



Interativa

Telecomunicações

Autor: Prof. Alex Mauricio Mazo

Professor conteudista: Alex Mauricio Mazo

Natural da cidade de Bariri-SP, é mestre em Ciência da Computação pela Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha – Centro Universitário Eurípides de Marília, com especialização em Realidade Virtual.

Atualmente, é professor no curso de Ciência da Computação da Universidade Paulista – UNIP do *campus* Bauru e colaborador da empresa DataPlus Sistemas.

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:

Lucas Ricardi



Sumário

Telecomunicações

APRESENTAÇÃO	7
INTRODUÇÃO	7

Unidade I

1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA COMUNICAÇÃO	9
2 TELECOMUNICAÇÕES.....	11
2.1 Telegrafia.....	11
2.2 Telefonia.....	11
2.3 Radiocomunicação	12
2.4 Satélites.....	13
2.5 Fibra óptica	13
3 TELEGRAFIA, TELEX E TELEFONIA.....	14
3.1 Telegrafia.....	14
3.2 Telex.....	16
3.3 Telefonia.....	18
3.3.1 Central telefônica	19
4 SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO	21
4.1 Transmissões analógicas e digitais.....	24
4.2 Sinais analógicos da informação	24
4.3 Sinais digitais.....	25
4.4 A internet.....	28
4.5 A TV a cabo	29
4.6 Rede de telefonia fixa.....	30
4.7 Sistema de comunicações por fibras ópticas.....	32
4.8 Sistema de telefonia móvel celular.....	33
4.9 Sistema de telefonia fixa celular.....	33
4.10 Comunicação através de meios não guiados.....	34
4.10.1 Sistema rádio em HF (<i>high frequency</i>)	34
4.10.2 Sistema rádio em visibilidade.....	34
4.10.3 Sistema de comunicação por tropodifusão.....	35

Unidade II

5 PROPAGAÇÃO DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS.....	39
5.1 Ondas de rádio	42
5.2 Comunicações via satélite.....	44
5.3 Modulação	45
5.4 Demodulação.....	47

5.5 Tipos de modulação.....	47
5.5.1 Modulação de onda contínua	47
5.5.2 Modulação de amplitude (AM)	48
5.5.3 Modulação angular.....	48
5.5.4 Modulação de frequência (FM)	49
5.5.5 Modulação de fase (PM)	49
5.5.6 Modulação de pulso	50
5.6 Radiodifusão	50
5.6.1 Radiodifusão em AM.....	51
5.6.2 Radiodifusão em FM.....	51
5.6.3 Radiodifusão de televisão	51
6 TIPOS DE REDES.....	51
6.1 Tecnologia de transmissão	51
6.1.1 <i>Links</i> de difusão.....	52
6.1.2 <i>Links</i> ponto a ponto.....	53
6.2 Redes ATM.....	55
6.2.1 Protocolo ATM.....	56
6.3 Redes sem fios.....	57
6.3.1 WiFi.....	58
6.3.2 Bluetooth	58
6.3.3 WiMAX	60
6.3.4 Redes fotônicas	61
7 TELEFONIA.....	63
7.1 Telefonia fixa	63
7.1.1 Distribuidor geral	65
7.1.2 Redes de assinantes.....	66
7.1.3 Rede de dispersão.....	66
7.1.4 Central comutadora.....	66
7.2 Telefonia móvel.....	68
7.2.1 Arquitetura da telefonia móvel.....	68
7.2.2 <i>Handoff</i>	68
7.2.3 <i>Roaming</i>	69
7.2.4 GSM.....	69
7.2.5 Canais de rádio	69
7.2.6 AMPS.....	70
7.2.7 Células da telefonia celular móvel.....	70
8 CATV E REDE DE FAIXA LARGA	71
8.1 Panorama atual.....	71
8.2 Surgimento da CATV	72
8.3 Meios de transmissão	73
8.3.1 Cabo	73
8.3.2 Micro-ondas.....	73
8.3.3 Satélite	74
8.4 Arquitetura CATV.....	74
8.5 CATV interativa.....	79
8.6 TV digital	79
8.6.1 Benefícios da TV digital	81

APRESENTAÇÃO

Pretende-se com este material tornar o leitor hábil a entender o processo de comunicação de dados em sistemas que operam em ambientes distribuídos e familiarizá-lo com as técnicas de modulação para envio de dados, bem como os meios guiados (cabos de cobre e de fibra óptica) e os meios não guiados (micro-ondas, satélites, WiFi, GSM etc.) para a transmissão da informação.

Realizar-se-á uma análise dos princípios da convergência tecnológica, da conceituação de transmissão da informação e da comparação entre as transmissões analógica e digital. Os conceitos de técnicas de modulação e amplitude, bem como um estudo acerca da comunicação por meio de meios não guiados (sem fio), serão abordados de maneira que o conteúdo seja adquirido.

Abordaremos aqui a evolução, as tecnologias e os meios de transmissão usados de forma geral nas telecomunicações. Também iremos conceitualizar e demonstrar os métodos e tecnologias existentes para o desenvolvimento das diversas formas de comunicação e suas principais características.

Esperamos que este trabalho contribua no aprendizado sobre as diferentes comunicações existentes e inspire o estudo de futuros pesquisadores nas evoluções das telecomunicações.

INTRODUÇÃO

Como é possível decidir qual o melhor meio e método de comunicação e como planejar a construção e a aplicação da tecnologia? Esse é o objetivo deste livro-texto, a fim de introduzi-lo aos conceitos básicos das telecomunicações.

As formas de comunicação existentes auxiliam a humanidade na realização de inúmeras tarefas – transações comerciais, descobertas científicas e entretenimento são alguns exemplos dessas colaborações. Tais formas de comunicação vêm sofrendo alterações durante toda a sua existência. Seja o rádio, o telefone, a TV ou a internet, as formas de comunicação se beneficiam com a evolução de algumas tecnologias, que proporcionam aos usuários maior rapidez e confiabilidade nas trocas de informações – informações essas que podem ser cruciais na tomada de decisões e realizações de uma determinada tarefa.



Unidade I

1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA COMUNICAÇÃO

Desde que o homem começou a viver em sociedade, surgiu a necessidade de se comunicar, fosse para expressar seus sentimentos, registrar sua cultura ou alertar os demais indivíduos do grupo sobre algo. Essa comunicação era direta de uma pessoa para outra.

Após a época em que a comunicação passou a ser expressa por meio da técnica de gravar o cotidiano em ossos, pedras e madeira, surgiu o período em que o homem começou a utilizar cobre, ferro e bronze em seu dia a dia. As civilizações começam a se transformar em centros urbanos e o ser humano começa a perceber a importância de permanecer próximo aos rios. Os meios de locomoção também evoluíram e a escrita passou a ser o meio de registro do modo como o homem vivia, se comunicava, pensava e sentia.

O homem passou a se comunicar mesmo não estando frente a frente dos demais. Promovendo a possibilidade de tornar a informação acessível a um número cada vez maior de pessoas, as técnicas de impressão alteraram o modo de pensar e de viver na sociedade.

Grandes invenções como o jornal surgiram, inovações foram eclodindo e as ideias foram sendo disseminadas com o auxílio da invenção do rádio, superando o jornal, pois as ondas do rádio tinham alcance e velocidades superiores.

Surgimento do jornal impresso

Há séculos, as civilizações vêm usando a mídia impressa para divulgar notícias e informações para as massas. Acta Diurna, que surgiu em Roma cerca de 59 A.C, é o mais antigo "jornal" conhecido. Júlio César, desejando informar o público sobre os mais importantes acontecimentos sociais e políticos, ordenou que os eventos programados fossem divulgados nas principais cidades. Escritas em grandes placas brancas e expostas em lugares públicos populares, tais como as Termas, as Acta mantinham os cidadãos informados sobre escândalos no governo, campanhas militares, julgamentos e execuções. Na China do século VIII, os primeiros jornais surgiram em Pequim sob a forma de boletins escritos à mão.

A prensa, inventada por Johann Gutenberg em 1447, inaugurou a era do jornal moderno. A máquina de Gutenberg possibilitou o livre intercâmbio de ideias e a disseminação do conhecimento – temas que definiriam o renascimento europeu. Durante essa era, os boletins informativos levavam a uma classe cada vez maior de comerciantes notícias de interesse sobre o mercado. Boletins em manuscrito circulavam pelas cidades da Alemanha já em fins do século XV. Esses panfletos muitas vezes eram sensacionalistas; um deles relatou os

abusos sofridos por alemães na Transilvânia nas mãos de Vlad Tsepes Drakul, conhecido também como Conde Drácula. Em 1556, o governo veneziano publicou o *Notizie Scritte*, pelo qual os leitores pagavam com uma pequena moeda conhecida como "*gazetta*".



Figura 1 – Prensa de Gutenberg



Figura 2 – Johann Gutenberg

Fonte: JORNAIS... (s/d.).

Outro avanço foi o surgimento da televisão, que pode ser considerada a junção dos componentes gráficos de um jornal (como figuras e imagens) com os do rádio (a fala).

A primeira transmissão oficial a cores no Brasil deu-se em 31 de março de 1972. O desenvolvimento da TV foi tão grande que os canais disponíveis de VHF (*very high frequency*, isto é, frequência muito-alta) ficaram saturados, ampliando assim a utilização da faixa de UHF (*ultra high frequency*, isto é, frequência ultra-alta).

Assim os fabricantes de televisores foram obrigados a construir um aparelho capaz de captar todos os canais para que os programas da faixa de UHF ficassem acessíveis.

A transmissão de um programa ao vivo exige a participação de uma equipe numerosa e altamente qualificada que se pode dividir em quatro grupos: pessoal da cena, controle de cor e iluminação, controle de som e direção. Todos figuram nesse esquema de um estúdio atual.

Fonte: SURGIMENTO... (s/d.).

