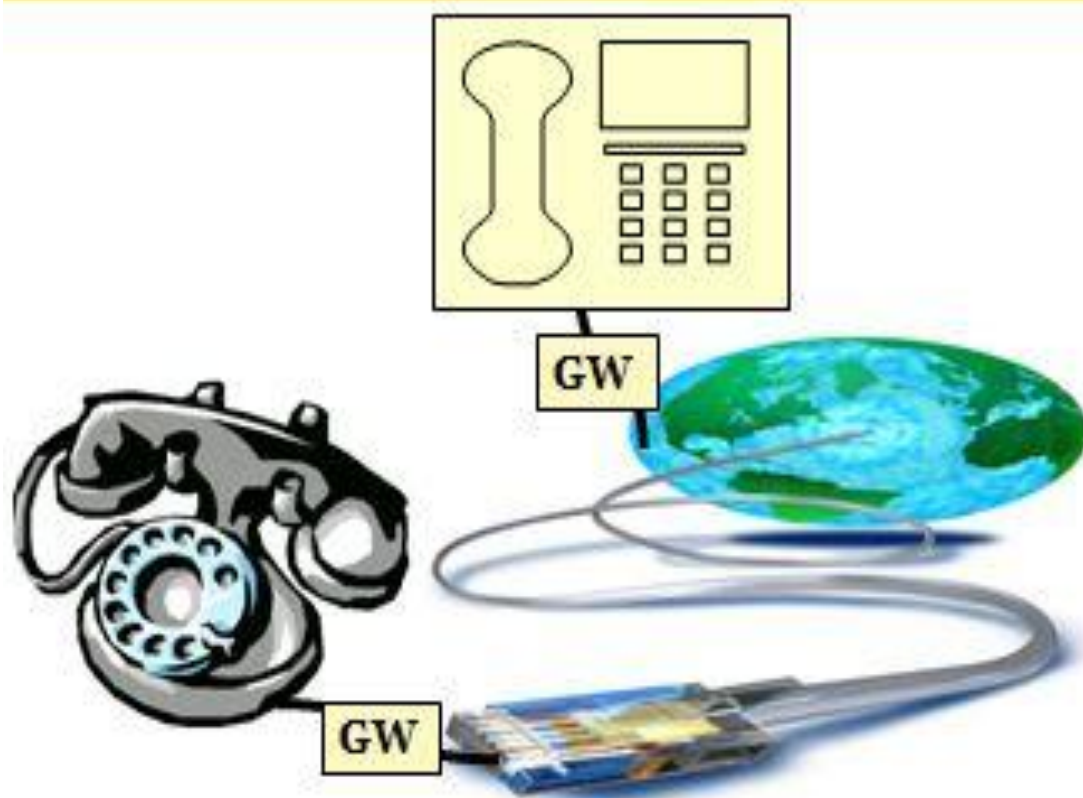


Telefonia Básica



ITIT

Ademar Felipe Fey

2ª edição
2017

ADEMAR FELIPE FEY

TELEFONIA BÁSICA

2ª edição

Caxias do Sul
Edição do autor
2017

Resumo:

A telefonia evoluiu ao longo dos mais de 130 anos de sua invenção. Nesse percurso passou por três fases históricas: telefonia analógica, telefonia digital e telefonia IP. No princípio os telefones eram interligados ponto a ponto por fios de cobre. Posteriormente as centrais telefônicas foram inseridas no sistema. Hoje a Internet conecta nossos computadores, que fazem o papel do telefone. O presente livro pretende fornecer uma base teórica para que o leitor possa entender o que é a telefonia, as características das suas três fases e o seu momento atual. Os fundamentos da telefonia são o foco deste trabalho. Com o aprendizado desses fundamentos o leitor pode avançar no estudo de tópicos de telefonia avançada. O livro disponibiliza exercícios e um pequeno estudo de caso. As respostas são disponibilizadas no próprio livro.

Fey, Ademar Felipe.

Telefonia Básica / Ademar Felipe Fey. 2ª ed. ITIT: Caxias do Sul, 2017. 296 p.

ISBN 978-85-922651-0-6

© Ademar Felipe Fey

Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução parcial ou total sem autorização por escrito do autor.

Nota: apesar dos cuidados e revisões, podem ocorrer erros de digitação, ortográficos e dúvidas conceituais. Em qualquer hipótese, solicitamos a comunicação para o e-mail ademar.fey@gmail.com, para que possamos esclarecer ou encaminhar a questão.

Nem o editor nem o autor assumem qualquer responsabilidade por eventuais danos ou perdas a pessoas ou bens, originados do uso desta publicação.

APRESENTAÇÃO

Este livro é um esforço de pesquisa, tradução de artigos, reescrita de anotações de cursos realizados na Empresa Brasileira de Telecomunicações – EMBRATEL, anotações em sala de aula de diversos treinamentos em fabricantes de centrais telefônicas, apresentações elaboradas para as disciplinas de Telefonia I e II (TECBRASIL – Caxias do Sul/RS) e Telefonia (ETFAR – Farroupilha/RS).

O entendimento dos assuntos abordados exigirá por parte do leitor um conhecimento básico de eletricidade, matemática e redes de computadores.

O objetivo deste livro é uma introdução geral à Telefonia, desde a telefonia analógica até a telefonia IP.

Sugestões, críticas e pedidos de informações podem ser enviados para o e-mail do autor ademar.fey@gmail.com.

PREFÁCIO DA 2ª EDIÇÃO

Na 2ª edição foram realizadas as seguintes melhorias:

- Revisão total do texto;
- Inserção do Capítulo 13, abordando exclusivamente o VoIP e a Telefonia IP.
- Inserção do Capítulo 14, incluindo um pequeno estudo de caso hipotético envolvendo a migração de uma empresa de pequeno porte da telefonia convencional para a Telefonia IP.

No final do livro, no Anexo A, disponibilizamos as respostas aos exercícios teóricos de cada capítulo.

AVISOS

É possível que algumas referências tenham sido omitidas, pois alguns textos impressos que foram traduzidos não continham os dados dos autores originais. Além disso, devido à natureza dinâmica da Internet, alguns links a outros textos traduzidos podem ter sido perdidos ou desatualizados.

Esta publicação pode conter imprecisões ortográficas e técnicas ou erros tipográficos. Periodicamente são feitas alterações nas informações aqui contidas; essas alterações serão incorporadas em novas edições da publicação. O autor pode fazer melhorias e/ou alterações nesta publicação a qualquer momento sem aviso prévio.

As informações contidas nesta publicação são de caráter informativo e de introdução ao assunto, sendo da responsabilidade do leitor buscar maiores informações se desejar aplicar os conhecimentos descritos nesta publicação numa situação prática, na área de sua atuação profissional.

A reprodução parcial ou completa é proibida sem autorização escrita do autor.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS.

