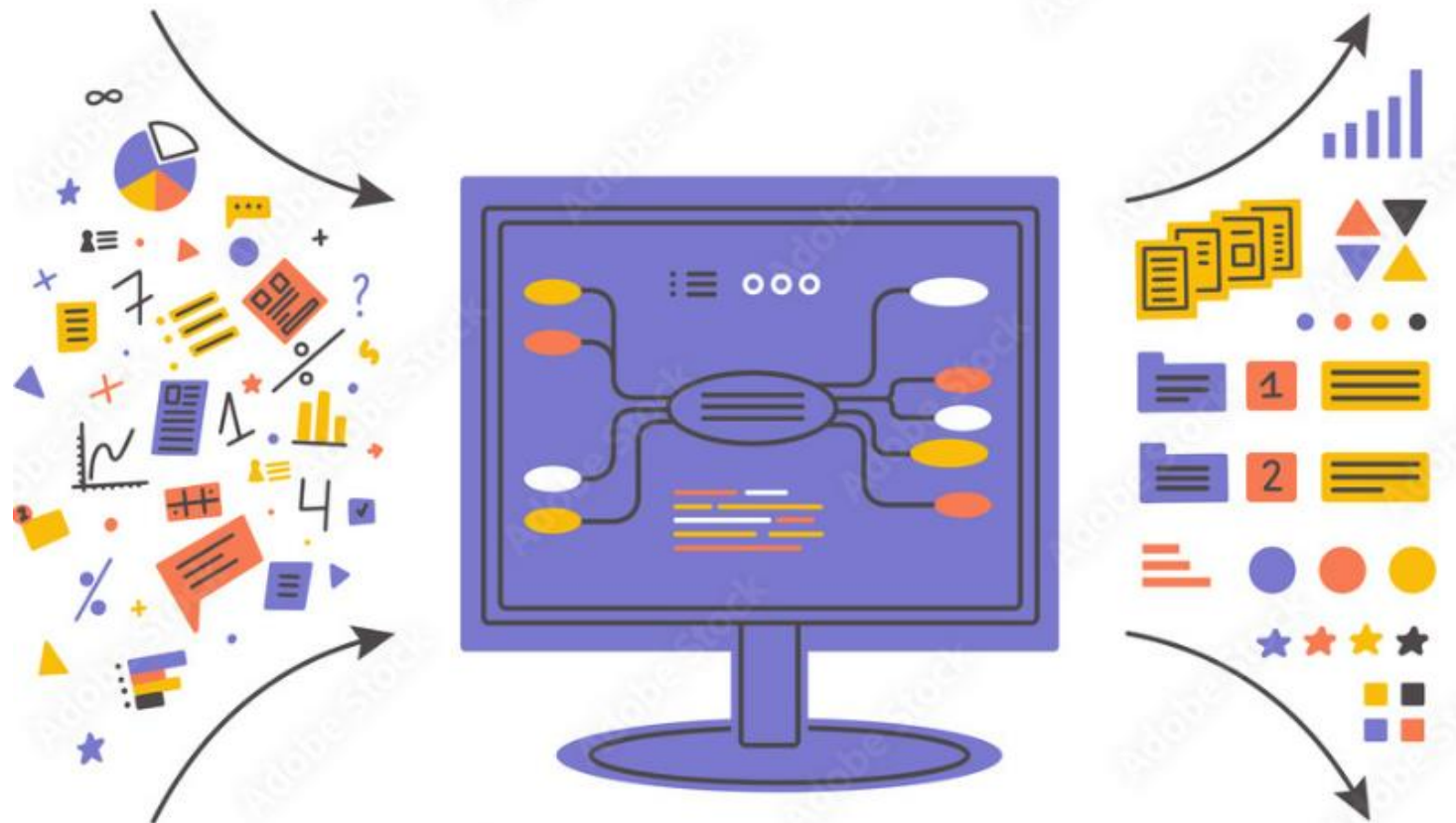


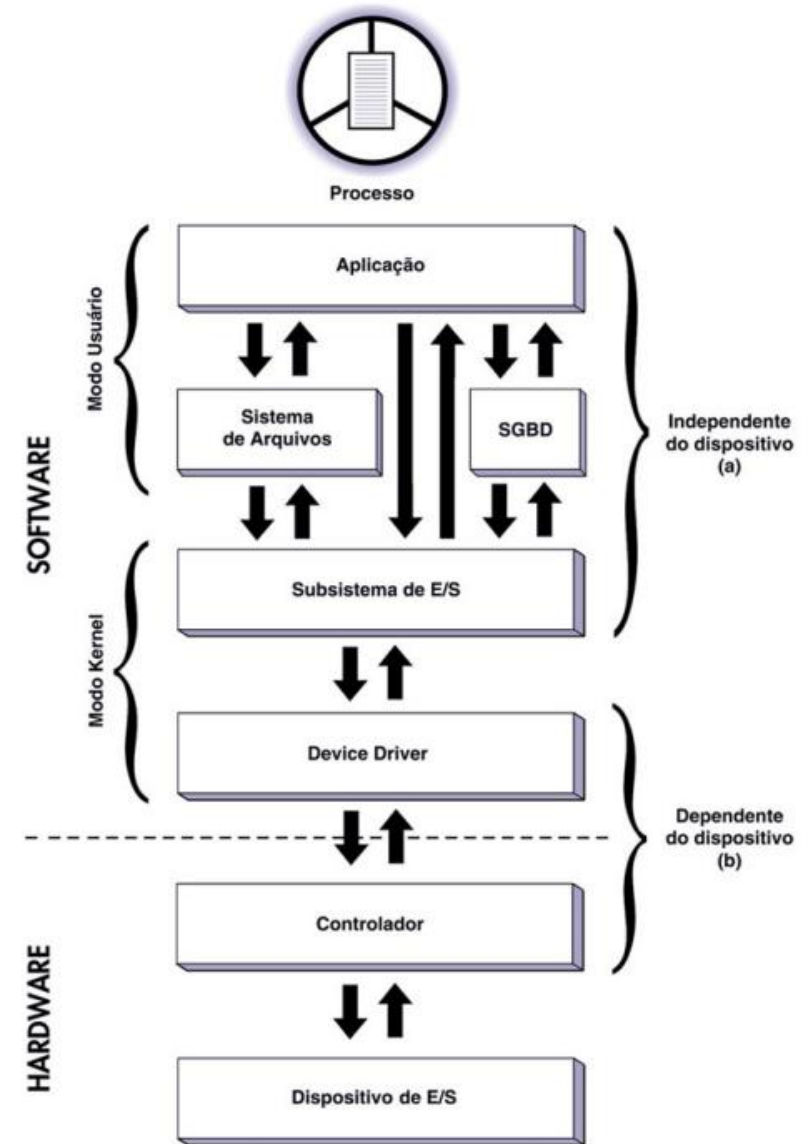
Entrada e Saída

Professor Danilo



Introdução

- A **gerência de dispositivos de entrada/saída** é uma das principais e mais complexas funções de um sistema operacional.
- Sua **implementação é estruturada através de camadas** em um modelo semelhante ao apresentado para o sistema operacional como um todo.
- As camadas de mais baixo nível escondem características dos dispositivos das camadas superiores, oferecendo uma interface simples e confiável ao usuário e suas aplicações.



Introdução

- **A diversidade dos dispositivos de E/S exige que o sistema operacional implemente uma camada, chamada de subsistema de E/S, com a função de isolar a complexidade dos dispositivos físicos.**
- Dessa forma, é possível ao sistema operacional ser flexível, permitindo a comunicação das aplicações com qualquer tipo de periférico.
- **Aspectos como velocidade de operação, unidade de transferência, representação dos dados, tipos de operações e demais detalhes de cada periférico são tratados pela camada de device driver, oferecendo uma interface uniforme entre o subsistema de E/S e todos os dispositivos.**

Introdução

- **As camadas são divididas em dois grupos, com o primeiro grupo visualizando os diversos tipos de dispositivos do sistema de um modo único enquanto o segundo é específico para cada dispositivo.**
- A maior parte das camadas trabalha de forma independente do dispositivo físico.

