

Sistemas Operacionais

Aula 05 - Gerenciamento de dispositivos de entrada e saída

Apresentação

Como vimos nas aulas anteriores, o computador é constituído por um conjunto de dispositivos, desde os mais comuns, como o teclado, o *mouse* e o monitor, até dispositivos mais modernos, como as telas sensíveis ao toque existentes em alguns computadores pessoais. Além de se comunicar com esses dispositivos, nosso computador também precisa interagir com outros tipos de equipamentos digitais, como câmeras digitais ou celulares, para, por exemplo, fazer a cópia de uma imagem ou música. E mais ainda, alguns dos dispositivos podem estar localizados remotamente como, por exemplo, no computador servidor que você está acessando agora, pela internet, para realizar seus estudos.

Nesta aula, nós vamos entender como o sistema operacional controla e gerencia os dispositivos de E/S (Entrada/Saída) de um computador, ou seja, como é realizado o envio de comandos para os dispositivos e como o sistema operacional consegue “entender” os dados que são enviados ou recebidos desses dispositivos.

Objetivos

- Identificar os diversos dispositivos de entrada e saída de um computador.
- Reconhecer como funciona a comunicação entre a CPU e os diferentes dispositivos de um computador.
- Compreender o papel do sistema operacional como intermediador entre os programas e dispositivos de E/S.

Arquitetura de um Computador



Vídeo 01 - Dispositivos de E/S

Nesta aula, você vai entender como o sistema operacional se relaciona com os demais componentes de *hardware* de um computador (por exemplo, com a impressora e o disco rígido). A Figura 1 mostra um computador por dentro (A); podemos visualizar a placa-mãe (B), que conecta os demais componentes de um computador para que eles possam se comunicar com o auxílio do sistema operacional.

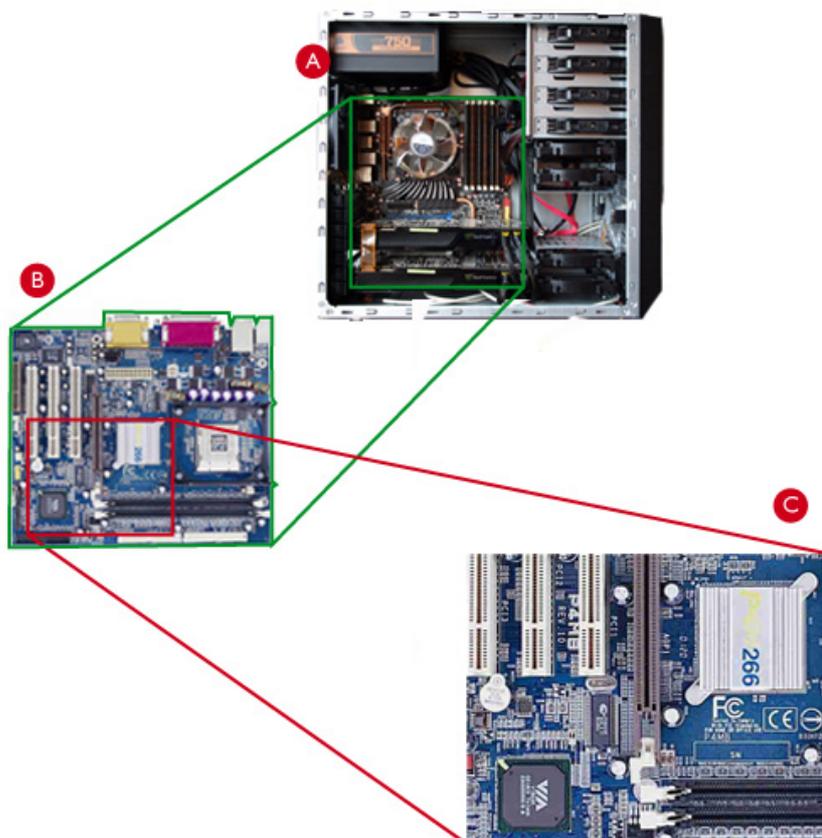


Figura 1 - (A) Gabinete de um computador aberto; (B) placa-mãe e (C) *chipset* da placa

Fonte: autoria própria.

