

Arquitetura e Organização de Computadores

Uma Introdução

Gabriel P. Silva – José Antonio Borges

Entrada e Saída, Barramentos e Redes de Comunicação

Capítulo 5





5.1 **Conceitos Básicos**

Barramento

- O barramento de sistema está subdividido em três barramentos:
 - Endereços : contém a informação de onde os dados devem ser lidos ou escritos
 - Dados: as instruções e os dados circulam pelo barramento de dados, indo e vindo do processador ou da unidade de entrada/saída para a memória.
 - Controle: determina se está sendo feita uma operação de leitura ou escrita; e transmite informações de erro ou de interrupção para o processador.

Barramento

Pense no barramento como sendo um conjunto de vários fios, onde a informação circula sob a forma de impulsos elétricos, sendo transferida entre os seus diversos componentes. Essa transmissão requer diversos cuidados, de modo que a informação se mantenha íntegra, assim, os fios do barramento são conectados a pequenos circuitos de filtragem e proteção elétrica para garantir a correta transmissão desses sinais.

Quando falamos "endereço" estamos nos referindo a uma posição de memória ou a algum dispositivo de entrada ou saída.

Programação de Interfaces de E/S

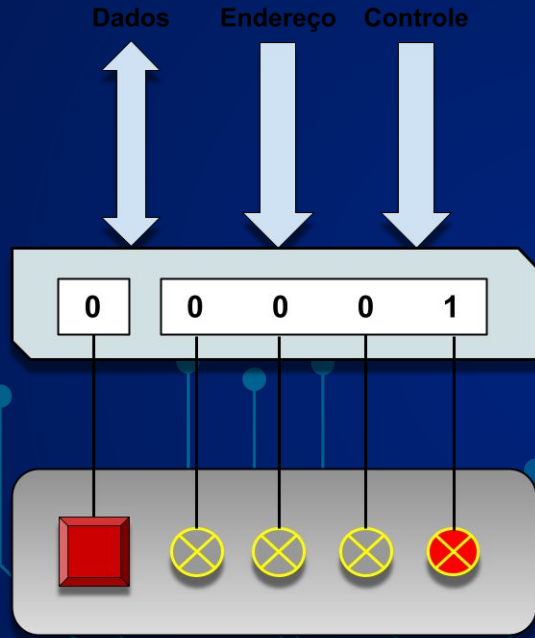
- Só podemos ler uma informação do controlador quando esta informação está pronta para ser lida.
- Só podemos escrever dados no controlador quando o seu dispositivo associado estiver pronto e liberado para receber informações .
- Obter informações de um certo dispositivo pode ser uma atividade proibida aos usuários.
- Os comandos devem ser executados em uma sequência e temporização específicas.

Laço de Espera

- Ficar em um laço de espera até que o valor lido em um registrador de estado indique que o controlador está pronto;
- Realizar então a operação de escrita ou leitura dos dados.
- No exemplo a seguir, temos a seguinte situação:
 - O primeiro, com 1 bit apenas, reflete continuamente a situação do botão ('1' = apertado; '0' = solto); e
 - O segundo registrador representa em cada bit a situação de cada uma das lâmpadas ('1' = acesa; '0' = apagada), de acordo com a sua posição no painel: o bit mais à direita para a lâmpada mais à direita, etc.



Laço de Espera



- Ficamos um tempo enorme fazendo `IN(BOTAO)`, testando, testando, testando sem parar, e ocupando o processador nisso;
- Depois ficamos mais um tempo esperando o botão ser liberado, num laço sem nada fazer, e ocupando o processador com isso!

Exceções

- As exceções do processador ocorrem quando o fluxo normal de execução de um programa é alterado, para que o processador trate de eventos gerados por fontes internas e externas.
- O processador muda o seu modo de execução de **normal** (ou usuário) para o modo **privilegiado** (ou kernel, já que no modo normal o programa em execução não tem acesso ao código do kernel nem aos endereços de E/S).
- O contexto do programa em execução, isto é, registradores, apontador de instruções e pilha, entre outros, é salvo na memória e o processador desvia para um rotina do núcleo do sistema operacional, chamada de “Interrupt Handler”.

Exceções

- Interrupção de dispositivos de E/S:
 - Discos, interface de rede, temporizador, etc.;
- Chamadas ao sistema operacional:
 - Instruções de trap;
- Breakpoints:
 - depuração do programa;
- Operações aritméticas:
 - overflow, underflow, divisão por zero, etc.

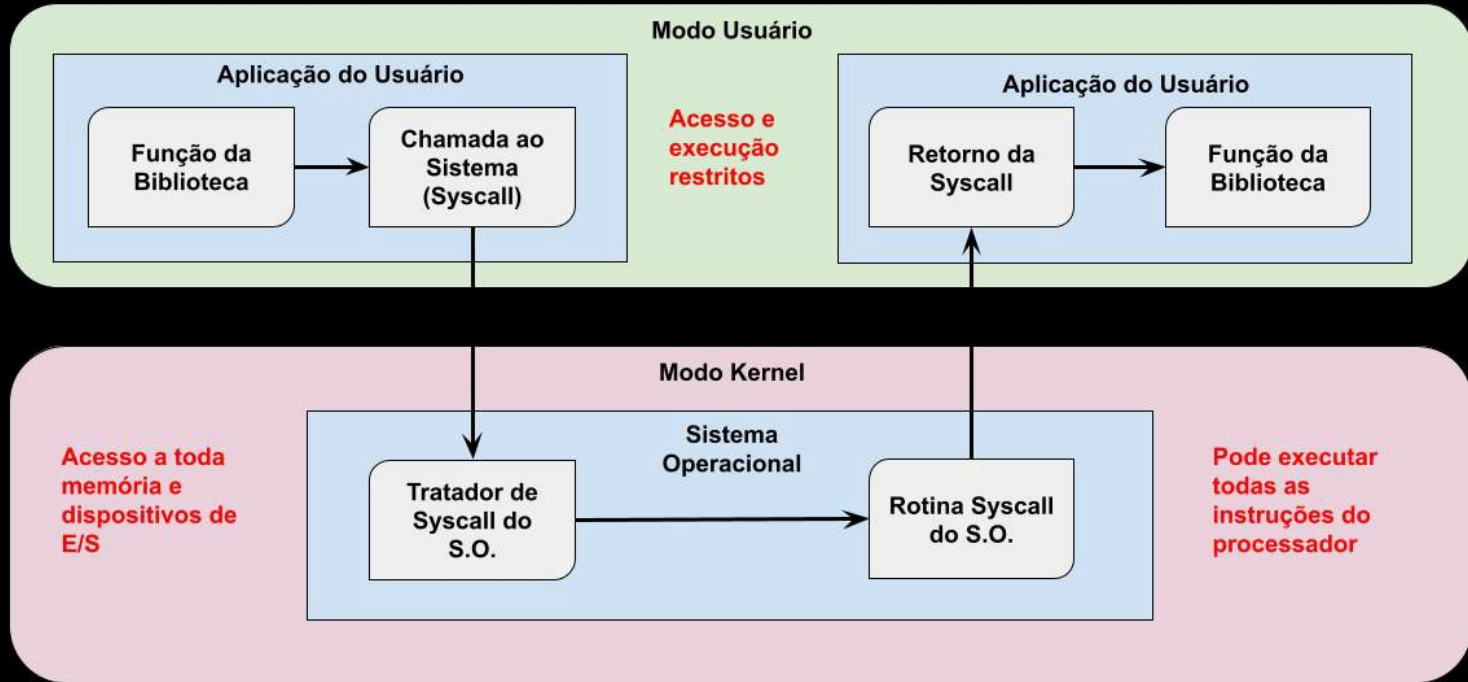
Exceções

- Falha de página
 - Memória virtual
- Erros de endereçamento de memória
 - Memória virtual
- Violação de proteção de memória
 - Memória Virtual
- Reset ou falha de alimentação
 - Queda de força ou ativação do sinal de reset.

Chamada de Sistema

- Quando um programa precisa solicitar algum serviço ao sistema operacional, faz uso da chamada de sistema, executando uma instrução de “trap”:
 - Execução de outros programas (fork, exec, etc.);
 - Operações de E/S (read, write, etc.);
 - Manipulação de arquivos (open, create, remove, etc.);
 - Comunicação entre processos (pipe, socket, signal, etc.);
 - Alocação de recursos (malloc, lock, etc.);
 - Proteção (quota, mprotec, etc.).