Subsistema de Entrada e Saída

- **O sistema operacional deve tornar as operações de E/S o mais simples possível** para o usuário e suas aplicações.
- **O subsistema de E/S isola a complexidade de operações específicas** para cada tipo de dispositivo da camada de sistema de arquivo, do sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) ou diretamente da aplicação.
- **Dessa forma, é possível que as aplicações manipulem qualquer tipo de periférico com mais simplicidade.**

Subsistema de Entrada e Saída

- **O subsistema de E/S é composto por um conjunto de rotinas que possibilita a comunicação com qualquer dispositivo que possa ser conectado ao computador.**
- **Esse conjunto de rotinas, denominado rotinas de entrada/saída, permite ao usuário realizar operações de E/S sem se preocupar com detalhes do dispositivo que está sendo acessado.**
- **Nesse caso, quando um usuário cria um arquivo em disco não lhe interessa como é a formatação do disco, nem em que trilha ou setor o arquivo será gravado.**
- **As operações de E/S são realizadas por intermédio de chamadas às rotinas de E/S, possibilitando a independência da aplicação com relação a características específicas das arquiteturas dos diferentes dispositivos.**
- **Com isso, é possível escrever um programa que manipule arquivos, estejam eles em disquetes, discos rígidos ou fita magnética, sem ter que alterar o código para cada tipo de dispositivo.**

