

# IEC 62271-307 – Extensão da validade de ensaios de tipo para evitar repetição de testes (HV/MV)

<https://www.cognitor.com.br/IEC62271307POR.pdf>

Autor: **Sergio Feitoza Costa**



## 1. INTRODUÇÃO

O documento IEC TR 62271-307 começou a ser preparado em 2011 e foi publicado em 2015. Seu título é 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. Sergio Feitoza Costa é coautor deste documento IEC e foi membro do grupo de trabalho que o preparou tendo participado de reuniões internacionais para a preparação do texto.

Este Relatório Técnico (TR) IEC tem foco nos painéis de média/alta tensão das normas IEC 62271-200 e 62271-201, e traz um método para evitar a desnecessária repetição de ensaios onerosos. Estas oportunidades só podem ser aproveitadas pelos fabricantes que tem em mãos relatórios de ensaios que descrevam com transparência os detalhes do equipamento que foi efetivamente testado. A título de referência, as informações que devem constar em um completo relatório de ensaios para esta finalidade estão no documento [http://www.cognitor.com.br/TR\\_071\\_ENG\\_ValidationSwitchgear.pdf](http://www.cognitor.com.br/TR_071_ENG_ValidationSwitchgear.pdf) . No Neste Relatório Técnico (TR) da IEC as informações para relatórios de ensaios são ressaltadas em tabelas. O fabricante que está testando o equipamento deve ter o cuidado de alertar ao laboratório de testes para que constem no relatório.

Para ajudar a entender os conceitos envolvidos na substituição de testes de laboratório por regras e/ou cálculos vale a pena mencionar também as normas de painéis de baixa tensão. As possibilidades de evitar ensaios na série IEC 60439 (TTA / PTTA) eram apenas para ensaios de elevação de temperatura e de curto-circuito (só forças eletrodinâmicas) . A repetição de testes é substituída, pela comparação de um projeto testado com o projeto derivado não testado. Na série de normas IEC 61439 que substituiu a 60439 houve o acréscimo das chamadas “Regras de Projeto”. Estas “Regras” permitem evitar ensaios e cálculos da IEC 60439. Na Tabela 1 a seguir estão mostrados os fundamentos das regras de projeto. Há mais detalhes sobre este tema no livro “Painéis, Barramentos E Seccionadores E Equipamentos De Subestações” (download livre em: [http://www.cognitor.com.br/Book\\_SE\\_SW\\_2013\\_POR.pdf](http://www.cognitor.com.br/Book_SE_SW_2013_POR.pdf) )

Tabela 1 – Regras de projeto para baixa tensão

Item	RÉGRAS DE PROJETO ( T = temperaturas F = Forças eletrodinâmicas P = sobrepressão)	T	F	P
1	Corrente suportável de curta duração , menor ou igual a do projeto de referência <b>testado</b> ?		x	x
2	Seção transversal do barramento .... maiores ou iguais aos do projeto de referência?	x		
3	Espaçamento dos barramentos ..... , maiores ou iguais aos do projeto de referência?	x	x	
4	Suportes de barramentos são do mesmo tipo, forma e material e espaçamentos do barramento <b>são iguais ou menores</b> que o do projeto de referência?		x	
5	Materiais, propriedades dos materiais e montagem iguais aos do projeto de referência?	x	x	x
6	Dispositivos de proteção de curto circuito.....são equivalentes, aos da <b>mesma marca e série..</b> ?			
7	Comprimento do condutor vivo desprotegido..... Inferior ou igual aos do projeto de referência?			
8	Se o conjunto tem compartimento, no ensaio do projeto de referência este foi incluído ?	x	x	x
9	Compartimento a ser verificado do mesmo modelo, tipo e pelo menos mesmas dimensões ?	x		x
10	Compartimentos de mesma concepção mecânica e dimensões $\geq$ do projeto de referência?	x		x

“SIM”; a todos os requisitos - sem necessidade de ensaio.

“NÃO”; a qualquer dos requisitos - verificação adicional por cálculos e simulações é necessária

COGNITOR

## 2. USO DA IEC 62271-307 PARA EVITAR ENSAIOS EM PAINÉIS DE MEDIA TENSÃO.

Este documento IEC permite que, atendidas certas regras, um relatório de ensaios realizados em um certo painel representativo de uma família de painéis, seja utilizado como base para um estudo que demonstra que se o testado passou nos testes o não testado também passaria.