Chamada de Sistema



Interrupção

- A chamada de sistema é controlada pelo software, a interrupção é um tipo de exceção que é ativada diretamente pelo hardware.
- A interrupção é uma forma eficiente de comunicação do processador com os controladores e periféricos.
- Nesse tipo de mecanismo os controladores de E/S ativam um sinal físico ou enviam uma mensagem especial, que desvia a execução para uma rotina específica do núcleo do sistema operacional, chamada de Interrupt Handler.

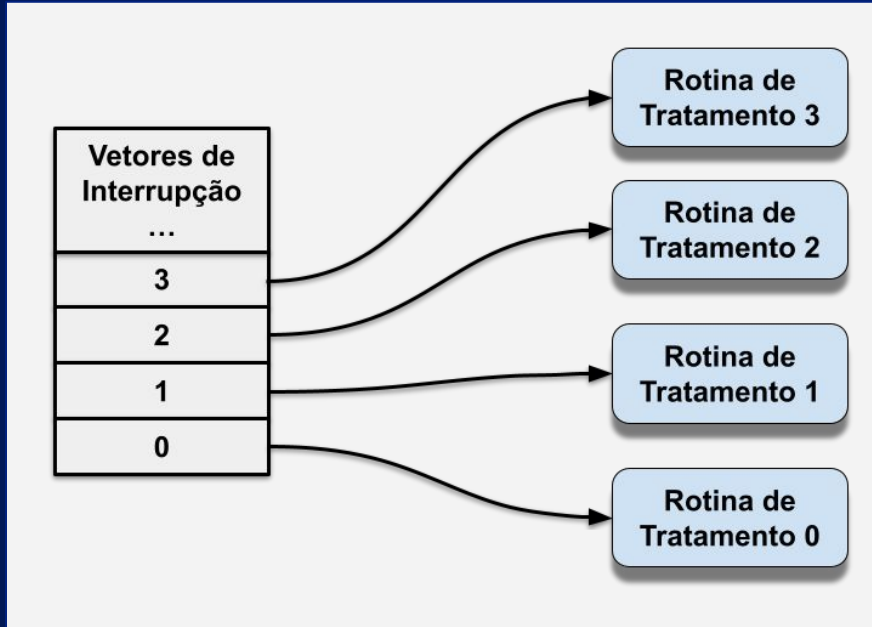
Interrupt Handler

- Uma rotina que é acionada diretamente pelo hardware do processador, que deve estar em um endereço fixo de memória (se não for utilizado o vetor de interrupção).
- O processador desabilita as interrupções, muda o modo de execução para privilegiado e armazena o endereço de retorno do programa em execução na pilha.
- Todos os registradores internos do processador são salvos na memória, para restaurar o estado original do programa em execução.

Interrupt Handler

- Depois que terminar o tratamento da interrupção, todos os registradores do processador que foram salvos são restaurados da memória.
- Finalmente ocorre o retorno, recarregando o apontador de instruções original, também a partir da pilha.
- Este retorno é feito através de uma instrução especial, que habilita o recebimento de novas interrupções e muda o modo de execução do processador novamente de privilegiado para normal.

Vetores de Interrupção

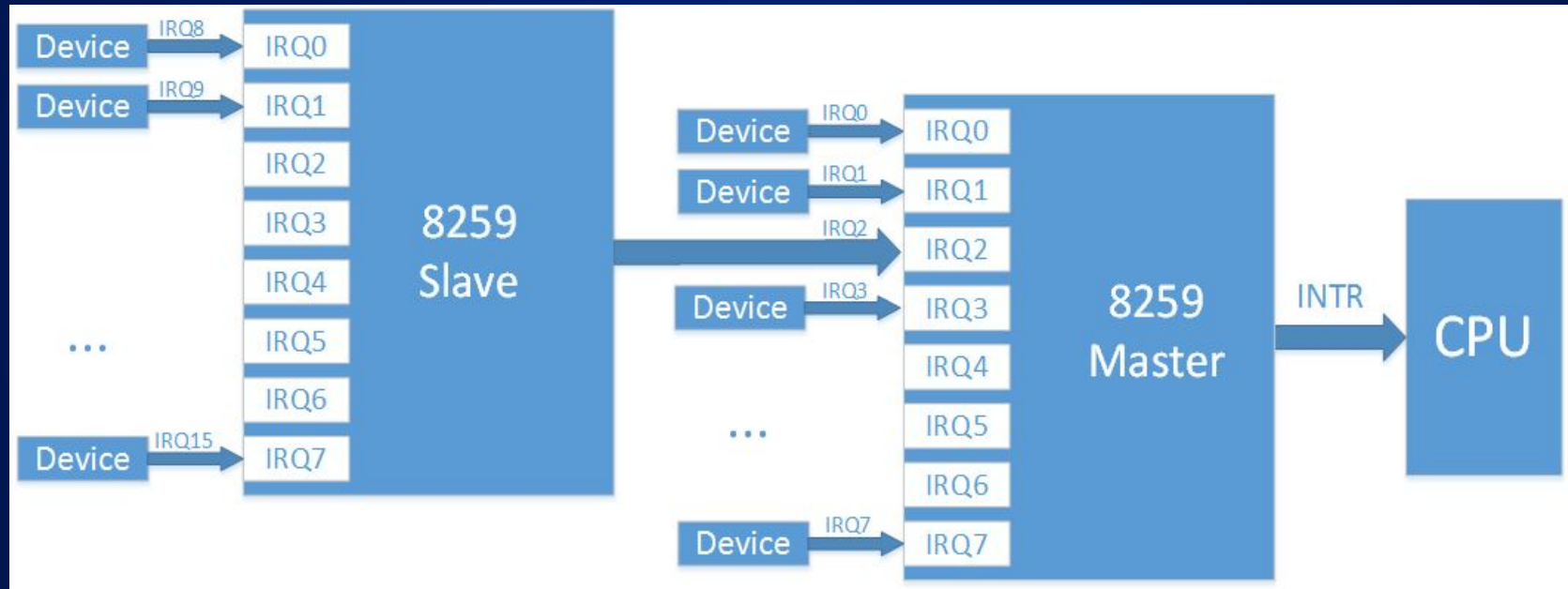


O uso de vetores de interrupção agiliza o atendimento das interrupções desviando para rotinas específicas.

Controlador de Interrupção

- Sinalizar o término do atendimento das interrupções para os dispositivos de E/S;
- Reconhecer interrupções indicadas por nível ou por uma simples transição;
- Combinar diversas fontes de interrupção em uma ou mais linhas de interrupção do processador.
- Mascarar interrupções, inibindo e liberando interrupções que podem ser executadas.
- Dar suporte para o estabelecimento das políticas de tratamento de interrupção, como fixa, rotativa, em cadeia, entre outras.

Controlador de Interrupção



Acesso direto à memória - DMA

- O DMA (Direct Memory Access), permite que determinados dispositivos acessem a memória do sistema para leitura e escrita de dados ao invés do processador.
- Isso permite um maior desempenho para as transferências de grande volume de dados, envolvendo dispositivos como discos rígidos, interfaces de rede e placas gráficas, comuns em sistemas multiusuário e multitarefa nos modernos computadores.
- Isso pode ser implementado de diversas maneiras, como veremos a seguir.

Acesso direto à memória - DMA

- O processador programa o DMA indicando de onde os dados deverão ser transferidos de/para, o endereço de memória para/de onde os dados serão lidos/escritos e, finalmente, a quantidade de bytes a serem transferidos.
- O DMA pede acesso ao barramento, transfere os dados de forma mais rápida possível para a memória, e libera em seguida o barramento.
- O DMA envia um sinal de interrupção para avisar ao processador que terminou de realizar a tarefa que foi solicitada.

