

Tabela 6 da IEC 61439-1: Perguntas a **LABORATÓRIOS DE TESTES** e **CERTIFICADORAS:**

**** Responsabilidade de aprovar ou certificar painéis BT: que limites de elevação de temperatura nas conexões usam para dizer se passou ou não passou ?**

**** Laboratórios que fazem o teste pela IEC60439 (TTA/PTTA) agora dizem que não podem fazer no método IEC61439-1: o teste ficou realmente + complexo ou o texto confuso da norma leva a uma interpretação errada ?** (veja a figura com minha interpretação)

- Certificadoras e laboratórios usam os **valores-limite da Tabela 6** para aprovar ou certificar. Limites para conexões, o ponto mais quente, não são escritos e **permitem interpretações muito diversas (60 a 105K)**.
- A frase **“De acordo com os requisitos do padrão do componente ou do fabricante não é uma declaração objetiva ou verificável (ISO9000)**. Os limites de conexão dependem apenas dos materiais.
- **Seguradoras e Responsabilidades:** p.ex. se ocorrer incêndio ou sinistro por envelhecimento acelerado, devido à utilização de limites de elevação de temperatura acima dos limites tecnicamente reconhecidos, quem é o responsável, do ponto de vista das seguradoras?
- **Limite de elevação de temperatura de uma conexão é o menor valor das 2 partes:** se você juntar um disjuntor (85K) e um barramento (60/75K), o limite é o menor dos 2 valores – e não o valor do disjuntor/componente (IEC60943). O conceito da nota (b) para terminais também deveria ser aplicado aqui.
- **A menção de 105 K leva a pensar erroneamente que este é valor limite das conexões:** parece que , no passado, o termo “temperatura (40+75=115K) foi confundido com “elevação de temperatura” e passou a ser a “verdade”.
- **Relatórios de teste sem conclusão “aprovado/reprovado” não são seguros** para quem está comprando porque é quase impossível saber se passou ou não.

SOLUÇÃO: substituir Tabela 6 da IEC61439-1 pela transparente Tabela 14 da IEC62271-1 .

Autor: Sergio Feitoza Costa Cognitor – Consultoria, Pesquisa Tecnológica e Treinamento Ltda.

IDÉIA para C I G R È internacional e P&D ANEEL : AVALIAR QUANTO PODEM SER AUMENTADOS OS LIMITES DE ELEVAÇÃO de TEMPERATURA USADOS nas NORMAS IEC e ABNT. Limites mais altos significam menos uso de cobre e alumínio. Possivelmente 10 a 15K nas conexões.

1. ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA: O TEXTO DA IEC 61439-1 É UMA BARREIRA A PROJETOS MAIS LEVES E EFICIENTES

O texto da IEC 61439-1 apresenta duas deficiências importantes, alertadas há mais de 10 anos que não são explicadas nem corrigidas, embora tenham impacto no mercado mundial de painéis de baixa tensão.

A primeira e mais importante é o texto incrivelmente mal escrito na Tabela 6 sobre limites de elevação de temperatura. O texto confunde conceitos e induz a erros. Esses limites são o fator mais importante na definição dos custos do projeto, afetando diretamente o peso e a eficiência do produto.

A segunda deficiência é a mudança no método de teste de elevação de temperatura da seção 10.10 da IEC 61439-1 (2022). Na IEC 60439-1 (TTA/PTTA) era permitido o uso de 1 fonte de corrente mais resistores. A IEC 61439-1 é diferente e exige, sem vantagens técnicas significativas ou comprovadas, a utilização de, no mínimo, duas fontes de corrente mais resistores. Houve realmente uma mudança intencional para criar um

teste muito mais difícil ou o texto muito mal escrito leva os laboratórios a pensar que é um teste muito mais complexo?

O fato é que a mudança aumentou o custo e a duração dos testes e diminuiu o número de laboratórios que podem realizá-los. Para exemplificar, laboratórios brasileiros que realizavam sem problemas o teste da IEC 60439 agora dizem que não podem realizar pela IEC61439-1. Acho que a maioria não entende o texto confuso que descreve o método de teste e os limites de elevação de temperatura. Preparei uma figura explicativa, com minha interpretação do texto da norma, mais adiante neste texto.

Se a alteração do método fosse realmente necessária, e não um refinamento acadêmico, deveria ser incluída na IEC61439-1 uma declaração para especificar que, **“para novos produtos derivados de projetos antigos já testados (produto original e derivado) é necessário testar novamente usando o novo método”**. Isso demonstraria coerência com a mudança de teste que trouxe dificuldades para muitos laboratórios de teste, pequenos e médios fabricantes.

Ninguém quer isso, mas há o parágrafo na **seção 10.1 que diz “Se os testes foram feitos pela IEC 60439, antes da publicação da norma do produto da série IEC 61439 e os resultados atenderam aos requisitos da IEC 61439, os testes não precisam ser repetidos”**. Ao ler esta frase, se o método de teste for alterado, o teste de elevação de temperatura anterior deve ser repetido. É óbvio que não era essa a intenção.

Para corrigir esse erro, a IEC61439-1 deve - pelo menos - incluir uma declaração especificando que o “novo” método de teste é preferível, mas o antigo pode ser usado. Além disso, deve incluir uma figura explicativa, conforme abaixo, deixando claro o que é o teste de elevação de temperatura da IEC61439-1. Lendo a tal figura possivelmente alguns laboratórios perceberão que podem sim realizar o teste.

