
SUMÁRIO

- 1 ELEMENTOS DE PROJETO 1**
 - 1.1 Introdução 1
 - 1.2 Normas Recomendadas 2
 - 1.3 Dados para Elaboração do Projeto 2
 - 1.4 Concepção do Projeto 3
 - 1.5 Meio Ambiente 10
 - 1.6 Graus de Proteção 12
 - 1.7 Proteção contra Riscos de Incêndio e Explosão 12
 - 1.8 Formulação de um Projeto Elétrico 13
 - 1.9 Roteiro para Elaboração de um Projeto Elétrico Industrial 36
 - 1.10 Simbologia 39

- 2 ILUMINAÇÃO INDUSTRIAL 40**
 - 2.1 Introdução 40
 - 2.2 Conceitos Básicos 40
 - 2.3 Lâmpadas Elétricas 44
 - 2.4 Dispositivos de Controle 50
 - 2.5 Luminárias 57
 - 2.6 Iluminação de Interiores 62
 - 2.7 Iluminação de Exteriores 87
 - 2.8 Iluminação de Emergência 92

- 3 DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES ELÉTRICOS 95**
 - 3.1 Introdução 95
 - 3.2 Fios e Cabos Condutores 95
 - 3.3 Sistemas de Distribuição 96
 - 3.4 Critérios Básicos para a Divisão de Circuitos 106
 - 3.5 Circuitos de Baixa Tensão 107
 - 3.6 Condutores de Média Tensão 138
 - 3.7 Barramentos 145
 - 3.8 Dimensionamentos de Condutos 155

- 4 FATOR DE POTÊNCIA 176**
 - 4.1 Introdução 176
 - 4.2 Fator de Potência 176
 - 4.3 Características Gerais dos Capacitores 185
 - 4.4 Características Construtivas dos Capacitores 188
 - 4.5 Características Elétricas dos Capacitores 192
 - 4.6 Aplicações dos Capacitores-Derivação 193
 - 4.7 Correção do Fator de Potência 212
 - 4.8 Ligação dos Capacitores em Bancos 226

- 5 CURTO-CIRCUITO NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS 228**
 - 5.1 Introdução 228
 - 5.2 Análise das Correntes de Curto-Circuito 228
 - 5.3 Sistema de Base e Valores por Unidade 235
 - 5.4 Tipos de Curto-Circuito 238
 - 5.5 Determinação das Correntes de Curto-Circuito 240
 - 5.6 Contribuição dos Motores de Indução nas Correntes de Falta 255
 - 5.7 Aplicação das Correntes de Curto-Circuito 258

- 6 MOTORES ELÉTRICOS 264**
 - 6.1 Introdução 264
 - 6.2 Características Gerais dos Motores Elétricos 264
 - 6.3 Motores Assíncronos Trifásicos com Rotor em Gaiola 271
 - 6.4 Motofreio Trifásico 294
 - 6.5 Motores de Alto Rendimento 297

- 7 PARTIDA DE MOTORES ELÉTRICOS DE INDUÇÃO 298**
 - 7.1 Introdução 298
 - 7.2 Inércia das Massas 299
 - 7.3 Conjugado 301
 - 7.4 Tempo de Aceleração de um Motor 307
 - 7.5 Tempo de Rotor Bloqueado 315
 - 7.6 Sistema de Partida de Motores 315
 - 7.7 Queda de Tensão na Partida dos Motores Elétricos de Indução 326
 - 7.8 Contribuição da Carga na Queda de Tensão Durante a Partida de Motores de Indução 340
 - 7.9 Escolha da Tensão Nominal de Motores de Potência Elevada 342
 - 7.10 Sobretensões de Manobra 343
 - 7.11 Controle de Velocidade de Motores de Indução 343

- 8 FORNOS ELÉTRICOS 354**
 - 8.1 Introdução 354
 - 8.2 Fornos a Resistência 354
 - 8.3 Fornos de Indução 359
 - 8.4 Fornos a Arco 361

- 9 MATERIAIS ELÉTRICOS 392**
 - 9.1 Introdução 392
 - 9.2 Elementos Necessários para Especificar 392
 - 9.3 Materiais e Equipamentos 392

- 10 PROTEÇÃO E COORDENAÇÃO 459**
 - 10.1 Introdução 459
 - 10.2 Proteção dos Sistemas de Baixa Tensão 459
 - 10.3 Proteção de Sistemas Primários 511