A telefonia é um componente importante para o sucesso de qualquer porte de negócio da atualidade.

Este livro procura focalizar nos princípios básicos da telefonia, buscando criar uma base teórica dos fundamentos de telefonia para nossos leitores.

Iniciamos o livro no Capítulo 1 com uma breve introdução á telefonia, destacando alguns fatos históricos e a distinção entre as três fases da telefonia: analógica, digital e baseada no IP.

No Capítulo 2, realizamos uma importante revisão dos conceitos elementares de telecomunicações. Vários conceitos e termos utilizados no livro se baseiam nos conceitos estudados neste capítulo.

Por sua vez, no Capítulo 3, iniciamos os estudos sobre a rede e linha telefônica, abordando, portanto, a chamada rede de acesso do setor telefônico.

Já no Capítulo 4 estudamos o circuito telefônico, incluindo as partes constituintes de um telefone.

No Capítulo 5 estudamos as diversas fases de realização de uma chamada telefônica.

Prosseguindo, no Capítulo 6 abordamos a conversão do sinal analógico para digital e vice-versa. Este capítulo reveste-se de importância, pois é a base teórica para entender a digitalização da voz e das telecomunicações.

No Capítulo 7 estudamos os aspectos relativos à transmissão digital, tendo em vista que as redes de comunicações da atualidade são digitais, incluindo a rede telefônica.

Já no Capítulo 8 estudamos a digitalização da rede pública de telefonia e o sistema de telefonia fixa comutada (STFC).

Por sua vez, no Capítulo 9, iniciamos os estudos sobre a evolução das centrais telefônicas.

No Capítulo 10 abordamos a introdução ao PABX e suas facilidades.

Já no Capítulo 11 estudamos os diversos tipos de PABX e seu funcionamento, detalhando a interligação com outros PABXs, além de opções para a aquisição deste equipamento.

No capítulo 12 estudamos as diversas sinalizações telefônicas envolvendo chamadas e centrais de telefonia.

Por sua vez, no capítulo 13 estudaremos a tecnologia VoIP e a Telefonia IP, abordando conceitos, principais elementos e aplicações.

Finalizando o livro, no capítulo 14 apresentamos um pequeno estudo de caso envolvendo a migração de uma empresa de pequeno porte da telefonia convencional para a Telefonia IP.

No Anexo A disponibilizamos as respostas para os exercícios teóricos do livro.

Procuramos criar este livro da melhor forma didática possível. O leitor pode ler o capítulo que desejar e na ordem que preferir.

CONVENÇÕES UTILIZADAS NESTE LIVRO

- Em algumas palavras-chave ou termos-chaves usamos e abusamos de artifícios gráficos, tais como, **negrito**, **aspas**, **colorido**, **primeira letra em maiúscula**, **fonte do caractere aumentada**, no intuito de chamar a atenção dos leitores. Pedimos desculpas se elas ferem algumas regras ortográficas.
- O plural de algumas palavras estrangeiras foi feito utilizando a letra “s” logo após essas palavras (como exemplo, a palavra Bits ou a palavra Hosts), sem usar o apóstrofo, portanto.
- As **citações** estão no texto com **números sobrescritos** que remetem à obra citada nas **referências bibliográficas** (exemplificando: conceito¹¹, onde o “11” é o número da referência).

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO À TELEFONIA	21
1.1 INTRODUÇÃO	21
1.2 UM BREVE HISTÓRICO DA TELEFONIA.	21
1.3 EVOLUÇÃO DAS CENTRAIS TELEFÔNICAS	25
1.4 FASES EVOLUTIVAS DA TELEFONIA	27
1.5 ORGANISMOS DE NORMATIZAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO.....	28
1.6 EXERCÍCIOS	28
CAPÍTULO 2 BASICO DE TELECOMUNICAÇÕES	30
2.1 INTRODUÇÃO	30
2.2 CONCEITUAÇÕES INICIAIS	30
2.3 SISTEMA BÁSICO DE COMUNICAÇÃO	30
2.3.1 Mensagem.....	31
2.3.2 Sinal e Informação	31
2.3.3 Sinal	31
2.3.4 Informação	32
2.3.5 Mais Informação e Sinal	32
2.3.6 Qualidade de Sinal e de Informação	32
2.3.7 Representação da Informação	33
2.4 TIPOS DE SINAIS UTILIZADOS EM TELECOMUNICAÇÕES	33
2.4.1 Sinal Analógico.....	33
2.4.2 Sinais Digitais.....	35
2.5 CODIFICAÇÃO DIGITAL.....	36
2.5.1 Baud.....	37
2.6 BANDA.....	37
2.6.1 Introdução ao Conceito de Banda Passante	37
2.7 SÉRIE DE FOURIER	37
2.7.1 Domínio do Tempo e da Frequência	38

2.7.2 Um Pulso Retangular Visto nos Domínios do Tempo e Frequência.....	38
2.7.3 Resumo dos Conceitos de Decomposição de Sinais	39
2.8 TRANSMISSÃO DE SINAIS DIGITAIS EM MEIOS FÍSICOS	39
2.9 BANDA PASSANTE E LARGURA DE BANDA	40
2.10 DISTORÇÃO DE SINAIS DEVIDO À FILTRAGEM DE FREQUÊNCIAS	40
2.11 CURVA DE GANHO PARA CADA FREQUÊNCIA EM UM MEIO FÍSICO.....	41
2.12 BANDA PASSANTE DOS MEIOS FÍSICOS	41
2.12.1 Banda Passante Necessária	42
2.12.2 Banda Passante Necessária Mínima.....	43
2.13 TEOREMA DE NYQUIST	43
2.13.1 Capacidade Máxima de um Canal	43
2.13.2 Relação entre Velocidade e Banda Passante	43
2.14 DISTORÇÃO DE SINAIS	44
2.15 FONTES DE RUÍDOS.....	44
2.15.1 Ruído Térmico.....	44
2.15.2 Ruído de Intermodulação	45
2.15.3 Ruído de Crosstalk.....	45
2.15.4 Ruído Impulsivo.....	45
2.16 QUANTIFICAÇÃO DO RUÍDO	45
2.17 LEI DE SHANNON	46
2.17.1 Lei de Shannon - Exemplo	47
2.18 ATENUAÇÃO	47
2.19 REPETIDORES DE SINAL	48
2.20 ECOS	48
2.21 ATRASO.....	48
2.22 DISTORÇÃO	49
2.23 INFORMAÇÃO X RUÍDO X LARGURA DE BANDA	49
2.24 UNIDADES DE MEDIDA EM TELECOMUNICAÇÕES	50
2.24.1 Decibel	50
2.24.2 Nível Absoluto e Nível Relativo	52
2.24.3 Relação Sinal/Ruído.....	53
2.25 RESUMO.....	53
2.26 EXERCÍCIOS	54

