



ABNT-Associação
Brasileira de
Normas Técnicas

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1680
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: PABX (021) 210-3122
Fax: (021) 220-1762/220-6436
Endereço Telegráfico:
NORMATÉCNICA

Copyright © 1998,
ABNT-Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

SET 1998

NBR IEC 60947-2

Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão

Parte 2: Disjuntores

Origem: Projeto 03:017.05-003:1997
CB-03 - Comitê Brasileiro de Eletricidade
CE-03:017.05 - Comissão de Estudo de Disjuntores de Baixa Tensão
NBR IEC 60947-2 - Low-voltage switchgear and controlgear - Part 2: Circuit-breakers
Descriptor: Circuit-breaker
Esta Norma é equivalente à IEC 60947-2:1995
Válida a partir de 30.10.1998

Palavra-chave: Disjuntor

2 páginas

Esta Errata nº 1 de ABR 1999 tem por objetivo corrigir na NBR IEC 60947-2 o seguinte:

- Na tabela 10 - Sequência de ensaio III (Icu)

- onde se lê:

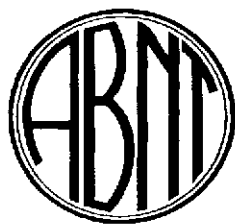
Tabela 10 - Número de amostras para ensaio

Sequência de ensaio	Número de Ue nominais marcadas			Terminais marcados linha/carga		Número de amostras	Amostra nº	Ajuste de corrente ¹⁾		Tensão de ensaio	Corrente de ensaio		Verificação da elevação da temperatura	Notas
	1	2	Mai.	Sim	Não			Mín.	Máx.		Corr.	Máx.		
III (Icu)	x			x		2	1	x	x	Ue	x			a)
							2	x		Ue	x			2)
	x				x	3	1	x	x	Ue	x			a)
							2	x		Ue	x			2)
							3		x	Ue	x			3)
		x		x	x	3	1	x	x	Ue máx. corr.		x		a)
							2			Ue máx. corr.		x		2)
							3		x	Ue máx.	x			4)
							1	x	x	Ue máx. corr.			x	a)
							2			Ue máx. corr.			x	2)
			x	x	x	4	3		x	Ue intermed.		x		b)
							4		x	Ue máx.		x		4)

- leia-se:

Tabela 10 - Número de amostras para ensaio

Seqüência de ensaio	Número de Ue nominais marcadas			Terminais marcados linha/carga		Número de amostras	Amostra nº	Ajuste de corrente ¹⁾		Tensão de ensaio	Corrente de ensaio		Verificação da elevação da temperatura	Notas
	1	2	Mul.	Sim	Não			Min.	Máx.		Corr.	Máx.		
III (Icu)	x			x		2	1 2	x	x	Ue Ue	x x			8) 2)
	x				x	3	1 2 3	x	x x	Ue Ue Ue	x x x			8) 2) 3)
		x		x	x	3	1 2 3	x	x x	Ue máx. corr. Ue máx. corr. Ue máx.		x x x		8) 2) 4)
			x	x	x	4	1 2 3 4	x	x x x	Ue máx. corr. Ue máx. corr. Ue intermed. Ue máx.		x x x x		8) 2) 6) 4)



**ABNT-Associação
Brasileira de
Normas Técnicas**

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1680
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: PABX (021) 210-3122
Fax: (021) 220-1762/220-6436
Endereço Telegráfico:
NORMATÉCNICA

Copyright © 1998.
ABNT-Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

SET 1998

NBR IEC 60947-2

Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão

Parte 2: Disjuntores

Origem: Projeto 03:017.05-003:1997
CB-03 - Comitê Brasileiro de Eletricidade
CE-03:017.05 - Comissão de Estudo de Disjuntores de Baixa Tensão
NBR IEC 947-2 - Low-voltage switchgear and controlgear - Part 2: Circuit-breakers
Descriptor: Circuit-breaker
Esta Norma é equivalente à IEC 60947-2:1995
Válida a partir de 30.10.1998

Palavra-chave: Disjuntor

80 páginas

Sumário

Prefácio

1 Geral

2 Definições

3 Classificação

4 Características dos disjuntores

5 Informações do produto

6 Condições normais de serviço, montagem e transporte

7 Construção

8 Ensaios

ANEXOS

A Coordenação sob condições de curto-circuito entre um disjuntor e outro dispositivo de proteção contra curto-circuito associados no mesmo circuito

B Disjuntores incorporando proteção à corrente residual

C Sequência de ensaios de curto-circuito em pólos individuais

D Distâncias de isolamento e escoamento

E Itens sujeitos a acordo entre fabricante e usuário

F Requisitos adicionais para disjuntores com proteção eletrônica de sobrecorrente

G Potência dissipada

H Sequência de ensaios para disjuntores para esquemas IT

Prefácio

A ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - é o Fórum Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês

Brasileiros (CB) e dos Organismos de Normalização Setorial (ONS), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Projetos de Norma Brasileira, elaborados no âmbito dos CB e ONS, circulam para Votação Nacional entre os associados da ABNT e demais interessados.

Os anexos A, B, C, F, G e H (normativos) fazem parte integrante desta Norma.

Os anexos D e E têm caráter somente informativo.

1 Geral

As regras gerais detalhadas na Parte 1 da IEC 60947 são aplicáveis a esta Norma, quando especificamente chamadas por esta. As seções e subseções, tabelas, figuras e anexos das regras gerais, quando aplicáveis, são identificados referenciando-se à Parte 1, por exemplo, subseção 1.2.3 da Parte 1, tabela 4 da Parte 1, ou anexo A da Parte 1¹⁾.

1.1 Objetivo e campo de aplicação

Esta Norma se aplica a disjuntores cujos contatos principais são previstos para serem conectados a circuitos com tensão nominal não superior a 1 000 V c.a. ou 1 500 V c.c.; contém também requisitos adicionais para disjuntores com fusíveis incorporados.

¹⁾ Nesta Norma Brasileira, dá-se preferência à indicação IEC 60947-1, por exemplo, subseção 1.2.3 da IEC 60947-1, etc.

Esta Norma se aplica a disjuntores, quaisquer que sejam suas correntes nominais, métodos de construção ou aplicações previstas.

Os requisitos para disjuntores, que também se destinam à proteção contra corrente de fuga para a terra, estão contidos no anexo B.

Os requisitos adicionais para disjuntores com proteção eletrônica de sobrecorrente estão contidos no anexo F.

Os requisitos adicionais para disjuntores para esquemas IT estão contidos no anexo H.

Requisitos suplementares para disjuntores usados como contadores de partida são dados na IEC 60947-4-1, aplicável a contadores de baixa tensão.

Os requisitos para disjuntores para proteção das linhas elétricas de edificações e aplicações similares, e projetados para o uso por pessoas não habilitadas, são dados na IEC 60898.

Os requisitos para disjuntores para equipamentos (por exemplo, aparelhos elétricos) são dados na IEC 60934.

Para certas aplicações específicas (por exemplo, tração, laminadores, serviços a bordo de navios), requisitos particulares ou adicionais podem ser necessários.

NOTA - Os disjuntores que são tratados nesta Norma podem ser providos com dispositivos para abertura automática sob condições predeterminadas, outras que não sejam as de sobrecorrente e subtensão, como, por exemplo, reversão de potência ou corrente. Esta Norma não trata da verificação da operação sob essas condições predeterminadas.

O objetivo desta Norma é estabelecer:

- a) as características dos disjuntores;
- b) as condições que os disjuntores de baixa tensão devem satisfazer com relação a:
 - 1) operação e desempenho em condições normais;
 - 2) operação e desempenho em condições de sobrecarga e curto-circuito, incluindo coordenação (seletividade e proteção de retaguarda);
 - 3) propriedades dielétricas;
- c) ensaios destinados para confirmação que essas condições são encontradas e os métodos a serem adotados para esse ensaios;
- d) informações que devem ser fornecidas com o dispositivo.

1.2 Referências normativas

As normas relacionadas a seguir contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem prescrições para esta Norma. As edições indicadas estavam em vigor no momento desta publicação. Como toda norma está sujeita a revisão, recomenda-se àqueles que realizam acordos com base nesta que verifiquem a conveniência de se usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir. A ABNT possui a informação das normas em vigor em um dado momento.

IEC 60050(441):1984, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses

IEC 60068-2-30:1980, Environmental testing - Part 2: Tests Db and guidance: Damp heat, cyclic (12+12-hour cycle)

IEC 60112:1979, Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions

IEC 60269-1:1986, Low-voltage fuses - Part 1: General requirements

IEC 60269-2-1:1987, Low-voltage fuses - Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application)

IEC 60269-3:1987, Low-voltage fuses - Part 3: Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons (fuses mainly for household and similar applications)

IEC 60364, Electric installations of buildings

IEC 60364-4-41:1982, Electric installations of buildings - Part 4: Protection for safety - Chapter 41: Protection against shock

IEC 60755:1983, General requirements for residual current operated protective devices

IEC 60898:1987, Circuit-breakers for over-current protection for household and similar installations

IEC 60934: Circuit-breakers for equipment (CBE)

IEC 60947-1:1988, Low-voltage switchgear and controlgear - Part 1: General rules

IEC 60947-4-1:1990, Low-voltage switchgear and controlgear - Part 4: Contactors and motor-starters - Section One: Electromechanical contactors and motors-starters

IEC 61000-4-2:1995, Electromagnetic compatibility - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 2: Electrostatic discharge immunity test

IEC 61000-4-3:1995, Electromagnetic compatibility - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test

IEC 61000-4-4:1995, Electromagnetic compatibility - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test

IEC 61000-4-5:1995, Electromagnetic compatibility - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 5: Surge immunity test

IEC 61008-1:1990, Residual current operated circuit-breakers without integral over-current protection for household and similar uses (RCCB's) - Part 1: General rules

IEC 61009-1:1991, Residual current operated circuit-breakers with integral over-current protection for household and similar uses (RCBO's) - Part 1: General rules

2 Definições

A maioria das definições usadas nesta Norma está contida na seção 2 da IEC 60947-1. As seguintes definições adicionais são adotadas, para os efeitos desta Norma.

