

PORQUE ECONOMIZAR COBRE, ALUMÍNIO, & ISOLADORES AJUDA A MITIGAR AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS ?

IEC, IEEE & GRANDES COMPRADORES DE PRODUTOS ELÉTRICOS PODEM LUCRAR e melhorar a imagem ambiental

COP_30 2025: um bom lugar para começar a discutir uma ideia brasileira

By Sergio Feitoza Costa

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

Português <http://www.cognitor.com.br/certificado.pdf>



RESUMO

Economizar cobre, alumínio e isoladores é benéfico para mitigar as mudanças climáticas, pois minimiza a necessidade de novas matérias-primas. Essas economias reduzem as emissões de gases de efeito estufa. O melhor momento para economias e inovações é a fase de projeto. Projetos que utilizam menos materiais são uma grande oportunidade para pequenos e médios fabricantes, já que "projetos antigos" predominam nas vendas globais de grandes fabricantes internacionais. Os grandes não visam melhorias que os tirem de sua zona de conforto de décadas de vendas consolidadas. Ao coordenarem a preparação das normas IEC, eles nunca incluíram, nos textos, frases que incentivem projetos mais eficientes e que utilizem menos materiais. Você acha que aqueles que dizem estar pensando em invadir outro país para pilhar metais raros estão preocupados em salvar a Terra?

Produzir materiais e fabricar produtos exigem energia e recursos significativos, resultando em mais emissões de gases de efeito estufa. A economia de materiais ajuda a conservar recursos naturais como minerais, água e madeira, reduzindo da extração ao processamento, o que também contribui para as emissões. A reforma ("retrofitting") de produtos existentes, p.ex. painéis elétricos requer menos energia do que construir novos, reduzindo ainda mais as emissões. Quando materiais são mantidos em uso por mais tempo, os impactos ambientais do consumo de materiais são reduzidos. Grandes usuários de equipamentos de energia elétrica, como empresas de petróleo e mineração, e concessionárias de energia, poderiam usar seu poder de compra para lucrar e melhorar sua imagem ambiental, utilizando estratégias para incentivar a compra de produtos que utilizam menos materiais.

Usando o Brasil como exemplo, imagine se grandes empresas como PETROBRAS (petróleo e gás), VALE (mineração), ITAÚ e Banco do Brasil (bancos/financiamento), AMBEV (bebidas), WEG, ABB, Schneider, Hitachi, Siemens, Eaton e a ABNT, se unissem para melhorar sua imagem como guardiãs do meio ambiente. Elas poderiam, para começar, realizar um evento para disseminar ideias e conceitos que reduzam a quantidade de materiais usados no setor elétrico. O foco seria promover substitutos mais eficientes para os antigos projetos existentes no mercado. O indicador adequado para dizer que um projeto é melhor que outros é o kg/MVA transmitido. É inacreditável que as normas IEC / IEEE, em nenhum momento, incentivem ou mencionem que usar menos materiais é bom para o Planeta.

Neste artigo, apresento uma estratégia para iniciar um processo inovador de redução do uso de materiais na indústria elétrica. Inclui uma sugestão de norma técnica com regras para o indicador kg/MVA. Esta norma e o indicador são a base para o "Certificado Ambiental de Produtos Elétricos".
A COP_30, em novembro de 2025, no Pará (Brasil), seria um bom palco para disseminar esta ideia brasileira.

1. ECONOMIZANDO RECURSOS DO PLANETA VIA INDUSTRIA ELÉTRICA

Usando, como exemplos, os painéis elétricos de baixa tensão (BT) e alta tensão (AT) (séries IEC62271 / IEC61439). Eles representam uma parte muito visível e lucrativa da indústria mundial. Consomem uma enorme quantidade de materiais, como cobre, alumínio, materiais isolantes e aço. Seus projetos envolvem especialistas tecnicamente bem-preparados que, no entanto, raramente se preocupam em produzir projetos com menos materiais.

O principal motivo é que os produtos comercializados devem atender aos requisitos de teste de normas técnicas que, em nenhum momento, incentivam ou mencionam que o uso de menos materiais é preferível. Essas normas são gerenciadas por especialistas de grandes fabricantes globais, praticamente sem a presença dos usuários.

Empresas como ABB, Siemens, Eaton, GE, Hitachi e Schneider foram os catalisadores da evolução da indústria elétrica há cerca de 60 anos. Elas investiram em conhecimento, educação e treinamento de pessoas, centros de P&D e grandes laboratórios de testes. Foi devido aos seus méritos que a indústria elétrica cresceu. As soluções que eram adequadas naqueles velhos tempos precisam evoluir para serem mais eficientes, utilizando menos materiais. Seus belos discursos ambientais estão estagnados na zona de conforto da comercialização de projetos antigos para países em desenvolvimento como o Brasil. Esses projetos são piores do que os usados nos países do G7 e usam mais materiais do que seria possível hoje.

É esse pensamento e percepção que precisam mudar, criando um patamar no qual eles possam continuar ganhando mais dinheiro e compartilhando o mercado, mas agindo em um nível mais alto de consciência ambiental.

É nesse contexto que entra em cena a ideia de um "Certificado de Eficiência Ambiental para Produtos Elétricos". Um catalisador poderia ser uma norma técnica da IEC enfatizando os benefícios da economia de materiais e como promovê-la. O melhor fórum para discutir e promover essa ideia é a IEC e seus Comitês Nacionais, pois é onde essas empresas se reúnem regularmente para discutir questões técnicas.