Subsistema de Entrada e Saída

- **Aplicações podem realizar operações de E/S de dados que podem estar logicamente estruturados em um dispositivo como também em dados armazenados de forma não estruturada.**
- A possibilidade de estruturação de dados vai depender do tipo de periférico envolvido na operação.
- Para dispositivos em que é possível o armazenamento não volátil da informação, como os discos magnéticos ou discos ópticos, os dados podem estar estruturados conforme organização do sistema de arquivos disponibilizado pelo sistema operacional ou em um sistema gerenciador de banco de dados.
- Neste caso a aplicação realiza operações de E/S que manipulam os dados segundo a organização utilizada. Quando o dispositivo de E/S não possibilita a estruturação de dados no periférico, como em monitores, as operações de E/S estão ligadas diretamente às rotinas de E/S do sistema operacional.

Subsistema de Entrada e Saída

- A figura mostrada anteriormente ilustra as diferentes maneiras de uma aplicação interagir com o subsistema de E/S.
- A primeira forma é a chamada explícita, em que a partir de um código de alto nível é chamada uma rotina de E/S do sistema operacional diretamente.
- A outra forma é denominada chamada implícita, que é uma maneira mais simples de ter acesso a um dispositivo com o uso de comandos de leitura/gravação e chamadas a bibliotecas de rotinas oferecidas por linguagens de alto nível, como Pascal ou C.
- A comunicação entre os comandos de E/S oferecidos pelas linguagens de programação de alto nível e as rotinas de E/S é feita simplesmente através de passagem de parâmetros. O relacionamento entre o comando e a rotina de E/S é criado na geração do código executável do programa

Subsistema de Entrada e Saída

- **As operações de E/S podem ser classificadas conforme o seu sincronismo.**
- Uma operação é dita **síncrona quando o processo que realizou a operação fica aguardando no estado de espera pelo seu término**. A maioria dos comandos das linguagens de alto nível funciona desta forma.
- Uma operação é dita **assíncrona quando o processo que realizou a operação não aguarda pelo seu término e continua pronto para ser executado**. Neste caso, o sistema deve oferecer algum mecanismo de sinalização que avise ao processo que a operação foi terminada.
- **O subsistema de entrada e saída é responsável por realizar as funções comuns a todos os tipos de dispositivos, ficando os aspectos específicos de cada periférico como responsabilidade dos device drivers.**
- **Dessa forma, o subsistema de E/S é a parte do sistema operacional que oferece uma interface uniforme com as camadas superiores.**

Subsistema de Entrada e Saída

- Cada dispositivo trabalha com unidades de informação de tamanhos diferentes, como caracteres ou blocos.
- O subsistema de E/S é responsável por criar uma unidade lógica de transferência independente do dispositivo e repassá-la para os níveis superiores, sem o conhecimento do conteúdo da informação.
- No caso de a camada superior ser o sistema de arquivos, esta informação poderá ser interpretada como um registro lógico de um arquivo, devendo obedecer a uma certa organização e método de acesso estabelecidos.
- Normalmente, o tratamento de erros nas operações de E/S é realizado pelas camadas mais próximas ao hardware.
- Existem, porém, certos erros que podem ser tratados e reportados de maneira uniforme pelo sistema de arquivos, independentemente do dispositivo.
- Erros como a gravação em dispositivos de entrada, leitura em dispositivos de saída e operações em dispositivos inexistentes podem ser tratados neste nível.

Subsistema de Entrada e Saída

- **Todos os dispositivos de E/S são controlados, com o objetivo de obter o maior compartilhamento possível entre os diversos usuários de forma segura e confiável.**
- **Alguns dispositivos, como os discos, podem ser compartilhados, simultaneamente, entre diversos usuários, sendo o sistema operacional responsável pela integridade dos dados acessados.**
- **Outros, como as impressoras, devem ter acesso exclusivo, e o sistema deve controlar seu compartilhamento de forma organizada.** O subsistema de E/S é responsável também por implementar todo um mecanismo de proteção de acesso aos dispositivos.
- **No momento em que o usuário realiza uma operação de E/S, é verificado se o seu processo possui permissão para realizar a operação.**

