

Elaboração, Apresentação e Gerenciamento de Documentos de Projetos de Eletricidade

Procedimento

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. A Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma é a responsável pela adoção e aplicação das suas seções, subseções e enumerações.

Requisito Técnico: Prescrição estabelecida como a mais adequada e que deve ser utilizada estritamente em conformidade com esta Norma. Uma eventual resolução de não segui-la ("não conformidade" com esta Norma) deve ter fundamentos técnico-gerenciais e deve ser aprovada e registrada pela Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma. É caracterizada por verbos de caráter impositivo.

Prática Recomendada: Prescrição que pode ser utilizada nas condições previstas por esta Norma, mas que admite (e adverte sobre) a possibilidade de alternativa (não escrita nesta Norma) mais adequada à aplicação específica. A alternativa adotada deve ser aprovada e registrada pela Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma. É caracterizada por verbos de caráter não impositivo. É indicada pela expressão: **[Prática Recomendada]**.

Cópias dos registros das "não conformidades" com esta Norma, que possam contribuir para o seu aprimoramento, devem ser enviadas para a CONTEC - Subcomissão Autora.

As propostas para revisão desta Norma devem ser enviadas à CONTEC - Subcomissão Autora, indicando a sua identificação alfanumérica e revisão, a seção, subseção e enumeração a ser revisada, a proposta de redação e a justificativa técnico-econômica. As propostas são apreciadas durante os trabalhos para alteração desta Norma.

"A presente Norma é titularidade exclusiva da PETRÓLEO BRASILEIRO S. A. - PETROBRAS, de aplicação interna na PETROBRAS e Subsidiárias, devendo ser usada pelos seus fornecedores de bens e serviços, conveniados ou similares conforme as condições estabelecidas em Licitação, Contrato, Convênio ou similar.

A utilização desta Norma por outras empresas/entidades/órgãos governamentais e pessoas físicas é de responsabilidade exclusiva dos próprios usuários".

Apresentação

As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho - GT (formados por Técnicos Colaboradores especialistas da Companhia e de suas Subsidiárias), são comentadas pelas Unidades da Companhia e por suas Subsidiárias, são aprovadas pelas Subcomissões Autoras - SC (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando as Unidades da Companhia e as Subsidiárias) e homologadas pelo Núcleo Executivo (formado pelos representantes das Unidades da Companhia e das Subsidiárias). Uma Norma Técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a Norma Técnica PETROBRAS N-1. Para informações completas sobre as Normas Técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

Sumário

1	Escopo.....	6
2	Referências Normativas	6
3	Termos e Definições.....	11
4	Siglas e Abreviaturas.....	13
5	Condições Gerais	14
5.1	Generalidades	14
5.2	Projeto Conceitual de Eletricidade	16
5.2.1	Fases de Apresentação do Projeto Conceitual de Eletricidade	16
5.2.2	Documentação Emitida pela Projetista no Projeto Conceitual de Eletricidade	16
5.3	Projeto Básico de Eletricidade	17
5.3.1	Fases de Apresentação do Projeto Básico de Eletricidade.....	17
5.3.2	Documentação Emitida pela Projetista no Projeto Básico de Eletricidade.....	17
5.4	Projeto de Pré-Detalhamento de Eletricidade (FEED).....	19
5.5	Projeto de Detalhamento de Eletricidade	21
6	Automação, Gerenciamento, Modelamento, Simulação e Apresentação de Desenhos e Documentos do Projeto de Eletricidade em CAD 2D, CAD 3D ou CAE	28
6.1	Generalidades	28
6.2	Sistemas para Indicação e Controle Automático de Revisões	30
6.3	Sistema de Gerenciamento de Documentação de Projeto de Eletricidade.....	31
6.4	Modelamento e Simulação Digital em Tempo Real de Estados Transitórios e Estacionários dos Sistemas Elétricos de Potência e de Proteção.....	32
7	Requisitos Específicos para a Elaboração e Apresentação do Projeto e Documentos de Eletricidade.....	35
7.1	Projeto Conceitual, Básico e de Pré-Detalhamento de Eletricidade.....	35
7.1.1	Listas de Cargas Elétricas	35
7.1.2	Estudos de Viabilidade Técnico-Econômicos do Sistema Elétrico.....	36
7.1.3	Memoriais de Cálculo de Curto-Circuito	36
7.1.4	Estudos de Fluxo de Potência	37
7.1.5	Memoriais Descritivos de Filosofias dos Sistemas Elétricos	38
7.1.6	Memorial Descritivo com as Características Básicas das Instalações Elétricas.....	38



7.1.7	Atmosferas Explosivas - Classificação de Áreas, Seleção de Equipamentos e Projeto de Instalações Elétricas	38
7.1.8	Diagramas Unifilares.....	40
7.1.9	Diagramas Funcionais Típicos e Diagramas Lógicos para Programação de Equipamentos Digitais	41
7.1.10	Livros do Projeto ("Data-Book") Básico de Eletricidade	42
7.2	Projeto de Detalhamento de Eletricidade	42
7.2.1	Cronogramas de Projeto.....	43
7.2.2	Listas de Documentos de Projeto	43
7.2.3	Listas de Cargas Elétricas	43
7.2.4	Listas de Cabos e/ou Circuitos	44
7.2.5	Listas de Eletrodutos e/ou Sistemas de Bandeamento	45
7.2.6	Lista de Pontos de Entrada e Saída (I/O) de Equipamentos Digitais e de Automação.....	45
7.2.7	Listas de Materiais (LM).....	46
7.2.8	Memoriais Descritivos e/ou Memoriais de Cálculo	47
7.2.8.1	Dimensionamento de Equipamentos.....	47
7.2.8.2	Sistemas de Distribuição de Força Normal, Essencial e de Emergência	47
7.2.8.3	Puxamento de Cabos	48
7.2.8.4	Sistemas de Aterramento	48
7.2.8.5	Sistemas de Iluminação Normal e de Emergência.....	49
7.2.8.6	Coordenação e Seletividade da Proteção Elétrica	49
7.2.8.7	Sistemas de Intertravamento Elétrico e de Segurança de Processo	50
7.2.8.8	Sistemas de Sinalização e Alarme	50
7.2.8.9	Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)	50
7.2.8.10	Estudos de Curto-Circuito.....	50
7.2.8.11	Estudos de Fluxo de Potência	51
7.2.8.12	Sistemas de Traceamento e Aquecimento Elétrico Industrial.....	51
7.2.8.13	Sistema de Detecção e Alarme de Fumaça em Sala de Painéis, Sala de Cabos, Sala de Baterias, Sala de Transformadores e Casas de Controle	51
7.2.8.14	Estudos de Energia Incidente em Painéis Elétricos	51
7.2.8.15	Serviços de Construção, Montagem, Comissionamento e Testes de Aceitação de Campo.....	51
7.2.9	Desenhos de Projeto de Detalhamento	52



7.2.9.1	Atmosferas Explosivas - Classificação de Áreas, seleção de Equipamentos e Projeto de Instalações Elétricas.....	52
7.2.9.2	Diagramas Unifilares.....	52
7.2.9.3	Diagramas Multifilares	53
7.2.9.4	Diagramas Funcionais	54
7.2.9.5	Diagramas de Interligações	55
7.2.9.6	Diagramas de Blocos de Interligação dos Equipamentos Principais e Subsistemas do Sistema Elétrico	56
7.2.9.7	Arranjos de Equipamentos em Subestações e Casas de Controle - Plantas, Cortes e Detalhes.....	56
7.2.9.8	Estruturas Aparentes de Equipamentos em Subestações Externas - Plantas, Corte e Detalhes.....	57
7.2.9.9	Bases de Equipamentos.....	57
7.2.9.10	Diagrama de Esforços e Pesos nas Estruturas - Plantas.....	58
7.2.9.11	Rede Elétrica Principal - Planta Geral ou Planta Chave	58
7.2.9.12	Redes Elétricas Subterrâneas - Plantas.....	58
7.2.9.13	Redes Elétricas Subterrâneas - Perfis.....	59
7.2.9.14	Redes Elétricas Subterrâneas - Seções.....	60
7.2.9.15	Caixas de Enfição Subterrâneas - Características Construtivas.....	60
7.2.9.16	Caixas de Enfição Aparentes ("Pull-Points") para Redes Elétricas Subterrâneas - Detalhes	61
7.2.9.17	Caixas de Enfição Subterrâneas ("Manholes") - Disposição dos Cabos	61
7.2.9.18	Redes Elétricas Aéreas - Plantas	61
7.2.9.19	Redes Elétricas Aéreas - Detalhes.....	62
7.2.9.20	Instalações Aparentes - Plantas	62
7.2.9.21	Distribuição de Circuitos em Canaletas no Piso da Subestação ou da Casa de Controle.....	62
7.2.9.22	Detalhes Típicos de Montagem - Distribuição de Força e Controle, Iluminação, Aterramento, SPDA, Fixação e Suportes.....	63
7.2.9.23	Plantas de Distribuição de Circuitos de Força e de Iluminação	64
7.2.9.24	Plantas de SPDA	64
7.2.9.25	Plantas de Aterramento	65
7.2.10	Estimativa de Custos de Materiais, Equipamentos e Serviços de Montagem, Testes e Comissionamento.....	65
7.2.11	Especificações Técnicas de Equipamentos e Materiais Elétricos	66

7.2.12	Folhas de Dados de Equipamentos Elétricos	67
7.2.13	Requisições de Materiais	67
7.2.14	Pareceres Técnicos	67
7.2.15	Cronogramas de Projeto e de Fabricação de Equipamentos Elétricos	68
7.2.16	Lista de Documentos dos Equipamentos Elétricos	68
7.2.17	Desenhos dos Equipamentos Elétricos	69
7.2.18	Relatórios de Testes de Equipamentos Elétricos	69
7.2.19	Manuais de Instruções para Transporte, Armazenagem, Montagem, Operação e Manutenção de Equipamentos Elétricos	69
7.2.20	Verificação de Documentação de Fornecedores (VDF)	70
7.2.21	Laudo Técnico do Projeto de Detalhamento de Eletricidade	70
7.2.22	Atualização da Documentação de Projeto de Eletricidade na Condição Conforme Construído ("As-Built")	71
7.2.23	Cadastramento e Implantação, pela Projetista, da Documentação de Projeto, de Fornecedores e Certificados de Conformidade no Sistema Eletrônico de Documentação Técnica do Usuário	72
7.2.24	Livros do Projeto de Detalhamento de Eletricidade ("Data-Books")	72
8	Elaboração da Documentação de Projeto de Automação do Sistema Elétrico	74
8.1	Requisitos de Documentação do Projeto de Automação e Proteção do Sistema Elétrico ..	74
8.2	Documentação a ser Elaborada no Projeto de Automação do Sistema Elétrico	76
8.3	Especificações Técnicas, Folhas de Dados e Requisições de Materiais a serem Elaboradas no Projeto de Automação do Sistema Elétrico	77
9	Lista das Subseções Desta Norma com Indicação de Práticas Recomendadas (Anexo A)	78
10	Lista de Tópicos para Determinação de Escopo e Abrangência dos Projetos de Eletricidade (Anexo B)	78
11	Listagem de Documentos de Projeto Aplicáveis a Serem Elaborados pela Projetista (Anexo C) ..	78
12	Lista de Cargas Elétricas (Anexo D e Anexo E)	79
13	Listagem de Documentos Precedentes no Projeto de Eletricidade (Anexo F)	79

Figura

Figura 1 - Modelo de Referência para o Fluxo de Informações no Processo de Configuração do Sistema de Automação e Proteção de Subestações (IEC 61850-6)

1 Escopo

1.1 Esta Norma fixa as condições mínimas exigíveis para a elaboração, apresentação e gerenciamento de documentos de projetos de eletricidade para instalações da PETROBRAS.

