

AULA 5 – DISPOSITIVOS DE ENTRADA E SAÍDA E INTERRUPÇÕES

OBJETIVO DA AULA

Conhecer os dispositivos que permitem nossa interação com o computador e o mecanismo através do qual eles se comunicam com o processador.

APRESENTAÇÃO

Nesta aula estudaremos os dispositivos de entrada e saída que compõem o terceiro subsistema do computador.

Esses dispositivos servem para promover a interface ou comunicação entre o processador e mundo externo a ele, que pode ser um usuário humano, outro computador ou algum dispositivo tal como um sensor de presença, de umidade relativa do ar ou um termômetro.

Veremos os principais dispositivos de E/S e alguns que funcionam tanto como saída quanto como entrada.

Então, hora de trabalhar!

1. DISPOSITIVOS DE ENTRADA E SAÍDA E INTERRUPÇÕES

Os dispositivos de entrada e saída (E/S) são componentes através dos quais o computador se comunica com o meio externo a ele.

Como sabemos, todo sistema computacional funciona executando o fluxo “Entrada → Processamento → Saída”. Isso significa que o computador recebe *dados* (entrada), realiza o processamento e fornece *informações* (saída) e, para que os dados entrem e as informações saiam, são necessários os dispositivos de E/S.

Estudaremos aqui os tipos e exemplos de dispositivos de E/S, a evolução desses dispositivos e o mecanismo de interrupções que, mediado pelo sistema operacional, provê a comunicação entre os dispositivos de E/S e o processador.

De forma simples podemos entender os dispositivos de entrada como aqueles que levam algo de fora para dentro do processador e os dispositivos de saída como aqueles que fazem a operação inversa.

Há também os dispositivos *híbridos*, que são aqueles que podem funcionar tanto como dispositivos de entrada quanto como dispositivos de saída.

Livro Eletrônico

Alguns exemplos de dispositivos de entrada são o microfone, o teclado, o mouse, o scanner, o leitor de código de barras, entre outros. E alguns exemplos de unidades de saída são o monitor, as caixas de som, impressora e outros. Finalmente, alguns exemplos de dispositivos híbridos são o *pendrive* e as telas *touch screen* dos celulares.

Os dispositivos de E/S também são conhecidos como *periféricos*, por estarem afastados do centro do processamento, conforme a Figura 1.

FIGURA 1 | **O computador e seus periféricos**



Fonte: <https://www.maxieduca.com.br/blog/tipos-dispositivos-perifericos/>.

Importante sabermos que o processador não se comunica diretamente com os dispositivos de E/S. Essa comunicação é realizada através de controladoras, que são uma espécie de processadores auxiliares, dos *drivers* e do mecanismo de interrupções.

Vamos ver agora como esses componentes participam das operações de E/S.

- **Controladora de dispositivos de E/S** – trata-se de uma placa de circuito impresso. Em sistemas mais antigos, o processador precisava conhecer cada dispositivo de E/S e isso causava dois problemas: a baixa flexibilidade em relação aos dispositivos que um computador poderia usar e o consumo de tempo do próprio processador, já que ele teria que comandar as operações de E/S. Em suma, uma controladora funciona como interface entre o dispositivo controlado e o processador;
- **Drivers de dispositivos** – são programas que ajudam o sistema operacional a prover a comunicação entre o processador e o dispositivo de E/S;

- **Mecanismo de interrupções** – é a forma através da qual os dispositivos conseguem se comunicar com o processador quando precisam de algum dado para operar ou quando precisam informar o término de uma operação. Estudaremos esse mecanismo mais profundamente ainda nessa aula.

Outro fator importante em relação aos dispositivos de E/S é a questão das portas e conexões utilizadas para ligá-los ao computador. Você provavelmente já viu as diversas conexões que existem na parte de trás dos gabinetes ou nas laterais dos notebooks.

São três as principais portas onde podemos conectar os diversos dispositivos de E/S:

- Porta paralela – Era um tipo muito usado para conectar as impressoras, mas apresentava lentidão na capacidade de transferência de dados.

FIGURA 2 | **Porta paralela**



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Interface_paralela.