Observe que um ponto importante da placa-mãe foi destacado – a parte onde está localizado o conjunto de circuitos integrados, conhecido como *chipset* (C). Essa parte controla a transmissão de dados nos barramentos. Esse componente está dividido entre "ponte norte" (*northbridge*), que controla a transmissão de dados dos dispositivos de maior velocidade, como processador e memória, e "ponte sul" (*southbridge*), que controla a transmissão dos dispositivos de baixa velocidade, como discos e placas de som e rede.

Os barramentos de uma placa-mãe são condutores elétricos que conectam praticamente todos os componentes de um computador, como processadores, memórias, placas de vídeo e diversos outros. Podemos fazer uma analogia da placa-mãe com uma cidade, na qual os prédios seriam os componentes (processadores, memória, placas e discos), os barramentos seriam as ruas e avenidas e o *chipset* seria o controle de tráfego, ou seja, o elemento responsável pelas trocas de dados (Figura 2).



Figura 2 - Barramentos são as avenidas por onde os dados trafegam

Fonte: <http://images.veer.com/IMG/PIMG/MPP/1584884_P.jpg> Acesso em: 6 out. 2011.

Assim, todos os componentes físicos de um computador se comunicam através de um barramento. Um barramento consiste em um conjunto de linhas de comunicação que permite a interligação entre os vários componentes, como a CPU, a memória e outros periféricos.

A Figura 3 ilustra a arquitetura de um computador, apresentando os barramentos, os principais componentes e a relação deles com o *chipset* da placa-mãe.

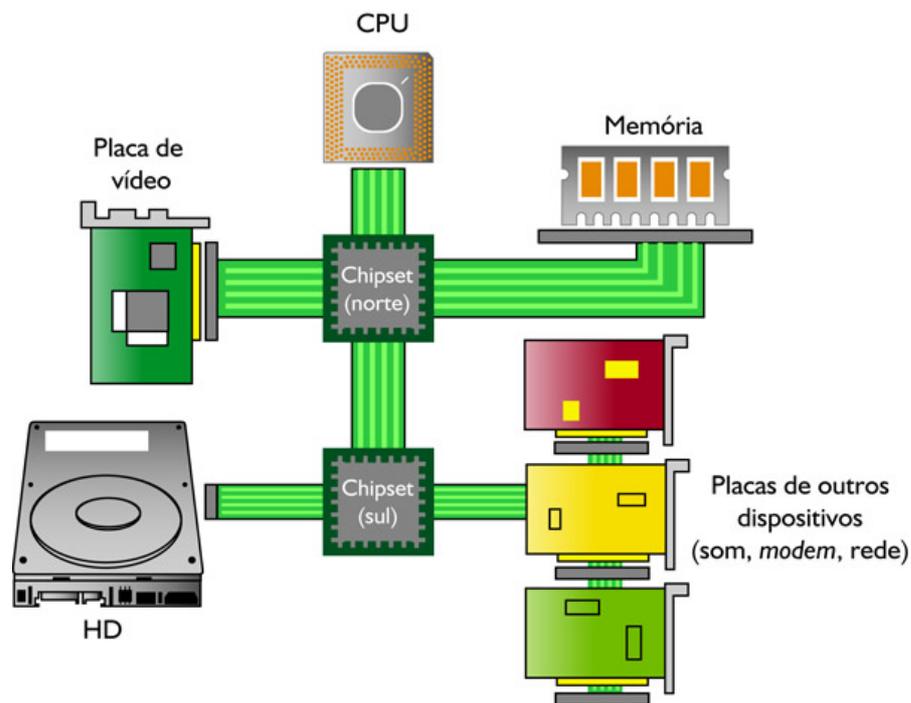


Figura 3 - Interligação dos principais componentes de um computador

Fonte: autoria própria.



Vídeo 02 - Gerenciamento de Dispositivos de E/S

Cada dispositivo pode se conectar ao sistema através de um barramento específico. Para identificar cada tipo de barramento, são utilizadas siglas que geralmente são muito conhecidas pelos usuários. Confira na Figura 4 alguns tipos de barramentos, suas siglas e exemplos de placas compatíveis com eles.