CAPÍTULO 3 REDES E LINHA TELEFÔNICA.....	55
3.1 INTRODUÇÃO	55
3.2 REDE TELEFÔNICA TRADICIONAL.....	55
3.2.1 A Rede Telefônica.....	57
3.3 TIPOS DE MEIOS DE TRANSMISSÃO	58
3.4 REDE DE ACESSO POR CABOS DE PARES METÁLICOS.....	64
3.5 CARACTERÍSTICAS ELETROMAGNÉTICAS DA LINHA TELEFÔNICA	64
3.5.1 Linha Telefônica	64
3.5.2 Equilíbrio da Linha Telefônica	65
3.5.3 Efeito da Corrente no Acesso Local (Loop).....	65
3.5.4 Circuito Básico de Telefonia.....	65
3.6 REDE INTERNA DO ASSINANTE.....	69
3.7 CRIANDO SUA PRÓPRIA REDE DE TELEFONE.....	74
3.8 EXERCÍCIOS	76
CAPÍTULO 4 FUNCIONAMENTO DO CIRCUITO TELEFÔNICO.....	77
4.1 INTRODUÇÃO	77
4.2 ACÚSTICA: O SOM E O TELEFONE	77
4.3 A TRANSMISSÃO DA INFORMAÇÃO.....	82
4.4 MODOS DE TRANSMISSÃO DE UM SINAL	83
4.5 SISTEMA DE CONVERSAÇÃO A 2 FIOS FULL DUPLEX	84
4.5.1 Comunicação a 2 Fios Full-duplex	84
4.5.2 O Telefone.....	85
4.5.3 Interface da Rede Telefônica ou Híbrida	87
4.5.3.1 Interface de Rede Tradicional Simplificada.	88
4.5.4 Microfone e Cápsula Receptora	90
4.5.4.1 Cápsula Receptora Eletromagnética	91
4.5.4.2 Cápsula Receptora Eletrodinâmica	91
4.5.5 Circuito Antilocal.....	93
4.6 DISCAGEM DE NÚMERO TELEFÔNICO.....	93
4.6.1 Discagem	93
4.6.2 Discagem por Pulso	94
4.6.3 Discagem por Tom	95
4.7 SINAL DE CHAMADA TELEFÔNICA.....	97
4.7.1 Sinal de Ringing (Sinal de Toque ou Chamada)	97

4.7.2 Campanha Polarizada	99
4.7.3 Funcionamento da Campanha Polarizada:.....	100
4.8 SISTEMA TELEFÔNICO DE BATERIA LOCAL E BATERIA CENTRAL	100
4.8.1 Sistema de Bateria Local.....	100
4.8.2 Sistema Telefônico de Bateria Central	101
4.9 EXERCÍCIOS	103
CAPÍTULO 5 FASES DE REALIZAÇÃO DE CHAMADA TELEFÔNICA	104
5.1 INTRODUÇÃO	104
5.2 PROGRESSO DE UMA LIGAÇÃO TELEFÔNICA BÁSICA.....	104
5.2.1 Fase do Telefone no Gancho	105
5.2.2 Fase do Telefone Fora do Gancho.....	105
5.2.3 Fase da Discagem	106
5.2.4 Fase da Comutação	107
5.2.5 Fase de Chamada ou Toque do Telefone	108
5.2.6 Fase da Conversação	109
5.2.7 Fase da Desconexão.....	109
5.2.8 Fase de Liberação da Chamada	110
5.3 SINALIZAÇÃO TELEFÔNICA	111
5.4 EXERCÍCIOS	112
CAPÍTULO 6 CONVERSÃO DO SINAL ANALÓGICO-DIGITAL.....	113
6.1 INTRODUÇÃO	113
6.2 SINAIS ANALÓGICOS.....	113
6.3 SINAIS DIGITAIS	114
6.4 CODIFICAÇÃO DIGITAL.....	114
6.5 CONVERSÃO DO SINAL ANALÓGICO EM DIGITAL	115
6.5.1 Quantificação do Sinal no Processo de Digitalização.	116
6.5.2 Modulação por Código de Pulso (PCM – Pulse Code Modulation)	116
6.6 OS TRÊS PASSOS DO PROCESSO PCM	116
6.6.1 Fase 1 - Amostragem	116
6.6.2 Fase 2 – Quantização	118
6.6.2.1 Erro de Quantização.....	119
6.6.2.2 Compressão	120
6.6.3 Fase 3 - Codificação.....	121
6.7 CONVERSÃO DIGITAL-ANALÓGICO	123

6.7.1 Passo 1 – Decodificação	123
6.7.2 Passo 2 – Reconstrução	123
6.7.3 Passo 3 – Filtragem	123
6.8 SISTEMA PCM – DETALHAMENTO	124
6.8.1 Componentes Básicos do Sistema PCM.....	125
6.8.2 Sistema PCM	126
6.8.2.1 O sistema PCM Europeu.....	126
6.8.2.2 O Sistema PCM Norte-Americano.....	126
6.8.3 Sistema de Transmissão PCM30	126
6.8.4 Quadro de Transmissão PCM30	126
6.8.5 Palavras de Alinhamento do Quadro.....	127
6.8.6 Sistema de Transmissão PCM	131
6.9 PLANO DE HIERARQUIA DIGITAL	131
6.10 EXERCÍCIOS	132
CAPÍTULO 7 TRANSMISSÃO DIGITAL	134
7.1 INTRODUÇÃO	134
7.2 PROPRIEDADES DOS SINAIS ANALÓGICOS.....	135
7.2.1 Amplitude	135
7.2.2 Frequência	135
7.2.3 Fase	136
7.3 MODULAÇÃO	136
7.4 PROPRIEDADES DE SINAIS DIGITAIS.....	137
7.5 PERDA DO SINAL - ATENUAÇÃO.....	138
7.5.1 Atenuação Analógica.....	138
7.5.2 Atenuação Digital	139
7.6 VANTAGENS DE SINAIS DIGITAIS SOBRE OS SINAIS ANALÓGICOS	139
7.7 MÍDIA DE TRANSMISSÃO	140
7.7.1 Terminologia de Mídias de Transmissão.....	141
7.8 A IMPORTÂNCIA DA TRANSMISSÃO DIGITAL	141
7.9 VOZ DIGITAL CONTRA DADOS DIGITAIS	142
7.10 BÁSICO DA TERMINOLOGIA DIGITAL.....	142
7.11 TRANSMISSÃO DE DADOS DIGITAL.....	143
7.12 A IMPORTÂNCIA DO MODEM	143

