



Interativa

Fundamentos de Redes de Dados e Comunicação

Autores: Prof. Antônio Palmeira de Araújo Neto
Prof. Ataíde Pereira Cardoso Junior

Colaboradores: Prof. Luciano Soares de Souza
Prof. José Carlos Morilla

Professores conteudistas: Antônio Palmeira de Araújo Neto / Ataide Pereira Cardoso Junior

Prof. Antônio Palmeira de Araújo Neto

Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Paulista (UNIP), 2013. Especialista em Gestão da Tecnologia da Informação pelo Centro Universitário Maurício de Nassau (Uninassau), em Pernambuco, 2010. Engenheiro de Telecomunicações pela Universidade de Pernambuco (UPE), 2008. Profissional certificado em Itil v3 Foundation e Cobit v4.1 Foundation.

Professor de disciplinas de Tecnologia da Informação dos cursos de graduação (presencial e a distância) em Gestão de TI do Centro Universitário do Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (Senac). Professor de disciplinas de Tecnologia da Informação e Redes de Computadores na Universidade Paulista (UNIP). Professor de disciplinas técnicas de Telecomunicações do Instituto Técnico de Barueri (ITB).

Tem experiência de mais de dez anos em Gestão e Governança de TI e na prestação de serviços de TI a empresas do segmento financeiro e concessionárias de serviços de telecomunicações.

Prof. Ataide Pereira Cardoso Junior

Graduado em Administração de Empresas, com especialização em Análise de Sistemas, possui diversas certificações profissionais na área de redes de computadores, dentre elas Cisco, HP, Novell, VMWare e Microsoft. É professor especialista da Universidade Paulista (UNIP) no curso Redes de Computadores desde o ano 2004 e também professor instrutor da Cisco Network Academy da UNIP.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A663f Araújo Neto, Antonio Palmeira de.
Fundamentos de Rede de Dados e Comunicação / Antônio
Palmeira de Araújo Neto, Ataide Pereira Cardoso Junior. 2. ed. São Paulo:
Editora Sol, 2020.
200 p., il.
1. Fundamentos de redes de dados. 2. Redes de computadores. 3.
Modelos assistenciais. I. Cardoso Junior, Ataide Pereira. II. Título.
CDU 681.324

U423.84 – 20

Prof. Dr. João Carlos Di Genio
Reitor

Prof. Fábio Romeu de Carvalho
Vice-Reitor de Planejamento, Administração e Finanças

Profa. Melânia Dalla Torre
Vice-Reitora de Unidades Universitárias

Prof. Dr. Yugo Okida
Vice-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa

Profa. Dra. Marília Ancona-Lopez
Vice-Reitora de Graduação

Unip Interativa – EaD

Profa. Elisabete Brihy
Prof. Marcelo Souza
Prof. Dr. Luiz Felipe Scabar
Prof. Ivan Daliberto Frugoli

Material Didático – EaD

Comissão editorial:

Dra. Angélica L. Carlini (UNIP)
Dra. Divane Alves da Silva (UNIP)
Dr. Ivan Dias da Motta (CESUMAR)
Dra. Kátia Mosorov Alonso (UFMT)
Dra. Valéria de Carvalho (UNIP)

Apoio:

Profa. Cláudia Regina Baptista – EaD
Profa. Betisa Malaman – Comissão de Qualificação e Avaliação de Cursos

Projeto gráfico:

Prof. Alexandre Ponzetto

Revisão:

Carla Moro
Ana Fazzio

Sumário

Fundamentos de Redes de Dados e Comunicação

APRESENTAÇÃO	9
INTRODUÇÃO	10

Unidade I

1 FUNDAMENTOS DE REDES	13
1.1 Conceitos básicos de comunicação de dados.....	13
1.1.1 Histórico das redes de comunicação.....	13
1.1.2 Sistema básico de comunicação.....	16
1.1.3 Sinais da informação.....	17
1.1.4 Transmissão de sinais.....	18
1.1.5 Processos de comunicação	20
1.1.6 Desempenho dos sistemas de comunicação	21
1.2 Redes de computadores	22
1.2.1 Elementos de uma rede.....	22
1.2.2 Classificação das redes	25
1.2.3 Topologias de rede.....	28
1.2.4 Equipamentos de rede.....	32
2 CANAL DE COMUNICAÇÃO	36
2.1 Conceito e características dos canais de comunicação.....	36
2.1.1 Meios físicos.....	36
2.1.2 Cabeamento estruturado.....	37
2.2 Tipos de canal de comunicação.....	38
2.2.1 Cabo coaxial.....	38
2.2.2 Cabo de par trançado.....	40
2.2.3 Fibras ópticas.....	41
2.2.4 Fiber to the Home (FTTH)	43
2.2.5 Canal de comunicação de rádio	43
2.3 Distúrbios no canal de comunicação	45
2.3.1 Efeitos indesejáveis nos meios físicos.....	45
2.3.2 Distúrbios específicos do canal de comunicação de rádio	45

Unidade II

3 PADRÕES E PROTOCOLOS DE REDE	49
3.1 Padrões internacionais.....	49
3.1.1 Organizações padronizadoras.....	49

3.2 Modelo OSI.....	50
3.2.1 Introdução	50
3.2.2 Camadas superiores do modelo OSI.....	52
3.2.3 Camada de transporte do modelo OSI.....	54
3.2.4 Camada de rede do modelo OSI	54
3.3 Modelo TCP/IP	55
3.3.1 Introdução	55
3.3.2 Comparação dos modelos OSI e TCP/IP	56
3.4 Protocolos de comunicação de dados.....	57
3.4.1 Protocolo de Internet (IP).....	57
3.4.2 Protocolo de transporte.....	58
4 PROTOCOLOS DE APLICAÇÃO E TRANSPORTE	59
4.1 A camada de aplicação	59
4.1.1 A camada 7: aplicação.....	59
4.1.2 HTTP: Hypertext Transfer Protocol.....	59
4.1.3 Telnet	62
4.1.4 O DNS (Domain Name System).....	63
4.1.5 Banco de dados centralizado.....	65
4.1.6 Banco de dados distribuído	65
4.1.7 FTP e TFTP	66
4.1.8 SMTP, POP e IMAP	66
4.1.9 SNMP	68
4.2 Camada de apresentação.....	69
4.3 Camada de sessão.....	70
4.4 Camada de transporte.....	71
4.4.1 Serviço orientado à conexão.....	72
4.4.2 Entrega ordenada	73
4.4.3 Entrega confiável	74
4.4.4 Controle de fluxo	75
4.4.5 Como a camada transporte identifica as diferentes aplicações.....	75
4.4.6 Protocolo orientado à conexão.....	77
4.4.7 Protocolo não orientado à conexão.....	78

Unidade III

5 A CAMADA DE REDE, OS PROTOCOLOS IPV4 E IPV6.....	81
5.1 Introdução.....	81
5.2 O protocolo IPv4.....	82
5.3 O endereçamento.....	84
5.4 Classes do protocolo IPv4.....	84
5.5 O cálculo do protocolo IPv4.....	85
6 IPV6.....	88
6.1 O protocolo IPv6.....	88
6.1.1 A Internet das Coisas (IoT – Internet of Things).....	89
6.1.2 O datagrama do IPv6	89

6.1.3 O endereçamento IPv6	90
6.1.4 Unicast	92
6.1.5 Anycast.....	115
6.1.6 Multicast.....	115
6.2 Usando as sub-redes.....	118
6.2.1 Resolvendo o cálculo de sub-redes.....	122

Unidade IV

7 OUTROS PROTOCOLOS DE CAMADA DE REDE.....	138
7.1 ICMP – Internet Control Message Protocol.....	138
7.2 A comparação entre o ICMPv4 e ICMPv6	139
7.2.1 Confirmação de host.....	140
7.2.2 Destino ou serviço inalcançável	140
7.2.3 Tempo excedido.....	141
7.2.4 Mensagens ICMPv6: solicitação de roteador e anúncio de roteador.....	141
7.2.5 Resolução de endereços.....	143
7.2.6 Detecção de endereços duplicados (DAD).....	143
7.2.7 Ping: teste da pilha local	144
7.2.8 Ping no loopback local	145
7.2.9 Ping: testando a conectividade com a LAN local.....	146
7.2.10 Ping: testando conectividade remota.....	147
7.2.11 Traceroute: testando o caminho	148
7.2.12 Tempo de ida e volta (RTT).....	148
7.2.13 TTL no IPv4 e limite de saltos no IPv6	148
7.3 O ARP – Address Resolution Protocol.....	149
7.4 Domínios de broadcast	151
8 PADRÕES DE ENLACE E FÍSICO	152
8.1 Camada de enlace.....	152
8.1.1 Funcionalidades da camada de enlace	152
8.1.2 Padrões de camada de enlace	154
8.1.3 Ethernet.....	159
8.2 Camada física.....	165
8.2.1 Padrões de camada física	165
8.2.2 Sinalização e codificação.....	166
8.2.3 Multiplexação e modulação.....	170
8.2.4 Interfaces e conexões.....	171
8.3 Switching.....	173
8.3.1 Conceito de comutação.....	173
8.3.2 Operação do switch	176
8.3.3 Configurações de switch.....	180
8.3.4 Redes locais virtuais	183
8.4 Redes sem fio.....	185
8.4.1 Redes 802.11.....	185
8.4.2 Classificação das redes	187

APRESENTAÇÃO

O objetivo desta disciplina é apresentar uma visão geral da comunicação de dados e das redes de computadores. Tendo por base o modelo OSI, que é extremamente didático e facilita a compreensão das redes de computadores, vamos avançar por todas as camadas, explicando padrões, protocolos e especificações de redes.

Com este livro-texto, esperamos que o aluno tenha um primeiro contato com assuntos específicos de redes de computadores, conhecendo fenômenos interessantes que ocorrem no dia a dia. Desse modo, será possível mostrar a teoria relacionada às práticas que vivenciamos com uma visão de usuário. Inicialmente, apresentaremos os fundamentos da comunicação de dados, abordando o histórico das redes de comunicação e o sistema básico de comunicação. Trataremos, a seguir, das redes de computadores, seus elementos, classificações, topologias e principais dispositivos.

Depois, consideraremos o canal de comunicação e os padrões/protocolos de rede. Os canais de comunicação serão examinados com base em suas características, tipos e classificações e veremos ainda os distúrbios e efeitos indesejáveis neles. No que tange a padrões e protocolos de rede, faremos um esboço dos modelos OSI e TCP/IP, conhecidos como os principais no estudo e na implementação de redes de computadores.

Será apresentada a arquitetura de redes, com um papel fundamental na concepção de conceitos, aplicações e uso de novos protocolos emergentes, que certamente irão balizar a tecnologia de comunicação para os próximos anos.

Com uma forte aderência ao protocolo de comunicação universal, o protocolo IP, vamos estudá-lo desde sua criação, avaliando a versão IPv4 e chegando a este novo momento de transição para o protocolo IPv6. Digo transição, mas com o sentido de evolução, uma vez que o IPv4 se tornou obsoleto de diversas formas, tanto na sua criação quanto na sua tratativa, envolvendo, principalmente, as vulnerabilidades de segurança e ingressando em um novo paradigma da comunicação, a Internet das Coisas. Nesse sentido, o IPv6 chega para preencher o espaço e a escalabilidade que o IPv4 não atingiu.

Adiante, empreenderemos um aprofundamento nas duas camadas mais inferiores do modelo OSI, que são as camadas física e de enlace. Na camada de enlace, o foco estará nas suas funcionalidades, padrões e nas tecnologias Ethernet, utilizadas na maioria das redes locais. Com relação à camada física, a ênfase recairá sobre os padrões de sinalização, codificação, multiplexação, modulação, interfaces e conexões. Por fim, serão construídas as bases de conhecimento sobre *switching* e redes sem fio. A abordagem contemplará o conceito de comutação, a operação e o funcionamento do *switch*, com configurações básicas, além do uso das redes locais virtuais. Depois, ocorrerá o nosso primeiro contato com as redes sem fio, mencionando os seus conceitos básicos, classificações e operação.

Esperamos que você se sinta motivado a ler e conhecer mais sobre o mundo das redes de dados e comunicação.

Boa leitura!

INTRODUÇÃO

Entre os itens que compõem a infraestrutura de Tecnologia de Informação (TI), parece que as redes e as telecomunicações configuram-se como os mais fantásticos. Isso porque de nada adianta alguém ter o melhor software do mundo, com diversas funcionalidades, sem uma conexão em rede; de nada adianta ter o melhor hardware do mundo, por meio de um computador com grande capacidade de memória e velocidade assustadora de processamento, se ele não estiver ligado à Internet. Até grandes massas de dados podem ser reduzidas a itens de pouca valia se os bancos de dados não se enriquecerem com os dados estratégicos encontrados nas grandes redes.