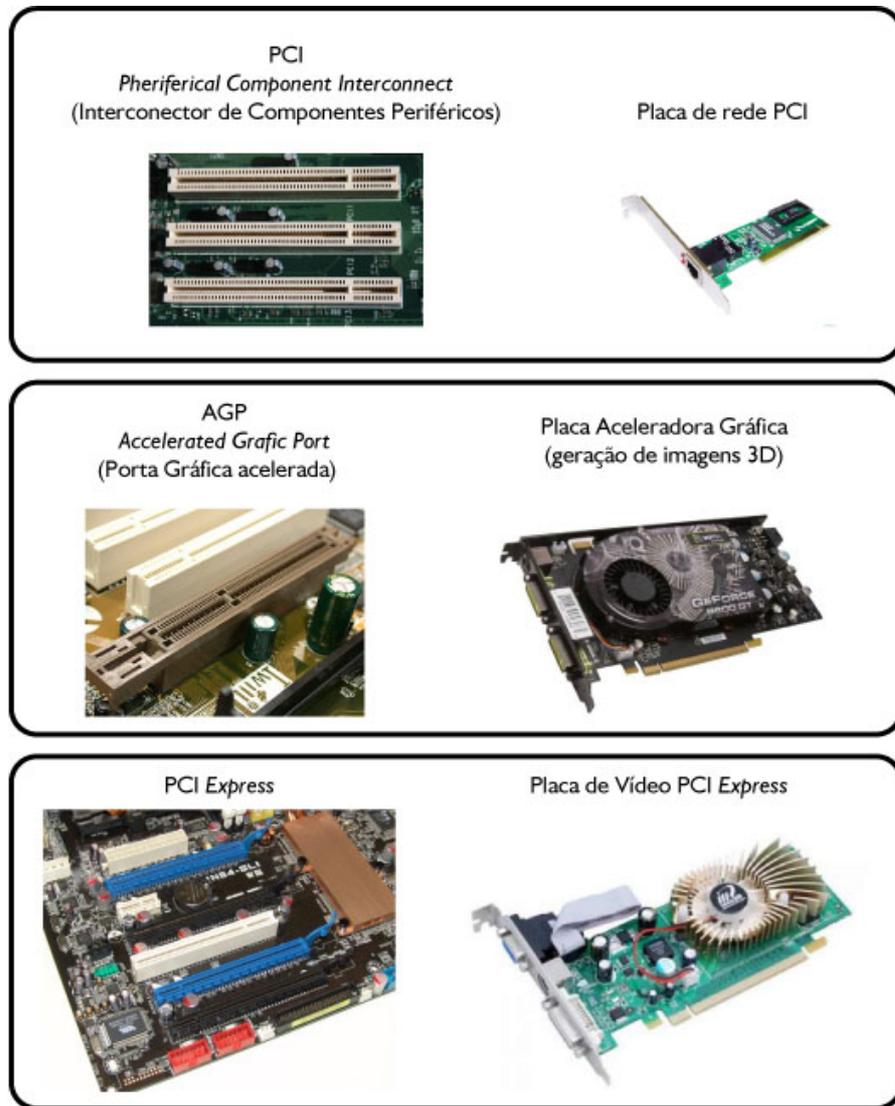


Figura 4 - Exemplos de barramentos e placas compatíveis.
Fonte: autoria própria.

As principais características observadas nos diferentes tipos de barramentos são relacionadas à largura de banda (que indica a frequência de transmissão), e à largura de dados (que indica a quantidade de bits transmitidos ao mesmo tempo). Voltando à nossa analogia com as ruas e avenidas, seriam então a velocidade máxima permitida e a quantidade de vias nas estradas.

Por exemplo, o barramento que serve de conexão do processador com o *chipset* da placa-mãe é conhecido pela sigla FSB (*Front Side Bus*, em português, Barramento Frontal) e no decorrer da evolução **dos processadores e placas-mãe**, a largura de banda e de dados desse tipo de barramento aumentou. Veja na Tabela 1 a representação dessa evolução.