1.2 Esta Norma é aplicável para a elaboração e apresentação de projetos e documentos para instalações novas, a serem construídas bem como para instalações existentes, a serem modificadas ou ampliadas.

1.3 O usuário do projeto deve definir para a Projetista as definições indicadas nesta Norma que devem ser consideradas como sendo obrigatórias para cada projeto. (Ver Anexo A)

1.4 Devem ser definidos, entre a Projetista e o usuário do projeto, dependendo do porte ou do nível de complexidade de cada projeto, a aplicabilidade das diversas etapas do empreendimento previstas nesta Norma, tais como projeto conceitual, projeto de pré-detalhamento (FEED), projeto de detalhamento e projeto conforme construído. (Ver Anexo B)

1.5 Esta Norma é abrangente e se baseia em projetos de sistemas elétricos completos ou de grande porte. Para cada projeto em particular, dependendo do seu porte ou do seu nível de complexidade, devem ser definidos, pelo usuário do projeto, os documentos de projeto de eletricidade aplicáveis a serem elaborados e apresentados pela Projetista, com base nos requisitos indicados nesta Norma. (Ver Anexo C)

1.6 Esta Norma se aplica a projetos de eletricidade iniciados a partir da data de sua edição.

1.7 Esta Norma contém Requisitos Técnicos e Práticas Recomendadas.

2 Referências Normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes dos referidos documentos.

Resolução CONMETRO nº 12/88 - Quadro Geral de Unidades de Medida;

Norma Regulamentadora nº 10 (NR-10) - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;

Norma Regulamentadora nº 13 (NR-13) - Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulações;

Norma Regulamentadora nº 17 (NR-17) - Ergonomia;

Norma Regulamentadora nº 20 (NR-20) - Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis;

PETROBRAS N-314 - Painel de Baixa Tensão - Centro de Controle de Motores;

PETROBRAS N-316 - Painel de Baixa Tensão - Centro de Distribuição de Carga;

PETROBRAS N-317 - Painel de Média Tensão - Centro de Distribuição de Carga;

PETROBRAS N-319 - Duto de Barramento;

PETROBRAS [N-329](#) - Acumuladores para Uso Industrial;

PETROBRAS [N-332](#) - Sistema Ininterrupto de Energia Corrente Contínua para Uso Industrial (UPS-CC);

PETROBRAS [N-381](#) - Execução de Desenhos e Outros Documentos Técnicos em Geral;

PETROBRAS [N-898](#) - Símbolos Gráficos e Designações para Diagramas Elétricos;

PETROBRAS [N-1521](#) - Identificação de Equipamentos Industriais;

PETROBRAS [N-1600](#) - Construção, Montagem e Condicionamento de Redes Elétricas;

PETROBRAS [N-1614](#) - Construção, Montagem e Condicionamento de Equipamentos Elétricos;

PETROBRAS [N-1674](#) - Projeto de Arranjo de Instalações Industriais Terrestres de Petróleo, Derivados, Gás Natural e Álcool;

PETROBRAS [N-1710](#) - Codificação de Documentos Técnicos de Engenharia;

PETROBRAS [N-1711](#) - Detalhes de Caixa de Enfição (Manholes-EMH) para Uso em Rede Elétrica Subterrânea;

PETROBRAS [N-1857](#) - Sistema de Aquecimento por Traço Elétrico Resistivo para Aplicações Industriais - Procedimentos de Projeto, Instalação, Inspeção e Manutenção;

PETROBRAS [N-1913](#) - Preparação de Requisição de Material;

PETROBRAS [N-1955](#) - Gerador Síncrono;

PETROBRAS [N-1973](#) - Requisição de Material para Equipamentos Elétricos;

PETROBRAS [N-1996](#) - Projeto de Redes Elétricas em Envelopes de Concreto e com Cabos Diretamente no Solo;

PETROBRAS [N-1997](#) - Redes Elétricas em Sistemas de Bandeamento para Cabos - Projeto, Instalação e Inspeção;

PETROBRAS [N-1998](#) - Projeto de Redes Elétricas Aéreas;

PETROBRAS [N-2006](#) - Projeto de Sistemas de Iluminação;

PETROBRAS [N-2039](#) - Projeto de Subestações em Instalações Terrestres;

PETROBRAS [N-2064](#) - Emissão e Revisão de Documentos de Projeto;

PETROBRAS [N-2547](#) - Conversor de Frequência para Controle de Rotação e Motor Elétrico até 660 VCA;

PETROBRAS [N-2641](#) - Sistema de Aquecimento por Traço Elétrico Resistivo para Aplicações Industriais;

PETROBRAS [N-2760](#) - Sistema Ininterrupto de Energia para Uso Industrial;

PETROBRAS [N-2779](#) - Relés Digitais de Proteção;

PETROBRAS [N-2817](#) - Painel de Média Tensão - Centro de Controle de Motores;

PETROBRAS [N-2830](#) - Critérios de Segurança para Ambientes e Serviços em Painéis e Equipamentos Elétricos com Risco de Arco Elétrico;

- PETROBRAS [N-2874](#) - Chaves Seccionadoras a SF6;
- PETROBRAS [N-2918](#) - Atmosferas Explosivas - Classificação de Áreas;
- PETROBRAS [N-2919](#) - Motores Elétricos Trifásicos de Indução e Síncronos;
- PETROBRAS [N-2928](#) - Transformadores de Potência;
- ABNT [NBR 5101](#) - Iluminação Pública - Procedimento;
- ABNT [NBR 5410](#) - Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- ABNT [NBR 5419-1](#) - Proteção Contra Descargas Atmosféricas - Parte 1: Princípios Gerais;
- ABNT [NBR 5419-2](#) - Proteção Contra Descargas Atmosféricas - Parte 2: Gerenciamento de Risco;
- ABNT [NBR 5419-3](#) - Proteção Contra Descargas Atmosféricas - Parte 3: Danos Físicos a Estruturas e Perigos à Vida;
- ABNT [NBR 5419-4](#) - Proteção Contra Descargas Atmosféricas - Parte 4: Sistemas Elétricos e Eletrônicos Internos na Estrutura;
- ABNT [NBR 14039](#) - Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 kV a 36,2 kV;
- ABNT [NBR 15708-4](#) - Indústrias do Petróleo e Gás Natural - Perfis Pultrudados - Parte 4: Sistema de Bandeamento;
- ABNT [NBR 17240](#) - Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio - Projeto, Instalação, Comissionamento e Manutenção de Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio - Requisitos;
- ABNT [NBR 17505-1](#) - Armazenamento de Líquidos Inflamáveis e Combustíveis - Parte 1: Disposições Gerais;
- ABNT [NBR IEC 60079-10-1](#) - Atmosferas Explosivas - Parte 10-1: Classificação de Áreas - Atmosferas Explosivas de Gás;
- ABNT [NBR IEC 60079-10-2](#) - Atmosferas Explosivas - Parte 10-2: Classificação de Áreas - Atmosferas de Poeiras Combustíveis;
- ABNT [NBR IEC 60079-13](#) - Atmosferas Explosivas - Parte 13: Proteção de Equipamentos por Ambiente Pressurizado "p";
- ABNT [NBR IEC 60079-14](#) - Atmosferas Explosivas - Parte 14: Projeto, Seleção e Montagem de Instalações Elétricas;
- ABNT [NBR IEC 60079-16](#) - Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas - Parte 16: Ventilação Artificial para a Proteção de Casa de Analisadores;
- ABNT [NBR IEC 60079-17](#) - Atmosferas Explosivas - Parte 17: Inspeção e Manutenção de Instalações Elétricas;
- ABNT [NBR IEC 60079-20-1](#) - Atmosferas Explosivas - Parte 20-1: Características de Substâncias para Classificação de Gases e Vapores - Métodos de Ensaio e Dados;
- ABNT [NBR IEC 60079-25](#) - Atmosferas Explosivas - Parte 25: Sistemas Elétricos Intrinsecamente Seguros;
- ABNT [NBR IEC 61892-1](#) - Unidades Marítimas Fixas e Móveis - Instalações Elétricas - Parte 1: Requisitos e Condições Gerais;

ABNT [NBR IEC 61892-2](#) - Unidades Marítimas Fixas e Móveis - Instalações Elétricas - Parte 2: Projeto de Sistemas Elétricos;

ABNT [NBR IEC 61892-3](#) - Unidades Marítimas Fixas e Móveis - Instalações Elétricas - Parte 3: Equipamentos;

ABNT [NBR IEC 61892-6](#) - Unidades Marítimas Fixas e Móveis - Instalações Elétricas - Parte 6: Instalação;

ABNT [NBR IEC 61892-7](#) - Unidades Marítimas Fixas e Móveis - Instalações Elétricas - Parte 7: Áreas Classificadas;

ABNT [NBR IEC 62271-200](#) - Conjunto de Manobra e Controle de Alta-Tensão - Parte 200: Conjunto de Manobra e Controle de Alta-Tensão em Invólucro Metálico para Tensões acima de 1 kV até e Inclusive 52 kV;

ABNT [NBR ISO/CEI 8995-1](#) - Iluminação de Ambientes de Trabalho - Parte 1: Interior;

API [RP 14FZ](#) - Recommended Practice for Design and Installation of Electrical Systems for Fixed and Floating Offshore Petroleum Facilities for Unclassified and Class I, Zone 0, Zone 1 and Zone 2 locations;

API [RP 505](#) - Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, Zone 1, and Zone 2;

API [RP 540](#) - Electrical Installations in Petroleum Processing Plants;

ASTM [F1506](#) - Standard Performance Specification for Flame Resistant and Arc Rated Textile Materials for Wearing Apparel for Use by Electrical Workers Exposed to Momentary Electric Arc and Related Thermal Hazards;

ASTM [F1891](#) - Standard Specification for Arc and Flame Resistant Rainwear;

ASTM [F1958/F1958M](#) - Standard Test Method for Determining the Ignitability of Non-flame-Resistant Materials for Clothing by Electric Arc Exposure Method Using Mannequins;

ASTM [F1959/F1959M](#) - Standard Test Method for Determining the Arc Rating of Materials for Clothing;

ASTM [F2178](#) - Standard Test Method for Determining the Arc Rating and Standard Specification for Eye or Face Protective Products;

IEC [60092-352](#) - Electrical Installations in Ships - Part 352: Choice and Installation of Electrical Cables;

IEC [60092-401](#) - Electrical Installations in Ships - Part 401: Installation and Test of Completed Installation;

IEC [60092-502](#) - Electrical Installations in Ships - Part 502: Tankers - Special Features;

IEC [60255-24](#) - Measuring Relays and Protection Equipment - Part 24: Common Format for Transient Data Exchange (COMTRADE) for Power Systems;

IEC [60287-1-1](#) - Electric Cables - Calculation of the Current Rating - Part 1-1: Current Rating Equations (100 % Load Factor) and Calculation of Losses;

IEC 60364 (All Parts) - Low Voltage Electrical Installations;

IEC [60617](#) - Database Snapshot - Graphical Symbols for Diagrams;

IEC [60909-0](#) - Short-Circuit Current Calculation in Three-Phase a.c. Systems - Part 0: Calculation of Currents;

IEC [61131-1](#) - Programmable Controllers - Part 1: General Information;