As redes e as telecomunicações, como elementos da infraestrutura de TI, transformaram (e muito) a ideia que temos de trabalho, lazer, estudo, relacionamento, fluxo de informação – enfim, de praticamente tudo o que fazemos na vida.

Da mesma maneira que a energia elétrica e a água são ubíquos, também o acesso à rede mundial de computadores – a Internet – vai se tornando ubíquo; cada vez mais pessoas conquistam a oportunidade de sair da marginalização tecnológica em que muitos se situam, especialmente entre as camadas mais pobres da população.

Com uma simples visão de usuário, não é possível compreender toda a complexidade que cerca as formas como os sistemas de comunicação operam. Suas particularidades, características, especificidades revelam a necessidade de um estudo aprofundado por parte dos profissionais da área.

Este livro-texto levará os estudantes e futuros profissionais a deixar um pouco de lado a visão de usuário e perceber a profundidade dos conceitos de redes de dados e comunicação. Numa abordagem atual, será apresentada uma visão geral das comunicações de dados e das redes de computadores, detalhando as camadas 1 (física) e 2 (de enlace) do modelo de referência OSI.

Vamos passar por suas camadas abordando uma visão top-down. Nesse enredo, vamos concentrar o conhecimento na formulação dos protocolos envolvidos em cada camada de rede; identificando suas características e exemplificando suas funções, teremos foco e atenção especial à camada de rede, que é substancialmente permeada por inúmeros protocolos e pormenores que possibilitam as condições de funcionamento das redes e que carregam fundamentações importantes que serão entendidas e absorvidas com muita essência.

Perceberemos que as redes de computadores são classificadas de diversas formas, vamos apresentar os conceitos de rede local, redes metropolitanas, redes distribuídas. Quanto à infraestrutura, teremos contato com rede sem fio e rede cabeada, suas topologias, como ponto a ponto e multiponto, e vamos avaliar as redes comutadas por circuitos por pacotes e por mensagens.

Saberemos entender que uma rede de computadores é, basicamente, um conjunto de dispositivos interconectados e cuja função principal é a troca de informações e a interação de dados.

Lembramos que nos primórdios das tecnologias de redes, elas eram constituídas por dispositivos proprietários, nos quais não havia flexibilidade para interconectividade e troca de informações entre fabricantes de hardware e de software diferentes.

Notadamente, após a introdução do modelo OSI, a tecnologia de redes de computadores ganhou um novo sentido. Iniciou-se um processo de integração de âmbito global, passando pelo desenvolvimento dos meios físicos e evoluindo na construção de novos protocolos e conceitos tecnológicos, até chegarmos aos dias atuais, com o emprego do conceito de Internet das Coisas e seus derivados, sem esquecer das inovações propostas pelo protocolo de camada de rede IP versão 6.

Unidade I

1 FUNDAMENTOS DE REDES

Comunicação indica a transferência de informação entre um transmissor e um receptor. A posse de informações corretas e de qualidade possibilita a perfeita tomada de decisões, a escolha acertada de direções a serem seguidas e estratégias a serem desenvolvidas nos negócios. A informação armazenada é conhecimento acumulado que pode ser consultado, utilizado e transferido, servindo como um fornecedor de ensino, cultura e desenvolvimento para a sociedade. Isto mostra a grande importância de uma estrutura de telecomunicações e informática em uma sociedade. Informações que circulem em quantidade e com qualidade, acessadas por pessoas e empresas, possibilitam que todos se comuniquem mais rapidamente entre si, o que gera uma atividade econômica maior e um desenvolvimento mais rápido e eficiente da sociedade, produzindo mais riquezas num menor espaço de tempo, permitindo que todos tenham acesso a mais bens e serviços. Sistemas de comunicação eficientes possibilitam que as empresas vendam mais, produzam mais e gerem mais empregos. Sociedades com sistemas precários de comunicação são como uma máquina que opera a baixa velocidade, produzindo menos. Portanto, toda a atenção deve ser dada à geração e implantação de políticas de desenvolvimento tecnológico em uma sociedade, em especial nas áreas de telecomunicações, informática, pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias (SOUZA, 2011, p. 19).

1.1 Conceitos básicos de comunicação de dados

1.1.1 Histórico das redes de comunicação

A vida em sociedade tem sido cada vez mais transformada pelas ferramentas tecnológicas. Uma destas, sem dúvida, é o aparato da comunicação de dados e informações, que estendeu e fortaleceu a capacidade do homem moderno de se relacionar, criando novas interações sociais, comerciais e pessoais. Esse fato toca em uma necessidade crucial do ser humano: a interação com o outro.

Com o uso das redes sociais, a comunicação quase que instantânea, o crescimento assustador da Internet, o uso dos smartphones e seus numerosos aplicativos, a computação nas nuvens, a Internet das Coisas (IoT), entre outros, é praticamente impossível dissociar a maneira que vivemos de tantas ferramentas tecnológicas de redes.

Antes, existiam inúmeras limitações, o que levou as sociedades a empregar diversas formas de transmitir informação. Práticas como sinais de fumaça, pinturas nas cavernas e esteganografia (arte de esconder ou camuflar a informação) mostram como as pessoas sempre recorreram a inovações a fim de facilitar suas atividades diárias que dependiam de um processo de comunicação.

No entanto, com o uso da Física e da Eletrônica, o trabalho de grandes inventores em redes e telecomunicações se desenvolveu. Foi por volta de 1843 que o físico norte-americano Samuel Morse (1791-1872) inventou o telégrafo e um código de comunicação conhecido como código Morse.

O telégrafo foi o primeiro equipamento a transmitir informações em códigos por meio da eletricidade. Esse dispositivo utilizava a corrente elétrica controlando eletroímãs responsáveis pela emissão e recepção do sinal.

O código Morse, usado na transmissão, compõe-se de pulsos longos e curtos. As combinações de sinais curtos e longos expressam caracteres. O quadro a seguir apresenta exemplos de representação do código Morse:

Quadro 1 – Exemplos de representação do Código Morse

Caractere	Sinais	Representação do Sinal
A	. -	Curto, longo
B	- . . .	Longo, curto, curto
C	- . - .	Longo, curto, longo, curto
1	. - - - -	Curto, longo, longo, longo, longo
3	. . . - -	Curto, curto, longo, longo

Adaptado de: Souza (2011, p. 23).

Em 1875, Alexander Graham Bell (1847-1922) inventou o primeiro sistema telefônico com transmissão elétrica inteligível da voz, através de fio, motivando diversos estudos, trabalhos e inovações em transmissão da informação. Entre as inovações surgidas após a invenção de Graham Bell, é possível citar:

- 1888 – Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894) apresenta o seu trabalho a respeito das propriedades das ondas eletromagnéticas e sua transmissão.
- 1893 – Primeira transmissão de voz via rádio através de ondas eletromagnéticas na avenida Paulista (São Paulo), pelo padre Landell de Moura (1861-1928).
- 1897 – Transmissão de sinais telegráficos sem fio por Guglielmo Marconi (1874-1937).
- 1898 – Desenvolvimento de um sistema de comunicação de rádio para navios russos por Aleksander Stepanovich Popov (1859-1905).
- 1957 – Lançamento do primeiro satélite artificial (Sputnik) pelos russos, proporcionando a comunicação de sinais de voz e de televisão.

A partir desses e de outros inventos, as tecnologias em telecomunicações e telefonia foram se desenvolvendo, proporcionando grandes ganhos para a sociedade moderna no começo do século passado.

Após a criação dos primeiros computadores, no início da segunda metade do século XX, passou-se a pensar em uma maneira de transmitir dados de uma máquina para a outra. Até então, a comunicação estabelecida permitia apenas a transmissão de voz, de sinais de televisão e de códigos.

No final da década de 1960, a Agência de Projetos e Pesquisas Avançadas do Departamento de Defesa dos Estados Unidos criou a Arpanet (Advanced Research Projects Agency Network), considerada praticamente a primeira rede de computadores e precursora da Internet.

A Arpanet operava com a tecnologia de comutação por pacotes e por meio de dispositivos conhecidos como IMPs (Interface Message Processors – Processadores de Mensagens de Interface). Os primeiros IMPs foram instalados nas Universidades da Califórnia, Stanford e Utah nos EUA. Em 1972, já eram aproximadamente 15 nós (pontos interconectados) de rede.

Ainda na década de 1970, nos EUA, foi desenvolvido o padrão Ethernet para transmissão de dados. Esse padrão conseguia a façanha de transmitir informações a uma velocidade de incríveis 2,94 Mbps, por meio de um cabo coaxial, conectando 256 estações de trabalho.

A tecnologia da Arpanet interligava servidores a uma distância considerável, e a tecnologia Ethernet interconectava computadores localmente situados. Essas tecnologias, associadas ao conjunto de protocolos TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol), foram o subsídio para o desenvolvimento da Internet, que surgiu praticamente na década de 1980 e se popularizou de forma assustadora na década de 1990.

Hoje, com a ubiquidade da Internet, os smartphones, a Internet das Coisas, a popularização de ferramentas tecnológicas, as compras on-line, o uso de aplicativos interligados em rede, observa-se o tamanho e a proporção alcançada pela tecnologia de comunicação de dados.

Cada vez mais estão se descobrindo novas formas de utilização da Internet. Aumentam-se os limites do que é possível, bem como os recursos da Internet e a função que ela exerce em nossas vidas. Menciona-se muito, atualmente, a Internet de Todas as Coisas – Internet of Everything (IoE) –, reunindo pessoas, processos, dados e tudo o que torna as conexões em rede mais relevantes e valiosas. Ela transforma informações em ações que criam novos recursos, experiências mais enriquecedoras e oportunidades econômicas sem precedentes para indivíduos, empresas e países.



Saiba mais

Para conhecer um pouco mais sobre a Internet das Coisas, leia o artigo:

SUPPI, G. M. *et al.* Uma visão geral sobre a internet das coisas. *Revista Univap*, São José dos Campos, v. 22, n. 40, p. 586-599, 2016.

1.1.2 Sistema básico de comunicação

Um sistema de comunicação é um conjunto de componentes, equipamentos e meios físicos que tem por objetivo obter o enlace (link) de comunicação entre dois pontos distantes. Integram um sistema básico de comunicação: fonte da informação, transmissor, canal, receptor e usuário da informação. A figura a seguir mostra uma representação desse sistema:

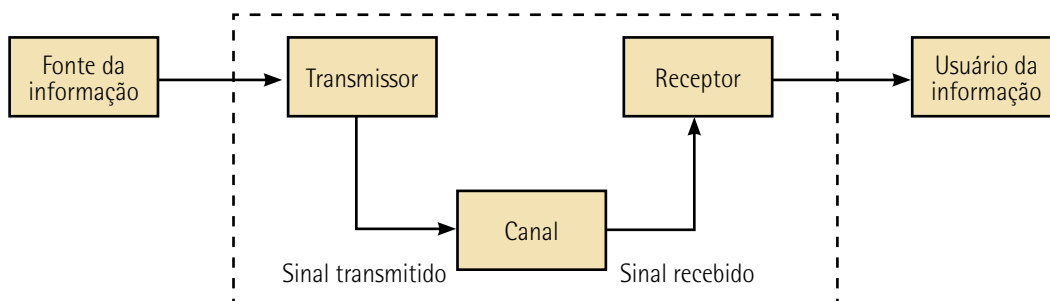


Figura 1 – Sistema básico de comunicação

Fonte da informação é o que gera a mensagem (informação) a ser transmitida. Em um sistema de comunicação de telefonia, por exemplo, seria a pessoa que fala ao telefone. O usuário da informação é a quem se destina a mensagem. Recorrendo mais uma vez ao sistema de comunicação de telefonia, seria a pessoa que escuta algo em seu aparelho telefônico.

O transmissor e o receptor são os elementos formados a partir de circuitos elétricos e eletrônicos que proporcionam a transmissão (transmissor) e a recepção (receptor) do sinal. Em alguns sistemas de comunicação, há dispositivos que transmitem e recebem, sendo chamados de transceptores. Um bom exemplo é o telefone celular, que transmite e recebe.

O canal, também conhecido como canal de comunicação, é o meio físico situado entre o transmissor e o receptor, pelo qual transitam os sinais da informação. Em um sistema de comunicação de telefonia, seria o par de fios metálicos.

Entre os principais tipos de sistema de comunicação, encontramos:

- Sistema de telefonia fixa: utiliza a comunicação via cabos de pares metálicos para a transmissão de voz.
- Sistema de telefonia celular: sistema de comunicação sem fio, constituído de equipamentos móveis de rádio que se comunicam com uma Estação Rádio Base (ERB), dentro de uma área conhecida como célula.
- Sistema de comunicação por fibras ópticas: utiliza como canal um cabo de fibra de vidro para a transmissão da informação por meio de um sinal de luz. Para formar esse sistema, é necessário que o canal possua duas fibras ópticas (uma para transmissão, outra para recepção).