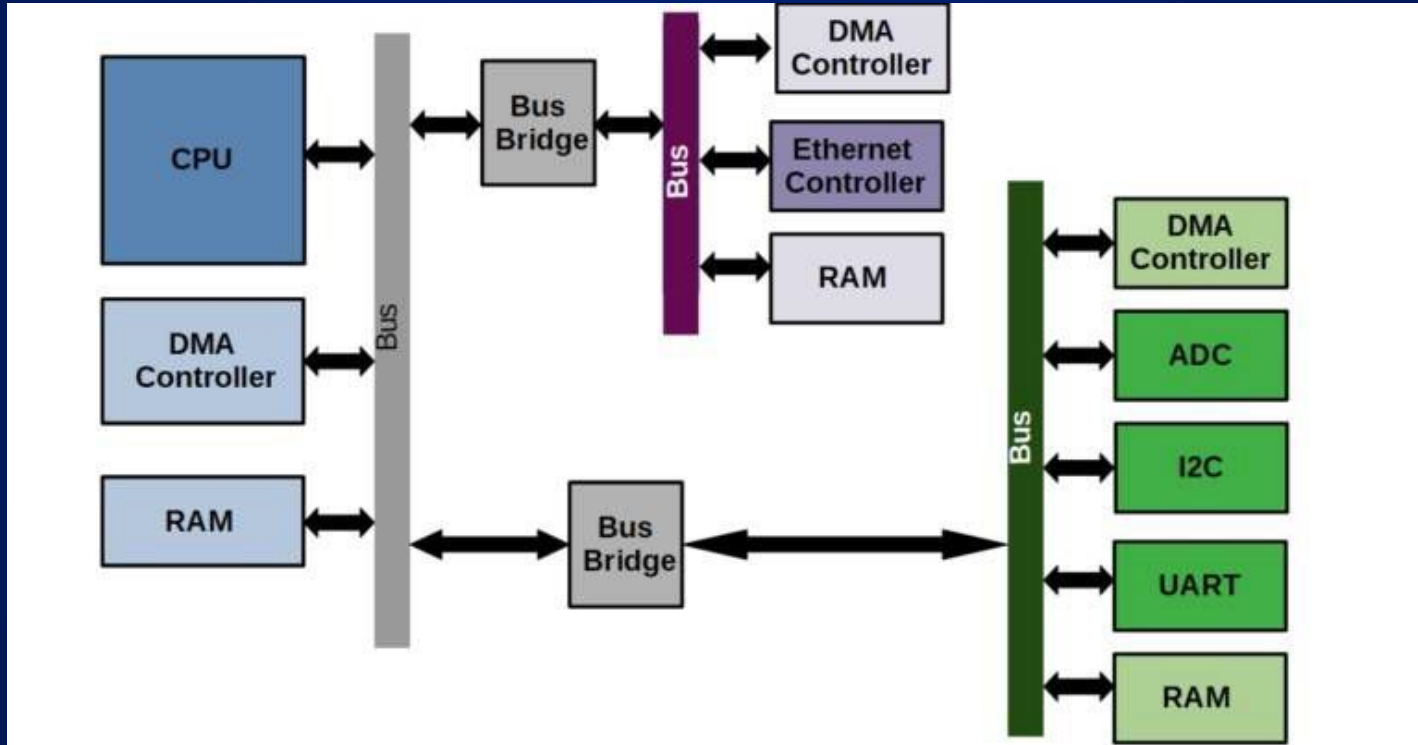
Modos de Transferência - DMA

- **Modo rajada ou em bloco:** Um bloco inteiro de dados é transferido em uma sequência contínua.
- **Modo roubo de ciclo:** O controlador de DMA obtém acesso ao barramento do sistema, mas libera o seu controle após realizar uma única transferência, permitindo ao processador fazer uso do mesmo, caso necessário.
- **Modo transparente:** O controlador de DMA transfere apenas dados quando o processador está realizando operações que não usam o barramento do sistema.

Tipos de DMA

- **Third-Party DMA:** Utiliza um controlador de DMA do sistema, com diferentes canais de DMA, capazes de realizar transferências para mais de um dispositivo de E/S simultaneamente.
- **First-party DMA:** O próprio dispositivo de E/S pode realizar as operações DMA com uso do barramento do sistema, mas necessita fazer isso através do uso de um canal do controlador de DMA do sistema.
- **Bus-Master DMA:** O dispositivo de E/S pode realizar a transferência direto de/para a memória principal através de um controlador de DMA próprio, sem envolvimento do processador ou de um controlador de DMA de sistema.

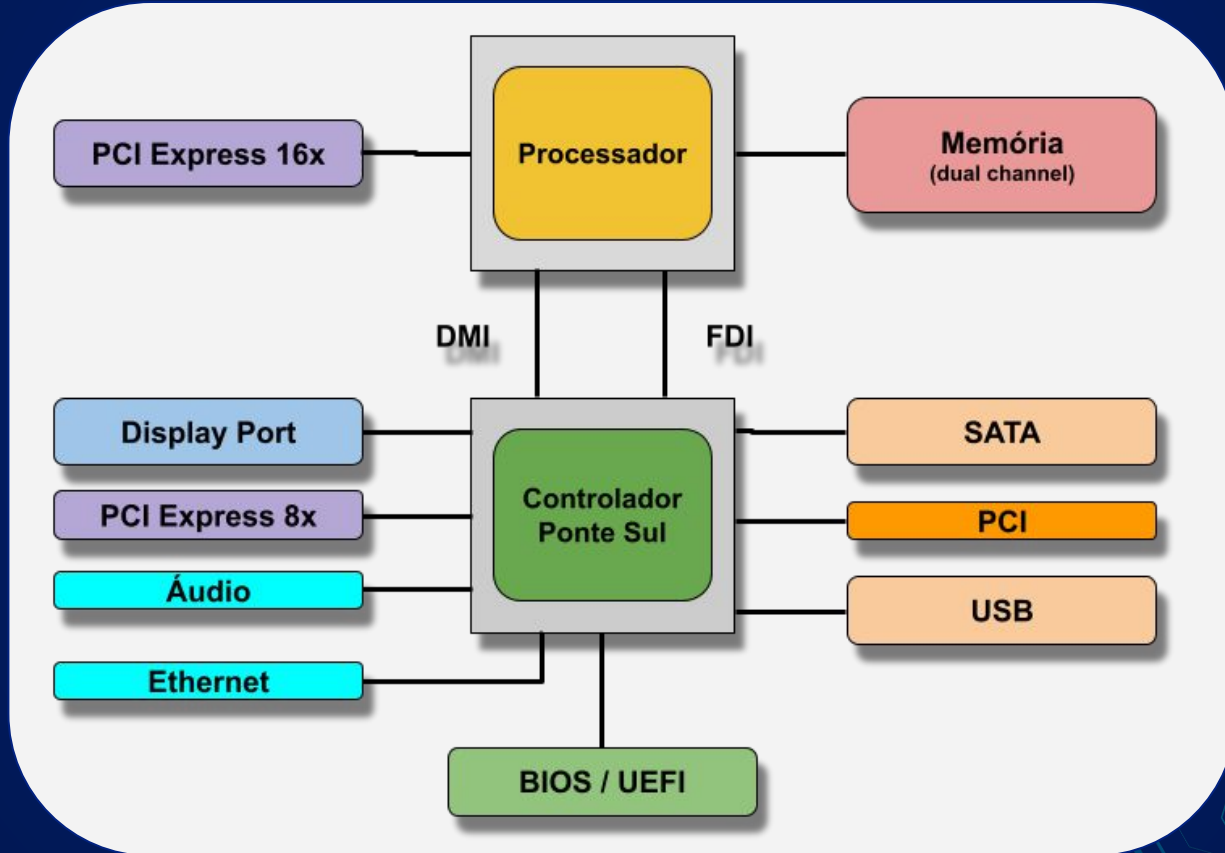
Bus Master DMA



Chipset

- Eventualmente o modelo de barramento de sistema evoluiu, sendo este barramento de comunicação com a memória e os dispositivos de E/S substituído por um conjunto de controladores integrados na mesma placa do processador, chamados comumente de chipset.
- Eventualmente só restaram dois componentes neste conjunto, chamados comumente de Ponte Norte e Ponte Sul. Eventualmente as funções da Ponte Norte, de acesso à memória e ao controlador de vídeo, foram integradas ao processador, só restando atualmente a Ponte Sul.

Chipset



Ponte Sul

- Interfaces PCI Express de baixa velocidade (PCIe), geralmente para Ethernet e NVMe.
- Barramento SPI para acesso à memória Flash com a BIOS/UEFI do computador.
- Memória de sistema CMOS (memória de configuração da BIOS), auxiliado pela alimentação suplementar da bateria, que cria uma área de armazenamento não volátil limitada para os dados de configuração do computador.
- Controlador de DMA 8237, em uma configuração dual com 7 canais para os dispositivos de E/S legados.