A ABNT até poderia criar uma norma assim, mesmo sem a IEC, mas desde aquela época da reestruturação do setor elétrico, uns 30 anos atrás, prefere não criar nada e ficar 2 a 3 anos traduzindo normas IEC já publicadas. Quando sai a tradução já está atrasada, pois uma nova revisão da IEC traduzida já está saindo. Não percebem que os tradutores automáticos de hoje fazem tudo em minutos.

No cenário atual de guerras irresponsáveis e discursos políticos insanos, a indústria elétrica pode ajudar a criar um contraponto à enorme perda de credibilidade nos esforços mundiais para mitigar as Mudanças Climáticas. Como um cidadão comum pode acreditar que os esforços para salvar o Planeta são sérios quando os países ricos ganham bilhões de dólares vendendo armas de destruição? Sem mencionar os irresponsáveis que incentivam a produção de mais petróleo e gás.

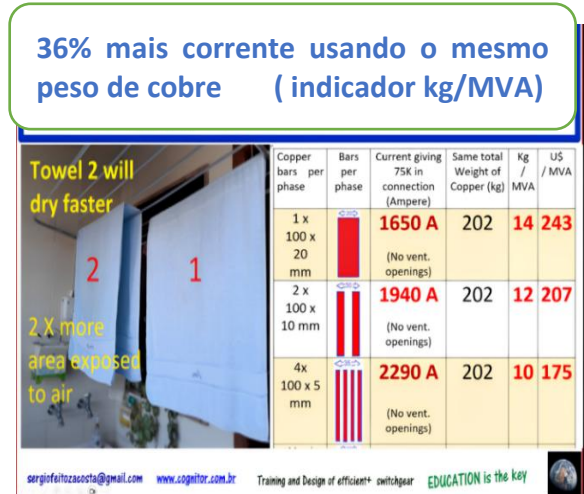
2. kg / MVA: UM INDICADOR PARA COMPARAR PROJETOS MAIS EFICIENTES QUE USAM MENOS MATERIAIS

A maioria dos fabricantes sabe como produzir projetos mais eficientes. Hoje em dia, até mesmo eu posso facilmente criar projetos com muito menos peso (menos kg/MVA), passando nos testes. As normas IEC são seguidas em todo o mundo. Se incluírem declarações afirmando que economizar materiais (menos kg/MVA) é bom, todos no mundo seguirão.

Como os grandes fabricantes são quem dita o que será incluído nas normas IEC, seria fácil e rápido para eles incluírem declarações nas normas IEC incentivando o uso de menos materiais. Seria mais ou menos como foi feito na década de 80 em relação à Compatibilidade Eletromagnética (CEM), quando todas as normas de produtos IEC deveriam incluir uma declaração sobre CEM. Eu vi isso acontecer de perto pois, naquela época, eu presidia o Comitê Técnico 32 da IEC.

A Figura 1 mostra um exemplo de como projetos antigos podem ser modificados para usar menos cobre. Considere um projeto que, com uma barra de cobre de 1x100x20 mm, pode conduzir 1650 A e passar no teste de elevação de temperatura. Ao mudar as barras para 2x100x10 mm, você pode conduzir 1940 A, sendo aprovado no mesmo teste. É ainda melhor se você utilizar 4x100x5 mm, pois passará no mesmo teste, mesmo, com o mesmo peso, mas conduzindo 2290 A ou seja, uma corrente 39% maior.

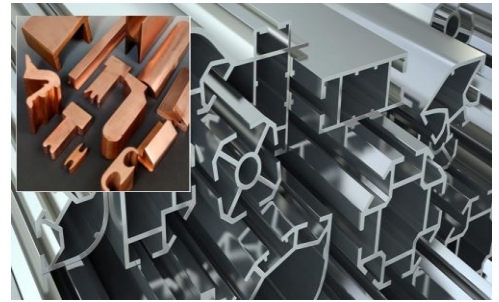
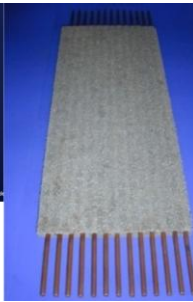
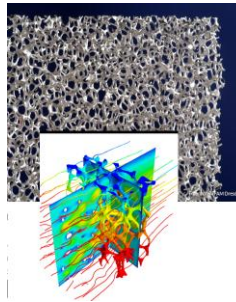
O indicador de eficiência kg/MVA transmitido é bom para estimar a economia de materiais com projetos diferentes, como na tabela ao lado. Pode ser usado para demonstrar, para fins de marketing, que um produto é mais "ESG" do que outros. A ISO também poderia utilizá-lo.



Outros exemplos de tecnologias:

(a) o uso de espumas metálicas em tetos de invólucros e em condutores elétricos de barramentos (maior dissipação de calor)

(b) o uso de perfis extrudados em condutores elétricos de barramentos.



3. COMO DEMONSTRAR QUE ECONOMIZAR MATERIAIS DESDE A FASE DE PROJETO É BOM E DÁ LUCROS ?

A ideia mais simples, no primeiro momento, é organizar uma espécie de competição técnica mundial ("Prêmio"). O Prêmio seria usado para disseminar a ideia de uma nova norma técnica IEC, tendo como pano de fundo a criação de um certificado a ser usado no mercado, para diferenciar produtos que utilizam menos materiais. No ANEXO 2 mostro as etapas básicas para a organização do "Prêmio". Um bom momento para expor e disseminar a ideia é a COP30, em novembro de 2025, no Pará - Brasil.

O "Certificado de Eficiência Ambiental para Produtos Elétricos" sinalizará o impacto positivo de um produto que usa menos materiais. O fundamento é que produtos com menor kg/MVA são melhores para reduzir as Mudanças Climáticas. As regras para a obtenção do certificado devem ser claras o suficiente para facilitar que os compradores de produtos selecionem fornecedores comprometidos com o conceito de "economia de materiais". Declarações obrigatórias das normas IEC sobre o impacto positivo de um menor kg/MVA acelerariam o processo.