Processador	Intel 8088	Intel 80486DX	Intel Pentium III	AMD/Athlon Duron	Intel Pentium 4	AMD Athlon XP
Largura de dados	8bits	32bits	64 bits	64 bits	64 bits	64 bits
Largura da banda	4.77/8 MB/s	100 a 160 MB/s	533/800 MB/s	1.6/2.1 GB/s	.../6.4 GB/s	.../3.2 GB/s

Tabela 1 - Evolução do barramento FSB.



Vídeo 03 - Evolução dos Barramentos

Um tipo de barramento muito utilizado hoje em dia, o USB (*Universal Serial Bus*, em português, Barramento Serial Universal), permite a conexão de *mouses*, teclados, impressoras, *pen drives* e diversos outros periféricos e possui largura de banda de 625 MB/s na versão USB 3.0 (As notações MB/s e GB/s representam taxa de transmissão de megabytes e gigabytes por segundo, respectivamente. Para se ter uma ideia, enquanto a porta USB 3.0 precisaria de um pouco mais de 1 segundo para transmitir os dados de um CD de 700Mb, esse mesmo dado percorre o barramento FSB de um Intel Pentium 4 em aproximadamente 0.10 segundos.)

Além do barramento, para os diversos dispositivos se comunicarem, cada um deles possui uma placa lógica, ou placa controladora que funciona como o cérebro do periférico. Nessa placa, além dos contatos de conexão com o barramento, existem chips de memória e processamento interno que irão controlar as trocas de dados. A Figura 5 mostra onde fica localizada a placa controladora de um HD que controla a rotação do motor e o movimento das cabeças de leitura, de forma que elas leiam os discos e setores corretos e façam a verificação das leituras, de forma a identificar erros e, se possível, corrigi-los.



Figura 5 - Placa Controladora de um HD

Fonte: <<http://www.hardware.com.br/livros/hardware/placa-controladora.html>>

Acesso em: 6 out. 2011.

Atividade 01

1. Procure na internet as diferentes siglas de barramento (PCI, AGP, PCI Express) e identifique sua largura de dados (quantidade de bits transmitidos ao mesmo tempo) e a largura de banda (taxa de transmissão de dados).

Sugestão de sites para a pesquisa:

- <<http://www.infowester.com/barramentos.php>>
- <<http://www.clubedohardware.com.br/pagina/barramentos>>

Mecanismos para Transmissão de Dados

Com os meios físicos definidos, agora podemos descrever os mecanismos que podem ser utilizados para transmissão de dados entre a CPU e os dispositivos de E/S. A informação básica transmitida por qualquer equipamento digital é o *bit* (um sinal binário que representa os

valores 1 ou 0). Então, existem duas maneiras dos dados trafegarem das controladoras para o barramento, estabelecendo duas formas distintas de interface: a interface serial e a interface paralela.



Vídeo 04 - Comunicação CPU-Dispositivos

- **Interface serial:** a transferência de *bits* ocorre um a um através de apenas um canal condutor (dois, no caso de dispositivos que conseguem enviar e receber dados ao mesmo tempo). Nesse caso, os dados que normalmente estão codificados em *bytes* (8 bits) são desmontados e enviados como uma sequência de *bits* até a interface do dispositivo destino que remonta os *bytes*.
- **Interface paralela:** na comunicação em paralelo, grupos de bits são transferidos simultaneamente (em geral, byte a byte) através de diversas linhas condutoras dos sinais. Dessa forma, como vários bits são transmitidos simultaneamente a cada ciclo, a taxa de transferência de dados é mais alta.

Atividade 02

1. Cite exemplos de dispositivos com interface serial e interface paralela.

Classificação dos Dispositivos

Uma classificação geralmente adotada para os dispositivos é relacionada à forma como é orientado o fluxo de dados. Para entender essa forma, vamos imaginar a situação descrita a seguir.

Pedro e Tiago estão participando de um passeio com sua turma e ambos ficam responsáveis por levar água para matar a sede de todos. Enquanto Pedro leva uma garrafa térmica com capacidade para 10 litros,

Tiago resolveu levar um isopor com 20 garrafas pet de meio litro cada (Figura 6).



Figura 6 - Diferentes formas de distribuição de água
Fonte: autoria própria.

Ambos estão levando a mesma quantidade de água, mas de formas diferentes, assim, a distribuição do líquido será diferente. Enquanto Pedro servirá a água num fluxo contínuo a partir da torneira da garrafa térmica, Tiago entregará medidas exatas de água, determinando qual garrafa será entregue para cada colega com sede.

