

WHITEPAPER

QGBT: MÉTODO DE ESPECIFICAÇÃO, PROJETO, VERIFICAÇÃO E ACEITE DE QUADROS GERAIS DE BAIXA TENSÃO

SUMÁRIO

1. SUMÁRIO EXECUTIVO	4
2. ESCOPO, APLICAÇÃO E LIMITES DO WHITEPAPER	4
3. BASE NORMATIVA E RELAÇÃO ENTRE INSTALAÇÃO, CONJUNTO E COMPONENTES	5
4. RESPONSABILIDADES DO USUÁRIO, PROJETISTA, FABRICANTE ORIGINAL E MONTADOR	6
5. CARACTERÍSTICAS DE INTERFACE QUE DEVEM CONSTAR NA ESPECIFICAÇÃO	6
6. UN, UE, UI, UIMP E COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO	7
7. DEMANDA, INA, INC, RDF E CAPACIDADE TÉRMICA	8
8. ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA E VERIFICAÇÃO TÉRMICA	8
9. ICP, ICW, IPK E ICC: SUPORTABILIDADE AO CURTO-CIRCUITO	9
10. PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES, CIRCUITO PE E EQUIPOTENCIALIZAÇÃO	10
11. SOBRETENSÕES, UIMP E INTEGRAÇÃO DOS DPS	10
12. REQUISITOS CONSTRUTIVOS DO CONJUNTO	11
12.1. MATERIAIS, CORROSÃO, CALOR E FOGO	11
12.2. INVÓLUCRO, IP E IK	11
12.3. BARRAMENTOS, CONDUTORES INTERNOS E CONEXÕES	11
12.4. BORNES E CABOS EXTERNOS	12
12.5. IDENTIFICAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO INTERNA	12
13. AMBIENTE, CONDIÇÕES DE SERVIÇO E COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA	12
14. OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E EXPANSÃO	13
14.1. PARTES FIXAS, REMOVÍVEIS E EXTRAÍVEIS	13
14.2. RESERVA E EXPANSÃO	13
15. FORMAS DE SEPARAÇÃO INTERNA	13
16. ARCO ELÉTRICO E ENERGIA INCIDENTE	14
17. VERIFICAÇÃO DE PROJETO	14
18. VERIFICAÇÃO DE ROTINA	15
19. FAT, INSPEÇÃO EM FÁBRICA E VERIFICAÇÃO NORMATIVA	15
20. INSTALAÇÃO, INSPEÇÃO NO LOCAL E COMISSIONAMENTO	16
21. DOSSIÊ TÉCNICO PARA ACEITE DO QGBT	16
22. MÉTODO A3A PARA ESPECIFICAÇÃO E ACEITE	16
23. ERROS TÉCNICOS RECORRENTES	17
24. CONCLUSÃO	17
24.1. QDG E QGBT SÃO A MESMA COISA?	17
24.2. A CERTIFICAÇÃO DOS DISJUNTORES COMPROVA A CONFORMIDADE DO QGBT?	17

24.3. ICU PODE SER USADO COMO ICW DO PAINEL?	17
24.4. TODO QGBT PRECISA DE ENSAIO DE CURTO-CIRCUITO PRÓPRIO?	17
24.5. A VERIFICAÇÃO DE ROTINA SUBSTITUI A VERIFICAÇÃO DE PROJETO?	18
24.6. FORMA 4 SIGNIFICA PAINEL RESISTENTE A ARCO?	18
24.7. SERVIÇOS DE ENGENHARIA	18
24.8. CLUSTER QGBT E PAINÉIS ELÉTRICOS	18
24.9. PROTEÇÃO ELÉTRICA E ATERRAMENTO	18
24.10. NBR 5410 E SEGURANÇA ELÉTRICA	18

1. SUMÁRIO EXECUTIVO

Um **QGBT** ou **QDG** não deve ser especificado como uma simples caixa contendo barramentos e disjuntores. Para fins normativos, ele é um **conjunto de manobra e comando de baixa tensão**: uma combinação completamente montada de dispositivos de manobra, comando, medição, sinalização, proteção e regulação, com interconexões elétricas, partes mecânicas e elementos estruturais próprios.

A conformidade do conjunto depende de duas camadas inseparáveis. A **ABNT NBR 5410** estabelece as condições da instalação elétrica: divisão dos circuitos, demanda, proteção contra choques e sobrecorrentes, esquemas de aterramento, influências externas, documentação, verificação e manutenção. A série **ABNT NBR IEC 61439** estabelece como o conjunto deve ser especificado, construído e verificado para funcionar nessas condições.