Este artigo visa, principalmente, perguntar às certificadoras e laboratórios de testes quais os critérios que utilizam para homologar ou certificar painéis elétricos de baixa tensão em termos de elevação de temperatura. O artigo também visa entender se os laboratórios e certificadoras consideram eticamente correto emitir um relatório de ensaio oficial – de terceira parte – sem uma conclusão “aprovado/reprovado”. Imagino que saibam como o relatório pode vir a ser utilizado, principalmente em países com poucos laboratórios de testes. Explico as diferenças entre os métodos de teste e apresento uma sugestão ao Cigrè para avaliar se os limites de elevação de temperatura atualmente usados nas normas IEC podem ser aumentados. Isso traria uma economia considerável de cobre e alumínio no mundo.

2. CERTIFICADORES & LABORATORIOS DE TESTES: COMO PROCEDEM NESTE PONTO CRÍTICO ?

Tenho publicado artigos e posts no LinkedIn na esperança de que alguns dos mais de 27.000 seguidores da indústria elétrica comentem as perguntas acima. Nunca recebi comentários detalhados desses colegas. Anteriormente, escrevi para os especialistas do IEC fazendo as mesmas perguntas, mas não recebi resposta esclarecedora. Há posts sobre o assunto em <https://www.linkedin.com/in/SergioFeitozaCosta/>

O pano de fundo dessas questões é que o mercado de painéis elétricos de baixa tensão, atualmente avaliado em cerca de US\$ 100 bilhões, deve crescer 35% até 2030, de acordo com este relatório “Facts & Factors”. Uma norma técnica que permite diversas interpretações, que implicam em diferentes custos de produção, tem impacto direto nos processos licitatórios e pode até envolver responsabilidades legais.

<https://finance.yahoo.com/news/unveiling-potential-low-voltage-switchgear-210100847.html#:~:text=NEW%20YORK%2C%20June%202022%2C%202023,5.1%25%20from%202023%20to%202030.>

Por que diferentes interpretações podem afetar licitações? No ensaio de elevação de temperatura, ser aprovado ou reprovado, depende dos limites especificados na tabela da norma. Elevação de temperatura é o principal fator que define pesos e custos do projeto. Para ser aprovado no teste, com elevação de temperatura de 105K (temperatura 40 +105=145 °C) pode-se projetar o painel usando barras de cobre bem mais finas do que se fizer um projeto para não ultrapassar e elevação de temperatura de 75K.(prateado) ou 60K (nu). O fabricante que projeta e testa para 105K terá uma clara vantagem sobre aquele que projeta para 60K ou 75K. Não é justo que quem fez as conexões tecnicamente corretas (60K/75K) fique em desvantagem em termos de preço. Laboratórios e certificadoras devem levar isso em consideração ao preparar os relatórios. Eles sabem que os relatórios serão usados na comercialização. Ninguém gasta tempo e dinheiro com testes caros sem motivo.

Leia esta tabela para entender.

Limite de Elevação de Temperatura (K)	Dissipação de potência do disjuntor principal 3φ (Watts)		
	150W	300W	600W
60K (barra nua)	1 x 160x10 (50%)	2 x 160x10 (100%)	2 x 250x10 (156%)
75K (prateado/ recomendado)	2 x 120x10 (75%)	2 x 140x10 (87%)	2 x 160x10 (100% peso)
85K (se – erradamente – considera o limite do disjuntor)	1 x 150x10 (47%)	2 x 80x10 (50%)	2 x 120 x 10 (75%)
105K (entendido por algumas pessoas lendo tabela 6 da IEC61439-1)	1 x 100x10 (31%)	1 x 110x10 (34%)	2 x 80 x 10 (50%)

Trabalhar acima dos limites = envelhecimento muito mais rápido: existe um aspecto importante relacionado à durabilidade. Segundo o documento IEC TR 60943 as conexões no projeto 105K envelhecerão pelo menos duas vezes mais rápido que se projetado para 60 ou 75K. Leia o cálculo nas páginas 112 a 117 deste livro [https://www.cognitor.com.br/Book SE SW 2013 ENG.pdf](https://www.cognitor.com.br/Book_SE_SW_2013_ENG.pdf)).
Menos envelhecimento dos materiais significa menos uso de materiais e efeitos no meio ambiente.

Acho que aprovar ou certificar equipamentos que serão vendidos ao mercado envolve responsabilidades de quem elabora as normas técnicas e dos laboratórios e certificadoras que as utilizam e, indiretamente, confirmam o texto da norma técnica. Os responsáveis pela compra de painéis elétricos de BT nas indústrias de petróleo, química, mineração e grandes construções geralmente fazem muitas compras. Eles poderiam nos ajudar comentando como abordam esse assunto, mesmo que nunca tenham percebido o problema.

Muitas pessoas pensam que as normas técnicas são perfeitas e inquestionáveis. Aprendi, coordenando e participando de grupos de trabalho IEC e ABNT que não chegam nem perto disso. As normas são o compromisso possível entre aqueles que participam de sua elaboração. Quem não participa e vota remotamente raramente tem total compreensão do texto.

O texto das normas técnicas é o compromisso possível entre as empresas que as elaboram. No caso dos painéis elétricos, a maioria dos participantes dos grupos de trabalho (GT) são os grandes fabricantes internacionais que licenciam e comercializam seus produtos em todo o Planeta. O foco das discussões nas reuniões do GT está nas questões técnicas de curto prazo. As normas IEC e IEEE não atribuem qualquer

importância ao incentivo ou indução da economia dos recursos do Planeta. Se quem prepara o texto não tem interesse em que ele mude, por algum motivo, perpetua-se o texto ruim.