O Certificado atestará que o produto foi projetado e construído para atender aos requisitos dos testes prescritos na norma do produto, mas, muito além disso, foi projetado para o uso mínimo necessário de cobre, alumínio, suportes isolantes, materiais etc.

4. RASCUNHO DA NORMA TÉCNICA QUE SERVIRA DE BASE AO "CERTIFICADO DE EFICIÊNCIA AMBIENTAL PARA PRODUTOS ELÉTRICOS"

Um rascunho do texto está no ANEXO 1. O Certificado, baseado nesta norma, visa criar um diferencial entre produtos certificados com menor kg/MVA.

O catalizador para acelerar a implementação do uso do certificado e sua utilização em estratégias de marketing seria incluir uma declaração obrigatória em todas as normas de produtos da IEC, indicando que o uso de menos cobre, alumínio e isolantes é benéfico para as Mudanças Climáticas e que as normas da IEC incentivam isso.

Essa "declaração obrigatória" poderia ser mais ou menos assim:

Os produtos abrangidos por esta norma IEC utilizam quantidades significativas de cobre, alumínio, isolantes e metais. A economia de materiais é desejável para reduzir as Mudanças Climáticas e facilitar a Transição Energética. Produtos com projetos aprovados nos ensaios de tipo e que atinjam valores menores de peso por potência transmitida (kg/MVA) são incentivados e considerados ambientalmente melhores.

A implementação da declaração seria da mesma natureza do que foi feito pela IEC, na década de 80, para promover a importância da compatibilidade eletromagnética (EMC). Tornou-se obrigatório que as normas de produtos da IEC incluíssem uma cláusula que abordasse a suscetibilidade ou não do produto à EMC. Por trás dessa ideia, havia preocupações com futuros ataques cibernéticos e eventos da mesma natureza. A implementação foi imediata.

Em relação à aplicação comercial do Certificado, espera-se que ele abranja desde aplicações de marketing simples até usos mais complexos, como "créditos de maior eficiência ambiental", semelhante à ideia dos créditos de carbono. Uma estratégia típica de marketing é fabricar produtos com menor kg/MVA e divulgar isso ao mercado. Grandes compradores, que precisam cuidar da imagem ambiental, prefeririam comprar produtos com valores menores de kg/MVA. Possivelmente, os primeiros a obter o Certificado realizariam campanhas para divulgar quem compra e quem não compra produtos mais eficientes.

O CONCEITO

Este Certificado atesta que o produto foi projetado e construído para atender aos requisitos dos ensaios prescritos na norma do produto, mas, muito além disso, foi projetado para o uso mínimo necessário de cobre, alumínio, suportes de isolamento e outros materiais etc. Este é um objetivo mensurável por meio de indicadores como o peso por potência transmitida (KG/MVA). O peso por potência pode ser associado ao custo de produção dividido pela potência transmitida (\$/MVA). Observando o exemplo apresentado na Figura 1, o peso do cobre é o mesmo nos 3 casos, mas, do ponto de vista da eficiência, o projeto da última linha da tabela é muito melhor.

O Certificado deve ser emitido por terceiros e baseado em uma norma técnica internacional que explique os conceitos e regras (ANEXO 1). Os resultados devem ser transparentes, auditáveis, reproduzíveis e de fácil compreensão pelo público em geral. Deve demonstrar que os requisitos mínimos de uso de material foram atendidos ou testados. Isso não é difícil de fazer e de verificar usando as regras de projeto nas tabelas da IEC TR 62271-307.

Os resultados da avaliação para fundamentar o Certificado podem ser obtidos por meio de ensaios reais ou simulações de ensaios, além dos conceitos da norma IEC TR 62271-307. Os métodos de verificação devem permitir a comparação de KG/MVA de diferentes alternativas de projeto. Após algum tempo e experiência, os valores mundiais desses indicadores se tornarão conhecidos por usuários e fabricantes. Tornar-se-á mais evidente que os projetos podem se tornar mais eficientes com técnicas simples existentes. Os relatórios de ensaio emitidos pelos organismos qualificados para a emissão dos Certificados devem indicar explicitamente se o equipamento passou nos ensaios e redigir e demonstrar os indicadores de KG/MVA.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

A indústria elétrica é uma das principais impulsionadoras da atividade humana. Com raras exceções, quase todas as populações podem acessar e se beneficiar da eletricidade. Em contraste com as insanidades políticas que testemunhamos na TV em 2025, o setor elétrico oferece uma excelente plataforma e contraponto para a disseminação de novos conceitos úteis para minimizar as mudanças climáticas e evitar a destruição da Terra.

Por exemplo, se as consequências das mudanças climáticas continuarem a devastar a Terra, inovações como os computadores quânticos — que serão acessíveis apenas aos muito ricos — nunca serão implantadas em larga escala. Ainda nem aprendemos como acabar com a fome e a guerra.

A economia de materiais como cobre, alumínio e isolantes é benéfica para a mitigação das mudanças climáticas, pois minimiza a necessidade de novas matérias-primas. A produção de novos materiais requer energia e recursos

significativos, resultando em mais emissões de gases de efeito estufa. Essas economias reduzem as emissões de gases de efeito estufa.

Projetos que utilizam menos materiais são uma grande oportunidade lucrativa para os fabricantes, uma vez que "projetos antigos" predominam nas vendas globais de grandes fabricantes internacionais. Os grandes fabricantes mundiais poderiam sair da zona de conforto e liderar um processo de melhorias.