NOTA - Quando essas definições são tomadas sem alteração do International Electrotechnical Vocabulary (IEV), IEC 50(441), a referência é dada entre colchetes.

2.1 disjuntor: Dispositivo de manobra e de proteção capaz de estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais do circuito, assim como estabelecer, conduzir por tempo especificado e interromper correntes em condições anormais especificadas do circuito, tais como as de curto-circuito.

2.1.1 tamanho da estrutura: Termo que designa um grupo de disjuntores cujas dimensões externas são comuns a uma faixa de correntes nominais. O tamanho da estrutura é expresso em ampères correspondentes à maior corrente nominal do grupo. Dentro do tamanho da estrutura, a largura pode variar de acordo com o número de pólos

NOTA - Esta definição não implica normalização dimensional.

2.1.2 mudança de características construtivas: Diferença significativa na construção entre disjuntores, de um dado tamanho da estrutura, requerendo ensaio de tipo adicional (ver 7.1.5).

2.2 disjuntor com fusíveis incorporados: Combinação, em um único dispositivo, de um disjuntor e fusíveis, sendo cada fusível colocado em série com cada pólo do disjuntor destinado a ser conectado ao condutor de fase. [IEV 441-14-22]

2.3 disjuntor limitador de corrente: Disjuntor cujo tempo de interrupção seja suficientemente curto, de forma a impedir que a corrente de curto-circuito atinja o seu valor de crista. [IEV 441-14-21]

2.4 disjuntor de encaixe (tipo *plug-in*): Disjuntor que, em adição aos seus contatos de interrupção, possui um conjunto de contatos que permite que ele seja removido.

NOTA - Alguns disjuntores podem ser do tipo de encaixe apenas no lado da linha, sendo os terminais de carga geralmente adequados para a conexão da fiação.

2.5 disjuntor extraível: Disjuntor que, em adição aos seus contatos de interrupção, tem um conjunto de contatos de separação que permite que ele seja desconectado do circuito principal em uma posição extraída, de modo a estabelecer as distâncias de separação de acordo com requisitos especificados.

2.6 disjuntor em caixa moldada: Disjuntor seco de baixa tensão, montado em uma caixa de material isolante moldada, que suporta e encerra o disjuntor. [IEV 441-14-24]

2.7 disjuntor seco: Disjuntor cujos contatos principais operam no ar, sob pressão atmosférica. [IEV 441-14-27]

2.8 disjuntor a vácuo: Disjuntor cujos contatos principais operam em um vácuo especificado. [IEV 441-14-29]

2.9 disjuntor a gás: Disjuntor no qual os contatos principais operam em um gás diferente do ar, sob pressão atmosférica ou pressão mais elevada.

2.10 disparador sob ação de corrente de estabelecimento: Disparador que provoca a abertura de um disjuntor, sem retardo intencional, durante uma operação de fechamento, quando a corrente de estabelecimento excede um valor predeterminado, e que se torna inoperante quando o disjuntor está na posição fechada.

2.11 disparador de curto-circuito: Disparador de sobrecorrente destinado a atuar durante o curto-circuito.

2.12 disparador de curto-circuito com retardo de curta duração: Disparador de sobrecorrente destinado a operar ao final de um retardo de curta duração (ver 2.5.26 da IEC 60947-1) (qualquer retardo intencional na operação, levando-se em conta os limites da corrente suportável de curta duração nominal).

2.13 contato de alarme: Contato auxiliar que opera somente quando o disjuntor é disparado pela sua proteção.

2.14 disjuntor com fechamento bloqueado: Disjuntor no qual nenhum dos contatos móveis pode estabelecer corrente, se o comando para fechamento é dado enquanto permanecem no circuito as condições que causariam a operação da abertura.

2.15 capacidade de interrupção (ou estabelecimento) em curto-circuito: Capacidade de interrupção (ou estabelecimento) nas quais são preestabelecidas condições que incluem um curto-circuito.

2.15.1 capacidade de interrupção máxima em curto-circuito: Capacidade de interrupção para a qual as condições preestabelecidas de acordo com a sequência de ensaios especificados não incluem a condição do disjuntor conduzir a corrente nominal continuamente.

2.15.2 capacidade de interrupção de curto-circuito em serviço: Capacidade de interrupção para a qual as condições preestabelecidas de acordo com a sequência de ensaios especificados incluem a condição do disjuntor conduzir a corrente nominal continuamente.

2.16 tempo de abertura: Aplica-se a subseção 2.5.39 da IEC 60947-1, com as seguintes adições:

- no caso de disjuntor diretamente operado, isto é, sem nenhum dispositivo auxiliar de abertura, o instante inicial do tempo de abertura é aquele em que se estabelece uma corrente que sensibilize instantaneamente, sem qualquer atraso intencional, o disparador instantâneo do disjuntor;
- no caso do disjuntor operado por alguma forma de energia auxiliar, o instante inicial do tempo de abertura é o instante da energização do dispositivo de abertura.

NOTA - Para disjuntores, "tempo de abertura" é comumente referido como "tempo de disparo", embora, mais exatamente, tempo de disparo aplique-se ao tempo entre o instante do início do tempo de abertura até o instante quando o comando de abertura se torna irreversível.

2.17 coordenação pela proteção de sobrecorrente: Aplica-se a subseção 2.5.22 da IEC 60947-1.

2.17.1 seletividade de sobrecorrente: Aplica-se a subseção 2.5.23 da IEC 60947-1. [IEV 441-17-15]

2.17.2 seletividade total: Seletividade de sobrecorrente onde, na presença de dois dispositivos de proteção de sobrecorrente em série, o dispositivo de proteção no lado da carga efetua a proteção sem causar a operação do outro dispositivo.

2.17.3 seletividade parcial: Seletividade de sobrecorrente onde, na presença de dois dispositivos de proteção de sobrecorrente em série, o dispositivo de proteção no lado da carga efetua a proteção até um dado nível de sobrecorrente, sem causar a operação do outro dispositivo.

2.17.4 corrente limite de seletividade (I_s): Valor correspondente à corrente resultante da interseção das características tempo x corrente de interrupção do dispositivo de proteção no lado da carga e a característica de fusão (para fusíveis) ou característica tempo x corrente de atuação (para disjuntores) do outro dispositivo de proteção.

A corrente limite de seletividade (ver figura A.1) é o valor limite da corrente

- abaixo da qual, na presença de dois dispositivos de proteção de sobrecorrente em série, aquele instalado no lado da carga completa a sua operação de interrupção a tempo de evitar que o outro dispositivo inicie sua operação, isto é, a seletividade é assegurada;
- acima da qual, na presença de dois dispositivos de proteção de sobrecorrente em série, aquele instalado no lado da carga pode não completar a sua operação de interrupção a tempo de evitar que o outro dispositivo inicie sua operação, isto é, a seletividade não é assegurada.

2.17.5 proteção de retaguarda: Aplica-se a subseção 2.5.24 da IEC 60947-1.

2.17.6 corrente de interseção (I_g): A subseção 2.5.25 da IEC 60947-1 é ampliada conforme segue:

Para os efeitos desta Norma, a subseção 2.2.25 da IEC 60947-1 aplica-se a dois dispositivos de proteção de sobre-corrente em série para tempos de operação $\geq 0,05$ s. Para tempos de operação $< 0,05$ s, os dois dispositivos de proteção de sobrecorrente em série são considerados como uma associação (ver anexo A).

NOTA - A corrente de interseção é a corrente cujo valor corresponde à resultante da interseção das características tempo x corrente máxima de interrupção de dois dispositivos de proteção de sobrecorrente em série.

2.18 características I^2t de um disjuntor: Informações (geralmente uma curva) que fornecem os valores máximos de I^2t relacionados ao tempo de interrupção como uma função da corrente presumida (eficaz e simétrica para corrente alternada), até a corrente presumida máxima correspondente à capacidade de interrupção nominal em curto-circuito e à tensão associada.

3 Classificação

Os disjuntores podem ser classificados:

3.1 De acordo com a categoria de utilização, A ou B (ver 4.4).

3.2 De acordo com seu meio de interrupção, por exemplo:

- no ar;
- no vácuo;
- a gás.

3.3 De acordo com seu projeto, por exemplo:

- construção aberta;
- caixa moldada.

3.4 De acordo com o método de comando do mecanismo de operação:

- operação manual dependente;
- operação manual independente;
- operação não manual dependente;
- operação não manual independente;
- operação por energia acumulada.

3.5 De acordo com a adequação para seccionamento:

- adequado para seccionamento;
- não adequado para seccionamento.

3.6 De acordo com a previsão para manutenção:

- com manutenção;
- sem manutenção.

3.7 De acordo com o modo da instalação:

- fixo;
- de encaixe;
- extraível.

3.8 De acordo com o grau de proteção previsto para o invólucro (ver 7.1.11 da IEC 60947-1).

4 Características dos disjuntores

4.1 Resumo das características

As características dos disjuntores devem ser estabelecidas, quando aplicável, de acordo com:

- tipo do disjuntor (ver 4.2);
- valores limites e nominais do circuito principal (ver 4.3);
- categoria de utilização (ver 4.4);
- circuitos de controles (ver 4.5);
- circuitos auxiliares (ver 4.6);
- disparadores (ver 4.7);
- fusíveis incorporados (disjuntores com fusíveis incorporados) (ver 4.8);
- sobretensões de manobra (ver 4.9).

4.2 Tipos de disjuntores

É necessário indicar:

4.2.1 Número de pólos.

4.2.2 Tipos de correntes:

Tipos de correntes (corrente alternada ou corrente contínua) e, no caso de corrente alternada, o número de fases e a frequência nominal.

4.3 Valores limites e nominais do circuito principal

Os valores nominais estabelecidos para o disjuntor devem ser indicados de acordo com 4.3.1 a 4.4, mas não é necessário estabelecer todos os valores nominais enumerados.

4.3.1 Tensões nominais

O disjuntor é caracterizado pelas tensões nominais estabelecidas em 4.3.1.1 a 4.3.1.3.

4.3.1.1 Tensão de operação nominal (Ue)

A subseção 4.3.1.1 da IEC 60947-1 é aplicável, com o seguinte complemento:

- Disjuntores cobertos pelo item a) da nota 2:
- Ue é geralmente definida como a tensão entre fases.