Subsistema de Entrada e Saída

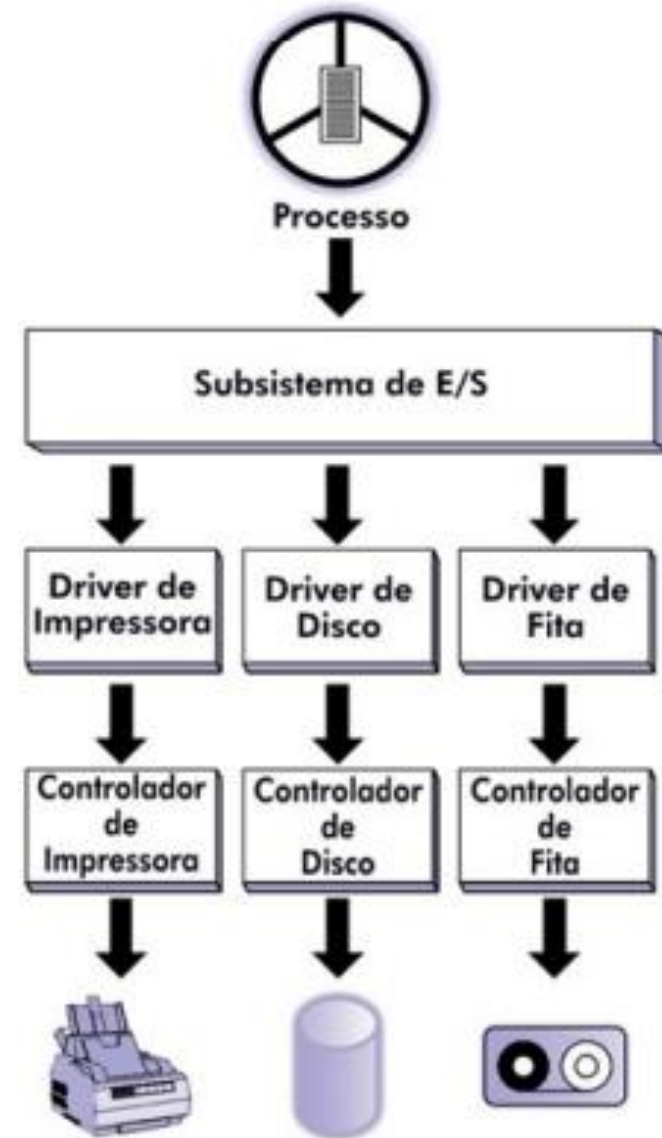
- A técnica de buffering é outra tarefa implementada por esse subsistema, permitindo reduzir o número de operações de E/S, utilizando uma área de memória intermediária chamada de buffer.
- Por exemplo, quando um dado é lido do disco o sistema traz para a área de buffer não só o dado solicitado, mas um bloco de dados.
- Caso haja uma solicitação de leitura de um novo dado que pertença ao bloco anteriormente lido, não existe a necessidade de uma nova operação de E/S, melhorando desta forma a eficiência do sistema.

Subsistema de Entrada e Saída

- Uma das principais funções do subsistema de E/S é criar uma interface padronizada com os device drivers.
- Sempre que um novo dispositivo é instalado no computador, é necessário que um novo driver seja adicionado ao sistema.
- O subsistema de E/S deve oferecer uma interface padronizada que permita a inclusão de novos drivers sem a necessidade de alteração da camada de subsistema de E/S.

Device Driver

- O **device driver**, ou somente driver, tem como função implementar a comunicação do subsistema de E/S com os dispositivos, por intermédio dos controladores de E/S.
- Enquanto o subsistema de E/S trata de funções ligadas a todos os dispositivos, os drivers tratam apenas dos seus aspectos particulares.
- Os drivers têm como função receber comandos gerais sobre acessos aos dispositivos e traduzi-los para comandos específicos, que poderão ser executados pelos controladores.
- Cada device driver manipula somente um tipo de dispositivo ou grupo de dispositivos semelhantes. Normalmente, um sistema possui diferentes drivers, como drivers para disco, fita magnética, rede e vídeo.

