

Rede de Computadores

Usaremos a internet como exemplo pois se entendermos ela, entenderemos as outras redes.

Hospedeiros = sistemas finais (ou host)

host: no dia a dia, pensamos em host como servidor. Em RC isso é diferente

enlaces de comunicação (link/ligação)

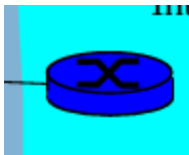
- ligação entre computadores na internet
- pode ser guiado (fio/fibra óptica conectando)
- ou não guiado (por meio de radiação eletromagnética; rádio, satélite)

taxa de transmissão = largura de banda

- transmissão de bits variando a amplitude de onda.
- se mandamos só uma onda é muito lento
- por isso mandamos bits em paralelo mandando várias ondas
- Transformada de fourier: já vem implementado no hardware.
 - Nos celulares já vem com chips disso (por não ser open source há falhas de segurança {nesse chip já vem a transformada de fourier})

Largura de Banda basicamente refere-se à **capacidade máxima de transmissão de dados**

Simbolo do roteador -> conecta múltiplas redes de computador



roteamento: trabalho de gps

repasse: pegar pacote

roteador faz os dois (encaminha pacotes)

Câmera de segurança (maioria é IP): é o utensilio mais conectado à internet, atrás dos smartphones e notebooks.

Internet: "rede de redes"

- Vantagem: mais fácil de expandir.
- Problema: é um inferno para padronizar qualquer coisa (tipo o IPV6)

Professor também mencionou que não usamos o IP de verdade, mas não entendi o que isso significa

Protocolos: controle de envio e recepção de mensagens, por exemplo: TCP, IP, HTTP, Skype, Ethernet.

Os protocolos (tipo IPV4) são padrões da internet.

A **borda da rede** possui:

- sistemas finais
- modelo cliente/servidor (mais comum)
 - Hospedeiro cliente solicita e recebe serviço de servidor sempre ativo.
 - por exemplo, nav/servidor Web; cliente/servidor de e-mail.
- modelo peer-peer
 - Uso mínimo (ou nenhum) de servidores dedicados
 - por exemplo, BitTorrent.

Falando um pouco mais do **modelo cliente/servidor**, nele temos um servidor que está ligado o tempo todo e tem o endereço conhecido. O servidor acaba centralizando muita coisa (Ex.: cálculos em um jogo {tipo um rocket league da vida})

Essa arquitetura cliente/servidor garante mais segurança, pois quanto mais coisa é calculada nele, mais difícil de alguém "zoar" tudo, além de que outra vantagem é a **sincronização**.

A desvantagem é que ele dificilmente consegue atender muitas pessoas, conforme os clientes aumentam e os computadores não, a qualidade cai para todo mundo (problema de escalabilidade)

Já no **peer to peer** não temos um servidor, não tem máquina ligada o tempo todo, uma hora a máquina é cliente e outra hora servidor. As vantagens e desvantagens são o contrário da de servidor.

Também temos **modelos híbridos** (servidor e peer to peer). **Skype** é/era? híbrido, só depois que ele virou cliente/servidor.

Largura de banda compartilhada e dedicada

Compartilhada: Múltiplos usuários dividem a capacidade (ex: Wi-fi, redes móveis)

Dedicado: Link exclusivo (ex: Ethernet em empresas)

Modem Discado

Tecnologia antiga de acesso à internet que utiliza a infraestrutura de telefonia analógica (linhas de cobre/ para estabelecer conexão).

Velocidade máxima: Até 56 Kbps (na prática, geralmente menos devido a ruídos e limitações da linha).

- Não podia navegar e telefonar ao mesmo tempo: não está "sempre ligado"

Componentes de Rede Residencial

Componentes principais:

1. Modem DSL ou a cabo

- Dispositivo que conecta sua casa ao provedor de internet
- Converte o sinal da operadora (DSL via linha telefônica ou cabo coaxial) em sinal digital que seus dispositivos podem usar
- Pode ser separado ou combinado com o roteador

2. Roteador/Firewall/NAT

- **Roteador:** Distribui a conexão de internet para vários dispositivos na rede
- **Firewall:** Protege sua rede contra acessos não autorizados
- **NAT (Network Address Translation):** Permite que vários dispositivos compartilhem um único endereço IP público

3. Ethernet

- Tecnologia de rede cabeada que permite conexões físicas via cabos
- Oferece maior velocidade e estabilidade que conexões sem fio
- Usado para conectar dispositivos próximos ao roteador (como desktops, TVs, consoles)

4. Ponto de acesso sem fio (Wi-Fi)

- Permite que dispositivos se conectem à rede sem fios
- Pode estar integrado ao roteador ou ser um dispositivo separado
- Usa padrões como 802.11ac/ax (Wi-Fi 5/6)

Fluxo típico:

1. O sinal de internet chega da operadora via DSL (linha telefônica) ou cabo coaxial
2. O modem converte este sinal
3. O roteador distribui a conexão
4. Os dispositivos podem se conectar:
 - Via cabos Ethernet (para dispositivos fixos)
 - Via Wi-Fi (para dispositivos móveis como laptops e smartphones)

Rede de acesso sem fio compartilhado: Conecta dispositivos finais (como smartphones, laptops) a um roteador através de uma estação base, também chamada de "ponto de acesso".

