

Paulo Sena

Roteiro

1 Introdução


- Uso das Redes de Computadores
- Hardware de Rede
- Software de Rede
- Modelos de Referência
- Exemplos de Rede

Introdução

- **Uso das Redes de Computadores**
- Hardware de Rede
- Software de Rede
- Modelos de Referência
- Exemplos de Rede

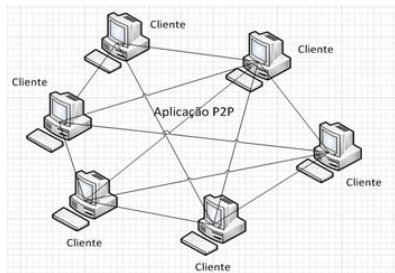
-
- A diagram illustrating a Client-Server Network Topology. On the left, two users are shown at their computers, each labeled 'Client'. On the right, a server rack is labeled 'Server'. In the center, an oval labeled 'Network' represents the communication medium. Lines connect each client computer to the central network oval, and a single line connects the network oval to the server rack.

- As redes de computadores possuem diversas aplicações comerciais e domésticas
- As aplicações comerciais proporcionam
 - Compartilhamento de recursos: impressoras, licenças de software, etc.
 - Maior confiabilidade por meio de replicação de fontes de dados
 - Economia de dinheiro: telefonia IP (VoIP), vídeo conferência, etc.
 - Meio de comunicação eficiente entre os empregados da empresa: e-mail, redes sociais, etc.
 - Comércio eletrônico

- 
- The diagram illustrates a client-server network topology. On the left, two users are shown at their computers, each labeled "Client". On the right, a server rack is labeled "Server". In the center, an oval labeled "Network" represents the communication medium. Lines connect each client computer to the central network oval, and a single line connects the network oval to the server rack.

-
- The diagram illustrates a client-server architecture. On the left, a box labeled "Client machine" contains a circle labeled "Client process". On the right, a box labeled "Server machine" contains a circle labeled "Server process". In the center, a shaded oval labeled "Network" represents the communication channel. Two arrows originate from the "Client process": one labeled "Request" pointing to the "Server process", and another labeled "Reply" pointing back to the "Client process". Both arrows pass through the "Network" oval.

-



Introdução

- Uso das Redes de Computadores
- **Hardware de Rede**
- Software de Rede
- Modelos de Referência
- Exemplos de Rede

- O hardware de rede varia bastante de acordo com o tipo de rede
- Dentre os muitos critérios para classificar uma rede, destacam-se: a tecnologia de transmissão e a escala
- Segundo a tecnologia de transmissão, as redes são classificadas em
 - Redes de difusão (broadcast)
 - Redes ponto-a-ponto
- Segundo a escala
 - Redes pessoais
 - Redes locais
 - Redes metropolitanas
 - Redes a longas distâncias
 - Redes interligadas

- Redes de difusão
 - Todas as máquinas compartilham um único canal
 - Comunicação por meio de pacotes endereçados
 - O endereçamento pode ser
 - Para uma máquina específica (unicast)
 - Para todas as máquinas da rede (broadcast)
 - Para um subconjunto de máquinas da rede (multicast)
- Redes ponto-a-ponto
 - Conexões entre pares de máquinas
 - Ocorre o roteamento dos dados

Escala

- Em relação a escala, as redes são classificadas de acordo com a tabela abaixo

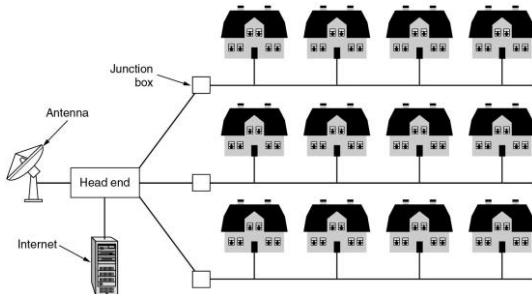
Interprocessor distance	Processors located in same	Example
1 m	Square meter	Personal area network
10 m	Room	Local area network
100 m	Building	
1 km	Campus	
10 km	City	Metropolitan area network
100 km	Country	Wide area network
1000 km	Continent	
10,000 km	Planet	The Internet

- As redes pessoais (PAN - Personal Area Networks) permitem que dispositivos se comuniquem pelo alcance de uma pessoa
- São exemplos de redes pessoais
 - Computador ligado aos seus periféricos
 - Fone ligado ao celular via Bluetooth