Este whitepaper organiza os requisitos da ABNT IEC/TR 61439-0, da ABNT NBR IEC 61439-1 e da ABNT NBR IEC 61439-2 em um método aplicável à especificação, ao projeto, à fabricação, ao FAT, à instalação e ao aceite de quadros gerais de baixa tensão. Também relaciona as normas de produto dos dispositivos, os requisitos de invólucro, a proteção contra surtos, o aterramento e o gerenciamento do risco de arco elétrico.

O objetivo é permitir que projetistas, contratantes, integradores, montadores, inspetores e equipes de manutenção distingam claramente: o que deve ser informado pelo usuário; o que deve ser definido pelo projeto da instalação; o que deve ser desenvolvido e verificado pelo montador do conjunto; e quais evidências devem ser exigidas no recebimento.

2. ESCOPO, APLICAÇÃO E LIMITES DO WHITEPAPER

O conteúdo é direcionado principalmente a conjuntos de potência utilizados na distribuição geral de energia em baixa tensão em instalações industriais, comerciais, institucionais e prediais. Esses conjuntos se enquadram, em regra, no escopo da **ABNT NBR IEC 61439-2**, lida obrigatoriamente em conjunto com a Parte 1.

As siglas QGBT e QDG são denominações práticas de mercado e de projeto. A classificação normativa não decorre da sigla gravada na placa, mas da aplicação, da tensão, da corrente, do tipo de operador, da arquitetura e da norma pertinente ao conjunto.

Denominação prática Enquadramento técnico predominante Observação
QGBT ou QDG de potência ABNT NBR IEC 61439-1 e ABNT NBR IEC 61439-2 Distribuição e comando de energia em aplicações industriais, comerciais e similares, sem previsão de operação por pessoas comuns Quadro de distribuição operado por pessoas comuns ABNT NBR IEC

61439-1 e ABNT NBR IEC 61439-3DBO com tensão à terra de até 300 V c.a., circuitos de saída de até 125 A e corrente do conjunto de até 250 A
Conjunto para canteiro de obra
Parte 4Aplicação específica, não devendo ser tratada como QGBT genérico
Conjunto de distribuição em rede pública
Parte 5Aplicação de concessionárias e redes públicas
Linha elétrica pré-fabricada
Parte 6Sistema de barramento blindado ou busway

O whitepaper não substitui o projeto elétrico, o cálculo de curto-circuito, o estudo de seletividade, a análise de energia incidente, os desenhos de fabricação ou os registros de verificação. Também não autoriza a reprodução parcial de uma solução verificada sem observar os limites e as instruções do fabricante original.

3. BASE NORMATIVA E RELAÇÃO ENTRE INSTALAÇÃO, CONJUNTO E COMPONENTES

DocumentoFunção no projeto do QGBT
ABNT NBR 5410Define requisitos da instalação: cargas, circuitos, proteção, aterramento, influências externas, documentação, inspeção e manutenção
ABNT IEC/TR 61439-0Orienta o usuário na definição das características de interface e das condições de aplicação
ABNT NBR IEC 61439-1Estabelece regras gerais de construção, desempenho, verificação de projeto e verificação de rotina
ABNT NBR IEC 61439-2Acrescenta requisitos específicos para conjuntos de manobra e comando de potência
ABNT NBR IEC 60947-1 e 60947-2Definem características e desempenho de dispositivos incorporados, especialmente disjuntores
ABNT NBR IEC 60529Define os graus de proteção IP
ABNT NBR IEC 62262Define os graus de proteção IK contra impactos mecânicos externos
ABNT NBR 5419-4Trata da proteção dos sistemas elétricos e eletrônicos internos contra efeitos das descargas atmosféricas
ABNT NBR 17227Estabelece o processo de análise e gerenciamento do risco de energia incidente por arco elétrico

A edição disponível da ABNT NBR 5410 foi publicada antes da série 61439 e ainda referencia a antiga família 60439. Para conjuntos atuais, a especificação e a verificação devem ser estruturadas pela série ABNT NBR IEC 61439, preservando simultaneamente os requisitos da NBR 5410 aplicáveis à instalação.

A conformidade de um disjuntor, de um invólucro vazio ou de um barramento isoladamente não demonstra a conformidade do QGBT. A Parte 1 determina que os ensaios realizados segundo as normas de produto dos componentes não substituem as verificações aplicáveis ao conjunto completo.

A norma do componente não substitui a norma do conjunto

Veja também o artigo [NBR IEC 61439: requisitos para QGBT e painéis de baixa tensão](#) e a introdução técnica [QGBT: o que é, função e componentes](#).