Por consequência, a transmissão de informações à distância evoluiu muito, e assim se desenvolveram as telecomunicações.

2 TELECOMUNICAÇÕES

São a transmissão ou recepção de qualquer tipo de caracteres, sinais, imagens, sons etc., por fio, rádio, meios ópticos ou qualquer outro processo eletromagnético.

2.1 Telegrafia

As telecomunicações são distinguidas pelo uso de sinais processados eletricamente para transportar informações. As telecomunicações se iniciaram com a invenção do telégrafo, em 1844, quando Samuel Morse transmitiu a primeira mensagem em uma linha metálica de uma localidade a outra.

Para concretizar a comunicação, cada letra foi codificada por uma combinação de sinais longos e breves, denominado Código Morse, que poderiam ser transmitidos a grandes distâncias utilizando linhas elétricas simples. Por esse motivo, mesmo após a invenção do rádio, seu uso permaneceu pela baixa presença de ruídos e sinais de baixa intensidade.

O uso da telegrafia perdurou por mais de 30 anos até o surgimento da telefonia.

2.2 Telefonia

Uma inovação iria revolucionar as telecomunicações: a invenção do telefone, desenhado para transmitir sons por meio de sinais elétricos. Ele se caracteriza como um aparelho eletroacústico que possibilita transformar a energia acústica em energia elétrica, no ponto transmissor, enquanto transforma a energia elétrica em acústica no ponto receptor. Isso possibilita a troca de informações verbais entre dois ou mais assinantes.

O *New York Times* de 9 de abril de 1876 (*apud* FERRARI, 1999, p. 74) destaca o surgimento da telefonia como um evento que causou na época uma ocorrência policial.

A polícia militar deve ser cumprimentada por suas providências. Na manhã de ontem, do lado de fora da Bolsa de Valores, a Polícia Militar prendeu um homem que, obviamente, estava tentando vender ações falsificadas. Dizia ele que ia formar uma Companhia Telefônica. Obviamente, roubando esta palavra do termo **telegrafia**, que está bem estabelecida como um serviço útil. Todo mundo sabe que é impossível falar através de um fio de arame. Somente as providências da Polícia, que prendeu rapidamente esse indivíduo, evitaram que se tomasse o dinheiro público.

Para conseguir que a voz humana fosse transmitida por longas distâncias, muitas invenções e esforços foram despendidos até que o telefone fosse criado.

O início de sua história aconteceu na oficina de Charles Williams, localizada na cidade de Boston. Nela também trabalhava Tomas A. Watson, que se dedicava, em tempo integral, à invenção e ao aperfeiçoamento de aparelhos elétricos, pois sentia entusiasmo e simpatia por coisas novas. Esse estímulo possibilitou o encontro entre Watson e Alexander Graham Bell, que era professor de fisiologia vocal, e tinha se especializado no ensino de um sistema de comunicação para surdos-mudos (com a finalidade de que uma pessoa surda pudesse aprender a falar).

Embora tivesse conhecimentos limitados sobre eletricidade, Bell tinha a intenção de aperfeiçoar sua invenção. Foi assim que ele chegou àquela oficina, procurando suporte tecnológico para sua invenção, e começou a trabalhar com Watson.

Mais adiante, Bell disse a Watson que gostaria de fazer com que uma corrente elétrica variasse de intensidade da mesma forma que o ar varia ao se emitir um som. Com isso, ele poderia transmitir a palavra telegraficamente. Este foi o princípio do invento que viria a se chamar telefone – o que se concretizou em 1876.

Um telefone com microfone magneto-indutivo foi o primeiro aparelho a ser inventado; apesar de possuir pouca potência de saída, ele mostrou-se eficiente como receptor.

Uma década depois surgiria o telefone a carvão. Nele, como o próprio nome diz, o carvão granulado cumpria o papel do que hoje são as modernas células fonocaptoras. Esse processo perdurou até aproximadamente a década de 1950.

2.3 Radiocomunicação

Desenvolvida no final do século XIX pelo italiano Guglielmo Marconi, que, aplicando os fundamentos de Heinrich Hertz, provou a analogia entre ondas de luz e ondas elétricas e construiu o primeiro transmissor de rádio.

O rádio é um sistema de comunicação no qual ondas eletromagnéticas são propagadas no espaço. Elas são classificadas em ondas curtas de alta frequência ou ondas longas de baixa frequência, levando em conta comprimentos diferentes.

Os sistemas de radiocomunicação em geral são formados por dois componentes básicos: o transmissor e o receptor.

O transmissor converte sinais sonoros em ondas eletromagnéticas, sejam eles analógicos ou digitais. Esses sinais são enviados para o espaço por meio de uma antena transmissora e recebidos por um rádio receptor, como emissoras de AM, FM ou de TV, além do LW.

O receptor de rádio decodifica os sinais eletromagnéticos recebidos do espaço, que são captados pela antena, e os transforma em sinais digitais e/ou analógicos e ondas sonoras. Podemos citar como receptores a televisão e o rádio automotivo.

2.4 Satélites

Segundo o *site* da Anatel (2012), satélites de comunicação são corpos artificiais que retransmitem sinais entre pontos distantes da Terra. Eles são um importante meio para a prestação de vários serviços de telecomunicações. Por possuírem cobertura sobre vastas áreas geográficas, são instrumentos fundamentais para a universalização dos serviços.

O primeiro satélite artificial – chamado Sputnik, lançado pela URSS em 1957 – fez com que as telecomunicações dessem um grande passo em âmbito mundial. O desenvolvimento da técnica de satélites na época tornou possível a construção de um satélite dedicado exclusivamente à telecomunicação e que possuía uma estação repetidora de sinais na órbita da Terra. Sendo um projeto conjunto entre a Nasa e a empresa americana de telecomunicação AT&T, o primeiro satélite ativo de comunicações, chamado Telstar, foi colocado em órbita, permitindo transmissão de conversações telefônicas, telefoto e sinais de televisão a cores.



Lembrete

Por meio das comunicações proporcionadas pelos satélites, as transmissões de TV *broadcast* passaram a alcançar os mais remotos pontos da Terra.

2.5 Fibra óptica

O físico inglês Tyndall comprovou, em 1870, que a luz podia acompanhar um feixe (tubo) de água, mesmo quando curvado. A busca seguinte passou a ser então de materiais sólidos que fossem flexíveis e de extremo grau de pureza, capazes de assumir o papel da água da experiência de Tyndall.

Estavam emitidos os fundamentos da fibra óptica: um esguio filamento flexível de sílica que transporta um feixe de luz, apto para conduzir dezenas de milhares de conversações simultâneas a grandes distâncias.

Os satélites de comunicações e as fibras ópticas transformaram os veículos de informações. Com o avanço das tecnologias digitais e a substituição das linhas metálicas dos assinantes por enlaces de rádio, viabilizaram a telefonia móvel e as inovações na área das telecomunicações.

Atualmente, a telefonia tende a dar lugar às telecomunicações multimídia. Com isso, os serviços oferecidos eliminam a necessidade de deslocamento físico das pessoas, pois é possível acessar seu banco, visitar virtualmente localidades e pesquisar acervos bibliográficos. Com isso, os usuários têm menos obrigações de deslocamento físico e muito mais comodidade.



Observação

Veja a definição de **multimídia**, de acordo com o *Dicionário Michaelis*:

Sistema que combina som, imagens estáticas, animação, vídeo e textos, com funções educativas, entre outras. Mídia interativa, Inform: sistema multimídia em que o usuário pode acionar um comando, que é respondido pelo programa, ou controlar ações e funcionamento do programa. adj Inform Referente ao aplicativo que contém uma combinação de som, gráficos, animação, vídeo e texto.

3 TELEGRAFIA, TELEX E TELEFONIA

Telegrafia, telex e telefonia foram métodos pioneiros nas telecomunicações. Eram, na década de 1960, os únicos de importância nas telecomunicações bidirecionais. Vamos entender a seguir os conceitos desses três tipos de serviços.

3.1 Telegrafia

A telegrafia foi criada por Samuel Finley Breese Morse, nascido em Charlestown, Massachusetts, nos Estados Unidos, em 27 de abril de 1791. Aos 44 anos de idade construiu seu primeiro protótipo funcional de um telégrafo e finalmente passou a se dedicar inteiramente ao seu invento.

As mensagens telegráficas passaram a ser enviadas por meio de códigos de sinais representativos, cuja tabela denomina-se Código Morse. Todos os códigos são constituídos por sequência de sinais breves e/ou longos. Dessa forma, a codificação é baseada exclusivamente em dois valores de sinal, sendo de fácil discriminação em sua recepção, mesmo quando cheio de ruídos.

O telégrafo, primeiro sistema de codificação digital (com ponto e traço), sempre foi muito utilizado pelas corporações militares. O Código Morse também foi comumente utilizado por alguns satélites para seu sinal de identificação e localização por telemetria. Ainda hoje o Código Morse é utilizado no mundo inteiro pelo radioamadorismo.

A telegrafia apresenta como desvantagem o fato de não poder ser utilizada por usuários comuns, sendo necessário que operadores com conhecimento especializado convertam a mensagem em texto claro para o Código Morse no lugar de origem e vice-versa no lugar de destino.

Outro problema era o uso da linha por apenas uma mensagem por vez. Devido a isso, surgiram tentativas para usar a linha com várias mensagens simultâneas: a multiplexação. Tentou-se então associar o transmissor e receptor a comutadores que giravam em sincronismo e separava a linha em janelas de tempo, cada uma sendo utilizada para uma conexão distinta.

Em seguida, combinando esse invento com um código de cinco elementos que desenvolveu, foi construído um sistema telegráfico impressor, que viabilizou o envio de cinco mensagens ao mesmo tempo.