- As redes locais (LAN - Local Area Networks) são normalmente redes privadas que permitem a interconexão de equipamentos presentes em uma pequena região (um prédio ou uma universidade ou que tenha poucos quilômetros de extensão)
- As LANs podem ser cabeadas, sem fio ou mistas
- Atualmente as LANs cabeadas mais usadas usam o padrão IEEE 802.3
 - Para melhorar a eficiência, cada computador é ligado por um cabo a uma porta de um comutador (switch)
 - Dependendo do cabeamento e tecnologia usados, essas redes atingem velocidades de 100Mbps, 1Gbps ou até 10Gbps
 - Hoje em dia, hubs raramente são usados

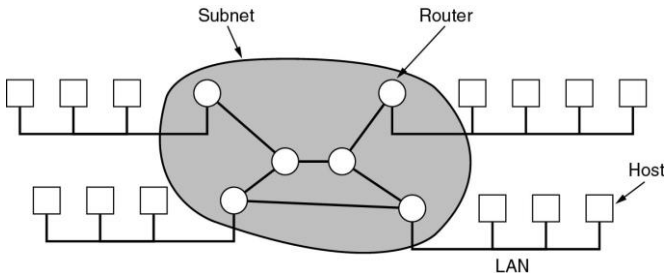
- Com a preferência do consumidor por notebooks, as LANs sem fio (WLAN) ficaram bastante populares
- O padrão mais utilizado é o IEEE 802.11 conhecido como WiFi
- A versão mais recente, o 802.11n, permite alcançar velocidades da ordem de 300Mbps
- LANs sem fio são geralmente interligadas à rede cabeada através de um ponto de acesso

- Uma rede metropolitana (MAN - Metropolitan Area Network) é basicamente uma grande versão de uma LAN onde a distância entre os equipamentos ligados à rede começa a atingir distâncias metropolitanas (uma cidade: metrobel)
- Exemplos de MANs são as redes de TV a cabo e as redes IEEE 802.16 (WiMAX)

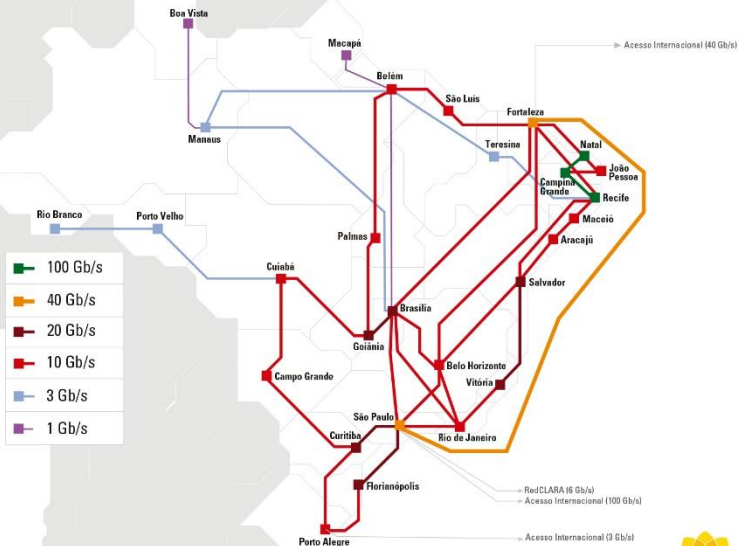




- Uma rede a longas distâncias (WAN - Wide Area Network) é uma rede que cobre uma área geográfica grande, usualmente um país ou continente. Os hospedeiros da rede são conectados por uma sub-rede de comunicação (Exemplo: RNP)
 - A sub-rede é composta de dois elementos: linhas de transmissão e elementos de comutação (roteadores)



- Nos enlaces de longa distância em redes WAN são usadas tecnologias que permitem o tráfego de grandes volumes de dados: SONET, SDH, etc.
- Quando não há cabos, satélites podem ser utilizados em parte dos enlaces
- A sub-rede é em geral operada por uma grande empresa de telecomunicações conhecida como provedor de serviço de Internet (ISP - Internet Service Provider)

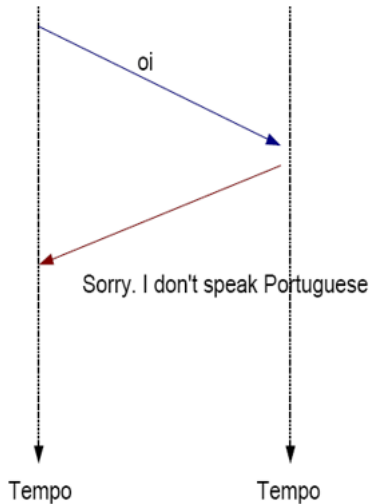
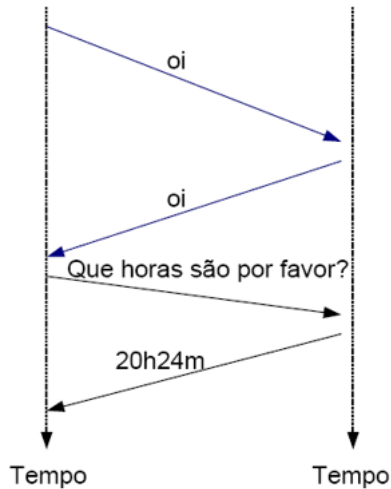


Introdução

- Uso das Redes de Computadores
- Hardware de Rede
- **Software de Rede**
- Modelos de Referência
- Exemplos de Rede

' Protocolos:

...é a padronização de leis e procedimentos que são dispostos a execução de uma determinada tarefa...



