

# ÍNDICE

## A

Acessibilidade, 1  
 Acionamento de grandes motores elétricos, 769  
 Administração do consumo de energia elétrica, 714  
 aprimoramento dos processos produtivos, 714  
 automação dos processos, 714  
 especificação do produto fabricado, 714  
 manutenção industrial, 714  
 programação e controle da produção, 714  
 projeto e construção, 714  
 qualidade do produto acabado, 714  
 Agrupamento de circuitos, 121  
 Água, presença de, 10  
 Altitude, 10  
 Amperímetro, 440  
 Aparelhos  
 de ar condicionado, substituição de, 705  
 de iluminação, 67  
 Aquecimento de água, 710  
 medidas de implementação  
 a médio e longo prazo, 710  
 imediata, 710  
 Aquisição de dados, 636  
 entrada de dados  
 analógicos, 636  
 digitais, 636  
 saída de dados  
 analógicos, 636  
 digitais, 636  
 Ar comprimido, 711  
 pressão, 711  
 qualidade do ar, 711  
 rede de distribuição, 711  
 vazamento, 711  
 Aterramento  
 com eletrodos verticais, 570  
 coeficiente de redução da resistência, 572  
 resistência de aterramento, 571  
 resistência equivalente, 572  
 dos equipamentos, 542  
 Automação industrial, 633  
 bit, 636  
 byte, 636  
 condicionamento de sinal, 635  
 conversão analógica/digital, 635  
 entrada e saída serial, 635  
 gateway, 636  
 interface-homem-máquina, 635  
 isolamento galvânico, 635  
 LAN, 635  
 memória  
 EPROM, 635  
 PROM, 635  
 RAM, 634  
 ROM, 634  
 multiplexador, 635  
 protocolo TCP/IP, 635  
 SCADA, 635

## B

Bandejas, 163  
 Barramentos, 145

pré-fabricados ou dutos de barra, 153  
 capacidade de corrente para barramentos  
 blindados de cobre, 154  
 redondos maciços de cobre, 147  
 retangulares de alumínio, 148  
 capacidade de corrente para barras  
 redondas de cobre sem pintura, 149  
 retangulares de alumínio sem pintura, 151  
 tubulares de cobre, 149-150  
 retangulares de cobre, 146  
 tubulares de alumínio, 151  
 capacidade de corrente para barras tubulares de  
 alumínio sem pintura, 152  
 tubulares de cobre, 147  
 capacidade de corrente para barras retangulares  
 de cobre sem pintura, 148  
 Base de dados, 649  
 de cadastro, 649  
 em tempo real, 649  
 históricos, 649  
 Bucha de passagem, 411

## C

Cabo(s)  
 de baixa tensão, 433  
 cabos redondos com encordoamento  
 compacto, 434  
 fios e cabos com encordoamento simples, 434  
 termofixos, 434  
 termoplásticos, 434  
 de energia, 400  
 Cálculo  
 da malha de terra, 36, 553  
 coeficiente de redução da resistência de um  
 eletrodo vertical, 562  
 comprimento do condutor, 558  
 mínimo, 559  
 corrente  
 de choque devido à tensão de toque existente,  
 com brita, 560  
 de choque devido à tensão de toque existente,  
 sem brita, 560  
 de choque existente devido à tensão de passo  
 sem brita na periferia da malha, 560  
 de choque existente na periferia da malha  
 devido à tensão de passo, com camada de  
 brita, 560  
 de curto-circuito fase-terra, 553  
 máxima de choque, 560  
 mínima de acionamento do relé de terra, 560  
 determinação dos coeficientes de ajuste, 558  
 número de condutores principais e de  
 junção, 557  
 potenciais da região externa à malha, 560  
 resistência  
 da malha de terra, 562  
 de aterramento de um eletrodo vertical, 562  
 de aterramento do conjunto de eletrodos  
 verticais, 563  
 mútua dos cabos e eletrodos verticais, 563  
 total da malha, 564  
 resistividade aparente do solo, 553  
 seção mínima do condutor, 555  
 tensão de passo, 559  
 existente na periferia da malha, 559  
 tensão de toque existente, 560  
 máxima, 559  
 de iluminação, 67  
 métodos dos lumens, 67  
 cálculo do número de luminárias, 68  
 distribuição das luminárias, 70  
 fator de depreciação do serviço da  
 luminária, 67  
 fator de utilização, 67  
 Canaletas e perfilados, 162  
 Capacitores, 185  
 aplicação específica de, 209  
 liberação  
 da capacidade de carga de circuitos terminais  
 e de distribuição, 210  
 de potência instalada em transformação, 209  
 melhoria do nível de tensão, 212  
 redução das perdas, 211  
 capacidade do, 186  
 características  
 construtivas, 188  
 armadura, 189  
 caixa, 188  
 dielétrico, 189  
 líquido de impregnação, 189  
 processo de construção, 189  
 resistor de descarga, 189  
 elétricas, 192  
 capacitores trifásicos de baixa tensão, 193  
 frequência nominal, 192  
 potência nominal, 192  
 tensão nominal, 192  
 corrente de carga, 186  
 energia armazenada, 186  
 ligação dos, 187  
 princípios básicos, 185  
 Capacitores-derivação, aplicação dos, 193  
 capacitores monofásicos de baixa tensão, 194  
 localização dos bancos de capacitores, 195  
 no secundário do transformador de potência, 195  
 no sistema primário, 195  
 nos terminais de conexão de cargas  
 específicas, 196  
 Características fotométricas, 59  
 curva de distribuição luminosa, 60  
 Carregamento dos transformadores, 712  
 Categoria de manutenção das luminárias, 78  
 Centro de Supervisão e Controle, 662  
 hardware, 662  
 software, 663  
 Chave(s)  
 compensadora, 452  
 de partida estática, 451  
 estrela-triângulo, 448  
 fusível, 397  
 inversora de frequência, 455  
 seccionadora primária, 412  
 seccionadora tripolar de baixa tensão, 444  
 seccionador com abertura sem carga, 444  
 seccionador sob carga ou interruptor, 444  
 corrente de corte ou de interrupção, 445  
 corrente máxima de estabelecimento, 444  
 corrente presumida de curto-circuito, 445