IEC [61131-3](#) - Programmable Controllers - Part 3: Programming Languages;

IEC [61363-1](#) - Electrical Installations of Ships and Mobile and Fixed Offshore Units - Part 1: Procedures for Calculating Short-Circuit Currents in Three-Phase a.c.;

IEC [61588](#) - Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems;

IEC 61850 (all parts) - Communication Networks and Systems for Power Utility Automation;

IEC [61892-4](#) - Mobile and Fixed Offshore Units - Electrical Installations - Part 4: Cables

IEC [61892-5](#) - Mobile and Fixed Offshore Units - Electrical Installations - Part 5: Mobile Units;

IEC [61936-1](#) - Power installations Exceeding 1 kV a.c. - Part 1: Common Rules;

IEC [62305-1](#) - Protection against Lightning - Part 1: General Principles;

IEC [62305-2](#) - Protection against Lightning - Part 2: Risk Management;

IEC [62305-3](#) - Protection against Lightning - Part 3: Physical Damage to Structures and Life Hazard;

IEC [62305-4](#) - Protection against Lightning - Part 4: Electrical and Electronic Systems within Structures;

IEC [62381](#) - Automation Systems in the Process Industry - Factory Acceptance Test (FAT), Site Acceptance Test (SAT), and Site Integration Test (SIT);

IEC 62439 (all parts) - Industrial Communication Networks - High Availability Automation Networks;

IEC [62708](#) - Documents Kinds for Electrical and Instrumentation Projects in the Process Industry;

IEC/[TS 60079-32-1](#) - Explosive Atmospheres - Part 32-1: Electrostatic Hazards, Guidance;

IEC/[TS 62351-6](#) - Power Systems Management and Associated Information Exchange - Data and Communications Security - Part 6: Security for IEC 61850;

IEEE [Std 80](#) - Guide for Safety in AC Substation Grounding;

IEEE [Std 141](#) - Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants - IEEE Red Book (Color Book Series);

IEEE [Std 142](#) - Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems - IEEE Green Book (Color Book Series);

IEEE [Std 242](#) - Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems - IEEE Buff Book (Color Book Series);

IEEE [Std 519](#) - Recommended Practice and Requirement for Harmonic Control in Electric Power Systems;

IEEE [Std 1100](#) - Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment
- IEEE Emerald Book (Color Book Series);

IEEE [Std 1531](#) - Guide for Application and Specification of Harmonic Filters;

IEEE [Std 1584](#) - Guide for Performing Arc-Flash Hazard Calculations;

IEEE [Std C37.2](#) - Electrical Power System Device Function Numbers, Acronyms and Contact Designations;

IEEE [Std C37.91](#) - Guide for Protective Relay Applications to Power Transformers;

IEEE [Std C37.96](#) - Guide for AC Motor Protection;

IEEE [Std C37.101](#) - Guide for Generator Ground Protection;

IEEE [Std C37.102](#) - Guide for AC Generator Protection;

IEEE [Std C37.110](#) - Guide for the Application of Current Transformers Used for Protective Relaying Purposes;

IMO [MODU CODE](#) - Code for the Construction and Equipment of Mobile Offshore Drilling Unit;

NFPA [20](#) - Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection;

NFPA [30](#) - Flammable and Combustible Liquids Code;

NFPA [70](#) - National Electrical Code;

NFPA [70E](#) - Standard for Electrical Safety in the Workplace;

NFPA [110](#) - Standard for Emergency and Standby Power Systems;

NFPA [497](#) - Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas;

NFPA [499](#) - Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas;

NFPA [780](#) - Standard for the Installation of Lightning Protection Systems.

3 Termos e Definições

Para os efeitos deste documento aplicam-se os seguintes termos e definições.

3.1

CAD 2D

termo em inglês para "Computer Aided Design", designando projeto elaborado em computador em formato bidimensional (2D)

3.2

CAD 3D

termo em inglês para "Computer Aided Design", designando projeto elaborado em computador em formato tridimensional (3D)

3.3**CAE**

termo em inglês para “Computer Aided Engineering”, designando projeto ou estudo de engenharia elaborado em computador

3.4**DMZ**

termo em inglês para “Demilitarized Zone” (Zona Desmilitarizada), designando a região de rede de comunicação de dados perimetral que se localiza entre a RIC e a RAI. Tem por objetivo executar a política de segurança quanto a acessos externos à RAI, contra ataques cibernéticos

3.5**Estudo de Viabilidade Técnico-Econômico (EVTE)**

processo de obtenção de informações técnicas, econômicas, legais, financeiras e ambientais organizadas e condensadas em um relatório denominado Estudo de Viabilidade Técnico-Econômico, cujo principal objetivo consiste em auxiliar a tomada de decisão a respeito de novos investimentos e subsidiar a escolha de opções de condução de projetos

3.6**Informações Básicas do Empreendimento (IBE) para eletricidade**

conjunto de informações básicas e bases de projeto de eletricidade desenvolvido na etapa inicial da fase de definição do escopo de um empreendimento, elaborado pelo usuário do projeto, compreendendo dados, diretrizes, requisitos, procedimentos e todas as demais informações necessárias ao desenvolvimento das etapas do empreendimento, tais como: projeto conceitual, projeto básico, projeto de pré-detalhamento (FEED), projeto de detalhamento, construção, montagem, testes de aceitação, comissionamento, pré-operação e partida assistida, entre outros

3.7**projetista**

pessoa, equipe ou empresa responsável pela execução dos trabalhos de elaboração do projeto de eletricidade, nas etapas de projeto conceitual, projeto básico, projeto de pré-detalhamento (FEED), projeto de detalhamento e atualização de documentação de projeto como construído (as-built)

3.8**projeto básico de eletricidade**

conjunto de informações e documentos técnicos necessários e suficientes que define as características básicas de um sistema elétrico para a elaboração do projeto de detalhamento. O projeto básico de eletricidade deve ser realizado levando em consideração os critérios de projeto elaborados para o empreendimento

3.9**projeto conceitual de eletricidade**

conjunto de estudos e análises realizados durante o EVTE Conceitual, a fim de subsidiar a geração e a seleção de alternativas de suprimento elétrico do empreendimento. O projeto conceitual de eletricidade deve ser realizado levando em consideração as informações básicas de eletricidade para o empreendimento

3.10**projeto Conforme Construído ou “As-Built”**

projeto de detalhamento devidamente revisado incorporando todas as modificações realizadas no sistema durante as fases de construção, montagem, condicionamento e operação assistida

3.11**projeto de detalhamento de eletricidade**

conjunto de informações e documentos técnicos necessários e suficientes cujo conteúdo fundamenta as fases de suprimento, construção e montagem, condicionamento, pré-operação, operação, inspeção e manutenção do sistema elétrico, levando em consideração os critérios de projeto elaborados para o empreendimento

3.12**projeto de pré-detalhamento de eletricidade (FEED - “Front-End Engineering and Design”)**

projeto de pré-detalhamento, elaborado a partir de projeto básico completo e consolidado, que tem como objetivo principal melhorar a precisão da estimativa de custo

3.13**RAI**

Rede de Automação Industrial cujos componentes se destinam a integrar as informações oriundas dos vários sistemas de automação industrial e estabelecer interface com a RIC. É administrada pela área de automação

3.14**RIC**

Rede Integrada Corporativa cujos componentes e informações se destinam a integrar os vários sistemas de informação e serviços da Companhia

3.15**TAG**

termo em inglês utilizado para designar a identificação alfanumérica equipamentos, componentes, dispositivos ou circuitos elétricos

3.16**usuário do projeto**

unidade operacional, unidade de negócio, gerência ou cliente final, responsável pela especificação dos requisitos, bases e critérios para a elaboração de cada projeto em particular e pela aprovação final da documentação a ser elaborada pela Projetista

4 Siglas e Abreviaturas

Para os propósitos desta Norma são aplicáveis as siglas e as abreviaturas relacionadas a seguir:

ART	Anotação de Responsabilidade Técnica;
ATPV	Termo em inglês para “Arc Thermal Performance Value”;
AVR	Termo em inglês para “Automatic Voltage Regulator”;
CBT	Caixa de Bornes Terminais;
CCM	Centro de Controle de Motores;
CDC	Centro de Distribuição de Carga;
CID	Termo em inglês para “Configured IED Description” (IEC 61850-6);
COMTRADE	Termo em inglês para Common “Format for Transient Data Exchange” (IEC 60255-24);
CPM	Termo em inglês para “Critical Path Method”;
DPS	Dispositivos de Proteção contra Surtos;
EDMS	Termo em inglês para “Electronic Document Management System”;
EPL	Termo em inglês para “Equipment Protection Level”;
ET	Especificação Técnica;
ESD	Termo em inglês para “Emergency Shut Down”;
FD	Folha de Dados;
FMEA	Termo em inglês para “Failure Mode and Effect Analysis”;

GOOSE	Termo em inglês para “Generic Object Oriented Substation Event” (IEC 61850);
GPS	Termo em inglês para “Global Positioning System”;
HAZOP	Termo em inglês para “Hazard and Operability Study”;
IAC	Termo em inglês para “Intern Arc Classified”;
ICD	Termo em inglês para “IED Capability Description” (IEC 61850-6);
IED	Termo em inglês para “Intelligent Electronic Device”;
IHM	Interface Homem-Máquina;
IID	Termo em inglês para “Instantiated IED Description” (IEC 61850-6);
IPS	Termo em inglês para “Intrusion Prevention System” (DMZ);
LD	Termo em inglês para “Logical Devices”;
LN	Termo em inglês para “Logical Node” (IEC 61850);
MCT	Termo em inglês para “Multi Cable Transit”;
MMS	Termo em inglês para “Manufacturing Message Specification” (IEC 61850-8-1);
MU	Termo em inglês para Merging Unit (IEC 61850-9-2);
OLTC	Termo em inglês para “On Load Tap Changer”;
OPC	Termo em inglês para “Open Platform Communications”;
QGU	Quadro Geral de Unidades;
POL	Termo em inglês para “Project On-Line”;
PERT	Termo em inglês para “Program Evaluation and Review Technique”;
PLC	Termo em inglês para “Programmable Logic Controller”;
PTP	Termo em inglês para “Precision Time Protocol” (IEC 61588);
RM	Requisição de Materiais;
RTDS	Termo em inglês para “Real Time Digital Simulation”;
SA	Termo em inglês para “Substation Automation”;
SCL	Termo em inglês para “System Configuration Language” (IEC 61850-6);
SCD	Termo em inglês para “Substation Configuration Description” (IEC 61850-6);
SCMD	Sistema de Controle e Monitoração Distribuído;
SSC	Sistema de Supervisão e Controle;
SED	Termo em inglês para “System Exchange Description” (IEC 61850-6);
SIGEM	Sistema Integrado de Gerenciamento de Empreendimentos;
SIS	Sistema Instrumentado de Segurança;
SM	Sistema Métrico;
SPDA	Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas;
SSD	Termo em inglês para “System Specification Description” (IEC 61850-6);
SV	Termo em inglês para “Sampled Values” (IEC 61850-9-2);
TAC	Testes de Aceitação de Campo (IEC 62381);
TAF	Testes de Aceitação de Fábrica (IEC 62381);
TIC	Teste de Integração de Campo (IEC 62381);
TRV	Termo em inglês para “Transient Recovery Voltage”;
UTR	Unidade Terminal Remota;
UPS	Termo em inglês para “Uninterruptible Power System”;
VAC	Ventilação e Ar Condicionado;
VLAN	Termo em inglês para “Virtual LAN” (IEC 61850);
VDF	Verificação de Documentação de Fornecedores.

