|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *Edição* | *Alteração* | *Elaborado* | *Verificado* | *Aprovado* |
| JAN/2015 | Ver 1 / 2012 | LBFG/RR |  |  |

# DESCRIÇÃO.

Trata-se das diretrizes mínimas e condições gerais para a elaboração de projetos de engenharia elétrica em tensão primária de distribuição, incluindo subestações de energia elétrica, transformadores de força; linhas elétricas em alta e média tensão, barramentos e sistemas de emergência, incluindo sistema de combate a incêndio; para o fornecimento de energia elétrica de edificações do Departamento de Polícia Federal –DPF.

# OBJETIVOS.

A finalidade desta especificação é fazer com que os projetos para o Departamento de Polícia Federal sejam otimizados, evitando projetos deficientes e com informações incompletas. A especificação originou-se da experiência vivenciada pela fiscalização e trata-se de resumo do mínimo desejado para que seja realizado um projeto de qualidade. Ainda tem-se como objetivo integrar e harmonizar os projetos de arquitetura, estrutura e instalações com o projeto de engenharia elétrica.

# NORMAS

# Normas Gerais

Todos os equipamentos, materiais, projetos e serviços devem estar em conformidade com a última revisão das normas técnicas publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, vigentes no momento da execução do projeto e da obra. Na falta de normas desta organização devem ser atendidas, nas mesmas condições, os padrões das seguintes entidades:

− ANSI - American National Standards Institute

− IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers

− IEC - International Electrotechnical Commission

− ISO - International Standarization Organization

− NEMA - National Electrical Manufacturers Association

− IEC - International Electrotechnical Commission

− U/L - Underwriter’s Laboratories

− ISA - The International Society of Automation

− SAMA - Scientific Apparatus Makers Association

# Normas Específicas

São normas específicas orientadoras de projetos de instalações elétricas em rede primária de distribuição:

- CEMIG-ND-5.3 - Fornecimento de energia elétrica em tensão primária-15 kV Rede de Distribuição Aérea ou Subterrânea.

- IEC 60255-4 - Single input energizing quantity measuring relays.

- IEC 60298 - Metal-enclosed switchgear and control for rated voltages above 1 kV and up to and including 72 kV.

- NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão.

- NBR 5460 - Sistemas elétricos de potência – terminologia.

- NBR 9077 - Saídas de emergência em edifícios.

- NBR 10068 - Folha de desenho - layout e dimensões.

- NBR 13570 - Instalações elétricas em locais de afluência de público –Requisitos específicos.

- NBR 14039 - Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV.

- NBR 5419 – Projetos de SPDA e para-raios.

- NBR IEC 60529 - Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP).

- NBR IEC 62271 - 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, inclusive 52 kV.

- NR 10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade.

- NR 23 - Proteção contra incêndios.

- RESOLUÇÃO 414/2010 da ANEEL - Resolução n° 414 de 09 de setembro de 2010 - Estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica.

- Normas específicas de proteção e combate a incêndio do Corpo de Bombeiros Militares do Estado para o qual será implementado o projeto.

# CONDIÇÕES GERAIS.

# ENERGIA

# Concessionária, demanda disponível

Antes de iniciar o projeto, verificar as normas da concessionária local de energia elétrica, de maneira que se adaptem às exigências, disponibilidades e características de energia elétrica no local da edificação, bem como todos os regulamentos, requisitos e padrões exigidos para as instalações elétricas.

É indispensável verificar junto à concessionária de energia se há disponibilidade de demanda na rede existente (ou não) para atender a nova edificação e também se há disponibilidade ou exigência de consulta prévia à mesma.

Este levantamento prévio é imperativo, pois os custos de adequação da rede da concessionária devem ser inseridos nos custos da execução do projeto executivo. Não haverá disponibilidade financeira no objeto do contrato e projeto executivo para arcar com adequações posteriores da rede elétrica da concessionária.

# Nível de tensão

O nível de tensão a ser adotado, visando à padronização de materiais, segurança e confiabilidade na operação e manutenção das instalações elétricas deverá ser de acordo com a tensão comercial adotada pela concessionária local.

Geralmente, é adotado como 13,8 kV para o fornecimento de energia de média tensão. Outras tensões podem ser adotadas dependendo da demanda exigida pela rede ou pelos critérios adotados pela concessionária de distribuição de energia elétrica local.

# SUBESTAÇÃO DE ENTRADA DE ENRGIA;

Subestação que é alimentada pela rede de distribuição de energia da distribuidora e que contém o ponto de entrega e a origem da instalação.