NOTA A - No Canadá e nos Estados Unidos, a tensão de operação nominal Ue é declarada como:

- a) a tensão entre fases e terra, juntamente com a tensão entre fases (por exemplo, 277/480 V), para sistemas trifásicos a quatro fios com neutro aterrado;
- b) a tensão entre fases (por exemplo, 480 V), para sistemas trifásicos a três fios não aterrados ou aterrados através de impedância.

Disjuntores para sistemas não aterrados ou aterrados através de impedância (esquema IT) requerem ensaios adicionais de acordo com o anexo H.

- Disjuntores cobertos pelo item b) da nota 2:

Estes disjuntores requerem ensaios adicionais de acordo com o anexo C.

Ue deve ser declarada como a tensão entre fases, precedida pela letra C.

NOTA B - De acordo com as práticas atuais no Canadá e nos Estados Unidos, disjuntores cobertos pelo item b) da nota 2 são identificados pela tensão entre fases somente.

4.3.1.2 Tensão de isolamento nominal (Ui)

A subseção 4.3.1.2 da IEC 60947-1 se aplica.

4.3.1.3 Tensão suportável de impulso nominal (V imp)

A subseção 4.3.1.3 da IEC 60947-1 se aplica.

4.3.2 Correntes

Um disjuntor é caracterizado pelas correntes estabelecidas em 4.3.2.1 a 4.3.2.4.

4.3.2.1 Corrente térmica convencional (ao ar livre) - (I_{th})

A subseção 4.3.2.1 da IEC 60947-1 se aplica.

4.3.2.2 Corrente térmica convencional em invólucro (I_{the})

A subseção 4.3.2.2 da IEC 60947-1 se aplica.

4.3.2.3 Corrente nominal de operação (I_n)

Para os disjuntores, a corrente nominal de operação é a corrente ininterrupta (I_u) (ver 4.3.2.4 da IEC 60947-1) e é igual à corrente térmica convencional ao ar livre.

4.3.2.4 Corrente nominal para disjuntores de quatro pólos

A subseção 7.1.8 da IEC 60947-1 se aplica.

4.3.3 Frequência nominal

A subseção 4.3.3 da IEC 60947-1 se aplica.

4.3.4 Regime de carga nominal

Os regimes de carga nominal considerados como normais são os estabelecidos em 4.3.4.1 e 4.3.4.2.

4.3.4.1 Regime de carga de 8 h

A subseção 4.3.4.1 da IEC 60947-1 se aplica.

4.3.4.2 Regime de carga contínuo

A subseção 4.3.4.2 da IEC 60947-1 se aplica.

4.3.5 Características de curto-circuito

4.3.5.1 Capacidade nominal de estabelecimento em curto-circuito (Icm)

É o valor da capacidade de estabelecimento em curto-circuito, atribuído pelo fabricante ao disjuntor, referente à tensão de operação nominal e para um fator de potência especificado, para c.a., ou constante de tempo, para c.c. É expresso como o máximo pico da corrente presumida.

Para c.a., este valor não deve ser menor que a sua capacidade de interrupção máxima em curto-circuito, multiplicado pelo fator n da tabela 2 (ver 4.3.5.3).

Para c.c., este valor não deve ser menor que a sua capacidade de interrupção máxima de curto-circuito, que é suposta constante em regime permanente.

A capacidade de estabelecimento nominal em curto-circuito implica que o disjuntor deve ser capaz de estabelecer a corrente correspondente à capacidade nominal, na tensão aplicada apropriada relacionada à tensão de operação nominal.

4.3.5.2 Capacidade nominal de interrupção em curto-circuito

São os valores da capacidade de interrupção em curto-circuito, atribuídos pelo fabricante ao disjuntor para a tensão de operação nominal, sob condições especificadas.

A capacidade nominal de interrupção em curto-circuito estabelece que o disjuntor deve ser capaz de interromper qualquer valor da corrente de curto-circuito até e inclusive o valor correspondente à capacidade nominal na tensão de restabelecimento na frequência industrial correspondente aos valores da tensão de ensaio preestabelecidas e:

- para c.a., em qualquer valor de fator de potência não inferior aos da tabela 12 (ver 8.3.2.2.4);
- para c.c., em qualquer valor de constante de tempo não superior aos da tabela 12 (ver 8.3.2.2.5).

Para tensão de restabelecimento à frequência industrial com valores acima dos valores de tensão de ensaio preestabelecidos (ver 8.3.2.2.6.1), nenhuma capacidade de interrupção em curto-circuito é garantida.

Para c.a., o disjuntor deve ser capaz de interromper a corrente presumida correspondente à sua capacidade nominal de interrupção em curto-circuito e o respectivo fator de potência dado na tabela 11, sem levar em conta o valor da componente unidirecional inerente, assumindo que a componente alternada é constante.

A capacidade nominal de interrupção em curto-circuito é definida por:

- capacidade nominal de interrupção máxima em curto-circuito;
- capacidade nominal de interrupção de curto-circuito em serviço.

4.3.5.2.1 Capacidade nominal de interrupção máxima em curto-circuito (Icu)

Valor de capacidade de interrupção limite em curto-circuito (ver 3.15.1), indicado pelo fabricante para o disjuntor para a correspondente tensão de operação nominal, sob as condições especificadas em 8.3.5. Ele é expresso como o valor da corrente presumida de interrupção, em quiloampères (valor eficaz da componente alternada, no caso de c.a.).

4.3.5.2.2 Capacidade nominal de interrupção de curto-circuito em serviço (Ics)

Valor da capacidade de interrupção em serviço em curto-circuito (ver 3.15.2), indicado pelo fabricante para o disjuntor para a correspondente tensão de operação nominal, sob as condições especificadas em 8.3.4.

Ele é expresso como um valor da corrente presumida de interrupção, em quiloampères, correspondendo a uma das porcentagens especificadas da capacidade nominal de interrupção máxima em curto-circuito, de acordo com a tabela 1, e arredondado para cima para o número mais próximo. Ele pode ser alternativamente expresso como uma porcentagem (%) de Icu (por exemplo, Ics = 25% Icu).

Alternativamente, quando a capacidade nominal de interrupção de curto-circuito em serviço é igual à corrente suportável de curta duração nominal (ver 4.3.5.4), o valor do primeiro pode ser igual ao do segundo em quiloampères, contanto que ele não seja inferior ao valor mínimo referido na tabela 1.

Quando Icu excede 200 kA, para a categoria de utilização A (ver 4.4), ou 100 kA, para a categoria de utilização B, o fabricante deve declarar o valor Ics de 50 kA.

4.3.5.3 Relações padronizadas entre capacidade de estabelecimento e de interrupção em curto-circuito, e respectivos fatores de potência, para disjuntores em c.a.

As relações padronizadas entre capacidade de estabelecimento e de interrupção em curto-circuito são fornecidas na tabela 2.

As capacidades nominais de estabelecimento e interrupção em curto-circuito são válidas somente quando o disjuntor é operado de acordo com os requisitos de 7.2.1.1 e 7.2.1.2.

Para aplicações especiais, o fabricante pode indicar um valor da capacidade de estabelecimento nominal em curto-circuito maior que os da tabela 2.

Ensaio para verificar estes valores nominais devem ser objeto de acordo entre fabricante e usuário.

Tabela 1 - Relações padronizadas entre Ics e Icu

Categoria de utilização A	Categoria de utilização B
% de Icu	% de Icu
25	50
50	75
75	100
100	

Tabela 2 - Fator n entre capacidade de estabelecimento e de interrupção em curto-circuito e respectivos fatores de potência

Capacidade de interrupção em curto-circuito I	Fator de potência	Valor mínimo para n n = capacidade de estabelecimento em curto-circuito/capacidade de interrupção em curto-circuito
kA eficaz		
$4,5 \leq I \leq 6$	0,7	1,5
$6 < I \leq 10$	0,5	1,7
$10 < I \leq 20$	0,3	2,0
$20 < I \leq 50$	0,25	2,1
$50 < I$	0,2	2,2

NOTA - Para valores de capacidade de interrupção inferiores a 4,5 kA, para certas aplicações, ver tabela 11 para o fator de potência.

4.3.5.4 Corrente suportável de curta duração nominal (Icw)

A corrente suportável de curta duração nominal de um disjuntor é o valor da corrente suportável de curta duração indicada pelo fabricante para o disjuntor sob as condições de ensaios especificados em 8.3.6.2.

Para c.a., o valor desta corrente é o valor eficaz da componente alternada da corrente de curto-circuito presumida, suposta constante durante o tempo de retardo.

O curto retardamento de tempo associado à corrente suportável de curta duração nominal deve ser no mínimo 0,05 s, sendo os valores preferenciais dados a seguir:

0,05 s - 0,1 s - 0,25 s - 0,5 s - 1 s

A corrente suportável de curta duração nominal não deve ser menor que os valores apropriados mostrados na tabela 3.

4.4 Categorias de utilização

A categoria de utilização de um disjuntor deve ser declarada considerando-se se ele é ou não especificamente destinado a ser usado em seletividade, através do uso

de um retardamento de tempo intencional em relação a outros disjuntores em série no lado da carga, sob condições de curto-circuito (ver figura A.3).

Chama-se atenção para as diferenças dos ensaios aplicados nas duas categorias de utilização (ver tabela 9 e 8.3.4, 8.3.5 e 8.3.6).

As categorias de utilização são definidas na tabela 4.

4.5 Circuitos de controle**4.5.1 Circuitos de controle elétrico**

Aplica-se a subseção 4.5.1 da IEC 60947-1, com o seguinte complemento:

Se a tensão de alimentação nominal de controle é diferente da tensão nominal do circuito principal, recomenda-se que seu valor seja escolhido de acordo com a tabela 5.

4.5.2 Circuitos de controle alimentados a ar (pneumáticos ou eletropneumáticos)

A subseção 4.5.2 da IEC 60947-1 se aplica.

