

Organização e Arquitetura de Computadores I

Entrada e Saída

Sumário

- Entrada e Saída
- Dispositivos Externos
- E/S Programada
- E/S Dirigida por Interrupção
- Acesso Direto à Memória

Entrada e Saída

- Além do processador e da memória, um terceiro elemento fundamental de um sistema de computação é o conjunto de módulo de Entrada e Saída (E/S).
- Cada módulo se conecta com o barramento do sistema ou com o comutador central que controla um ou mais dispositivos periféricos.
- Possui certa “inteligência”, isto é, uma lógica dedicada a desempenhar a função de comunicação entre o periférico e o barramento.

Entrada e Saída

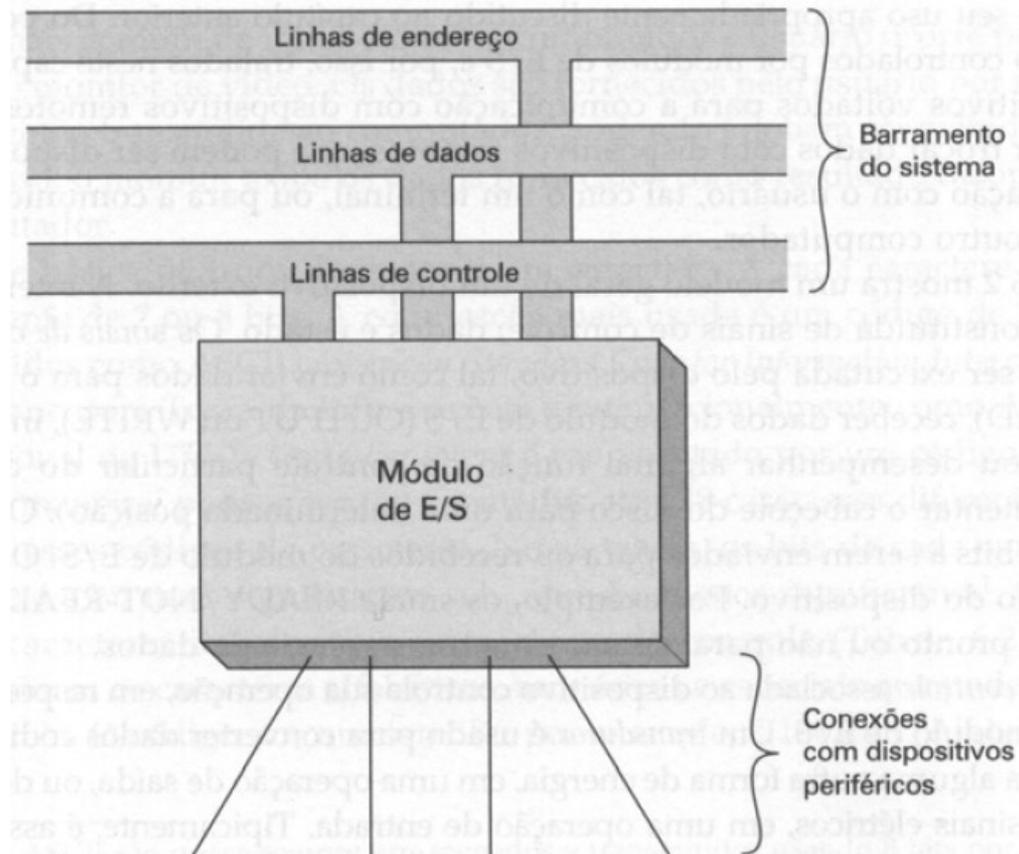
- Os periféricos não são conectados diretamente ao barramento do sistema pelos seguintes motivos:
 - Grande variedade de periféricos
 - Os periféricos possuem uma baixa taxa de transferência
 - Formato de dados e das palavras diferentes

Entrada e Saída

- Funções básicas de um módulo de E/S:
 - Fornecer uma **interface com o processador e a memória**, através do barramento do sistema ou do comutador central
 - Permitir a **interface com um ou mais dispositivos periféricos**, através de conexões de dados adequadas

Organização e Arquitetura de Computadores I

Entrada e Saída



Dispositivos Externos

- São os dispositivos externos que oferecem um meio para a troca de dados entre o ambiente externo e o computador.
- Um dispositivo externo é conectado ao computador através de uma conexão de um módulo de E/S.
- Um dispositivo externo conectado a um módulo de E/S é freqüentemente denominado **dispositivo periférico**, ou simplesmente, **periférico**.