Em regra geral, deverá ser prevista subestação de entrada abrigada.

# Cubículo de média tensão

Na subestação deverá ser prevista a instalação de cubículo de média tensão, o qual deverá possuir todas as proteções necessárias para o pleno funcionamento. Porém poderá ser apresenta outra configuração, sempre buscando unir técnica, custo e benefício.

# Transformadores:

Deverá ser utilizado transformador tipo seco, IP-23 (no mínimo). O local de instalação deverá ter ventilação natural ou forçada.

Cada um dos transformadores deverá possuir sensores de temperatura em suas bobinas, de tal forma que se possa verificar sua temperatura de trabalho e projetar os devidos alarmes para cada uma das condições de operação.

Deverá ser prevista a instalação de controlador digital de temperatura para a supervisão da temperatura das bobinas, com supervisão programada para os estágios de operação e temperatura características do transformador. Os contatos poderão ser acionados por sensores tipo PT100 ou outro que for provido no transformador e compatível com o controlador de temperatura ou TLP, salvo quando necessário e indispensável à instalação de outra configuração.

O aterramento deverá ser provido através da base inferior do transformador e o cabo de aterramento deverá ter bitola adequada e ser o mais curto possível até alcançar a malha de terra.

Os parâmetros elétricos fornecidos pelo transformador ao Quadro Geral de Baixa Tensão deverão ser ligados a um multimedidor de grandezas elétricas dotado de protocolo de comunicação MODBUS para supervisão através de um software de sistema supervisório tipo SCADA ou similar.

O transformador deverá ter seu manual completo com todos os ensaios de praxe previsto na NBR 7036, NBR 7037 e NBR 5416.

# Refrigeração

Deverá ser prevista refrigeração natural ou forçado para os componentes que necessitem, como os transformadores, nas subestações de entrada de energia.

# Proteção de emergência

Deverá ser prevista a proteção contra incêndio nas subestações de energia elétrica, principalmente os de classe C, devendo utilizar apenas extintores que não conduzam corrente elétrica como o de pó químico seco e o de gás carbónico.

As instalações deverão possuir rotas de fuga desobstruídas e possuir placas de avisos alertando sobre o perigo de alta e média tensão, quando estritamente necessária a segurança das pessoas ou quando houver exigência legal das normas técnicas.

Em caso de emergência a energia elétrica poderá ser cortada através de dispositivos de manobra, como disjuntores; no entanto os circuitos de emergência deverão continuar funcionando para garantir a fuga, alertar as pessoas e combater o incêndio. Os circuitos de emergência, como os de combate a incêndio, deverão, inclusive, funcionar em caso de sobretensão. Neste caso deverá emitir uma alerta para que os responsáveis pela segurança e manutenção tomem as devidas providências.

# ATERRAMENTO

A malha de terra deverá atender as características apropriadas para subestação de média tensão e o memorial de cálculo deverá trazer todo o estudo do solo, resistividade e todos os dados calculados e o método de cálculo seguido.

A malha de terra não deverá ultrapassar 10 Ohms em qualquer época do ano e deverá seguir os seguintes critérios mínimos:

a) - demanda maior que 150 kVA e menor que 500 kVA mínimo de 8 (oito) eletrodos; demanda maior ou igual a 500 kVA, mínimo de 12 (doze) eletrodos.

b) a distância entre quaisquer eletrodos deve ser, no mínimo, igual ao comprimento dos eletrodos utilizados, objetivando evitar indutância mútua ente as hastes.

c) os eletrodos devem ser interligados por condutor de Cobre nu, seção mínima de 50 mm²; a conexão desse condutor às hastes pode ser feita através dos conectores existentes no corpo das hastes ou, alternativamente, por solda exotérmica (preferencialmente). Estas conexões, bem como a conexão dos equipamentos e dispositivos a malha de terra deverão utilizar cabo de Cobre de 50 mm2;

d) os eletrodos de aterramento devem ser cravados no solo com sua extremidade superior (incluindo conector ou ponto de solda) acessível para inspeção pela Concessionária local dentro de uma cava, com o topo de cada haste situada abaixo da linha de acabamento do piso. Cada cava deve ser revestida por argamassa ou tubo de PVC e protegida por tampa de concreto ou ferro fundido que deve ficar no mesmo nível do acabamento do piso;

e) além dos pontos de acesso à malha nos locais onde estão cravados os eletrodos, "rabichos" de 500 mm em vários pontos para prover o aterramento de carcaças de equipamentos, telas e como reserva para eventual necessidade de novos pontos de aterramento;

f) além do aterramento de todas as partes metálicas, devem ser conectados a malha de aterramento o condutor neutro proveniente da rede da Concessionária, o neutro do(s) transformador(es) e o condutor neutro que será levado à instalação consumidora;

g) a ferragem da parte civil deve ser interligada a malha de aterramento;

# SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)

O sistema deverá ser projetado de acordo com as modernas técnicas de proteção e deverá seguir os novos critérios desde o início das obras, conforme a norma NBR 5419.

