

**Livro do Técnico**

# **Índice HAM 2010**

Julio Ross  
julioross@msn.com

## **Publicações em 2010**

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](mailto:julioross@msn.com).

Obrigado  
Julio Ross

### **- Comunicações via Rádio e Antenas**

Capa Azul – 253 páginas - 330g

### **- Interferência e Proteção Eletromagnética**

Capa Laranja – 127 páginas – 200g

### **- PLC – Power Line Communications**

Capa Amarela – 90 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
<b>Wearable Antennas</b>	
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 (Wheather 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

# **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

<b>Bibliografia Utilizada</b>	<b>127</b>
-------------------------------	------------

# **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
<b>Projetos PLC no Brasil</b>	
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
<b>Iniciativas BPL no Mundo</b>	
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
<b>Bibliografia Utilizada</b>	90