7.13 MODULAÇÃO/DEMODULAÇÃO	145
7.14 SÍNCRONO VERSUS ASSÍNCRONO	145
7.15 CONTROLE DE ERRO	146
7.16 MULTIPLEXAÇÃO	146
7.16.1 Largura de Banda (Bandwidth).....	146
7.16.2 Função dos Multiplexadores.....	147
7.16.3 Tipos de Multiplexação.....	148
7.16.3.1 Multiplexação por Divisão de Frequência (FDM).....	148
7.16.3.1.1 Técnica para Realizar a Multiplexação por Divisão de Frequência	150
7.16.3.1.2 Modulação e Demodulação	150
7.16.3.2 Multiplexação por Divisão de Tempo (TDM)	150
7.16.3.2.1 Intervalos de Tempo (Time Slots) no TDM.....	152
7.16.3.2.2 TDM.....	153
7.16.3.2.3 Canal	154
7.16.3.2.4 Comutação Temporal (com Linhas TDM Síncronas).....	154
7.16.3.3 Multiplexação por Divisão Estatística de Tempo (STDM).....	155
7.17 EXERCÍCIOS	156
CAPÍTULO 8 DIGITALIZAÇÃO DA REDE TELEFÔNICA	157
8.1 INTRODUÇÃO	157
8.2 DIGITALIZAÇÃO DAS CENTRAIS (COMUTADORES) TELEFÔNICAS	157
8.3 DIGITALIZAÇÃO DOS TRONCOS	158
8.4 TELEFONES DIGITAIS.....	158
8.5 REDE PÚBLICA DE TELEFONIA COMUTADA (TELEFONIA FIXA).....	159
8.6 EVOLUÇÃO DA TELEFONIA PARA O VOIP.....	163
8.7 EXERCÍCIOS	165
CAPÍTULO 9 A EVOLUÇÃO DA CENTRAL TELEFÔNICA	166
9.1 INTRODUÇÃO	166
9.2 COMUTAÇÃO.....	166
9.3 HISTÓRIA DAS CENTRAIS TELEFÔNICAS	167
9.3.1 Operação de Comutação	167
9.3.2 Comutador Passo a Passo de Strowger.....	169
9.3.3 O Comutador Crossbar (Comutador Crossbar).....	170
9.3.3.1 Matriz de Comutação Crossbar.....	171
9.3.4 Sistema de Comutação Eletrônica (Electronic Switching System - ESS).....	172

9.3.4.1 Controle Comum - Sistema de Comutação Eletrônica (ESS).....	172
9.3.4.2 Matriz de Comutação - Sistema de Comutação Eletrônica (ESS).....	173
9.3.4.3 Avanços de Sistema de Comutação Eletrônica (ESS)	174
9.3.5 Centrais Telefônicas Públicas da Próxima Geração (IP)	176
9.4 TIPOS DE CENTRAIS TELEFÔNICAS.....	177
9.5 EXERCÍCIOS	177
CAPÍTULO 10 INTRODUÇÃO AO PABX.....	178
10.1 INTRODUÇÃO	178
10.2 PABX.....	178
10.3 COMPONENTES DE UM PABX	179
10.3.1 Equipamento Comum.....	180
10.3.2 Troncos de CT	180
10.3.2.1 Tipos de Troncos.....	180
10.3.2.1.1 Troncos Tie Line.....	180
10.3.2.1.2 Troncos DDR (Direct Inward Discaring – DID)	181
10.3.2.1.3 Feixes de Tronco.....	182
10.3.3 Linhas de Ramal	182
10.3.3.1 Dois Tipos de Linhas	182
10.4 PORTAS.....	182
10.5 TELEFONES DO PABX	182
10.6 CHAMADAS COM BLOQUEIO VERSUS SEM BLOQUEIO	183
10.7 FACILIDADES DE UM PABX.....	184
10.7.1 Acesso às Facilidades.....	184
10.7.2 Seleção de Rota Automática (ARS)	185
10.7.3 Correio de Voz	185
10.7.4 Atendente Automatizado	186
10.7.5 Restrição	186
10.7.6 Tandems	187
10.7.7 Plano Uniforme de Discagem	187
10.7.8 Sistema de Contabilidade de Chamada (CAS)	187
10.7.9 Estação de Gravação de Mensagem Detalhada (SMDR)	188
10.7.10 Fila de tronco de saída	188
10.8 FACILIDADES DO ATENDENTE (TELEFONISTA)	188

10.8.1 Seleção Direta do Ramal (Direct Station Selection - DSS).....	188
10.8.2 Serviço de Atendentes Centralizados (CAS).....	188
10.9 ESQUEMAS DE FALHA DE ENERGIA.....	189
10.10 ADMINISTRAÇÃO DE SISTEMA.....	189
10.11 ISDN.....	190
10.12 ALTERNATIVAS PARA UM PABX.....	190
10.12.1 Key System	190
10.12.2 Diferenças Entre os Sistemas KS e PABX	191
10.12.3 Centrex.....	191
10.12.3.1 Vantagens de um Sistema de Centrex Sobre o PABX.....	192
10.12.3.2 Desvantagens de um Sistema de Centrex	193
10.12.3.2.1 Custo.....	193
10.12.3.2.2 Disponibilidade de Facilidades	193
10.12.3.2.3 O Controle da Rede é de Responsabilidade da CT.....	193
10.12.3.2.4 A Burocracia da CT	193
10.13 PABX IP	193
10.14 EXERCÍCIOS	194
CAPÍTULO 11 FUNCIONAMENTO E TIPOS DE PABX	196
11.1 INTRODUÇÃO	196
11.2 CENTRAIS PRIVATIVAS DE COMUTAÇÃO TELEFÔNICA (CPCT)	196
11.2.1 Tipos de Centrais Privativas de Comutação Telefônica (CPCT)	196
11.3 FUNCIONAMENTO DE UM PABX.....	197
11.4 FUNÇÕES DE UM PABX.....	198
11.5 ESTRUTURA DE UM PABX	199
11.6 PABX (CPCT) TIPO CPA	199
11.6.1 Funcionamento de Uma CPCT tipo CPA	200
11.6.2 Rotas.....	202
11.7 COMUTAÇÃO ESPACIAL X TEMPORAL.....	203
11.7.1 Comutação	203
11.7.1.1 Comutação Espacial (Divisão de Espaço).....	203
11.7.1.2 Comutação Temporal (Divisão de Tempo).....	204
11.8 FACILIDADES DE UMA CPCT TIPO CPA.....	204
11.9 PROGRAMAÇÃO PRÁTICA DE UMA CPCT.....	205