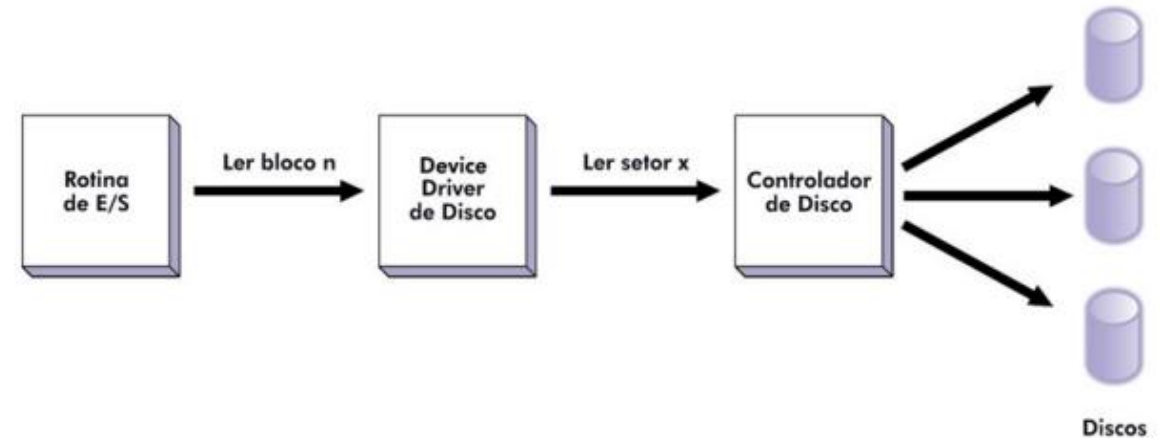


Device Driver

- **O driver está integrado diretamente às funções do controlador, sendo o componente do sistema que reconhece as características particulares do funcionamento de cada dispositivo de E/S, como número de registradores do controlador, funcionamento e comandos do dispositivo.**
- **Sua função principal é receber comandos abstratos do subsistema de E/S e traduzi-los para comandos que o controlador possa entender e executar.**
- **Além disso, o driver pode realizar outras funções, como a inicialização do dispositivo e seu gerenciamento.**

Device Driver

- Por exemplo, na leitura síncrona de um dado em disco o **driver recebe a solicitação de leitura de um determinado bloco e informa ao controlador o disco, cilindro, trilha e setor em que o bloco se localiza, iniciando, dessa forma, a operação.**
- Enquanto se realiza a leitura, o processo que solicitou a operação é colocado no estado de espera até que o controlador avise a UCP do término da operação através de uma interrupção que, por sua vez, ativa novamente o device driver.
- Após verificar a inexistência de erros, o device driver transfere as informações para a camada superior. Com os dados disponíveis, o processo pode ser retirado do estado de espera e retornar ao estado de pronto para continuar seu processamento.



Device Driver

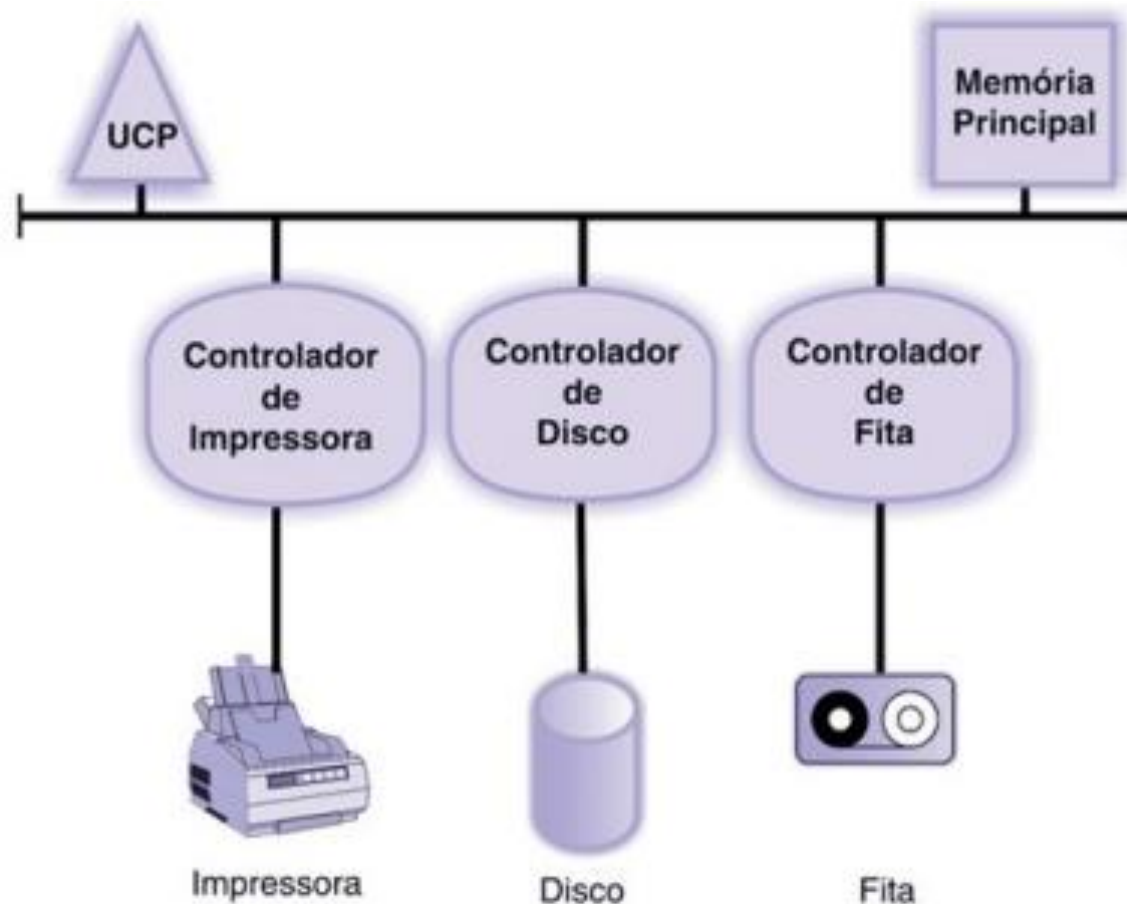
- Os device drivers fazem parte do núcleo do sistema operacional, sendo escritos geralmente em Assembly.
- Como os drivers são códigos reentrantes que executam em modo kernel, qualquer erro de programação pode comprometer por completo o funcionamento do sistema. Por isso, **um device driver deve ser cuidadosamente desenvolvido e testado.**