A extensão da validade de relatórios de ensaios busca evitar a desnecessária repetição de testes das normas IEC 62271-200 e 62271-201. Pode ser usado para estender testes de tipo realizados em uma amostra com um conjunto definido de classificações para outro conjunto de manobra da mesma família com um conjunto diferente de valores nominais ou arranjos diferentes. O documento IEC TR62271-307 descreve:

- A utilização, os parâmetros e a aplicação dos critérios de extensão e o uso de cálculos
- As informações necessárias para a extensão da validade (o que deve constar nos relatórios de testes)
- Aspectos específicos para extensão da validade de um a um, testes dielétricos, ensaios de elevação de temperatura, ensaios mecânicos, testes de correntes suportáveis de curta duração e de crista, ensaios de interrupção e de arco interno.
- A extensão da validade de um relatório de ensaio para outras unidades funcionais (situação a)
- Validação de uma família pela seleção de objetos de teste (situação b)
- Validação de um conjunto de relatórios de ensaios existentes (situação c)
- Validação de uma modificação do projeto (situação d)
- Justificativa para os critérios de extensão
- Exemplos de extensão da validade de ensaios de tipo tais como:
  - Modificação do projeto de um terminal de cabo em um conjunto de manobra isolado a ar (AIS)
  - Modificação do projeto de uma unidade funcional por adição de transformadores de corrente
  - Modificação do projeto de uma chave-fechadura na porta de uma unidade funcional AIS
  - Extensão dos relatórios de uma "ring main unit GIS" para unidades funcionais com largura maior
  - Extensão de uma família de conjuntos isolados a gás (GIS) para uma unidade funcional

A Seção "Uso dos Critérios de Extensão" explica que devido à grande variedade de tipos de unidades funcionais e possíveis combinações de componentes, não é prático realizar ensaios de tipo com todos os possíveis conjuntos de manobra. Portanto, o desempenho de um conjunto particular pode ser avaliado em função dos relatórios de testes de tipo feitos em outras montagens da mesma família de conjuntos. Para cada tipo de teste é mostrada uma lista não exaustiva de parâmetros de projeto, que devem ser analisados para a extensão da validade. A análise deve se basear em sólidos princípios técnicos, físico, experiência e cálculos.

Cada parâmetro de projeto listado nas Tabelas 2 a 6 deve ser comparado entre os projetos testado e não testado sob os critérios previstos nas tabelas. Um exemplo simples de visualizar é que na tabela do teste de elevação de temperatura, se a densidade de corrente dos condutores do equipamento não testado for menor que a do que foi testado o critério é aceito pois aquecerá menos (linha 5 da tabela 2). Se algum dos critérios não for claramente atendido é necessário utilizar outros argumentos como cálculos, explicações e simulações ou mesmo ensaios adicionais.

Cálculos e simulações só podem ser aplicados em sentido comparativo com base nos parâmetros de projeto e os critérios de aceitação nas tabelas. As ferramentas devem ser previamente validadas e a simulação reproduzível. A validação de ferramentas de software e métodos de cálculo está fora do escopo do TR IEC.

### 2.1) CRITÉRIOS PARA TESTE DE ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA

O documento IEC TR 60890 fornece procedimentos de cálculo que podem ser aplicados para comparar as temperaturas dos fluidos dentro dos invólucros. O cálculo é feito em função dos Watts dissipados, da área das paredes dos compartimentos, o número de partições horizontais, e a área das aberturas de ventilação. As simulações são em geral feitas por ferramentas como o software SwitchgearDesign cuja validação está em [http://www.cognitor.com.br/TR\\_071\\_ENG\\_ValidationSwitchgear.pdf](http://www.cognitor.com.br/TR_071_ENG_ValidationSwitchgear.pdf)

Tabela 2 – Critérios de extensão para o desempenho quanto à elevação de temperatura