- Climatização, 701  
 medidas de implementação  
 a curto prazo, 702  
 ar condicionado tipo central, 702  
 ar condicionado tipo janelário, 702  
 a longo prazo, 702  
 a médio prazo, 702
- CLPs – controladores lógicos programáveis, 638  
 aquisição e processamento dos valores medidos, 641  
 controle de malha, 641  
 aberta, 641  
 fechada, 641  
 em máquinas operatrizes, 641  
 em processo, 641  
 entradas e saídas, 639  
 fontes de alimentação, 638  
 memórias, 639  
 de programa, 639  
 de sinal, 639  
 de trabalho, 639  
 microprocessamento, 640  
 relatórios, 641  
 sinalização, 640  
 sincronização, 641  
 temporizadores e contadores, 639
- Componentes de uma usina termelétrica, 738  
 cálculo do custo de geração, 743  
 combustível líquido, 738  
 custos(s)  
 de implantação e operação, 739  
 médios operacionais dos motores a diesel, 741  
 layout de, 738
- Comunicação, 650
- Condutores, 95  
 cabos de média e alta tensão, 96  
 de média tensão, 138  
 capacidade de condução de corrente, 140, 141  
 métodos de referência, 139  
 tipos de linhas elétricas, 139  
 determinação dos, 36  
 elétricos, 681  
 conservação de energia, 681  
 dimensionamento, 681  
 em paralelo, 125  
 em paralelo por fase, 492  
 proteção contra sobrecarga de condutores em paralelo, 492  
 corrente de carga desequilibrada entre os condutores do grupo em paralelo, 493  
 corrente de carga equilibrada entre os condutores do grupo em paralelo, 492  
 em regime transitório, 497  
 EPR – etileno-propileno, 95  
 isolados, 95  
 PVP – cloreto de polivinila, 95  
 unipolares, 95  
 XLPE – polietileno reticulado, 95
- Conexão  
 de usinas termelétricas, 767  
 operação em paralelo com a rede externa, 767  
 procedimentos de conexão da carga, 768  
 transferência de carga  
 com desconexão de fonte, 767  
 em rampa, 767  
 rápida sem interrupção de senóide, 767  
 dos relés, 529  
 ajuste de corrente dos relés, 529
- Confiabilidade, 1
- Conjugado, 301  
 da carga, 302  
 constante, 302  
 estimativa do, 305  
 hiperbólico, 303  
 linear, 303  
 médio, 304  
 parabólico, 303  
 do motor, 301  
 categoria D, 301  
 categoria H, 301  
 categoria N, 301  
 médio, 301
- mecânico, 286  
 base, 287  
 de aceleração, 287  
 de partida, 286  
 máximo, 287  
 mínimo, 287  
 nominal, 286
- Consumo de água, 697  
 desperdício de água e energia, 697  
 bombeamento de água, 701  
 perdas de água e energia elétrica devido aos vazamentos, 699  
 vazamentos, 698
- Contato das pessoas com potencial de terra, 11
- Contator magnético tripolar, 446
- Continuidade, 1
- Contribuição  
 da carga na queda de tensão, 340  
 dos motores de inundação nas correntes de falta, 255
- Controladores lógicos programáveis – CLPs, 637
- Controle  
 de demanda, 715  
 de velocidade de motores de indução, 343  
 conexão dahlander, 343  
 inversores de frequência, 344  
 componentes harmônicos, 347  
 corrente nominal, 346  
 desempenho operacional dos motores, 348  
 influência sobre os capacitores, 352  
 limite de velocidade, 347  
 limite do comprimento do circuito do motor, 352  
 operação com velocidade inferior à nominal, 345  
 operação com velocidade superior à nominal, 345  
 partida do motor, 350  
 potência nominal, 346  
 regime de funcionamento, 352  
 sobretensões no isolamento, 352  
 tensão nominal, 346  
 tipo de controle, 346
- Corpos sólidos, presença de, 10
- Correção do fator de potência, 212  
 cargas lineares, 213  
 instalação  
 de capacitores-derivação, 213  
 de motores síncronos superexcitados, 213  