Ponte Sul

- Controlador de interrupção programável.
- Interface para discos rígidos ou SSD no padrão SATA ou M.2.
- Interface USB;
- Interface para relógio de tempo real;
- Temporizadores programáveis;
- Interfaces de áudio.



Ponte Sul

5.2 Transmissão da informação



Transmissão da Informação

- A informação para ser transmitida entre os componentes do computador e, principalmente, entre os barramentos que conectam o computador aos seus periféricos, pode ser enviada das seguintes formas básicas:
 - Paralelo ou serial.
 - Síncrona ou assíncrona.

Transmissão em Paralelo

- A transmissão de cada um dos bits que compõem a unidade de informação (um, dois ou quatro bytes, por exemplo) é feita simultaneamente entre um dispositivo e o controlador.
- Precisamos de vários fios em paralelo (por exemplo, 8, 16 ou 32 fios) para transportar cada bit da unidade de informação.
- Deve existir algum protocolo adicional, com uso de sinais de controle, que indica se os dados já foram colocados nos fios, que podem então ser lidos pelo controlador/memória.

Taxa de Transmissão

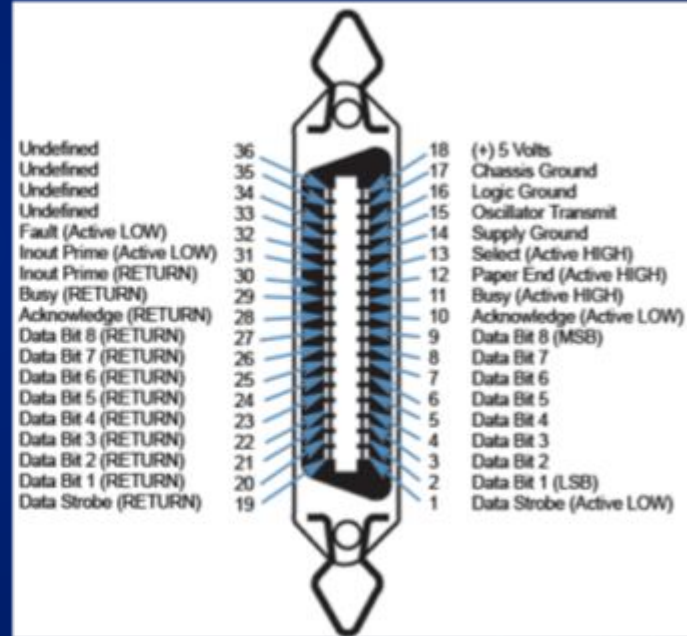
- Quanto maior for a taxa de transmissão, maior será o desempenho (throughput) de um barramento.
- No caso de um barramento paralelo síncrono com 32 bits de largura e frequência de 66 MHz, a taxa máxima teórica de transmissão é dada pela seguinte equação.
-

$$Taxa = (32/8) \times 66 = 4 \times 66 = 264 \text{ Mbytes/s.} \quad (5.1)$$

Transmissão Síncrona ou Assíncrona

- A transmissão assíncrona envolve a troca de uma série de sinais de controle que, através de um protocolo pré-estabelecido, determinam quando a informação está disponível para ser lida ou escrita. O tempos envolvidos neste protocolo podem variar conforme a velocidade de transmissão do periférico.
- A transmissão é síncrona utiliza um sinal de relógio que sincroniza a transferência de dados, indicando que os dados podem ser lidos ou escritos depois de um certo número de ciclos de relógio. O número de sinais de controle é bem menor e o protocolo bem mais simplificado.

Transmissão em Paralelo



Transmissão Serial

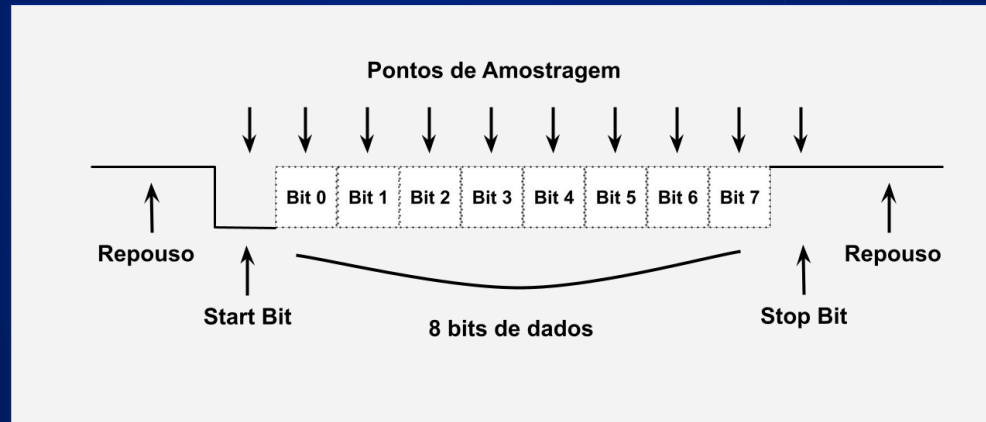
- Os diversos bits que compõem a informação a transmitir serão enviados por um único fio, sequencialmente, um a um.
- A forma usual de transmissão é transmitir um bit, esperar um tempo fixo, depois enviar outro bit, e assim por diante.
- Na transmissão serial é usual utilizarmos um tempo fixo para de transmissão de cada bit, o que implica em uma taxa de transmissão (bit rate ou baud rate) fixa.

Transmissão Serial

- Os diversos bits que compõem a informação a transmitir serão enviados por um único fio, sequencialmente, um a um.
- A forma usual de transmissão é transmitir um bit, esperar um tempo fixo, depois enviar outro bit, e assim por diante.
- Na transmissão serial é usual utilizarmos um tempo fixo para de transmissão de cada bit, o que implica em uma taxa de transmissão (bit rate ou baud rate) fixa.

Transmissão Serial Assíncrona

O circuito de identificação dos bits geralmente usa apenas o ponto central para identificar o valor do bit, chamado de ponto de amostragem (sampling point).



Transmissão Serial Síncrona

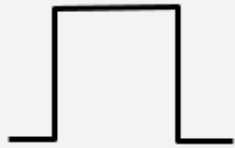
- Sincronização perfeita entre transmissor e receptor, para garantir o momento exato da transmissão dos dados.
- Alguma forma de indicar quando a transmissão termina, como saber previamente o número de caracteres transmitidos, ou usar uma configuração de bits especial ao fim da mensagem.
- O fator em comum é a utilização de um sinal de relógio, que é enviado em paralelo com os dados, normalmente em um fio adicional.

Taxa de Transmissão

- No barramento serial síncrono a taxa de transmissão é determinada pelo número de canais (vias) que o barramento possui, sendo geralmente expressa em bits por segundo ou bps, com seus multiplicadores: kbps, Mbps ou Gbps.
- A taxa máxima de transmissão é obtida multiplicando-se a frequência do relógio do barramento pelo número de canais do barramento.

$$Taxa = 8 \times 600 \text{ MHz} = 4800 \text{ Mbps ou } 4,8 \text{ Gbps} \quad (5.2)$$

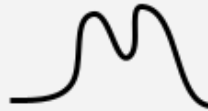
Erros de Transmissão



Transmissão ideal de um bit



Transmissão com erros leves



Sinal muito degradado

Os bits transmitidos, ao passar pelo meio de transmissão, podem ser fisicamente degradados.

Erros de Transmissão

- Paridade

Exemplo			
Caractere	Total de bits em 1	Paridade Par	Paridade Impar
00000000	0	0	1
01000001	2	0	1
01000011	3	1	0
11111111	8	0	1

Erros de Transmissão

- Block Character Check

Exemplo	
01000001	A
01000010	B
01000011	C
01000000	BCC

Erros de Transmissão

- Cyclic Redundancy Check
 - Um código binário de tamanho fixo anexado ao final da mensagem, com um valor de verificação baseado no resto de divisão polinomial do seu conteúdo.
 - Durante a recepção da mensagem o cálculo é feito e comparado com o valor gerado anteriormente.