5 Condições Gerais

5.1 Generalidades

5.1.1 Qualquer item não coberto pelas normas da PETROBRAS indicadas deve atender às normas da ABNT aplicáveis. Caso o item não seja coberto por norma ABNT, deve atender aos requisitos da norma internacional IEC ou ISO aplicável.

5.1.2 As informações básicas de eletricidade constantes do IBE, caso tenham sido apresentadas pelo usuário do projeto, e o memorial descritivo com as características básicas das instalações elétricas devem ser utilizados para o desenvolvimento direto de todas as etapas do empreendimento, incluindo:

- a) projeto conceitual de eletricidade;
- b) projeto básico de eletricidade;
- c) projeto de detalhamento de eletricidade.

5.1.3 Os documentos que constituem o projeto de eletricidade devem ser elaborados segundo as determinações das normas e documentos aplicáveis indicadas na Seção 2.

5.1.4 As unidades utilizadas nos documentos constituintes do projeto de eletricidade devem ser as unidades do sistema oficial de medidas, SM, com abreviações, prefixos e sufixos normalizados. Outras unidades são aceitas se constarem do QGU, anexo à resolução CONMETRO nº 12/88 que dispõe sobre a utilização do SM no Brasil. Quando utilizados eletrodutos metálicos (rígidos ou flexíveis) e seus acessórios, aceita-se a identificação de seus diâmetros nominais em polegadas.

5.1.5 A menos que indicado em contrário e especificado na documentação do contrato do projeto, o idioma utilizado na elaboração e na apresentação de projetos de eletricidade da PETROBRAS deve ser o português do Brasil.

5.1.6 Os requisitos apresentados nesta Norma são aplicáveis tanto a novos empreendimentos como em projetos envolvendo ampliações e reformas de instalações existentes.

5.1.7 Os documentos referentes ao projeto de eletricidade, tanto os elaborados ou revisados pela Projetista, bem como os elaborados pelos fabricantes e/ou fornecedores devem ser numerados e identificados de acordo com os requisitos indicados na PETROBRAS N-1710, a menos que indicado em contrário nos critérios de projeto elaborados pelo usuário do projeto, para cada caso em particular.

5.1.8 Os equipamentos elétricos devem ser identificados (TAG) de acordo com os requisitos indicados na PETROBRAS N-1521, a menos que indicado em contrário nos critérios de projeto elaborados pelo usuário do projeto, para cada caso em particular.

5.1.9 Na elaboração da documentação do projeto de eletricidade devem ser levados em consideração os requisitos indicados nesta Norma, bem como os requisitos aplicáveis indicados na IEC 62708.

5.1.10 O projeto de eletricidade deve ser elaborado de forma que os diagramas elétricos, incluindo os diagramas funcionais e de interligação, contenham "hyperlinks" para referenciar a localização cruzada dos dispositivos elétricos, tais como relés de proteção, IED, relés multiplicadores de contatos, contadores, disjuntores e chaves seccionadoras, com a localização dos respectivos contatos de força ou controle.

5.1.11 As referências cruzadas devem permitir, em diagramas funcionais de várias páginas, por meio de facilidade de "navegação" que estes dispositivos elétricos e seus respectivos contatos sejam localizados automaticamente por meio de "links" atribuídos a estes componentes, por meio de acionamento por mouse, os quais devem endereçar para as respectivas páginas onde são utilizados, bem como para a localização dentro da página (coluna e linha). Estes "hyperlinks" devem ser ativos e permitir navegar entre os dispositivos tanto na documentação no formato editável como na documentação no formato Acrobat Reader® (PDF) ¹⁾. **[Prática Recomendada]**

5.2 Projeto Conceitual de Eletricidade

5.2.1 Fases de Apresentação do Projeto Conceitual de Eletricidade

5.2.2.1.1 A menos que indicado em contrário nas diretrizes contratuais, os documentos do projeto conceitual de eletricidade devem ser elaborados e apresentados em fases distintas de acordo com as finalidades para as quais estão sendo emitidos.

5.2.2.1.2 Devem ser consideradas, no mínimo, as fases de emissão de:

- a) documentos preliminares;
- b) documentos para comentários;
- c) documentos para aprovação;
- d) documentos para desenvolvimento de projetos de outras especialidades.

5.2.2 Documentação Emitida pela Projetista no Projeto Conceitual de Eletricidade

5.2.2.1 O projeto conceitual de eletricidade deve ser constituído pelos seguintes documentos, a menos que indicado em contrário nas diretrizes contratuais:

- a) listas de cargas elétricas normal, essencial e de emergência;
- b) estudo de alternativas de conexão do empreendimento ao Sistema Integrado Nacional (SIN);
- c) estudos de viabilidade técnico-econômicos do sistema elétrico;
- d) memoriais descritivos das filosofias adotadas para o projeto de eletricidade tais como: distribuição de força, sistemas de alimentação normal, essencial e de emergência, aterramento, tipos de proteção de equipamentos para instalação em áreas classificadas, iluminação, traceamento e aquecimento elétrico industrial, sinalização e alarme e proteção contra descargas atmosféricas;
- e) memoriais descritivos e diagramas simplificados dos sistemas de proteção, automação, medição e intertravamento, com base nos requisitos da Série IEC 61850. Devem ser indicadas a topologia de redes de dados e IED, bem como as redundâncias de "switches" industriais, servidores e GPS;
- f) memoriais descritivos e diagramas simplificados da integração e das interfaces entre a automação do sistema elétrico, a automação do sistema de processo e o sistema supervisório;
- g) especificação técnica de critérios técnicos gerais para o projeto básico. A especificação deve incluir as áreas de força e automação elétrica;
- h) memorial descritivo da distribuição interna da planta, níveis de tensão a serem utilizados, número e localização proposta das subestações;
- i) diagrama unifilar geral e típico indicando os sistemas de alta, média e baixa tensão, considerando a filosofia de configuração do sistema de força, tal como secundário seletivo ou primário seletivo;

¹⁾ Acrobat Reader é o nome comercial de um software fornecido pela Adobe Systems Incorporated. Esta informação é dada para facilitar aos usuários desta Norma e não constitui um endosso por parte da PETROBRAS ao produto citado. Podem ser utilizados produtos equivalentes, desde que conduzam aos mesmos resultados.

- j) plano diretor do projeto de eletricidade, incluindo planta baixa com a disposição física da instalação com, no mínimo, indicações do norte verdadeiro de projeto, ventos predominantes no verão e no inverso, pontos de conexão com a rede elétrica local (quando aplicável), localização das unidades de processo (centros de cargas) e subestações, troncos principais de cabamentos elétricos;
- k) Memorial descritivo do sistema elétrico com a filosofia de operação normal e em contingência.

5.2.2.2 Os documentos aplicáveis para cada projeto em particular a serem elaborados ou revisados pela Projetista devem ser indicados pelo usuário ou responsável do projeto, por meio do preenchimento do Anexo C.

5.3 Projeto Básico de Eletricidade

5.3.1 Fases de Apresentação do Projeto Básico de Eletricidade

5.3.1.1 A menos que indicado em contrário nas diretrizes contratuais, os documentos do projeto básico de eletricidade devem ser elaborados e apresentados em fases distintas de acordo com as finalidades para as quais estão sendo emitidos.

5.3.1.2 Devem ser consideradas, no mínimo, as fases de emissão de:

- a) documentos preliminares;
- b) documentos para comentários;
- c) documentos para aprovação;
- d) documentos para desenvolvimento de projetos de outras especialidades.

5.3.2 Documentação Emitida pela Projetista no Projeto Básico de Eletricidade

5.3.2.1 O projeto básico de eletricidade deve ser constituído pelos seguintes documentos, a menos que indicado em contrário nas diretrizes contratuais:

- a) lista de documentos de projeto;
- b) cronograma de projeto e de emissão de documentos;
- c) listas de cargas elétricas, nas categorias normal, essencial e de emergência;
- d) diagramas unifilares básicos e gerais de alta, média e baixa tensão;
- e) diagramas lógicos típicos e diagramas funcionais típicos por níveis de tensão e função do cubículo (tais como gerador, alimentador de transformador, alimentador de motor, alimentador de CDC, alimentador de CCM e interligação de barras);
- f) lista de equipamentos elétricos, contendo os parâmetros dos principais equipamentos e circuitos elétricos principais do projeto, tais como: dados de geradores, transformadores, motores, painéis, conversores de frequência, reatores, baterias de capacitores, retificadores, baterias de acumuladores, cabos etc. Os parâmetros apresentados na lista de equipamentos devem ser obtidos, na etapa do projeto básico, a partir de dados típicos disponíveis em normas e na literatura técnica. As referências técnicas devem ser indicadas nesta lista de equipamentos;

NOTA A lista de equipamentos deve ser obtida a partir de um banco de dados integrado, compatível com todos os aplicativos utilizados nos estudos elétricos. A formatação do banco de dados deve estar de acordo com os requisitos de cada Empreendimento.

- g) relatório de estudo de fluxo de potência, contemplando os cenários de maior carregamento para os equipamentos e maior queda de tensão do sistema para cenários com geração normal, essencial e de emergência;

- h) relatório de estudo de curto-circuito, contemplando os cenários que levam aos maiores valores de curtos-circuitos trifásicos e monofásicos a serem utilizados para o dimensionamento dos principais equipamentos da instalação;
- i) relatório de estudo de queda de tensão durante a partida dos motores, considerando cenários com geração normal, essencial e de emergência. Na etapa de projeto básico, é permitida a modelagem simplificada do sistema elétrico, sem a necessidade do modelamento dos controles de tensão e velocidade associados às máquinas elétricas síncronas. Devem ser consideradas na simulação as impedâncias estimadas para os cabos dos circuitos de alimentação de força;
- j) relatório de estudo de harmônicos introduzidos no sistema elétrico, em instalações que contenham fontes geradoras de distorções harmônicas, tais como cargas acionadas por conversores de frequência, UPS, baterias de capacitores. Na etapa de projeto básico, deve ser feita uma estimativa das prováveis consequências da presença de correntes harmônicas no sistema elétrico, tais como: sobreaquecimento de equipamentos, sobretensões advindas de circuitos ressonantes, necessidade de filtros etc. No estudo de harmônicos, devem ser considerados os requisitos indicados nas IEEE Std 519 e IEEE Std 1531. Em caso de superação dos limites estipulados nas IEEE Std 519 e IEEE Std 1531, devem ser propostas soluções para a mitigação de harmônicos, com foco em minimização de custo;
- k) relatório de estudos dos riscos e perigos envolvidos com os sistemas elétricos a serem projetados. Devem ser analisados nos estudos a possibilidade de modos de falha comum nos sistemas elétricos de proteção, bem como devem ser indicadas as respectivas ações mitigadoras. Os estudos de análises de risco dos sistemas elétricos devem ser realizados com base nas metodologias HAZOP e FMEA.

NOTA Os estudos listados em g) a k) têm como objetivo principal, na etapa de projeto básico, orientar o planejamento do sistema elétrico da instalação e o dimensionamento dos parâmetros dos equipamentos e circuitos principais, a serem refinados nas etapas posteriores. O banco de dados deve ser utilizado para a etapa posterior de projeto de pré-detalhamento (FEED), quando aplicável.