Minha experiência de 25 anos fazendo testes e implantando e gerenciando grandes laboratórios de testes me diz que quando um laboratório de terceira parte emite um relatório de teste sem incluir a declaração (aprovado/reprovado) pode estar dando a falsa impressão de que o equipamento passou no teste, mesmo que não tenha passado.

No Brasil, onde moro, é mais comum encontrar relatórios de testes sem as declarações “passou/reprovado”. Muito possivelmente, a maioria deles é utilizada para comercialização. Acho que alguns compradores aceitam porque não entendem o que está por trás das tabelas e números ou porque consideram que basta ter um documento em mãos para se isentar das responsabilidades.

Se mesmo os especialistas em laboratório não conseguem entender os limites de elevação de temperatura estabelecidos na Tabela 6 da IEC61439-1, imagine um usuário comprador com conhecimento técnico mais limitado. Eu sempre recomendo aos meus clientes de serviços de consultoria que não usem laboratórios de testes que não incluam essas declarações.

Às vezes leio em relatórios de testes umas frases dizendo que aquele texto é válido apenas para a amostra testada e outras coisas que visam isentar o laboratório de qualquer responsabilidade pelo uso futuro do relatório de ensaio. Quem escreve esse tipo de declaração ignora que a única razão pela qual a maioria dos clientes paga muito dinheiro para fazer testes caros é ter um relatório de teste em mãos para uso comercial. Minha intuição me diz que essas frases não isentam de responsabilidade.

A dúvida mais frequente de clientes para quem faço cálculos, em países pelo mundo a fora, é: **“Qual a elevação de temperatura permitida, no teste, para a conexão entre o barramento que alimenta os terminais dos disjuntores”**. O ponto mais quente, crítico para ser aprovado no teste em geral está ali está ali. É o que define quanto cobre ou alumínio será gasto. O belo discurso ambiental dos grandes fabricantes tem aqui uma boa oportunidade de mostrar resultados reais.

A recomendação que dou é a de “fazer a coisa certa” pois um dia a confusão causada pela Tabela 6 da IEC61439-1 será corrigida. Enquanto isto não acontece eu recomendo usar a tabela da IEC62271-1 que é transparente e não deixa dúvidas. Paineis de média ou baixa tensões usam os mesmos materiais condutores e isolantes e têm funções idênticas. Por que os requisitos dos de baixa tensão seriam diferentes daqueles definidos em quase todas as demais normas ?

Todas as normas IEC poderiam referenciar uma única tabela de elevação de temperatura. A Melhor delas é a do IEC TR 60943 - GUIDANCE CONCERNING THE PERMISSIBLE TEMPERATURE RISE FOR PARTS OF ELECTRICAL EQUIPMENT, IN PARTICULAR FOR TERMINALS. Ela é igual a IEC 62271-1 (paineis de alta / média tensão) mas tem mais esclarecimentos.

O document IEC TR 60943 é pouco conhecido. Eu o conheci, quase que por acaso, quando foi publicado pela primeira vez pelo Comitê Técnico 32 da IEC – FUSES, quando eu coordenava aquele comitê. A IEC TR 60943 explica o porquê dos valores de limites de elevação de temperatura e até ensina a calcular o envelhecimento acelerado causado por usar temperaturas acima dos limites dos materiais, como mostro, nos treinamentos, e está nas páginas 112 a 117 deste livro https://www.cognitor.com.br/Book_SE_SW_2013_ENG.pdf

Como exemplo dos cálculos apresentados nestas páginas, utilizar uma elevação de temperatura nas conexões 10K acima do limite de elevação de temperatura permitido na tabela da norma, implicaria um

envelhecimento que reduziria a vida útil para cerca de 33% (1/3). Para entender melhor, se fossem componentes com expectativa de vida útil de 10 anos, usando 10K acima do limite da norma você teria que comprar 3 ao invés de 1 naquele período de 10 anos. Imagine o impacto de usar 115K ao invés de 75K.

Voltando às recomendações que dou aos meus clientes, caso queiram utilizar a tabela indefinida 6 da IEC61439-1, digo que se a conexão prateada do barramento tiver limite de 75K (ou 60K em barras nuas) e o terminal do disjuntor suportar 85K, o limite da conexão para dizer se passou ou não no teste, é o menor dos dois valores (75K/60K) . É o mesmo conceito da Nota b da tabela 6 da norma que menciona terminais para conectar cabos externos, mas não menciona as conexões internas.

Para quem quiser arriscar usando limites superiores a 60/75K comento que muitos compradores vão aceitar, mas um dia o texto confuso será corrigido e aí talvez tenham que repetir testes ou refazer o desenho.

Consulte o Anexo A para entender as principais diferenças entre as tabelas e os pontos confusos do texto da IEC61439-1..

3. **RESOLVENDO O PROBLEMA E APRESENTANDO UMA IDEIA para o CIGRE INTERNACIONAL sobre AVALIAR QUANTO PODEM SER AUMENTADOS LIMITES DE ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA USADOS NAS NORMAS IEC**

O ensaio de elevação de temperatura consiste em aplicar as correntes de uso durante tempo suficiente para que as temperaturas se estabilizem. Então mede-se as elevações de temperatura em partes relevantes especificadas na norma técnica. Elevação de temperatura é a diferença entre a temperatura medida naquele ponto e a temperatura externa a mais ou menos 1 m das paredes do painel. O termo elevação de temperatura expresso em graus Kelvin (K) é diferente do termo “temperatura” expresso em Celsius.(C)

O passo final é comparar as elevações de temperatura medidas, com os limites máximos prescritos nas normas técnicas. Para esclarecer, se somamos a temperatura em um ponto com a temperatura externa máxima considerada na norma , em geral 40°C , teremos a temperatura máxima que seria alcançada em uma conexão, naquele ponto, no dia a dia.