Tipos de Redes Sem Fio:

LANs Sem Fio (Redes Locais)

- **Padrão 802.11b/g (WiFi):**
 - Velocidades: 11 Mbps (802.11b) ou 54 Mbps (802.11g)
 - Alcance típico: dezenas de metros
 - Usado em redes domésticas, escritórios e hotspots públicos
 - Opera nas frequências de 2.4 GHz

Acesso Sem Fio de Área Remota

- Fornecido por operadoras de telecomunicações
- **Tecnologias celulares:**
 - EVDO (Evolution-Data Optimized) e HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access)
 - Velocidades: ~1 Mbps (na época do material - 2010)
- **WiMAX** (Futuro promissor na época):
 - Prometia dezenas de Mbps para áreas remotas
 - Padrão 802.16, com alcance de vários quilômetros

Acesso à Internet por Ethernet

Principais Componentes:

- **Switch Ethernet:** Conecta os dispositivos na rede local (10 Mbps a 10 Gbps).
- **Roteador Institucional:** Liga a rede interna à internet (via ADISP).
- **Servidores:** Oferecem serviços com conexões de alta velocidade (1 Gbps+).

Características:

- **Velocidades:** 10 Mbps (antigo), 100 Mbps, 1 Gbps, 10 Gbps.
- **Uso comum:** Empresas, universidades e instituições.
- **Conexão:** Dispositivos ligados ao switch → roteador → internet.

Meios físicos

- **Bit:** Unidade de dados que trafega entre transmissor e receptor
- **Enlace físico:** Caminho físico por onde os sinais são transmitidos

Meios Guiado: Sinais se propagam em meio sólido: cobre, fibra, coaxial.

Meio não guiado: Sinais se propagam livremente, p. e., rádio. A transmissão é por ondas eletromagnéticas pelo ar.

Cabos de par trançado (TP):

- Dois fios de cobre entrelaçados

- **Categoria 3:** Usado em telefonia e Ethernet 10 Mbps
- **Categoria 5:** Suporta até 100 Mbps (Fast Ethernet)

Cabo Coaxial

- **Estrutura:** Dois condutores de cobre concêntricos com isolamento entre eles
- **Características:**
 - Bidirecional (permite tráfego nos dois sentidos)
 - Maior isolamento permite taxas de transmissão mais altas que par trançado
- **Tipos de transmissão:**
 - **Banda base:** Usa todo o cabo para um único canal (ex: Ethernet antiga)
 - **Banda larga:** Divide o cabo em múltiplos canais (ex: HFC - Hybrid Fiber-Coaxial)

Fibra Óptica

- **Estrutura:** Filamento de vidro ultra puro que transmite pulsos de luz
- **Vantagens:**
 - Altíssima velocidade (10-100 Gbps)
 - Baixíssima taxa de erro
 - Imune a interferências eletromagnéticas
 - Permite grandes distâncias entre repetidores
- **Aplicações:**
 - Backbones de rede
 - Conexões ponto-a-ponto de alta velocidade
 - Redes de telecomunicações

Fazendo uma rápida comparação, o cabo coaxial é mais barato, porém com limitações de velocidade e é suscetível a interferências. Já a fibra possui um alto custo inicial, mas oferece performance muito superior e é imune a ruído.

Transmissão por Rádio

Características Gerais

- **Princípio:** Utiliza ondas eletromagnéticas para transporte de sinais
- **Vantagens:**
 - Comunicação bidirecional sem necessidade de cabos
 - Mobilidade dos dispositivos
- **Desafios:**
 - Suscetível a reflexões

- Pode ser obstruído por objetos físicos
- Sofre interferências de outros sinais

Tipos Principais de Enlaces de Rádio

1. Micro-ondas Terrestre

- Velocidade: Até 45 Mbps
- Usado para comunicação ponto-a-ponto em curta/média distância

2. Redes Locais (Wi-Fi)

- Padrões típicos: 11 Mbps (802.11b), 54 Mbps (802.11g)
- Alcance limitado (dezenas a centenas de metros)