Dispositivos Externos

- Existem três categorias de dispositivos periféricos:
 - **Comunicação com o usuário**, como terminais de vídeo, impressora, etc
 - **Comunicação com a máquina**, discos magnéticos, sensores, controladores usados em aplicações de robótica
 - **Comunicação com dispositivos remotos**, voltados para trocar dados com dispositivos remotos

Dispositivos Externos

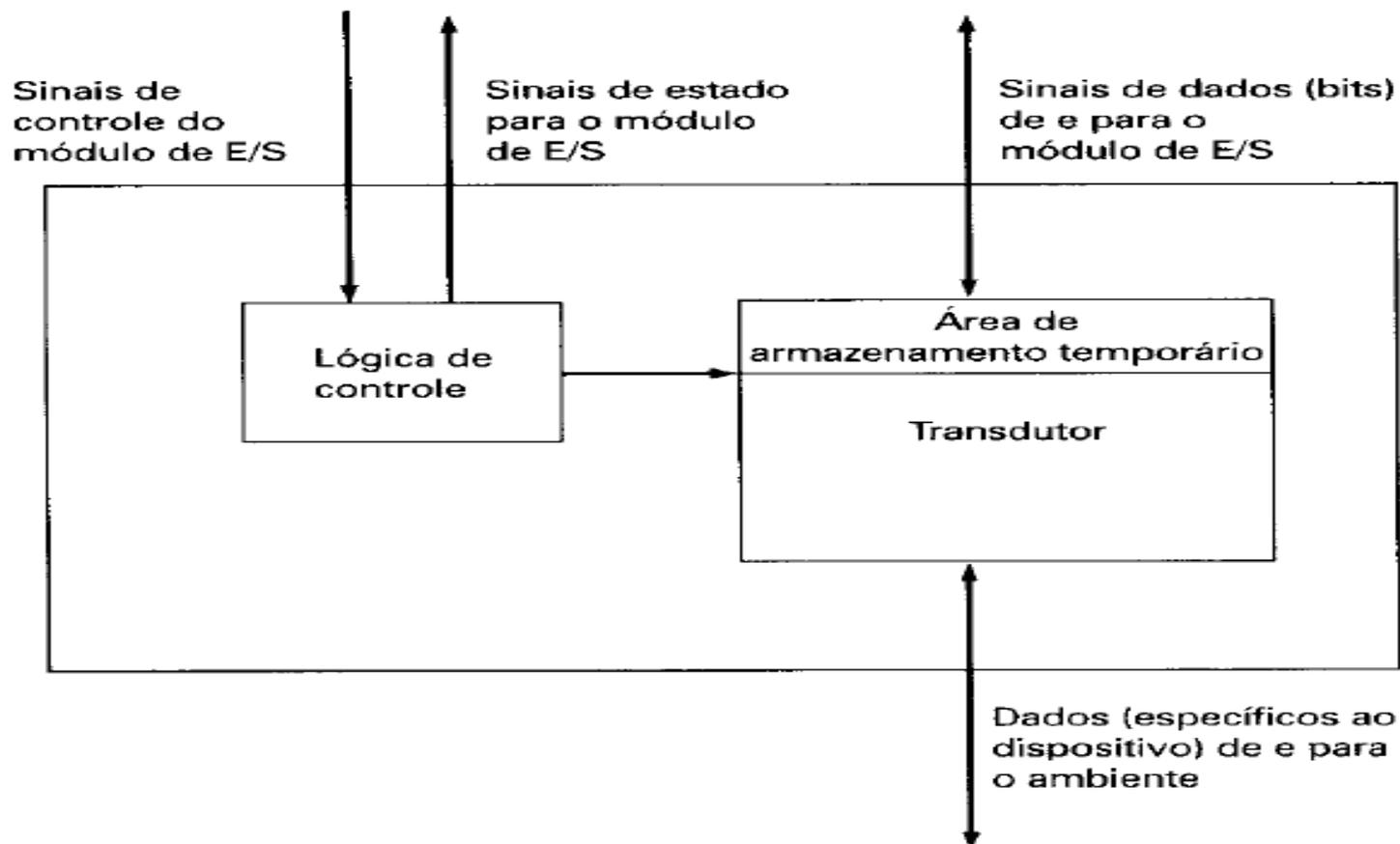
- A interface com o módulo de E/S é constituída de sinais de controle, dados e estado.
 - **Sinais de controle**, determinam a função a ser executada pelo dispositivo (*Input* ou *read*, *output* ou *write*);
 - **Dados**, formam um conjunto de bits a serem enviados para ou recebidos do módulo de E/S;
 - **Sinais de estado**, indicam o estado do dispositivo (*ready* / *not-ready*).