Elevação de temperatura de 105K significa uma temperatura de $40 + 105 = 145^{\circ}\text{C}$. Do ponto de vista da elevação de temperatura, os painéis de baixa e alta tensão são iguais e possuem as mesmas funcionalidades e materiais. Para conexões prateadas, a IEC62271-1 aceita uma temperatura máxima de $75+40= 115^{\circ}\text{C}$. Entretanto, a IEC61439- 1 pode ser interpretado, pelo leitor médio, como aceitando temperatura máxima de conexão prateada como 145°C . Não há razão técnica para a diferença e uma das normas parece errada ou mal escrita. Olhando para a IEC TR 60943, o documento mundial mais completo sobre elevação de temperatura, é fácil perceber que a IEC 62271-1 é a melhor tabela a ser utilizada.

A causa do potencial de problemas em licitações é simples de entender. Um equipamento bem projetado para atender 105K terá um custo de produção de cerca de 75% do custo de outro projetado para 75K. Isto porque usará bem menos cobre ou alumínio. Resumindo, um equipamento de 105K tem menor custo de produção e vida útil mais curta das conexões, se comparado a um projetado para 75K.

COMO RESOLVER O PROBLEMA da tabela 6 da IEC61439-1 A CURTO PRAZO

Se os especialistas que preparam a manutenção da norma IEC61439-1 reconhecerem que Tabela 6 está mal escrita, a solução é simples. A única coisa a fazer é SUBSTITUIR A TABELA 6 da IEC 61439-1 PELA TABELA DA IEC62271-1 ou IEC TR 60943.

Fazer isto não é tão simples como parece, pois, envolveriam desde problemas de vaidades até potenciais problemas para os grandes fabricantes internacionais que licenciam seus projetos no mundo inteiro.

Hoje eles estão hoje na zona de conforto e mudanças nas normas não são bem vindas para eles.

Não penso que para eles seja prioridade economizar recursos em cobre ou alumínio ou ter equipamentos com maior durabilidade .

Se fosse já teriam feito algo há pelo menos uns 20 anos pois, com as ferramentas de cálculo atuais é fácil desenvolver projetos muito mais eficientes. É dos manuais de engenharia deste grandes fabricantes que vem aquelas antigas e ineficientes tabelas para cálculo de barramentos.

SE NÃO ACONTECEM PROBLEMAS FREQUENTES, SERÁ QUE OS LIMITES DE ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA USADOS HÁ DÉCADAS PODERIAM SER AUMENTADOS EM UNS 10 a 15K ?

Primeiro devemos investigar se equipamentos que são projetados acima de 75K tem dado problemas. É raro vermos publicações técnicas bem fundamentadas sobre problemas com painéis de baixa tensão, devido a temperaturas elevadas nas conexões. Nos posts do LinkedIn volta e meia vemos fotos de termografia que indicam problemas. Entretanto são posts rápidos e não dá para tirar informações técnicas consistentes.

Pode também ser que aconteçam poucos problemas deste tipo em painéis por que os limites de elevação de temperatura de painéis e barramentos poderiam ser mais elevados que os valores mostrados na Tabela da IEC 62271-1. Eu penso que este é um fato real. Muitas normas têm requisitos mais severos que o necessário porque foram feitas nos tempos das vacas gordas e depois disto quase ninguém investe em P&D para poder mudar algo.

Poder aumentar os limites seria uma “inovação” importante. A agência brasileira ANEEL poderia até colocar o tema em sua lista de projetos preferencias de P&D. Se os limites de elevação de temperatura das normas IEC e IEEE pudessem ser aumentados em uns 10K a 15K os equipamentos poderiam utilizar muito menos cobre/ alumínio do que usam hoje. Isto seria bom para economizar recursos do Planeta.

Historicamente as temperaturas máximas aceitáveis pelos materiais, que implicam nos limites descritos nas normas, são valores obtidos pela experiencia ao longo do tempo, para evitar o envelhecimento acelerado (p.ex. em conexões cobre-cobre não revestidas), ou mesmo a destruição rápida (p.ex. em conexões estanhadas). Entenda lendo a IEC TR60943. Como o teste de laboratorio pode ser realizado em qualquer temperatura ambiente, o parâmetro medido e indicado nas tabelas é a elevação de temperatura e não a temperatura. Se o equipamento vai ser utilizado em um lugar de temperatura ambiente predominante mais alta que 40°C, por exemplo 45°C, os limites da tabela IEC devem ser reduzidos em $45^{\circ}\text{C}-40^{\circ}\text{C} = 5^{\circ}\text{C}$ -. Nestes casos os fabricantes podem recomendar usar correntes mais reduzidas (derating) para que as temperaturas máximas aceitáveis pelos materiais não sejam ultrapassadas.

SUGESTÃO ao CIGRE INTERNACIONAL: AVALIAR QUANTO PODEM SER AUMENTADOS LIMITES DE ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA USADOS NAS NORMAS IEC (novo Green Book ?)

O Cigrè poderia realizar um trabalho mundial de consulta a seus sócios e P&D para rever os atuais limites de temperatura de conexões e contatos elétricos. Muito provavelmente a experiencia das últimas 5 décadas indicará que podem ser aumentados, no mínimo, uns 10 a 15K. A consequência disto seria menor gasto de cobre a e alumínio pela indústria elétrica. O Planeta agradecerá.