É inacreditável que, em 2025, vendo diariamente nas TVs os impactos das Mudanças Climáticas, constatar que as normas IEC e IEEE, em nenhum momento, incentivem ou mencionem que usar menos materiais é bom para o Planeta.

Mas há possibilidades imediatas de melhorar. Como os grandes fabricantes mundiais coordenam a elaboração das normas técnicas IEC, eles poderiam promover uma mudança de foco na indústria elétrica, forçando a implementação do "Certificado de Eficiência Ambiental para Produtos Elétricos".

A principal ação seria criar e disseminar uma norma técnica IEC sobre os benefícios da economia de materiais e como promovê-la. Basta que uns dois ou três deles escrevam uma proposta de criação de grupo de trabalho na IEC. Eu já ajudei a escrever normas IEC e sei que é muito fácil de realizar se houver a séria intenção dos grandes fabricantes como a ABB, Schneider, Hitachi, Siemens, Eaton e WEG.

Não devemos esquecer que para comparar projetos, do ponto de vista do uso de menos materiais, falta um indicador que demonstre que um projeto é melhor que outros. O indicador adequado é o kg/MVA transmitido.

Um rascunho de uma norma técnica para servir de base para atingir esses objetivos encontra-se no Anexo 1. É de uso livre e até mesmo entidades de normalização nacionais poderiam implementá-las e depois propor à IEC. É mais útil do que passar 2 a 3 anos traduzindo normas internacionais para o português, que já nascem atrasadas. Os tradutores na Internet fazem isto de forma muito competente.

Sobre o autor deste artigo

CV (português): <https://www.cognitor.com.br/curriculo.html>

Coisas que ajudei a fazer: <https://www.cognitor.com.br/AjudeiFazer.pdf>

Em inglês:

CV Sergio Feitoza Costa <https://www.cognitor.com.br/Curriculum.html>

Things Sergio helped to do <http://www.cognitor.com.br/HelpedToDo.pdf>

Seguem os Anexos.

Estão em inglês e , para quem possa ter interesse, favor usar os tradutores automáticos da Internet

ANNEX 1: BASE TEXT IN THE FORMAT OF ISO / IEC for

GUIDE (Edition 1.0):

Guidelines for the use of the “ENVIRONMENTAL EFFICIENCY CERTIFICATE OF ELECTRIC PRODUCTS”

CONTENTS

- 1 Scope
- 2 Normative references
- 3 Definitions
- 4 Working procedures
- 5 An example of CERTIFICATE and the process to obtain it.

FOREWORD

This “Environmental Efficiency Certificate for Electrical Products” aims to induce the electric industry to produce products that goes beyond the quality assured by prescribed type tests . The focus is on highlighting designs and construction actions on electrical power products that lead to lower weight per transmitted power (KG/MVA). This is directly associated with saving Earth materials and climate change. The indicator (KG/MVA) aims to characterize higher efficiency and lower use of materials. It can be used to improve the environmental image.

To obtain the Certificate, it is necessary to pass design verifications that are specified to meet specific requirements and tests. To evaluate these characteristics, real tests, calculations, and simulations may be used.

Laboratory type testing, as specified in product standards, is the most used way to verify if a certain product attends the specifications. However, it is necessary to recognize that tests are expensive and a barrier for new developments. Nowadays there are lower cost alternatives of design verification like testing simulations.

Using the design parameters showed in the tables of IEC TR 62271-307 for Extension of Validity of Test Reports make easier to verify the higher efficiency of designs. Testing simulation techniques can predict results of most type tests. They enable to compare – at a low cost - different designs to see which one is more efficient (lower kG/MVA).

Let’s use as an example a simple reference electrical busbar made of copper busbar 1x100x10 mm. The connection between bars is bare. Suppose you do a testing simulation increasing the value of electric current up to the level that the temperature rise of the hot spot is equal to the temperature rise limit prescribed in the technical standard (60K for bare connections). Then you will now do the same simulation for another electrical busbar equal but having 2x100x5mm busbars. The weight of both is the same but the second simulation will show that it is more to pass more current than the first test , reaching the same 60K. This means that the second design has the same weight but a lower kG/MVA than the first one. So, it is more efficient to save materials.

The main concern related to the use of testing simulations instead of real type tests is to be sure that their results are equal to the results of a real laboratory, within an acceptable tolerance. This Guide exemplify tolerances values and give guidelines to validate the methods. Temperature rise tests are the main test to define the weight of equipment busbars. The validation of the simulation method is simple because you just compare the temperature rise measured in the test with the simulation results.

The key aspect for analyzing if a certain design is more efficient than others, is to define an indicator reference values for the comparisons. To define initial reference values, world-wide queries can be made, initially only, for switchgear , switchboards, and busways (IEC 62271 and IEC 61439 series). You need only to know the weight of the equipment and the transmitted power of a product in the limit of passing in the test. So, you have the kg/MVA of that design. This Guide presents some initial reference values of KG / MVA for typical commercial products.

GUIDELINES FOR THE IMPLEMENTATION OF THE “ENVIRONMENTAL EFFICIENCY CERTIFICATE OF ELECTRIC PRODUCTS

1 Scope

This Guide presents guidelines for the systematization of the use of the environmental efficiency Certificate of electric products. The use of this “Certificate” is an action to motivate the electric industry to design and manufacture more efficient electric power products with lower kg/MVA. The concept is that, as the Certificate become known in the world market, companies, especially the ones that need to take care of the environmental image, will prefer to buy products with use less materials that is to have a lower KG / MVA.

The Certificate attests that the project was made to meet the requirements of the tests prescribed in the product standard but, much beyond this, was designed to make a lower use of copper, aluminum, insulating supports, materials etc. This is a measurable objective using an indicator like the weight per transmitted power (KG/MVA) of the product .

