

Livro do Técnico

Índice HAM 2011

Julio Ross
julioross@msn.com

Publicações em 2011

Os livros em espiral são de baixo custo para o leitor e com conteúdo prático, em linguagem acessível à estudantes do ensino técnico, tecnológico e de engenharia.

Com muitas imagens, gráficos e tabelas que visam aumentar a compreensão do leitor, complementam a leitura de formação na área visando uma futura profissão.

O autor com o propósito da melhoria do material gostaria de ouvir sua opinião sobre as publicações. Mande um e-mail para julioross@msn.com.

Obrigado
Julio Ross

- **Comunicações via Rádio e Antenas**

Capa Azul – 253 páginas - 330g

- **Comunicações via Rádio Modos Digitais**

Capa Branca e Azul – 185 páginas - 270g

- **Interferência e Proteção Eletromagnética**

Capa Laranja – 127 páginas – 200g

- **PLC – Power Line Communications**

Capa Amarela – 91 páginas – 120g

COMUNICAÇÕES

VIA RÁDIO E ANTENAS

Julio Ross

- **Definições**
- **Faixas e Características**
- **Propagação**
- **Modulação**
- **Radiação e Antenas**
- **Tipos e características**
- **Linhas de Transmissão**
- **Antenas LF/MF/HF**
- **Antenas VHF/UHF**
- **Dados Construtivos**
- **Duplexadores**
- **Medida de Intensidade de Campo**

Livro do Técnico

Índice

Comunicações via Rádio e Antenas

Comunicações via Rádio

Introdução	11
Unidade de Medida de Frequência	12
Frequência x Período	12
Comprimento de Onda	13
Velocidade de Propagação	13
Frente de Onda	14
Campo Próximo e Campo Distante	14
Radiador Isotrópico	15
Densidade de Potência	15
Perda no Espaço Livre	16
Ruído	16
Características da Propagação das Ondas de Rádio	17
Regiões da ITU	18

Propagação de Ondas Eletromagnéticas

Introdução	21
Modos de Propagação	21
Propagação das Ondas de Rádio	22
Características de Frequências de Ondas Terrestres	23
Camadas da Atmosfera	24
Troposfera	25
Estratosfera	26
Ionosfera	26
Grau de Ionização na Ionosfera.	28
Seleção de Frequências	29
MUF, FOT e Ângulo de Take-off	29
Observando a Ionosfera	30
Intensidade dos Sinais	31
Tabela de Conversão de Sinais	32
Giro Frequência	32
Gray Line (HF)	33
Desvanecimento (Fading)	34
SWF - Short Wave Fade-out	35
Índices de Propagação	35
Manchas Solares	36
Variações Devidas ao Ciclo Solar	37
Meteorologia	38
Aurora Boreal e Austral	39
Meteorscatter	39
Propagação Transequatorial	40
Propagação por Reflexão Lunar (EME)	41
Propagação por Tropodifusão	42

Propagação por Bandas de Frequências

Frequências Média MF (300kHz – 3MHz)	43
Frequências Altas HF (3MHz – 30MHz)	43
Very High Frequencies VHF (30MHz – 300MHz)	45
Ultra High Frequencies UHF (300MHz – 3GHz)	47

Abaixo de 50MHz

Espectro Eletromagnético de Radiofrequências	49
ELF – Extremely Low Frequencies	50
VLf – Very Low Frequencies	50
LF e MF – Low Frequencies e Medium Frequencies	51
HF – High Frequencies	52
Zona de Silêncio	53
Refração nas Camadas da Atmosfera	54

Acima de 50MHz

VHF e UHF – Very High Frequencies e Ultra High Frequencies	55
Alcance Visual para duas Estações à Mesma Altitude	56
Refração em Linha de Visada	56
Inversão da Temperatura	57
Propagação em Duto	58
SHF - Super High Frequencies	58
Efeitos Atmosféricos	58
EHF- Extremely High Frequencies	59
Raio Efetivo da Terra	60
Efeitos do Terreno	60
Zonas de Fresnel	61
Difração por Obstáculo	61
Ganho por Obstáculo	62
Perdas por Difração	63
Outras Perdas	63
Desvanecimento (Fading)	64
Diversidade	65
Diversidade Vertical	66
Diversidade de Frequência	66
Disponibilidade	67
Reflexões	67
Repetidores Passivos	68