4. RESPONSABILIDADES DO USUÁRIO, PROJETISTA, FABRICANTE ORIGINAL E MONTADOR

A ABNT NBR IEC 61439-1 distingue três agentes essenciais: o **fabricante original**, que realizou o projeto original e a verificação associada; o **montador do conjunto**, que assume a responsabilidade pelo conjunto completo; e o **usuário**, que especifica, compra, utiliza ou manuseia o conjunto, ou atua em nome dessas partes.

Na prática de engenharia, o projetista da instalação atua em nome do usuário ao transformar as necessidades operacionais e as características do sistema elétrico em uma especificação verificável. O processo indicado pela Parte 0 possui quatro etapas:

Parte	Responsabilidade mínima	Evidência esperada	Usuário ou contratante
Definir finalidade, operação, manutenção, expansão, ambiente e requisitos	Requisitos do usuário e critérios de aceite	Projetista da instalação	Definir sistema, cargas, correntes, curto-circuito, proteção, aterramento e interfaces
Unifilar, memoriais, cálculos, especificações e listas	Fabricante original	Desenvolver o sistema do conjunto e realizar as verificações originais	Registros de projeto, ensaios, cálculos, regras e instruções
Montador do conjunto	Assumir responsabilidade pelo QGBT completo e respeitar o sistema verificado	Desenhos, lista de componentes, identificação, verificação de rotina e documentação	Instalador
Transportar, posicionar, interligar e conectar conforme instruções	Registros de instalação, torque, ensaios e as built	Inspetor ou comissionador	Verificar conformidade documental e integração com a instalação
Relatório de inspeção, testes funcionais e pendências			

Quando o montador modifica uma disposição não abrangida pelo projeto verificado do fabricante original, ele passa a assumir a função de fabricante original para essa modificação. Trocar barramentos, suportes, invólucro, ventilação, dispositivos ou posições internas pode exigir nova verificação quando houver possibilidade de efeito adverso.

5. CARACTERÍSTICAS DE INTERFACE QUE DEVEM CONSTAR NA ESPECIFICAÇÃO

A expressão “QGBT conforme a NBR IEC 61439” é insuficiente. As normas estabelecem requisitos de desempenho, mas o desempenho requerido depende das características reais da instalação. A especificação deve declarar, no mínimo, os dados abaixo.

Grupo
Dados de entrada
Impacto no conjunto
Sistema elétrico
tensão, frequência, fases, neutro, esquema de aterramento e fontes
isolamento, seccionamento, dispositivos, barramentos e circuito de proteção
Carga
demanda, correntes, regime, partidas,

harmônicas, criticidade e expansão InA, Inc, RDF, elevação de temperatura e seção do neutro Curto-circuito Icp, duração, pico, contribuição de fontes e dispositivo de proteção Icw, Ipk, Icc, suportes, conexões e coordenação Ambiente temperatura, umidade, água, poeira, corrosão, altitude, vibração e EMC IP, IK, materiais, ventilação, desclassificação e isolamento Instalação posição, dimensões, peso, transporte, acesso e cabos externos arranjo, terminações, unidades de transporte e manutenção Operação competência do operador, manobras, indicações, bloqueios e intertravamentos acessibilidade, interfaces e proteção contra contato Manutenção trabalhos desenergizados ou parciais, inspeção e substituição separação, partes removíveis, passagens e posições de teste Documentação formatos, revisões, relatórios, registros e as builtra estabilidade e aceite

6. UN, UE, UI, UIMP E COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO

A especificação deve distinguir as grandezas de tensão utilizadas pela Parte 1.

Grandeza Significado normativo Uso no projeto Un Tensão nominal do conjunto Deve ser ao menos igual à tensão nominal do sistema Ue Tensão nominal de utilização de um circuito Relacionada à função e ao desempenho dos dispositivos daquele circuito Ui Tensão nominal de isolamento Base para tensão dielétrica e distâncias de escoamento; não pode ser inferior a Un e Ue aplicáveis Uimp Tensão nominal de impulso suportável Base para coordenação contra sobretensões transitórias e distâncias de isolamento no ar fn Frequência nominal Influencia dispositivos, capacidade de interrupção, perdas e aquecimento

A categoria de sobretensão deve refletir a posição do conjunto na instalação. Quadros de distribuição e centros de controle de motores normalmente se situam no nível de distribuição, enquanto equipamentos na origem podem estar sujeitos à categoria correspondente à entrada da instalação. A definição de Uimp deve considerar a tensão do sistema, o esquema de aterramento e a categoria aplicável.

As distâncias de isolamento no ar são relacionadas a Uimp. As distâncias de escoamento são relacionadas a Ui, ao grau de poluição e ao grupo do material isolante. Essas distâncias devem ser preservadas nas condições normais e depois das solicitações de curto-circuito previstas.