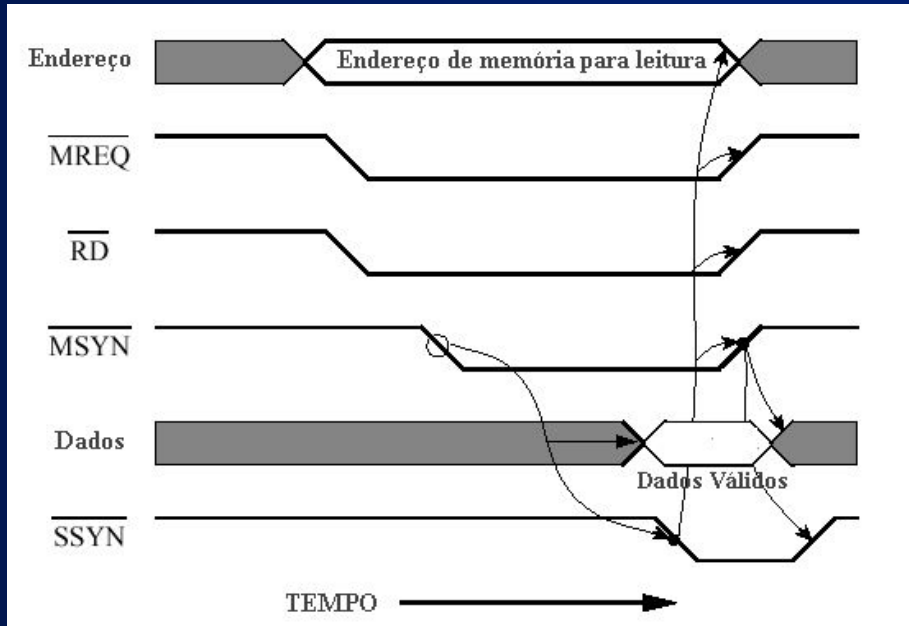
5.3

Barramentos de E/S

Barramentos

- Para cada tipo de dispositivo existe um controlador e um barramento mais adequado para sua conexão ao computador. O tipo de barramento é escolhido considerando-se fatores como:
 - A taxa necessária para a transmissão dos dados;
 - Se o barramento será compartilhado por mais de um dispositivo ou não;
 - Se há necessidade do uso de linhas de interrupção;
 - A distância máxima entre o controlador e o dispositivo de E/S;

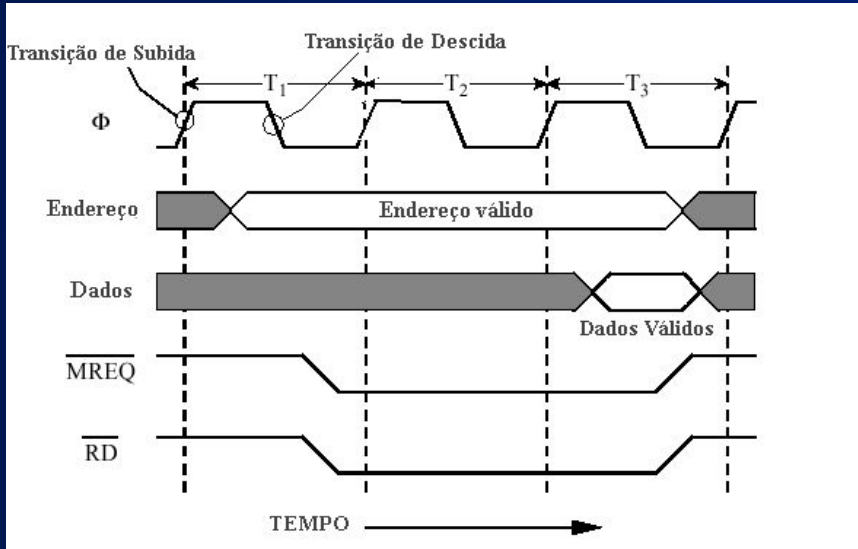
Barramentos Assíncronos



Os barramentos assíncronos não possuem sinal de relógio.

Os dados são transmitidos mediante um protocolo implementado por sinais de controle e podem levar tempos diferentes para serem transmitidos.

Barramentos Assíncronos



Os barramentos síncronos são aqueles que possuem um sinal de relógio em suas linhas de controle que determina que os dados sejam transmitidos em intervalos de tempo definidos.

Classificação dos Barramentos

- Paralelos ou Seriais
- Multiplexados ou não
 - Linhas de endereço e dados
- Arbitragem Centralizada ou Distribuída
 - Quando mais de um dispositivo pode acessar
- Comprimento Máximo
 - Depende da tecnologia empregada

Evolução dos Barramentos

- Um problema comum com os barramentos paralelos é o problema da interferência entre as linhas de dados, chamado de cross talk ou diafonia.
- Outro problema na comunicação paralela ocorre nas transferências de dados de alta frequência, por conta do skew ou defasagem entre os sinais.
- Os cabos e conectores paralelos também são mais caros para fabricar e ocupam mais espaço do que sua contraparte serial.

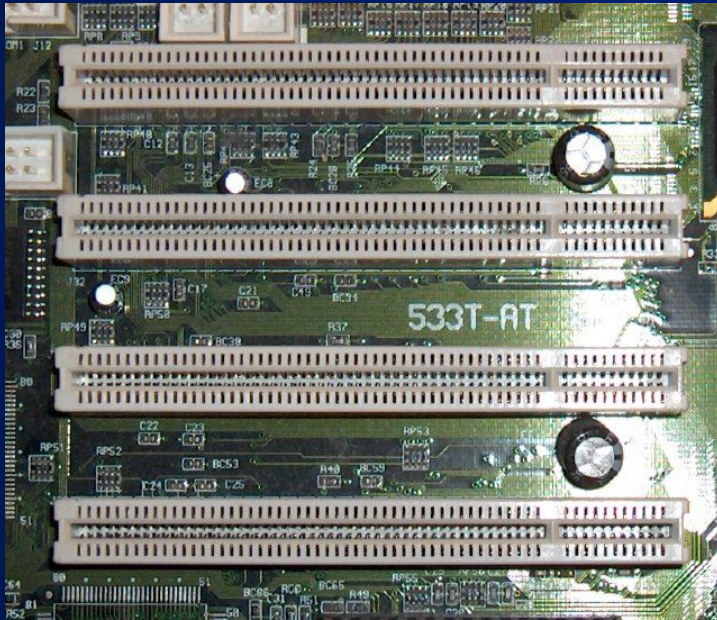
Evolução dos Barramentos

- Os conectores seriais são conhecidos por sua facilidade de uso e pequenas dimensões físicas.
- O protocolo serial também é muito mais confiável na transmissão de dados de alta frequência e em aplicações de longa distância.
- Uma evolução presente tanto nos barramentos seriais como nos barramentos paralelos mais modernos é o uso de transmissão **diferencial** para o envio de dados.
- A grande maioria dos barramentos modernos, sejam eles seriais ou paralelos, utilizam a transmissão síncrona no lugar da transmissão assíncrona dos dados.

Barramentos Legados

- ISA (Industry Standard Architecture): utilizado nos computadores do tipo IBM/PC (1981).
- IDE/PATA (Integrated Drive Electronics / Parallel ATA): utilizado para a ligação de discos rígidos dentro dos gabinetes dos computadores.
- AGP (Accelerated Graphics Port): desenvolvido exclusivamente para interface com placas de vídeo.
- SCSI (Small Computer System Interface): usado para transferência de dados para periféricos nos microcomputadores.

Barramentos Legados



PCI (Peripheral Component Interconnect): barramento paralelo, síncrono, com frequências de relógio de 33 e 66 MHz, com barramento multiplexado para dados e endereços.