To facilitate understanding let’s consider switchgear produces according to IEC61439 or IEC62271 series. A simple example is that with a single copper bar 100x10 mm you may transmit a certain value of electric current attending a specified temperature rise limit. However, if you use 2x100x5mm (same weight) , for the same temperature rise value, you can transmit quite more current. Higher current means higher MVA and so the indicator KG/MVA is lower in the second case.

A key aspect is that this kind of verification, as in the example above, can be done using real laboratory tests or, faster and cheaper, using validated test simulations. By this reason this Guide give orientation on how to validate test simulations.

The main aspect behind the Certificate is that the product has passed all relevant type tests. The temperature rise test is of particular importance because the weight of busbar conductors is directly associated with the temperature rise limits specified in technical standards. Equipment is composed by conductors; busbar supports and enclosures. Usually, the biggest influence in the kg/MVA of a product is the weight of the busbars.

The Certificate shall be issued by third parties under the concepts in these Guidelines. The verifications and results that lead to the kg/MVA indicator shall be transparent, auditable, and reproducible. The design parameters presented in the tables of IEC TR 62271-307 shall be used.

The data to support the Certificate can be obtained from test reports or from validated testing simulations, considering the design parameters of the tables and concepts IEC TR 62271-307. This IEC document allows, if certain rules are met, to extend the validity of test reports of tests carried out on a certain product representative of a family, to demonstrates that if the tested one passed the tests, other similar non-tested ones would also pass. It is based on sound technical principles.

The extension of the validity of test reports seeks to avoid unnecessary repetition of tests of IEC 62271-200/201 standards. It can be used to extend tests performed on one sample with a defined set of ratings for another product of the same family with a different set of ratings or different arrangements.

A relevant aspect in IEC62271-307 is the explicit mention to the use of testing simulations used in a comparative sense. If the testing simulations done in the tested equipment give the same results as the real test, they can predict what will be the performance of other non-tested samples.

In other words, suppose you test a product and simulate that test getting the same results. Suppose you now have another design of the same nature as the tested one, but with some differences. If you simulate the tests of the new equipment, using the same tool and a qualified method, there is no reason to question that the new simulation represents what would happen in a real test.

It is expected that, after some time of application of this Guide, the world values of the kg/MVA indicator become well known, unlike today. The consequence will be creating a higher step of design efficiencies with less use of materials and lower weight.

The verification reports issued by the qualified certifiers shall indicate in clear words that the equipment has passed the tests and demonstrate KG/MVA indicators. It is particularly relevant the performance in temperature rise tests (weight of conductors), short circuit tests (higher electrodynamic forces means higher amount and weight of supports) and internal arc tests (weight of enclosures).

Some verifications are possible only when certain specific measurements are presented in the laboratory test report. So, the test reports should include measurements and photographic registers that make the test to be reproducible .

It is not the objective of this Guide to present calculation methods. It is considered that a model or method is acceptable when it produces validated results within acceptable tolerances if compared with the real test results and this can be demonstrated in a transparent way.

2 Normative references

The following referenced documents may be used for the application of this Guide, where relevant. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

- a) ISO/IEC Directives, Part 2:2004, Rules for the structure and drafting of International Standards
- b) IEC TR 62271-307:2015 : High-voltage switchgear and controlgear - Part 307: Guidance for the extension of validity of type tests of AC metal and solid-insulation enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV
- c) IEC TR 60943: Guidance concerning the permissible temperature rise for parts of electrical equipment, in particular for terminals.
- d) IEC TR 60890: A Method of Temperature-rise Verification Assessment by Extrapolation for Partially Type-Tested Assemblies (PTTA) of Low-Voltage Switchgear and Controlgear Assemblies by calculation.
- e) IEC 61117: Method for assessing the short-circuit withstand strength of partially type-tested assemblies (PTTA)
- f) IEC 60865-1: Short-circuit currents – calculation of effects – Part 1: Definitions and calculation
- g) IEC 60865-2: Short-circuit currents – calculation of effects – Part 2: Examples of calculation
- h) IEC 60112: Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials
- i) IEC 60071 1: 2010 Insulation co-ordination - Part 1: Definitions, principles and rules
- j) Brochure CIGRE 602 / 2014 Tools for the Simulation of The Effects of the Internal Arc in T&D Switchgear
- k) Brochure CIGRE 740 (2018) Contemporary Solutions for Low-Cost Substations.
- l) Brochure CIGRE 830 (2021):Application and Benchmark of Multiphysics Simulation Tools for Temperature Rise Calculations

3 Definitions

For the purposes of this Guide, the following definitions apply.

3.1 – kg/MVA (weight divided by transmitted power) of an electric product

The aim of the Certificate is to attest that the product was made to meet the requirements of the tests prescribed in the product standard but, much beyond this, was designed with the minimum necessary use of copper, aluminum, insulating supports, materials etc. To measure this objective the indicator to be used is the weight per transmitted power (KG/MVA) . For example, a single copper bar 100x10 mm can transmit 20% less current than using 2x100x5mm (same weight) , for the same temperature rise. So, the indicator KG/MVA is lower in the second case. Less materials were used, and a higher efficiency was obtained. This is better for the Planet resources.

3.2 - Simulation or calculation to replace a test and acceptable tolerances

A calculation method used to predict, within a certain specified tolerance, the results which would occur in a laboratory test as specified in the relevant product standard. Here are typical values of acceptable tolerances of the results to be obtained in the simulations if compared to the real laboratory test results:

Table 1

Type of test	Parameter to compare	Typical values of acceptable tolerance
Temperature rise test	Temperature rise in solid and fluid parts	1% to 5%
Internal arc test	Overpressure in the enclosure above the atmospheric pressure (crest value and integral of the pressure curve)	5% to 10%
Short time withstand current, and peak withstand current tests	Electrodynamical forces and mechanical stresses	5% to 15%
Other applicable tests	The ones listed in IEC 62271-307.	(*)

(*): Values of tolerances to be defined.

