

## SUMÁRIO

Sobre o Autor .....	15
Cronologia da Carreira .....	15
Depoimentos .....	19
Agradecimentos .....	20
A quem se destina esse livro .....	21
Panorama atual .....	21
Economia .....	21
Política .....	22
Gestão Energética e Diagnóstico Energético .....	23
Conscientização.....	24
Mobilização .....	25
Abrangência .....	26
Indústria.....	26
Comércio.....	26
Residências .....	27
Serviços Públicos.....	27
Como aproveitar melhor o conteúdo do livro .....	27
<b>1. TEORIA BÁSICA DA ELETRICIDADE .....</b>	<b>29</b>
Conceitos básicos .....	29
Carga elétrica.....	29
Força .....	29

## SUMÁRIO

Campo .....	30
Diferença de Potencial (ddp).....	31
Corrente elétrica .....	32
Circuito elétrico .....	32
Elementos.....	34
Convenção das setas .....	37
Leis de Kirchhoff .....	40
Ligações .....	42
Grandezas elétricas.....	43
Tensão .....	43
Resistividade.....	44
Indutância.....	44
Capacitância .....	44
Potência.....	45
Fator de Potência .....	47
Formas de Ondas.....	53
Características das Ondas.....	55
Interferência entre Ondas .....	57
Distorção Harmônica.....	59
Corrente elétrica .....	62
Frequência.....	62
Vetores .....	63
Ângulo .....	63
Forma Polar .....	64
Forma Retangular ou Complexa.....	65

## *Gestão da Energia Elétrica em Sistemas de Baixa Tensão*

Adição de vetores.....	65
Subtração de Vetores .....	67
Multiplicação de um número real por um vetor .....	69
Multiplicação de vetores .....	70
Divisão de vetores .....	70
Forma algébrica .....	71
Soma de vetores usando a forma retangular .....	71
Conversão de formas.....	71
Fasores.....	73
Sequência de Fases.....	75
Inversão de Fases .....	76
<b>2. EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO.....</b>	<b>79</b>
Resolução.....	79
Precisão e Exatidão.....	79
Período de Integração .....	80
Alicate Multímetro.....	81
Analisador de Energia .....	82
Termovisor .....	83
Alicate Terrômetro .....	85
Luxímetro.....	85
Paquímetro digital .....	86
<b>3. EQUIPAMENTOS DO SISTEMA ELÉTRICO DE BAIXA TENSÃO .....</b>	<b>87</b>
Condutores elétricos .....	87
Fios x Cabos .....	87
Tipos de Condutores .....	88

## SUMÁRIO

Equipamentos de Proteção .....	89
Disjuntores .....	89
DR .....	96
DPS .....	100
<b>4. ILUMINAÇÃO .....</b>	<b>109</b>
Luz.....	109
Fluxo luminoso.....	109
Iluminância .....	110
Temperatura de Cor Correlata (TCC) e Índice de Reprodução de Cor (IRC) .....	110
Eficiência Luminosa .....	114
Tipo de Lâmpadas .....	115
Incandescentes.....	115
Halógenas .....	116
Lâmpadas de descarga .....	117
LED.....	121
Relação lumens / Watts.....	128
<b>5. MOTORES ELÉTRICOS .....</b>	<b>129</b>
Partida de motores .....	129
Rendimento e Fator de Potência .....	130
Carregamento.....	131
Desequilíbrio das tensões.....	133
Emendas no alimentador .....	135
Perdas.....	135

<b>6. SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO</b> .....	137
Conforto térmico .....	137
Temperatura de Conforto.....	138
Temperatura de <i>setup</i> .....	138
Equipamentos.....	139
Tipo Janela.....	139
<i>Split</i> .....	140
<i>Split Inverter</i> .....	141
<i>Chiller</i> .....	143
Outros modelos.....	143
<b>7. FATURAMENTO DA ENERGIA ELÉTRICA</b> .....	145
Estrutura do Setor Elétrico brasileiro .....	145
Geração .....	145
Transmissão.....	147
Distribuição .....	148
Agentes do Setor Elétrico .....	150
Contrato de fornecimento.....	155
Mercado Cativo e Mercado Livre .....	155
Grupo A e Grupo B .....	156
Tarifação Grupo A.....	157
<b>8. GESTÃO DA MANUTENÇÃO PARA A GESTÃO ENERGÉTICA</b> .....	167
Panorama.....	167
A figura do super-herói .....	167
Fraudes e Sabotagens .....	168
Evolução da Manutenção .....	169