Device Driver

- **Devido ao alto grau de dependência entre os drivers e o restante do núcleo do sistema, os fabricantes desenvolvem, para um mesmo dispositivo, diferentes device drivers, um para cada sistema operacional.**
- **Sempre que um novo dispositivo é instalado, o driver do dispositivo deve ser adicionado ao núcleo do sistema.**
- **Nos sistemas mais antigos, a inclusão de um novo driver significava a recompilação do kernel, uma operação complexa e que exigia a reinicialização do sistema.**
- **Atualmente, alguns sistemas permitem a fácil instalação de novos drivers sem a necessidade de reinicialização.**

Controlador de Entrada e Saída

- Os controladores de E/S são componentes de hardware responsáveis por manipular diretamente os dispositivos de E/S.
- O sistema operacional, mais exatamente o **device driver**, comunica-se com os dispositivos através dos controladores.
- Em geral, o controlador pode ser uma placa independente conectada a um slot do computador ou implementado na mesma placa do processador.

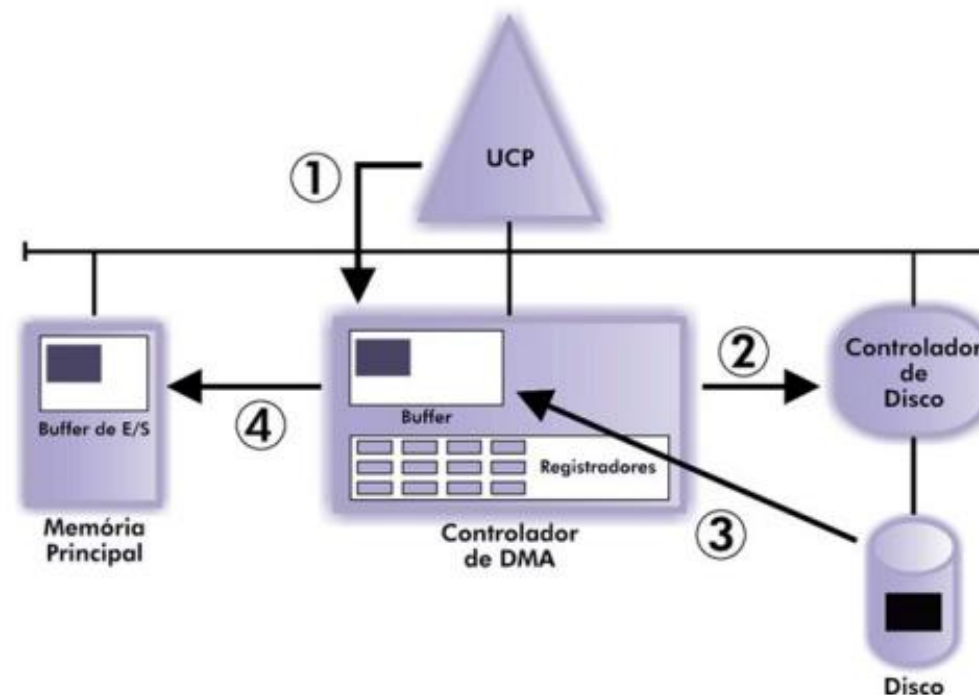


Controlador de Entrada e Saída

- O controlador possui memória e registradores próprios utilizados na execução de instruções enviadas pelo device driver.
- Essas instruções de baixo nível são responsáveis pela comunicação entre o controlador e o dispositivo de E/S.
- Em operações de leitura, o controlador deve armazenar em seu buffer interno uma sequência de bits proveniente do dispositivo até formar um bloco.
- Após verificar a ocorrência de erros, o bloco pode ser transferido para um buffer de E/S na memória principal.
- A transferência do bloco do buffer interno do controlador para o buffer de E/S da memória principal pode ser realizada pela UCP ou por um controlador de DMA.
- O uso da técnica de DMA evita que o processador fique ocupado com a transferência do bloco para a memória. O controlador de DMA é um dispositivo de hardware que pode fazer parte do controlador ou ser um dispositivo independente.