Tabela 3 - Valores mínimos da corrente suportável nominal de curta duração

Corrente nominal I_n	Corrente suportável de curta duração nominal I_{cw}
A	Valores mínimos kA
$I_n \leq 2\,500$	$12 I_n$ ou 5 kA, o que for maior
$I_n > 2\,500$	30 kA

Tabela 4 - Categorias de utilização

Categorias de utilização	Aplicação quanto à seletividade
A	Disjuntores não especificamente indicados para seletividade sob condições de curto-circuito em relação a outros dispositivos de proteção de curto-circuito em série no lado da carga, isto é, sem um curto retardamento de tempo intencional indicado para seletividade sob condições de curto-circuito e, portanto, sem a corrente suportável de curta duração de acordo com 4.3.5.4
B	Disjuntores especificamente indicados para seletividade sob condições de curto-circuito em relação a outros dispositivos de proteção de curto-circuito em série no lado da carga, isto é, com um curto retardamento de tempo intencional (o qual pode ser ajustável) indicado para seletividade sob condições de curto-circuito. Estes disjuntores possuem a corrente suportável de curta duração de acordo com 4.3.5.4 NOTA - A seletividade não é necessariamente assegurada até a capacidade de interrupção máxima em curto-circuito de um disjuntor (por exemplo, no caso da operação de relé instantâneo), mas até o valor especificado na tabela 3.

NOTAS

1 O fator de potência ou a constante de tempo associados com cada valor da corrente de curto-circuito nominal são dados na tabela 12 (ver 8.3.2.2.4 e 8.3.2.2.5).

2 Chama-se atenção para os diferentes requisitos em relação à porcentagem mínima de Ics para categorias de utilização A e B, de acordo com tabela 1.

3 Um disjuntor de categoria de utilização A pode ter um curto retardamento de tempo intencional indicado para seletividade sob outras condições que não as de curto-circuito, com a corrente suportável de curta duração menor que aquelas de acordo com a tabela 3. Neste caso, os ensaios incluem a sequência de ensaios IV (ver 8.3.6), indicada para a corrente suportável de curta duração.

Tabela 5 - Valores preferenciais da tensão de alimentação nominal de controle, se diferente da tensão nominal do circuito principal

c.c.	Monofásico, c.a.
V	V
24, 48, 110, 125, 220, 250	24, 48, 110, 127, 220, 230
NOTA - É conveniente que o fabricante esteja preparado para declarar o valor ou valores da corrente absorvida pelos circuitos de controle, na tensão de alimentação nominal de controle.	

4.6 Circuitos auxiliares

A subseção 4.6 da IEC 60947-1 se aplica.

4.7 Disparadores

4.7.1 Tipos

- 1) Disparador em derivação *shunt*;
- 2) Disparador de sobrecorrente:
 - a) instantâneo;
 - b) tempo de retardo definido;
 - c) atuação a tempo inverso:
 - independente da carga anterior;
 - dependente da carga anterior (por exemplo, disparador térmico).

NOTAS

1 O termo "disparador de sobrecarga" é usado para identificar disparadores de sobrecorrente destinados à proteção contra sobrecargas. O termo "disparador de curto-circuito" é usado para identificar disparadores de sobrecorrente destinados à proteção contra curtos-circuitos.

2 O termo "disparador ajustável" inclui também disparadores intercambiáveis.

3 disparadores de subtensão (para abertura);

4 outros disparadores.

4.7.2 Características

- 1) disparador em derivação e disparador de subtensão (para abertura):
 - tensão nominal dos circuitos de controle (U_c);
 - tipo de corrente;
 - frequência nominal, se c.a.;
- 2) disparador de sobrecorrente:
 - corrente nominal (I_n);
 - tipo de corrente;
 - frequência nominal, se c.a.;
 - corrente de ajuste (ou faixa de ajustes);
 - tempo de ajuste (ou faixa de ajustes).

A corrente nominal de um disparador de sobrecorrente é o valor de corrente (eficaz, se c.a.) correspondente à máxima corrente de ajuste que o disparador deve ser capaz de conduzir, sob as condições de ensaio especificadas em 8.3.2.5, sem que a elevação de temperatura exceda os valores especificados na tabela 7.

4.7.3 Corrente de ajuste dos disparadores de sobrecorrente

Para disjuntores equipados com disparadores ajustáveis (ver nota 2 de 4.7.1, item 2)), a corrente de ajuste (ou faixa de ajuste de corrente, conforme aplicável) deve ser identificada no disparador ou na sua escala. A identificação pode ser tanto diretamente em ampères, ou como um múltiplo do valor da corrente marcada no disparador.

Para disjuntores equipados com disparadores não ajustáveis, a identificação deve ser marcada no disjuntor. Se as características de operação do disparador de sobrecarga atendem os requisitos da tabela 6, deve ser suficiente marcar o disjuntor com a sua corrente nominal (I_n).

No caso de disparadores indiretos operados por transformadores de corrente, a identificação pode tanto se referir à corrente primária do transformador de corrente ao qual ele está ligado ou à corrente de ajuste do disparador de sobrecarga. Em ambos os casos, a relação do transformador de corrente deve ser indicada.

A menos que especificado diferentemente:

- o valor de operação do disparador de sobrecarga, diferente daquele do tipo térmico, é independente da temperatura do ar ambiente entre os limites de -5°C a $+40^{\circ}\text{C}$;
- para disparadores do tipo térmico, os valores indicados são para temperatura de referência de $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. O fabricante deve estar preparado para indicar a influência das variações de temperatura do ar ambiente (ver 7.2.1.2.4, item b)).

4.7.4 Ajuste do tempo de disparo dos disparadores de sobrecorrente

1) Disparadores de sobrecorrente de tempo de retardo definido

O tempo de retardo desses disparadores é independente da sobrecorrente. O ajuste do tempo de disparo deve ser estabelecido como a duração, em segundos, do tempo de abertura do disjuntor, se o retardo de tempo de abertura não for ajustável, ou os valores extremos do tempo de abertura, se o retardo de tempo for ajustável.

2) Disparadores de sobrecorrente de tempo de retardo inverso

O tempo de retardo desses disparadores é dependente da sobrecorrente. As características tempo x corrente devem ser dadas em formas de curvas fornecidas pelo fabricante. Estas devem indicar como o tempo de abertura, partindo de um estado frio, varia com a corrente dentro da faixa de operação do disparador. O fabricante deve indicar convenientemente as tolerâncias aplicáveis a estas curvas.

Estas curvas devem ser fornecidas para cada valor extremo do ajuste de corrente e, se a regulação do tempo é ajustável para uma dada corrente de ajuste, é recomendável que elas sejam dadas em adição para cada valor extremo do ajuste de tempo.

NOTA - É recomendável que a corrente seja locada na abscissa e o tempo na ordenada, usando-se escalas logarítmicas. Além disto, para facilitar o estudo e coordenação dos diferentes tipos de proteção, é recomendável que a corrente seja locada como um múltiplo da corrente de ajuste e o tempo, em segundos, na folha gráfica padrão detalhada na IEC 60269-1.

4.8 Fusíveis incorporados (disjuntores com fusíveis incorporados)

A subseção 4.8 da IEC 60947-1 aplica-se.

O fabricante deve fornecer a informação necessária.

4.9 Sobreensões de manobra

A subseção 4.9 da IEC 60947-1 se aplica, quando é declarada uma tensão suportável de impulso nominal Uimp.

5 Informações do produto

5.1 Natureza das informações

A subseção 5.1 da IEC 60947-1 aplica-se, conforme apropriado para um modelo particular.

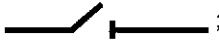
Em complementação, o fabricante deve tornar disponíveis, quando solicitado, as informações relativas às perdas de potência típicas para os diversos tamanhos de estrutura (ver 2.1.1). Ver anexo G.



5.2 Marcação

Cada disjuntor deve estar identificado de forma duradoura:

a) os seguintes dados devem ser marcados no próprio disjuntor ou em uma ou mais etiquetas de identificação fixadas no disjuntor e localizadas em uma posição em que sejam visíveis e legíveis quando o disjuntor for instalado:

- corrente nominal (I_n)

- adequabilidade para o seccionamento, se aplicável, com o símbolo ;

- indicação das posições aberto e fechado, com  e  respectivamente, se símbolos são usados (ver 7.1.5.1 da IEC 60947-1);

b) os seguintes dados devem ser também marcados externamente no disjuntor, como especificado em a), exceto que estes não precisam ser necessariamente visíveis quando o disjuntor for instalado:


- nome do fabricante ou marca registrada;

- designação de tipo ou número de série;

- NBR IEC 60947-2, se o fabricante declarar a conformidade com esta Norma;

- categoria de utilização;

- tensão ou tensões de operação nominais (U_e) (ver 4.3.1.1 e, quando aplicável, o anexo H);

- valor (ou faixa) da frequência nominal (por exemplo, 50 Hz), e/ou a indicação "c.c." (ou o símbolo );


- capacidade nominal de interrupção de curto-circuito em serviço (I_{cs});

- capacidade nominal de interrupção máxima em curto-circuito (I_{cu});

- corrente suportável de curta duração nominal (I_{cw}) e curto retardamento de tempo associado, para categoria de utilização B;

- terminais de linha e carga, quando esta informação for importante;

- terminais do pólo neutro, se aplicável, pela letra N;

- terminal de proteção de terra, quando aplicável, pelo símbolo  (ver 7.1.9.3 da IEC 60947-1);

- temperatura de referência para disparador térmico não compensado, se diferente de 30°C;

c) os seguintes dados devem também ser marcados no disjuntor como especificado em b), ou devem constar nas informações publicadas pelo fabricante:

- capacidade de estabelecimento nominal em curto-circuito (I_{cm}), se superior àquela especificada em 4.3.5.1;

- tensão de isolamento nominal (U_i), se superior à máxima tensão de operação nominal;

- tensão suportável de impulso nominal (U_{imp}), quando declarada;

- grau de poluição, se diferente de 3;

- corrente térmica convencional em invólucro (I_{the}), se diferente da corrente nominal;

- grau de proteção IP, quando aplicável (ver anexo C da IEC 60947-1);

- mínimo tamanho do invólucro e dados de ventilação (se existir), para os quais os valores nominais são aplicáveis;

- detalhes das mínimas distâncias entre disjuntor e partes metálicas aterradas para disjuntores destinados a serem usados sem invólucro;

d) os seguintes dados referentes aos dispositivos de abertura e fechamento do disjuntor devem ser marcados também nas suas próprias etiquetas ou etiqueta do disjuntor; alternativamente, se o espaço for insuficiente, eles devem constar nas informações publicadas pelo fabricante:

- tensão nominal dos circuitos de controle dos dispositivos de fechamento (ver 7.2.1.2 da IEC 60947-1) e frequência nominal, para c.a.;
- tensão nominal dos circuitos de controle do disparador em derivação *shunt* (ver 7.2.1.4 da IEC 60947-1) e/ou do disparador de subtensão (ou disparador de ausência de tensão) (ver 7.2.1.3 da IEC 60947-1) e frequência nominal, para c.a.;
- corrente nominal dos disparadores indiretos de sobrecorrente;
- número e tipos de contatos auxiliares e natureza da corrente, frequência nominal (se c.a.) e tensão nominal das chaves auxiliares, se diferente do circuito principal;

e) identificação dos terminais.