USB: Universal Serial Bus

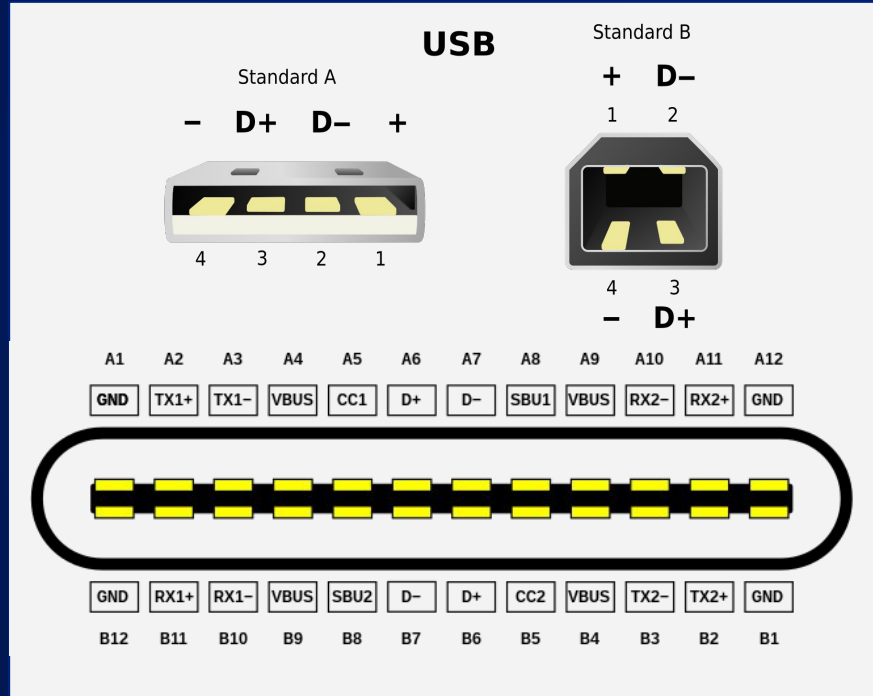
- O USB, ou Universal Serial Bus, foi um protocolo criado para ser a interface única pela qual poderiam ser transferidos dados, imagem, som ou mesmo energia.

Padrão	Nome Comercial	Velocidade
USB-1.0	Low-speed	1,5 Mbps
USB-1.1	Full-speed	12 Mbps
USB-2.0	Hi-speed	480 Mbps
USB-3.0	Superspeed	5 Gbps
USB-3.1	Superspeed	10 Gbps
USB 3.2	SuperSpeed	20 Gbps
USB 4.0	USB4	40 Gbps

USB: Universal Serial Bus

- É um barramento serial síncrono, onde o relógio é transmitido, codificado junto com os dados diferenciais.
- O USB é baseado na chamada “topologia estrela em camadas” na qual há um único controlador host e até 127 dispositivos “escravos”.
- O comprimento de qualquer cabo é limitado a 5 metros e total, incluindo repetidores, a 30 metros.
- As primeiras versões do USB utilizavam um cabo blindado contendo 4 fios.
- Isso foi alterado a partir da versão 3.2 com a adoção do conector conhecido como USB-C.

Conectores USB



Os conectores mais antigos do USB, com apenas 4 fios, acima e o novo conector do padrão USB-C, que pode ser inserido em qualquer posição.

USB: Universal Serial Bus

- Existem quatro tipos básicos de transações de dados que podem ser feitas no USB:
 - Controle: usado pelo host para enviar comandos ou parâmetros de consulta.
 - Interrupção: usado por dispositivos que enviam pequenas quantidades de dados, por exemplo, mouses ou teclados.
 - Bulk: usada por dispositivos como impressoras com quantidades muito maiores de dados.
 - Isócrona: usada para transmitir dados em tempo real e é usada para aplicativos como canais de áudio ao vivo, etc.

PCIe - PCI Express

- A arquitetura PCI Express é um padrão industrial de interconexão serial de E/S de uso geral e alto desempenho projetada para uso em diversos tipos de plataformas:
 - Uma interface de baixo número de pinos, permitindo fatores de forma reduzidos.
 - Largura de banda escalável de 16 GB/s escalável.
 - Suporte para várias larguras com 1, 2, 4, 8, 12, 16 ou 32 vias.
 - Recursos de gerenciamento de energia, qualidade de serviço e outras funções nativas não disponíveis em outras arquiteturas de E/S.

PCIe - PCI Express

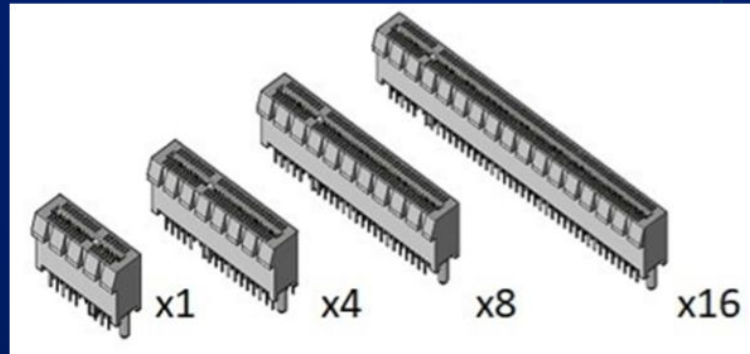
- O PCI Express é baseado em uma topologia ponto a ponto, onde links seriais individuais conectam cada dispositivo ao hospedeiro.
- Esses links são compostos por diversas pistas (lanes), cada uma com 4 fios, ou dois pares com sinalização diferencial com a codificação NRZ (non-return-to-zero), sendo um par para recepção e outro para transmissão de dados.
- O sinal de relógio está embutido nos dados transmitidos.

PCIe - PCI Express

- Cada pista permite um fluxo de informação full-duplex, transportando pacotes de informação em ambas as direções entre os pontos terminais de um link.
- Os links físicos do PCI Express podem ter 1, 4, 8 ou 16 pistas, sendo que o total de pistas é registrado com um prefixo 'x', x16 sendo o maior tamanho de uso comum.
- A ampla maioria das placas de vídeo é baseada no PCI Express x16.

PCI Express

- PCIe x1: 250 MB/s
- PCIe x4: 1.000 MB/s (ou 1 GB/s)
- PCIe x8: 2.000 MB/s (ou 2 GB/s)
- PCIe x16: 4.000 MB/s (ou 4 GB/s)



Versões do Padrão PCI Express

Evolução do Padrão	
PCIe 1.0	8 GB/s
PCIe 2.0	16 GB/s
PCIe 3.0	32 GB/s
PCIe 4.0	64 GB/s
PCIe 5.0	128 GB/s
PCIe 6.0	256 GB/s (previsto)

DDR2 e DDR3



SATA: Serial ATA

- O SATA faz transmissão serial, conseguindo frequências maiores e transmitindo os dados de forma mais rápida em seu barramento.
- SATA Revision 1.x: ou SATA 1,5 Gbps, Sata I ou SATA 150, com até 150 MB/s;
- SATA Revision 2.x: ou SATA 3 Gbps, SATA II ou SATA 300, com até 300 MB/s;
- SATA Revision 3.x: ou SATA 6 Gbps, SATA III ou SATA 600, com até 600 MB/s.

SATA: Serial ATA



Cabos SATA

- O cabo SATA convencional possui um comprimento máximo de 1 metro, com conectores formados por sete vias (pinos), a codificação utilizada é 8b/10b.
- mSATA: É um padrão de conexão desenvolvido para SSDs, para dispositivos móveis, principalmente.
- eSATA: Permite a conexão de dispositivos externos a uma interface SATA do computador, mas apenas dispositivos com uma fonte de alimentação externa conseguem utilizá-lo.

Barramentos de Vídeo

- VGA: O padrão original dos sinais coloridos, também chamado de VGA, com apenas 16 cores, foi melhorado em 1989 de 320x200 para 800x600 (XGA) e posteriormente para 1024x768 (Super XGA), 1280x1024 (SXGA) e 2048x1536 (QXGA).
- DVI: Trabalha diretamente com sinais digitais, mantendo a qualidade da imagem. O Single Link suporta resoluções de até 1920x1080 pixels e Dual Link resoluções de até 2060x1600 pixels.



Conectores VGA e DVI



Barramentos de Vídeo

- HDMI: Suportando canais de áudio e vídeo, com resoluções de vídeo de 8K com taxa de 60 FPS e 4K, com taxa de 120 FPS.
- Display Port: Até 32 canais de áudio com frequência de 1536 kHz, suporta o HDR dinâmico e resolução máxima de 8K com taxa de 60 Hz.

Conectores HDMI e Display Port



5.4 **Redes de Comunicação**



Classificação

- As redes locais e de longa distância se utilizam de diversos meios para a transmissão da informação, entre os quais destacamos:
 - fios metálicos (chamado também de transmissão com fio)
 - fibra óptica ou ondas eletromagnéticas (chamado também de transmissão sem fio).

