

- *Driver* de dispositivo
 - Conjunto de estruturas de dados e funções que controlam um ou mais dispositivos.
 - Possui uma interface bem definida com o núcleo.
 - Fornecido pelo fabricante do periférico.
 - Vantagens:
 - Isolar código específico de dispositivo.
 - Facilitar adição de novos drivers.
 - Não é necessário alterar o núcleo.
 - Núcleo possui uma visão uniforme de todos os dispositivos via interface bem definida.

Gerência de E/S

- *Driver* de dispositivo – Operação
 - Núcleo aciona *driver* para:
 - Configurar os dispositivos.
 - Realizar acessos de leitura e escrita.
 - Controlar e obter informações de estado.
 - Tratamento de interrupções.
 - *Driver* aciona núcleo para:
 - Efetuar gerenciamento de buffers.
 - Escalonamento de requisições.

Gerência de E/S

- Subsistema de E/S
 - Controla a parte independente de dispositivo e interage com o *driver* para manipular a parte dependente.
 - Responsável por:
 - Distribuição uniforme dos nomes.
 - Proteção.
 - Fornecer uma interface aos processos usuários.
 - Gerenciamento e desempenho do sistema de E/S.

Gerência de E/S

- Subsistema de E/S – Linux
 - Nomes dos dispositivos no sistema de arquivos.
 - “c” orientados a caractere e “b” a bloco.
 - Major number e minor number.

```
crw-rw-rw- 1 root  root    1, 3   Feb 23 1999  null
crw----- 1 root  root   10, 1   Feb 23 1999  psaux
crw----- 1 rubini tty     4, 1    Aug 16 22:22 tty1
crw-rw-rw- 1 root  dialout 4, 64   Jun 30 11:19 ttyS0
crw-rw-rw- 1 root  dialout 4, 65   Aug 16 00:00 ttyS1
crw----- 1 root  sys      7, 1    Feb 23 1999  vcs1
crw----- 1 root  sys     7, 129  Feb 23 1999  vcsa1
crw-rw-rw- 1 root  root     1, 5    Feb 23 1999  zero
```

Fonte: <https://www.oreilly.com/library/view/linux-device-drivers/0596000081/ch03s02.html>

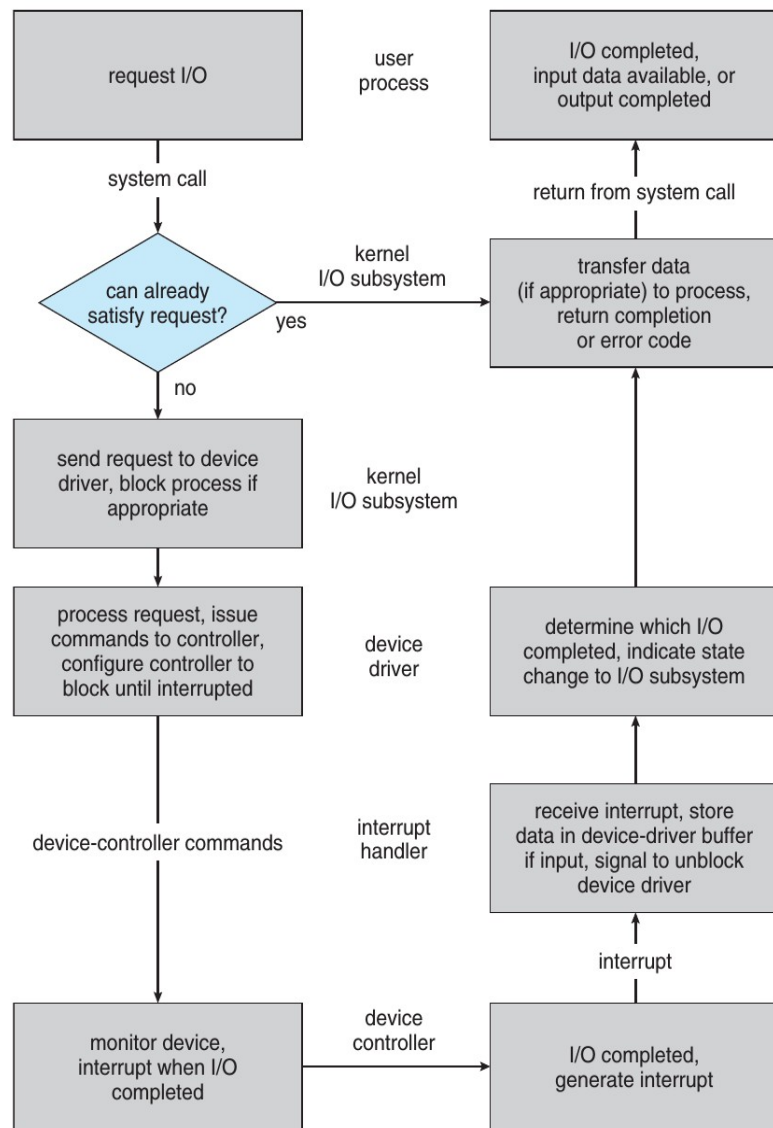
Gerência de E/S

- Subsistema de E/S – Funcionalidades
 - Escalonamento de E/S
 - Determinar a melhor ordem para o atendimento das requisições E/S.
 - Dividir de forma justa o acesso a periféricos.
 - Buffering
 - Área de armazenamento temporário de dados.
 - Cache
 - Acesso rápido aos dados.
 - Spooling
 - Controlar acesso a dispositivos que atendem apenas uma requisição por vez.
 - Reserva de dispositivos
 - Controlar acesso exclusivo a dispositivos (alocação, sincronização).

Gerência de E/S

- E/S em Nível de Usuário
 - Bibliotecas e chamadas de sistema para aplicações do usuário.
 - Interface de programação
 - Síncrona
 - Bloqueante: processo é suspenso até a conclusão da operação.
 - Não bloqueante: Retorna imediatamente com os dados disponíveis no momento.
 - Assíncrona
 - Processo continua execução enquanto E/S é realizada (*sinalização x polling*).

Gerência de E/S - Síntese



- Ciclo de vida de uma requisição *read* de E/S (Fonte: Silberschatz).
- Subsistema de E/S:
 - Gerenciamento do espaço de nomes para arquivos e dispositivos.
 - Controle de acesso, operação.
 - Alocação de espaço no sistema de arquivo.
 - Alocação de dispositivo.
 - Buffering, caching e spooling.
 - Escalonamento E/S.
 - Monitoramento de estado do dispositivo, tratamento de erro e recuperação de falha.
 - Inicialização e configuração dos drivers de dispositivos.

Atividade

- Descrever as funcionalidades básicas dos periféricos:
 - Discos rígidos (estrutura, tempo de acesso, entrelaçamento, escalonamento, RAID).
 - Vídeo
 - Teclado
 - Rede
 - Relógio

Referências

- OLIVEIRA, R. S. et al. **Sistemas Operacionais**. 4ª Edição e Slides online. Bookman. 2010.
- SILBERSCHATZ, A.; GALVIN, P. B.; GAGNE, G. **Fundamentos de Sistemas Operacionais**. 9. ed. LTC, 2015.
- ___, 16 Types of Computer Ports and Their Functions:
<https://www.electronicshub.org/types-of-computer-ports/>