Transmissão e Recepção de Ondas Eletromagnéticas

Histórico	69
Conceito	70
Tipos de Transmissão	70
Modulação Digital	71
Modulação das Ondas de Rádio	72
Modulação AM ou AM – DSB	73
O Receptor de Rádio	74
Índice de Modulação – m(%)	76
SSB (single side-band), ou AM-SSB	77
Modulação em Frequência (FM)	77
Domínio da Frequência e do Tempo	78
Modulação em Fase (Phase Modulation - PM)	79
ASK – Amplitude Shift Keying	79
FSK – Frequency Shift Keying	80
Entendendo Weak Signals – Sinais Fracos	81
ERS – Sensibilidade Efetiva do Receptor	82
Gaste 10% no Rádio e 90% na Antena	83
Espalhamento Espectral	84
Legislação no Brasil	86

Antenas Principais Características

Conceito	82
Como as Antenas Irradiam	88
Introdução	88
Diagrama de Radiação	89
Representação em Duas Dimensões	89
Definições Principais	90
Antena Isotrópica	91
dBd x dBi	91
Potência Efetiva Radiada	92
Polarização	92
Exemplo	93
Diretividade e Ganho	93
Relação Frente Costas	95
Impedância	95
Influência da Altura em Relação ao Solo	97
NVIS – Near Vertical Incident Skywave	98
Relação Diâmetro x Comprimento	99
Influência da Irradiação Horizontal em Função do Comprimento	100
Largura de Banda	100
Linha de Transmissão	101
Return Loss – Perda de Retorno	102
Coefficiente de Reflexão e VSWR	102
Medidor de ROE	103
Temperatura de Ruído	104

Radiação e Antenas

Introdução	105
Efeito do Solo nas Antenas	106
Antenas não Aterradas	106
Antenas Aterradas	106
Antena Monopolo $\lambda/4$	107
Antena Monopolo $5/8\lambda$	108
Campos Radiados	108
Potência Radiada e Resistência de Radiação	108
Alimentação de Antenas	109
Perdas nos Fios	109
Dipolo com “Stub”	110
Dipolo Dobrado	110
Antena para Carro	110
Antena FM (recepção)	111
Compatibilidade Eletromagnética para o Radioamador	111
Baluns	113
Balun $\frac{1}{2} \lambda$	113
Balun HF	114
Balun Toroidal HF	114
Técnica Convencional x SuperToroid	116
Ganho de sua Antena	116
Antenas Verticais Curtas	117
Acoplando a Antena Móvel ao Transmissor	118
Antena Loop	119

Tipos de Antenas

Tipos de Antenas	121
------------------	-----

Antenas Eletricamente Curtas	121
Antenas Eletricamente Curtas – VLF e LF	122
Antenas Eletricamente Curtas – MF	122
Antenas Radiodifusão OM – Recomendação	123
Antenas de Banda Larga	124
Antenas Ressonantes HF	125
Antenas Ressonantes VHF	126
Antena Yagi-Uda	127
Antenas Log-Periódicas	127
Antenas para Trens	129
Antenas nos Aviões	129
Antenas nos Helicópteros	130
Antenas para Automóveis	130
Antenas para TV	131
Arranjos de Antenas (Monobanda)	131
Conexão de duas antenas de 50Ω na mesma banda	132
Arranjo de Antenas (Bandas Diferentes)	133
Antena Turnstile (TX)	133
Antenas com Refletor de Canto	134
Antenas Helicoidais	135
Antena Helicoidal Quadrifilar	136
Antena Eggbeater	137
Antenas Impressas (Microstrip Patch Antennas)	137
Antena Slot	138
Antena F Invertido (IFA)	138
Antenas Impressas Banda Larga	139
Espiral de Arquimedes	139
Antenas com Geometria Fractal	139
Sistema Smart Antennas (Antenas Inteligentes)	140
Antenas de Abertura	141
Choke Horn (Corneta Corrugada)	142
Antenas Refletoras	142
Deficiências e Dificuldades	143
Antenas em Lente	144
Considerações Práticas	145
Um pouco sobre Satélites de Comunicações	145
Bandas Utilizadas	146
Como medir a qualidade da recepção de um sinal de satélite	147
Azimute Verdadeiro x Azimute Magnético	149
Cálculo para alinhamento de antenas parabólicas (satélites)	150
Inclinômetro	151
Como ajustar a relação foco/diâmetro (f/D) do alimentador	151
Satellite Finder	152
Software de Alinhamento (freeware)	152
Interferência Solar	153
Wearable Antennas	
Wearable Antenas (WA)	155
Aplicação das BAN	156
Exemplos de Wearable Antennas	156
Antena Dual Band com estrutura EBG	157
Antena Botão	158
Antena no Cinto	158
VHF/UHF Wearable Antenna	159
Antena no Capacete	159