11.9.1	Programação de CPCT Tipo CPA	205
11.10	INTERFACES (ANALÓGICAS) UTILIZADAS POR UM PABX.....	205
11.10.1	Interface de Ramal	205
11.10.2	Interface de Linha (Tronco)	206
11.10.3	Interface de Linha Tie-Line (Corporativa)	207
11.11	TIPOS DE INTEGRAÇÃO ENTRE PABXS	208
11.11.1	Integração Entre PABXs.....	208
11.12	PROJETO TELECOMUNICAÇÕES - PABX (CPCT)	209
11.12.1	Projeto de Uma Rede para Uma CPCT.....	209
11.12.2	Instalação	209
11.13	PABX HÍBRIDO	210
11.13.1	Evolução do PABX	210
11.13.2	Arquitetura de Um PABX Híbrido	211
11.14	PABX IP	212
11.15	EXERCÍCIOS	215
	CAPÍTULO 12 SINALIZAÇÃO TELEFÔNICA.....	216
12.1	INTRODUÇÃO	216
12.2	CATEGORIAS DE SINALIZAÇÃO	216
12.2.1	Sinalização Acústica.....	216
12.2.2	Sinalização de Linha (Supervisão)	219
12.2.2.1	Tipos de Sinalização de Linha.....	220
12.2.3	Sinalização de Registro	221
12.2.3.1	Sinalização MFC	222
12.2.3.2	Formação dos Sinais Multifrequênciais	223
12.3	SINALIZAÇÃO POR CANAL ASSOCIADO.....	225
12.4	ONDE A SINALIZAÇÃO OCORRE NO CIRCUITO?.....	226
12.4.1	Sinalização Dentro da Banda e Fora da Banda	227
12.4.2	Sinalização de Única Frequência (SF)	227
12.4.3	Desvantagens da Sinalização SF e DTMF	228
12.5	SINALIZAÇÃO LOOP START VERSUS GROUND START	229
12.5.1	Loop Start.....	229
12.5.2	Ground Start.....	230
12.6	SINALIZAÇÃO E & M.....	230

12.7 SINALIZAÇÃO POR CANAL COMUM (CCS)	231
12.8 SISTEMA DE SINALIZAÇÃO 7 (SS7)	232
12.9 PROTOCOLOS DE SINALIZAÇÃO NA TELEFONIA IP.	233
12.10 EXERCÍCIOS	235
CAPÍTULO 13 VOIP E TELEFONIA IP	236
13.1 INTRODUÇÃO	236
13.2 INTRODUÇÃO AO VOIP.....	237
13.2.1 Como a voz é transmitida numa rede de dados	237
13.2.1.1 Convertendo de Voz para Dados	238
13.2.1.2 Convertendo de Dados para Voz	238
13.2.2 Compressão de voz.....	239
13.2.2.1 Tecnologias para compressão da voz	239
13.2.2.2 Supressão do silêncio pela detecção de atividade de voz (VAD).....	240
13.2.2.3 Padrões de compressão de voz do ITU-T	241
13.2.2.4 Detalhes adicionais de alguns (novos) protocolos de compressão	243
13.3 APLICAÇÃO DO VOIP	244
13.4 INTRODUÇÃO À TELEFONIA IP.....	245
13.5 APLICAÇÕES TÍPICAS DA TELEFONIA IP	247
13.5.1 Componentes básicos da Telefonia IP.....	251
13.5.2 Como Funciona o VoIP e a Telefonia IP	254
13.5.3 Sistema Básico de Telefonia IP.....	256
13.6 DETALHANDO ELEMENTOS DA TELEFONIA IP.....	258
13.7 PROTOCOLOS USADOS NA TELEFONIA IP	258
13.7.1 H.323.....	259
13.7.2 SIP.....	261
13.8 VANTAGENS DA TELEFONIA IP E DO VOIP	263
13.9 TELEFONIA IP E VOIP QUALIDADE DE SERVIÇO	263
13.10 APLICAÇÃO PRÁTICA DA TELEFONIA IP E DO VOIP NA EMPRESA.....	264
13.11 COMO IMPLEMENTAR UM SISTEMA DE TELEFONIA VOIP E PBX IP	264
13.12 EXERCÍCIOS	266
CAPÍTULO 14 ESTUDO DE CASO VOIP e TELEFONIA IP	268
14.1 INTRODUÇÃO	268
14.2 SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA	268
14.3 SITUAÇÃO FUTURA DA EMPRESA	269

CONCLUSÃO DO LIVRO TELEFONIA BÁSICA.....	272
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	273
ANEXO A – RESPOSTAS DOS EXERCÍCIOS.....	275
APÊNDICE A – CADASTRO NO BLOG INFRAESTRUTURA DE REDES.....	290
APÊNDICE B – INDICAÇÕES DE CURSOS INFRA/E-BOOKS POR ASSUNTO.....	291
APÊNDICE C – CURSOS INFRAESTRUTURA DE REDE DOS AUTORES.....	294
APÊNDICE D – OUTROS E-BOOKS/LIVROS DOS AUTORES.....	295
APÊNDICE E – VIDEOAULAS DOS AUTORES.....	296

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO À TELEFONIA

1.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo iremos descrever brevemente um histórico da telefonia e das suas fases evolutivas.

1.2 UM BREVE HISTÓRICO DA TELEFONIA.

A indústria de telefonia iniciou quando em 1876, na cidade de Boston, Massachusetts (EUA), o escocês Alexander Graham Bell chamou seu assistente Thomas Augustus Watson por um experimento que foi chamado de telefone.

O experimento consistia de uma espécie de membrana mergulhada num copo de água com ácido. Ao se falar, fazia-se a membrana vibrar, provocando mudança de resistência na solução no copo e conseqüentemente causando variação de corrente elétrica que chegaria ao receptor do outro lado do fio, fazendo vibrar uma membrana (não exibida no desenho) que reproduziria o som original.

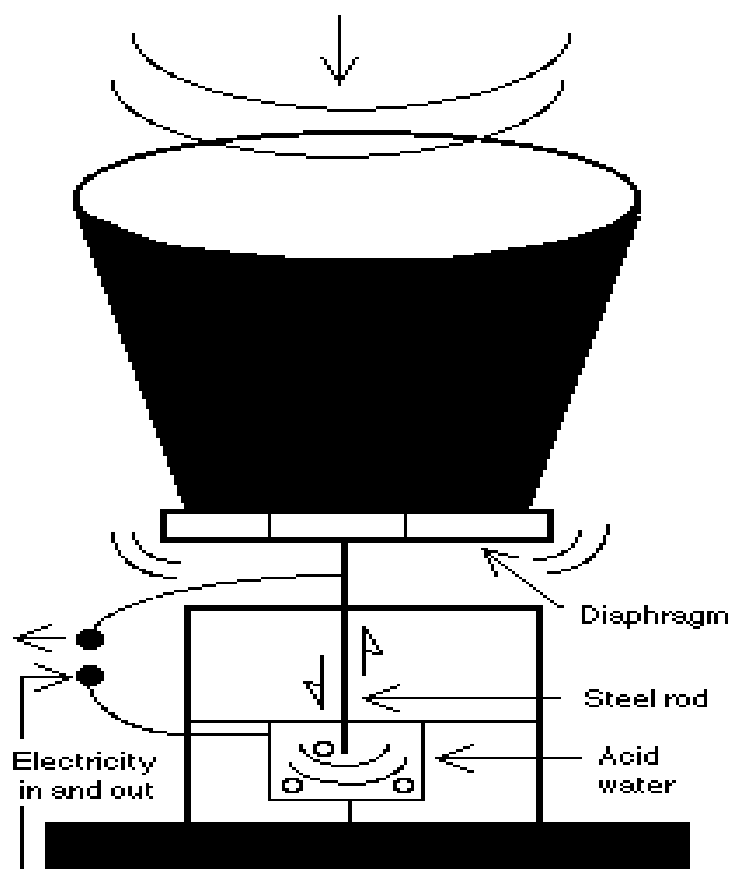


Figura 1.1 Telefone de Graham Bell.¹¹

O interessante é que Bell patenteou a sua invenção antes do telefone ter funcionado na prática. O mais interessante ainda é que a sua patente foi encaminhada duas horas antes de outro inventor tentar o mesmo feito, o engenheiro Elisha Gray, que após esse fato aparentemente desistiu da pesquisa.