Dispositivos Externos

- A **lógica de controle** associada ao dispositivo controla sua operação, em resposta a um comando recebido do módulo de E/S.
- Um **transdutor** converte dados codificados como sinais elétricos para alguma outra forma de energia ou vice-versa.
- Geralmente um transdutor possui uma área de armazenamento temporário dos dados a serem transferidos entre o módulo de E/S e o ambiente externo.

Organização e Arquitetura de Computadores I

Dispositivos Externos



Módulos de E/S

- As funções mais importantes de um módulo de E/S podem ser divididas nas seguintes categorias:
 - Controle e temporização
 - Comunicação com o processador
 - Comunicação com dispositivos
 - Área de armazenamento temporário de dados
 - Detecção de erros

Módulos de E/S

● Controle e temporização

- Controla o fluxo de dados entre os recursos internos e os dispositivos externos.
- O controle de transferência de dados de um dispositivo externo para o processador pode envolver a seguinte sequência de dados:
 1. Processador verifica o estado do módulo de E/S;
 2. O módulo de E/S retorna o estado do dispositivo;
 3. Se o dispositivo estiver “pronto para transmitir”, o processador requisitará a transferência dos dados;
 4. O módulo de E/S obtém uma unidade de dados do dispositivo externo (8 ou 16 bits, por exemplo);
 5. Os dados são transferidos do módulo de E/S para o processador.