Antenas UWB – Ultra Wide Band	160
Antenas Compactas para Terminais Móveis	160
Técnicas de Miniaturização	161
Técnicas de Alargamento de Banda para Antenas Impressas	163
Exemplo de Antenas UWB	164
Antena Fractal UWB	164

Linhas de Transmissão

Introdução	167
TEM - Transverse ElectroMagnetic Wave	169
Linha de Transmissão de dois condutores	169
Cabos Coaxiais	170
Circuito Equivalente	171
Atenuação e Perdas	171
Atenuação	171
Reflexão de Energia	172
Impedância	174
Linhas Terminadas (aberto – curto)	176
Outras Particularidades	177
Tabela de Cabos Coaxiais	178
Cabos Irradiantes	180

Antenas LF, MF e HF

Antena Ground Plane	181
Antena Dipolo	182
Antena Dipolo Dobrado	182
Aumento da impedância	183
Antena dipolo em “V” invertido	184
Antena Vertical Econômica para LF/MF	185
Antena Vertical com Chapéu Capacitivo no Topo (LF/MF)	186
Beverage Antenna	189
Australian Dipole – Dipolo Australiano	189
Dipolo Terminado Dobrado – T2FD	191
Antena Loop 160m/80m	192
Quad Loop – HF	192
Antena G5RV	193
Teoria de funcionamento	194
Antenas para NVIS – Near Vertical Incidence Skywave	195
Antena Half Sloper	196
Antena Bazooka	196
Antena Morgain	197
Antena W3DZZ	198
Antena Windom	198
Antena Multibanda Bigode de Gato	199
Antena Multibanda com “Traps” de Cabo Coaxial	199
Antena Ringo 27MHz (no Brasil Rita Pavone)	202
Antena J – J Pole para 11M	203
Antena Moxon – 10/11M	204
Antena Loop Magnético	205
Antena CCD – Controlled Current Distribution	206
Continuos Load Whip Antenna – Antena “Whip” de Carga Contínua	207
Antena Monopolo Dobrado $1/4\lambda$	208
Antena Direcional 3 elementos para 20M	208
Utilizando este Modelo em outras Frequências	209

Antenas VHF e UHF

Antena J ou J Pole	211
Antena OSJ – Open Stub J	212
Antena Slim Jim – 2m	213
Antena Discone	215
Antena Colinear 225MHz	215
Antena Direcional Compacta 3 elementos para 6m (50MHz)	215
Dipolo Cruzado para Banda de 136 - 138MHz (Weather Satellite)	217
Quadra Cúbica – 144MHz	218
Antena DDRR Móvel – 2M	219
Antena Vertical VHF/UHF para HT (Hand Talk)	220
Antena Vertical VHF/UHF	220
Direcional de 5 Elementos – 2M	221
Antena Direcional 2M – 9 Elementos	222
Direcional 11 elementos – 430 a 440MHz	223
Antena Cross para UHF – 436MHz	224
Antena Colinear de Cabo Coaxial	229
“Cantenna” – 2,4GHz	232
Tub'antena – 2,4GHz	233

Duplexadores, Isoladores e Circuladores

Duplexadores	235
Por que não usar duas antenas em uma repetidora?	235
Tipos de Duplexadores	236
Como os Duplexadores Trabalham	236
Por que um duplexador?	238
Separação Horizontal	238
Separação Vertical	239
Ajustando o Duplexador	239
O Isolador de Ferrite	240
Combinador de Tx de Baixa Perda	241
Combinador de Baixa Perda para Transmissores...	241
Circuladores	242
Circulador de Junção (Junction Circulator)	243
Circulador Lumped Elements	244
Transmissão e Recepção na mesma Antena	245
Desacoplamento de um Transmissor ou Receptor de sua Antena	245
Combinador para ligações Rádio	246