7. DEMANDA, I_{NA} , I_{NC} , RDF E CAPACIDADE TÉRMICA

A corrente de projeto da instalação, a corrente nominal dos dispositivos e a corrente nominal do conjunto são grandezas diferentes. A NBR 5410 exige que a concepção considere as potências alimentadas, a não simultaneidade, o equilíbrio de fases e as ampliações previsíveis.

A Parte 1 define I_{NA} como o menor valor entre a soma das correntes nominais dos circuitos de entrada que operam em paralelo e a corrente total que o barramento principal consegue distribuir na configuração particular do conjunto. A I_{NC} é a corrente que um circuito individual pode conduzir continuamente sem ultrapassar os limites térmicos.

O RDF representa o carregamento contínuo e simultâneo dos circuitos de saída considerando suas influências térmicas mútuas. Ele não é um fator arbitrário para reduzir condutores ou proteção. Deve representar a carga presumida e a condição sob a qual o conjunto foi verificado.

Erro de especificação
Consequência
Tratamento correto
Somar correntes nominais de todos os disjuntores
Sobredimensionamento ou premissa térmica incoerente
Usar demanda, regime de carga, I_{NA} , I_{NC} e RDF
Assumir que barramento de 1.000 A permite todas as saídas em plena carga
Possível sobreaquecimento
Confirmar condição térmica verificada e RDF declarado
Tratar espaço vazio como reserva elétrica
Ampliação sem capacidade térmica ou de curto-circuito
Definir espaço, barramento, alimentação, cabos e capacidade futura
Dimensionar neutro apenas por equilíbrio fundamental
Sobaquecimento com cargas não lineares
Avaliar harmônicas e corrente real de neutro

Quando não houver acordo sobre correntes reais, a Parte 2 apresenta fatores de carga assumidos conforme o tipo e o número de circuitos. Esses valores são referências de aplicação e não substituem o levantamento de carga quando dados específicos estão disponíveis.

8. ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA E VERIFICAÇÃO TÉRMICA

A capacidade de condução de corrente do QGBT não pode ser estabelecida apenas pela seção geométrica do barramento. A Parte 1 exige que o conjunto e seus circuitos conduzam as correntes nominais considerando os componentes, as conexões, a disposição, a ventilação, a compartimentação e a temperatura ambiente.

A verificação da elevação de temperatura pode ser realizada por ensaio, por derivação de variantes similares a partir de projeto ensaiado ou por cálculo dentro dos limites

estabelecidos. O cálculo é permitido para conjunto de compartimento único até 630 A e, pelo método previsto, para conjuntos até 1.600 A, desde que todas as condições restritivas sejam atendidas.

O ensaio térmico considera a configuração mais desfavorável: menor compartimento, compartimentação mais restritiva, ventilação menos favorável, maior potência dissipada por volume e posição mais crítica da unidade funcional. Alterar a ordem dos dispositivos, reduzir o invólucro, elevar o IP, adicionar divisórias ou substituir um componente pode invalidar a derivação térmica.

9. ICP, ICW, IPK E ICC: SUPORTABILIDADE AO CURTO-CIRCUITO

A corrente de curto-circuito presumida **I_{cp}** deve ser determinada no ponto de conexão do QGBT. A NBR 5410 exige que as correntes presumidas sejam conhecidas nos pontos necessários da instalação. A Parte 0 determina que esse valor seja fornecido ao montador.

Parâmetro **I_{cp}** que representa a condição de comparação de corrente presumida disponível na entrada ou no ponto analisado. Dado do sistema elétrico **I_{cw}** Valor eficaz suportável pelo circuito durante um tempo declarado **I_{cw}** e duração devem atender à falta e ao tempo de eliminação **I_{pk}** Valor de pico suportável Deve atender ao pico presumido e aos esforços eletrodinâmicos **I_{cc}** Corrente condicional suportável com um DPCC especificado Depende do modelo, ajuste, tensão e limitação do dispositivo associado

I_{cu} e **I_{cs}** são características do disjuntor. **I_{cw}**, **I_{pk}** e **I_{cc}** são características do conjunto ou de seus circuitos. Um disjuntor com capacidade de interrupção adequada não comprova que barramentos, suportes, conexões, neutro, PE e invólucro suportem a falta.

Quando o disjuntor de entrada possui disparo temporizado para seletividade, o montador deve declarar o tempo máximo e o ajuste correspondente. A temporização prolonga a exposição térmica e mecânica do conjunto; por isso, o estudo de proteção e a verificação do barramento devem utilizar a mesma condição.

Em conjuntos com mais de uma entrada simultânea, acoplamento de barras, geradores ou grandes motores, a contribuição de cada fonte deve ser considerada em cada entrada, saída e trecho de barramento. O neutro e o circuito de proteção também exigem avaliação específica quando a corrente presumida ultrapassa as premissas normativas usuais.