Assim, seguindo essa analogia, podemos associar essas duas formas de distribuição para classificar os dispositivos, conforme os itens a seguir.

- **Dispositivos de blocos:** armazenam os dados em blocos de dados de tamanho fixo, cada um com seu próprio endereço. A característica geral desse tipo de dispositivo consiste em cada bloco poder ser lido ou gravado independentemente. Os discos de armazenamento são os exemplos mais comuns de dispositivos de blocos.
- **Dispositivos de caracteres:** não existe nenhuma forma de endereçamento dos dados que entram e saem desses dispositivos; assim, apenas um fluxo de caracteres pode ser recebido ou transmitido por eles. Teclados, *mouses* e placas de rede são exemplos de dispositivos de caracteres.

Diálogo entre CPU e Dispositivos



Vídeo 05 - Drivers

Você já percebeu que a CPU e os dispositivos se comunicam através do barramento e que podemos classificar as diferentes formas de transmissão. Agora, você vai entender como se processa o diálogo, pois não basta compreender como a informação é transmitida, mas como ela é processada pelas diferentes partes.

Inicialmente, a comunicação entre a CPU e os dispositivos de E/S era controlada diretamente pela própria CPU. Para isso, ela dispunha de um conjunto de instruções especiais que atuavam nas controladoras para, por exemplo, solicitar o início de uma transferência de dados.

Como era necessário aguardar o momento em que os dados transmitidos tivessem sido entregues ao componente destino, a CPU ficava em um *loop* (processo repetitivo) de teste, verificando a cada instante se o processo de E/S foi concluído. Dessa forma, o computador (CPU) ficava ocupado aguardando a conclusão da ação. Esse mecanismo normalmente é citado nos livros de sistemas operacionais com o termo em inglês *busy wait*, que, de uma maneira simples, quer dizer que a CPU aguarda a conclusão da operação gastando seu tempo sem efetivamente poder avançar.

Esse método gera desperdício, pois o tempo de espera pela conclusão da operação de transmissão poderia ser usado pela CPU para executar outros comandos. Com a finalidade de resolver essa questão, a CPU poderia ser programada para realizar esses testes de verificação a intervalos regulares de tempo, de modo a aproveitar o tempo entre dois testes de dispositivo (*polling*) e, dessa forma, poder executar outras tarefas.

Apesar da técnica de *polling* reduzir a perda de processamento, ela ainda provoca perda de tempo nos sucessivos testes de verificação, além do tempo de transmissão do dado propriamente dito. Assim, foram desenvolvidos os dispositivos de E/S com interrupção (Interrupções foram a maneira que os projetistas de computadores viraram para que determinados eventos externos pudessem solicitar atenção à CPU. Pense nas interrupções como o apito em chaleiras de ferver água. Sem esse apito, nós somos responsáveis por verificar de tempo em tempo se a água ferveu; com o apito, podemos realizar qualquer outra atividade normalmente até sermos avisados que a água ferveu.).



Vídeo 06 - Suporte a Comunicação CPU-Dispositivos E/S

Nesse esquema de interrupção, a CPU aciona uma instrução de E/S para a controladora do dispositivo e segue executando sua próxima tarefa. A controladora verifica e atua diretamente no dispositivo, por exemplo, enviando uma instrução para requisitar uma informação do HD e, quando essa ação estiver concluída, o *driver* do HD gera uma sinalização, que provoca uma interrupção imediata e rápida da CPU. Assim, a CPU pode acessar a informação que o *driver* colocou em um lugar da memória da placa controladora do dispositivo.



Vídeo 07 - Comunicação CPU-Dispositivos sem DMA

Atividade 03

1. Além do relógio, cite alguns outros tipos de dispositivos que não podem ser classificados como dispositivo de bloco ou de caracteres.

Acesso Direto à Memória

As interrupções liberaram a CPU de realizarem os testes de *polling*, mas não delas controlarem a transferência de dados entre os dispositivos de E/S e a memória principal. Imagine o tempo necessário para a CPU realizar a simples tarefa de carregar um arquivo do disco para a memória!