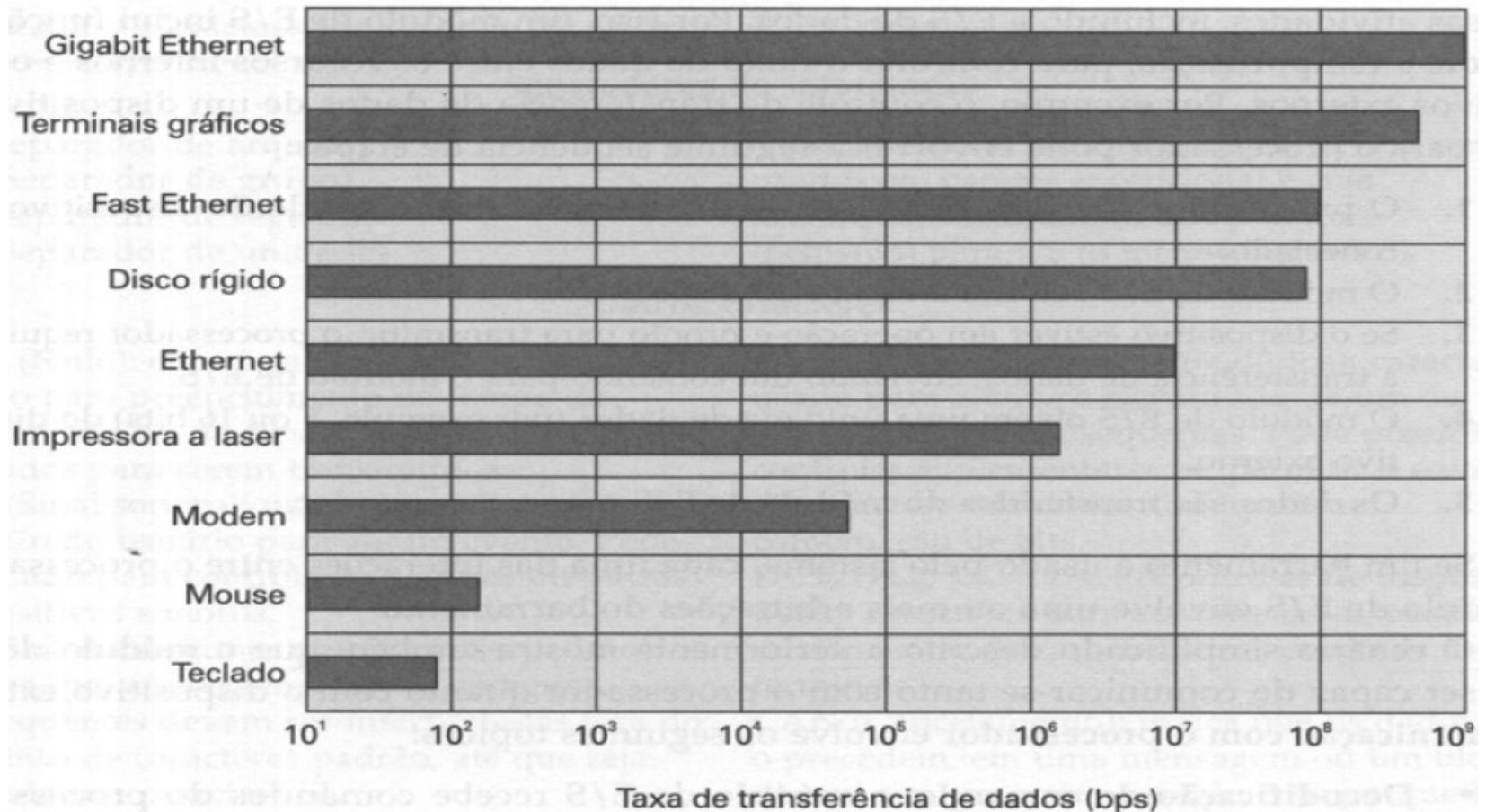
Módulos de E/S

● Comunicação com o processador

- **Decodificação de comando**, o módulo de E/S recebe comandos do processador, enviados tipicamente como sinais, através do barramento de controle.
- **Dados**, os dados são transferidos entre o processador e o módulo de E/S através do barramento de dados.
- **Informação de estado**, como os periféricos são, em geral, muito lentos, é importante obter o estado do módulo de E/S.
- **Reconhecimento de endereço**, cada dispositivo de E/S tem um endereço, então o módulo de E/S deve reconhecer um endereço distinto para cada periférico controlado.

Organização e Arquitetura de Computadores I

Módulos de E/S



Módulos de E/S

● Comunicação com dispositivos

- Essa comunicação envolve comandos de informação de estado e troca de dados.

● Armazenamento temporário de dados

- Armazena temporariamente os dados a serem enviados dos dispositivos de E/S para a memória e vice-versa.
- Capaz de realizar operações tanto à velocidade da memória quanto à do dispositivo externo.

● Detecção de erros

- Detecta e envia informações de erro para o processador.

E/S Programada

- Uma das três técnicas usadas para a realização de operações de E/S.
- Os dados são transferidos entre o processador e o módulo de E/S.
- O processador executa um programa e tem controle direto da operação de E/S, incluindo a detecção do estado do dispositivo, o envio de comandos de leitura ou escrita e a transferência de dados.
- **Há um grande desperdício de tempo do processador.**