## SUMÁRIO

DISPONIBILIDADE .....	169
CONFIABILIDADE .....	170
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	170
QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA .....	171
Tipos de Manutenção .....	172
Manutenção Corretiva não programada.....	172
Manutenção Corretiva programa.....	172
Manutenção Preventiva .....	173
Manutenção Preditiva .....	173
Detectiva .....	173
Engenharia de Manutenção .....	174
Qualidade da Manutenção nas empresas .....	176
Análise de Casos .....	177
Inventário das instalações .....	179
Ficha de controle.....	179
Diagrama Unifilar .....	179
Cuidados na compra de equipamentos.....	179
A Curva da Banheira .....	185
<b>9. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA .....</b>	<b>189</b>
Geração Distribuída .....	189
Potencial da Geração Solar Fotovoltaica .....	190
Simuladores .....	190
Módulos Fotovoltaicos .....	191
Condutores .....	191
Proteção .....	192

## *Gestão da Energia Elétrica em Sistemas de Baixa Tensão*

Inversor .....	192
Critérios de qualidade de um inversor .....	193
A visão da Concessionária Distribuidora .....	193
<b>10. ARQUITETURA, CONFORTO AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA .....</b>	<b>195</b>
Projeto .....	196
Paisagismo .....	196
Ar condicionado central.....	197
Iluminação .....	197
Ventilação .....	198
Proteção Solar .....	198
Isolamento térmico .....	198
<b>11. AUTOMAÇÃO .....</b>	<b>199</b>
Monitoramento e tratamento de dados .....	199
Nos Sistemas de Iluminação .....	200
Nos motores .....	202
<i>Soft Starters</i> .....	202
Inversores de frequência .....	202
Nos Sistemas de Proteção .....	203
No Gerenciamento de Energia .....	204
Na Climatização .....	206
Automação HVAC .....	206
Sistemas Supervisórios .....	207

## SUMÁRIO

<b>12. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO .....</b>	<b>209</b>
Princípio de Pareto .....	210
Vistoria inicial .....	211
Fotografia .....	212
Entrevistas .....	212
Anotações.....	213
Documentação.....	214
Contas de Energia Elétrica .....	214
Diagrama Unifilar .....	214
Planilhas de Controle .....	214
Planilhas próprias x <i>Softwares</i> comerciais .....	215
Inventário dos Equipamentos .....	215
Aplicação da Curva da Banheira .....	216
Controle da Vida Útil de Equipamentos .....	216
Análise do Consumo .....	218
Análise da Demanda .....	220
Análise do Contrato de Fornecimento.....	222
Programação horária .....	223
Qualidade da Energia Elétrica.....	223
Tensão em Regime Permanente .....	223
Desequilíbrio de Tensão .....	224
Flutuação de Tensão .....	225
Variação de Tensão de Curta duração (VTCD) .....	225
Fator de Potência .....	226
Distorções Harmônicas.....	226



## *Gestão da Energia Elétrica em Sistemas de Baixa Tensão*

Inversores de Frequência x Harmônicas .....	227
Varição de Frequência .....	228
Medições com o Analisador de Energia.....	229
Curva de Carga .....	229
Curva das Tensões .....	232
Comparação Tensão x Corrente por fase .....	232
Medições da Iluminância nos Planos de Trabalho.....	233
Indicadores de Eficiência .....	233
Análise de Indicadores .....	234
Diagnóstico das Instalações Elétricas .....	237
Conformidade das Instalações .....	237
Quadros Elétricos .....	238
Sistemas de Proteção .....	238
Condutores.....	238
Dutos e Caixas de Passagem .....	238
Diagnóstico dos Sistemas de Climatização .....	240
Medidas administrativas .....	240
Avaliação técnica inicial.....	240
Medições com Analisador de Energia .....	240
Projetos de Eficiência Energética .....	240
Equipamentos antigos: trocar ou recuperar ??? .....	242
Cuidados na instalação do Ar Condicionado .....	243
O Mapa de Carga .....	245
Relatório Final.....	247
Primeira página .....	247

## SUMÁRIO

Formatação .....	248
Corpo do Relatório .....	248
Capa.....	249
Detalhamento das Ações.....	249
Especificações técnicas.....	249
Dados resumidos das medições .....	250
Contatos de Fabricantes e Fornecedores .....	250
Termos técnicos utilizados .....	250
Documentação .....	251
Anexos .....	251
Entrega do Relatório .....	251
Considerações Finais .....	252
Atualizações.....	252
Legado .....	252
Implantação da Gestão Energética .....	253
Referências bibliográficas .....	255
APÊNDICE A – Indústria 4.0.....	257
APÊNDICE B – BIM.....	260
Índice remissivo .....	262