Poderia até mesmo nascer mais um dos competentes “Green Books”, que, embora não tenham recebido este nome por conta de compromissos com meio ambiente e economia de recursos do Planeta, encaixariam bem como exemplo positivo à indústria elétrica.

Os profissionais mais experientes neste assunto são aqueles que conhecem bem os detalhes das tabelas de limites de elevação de temperatura da IEC 62271-1 (SC32A) e da IEC TR 60943 (TC32), que seria a base do trabalho.

4. ENTENDENDO A MUDANÇA DE MÉTODO DO TESTE DE ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA

Vários colegas de diferentes laboratórios de testes me disseram que seu laboratório antes podia fazer os testes de elevação de temperatura em painéis BT de acordo com a IEC 60439, mas não poderia fazê-lo de acordo com a IEC 61439-1.

A dúvida era sobre o número necessário de fontes de corrente. Antes, na IEC60430 (TTA/PTTA) o conceito era usar uma fonte para testar o circuito principal. Os circuitos menores adicionais seriam representados por resistores que representariam o mesmo valor de Watts produzidos nos barramentos, conexões e contatos. É fácil demonstrar com testes e software de simulação que isso funciona suficientemente bem.

Na IEC61439-1, o método de teste mudou. O texto escrito na norma é tão confuso que é quase impossível entender o que está sendo pedido para fazer. Imagino que o raciocínio seja estar próximo para representar todas as cargas como em uso normal. Isso não é razoável porque precisaria de recursos excessivos em termos de fontes atuais.

Mais do que as dificuldades técnicas, a necessidade de várias fontes adicionais de corrente faz com que menos laboratórios possam fazer o teste. Além disso, o preço e a duração do teste se tornaram muito maiores.

Não acredito que renomados especialistas, das maiores empresas do mundo, que elaboram esta norma (link) deixariam de enxergar algo tão importante. Esta página da IEC mostra o atual time de manutenção https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:14:300005418930343:::FSP_ORG_ID:10644

Pensando nisso, semanas atrás, fui ler mais uma vez o texto da seção 10.10 da IEC61439-1 (Elevação de Temperatura) mas sob a visão de que a intenção da mudança de método não era ser drástica e reduzir o número de laboratórios que antes podiam fazer o teste. Olhei sob a lógica de que o texto foi simplesmente mal formulado.

Após a leitura, minha interpretação é que o objetivo principal era melhorar o método para usar fontes mais atuais, mas não muitas, como mostro na Figura a seguir. Se o padrão tivesse uma figura simples como essa, seria mais fácil para os laboratórios de testes entenderem como fazer o teste. Muitos deles parariam para dizer que não podem fazer o teste.

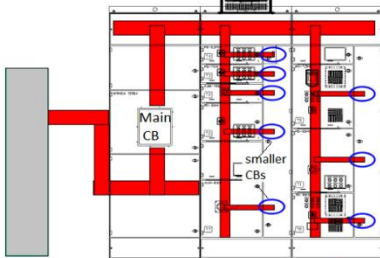
Seria ótimo se alguém do MT2 comentasse se essa figura representa a intenção e, caso não represente, apresentasse uma figura compreensível pelas equipes do laboratório. Não confunda este valor com os do Anexo E2 (fator de diversidade). Esses números não representam o método de teste.

O fato é que eu identifiquei que os referidos laboratórios poderiam fazer o teste usando a minha figura, mas eles estavam interpretando que deveriam usar muito mais fontes atuais.

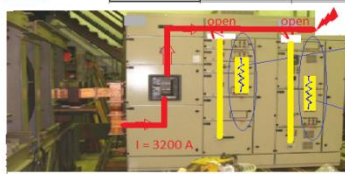
[Figura na próxima página](#)

Método de teste (elevação de temperatura) IEC 61439-1: minha interpretação do texto. Labs fazem pela IEC 60439 mas não mais pela IEC61439-1

Método anterior IEC 60439 (TTA/PTTA): deveria se tornar opcional e não cancelado



Example of real use
Main busbar
3200 A
Two derivations
630 A



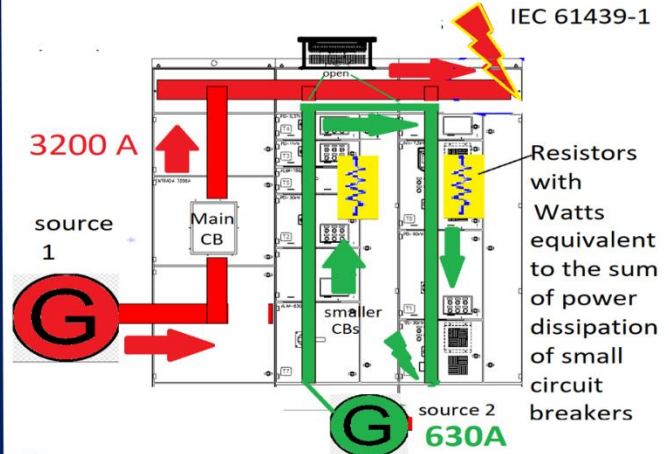
$$W1 = \sum \text{Watts (sum)}$$

$$\text{Resistor1} = W1 / (630)^2$$

$$\text{Resistor2} = W2 / (630)^2$$

Easy to do with just 1 source of current (red circuit - 3200 A) ... Instead of passing 630 A in the yellow bars replace the total Watts of the column by a resistor that will dissipate the same amount of Watts. Easy to prove with testing simulations that the difference to the real use is small. Many labs can do the test

Método da IEC 61439-1 : falta uma figura esclarecedora



G represent Watts in the busbars + main circuit breaker

Resistors equivalent to Watts in the small CBs

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Imagine a situação de um fabricante que perdeu uma licitação porque projetou um painel BT para um limite de elevação de temperatura de 75K (correto, mas usa mais cobre). Imagine que você perdeu para outra empresa que poderia oferecer um preço mais baixo porque interpretou o limite da norma como 105K. Em licitações grandes, isso possivelmente geraria recursos que justificariam a repetição da licitação.