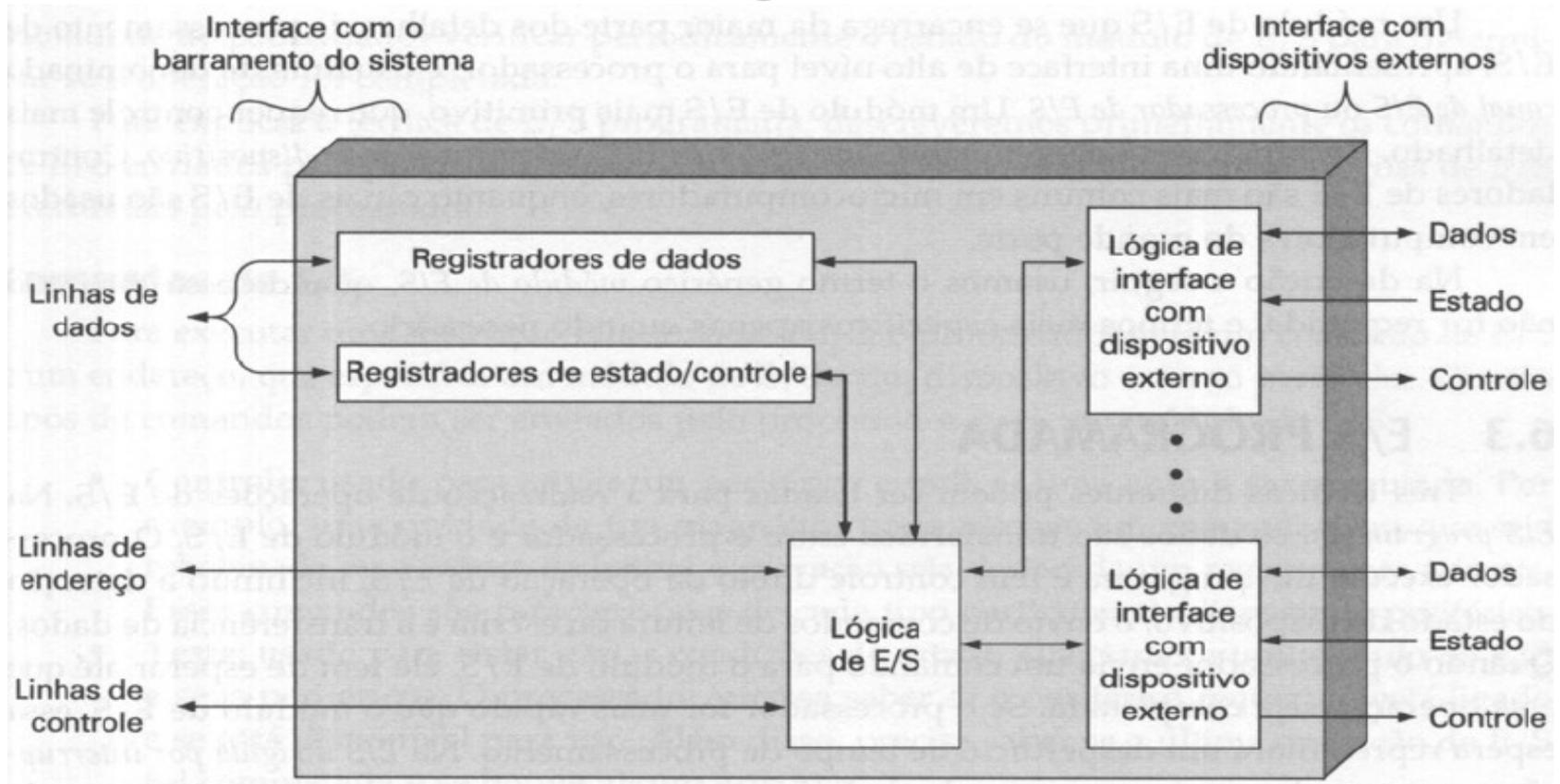
E/S Programada

● Comandos de E/S

- **Controle**, usado para ativar um periférico e indicar uma ação a ser executada.
- **Teste**, usado para testar várias condições de estado associadas a um módulo de E/S e seus periféricos.
- **Leitura**, faz com que o módulo de E/S obtenha um item de dado do periférico e o armazene em uma área de armazenamento temporário interna.
- **Gravação**, faz com que o módulo de E/S obtenha um item de dado do barramento de dados e, em seguida, o transmita para o periférico.