Protocolos:

Tudo que trafega em uma rede de computadores executam **protocolos**.

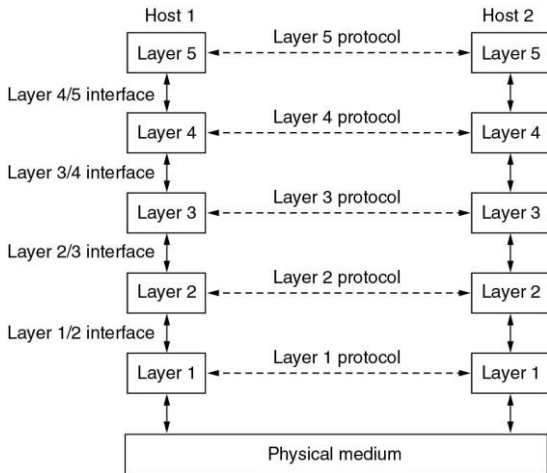
A IETF (**Internet Engineering Task Force**) padroniza esses protocolos através de documentos chamados RFCs (*Request For Comments*)

- **Protocolos** que devem ser **executados** em um *host* (RFC 112 e RFC 1123).
- **Protocolos** que devem ser **executados** em um **roteador** (RFC 1812).

Hirarquia de Protocolos

- A maioria das redes é organizada como uma pilha de camadas (níveis) colocadas umas sobre as outras
- Cada camada oferece alguns serviços para as camadas superiores escondendo os detalhes de implementação desses serviços
- A camada n de uma máquina se comunica com a camada n de outra máquina
- As regras e convenções usadas na comunicação entre camadas de mesmo nível são conhecidas como um protocolo da camada n
- As entidades que ocupam as mesmas camadas em diferentes máquinas são chamadas de pares

- Camadas, protocolos e interfaces



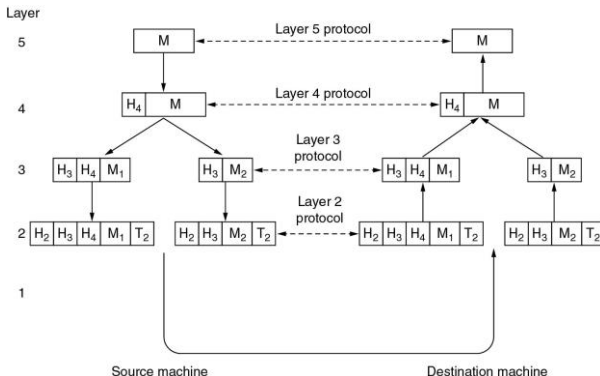
Hirarquia de Protocolos

- A transmissão de dados ocorre realmente de uma camada para a camada imediatamente inferior ou superior
- Entre camadas adjacentes existe uma interface
- Uma interface define um conjunto de operações e serviços que a camada inferior tem a oferecer à camada superior
- As interfaces devem ser claras de modo a reduzir o fluxo de dados e simplificar a substituição da implementação da camada
- As implementações dos protocolos podem ser diferentes, contanto que os serviços sejam oferecidos

Hirarquia de Protocolos

- Um conjunto de camadas e protocolos é chamado de arquitetura de rede
 - Os detalhes da implementação nem a especificação das interfaces pertencem à arquitetura
- Uma lista com os protocolos usados em um determinado sistema é chamada de pilha de protocolos (um protocolo por camada)

- Cada camada acrescenta o seu cabeçalho a fim de permitir que a mensagem seja entregue corretamente
- Cabeçalhos podem conter endereços, números de seqüência, tamanhos, etc.