O telégrafo se manteve por um longo período justamente por ser um sinal inteligível em ambiente de interferência, sendo um dos mais baratos para comunicações em ambiente de longa distância.

História do telégrafo no Brasil

No Brasil, o telégrafo foi inaugurado em 11 de maio de 1852, visando, além da modernização do Brasil, à facilitação da comunicação entre o Palácio Imperial, e o Quartel do Campo, no Rio de Janeiro.

Segundo o Alencar (2005) as primeiras linhas telegráficas instaladas no Brasil relacionaram-se com necessidades políticas. Alencar afirma que

"As primeiras linhas telegráficas do País datam de 1852, poucos anos após a introdução do telégrafo nos Estados Unidos por Samuel Morse. A instalação dessas linhas foi devida aos esforços do então Ministro da Justiça, Eusébio de Queiroz Coutinho Mattoso Câmara, com o auxílio de um proficiente e dedicado professor de física da Escola Central, Dr. Guilherme Schuch de Capanema (Alencar, 2001a). (ALENCAR, 2005, p.2)"

No ano seguinte, fortalecida a necessidade de integração política, o sistema telegráfico foi ampliado, passando a constituir uma pequena rede, incluindo o quartel-general, o morro do Castelo, o quartel de permanentes e os arsenais de Guerra e da Marinha. No ano de 1855, dado a importância desses serviços, o Imperador, D. Pedro II nomeou Guilherme Schuch de Capanema, mais tarde barão de Capanema, diretor geral dos Telégrafos Elétricos. Sobre a instalação e expansão das linhas telegráficas no Brasil, Galdino, Alencar e Alencar (2005) afirmam que:

"Em 1854 ocorreu a primeira ligação telegráfica entre o Palácio de São Cristóvão e o Ministério da Guerra. Em fins do século XIX, registrou-se uma ampliação do serviço telegráfico, passando a incluir outras províncias, como Paraíba, Pernambuco e o atual estado do Ceará, estas instalações foram realizadas por Rondon, Major responsável por grande parte destes serviços telegráficos no Brasil. No dia 11 de maio de 1852 foi, afinal, inaugurada a primeira linha telegráfica brasileira, que era subterrânea e tinha 4.300m de extensão, entre o Palácio da Quinta da Boa Vista e o Quartel General do Exército no Campo de Santana, no Rio de Janeiro. A linha foi construída sob a supervisão

direta do Professor Capanema, com o auxílio de alunos da Escola Militar, que foram instruídos como telegrafistas. Para essa construção foi aproveitada a mão-de-obra de presos da Casa de Correção.

Já em 1854, um aviso do Ministro da Justiça mandava instalar a central telegráfica naquele Ministério, comunicando-se com os Paços da Cidade e Boa Vista, os Arsenais de Guerra e da Marinha, a Barra, o Quartel de Polícia, e o Palácio de Petrópolis. O Correio Mercantil, de 18 de fevereiro de 1854, anunciava que "funcionou ontem o telégrafo entre a Secretaria da Justiça e a Polícia", e que "trabalharam alunos da Escola Militar, mostrando que podemos dispensar os engenheiros estrangeiros". A linha para Petrópolis só foi concluída em janeiro de 1857; tinha 50,6 km, dos quais 15 em cabos submarinos, sendo a parte área em fios de ferro galvanizado.

Assim, o Telégrafo, criado por Morse, adaptado e aprimorado por diferentes outros pesquisadores, chega ao Brasil na segunda metade do século XIX, alcançando uma maior difusão por volta de fins deste mesmo século, pela ação de Candido Mariano da Silva Rondon, considerado patrono das comunicações no Brasil. Ainda segundo a análise de Galdino e Alencar (2005), pode-se destacar como fase importante para a história do telégrafo no Brasil, bem como para a conjuntura política nacional, o uso deste meio de comunicação durante a Guerra entre Brasil e Paraguai que se desenrolou entre os anos de 1864-69. Os autores chamam esta utilização de "aplicações militares do telégrafo", uma vez que, ambos os lados, estariam a utilizar as linhas telegráficas, com finalidades bélicas.

Fonte: 143 ANOS... (2012).

3.2 Telex

O telex consistia em terminais que funcionavam como máquinas de escrever ligadas a uma rede semelhante à telefônica. Funcionava como uma rede mundial com um plano de endereçamento numérico e possuía terminais únicos que poderiam encaminhar uma mensagem escrita para qualquer outro terminal. Ele desenvolveu-se fortemente nas últimas décadas do século XX, pois era uma forma garantida de entrega e autenticidade das mensagens.

Seu uso compreendia, em sua maioria, a troca de informações como ordens de pagamento, confirmação de eventos, notícias, ordens de encomenda e avisos legalmente reconhecidos – ou seja, fluxo de papéis. Ele tornava a comunicação mais econômica que a telefonia, embora o teleimpressor, terminal de assinante, fosse muito mais caro que o telefone, sendo necessária sua constante utilização para compensar a aquisição do aparelho de acordo com a análise de seu custo/benefício.

O telex possui algumas limitações significativas: ele não dispõe de todos os caracteres utilizados no alfabeto da língua portuguesa, como acentos de palavras, e todas as letras são maiúsculas.

Nele, as mensagens transmitidas eram pré-gravadas por meio mecânico (fita de papel perfurada mecanicamente) e depois enviadas para economizar tempo de transmissão. As mensagens recebidas eram impressas em bobinas contínuas de papel, mas essa técnica foi substituída nos dias de hoje pelo advento da internet e o uso de *e-mails*.

A transmissão de mensagens via telex é feita por meio de uma tabela de códigos composta de cinco elementos, obedecendo a uma combinação de impulsos padronizada denominada de **alfabeto telegráfico**, na qual cada letra, algarismo, sinal de pontuação e funções especiais são enviadas.

Isso corresponde a uma condição de polaridade de corrente contínua, de acordo com o princípio de *start-stop* da UIT-T. Cada combinação é constituída por cinco elementos de sinal, cada um com 20 ms de duração. Toda combinação de cinco elementos contínuos é antecedida de um sinal **start** e seguida por um sinal **stop**. Dessa forma, qualquer símbolo tem a duração uniforme de 150 ms.

A sinalização na linha do assinante telex é feita por polaridades de corrente contínua, com duas variantes: a polaridade simples e a dupla. A combinação de cinco elementos de duas naturezas de sinal permite obter 32 combinações, mas elas não são suficientes, pois apenas para as letras são necessárias 26 combinações. Por isso, passou-se a utilizar essas combinações ora para letras, ora para algarismos e sinais.

Os quadros a seguir mostram o alfabeto internacional de Morse:

Quadro 1 – Letras do alfabeto internacional de Morse

Letra	Sinal	Letra	Sinal	Letra	Sinal	Letra	Sinal	Letra	Sinal
A	• –	B	– • • •	C	– • – •	D	– • •	E	•
F	• • – •	G	– – •	H	• • • •	I	• •	J	• – – –
K	– • –	L	• – • •	M	– –	N	– •	O	– – –
P	• – – •	Q	– – • –	R	• – •	S	• • •	T	–
U	• • –	V	• • • –	W	• – –	X	– • • –	Y	– • – –
Z	– – • •					ch	– – – –	ñ	– – • – –
ä	• – • –	é/ë	• • – • •	ï	– • • – –	ö	– – – •	ü	• • – –

Quadro 2 – Números e pontos do alfabeto internacional de Morse

Algarismo	Sinal	Pontuação	Sinal
1	• – – – –	Ponto	• • • • •
2	• • – – –	Ponto e vírgula	– • – • •
3	• • • – –	Vírgula	• – • – •
4	• • • • –	Dois pontos	– – – • •
5	• • • • •	Interrogação	• • – – •
6	– • • • •	Exclamação	– – • • –
7	– – • • •	Apóstrofe	• – – – •
8	– – – • •	Traço de união	– • • • –
9	– – – – •	Aspas	• • • • •
0	– – – – –	Parêntesis	– • – – •
		Alínea	• – • – •
		Sublinhado	• • – – •
		Duplo traço (=)	– • • • –

3.3 Telefonia

A invenção de Graham Bell tornou possível que duas pessoas dialogassem através de um circuito metálico. Seu princípio de funcionamento possui cinco funções: um microfone para converter a voz em sinais elétricos, um receptor para a função inversa, um circuito de transmissão, um emissor de sinais numéricos (o disco ou teclado) e um sinalizador sonoro (campainha).

Ao falar ao microfone, geram-se vibrações (alterações sucessivas de pressão) no ar, que são transferidas a um **diafragma**; este, por sua vez, comprime os grânulos de carvão dentro de uma câmara, uns contra os outros, provocando maior contato entre eles. Com isso, a resistência elétrica total entre os dois eletrodos do microfone diminui. Quando o diafragma alivia a pressão, diminui a área de contato entre os grânulos, fazendo com que a resistência aumente. Veja a figura a seguir:

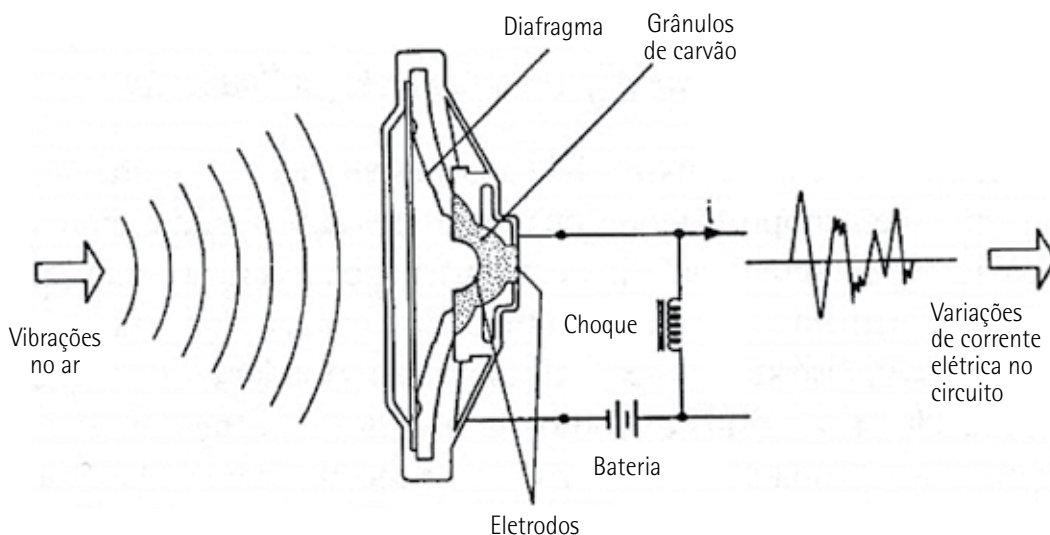


Figura 3 – Microfone a carvão: transdução

O receptor realiza essa função inversamente. O resultado das interações dos dois campos vibra o diafragma que transmite suas informações ao ar, conforme a figura a seguir:

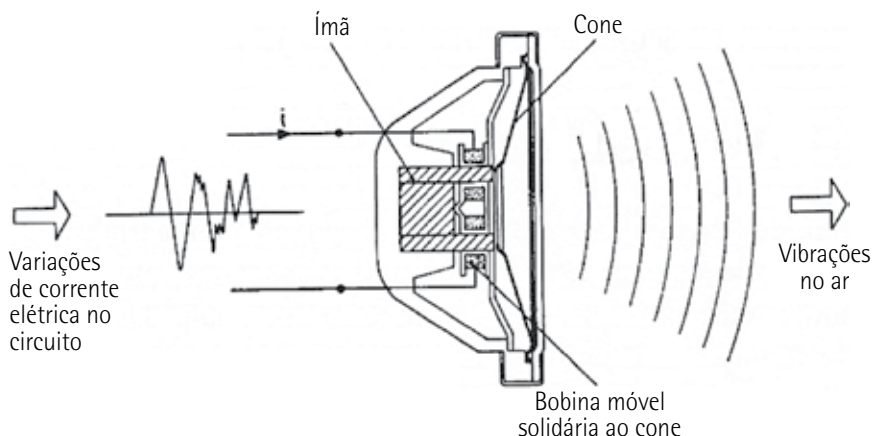


Figura 4 – Receptor dinâmico: transdução

Bell então conectou os dois transdutores por meio de um par de fios condutores. Veja:

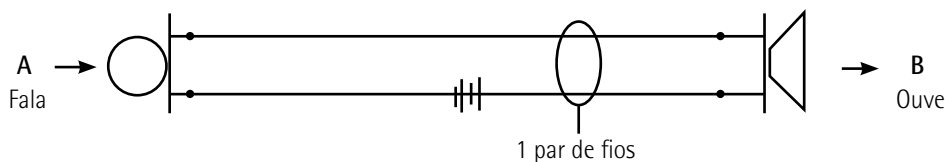


Figura 5 – Canal telefônico de A para B

É possível verificar na figura anterior que apenas em A é possível falar e apenas em B é possível ouvir. Contudo, para que fosse possível a comunicação nos dois sentidos, seria necessário duplicar os pares de condutores. Sendo assim, um par seria para o canal no sentido de A para B e outro para o canal de B para A. Essa associação de dois canais unidirecionais perfaz o que se denomina **circuito de voz**, definido como uma maneira que possibilita a comunicação nos dois sentidos. Isso é representado na figura a seguir:

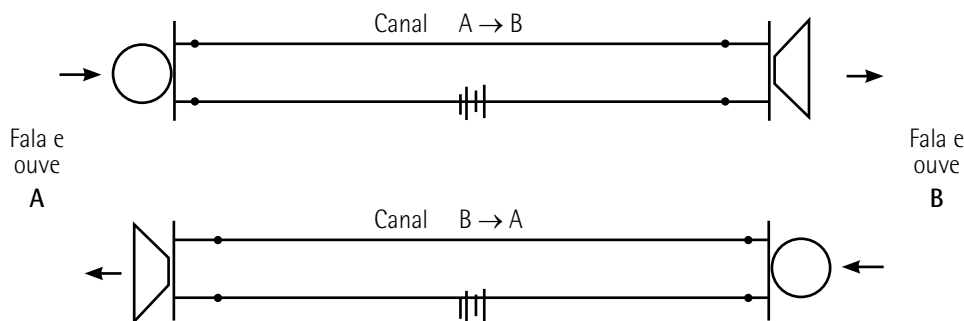


Figura 6 – Dois canais para a conversação bidirecional

Atualmente, essa função nos telefones modernos é realizada por microfones de eletreto, material cerâmico que ao ser deformado produz uma tensão na saída.

3.3.1 Central telefônica

A ideia inicial do invento de Bell atentava para a transmissão de voz a distância, permitindo que pares de telefones se intercomunicassem. Como a necessidade de comunicação da sociedade era muito maior, era preciso dar ao telefone a possibilidade de selecionar um dentre uma série de aparelhos.

A solução encontrada – às vezes aplicada ainda hoje para intercomunicação doméstica – foi dotar cada telefone de uma chave seletora S. Essa chave seria colocada pelo usuário, no lugar referente ao número do telefone desejado.

Levando em conta uma rede de N aparelhos telefônicos, seria necessário que cada um deles possuísse um par de fios (circuito) para cada um dos demais N-1; N (N-1) seria o total de circuitos. Considerando que o circuito bidirecional, que permite ao telefone A chamar o telefone B, poderia ser utilizado também para o telefone B chamar o telefone A, essa quantidade seria reduzida pela metade, ou seja, 0,5 N (N-1). Observe um sistema descentralizado na figura a seguir:

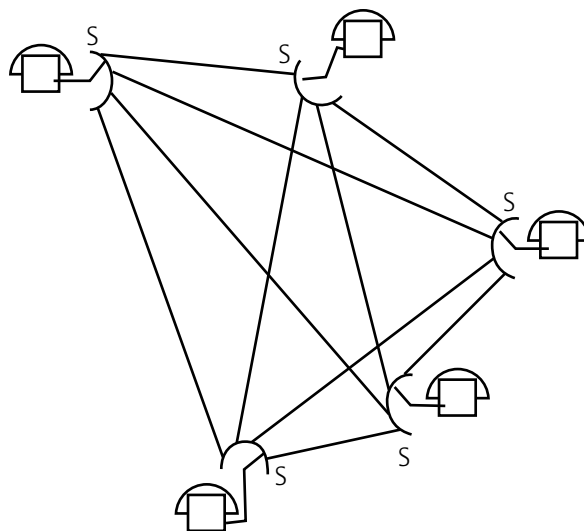


Figura 7 – Sistema descentralizado

Em substituição à chave seletora do telefone e à infinidade de pares de interligação, foi então criada a central telefônica ou central comutadora, conforme ilustrado na figura a seguir. Nessa forma, cada aparelho telefônico se liga pelo seu circuito exclusivo à central telefônica e nela se viabiliza a possibilidade de ele ser conectado a qualquer um dos demais, concluindo essa interligação.

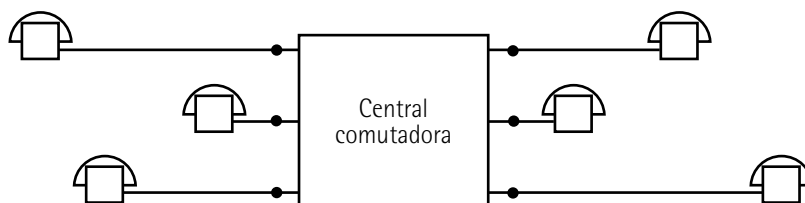


Figura 8 – Sistema centralizado

No princípio da telefonia, operavam-se as centrais telefônicas de maneira manual: em contato com a telefonista, o usuário informava o nome da pessoa com quem gostaria de falar.

Em seguida, os nomes foram substituídos por números. Por meio de um par de cordões (cabos elétricos bem flexíveis) com plugues, a telefonista interligava eletricamente os dois telefones. O processo de comunicação (as ligações) era estabelecido manualmente.

Constituídas de um console horizontal, as centrais possuíam um painel vertical frontal, os cordões. Neles se distribuíam os jaques (tomadas) correspondentes aos telefones.

Acompanhando o desenvolvimento do sistema telefônico da cidade, o sistema manual foi sendo ampliado. Com o aumento da quantidade de telefones, o sistema teve que ser dividido em módulos, nos quais cada operadora atendia a uma fração da rede. Surgia aí a dificuldade de coordenar duas operadoras nos grandes sistemas manuais. Outra preocupação era com a quebra do sigilo. Dessa forma, as redes ampliavam-se e começava a surgir a necessidade de tornar o processo automático.

Essa necessidade fez com que fosse criado em 1891 um aparelho com uma chave seletora automática, baseada em seletores eletromecânicos. Com a utilização de comutação automática, não mais se informava à telefonista o número desejado a se comunicar; o disco foi incorporado ao telefone para que o usuário discasse para a central o número desejado.



Saiba mais

O filme a seguir pode propiciar uma inter-relação com os conteúdos da unidade:

Telecomunicações. Dir. Paulo Fonseca. 58 minutos, 2011.

4 SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO

Decorrente da enorme quantidade de informações geradas em diversos locais diferentes, a importância dos sistemas de comunicação para a economia, cultura e ciência se faz necessária.

A figura a seguir identifica três elementos essenciais encontrados dentro de um sistema de comunicação básico.