Medidas de Intensidade de Campo

Intensidade de Campo	247
Medição de Intensidade de Campo	248
Abaixo de 30MHz	248
Entre 30MHz e 1GHz	249
Acima de 1GHz	249
Antenas Ativas	250
Medidor Isotrópico	250
Escolha do Local	251

Bibliografia Utilizada

253

Julio Ross

Comunicações via Rádio Modos Digitais

- **Modos Digitais**
- **Tipos de Modulação**
- **Modos de Voz**
- **Processos e Codecs**
- **D-Star e EchoLink**
- **Modos de Texto**
- **Correção de Erro**
- **Packet, APRS e etc**
- **Modos de Imagens**
- **SSTV, ATV e FAX**
- **Modos de Difusão Sonora**
- **Rádio Digital no Brasil**
- **DRM, IBOC, ISDB e etc**

Livro do Técnico

Índice

Comunicações via Rádio Modos Digitais

Modos Digitais

Histórico	09
Transmissão Analógica X Digital	10
Modulação Digital	11
Órgãos de Padronização	12
Tipos de Emissão	12
Unidades de Medida	13
Códigos de Transmissão	12
Transmissão Binária e Multinível	13
Técnicas Multinível	14
Algumas Considerações	14
ASK – Amplitude Shift Keying	15
FSK – Frequency Shift Keying	15
GFSK – Gaussian Frequency Shift Keying	15
BFSK, MFSK e GMSK	16
Comparativo	16
PSK – Phase Shift Keying	18
BPSK Binary PSK ou DPSK Differential PSK	18
QPSK Modulação por Chaveamento de Fase em Quadratura	19
OQPSK – Offset QPSK	19
$\pi/4$ QPSK	20
DQPSK - Differential Quadrature Phase Shift Keying	21
Modulação por Chaveamento de Fase e Amplitude QAM	21
Espalhamento Espectral	22
DSSS - Direct Sequency Spread Spectrum	22
FHSS - Frequency Hopping Spread Spectrum	22
CCK - Complementary Code Keying	23
Legislação no Brasil	25
OFDM Orthogonal Frequency Division Multiplex	25
Conclusão	27

Correção e Detecção de Erros

Detecção e Correção de Erros	29
Erros	29
Detecção de Erros Simples	30
Paridade	30
Checksum	31
CRC – Cyclic Redundancy Check	31
Interleaving	32
Métodos de Correção	33
FEC - Forward Error Corretion	34
ARQ - Automatic Repeat Request	35
Híbrido ARQ/FEC	35
Scrambling – Embaralhamento	36
Sequência Pseudoaleatória	36
Processador Polinomial	37

Modos de Voz

Processamento Digital do Sinal de Voz	39
Digitalizando um Sinal	39
European Carrier – E1	40
Amostragem	40
Quantização	41
Codificação	42
Técnicas de Acesso	42
Codificadores de Voz	43
Modulação por Codificação de Pulso	44
Compressão Lei “A”	44
DPCM - Modulação Diferencial por Codificação de Pulso	45
ADPCM - DPCM adaptável	45
DM – Modulação Delta	46
SBC - Codificação por Sub-banda	46
ATC - Codificação por Transformação Adaptativa	46
Vocoders	47
Tipos	47
Qualidade da Voz	47
Compressão e Supressão do Silêncio	48
D-Star	49
Uso prático do D-Star	50
DVAP Dongle	51
Hotspots	51
Como utilizar o DSTAR	52
Refletor Brasileiro	55
Wires™	56
EchoLink®	58
eQSO	59
HamSphere	60
QsoNet	61

Modos de Texto

CW – Histórico	63
Codificação e Conjunto de Caracteres	64
Tabela do Código Morse Internacional	65
Oscilador para Prática de CW	65
Qual o Tipo de Manipulador Utilizar?	66
Qual a Função de um “Keyer”	66
Medida da Velocidade	66
Algumas Abreviaturas Usadas em CW	67
Reportagem de Sinais em CW	67
Parte do código Q internacional mais utilizado	68
Modelo de QSO em CW - Comunicado Local	68
Modelo de QSO em CW - Comunicado Internacional (DX)	69
RTTY	70
Codificação e Conjunto de Caracteres	70
FSK e AFSK	71
Combinação de Caracteres	72
Largura de Banda e Filtros	73
Seu Primeiro QSO em RRTY	74
Configurarando o Hardware	74
Sintonizando Sinais RTTY	76