- Existem algumas questões fundamentais de projeto de redes de computadores que estão presentes em diversas camadas
 - Detecção e correção de erros para aumentar a confiabilidade
 - Necessidade de mecanismos de endereçamento
 - Escalabilidade para lidar com o crescimento das redes
 - Escolha de rotas (roteamento)
 - Lidar com os problemas de interligação de redes (fragmentação, ordenação, etc.)
 - Controle de fluxo quando o transmissor e o receptor operam em velocidades diferentes
 - Qualidade de serviço
 - Acesso ao meio compartilhado
 - Confidencialidade

- As camadas podem oferecer dois tipos diferentes de serviços às camadas superiores
 - Serviços orientados a conexões
 - Serviços não orientados a conexões
- Um serviço orientado a conexões segue a mesma idéia do sistema telefônico
 - Uma conexão deve ser estabelecida antes de se iniciar a comunicação
 - Depois de utilizada, a conexão é liberada
 - Uma conexão funciona como um tubo ligando as duas extremidades
 - As partes podem negociar os parâmetros da conexão

- Um serviço não orientado a conexões segue a mesma idéia do sistema postal
 - Cada mensagem carrega o endereço de origem e o de destino
 - Cada mensagem (pacote) é independente e dessa forma, pode seguir rotas diferentes
- Esses dois tipos de serviços podem ainda ser confiáveis ou não confiáveis
 - Em um serviço confiável, a mensagem sempre é entregue
 - A confiabilidade requer a confirmação do recebimento

- Seis diferentes tipos de serviço

	Service	Example
Connection-oriented	Reliable message stream	Sequence of pages
	Reliable byte stream	Movie download
	Unreliable connection	Voice over IP
Connection-less	Unreliable datagram	Electronic junk mail
	Acknowledged datagram	Text messaging
	Request-reply	Database query

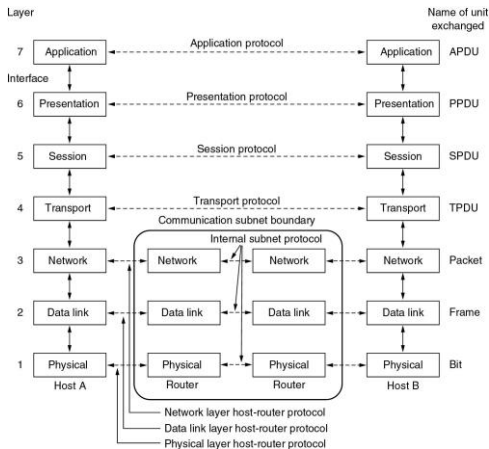
- Serviços e protocolos são conceitos distintos
 - Um serviço é um conjunto de primitivas (operações básicas) que uma camada oferece à camada situada acima
 - Um protocolo é um conjunto de regras que controla o formato e o significado dos pacotes ou mensagens que são trocadas pelas entidades pares em um camada
 - O protocolo pode ser alterado, desde que os serviços não sejam alterados

Introdução

- Uso das Redes de Computadores
- Hardware de Rede
- Software de Rede
- **Modelos de Referência**
- Exemplos de Rede

- Dois modelos de referência para arquiteturas de redes merecem destaque: OSI e TCP/IP
- Modelo de referência ISO OSI (*Open Systems Interconnection*)
 - Modelo destinado à interconexão de sistemas abertos
 - Possui 7 camadas: física, enlace de dados, rede, transporte, sessão, apresentação e aplicação

- Modelo OSI com as suas sete camadas



- Para se chegar nas sete camadas do modelo OSI, foram aplicados os seguintes princípios
 - Uma camada deve ser criada onde houver necessidade de outro grau de abstração
 - Cada camada deve executar uma função bem definida
 - A função de uma camada deve ser escolhida tendo em vista a definição de protocolos padronizados internacionalmente
 - Os limites das camadas devem ser escolhidos para minimizar o fluxo de informações pelas interfaces
 - O número de camadas deve ser grande o bastante para que funções distintas não precisem ser desnecessariamente colocadas na mesma camada e pequeno o suficiente para que a arquitetura não se torne difícil de controlar

Modelo OSI

- O modelo OSI não é uma arquitetura de rede, pois não especifica os serviços e protocolos que devem ser usados em cada camada
- O modelo OSI informa apenas o que cada camada deve fazer
- Camada física
 - A sua função é assegurar o transporte de bits através de um meio de transmissão
 - Dessa forma, as questões de projeto dessa camada estão ligadas a níveis de tensão, tempo de bit, interfaces elétricas e mecânicas, quantidade de pinos, sentidos da comunicação, etc.