3.3 - Product publication

Publication covering a specific product or group of related products

3.4 - Reproducibility of a simulation or calculation method

The capability of to obtain, for a specified set of input data the same test results or the same simulation results in two or more different occasions or two different test laboratories.

3.5 - Validation of a simulation or calculation method comparing to laboratory test results

A method of comparison between the results showed in a well-documented test report issued at a test laboratory and the results of a simulation method. A simulation method is generally acceptable, from the point of view of users, when it is reproducible and gives a difference between simulation and laboratory results not higher than a certain acceptable tolerance.

3.6 - Minimum input data to be registered in a temperature rise laboratory test report.

Temperature rise is the main parameter which defines the kg/MVA of a product. Equipment is approved during a test if the final measured temperature rises of the parts do not go beyond certain limits dictated by the properties of the insulating and conductive parts. These limits are showed in the relevant product standard. IEC TR 60943 and IEC 60890 explain the concepts involved.

The data affecting the results are the ones explained in the relevant table of IEC 62271-307 . The main ones are:

- the circulating electric current,
- the total power dissipation inside the fluid compartment
- the materials used in the conductor and insulating parts
- the contact resistances and its coatings (total per phase and also the ones of the individual parts like circuit breakers, fuses , isolators)
- the ambient gas or liquid fluid temperature (for example at the bottom , the top and at 50% of the height of the enclosure),
- the fluid velocity
- the geometry and spatial position of the conductors
- the volume of fluid inside the compartments
- The input and output areas for ventilation
- The number of horizontal partitions inside the enclosure if applicable
- The relative position of the equipment in relation to walls, ceiling, and neighbor equipment (as in IEC 60890)

For the sake of reproducibility, the measurement of the total per phase and partial electrical contacts resistances, before and after the test, shall be registered in laboratory test report. The values of the data mentioned above shall be clearly registered in the test report through drawings and photos,

3.7 - Minimum input data to be registered in internal arc tests laboratory test reports

Equipment is approved during a test if the effects of the overpressures arising during the arc do not cause potential risks to persons in the neighborhood of the equipment. The relevant aspects to consider are showed in the relevant product standard. IEC 62271-200 and IEC TR 61641 explain the concepts involved.

The curve overpressure x time is the main parameter to predict a good or bad test result. The data affecting the test and the simulations results are the ones explained in the relevant table of IEC 62271-307 . They are explained in the reference Brochure CIGRE 602 / 2014. The main ones are.

- the circulating electric current,
- the materials used in the conductor and insulating parts
- the geometry and spatial position of the conductors
- the volume of fluid inside the compartments
- The input and output areas for ventilation and devices to close it during the arc
- The areas for pressure relief after the arc
- The relative position of the equipment in relation to walls and ceiling

For the sake of reproducibility, the measurement of the internal overpressure along the test shall be registered in the laboratory test report. The values of the data mentioned above shall be clearly registered in the test report through drawings and photos,

3.8 - Minimum input data to be registered in short-time withstand current and peak withstand current test report

The objective of the test is to verify the supportability to the effects of electrodynamic forces on insulators and conductors occurring during a short circuit without arc. The verification is done by visual inspection and measurement of the resistances per phase.

The data affecting the test and the simulations results are the ones explained in the relevant table of IEC 62271-307 . They are explained in references IEC 61117, IEC 60865-1 and IEC 60865-2. The main ones are:

- The circulating electric current,
- The materials used in the conductor and insulating parts.
- The mechanical resistances of the insulators to compression, traction and flexion
- The geometry and spatial position of the conductors

For the sake of reproducibility, the measurement of the total per phase and partial electrical contacts resistances, before and after the test, shall be registered in laboratory test report. The values of the data mentioned above shall be clearly registered in the test report through drawings and photos,

If visible permanent deformations are identified after the test, they shall be registered by photos and an estimate of the maximum permanent sag after the test.

4 Working procedures

4.1 General

When dealing with subjects relating to the use of simulations or calculations to replace real laboratory tests, in product standards, committees shall follow the provisions of this Guide, which is to be used in conjunction with the ISO/IEC Directives.

The status of the simulation or calculation methods, as well as the acceptable values of tolerances, shall be re-evaluated during the maintenance process.

4.2 Product publications

Committees developing product publications, involving subjects covered by this Guide, shall incorporate this Guide into their own publication by reference. If necessary, they may specify, in their own publications, additional details relevant to their product area

5 QUALIFYING FOR CERTIFICATES

5.1 Steps of the assessment

The usual sequence to obtain the certificate is:

- Test a head of family product using the related product technical standard. Define the electric current (I) that will imply in reaching the permitted temperature rise limit in the hot spot. Register the total weight of the equipment. The kg/MVA will be equal to the weight divided by $1.732 \times I \times$ rated voltage of the equipment. Simple like this.
- Search for a certification company able to analyze the data and to verify the correctness of the KG/MVA calculated values.
- This entity will issue the CERTIFICATE explaining the details transparently and making statements based on the values of kg/MVA currently practiced in the market.

The initial procedure is to collect data and test reports results of an already (approved) tested design. If testing simulations are used, they should use transparent and validated verifiable tools and methods.

The relevant design parameters to be considered in the tests or test simulations are the ones described in the relevant table of IEC TR 62271-307. In addition to those parameters, data related to the weight of conductor materials, insulating materials and enclosures will be registered. The final objective is to calculate the indicator KG/MVA as defined in section 3.1.