- Sistema de comunicação por rádio: sistema de comunicação sem fio que proporciona a transmissão de sinais por meio de ondas eletromagnéticas.
- Sistema de comunicação via satélite: sistema de comunicação caracterizado pela existência de um equipamento em órbita (o satélite), que emite e recebe ondas eletromagnéticas.

Mais do que a comunicação de voz, esses sistemas proporcionam a transmissão de dados. Esse entendimento é importante porque, nos dias de hoje, com o uso da Internet, tudo (voz, imagens, vídeos etc.) tem sido transformado em dados. Os sistemas de telefonia fixa têm sofrido muitos impactos e sido gradativamente substituídos por sistemas via Internet, que convertem a voz no Protocolo de Internet (IP) – o famoso VoIP (Voice over Internet Protocol).

1.1.3 Sinais da informação

No processo de comunicação, os sinais transmitidos podem ser digitais ou analógicos: os sinais analógicos assumem infinitos valores em um espaço de tempo; já os sinais digitais assumem valores definidos em um espaço de tempo.

A figura a seguir mostra um sinal analógico (a) e um sinal digital (b):

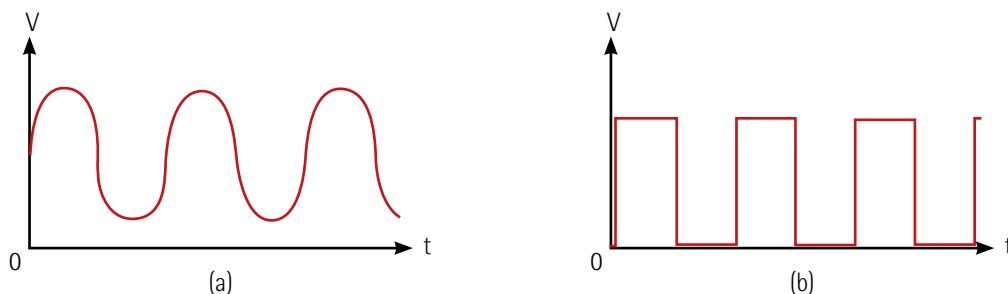


Figura 2 – Sinais analógico e digital

Observação

Para a transmissão de informação, a maior vantagem dos sinais analógicos – o fato de poderem representar infinitos valores – é também a sua maior desvantagem.

Mesmo sabendo que o mundo é analógico (som, imagem, voz), as comunicações digitais são mais seguras que as analógicas. Os sinais digitais são facilmente armazenados em memórias modernas, o que não acontece com os analógicos. Além disso, a eficiência na transmissão digital é maior do que na analógica.

Os sinais analógicos são normalmente representados por meio de uma onda senoidal, dotada das seguintes características:

- Amplitude: é o maior valor encontrado em um sinal analógico.
- Período: é o espaço de tempo em que o ciclo de uma onda se repete.
- Frequência: é a quantidade de ciclos (períodos) em um intervalo de tempo igual a um segundo; é, na verdade, o inverso do período e tem o seu valor dado em Hertz (Hz).
- Fase: é a posição da forma de onda em relação a um tempo igual a zero.

A falta de eficiência na transmissão analógica é verificável quando ocorrem ruídos no meio físico ou algum tipo de interferência. Isso porque o receptor analógico não percebe que a informação, acometida por um ruído ou interferência, está corrompida. Dessa forma, para a transmissão de dados, o sinal analógico configura-se como praticamente inviável, não sendo assim utilizado para redes de computadores.

Como o sinal digital assume apenas valores predefinidos, a transmissão de dados por meio de sistemas de comunicação digital torna-se, portanto, mais adequada para as redes de computadores.

O computador "compreende" apenas o que é digital, mais especificamente o que é binário, ou seja, dois valores: 0 (zero) e 1 (um). Cada algarismo que representa um número binário é chamado de bit. Assim, toda a realidade em volta de um sistema computacional é traduzida para bits e bytes (conjunto de oito bits).

1.1.4 Transmissão de sinais

Como já mencionado, a transmissão de sinais pode ser analógica ou digital.

A transmissão de um sinal analógico se dá por ondas eletromagnéticas ou elétricas constantes, usadas no ar ou em cabos na transmissão de uma informação e cuja variação é contínua em relação a um tempo. Pode variar conforme a amplitude, fase e frequência do sinal analógico. Apresenta limitações pela largura da banda ou velocidade da comunicação por estar sujeita a interferências no sinal.

A transmissão analógica foi inicialmente utilizada em sistemas de telefonia na faixa de frequência de 4 kHz. Esses sistemas de telefonia analógicos são extremamente limitados para a comunicação de dados. O baixo custo é sua principal vantagem.

Já a transmissão digital ocorre por meio de uma sequência de pulsos com amplitude fixa, geralmente representada pelos números 0 ou 1. A maior parte das tecnologias de longa distância trabalha diretamente com transmissão digital. Essa transmissão utiliza modems digitais para efetuar uma técnica conhecida como modulação.

A transmissão de sinais pode ser feita de três modos diferentes: simplex, half-duplex e full-duplex.

A transmissão simplex ocorre apenas de forma unidirecional, ou seja, obedece apenas a uma direção. Nesse modo, as duas pontas envolvidas no processo de comunicação executam os seus papéis bem

definidos de transmissor ou receptor, sem qualquer inversão. Um bom exemplo é a transmissão de sinais de TV analógica ou de rádio AM e FM.

A figura a seguir apresenta a ideia do modo de transmissão simplex:



Figura 3 – Transmissão simplex

A transmissão half-duplex ocorre de forma bidirecional e não simultânea, isto é, as duas pontas envolvidas no processo de comunicação exercem o papel de transmissor e receptor, mas isso não ocorre ao mesmo tempo. Um exemplo desse modo de transmissão é a comunicação de rádio tipo walkie-talkie.

A figura que se segue apresenta a ideia do modo de transmissão half-duplex:

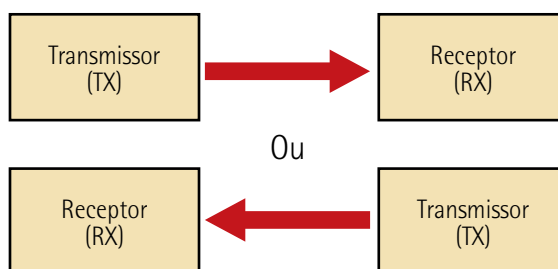


Figura 4 – Transmissão half-duplex

A transmissão full-duplex ocorre de forma bidirecional e simultânea, quer dizer, as duas pontas envolvidas no processo de comunicação transmitem e recebem simultaneamente. Um exemplo disso é o sistema de comunicação de telefonia móvel celular ou de telefonia fixa. Como referido antes, quando um dispositivo efetua transmissão e recepção, recebe o nome de transceptor.

A figura a seguir apresenta a ideia do modo de transmissão full-duplex:



Figura 5 – Transmissão full-duplex

Também é possível classificar a transmissão como síncrona e assíncrona.

A transmissão síncrona é a transmissão de informações de uma única vez, em blocos, determinada pelo sinal de clock de sincronismo. Isso significa que essas informações não podem ser transmitidas a qualquer momento pelo emissor, mas apenas no tempo fixado pelo relógio (clock) interno do receptor.

A transmissão assíncrona, por sua vez, é aquela em que não há um controle por nenhum mecanismo de sincronização no receptor. As informações são enviadas, por exemplo, em sequências de um byte que contêm a indicação de início e fim de cada agrupamento.



Observação

O sinal de clock é um sinal externo à transmissão que aponta o início e o fim dos dados transmitidos em um processo de comunicação. Esse sinal é medido pela mesma unidade da frequência, ou seja, em Hertz.

1.1.5 Processos de comunicação

Os principais processos de comunicação são: modulação, multiplexação e codificação.

A modulação é o processo pelo qual uma onda portadora é alterada segundo as características de um sinal que precisa ser transmitido a um destino. Na modulação, o sinal elétrico da informação modifica pelo menos um parâmetro da onda portadora: amplitude, frequência ou fase. A onda portadora modulada viaja no canal de comunicação transportando os sinais da informação.

A modulação pode ser classificada em:

- Modulação analógica: ocorre quando os sinais analógicos da informação atuam sobre uma onda portadora também analógica.
- Modulação digital: ocorre quando uma portadora de pulsos interage com os sinais analógicos da informação.

A multiplexação é o processo usado quando se deseja transmitir, em um único meio, sinais oriundos de diferentes fontes. É uma técnica que otimiza a infraestrutura de uma rede permitindo que um único canal de comunicação seja compartilhado por vários outros simultaneamente.

A multiplexação pode se dividir em:

- FDM (Frequency Division Multiplexing – Multiplexação por Divisão de Frequência): é a divisão da frequência total de transmissão por canal em vários subcanais, em diversas frequências. Essa técnica é utilizada em sistemas de portadora analógica.
- TDM (Time Division Multiplexing – Multiplexação por Divisão de Tempo): é a técnica mais adequada para a transmissão de sinais digitais, que são divididos em canais e representados por espaços de tempo chamados de frames ou quadros. Os frames são divididos em slots que possuem um tamanho variável.

A codificação é um processo utilizado por sistemas de sinais digitais para a conversão de sinais. A modulação é bastante empregada em sistemas de transmissão analógicos; a codificação, em sistemas digitais.

1.1.6 Desempenho dos sistemas de comunicação

As medidas de desempenho dos sistemas de comunicação auxiliam na verificação da qualidade da transmissão e da existência de efeitos indesejáveis e distúrbios no canal. Entre os principais distúrbios em um canal de comunicação, é possível citar:

- Interferência: sinal de origem humana que invade o canal de comunicação, atrapalhando e dificultando o processo de comunicação.
- Ruído: sinais aleatórios de origem natural que provocam efeitos indesejáveis nos canais de comunicação.
- Atenuação: perda de potência de um sinal ao se propagar por um canal de comunicação.
- Distorção: alteração da forma do sinal devido à atenuação imposta às diferentes frequências.

Existem diversas maneiras de aferir o desempenho de um sistema de comunicação. Entre elas: medida da taxa de transferência, atraso (ou delay), jitter e relação sinal-ruído.

A taxa de transferência de um sistema mede a quantidade de dados transferida no tempo. Quanto maior a taxa de transferência, melhor o desempenho do sistema, e vice-versa. Essa taxa é normalmente medida a partir da quantidade de bits transmitidos em um segundo e pode ser representada pela unidade bps.



É comum referir-se à taxa de transferência como largura de banda. No entanto, a largura de banda é a taxa de transferência máxima teórica em uma transmissão.

O atraso, também conhecido como delay, é a medida de tempo relacionada ao deslocamento da informação da origem (transmissor) até o destino (receptor). Ele é normalmente medido em milissegundos ($ms = 0,001\ s$).

Ao somar todos os atrasos encontrados nos pacotes de dados e dividi-los pelo número de pacotes de dados, encontra-se uma outra medida de desempenho conhecida como jitter.

A relação sinal-ruído, representada muitas vezes pela sigla SNR, é a razão entre a potência transmitida de um sinal e o ruído encontrado na transmissão. Essa relação expressa as influências de um ruído em um processo de transmissão. Assim, quanto menor for a relação sinal-ruído, maior será o efeito indesejável no canal de comunicação.

1.2 Redes de computadores

1.2.1 Elementos de uma rede

1.2.1.1 Introdução

Uma rede é um conjunto de módulos processadores capazes de trocar informações e compartilhar recursos, interligados por um sistema de comunicação (meios de transmissão e protocolos). Uma rede de computadores baseia-se nos princípios de uma rede de informações, que, por meio de hardware e software, torna-a mais dinâmica para atender suas necessidades de comunicação.

Apesar de a indústria de informática ainda ser jovem em comparação a outros setores industriais, foi simplesmente espetacular o progresso que os computadores conheceram em um curto período de tempo. Durante as duas primeiras décadas de sua existência, os sistemas computacionais eram altamente centralizados, em geral instalados em uma grande sala com paredes de vidro, através das quais os visitantes podiam contemplar embevecidos aquela maravilha eletrônica. Uma empresa de médio porte ou uma universidade contava apenas com um ou dois computadores, enquanto as grandes instituições tinham, no máximo, algumas dezenas. Era pura ficção científica a ideia de que, em apenas vinte anos, haveria milhões de computadores igualmente avançados do tamanho de um selo postal. A fusão dos computadores e das comunicações teve uma profunda influência na forma como os sistemas computacionais eram organizados. O conceito de centro de computação como uma sala com um grande computador ao qual os usuários levam seu trabalho para processamento agora está completamente obsoleto. O velho modelo de um único computador atendendo a todas as necessidades computacionais da organização foi substituído pelas chamadas redes de computadores, nas quais os trabalhos são realizados por um grande número de computadores separados, mas interconectados (TANENBAUM, 2007, p. 1).