No ano seguinte, em 1877, a Bell Telephone Company foi fundada e nos de 1893 e 1894 a patente da invenção de Bell expirou. Iniciou-se aí a livre competição na área de telefonia.

Em janeiro desse mesmo ano de 1877 foi instalado o primeiro telefone no Brasil. Ele interligava o Palácio São Cristóvão, hoje Museu Nacional, na Quinta da Boa Vista, ao Palácio da Rua Primeiro de Março, na zona central do Rio de Janeiro, hoje prédio pertencente à Empresa de Correios e Telégrafos.

Este telefone foi um presente de Bell ao seu amigo Dom Pedro II. Seguramente este foi um dos primeiros telefones a funcionar fora dos Estados Unidos da América.

Este foi também o primeiro momento histórico das telecomunicações brasileiras.

No final do século XIX, quase 6.000 companhias telefônicas independentes operavam nos EUA. No entanto estas companhias não se interconectavam.

A AT&T tornou-se o nome oficial da empresa de Bell. Tinha como objetivo controlar todos os circuitos de longa-distância. E ela não tinha interesse em se conectar às outras companhias.

Em 1912 a justiça americana determinou a interligação entre as centrais telefônicas independentes. A AT&T então se obrigou a realizar as interligações com as demais companhias.

Em 1934 o congresso americano criou a Federal Communications Commission (FCC) que a partir cuidaria de todos os aspectos relacionados à telecomunicação naquele país.

Naquela época a AT&T dominava a indústria telefônica nos EUA, formando um verdadeiro monopólio.

Em 1949 o Departamento de Justiça americano moveu uma ação contra a AT&T, por ela permitir que a Western Electric aumentasse demasiadamente os preços de equipamentos entregues para seus clientes (no caso, as companhias telefônicas regionais que pertenciam à AT&T), e estes por sua vez aumentassem os seus próprios preços de forma exagerada.

Em 1956, apesar de a AT&T ganhar a causa, a justiça impõe restrições ao conglomerado da Bell System onde deveriam ser garantidas licenças não exclusivas para qualquer operação de serviços.

Em 1982 a justiça americana determinou a cisão da AT&T, separando as companhias telefônicas locais (as chamadas Bells Operations Telephone Company).

Em 1984 esta cisão se efetivou. As 22 companhias de operação local formaram 7 companhias regionais. Estas companhias operariam em nível regional enquanto a AT&T atuaria no âmbito de rede de longa distância.

Em 1996 o governo americano sancionou o chamado “Ato da Telecomunicação de 1996” onde se abriu a competição em nível local e regional. Segundo esta lei, as companhias regionais (as chamadas Bell Operating Companies) ficam obrigadas a compartilhar seus recursos com as empresas competidoras.

No Brasil, em 27 de agosto de 1962, o governo federal sancionou a lei conhecida como Código Brasileiro de Telecomunicações (Lei 4.117). Esse foi o segundo momento histórico das telecomunicações brasileiras.

Essa lei criou o Sistema Nacional das Telecomunicações colocando sob jurisdição da união os serviços de telégrafo, radiocomunicação e telefonia interestadual. Entre outras coisas, essa lei criou também o Fundo Nacional de Telecomunicações que seria utilizado para modernizar o setor e instituiu o Conselho Nacional de Telecomunicações (CONTEL) com as atribuições de aprovar as especificações das redes telefônicas e de fixar as tarifas em todo território brasileiro.

Em 1965 criou-se a EMBRATEL e o CONTEL (Conselho Nacional de Telecomunicações), segunda instituição com esse nome, tendo agora a incumbência de funcionar como órgão executivo e regulador que funcionou até a criação do Ministério das Comunicações em 1967.

A EMBRATEL foi incumbida da implantação do sistema básico (conjunto de troncos de micro-ondas de longa distância) e das comunicações internacionais do Brasil.

Em 1972 nasce a TELEBRÁS, a qual absorveu as concessionárias municipais, estaduais e privadas em todo o país. Passou-se a contar praticamente com apenas uma concessionária por estado e mais a EMBRATEL, de atuação em nível interestadual e internacional, formando o chamado sistema TELEBRÁS.

Em 1995 é lançado o serviço comercial da Internet no Brasil. As telecomunicações seriam profundamente afetadas pela rede das redes. O VoIP começa a fazer parte

da vida pessoal e empresarial dos brasileiros. As VPNs via Internet se tornam cada vez mais a realidade das pequenas e médias empresas.

Também a partir de 1995 o cenário brasileiro das telecomunicações se torna totalmente diferente. Surge o terceiro momento da história das telecomunicações no Brasil:

- Emenda Constitucional, aprovada em agosto de 1995, quebrando o monopólio das empresas estatais.
- Elaboração do plano de investimento plurianual, o Programa de Ampliação e Recuperação do Sistema de Telecomunicações e do Sistema Postal (PASTE).
- Elaboração pelo Congresso Nacional da Lei Específica, ou Lei Mínima (Lei 9.295, de julho de 1996) abrindo ao mercado privado os serviços celulares da Banda B, além dos serviços via satélite, serviços limitados, trunking, paging e redes corporativas.
- Elaboração pelo Congresso Nacional, da Lei Geral de Telecomunicações (LGT), que define as linhas gerais do novo modelo institucional, criando um órgão regulador independente, a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) em 1997.
- Instalação da Agência Reguladora em 5 de novembro de 1997.
 - Privatização do Sistema Telebrás em 29 de julho de 1998 estabelecendo 12 holdings virtuais (três para a telefonia básica, uma para a EMBRATEL e oito operadoras celulares da Banda A). Além disso, iniciou-se a seleção das quatro empresas-espelho que competiriam com as empresas privatizadas: Tele Norte-Leste (Telemar), Tele Centro-Sul, Telesp (Telefónica) e EMBRATEL.