Organização e Arquitetura de Computadores I

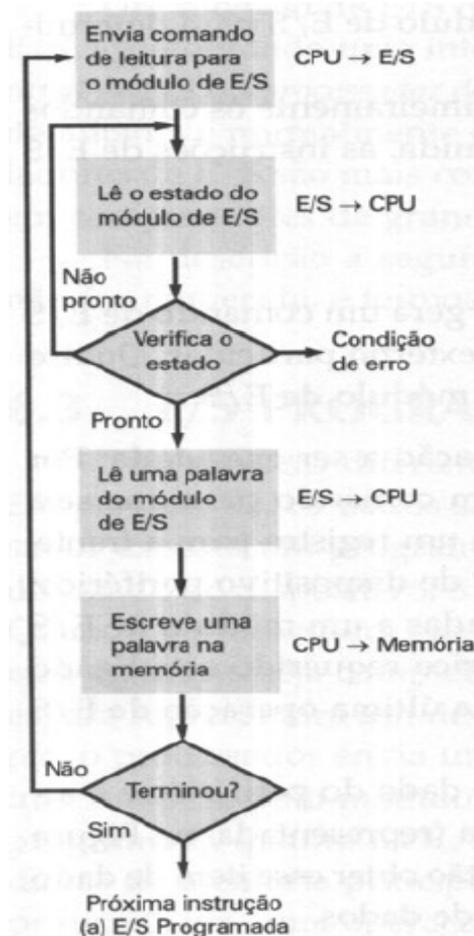
E/S Programada



E/S Programada

● Funcionamento da E/S programada

- Uma palavra é lida de cada vez;
- Para cada palavra lida, o processador permanece em um ciclo de verificação de estado;
- Até que se determine que uma palavra está disponível no registrador de dados do módulo de E/S;

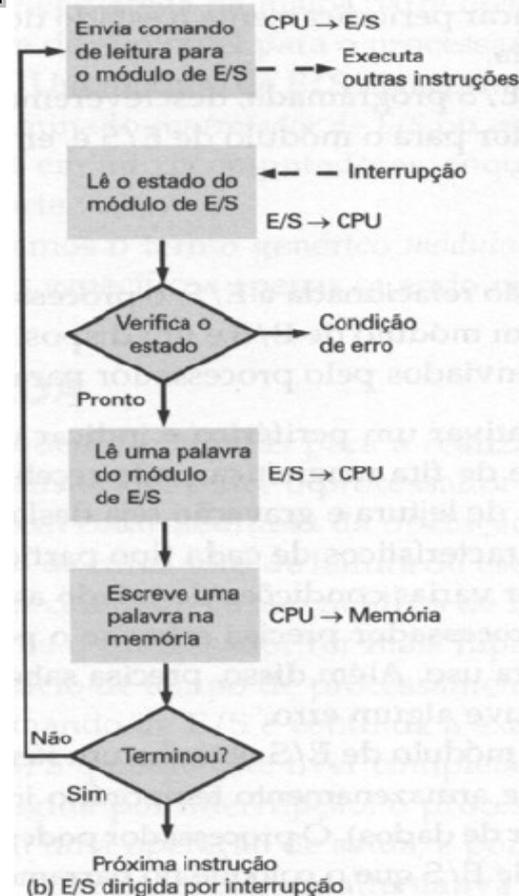


E/S Dirigida por Interrupção

- Uma alternativa a E/S programada, é o processador enviar um comando de E/S para um módulo e continua a executar outras instruções.
- O processador é interrompido pelo módulo de E/S quando este estiver pronto para trocar dados com o processador.
- O processador efetua então a transferência de dados, como na E/S programada, e depois retorna o seu processamento original.

E/S Dirigida por Interrupção

- Funcionamento do módulo de E/S através de uma E/S dirigida por interrupção
 - O módulo de E/S recebe um comando *READ*, por exemplo, do processador;
 - É feita a leitura do dado requerido do periférico especificado e transferido para o registrador de dados;
 - Sinaliza a ocorrência de uma interrupção por meio de uma linha de controle;
 - Espera até que o dado lido seja solicitado pelo processador;
 - Quando recebe a solicitação, o dado é colocado no barramento de dados e aguarda uma nova instrução.