A evolução dessas redes é constante, ampliando a capacidade de comunicação e favorecendo as interações sociais, comerciais, políticas e pessoais. Elas mudam rapidamente para acompanhar a transformação da rede global. À medida que aumenta o limite do que é possível, a capacidade das redes interligadas que formam a Internet tem um papel cada vez maior no êxito das ações desempenhadas na sociedade.

A Internet teve um sucesso mais rápido do que se poderia prever. Imagine um mundo sem Internet – sem Facebook, Google, iTunes, Netflix, Wikipedia, YouTube, mensagens instantâneas, jogos on-line e fácil acesso à informação. Imagine não haver mais sites de comparação de preços, ter que enfrentar filas por não poder fazer compras pela Internet, não ser possível pesquisar rapidamente números telefônicos e não poder achar direções no mapa com apenas um clique. Quão diferente tudo seria!

As redes de computadores são compostas de: protocolos, meios de comunicação, mensagens e dispositivos.

Os protocolos são as regras que os dispositivos de rede usam para se comunicar. Os principais tipos de protocolo são: protocolos de aplicação, protocolos de transporte, protocolos de redes e protocolos de enlace.

Os meios de comunicação são os meios de transporte que permitem a transmissão de dados. Também são conhecidos como canais de comunicação. Eles dividem-se em:

- Meios confinados ou guiados: quando o sinal está confinado em um cabo.
- Meios não confinados ou não guiados: quando o sinal se propaga pelo ar, por meio de ondas eletromagnéticas.

A mensagem é aquilo que se deseja transmitir entre a origem e o destino. A formação, codificação e formatação da mensagem obedece a regras conhecidas como protocolos.

Os dispositivos são os elementos responsáveis pela transmissão, recepção e encaminhamento de dados. Eles estão divididos em:

- Dispositivos finais: formam a interface entre os usuários e a rede de comunicação subjacente.
- Dispositivos intermediários: conectam os hosts individuais à rede e podem conectar várias redes individuais para formar uma rede interconectada.

1.2.1.2 Protocolos

Uma comunicação entre duas pessoas é repleta de regras, formais ou informais. Em um tribunal, quando o advogado, o juiz, as testemunhas ou os réus querem falar, há normas prescritas por um regimento. Da mesma forma, na comunicação entre computadores, existem normas: os protocolos.

Os protocolos podem ser considerados como acordos ou regras que regem os processos de comunicação de dados. Eles normalmente são criados em um contexto descrito por um modelo ou padrão, não operando de maneira isolada, mas totalmente interligados, formando uma pilha de protocolos. Isso porque os computadores não utilizam somente um protocolo para se comunicar, mas vários.

Apenas com o intuito de exemplificar, sem entrar em detalhes: quando ocorre o download de uma mensagem de e-mail, há, pelo menos, quatro protocolos envolvidos no processo.

Alguns autores também definem protocolo como a linguagem que os computadores "falam", ele serve para que o transmissor e o receptor consigam "conversar" de forma amigável. Por isso, é comum dizer que os protocolos:

- sincronizam a "conversa" entre duas pontas, de forma a criar a conexão;
- detectam erros no canal de comunicação, além de retransmiti-los;
- atuam na recuperação de erros, executando endereçamento e retransmissões;
- controlam o fluxo de informações.

O protocolo é um programa carregado no computador e agregado às suas interfaces de comunicação, com o objetivo básico de garantir que um dado qualquer chegue a outro ponto da mesma forma que foi transmitido. A integridade dos dados é mantida, independente do meio utilizado na transmissão (linha discada/telefônica, canais de dados, canais de voz, satélite ou qualquer outro meio de transmissão), já que o controle é feito nas pontas. O protocolo coloca caracteres de controle no início e no final de cada bloco de dados transmitido. Esses controles são conferidos ao chegarem à outra ponta, pelo protocolo receptor. Se na transmissão ocorre algum erro, o protocolo deve enviá-los novamente até que cheguem corretamente (SOUZA, 2011, p. 77).

Em redes de computadores, os principais modelos que agrupam protocolos são os modelos OSI (Open System Interconnection) e TCP/IP.

Desenvolvido entre o final da década de 1970 e o ano de 1984, a fim de interconectar sistemas abertos e segmentar a problemática das redes de computadores em camadas, o modelo OSI foi criado pela ISO (International Organization for Standardization), que é uma das maiores organizações internacionais de padronização, atuando em diversas áreas de desenvolvimento tecnológico.

O modelo TCP/IP, também conhecido como modelo DoD (Department of Defense – Departamento de Defesa norte-americano), foi elaborado para atender a necessidade de criação da rede de computadores da Arpa (Advanced Research Projects Agency – Agência de Pesquisas e Projetos Avançados do Departamento de Defesa). É um modelo aberto e relativamente simples. Concebido como projeto em 1970, traduz toda a problemática das redes em camadas, da mesma forma que o modelo OSI.

Outro modelo de protocolos, pouco conhecido e obsoleto, é o modelo SNA (Systems Network Architecture). Desenvolvido pela IBM, em 1974, define o conjunto de protocolos de comunicação que utilizam os mainframes fabricados pela IBM. Ele agrupa os seus protocolos em sete camadas: controle físico, controle lógico do enlace, controle do caminho, controle de transmissão, controle de fluxo de dados, serviços de apresentação e serviços de transação.

Os protocolos podem ser classificados como de baixo nível e de alto nível. Os protocolos de baixo nível são aqueles que controlam processos inerentes aos meios físicos da comunicação de dados. Os protocolos de alto nível trabalham no âmbito do software e estão relacionados a formatação de mensagens, modo de transmissão, decomposição, entre outros.

1.2.1.3 Tipos de protocolo quanto ao sincronismo

Quanto ao sincronismo de operação, podemos classificar os protocolos em três tipos diferentes. São eles: protocolos assíncronos, protocolos síncronos e protocolos isócronos.

Os protocolos assíncronos definem formas de transmissão entre duas pontas que não operam de maneira sincronizada. Desse modo, os caracteres são transmitidos em intervalos de tempo diferentes. Um bom exemplo são os protocolos que fazem a transferência de dados entre computadores, quando estes são interligados diretamente a um modem.

Os protocolos síncronos definem formas de transmissão síncrona, isto é, ocorre um sincronismo no processo de comunicação, a partir de um sinal de clock. Esses protocolos podem ser classificados como orientado a caractere e orientado a bit. Como exemplos, temos os protocolos SDLC (Synchronous Data Link Control), HDLC (High-level Data Link Control), X.25 e os padrões criados pela Ansi (American National Standards Institute).

Os protocolos isócronos definem formas de transmissão que utilizam bits de start/stop a fim de delimitar caracteres, ou seja, o processo de comunicação de dados não obedece a um tempo padrão. Um bom exemplo seria o CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), muito usado em redes locais de computadores.

1.2.2 Classificação das redes

1.2.2.1 Classificação das redes de computadores quanto à abrangência

Com a utilização de microcomputadores na década de 1980 em aplicações comerciais, surgiu também a necessidade de compartilhar dados e recursos entre diferentes computadores. A troca de informações entre equipamentos era feita por disquetes, que é uma operação insegura e sujeita a erros de duplicidade, já que os arquivos e bases de dados não são atualizados em todos os equipamentos ao mesmo tempo. Anteriormente aos microcomputadores, os computadores existentes eram somente de grande porte, com processamento e dados centralizados, que evitam assim a redundância de dados, acessados por terminais sem nenhuma capacidade de processamento (chamados de terminais burros) que apenas recebiam e enviavam dados. A arquitetura de microprocessadores e microcomputadores, inicialmente com 4 bits e posteriormente com 8, 16, 32, 64 bits e processamento paralelo, evoluiu para o padrão PC criado pela IBM e com o sistema operacional DOS. Assim, passamos a ter computadores pessoais e independentes e com grande poder de processamento. Se os computadores não estão interligados em uma empresa, isso gera retrabalho de redigitação de dados, cópias de arquivos, duplicidade de informações, falta de consistência nos dados por não haver uma base de dados única e centralizada. Com uma base de dados única, todos os computadores interligados em rede podem acessar

as mesmas informações, gerar relatórios, consultas, entre outros. A conexão de vários computadores em uma empresa tem, basicamente, a função de integrar as informações (SOUZA, 2011, p. 163).

Quanto à abrangência, as redes de computadores podem, de forma geral, ser classificadas em:

- LAN (Local Area Network): rede relativamente pequena de computadores, de abrangência limitada.
- MAN (Metropolitan Area Network): rede de alta velocidade composta de LANs numa mesma região metropolitana.
- WAN (Wide Area Network): rede que conecta LANs situadas em diferentes áreas metropolitanas.

Em uma LAN, dispositivos finais de interconexão de LANs estão em uma área limitada, como uma casa, uma escola, um edifício de escritórios ou um *campus*. Uma LAN é geralmente administrada por uma única organização ou uma única pessoa. O controle administrativo que rege as políticas de segurança e o controle de acesso é executado no nível de rede. As LANs fornecem largura de banda de alta velocidade aos dispositivos finais internos e aos dispositivos intermediários.

As MANs conectam LANs dentro de uma região metropolitana, alcançando extensões inferiores às WANs. As principais características das MANs são: interconexão de locais espalhados em uma cidade, conexões dotadas de velocidades intermediárias entre LAN e WAN, e conectividade com outros serviços, como o de TV.

As WANs interconectam as LANs em grandes áreas geográficas, como entre cidades, estados, províncias, países ou continentes. Normalmente, são administradas por vários prestadores de serviço e costumam fornecer links de velocidade mais lenta entre as LANs.

Em geral, as redes WAN possuem grande heterogeneidade de mídias de transmissão. Além disso, trabalham com velocidades inferiores àquelas com que estamos habituados nas redes locais. As tecnologias de comutação em WANs são classificadas em:

- Comutação por circuitos.
- Comutação por pacotes.
- Comutação por células.

A comutação por circuitos é caracterizada pela alocação dos recursos por meio de um caminho virtual dedicado a garantir uma taxa constante durante a transmissão. Essa comutação é usada em comunicação de voz, que exige uma transferência contínua da informação. O funcionamento da comutação de circuitos ocorre em três etapas: estabelecimento, conversação e desconexão.

Na comutação por pacotes, não é exigido o estabelecimento de um caminho prévio para a informação. A informação é dividida em pacotes de tamanho fixo de forma dinâmica, permitindo o

encaminhamento pela rede. Cada pacote é comutado individualmente e enviado nó a nó entre origem e destino, podendo a sequência ser alterada pelo fato de essa rede oferecer mecanismos para manter a sequência de pacotes nó a nó, reordenar pacotes antes da entrega e detectar e recuperar os erros.

A comutação por célula é uma grande evolução se comparada com as duas tecnologias anteriores. Só se tornou possível devido à baixa taxa de erro dos meios de transmissão existentes, hoje baseados em fibra óptica. Consiste no uso de células de tamanho fixo. Nessa tecnologia, a banda é alocada dinamicamente, o que garante o suporte a aplicações de taxa constante, como serviços de voz e vídeo em tempo real, e taxa variável, como serviços de dados.

Redes WAN são gerenciadas por ISPs (Internet Service Providers), classificados em três níveis: no nível 1, estão os ISPs responsáveis pelas conexões nacionais e internacionais, dando forma à Internet; no nível 2, estão os ISPs de serviços regionais, que se conectam ao nível 1 (nesse nível, são vendidos serviços de rede WAN); por fim, no nível 3, estão os provedores locais, normalmente para usuários domésticos.

O protocolo utilizado dentro do ISP não é o mesmo disponibilizado no loop local dos clientes finais. A rede interna do ISP usa padrões de comunicação mais eficientes, como o ATM (Asynchronous Transfer Mode).

Os quadros dos protocolos de enlace WAN são muito semelhantes, representando sinais que indicam inicialização, endereços, controles, dados, checagem de bits e finalização do quadro. Embora tenham semelhanças, os algoritmos desses protocolos trazem funcionalidades diferentes em seus campos.

Os principais dispositivos de WAN são:

- Modem.
- CSU/DSU (Channel Service Unit/Data Service Unit).
- Servidor de acesso.
- Switch WAN.
- Roteador.
- Roteador de backbone.

Existem outras classificações quanto à abrangência. São elas:

- PAN (Personal Area Network): redes de curta distância (alguns poucos metros) – por exemplo, a tecnologia bluetooth.
- CAN (Campus Area Network): redes que interligam um *campus* (uma área de dimensão inferior a uma MAN e superior a uma LAN).