The Certificate shall inform if the untested sample would be expected to be approved in the type tests and also the KG/MVA indicator. The relevant data shall be presented in a single figure like in the example in Section 5.2.

5.2 An example of a typical assessment

Text to be prepared, based on data below.

Table 2 – Input data for the simulation of temperature rise test, internal arc tests and short time current peak withstand tests.

Rating	Value
Rated voltage (U_r) and number of phases	15,0 kV - 3 Φ
Rated frequency (f_r)	60 Hz
Rated normal current (I_r)	(*) A rms
Rated short-time withstand current (I_k) and duration (s)	31,5 or 40,0 kA _{rms} – 1s
Rated peak withstand current (I_p)	79 or 100 kA _{cr}
IAC (Internal Arc Classification)	IAC AFLR - 31,5 or 40,0 kA - 1,0s
Busbar dimensions and material	XX copper bars (*) x (*) mm per phase
Circuit breaker contacts resistance	<=45 Ohms E-6
Total resistance per phase	<= 112 Ohms E-6
Inlet and outlet free ventilation area (cm ²)	(*) cm ² x (*) cm ²
Forced ventilation rated if any (m ³ /h)	No
Pressure relief free area (cm ²)	(*) cm ²
Absorbers or parts like grids working as absorbers	Yes with a free area (*) cm ²
Weight of conductor materials (Kg)	
Weight of insulating materials (Kg)	
Weight of enclosure and others (Kg)	

Table 3 – Temperature rise test and simulation results (K).

Point of the measurement	Test result (K)	Simulation result (K)
Connection at conductor # 1 (short circuit point)	47	42
Connection at the end of conductor # 3 (circuit breaker - low)	57	54
Connection at the end of conductor # 4 (circuit breaker-low)	64	66
Connection at the end of conductor # 5 (circuit breaker-high)	64	65
Connection at the end of conductor # 6 (circuit breaker-high)	52	53
Connection at end of conductor # 7 (top horizontal)	32	28
Enclosure door circuit breaker	5	
Fluid 50% height - cables compartment	not measured	13
Fluid 50% height - circuit breaker compartment	not measured	9

Fluid 50% height – bus-bars compartment	15	15
---	----	----

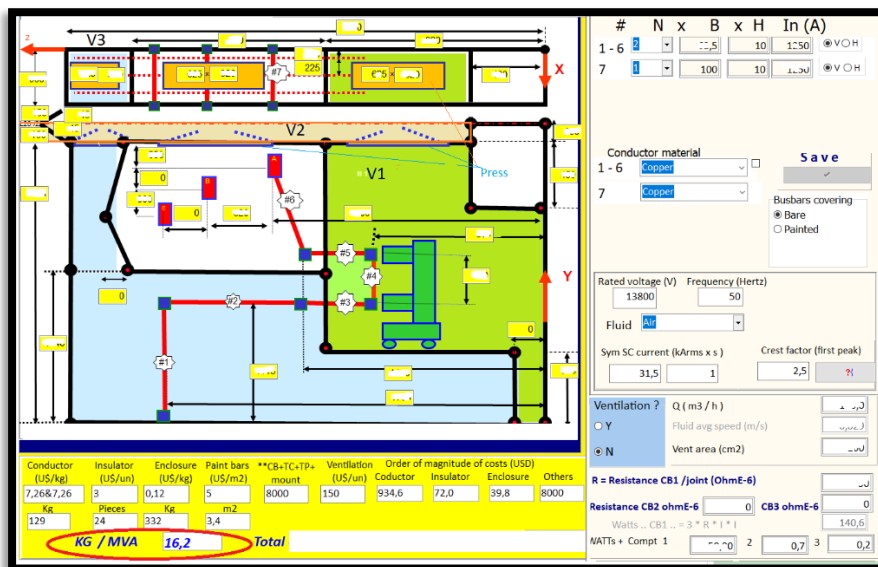
Table 4 – Internal arc test and simulation results (K).

Parameters	Test result	Simulation result
Symmetric or Asymmetric current	Asymmetric	
Arc voltage (V rms)	530	567
Maximum overpressure above 1 bar ΔP (%)	52	52
Overpressure duration (ms)	42	45
Integral Pressure curve along the time (bar*s*1000)	(*)	13
Time to 100% of overpressure peak ΔP (ms)	18	21
Time to 50% of overpressure peak ΔP (ms)	24~26	36

Table 5 – Short-time withstand current, and peak withstand current test and simulation results

	Test result	Simulation result
Max. Mechanical stress σ_H (N/mm ²)	Not measured	94
Max. Mechanical stress σ_T (N/mm ²)	(*)	18
Max. mechanical stress $\sigma_H + \sigma_T$ (N/mm ²)	(*)	111
Max. Force on the insulator in compression or tension (N)	(*)	8918
Max. Force on the insulator in flexion (N)	(*)	5711

Figure 2 – Input data to be used in the assessment of designs according to the parameters in the Tables of IEC 62271-307. The numbers of the conductors are the same used in Tables 2 to 5



4 Recommended statements in IEC products standards.

IEC STANDARDS STATEMENT about SAVING MATERIALS (as was done with EMC in 1980s):

Reduced use of copper, aluminium & insulators is beneficial for the environment. All product standards should add this clause: "PRODUCTS COVERED BY THIS STANDARD use significant amounts of copper, aluminium, insulators, and metals. Material savings are desirable for the Climate Change and Energy Transition initiatives. IEC promotes designs and methods that lower the kg/MVA" design

REFERENCES

- [1] IEC TR 60943:1998 - Guidance concerning the permissible temperature rise for parts of electrical equipment, in particular for terminals. Issued by IEC Technical Committee TC 32.
- [2] CIGRÈ BROCHURE 830 (2021) – "SIMULATIONS FOR TEMPERATURE RISE CALCULATION".
- [3] Cigrè Brochure 740 (2018) Contemporary design of low-cost substations in developing countries.
- [4] CIGRÈ BROCHURE 602 (2014) Tools for Simulation of The Effects of the Internal Arc in T&D Switchgear,
- [5] IEC62271-307 (2015) - High-voltage switchgear and controlgear - Part 307: Guidance for the extension of validity of type tests of AC metal and solid-insulation enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV.