- 11 SISTEMAS DE ATERRAMENTO 540**
 - 11.1 Introdução 540
 - 11.2 Proteção contra Contatos Indiretos 540
 - 11.3 Aterramento dos Equipamentos 542
 - 11.4 Elementos de uma Malha de Terra 543
 - 11.5 Resistividade do Solo 546
 - 11.6 Cálculo da Malha de Terra 553

- 11.7 Cálculo de um Sistema de Aterramento com Eletrodos Verticais 570
- 11.8 Medição da Resistência de Terra de um Sistema de Aterramento 574
- 11.9 Medidor de Resistividade do Solo 576

12 PROJETO DE SUBESTAÇÃO DE CONSUMIDOR 577

- 12.1 Introdução 577
- 12.2 Partes Componentes de uma Subestação de Consumidor 578
- 12.3 Tipos de Subestação 580
- 12.4 Dimensionamento Físico das Subestações 590
- 12.5 Paralelismo de Transformadores 600
- 12.6 Estação de Geração para Emergência 603
- 12.7 Ligações à Terra 603

13 PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS 605

- 13.1 Introdução 605
- 13.2 Considerações sobre a Origem dos Raios 605
- 13.3 Orientações para Proteção do Indivíduo 607
- 13.4 Classificação das Estruturas Quanto ao Nível de Proteção 608
- 13.5 Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas – SPDA 608
- 13.6 Método de Avaliação e Seleção do Nível de Proteção 616
- 13.7 Métodos de Proteção contra Descargas Atmosféricas 620

14 AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL 633

- 14.1 Introdução 633
- 14.2 Definições 634
- 14.3 Unidade de Aquisição de Dados (UAD) 636
- 14.4 Interface com o Processo 643
- 14.5 Programas e Protocolos 648
- 14.6 Automação de Subestações de Potência 651
- 14.7 Automação de Processos Industriais 663
- 14.8 Automação de Gerenciamento de Energia 666

15 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA 670

- 15.1 Introdução 670
- 15.2 Cálculo Econômico 671
- 15.3 Ações de Eficiência Energética 672

16 USINAS DE GERAÇÃO INDUSTRIAL 717

- 16.1 Introdução 717
- 16.2 Características das Usinas de Geração 718
- 16.3 Dimensionamento de Usinas Termelétricas 730
- 16.4 Geração Distribuída 763
- 16.5 Sistema de Co-Geração 778
- 16.6 Proteção de Usinas Termelétricas 786
- 16.7 Emissão de Poluentes 788
- 16.8 Emissão de Ruídos 792

APÊNDICE EXEMPLO DE APLICAÇÃO 793

- 1 Divisão da Carga em Blocos 794
- 2 Localização dos Quadros de Distribuição 794
- 3 Localização do Quadro de Distribuição Geral 794
- 4 Localização da Subestação 794
- 5 Definição do Sistema de Distribuição 794

- 6 Determinação da Demanda Prevista 794
 - 6.1 Cálculo da Iluminação 794
 - 6.2 Cálculo da Demanda Prevista 804
- 7 Determinação da Potência da Subestação 809
- 8 Fator de Potência 809
 - 8.1 Cálculo do Fator de Potência Previsto 809
 - 8.2 Cálculo da Correção do Fator de Potência 810
 - 8.3 Potência Nominal do Banco de Capacitores 810
- 9 Determinação da Seção dos Condutores e Eletrodutos 810
 - 9.1 Circuitos Terminais de Iluminação e Tomadas 810
 - 9.2 Circuitos Terminais dos Motores 814
 - 9.3 Circuitos de Distribuição dos CCMs e QDLs 821
 - 9.4 Circuito de Alimentação do QGF 829
- 10 Determinação da Impedância dos Circuitos 830
 - 10.1 Sistema de Alimentação da Instalação Industrial 830
 - 10.2 Transformador de Força 830
 - 10.3 Circuitos TR1-QGF ou TR2-QGF 831
 - 10.4 Impedância Paralela dos Dois Transformadores e Seus Respectivos Circuitos 831
 - 10.5 Barramentos do QGF 832
 - 10.6 Impedância Acumulada até os Terminais de Saída do QGF 833
 - 10.7 QGF-QDL1 833
 - 10.8 QGF-QDL2 834
 - 10.9 QGF-QDL3 836
 - 10.10 QGF-QDL4 837
 - 10.11 QGF-QDL5 838
 - 10.12 QGF-QDL6 839
 - 10.13 QGF-CCM1 840
 - 10.14 QGF-CCM2 841
 - 10.15 QGF-CCM3 842

Bibliografia 907

Índice 909

Folheto (acompanha o livro)