 modificação da rotina operacional, 213  
 cargas não-lineares, 225  
 cargas operadas  
 com núcleo magnético saturado, 225  
 por arcos voltaicos, 225  
 por fontes chaveadas, 225  
 distorção harmônica, 225
- Correntes de curto-circuito, 228  
 aplicação das, 258  
 corrente assimétrica de curto-circuito, 229  
 inicialmente assimétrica e posteriormente simétrica, 229  
 parcialmente assimétrica, 229  
 totalmente assimétrica, 229  
 determinação das, 36  
 formas de onda, 228  
 solicitação eletrodinâmicas das, 259  
 dimensionamento de barramentos pelo esforço mecânico, 261  
 solicitação térmica das, 261
- Critério  
 da capacidade de corrente de curto-circuito, 131  
 do limite da queda de tensão, 127
- Curvas de carga, 23  
 demanda  
 da iluminação, 25  
 cálculo da demanda aparente, 25  
 cálculo da demanda ativa, 25  
 dos motores, 25  
 cálculo da demanda ativa (kW), 25  
 levantamento de carga, 26  
 planilha para determinação da curva de carga, 27
- Custos e financiamento, 785
- D**
- Demanda de potência, 17  
 cargas  
 em locais usados como escritório e comércio, 18  
 demanda do quadro de distribuição geral, 20  
 demanda dos aparelhos, 19  
 demanda dos quadros de distribuição parciais, 20  
 em locais usados como habitação, 18  
 nominais aproximadas de aparelhos em ar condicionado, 20  
 em geral, 19  
 fatores de demanda para iluminação e tomadas, 20
- Depreciação do fluxo luminoso, 67
- Descargas atmosféricas, 605  
 origem dos raios, 605  
 proteção do indivíduo, 607
- Desequilíbrio de tensão, 711
- Diagrama unifilar, 37
- Dimensionamento  
 de aparelhos de ar condicionado, 703  
 centrais de climatização, 703  
 de condutos, 155  
 eletrodutos, 155  
 área dos eletrodutos rígidos ocupáveis pelos cabos, 157  
 área ocupada pelos cabos, 159  
 características dimensionais dos cabos, 158  
 distância máxima entre os elementos de fixação de eletrodutos rígidos isolantes, 156  
 distância máxima entre os elementos de fixação de eletrodutos rígidos metálicos, 155
- físico das subestações, 590  
 subestação de alvenaria, 591  
 aberturas de ventilação, 597  
 altura de subestação, 596  
 barramentos primários, 600  
 iluminação, 600  
 porta de acesso principal, 597  
 posto de medição, 596  
 posto de proteção, 596  
 posto de transformação, 596
- Disjuntores)  
 de baixa tensão, 435, 470  
 capacidade nominal de interrupção de curto-circuito, 437  
 corrente nominal, 437  
 principais elementos de proteção de um disjuntor, 435  
 disparador magnético, 435  
 disparador térmico compensado, 435  
 disparador térmico simples, 435  
 disparadores termomagnéticos não compensados, 437  
 quanto ao tipo de construção, 435  
 disjuntores abertos, 435  
 disjuntores em caixa moldada, 435  
 do elemento térmico, 470  
 quanto ao tipo de operação, 471  
 disjuntores limitadores de corrente, 470  
 disjuntores somente magnéticos, 470  
 disjuntores somente térmicos, 470  
 disjuntores termomagnéticos, 471  
 somente magnéticos, 436  
 somente térmicos, 437  
 tensão nominal, 470  
 termomagnéticos, 436  
 termomagnéticos limitadores, 435  
 unidade sem ajuste ou regulação, 471  
 unidades com ajuste externo, 471  
 capacidade de interrupção ou de ruptura, 473  
 proteção contra faltas na extremidade do circuito, 474  
 proteção contra rotor bloqueado, 474  
 de potência, 418  
 características dos disjuntores a óleo, 419
- Dispositivos  
 de controle, 50  
 aplicação das lâmpadas elétricas, 52  
 características operacionais das lâmpadas, 51  
 ignitores, 56  
 derivação, 56  
 paralelo, 57

