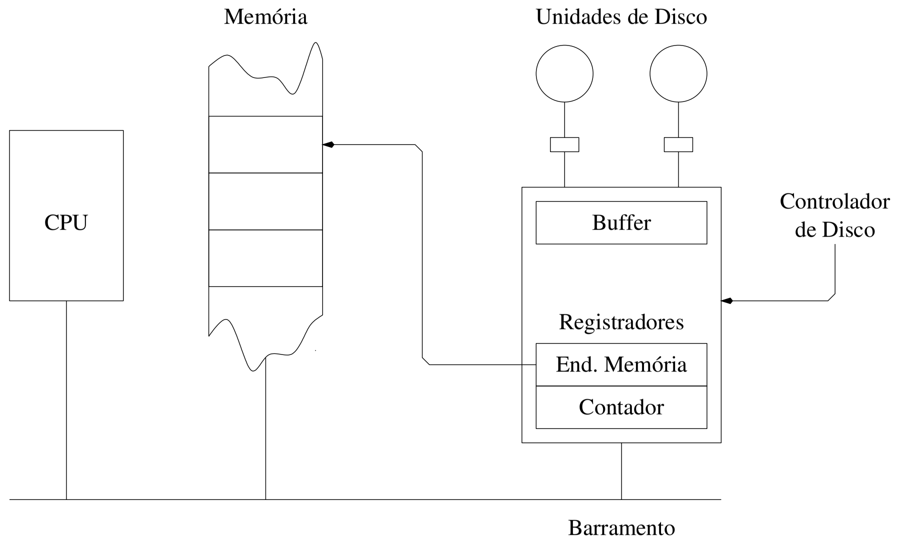
... 5.1.3 - Acesso Direto à Memória

- ... quando utilizado, a CPU fornece duas informações ao controlador (além do endereço do bloco a ser lido): o endereço de memória para onde o bloco deve ser copiado e o número de bytes a serem transferidos.



... 5.1.3 - Acesso Direto à Memória

- após o controlador ter lido o bloco, efetuado o *checksum* e não ter constatado erros de leitura, o próprio controlador copia (via barramento) o primeiro byte (ou palavra) para o endereço de memória suprido pela CPU;

- ... a partir daí, a cópia prossegue incrementado-se o endereço da memória e decrementado-se o contador do DMA (bytes transferidos), até que este se torne zero, quando então uma interrupção é gerada pelo controlador;

- ... quando o sistema operacional reassume a CPU, nenhuma transferência necessita ser efetuada pois o buffer requisitado já se encontra na memória.

... 5.1.2 - Controladores de Dispositivos

- como exemplo, vejamos com o sistema operacional realiza entrada/saída escrevendo comandos nos registradores dos controladores de disquete do IBM PC:
- ... o controlador de disquete do IBM PC aceita 15 diferentes comandos, tais como **read**, **write**, **seek**, **format**, e **recalibrate** (alguns possuem parâmetros);
- ... quando um comando é aceito, o processador pode abandonar o controlador e atender a outra requisição, p. ex. do sistema operacional;
- ... quando completado, o controlador causa uma interrupção com o objetivo de permitir que o sistema operacional tome o controle do processador e teste o resultado da operação realizada;
- ... o processador obtém o resultado e o *status* do dispositivo pela leitura de um ou mais bytes de informação nos registradores do controlador.

5.1.3 - Acesso Direto à Memória

✯ muitos controladores, especialmente os que operam em blocos, suportam acesso direto à memória — DMA *Direct Memory Access*:

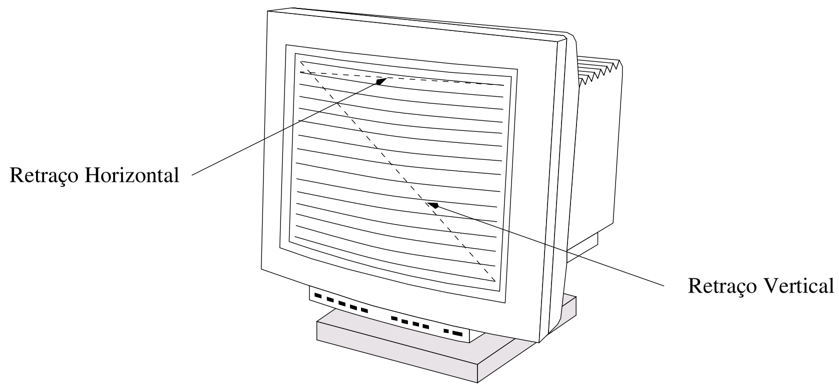
❶ ... o controlador lê serialmente o bloco (um ou mais setores) do dispositivo, bit a bit, até que este seja transferido para o buffer interno do controlador;

❷ ... depois, o controlador executa a operação de *checksum* para atestar que o bloco está livre de erros, após o qual uma interrupção é gerada.

- quando o sistema operacional reassume a CPU, ele pode ler o bloco do buffer do controlador (byte a byte ou palavra a palavra) numa operação cíclica, onde em cada ciclo um byte ou palavra é transferido do controlador para a memória;
- ... o acesso direto à memória foi criado para livrar a CPU de transferir os bytes dos controladores para a memória, o que na verdade consome tempo;

... 5.1.2 - Controladores de Dispositivos

- **controlador para o terminal CRT** - trabalha como um dispositivo serial de bits e em baixo nível, ou seja, lê da memória o byte contendo o caracter a ser exibido, e gera os sinais usados na modulação do feixe do CRT para causar a escrita na tela;
- ... o controlador também gera os sinais para o feixe CRT fazer o *retrace* horizontal após ele ter terminado de esquadrinhar a linha, como também, sinais para fazer o *retrace* vertical após a tela toda ter sido esquadrinhada;



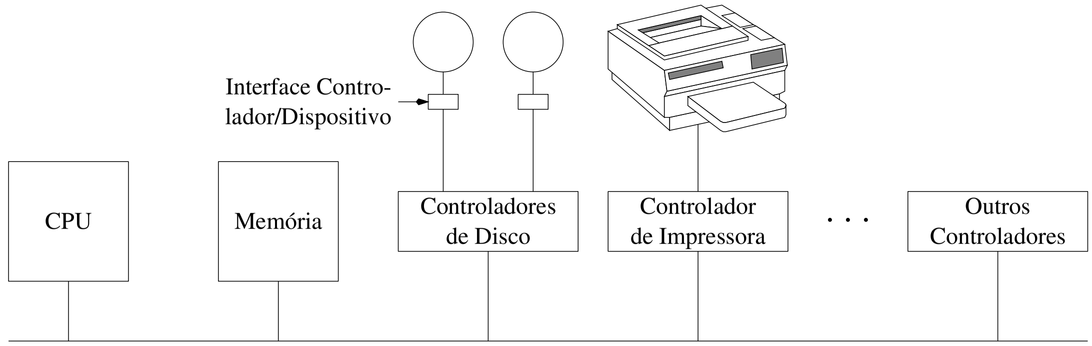
... 5.1.2 - Controladores de Dispositivos

- para comunicação com o processador, cada controlador tem alguns poucos registradores que em alguns computadores são parte do espaço de endereçamento regular;
- ... na seqüência mostra-se os endereços de entrada/saída e os vetores de interrupção alocados para alguns dos controladores do IBM PC.

Dispositivo	Endereço de Entrada/Saída	Vetor de Interrupção
Relógio	040 - 043	8
Teclado	060 - 063	9
Porta Serial Secundária	2F8 - 2FF	11
Disco Rígido	320 - 32F	13
Impressora	378 - 37F	15
Vídeo Monocromático	380 - 3BF	-
Vídeo Colorido	3D0 - 3DF	-
Disco Flexível	3F0 - 3F7	14
Porta Serial Paralela	3F8 - 3FF	12

... 5.1.2 - Controladores de Dispositivos

- normalmente, minicomputadores e microcomputadores usam um barramento único para comunicação entre CPU e os controladores;
- ... *mainframes* frequentemente usam um modelo diferente, no qual múltiplos barramentos e computadores especializados de entrada/saída, chamados canais de entrada/saída, aliviam parte da carga da CPU.