- VLAN (Virtual Local Area Network): rede local virtual que surge da segmentação de uma LAN em redes menores.
- WLAN (Wireless Local Area Network): rede local sem fio.

1.2.2.2 Classificação das redes de computadores quanto ao modelo computacional

Quanto ao modelo, as redes se classificam em: com processamento centralizado e com processamento distribuído.

As redes com processamento centralizado, conhecidas também como redes de computadores centralizadas, foram as primeiras. Caracterizavam-se pela existência de um computador central com grande capacidade de processamento, interligado a diversos outros computadores sem qualquer capacidade de processamento, conhecidos como terminais burros.

Nas redes com computação distribuída, cada máquina tem o seu próprio poder de processamento. É possível subdividi-las em: redes cliente-servidor e redes ponto a ponto. As redes cliente-servidor são caracterizadas pela presença de um servidor, que controla e compartilha os recursos das redes. Nas redes ponto a ponto, não temos a presença de servidores, de modo que qualquer computador pode se comportar como servidor ou como cliente.

1.2.3 Topologias de rede

1.2.3.1 Arquiteturas e topologias de rede

Uma arquitetura de rede é um meio de descrever o projeto lógico de uma rede de computadores. Ela apresenta os meios tecnológicos que sustentam a infraestrutura, os serviços e os protocolos de rede. As características abordadas pela arquitetura são: tolerância a falhas, escalabilidade, qualidade de serviço, e segurança.

Os tipos de arquitetura de rede são:

- Cliente-servidor: é caracterizada pela existência do controle e gerenciamento central de recursos em servidores.
- Ponto a ponto: é uma arquitetura em que qualquer computador pode atuar tanto como servidor quanto como cliente.

A topologia de uma rede descreve sua estrutura e o modo como são feitas as conexões entre os dispositivos.

As topologias de rede dividem-se em:

- Topologia física: descrição da configuração dos meios físicos que interconectam os dispositivos em uma rede.

- Topologia lógica: define o modo como os dispositivos se comunicam e os dados se propagam na rede.

1.2.3.2 Topologias físicas de rede

As topologias físicas têm o papel de identificar a disposição física dos componentes de rede. Nelas, encontramos os dispositivos, os meios físicos e forma como ocorrem as interligações.

A figura a seguir representa um diagrama de topologia física:

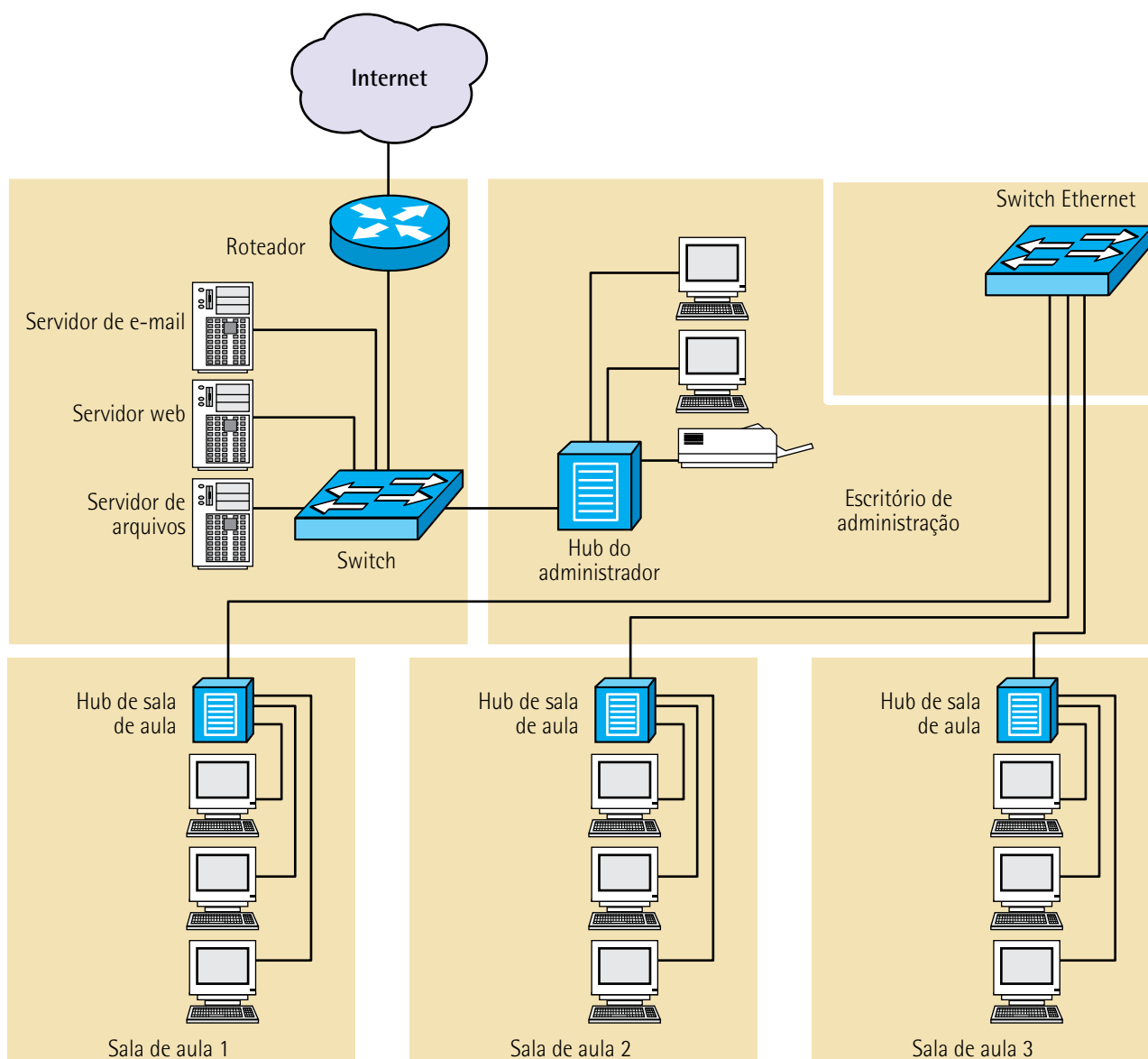


Figura 6 – Diagrama de topologia física

As topologias físicas podem ser classificadas em: topologia física em estrela, topologia física em barramento e topologia física em anel.

Na topologia física em estrela, todos os componentes estão interligados a um equipamento concentrador, que é o núcleo central de uma rede. Nas redes locais modernas, é muito comum o uso dessa topologia, em que o equipamento concentrador é normalmente um hub ou um switch. A figura que a seguir apresenta a ideia da topologia física em estrela:

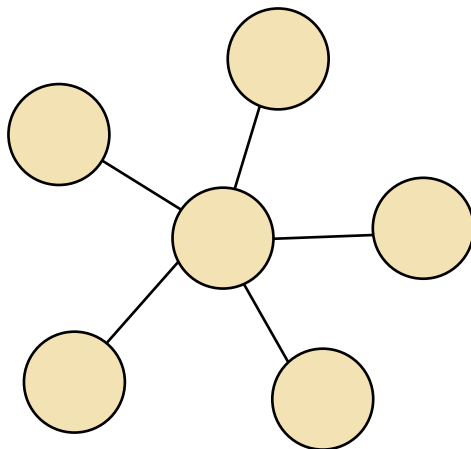


Figura 7 – Topologia física em estrela

Na topologia física em barramento, cada um dos componentes está interligado a um barramento físico – por exemplo, um cabo coaxial, muito utilizado como barramento de redes locais. A figura a seguir mostra uma topologia física em barramento:

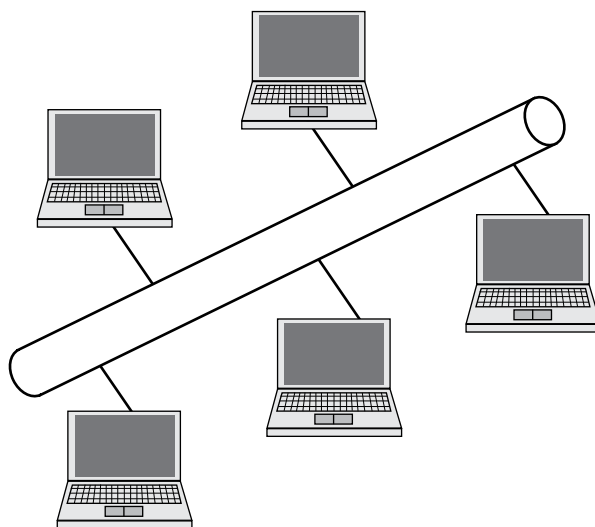


Figura 8 – Topologia física em barramento

Na topologia física em anel, há um meio físico interligando os componentes um por um, formando um anel físico. A grande fragilidade dessa rede está no ponto de falha que cada componente representa. A figura que se segue apresenta a ideia da topologia física em anel:

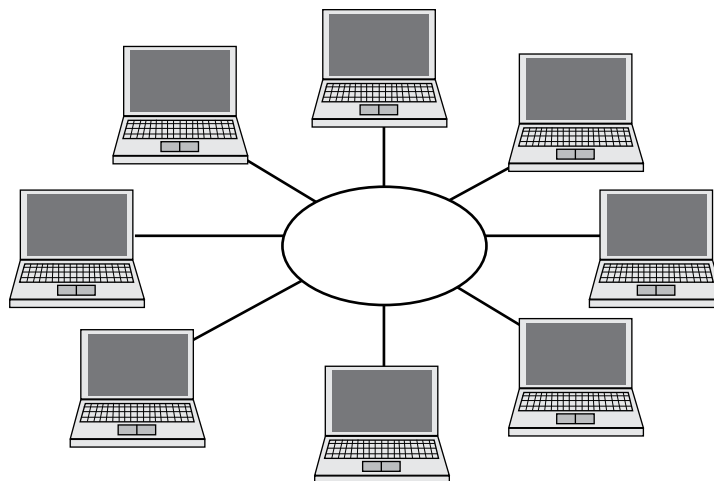


Figura 9 – Topologia física em anel

1.2.3.3 Topologias lógicas de rede

A topologia lógica de rede tem o objetivo de identificar como se dá o processo de comunicação de dados, com informações como endereços de rede, portas e interfaces e dispositivos.

A figura a seguir traz o diagrama de uma topologia lógica de rede:

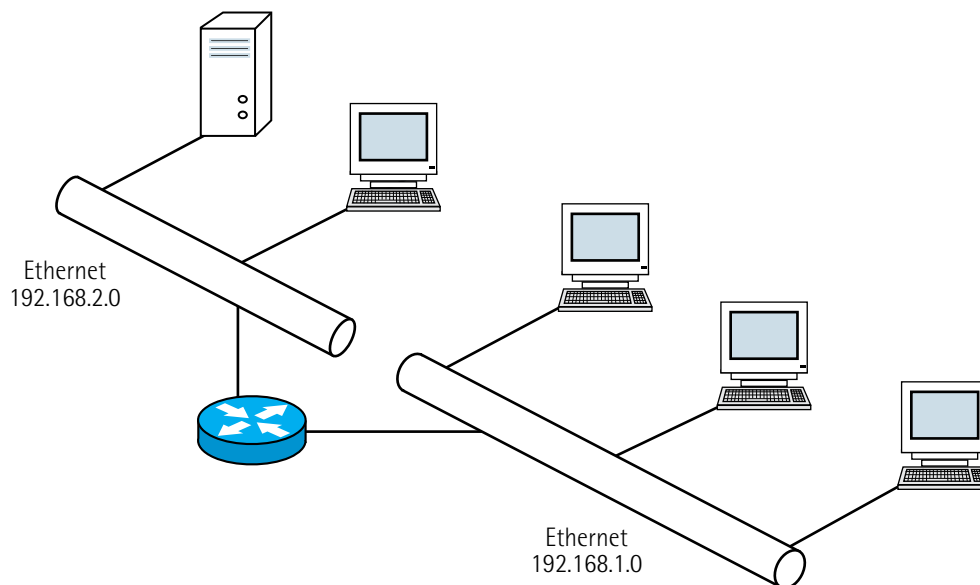


Figura 10 – Diagrama de topologia lógica

As topologias lógicas podem ser classificadas em: topologia lógica em barramento e topologia lógica em anel.

Na topologia lógica em barramento, é utilizado o método de contenção, que é um processo de acesso ao canal de comunicação com acesso múltiplo e verificação de portadora. A maior parte das

redes locais opera com essa topologia e esse método porque trabalha com a tecnologia Ethernet. Nas redes Ethernet, a topologia física usada pode ser em estrela ou em barramento, mas a topologia lógica é em barramento. Ou seja, todos "enxergam" uma estrela ou um barramento, mas os dados trafegam em um barramento lógico.