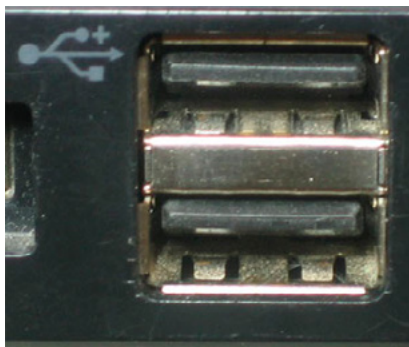
- Porta serial – Conhecida também como RS 232. Costumava ser usada para a conexão de modems, mouse, scanners e outros equipamentos. Como o nome sugere, com esse tipo de porta os bits são transmitidos como numa fila, um após o outro.

FIGURA 3 | **Porta serial**



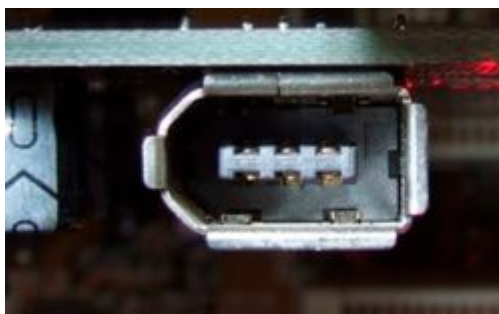
Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/RS-232>.

- USB (*Universal Serial Bus*) – São as portas mais usadas atualmente em virtude de sua versatilidade e facilidade de uso. Praticamente todos os dispositivos de E/S externos podem fazer uso dessas conexões.

FIGURA 4 | **Porta USB**

Fonte: https://pt.wikibooks.org/wiki/Ficheiro:Porta_usb.jpg.

- FireWire (IEEE 1394) – Um tipo de conexão semelhante a USB, mas com velocidades superiores. Usada para conectar dispositivos de vídeo digital, como filmadoras e câmeras digitais.

FIGURA 5 | **Portas FireWire**

Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/FireWire>.

Há vários outros tipos de portas e conectores, alguns já obsoletos e outros com uso bastante específico.

Como já mencionamos, a comunicação entre a CPU e os dispositivos de E/S é feita através do mecanismo de interrupções. Esse mecanismo é gerenciado pelo sistema operacional.

Os sistemas atuais são multiprogramados, o que significa que há diversos programas carregados na memória competindo pelo uso da CPU. Tais programas necessitam de operações de E/S para obter dados ou enviar informações e isso torna necessário o tratamento de solicitações dos periféricos.

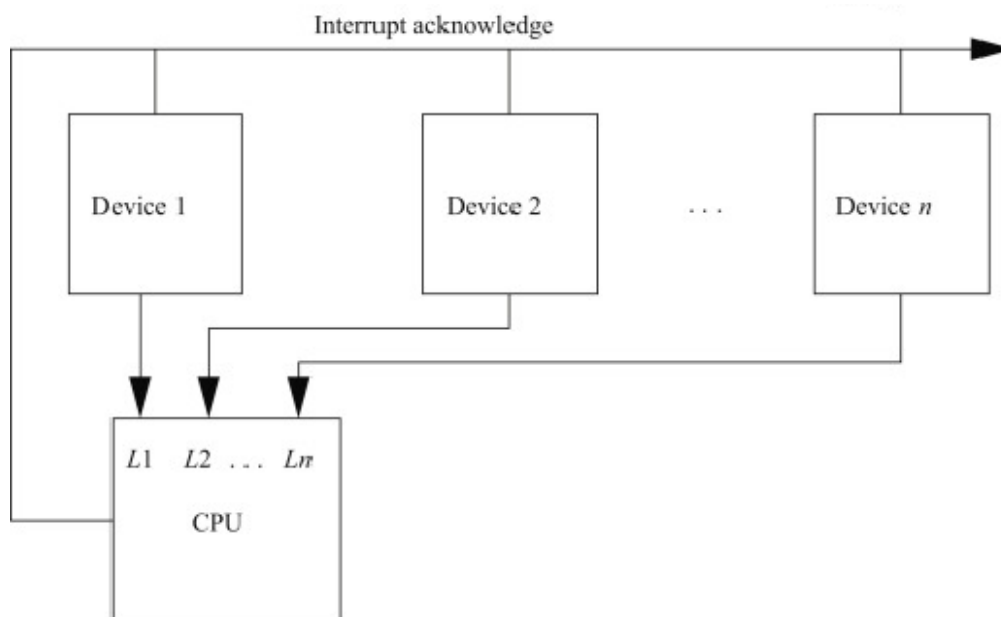
O sistema de interrupção permite que a CPU atenda a essas solicitações sem precisar ficar “perguntando” aos periféricos se eles precisam de algo, o que traria sérios problemas de desperdício de tempo.