Não vejo laboratórios de ensaio e empresas de certificação utilizando critérios uniformes na interpretação da tabela 6 da norma IEC 61439-1. Qual é a interpretação que eles dão àquele texto confuso? Consideram razoável a emissão de relatório de ensaio sem a declaração “aprovado/não aprovado”?

A gerência do IEC poderia investigar esse problema. Não é apenas uma questão técnica. Isso envolve consequências no mercado mundial de painéis de baixa tensão.

As Normas Técnicas da IEC estão longe de ser textos perfeitos e melhoram com o tempo e uso. Porém, não é comum manter um texto ruim por tanto tempo, gerando uma óbvia confusão no mercado. Qual é a razão?

Fazer alterações nos métodos de teste que encarecem algo que funciona bem há muito tempo é incomum nas práticas das normas IEC. Reduz o número de laboratórios de testes que podem realizá-lo. Essa mudança de método deve ser opcional porque encarece os testes para pequenos e médios fabricantes. O texto deve ser melhorado para evitar os mal-entendidos mencionados anteriormente.

Um novo grupo de trabalho do CIGRÈ (A3 + B3) poderia realizar uma consulta mundial com seus parceiros e P&D para revisar os limites atuais de elevação de temperatura para conexões e contatos elétricos. A

experiência adquirida nas últimas 5 décadas indicará que pelo menos 10 a 15K podem ser aumentados. A consequência disso seria um menor consumo de cobre e alumínio pela indústria elétrica. O planeta te agradecerá.

Instituições que promovem projetos de P&D voltados para o setor elétrico, como a agência brasileira ANEEL, poderiam incluir esse tema em sua lista de projetos desejáveis.

Devemos lembrar que é hora de abrir uma porta explícita para o uso de simulações de teste validadas. O conceito é simular o teste antigo comparando os resultados da simulação com os resultados do teste e então aplicar o mesmo método de simulação ao novo produto. Isso é tecnicamente mais completo do que usar apenas a IEC 60890 para extrapolações de elevação de temperatura do ar.

Tabela 6 da IEC 61439-1 (limites de elevação de temperatura) é confuso e permite interpretações erradas. O oposto do que uma norma técnica mundial deve ser.

A maioria não entende e aceita sem questionar, como na fábula de Christian Andersen's "A Roupas Nova do Imperador"

Leia o artigo – link acima



----- FIM DO ARTIGO -----

REFERENCIAS:

- [1] C.V: <https://www.cognitor.com.br/Curriculum.html>
- [2] Things I helped to do: <https://www.cognitor.com.br/HelpedToDo.pdf>
- [3] Free Book "Switchgear, Busways, Isolators - Substations & Lines" (available also in Spanish and Portuguese) https://www.cognitor.com.br/Book_SE_SW_2013_ENG.pdf

Link for this article:

English: <http://www.cognitor.com.br/IEC614391Table6.pdf>

Portugues: <http://www.cognitor.com.br/IEC614391Tabela6.pdf>

Free download of articles by Sergio Feitoza Costa <https://www.cognitor.com.br/Downloads1.html>

Training material : <https://www.cognitor.com.br/trainingENG.pdf>

Revisão postado por Sergio no LinkedIn na semana de 30 de julho de 2023

LINKEDIN by Sergio with many technical posts : <https://www.linkedin.com/in/sergiofeitozacosta/>

ANEXO A : DESTAQUES E COMENTÁRIOS (com SFC) DAS PARTES CONFUSAS DA TABELA 6 DA IEC 61439-1 (painéis baixa tensão) e uma comparação com a tabela da IEC 62271-1 (painéis de alta tensão)

Tabela 6 da IEC 61439-1 – Limites de elevação de temperatura (9.2)

Partes do CONJUNTOS	Elevação de temperatura K
<p>Componentes incorporados (a)</p> <p>SFC: Induz ao erro . Os limites dependem só dos materiais usados. Se informados pelo fabricante ao laboratório antes do teste deve constar do relatório de testes. Com isto o laboratório tem condições de aprovar ou reprovar. Fazer igual à competente Tabela da IEC62271-1 logo abaixo neste texto</p>	<p>Conforme os requisitos da norma de produto pertinente para componentes individuais ou conforme instruções do fabricante de componentes f, levando em consideração a temperatura no CONJUNTO</p>
<p>Bornes / Terminais para condutores externos isolados</p>	<p>70 b</p>
<p>Barramentos e condutores</p> <p>SFC: <u>Erro grosseiro</u> que vai contra os fundamentos ISO9000 sobre “Requisitos não mensuráveis e não verificáveis”</p>	<p>Limitado f:</p> <ul style="list-style-type: none"> – pela resistência mecânica do material condutor g; – por possível efeito sobre o equipamento adjacente; – pela temperatura limite admissível dos materiais isolantes em contato com o condutor; – pelo efeito da temperatura do condutor sobre os dispositivos conectados a ele; – pelos contatos de encaixe, pela natureza e pelo tratamento da superfície do material de contato
<p>Elementos manuais de comando:</p> <ul style="list-style-type: none"> – de metal – de material isolante 	<p>15 c</p> <p>25 c</p>
<p>Invólucros e fechamentos externos acessíveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Superfícies metálicas – Superfícies isolantes 	<p>30 d</p> <p>40 d</p>
<p>Disposições particulares de conexões do tipo plugue e tomada</p>	<p>Determinado pelo limite destes componentes do equipamento correspondente do qual eles formam parte e</p>

Notas da Tabela:

NOTA 1 A elevação de 105 K se refere à temperatura acima da qual é provável que ocorra recozimento do cobre. Outros materiais podem ter uma elevação de temperatura máxima diferente.