- l) FD e RM dos equipamentos elétricos principais dos sistemas de força, proteção e automação, nos casos onde seja requerida a aquisição dos equipamentos antes do projeto de detalhamento, por questões de planejamento do Empreendimento;
- m) ET dos principais equipamentos dos sistemas de força, proteção e automação;
- n) desenhos de arranjo das instalações físicas preliminares dos sistemas e equipamentos elétricos, incluindo subestações, salas de painéis, salas de cabos, casas de controle, motores, sistemas de iluminação, aterramento e encaminhamentos de eletrodutos aparentes, subterrâneos e de circuitos de força e controle;
- o) memoriais descritivos para o projeto de detalhamento de eletricidade tais como: distribuição de força, sistemas de alimentação normal, essencial e de emergência, aterramento, iluminação, traceamento e aquecimento elétrico industrial, sinalização e alarme, proteção contra descargas atmosféricas e equipamentos para instalação em atmosferas explosivas;
- p) memoriais descritivos e diagramas básicos dos sistemas de proteção, automação, medição e intertravamento, com base nos requisitos da Série IEC 61850 ou em outros protocolos. Devem ser indicadas a topologia de redes de dados e IED, bem como as redundâncias de switches industriais, servidores e GPS, quando aplicáveis;
- q) memoriais descritivos e diagramas básicos da integração e interfaces entre a automação do sistema elétrico, a automação do sistema de processo e o sistema supervisor;
- r) estudos preliminares de classificação de áreas contendo atmosferas explosivas de gases inflamáveis ou poeiras combustíveis, incluindo a elaboração das listas de dados de processo, definição das extensões das áreas classificadas, os grupos de gases ou poeiras, classes de temperatura (gases) ou temperatura de ignição (poeiras). Os estudos devem conter o memorial descritivo sobre as avaliações de risco, os critérios utilizados para a seleção dos tipos de proteção de equipamentos "Ex" e os níveis de proteção de equipamentos (EPL) para atmosferas explosivas;
- s) diagrama de proteção do sistema de média tensão incluindo sistema de geração e painel de distribuição principal ("offshore");
- t) critérios de projeto contendo requisitos de projeto de eletricidade para unidades pacotes ("skids");

- u) especificação técnica de requisitos de ergonomia de projetos de sistema elétrico, incluindo os requisitos da [NR-17](#);
- v) planta de arranjo do sistema de aterramento (“offshore”);
- w) especificação técnica de projeto do sistema elétrico para unidades offshore, com base nas normas aplicáveis a instalações “offshore”;
- x) especificação técnica de equipamentos e materiais para o sistema elétrico de unidades “offshore”, com base nas normas aplicáveis a instalações “offshore”;
- y) especificação técnica do sistema de gerenciamento de energia para unidades “offshore” (PMS - “Power Management System”);
- z) especificação técnica do painel tiristorizado de força do sistema de aquecimento para unidades “offshore”;
- aa) especificação técnica dos limites de bateria e interface de circuitos de força, controle e automação entre instalações elétricas do “topsides” e do casco para instalações “offshore”;
- bb) lista de classificação das cargas elétricas de “topsides” de acordo com o modo de controle (local, remoto ou controle por unidades pacotes);
- cc) documentação do projeto básico (“Data Books”) de eletricidade contendo toda a documentação gerada.

5.3.2.2 Os documentos aplicáveis para cada projeto em particular a serem elaborados ou revisados pela Projetista devem ser indicados pelo usuário ou responsável do projeto, por meio do preenchimento do Anexo C.

5.4 Projeto de Pré-Detalhamento de Eletricidade (FEED)

5.4.1 Fases de Apresentação do Projeto de Pré-Detalhamento de Eletricidade

5.4.1.1 A menos que indicado em contrário nas diretrizes contratuais, os documentos do projeto de pré-detalhamento de eletricidade devem ser elaborados e apresentados em fases distintas de acordo com as finalidades para as quais estão sendo emitidos.

5.4.1.2 Devem ser consideradas, no mínimo, as fases de emissão de:

- a) documentos preliminares;
- b) documentos para comentários;
- c) documentos para aprovação;
- d) documentos para desenvolvimento de projetos de outras especialidades.

5.4.2 Documentação Emitida pela Projetista no Projeto de Pré-Detalhamento de Eletricidade

O projeto de pré-detalhamento de eletricidade deve ser constituído pelos seguintes documentos, a menos que indicado em contrário nas diretrizes contratuais:

- a) lista de documentos de projeto;
- b) cronograma de projeto e de emissão de documentos;
- c) listas de cargas elétricas, nas categorias normal, essencial e emergência;
- d) diagramas unifilares básicos;

- e) lista de equipamentos elétricos contendo os parâmetros dos principais equipamentos e circuitos elétricos principais da instalação, tais como: dados de geradores, transformadores, motores, painéis, conversores de frequência, reatores, baterias de capacitores, retificadores, baterias de acumuladores etc. Os parâmetros apresentados na lista de equipamentos devem ser obtidos, nesta etapa do projeto de pré-detalhamento, a partir de consultas prévias a fabricantes. Em casos de falta de informações de fabricantes devem ser utilizados os dados típicos disponíveis em normas e na literatura técnica. As referências técnicas, incluindo os documentos recebidos dos fabricantes, devem ser indicadas na lista de equipamentos elétricos;

NOTA A lista de equipamentos deve ser obtida a partir de bancos de dados integrados, compatíveis com todos os aplicativos utilizados nos estudos elétricos. A formatação dos bancos de dados deve estar de acordo com os requisitos de cada Empreendimento.

- f) desenhos e documentos das instalações físicas preliminares dos sistemas e equipamentos elétricos, incluindo subestações, salas de painéis, salas de cabos, casas de controle, motores, sistemas de iluminação, aterramento e encaminhamentos de eletrodutos aparentes, subterrâneos e de circuitos de força e controle;
- g) pré-detalhamento dos sistemas de proteção, automação, medição e intertravamento, com base nos requisitos da Série IEC 61850. Devem ser pré-detalhadas a topologia das redes de dados e IED, utilização de VLAN e as redundâncias de "switches" ópticos industriais, GPS, servidores de descarte seletivo de cargas, MMS e OPC;
- h) folhas de dados dos equipamentos elétricos principais dos sistemas de força, proteção e automação;
- i) especificações técnicas de engenharia de equipamentos e de sistemas de força, proteção e automação;
- j) planilhas de quantitativos no padrão fornecido pela PETROBRAS no início do projeto de pré-detalhamento.

5.4.3 Documentação Emitida pela Projetista no Projeto de Pré-Detalhamento de Eletricidade

- a) lista de documentos de projeto;
- b) cronograma de projeto e de emissão de documentos;
- c) listas de cargas elétricas, nas categorias normal, essencial e emergência;
- d) lista de equipamentos elétricos contendo os parâmetros dos principais equipamentos e circuitos elétricos principais da instalação, tais como: dados de geradores, transformadores, motores, painéis, conversores de frequência, reatores, baterias de capacitores, retificadores, baterias de acumuladores etc. Os parâmetros apresentados na lista de equipamentos devem ser obtidos, nesta etapa do projeto de pré-detalhamento, a partir de consultas prévias a fabricantes. Em casos de falta de informações de fabricantes devem ser utilizados os dados típicos disponíveis em normas e na literatura técnica. As referências técnicas, incluindo os documentos recebidos dos fabricantes, devem ser indicadas na lista de equipamentos elétricos;
- e) desenhos e documentos das instalações físicas preliminares dos sistemas e equipamentos elétricos, incluindo subestações, salas de painéis, salas de cabos, casas de controle, motores, sistemas de iluminação, aterramento e encaminhamentos de eletrodutos aparentes, subterrâneos e de circuitos de força e controle;
- f) pré-detalhamento dos sistemas de proteção, automação, medição e intertravamento;
- g) pré-detalhamento do sistema de distribuição de iluminação, HVAC e força das subestações e demais prédios administrativos com foco em permitir estimativa de custo da implantação destes sistemas;
- h) Planilhas de quantitativos no padrão fornecido pela PETROBRAS no início do projeto de pré-detalhamento.

5.4.4 Os documentos aplicáveis para cada projeto em particular a serem elaborados ou revisados pela Projetista devem ser indicados pelo usuário ou responsável do projeto, por meio do preenchimento do Anexo C.

5.5 Projeto de Detalhamento de Eletricidade

Deve ser constituído por dois conjuntos de documentos. O primeiro a ser elaborado e emitido pela Projetista e o segundo pelos fabricantes e fornecedores. Os dois grupos de documentos devem ser elaborados e apresentados parceladamente e em fases distintas no decorrer do projeto.

Devem ser elaborados e emitidos pela Projetista, na etapa de detalhamento do projeto de eletricidade, os documentos, desenhos, diagramas, listas e tabelas indicadas em 8 relacionados com o projeto de automação do sistema elétrico.

5.5.1 Fases de Apresentação do Projeto de Detalhamento de Eletricidade

A menos que indicado em contrário nas diretrizes contratuais, os documentos do projeto de detalhamento de eletricidade devem ser elaborados e apresentados em fases distintas de acordo com as finalidades para as quais estão sendo emitidos.

Devem ser consideradas, no mínimo, as fases de elaboração e emissão de:

- a) lista de precedência de documentos a serem emitidos no detalhamento do projeto;
- b) documentos preliminares;
- c) documentos para comentários;
- d) documentos para aprovação;
- e) documentos para desenvolvimento de projetos de outras especialidades;
- f) documentos para aquisição de equipamentos;
- g) documentos para construção e montagem;
- h) documentos “como comprado” e/ou “como construído”;
- i) informações básicas de eletricidade para o empreendimento.

5.5.2 Requisitos de Segurança em Projeto de Eletricidade Indicados na [NR-10](#)

Devem ser atendidos pela documentação do projeto de eletricidade os requisitos de segurança indicados na [NR-10](#).

5.5.3 Documentação Elaborada e Emitida pela Projetista no Projeto de Detalhamento de Eletricidade

A Projetista deve elaborar e apresentar, durante as diversas etapas do desenvolvimento do projeto de detalhamento de eletricidade, no mínimo, os documentos listados a seguir, considerando a ordem de precedência, a ser emitida pela Projetista para aprovação, a menos que o porte do projeto não exija a lista de documentos completa, o que deve ser decidido pela PETROBRAS:

- a) cronograma de projeto e de emissão de documentos;
- b) lista de equipamentos elétricos contendo os parâmetros dos principais equipamentos e circuitos elétricos da instalação, tais como: dados de geradores, transformadores, motores, painéis, conversores de frequência, reatores, baterias de capacitores, retificadores, baterias de acumuladores etc. Os parâmetros apresentados na lista dados devem ser obtidos a partir da documentação certificada e aprovada, apresentada pelos fabricantes. A numeração da documentação deve ser indicada nesta lista de equipamentos elétricos;

NOTA A lista de equipamentos deve ser obtida a partir de bancos de dados integrados, compatíveis com todos os aplicativos utilizados nos estudos elétricos. A formatação dos bancos de dados deve estar de acordo com os requisitos de cada empreendimento.

c) relatórios dos seguintes estudos elétricos:

- fluxo de potência, contemplando os cenários de carga máxima, média e mínima do sistema elétrico;
- curto-circuito, contemplando os cenários que levam aos maiores valores de curtos-circuitos trifásicos e monofásicos a serem utilizados para o dimensionamento dos principais equipamentos da instalação, bem como aqueles cenários que conduzam aos menores níveis de corrente de curto-circuito, os quais são utilizados no estudo de coordenação e seletividade da proteção;
- coordenação e seletividade da proteção, incluindo a verificação da tendência de saturação dos transformadores de corrente de proteção ferromagnéticos ou a especificação de transformadores de corrente sem saturação, do tipo bobina de “Rogowski”, bem como a indicação dos ajustes das diversas funções de proteção em todos os níveis de tensão do sistema elétrico;

NOTA As informações de parametrização e configuração dos relés de proteção e dos IED contidas neste estudo de coordenação e seletividade devem ser apresentadas de acordo com a formatação, parametrização e codificação dos diversos fabricantes dos relés de proteção e IED, de acordo com os seus respectivos manuais.