Comunicação com Fio

- A comunicação com fio é a transmissão de dados por meio de uma tecnologia de comunicação baseada em fio metálicos, como cobre e/ou alumínio.
- As redes de telefonia fixa, por exemplo, se utilizam da comunicação por fio e a maioria das redes locais usa cabos de pares trançados do padrão Ethernet para transferir dados entre os diversos computadores conectados.

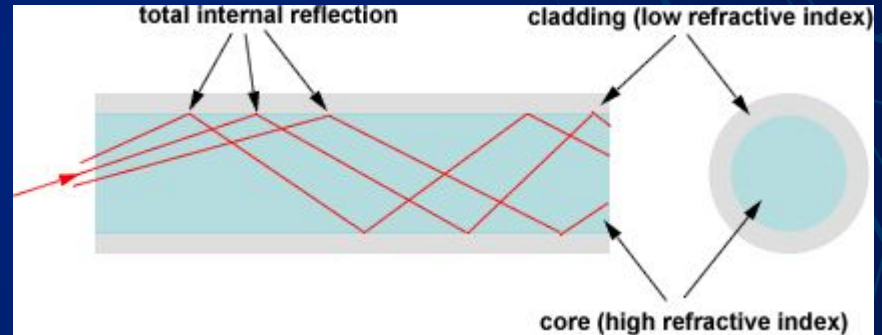
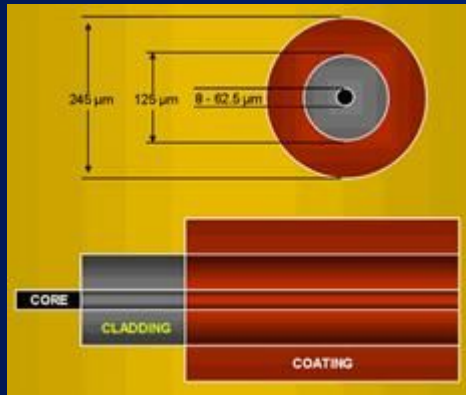
Comunicação sem Fio

- As distâncias alcançadas podem ser curtas, como alguns metros para o padrão Bluetooth ou até mesmo centenas quilômetros para as comunicações via satélite.
- Abrange vários tipos de aplicações fixas, móveis e portáteis, incluindo rádios bidirecionais, telefones celulares, televisão digital e redes sem fio.
- Em termos de redes de computadores sem fio, as tecnologias mais utilizadas são o Bluetooth e o Wi-Fi.

Comunicação por Fibra Óptica

- A comunicação por fibra óptica é um método de transmissão de informações de um lugar para outro enviando pulsos de luz infravermelha através de uma fibra óptica.
- A luz é uma forma de onda portadora que é modulada para transportar informações.
- A fibra é preferível ao cabeamento elétrico quando é necessária alta largura de banda, longa distância ou imunidade à interferência eletromagnética.

Cabeamento de Fibra Óptica



Comunicação por Fibra Óptica

- Para os tipos de fibra de vidro óptico mais comuns, que incluem fibras **monomodo** de 1550 nm e fibras **multimodo** de 850 nm ou 1300 nm, o diâmetro do núcleo varia de 8 a 62,5 μm .
- O diâmetro da casca mais comum é de 125 μm .
- O material de revestimento externo geralmente é plástico macio ou duro, como acrílico, nylon e com diâmetro variando de 250 μm a 900 μm .
- O revestimento externo fornece proteção mecânica e flexibilidade de flexão para a fibra.

Comunicação por Fibra Óptica

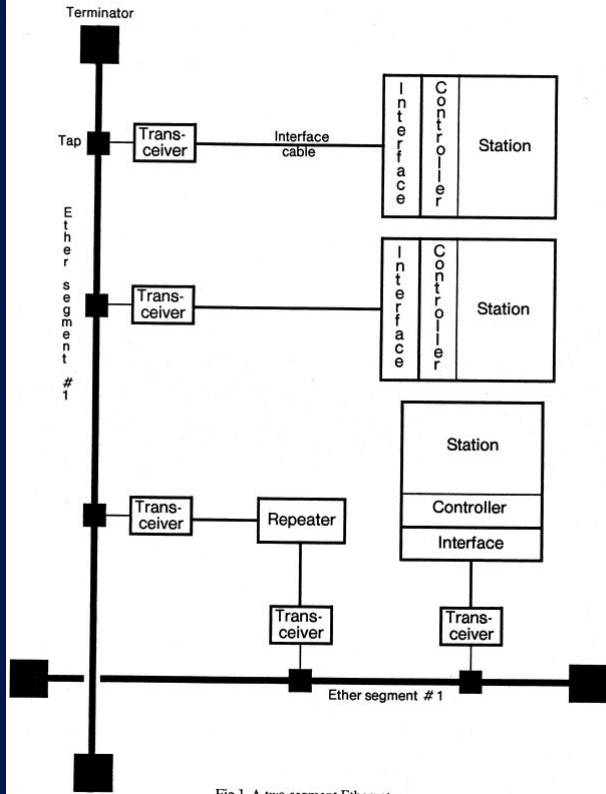
- Fiber Distributed Data Interface (FDDI): até 100 Mbps para transmissão de dados em rede local por até 200 quilômetros.
- Ethernet (IEEE 802.3): A fibra óptica pode ser utilizada como meio de transmissão em todas as versões do protocolo Ethernet, com utilização tanto de fibras ópticas em modo único (SMF) como multimodo (MMF). Desde 10 Mbps até 200 Gbps e distâncias desde centenas de metros até dezenas de quilômetros.
- Fibre Channel (FC): usado principalmente para conectar o armazenamento de dados do computador a servidores em redes de área de armazenamento (SAN) em centros de dados comerciais.

Comunicação por Fibra Óptica

- Synchronous Optical Network (SONET) e Synchronous Digital Hierarchy (SDH): SONET e SDH, foram protocolos originalmente projetados para transportar comunicações de voz
- Asynchronous Transfer Mode (ATM): ATM é um protocolo central usado no backbone SONET/SDH da rede telefônica pública comutada (PSTN) e na Rede Digital de Serviços Integrados (ISDN), mas foi amplamente substituído em favor de redes de próxima geração baseadas no Protocolo Internet (IP).

Ethernet

- Embora já fosse utilizado comercialmente, o padrão Ethernet foi oficializado em 1983.
- A Ethernet foi originalmente desenvolvida como um projeto de interligação de um prédio da Xerox Palo Alto Research Center em 1973.
- Cabos coaxiais foram presos ao teto dos corredores de laboratórios, e os computadores destes conectados aos cabos usando alguns dispositivos especiais (transceivers).
- Os cabos, por sua vez, eram conectados entre si usando repetidores (regeneradores de sinal) também conectados aos transceivers.



Ethernet

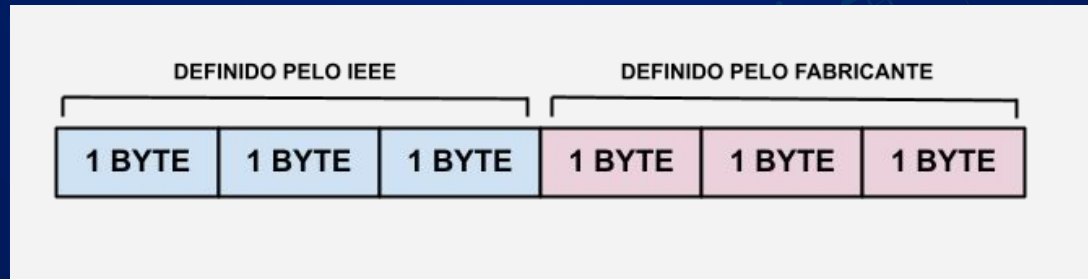


Camadas do Protocolo Ethernet

- Conexão física: Define a topologia da rede, os tipos de fios ou cabos utilizados, os conectores, as interfaces de comunicação, tensões, formas de codificação e decodificação dos sinais e taxas de transmissão de dados.
- Enlace (ou link) de dados: Define os blocos de informação transmitida e recebida (chamados de quadros), detectando e corrigindo erros que acontecem na conexão física. Cada quadro contém o endereço de origem (48 bits) e de destino (48 bits), e dados extras para verificação de erros.