Aplica-se a subseção 7.1.7.4 da IEC 60947-1 (ver também item b) acima).

5.3 Instruções para instalação, operação e manutenção

A subseção 5.3 da IEC 60947-1 se aplica.

6 Condições normais de serviço, montagem e transporte

A seção 6 da IEC 60947-1 se aplica, com o seguinte complemento:

Grau de poluição (ver subseção 6.1.3.2 da IEC 60947-1)

A menos que seja declarado diferentemente pelo fabricante, o disjuntor é para ser empregado em condições ambientais com grau de poluição 3.

7 Construção

7.1 Requisitos de construção

NOTA - Outros requisitos referentes a materiais e a partes condutoras de corrente estão em estudo para as subseções 7.1.1 e 7.1.2 da IEC 60947-1. A sua aplicação a esta Norma está sujeita a considerações posteriores.

A subseção 7.1 da IEC 60947-1 se aplica, com os seguintes complementos:

7.1.1 Disjuntores extraíveis

Na posição desconectada, os contatos de seccionamento do circuito principal e, quando aplicável, dos circuitos auxiliares de disjuntores extraíveis devem ter distâncias de seccionamento compatíveis com os requisitos especificados para a função de seccionamento, levando em conta as tolerâncias de fabricação e as mudanças nas dimensões devidas ao desgaste.

O mecanismo de extração deve estar equipado com um dispositivo indicador que mostre sem ambigüidade as posições dos contatos de seccionamento.

O mecanismo de extração deve estar equipado com intertravamentos, de forma a somente permitir que os contatos sejam separados ou novamente fechados quando os contatos principais do disjuntor estiverem abertos.

Além disso, o mecanismo de extração deve estar equipado com intertravamentos que só permitam que os contatos principais sejam fechados:

- quando os contatos de seccionamento estiverem completamente fechados, ou
- quando a distância de seccionamento especificada é atingida entre as partes fixa e móvel dos contatos de seccionamento (posição desconectada).

Quando o disjuntor está na posição desconectada, devem ser fornecidos meios para assegurar que as distâncias de seccionamento especificadas entre os contatos de seccionamento não possam ser inadvertidamente reduzidas.

7.1.2 Requisitos adicionais de segurança para disjuntores adequados para seccionamento

A subseção 7.1.6 da IEC 60947-1 se aplica, com o seguinte complemento:

NOTA - Se a posição disparada (posição de trip) não é a mesma da posição desligada indicada, ela deve ser claramente identificada.

A posição desligada indicada é a única posição na qual é assegurada a distância de seccionamento especificada entre os contatos.

7.1.3 Distâncias de escoamento e isolamento

Para disjuntores para os quais o fabricante declarou o valor nominal da tensão de impulso suportável (*Uimp*), os valores mínimos são especificados nas tabelas 13 e 25 da IEC 60947-1.

Para disjuntores para os quais o fabricante não declarou o valor nominal da tensão de impulso suportável (*Uimp*), indicações para valores mínimos são dadas no anexo D.

7.1.4 Requisitos para a segurança do operador

Não pode haver nenhum caminho ou abertura que permita que partículas incandescentes sejam atiradas da área em que se encontram os meios de operação manual.

Isto é verificado através das prescrições de 8.3.2.6.1, item b).

7.1.5 Lista de mudanças de características construtivas

Disjuntores de uma dada estrutura são considerados como tendo uma mudança de característica construtiva, se qualquer uma das características seguintes não for a mesma:

- material, acabamento e dimensões das partes internas condutoras de corrente, admitindo-se, entretanto, as variações listadas em a), b) e c) abaixo;
- tamanho, material, configuração e método de fixação dos contatos principais;
- qualquer mecanismo de operação manual integral, seus materiais e características físicas;
- materiais de isolamento e moldagem;
- o princípio de operação, materiais e construção do dispositivo de extinção do arco;
- o projeto básico dos dispositivos de sobrecorrente, admitindo, entretanto, as variações detalhadas em a), b) e c) abaixo.

Variações descritas a seguir não constituem mudança de característica construtiva:

- a) dimensões dos terminais, desde que as distâncias de escoamento e isolamento não sejam reduzidas;
- b) no caso de disparadores térmicos e magnéticos, aquelas dimensões e materiais dos componentes dos disparadores que determinam a capacidade de corrente;
- c) enrolamentos secundários dos disparadores operados por transformadores de corrente;
- d) meios de operação externa, adicionais aos meios de operação incorporados.

7.2 Requisitos de desempenho

7.2.1 Condições de operação

7.2.1.1 Fechamento

Para um disjuntor ser fechado seguramente na corrente de estabelecimento correspondente à sua capacidade de estabelecimento nominal em curto-circuito, é essencial que ele seja operado com a mesma velocidade de fechamento e a mesma força usada durante os ensaios de tipo, para assegurar a capacidade de estabelecimento em curto-circuito.

7.2.1.1.1 Fechamento manual dependente

Para um disjuntor tendo um mecanismo de fechamento manual dependente, não é possível fixar uma capacidade de estabelecimento nominal em curto-circuito sem considerar as condições da operação mecânica.

Tal disjuntor não deve ser empregado em circuitos onde a corrente de estabelecimento presumida de pico exceda 10 kA.

Entretanto, isso não se aplica ao caso de disjuntores com mecanismo de fechamento manual dependente e que incorpora um disparador de abertura de operação rápida, que provoca a interrupção do disjuntor de forma segura, independente da velocidade e da firmeza com as quais ele é fechado, em correntes presumidas de pico excedendo 10 kA. Neste caso, pode-se fixar uma capacidade de estabelecimento nominal em curto-circuito.

7.2.1.1.2 Fechamento manual independente

Pode-se fixar a capacidade de estabelecimento nominal em curto-circuito, desconsiderando-se as condições de operação mecânica para disjuntores com mecanismos de fechamento manual independente.

7.2.1.1.3 Fechamento não manual dependente

O mecanismo de fechamento não manual dependente, incluindo os relés de controles intermediários, quando necessário, deve ser capaz de assegurar o fechamento do disjuntor, em qualquer condição entre o fechamento em vazio e a sua capacidade de estabelecimento nominal, quando a tensão de alimentação, medida durante a operação de fechamento, situar-se entre os limites de 110% e 85% da tensão de alimentação nominal de controle e, quando tensão alternada, na frequência nominal.

Em 110% da tensão de alimentação nominal de controle, a operação de fechamento em vazio não deve causar qualquer dano ao disjuntor.

Em 85% da tensão de alimentação nominal de controle, a operação de fechamento deve ocorrer quando a corrente estabelecida pelo disjuntor for igual à sua capacidade de estabelecimento nominal, dentro dos limites permitidos pela operação de seus relés e disparadores e, se um limite de tempo máximo for estabelecido para essa operação de fechamento, em um tempo não excedendo esse limite máximo.

7.2.1.1.4 Fechamento não manual independente

Pode-se fixar a capacidade de estabelecimento nominal em curto-circuito, para disjuntores com operação de fechamento não manual independente, desconsiderando-se as condições de fechamento não manual.

Os meios para carregamento do mecanismo de operação, bem como os componentes de controle de fechamento, devem ser capazes de operar de acordo com a especificação do fabricante.

7.2.1.1.5 Fechamento por energia acumulada

Este tipo de mecanismo de fechamento deve ser capaz de assegurar o fechamento do disjuntor em qualquer condição entre fechamento em vazio e sua capacidade de estabelecimento nominal.

Quando a energia é acumulada no disjuntor, este deve ser provido de um dispositivo que indique quando o mecanismo estiver totalmente carregado.

Os meios para carregar o mecanismo de operação, bem como os componentes de controle do fechamento, devem ser capazes de operar quando a tensão de alimentação auxiliar estiver entre 85% e 110% da tensão de alimentação nominal de controle.

Não deve ser possível a movimentação dos contatos móveis da posição aberta, a menos que o carregamento seja suficiente para completar a operação de fechamento.

Quando o mecanismo de armazenamento de energia é operado manualmente, a direção da operação deve ser indicada.

Este último requisito não se aplica a disjuntores com operação de fechamento manual independente.

7.2.1.2 Abertura

7.2.1.2.1 Geral

Disjuntores que disparam automaticamente devem ter abertura livre e acumular energia para a operação de abertura antes que seja completada a operação de fechamento, a menos que haja acordo diferente entre fabricante e usuário.

7.2.1.2.2 Abertura por disparador de subtensão

A subseção 7.2.1.3 da IEC 60947-1 se aplica.

7.2.1.2.3 Abertura por disparador em derivação

A subseção 7.2.1.4 da IEC 60947-1 se aplica.

7.2.1.2.4 Abertura por disparador de sobrecorrente

a) Abertura sob condições de curto-circuito

O disparador de curto-circuito deve disparar o disjuntor com tolerância de $\pm 20\%$ do valor da corrente de disparo, para todos os valores de ajuste de corrente do disparador de corrente de curto-circuito.

Quando necessário para a coordenação de sobrecorrente (ver 2.17), o fabricante deve fornecer informações (geralmente curvas) mostrando:

- máximo pico da corrente de corte (ver 2.5.19 da IEC 60947-1) em função da corrente presumida (valor eficaz, simétrico);
- características I^2t (ver 2.18) para disjuntores de categoria de utilização A e, se aplicável, B para disjuntores com disparador instantâneo preferencial (ver nota de 8.3.5).