- queda de tensão durante a partida de grandes máquinas e motores elétricos, considerando cenários com geração normal, essencial e de emergência. Devem ser utilizados, na etapa de projeto de detalhamento, os modelos dos reguladores de tensão e velocidade associados às máquinas elétricas síncronas, fornecidos pelos respectivos fabricantes;
- estabilidade eletromecânica, contemplando os cenários determinados na etapa de projeto de detalhamento e os modelos dos reguladores de tensão e de velocidade associados às máquinas elétricas síncronas, fornecidos pelos respectivos fabricantes. Devem ser realizados os estudos de estabilidade angular em regime permanente, incluindo pequenas perturbações que ocorrem durante a operação normal do sistema elétrico, tais como: entradas e saídas de blocos de carga, e em regime transitório, incluindo curtos-circuitos, rejeições de carga, reaceleração de motores, perda de geração etc.;
- transitórios eletromagnéticos, contemplando os cenários determinados na etapa de projeto de detalhamento e englobando simulações de energização de transformadores, interrupção de pequenas correntes indutivas em disjuntores e contadores de painéis de média tensão, tensões de restabelecimento transitórias TRV em disjuntores de média tensão etc, de modo que possam ser analisados os resultados obtidos, normalmente sob o ponto de vista das sobretensões, passíveis de ocorrerem no sistema elétrico;
- harmônicos introduzidos no sistema elétrico, em instalações que contenham fontes geradoras de distorções harmônicas, tais como cargas acionadas por conversores de frequência, UPS e baterias de capacitores. Na etapa de projeto de detalhamento, os equipamentos elétricos e os filtros necessários devem ser dimensionados de acordo com os resultados apresentados. No estudo de harmônicos, devem ser considerados os requisitos indicados nas IEEEE [Std 519](#) e IEEEE [Std 1531](#);
- energia incidente (“Arc-Flash”), que deve determinar, em função do nível de tensão, da distância do operador ao ponto de falta, dos níveis de curto-circuito (máximos e mínimos) e dos tempos de atuação da proteção, a quantidade de calor e as classes dos EPIs contra arcos elétricos;
- relatório dos estudos de simulação digital em tempo real (RTDS) dos estados transitórios e estacionários do sistema elétrico de potência;

NOTA De acordo com o porte do projeto de detalhamento pode ser necessária à execução e revisão dos estudos mais de uma vez. Em um primeiro momento, devem ser elaborados e emitidos relatórios de estudos que permitam confirmar os resultados obtidos durante a etapa anterior de projeto (básico ou pré-detalhamento). Com a evolução do projeto, e aquisição de dados certificados de equipamentos e dados atualizados de cargas, circuitos, revisões dos estudos podem ser necessárias. Após a fase de comissionamento, quando todos os dados necessários estiverem disponíveis, podem ser emitidas as revisões finais dos estudos. **[Prática Recomendada]**

d) Listas de:

- documentos de projeto;
- cargas elétricas, nas categorias normal, essencial e emergência;
- cabos e/ou circuitos;
- eletrodutos e/ou bandejas;
- interligação de bornes e circuitos;
- equipamentos elétricos tagueados;
- materiais;
- dados de processo para estudos de classificação de áreas;
- pontos de entrada/saída e mapas ou tabelas de variáveis lógicas e de mensagens de comunicação GOOSE, MMS e SV para sistemas digitais de automação elétrica;
- parâmetros de configuração de equipamentos elétricos digitais, tais como: relés digitais de proteção, IED, MU, conversores de frequência, UTR, PLC, UPS, "Switches" ópticos, servidores, GPS, conversores de protocolo de comunicação e sistemas de excitação de geradores e motores síncronos. Os dados de configuração devem ser apresentados de acordo com a formatação e codificação dos diversos fabricantes, indicados nos respectivos manuais;

e) memoriais descritivos e/ou memórias de cálculo para:

- dimensionamento de equipamentos elétricos, tais como transformadores, painéis, conversores de frequência, geradores e motores;
- dimensionamento dos sistemas UPS, incluindo sistemas de corrente contínua, composto por carregadores de bateria e retificadores, incluindo os níveis de tensão de 24 Vcc e 125 Vcc e sistemas UPS em corrente alternada e respectivas baterias de acumuladores;
- sistema de distribuição de circuitos de força normal, essencial e de emergência;
- puxamento de cabos de circuitos de distribuição de força, controle, automação e iluminação;
- sistema de aterramento;
- SPDA;
- sistema de iluminação;
- sistemas de automação e proteção, incluindo definição da topologia e redundância das redes de comunicação de dados "Ethernet" e a utilização de VLAN;
- arquitetura de servidores de descarte seletivo de cargas, MMS e OPC;
- arquitetura de "switches" industriais, IED, MU e GPS;
- integração entre automação do sistema elétrico e do sistema de processo, por meio de redes de comunicação de dados ou por fiação física ("hardwired");
- sistema de coordenação da proteção e seletividade elétrica;
- sistemas de intertravamento elétrico e de segurança de processo;
- sistema de sinalização e alarme;
- estudo de curto-circuito;
- estudo de fluxo de potência;
- estudo de queda de tensão de partida de grandes máquinas e motores elétricos;
- sistema de detecção e alarme de fumaça ou gases na sala de painéis, sala de cabos, sala de baterias, sala de transformadores e casas de controle;
- tipos de proteção "Ex" e EPL requerido para equipamentos para instalação em áreas classificadas;
- estudos de estabilidade;
- estudos de energia incidente em painéis elétricos;
- traceamento e aquecimento elétrico industrial;
- estudos de transitórios eletromagnéticos;
- memorial descritivo dos serviços de construção, montagem, comissionamento e TAC;

- f) apresentação de diagramas e de desenhos de plantas e cortes:
- diagramas unifilares (um por painel);
 - diagramas multifilares (um por painel);
 - diagramas funcionais típicos do projeto de detalhamento, incorporando as filosofias de proteção, intertravamento, automação, sinalização e alarmes, para fins de fabricação de painéis elétricos;
 - diagramas lógicos típicos, incorporando as filosofias do sistema de automação elétrico, para fins de elaboração dos arquivos em linguagem SCL de configuração do sistema (arquivos *.SSD e *.SED), de cada subestação (arquivos *.SCD) e dos diversos IEDs (arquivos *.ICD, *.IID e *.CID), de acordo com a IEC 61850-6;
 - diagramas de programação de equipamentos digitais;
 - interligações ou interconexões de equipamentos elétricos;
 - diagramas de fiação de interligação dos dispositivos de painéis elétricos;
 - diagramas de blocos de interligação de equipamentos principais e do sistema elétrico;
 - arranjo de equipamentos - plantas;
 - arranjo de equipamentos - cortes e detalhes;
 - estruturas aparentes de equipamentos em subestações externas - plantas, cortes e detalhes;
 - bases de equipamentos elétricos - localizações e dimensões;
 - áreas classificadas - plantas;
 - áreas classificadas - cortes e detalhes;
 - diagrama de esforços e pesos nas estruturas;
 - rede elétrica principal - planta geral;
 - rede elétrica subterrânea - plantas;
 - rede elétrica subterrânea - cortes e detalhes;
 - rede elétrica em leito para cabos - plantas;
 - rede elétrica em leito para cabos - cortes e detalhes;
 - rede elétrica em leito para cabos - identificação e posicionamento de cabos;
 - caixas de enfição subterrâneas ("Manholes") - características construtivas;
 - caixas de enfição subterrâneas - disposição de cabos;
 - caixas de enfição aparentes ("pull-points") para rede elétrica subterrânea - plantas;
 - caixas de enfição aparentes ("pull-points") para rede elétrica subterrânea - cortes e detalhes;
 - rede elétrica aérea isolada ou semi-isolada ("spacer cable") - plantas;
 - rede elétrica aérea isolada ou semi-isolada ("spacer cable") - cortes e detalhes;
 - instalações aparentes - plantas;
 - instalações aparentes - cortes e detalhes;
 - instalações elétricas prediais - plantas;
 - instalações elétricas prediais - cortes e detalhes;
 - distribuição de cargas dos circuitos de iluminação;
 - distribuição de circuitos de iluminação normal, essencial e de emergência - plantas;
 - distribuição de circuitos de iluminação normal, essencial e emergência - cortes e detalhes;
 - distribuição de circuitos de traceamento e aquecimento elétrico industrial - plantas;
 - distribuição de circuitos de traceamento e aquecimento elétrico industrial - cortes e detalhes;
 - sistemas de SPDA;
 - sistema de aterramento aparente (leitões, motores, tomadas, painéis) - plantas;
 - sistema de aterramento subterrâneo - plantas;
 - montagem de equipamentos com número de identificação (TAG) - detalhes específicos;
 - livros do projeto de detalhamento de eletricidade ("Data Book");
 - detalhes típicos de montagem elétrica, incluindo força, controle, iluminação, aterramento, SPDA e suportes;

NOTA É recomendado que os detalhes típicos de instalações elétricas sejam elaborados, de preferência, pelo usuário do projeto, de forma a consolidar as suas boas práticas existentes ou padrões de suas instalações. Nos casos da inexistência dos desenhos de detalhes típicos, por parte do usuário do projeto, devem ser elaborados pela Projetista. Dentre os conjuntos de desenhos de detalhes típicos a serem utilizados ou elaborados, incluem-se os seguintes: detalhes típicos de sistemas de iluminação, detalhes típicos de sistemas de aterramento, detalhes típicos de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas, detalhes típicos de distribuição de força e controle, detalhes típicos de suportes e fixações, diagramas funcionais típicos para cubículos e gavetas de painéis de baixa, média e alta tensão. **[Prática Recomendada]**

- g) documentos para aquisição de equipamentos e materiais:
- lista de equipamentos tagueados;
 - listas de materiais;
 - especificações técnicas;
 - FD;
 - requisições de materiais;
 - pareceres técnicos.

NOTA As listas de equipamentos tagueados, tais como transformadores, painéis e motores devem incluir, no mínimo, as seguintes informações: TAG do equipamento e função.

5.5.4 Os documentos aplicáveis para cada projeto em particular a serem elaborados ou revisados pela Projetista devem ser indicados pelo usuário ou responsável do projeto, por meio do preenchimento do Anexo C.

5.5.5 Documentação Elaborada e Emitida pelos Fabricantes no Projeto de Detalhamento de Eletricidade

5.5.5.1 A documentação elaborada e emitida pelos fabricantes no projeto de detalhamento de eletricidade deve incluir todos os documentos solicitados nas respectivas normas de especificação técnica dos diversos equipamentos elétricos, tais como: painéis, IED, “switches” ópticos industriais, servidores, “gateways”, GPS, motores (de indução e síncronos), geradores, transformadores, conversores de frequência, carregadores de baterias, UPS e cabos, bem como nas RM dos respectivos equipamentos e materiais elétricos.

5.5.5.2 A documentação de fabricantes está relacionada com as seguintes fases de fornecimento:

- a) documentação na apresentação de propostas;
- b) documentação para aprovação;
- c) documentação conforme comprado ou conforme fornecido (documentação certificada).