- série, 56
  - reatores, 50
    - eletromagnéticos, 53
    - eletrônicos, 54
  - starters, 55
  - de proteção e comando, determinação dos, 36
- E**
- Eficiência
- energética, 672
  - iluminação, 672
    - medidas de implementação a curto prazo, 673
  - luminosa, 42
- Elementos de uma malha de terra, 543
- aço
- cobreado, 543
  - galvanizado, 543
- condutor
- de aterramento, 543
  - de proteção, 544
- conexões, 543
- conectores aparafusados, 544
  - conexão exotérmica, 544
- eletrodos de terra, 543
- Elevadores e escadas rolantes, 710
- medidas de implementação a curto prazo, 710
  - a médio e longo prazo, 710
- Emissão
- de poluentes, 788
    - emissão de gases da combustão, 790
      - material particulado, 791
      - óxido de carbono, 791
      - óxido de enxofre, 790
      - óxido de nitrogênio, 791
      - total das emissões, 791
    - motores a gás natural, 791
    - turbinas a gás natural, 792
    - motores a óleo diesel, 788
  - de ruídos, 792
- Emitância, 44
- Entrada de serviço, 578
- ponto
- de entrega, 579
    - subestação com entrada aérea, 579
    - subestação com entrada subterrânea, 579
  - de ligação, 578
- ramal de ligação, 579
- Equivalência de fluxo luminoso, 674
- Espaços em construção, 166
- Estação de geração para emergência, 603
- F**
- Fator(es)
- de correção de corrente, 142
  - agrupamento de cabos, 142
  - fatores de correção para cabos unipolares em planos espaçados, 143
  - fatores de correção para cabos unipolares em trifólio, 144
  - fatores de correção para temperaturas do solo, 143
  - resistividade térmica do solo, 144
    - fatores de correção para cabos tripolares ao ar livre, 145
  - temperatura ambiente, 142
- de influência da resistividade do solo, 549
- composição química, 549
  - temperatura, 550
  - umidade, 550
- de potência, 176
- causas do baixo fator de potência, 178
  - conceitos básicos, 176
  - determinação e correção do, 36
  - estimado, determinação do, 201
    - método analítico, 204, 206
    - método das potências medidas, 206
    - método do ciclo de carga operacional, 201
    - método dos consumos médios mensais, 205
  - faturamento da energia reativa excedente, 180
    - avaliação horária do fator de potência, 180
    - avaliação mensal do fator de potência, 183
    - legislação do fator de potência, 179
- Flexibilidade, 1
- Fluxo luminoso, 41, 58
- absorção, 58
  - difusão, 58
  - louvers, 58
  - reflexão, 58
  - refração, 58
- Fontes das correntes de curto-circuito, 229
- distante dos terminais dos geradores, 231
    - componente
      - contínuo, 231
      - simétrico, 231
    - corrente
      - alternada de curto-circuito simétrica, 231
      - eficaz de curto-circuito simétrica permanente, 232
      - eficaz inicial de curto-circuito simétrica, 232
      - impulso da corrente de curto-circuito, 232
      - potência de curto-circuito simétrica, 232
    - nos terminais dos geradores, 230
      - reatância
        - síncrona, 230
        - subtransitória, 230
        - transitória, 230
- Formas construtivas, 291
- aspectos dimensionais, 291
  - normalizadas, 291
- Formulação matemática das correntes de curto-circuito, 232
- Fornos
- a arco, 361
    - correção da flutuação de tensão, 379
    - instalação de compensador estático, 390
    - instalação de compensador síncrono, 384
    - instalação de compensadores série, 382
    - instalação de reator série, 379
    - instalação de reator série e compensador síncrono na barra, 387
  - direto, 363
    - cabos flexíveis, 365
    - cuba refratária, 364
    - eletrodos, 365
    - painel de comando, 366
    - transformador, 365
  - flutuação de tensão (*flicker*), 366
    - medição da severidade do *flicker*, 378
    - método da queda de tensão a baixas frequências (método inglês), 368
    - método da UIE, 375
  - indireto, 362
  - submerso, 362
- a resistência, 354
- de aquecimento direto, 354
  - de aquecimento indireto, 355
    - características das ligas Cromel e Copel, 356
    - carga específica superficial, 355
    - determinação do diâmetro do fio resistor, 357
    - energia para elevar a temperatura dos metais, 356
    - potência desejada do forno, 356
    - propriedades dos materiais, 357
- de indução, 359
- a canal, 360
  - de cadinho, 361
  - para aquecimento de tarugos, 361
- Funções
- ANSI, 529
  - de um sistema de automação, 651
  - alarme, 652
  - armazenamento de informações históricas, 653
  - comando, 654
  - controle
    - de demanda máxima, 653
    - de frequência, 653
    - de tensão, 653
    - do fator de potência, 653
  - desligamento seletivo de carga, 653
  - despacho de geração, 653
  - gráficos de tendência, 653
  - intertravamento, 652
  - medição, 654
  - monitoração, 652
  - oscilopertubografia, 653
  - proteção, 652
  - reaceleração dos motores, 654
  - religamento, 653
  - segurança
    - durante a operação, 652
    - em condição de serviço, 652
  - seqüência de chaveamento, 652
  - supervisão, 654
- Fusível(is), 480
- comportamento do, perante a corrente de partida do motor, 486
  - correntes nominais dos fusíveis
    - diazed, 487
    - NH, 487
  - de baixa tensão, 441
    - capacidade de interrupção, 442
    - corrente nominal, 442
    - tensão nominal, 442
  - integral de Joule dos fusíveis
    - diazed, 488
    - NH, 488
  - limitadores de corrente, 420
    - capacidade de ruptura dos fusíveis limitadores, 424
    - corrente nominal, 422
    - correntes de interrupção, 422
      - de curto-circuito, 422
      - de sobrecarga, 422
      - nominais dos fusíveis para várias tensões, 423
    - dimensões das bases, 421
    - efeitos das correntes de curto-circuito, 424
    - capacitores de ruptura, 424
    - corrente dinâmica de curto-circuito, 424
    - corrente térmica de curto-circuito, 424
    - tensão nominal, 422
  - primários, 539
    - elos fusíveis, 539
    - fusíveis limitadores de corrente, 539
  - proteção
    - dos circuitos
      - terminais de motores, 485
      - de distribuição de aparelhos, 486
      - de distribuição de cargas mistas, 486
      - de distribuição de motores, 486
      - dos dispositivos de comando e de manobra, 487
- G**
- Geração distribuída, 763
- Gerência de bancos de dados, 650
- de cadastro, 650
  - em tempo real, 650
  - históricos, 650
- Gerenciamento de energia, 666
- Graus de proteção, 12, 283
- I**
- IHM, 642
- Iluminação
- de emergência, 92
    - banco de baterias, 93
      - alcalinas, 93
      - chumbo-ácidas, 93
      - chumbo-cálcio, 93
    - gerador auxiliar, 94
    - iluminamentos mínimos para, 92
    - sistema autônomo de emergência, 92
  - de exteriores, 87
    - iluminamento pelo valor médio, 89
      - fator de utilização para o iluminamento da pista, 90
      - fator de utilização para o iluminamento das calçadas, 90
    - iluminamento por ponto, 87
  - de interiores, 62