A conformidade dessas informações pode ser verificada durante os ensaios de tipo pertinentes, na sequência de ensaios II e III (ver 8.3.4 e 8.3.5).

NOTA - É possível fornecer outros tipos de dados para se verificarem as características de coordenação dos disjuntores, por exemplo, ensaios em combinações de dispositivos de proteção de curto-circuito.

b) Condições de abertura em sobrecarga

1). Operação com tempo de retardo definido ou instantânea (caso o disjuntor possua)

O disparador deve causar o desarme do disjuntor com tolerância de $\pm 10\%$ do valor da corrente de disparo, para todos os valores de ajuste de corrente do disparador de sobrecarga.

2) Atuação a tempo inverso

Valores convencionais para operação a tempo inverso são dados na tabela 6.

À temperatura de referência (ver 4.7.3) e a 1,05 vez o valor de ajuste da corrente (ver 2.4.37 da IEC 60947-1), isto é, com a corrente convencional de não atuação, o disparador de abertura sendo energizado em todos os pólos, o desarme não deve ocorrer em tempo inferior ao convencional (ver 2.5.30 da IEC 60947-1), partindo do estado frio, isto é, com o disjuntor à temperatura de referência.

Além disso, quando, no final do tempo convencional, o valor da corrente é imediatamente elevado para 1,30 vez o valor de ajuste, isto é, com o valor da corrente de disparo convencional (ver 2.5.31 da IEC 60947-1), o disparo deve então ocorrer em tempo inferior ao convencional de atuação.

NOTA - A temperatura de referência é a temperatura ambiente na qual a característica tempo-corrente do disjuntor está baseada.

Se o fabricante declarar que o disparador é substancialmente independente da temperatura ambiente, os valores das correntes constantes na tabela 6 devem ser aplicados na faixa de temperatura declarada pelo fabricante, dentro da tolerância de 0,3%/K.

A largura da faixa de temperatura deve ser pelo menos a temperatura de referência ± 10 K.

Tabela 6 - Características de operação de abertura dos disparadores de sobrecorrente de tempo inverso na temperatura de referência

Todos os pólos carregados		Tempo convencional
Corrente convencional de não atuação	Corrente convencional de disparo	I_n
1,05 x ajuste de corrente	1,30 x ajuste de corrente	$2^{(*)}$
(*) 1 h quando $I_n \leq 63$ A.		

7.2.2 Elevação de temperatura

7.2.2.1 Limites de elevação de temperatura

A elevação da temperatura das diversas partes do disjuntor, medida sob condições especificadas em 8.3.2.5, não deve exceder os valores limites constantes na tabela 7, durante os ensaios realizados de acordo com 8.3.3.6. A elevação de temperatura dos terminais não deve exceder os valores constantes na tabela 7, durante os ensaios realizados de acordo com 8.3.4.3 e 8.3.6.3.

7.2.2.2 Temperatura ambiente

Os limites de elevação de temperatura dados na tabela 7 são aplicáveis somente se a temperatura ambiente permanecer dentro dos limites dados em 6.1.1 da IEC 60947-1.

7.2.2.3 Circuito principal

O circuito principal do disjuntor, incluindo os disparadores de sobrecorrente que podem ser associado a ele, deve ser capaz de conduzir a corrente térmica convencional (I_{th} ou I_{the} , conforme aplicável; ver 4.3.2.1 e 4.3.2.2), sem que as elevações de temperatura excedam os limites especificados na tabela 7.

7.2.2.4 Circuitos de controle

Os circuitos de controle, incluindo dispositivos usados para operações de fechamento e abertura de um disjuntor, devem permitir o regime de carga nominal, como especificado em 4.3.4, e também que os ensaios de elevação de temperatura especificados em 8.3.2.5 sejam realizados sem que a elevação de temperatura exceda os limites especificados na tabela 7.

Os requisitos desta subseção devem ser verificados em um disjuntor novo. Alternativamente, a critério do fabricante, a verificação pode ser feita durante o ensaio de elevação de temperatura de 8.3.3.6.

7.2.2.5 Circuitos auxiliares

Os circuitos auxiliares, incluindo dispositivos auxiliares, devem ser capazes de conduzir suas correntes térmicas convencionais sem que a elevação de temperatura exceda os limites especificados na tabela 7, quando ensaiados de acordo com 8.3.2.5.

7.2.3 Propriedades dielétricas

Se o fabricante fornecer o valor da tensão suportável de impulso nominal (U_{imp}), aplicam-se os requisitos descritos em 7.2.3 da IEC 60947-1 e o disjuntor deve satisfazer os ensaios dielétricos especificados em 8.3.3.4 da IEC 60947-1.

Se o fabricante não fornecer esse valor, para as verificações da tensão elétrica suportável feitas durante as seqüências de ensaios, o disjuntor deve satisfazer os ensaios dielétricos especificados em 8.3.3.2.1, 8.3.3.2.2, 8.3.3.2.3 e 8.3.3.2.4.

7.2.4 Aptidão de estabelecer e interromper nas condições sem carga, em carga normal e em sobrecarga

7.2.4.1 Desempenho em sobrecarga

Este requisito se aplica a disjuntores para corrente nominal até e inclusive 630 A.

O disjuntor deve ser capaz de executar o número de ciclos de operação com corrente no circuito principal excedendo sua corrente nominal, sob as condições de ensaios descritas em 8.3.3.4.

Cada ciclo de operação consiste em uma operação de estabelecimento, seguida por uma operação de interrupção.

7.2.4.2 Desempenho em serviço

A subseção 7.2.4.2 da IEC 60947-1 se aplica com as seguintes adições:

O disjuntor deve ser capaz de satisfazer os requisitos da tabela 8:

- para os ensaios de desempenho em serviço com o circuito principal sem corrente, sob as condições de ensaio especificadas em 8.3.3.3.3;

- para os ensaios de desempenho em serviço com corrente no circuito principal, sob as condições de ensaio especificadas em 8.3.3.3.4.

Cada ciclo de operação é composto de uma operação de fechamento seguida por outra de abertura (ensaio sem desempenho em serviço sem corrente) ou de uma operação de estabelecimento seguida por outra de interrupção (ensaio de desempenho em serviço com corrente).

7.2.5 Capacidade de estabelecimento e interrupção sob condições de curto-circuito

A subseção 7.2.5 da IEC 60947-1 se aplica com as seguintes ampliações:

A capacidade de estabelecimento nominal em curto-circuito deve estar de acordo com 4.3.5.1 e 4.3.5.3.

A capacidade nominal de interrupção em curto-circuito deve estar de acordo com 4.3.5.2.

A corrente suportável de curta duração nominal deve estar de acordo com 4.3.5.4.

NOTA - É de responsabilidade do fabricante assegurar que as características de disparo do disjuntor sejam compatíveis com a capacidade de o disjuntor suportar as solicitações eletrodinâmicas e térmicas inerentes.

Tabela 7 - Limites de elevação de temperatura para terminais e partes acessíveis

Descrição das partes (*)	Limites de elevação de temperatura (**) K
- terminais para conexões externas	80
- meios manuais de operação:	
metálicos	25
não metálicos	35
- partes destinadas a serem tocadas, mas não manipuladas:	
metálicas	40
não metálicas	50
- partes que não podem ser tocadas em operações normais:	
metálicas	50
não metálicas	60

(*) Nenhum valor é especificado para outras partes além das relacionadas, mas recomenda-se que nenhum dano seja causado às partes adjacentes de materiais isolantes.

(**) Os limites de elevação de temperatura especificados não se destinam a ser aplicados para uma nova amostra, mas são aqueles aplicáveis às verificações de elevação de temperatura durante as seqüências apropriadas de ensaio especificadas na seção 8.

Tabela 8 - Número de ciclos de operação

1	2	3	4	5
Corrente nominal(*) A	Número de ciclos de operação por hora (**)	Número de ciclos de operação		
		Sem corrente	Com corrente (***)	Total
$I_n \leq 100$	120	8 500	1 500	10 000
$100 < I_n \leq 315$	120	7 000	1 000	8 000
$315 < I_n \leq 630$	60	4 000	1 000	5 000
$630 < I_n \leq 2 500$	20	2 500	500	3 000
$2 500 < I_n$	10	1 500	500	2 000

(*) Isto significa a máxima corrente nominal para um dado tamanho de estrutura.

(**) A coluna 2 fornece a freqüência de ciclos de operação mínima. Essa freqüência pode ser aumentada com a anuência do fabricante e, neste caso, a freqüência deve ser declarada no relatório de ensaio.

(***) Durante cada ciclo de operação, o disjuntor deverá permanecer fechado por tempo suficiente para assegurar que a corrente plena seja estabelecida, mas não excedendo 2 s.

7.2.6 Sobreensões de manobra

A subseção 7.2.6 da IEC 60947-1 se aplica. Circuitos de ensaio e métodos de medição adequados estão em estudo.

7.2.7 Requisitos adicionais para disjuntores adequados para seccionamento

Disjuntores adequados para seccionamento devem ser ensaiados conforme 8.3.3.2.

Outros requisitos adicionais (por exemplo, referentes a correntes de fuga) aplicáveis a esse tipo de disjuntores estão em estudo.

7.2.8 Requisitos específicos para disjuntores com fusíveis incorporados

NOTA - Para a coordenação entre os disjuntores e os fusíveis separados associados em um mesmo circuito, ver anexo A.

O disjuntor com fusíveis incorporados deve cumprir os requisitos desta Norma em todos aspectos, até a capacidade nominal de interrupção máxima, inclusive. Em particular, deve satisfazer os requisitos da sequência de ensaios V (ver 8.3.7).

O disjuntor deve atuar, sem causar a operação dos fusíveis, no caso de ocorrência de sobre corrente que não exceda a corrente limite de seletividade I_s , declarada pelo fabricante.