Para que as interrupções possam ocorrer, existem as IRQ's (*Interrupt Request*), que são canais de interrupções, e o PIC (*Programmable Interrupt Controller*), que é o responsável pelo encaminhamento das interrupções dos periféricos para a CPU.

A ocorrência de uma interrupção por parte de um periférico provoca os seguintes eventos:

- 1) O controlador de interrupções (PIC) ativa o sinal INT, que informa que uma interrupção ocorreu;
- 2) A CPU responde com sinal de confirmação (ACK), informando que está pronta para receber a interrupção;
- 3) O PIC informa qual o periférico que causou a interrupção através de uma das IRQ's;
- 4) A CPU utiliza o código da interrupção para acessar uma tabela chamada *vetor de interrupções*, onde estão os endereços das rotinas que tratam cada uma das interrupções codificadas;
- 5) A rotina é executada e a interrupção é tratada;
- 6) A CPU retoma a tarefa que havia sido suspensa para o tratamento da interrupção.

FIGURA 6 | Esquema do mecanismo de interrupções



Fonte: *Interrupt Request – an overview | ScienceDirect Topics*.

Todos esses passos são executados sob a supervisão do sistema operacional e o detalhamento deles será visto quando estudarmos o funcionamento dos sistemas operacionais.

Há basicamente três tipos de interrupção:

- Interrupção de *hardware*: causada pelos periféricos;
- Interrupção de *software*: em geral, causada pelo próprio sistema operacional em suas tarefas de gerência de recursos;
- Exceções: causadas por mau funcionamento do *software*, quando, por exemplo, tenta executar divisões por zero ou quando ocorre um *overflow*.

Quanto à prioridade das interrupções, elas são divididas em interrupções *mascaráveis*, que são aquelas que podem ter seu tratamento cancelado ou adiado, e interrupções *não mascaráveis*, que são aquelas cujo atendimento é imediato.

Um recurso importante para tornar as operações de E/S é o DMA (*Direct Memory Access* – Acesso Direto à Memória).

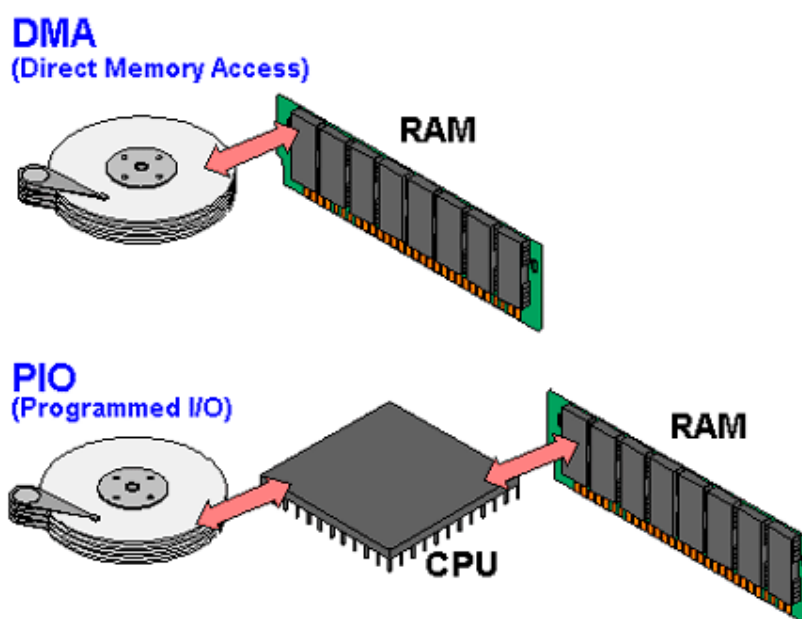
O DMA é muito útil porque minimiza a participação da CPU nessas operações. Este método faz com que os periféricos enviem ou recebam dados diretamente da memória, com pouca participação da CPU.