Ajustando Níveis de Áudio	76
Duty Cycle	76
ASCII	77
Código Utilizado	77
Velocidade de Transmissão	77
Limitações e Desvantagens	77
Tabela ASCII	78
AMTOR	79
Construção da Informação em AMTOR	79
PACTOR	80
PACTOR II	81
PACTOR III	81
GTOR	82
CLOVER	82
CLOVER 2000	83
PSK31	84
Packet Radio	86
Estrutura do Protocolo AX25	88
Função dos Campos do Protocolo AX25	89
Tráfego de Informações	91
Exemplo Prático de um Contato via Packet Radio	91
NODES	92
BBS (Bulletin Board System)	92
Comandos Disponíveis no BBS	93
Principais Parâmetros dos TNCs	97
APRS – Automatic Position Reporting System	100
O Protocolo da Rede APRS	101
Regras Básicas de Configuração da Estação e suas Extensões	103
Equipamentos Utilizados	105
Estação Meteorológica de APRS	106
HELLSCHREIBER	107
Multi Tone Hell – MT Hell	109
MT63	110
THROB	110
MFSK16	111
DominoEx	112
THOR	113
Olivia	113
Contestia	114
JT65	115
ZL2AFP CMSK	115
WSJT 9	118
ROS	119
Outros Modos	120
O que é RSID?	121
Comparação dos Modos Digitais	121
Modos de Imagens	
SSTV – Histórico	125
Modos de Transmissão SSTV a Cores	126
Modos SSTV	127

Equipamentos necessários para montar uma estação de SSTV	128
Frequências Sugeridas – HF	129
KG-STV	130
EasyPal	131
ATV	133
FAX	133
Tabela de Softwares de Dados de Texto e Imagens via Rádio	134

Modos de Difusão Sonora

Radiodifusão Sonora	135
Fatos na Linha do Tempo	136
Convergência na Radiodifusão	138
Rádio Digital no Brasil	139
Digitalização	140
Sistemas de Radio Digital	141
DAB – Digital Audio Broadcasting	142
Funcionamento	143
Geração do Sinal	144
Canais	145
Recepção	145
Serviços de Áudio (Audio Services)	146
PAD (Programme Associated Data)	147
Multiplexador Principal de Serviço (Main Service Multiplex)	148
Transmissão de Quadros	148
Modo de Transmissão	149
Espectro de Saída	150
Implementação da Rede Terrestre DAB	151
Serviços Multimídia e Dados (Multimedia and Data Service)	152
Multimídia no DAB Eureka 147	153
DRM – Histórico	154
A Versão Inicial do Sistema In Band Simulcasting	155
A Segunda Versão: Single Channel Simulcasting (SCS)	155
Sistema AM	156
Obtenção do Sinal em SSB	157
DRM SCS	158
Modulação Digital da Portadora em Fase (PSK)	158
Geração do Sinal DRM-SCS	159
Futuro: O DRMplus	159
Alguns Receptores DRM	160
Lista das estações com Transmissão DRM no Mundo	161
Introdução – DiBEG	164
A Tecnologia	164
Diagrama em blocos simplificado do ISDB-Tsb (transmissão).	165
O Serviço	166
Planejamento de Espectro no Japão	166
Conclusão	167
Introdução – IBOC ou HD Radio	168
O FM Analógico	168
IBOC FM	169
Esquema para a Transmissão Híbrida IBOC/Analógico	170

Sincronização entre as Estações	171
Conclusão	171
FM eXtra	172
Glossário	175
Bibliografia Utilizada	183

INTERFERÊNCIA E PROTEÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Julio Ross

- **Interferência Eletromagnética**
- **Compatibilidade Eletromagnética**
- **Eletrostatic Discharge**
- **SPDA**
- **Qualidade da Energia Elétrica**
- **Proteção Elétrica**
- **Condicionamento de Energia**