- distribuição uniforme do iluminamento, 64  
 iluminâncias mínimas em lux, por tipo de atividade, 65  
 iluminâncias, 63  
 fatores determinantes da iluminância adequada, 64  
 iluminâncias para cada grupo de tarefa visual, 64
- Iluminância, 41
- Impedância(s) do sistema, 240  
 primário, 241  
 reduzida, 240  
 secundário, 241
- Índice de reprodução de cores (IRC), 66
- Inércia das massas, 299  
 carga  
 com conjugado constante, 299  
 com potência constante, 299
- Instalação elétrica, 713  
 limpeza e conservação, 713  
 motivos de fugas de corrente, 713  
 proteção para a instalação, 713  
 recomendações gerais, 713  
 segurança, 713
- Intensidade luminosa, 42
- Interferências eletromagnéticas, 661  
 condução, 661  
 radiação, 661  
 sistemas fisicamente  
 centralizados, 661  
 distribuídos, 661
- L**
- Lâmpadas  
 a vapor  
 de mercúrio, 48  
 de sódio, 49  
 metálico, 49  
 elétricas, 44  
 de descarga, 46  
 de luz mista, 45  
 halógenas de tungstênio, 45  
 incandescentes, 44  
 quanto ao desempenho, 44  
 quanto ao processo de emissão de luz, 44  
 fluorescentes, 46
- Leitos, 163
- Ligação  
 à terra, 603  
 dos capacitores em bancos, 226  
 em série, 226  
 paralela, 226
- Linhas elétricas  
 enterradas, 168  
 tipos de, 108
- Luminância, 43
- Luminária(s), 57  
 características quanto à direção do fluxo luminoso, 57  
 direta, 57  
 geral-difusa, 57  
 indireta, 57  
 semidireta, 57  
 semi-indireta, 57  
 externa, 59
- Luz, 40
- M**
- Medição da resistência de terra, 574  
 precauções de segurança, 575
- Medidor(es)  
 de energia, 411  
 de resistividade do solo, 576
- Método(s)  
 das cavidades zonais, 72  
 distribuição das luminárias, 80  
 fator de depreciação do serviço da iluminação ( $F_{de}$ ), 76  
 das superfícies do ambiente devido à sujeira ( $F_s$ ), 77  
 do fluxo luminoso da lâmpada ( $F_l$ ), 79  
 do serviço da luminária ( $F_s$ ), 76  
 fator de redução do fluxo luminoso por queima da lâmpada ( $F_q$ ), 78  
 fator de utilização, 73  
 de avaliação e seleção do nível de proteção, 616  
 instalações de pára-raios em estruturas normais, 617  
 de proteção contra descargas atmosféricas, 620  
 método de cone com raio de geratriz definido pela altura do captor, 628  
 método de Franklin, 620  
 número de condutores de descida, 622  
 resistência da malha de terra, 623  
 seção do condutor, 623  
 zona de proteção, 621  
 método eletrogeométrico, 626  
 métodos de Faraday, 624  
 de referência, 107  
 ponto por ponto, 83  
 iluminamento  
 horizontal, 83  
 vertical, 84
- Momento de inércia  
 da carga, 300  
 do motor, 300
- Motofreio trifásico, 294
- Motores)  
 de alto rendimento, 297, 690  
 tempo de retorno do investimento, 690  
 elétricos, 264, 687  
 assíncronos, 271  
 à prova de explosão, 283  
 à prova de intempéries, 282  
 classes de isolamento, 276  
 com ventilação forçada, 282  
 corrente nominal, 274  
 elevação de temperatura, 276  
 expectativa de vida útil, 275  
 fator de potência, 274  
 fator de serviço, 274  
 frequência nominal, 274  
 perdas ôhmicas, 275  
 potência nominal, 271  
 tensão nominal, 273  
 ventilação, 280  
 avaliação da substituição de motores do tipo *standard* em subcarga, 689  
 análise operacional, 689  
 cálculo da energia mensal consumida, 689  
 avaliação do desperdício de energia, 688  
 combate ao desperdício, 688  
 curvas de desempenho, 687  
 de corrente alternada, 264  
 monofásicos de indução, 269  
 síncronos, 268  
 tipo universal, 270  
 trifásicos, 265  
 de corrente contínua, 264  
 desperdícios de energia elétrica, 687  
 potencial de economia de energia elétrica, 688  
 substituição dos motores, 688  
 tipo alto rendimento, 687
- N**
- Nível de proteção, 608
- O**
- Ofuscamento, 60
- P**
- Painéis, 456
- Paralelismo de transformadores, 600  
 distribuição de carga em transformadores em serviço, 601
- Pára-raios, 394  
 centelhador série, 395  
 corpo de porcelana, 394
- corrente  
 de descarga nominal, 394  
 subsequente, 394
- desligador automático, 395  
 frequência nominal, 394  
 protetor contra sobrepressão, 395  
 resistores não-lineares, 394  
 tensão  
 disruptiva  
 à frequência industrial, 394  
 de impulso atmosférico, 394  
 de impulso normalizada ( $1.2 \times 50 \mu$ ), 394  
 nominal, 394  
 residual, 394
- Partidas)  
 através de chave compensadora, 318  
 através de chaves estáticas, 318  
 acionamento em rampa de tensão, 319  
 comunicação de dados, 324  
 corrente  
 limitada de partida, 322  
 nominal da chave, 319  
 desaceleração em rampa de tensão, 321  
 economia de energia elétrica, 323  
 fator de potência, 325  
 proteção do motor, 323  
 pulso de tensão de partida, 322  
 tipos de ligação, 323  
 com contator em paralelo, 323  
 em partida seqüencial de vários motores, 323  
 normal, 323  
 para partida simultânea de vários motores, 324
- através de reator, 326
- de um motor, 310  
 influência sobre a demanda, 311  
 influência sobre o consumo, 310
- freqüentes, 312  
 determinação do tempo da aceleração, 312  
 potência de perda  
 eficaz, 312  
 em regime normal, 312  
 nos enrolamentos durante a partida transformada em calor, 312  
 sobrelevação de temperatura nominal, 313  
 temperatura do motor devida ao ciclo de operação, 313
- Planejamento, 36
- Prateleiras, 163
- Programas e protocolos, 648
- Projeto  
 elétrico, 13  
 fator de carga, 14  
 controle automático da demanda, 16  
 reprogramação da operação das cargas, 16  
 fator de demanda, 14  
 fator de perda, 16  
 fator de simultaneidade, 16  
 tabela, 17  
 fator de utilização, 17  
 tabela, 17
- industrial, 59  
 luminotécnico, 36
- Proteção  
 contra contatos indiretos, 540  
 tensão de contato ou de toque, 540  
 tensão de passo, 540  
 limite da tensão de passo para um indivíduo no interior de uma malha de terra, 541  
 contra riscos de incêndio e explosão, 12  
 de baixa tensão, 459  
 dispositivos de proteção, 461  
 proteção à corrente diferencial-residual, 464  
 relés de sobrecarga, 466  
 relés térmicos de sobrecarga, 465  
 serviço de curta duração ou intermitente, 468  
 proteção contra as correntes de curto-circuito, 460  
 de sobrecarga, 460  
 de motores elétricos, 507