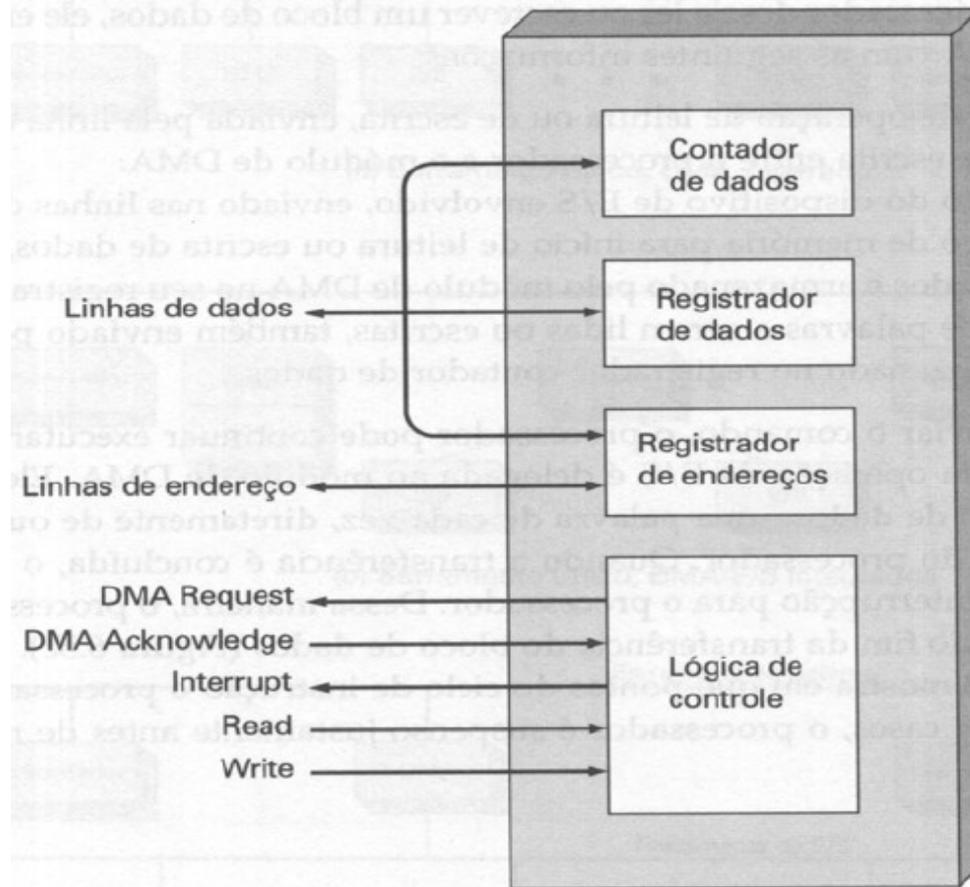
Acesso Direto à Memória

- A E/S dirigida a interrupção, embora mais eficiente que a E/S programada, ainda requer uma intervenção ativa do processador para transferir dados entre a memória e o módulo de E/S.
- **O acesso direto à memória (*direct memory access* – DMA) é uma técnica mais eficiente para a transferência de grandes volumes de dados.**

Acesso Direto à Memória

- A técnica de acesso direto à memória envolve um módulo adicional no barramento do sistema, o controlador de DMA.
- O controlador de DMA é capaz de imitar o processador e, de fato, controlar o sistema do processador.
- Um módulo de DMA pode tanto usar o barramento apenas quando este não está sendo usado pelo processador quanto forçar o processador a suspender sua operação temporariamente (**roubo de ciclo**).

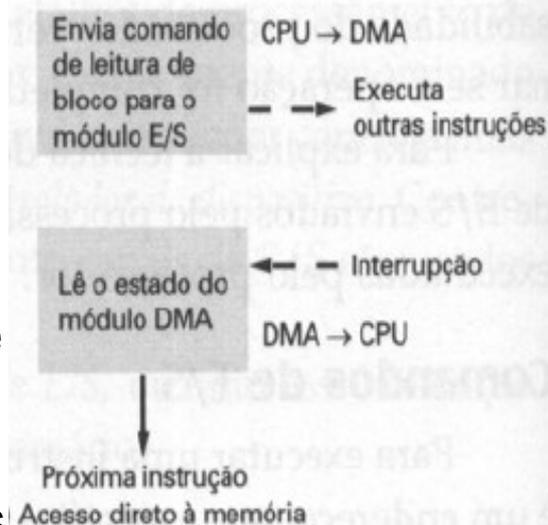
Acesso Direto à Memória



Acesso Direto à Memória

● Funcionamento do DMA

- Indicação de operação de leitura ou de escrita;
- O endereço do dispositivo de E/S envolvido é enviado nas linhas de dados;
- O endereço de memória para início de leitura ou escrita de dados é enviado pelas linhas de dados e armazenado no registrador de endereços;
- Número de palavras a serem lidas ou escritas são enviados e armazenado no registrador contador de dados.