Na topologia lógica em anel, é utilizado o método de acesso controlado, de forma que os dispositivos podem utilizar o canal de comunicação de modo controlado e revezado. Nesse método, usa-se o processo de passagem do token – este é passado entre os dispositivos de forma que seus detentores momentâneos possam utilizar o meio físico. Bons exemplos são as redes Token Ring, FDDI (Fiber Distributed Data Interface) e Token Bus.

1.2.4 Equipamentos de rede

1.2.4.1 Equipamentos e dispositivos de rede

Os dispositivos são os elementos responsáveis pela transmissão, recepção e encaminhamento de dados. Para o funcionamento de uma rede, são necessários dispositivos que permitam o transporte de dados e uma comunicação adequada entre os diversos equipamentos. Eles estão divididos em: dispositivos finais e dispositivos intermediários.

Os dispositivos finais de rede (também chamados de hosts) são aqueles que estão mais próximos das pessoas. Esses dispositivos formam a interface entre os usuários e a rede de comunicação subjacente. Um dispositivo de host é a origem ou o destino de uma mensagem transmitida pela rede. São exemplos de dispositivos finais: computadores, impressoras de rede, telefones VoIP, terminais de videoconferência, câmeras de segurança e dispositivos móveis.

Os dispositivos intermediários são os que se interconectam a dispositivos finais, fornecendo conectividade, e funcionam em segundo plano para garantir que os dados fluam pela rede. Esses dispositivos conectam os hosts individuais à rede e podem conectar várias redes individuais para formar uma rede interconectada.

Os dispositivos intermediários podem ser classificados em: de acesso à rede (switches e pontos de acesso sem fio), de interconexão (roteadores) e de segurança (firewalls).

1.2.4.2 Concentradores de rede

Os concentradores são dispositivos intermediários de rede. Os dois principais, utilizados especialmente em redes locais, são: hubs e switches.

O hub, equipamento que trabalha na camada física do modelo OSI, é responsável por repetir, amplificar e regenerar um sinal para toda a rede, operando com o meio físico que utiliza cabos de pares metálicos. O hub foi o primeiro equipamento utilizado para implementar redes de computadores locais com topologia física em estrela, mas ele se comporta como um barramento lógico.

O hub também é conhecido como repetidor multiporta, devido ao fato de repetir bits recebidos em uma porta para todas as outras, sem a utilização de qualquer processo inteligente, isto é, o hub não tem conhecimento dos hosts que estão interligados às suas portas, sendo esse o principal motivo de se referir ao hub como um equipamento burro.

A figura a seguir apresenta um hub exercendo o papel de concentrador:

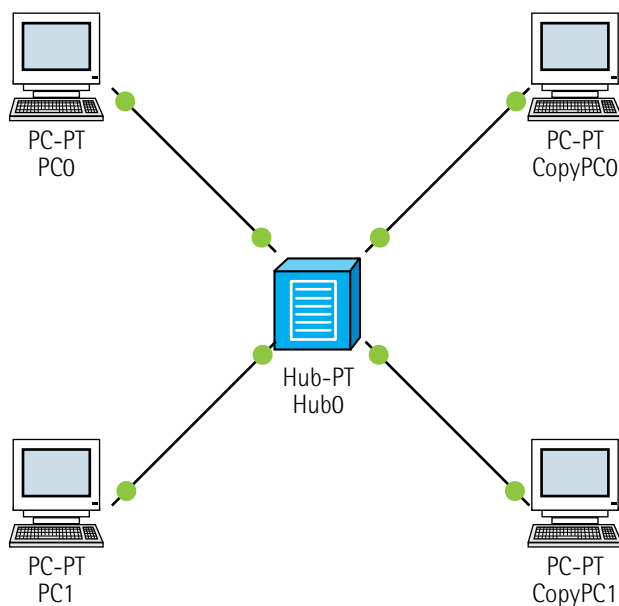


Figura 11 – Hub como concentrador

Em redes com grande número de hosts, não é recomendável a utilização de hub, porque ele causa um aumento no número de colisões. Essas colisões ocorrem quando mais de um host tenta transmitir ao mesmo tempo, degradando assim o desempenho e a eficiência das redes.

Não obstante, as repetições executadas pelos hubs são extremamente eficientes quando se deseja estender o alcance de uma rede local, interligando nós de rede fisicamente separados por uma distância considerável.

Observação

Nas redes locais, a maior distância permitida entre o equipamento concentrador e um host, utilizando cabeamento de pares metálicos trançados, é de 90 m.

O switch também é um equipamento concentrador. Embora um pouco parecido com um hub, ele opera na camada de enlace do modelo OSI, justamente porque tem conhecimento dos hosts que estão interligados a suas portas. Na verdade, o conhecimento do switch é baseado no endereço físico que cada host possui, denominado endereço MAC.

Observação

O acrônimo MAC significa Controle de Acesso ao Meio. Trata-se de um padrão da camada de enlace do modelo OSI.

Dessa forma, o switch encaminha as informações apenas para o endereço físico de destino correto, evitando tráfego desnecessário e aumentando a eficiência no processo de comunicação de dados.

Isso é possível porque o switch constrói e armazena uma tabela interna dos endereços MAC dos hosts interligados a suas portas, permitindo o processo de tomada de decisão sobre o correto encaminhamento das informações que por ele trafegam.

Essa característica de chavear ou comutar a informação de uma porta para a outra faz com que o switch seja conhecido como comutador ou chaveador.

A figura que se segue apresenta o switch exercendo o seu papel de comutador:

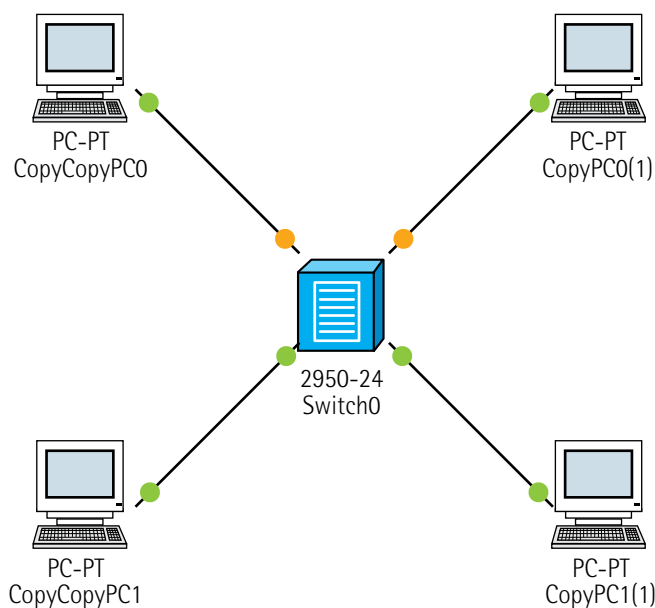


Figura 12 – Switch como comutador

1.2.4.3 Roteadores

O roteador é um dos principais dispositivos utilizados em redes locais e redes de longa distância. Ele tem como principal objetivo interconectar diferentes segmentos de redes, que podem estar em um mesmo prédio ou distantes a milhares de quilômetros. O roteador encaminha os pacotes de dados entre as redes de computadores atuando na camada de rede do modelo OSI.

Por meio do processo de roteamento, ele toma as decisões sobre os melhores caminhos para o tráfego da informação, roteando pacotes de dados. Isso é possível devido à construção de tabelas de roteamento que o roteador mantém para executar adequadamente os seus processos e, assim, facilitar a comunicação de dados.

Um roteador também pode limitar o tamanho do domínio de broadcast, fazendo com que mensagens em broadcast sejam impedidas de sair de uma rede para outra.

Observação

Uma comunicação em broadcast é executada de um host para todos os hosts de uma rede. Uma comunicação em unicast é executada de um host para um único outro host.

O roteador também tem a capacidade de interligar redes de topologias, arquiteturas e tecnologias totalmente diferentes. Isso porque essas questões referem-se a outros níveis de protocolo, que são praticamente transparentes para os roteadores. Por exemplo, os roteadores podem interligar redes que operam com tecnologias Token Ring e Ethernet.

A figura a seguir mostra uma topologia de rede incluindo um roteador:

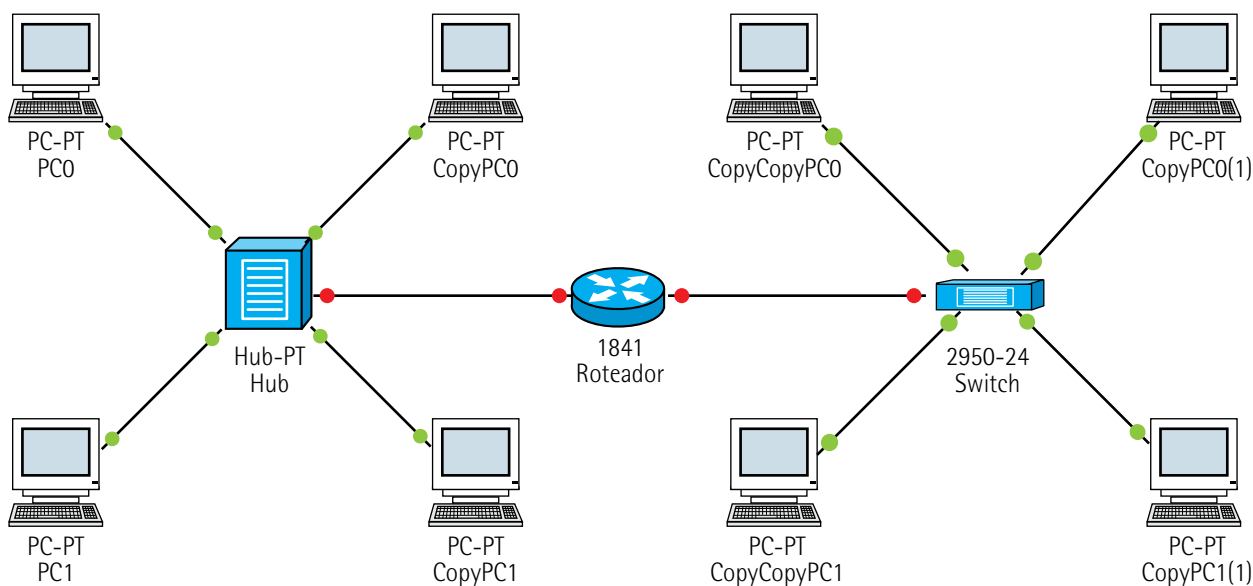


Figura 13 – Roteador interligando duas redes

1.2.4.4 Outros dispositivos de rede

Entre os demais dispositivos de rede, é importante citar a placa de rede. Ela é a responsável pela conexão do computador à rede. Qualquer computador que se interligue a uma rede necessita desse dispositivo. Cada uma delas possui um endereço MAC único.

O servidor é outro equipamento que tem um papel crucial, pela sua presença mandatória nas arquiteturas de rede cliente-servidor. Os servidores são responsáveis pelo controle e compartilhamento dos recursos de uma rede. Podem ser classificados como: servidores de impressão, de arquivos, de proxy, de comunicação, entre outros.

Operando na camada física, os modems também podem ser considerados como equipamentos importantes para o funcionamento das redes, principalmente de longa distância. O modem tem o objetivo de transformar os sinais digitais em sinais analógicos para a transmissão, por meio do processo de modulação. Na recepção, os modems executam a demodulação, que é a transformação do sinal analógico em digital.



Lembrete

A modulação é o processo pelo qual uma onda portadora é alterada segundo as características de um sinal que precisa ser transmitido a um destino. Na modulação, o sinal elétrico da informação modifica pelo menos um parâmetro da onda portadora: amplitude, frequência ou fase. A onda portadora modulada viaja no canal de comunicação transportando os sinais da informação.

2 CANAL DE COMUNICAÇÃO

2.1 Conceito e características dos canais de comunicação

2.1.1 Meios físicos

Os meios físicos de rede, também conhecidos como canais de comunicação, são os meios de transporte que permitem a transmissão de dados.

Esses meios são peças fundamentais no processo de comunicação nas redes de computadores. Por isso que, em sua determinação, é necessária a adoção de critérios como: velocidades suportadas, imunidade a ruído, taxa de erros, disponibilidade, confiabilidade, atenuação e limitação geográfica.

Os meios físicos podem ser classificados em confinados e não confinados. Os confinados são os cabos coaxiais, de pares metálicos e as fibras ópticas. Os não confinados são os que utilizam comunicação sem fio, por exemplo: comunicação via satélite, enlaces de micro-ondas, bluetooth e radiodifusão de um modo geral.

Muitas empresas e organizações consideram o projeto desses meios físicos como um investimento de longo prazo, e para que ele seja adequado devem ser considerados os seguintes fatores: custo, escalabilidade, confiabilidade e gerenciamento.