Livro do Técnico

Índice

Interferência e Proteção Eletromagnética

Interferência Eletromagnética

Histórico	09
Interferência Eletromagnética	09
Entendendo a EMI	10
Fontes de EMI Naturais e Não Naturais	11
Fontes de EMI	11
Caminhos da EMI	12
Modo Diferencial e Comum	13
Detectando a EMI	14
Técnicas de Proteção	14
Orientações Gerais contra IEM	16
Interferência Radioelétrica	18
Ruído de linhas de transmissão de energia elétrica	19
Reclamações de Radiointerferência	20
Reclamações Improcedentes	20
Interferências por Radioamador	21
Filtros Contra Interferência TV	22
Interferência de FM e VHF	23
Fuga	24
Medindo a Fuga	24
Compatibilidade Eletromagnética para o Radio Amador	25
Interferência em Equipamentos de Áudio	27
TVI – TV Interference	29
Interferência de RF	31
Interferência de Computadores em Receptores de Rádio	32
Ferrites	33
Supressão em VHF	33
Tente Eliminar a RFI da sua Casa	33
Ferrites no Cabo de Alimentação Residencial	34

Compatibilidade Eletromagnética

Compatibilidade Eletromagnética EMC	35
Medindo a EMC	36
EMC em Veículos Automotivos	37
Normas ISO Aplicáveis para o Ramo Automotivo	37
EMC em sistemas eletrônicos no Brasil	38
MIL - STD – 461 – A	38
Normalização e Ensaio de Compatibilidade Eletromagnética	39
Interferência Irradiada	40
Blindagem Eletromagnética	41
Gaiola de Faraday	42
Medidas de IEM Irradiada	42
IEM Conduzida pela Rede	43
Filtro de Linha	44
Capacitores de Filtros de Linha	45
Aplicações Classe X	46
Aplicações Classe Y	46
Orientações Gerais para EMC	47
Órgãos Certificadores	48

Radiações Ionizantes e Não Ionizantes	49
Comprimento de Onda	50
Campo Próximo e Campo Distante	51
O que Acontece quando se é Exposto à Campos Eletromagnéticos	51
Efeitos Biológicos e Efeitos sobre a Saúde	51
Conclusões de Pesquisas Científicas	52
Interação da Radiação Eletromagnética com a Matéria	53
Taxa de Absorção Específica (SAR)	53
Efeitos Biológicos – Efeitos Térmicos e Efeitos não Térmicos	55
Avaliando Valores Máximos	55
Resolução Nº 303 de 2 de julho de 2002	56
Radiação Eletromagnética	57
SAR – Terminais Celulares	58
Para o Radioamador	59
Equipamentos de Radiação Restrita	60
Condições Gerais de Uso	60
Quando não é Necessário Autorização para Uso de Frequências	61
Aplicações Específicas	61
Exposição à Campos de Linhas de Alta Tensão	63
Exposição aos Monitores de Vídeo	64
Exposição aos Fornos de Micro-ondas	65
Equipamentos Médico-Hospitalares	65

ESD – Eletrostatic Discharge

Eletricidade Estática	67
ESD – Descarga Eletrostática	69
Efeitos das ESDs	69
Cuidados	70
Armazenamento	71
Dispositivos para Proteção Individual	71

SPDA – Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas

Segurança	73
Corrente Elétrica	73
Relação entre Intensidade de Corrente (AC) x Consequência	74
Proteção Pessoal	74
Efeitos sobre os Seres Vivos	74
Regras Práticas de Proteção	75
Formação dos Raios	76
Descargas Atmosféricas	77
Efeitos dos Raios	79
Para-Raios	80
SPDA – Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas	81
Sistema de Proteção contra Raios	81
Esquema de Aterramento em Estação de Telecomunicações	82
Normas Aplicáveis e Procedimentos	83
Proteção de Telefonia e Dados	84
Proteção para CFTV	85

Qualidade da Energia Elétrica

Qualidade da Energia Elétrica	87
Variações Momentâneas de Tensão	88
Sobretensões Conduzidas	90
Variações Transitórias de Tensão (Transient Voltages)	90

Surtos de Tensão	91
Spikes de Chaveamento	91
Correntes de Fuga	92
Redes Desbalanceadas	93
Perda de Neutro	94
Brownout e Blackout	94
Variações de Frequência	95
Forma de Onda Harmônica	95