3. Redes de Área Ampla (Celular)

- Tecnologias: 3G (~1 Mbps), 4G, 5G (velocidades superiores)
- Cobertura extensa através de múltiplas estações base

4. Comunicação por Satélite

- Velocidade: Kbps a 45 Mbps
- Atraso característico: ~270 ms (geoestacionário)
- Tipos:
 - Geoestacionário (alta altitude)
 - Órbita baixa (menor atraso)

O Núcleo da Rede: Comutação de Dados

Estrutura Básica

- **Malha de roteadores interconectados:** Forma a espinha dorsal (backbone) da Internet
- **Função principal:** Encaminhar dados de origem para destino

Métodos de Transferência de Dados

1. Comutação de Circuitos

- **Princípio:**
 - Estabelece um caminho dedicado antes da comunicação
 - Recursos reservados durante toda a transmissão
- **Exemplo clássico:** Rede telefônica tradicional
- **Características:**
 - Garante qualidade de serviço
 - Ineficiente para transmissão de dados intermitentes

- Pode haver desperdício de capacidade

2. Comutação de Pacotes

- **Princípio:**
 - Dados divididos em pacotes discretos
 - Cada pacote trafega independentemente
 - Roteadores decidem o caminho dinamicamente (armazenamento e encaminhamento)
- **Vantagens:**
 - Maior eficiência no uso da rede
 - Mais robusto a falhas
 - Melhor para tráfego "bursty" (como Internet)
- **Desvantagens:**
 - Pode sofrer com congestionamento
 - Sem garantias estritas de qualidade de serviço

Contexto Atual

- A Internet moderna é baseada predominantemente em comutação de pacotes, ela meio que ganhou a competição, até mesmo telefone fixo utiliza a infraestrutura da internet.
- Tecnologias como MPLS tentam combinar vantagens de ambos os métodos
- A evolução para 5G e redes de nova geração continua este debate fundamental

Núcleo da rede: comutação de circuitos

Princípio Fundamental

- **Alocação dedicada de recursos:** Caminho completo reservado desde a origem até o destino durante toda a comunicação
- **Analogia:** Como uma chamada telefônica tradicional que ocupa uma linha exclusiva

Características-Chave

1. Pré-alocação de Recursos

- Largura de banda garantida em cada enlace
- Capacidade de comutação reservada
- Recursos não são compartilhados com outras comunicações

2. Desempenho Garantido

- Latência controlada
- Taxa de transferência constante

- Qualidade de serviço previsível

3. Fase de Estabelecimento

- Requer configuração inicial ("preparação de chamada")
- Tempo de setup antes da comunicação efetiva

Vantagens e Limitações

Vantagens:

- Ideal para fluxos contínuos (voz, vídeo ao vivo)
- Sem congestionamento ou variação de desempenho

Limitações:

- Ineficiente para tráfego intermitente
- Recursos ociosos quando não em uso ativo
- Escalabilidade limitada

Aplicações Típicas:

- Sistemas telefônicos tradicionais (PSTN)
- Algumas redes privadas corporativas
- Conexões de rádio e TV ao vivo

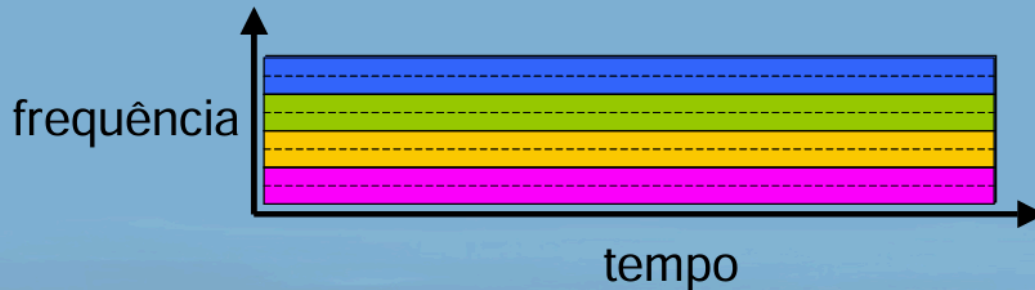
Comutação de circuitos: FDM e TDM

Exemplo:

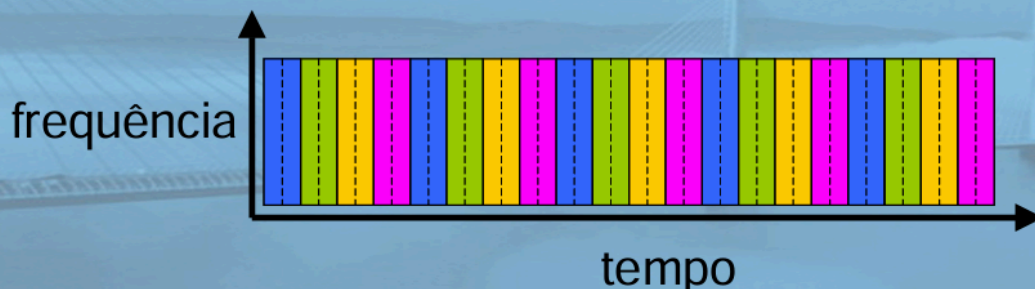
4 usuários



FDM



TDM



FDM (Frequency Division Multiplexing)

- **Princípio:** Divisão do espectro de frequência em canais distintos
- **Características:**
 - Cada comunicação usa uma faixa de frequência específica
 - Transmissões ocorrem simultaneamente em frequências diferentes
 - Exemplo tradicional: Rádio AM/FM (cada estação em frequência distinta)

2. TDM (Time Division Multiplexing)

- **Princípio:** Divisão do tempo em slots fixos e repetitivos
- **Características:**
 - Cada comunicação usa intervalos de tempo específicos (timeslots)
 - Transmissões alternam rapidamente no mesmo meio físico
 - Exemplo tradicional: Sistemas telefônicos digitais

Vale mencionar que o TDM sofre de um problema de sincronização, como ele divide o canal em **slots de tempo rígidos**, todos os dispositivos na rede precisam estar perfeitamente sincronizados. Assim qualquer dessincronização faz com que os dados de

um timeslot "vazem" para o slot seguinte, causando erros.

Na comutação por pacotes todos os usuários vão compartilhar os recursos da rede, e cada pacote irá usar a largura da banda total do enlace, recursos são usados quando necessários, sob demanda ('just in time').

Store-and-Forward: O Coração da Comutação de Pacotes

Princípio de Funcionamento

1. Processo em Etapas:

- **Recebimento Completo:** O roteador aguarda receber **todo o pacote** antes de processá-lo
- **Verificação de Integridade:** Checagem de erros (usando CRC ou checksum)
- **Tomada de Decisão:** Consulta à tabela de roteamento para determinar o próximo salto
- **Encaminhamento:** Transmissão do pacote completo para o próximo nó

2. Impacto no Desempenho:

- $\text{Atraso} = (\text{Tamanho do Pacote}) / (\text{Largura de Banda})$ para cada salto
- Exemplo: Pacote de 1MB em enlace de 1Mbps → 1 segundo de atraso por hop

3. Vantagens:

- Detecção de erros em cada hop
- Possibilidade de buffering para gerenciamento de congestionamento
- Suporte a diferentes velocidades de enlace

Multiplexação estatística: técnica que permite o compartilhamento dinâmico dos recursos de rede entre múltiplos fluxos de dados

Comutação por pacotes x Comutação por circuitos: A **comutação de circuitos** reserva recursos dedicados (como em chamadas telefônicas tradicionais), garantindo qualidade, mas desperdiçando capacidade quando o canal não está em uso pleno. Já a **comutação de pacotes** quebra os dados em unidades menores, compartilhando a rede dinamicamente — muito mais eficiente para tráfego variável, como internet, mas sujeita a congestionamento.

Vencedora: Comutação de Pacotes

Dominou por ser flexível e escalável, formando a base da Internet. Porém, técnicas como QoS e MPLS foram criadas para emular garantias "tipo circuito" em redes de pacotes, unindo o melhor dos dois mundos.

Hierarquia dos ISPs

Os provedores de serviço de Internet são organizados em uma estrutura hierárquica com três níveis principais:

1. Tier 1 (Nível 1)

- **Características:**

- Operam no topo da hierarquia da Internet
- Possuem redes de backbone globais
- Não pagam por trânsito (acordos de peering gratuitos com outros Tier 1)
- Conectam-se diretamente a todos os outros Tier 1
- Exemplos: AT&T, Verizon, Lumen (CenturyLink), NTT, Deutsche Telekom

2. Tier 2 (Nível 2)

- **Características:**

- Provedores regionais/nacionais
- Compram trânsito de Tier 1 mas também fazem peering com outros Tier 2
- Servem principalmente mercados específicos ou regiões
- Exemplos: grandes provedores nacionais em cada país

3. Tier 3 (Nível 3)

- **Características:**

- Provedores locais
- Compram trânsito exclusivamente de Tier 1 e Tier 2
- Focam em consumidores finais e pequenas empresas
- Normalmente não participam de acordos de peering
- Exemplos: provedores de bairro, pequenas operadoras

primeira tarefa, fazer um tracehold