# SISTEMA DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

O sistema de prevenção e combate a incêndio deverá atender as normas locais do Corpo de Bombeiros Militares do Estado onde será construída a rede elétrica.

Deverá ser prevista atendimento independente para o sistema de combate a incêndio, partindo diretamente do próprio transformador de potência, porém antes da proteção geral da entrada de energia, de modo que se possa desligar as demais instalações sem prejuízo do funcionamento do sistema de combate a incêndio.

# PARA-RAIOS

Para proteção contra sobretensões, deve ser instalado para-raios de invólucro polimérico de óxido de zinco sem centelhador, providos de desligador automático, observando as normas reguladoras da distribuidora de energia.

# REDES DE DISTRIBUIÇÕES

As redes de distribuições de energia podem ser aéreas ou subterrâneas, observando as distâncias mínimas entre os condutores e o solo ou partes das edificações.

# ELEMENTOS COMPONENTES DE PROJETO

# Diagrama de blocos da instalação

A finalidade do diagrama de blocos é facilitar a compreensão dos sistemas instalados, mostrando todos os dispositivos conectados, iniciando desde a Subestação, passando pelos transformadores, pelo QGBT, QGAC de todas as edificações alimentadas pela rede.

O diagrama de bloco visa facilitar a compreensão do sistema elétrico, desde o engenheiro, eletricista, ajudante e até ao responsável pela manutenção elétrica, apresentando uma visão geral do sistema elétrico.

Segue abaixo um modelo de diagrama de blocos, apresentado aqui apenas para servir de subsídio ao projetista.



# Diagramas unifilares de quadros elétricos

Os diagramas unifilares deverão ser propostos levando-se em consideração os diversos elementos de projeto sugeridos neste volume.



# Diagramas de controle

Em todos os projetos relacionados a componentes controláveis, como bombas de recalque, bombas de incêndio, bombas de sprinklers, bombas de água gelada acionada por soft starts, quadros de iluminação com contatores, QGBT, QGAC, no-break, USCA, QTA (Chave de Transferência Automática), e outros que forem necessários, deverão ser apresentados com uma capa, diagrama unifilar, trifilar, comando, layout do quadro, com vistas (superior, inferior, corte lateral para cada painel, vista frontal sem portas), lista de materiais (com descrição do item), lista de plaquetas (etiquetas) com respectiva dimensão e material com gravação em acrílico, legenda e catálogos técnicos em formato impresso e digital de todos os materiais e componentes aplicados em cada quadro.

# Diagrama de comando (modelo de exemplo)



# Lista de materiais (modelo de exemplo)

****

# Lista de plaquetas acrílicas pantografadas ou etiquetas (modelo de exemplo)

****

# Layout de quadro (modelo de exemplo)

****

# Legenda de eletricidade (modelo de exemplo)

****

# Distribuição de energia horizontal: eletrocalhas, leitos e perfilados;

Esta fiscalização sugere que a distribuição de energia horizontal sempre seja feita através de leitos, eletrocalhas ou perfilados, tipo médio ou pesado.

Não deve ser aplicado eletrocalha do tipo leve, devido à baixa resistência mecânica da mesma.

A chapa componente dos leitos, eletrocalhas e perfilados devem ser galvanizados a fogo.

A chapa componente dos perfilados e das eletrocalhas, para possuir uma resistência mecânica adequada, deverá ser chapa número 16 ou menor.

# Elaboração de listas de cabos no padrão do DPF;

Em todos os projetos elétricos será exigida a lista de cabos. Para que a fiscalização possa quantificar e medir os cabos existentes no projeto e na obra, é necessário que o projeto possua/apresente lista de cabos no padrão adotado pelo DPF.

A lista de cabos permite verificar as rotas do cabo, seu comprimento estimado, sua bitola, seu endereçamento dentro da obra. Na figura seguinte há um modelo de lista de cabos usado/recomendado no DPF.