- Camada de enlace de dados
 - A sua principal função é transmitir quadros entre duas máquinas ligadas diretamente, transformando o canal em um enlace de dados confiável
 - Divide os dados em quadros e os envia seqüencialmente
 - Regula o tráfego
 - Detecta a ocorrência de erros ocorridos na camada física
 - Em redes de difusão, uma subcamada de controle de acesso ao meio é inserida para controlar o acesso ao canal compartilhado

- A sua função é encaminhar pacotes entre a máquina de origem e a máquina de destino
- O roteamento pode ser estático ou dinâmico
- Realiza o controle de congestionamento
- Responsável pela qualidade de serviço
- Tem que permitir que redes heterogêneas se comuniquem, sendo assim, deve lidar com questões como endereçamento, tamanho dos pacotes e protocolos heterogêneos

- Camada de transporte
 - A sua função básica é efetuar a comunicação fim-a-fim entre processos, normalmente adicionando novas funcionalidades ao serviço já oferecido pela camada de rede
 - Pode oferecer um canal ponto a ponto livre de erros com entrega de mensagens na ordem correta
- Camada de sessão
 - A sua função é controlar quem fala e quando, entre a origem e o destino (analogia com operações críticas em bancos de dados)

- Camada de apresentação
 - A sua função básica é transformar a sintaxe dos dados (forma de representação) sem afetar a semântica
 - Gerencia estruturas de dados abstratas
- Camada de aplicação
 - Contém uma série de protocolos necessários para os usuários
 - É nessa camada que o usuário interage

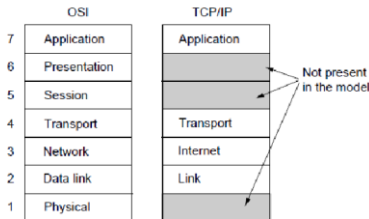
- Anos 60 - Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa(DARPA) – Órgãos do Governo e universidades em caso de guerra ou catástrofe. >> ARPANET

- Anos 60 - Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa(DARPA) – Órgãos do Governo e universidades em caso de guerra ou catástrofe. >> ARPANET

Arquitetura TCP/IP - *Transmission Control Protocol* (Protocolo de Controle de Transmissão) - e o IP - *Internet Protocol* (Protocolo Internet).

- ARPANET – inicialmente apenas quatro nós, comunicação comutada
- Anos 70 – Sentiu-se a necessidade de:
 - Roteamento entre redes diferentes
 - Independência de tecnologia de rede
 - Independência do hardware
 - Recobrir falhas
- NCP(Network Control Program) >>> TCP/IP

- Arquitetura voltada para a interconexão de redes heterogêneas (ARPANET)
- Posteriormente, essa arquitetura ficou conhecida como modelo TCP/IP graças aos seus principais protocolos
- O modelo TCP/IP é composto por quatro camadas: enlace, internet, transporte e aplicação

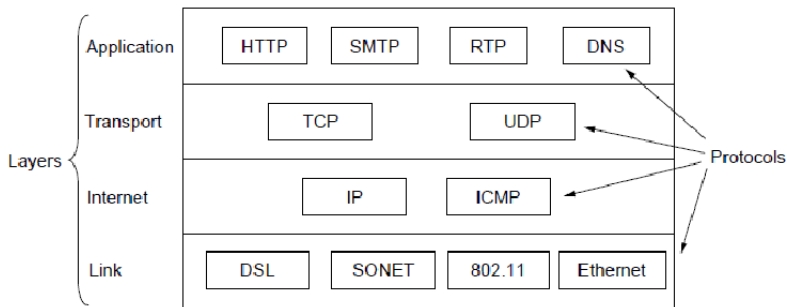


The TCP/IP reference model

- Camada de enlace
 - Não é uma camada propriamente dita, mas uma interface entre os hospedeiros e os enlaces de transmissão
- Camada internet (camada de rede)
 - Integra toda a arquitetura, mantendo-a unida
 - Faz a interligação de redes não orientadas a conexão
 - Tem o objetivo de rotear as mensagens entre hospedeiros, ocultando os problemas inerentes aos protocolos utilizados e aos tamanhos dos pacotes
 - Tem a mesma função da camada de rede do modelo OSI
 - O protocolo principal dessa camada é o IP

- Camada de transporte
 - Permite que entidades pares (processos) mantenham uma comunicação
 - Foram definidos dois protocolos para essa camada: TCP (Transmission Control Protocol) e UDP (User Datagram Protocol)
 - O TCP é um protocolo orientado a conexões confiável que permite a entrega sem erros de um fluxo de bytes
 - O UDP é um protocolo não orientado a conexões, não confiável e bem mais simples que o TCP
- Camada de aplicação
 - Contém todos os protocolos de nível mais alto

- Modelo TCP/IP e seus protocolos



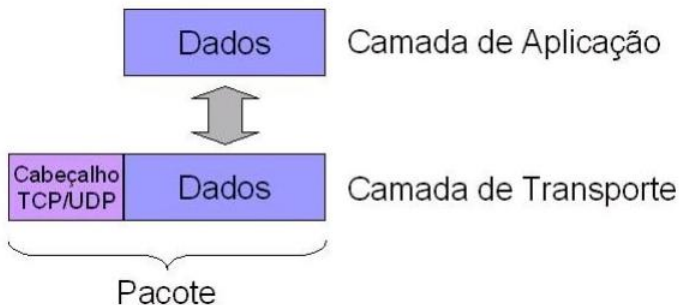
The diagram illustrates the relationship between applications, protocols, and ports in the TCP/IP model. It is organized into three horizontal layers:

- Top Layer (Applications):** Contains three blue boxes labeled "Programa E-mail", "Browser Web", and "Programa FTP".
- Middle Layer (Protocols):** Contains three light blue boxes labeled "SMTP", "HTTP", and "FTP".
- Bottom Layer (Ports):** Contains three pairs of vertical double-headed arrows representing ports. The first pair is labeled "Porta 25", the second "Porta 80", and the third "Porta 20" and "Porta 21".

Vertical double-headed arrows connect the application boxes to their corresponding protocol boxes, and the protocol boxes to their corresponding port pairs. A large purple box at the bottom is labeled "TCP", indicating the underlying transport protocol.

Camada de Transporte

Camada Transporte:



O diagrama ilustra a encapsulação de dados em uma rede de computadores, mostrando a transformação de dados de uma aplicação em um datagrama pronto para transmissão.

- Camada de Aplicação:** O processo começa com um bloco contendo apenas **Dados**.
- Camada de Transporte:** Um cabeçalho **Cabeçalho TCP/UDP** é adicionado à esquerda dos dados, formando um segmento.
- Camada de Internet:** Outro cabeçalho **Cabeçalho TCP/UDP** é adicionado à esquerda, completando a estrutura do datagrama.

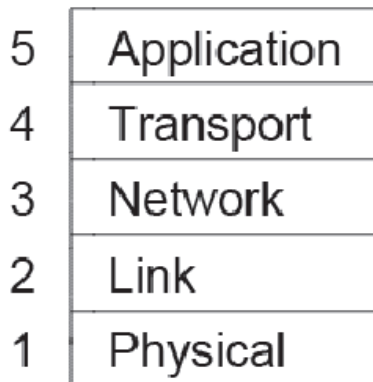
As setas duplas indicam a transformação entre as camadas. Uma bracejada no final indica que o resultado final é um **Datagrama (até 65.535 bytes)**.

O diagrama ilustra a encapsulação de dados através das camadas de protocolo de rede, da aplicação à interface física:

- Camada de Aplicação:** Contém apenas os **Dados**.
- Camada de Transporte:** Adiciona o **Cabeçalho TCP/UDP** aos dados, formando um **Pacote**.
- Camada de Internet:** Adiciona o **Cabeçalho IP** ao pacote, formando um **Datagrama**.
- Camada de Interface Com a Rede:** Adiciona o **Cabeçalho LLC**, o **Cabeçalho IP**, o **Cabeçalho TCP/UDP**, a **Data** e o **CRC MAC** para formar o **Quadro Ethernet** (até 1.526 bytes).

As setas duplas indicam a transformação de dados em pacotes, datagramas e quadros entre as camadas adjacentes.

- O modelo de referência usado no livro do Tanenbaum e do Kurose é um modelo em cinco camadas: física, enlace, rede, transporte e aplicação



- O modelo OSI
 - O modelo foi concebido antes dos protocolos
 - O modelo explicita a distinção entre serviços, interfaces e protocolos
 - Possui 7 camadas
 - Na camada de rede podem existir serviços orientados à conexão e não orientados à conexão
 - Na camada de transporte só existem serviços orientados à conexão

- O modelo TCP/IP
 - Os modelo protocolos foram concebidos antes do modelo
 - Possui 4 camadas
 - Na camada de rede só existe serviço não orientado à conexão
 - Na camada de transporte podem existir serviços orientados à conexão e não orientados à conexão

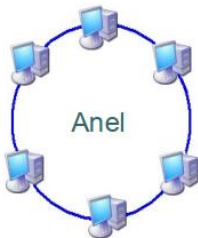
- Nem o OSI nem o TCP/IP são modelos perfeitos, sendo cada um alvo de críticas
- O modelo OSI não se tornou popular por algumas razões
 - O modelo OSI foi lançado em um momento ruim em que os protocolos TCP/IP já estavam sendo bastante utilizados
 - Tecnologia ruim: a escolha das sete camadas foi uma falha grave no modelo, além do fato dele ser bastante difícil de implementar
 - Implementações ruins: os protocolos do OSI eram bastante lentos e pesados se comparados com os protocolos do TCP/IP
 - Política ruim: o TCP/IP era implementado no UNIX, além de ser considerado uma criação de burocratas europeus