5.5.5.3 Os fabricantes devem apresentar em cada fase de fornecimento, no mínimo, os documentos relacionados a seguir, a menos que o equipamento, o material ou a fase de fornecimento não exija todos os documentos, o que deve ser submetido à aprovação da PETROBRAS.

- a) cronogramas de fabricação;
- b) listas de documentos dos equipamentos;
- c) desenhos dimensionais dos equipamentos, incluindo massa e centro de gravidade aproximado dos equipamentos;
- d) FD;
- e) listas de materiais e componentes;
- f) arquivos de configuração de IED, MU, “switches” ópticos, servidores, “gateways”, GPS, conversores de frequência, sistemas de excitação de geradores e motores síncronos, UPS e outros equipamentos digitais;

- g) arquivos em linguagem SCL, de acordo com a IEC 61850-6, para os IED e para o sistema de automação elétrico, incluindo os arquivos dos tipos *.ICD, *.IID, *.SSD, *.SCD, *.CID e *.SED;
- h) relatórios de testes de rotina, de tipo e especiais;
- i) certificados de conformidade;
- j) lista de sobressalentes;
- k) plano de inspeção e testes;
- l) relatórios TAF;
- m) relatórios TAC;
- n) manuais de montagem dos equipamentos;
- o) manuais de comissionamento dos equipamentos;
- p) manuais de operação dos equipamentos;
- q) manuais de manutenção dos equipamentos;
- r) cronograma de treinamentos sobre instalação, montagem, operação e manutenção.

NOTA Na documentação de projeto de eletricidade a identificação de componentes e dispositivos elétricos, eletrônicos e digitais instalados no interior de painéis elétricos e de automação devem seguir o padrão original do fabricante.

5.5.6 Entrega do Projeto Modelado em Aplicativos CAD 2D, CAD 3D ou CAE na Condição Conforme Construído ("As-Built")

5.5.6.1 Deve ser elaborada e fornecida periodicamente pela Projetista, durante a execução do detalhamento do projeto, cópias completas dos modelos eletrônicos elaborados em aplicativos CAD 2D, CAD 3D ou CAE, incluindo os seus respectivos bancos de dados, de forma a possibilitar a supervisão e o acompanhamento da evolução do projeto.

5.5.6.2 Devem ser fornecidos, juntamente com os arquivos que compõem o modelamento em aplicativos CAD 2D, CAD 3D ou CAE, todas as especificações, manuais, catálogos e certificados de conformidade utilizados ou necessários na definição de todos os equipamentos e componentes elétricos (incluindo painéis, geradores, motores, transformadores, conversores de frequência, UPS, carregadores de bateria e baterias de acumuladores), cabos, eletrodutos, bandejamentos, caixas de passagem, suportes e sistemas de aquecimento elétrico de tubulações.

5.5.6.3 Em todos os casos necessários de modificações de campo, o projeto elaborado em CAD 2D, CAD 3D ou CAE deve ser atualizado antes da implantação das modificações de campo. Somente após a aprovação da revisão dos projetos, nos respectivos aplicativos e bancos de dados, as modificações de campo devem ser executadas.

5.5.6.4 O projeto modelado em aplicativos CAD 2D, CAD 3D ou CAE deve ser entregue, na sua condição final conforme construído ("As-Built"), somente após a conclusão dos serviços de montagem, testes de aceitação de campo e aprovação dos respectivos relatórios.

5.5.6.5 A entrega final de todo o projeto detalhado, modelado em aplicativo CAD 2D, CAD 3D e CAE, na condição conforme construído ("As-Built") deve incluir:

- a) todo o modelo elaborado, incluindo todos os respectivos bancos de dados orientados a objetos;
- b) os documentos completos atendendo os requisitos de apresentação de projeto de todas as disciplinas envolvidas, incluindo eletricidade;
- c) todos os documentos e desenhos gerados nas etapas de projeto e fabricação de equipamentos;
- d) todos os arquivos de animações elaborados na fase de detalhamento, incluindo animações do tipo "Walk-Through" ou "Virtual Reality".

5.5.7 Fornecimento de Arquivos de Computador e Base de Dados dos Programas Específicos para Projetos de Eletricidade e Equipamentos Digitais

5.5.7.1 Devem ser fornecidos pela Projetista todos os arquivos de computador gerados pelos aplicativos, programas e softwares específicos para a execução dos estudos elétricos aplicáveis ao projeto, incluindo:

- a) estudos de curto circuito;
- b) estudos de coordenação e seletividade;
- c) configuração e parametrização dos IED, incluindo arquivos de softwares dos fabricantes dos IED;
- d) estudos de fluxo de potência;
- e) estudos de transitórios eletromagnéticos;
- f) estudos de transitórios eletromecânicos (estabilidade);
- g) estudos de distorções harmônicas;
- h) estudos de sistemas de aterramento;
- i) estudos de energia incidente;
- j) estudos de queda de tensão na partida dos grandes motores;
- k) configuração e parametrização de equipamentos elétricos digitais diversos, incluindo conversores de frequência, “soft-starter”, UPS, GPS, “switches ópticos”, UTR, PLC, “gateways”, servidores, concentradores de dados, monitores de temperatura e medidores de energia (softwares dos fabricantes dos equipamentos);
- l) arquivos em linguagem SCL, de acordo com a IEC 61850-6, para os IED e para o sistema de automação elétrico, incluindo os arquivos dos tipos *.SSD, *.SCD, *.SED, *.IID, *.ICD e *.CID;
- m) configuração de redes de comunicação de dados para os sistemas de proteção e automação elétrica (softwares dos fabricantes dos IED, MU, “switches” ópticos industriais, GPS);
- n) configuração das redes de engenharia e de manutenção dos IED (softwares dos fabricantes dos IED);
- o) configuração dos servidores de descarte seletivo de cargas, dos servidores de MMS (IEC 61850-8-1) e dos servidores OPC;
- p) configuração de equipamentos digitais constituintes dos sistemas de excitação de geradores e de motores síncronos.

5.5.7.2 Os arquivos e bases de dados devem ser fornecidos nas versões mais atualizadas, considerando a documentação de fornecedores na condição “certificada”.

5.5.7.3 Os arquivos de computador devem conter a base de dados desenvolvida no projeto, incluindo a configuração do sistema de força e de automação envolvido no projeto.

5.5.7.4 As especificações técnicas a serem elaboradas pela Projetista devem requerer o fornecimento, por parte dos respectivos fabricantes ou fornecedores de equipamentos digitais configuráveis, dos softwares, aplicativos e programas de computador, incluindo as respectivas licenças, que sejam necessários para a configuração, parametrização e monitoração dos equipamentos. Dentre os equipamentos elétricos, eletrônicos e digitais configuráveis, estão incluídos:

- a) IED (programas de configuração em linguagem SCL, tais como ferramentas de sistema para a elaboração e configuração dos arquivos SSD, SED, SCD, ICD, IID e CID, ferramentas de parametrização e de configuração dos dispositivos, de redes de engenharia e de redes de manutenção);
- b) conversores de frequência;
- c) PLC;
- d) UTR;
- e) “switches” óticos gerenciáveis;
- f) servidores no padrão IEC 61850, Servidores OPC e Servidores de Descarte de Carga;
- g) MU;

- h) "Gateways";
- i) UPS em corrente contínua ou em corrente alternada;
- j) sistemas de monitoração contínua de temperatura de conexão de barramentos e cubículos de painéis elétricos;
- k) sistemas GPS;
- l) medidores de energia para faturamento;
- m) sistemas de excitação de geradores e de motores síncronos;
- n) Sistemas de monitoração de descargas parciais em motores elétricos ou transformadores de potência de alta tensão.

5.5.7.5 Caso tenham sido especificados pelo usuário ou responsável pelo projeto, os aplicativos a serem utilizados pela Projetista devem estar de acordo com os tipos, modelos e versões indicados.

6 Automação, Gerenciamento, Modelamento, Simulação e Apresentação de Desenhos e Documentos do Projeto de Eletricidade em CAD 2D, CAD 3D ou CAE

6.1 Generalidades

6.1.1 Os desenhos de plantas, cortes, detalhes e outros documentos indicados nesta Norma devem ser elaborados em aplicativos CAD 2D, CAD 3D ou CAE.

6.1.2 É recomendado que seja realizada a modelagem dos sistemas elétricos envolvidos no projeto em aplicativo CAE, baseado em banco de dados. Este aplicativo CAE deve gerar documentos de projeto de eletricidade, tais como diagramas unifilares, diagramas funcionais, diagramas de interligação, diagramas de malhas, diagramas de interligação, FD dos equipamentos elétricos, listas de componentes, materiais e equipamentos, listas de cargas elétricas e lista de cabos. **[Prática Recomendada]**

6.1.3 É recomendado que o modelamento e a apresentação dos desenhos e documentos das instalações físicas dos sistemas e equipamentos elétricos envolvidos no projeto sejam executados em aplicativos CAD 3D ou CAE, baseados em bancos de dados orientados a objetos. **[Prática Recomendada]**

6.1.4 É recomendado que todos os documentos que alimentam com informações os bancos de dados dos modelos em CAD 2D, CAD 3D ou CAE adotem um procedimento que normalize o sistema de controle automático de revisões, de forma a assegurar que os bancos de dados estejam sempre integrados e atualizados. **[Prática Recomendada]**

6.1.5 Todos os documentos e desenhos certificados recebidos de fabricantes e fornecedores devem ser analisados e controlados de modo a verificar a consistência e atualizar possíveis modificações de dados em características e especificações de itens já introduzidos e modelados nos bancos de dados dos aplicativos CAD 2D, CAD 3D ou CAE, quando da elaboração do projeto de detalhamento de eletricidade.

6.1.6 É recomendado que a configuração das informações modeladas nos bancos de dados integrados do CAD 3D possibilite a exportação de dados, para fins de aquisição por meio de importação pelo aplicativo CAE nos projetos de eletricidade, e vice-versa. **[Prática Recomendada]**

6.1.7 É recomendado que sejam representados e modelados em aplicativo CAD 3D, sempre que aplicável, todas as instalações físicas integrantes do sistema elétrico, incluindo os equipamentos, edificações e materiais, tais como: **[Prática Recomendada]**

- a) edificações de subestações;
- b) edificações das CCL;
- c) edificação da CCI;
- d) sala ou porão de cabos;
- e) salas de baterias de acumuladores;
- f) salas de sistemas de VAC;
- g) painéis elétricos instalados no interior das subestações, incluindo os níveis de tensão de 13,8 kV, 4,16 kV, 2,4 kV, 0,48 kV, 0,22 kV, 0,127 kV, 125 Vcc, 24 Vcc;
- h) carregadores de bateria, UPS, UTR, CBT e baterias de acumuladores;
- i) conversores de frequência para controle de rotação de motores elétricos;
- j) gabinetes com bastidores ópticos, "racks" de "switches" ópticos industriais, servidores, GPS e sistema de automação e proteção elétrica;
- k) geradores elétricos;
- l) transformadores de força, auxiliares e de iluminação;
- m) motores elétricos nos níveis de tensão de 13,2 kV, 4,0 kV, 2,3 kV, 0,44 kV e 0,22 kV;
- n) painéis de campo para distribuição de circuitos de força, com tipo proteção para instalação em atmosferas explosivas (força, iluminação, sistema traceamento e aquecimento elétrico industrial e tomadas);
- o) painéis de campo para distribuição de circuitos de controle, com tipo de proteção para instalação em atmosferas explosivas;
- p) painéis de força e controle para instalação no campo em geral;
- q) botoeiras locais de comando de motores no campo;
- r) luminárias e sistema de iluminação normal e de emergência;
- s) tomadas para alimentação de máquinas de solda e de serviço;
- t) equipamentos e componentes para alimentação e monitoração de temperatura de sistemas de traceamento elétrico resistivo, de acordo com os requisitos das PETROBRAS [N-1857](#) e [N-2641](#). Para instalações marítimas de produção devem ser seguidos os requisitos da IEC [61892-5](#);
- u) equipamentos e componentes de sistemas de monitoração de fumaça em sala de cabos, sala de bateria e sala de painéis elétricos em subestações e casas de controle;
- v) sistema de SPDA;
- w) sistemas aéreos de bandejamento, inclusive com a indicação dos trechos protegidos contra fogo ("fire-proofing");
- x) sistemas aparentes de eletrodutos, inclusive com a indicação dos trechos protegidos contra fogo ("fire-proofing");
- y) sistemas de aterramento subterrâneo, incluindo hastes de terra, malhas de terra e caixas de inspeção;
- z) envelopes subterrâneos de eletrodutos;
- aa) caixas de passagem subterrâneas do tipo "Manholes";
- ab) caixas de passagem aparentes do tipo "Pull-Points".