De forma simples, com o DMA o controlador de memória sabe onde buscar ou para onde levar os dados numa operação de E/S. Essa informação é passada no início da operação e, somente quando é concluída, a interrupção é realizada.

Sem o DMA essa transferência tem que ser comandada pela própria CPU, o que é um desperdício de um recurso tão importante.

Observe a Figura 7.

FIGURA 7 | Operação de E/S com e sem DMA



Fonte: DMA: o que é Direct Memory Access e como funciona? | Adrenaline

Na Figura 7 vemos uma operação de acesso ao disco rígido. Na parte de cima a operação é feita utilizando DMA e na parte de baixo a operação é sem DMA.

No segundo caso, a CPU ficará responsável pela transferência de bits entre *buffer* da controladora e a memória principal. Essa tarefa consumirá tempo e, enquanto isso, a CPU não estará atendendo aos programas do usuário ou do sistema operacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Chegamos ao fim desta aula e agora sabemos quais são os dispositivos de E/S, como eles se comunicam com o processador e como essa comunicação pode ser agilizada através do mecanismo de interrupções e da técnica de acesso direto à memória.

Vimos que há dispositivos de entrada, de saída e híbridos, que executam as duas funções.

Com o mecanismo de interrupções, os periféricos podem solicitar a atenção da CPU para solicitar o entregar tarefas concluídas.

Também vimos que, com o acesso direto à memória (DMA), o processador passou a ter mais tempo para executar tarefas mais complexas e importantes, não desperdiçando tempo com transferências de bits entre controladoras de dispositivos de E/S e a memória principal.

MATERIAIS COMPLEMENTARES

[Periféricos de entrada e saída – YouTube](#) – Assista a esse vídeo com um resumo sobre dispositivos de entrada e saída.

REFERÊNCIAS

STALLINGS, William. *Arquitetura e Organização de Computadores: projeto para o desempenho*. 8ª edição. Editora Pearson. Livro. (642 p.). ISBN 9788576055648. Disponível em: <<https://middleware-bv.am4.com.br/SSO/iesb/9788576055648>>. Acesso em: 16 out. 2022.

TANENBAUM, Andrew S. *Sistemas Operacionais Modernos*. 3ª edição. Editora Pearson. Livro. (674 p.). ISBN 9788576052371. Disponível em: <<https://middleware-bv.am4.com.br/SSO/iesb/9788576052371>>. Acesso em: 16 out. 2022.

TANENBAUM, Andrew S. *Organização estruturada de computadores*. 6ª edição. Editora Pearson. Livro. (628 p.). ISBN 9788581435398. Disponível em: <<https://middleware-bv.am4.com.br/SSO/iesb/9788581435398>>. Acesso em: 16 out. 2022.

CONSIDERAÇÕES FINAIS DA UNIDADE

Chegamos ao fim desta unidade e tivemos a oportunidade de estudar os três grandes subsistemas em que os computadores são divididos: armazenamento, processamento e entrada e saída.

Começamos vendo que a memória é dividida de forma hierárquica, de forma a permitir um custo/benefício interessante para o computador, balanceando performance com preço.

O relacionamento entre a memória principal e a memória cache é projetado de forma a garantir que a cache, que é mais rápida e menor, consiga manter o que é mais provável de ser necessário ao processador. E isso é possível graças ao princípio da localidade, que reflete o comportamento padronizado da maioria dos programas.

Em seguida, estudamos os componentes do processador, suas funções e participações no ciclo de instrução, que é a rotina de trabalho do processador. Analisamos o que acontece em cada passo para que uma instrução seja concluída.

Estudamos a evolução dos processadores, abordando algumas das tecnologias inseridas ao longo dos anos para melhorar sua performance.

Finalmente, vimos o que são os dispositivos de entrada e saída, como eles se comunicam com o processador e como essa comunicação pode ser mais eficiente através do mecanismo de interrupções e do acesso direto à memória.