Controlador de Entrada e Saída

- De forma simplificada, uma operação de leitura em disco utilizando DMA teria os seguintes passos.
- A UCP, através do device driver, inicializa os registradores do controlador de DMA e, a partir deste ponto, fica livre para realizar outras atividades.
- O controlador de DMA, por sua vez, solicita ao controlador de disco a transferência do bloco do disco para o seu buffer interno.
- Terminada a transferência, o controlador de disco verifica a existência de erros e, caso não haja erros, o controlador de DMA transfere o bloco para o buffer de E/S na memória principal.
- Ao término da transferência, o controlador de DMA gera uma interrupção avisando ao processador que o dado já se encontra na memória principal.

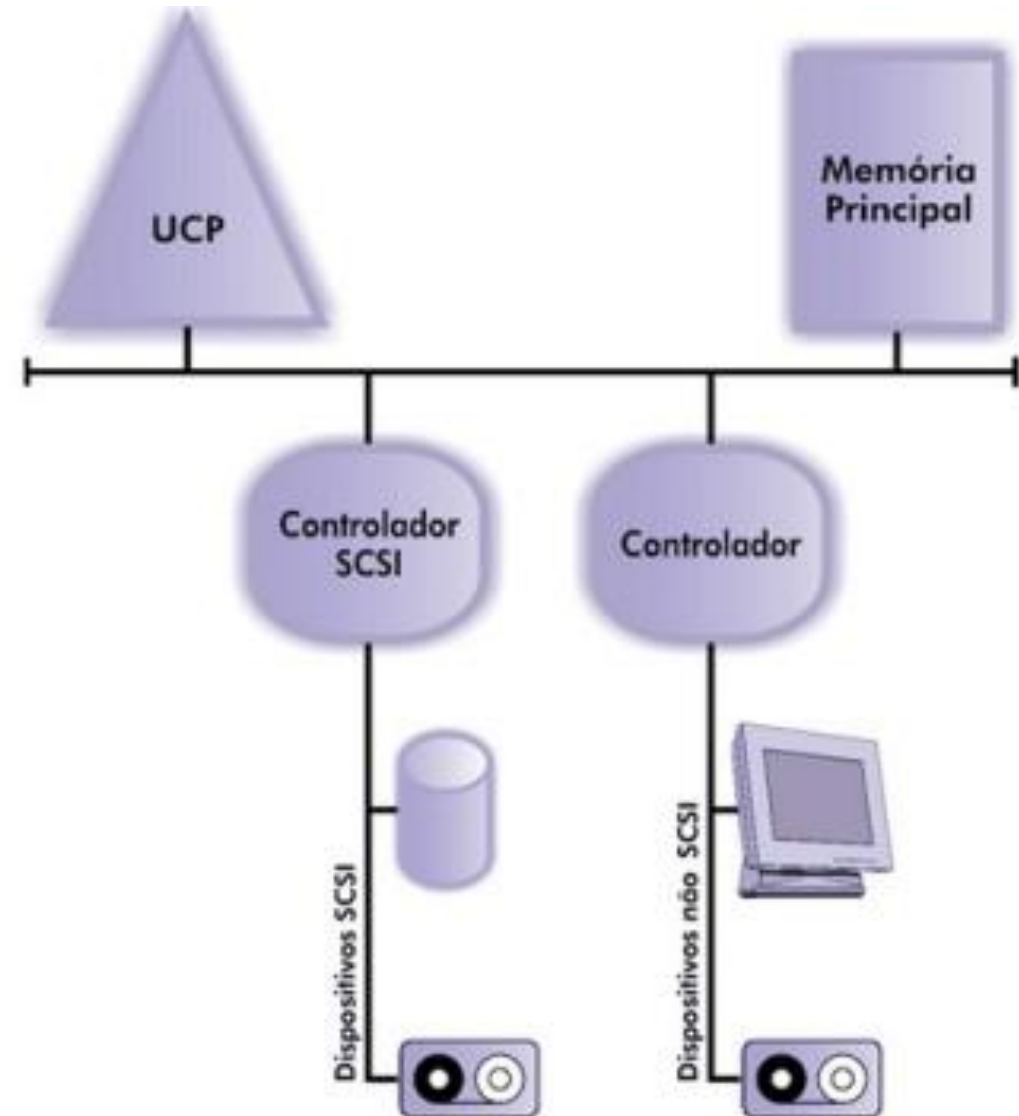


Controlador de Entrada e Saída

- Alguns controladores, particularmente os de discos, implementam técnicas de cache semelhantes às implementadas pelos sistemas de arquivos, na tentativa de melhorar o desempenho das operações de E/S.
- Normalmente, o controlador avisa ao sistema operacional do término de uma operação de gravação, quando os dados no buffer do controlador são gravados no disco (write-through caching).
- O controlador também pode ser configurado para avisar do término da gravação, mesmo quando os dados ainda se encontram no buffer do controlador e a operação de gravação no disco não foi realizada (write-back caching). Desta forma é possível obter ganhos consideráveis de desempenho.