6.1.8 É recomendado que sejam gerados, a partir de exportação de dados do modelamento elaborado em aplicativo CAD 3D, os seguintes documentos, em formato CAD 2D, para fins de impressão e para fins de arquivamento no sistema de gerenciamento de documentação técnica. **[Prática Recomendada]**

- a) plantas de locação de equipamentos elétricos;
- b) plantas de arranjo dos sistemas aparentes e subterrâneos de eletrodutos;
- c) plantas de arranjo dos sistemas de bandejamento de cabos e eletrodutos para a distribuição dos circuitos elétricos de força, comando, controle, automação, proteção, intertravamento, iluminação e redes de comunicação de dados;
- d) plantas de locação do sistema de iluminação incluindo luminárias, transformadores e painéis de distribuição de circuitos de iluminação e tomadas;

- e) plantas de distribuição de circuitos de força nos diversos níveis de tensão aplicáveis ao projeto;
- f) plantas de distribuição de circuitos de comando, controle, intertravamento, proteção, automação elétrica, iluminação e redes de comunicação de dados tanto no interior das subestações elétricas, das casas de controle locais, como no interior das unidades e áreas de processo e utilidades;
- g) plantas de sistemas de aterramento subterrâneo e de SPDA;
- h) plantas das áreas classificadas;
- i) desenhos de cortes das áreas classificadas;
- j) plantas de distribuição de circuitos de alimentação e monitoração de temperatura dos aquecedores elétricos resistivos para aquecimento de tubulações e de equipamentos de processo (traceamento e aquecimento elétrico industrial);
- k) listas de equipamentos tagueados, incluindo listas de cabos (força, controle, comando, proteção, intertravamento, automação de redes de comunicação de dados e iluminação) e de materiais elétricos em geral (luminárias, eletrodutos, bandejamento, tomadas, acessórios de montagem, suportes etc.).

6.1.9 As plantas, diagramas e outros documentos aplicáveis, a serem emitidos em formato 2D, devem ser gerados por meio da exportação a partir de bancos de dados modelados em aplicativos do tipo CAE e CAD 3D, caso requerido no projeto, de acordo com o definido ou recomendado nesta Norma.

6.1.10 É recomendado que os documentos e desenhos gerados a partir de aplicativo CAD 3D ou CAE sejam inclusive exportados e gerados eletronicamente no formato 2D, para fins de cadastramento no sistema de gerenciamento de documentação técnica e para maiores facilidades de impressão e consulta em papel. Os documentos podem conter, na margem abaixo da legenda, uma das seguintes “NOTAS” aplicáveis de advertência: **[Prática Recomendada]**

- a) legenda para arquivos 2D gerados a partir de aplicativos CAD 3D:
 - “ATENÇÃO: documento gerado originariamente em aplicativo CAD 3D. Revisar este documento somente a partir do modelo eletrônico em CAD 3D. NÃO REVISAR este documento a partir do formato CAD 2D”;
- b) legenda para arquivos 2D gerados a partir de aplicativos CAE:
 - “ATENÇÃO: documento gerado originariamente em aplicativo CAE. Revisar este documento somente a partir do modelo eletrônico CAE. NÃO REVISAR este documento a partir do formato CAD 2D”.

6.1.11 Todos os equipamentos envolvidos no sistema elétrico modelados em aplicativo CAD 3D, devem conter, sempre que aplicável, no mínimo, as seguintes informações:

- a) identificação do equipamento (nos casos de equipamentos tagueados);
- b) tensão de operação, corrente e potência nominal;
- c) modelo e fabricante;
- d) marcação do tipo de proteção para instalação em áreas classificadas contendo atmosfera explosiva (Zona, Grupo, Classe de Temperatura, tipos de proteção e nível de proteção de equipamento (EPL) para atmosfera explosiva).

6.2 Sistemas para Indicação e Controle Automático de Revisões

É recomendado que os aplicativos CAE e CAD utilizados para a elaboração do projeto de eletricidade, em suas diversas etapas, possuam recursos e sistemas para indicação e controle automático de revisões implantadas nos bancos de dados e respectivos documentos, incluindo diagramas, listas e plantas, de acordo com o indicado a seguir: **[Prática Recomendada]**

- a) os recursos devem possibilitar que as revisões implantadas em uma determinada parte da documentação ou do banco de dados sejam disseminadas automaticamente para todos os demais documentos aplicáveis, tais como: diagramas unifilares, diagramas funcionais, diagramas multifilares, diagramas de fiação, lista de cargas, lista de cabos, FD, diagramas de interligação, diagramas lógicos e diagramas de blocos;
- b) os recursos de controle automático de revisões devem indicar a implantação de cada revisão, por meio das seguintes informações: descrição e data da revisão, identificação dos responsáveis pela elaboração, verificação e aprovação da revisão;
- c) os recursos de controle automático de revisões devem indicar nos respectivos documentos, as partes alteradas, por meio de colocação de marcas, tais como: “amebas”, sombreamento ou outra forma similar adequada para devida identificação das partes dos documentos que tiverem sido revisadas ou alteradas.

6.3 Sistema de Gerenciamento de Documentação de Projeto de Eletricidade

6.3.1 É recomendado que seja implantado nos projetos de eletricidade um sistema eletrônico de gerenciamento de documentação técnica, baseado em conceitos de EDMS, com possibilidade de envio de documentos e desenhos para aprovação e de envio de informações e mensagens através da Internet ou da Intranet, de acordo com o indicado a seguir: **[Prática Recomendada]**

- a) o sistema deve possibilitar, dentre outros recursos, o cadastramento dos diferentes empreendimentos, dos fluxos de trabalho necessários e de todos os documentos de projeto;
- b) o sistema deve possibilitar o acompanhamento, a evolução e o fluxo de trabalho (“workflow”) de cada documento, desde a sua elaboração até a sua aprovação, incluindo as fases de incorporação de comentários e revisões;
- c) o sistema deve possibilitar o cadastramento de pessoas responsáveis pelas diversas etapas do fluxo de trabalho dos documentos, tais como: comentaristas, consolidadores, coordenadores e gerentes, com seus respectivos dados de identificação de usuário do sistema (“User” ID) e senha de acesso (“password”);
- d) o sistema deve permitir a geração de mensagens de documentação disponibilizada para comentários e emissão de relatórios gerenciais. Um exemplo do sistema de gerenciamento de documentação técnica é o SIGEM.

6.3.2 É recomendado que o sistema eletrônico de gerenciamento de documentação técnica possua a capacidade de indicação e de diferenciação da situação da documentação cadastrada, em duas condições básicas: “LIBERADO PARA CONSTRUÇÃO” (documentação implantada no sistema, mas cujos projetos ainda não foram efetivamente montados no campo) e condição “CONFORME CONSTRUÍDO”, indicando que a documentação “liberada para construção” foi devidamente revisada e atualizada, incorporando as eventuais alterações realizadas durante as atividades de montagem de campo. O sistema eletrônico de gerenciamento de documentação técnica deve possibilitar a revisão de documentos que já tenham sido previamente emitidos na condição “LIBERADOS PARA CONSTRUÇÃO” **[Prática Recomendada]**

6.3.3 Os arquivos de configuração SCL elaborados pelas ferramentas de configuração de sistema IEC 61850 e pelos programas de configuração de IED, incluindo os arquivos SSD, SCD, ICD, CID, IID e SED (IEC 61850-6), devem ser cadastrados no sistema eletrônico de gerenciamento de documentação técnica (EDMS), para fins de utilização em casos de necessidade de substituição ou reprogramação do IED existentes ou para fins de controle de revisões posteriores, nos casos de necessidade de revisão do projeto do sistema de automação e proteção elétrica.

6.4 Modelamento e Simulação Digital em Tempo Real de Estados Transitórios e Estacionários dos Sistemas Elétricos de Potência e de Proteção

6.4.1 Caso esteja especificado no escopo do projeto, a Projetista deve modelar e simular em um sistema digital em tempo real (RTD), os sistemas elétricos de potência e de proteção envolvidos no projeto.

6.4.2 O sistema digital de simulação em tempo real deve simular digitalmente os transitórios eletromagnéticos do sistema de potência, e deve ser utilizado para realizar testes de malha fechada de dispositivos físicos, tais como dispositivos de proteção (relés digitais e IED) e dispositivos de controle (chaves seccionadoras, disjuntores, AVR e pulsos de gatilhamento de SCR), incluindo dispositivos de acordo com a Série IEC 61850. Os sistemas digitais de simulação em tempo real devem possibilitar a realização de estudos de sistemas analíticos, representativos dos sistemas elétricos de potência reais a serem implantados.

6.4.3 Devem ser modelados em sistemas de simulação digital em tempo real os sistemas elétricos industriais envolvidos nos projetos em refinarias de petróleo, terminais, dutos, plataformas de petróleo, plantas petroquímicas e sistemas elétricos de centrais de cogeração de energia elétrica movidas a gás, diesel ou álcool ou combinação destes ou de outros combustíveis.

6.4.4 O sistema de simulação digital em tempo real deve operar de forma contínua e sustentada em tempo real, resolvendo as equações do sistema elétrico de potência modelado de forma rápida o suficiente para continuamente produzir as condições de saída que representem, de forma realista, as condições reais do sistema elétrico. Em função dos sinais de saída em tempo real, o sistema digital de simulação deve ser diretamente conectado aos componentes de proteção e controle (IED) de forma a simular a operação real do sistema elétrico a ser implantado.

6.4.5 Os sistemas de simulação digital em tempo real devem permitir a investigação de efeitos de distúrbios sobre o sistema elétrico de potência, de forma a evitar interrupções ou faltas parciais ou completas do sistema elétrico de potência. São exemplos das situações os estados transitórios ou estacionários, a operação nominal, sobrecargas, conteúdos harmônicos, chaveamentos, manobras para alterações na topologia dos sistemas de alimentação e de interligação, partidas de motores e as ocorrências de curtos-circuitos.

6.4.6 O sistema elétrico de potência deve ser modelado a partir de componentes típicos existentes em uma biblioteca do software do sistema de simulação em tempo real, ou de componentes específicos a serem customizados. Os parâmetros a serem utilizados nos componentes típicos ou customizados devem ser aqueles indicados no projeto de eletricidade. Os diagramas e a interface gráfica do sistema devem ser elaborados para permitir a execução de todos os passos e etapas que permitam a execução e as simulações necessárias, bem como a análise dos respectivos resultados.