Para qualquer sobre corrente, igual ou inferior à capacidade nominal de interrupção máxima em curto-circuito para o conjunto composto de disjuntor e fusíveis, o disjuntor deve atuar quando um ou mais fusíveis operarem (de maneira a evitar a abertura de uma única fase). Se o fabricante informar que o disjuntor possui dispositivo de bloqueio contra fechamento (ver 2.14), não deve ser possível religar o disjuntor até que os fusíveis fundidos ou quaisquer fusíveis que faltem tenham sido substituídos ou até que o dispositivo de bloqueio tenha sido liberado.

8 Ensaios

8.1 Tipos de ensaios

A subseção 8.1 da IEC 60947-1 aplica-se, com as seguintes complementações:

8.1.1 Os ensaios para verificação das características dos disjuntores são os seguintes:

- ensaios de tipo (ver 8.3);
- ensaios de rotina ou por amostragem (ver 8.4).

8.1.2 Os ensaios de tipo compreendem os seguintes ensaios:

Ensaio	Subseção
Elevação de temperatura	8.3.2.5
Características e limites de atuação	8.3.3.1
Propriedade dielétrica	8.3.3.2
Aptidão de desempenho em serviço	8.3.3.3
Desempenho em sobrecarga (quando aplicável)	8.3.3.4
Capacidade de interrupção em curto-circuito	8.3.4 e 8.3.5
Corrente suportável de curta duração (quando aplicável)	8.3.6
Desempenho de disjuntores com fusíveis incorporados	8.3.7

Os ensaios de tipo devem ser executados pelo fabricante na fábrica ou em qualquer laboratório apropriado de sua escolha.

8.1.3 Os ensaios de rotina ou por amostragem compreendem os seguintes ensaios:

Ensaio	Subseção
Operação mecânica	8.4.1
Calibração dos disparadores	8.4.2
Verificação dielétrica	8.4.3
NOTA - Ensaios por amostragem para a verificação de distâncias de isolamento estão em estudo.	

8.2 Conformidade com requisitos de construção

A subseção 8.2 da IEC 60947-1 aplica-se (ver, entretanto, nota de 7.1).

8.3 Ensaios de tipo

Para evitar a repetição de ensaios idênticos aplicáveis a várias sequências de ensaios, as condições gerais de ensaios são agrupadas no início desta subseção em três tópicos:

- condições de ensaio aplicáveis a todas as sequências (8.3.2.1 a 8.3.2.4);
- condições de ensaio aplicáveis aos ensaios de elevação de temperatura (8.3.2.5);
- condições de ensaio aplicáveis aos ensaios de curto-circuito (8.3.2.6).

Quando apropriado, essas condições gerais de ensaios são referidas às regras gerais da IEC 60947-1 ou nelas são baseadas.

Cada sequência de ensaios faz referência às condições de ensaios gerais que sejam aplicáveis. Isto requer o uso de referências cruzadas, mas permite que cada sequência de ensaios seja apresentada de uma forma mais simplificada.

Ao longo desta seção, o termo "ensaio" é usado para cada ensaio a ser realizado; o termo "verificação" deve ser interpretado como "ensaio de verificação" e é usado quando o objetivo é verificar as condições de um disjuntor após um ensaio anteriormente realizado, em uma sequência de ensaios, no qual ele pode ter sido afetado.

A fim de facilitar a localização de uma condição de ensaio particular ou de um ensaio, é fornecido um índice em 8.3.1, usando os termos mais comuns (não necessariamente os termos exatos que aparecem nos títulos das subseções correspondentes).

8.3.1 Sequência de ensaios

Os ensaios de tipo são agrupados em um número de seqüências, como mostrado na tabela 9.

Para cada seqüência, o ensaio deve ser executado na ordem indicada.

Com referência a 8.1.1 da IEC 60947-1, os seguintes ensaios da seqüência de ensaios I (ver 8.3.3) podem ser omitidos da seqüência e realizados em amostras separadas:

- ensaio de propriedades dielétricas (8.3.3.2);
- ensaio de disparadores de subtensão de 8.3.3.3.2 (item c) e 8.3.3.3.3, para verificar os requisitos de 7.2.1.3 da IEC 60947-1;
- ensaio de disparadores de derivação de 8.3.3.3.2 (item d) e 8.3.3.3.3, para verificar os requisitos de 7.2.1.4 da IEC 60947-1;
- ensaios adicionais para capacidade operacional sem corrente para disjuntores extraíveis (8.3.3.3.5).

A aplicabilidade das seqüências de ensaio de acordo com a relação entre Ics, Icu e Icw é dado na tabela 9a.

Índice dos ensaios

Condições gerais de ensaio	Subseção
Requisitos gerais dos disjuntores	8.3.2.1
Requisitos dos disjuntores para os ensaios de curto-circuito	8.3.2.6.1
Frequências	8.3.2.2.3
Fator de potência	8.3.2.2.4
Registros (interpretação)	8.3.2.6.6
Tensão de restabelecimento	8.3.2.2.6
Circuitos para ensaio de curto-circuito	8.3.2.6.2
Procedimento para ensaio de curto-circuito	8.3.2.6.4
Ensaio de elevação de temperatura	8.3.2.5
Constante de tempo	8.3.2.2.5
Tolerâncias	8.3.2.2.2
Ensaios	Subseção
(Para esquema geral das seqüências de ensaios, ver tabela 9)	
Propriedades dielétricas	8.3.3.2
Tensão elétrica suportável (verificação da)	8.3.3.5 - 8.3.4.2 - 8.3.5.3 - 8.3.6.5 8.3.7.3 - 8.3.7.7 - 8.3.8.4
Ensaio de curto-circuito em pólo individual (sistemas com uma fase aterrada)	Anexo C
Ensaio de curto-circuito em pólo individual (para esquemas IT)	Anexo H
Disjuntores com fusíveis incorporados (ensaios de curto-circuito)	8.3.7.1 - 8.3.7.5 - 8.3.7.6
Aptidão ao desempenho em serviço	8.3.3.3
Desempenho em sobrecarga	8.3.3.4
Verificação da calibração dos disparadores em sobrecarga	8.3.3.7 - 8.3.4.4 - 8.3.5.1 - 8.3.5.4 8.3.6.1 - 8.3.6.6 - 8.3.7.4 - 8.3.7.8 8.3.8.1 - 8.3.8.6
Capacidade de interrupção de curto-circuito em serviço	8.3.4.1 - 8.3.8.3
Ensaio de interrupção de curto-circuito na máxima corrente suportável de curta duração	8.3.6.4
Corrente suportável de curta duração	8.3.6.2 - 8.3.8.2
Elevação de temperatura (verificação da)	8.3.3.6 - 8.3.4.3 - 8.3.6.3 8.3.7.2 - 8.3.8.5
Características e limites de atuação	8.3.3.1
Capacidade de interrupção de curto-circuito máxima	8.3.5.2
Ensaios adicionais para disjuntores extraíveis	8.3.3.3.5

Tabela 9 - Lista geral das seqüências de ensaio¹⁾

Seqüência	Aplicável a:	Ensaio
I Característica geral de desempenho (8.3.3)	Todos os disjuntores	<ul style="list-style-type: none"> - Características e limites de atuação - Propriedades dielétricas - Operações mecânicas e aptidão de desempenho em serviço - Desempenho em sobrecarga (quando aplicável) - Verificação da tensão elétrica suportável - Verificação da elevação de temperatura - Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga
II Capacidade nominal de interrupção de curto-circuito em serviço (Ics) (8.3.4)	Todos os disjuntores ²⁾	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidade nominal de interrupção de curto-circuito em serviço - Verificação da tensão elétrica suportável - Verificação da elevação de temperatura - Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga
III Capacidade nominal de interrupção de curto-circuito máxima (8.3.5)	Todos os disjuntores ³⁾ de categoria de utilização A e disjuntores de categoria de utilização B com disparador instantâneo preferencial (*)	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga - Capacidade nominal de interrupção de curto-circuito máxima - Verificação da tensão elétrica suportável - Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga
IV Corrente suportável nominal de curta duração (8.3.6)	Disjuntores de categoria de utilização B ²⁾	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga - Corrente suportável nominal de curta duração - Verificação da elevação de temperatura - Capacidade de interrupção de curto-circuito na máxima corrente suportável de curta duração - Verificação da tensão elétrica suportável - Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga
V Desempenho de disjuntor com fusíveis incorporados (8.3.7)	<div>Estágio 1</div> <div>Todos os disjuntores com fusíveis incorporados</div> <div>Estágio 2</div>	<div> <ul style="list-style-type: none"> - Curto-circuito na corrente limite de seletividade - Verificação da elevação de temperatura - Verificação da tensão elétrica suportável - Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga </div> <div> <ul style="list-style-type: none"> - Curto-circuito na corrente de interseção - Capacidade de interrupção de curto-circuito máxima - Verificação da tensão elétrica suportável - Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga </div>
Seqüência de ensaios combinada (8.3.8)	Disjuntores de categoria de utilização B: - quando I _{cw} = I _{cs} (substitui seqüências II e IV) - quando I _{cw} = I _{cs} = I _{cu} (substitui seqüências II, III e IV)	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga - Corrente suportável nominal de curta duração - Capacidade nominal de interrupção de curto-circuito em serviço - Verificação da tensão elétrica suportável - Verificação da elevação da temperatura - Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga

Tabela 9 (conclusão)

Seqüência	Aplicável a:	Ensaio
Seqüência de ensaios de curto-circuito em pólo individual (anexo C)	Disjuntores para uso em sistemas de fase aterrada	- Capacidade de interrupção de curto-circuito de pólo individual - Verificação da tensão elétrica suportável - Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga
Seqüência de ensaios de curto-circuito em pólo individual (anexo H)	Disjuntores para uso em esquemas IT	- Capacidade de interrupção de curto-circuito de pólo individual (I_{IT}) - Verificação da tensão elétrica suportável - Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga

(*) Ver nota de 8.3.5.

¹⁾ Para a seleção de disjuntores para ensaios e a aplicabilidade das várias seqüências de ensaios de acordo com a relação entre I_{cs} , I_{cu} e I_{cw} , ver tabela 9a.

²⁾ Exceto quando a seqüência de ensaios combinada é aplicada.