A verificação de curto-circuito pode ser dispensada somente nas condições restritas previstas pela Parte 1. Fora dessas hipóteses, deve ser realizada por comparação com projeto de referência, cálculo permitido ou ensaio.

Proteção do dispositivo e suportabilidade do conjunto devem ser coordenadas

O [whitepaper sobre especificação e dimensionamento de disjuntores](#) aprofunda Icu, Ics, ajustes e seletividade. O eBook [Aterramento Elétrico](#) detalha o circuito PE e a equipotencialização associados às correntes de falta.

10. PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES, CIRCUITO PE E EQUIPOTENCIALIZAÇÃO

A proteção contra choques no conjunto combina proteção básica e proteção em caso de falta. Partes vivas isoladas pelo ar devem permanecer em invólucros ou atrás de barreiras com o grau mínimo aplicável. Superfícies superiores acessíveis em determinada altura exigem proteção adicional contra acesso.

Todas as massas do conjunto devem ser interligadas ao circuito de proteção. A remoção de uma parte não pode interromper a continuidade do restante. Portas e tampas que contenham equipamentos acima da extra-baixa tensão exigem condutor PE dedicado ou conexão equivalente especificamente projetada e verificada.

Na verificação de projeto da continuidade entre massas e borne de proteção, a Parte 1 estabelece resistência máxima de 0,1 Ω , medida com instrumento capaz de fornecer corrente mínima de 10 A. Além da continuidade, o circuito de proteção deve suportar os esforços térmicos e dinâmicos das faltas externas alimentadas pelo conjunto.

Em esquema TT, a Parte 1 prevê que a entrada do conjunto seja tratada por isolamento dupla ou reforçada, ou por proteção diferencial residual, conforme acordo aplicável. A definição deve ser compatível com a arquitetura estabelecida pela NBR 5410.

11. SOBRETENSÕES, UIMP E INTEGRAÇÃO DOS DPS

O conjunto precisa suportar sobretensões temporárias e transitórias. A coordenação de isolamento relaciona U_e , U_i , U_{imp} , categoria de sobretensão, distâncias de isolamento, distâncias de escoamento, grau de poluição e dispositivos de proteção contra surtos.

Quando o projeto exige DPS no circuito principal, a Parte 1 determina que o dispositivo seja protegido contra curto-circuito conforme as instruções de seu fabricante. A seleção e a instalação também devem ser compatíveis com a NBR 5410 e, quando aplicável, com a NBR 5419-4.

A disposição física do DPS dentro do QGBT influencia o desempenho. Ligações longas acrescentam queda indutiva e podem elevar a tensão efetivamente aplicada aos equipamentos a jusante.

12. REQUISITOS CONSTRUTIVOS DO CONJUNTO

O sistema do conjunto é formado por invólucros, barramentos, suportes, unidades funcionais, circuitos internos, terminais e acessórios definidos pelo fabricante original. O projeto deve preservar as condições sob as quais esse sistema foi verificado.

12.1. MATERIAIS, CORROSÃO, CALOR E FOGO

Os materiais devem suportar solicitações mecânicas, elétricas, térmicas e ambientais. A Parte 1 prevê verificações de corrosão, estabilidade térmica, resistência de materiais isolantes ao calor anormal e ao fogo, radiação ultravioleta, resistência mecânica e meios de içamento.

12.2. INVÓLUCRO, IP E IK

O grau IP declarado somente é válido para a configuração verificada e instalada conforme as instruções. Furos, ventiladores, prensa-cabos, placas de entrada, acoplamentos de colunas e alterações de campo podem modificar o grau de proteção.

Um IP elevado não é sinônimo automático de melhor projeto. A vedação reduz a troca térmica e pode exigir aumento de volume, ventilação, climatização ou redução das correntes. O código IK deve ser especificado quando a instalação estiver sujeita a impacto mecânico.

12.3. BARRAMENTOS, CONDUTORES INTERNOS E CONEXÕES

Barramentos e condutores devem ser avaliados por corrente, elevação de temperatura, curto-circuito, material, geometria, espaçamento, juntas, suportes e proximidade de partes metálicas. Para correntes elevadas, perdas adicionais por efeito de proximidade, correntes parasitas e histerese precisam ser consideradas.

Substituir cobre por alumínio, alterar o número de barras, reduzir o espaçamento, modificar suportes ou reposicionar junções não é uma alteração puramente dimensional. A Parte 1 estabelece condições específicas para derivar características de variantes e não admite equivalência automática.