Endereço MAC

- Os endereços MAC com 48 bits são atribuídos pelo fabricante das placas de interface de rede, sendo cada um deles armazenado dentro do hardware}, quase sempre em uma memória apenas de leitura.



CSMA/CD

- CS (Carrier Sense): deve existir a capacidade de identificar verificar se o cabo está livre para transmitir, ou seja, se está ocorrendo alguma transmissão de dados na Ethernet.
- MA (Multiple Access): existe a pressuposição que múltiplos transmissores devem concorrer pela utilização da mídia, sem prioridade. Desta forma, está prevista a ocorrência de colisão.
- CD (Collision Detection): deve existir um mecanismo que é responsável por identificar as colisões na rede.

Padrões Ethernet em Cabo Coaxial

- 100Base-T4: Topologia estrela, com velocidade de 100 Mbps usando cabeamento UTP (par trançado sem blindagem) indo da categoria 3 até a 5e, usando 4 fios.
- 100Base-Tx: Topologia em estrela usando UTP ou STP (par trançado blindado) com velocidade de 100 Mbps ou switches Ethernet.
- 1000BaseT: Usa quatro pares de fios, com cabos até cat 5, 5e ou 6, em uma distância máxima de 100 metros com velocidade de até 1 Gbps.

Padrões Ethernet em Par Trançado

- 100Base-T4: Topologia estrela, com velocidade de 100 Mbps usando cabeamento UTP (par trançado sem blindagem) indo da categoria 3 até a 5e, usando 4 fios.
- 100Base-Tx: Topologia em estrela usando UTP ou STP (par trançado blindado) com velocidade de 100 Mbps ou switches Ethernet.
- 1000BaseCX: Usa cabeamento coaxial balanceado de 150 ohms ou cabeamento de par trançado blindado (STP) em uma distância máxima de 25 metros.
- 1000BaseT: Usa quatro pares de fios, com cabos até cat 5, 5e ou 6, em uma distância máxima de 100 metros com velocidade de até 1 Gbps.

Padrões Ethernet em Fibra Óptica

- 100Base-Fx: conectadas em uma topologia em estrela usando cabeamento de fibra óptica com velocidade de 100 Mbps e até 2 quilômetros usando fibra óptica multimodo e 10 quilômetros fibra óptica monomodo.
- 1000BaseLX: Usa cabeamento de fibra óptica monomodo. Usada principalmente para cabos de até 5 quilômetros.
- 1000BaseSX: Usa cabeamento de fibra óptica multimodo. Esta versão é usada principalmente para cabos curtos de até 300 metros (sobre fibra de 50 microns) e até 550 metros (sobre fibra de 62,5 microns).

Wi-Fi

- Existem diferentes versões de Wi-Fi que são especificadas por vários padrões do protocolo IEEE 802.11, utilizando geralmente as bandas de rádio UHF de 2,4 GHz e SHF de 5 GHz.

- 802.11b: Wi-Fi 1 (não oficial)
- 802.11a: Wi-Fi 2 (não oficial)
- 802.11g: Wi-Fi 3 (não oficial)
- 802.11n: Wi-Fi 4
- 802.11ac: Wi-Fi 5
- 802.11ax: Wi-Fi 6 e Wi-Fi 6E

Wi-Fi

- IEEE 802.11b: A primeira versão do Wi-Fi foi lançada em 1997, com uma taxa de transmissão de 1 a 2 Mbps. Em 1998 recebeu a identificação 802.11b, com diversas velocidades de transmissão: 1 Mbps, 2 Mbps, 5,5 Mbps e 11 Mbps
- IEEE 802.11a: Taxas de transmissão de dados, entre 6 Mbps e 54 Mbps, frequência de operação de 5 GHz, canais de 20 MHz e padrão de modulação OFDM.

Wi-Fi

- IEEE 802.11g: Operando em 2,4 GHz com modulação OFDM. O padrão também permite modulações 64-QAM, 16-QAM, QPSK e BPSK. Possui taxas de transmissão de 6 a 54 Mbps.
- IEEE 802.11n: Modulação MIMO-OFDM. As taxas de transmissão alcançadas entre 6,5 e 288,9 Mbps, com canais de 20 MHz, e entre 13,5 e 600 Mbps, com canais de 40 MHz.
- IEEE 802.11ac: Taxas de até 433 Mbps em 5 GHz, com canais de 80 MHz ou, opcionalmente, 160 MHz. Utiliza modulação MU-MIMO (Multi-User MIMO).

Wi-Fi

- IEEE 802.11ac: Taxas de até 433 Mbps em 5 GHz, com canais de 80 MHz ou, opcionalmente, 160 MHz. Utiliza modulação MU-MIMO (Multi-User MIMO).
- IEEE 802.11ax: Wi-Fi 6, quando opera nas faixas de 2,4 GHz e 5 GHz, ou Wi-Fi 6E na faixa de frequência de 6 GHz, ambas com modulação OFDMA. O Wi-Fi 6E, suporta até sessenta canais de 20 MHz de largura, vinte e oito canais de 40 MHz de largura, quatorze canais de 80 MHz de largura, ou sete canais de 160 MHz.

Segurança Wi-Fi

Tabela Comparativa

Protocolo	WEP	WPA	WPA2	WPA3
Ano de Introdução	1999	2003	2004	2018
Protocolo de Encriptação	chave-fixa	TKIP	CCMP	GCMP-256
Tamanho da chave	64 bits/128 bits	128 bits	128 bits	192 bits
Tipo de cifra	RC4	TKIP	AES	AES
Integridade dos dados	CRC	Message Integrity Check	CCMP	GCMP-256
Método de Autenticação	chave compartilhada	PSK	PSK + PMK	SAE
Gerenciamento de chave	encriptação simétrica	WPA + WPA-PSK	PSK + PMK	SAE

Bluetooth

- O Bluetooth é um protocolo sem fio de curta distância voltado para a comunicação de computadores e celulares com dispositivos como fones de ouvido, microfones, controladores de jogos, entre outros.
- O Bluetooth é gerenciado pelo Bluetooth Special Interest Group (SIG), que tem mais de 35.000 empresas associadas nas áreas de telecomunicações, computação, redes e eletrônicos de consumo.
- O IEEE padronizou o Bluetooth como IEEE 802.15.1, mas não mantém mais o padrão.

Bluetooth

- A primeira versão do Bluetooth usava um esquema de modulação chamado Gaussian Frequency Shift Keying (GFSK).
- Na versão 2.0 do Bluetooth 2.0, o GFSK foi substituído pelo $\pi/4$ -DQPSK e 8-DPSK, que usavam mudanças na fase das formas de onda para transportar informações, ao invés da modulação de frequência, com velocidades de 2 Mbps e 3 Mbps, respectivamente.

Bluetooth


- O Bluetooth 3.0 melhorou essas velocidades de dados para 24 Mbps, com a adição de suporte para o protocolo IEEE 802.11, embora isso não fosse uma parte obrigatória da especificação 3.0.
- O Bluetooth SIG completou a versão 4.0 em junho de 2010, que inclui os protocolos Classic Bluetooth, Bluetooth de alta velocidade e Bluetooth Low Energy (BLE). O Bluetooth de alta velocidade é baseado em Wi-Fi e o Bluetooth clássico consiste em protocolos Bluetooth legados.

Bluetooth

- O Bluetooth SIG lançou o Bluetooth 5 em 2016, com novos recursos focados principalmente na nova tecnologia da Internet das Coisas.
- Essa versão é uma melhoria dos padrões BLE anteriores, ainda é voltado para aplicativos de baixa potência, mas melhora a taxa de dados e o alcance do BLE.
- Ao contrário da versão 4.0, o Bluetooth 5 oferece quatro taxas de dados diferentes para acomodar uma variedade de faixas de transmissão: 2 Mbps, 1 Mbps, 500 kbps, 125 kbps.

The background is a dark blue gradient with a complex pattern of light blue and teal circuit-like lines and dots. In the top-left corner, there is a vertical white line with two small teal circles. The main text is centered and reads "Obrigado!".

Obrigado !



Arquitetura e Organização de Computadores: Uma Introdução

Mais recursos em:
<https://simulador-simus.github.io>

CREDITS: This presentation template was created by Slidesgo, including icons by Flaticon, and infographics & images by Freepik.

Please keep this slide for attribution.