Controlador de Entrada e Saída

- O padrão mais popular para a conexão de dispositivos a um computador é o SCSI (Small Computer Systems Interface).
- Inicialmente utilizado em estações de trabalho RISC, o SCSI pode ser encontrado hoje em sistemas de computação de todos os portes, desde computadores pessoais até servidores de grande porte.
- O SCSI define padrões de hardware e software que permitem conectar ao sistema computacional dispositivos de fabricantes diferentes, como discos, CD-ROMs, scanners e unidades de fita, desde que sigam o padrão estabelecido.
- Para que isso seja possível, deve-se configurar o sistema operacional com um driver SCSI e o hardware com um controlador SCSI, onde os periféricos são conectados.



Dispositivos de Entrada e Saída

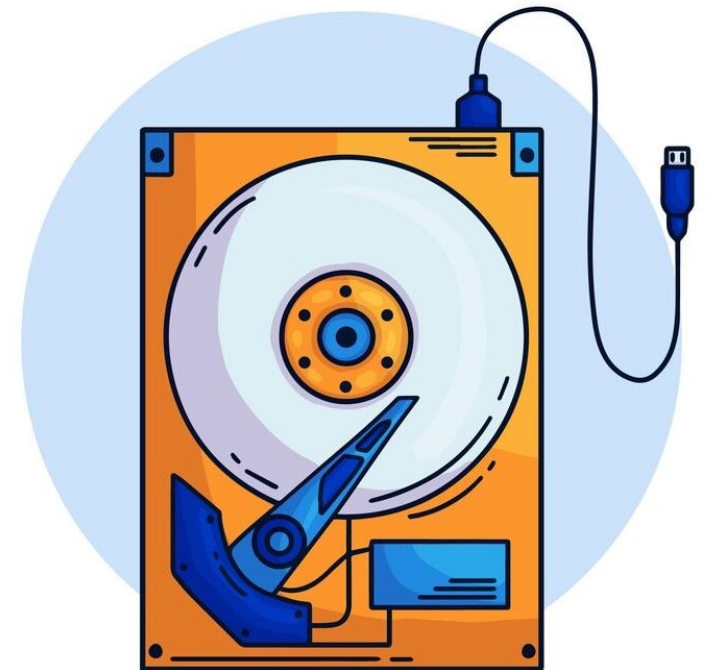
- **Os dispositivos de entrada e saída são utilizados para permitir a comunicação entre o sistema computacional e o mundo externo.**
- Os dispositivos de E/S podem ser classificados como de entrada de dados, como CD-ROM, teclado e mouse, ou de saída de dados, como impressoras.
- Também é possível que um dispositivo realize tanto entrada quanto saída de dados, como modems, discos e CD-RW.

Dispositivos de Entrada e Saída

- A transferência de dados pode ocorrer através de blocos de informação ou caracteres, por meio dos controladores dos dispositivos.
- Em função da forma com que os dados são armazenados os dispositivos de E/S podem ser classificados em duas categorias: dispositivos estruturados e dispositivos não estruturados.
- Os dispositivos **estruturados (block devices)** caracterizam-se por armazenar **informações em blocos de tamanho fixo, possuindo cada qual um endereço que pode ser lido ou gravado de forma independente dos demais**. Discos magnéticos e ópticos são exemplos de dispositivos estruturados.

Dispositivos de Entrada e Saída

- Os dispositivos estruturados classificam-se em dispositivos de acesso direto e sequencial, em função da forma com que os blocos são acessados.
- Um dispositivo é classificado como de acesso direto quando um bloco pode ser recuperado diretamente através de um endereço.
- O disco magnético é o melhor exemplo para esse tipo de dispositivo. Um dispositivo é do tipo de acesso sequencial quando, para se acessar um bloco, o dispositivo deve percorrer sequencialmente os demais blocos até encontrá-lo.
- A fita magnética é exemplo deste tipo de acesso.



Dispositivos de Entrada e Saída

- Os dispositivos não estruturados (character devices) são aqueles que enviam ou recebem uma sequência de caracteres sem estar estruturada no formato de um bloco.
- Desse modo, a sequência de caracteres não é endereçável, não permitindo operações de acesso direto ao dado.
- Dispositivos como terminais, impressoras e interfaces de rede são exemplos de dispositivos não estruturados.