12.4. BORNES E CABOS EXTERNOS

A especificação deve informar se os condutores são de cobre ou alumínio, suas seções, quantidade por fase, tipo de terminação, direção de entrada e raios de curvatura. O montador deve disponibilizar espaço suficiente e bornes compatíveis com a corrente contínua e com o curto-circuito.

Os bornes de PE devem ser separados e adequados a cada circuito. Cabos de potência, comando, medição e comunicação devem ser organizados conforme sua função, isolamento e requisitos de compatibilidade eletromagnética.

12.5. IDENTIFICAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO INTERNA

Circuitos e dispositivos precisam ser identificáveis no conjunto e corresponder aos esquemas. As marcações devem ser legíveis, permanentes e adequadas ao ambiente. A placa do conjunto deve identificar o montador, a designação ou número de identificação, a data de fabricação e a parte aplicável da série 61439.

13. AMBIENTE, CONDIÇÕES DE SERVIÇO E COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA

A NBR 5410 exige que a seleção dos componentes considere as influências externas. A Parte 1 e a Parte 0 convertem essas condições em requisitos do conjunto.

Condição Premissa normal da série 61439 Quando especificar condição especial
Temperatura abrigada -5 °C a 40 °C; média diária até 35 °C Salas quentes, refrigeração, proximidade de processo ou climatização controlada
Temperatura ao tempo -25 °C a 40 °C; média diária até 35 °C Climas extremos e exposição solar severa
Altitude até 2.000 m Acima desse valor, com correções dielétricas e térmicas
Poluição industrial grau 3, salvo especificação diferente Poeira condutiva, contaminantes, condensação ou ambiente controlado
EMC Ambiente A ou B Campos intensos, cargas comutadas, conversores, radiologia ou redes sensíveis
Corrosão severidade normal aplicável ao local Névoa salina, agentes químicos ou longa vida sem manutenção Impacto e vibração conforme aplicação Mineração, máquinas, transporte e áreas de circulação

O macroambiente da sala e o microambiente interno do conjunto podem ser diferentes. Condensação, aquecimento interno, filtragem, pressurização, ventilação e grau IP influenciam o grau de poluição efetivo e a coordenação de isolamento.

14. OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E EXPANSÃO

A especificação deve informar quem operará o conjunto: pessoa comum, advertida, qualificada ou autorizada. A Parte 2 é destinada a conjuntos de potência cuja operação por pessoas comuns não é prevista, mesmo que o equipamento esteja localizado em área acessível ao público.

Dispositivos de comando, indicadores, relés e interfaces devem ser acessíveis sem comprometer a proteção contra choques. Se inspeções, ajustes ou manutenção forem realizados com partes energizadas, essas atividades e as medidas construtivas correspondentes devem ser explicitamente especificadas.

14.1. PARTES FIXAS, REMOVÍVEIS E EXTRAÍVEIS

A Parte 2 distingue partes fixas, removíveis e extraíveis. Partes extraíveis podem possuir posição conectada, de teste, de seccionamento e removida. As posições devem ser reconhecíveis, e os intertravamentos precisam impedir extração ou inserção inadequada.

O tipo de conexão das unidades funcionais pode ser indicado por três letras: **F** para fixa, **D** para desconectável e **W** para extraível. A primeira letra se refere à entrada principal, a segunda à saída principal e a terceira aos circuitos auxiliares.

14.2. RESERVA E EXPANSÃO

A Parte 0 diferencia espaço sem equipamento, espaço parcialmente equipado e unidade funcional reserva completamente equipada. A especificação deve declarar qual condição é exigida.

A reserva também precisa existir no alimentador, no barramento, na dissipação térmica, na suportabilidade ao curto-circuito, nos terminais e no espaço para cabos. A previsão de módulo vazio não comprova capacidade futura.

15. FORMAS DE SEPARAÇÃO INTERNA

A separação interna é uma classificação física aplicável aos conjuntos de potência. Seu objetivo é proporcionar proteção contra contato com partes perigosas e contra a passagem de corpos sólidos entre áreas definidas.

FormaSeparação estabelecida
Forma 1 Sem separação interna
Forma 2a Barramentos separados das unidades funcionais; bornes não separados dos barramentos
Forma 2b Barramentos separados das unidades funcionais; bornes separados dos

barramentos Forma 3a Unidades funcionais separadas entre si; bornes não separados dos barramentos Forma 3b Unidades funcionais separadas entre si; bornes e condutores externos separados dos barramentos Forma 4a Bornes de cada unidade separados dos demais e dos barramentos, no compartimento da unidade associada Forma 4b Bornes de cada unidade em espaço separado do compartimento da unidade associada

Uma forma superior não é automaticamente necessária em toda aplicação. A escolha deve considerar continuidade, manutenção, acesso, risco, dimensões, ventilação e cabos. A própria Parte 2 esclarece que a separação interna não se destina a garantir a integridade do conjunto diante de arco interno.