É muito comum referir-se à taxa de transferência em determinado canal de comunicação como largura de banda (bandwidth). A maioria das transmissões com alta velocidade ou largura de banda considerável ocorre nas comunicações digitais, sem o uso da modulação, ou seja, em banda base.

2.1.2 Cabeamento estruturado

Ao trabalhar com meios físicos confinados em redes locais (LAN), é necessário seguir um conjunto de normas que visa a estruturar melhor o projeto de meios físicos. As principais normas utilizadas são as editadas pelas organizações EIA (Electronic Industries Alliance) e TIA (Telecommunications Industry Association). Quando esses padrões são seguidos, afirma-se que o cabeamento utilizado é estruturado.

Os principais objetivos do cabeamento estruturado são:

- Implementar um padrão genérico para ser seguido por fornecedores diferentes dos cabos de telecomunicação.
- Estruturar um sistema intrapredial e interpredial com produtos de fornecedores distintos.
- Estabelecer critérios técnicos de desempenho para sistemas de cabeamento diferentes.

Os meios físicos utilizados no cabeamento estruturado são os cabos de pares trançados e os cabos ópticos.

O cabeamento estruturado está dividido nos seguintes subsistemas:

- Cabeamento horizontal: interconexão entre a área de trabalho e a sala de telecomunicação. É composto de cabos, terminações mecânicas, patch cords e ponto de consolidação ou saída para múltiplos usuários.
- Cabeamento vertical: interconexão entre a sala de telecomunicação, a sala de equipamentos e a entrada de serviço. É composto de conexões cruzadas, terminações mecânicas e patch cords.

Ainda sobre o cabeamento utilizado como meio físico de comunicação em redes de computadores, as seguintes regras precisam ser seguidas para uma passagem de cabos:

- Os cabos constituídos de material metálico precisam passar por caminhos diferentes dos cabos da rede elétrica.
- É desejável evitar a passagem por áreas muito movimentadas.
- O trabalho precisa ser executado por técnicos especializados.
- Os cabos de fibras ópticas não podem receber o mesmo tratamento que os cabos de cobre.

O cabeamento estruturado é constituído por cinco subsistemas: entrada do prédio, sala de equipamentos, sala de telecomunicação, cabeamento de backbone e cabeamento horizontal.

A entrada do prédio, também conhecida como entrada de facilidades, é o ponto de conexão entre a rede local do prédio e o mundo externo.

As salas de equipamentos e de telecomunicação são espaços em que estão situados os equipamentos de redes e telecomunicações. Na sala de equipamentos, normalmente, encontram-se os servidores. Na sala de telecomunicação, ocorre o encontro entre o cabeamento de backbone e o cabeamento horizontal, além de hubs, switches, patch panels, entre outros.

O cabeamento de backbone, conhecido como cabeamento vertical, conecta a entrada do prédio e a sala de equipamentos. O cabeamento horizontal é o cabeamento utilizado entre a sala de telecomunicação e as tomadas de telecomunicações.

2.2 Tipos de canal de comunicação

2.2.1 Cabo coaxial

O cabo coaxial foi o primeiro tipo de meio físico de rede empregado em uma LAN. Esse cabo é utilizado para comunicações de vídeo, sendo conhecido também, popularmente, como cabo BNC (Bayonet Neill-Concelman).



Observação

BNC é o nome dado a um tipo de conector usado pelos coaxiais.

O cabo coaxial é constituído por um fio de cobre condutor, revestido por uma camada com um material isolante coberto por uma blindagem de alumínio ou cobre para proteger o fio de interferências externas. Com essa composição, o cabo coaxial é mais indicado para longas distâncias, suportando velocidades de megabits por segundo sem a necessidade de regeneração do sinal.

Os principais tipos de cabo coaxial dividem-se em cabos coaxiais finos e cabos coaxiais grossos.

O cabo coaxial fino foi utilizado no início das redes locais com topologia em barramento; com o desenvolvimento das topologias em anel e estrela, porém, ele passou a ser substituído pelos cabos UTP (Unshielded Twisted Pair). Foi padronizado pelo IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) como 10Base2 e é, muitas vezes, descrito como RG-58, com uma impedância de 50 ohms.

Utilizando o cabo coaxial fino é possível chegar ao comprimento máximo de 185 m, com trinta conexões e uma taxa de transferência de 10 Mbps. Para conectá-lo a um computador, é necessária a utilização de um conector chamado BNC T.



Lembrete

A taxa de transferência de um sistema mede a quantidade de dados transferida no tempo. Quanto maior a taxa de transferência, melhor o desempenho do sistema, e vice-versa. Essa taxa é normalmente medida a partir da quantidade de bits transmitidos em um segundo e pode ser representada pela unidade bps.

Comparado ao cabo coaxial grosso, o cabo coaxial fino é mais maleável, fácil de instalar e tem maior imunidade a ruídos eletromagnéticos de baixa frequência.

O cabo coaxial grosso é usado em redes de computadores industriais com distância superior a 200 m ou quando há grande incidência de interferências eletromagnéticas. Possui uma impedância de 75 ohms devido à dupla blindagem. Também foi utilizado na transmissão de voz e imagens analógicas e em backbones em virtude do alto custo das fibras ópticas.

As principais características do cabo coaxial grosso são: possuir velocidade máxima de transmissão de 10 Mbps; possuir alcance máximo do cabo de 500 m; comportar até cem computadores no barramento, com distância entre as estações de 2,5 m ou múltiplos; poder ser aplicado em rede Ethernet ou Token Ring.

As principais vantagens do cabo coaxial são:

- Ter blindagem que o habilita a alcançar distâncias maiores que os cabos de pares trançados metálicos.
- Poder ser utilizado na transmissão em banda larga.
- Possuir imunidade a ruídos consideravelmente maior em comparação com os cabos de pares trançados metálicos.

As principais desvantagens do cabo coaxial são:

- Não possuir flexibilidade o suficiente, além de apresentar o defeito de mau contato devido a suas características construtivas.
- Ter dificuldades no lançamento e passagem desse cabo.
- Funcionar em topologia física em barramento sendo que, caso o cabo quebre ou apresente mau contato, toda a rede pode ficar fora de operação.

A ideia de blindagem do cabo coaxial é oriunda da teoria da gaiola de Michael Faraday (1791-1867).

Michael Faraday, físico e químico inglês, no estudo de cargas elétricas, levou um eletroscópio, dispositivo usado na época para indicar a presença de cargas elétricas, para dentro de uma grande gaiola metálica. Em seguida, seu assistente carregou eletricamente a gaiola aterrada, com tanta intensidade que dela saltaram faíscas, mas o eletroscópio não indicou a presença de carga. Então, Faraday concluiu que o interior da gaiola era local protegido de cargas e descargas elétricas externas. Ambientes blindados e aterrados são construídos para funcionar como gaiola de Faraday e servir de laboratório para testes e medidas em receptores e amplificadores, principalmente. Como campos eletromagnéticos não penetram no interior, os ensaios são realizados sem qualquer interferência externa. De modo semelhante, no interior de elevadores, prédios com estruturas metálicas, túneis etc., locais onde a onda irradiada de fora não consegue penetrar e os receptores ficam inoperantes (MEDEIROS, 2012, p. 110).

2.2.2 Cabo de par trançado

O cabo de par trançado é composto de um, dois ou quatro pares de fios enrolados de dois em dois, formando uma camada isolante. Essa medida mantém as suas propriedades elétricas ao longo do fio e reduz o nível de interferência eletromagnética.

Esses cabos são encontrados em redes domésticas e corporativas, interligando modems, computadores, roteadores, hubs e demais ativos de rede.

Sua transmissão suporta sinais analógicos ou digitais, e sua largura de banda é de 10 Mbps, 100 Mbps ou 1.000 Mbps, o que pode variar conforme o meio em que está inserido. Contudo, há cabos UTP que alcançam a velocidade de 10 Gbps, sendo utilizados em backbones, interligando roteadores em redes distintas.

Os cabos de pares trançados dividem-se em sem blindagem e com blindagem.

Os cabos de pares trançados sem blindagem são conhecidos como cabos UTP e são constituídos de quatro pares de fios enrolados, revestidos com uma capa de plástico (PVC). Estão entre os cabos mais utilizados, principalmente os de categoria 5e, devido à facilidade de manuseio, baixo preço e transmissão de dados de até 100 Mbps a uma distância máxima de 100 m. Como desvantagem, esse cabo pode sofrer interferências eletromagnéticas externas quando instalado próximo a fios de rede elétrica e motores, por exemplo.

Os cabos de pares trançados com blindagem, como o próprio nome sugere, além da cobertura de plástico em seus pares, possuem uma blindagem. Essa blindagem é uma capa metálica com imunidade a ruídos, que é instalada em cada par. Contudo, o custo desse cabo é mais elevado, sendo indicado para ambientes com interferência eletromagnética.

Os cabos de pares trançados dividem-se nas seguintes categorias:

- Categoria 1: são os cabos telefônicos utilizados para o tráfego de voz, mas não de dados.
- Categoria 2: certifica cabos UTP com transmissão de dados de até 4 Mbps (cabos que têm quatro pares de fios e que foram muito utilizados em redes com o padrão Token Ring).
- Categoria 3: certifica cabos UTP com transmissão de dados de até 16 Mbps (cabos que têm quatro pares de fios e que foram usados nas primeiras redes Ethernet com 10 Mbps).
- Categoria 4: certifica cabos UTP com transmissão de dados de até 20 Mbps (cabos que têm quatro pares de fios e que foram bastante utilizados em redes Token Ring).
- Categoria 5: certifica cabos UTP com transmissão de dados de até 100 Mbps (cabos com quatro pares de fios).
- Categoria 5e: certifica cabos UTP com transmissão de dados de até 1 Gbps (cabos com quatro pares de fios). Visualmente, não há diferença entre estes e os cabos de categoria 5.
- Categoria 6: certifica cabos UTP com transmissão de dados de até 10 Gbps (cabos com quatro pares de fios).
- Categoria 7a: certifica cabos de pares trançados com blindagem, que permitem a velocidade de até 40 Gbps.

O par trançado sem blindagem utiliza conectores com oito contatos, conhecidos como conectores RJ-45. É considerado um padrão específico, levando em conta a cor do par metálico conectado.

2.2.3 Fibras ópticas

Através das fibras ópticas, os dados são transportados na forma de sinais luminosos (fótons). São um meio seguro de transmitir dados, pois não transportam sinais elétricos, minimizando problemas de segurança e de ruídos/interferência.

A transmissão nas fibras ópticas ocorre sob o princípio da reflexão da luz, mediante aparelhos que transformam sinais elétricos em pulsos de luz (fótons). Cada fóton representa um código binário: 0 ou 1.

A fibra óptica, constituída de material dielétrico, em geral muito fino, de sílica ou vidro, transparente, flexível e de dimensões reduzidas, tem em sua construção mais três elementos:

- Núcleo central de vidro: onde ocorre a transmissão da luz; possui alto índice de refração.
- Casca: material de vidro que envolve o núcleo, mas com índice de refração inferior.

- Revestimento: cobertura de plástico fino que protege o revestimento interno.

A reflexão da luz em uma fibra ocorre quando há a incidência em uma superfície com índice de reflexão menor. A diferença entre índices de refração (núcleo e casca) determina o ângulo de incidência, de modo a existir uma reflexão total do pulso óptico.

O pulso luminoso sempre trilhará o caminho no centro do núcleo, mas, em alguns momentos, com um ângulo extremamente aberto, ele será refletido, deslocando-se numa velocidade próxima de 300.000 km/s. É possível que ocorram dispersões do pulso luminoso ao longo de seu trajeto na fibra, contribuindo para o enfraquecimento do sinal.



Lembrete

As principais vantagens das fibras ópticas são: imunidade a interferências, alcance de grandes distâncias e alta velocidade.

Como visto antes, existem dois tipos de fibra – multimodo e monomodo –, que se diferenciam pelo diâmetro do núcleo, o que altera a forma como as informações são transmitidas.

Também é possível dividir as fibras ópticas conforme o índice de refração:

- Fibra com índice degrau de modos múltiplos.
- Fibra com índice gradual de modos múltiplos.
- Fibra com índice degrau de um só modo.

Normalmente as fibras ópticas são feitas à base de vidro. No entanto, há fibras criadas à base de plástico, com custo menor, mas com maior perda na transmissão de dados.



Saiba mais

Para conhecer um pouco mais sobre cabos ópticos e sistemas de comunicação óptica, leia o livro:

AMAZONAS, J. R. A. *Projetos de sistemas de comunicações ópticas*. Barueri: Manole, 2005.

2.2.4 Fiber to the Home (FTTH)

Fiber to the Home, ou simplesmente FTTH, é uma tecnologia capaz de transmitir telefonia, TV digital e Internet com alta velocidade. Esse meio, até pouco tempo atrás, era utilizado ou como ponto de acesso aos backbones das prestadoras de telecomunicações, ou para usuários de grande porte, como empresas e indústrias.