NOTA 2 Os limites de elevação de temperatura indicados nesta tabela se aplicam a uma temperatura média do ar ambiente de até 35 °C, sob condições de serviço (ver 7.1). Durante a verificação uma temperatura do ar diferente é permitida (ver 10.10.2.3.4).

a O termo "componentes incorporados" significa:

- conjunto de manobra e controle convencional;
- subconjuntos de manobra e controle eletrônicos (por exemplo, ponte retificadora, circuito impresso);
- partes do equipamento (p.ex. regulador, unidade de fonte estabilizada, amplificador operacional).

b O limite de elevação de temperatura de 70 K é um valor baseado no ensaio convencional de 10.10. Um CONJUNTO utilizado ou ensaiado nas condições de instalação pode ter conexões, o tipo, a natureza e a disposição que não serão os mesmos daqueles adotados para o ensaio e uma elevação de temperatura diferente de terminais pode resultar e pode ser requerido ou aceito. Onde os terminais de componentes incorporados são também os terminais para os condutores isolados externos, os limites mais baixos da elevação de temperatura correspondente devem ser aplicados. **O limite de elevação de temperatura é o menor valor entre a elevação de temperatura máxima especificado pelo fabricante do componente e 70K. Na ausência da instrução do fabricante aplica-se o limite especificado pela norma do componente incorporado, mas não excedendo 70K.**

SFC: O conceito se aplica a conexões e contatos e não só a terminais

- c** Elementos manuais de comando internos aos CONJUNTOS que são acessíveis somente após a abertura do CONJUNTO, por exemplo, alavanca de extração que não são utilizadas frequentemente, são permitidos o aumento dos limites de elevação de temperatura em 25 K.
- d** Salvo especificação em contrário, no caso de fechamentos e invólucros, que são acessíveis mas que não necessitam ser tocados durante o serviço normal, é admissível um aumento na elevação de temperatura de 10 K. As superfícies externas e partes situadas acima de 2 m da base do CONJUNTO são consideradas inacessíveis.
- e** Isto permite um grau de flexibilidade em relação ao equipamento (por exemplo, dispositivos eletrônicos) que é submetido aos diferentes limites de elevação de temperatura daqueles normalmente associados aos conjuntos de manobra e controle.
- f** Para os ensaios de elevação de temperatura conforme 10.10 **os limites de elevação de temperatura têm que ser especificados pelo fabricante original** levando em consideração todos os pontos de medição adicionais e limites impostos pelo fabricante do componente.
- g** **Assumindo que todos os outros critérios listados são satisfeitos, a elevação de temperatura máxima de 105 K para barramentos e condutores de cobre nus não deve ser excedida.**

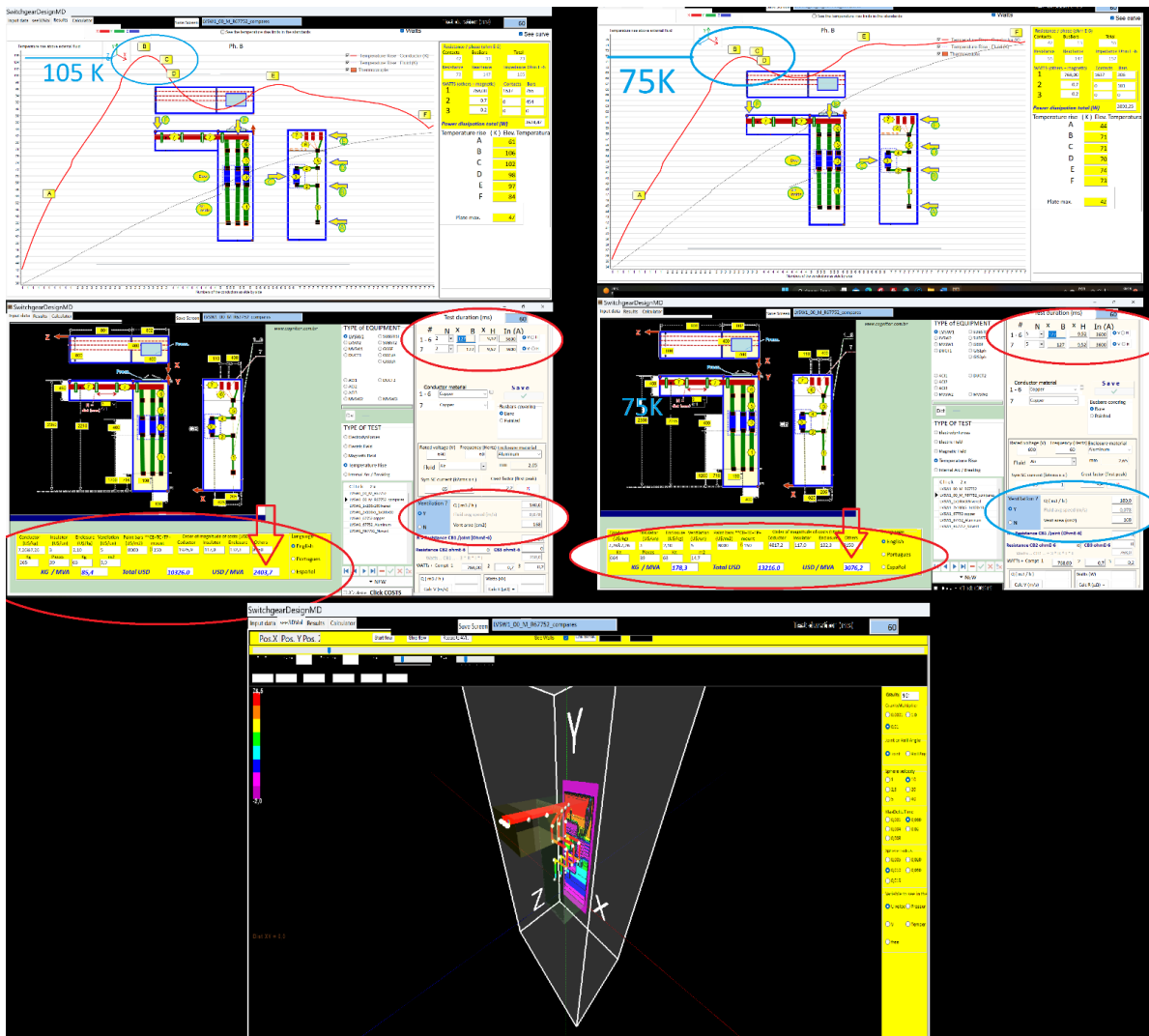
SFC: Mistura errada de conceitos sobre recozimento (condutores) e suportabilidade (conexões e contatos). Por existir a desnecessária Nota 1 e por a alínea (g) não diferenciar barras de conexões o texto , induz o leitor a pensar que a elevação permitida nas conexões é 105K (e não 60 ou 75K). As conexões são quase sempre o ponto crítico no teste..