- O modelo TCP/IP apesar de ser bastante popular enfrenta alguns problemas
 - Ele falha em ser geral, ou seja, é complicado utilizá-lo para o projeto de novas redes
 - Ele não diferencia claramente os conceitos de serviços, interfaces e protocolos
 - Ele não faz distinção entre as camadas física e de enlace de dados

Introdução

- Uso das Redes de Computadores
- Hardware de Rede
- Software de Rede
- Modelos de Referência
- Exemplos de Rede

Topologias:
Estrela
Anel
Barramento

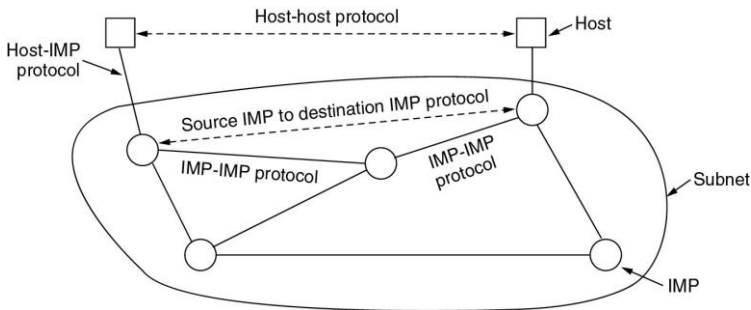


- ◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ▶ ↺ 🔍 ↻

-
- Switching office
- Toll office

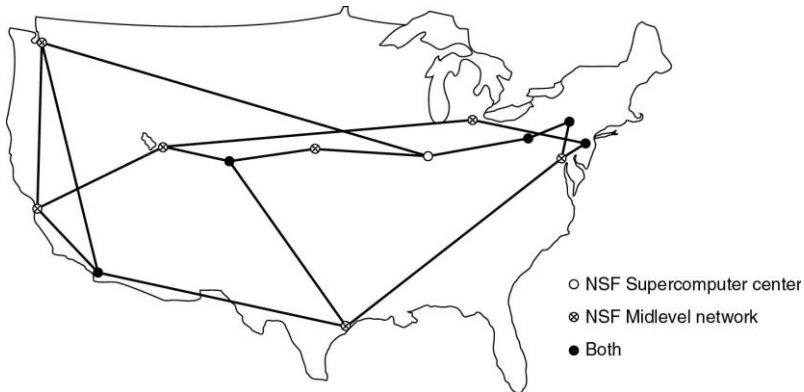
(b)

- A sub-rede da Arpanet consistia de minicomputadores (os IMPs) conectados por linhas de 56 kbps (as melhores que o dinheiro podia comprar naquela época)

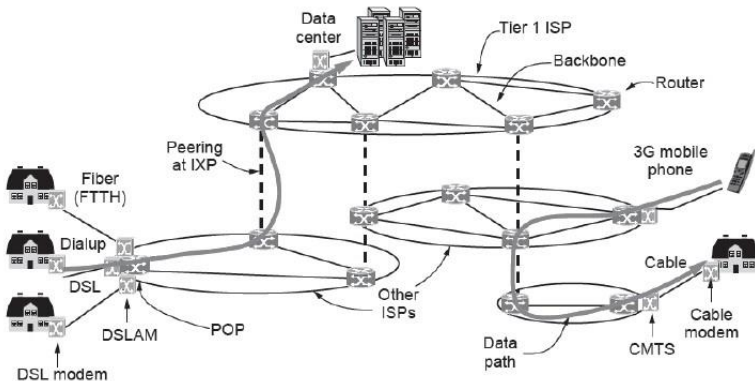


- Testes de comunicação entre hospedeiros situados em diferentes universidades mostraram a necessidade de desenvolver protocolos adequados
- O TCP/IP foi implementado em diferentes plataformas
- A versão 4.2BSD do Unix desenvolvido pela universidade de Berkeley vinha com o TCP/IP com uma interface de soquetes
- A medida que a rede cresceu, foi necessário desenvolver o sistema de nomes de domínio DNS (Domain Name System)

- O backbone da NSFNET em 1988



- Atualmente, a Internet possui uma arquitetura similar à figura abaixo



- Para entrar na Internet, um usuário precisa se conectar a um ISP (Internet Service Provider)
- A forma como o usuário se conecta ao ISP varia
 - DSL (Digital Subscriber Line)
 - Conexão discada (dial-up)
 - Cabo
 - FTTH (Fiber to the home)
- Os ISPs conectam suas redes nos IXPs (Internet eXchange Points)
 - Sala cheia de roteadores conectados por uma LAN de alta velocidade
- No topo estão os ISPs da camada 1 que formam o backbone principal da Internet

- O número de usuários de telefonia móvel supera com folga o número de computadores e de linhas de telefone fixos
- A evolução do sistema de telefonia móvel passou por 3 gerações
 - 1ª geração: AMPS (Advanced Mobile Phone System)
 - 2ª geração: D-AMPS, CDMA e GSM (Global System for Mobile Communications)
 - 3ª geração: UMTS (Universal Telecommunications System) também chamado de WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access)

-
- The diagram illustrates a cellular network structure. It features a central hexagonal cell shaded in gray, which contains a base station (a tower with two antennas) and a mobile phone. This central cell is surrounded by six other hexagonal cells, each also containing a base station and a mobile phone. The entire structure is labeled 'Cells' with an arrow pointing to one of the outer cells. A label 'Base station' with an arrow points to the base station in the central cell.