- circulação deficiente do meio refrigerante, 509  
 funcionamento com ausência de uma fase, 510  
 funcionamento com correntes desequilibradas, 510  
 redução da tensão de alimentação, 508  
 relé  
   digital de proteção multifunção, 508  
   falta de fase, 507  
   rotor bloqueado, 509  
   sobrecarga  
   contínua, 508  
   intermitente, 508  
 sondas térmicas e termistores, 508  
 temperatura ambiente elevada, 509  
 tensão de alimentação elevada, 509  
 variação da frequência da rede, 509
- de sistemas primários, 511  
 relé fluidodinâmico, 512  
   regulação, 513  
 relé de sobrecorrente estático, 513  
   ajuste da temporização, 516  
   características construtivas, 513  
   características elétricas, 514  
   corrente de ajuste na unidade temporizada, 515  
   corrente nominal do relé, 514  
   curva de tempo definido, 514  
   curva de temporização inversa, 516  
   dispositivos de saída, 514
- de usinas termelétricas, 786  
 de medida do lado da rede pública de distribuição, 787  
 do lado da usina termelétrica, 786
- ## Q
- Quadros de distribuição  
 considerações gerais, 9  
 de circuitos terminais, localização dos, 3  
 geral, localização do, 3
- Queda de tensão  
 em sistema  
   monofásico (F-N), 128  
   trifásico (3F ou 3F-N), 128
- na partida dos motores elétricos de indução, 326  
 de um único motor, 327  
 simultânea de dois ou mais motores, 335
- ## R
- Radiações solares, 11  
 Raios, 11  
 Refletância, 44  
 Refrigeração, 708  
   medidas de implementação  
   a curto prazo, 708  
   armazenamento de produtos, 709  
   de longo prazo, 709  
   imediate, 708
- Regime de funcionamento, 283  
 contínuo periódico com carga  
   intermitente (S6), 285  
 de tempo limitado (S2), 284  
 intermitente  
   com frenagem elétrica (S5), 285  
   periódico (S3), 284  
   com partidas (S4), 284
- S1, 283
- Relés)  
 bimetalico de sobrecarga, 448  
 de Buchholz, 432  
 de sobrecorrente digitais, 524  
   curvas características de temporização, 525  
   extremamente inversa, 526  
   inversa longa, 527  
   muito inversa, 527  
   normalmente inversa, 526  
   representativa de IT, 527
- primário de ação direta, 413  
 relés de sobrecorrente eletromagnéticos, 416
- estáticos, 416  
 fluidodinâmicos, 414
- Resistência  
 de um sistema de aterramento, 544  
 elétrica do corpo humano, 11
- Resistividade  
 aparente do solo ( $\rho_a$ ), 550  
 do solo, 546  
   método de medição (método de Wenner), 547  
   térmica, 121
- ## S
- Seção  
 econômica de um condutor, 127  
 mínima do condutor  
   de proteção, 136  
   neutro, 134  
   de fase, 109  
   circuitos bifásicos simétricos (F-F-N), 112  
   circuitos monofásicos (F-N), 112  
   circuitos terminais para ligação de capacitores, 119  
   circuitos terminais para ligação de motores, 117  
   circuitos trifásicos, 115  
   critério da capacidade de condução de corrente, 110  
   fatores de correção de corrente, 119
- Seletividade, 499  
 amperimétrica, 500  
 cronométrica, 500  
 disjuntor  
   de ação termomagnética em série com fusível, 504  
   em série com disjuntor, 504  
   fusível em  
   com disjuntor de ação termomagnética, 502  
   série com fusível, 501
- lógica, 506
- Sensores e controladores, 646  
 de fim de curso, 647  
 de nível, 646  