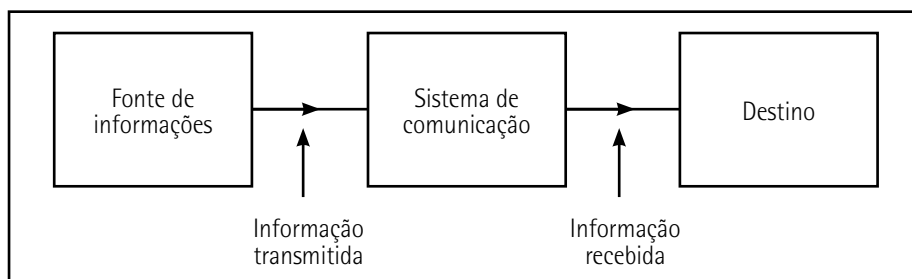


Figura 9 – Sistema de comunicação básico

A **fonte de informações** está relacionada à captura e ao tipo da informação que será transmitida da origem. Áudios, vídeos, imagens e textos são exemplos de alguns tipos de informações existentes.

Essa viagem da informação até o seu destino é de responsabilidade do **sistema de comunicação**, que provê as tecnologias necessárias para que todo o conteúdo da informação chegue com suas características preservadas.

Depois de percorrer o seu caminho, a informação chega ao seu **destino**, que será responsável pela utilização da informação recebida.

Dentro de um sistema de comunicação podemos citar alguns elementos fundamentais que compõem toda uma cadeia de comunicação. São eles:

- transmissor;

- meio de transmissão;
- receptor.

O **transmissor** é responsável pela transformação da informação em um sinal adequado, que será enviado para o receptor.

A responsabilidade pelo desempenho de todo um sistema de comunicação e envio da informação do transmissor ao receptor é do **meio de transmissão**. Esse elemento se torna o mais importante, pois é nele que são determinados quais os tipos de transmissores e receptores que serão utilizados.

Como o transmissor é responsável pela transformação da informação em um sinal adequado, cabe ao **receptor** realizar o caminho inverso, ou seja, resgatar as características originais da informação do sinal recebido.

A figura a seguir mostra os elementos fundamentais de um sistema de comunicação:

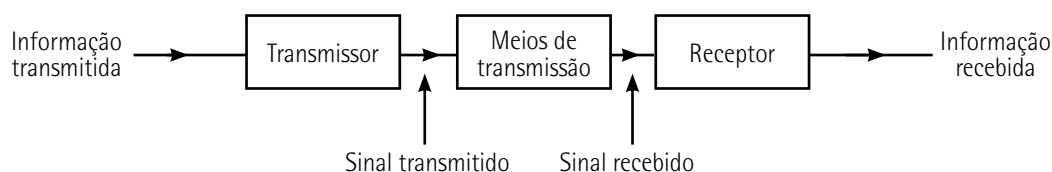


Figura 10 – Elementos de um sistema de comunicação

Um dos desafios dos sistemas de comunicações é transpor grandes distâncias. Para isso, são recomendados os sistemas de comunicação que utilizam sinais elétricos para a transmissão de informações, pois eles conseguem um excelente desempenho no processamento dos sinais.

Esses sistemas de comunicações são divididos em dois grandes grupos:

- sistemas via cabo;
- sistemas via rádio.

Nos sistemas via cabo existe um cabo condutor responsável pelo meio de transmissão. Esse cabo condutor recebe o nome de **linha de transmissão**.

Confiabilidade excelente e pouca flexibilidade para ampliações que não tenham sido objeto de cuidadoso planejamento são algumas das características que tornam os sistemas via cabo adequados para a comunicação a curta distância, principalmente nas regiões urbanas.

Nos sistemas via rádio, a ligação entre o transmissor e receptor é de responsabilidade das ondas eletromagnéticas, que se irradiam pelo espaço. A implantação desse sistema é amplamente facilitada, pois dispensa a existência de quaisquer meios físicos para sua transmissão.

Em um sistema de comunicação via rádio cada estação é composta por:

- **equipamento de rádio:** atua como transmissor responsável por gerar sinais de rádio frequência e, no caso do receptor, recebê-los;
- **linha de transmissão:** conduz o sinal de rádio frequência do transmissor até a antena ou da antena até o receptor;
- **antena:** gera ou capta ondas eletromagnéticas.

A figura a seguir ilustra os equipamentos que compõem um sistema de comunicação via rádio:

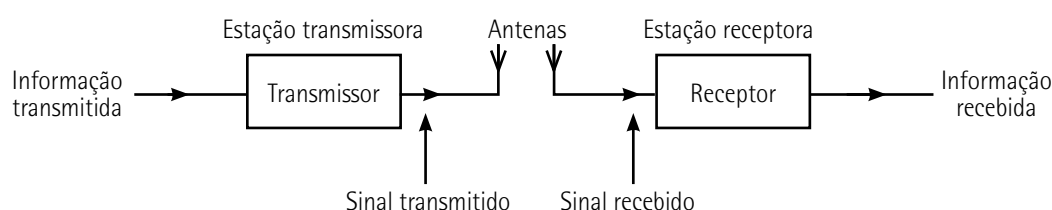


Figura 11 – Sistema de comunicação via rádio

As telecomunicações constituem o ramo da engenharia elétrica que trata do projeto, implantação e manutenção dos sistemas de comunicação. Seu objetivo principal é atender a necessidade do ser inteligente de se comunicar a distância. É comum omitir-se o prefixo **tele** e usar apenas comunicações.

Por meio dos sistemas de comunicações, os assinantes, usuários ou correspondentes trocam informações, operando equipamentos terminais, elétricos ou eletrônicos, tecnicamente compatíveis com o sistema. As informações fluem pelos canais de comunicação fio, rádio (espaço livre) ou fibra óptica, na forma de sinais elétricos ou eletromagnéticos.

Inicialmente, as informações, quando recebidas pelos respectivos destinatários, são interpretadas e geram respostas ou, pelo menos, a confirmação do recebimento. Por este motivo, sempre é utilizado o termo **telecomunicações**, no plural.



Saiba mais

Os livros a seguir podem propiciar uma inter-relação com os conteúdos da unidade:

LIMA JUNIOR, A. W. *Telecomunicações modernas*. 2 ed. Rio de Janeiro: Book Express, 2001.

NASCIMENTO, J. do. *Telecomunicações*. São Paulo: Ed. Makron Books, 1992.

4.1 Transmissões analógicas e digitais

Os sistemas de telecomunicações envolvem a transmissão de duas classes de sinais: os sinais analógicos e os sinais digitais. Os sinais analógicos apresentam amplitudes que variam no *continuum*, enquanto os digitais são sinais cujas amplitudes variam apenas em níveis discretos.

4.2 Sinais analógicos da informação

Os sinais elétricos analógicos são obtidos diretamente de transdutores, na maioria das vezes em pequenas amplitudes. Por isso, necessitam de amplificação eletrônica para diversas aplicações e reprodução. Um exemplo de sinal analógico pode ser visto na figura a seguir:

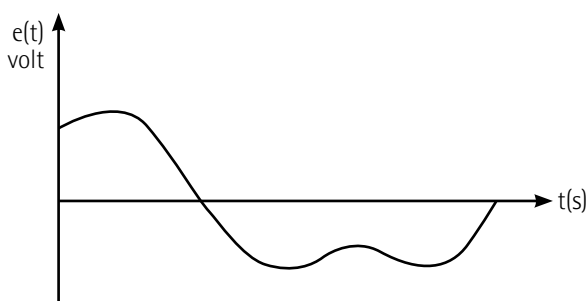


Figura 12 – Exemplo de sinal analógico.

A voz, movimento vibratório das cordas vocais do homem, é captada e convertida em sinais elétricos analógicos pelo microfone. Depois de amplificada, pode ser reproduzida pelo alto-falante ou dispositivo similar. Quando transmitida pelo rádio é, no radiotransmissor, o sinal modulante ou modulador da onda portadora.

Ao estudar o espectro do sinal complexo da voz, observam-se sinais de frequências entre 300 e 3.400 Hz, enquanto os harmônicos podem atingir até cerca de 6.000 Hz. Por isso, o timbre da voz é mais grave no homem e mais agudo na mulher, resultado da composição de ondas com diferentes amplitudes e frequências.

A faixa mínima de inteligibilidade da voz é $B = 3400 - 300 = 3.100 \text{ Hz}$, mas o valor de referência para o canal de voz em telefonia é $B = 4 \text{ kHz}$. Em alguns casos, alcança 5 kHz .

A música, obtida das vibrações sonoras de instrumentos musicais, também pode ser captada e convertida em sinais elétricos analógicos pelo microfone e reproduzida pelo alto-falante. O espectro musical contém frequências que se estendem de poucos hertz até aproximadamente 19 kHz, valor considerado limite máximo da audição do ser humano.

Em telecomunicações, por força de legislação, os sistemas de radiodifusão FM operam com o canal de áudio de 15 kHz, enquanto em AM o canal de áudio fica limitado a 5 kHz.

O áudio em estereofonia enriquece muito a reprodução da música, feita por um amplificador de áudio e duas caixas acústicas. A gravação estéreo, em duas trilhas sonoras, emprega dois microfones

dispostos separadamente à esquerda (L – *left*) e à direita (R – *right*) de um conjunto musical no estúdio. As trilhas sonoras, quando são reproduzidas em estéreo – preferencialmente em ambientes de boa acústica –, provocam a sensação de presença da fonte sonora no local. É bastante interessante, por exemplo, a reprodução dos sons de um jogo de pingue-pongue: ouve-se a bolinha bater sobre a mesa, ora de um lado, ora do outro, sons que saem da caixa posicionada à esquerda e à direita do ouvinte.

A imagem é captada pela câmera de vídeo dotada de um sistema óptico, composto por lentes e filtros, que convergem a informação luminosa para a superfície fotossensível de um CCD (*charged-coupled device*), dispositivo encarregado de converter a informação luminosa em sinais elétricos analógicos de vídeo.