A GVT (hoje Vivo), Vésper, Intelig são algumas das empresas espelhos da telefonia fixa. A Telet (hoje Claro), Vésper (adquirida pela Embratel) e TIM são algumas empresas espelhos que atuam na telefonia celular, sendo a TIM a empresa que iniciou a utilização da tecnologia SMP (Sistema Móvel Pessoal) em nosso país.

Previa-se que a partir de 2002 ocorresse a concorrência plena, ou seja, todas as companhias operadoras de telecomunicações poderiam atuar em qualquer área de seu interesse.

Esta previsão ocorreu em parte, senão vejamos: a Telesp (Telefónica) e a Telemar (OI) já podem atuar em nível de telefonia Interestadual e Internacional, a Embratel já

pode atuar em nível de Telefonia Local e a Brasil Telecom (atualmente a Oi) está buscando antecipar suas metas junto à Anatel para atuar a nível nacional e estadual.

Todavia alguns pontos na legislação estão gerando conflitos entre as operadoras e dificultando a concorrência esperada. Um dos conflitos é aquele referente à tarifa de interconexão entre as operadoras, onde a operadora que inicia a chamada telefônica paga um pedágio para passar pela rede de outra operadora para entregar a chamada ao usuário final. Muitas vezes o custo do pedágio é maior do que a operadora cobra pela chamada junto ao assinante originador da mesma.

De qualquer forma um mercado interessante está surgindo que é o acesso à rede sem fios por tecnologias de redes MAN, especialmente o WiMAX e o LTE. Acredita-se que a partir de 2014 possamos usar a telefonia celular 4G para acesso banda larga efetivo à Internet.

1.3 EVOLUÇÃO DAS CENTRAIS TELEFÔNICAS

As primeiras interligações entre telefones eram feitas ponto a ponto. Depois as linhas telefônicas se interligavam a um ponto central, de onde uma operadora interligava o assinante chamador com o assinante chamado, através de cordões de interconexão num painel da mesa telefônica.

From Computer Desktop Encyclopedia
Reproduced with permission.
© 1996 AT&T

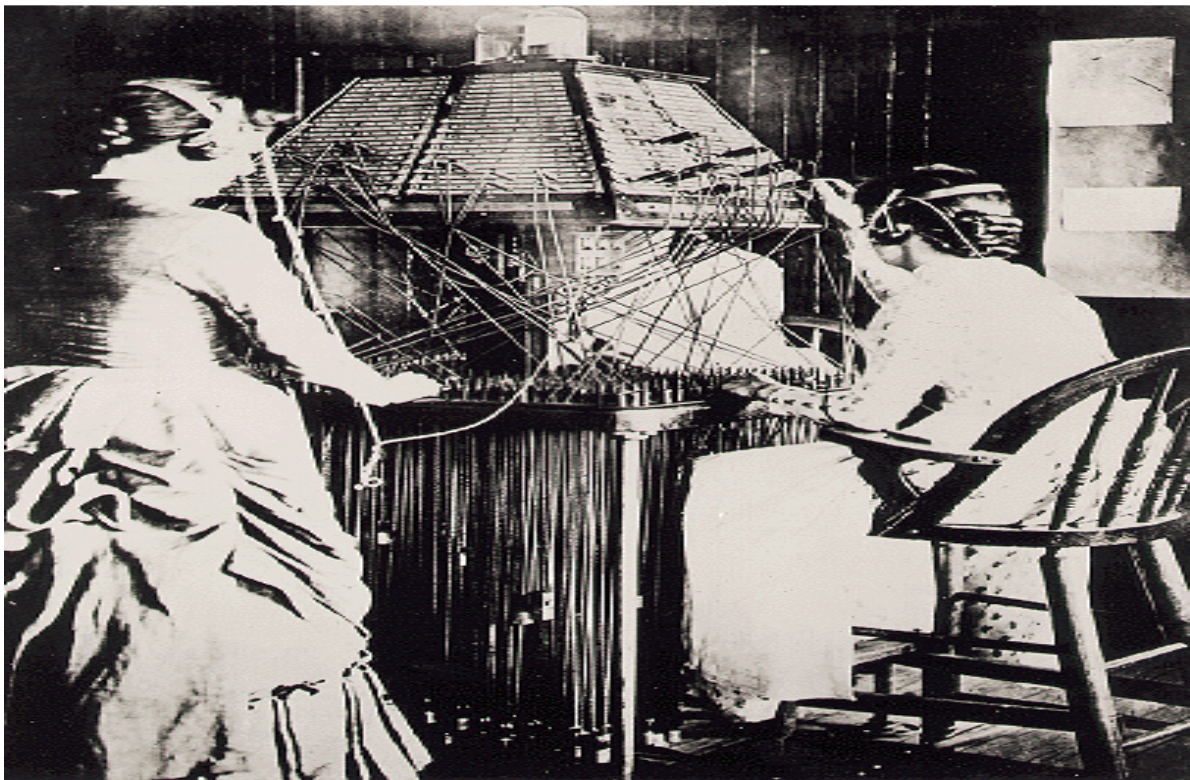


Figura 1.2 Mesa telefônica manual (ATT).

Num segundo momento, as primeiras centrais telefônicas foram sendo inventadas. Através das centrais de comutação (switch, em inglês), o usuário do sistema telefônico podia agora discar para o telefone do usuário chamado, sem intervenção da operadora (telefonista) da mesa telefônica. Ou seja, as centrais telefônicas funcionavam automaticamente.