 de presença, 647  
 óptico, 647
- Sistemas)  
 coletor de óleo, 582  
 de aterramento, 98  
 IT, 105  
 TN, 99  
   -C, 103  
   C-S, 104  
   -S, 99  
 TT, 104
- de base e valores por unidade, 235, 236  
 corrente base, 237  
 impedância  
   base, 237  
   por unidade ou *pu*, 237
- de co-geração, 778  
*bottoming cycle*, 785  
 motor  
   a ciclo diesel, 784  
   a gás natural, 783  
 produção  
   de água gelada e/ou ar frio, 779  
   de água quente, 778  
   de ar quente, 779  
   de dióxido de carbono, 779  
   de vapor, 778  
*topping cycle*, 784  
 turbina a gás natural, 781  
 produção de energia elétrica e ar quente para processo, 782  
 produção de energia elétrica e vapor industrial, 781  
 produção de energia elétrica e vapor para refrigeração e água quente, 781  
 produção de energia elétrica, gás quente e água quente, 782
- de distribuição, 96  
 sistema de condutores vivos, 96
- monofásico a dois condutores (F-N), 97  
 monofásico a três condutores, 97  
 trifásico a cinco condutores (3F-N-T), 98  
 trifásico a quatro condutores (3F-N), 98  
 trifásico a três condutores (3F), 97
- de iluminação externa, 59  
 de partida de motores, 315  
 partida através da chave estrela-triângulo, 316  
   desvantagens, 316  
   vantagens, 316  
 partida direta, 315
- de proteção contra descargas atmosféricas – SPDA, 608  
 estruturas comuns, 608  
   captor, 609  
   condutor de descida, 611  
   conexão de medição, 615  
   eletrodo de terra, 612  
   isolador, 610  
   ligações equipotenciais, 613  
   mastro ou haste, 610  
   proximidades do SPDA com outras estruturas, 615
- estruturas especiais, 615  
 chaminés com altura superior a 20 m, 616  
 chaminés construídas em chapa de aço, 615  
 estruturas contendo líquidos ou gases inflamáveis, 616
- de supervisão e controle (SSC)  
 centralizado, 655  
 uso de relés  
   convencionais, 655  
   digitais, 657
- distribuído, 657  
 uso de relés  
   convencionais, 657  
   digitais, 658
- primário de distribuição interna, 6  
 radial com recurso, 6  
 radial simples, 6  
 primário de suprimento, 5  
 radial com recurso, 5  
 radial simples, 5
- secundário de distribuição, 7  
 circuitos  
   de distribuição, 8  
   terminais de motores, 7  
 constituição dos circuitos terminais e de distribuição, 8  
 recomendações gerais sobre projeto de circuitos terminais e de distribuição, 8
- Sobretensões de manobra, 343  
 SPDA, 611  
 Subestação, 577  
 central de transmissão, 577  
 de consumidor, 577  
 de instalação exterior, 589  
   classificação, 589  
   subestação aérea em plano elevado, 589  
   subestações de instalação no nível do solo, 589
- de subtransmissão, 577  
 localização da, 4  
 metálica, 584  
   classificação, 584  
   com transformador com flanges laterais, 584  
   com transformador com flanges superior e lateral, 586  
   com transformador enclausurado em posto metálico em tela aramada, 586  
   transformador e demais equipamentos enclausurados em posto metálico em chapa de aço, 586
- receptora de transmissão, 577  
 tipos de, 580  
   posto de proteção primária, 581  
   posto de transformação, 581
- Substâncias corrosivas ou poluentes, presença de, 10  
 Superfícies internas das luminárias, 61  
 anodizada, 62  
 esmaltada, 61  
 pelicular, 62