- As redes 802.11 (WiFi) operam em uma faixa de frequências do espectro não licenciada (2,4 - 2,5 GHz ou 5,725 - 5,825 GHz)
 - A potência de transmissão deve ser limitada a fim de que os dispositivos possam coexistir
- A estrutura da rede pode incluir pontos de acesso (APs) ou não (redes ad hoc)
- Dependendo da versão, o esquema de modulação usado varia
 - OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) é usado no 802.11g
- O 802.11n utiliza até quatro antenas a fim de alcançar velocidades maiores

-
- The diagram illustrates two types of network connections. On the left, a box labeled 'Access Point' is connected to a 'To wired network' line. Below the box, three laptops are shown, each connected to the access point by a lightning bolt symbol, representing wireless connections. On the right, a single laptop is shown at the top, connected by lightning bolt symbols to two laptops below it, representing a wireless mesh or ad-hoc network.

- A transmissão sem fio enfrenta mais desafios que a transmissão guiada
 - Atenuação e desvanecimento de multipercursos
 - Terminais ocultos
 - Necessidade de mobilidade
- Outro fator que merece destaque é a segurança, já que o meio físico é a princípio acessível a todos
 - Técnicas de criptografia como WEP (Wired Equivalent Privacy) e WPA/WPA2 (WiFi Protected Access) são utilizadas

-
- Multiple paths
- Wireless transmitter
- Reflector
- Wireless receiver
- Non-faded signal
- Faded signal

Multipath fading

-
- The diagram shows two overlapping circles representing the range of two radios. The left circle is labeled "Range of A's radio" and the right circle is labeled "Range of C's radio". Inside the left circle, there is a laptop icon labeled "A". Inside the right circle, there is a laptop icon labeled "C". The overlapping area of the two circles contains a third laptop icon labeled "B", representing the area where both radios have signal.

- ◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡ ▶ ↺ 🔍 ↻

The diagram illustrates the application of RFID technology in a library. It shows a cat with an RFID tag interacting with an RFID reader. The reader is connected to a database (represented by a screen) and a library book with an RFID tag. The cat's tag is labeled "RFID tag". The reader is labeled "RFID reader". The database is labeled "DRIVER LICENSE". The library book is labeled "LIBRARY BOOK".

-
- The diagram illustrates a Wireless Sensor Network (WSN). It features several sensor nodes, each represented by a small rectangular device with an antenna. These nodes are interconnected by curved arrows, indicating the flow of data. A central node is labeled "Data collection point" and is connected to a laptop computer. A curved arrow between two nodes is labeled "Wireless hop". A label "Sensor node" points to one of the devices. The nodes are arranged in a network topology, with some nodes acting as gateways to the data collection point.

- Várias organizações mundiais operam na padronização de redes e da Internet
 - ITU (International Telecommunication Union)
 - ISO (International Standards Organization)
 - IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
 - IETF (Internet Engineering Task Force)
 - IAB (Internet Architecture Board)
- Protocolos da Internet são descritos nos RFCs (Request for Comments)

Grupos IEEE

Number	Topic
802.1	Overview and architecture of LANs
802.2 ↓	Logical link control
802.3 *	Ethernet
802.4 ↓	Token bus (was briefly used in manufacturing plants)
802.5	Token ring (IBM's entry into the LAN world)
802.6 ↓	Dual queue dual bus (early metropolitan area network)
802.7 ↓	Technical advisory group on broadband technologies
802.8 †	Technical advisory group on fiber optic technologies
802.9 ↓	Isochronous LANs (for real-time applications)
802.10 ↓	Virtual LANs and security
802.11 *	Wireless LANs (WiFi)
802.12 ↓	Demand priority (Hewlett-Packard's AnyLAN)

The 802 working groups. The important ones are marked with *.
 The ones marked with ↓ are hibernating. The one marked with †
 gave up and disbanded itself.

The 802 working groups. The important ones are marked with *. The ones marked with ↓ are hibernating. The one marked with † gave up and disbanded itself.

<https://sigaa.ufpa.br/sigaa/public/docente/portal.jsf?siape=176861>

4