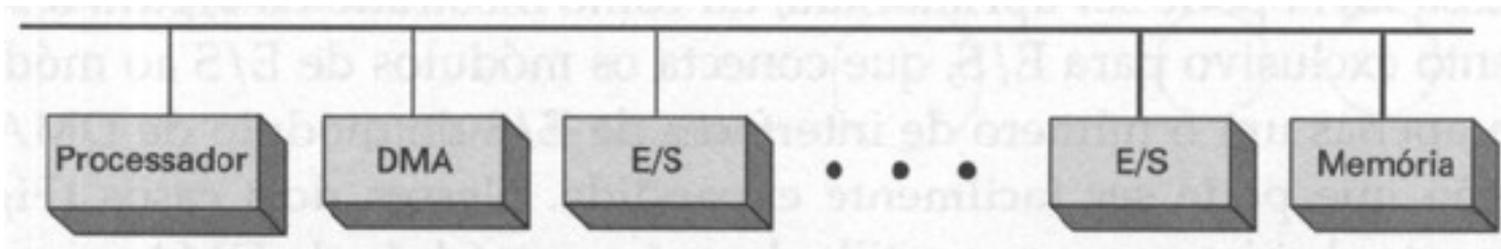


Acesso Direto à Memória

- A execução de operação de E/S é delegada ao módulo de DMA.
- Ele transfere diretamente todo o bloco de dados, uma palavra de cada vez, diretamente ou para a memória, sem a intervenção do processador.

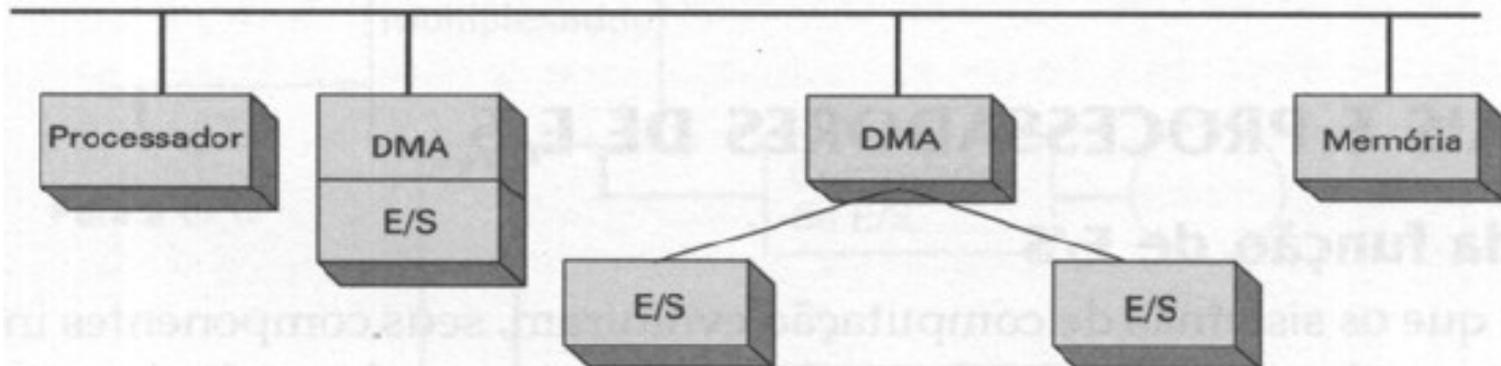
Acesso Direto à Memória

- Existem várias configurações do mecanismo de DMA, veremos algumas delas:
 - **Barramento único, DMA separado**
 - O DMA atua como um substituto do processador executando uma E/S programada;
 - Configuração barata e lenta.



Acesso Direto à Memória

- Existem várias configurações do mecanismo de DMA, veremos algumas delas:
 - **Barramento único, DMA-E/S integrados**
 - Mais rápida que a anterior;
 - Um caminho entre o módulo de DMA e um ou mais módulos de E/S.



Acesso Direto à Memória

- Existem várias configurações do mecanismo de DMA, veremos algumas delas:
 - **Barramento de E/S**
 - Aprimoramento da configuração anterior;
 - O barramento separado fornece uma possibilidade maior de expansão sem afetar desempenho.