A transmissão dos sinais de televisão compreende o vídeo e o áudio analógico, podendo ser realizada em diferentes tipos de sistemas. No sistema adotado pelo Brasil, o espectro de vídeo ocupa uma banda B de cerca de 4 MHz; acrescido do áudio, forma o canal de televisão com banda **B = 6 MHz**. PAL refere-se ao sistema de cor, e disso surge PAL-M.



Observação

Veja a definição de **estereofonia**, de acordo com o *Dicionário Michaelis*:

sf (estéreo+fono+ia) Técnica de transmissão de sons, que, por meio de alto-falantes convenientemente instalados em vários pontos, dá, a quem os ouve, a impressão de provirem realmente da posição que, em relação ao ouvinte, ocupam suas fontes de origem (personagens de um filme no cinemascópio etc.).

4.3 Sinais digitais

As técnicas digitais da eletrônica moderna foram concebidas, teoricamente, há décadas, quando os projetos não podiam ser implementados em virtude de carência tecnológica da época. Nesse período, enormes válvulas termoiônicas eram usadas para gerar e amplificar sinais. Com o passar do tempo, as válvulas foram miniaturizadas e depois substituídas pelos transistores.

Os primeiros transistores foram feitos a partir do germânio, mas devido a problemas de instabilidade térmica foram substituídos pelos transistores de silício, utilizados nos dias de hoje.

As principais dificuldades encontradas nas antigas montagens eletrônicas eram as dimensões das válvulas, o calor dissipado, o valor da tensão contínua da fonte de alimentação, da ordem de 250 volts ou mais, e a baixa qualidade dos enormes componentes passivos (capacitores e resistores). Como a válvula opera a vácuo, feito no interior do bulbo de vidro, a denominação **estado sólido** refere-se ao dispositivo semicondutor, fabricado a partir de uma estrutura cristalina sólida.

Os transistores, de menor dimensão, dissipam muito menos calor e operam com fontes de baixa tensão contínua (comumente, de 3 a 12 volts); os de maior dimensão são transistores de potência.

O surpreendente avanço nas técnicas de miniaturização, a microeletrônica, a melhoria considerável na qualidade dos componentes e o surgimento do circuito integrado (CI) e do microprocessador, este responsável pelo comando e controle das operações dos aparelhos eletrônicos modernos, incrementaram sensivelmente a técnica digital.

Em prosseguimento, os circuitos eletrônicos tornaram-se mais sofisticados e a montagem dos componentes passou a ser em SMD (*surface mounted device*), com componentes minúsculos, da era da nanoeletrônica. Em consequência, os equipamentos tornaram-se menores, mais leves e com melhor desempenho.

Atualmente, vencidas as dificuldades técnicas, a tecnologia digital desponta e é usada em larga escala. Muitas das comunicações com sinais analógicos migraram ou estão migrando para as comunicações digitais e o rádio digital amplia seus domínios.

Ao contrário dos sinais analógicos, que são obtidos "naturalmente" de transdutores, os sinais digitais ou *bits* da informação digital são "sinais artificiais", codificados, gerados em circuitos da eletrônica digital como de um computador ou de uma agenda eletrônica. Os *bits* podem ser armazenados em circuitos de memória e, quando desejado, removidos.

A conversão dos sinais analógicos em sinais digitais ocorre no **conversor A/D** (de analógico em digital). A operação inversa, que recupera a informação na forma analógica, é feita no **conversor D/A** (de digital em analógico).

Os sinais digitais são convenientes às comunicações?

Comparando os dois tipos de sinais, digital e analógico, observa-se que:

- as comunicações digitais são mais seguras e bem menos vulneráveis à ação do ruído elétrico que as comunicações analógicas;
- sinais digitais não são inteligíveis na sua forma original. Os *bits* podem ser facilmente colocados em circuitos de memória, em *pen drives*, discos magnéticos ou em CD-ROM;
- os sinais analógicos são gravados em fitas magnéticas, tecnologia hoje considerada em obsolescência;
- os sinais oriundos de diversas fontes de informação, geralmente canais de voz, podem ser todos transmitidos simultaneamente, ocupando um único canal de comunicações, pelo processo de multiplexação;
- a multiplexação por divisão de tempo (digital) supera com vantagens em quantidade de canais e qualidade do sinal a multiplexação por divisão de frequência (analógica);
- o sinal digital oferece facilidade eletrônica à criptografia, ou seja, a colocação da informação numa forma cifrada, na intenção de dificultar ou impedir a interpretação da mensagem – por

exemplo, por um elemento estranho e indesejável ao sistema, como o caso bastante conhecido do grampo telefônico, que ocorre no sistema de telefonia fixa, com sinal analógico de voz;

- nos sistemas de comunicações digitais, a transmissão dos *bits* é feita no modo serial (em série). O modo serial consiste na transmissão de sequências de *bits* por um só canal. O outro modo é o paralelo, no qual os *bits* são transmitidos simultaneamente, um a um, em múltiplos canais;
- uma transmissão, dependendo do sistema, é formada por diversos grupos de *bits*, sendo da informação, protocolos, sincronismo e *bits* redundantes do sistema de correção de erros;
- para atender às necessidades da audição e da visão, é preciso, na recepção, recuperar o sinal analógico original, ou seja, fazer a conversão D/A, para reproduzi-lo em áudio e vídeo; então, as comunicações digitais mostram a sua vulnerabilidade. Devido, principalmente, às ondas de multipercurso e ao ruído elétrico, podem ocorrer erros. É considerado erro quando o *bit* transmitido é 1 e o decisor, na recepção, decide por 0, ou quando se transmite 0 e o decisor decide por 1;
- o decisor é um estágio do demodulador do receptor do *modem*, encarregado de reproduzir os *bits* 1 e 0 a partir da onda portadora chaveada. Em consequência dos *bits* errados, o sinal recuperado (analógico) pode conter distorções – o que é muito ruim. Sequências de *bits* errados dificultam a compreensão das mensagens e podem até inviabilizar as comunicações; para que isso não ocorra são usados códigos de correção de erros no sistema de comunicações;
- sinais analógicos defeituosos, por algum motivo, podem ser reproduzidos mesmo com problemas, mas, se digitais, o sistema rejeita e se encarrega de interromper a reprodução.



Observação

Não se deve confundir equipamento digital com comunicações digitais.

A eletrônica costuma ser dividida em duas: linear e digital.

A tradicional eletrônica linear compreende, basicamente, circuitos amplificadores e geradores de sinais, enquanto a técnica digital compreende circuitos chaveadores lógicos, multivibradores, microprocessadores de memória, *display* etc.

Os equipamentos eletrônicos atuais, mesmo quando processam sinais puramente analógicos, podem fazê-lo usando tecnologias da eletrônica digital. Por exemplo, o rádio AM, o rádio FM, a televisão analógica e o videocassete processam sinais analógicos, mas o mostrador (*display*) de LEDs ou de cristal líquido, a memória de canal e o controle remoto sem fio denunciam o emprego de técnicas digitais.

As informações digitais são processadas, por exemplo, no reproduutor de CD e DVD, aparelho de fax, computador, agenda eletrônica, televisão digital, telefone celular de tecnologia digital e em receptor de satélites de comunicações digitais, aqueles que usam antenas com refletores parabólicos de pequenas dimensões.

Após a conversão D/A, têm-se os sinais analógicos recuperados nas saídas de áudio e vídeo, para reprodução do som e da imagem, respectivamente.

4.4 A internet

A famosa rede mundial de computadores *www* (*world wide web*), a internet, funciona como um amplo e complexo sistema internacional de comunicações digitais. Uma rede deve ser entendida como a infraestrutura do sistema de comunicações.

O equipamento terminal é o computador pessoal (PC – *personal computer*). O acesso à rede é feito por meio de um provedor ao qual o PC se liga por fio (linha telefônica ou cabo coaxial), fibra óptica ou rádio, de diversos sistemas, inclusive satélite.

Além de mensagens de texto e fotografia, o sistema aceita sinais de áudio e vídeo, captados de microfone e câmera e digitalizado no PC. O vídeo fica restrito às cenas de pouco movimento devido à largura de banda do canal utilizado, bem menor que a necessária.



Lembrete

A taxa de transmissão, expressa em *bits/s*, depende do tipo de canal em uso ou do sistema aplicado na linha telefônica (discado, inteligente ou outro).

Tecnicamente falando, a internet é uma grande rede comutada por pacotes que usa o protocolo TCP/IP. O TCP particiona e remonta os pacotes, enquanto o IP é o responsável por garantir a destinação dos pacotes. As informações são divididas em pequenos pacotes (menores que 1500 caracteres) que são enviados por diferentes rotas até o destinatário, e são "remontados" no seu formato original na recepção.

Cada pacote é enviado independentemente por meio de roteadores. Os roteadores examinam os endereços IP e determinam um caminho eficiente (em função do tráfego instantâneo) até o destino. O endereço IP (v4) é dado por uma série de quatro números com separadores (por exemplo, 150.161.7.10).

As conexões típicas mais comuns são:

- conexão de rede local à internet;
- conexão serial internet via *modem* por linha telefônica;
- acesso à internet por meio de *link* ISDN.

A rede mundial de computadores, ou internet, surgiu em plena Guerra Fria. Criada com objetivos militares, seria uma das formas das forças armadas norte-americanas de manter as comunicações em caso de ataques inimigos que destruíssem os meios convencionais de

telecomunicações. Nas décadas de 1970 e 1980, além de ser utilizada para fins militares, a internet também foi um importante meio de comunicação acadêmico. Estudantes e professores universitários, principalmente dos EUA, trocavam ideias, mensagens e descobertas pelas linhas da rede mundial.