END OF THE DRAFT STANDARD

ANNEX 2 – HOW TO ORGANIZE THE PRIZE EVENT

AS A SUGGESTION, THE ORGANIZATION OF THE PRIZE MAY FOLLOW THESE PREMISES.

a) WHAT IS “THE PRIZE”

The PRIZE is a worldwide competition within the theme of “PATENTS & INNOVATIONS IN POWER T&D PRODUCTS for saving Planet resources”. Each candidate project eligible to the PRIZE shall follow the SUBMISSION rules”). The prizes to be awarded are:

- 1st Prize of US\$ 35 000,00 (Thirty-Five Thousand United States Dollars);
- 2nd Prize of US\$ 20 000,00 (Twenty Thousand United States Dollars); and
- 3rd Prize of US\$ 10 000,00 (Ten Thousand United States Dollars).

b) ELIGIBILITY OF PROJECTS AND COMPARISON PERFORMANCE INDICATOR

Each project shall auto-declare the phase of development like one of these alternatives:

- ** Registered Patent (stage from non-developed to near commercialization)
- ** Designed project in R&D phase needing to test a prototype
- ** Designed project with a prototype ready for tests
- ** Commercialized product trying to reach the market

The candidate project should have, from the technical point of view (but not necessarily from the economical point of view) an expected performance better than the commonly commercialized products in the market. The term “better” here means having a lower weight per transmitted power (kg/MVA). Transmitted power, for example for an electric panel, is the product of the rated voltage by the rated normal current (multiplied by $\sqrt{3}$ if 3-phase). In the description of the project the candidate shall be skilled enough to give an order of magnitude of the kg/MVA of the proposed project and the kg/MVA products in the market). In other words, the candidate shall understand what is being improved.

There is no fee to register a candidate project for the PRIZE. Project authors may register either individually or as a group of co-authors. On registration, the contact author shall be clearly identified (individuals, institution or company, public e-mail, and clear contact information). The author will be the person with whom the organizers shall communicate in respect of all matters concerning the PRIZE. A 10 lines CV shall be included.

Authors and participating institutions may be from any country in the world and submit more than one project. All authors or co-authors must be living individuals and 18 years of age or older. Each winning submission shall receive only one award regardless of the number of co-authors.

c) HOW TO SUBMIT AND DESCRIBE A CANDIDATE PROJECT

The submission shall be made according to the instructions of the organizers presented in the link below. The project description is free and shall have no more than 4 pages, including figures photos. Being able to do a proper description is part of the aspects to consider in the project analysis. So, the description shall have focus on measurable results, advantages, and disadvantages. Avoid using formulas and descriptions not easily understandable by non-technical people.

As above, a candidate project shall have, from the technical point of view (but not necessarily from the economical point of view) an expected performance better than the commonly commercialized products in the market under the focus kg/MVA. Test reports and test simulation results may be used to demonstrate results. A key information is to include a comparison of the kg/MVA of the proposed project and the kg/MVA products in the market.

d) JUDGING AND AWARD CERIMONY

Submissions complying with the above rules will be reviewed by the PRIZE Advisory Council. More information about the methods are in the link at the end. The judges’ decisions will be communicated directly to the winners and during the award ceremony as informed in the link below.

ANNEX 3 - REFERENCES

- [1] FREE BOOK "TEMPERATURE RISE LIMITS used in I E C / IEEE TECHNICAL STANDARDS
<https://www.cognitor.com.br/TemperatureRiseLimits.pdf>
- [2] Article "METAL FOAM in SWITCHGEAR, switchboards & bus ducts
<http://www.cognitor.com.br/switchgearmetalfoam.pdf>
- [3] Free book by Sergio "RENEWABLE ENERGY + ENVIRONMENTAL EDUCATION TO TRY TO SAVE THE PLANET"
<https://www.cognitor.com.br/educationfortheplanet.pdf>
- [4] Free book by Sergio "SWITCHGEAR, BUSWAYS & ISOLATORS & SUBSTATIONS & LINES EQUIPMENT"
https://www.cognitor.com.br/Book_SE_SW_2013_ENG.pdf
- [5] Free book by Sergio" PROJECT SAVE RIO IN 10 YEARS:
<https://www.cognitor.com.br/saverioENG.pdf>
- [6] URBAN OVERHEAD NETWORKS X "DANGEROUS DISTANCES BETWEEN PEOPLE, CABLES,& TRANSFORMERS."
<https://www.cognitor.com.br/FusesInTheWindows.pdf>
- [7] Other reference articles free downloads
<https://www.cognitor.com.br/Downloads1.html>

About the author

CV Sergio Feitoza Costa <https://www.cognitor.com.br/Curriculum.html>

Things Sergio helped to do <http://www.cognitor.com.br/HelpedToDo.pdf>

Site <https://www.cognitor.com.br>

Contact e-mail: write to sergiofeitozacosta@gmail.com

Linkedin profile (30K followers) : [linkedin.com/in/sergiofeitozacosta](https://www.linkedin.com/in/sergiofeitozacosta)