Item	Parâmetro de projeto	Critério	Condição	Atendeu critério?
1	Distância fase-fase	$\geq$	Só validável para correntes acima de 1250A	
2	Distância fase-terra	$\geq$	Apenas validar se a influência sobre os elementos que cercam devido a correntes não pode ser excluída (eddy )	
3	Dimensões e volume do compartimento	$\geq$	O invólucro e os compartimentos são da mesma construção.	
4	Pressão mínima do gás	$\geq$	Mesmo gás; para isolamento a gas	
5	Densidade de corrente nos condutores	$\leq$	Os condutores têm a mesma estrutura física	
6	Resistencia / L condutores	$\leq$	Compare material do condutor e seção transversal	
7	Área de contato conexões	$\geq$	Igual ou melhor material de contato	
8	Força de contato conexões	$\geq$	Igual ou melhor material de contato	
9	Temperatura permissível de conexões	$\leq$	Incluindo revestimentos metálicos com $\leq$ resistividade	
10	Área de ventilação	$\geq$		
11	Dissipação de potência componentes	$\leq$	Aqui os principais dispositivos de comutação, fusíveis e transformadores de corrente são considerados.	
12	Área de barreiras isolantes	$\leq$	Barreiras têm a mesma estrutura física	
13	Espessura da cobertura isolante condutor	$\leq$	Resistividade térmica e coeficiente de emissão do revestimento devem ser o mesmo..	
14	Área transferência térmica involucro	$\geq$	O coeficiente de emissão do revestimento devem ser o mesmo	
15	Classe de temperatura	$\geq$		

## 2.2) CRITÉRIOS PARA TESTES DIELETRICOS (campos elétricos)

O desempenho dielétrico de dois conjuntos de manobra pode, se necessário, envolver a simulação e comparação da intensidade de campos elétricos usando ferramentas de software .

Tabela 3 – Critérios de extensão para o desempenho quanto à suportabilidade dielétrica

Item	Parâmetro de projeto	Critério de aceitação	Condição	Atendeu critério?
1	Distância de isolamento entre fases	$\geq$		
2	Distância isolamento a terra (clearance)	$\geq$		
3	Distância de escoamento	$\geq$		
4	Propriedades dielétricas do isolante	$\geq$	Análise comparativa de 2 materiais pode ser necessária (CTI)	
5	Rugosidade superficial de partes vivas	$\leq$		
6	Raio de partes condutivas	$\geq$	Não só o raio de partes vivas, mas também de todas as partes condutoras	
7	Distância de contatos abertos	$\geq$	Se influenciado pela montagem	
8	Distância de isolamento	$\geq$	Se influenciado pela montagem	
9	Mínima pressão para isolamento	$\geq$	Mesmo fluido se isolado a gás	

## 2.3) CRITÉRIOS PARA TESTES MECANICOS

Não é recomendado o uso de simulações e cálculos para a extensão da validade dos ensaios de tipo mecânicos principalmente pela dificuldade ou impossibilidade de validar seus resultados..

Tabela 4 – Critérios de extensão para o desempenho quanto à suportabilidade mecânica

Item	Parâmetro	De Projeto	Critério de aceitação	Condição	Atendeu critério ?
1	Sistemas de obturadores	A força da ligação mecânica quando bloqueado, incluindo obturador	$\geq$	Princípio de projeto igual, mas dimensões podem ser diferentes	
		Massa do obturador	$\leq$		
2	Contatos da parte removível	Número de pontos de contato	$\leq$	Os projetos dos contatos, incluindo a base e material de revestimento, e suportes de móveis e contatos fixos são os mesmos	
		Força de contato por contato	$\leq$		
		Aspereza da superfície contato	$\leq$		
3	Sistema de intertravamento operado diretamente	Força da ligação mecânica quando bloqueado	$\geq$	Princípio de projeto do sistema de intertravamento igual, mas dimensões podem ser diferentes	
		Torque aplicado na operação	$\leq$		
4	Sistema de intertravamento impedindo o acesso aos dispositivos operacionais	Força da ligação mecânica quando bloqueado	$\geq$	Princípio de projeto do sistema de intertravamento igual, mas dimensões podem ser diferentes	
		Força normal de operação	$\leq$		

#### 2.4) CRITÉRIOS PARA ESFORÇOS TÉRMICOS E ELETRODINÂMICOS DURANTE CURTO-CIRCUITO

Os cálculos incluem a determinação de forças eletromagnéticas entre condutores e a tensão mecânica que pode empenar barras e causar danos em isoladores. Os métodos de cálculo utilizados no software SwitchgearDesign em:

- IEC 61117, Method for assessing the short-circuit withstand strength of partially type-tested assemblies (PTTA)
- IEC 60865-1, Short-circuit currents – Calculation of effects – Part 1: Definitions and calculation methods.
- IEC TR 60865-2, Short-circuit currents – Calculation of effects – Part 2: Examples of calculation.