No FTTH, as taxas chegam à ordem dos gigabits, mas em geral utilizam-se taxas entre 100 e 500 Mbps. Hoje é crescente a oferta de FTTH nas grandes capitais, com taxas similares a essas.

Existem diversas maneiras de distribuição da fibra óptica. A rede mais simples é a chamada fibra direta, na qual existe uma fibra saindo diretamente da central telefônica para a residência do assinante. Com isso, podemos atingir altíssimas velocidades, já que o usuário terá uma fibra dedicada para si, não havendo concorrência.

Outra maneira é a chamada Rede Óptica Passiva (PON – Passive Optical Network). Nela, cada fibra que sai da central telefônica é compartilhada entre diversas residências. É também chamada de rede ponto-multiponto, já que um emissor atende a vários receptores. Nas PONs, o sinal óptico é transmitido por uma única fibra e depois derivado para os usuários finais por meio de Divisores Ópticos Passivos (POS – Passive Optical Splitters).

2.2.5 Canal de comunicação de rádio

No canal de comunicação de rádio, a informação é transportada por meio de ondas eletromagnéticas. Essas ondas são irradiadas por antenas transmissoras em determinada frequência e captadas por uma antena receptora dentro da mesma frequência.

A antena é um elemento de grande importância na transmissão de um sinal de radiofrequência, e sua instalação tem que ser sempre bem considerada.

As ondas eletromagnéticas são criadas a partir da passagem de uma corrente elétrica alternada em um condutor (antena). Elas podem ser classificadas de acordo com as propriedades físicas, com a frequência ou comprimento, com a direção de variação e com o sentido de propagação.

O meio físico é o ar, que pode ser considerado um dos meios físicos mais delicados no processo de transmissão de dados. Isso porque ele é muito suscetível à ação de distúrbios e efeitos indesejáveis (vários deles oriundos de fenômenos naturais), que prejudicam a comunicação de dados.

Não obstante, a comunicação via rádio é indispensável para alcançar distâncias consideravelmente longas. Quando ocorre uma comunicação via rádio (ou seja, por meio de ondas eletromagnéticas), é comum chamá-la de enlace via rádio.

Os enlaces via rádio são estabelecidos dentro de faixas de frequência. No Brasil, essas faixas são administradas pela Anatel.

O espectro de frequência das ondas eletromagnéticas e suas respectivas aplicações são:

- Frequência Extremamente Baixa (ELF – Extremely Low Frequency): sua faixa de frequência vai de 3 Hz a 300 Hz, com comprimentos de onda entre 1.000 km e 100.000 km.
- Frequência Superbaixa (SLF – Super Low Frequency): sua faixa de frequência vai de 30 Hz a 300 Hz, sendo utilizada para linhas de transmissão de energia elétrica.
- Frequência Ultrabaixa (ULF – Ultra Low Frequency): sua faixa de frequência vai de 300 Hz a 3 kHz. Essas ondas são encontradas quando ocorrem terremotos.
- Frequência Muito Baixa (VLF – Very Low Frequency): sua faixa de frequência vai de 3 kHz a 30 kHz. Suas principais aplicações são: sinais de dados a baixa velocidade, radionavegação, sinais de relógio de tempo, comunicação militar e comunicação com submarinos.
- Frequência Baixa (LF – Low Frequency): sua faixa de frequência vai de 30 kHz a 300 kHz. Sua principal aplicação é o radiofarol para aeronaves.
- Frequência Média (MF – Medium Frequency): sua faixa de frequência vai de 300 kHz a 3 MHz. Suas principais aplicações são: comunicação com aeronaves, radioamadores, serviços de emergência em comunicações marítimas, serviços de radiodifusão em broadcast (popular rádio AM), telefones sem fio e chamada internacional de socorro.
- Alta Frequência (HF – High Frequency): sua faixa de frequência vai de 3 MHz a 30 MHz. Sua principal aplicação é a radiodifusão em broadcast (popular rádio FM).
- Frequência Muito Alta (VHF – Very High Frequency): sua faixa de frequência vai de 30 MHz a 300 MHz. Suas principais aplicações são: radiodifusão em broadcast (rádio FM e TV), serviço móvel marítimo e serviço móvel aeronáutico.
- Frequência Ultra-alta (UHF – Ultra High Frequency): sua faixa de frequência vai de 300 MHz a 3 GHz. Suas principais aplicações são: comunicação ponto a ponto e radiovisibilidade.
- Frequência Superalta (SHF – Super High Frequency): sua faixa de frequência vai de 3 GHz a 30 GHz. Suas principais aplicações são: enlaces em micro-ondas e satélites.

Os enlaces de rádio podem operar com um dos três tipos de onda eletromagnética: ondas terrestres, ondas ionosféricas e ondas troposféricas.

As ondas terrestres propagam-se acompanhando a superfície da Terra, operando nas faixas de frequência LF e MF. Esse tipo de transmissão de ondas é altamente influenciado pelas condições de solo, de relevo, e pelas próprias características eletromagnéticas.

As ondas ionosféricas propagam-se em direção à ionosfera e são refletidas para a Terra, onde são novamente refletidas, como que em saltos, alcançando longas distâncias. Esse tipo de transmissão é influenciado pelo estado da ionosfera, que varia conforme o horário do dia. A faixa de frequência de operação das ondas ionosféricas está em MF e HF.



A ionosfera é uma camada da atmosfera situada a aproximadamente 100 km da superfície da Terra, formada por íons e elétrons livres, que influenciam na transmissão de ondas eletromagnéticas em algumas faixas de frequência.

As ondas troposféricas propagam-se pela troposfera, a partir de um fenômeno conhecido como tropodifusão. A faixa de frequência de operação dessas ondas está em VHF e UHF.

Exemplo de aplicação

Pesquise, em sites relacionados a Tecnologia da Informação e Redes, os meios físicos mais utilizados em redes LAN.

2.3 Distúrbios no canal de comunicação

2.3.1 Efeitos indesejáveis nos meios físicos

Todos os meios físicos podem sofrer a ação de efeitos indesejáveis, que prejudicam a comunicação de dados. Entre os principais, é possível citar: interferência, ruído, atenuação e distorção.

A interferência é um sinal de origem humana que invade o canal de comunicação, atrapalhando e dificultando o processo de comunicação. Esse tipo de distúrbio é também conhecido como sinais espúrios.

O ruído é um sinal aleatório de origem natural que provoca efeitos indesejáveis nos canais de comunicação. Os ruídos podem ser classificados em: ruídos térmicos (resultado da agitação dos elétrons nos átomos), ruídos atmosféricos (fruto das descargas elétricas na atmosfera) e ruídos cósmicos (gerados por distúrbios fora da Terra).

A atenuação é a perda de potência de um sinal ao se propagar por um canal de comunicação.

A distorção é a alteração da forma do sinal, devido à atenuação imposta às diferentes frequências.

2.3.2 Distúrbios específicos do canal de comunicação de rádio

O canal de comunicação de rádio tem suas particularidades, inclusive no que tange a distúrbios e efeitos indesejáveis. Entre eles, é possível citar:

- Atenuação no espaço livre: provocada pela propagação da própria onda transmitida de uma antena para outra a uma distância d .
- Perdas por vegetação e obstáculo: causadas pelas características do relevo, do terreno, que podem atrapalhar a propagação da onda.
- Efeito das ondas multipercurso: trata-se das ondas secundárias que chegam à antena receptora a partir dos mais diferentes percursos e com diferentes intensidades, defasadas entre si e em relação à onda principal.
- Ação da chuva: fenômeno meteorológico que ocorre no percurso da onda, enfraquecendo-a, despolarizando-a e degradando a recepção do sinal.
- Efeito Doppler: variação da frequência do sinal devido à alteração de velocidade do equipamento transmissor. Esse distúrbio só é observado em comunicações móveis.
- Formação de dutos no percurso da onda: distúrbio causado por túneis (dutos) de umidade, que provocam desvanecimento (enfraquecimento) do sinal.



Saiba mais

Para conhecer um pouco mais sobre o canal de comunicação de rádio, leia o livro:

MEDEIROS, J. C. O. *Princípios de telecomunicações: teoria e prática*. São Paulo: Érica, 2012.



Resumo

Esta unidade mostrou os princípios básicos da comunicação de dados. Primeiro, abordamos de forma bem abrangente o histórico dos sistemas de comunicação, desde o surgimento do telégrafo, por volta de 1843, inventado pelo norte-americano Samuel Morse, até o surgimento da internet, por volta da década de 1980.

Apresentamos um sistema de comunicação como um conjunto de componentes, equipamentos e meios físicos que tem por objetivo obter o enlace (link) de comunicação entre dois pontos distantes. O sistema é constituído por fonte da informação, transmissor, canal, receptor e usuário da informação.

A fonte da informação é aquela que gera a mensagem (informação) a ser transmitida. O transmissor e o receptor são os elementos formados a partir de circuitos elétricos e eletrônicos que proporcionam a transmissão (transmissor) e a recepção (receptor) do sinal. O canal, também conhecido como canal de comunicação, é o meio físico situado entre o transmissor e o receptor, pelo qual transitam os sinais da informação.

A seguir, fizemos um estudo introdutório das redes de computadores. Apresentamos o conceito de rede como um conjunto de módulos processadores capazes de trocar informações e compartilhar recursos, interligados por um sistema de comunicação (meios de transmissão e protocolos).

Vimos os elementos de uma rede de computadores: os protocolos, os meios de comunicação, as mensagens e os dispositivos. Os protocolos são as regras que os dispositivos de rede usam para se comunicar. Os meios de comunicação são os meios de transporte que permitem a transmissão de dados. A mensagem é aquilo que se deseja transmitir entre a origem e o destino. Os dispositivos são os elementos responsáveis pela transmissão, recepção e encaminhamento de dados.

Mencionamos também a classificação das redes de computadores quanto à abrangência: LAN, MAN e WAN.

Apresentamos os conceitos de arquitetura, topologia física e topologia lógica, bem como dos equipamentos de rede.

Aprofundando ainda mais o estudo dos sistemas de comunicação, adentrou-se um pouco mais no estudo dos meios físicos de rede, também conhecidos como canais de comunicação, que nada mais são que os meios de transporte que permitem a transmissão de dados. Esses meios são peças fundamentais no processo de comunicação nas redes de computadores.

Vimos a classificação dos meios físicos como confinados e não confinados. Os confinados são os cabos coaxiais, de pares metálicos e as fibras ópticas. Os não confinados são os que utilizam comunicação sem fio, por exemplo: comunicação via satélite, enlaces de micro-ondas, *bluetooth* e radiodifusão de um modo geral.

Abordamos, de forma introdutória, o cabeamento estruturado e os seus principais objetivos – implementar, estruturar e estabelecer um padrão estruturado de cabeamento para redes LAN.

Tratamos ainda dos tipos de canal de comunicação: cabo coaxial, cabo de pares metálicos, fibras ópticas e o canal de rádio. O cabo coaxial foi

o primeiro tipo de meio físico de rede utilizado em uma LAN. Esse cabo, também conhecido como cabo BNC, é usado para comunicações de vídeo. O cabo de par trançado é composto de um, dois ou quatro pares de fios enrolados de dois em dois, formando uma camada isolante. Essa medida mantém as suas propriedades elétricas ao longo do fio e reduz o nível de interferência eletromagnética.

Nas fibras ópticas, os dados são transportados na forma de sinais luminosos (fótons). Elas são um meio seguro de transmitir os dados, pois não transportam sinais elétricos, o que minimiza problemas de segurança e de ruídos/interferência.

No canal de comunicação de rádio, a informação é transportada por meio de ondas eletromagnéticas. Essas ondas são irradiadas por antenas transmissoras em uma determinada frequência e captadas por uma antena receptora dentro da mesma frequência.

Analizamos depois os principais distúrbios nos canais de comunicação: interferência, ruído, atenuação e distorção. A interferência é um sinal de origem humana que invade o canal de comunicação, atrapalhando e dificultando o processo de comunicação. Esse tipo de distúrbio é também conhecido como sinais espúrios. O ruído é um sinal aleatório de origem natural que provoca efeitos indesejáveis nos canais de comunicação. Os ruídos podem ser classificados em: ruídos térmicos (resultado da agitação dos elétrons nos átomos), ruídos atmosféricos (fruto das descargas elétricas na atmosfera) e ruídos cósmicos (gerados por distúrbios fora da Terra). A atenuação é a perda de potência de um sinal ao se propagar por um canal de comunicação. A distorção é a alteração da forma do sinal, devido à atenuação imposta às diferentes frequências.

A unidade foi concluída apresentando os distúrbios específicos do canal de rádio.