Pensando nisso, as controladoras foram aperfeiçoadas para acessar diretamente a memória principal; assim, a CPU apenas ficaria encarregada de solicitar a transferência do dado e, quando o driver do periférico realizar todo o processo de transferência para a memória, envia um sinal de interrupção para a CPU informando que o dado já está na memória e que, portanto, já está disponível para ser acessado e processado.



Vídeo 08 - Comunicação CPU-Dispositivos com DMA

Drivers de Dispositivo

Agora que você já sabe como funciona o mecanismo de transmissão de dados e compreendeu a lógica por trás da comunicação entre CPU, memória principal e dispositivos, podemos sair do contexto de *hardware* para entender os processos de entrada e saída de dados no nível de *software* e compreender a função do sistema operacional como gerenciador de dispositivos de E/S.

Relembrando a aula sobre estruturação do sistema operacional (Aula 1), vimos que para facilitar a comunicação entre os programas e os dispositivos do computador, existem módulos especiais do sistema operacional que servem como ponte de comunicação entre os dispositivos e seu computador; esses módulos são conhecidos como *drivers* de dispositivos.

Para entender o que são os *drivers* de dispositivos, visualize o seguinte cenário: imagine que cada dispositivo do computador, incluindo a impressora, o *mouse* e, assim por diante, fala uma língua diferente. Portanto, um fala francês, outro fala italiano, outro tailandês etc. Então, quando você conectar uma impressora nova, o computador diz "oi" e a impressora responde em sua própria língua, a qual certamente o computador não vai entender. Ele precisa, portanto, de um intérprete que possa entender a linguagem da impressora e a dele.

Podemos dizer que, nesse cenário, o *driver* de dispositivo é o módulo do sistema operacional que ajuda seu computador a se comunicar com um dispositivo específico. Dessa forma, o computador precisará de um intérprete diferente para cada dispositivo conectado a ele, ou seja, um *driver* diferente. Os *drivers* de dispositivos podem vir "pré-instalados" no seu sistema operacional, ou, em outros casos, precisam ser instalados posteriormente, ou a partir de um CD, ou ainda podem ser baixados pela internet.

Toda a informação específica relativa a um tipo particular de dispositivo de E/S, portanto, deverá estar presente no *driver*, o qual será responsável em traduzir as solicitações de transmissão de dados, oriundas do sistema operacional, em comandos reconhecidos pelas controladoras. Por isso, o desenvolvimento de *drivers* é complexo, pois é específico para cada tipo particular de dispositivo.

Atividade 04

1. Procure na internet imagens de diferentes dispositivos de entrada e saída e relacione suas principais características; associe-os a imagens de placa-mãe, apontando os barramentos compatíveis com cada um deles.

Leitura Complementar

Para os interessados em conhecer os diversos componentes de *hardware* de um computador, o site <<http://www.clubedohardware.com.br>> servirá de guia para conhecer

mais detalhes sobre diversos dispositivos. Nessa página, você encontrará artigos e notícias sobre os últimos lançamentos.

Resumo

Nesta aula, você viu o longo caminho percorrido por toda informação que lidamos quando utilizamos um computador. Agora, você sabe como os dados trafegam dos dispositivos para a CPU pelo barramento e como é feita a comunicação entre as controladoras e o sistema operacional.

Autoavaliação

1. Quais são os principais dispositivos de entrada e saída de um computador? Qual o papel de cada um?
2. Com suas palavras, explique como ocorre a comunicação entre a CPU e os diferentes dispositivos de um computador.
3. O que são barramentos?
4. Podemos afirmar que o sistema operacional atua como intermediador entre os programas e dispositivos de E/S? Justifique sua resposta.

Referências

BARRAMENTOS. Disponível em:
<<http://www.ipb.pt/~crc/barramentos.pdf>>. Acesso em: 6 out. 2011.

ESPECIFICAÇÃO USB 2.0. Disponível em:
<http://www.usb.org/developers/docs/usb_20.zip>. Acesso em: 6 out. 2011.

TANEMBAUM, Andrew S.; WOODHULL, Albert S. Sistemas operacionais: projeto e implementação. Trad. Edson Furmankiewicz. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.