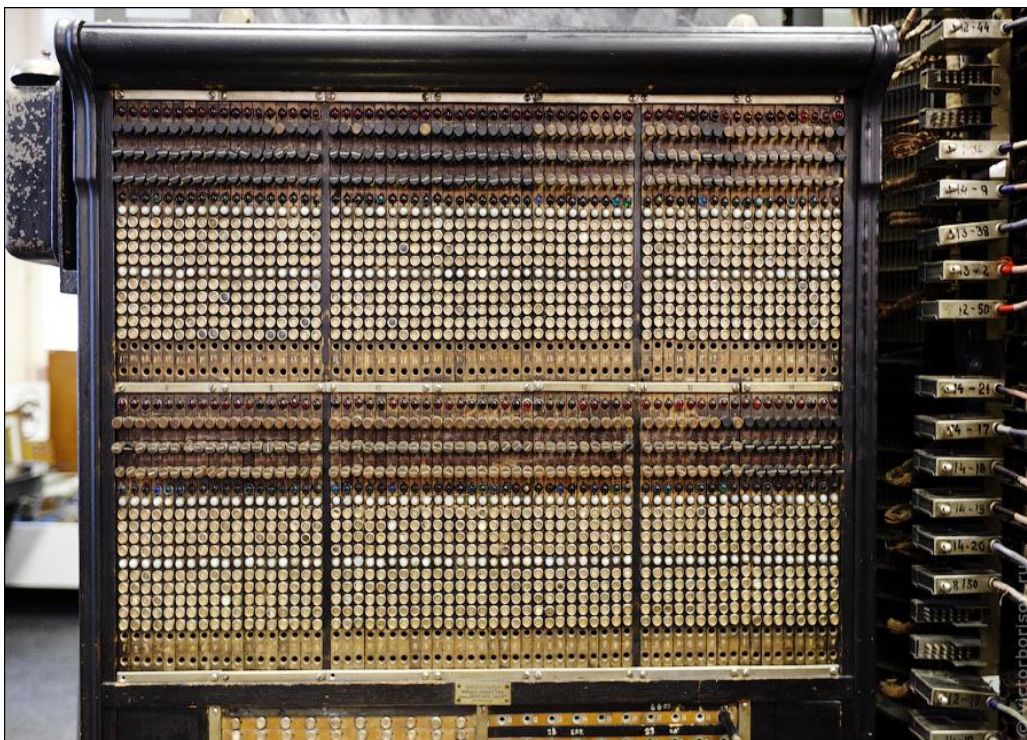


Figura 1.3 Central telefônica analógica automática (URSS).



Figura 1.4 Central telefônica digital (Nortel).

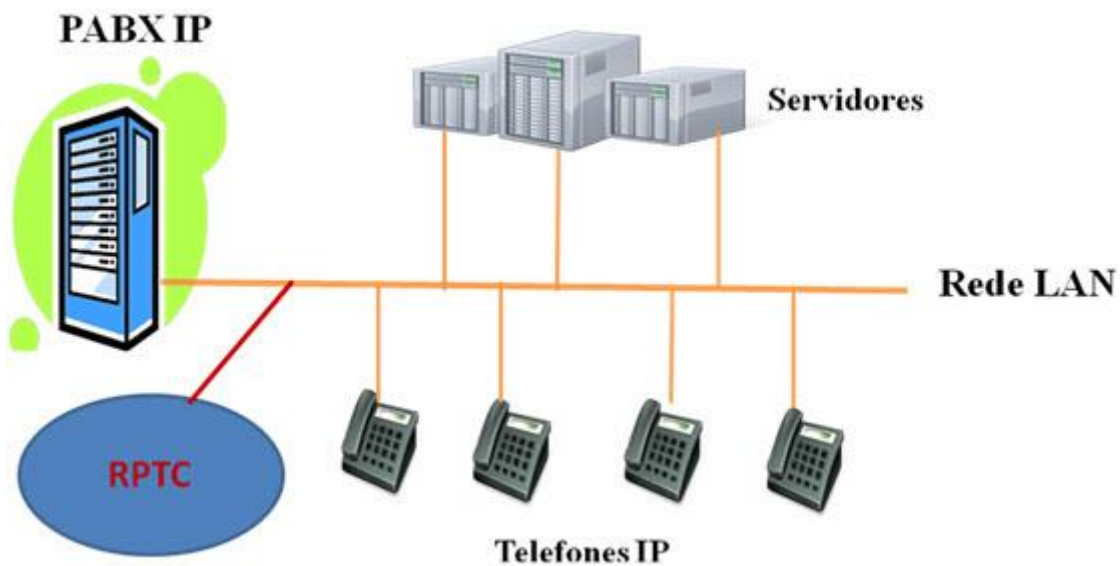


Figura 1.5 PABX IP interligado a rede local de computadores (LAN).¹²

1.4 FASES EVOLUTIVAS DA TELEFONIA

Podemos definir 3 fases da evolução da telefonia:

- Telefonia analógica (a partir de 1876)
- Telefonia digital (a partir de 1960)
- Telefonia VoIP (a partir de 1990)

A telefonia analógica se caracteriza pela transmissão da voz na sua forma original, ou seja, na forma de sinal analógico. A central telefônica recebe o sinal analógico, a voz, e o processa internamente como sinal analógico.

A telefonia digital se caracteriza pela transmissão da voz de forma digitalizada.⁷ A central pode receber o sinal analógico pela linha telefônica e convertê-lo para a forma de sinal digital. Internamente processa este sinal digitalmente. Envia o sinal para as próximas centrais em forma digital, se for o caso.

A telefonia VoIP se caracteriza pela transmissão da voz em pacotes gerenciados pelo protocolo IP. Primeiramente a voz é digitalizada, posteriormente comprimida e então encapsulada num pacote IP. O processamento e envio da voz para os próximos nós da rede se realiza na forma de transmissão de pacotes IP. Existem várias tecnologias de centrais VoIP e o entendimento dessas centrais exige do profissional de Telefonia conhecimento relativo às redes de computadores baseadas no modelo de referências de protocolos chamado de TCP/IP.

Nesse livro (e-book) pretende-se analisar cada uma dessas fases para que o aluno tenha base teórica para atuar nos equipamentos mais modernos do sistema telefônico.

É importante destacar que as centrais telefônicas das 3 fases citadas coexistem nos dias atuais. O entendimento dos conceitos das diversas tecnologias empregadas em cada uma dessas fases evolutivas da telefonia propicia ao profissional da área de tecnologia de informações a possibilidade de entender as novas tecnologias que surgem a cada dia.

1.5 ORGANISMOS DE NORMATIZAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO

A regulamentação dos protocolos da telefonia normalmente é definida acompanhando duas tendências em nível mundial: ou segue o ITU-T (International Telecommunication Union – Telecommunication Sector), órgão responsável pela regulamentações das telecomunicações no mundo inteiro (criador do modelo OSI utilizado em redes de computadores), ou segue ao IETF (Internet Engineering Task Force), o qual regulamenta os protocolos na Internet, entre eles os protocolos utilizados pelas técnicas do VoIP e da Telefonia IP.

Em nível internacional, também cabe destacar a participação da ISO (International Standard Organization) na publicação de padrões em várias áreas do conhecimento humano, sendo coautora do modelo de protocolos de referência OSI, utilizado em redes de computadores e telecomunicações.

Por fim, cabe citar o órgão regulador das telecomunicações no Brasil, a ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações). Cabe à ANATEL fiscalizar e regulamentar as telecomunicações em nosso país.

Terminamos aqui essa breve introdução à telefonia.

1.6 EXERCÍCIOS

- 1) Quem foi o inventor do telefone e em que ano ele patenteou a sua invenção?
- 2) Como funcionava a central manual de telefonia?
- 3) Qual o benefício trazido pela central automática crossbar?
- 4) Qual o benefício da central automática digital?
- 5) Qual o benefício da telefonia IP?

- 6) Quais as três fases históricas da telefonia?
- 7) Qual órgão federal regula a telefonia no Brasil?
- 8) Cite 2 organismos internacionais de padronização da telefonia?
- 9) Qual o primeiro nome do atual ITU-T?
- 10) Originalmente o IETF regulamentou os protocolos de qual rede de longa distância usada para comunicação?

Final do capítulo1.