# Codificando um cabo

Para se codificar um cabo corretamente, faz-se necessário determinar as tensões ou sinais do cabo, a área de origem e de destino do cabo, dispositivo de origem e de destino do cabo.

# Elaboração de listas de bornes no padrão do DPF (quando aplicável);

A lista de bornes complementa a lista de cabos. Ela é responsável pela correta ligação dos cabos aos equipamentos dentro de um painel e torna-se imprescindível sua aplicação em um projeto elétrico.

Esta fiscalização exige que o painel ou quadro elétrico possua em sua porta o porta documentos, onde será colocado o projeto elétrico completo do painel, com lista de cabos, lista de bornes, layouts, diagramas funcionais, capa, lista de materiais componentes do painel.

# Memorial de cálculos;

Em toda a instalação elétrica há necessidade da memória de cálculos, com indicativos claros dos métodos e fórmulas utilizadas. Todo o cálculo deverá ser demonstrado matematicamente e, como os resultados foram alcançados.

As fórmulas deverão ser explicitadas no memorial. O método de cálculo utilizado deve ser mencionado. Planilhas desenvolvidas para cálculos deverão ser apresentadas e repassadas ao DPF. Quando for utilizado software específico para cálculo, deverá ser mencionado o método utilizado pelo software, versão do software e, se o software utilizado for de domínio público, deverá ser fornecida uma cópia ao DPF.

Não serão aceitos cálculos oriundos de software “caixa-preta”, onde somente o proprietário tem acesso aos memoriais. Todos os relatórios de cálculos gerados deverão ser anexados ao projeto.

Os seguintes cálculos serão exigidos do projetista:

Memorial de cálculo do SPDA e malha de terra;

Memorial de cálculo dos alimentadores;

Memorial de cálculo e simulações de todo o sistema de iluminação;

Memoriais de cálculo e simulações dos sistemas de aterramento (potenciais de toque e passo);

Memorial de cálculo de curto-circuito;

# Memoriais descritivos de todos os projetos e instalações elétricas;

A instalação deverá ter seu memorial descritivo pormenorizado, com todas as informações necessárias que caracterizem um bom projeto. O SEAP poderá ser utilizado como referência.

O memorial descritivo deve ser completo em todos os pontos, definindo com clareza os itens, como exemplo: disjuntores de Média Tensão, nível de curto-circuito da instalação, transformadores, projetos de Quadro Geral de Baixa Tensão, Quadro Geral de Ar Condicionado, etc.

# Elaboração de cadernos de detalhes técnicos;

Nos novos projetos, os cadernos de detalhes técnicos serão apresentados em formato A3 ou A4, conforme a conveniência do DPF e porte da obra.

Os detalhes técnicos além de poderem ser apresentados nas pranchas convencionais, serão necessariamente apresentados nos cadernos de detalhes.

Os projetos devem ser entregues em mídia digital em padrão (DWG) Autocad 2004 ou superior.

# Elaboração de cadernos de especificações técnicas e catálogos técnicos dos materiais empregados nos projetos;

O caderno de especificações técnicas, que irá gerar a lista de materiais com todos os itens especificados no projeto, desde uma arruela até um disjuntor de média tensão, deverá ter sua especificação técnica associado a um catálogo técnico do fabricante sugerido, impresso em formato A4 e em formato digital (PDF), organizado em CD, com pastas específicas para cada tipo de produto.

Todas as informações que compõem cada equipamento devem ser apresentadas. Não serão aceitos folhetos com especificações técnicas insatisfatórias, que não caracterizem perfeitamente o material que está sendo empregado.

Além de ser impresso em papel formato A4, deverão ser entregues em meio digital. Projetos de CAD deverão seguir o Autocad 2009 ou inferior.

# Elaboração de planilha orçamentária;

A planilha orçamentária deverá ser embasada no SINAPI, ou em outros órgãos oficiais, respeitando as decisões sobre encargos, impostos e BDI do Tribunal de Contas da União.

# Elaboração de caderno de encargos;

O caderno de encargos deverá seguir as orientações do SEAP em seu Manual de Obras Públicas-Edificações.

# CONCLUSÕES

As diretrizes aqui apresentadas são um padrão adotado pelo Departamento de Polícia Federal em suas instalações elétricas de tensão primária de distribuição, de SPDA e de emergência; no entanto, não impede que a empresa contratada apresente novas soluções buscando sempre a melhor técnica e preço, desde que seja respeitada as normas e exigências dos órgãos responsáveis pela aprovação e pela fiscalização.