## T

Tarifa média de uma instalação industrial, 28  
 horário  
 de ponta de carga, 28  
 fora de ponta de carga, 28  
 período seco, 29  
 grupo tarifário convencional, 31  
 tarifa azul, 29  
 tabela, 30  
 tarifa convencional, 29  
 tabela, 31  
 tarifa de ultrapassagem, 29  
 tarifa verde, 29  
 tabela, 31  
 período úmido, 28

Temperatura  
 ambiente, 10, 119  
 da cor, 66

Tempo  
 de aceleração de um motor, 307  
 de retorno do investimento, 671, 678  
*retrofitting*, 678  
 de rotor bloqueado, 315

Terminação, 398

Terminal primário, 398

Termômetro simples, 432  
 carregamento de transformadores, 433

Tipos de curto-circuito, 238  
 bifásico, 238  
 fase-terra, 239  
 trifásico, 238

Tipos de ligação, 288  
 em dupla tensão, 288  
 em estrela, 288  
 em tripla tensão nominal, 289  
 em uma única tensão, 288  
 em triângulo, 288

Transdutores, 644  
 funções de configuração, 645  
 transferência de medição, 646

Transformador(es)  
 de corrente, 401  
 do tipo  
 barra, 402  
 bucha, 403  
 enrolado, 402  
 janela, 402  
 núcleo dividido, 403  
 para serviço de medição, 403  
 carga nominal, 403

classe de exatidão, 403  
 corrente dinâmica nominal, 404  
 corrente primária nominal, 403  
 corrente secundária nominal, 403  
 corrente térmica nominal, 404  
 fator térmico, 404  
 polaridade, 404  
 para serviço de proteção, 405  
 características elétricas dos TCs de  
 proteção, 405  
 carga admissível, 406  
 classe, 405  
 classe A, 405  
 classe B, 405  
 classe de exatidão, 406  
 corrente dinâmica, 407  
 corrente térmica, 406  
 fator de sobrecorrente, 405  
 limite da corrente de curta duração, 406

de potência, 425  
 acessórios, 432  
 carregamento, 431  
 componentes percentuais da tensão nominal de  
 curto-circuito, 427  
 dados característicos de transformadores  
 trifásicos, 428  
 deslocamento angular, 430  
 ligação de transformadores trifásicos, 431  
 líquido isolante, 430  
 potência nominal, 426  
 regulação, 429  
 tanque ou carcaça, 431  
 tensão nominal, 426  
 de curto-circuito, 427

de potencial, 408  
 características elétricas dos, 410  
 carga nominal, 410  
 cargas nominais padronizadas dos TPs, 410  
 classe de exatidão, 410  
 polaridade, 410  
 potência térmica, 410  
 tensão nominal primária, 410  
 tensão nominal secundária, 410  
 tensão suportável de impulso (TSI), 410  
 cargas de aparelhos de medição, 409

Túneis, 167

## U

USCA, 765  
 Usinas de geração, 718

quanto ao tipo de combustível, 719  
 biomassa, 721  
 gás de processos industriais, 722  
 gás natural, 721  
 óleo diesel, 719  
 quanto ao tipo de máquina primária, 722  
 motor a ciclo diesel, 722  
 motor a gás natural (ciclo Otto), 722  
 turbina a gás natural, 724  
 turbina a vapor, 728

Usinas termelétricas, 730  
 a motor a gás natural, 745  
 custos médios operacionais de usinas a motor a  
 gás natural, 751  
 custos operacionais, 747  
 determinação da potência nominal, 747  
 informações técnicas de unidades de geração a  
 gás natural, 750  
 com turbinas a gás natural, 756  
 usinas de ciclo aberto, 756  
 chaminé dos gases exaustos, 757  
 gerador, 757  
 tomada de gás, 757  
 turbina a gás natural, 757  
 usinas de ciclo combinado, 759  
 determinação do consumo de gás, 761  
 poder calorífico inferior, 762  
 poder calorífico superior, 762  
 motor com combustível líquido, 731  
 de autoprodução, 732  
 de co-geração, 734  
 de emergência, 734  
 determinação da potência nominal, 731  
 informações técnicas, 733  
 reatância dos geradores, 737

## V

Valor(es)  
 de partida dos motores, determinação dos, 36  
 econômico, 682  
 seção do condutor, 682  
 seção econômica de um condutor, 682  
 presente líquido, 671

Ventilação industrial, 706

Vibrações, 11

Voltímetro, 439