Tabela 1a – Limites de elevação de temperatura na Tabela 14 da IEC 62271-1 (2017)

Natureza da peça, do material e do dielétrico	Valor máximo	
	Temperatura °C	Elevação de temperatura na temperatura ambiente <= 40°C . K
CONTATOS		
Cobre nú ou liga de cobre nú		
- no ar	75	35
- no SF6	115	75
- no Óleo	80	40
Prateado ou niquelado		
- no ar	115	75
- no SF6	15	75
- no Óleo	90	50
Estanhado		
- no ar	90	50
- no SF6	90	50
- no Óleo	90	50
CONEXÕES APARAFUSADAS		
Cobre nu ou liga de cobre nu ou liga de alumínio nu		
- no ar	100	60
- no SF6	115	75
- no Óleo	100	60
Prateado ou Niquelado		
- no ar	115	75
- no SF6	115	75
- no Óleo	100	60
Estanhado		
- no ar	105	65
- no SF6	105	65
- no Óleo	100	60
Terminais para conexão a condutores externos por parafusos		
- Nu		
- Prateado ou Niquelado	100	60
- Estanhado	115	75
	105	65
SUPERFÍCIES ACESSÍVEIS		
Superfícies de componentes de controle manual a serem tocadas operação normal:		
- Metal não revestido	55	15
- Metal revestido	55	15
- Não metálico	65	25
OUTRAS SUPERFÍCIES TOCADAS EM OPERAÇÃO NORMAL, SEM FICAR CONTINUAMENTE NA MÃO:		
- Metal não revestido	65	25
- Metal revestido	70	30
- Não metálico	80	40
SUPERFÍCIES QUE NÃO DEVEM SER TOCADAS :		
- Metal não revestido	80	40
- Metal revestido	80	40
- Não metálico	90	50

Só para lembrar, os demais limites indicados nas normas visam evitar queimar a mão de pessoas ao tocar em partes externas do painel etc. e danos a materiais isolantes.

ANEXOB : COMPARAÇÃO DE UM PROJETO PARA 75K e para 105K (elevação de temperatura e custos) . Feito usando o software SwitchgearDesign



Test circuit 2 Black - top
volumes 1, 2 and 3

Test Circuit

- 1 (GREEN - volumes 3, 4 - bars 1 to 10)
- 2 (BLACK (top) - volumes 1, 2, 3 - bars 1 to 10)
- 2 (BLUE (bottom) - volumes 1, 2, 3 - bars 1 to 10)
- 4 (RED - volumes 1, 2, 3, 4 - bars 1 to 10)

VOLUMES 1,2,3,4
Resistances (I E-G), Watts, Partitions, Ventilator Depressurization areas (cm2)

Ventilation? Y N

Q (m3/h) If no fan write 0: 0.0

Fluid avg speed (m/s): 0.025

#	N	x	B	x	H	In (A)	
1	1	-	120	10	2000		<input type="radio"/> V/O/H
2	1	-	120	10	2000		<input type="radio"/> V/O/H
3	1	-	120	10	2000		<input type="radio"/> V/O/H
4	1	-	120	10	2000		<input type="radio"/> V/O/H
5	1	-	120	10	2000		<input type="radio"/> V/O/H
6	1	-	120	10	2000		<input type="radio"/> V/O/H
7	1	-	120	10	2000		<input type="radio"/> V/O/H
8	1	-	120	10	2000		<input type="radio"/> V/O/H
9	1	-	120	10	2000		<input type="radio"/> V/O/H
10	1	-	120	10	2000		<input type="radio"/> V/O/H

Conductors # Materials

1	Copper	6	Copper
2	Copper	7	Copper
3	Copper	8	Copper
4	Copper	9	Copper
5	Copper	10	Copper

Buttons covering: Bare Painted MySFC/MF

Save