Desenvolvimento da internet

Foi somente no ano de 1990 que a internet começou a alcançar a população em geral. Neste ano, o engenheiro inglês Tim Bernes-Lee desenvolveu a *world wide web*, possibilitando a utilização de uma interface gráfica e a criação de *sites* mais dinâmicos e visualmente interessantes. A partir deste momento, a internet cresceu em ritmo acelerado. Muitos dizem que foi a maior criação tecnológica, depois da televisão na década de 1950.

A década de 1990 tornou-se a era de expansão da internet. Para facilitar a navegação pela internet, surgiram vários navegadores (*browsers*) como, por exemplo, o Internet Explorer da Microsoft e o Netscape Navigator. O surgimento acelerado de provedores de acesso e portais de serviços *on-line* contribuíram para este crescimento. A internet passou a ser utilizada por vários segmentos sociais. Os estudantes passaram a buscar informações para pesquisas escolares, enquanto jovens utilizavam para a pura diversão em *sites* de games. As salas de *chat* tornaram-se pontos de encontro para um bate-papo virtual a qualquer momento. Desempregados iniciaram a busca de empregos através de *sites* de agências de empregos ou enviando currículos por *e-mail*. As empresas descobriram na internet um excelente caminho para melhorar seus lucros e as vendas *on-line* dispararam, transformando a internet em verdadeiros shoppings centers virtuais.

Nos dias atuais, é impossível pensar no mundo sem a internet. Ela tomou parte dos lares de pessoas do mundo todo. Estar conectado a rede mundial passou a ser uma necessidade de extrema importância. A internet também está presente nas escolas, faculdades, empresas e diversos locais, possibilitando acesso às informações e notícias do mundo em apenas um *click*.

Fonte: HISTÓRIA... (s/d.).

4.5 A TV a cabo

O meio de transmissão utilizado nos sistemas de comunicação via cabo é, como o nome sugere, um cabo condutor, chamado de linha de transmissão.

As principais características desse sistema são a confiabilidade excelente e a pouca flexibilidade para ampliações que não tenham sido objeto de cuidadoso planejamento, necessitando de grandes investimentos de capital para implantação da rede de cabos e da central de comutação. Essas características tornam os sistemas via cabo adequados para comunicação a curta distância, principalmente nas regiões urbanas.

A necessidade de uma linha de transmissão, interligando o transmissor ao receptor, torna impossível a comunicação móvel. Ela é a principal causa dos custos elevados da telefonia nas regiões escassamente povoadas.

O dispositivo condutor elétrico que transporta a radiofrequência gerada pelo aparelho transmissor à antena, conforme a figura a seguir, recebe o nome de linha de transmissão (LT). Na recepção, transporta o sinal captado pela antena para o receptor; nesse caso, a melhor denominação é linha de recepção (LR).

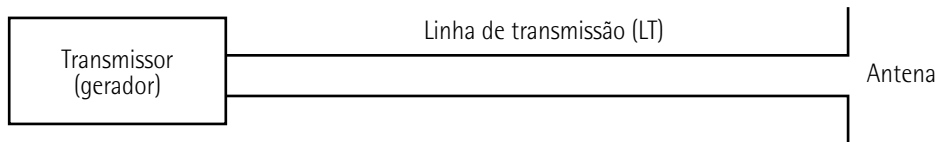


Figura 13 – Linha de transmissão

A LT finita pode ser curta ou longa, quando comparada com o comprimento da onda λ da transmissão. A referência é curta quando o comprimento da linha é igual ou menor que λ e longa quando o comprimento da linha é maior que λ .

Podem ser usados como linhas de transmissão: um par de fios condutores isolados, paralelos ou trançados, cabos coaxiais, guia de onda, cabos especiais e linha *microstrip*. Os cabos coaxiais talvez sejam os mais usados como linha de transmissão, por isso merecem atenção especial. Os guias de onda são usados em sistemas de micro-ondas (faixa de SHF). A linha *microstrip* é feita com uma fita de material condutor elétrico fixado em um dielétrico, tendo na outra face uma placa metálica ligada à terra.

Cada tipo de linha tem destinação específica em função da faixa de frequência e da potência de trabalho e também do custo e das características elétricas e mecânicas distintas. Mecanicamente, devem ser levados em conta o peso, as dimensões, a resistência à tração, a resistência à corrosão e outras, conforme o caso. Em primeira mão, o fabricante deve fornecer todas as informações sobre o material.

A utilização do conector macho na ponta do cabo facilita ligar e desligar a antena do transmissor ou do receptor para a introdução de aparelhos de medição no circuito, troca de antenas ou serviços de manutenção. O conector fêmea é encontrado fixo nos painéis dos equipamentos, transmissor, receptor e instrumentos de medidas.

4.6 Rede de telefonia fixa

Nesse sistema, os equipamentos terminais da ponta da linha são os telefones dos assinantes e o equipamento de comutação, responsável pelos enlaces, é uma central telefônica. Os telefones são ligados à central por fios e cabos telefônicos, que constituem a rede fixa do sistema.

As modernas centrais telefônicas são do tipo CPA (central de programa armazenado), um equipamento de comutação da eletrônica digital dotado de microprocessadores (μP) que comandam e controlam as operações da central. O μP é a CPU (unidade central de processamento) do computador, um circuito integrado do tipo VLSI.

A CPA disponibiliza inúmeros serviços, tais como conferência telefônica, siga-me, chamada em espera, chamada programada, identificação de chamada (bina), conferência telefônica etc.

Uma central telefônica pode ser pública ou privada. A central pública serve determinada área ou bairro de uma cidade (central urbana) com os ramais dos assinantes. Ela quase sempre está ligada a outras centrais por circuitos troncos, por meio de fio, fibra óptica ou rádio. Isso dá maior flexibilidade ao sistema e permite enlaces com assinantes de centrais de outros bairros, outras cidades (ligações DDD), outros países (ligações DDI) e com outros sistemas – por exemplo, da telefonia móvel celular.

Conforme a denominação, a central privada é particular, de uma empresa, escritório ou residência. Pode ser um PAX (*private branch exchange*), que opera apenas com ramais (linhas para telefones internos), ou um PABX (*private automatic branch exchange*), em maioria, que é dotado de ramais e de circuitos troncos, para conexão com a central urbana da empresa concessionária.

Os ramais podem ser programados para operar como:

- **restrito:** só atende às ligações de outros ramais;
- **semirrestrito:** pode receber ligações externas, chamar e receber ramais;
- **irrestrito ou privilegiado:** uso normal, sem restrições, para ligações externas e ramais.

Uma CPA costuma ser um equipamento modular e expansível, ao permitir o aumento do número de ramais e circuitos troncos, pelo acréscimo de módulos. Os sinais elétricos das comunicações entre os telefones convencionais e a central telefônica ainda são analógicos. Quando o sistema é digital – por exemplo, em ISDN (*integrated services digital network*) –, o aparelho telefônico é específico.

Os circuitos telefônicos da rede fixa permitem a utilização do videofone (ainda raramente usado, possivelmente pelo elevado custo do aparelho) e do sistema de teleconferência – comunicações em áudio e vídeo entre grupos de pessoas situados em diferentes locais. Em ambos os casos, a imagem fica restrita às cenas de pouco movimento, pela limitação do canal em largura de banda. Usuários da internet podem usufruir da tecnologia ADSL (*asymmetric digital subscriber line* ou linha digital assimétrica para assinante), que permite a transferência de dados, em velocidade, sobre linhas telefônicas do sistema de rede fixa, sem prejuízo das conversações telefônicas.

De acordo com uma pesquisa encomendada pela Anatel (2003) a respeito da satisfação de clientes de serviços telefônicos, o padrão de uso do telefone fixo nos domicílios é equilibrado. Os dados apontam que 53,9% dos respondentes utilizam o telefone, principalmente, para receber ligações; 53,6% utilizam durante o dia e 52,6% durante a semana.

Veja:

Tabela 1 – Número de linha(s) de telefone fixo na residência

Número de Linhas	%
Uma	89,7
Duas	8,9
Três	1,2
Quatro ou mais	0,2
Média	1,1

Fonte: Anatel (2003, p. 23).

Tabela 2 – Número de aparelhos instalados na residência

Número de Aparelhos	%
Um	70,8
Dois	22,2
Três	4,8
Quatro	1,4
Cinco ou mais	0,8
Média	1,4

Fonte: Anatel (2003, p. 23).

4.7 Sistema de comunicações por fibras ópticas

A fibra óptica é um elemento monofilar condutor de luz, feito de material com estrutura cristalina. Um sistema de comunicações por fibra óptica é dotado de inúmeros dispositivos ópticos, sensores e amplificadores. Cada elemento de fibra empregado encaminha a luz num sentido. Um par de fibras ópticas forma um circuito de comunicações (um canal de transmissão e um de recepção).

As informações percorrem a fibra na forma de sinal luminoso. Um estreito feixe de luz, gerado por um *laser*, é modulado por sinais elétricos e se propaga no canal através de reflexões sucessivas no interior da fibra.

O sistema é seguro. Imune a campos eletromagnéticos externos, não irradia e opera com elevada taxa de transmissões de dados, da ordem de 10 Gbits/s.

Atualmente, as redes de fibras ópticas estão presentes nos principais sistemas de comunicações digitais que interligam bairros, cidades e estados. Cabos submarinos com fibras ópticas interligam continentes.

4.8 Sistema de telefonia móvel celular

É um sistema de comunicações sem fio (*wireless*) constituído de rádios móveis, terminais dos usuários – conhecidos por telefones celulares – e ERBs, que são as estações rádio base, fixas.

Via ERB, um radiomóvel se liga com outro radiomóvel, A fala com B ou com qualquer telefone da rede fixa, por meio de uma central telefônica à qual a ERB está ligada.

O sistema permite comunicações por voz, vídeos, mensagens alfanuméricas, fotos tiradas do telefone dotado de câmera fotográfica e acesso à internet.