Tabela 5 – Critérios de extensão para o desempenho quanto a esforços térmicos e eletrodinâmicos de curto-circuito

Item	Parâmetro de projeto	Critério de aceitação	Condição	Atendeu critério?
1	Distância fase-fase	$\geq$		
2	Forças eletrodinâmicas	$\leq$	Condutores tem mesmo arranjo	
3	Suportabilidade mecânica dos suportes isolantes	$\geq$		
4	Comprimento não suportado de condutores	$\leq$		
5	Seção reta dos condutores	$\geq$	Conexões dos condutores escaladas e têm a mesma ou uma maior força de aperto e a área de contato.	
6	Material dos condutores	O memo		
7	Classe de temperatura dos isolantes	$\geq$		
8	Suportabilidade mecânica do involucro, partições e buchas	$\geq$		
9	Contatos da parte removível	O memo	Considere o projeto completo	

#### 2.5) CRITÉRIOS PARA SOBREPRESSÃO CAUSADA PELO ARCO INTERNO

A comparação do desempenho de dois conjuntos em suportar a sobrepressão nos compartimentos é a análise a ser feita. A sobrepressão é função das correntes de arco, áreas de aberturas de despressurização e volumes internos. A avaliação

da força nas paredes do painel pode ser feita para geometrias simples, utilizando fórmula de cálculo, caso contrário, usando análise de elementos finitos para tensão mecânica.

O fluxo de gases quentes expelidos pode ser simulado por programas CFD e a queima de indicadores pode ser simulada, mas até o momento ninguém validou este tipo de cálculo. Seria muito caro fazer isso, pois exigiria muitos testes.

A base para a avaliação são os valores obtidos para as curvas de sobrepressão. Esses conceitos estão bem detalhados nas páginas 177 a 191 deste livro de autoria de Sergio [http://www.cognitor.com.br/Book\\_SE\\_SW\\_2013\\_POR.pdf](http://www.cognitor.com.br/Book_SE_SW_2013_POR.pdf)

A referência mundial para este tema é a brochura CIGRÈ 602 / 2014 Tools for the Simulation of The Effects of the Internal Arc in T&D Switchgear. Sergio é coautor deste documento do Cigrè sendo membro do grupo de trabalho CIGRE que o preparou. Site <https://www.e-cigre.org/publications/detail/602-tools-for-simulation-of-the-internal-arc-effects-in-hv-and-mv-switchgear.html>

Tabela 7 – Critérios de extensão para ensaios de arco interno

Item	Parâmetro de projeto	Critério de aceitação	Condição	Atendeu critério ?
1	Distância de isolamento entre fases	$\leq$		
2	Distância isolamento a terra (clearance)	O memo	Referente região de início do arco	
3	Volume líquido compartimento	$\geq$		
4	Pressão nominal do gás isolante se aplicável	$\leq$		
5	Seção reta dos condutores	$\geq$	Referente região de início do arco	
6	Matéria-prima de condutores (Al ou Cu ou suas ligas)	O memo	Referente região de início do arco	
7	Local do ponto de iniciação do arco	O memo	Aplicando regras da IEC 62271-200 ou IEC 62271-201	
8	Material isolante exposto ao arco	O memo		
9	Área de exaustão	$\geq$	A posição da saída de gases de escape no compartimento e o trajeto de escoamento de gás são os mesmos. Áreas das secções transversais maiores só aceitáveis, se duto de exaustão é usado	
10	Pressão de abertura da exaustão	$\leq$	Aplicável aos compartimentos estanques	
11	Suportabilidade mecânica dos elementos a deixar abrir o dispositivo de alívio (flaps)	$\leq$	Aplicável aos compartimentos não estanques. O dispositivo de alívio e os seus elementos de fixação têm o mesmo design.	
12	Suportabilidade mecânica do involucrio e compartimentos	$\geq$	Inclui suportabilidade de partições e buchas	
13	Espessura das paredes do involucrio	$\geq$	Mesmo material	
14	Suportabilidade mecânica de portas e coberturas	$\geq$		
15	Grau de proteção (IP) do involucrio	$\geq$	Onde relevante ignição dos indicadores	