16. ARCO ELÉTRICO E ENERGIA INCIDENTE

A análise de energia incidente é um processo distinto da verificação de conformidade pela série 61439. A ABNT NBR 17227 estabelece o levantamento de dados, os cenários operacionais, a corrente de falta, a corrente de arco, o tempo de eliminação, a energia incidente, a distância-limite de arco, a sinalização e as medidas de redução do risco.

O invólucro, a distância entre condutores, a configuração dos eletrodos e o tempo de atuação da proteção influenciam o resultado. A seletividade pode aumentar o tempo de eliminação em determinados pontos; por isso, continuidade operacional e redução de energia incidente precisam ser avaliadas conjuntamente.

Especificar Forma 4 não equivale a especificar painel resistente a arco. Quando a contenção de arco interno for necessária, ela deve ser tratada como requisito adicional específico, com critérios de ensaio, acessibilidade, instalação, alívio de pressão e operação claramente definidos.

17. VERIFICAÇÃO DE PROJETO

A verificação de projeto demonstra que o projeto do conjunto ou do sistema do conjunto atende à norma pertinente. Ela pode utilizar ensaio, comparação estruturada com projeto de referência ensaiado ou avaliação por cálculo e regras de projeto, somente nos casos e limites permitidos.

Grupoltens abrangidos pela verificação de projeto Construção materiais e partes, corrosão, calor, fogo, UV, içamento, impacto, marcação e resistência mecânica Invólucro e isolamento IP, distâncias de isolamento, distâncias de escoamento e propriedades dielétricas Segurança proteção contra choques e integridade do circuito de proteção Integração dispositivos, componentes, circuitos internos, conexões e bornes externos Desempenho elevação de temperatura, curto-circuito, EMC e funcionamento

mecânico

Os dados, cálculos, comparações e resultados devem ser registrados. Os registros de projeto podem integrar a propriedade intelectual do montador e nem sempre são entregues integralmente ao usuário. O contrato deve, portanto, definir quais declarações, relatórios, certificados, referências e evidências resumidas serão fornecidas para o aceite.

18. VERIFICAÇÃO DE ROTINA

A verificação de rotina é obrigatória em cada conjunto, durante ou após a fabricação. Seu objetivo é detectar falhas de materiais e montagem e confirmar o funcionamento do QGBT entregue.

Item Forma típica de verificação Grau de proteção Inspeção visual das medidas construtivas Isolamento no ar e escoamento Inspeção, medição ou ensaio quando necessário Proteção contra choques e PE Inspeção das medidas e das conexões do circuito de proteção Componentes incorporados Conferência de instalação e identificação Circuitos internos e conexões Inspeção e amostragem do aperto das conexões Bornes externos Conferência de número, tipo e identificação Funcionamento mecânico Teste de comandos, bloqueios e intertravamentos Propriedades dielétricas Ensaio à frequência industrial conforme o procedimento aplicável Cabeamento e função Conferência documental e ensaio funcional conforme a complexidade

Um relatório genérico sem identificação do QGBT, revisão dos desenhos, instrumentos, resultados, executante e liberação não assegura rastreabilidade. A especificação deve exigir registros vinculados ao número de série ou à identificação exclusiva do conjunto.

19. FAT, INSPEÇÃO EM FÁBRICA E VERIFICAÇÃO NORMATIVA

O FAT é uma etapa contratual de testemunho e aceite em fábrica. Ele não substitui a verificação de projeto nem a verificação de rotina. Seu plano deve selecionar evidências e testes compatíveis com o escopo do fornecimento.

Ensaio potencialmente destrutivos, como determinadas verificações de curto-circuito, não devem ser realizados no conjunto destinado ao uso. A evidência deve vir do projeto de referência e do processo de verificação previsto pela norma.

20. INSTALAÇÃO, INSPEÇÃO NO LOCAL E COMISSIONAMENTO

A verificação em fábrica confirma o conjunto montado; ela não confirma sua integração ao sistema elétrico. A NBR 5410 exige inspeção e ensaios da instalação nova, ampliada ou reformada antes da entrada em serviço.

Quando o conjunto é entregue em seções, o montador pode estabelecer verificações específicas para confirmar a correta recomposição no local. Essas atividades devem constar das instruções e do plano de comissionamento.

Projeto, inspeção e laudo cumprem funções complementares

O [Projeto Elétrico de Baixa Tensão](#) define as características de interface e os estudos. A [Inspeção de Instalações Elétricas](#) verifica a condição instalada, e o [Laudo Circunstanciado](#) formaliza evidências, conclusões e recomendações.