Uma ERB cobre determinada área ou célula do sistema. As ERBs não cobrem necessariamente superfícies com áreas iguais, nem mesmo formatos; áreas urbanas e suburbanas são cobertas por diversas ERBs. O sistema pode ser estendido a outras áreas de interesse, com instalações de maior número de ERBs, ao longo de rodovias, áreas rurais etc.

A central de comutação e controle (CCC) é o cérebro do sistema. Ele realiza a comutação das ligações e controla todas as ERBs do sistema.

A mobilidade do usuário é garantida pelo enlace contínuo de seu aparelho com a ERB da célula em que se encontra. Saindo de uma célula e penetrando em outra, o serviço é transferido de uma ERB para a outra (*handoff*). A capacidade da célula é limitada e determinada pelo número de canais de rádio disponíveis na ERB.

A ERB é dotada de transmissores, receptores e antenas. As antenas podem ser vistas no alto de torres ou mastros nas áreas de serviço.

As frequências utilizadas são reusadas num planejamento cuidadoso para que não haja interferências entre ERBs. As frequências alocadas estão agrupadas em bandas e a faixa inicial alocada ao serviço vai de 800 a 890 Mhz.

Um sistema analógico, o AMPS, evoluiu para o digital em diferentes tecnologias: TDMA, GSM, CDMA e W-CDMA.

O telefone celular do assinante, ou terminal móvel, nada mais é que um radiotransceptor portátil, com as características de baixa potência de emissão e elevada sensibilidade de recepção. Transceptor é o equipamento montado com o transmissor e o receptor juntos, ocupando o mesmo volume.

Mesmo quando não está sendo usado, o telefone envia sinais à ERB para informar sua presença na célula.

4.9 Sistema de telefonia fixa celular

Trata-se de um sistema de rádio semelhante à telefonia móvel celular, com terminais sem fio; porém, seu uso é restrito a uma área específica. É implantado onde não é viável uma rede fixa, com cabos e fios, ou como um sistema alternativo de telefonia local.

Por força de regulamentação, a empresa concessionária do sistema não pode disponibilizar o acesso do usuário a outras ERBs, para que o sistema não se transforme na categoria de móvel celular.

4.10 Comunicação através de meios não guiados

Alguns meios de transmissão não guiados são: sistema rádio em HF (*high frequency*), sistema rádio em visibilidade e sistema de comunicação por tropodifusão.

4.10.1 Sistema rádio em HF (*high frequency*)

É um sistema rádio monocal, usado para alcançar longas distâncias, geralmente superiores a 100 quilômetros, na faixa de HF de 3 a 30 MHz, sem o emprego de estações repetidoras. Com essas características, operam sistemas militares, navegação aérea e marítima e radioamadores, em telegrafia manual (CW), em AM/DSB ou SSB, voz ou dados.

O espectro mencionado também é ocupado por sistemas de radiodifusão em AM, ondas curtas, com sinais analógicos de voz e música, com o áudio à frequência de 5 kHz.

As larguras de bandas ocupadas na transmissão são relativamente estreitas, da ordem de 3 kHz para as transmissões em SSB e de 10 kHz para as de radiodifusão, valores compatíveis com as frequências relativamente baixas alocadas para esses tipos de serviço. O CW é pontual, se faz presente na frequência de operação e ocupa um canal estreito na ordem de 50 Hz.

As potências irradiadas vão desde poucos *watts* até valores na ordem de *quillowatts*. As antenas mais usadas são a vertical (omnidirecional), dipolo meia onda e as diretivas, como a rômica e a log-periódica.

A irradiação principal é direcionada para o alto, à região externa da Terra denominada ionosfera, ionizada, distante cerca de 80 quilômetros da superfície terrestre e que atua como camada refletora para a onda de rádio. Em função do ângulo de incidência, a onda retorna à Terra fazendo um salto.

A onda direcionada ao espaço que sofre reflexão na ionosfera e retorna à Terra é denominada **onda ionosférica**. Ao retornar à Terra, pode também refletir na superfície e voltar novamente à ionosfera. Assim, podem ocorrer diversas reflexões sucessivas ou diversos saltos.

A onda ionosférica, quando recebida, vem sempre acompanhada de forte ruído elétrico. O ruído é reproduzido em áudio como chiado e, também, cliques resultantes de descargas elétricas que ocorrem permanentemente na atmosfera terrestre. As regiões da Terra em que as ondas não incidem – e, portanto, não há recepção – são denominadas áreas de silêncio rádio ou áreas de sombra.

4.10.2 Sistema rádio em visibilidade

É um sistema rádio, na faixa de microondas, que transporta a informação a longas distâncias com repetições sucessivas do sinal. Para isso são usadas estações radiorepetidoras e antenas instaladas no alto de torres, distantes, em média, 50 quilômetros uma da outra, para vencer a curvatura da Terra. Do

alto da torre, um observador posicionado no lugar da antena "vê" a outra antena à sua frente, por isso o nome enlace rádio em visibilidade ou microondas em visibilidade.

Quase sempre, os sistemas em visibilidade transportam uma grande quantidade de informações em canais multiplexados numa única onda portadora. Sistemas de baixa capacidade em canais podem operar em frequências mais baixas – por exemplo, em UHF.

Modernamente, enlaces entre pontos distantes em até dois quilômetros sem obstruções no percurso podem ser feitos em visibilidade com o equipamento transceptor a *laser*.

São consideradas obstruções no percurso: as elevações naturais do terreno, as edificações e as florestas que, na trajetória da onda, dificultam ou impedem sua propagação.

4.10.3 Sistema de comunicação por tropodifusão

É um sistema rádio, na faixa de 900 MHz a 2 GHz, usado para efetuar o enlace entre dois pontos distantes de 100 até cerca de 400 quilômetros, valendo-se da reflexão das ondas no alto da troposfera. Uma única onda portadora transporta informações em canais de voz e dados multiplexados da ordem de 100 a 300 canais.

Uma explicação para o fenômeno da tropodifusão ou espalhamento troposférico refere-se à parte alta da troposfera, região compreendida entre a superfície da Terra e a tropopausa, a cerca de 10 quilômetros de altura. Nela existem elétrons em constante agitação, formando uma região de permanente turbilhonamento, capaz de refletir uma pequena fração da energia incidente, irradiada por uma antena transmissora terrena, em frequência da faixa mencionada.

É um sistema pouco usado em relação aos demais, mas é eficiente em regiões tecnicamente inviáveis ao emprego de outros tipos de sistemas terrestres, como a região amazônica (densa floresta, grandes volumes de água e grandes distâncias entre as cidades).

As emissões são feitas com potências que variam de 50 W a 50 kW. As antenas usadas são de grande porte e bastante pesadas, podendo chegar a pesar duas toneladas.

Ao contrário do sistema em visibilidade, uma antena não vê a outra. Por essa razão, as comunicações troposféricas são conhecidas também por comunicações transhorizontes.



Resumo

Com o crescimento e modernização da sociedade, a comunicação possui cada vez mais um papel de destaque.

Melhorar o desempenho e a organização das comunicações vem sendo durante muito tempo o grande desafio para a humanidade.

Transpor barreiras e a inserção de diferentes tipos de dados na comunicação são exemplos de alguns obstáculos vencidos. Contudo, conforme vimos nesta unidade, a necessidade de melhoria e inovação torna cada vez mais complexos os meios de comunicação.



Exercícios

Questão 1. Quem foi o inventor da Telegrafia?

- A) Francis Bacon.
- B) Alexander Graham Bell.
- C) Thomas Edison.
- D) Herman Hollerith.
- E) Samuel Morse.

Resposta correta: alternativa E.

Análise das alternativas

A) Alternativa incorreta.

Justificativa: Francis Bacon foi o autor do primeiro esboço racional de uma metodologia científica.

B) Alternativa incorreta.

Justificativa: Alexander Graham Bell foi um cientista, inventor e fundador da companhia telefônica Bell.

C) Alternativa incorreta.

Justificativa: Thomas Edison foi um inventor, cientista e empresário dos EUA que desenvolveu muitos dispositivos importantes, entre eles o fonógrafo.

D) Alternativa incorreta.

Justificativa: Herman Hollerith foi um empresário norte-americano e o principal impulsionador do leitor de cartões perfurados, instrumento essencial para a entrada de informação para os computadores da época.

E) Alternativa correta.

Justificativa: a telegrafia foi criada por Samuel Finley Breese Morse, nascido em Charlestown, Massachusetts, nos Estados Unidos, no dia 27 de abril de 1791. Aos 44 anos de idade construiu seu primeiro protótipo funcional de um telégrafo e finalmente passou a dedicar-se inteiramente ao seu invento.

Questão 2. Qual sistema de comunicação transporta suas informações em formato de luz?

A) Via rádio.

B) Fibra óptica.

C) Tropodifusão.

D) Bluetooth.

E) Telefonia celular móvel.

Resposta correta: alternativa B.

Análise das alternativas

A) Alternativa incorreta.

Justificativa: utiliza de ondas eletromagnéticas para a transmissão das informações.

B) Alternativa correta.

Justificativa: um sistema de transmissão óptica tem três componentes fundamentais: a fonte de luz, o meio de transmissão e o detector óptico.

C) Alternativa incorreta.

Justificativa: é um sistema rádio na faixa de 900 MHz a 2 GHz usado para efetuar o enlace entre dois pontos distantes de 100 até cerca de 400 quilômetros, valendo-se da reflexão das ondas no alto da troposfera.

D) Alternativa incorreta.

Justificativa: é um padrão de redes PAN para interligar aparelhos de computadores e comunicação utilizando ondas de rádio de curto alcance, baixa potência e baixo custo.

E) Alternativa incorreta.

Justificativa: é um sistema de comunicações sem fio, *wireless*, constituído de rádios móveis, terminais dos usuários, conhecidos por telefones celulares e ERBs, estações rádio base, fixas.

[illegible]