... 5.1.2 - Controladores de Dispositivos

- **interface controlador – dispositivo** - interface de baixo nível;
- ... por exemplo, um disco pode ser formatado com 8 setores de 512 bytes por trilha, mas o que realmente sai do *driver* é uma lista serial de bits;
- ... partindo com um preâmbulo, depois os 4096 bits no setor, e finalmente o *checksum* ou o código de correção de erro;
- ... o preâmbulo é escrito quando o disco é formatado, e contém o número de cilindros e de setores, o tamanho do setor, e outros dados.
- **tarefa do controlador** - converter a lista serial de bits em um bloco de bytes e realizar alguma correção de erro necessária;
- ... o bloco de bytes é tipicamente montado, bit a bit, em um *buffer* mantido no controlador e após verificação do *checksum* e ausência de erros no bloco, ele pode então ser copiado para a memória principal.

... 5.1.1 - Dispositivos de Entrada/Saída

✘ este esquema de classificação não é perfeito e, assim, alguns dispositivos não são enquadrados nele, como por exemplo os relógios que não são endereçáveis por bloco e nem geram ou aceitam filas de caracteres;

- ... tudo o que fazem é gerar interrupções em intervalos regulares;

- contudo, este modelo é geral o suficiente para ser usado como base na construção de um sistema operacional com bom nível de independência dos dispositivos de E/S.

- O sistema de arquivo, por exemplo, negocia apenas com dispositivos de blocos abstratos, e deixa a parte dependente do dispositivo para o *software* de mais baixo nível, chamado *acionadores de dispositivos (device drivers).*

5.1.2 - Controladores de Dispositivos

✯ unidades de entrada/saída consistem tipicamente de componentes mecânicos e eletrônicos:

❶ **componente eletrônico** - chamado de controlador do dispositivo (*device controller* ou *adapter*), normalmente assume a forma de um circuito impresso que pode ser inserido no computador (mini e microcomputadores);

❷ **componente mecânico** - dispositivo propriamente dito;

- ... o cartão do controlador normalmente tem um conector, no qual um cabo condutor do próprio dispositivo pode ser conectado e que em geral é capaz de manusear dois ou mais dispositivos do mesmo tipo.

- ... a distinção entre dispositivo e controlador deve ser ressaltada, já que o sistema operacional vê o controlador, não com o dispositivo.

5.1 - Princípios do Hardware

- importante função do sistema operacional responsável pelo controle de todos os dispositivos de entrada/saída do computador, emissão de comandos para os dispositivos, atendimento as interrupções e manipulação de erros;

- ... também responsável pelo oferecimento de uma interface entre os dispositivos e o resto do sistema, que adicionalmente seja simples e fácil de usar;

✯ Diferentes indivíduos vêem o *hardware* de diferentes maneiras:

- ... engenheiros eletrônicos vêem em termos de *chips*, fios, fontes de potência, motores e todos os outros componentes físicos;

- ... programadores vêem a interface apresentada pelo sistema, os comandos que o *hardware* aceita, as funções que ele suporta e os erros que são reportados;

✯ ... neste tópico nosso interesse se restringe em como o *hardware* é programado.

5.1.1 - Dispositivos de Entrada/Saída

- dispositivos de entrada/saída podem ser grosseiramente divididos em duas categorias: *dispositivos de bloco* e *dispositivos de caracter*.

❶ **dispositivo de bloco** - armazena informações em blocos de tamanho fixo (p. ex., 128 a 1024 bytes), cada um com seu próprio endereço, o que permite leitura ou escrita em cada bloco de maneira independente dos outros;

- ... exemplo típico dessa classe é o disco magnético.

❷ **dispositivo a caracter** - libera ou aceita uma fila de caracteres sem definir uma estrutura de bloco, ou seja, não é endereçável e não aceita operações de busca;

- ... pertencem a esta classe de dispositivos os terminais, impressoras, leitoras ótica e outros dispositivos que não trabalham como os discos.