21. DOSSIÊ TÉCNICO PARA ACEITE DO QGBT

Documento Conteúdo mínimo esperado
Folha de dados tensões, correntes, frequência, IP, IK, ambiente, InA, Inc, RDF, Icw, Ipk, Icc e norma aplicável
Diagrama unifilar entradas, acoplamentos, saídas, dispositivos, ajustes e fontes
Diagramas de comando intertravamentos, lógica, alimentação auxiliar, bornes e comunicação
Layout e cortes dimensões, compartimentos, barramentos, cabos, acessos e ventilação
Lista de componentes fabricante, modelo, corrente, capacidade, acessórios e revisão
Estudos elétricos demanda, curto-circuito, seletividade, coordenação e energia incidente quando aplicável
Registros de projeto declarações e referências das verificações aplicáveis
Verificação de rotina resultados vinculados à identificação do conjunto
Relatório de FAT procedimentos, resultados, instrumentos, pendências e liberação
Instruções transporte, instalação, operação, manutenção, expansão e limitações
As built documentos atualizados após fabricação e instalação

A placa de identificação e os documentos devem permitir recuperar as informações do conjunto. O aceite não deve se limitar à marca dos dispositivos ou a uma declaração genérica de atendimento à norma.

22. MÉTODO A3A PARA ESPECIFICAÇÃO E ACEITE

O roteiro abaixo reorganiza os requisitos normativos em uma sequência de engenharia. Ele não substitui as normas e deve ser adaptado ao empreendimento.

23. ERROS TÉCNICOS RECORRENTES

24. CONCLUSÃO

O QGBT é uma interface crítica entre a instalação elétrica e o sistema de conjunto. Sua conformidade não resulta de componentes individualmente adequados, mas da compatibilidade entre características de interface, construção, desempenho, verificações e documentação.

A NBR 5410 define o que a instalação exige. A ABNT IEC/TR 61439-0 organiza o que o usuário deve informar. A ABNT NBR IEC 61439-1 estabelece as regras gerais. A ABNT NBR IEC 61439-2 acrescenta os requisitos dos conjuntos de potência. As normas de produto complementam a seleção dos dispositivos, mas não substituem a verificação do conjunto.

Uma especificação tecnicamente completa reduz ambiguidades de contratação, permite comparar propostas, preserva as condições verificadas e cria critérios objetivos para FAT, instalação e aceite.

24.1. QDG E QGBT SÃO A MESMA COISA?

São denominações práticas que podem ser usadas para o quadro geral da instalação. O enquadramento normativo depende da aplicação. Um QGBT de potência normalmente segue as Partes 1 e 2 da série 61439.

24.2. A CERTIFICAÇÃO DOS DISJUNTORES COMPROVA A CONFORMIDADE DO QGBT?

Não. Os dispositivos atendem às normas de produto, enquanto o conjunto deve atender às verificações de construção e desempenho da série 61439.

24.3. ICU PODE SER USADO COMO ICW DO PAINEL?

Não. Icu é capacidade de interrupção do disjuntor. Icw é a corrente eficaz que o circuito do conjunto suporta durante um tempo declarado.

24.4. TODO QGBT PRECISA DE ENSAIO DE CURTO-CIRCUITO PRÓPRIO?

Não necessariamente. A verificação pode ser feita por ensaio, comparação com projeto de referência ou cálculo permitido. Existem também hipóteses restritas de dispensa.

24.5. A VERIFICAÇÃO DE ROTINA SUBSTITUI A VERIFICAÇÃO DE PROJETO?

Não. A verificação de projeto comprova o projeto; a rotina é executada em cada unidade para detectar falhas de fabricação e confirmar sua função.

24.6. FORMA 4 SIGNIFICA PAINEL RESISTENTE A ARCO?

Não. A Parte 2 declara que a separação interna não se destina a garantir a integridade do conjunto diante de arco interno.

24.7. SERVIÇOS DE ENGENHARIA

24.8. CLUSTER QGBT E PAINÉIS ELÉTRICOS

24.9. PROTEÇÃO ELÉTRICA E ATERRAMENTO

24.10. NBR 5410 E SEGURANÇA ELÉTRICA

Sobre a A3A Engenharia de Sistemas

Com 30 anos de história, a A3A Engenharia de Sistemas se consolidou como referência em serviços de Engenharia, oferecendo soluções integradas de Telecomunicações, Segurança Eletrônica, Segurança Digital e Instalações Elétricas.

A empresa atua em todas as etapas do ciclo de Engenharia, desde a elaboração de projetos e consultoria técnica até a implantação, manutenção e retrofit de sistemas, sempre em conformidade com as normas técnicas e melhores práticas do setor.