Proteção Elétrica

Eletrodutos	99
Leito e Cabos	100
Canaletas	100
Tipos de Canaletas	101
Norma ANSI/EIA/TIA-569-A	101
Uso de Canaletas	102
Emenda em Canaletas Metálicas	103
Tomadas Padrão BR	104
Instalações Elétricas	104
Dimensionamento de Condutores	105
Aterramento Externo	106
Medição de Resistência de Terra	106
Aterramento Predial Interno	107
Aterramento na Instalação	108
Multiponto x Único Ponto	109
Aterramento Interno TIA/EIA 607A	110
Itens de Aterramento	111
Condutor de Vinculação para Telecomunicações	112
Identificação	112
Cabo de Interconexão do Aterramento de Telecomunicações (TBB)	112
Cabo de Interconexão do Aterramento de Telecomunicações (TBBIBC)	113
Barramento do Aterramento Principal de Telecomunicações (TMGB)	113
Barramento do Aterramento para Telecomunicações (TGB)	114
Malha de Piso	114
Diretrizes para o Sistema de Aterramento	115
Disjuntores Térmicos	116
Disjuntores Termomagnéticos	117
Seletividade dos Disjuntores	117
Proteção Elétrica	118

Condicionamento de Energia

Condicionamento de Energia	119
Filtros de Linha	120
Transformadores Isoladores	120
Estabilizadores de Tensão	121
No – Breaks ou UPS	122
Tipos de UPS	123
Regeneradores de Rede	123
PSRR - Power Supply Rejection Ratio	124
Consumo: Watts x VA	125

Bibliografia Utilizada	127
-------------------------------	------------

PLC

POWER LINE

COMMUNICATIONS

Julio Ross

- **Rede Elétrica como meio de TX**
- **Distribuição de Energia Elétrica**
- **Equipamentos e Rede PLC**
- **Tecnologias Indoor - Outdoor**
- **Outras Tecnologias**
- **Projetos PLC no Brasil**

Livro do Técnico

PLC – Power Line Communications

BPL – Broadband over Power Lines

Índice

Power Line Communications

Histórico	07
Transmissão de Programas de Rádio	08
Conceito	08
Níveis da Rede Elétrica	09
A Rede Elétrica como Meio de TX de Dados	10
Problemas Existentes	11
Modulação de Sinal	12
Interferência	14
Vulnerabilidade	15
Principais Fatores de Interferência	15

Distribuição de Energia Elétrica

Características das Linhas de Transmissão Conceito	17
Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica	18
Linhas Aéreas de Distribuição em Média Tensão	18
Linhas Aéreas de Distribuição em Baixa Tensão	19

Equipamentos e Rede PLC

Equipamentos PLC	23
Rede de Acesso PLC	25
Distribuição PLC	26
Área de Cobertura	27
Faixas de Frequência	28
Tipos de Modulação	28
Espalhamento Espectral	29
OFDM Orthogonal Frequency Division Multiplex	31
BFSK, MSK e GMSK	32
Comparativo	33
Comparação com Outras Tecnologias	33
O Futuro	34

Tecnologias Outdoor Indoor

Amperion	37
Blocos Básicos	38
Padrão ASCOM	39
Padrão DS2	40
Padrão Main.Net	40
Empresas Indoor	41
Empresas Outdoor	42
Chipsets	42
Associações	42

Outras Tecnologias

X-10	45
Funcionamento	46

Aspectos Práticos	48
X-10 Endereçamento	48
Comandos – X10	49
Módulos X-10	50
CEBus - Consumer Electronic Bus	51
Dispositivos e Topologia	52
Codificação dos Sinais	52
Acesso ao Meio	53
Codificação dos Símbolos	53
Frame	55
Comentários	56
LonWorks	57
Configurações	58
Meios de Transmissão	59
PLT – 22 Transceiver	60
PHONEX	61
Intelogis	61
Intellon	62
HomePlug 1.0	62
HomePNA 1.0 e HomePNA 2.0	63
HomePNA 3.0	64
Segurança	65
Projetos PLC no Brasil	
Projetos no Brasil	67
Projeto PLC Iguacú	68
Projeto PLC CEMIG	69
Características do Projeto	69
Teste Realizado em Goiás CELG – 2006	70
Projeto LIGHT	72
Intensidade dos Sinais	73
Ameaças à Comunicação em HF	73
Iniciativas BPL no Mundo	
Iniciativas nos EUA	77
Iniciativas na Europa	78
Regulamentação no Mundo	78
Regulamentação Brasileira para o PLC	80
Regulamento BPL Anatel	80
Regulamentação Aneel	84
Smart Grid	87
Aplicações	88
Bibliografia Utilizada	90