## 2.6) CRITÉRIOS PARA ENSAIOS DE INTERRUPTÃO E ESTABELECIMENTO

Tabela 7 – Critérios de extensão para interrupção e estabelecimento de correntes de curto-circuito

Item	Parâmetro de projeto	Critério de aceitação	Condição	Atendeu critério ?
1	Distância de isolamento entre fases	$\geq$		
2	Distância isolamento a terra (clearance)	$\geq$		
3	Volume do involucrio ou compartimento	$\geq$	Só para ser validado, se o fluido (gás ou líquido), é envolvido no processo de interrupção ou estabelecimento	
4	Pressão do gás isolante	$\geq$		
5	Seção reta dos condutores	$\geq$		

Item	Parâmetro de projeto	Critério de aceitação	Condição	Atendeu critério ?
6	Forças eletrodinâmicas dos condutores	$\leq$	Só para ser validado, se tem impacto no processo de interrupção ou estabelecimento	
7	Suportabilidade mecânica dos suportes isolantes	$\geq$		
8	Suportabilidade mecânica do involucro, partições e buchas	$\geq$		
9	Comprimento não suportado de condutores	$\leq$		

## 2.5) INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS PARA A EXTENSÃO DA VALIDADE DE ENSAIOS DE TIPO

Devem ser colhidas informações do conjunto de manobra necessárias nos ensaios de tipo de acordo com a IEC 62271 1 e IEC 62271-200. Além disso, as informações dos parâmetros relevantes são aquelas mostradas nas Tabelas 2 a 7 para cada ensaio específico e unidade funcional sob avaliação. Os relatórios de ensaio de tipo aplicáveis do conjunto de manobra testado devem ser fornecidos para a comparação dos conjuntos “testado” e “não testado”.

Por esta razão, recomenda-se que o fabricante informe claramente o laboratório de ensaios que necessita que as informações relevantes sobre os parâmetros de projeto listados nas tabelas 2 a 7 sejam incluídas nos relatórios de ensaio (mesmo que a norma do produto não os solicite). Desenhos relevantes e detalhados são essenciais como parte desta informação. Recomenda-se a utilização de laboratórios de ensaios que possuam recursos técnicos para obtenção de informações essenciais, por exemplo a medição de sobrepensões em testes de arco interno.

//////////////////////////////////// FIM DO ARTIGO //////////////////////////////////////

## SOBRE O AUTOR DO ARTIGO

O autor deste artigo é o Eng. Sérgio Feitoza Costa. Sergio é engenheiro eletricista, M.Sc. em sistemas de potência e diretor da COGNITOR. Possui mais de 40 anos de experiência no projeto, operação e gerenciamento de laboratórios de alta potência, alta tensão e outros. Após deixar o CEPEL, Sergio adquiriu considerável experiência no uso de simulações de testes para apoiar fabricantes e empresas certificadoras em projetos de equipamentos de subestações. É coautor de diversas normas IEC e brochuras Cigrè. Sergio é autor do software de simulação SwitchgearDesign e de patente relacionada a painéis elétricos.

Mais detalhes, publicações gratuitas e assuntos de treinamento no site <https://www.cognitor.com.br>

Publicações e livros : <https://www.cognitor.com.br/downloads1.html>

Bons posts técnicos no LinkedIn: [linkedin.com/in/sergiofeitozacosta](https://www.linkedin.com/in/sergiofeitozacosta)

Treinamento: <https://www.cognitor.com.br/trainingPOR.pdf>

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

Realizações: <https://www.cognitor.com.br/HelpedToDo.pdf>

**EVITE A REPETIÇÃO DESNECESSÁRIA DE TESTES USANDO O IEC TR62271-307:**

Caso necessite de uma avaliação, com alto reconhecimento e relatório de terceira parte, com a experiência de Sergio Feitoza Costa, um dos coautores deste IEC TR, entre em contato através do e-mail [sergiofeitozacosta@gmail.com](mailto:sergiofeitozacosta@gmail.com)