³⁾ Exceto - quando $I_{cs} = I_{cu}$ (mas ver 8.3.5)

- quando a seqüência de ensaios combinada é aplicada;
- para disjuntores com fusíveis integrados.

Tabela 9a - Aplicabilidade da seqüência de ensaios de acordo com a relação entre I_{cs} , I_{cu} e I_{cw} ¹⁾

Relação I_{cs} , I_{cu} e I_{cw}	Seqüência de ensaio	Categoria de utilização			
		A	A fusível integrado	B	B fusível integrado
Caso 1 $I_{cs} \neq I_{cu}$ para categoria de utilização A $I_{cs} \neq I_{cu} \neq I_{cw}$ para categoria de utilização B	I	x	x	x	x
	II	x	x	x	x
	III	x		$x^{2)}$	
	IV	$x^{4)}$		x	x
	V		x		x
Caso 2 $I_{cs} = I_{cu} \neq I_{cw}$ para categoria de utilização B	I			x	x
	II			x	x
	III			$x^{2)}$	
	IV			x	x
	V				x
	Combinado			$x^{3)}$	$x^{3)}$

Tabela 9a (conclusão)

Relação Ics, Icu e Icw	Seqüência de ensaio	Categoria de utilização			
		A	A fusível integrado	B	B fusível integrado
Caso 3 Ics = Icu para categoria de utilização A Ics = Icu ≠ Icw para categoria de utilização B	I	x	x	x	x
	II	x	x	x	x
	III				
	IV	x ¹⁾		x	x
	V		x		x
Caso 4 Ics = Icu = Icw para categoria de utilização B	I			x	
	II			x	
	III				
	IV			x	
	V				
	Combinado			x ²⁾	

¹⁾ A tabela é aplicável para qualquer valor de Ue. Para Ue nominais múltiplos, a tabela se aplica para cada Ue nominal. A aplicabilidade de uma seqüência de ensaios é indicada por X no espaço correspondente.

²⁾ Ensaio aplicável somente se Icu > Icw.

³⁾ A critério ou com o consentimento do fabricante, esta seqüência pode ser aplicável a disjuntores de categoria de utilização B, em cujo caso é substituída pelas seqüências de ensaios II e IV.

⁴⁾ A seqüência de ensaios IV se aplica somente no caso de disjuntores cobertos pela nota 3 da tabela 4.

8.3.2 Condições gerais de ensaio

NOTAS

1 Condições de ensaio para verificação de sobretensões de manobra estão em estudo.

2 Ensaio de acordo com os requisitos desta Norma não excluem a necessidade de ensaios adicionais em relação a disjuntores incorporados em invólucros, por exemplo, de acordo com a IEC 60439.

8.3.2.1 Requisitos gerais

A menos que haja acordo diferente por parte do fabricante, cada seqüência de ensaios deve ser feita em uma amostra (ou conjunto de amostras) de disjuntor na condição de novo e limpo.

O número de amostras a serem ensaiadas para cada seqüência de ensaios e as condições de ensaio (por exemplo, regulação dos disparadores de sobrecarga, conexões dos terminais), de acordo com os parâmetros do disjuntor, são dados na tabela 10.

Quando necessário, informações adicionais são dadas nas subseções correspondentes.

A menos que especificado diferentemente, os ensaios devem ser executados em um disjuntor com a corrente nominal máxima de um dado tamanho de estrutura e são considerados como cobrindo todas as correntes nominais para aquele tamanho de estrutura.

No caso de uma ou mais mudanças de características de construção (ver 2.1.2 e 7.1.5) dentro de um tamanho de estrutura, amostras adicionais devem ser ensaiadas de acordo com a nota 8 da tabela 10.

A menos que estabelecido diferentemente, os disparadores de curto-circuito devem ser ajustados no máximo (tempo e corrente), para todos os ensaios

Os disjuntores a serem ensaiados devem corresponder ao projeto, em todos os detalhes essenciais, do tipo que eles representam.

A menos que estabelecido diferentemente, os ensaios devem ser feitos com o mesmo tipo de corrente e, no caso de c.a., na mesma freqüência nominal e com o mesmo número de fases que o previsto para o disjuntor em serviço.

Se o mecanismo for controlado eletricamente, deve ser alimentado com a tensão mínima como especificado em 7.2.1.1.3. Além disso, os mecanismos controlados eletricamente devem ser energizados através dos circuitos de controle apropriados, completos com os dispositivos de manobra. Deve ser verificado se o disjuntor opera corretamente sem carga, quando nas condições acima.

O disjuntor sob ensaio deve ser montado completo em seu próprio suporte ou em um suporte equivalente.

Os disjuntores devem ser ensaiados ao ar livre.

Se um disjuntor puder ser utilizado em invólucros individuais especificados e tiver sido ensaiado ao ar livre, ele deve ser ensaiado adicionalmente no menor dos invólucros estabelecidos pelo fabricante, usando uma nova amostra, de acordo com 8.3.5, na U_e máx./correspondente Icu, com os ajustes do disparador no máximo (ver nota 1 da tabela 10).

Detalhes destes ensaios, incluindo as dimensões do invólucro, devem ser descritos no relatório de ensaio.

NOTA - Um invólucro individual é um invólucro projetado e dimensionado para conter um único disjuntor.

No entanto, se um disjuntor pode ser utilizado em invólucros individuais especificados e é ensaiado no menor dos invólucros estabelecidos pelo fabricante, os ensaios ao ar livre não necessitam ser feitos, desde que esses invólucros sejam metálicos, sem isolamento. Detalhes, incluindo as dimensões do invólucro, devem ser descritos no relatório de ensaio.

Para os ensaios ao ar livre, para ensaios referentes à aptidão de desempenho em serviço com corrente (8.3.3.3.4), desempenho em sobrecarga (8.3.3.4), curto-circuito (8.3.4.1, 8.3.5.2, 8.3.6.4, 8.3.7.1, 8.3.7.5, 8.3.7.6 e 8.3.8.3) e corrente suportável de curta duração (8.3.6.2 e 8.3.8.2), quando for o caso, uma malha de fios metálicos deve ser colocada em todos os lados do disjuntor, de acordo com as instruções do fabricante. Detalhes, incluindo distâncias do disjuntor à malha metálica, devem ser descritos no relatório de ensaio.

As características da malha metálica devem ser como a seguir:

- estrutura: malha de tecido de fios

- ou metal perfurado,

- ou metal expandido;

- relação entre a área dos orifícios/área total: 0,45-0,65;

- tamanho dos orifícios: não excedendo 30 mm²;

- acabamento: nu ou com revestimento condutor;

- resistência: deve ser incluída no cálculo para a corrente de falta presumida no circuito do elemento fusível (ver 8.3.4.2.1, item d) da IEC 60947-1), quando medida do ponto mais distante da malha metálica, possível de ser atingido por emissões de arco.

Os torques de aperto a serem aplicados aos terminais devem ser de acordo com as instruções do fabricante ou, na ausência de instruções, de acordo com a tabela 3 da IEC 60947-1.

Manutenção ou substituição de peças não são permitidas.

Se, por conveniência de ensaio, parecer útil aumentar a severidade de um ensaio (por exemplo: adotar uma frequência maior de operação, de maneira a reduzir a duração do ensaio), isto não deve ser executado sem o consentimento do fabricante.

Para ensaios monofásicos em pólos individuais de disjuntores multipolares, destinados ao uso em sistemas de fase aterrada, ver anexo C.

Para ensaios adicionais para disjuntores para sistemas aterrados por impedância ou não aterrados (esquemas IT), ver anexo H.

8.3.2.2 Quantidades para ensaio

8.3.2.2.1 Valores das quantidades para ensaio

A subseção 8.3.2.2.1 da IEC 60947-1 se aplica.

8.3.2.2.2 Tolerâncias nas quantidades para ensaio

A subseção 8.3.2.2.2 da IEC 60947-1 se aplica.

8.3.2.2.3 Frequência do circuito de ensaio em c.a.

Todos os ensaios devem ser feitos na frequência nominal do disjuntor. Para todos os ensaios de curto-circuito, se a capacidade de interrupção nominal for essencialmente dependente do valor da frequência, a tolerância não deve exceder $\pm 5\%$.

Se o fabricante declarar que a capacidade de interrupção nominal não é substancialmente afetada pelo valor da frequência, a tolerância não deve exceder $\pm 25\%$.

8.3.2.2.4 Fator de potência do circuito de ensaio

A subseção 8.3.4.1.3 da IEC 60947-1 se aplica, com a seguinte modificação:

A tabela 16 da IEC 60947-1 deve ser substituída pela tabela 11 desta Norma.

Tabela 10 - Número de amostras para ensaio

Sequência de ensaio	Número de Ue nominais marcadas			Terminais marcados linha/carga		Número de amostras	Amostra nº	Ajuste de corrente ¹⁾		Tensão de ensaio	Corrente de ensaio		Verificação da elevação da temperatura	Notas
	1	2	Mul.	Sim	Não			Min.	Máx.		Corr.	Máx.		
I	x	x	x	x	x	1	1		x	Ue máx.	Ver 8.3.3		x	8)
II (Ics) e combinada	x			x		2	1 2	x	x	Ue Ue	x x		x	8), 9) 2)
	x				x	3	1 2 3	x	x x	Ue Ue Ue	x x x		x x	8), 9) 2) 3)
		x		x	x	3	1 2 3	x	x x	Ue máx. corr. Ue máx. corr. Ue máx.		x x	x x	8), 9) 2) 4)
			x	x	x	4	1 2 3 4	x	x x x	Ue máx. corr. Ue máx. corr. Ue intermed. Ue máx.		x x	x x x x	8), 9) 2) 6) 4)
	x			x		2	1 2	x	x	Ue Ue	x x			8) 2)
	x				x	3	1 2 3	x	x x	Ue Ue Ue	x x			8) 2) 3)
		x		x	x	3	1 2 3	x	x	Ue máx. corr. Ue máx. corr. Ue máx.		x x		8) 2) 4)
							1 2 3 4	x	x x	Ue máx. corr. Ue máx. corr. Ue intermed. Ue máx.			x x	8) 2) 6) 4)
			x	x	x	4	1 2 3 4	x	x x	Ue máx. corr. Ue máx. corr. Ue intermed. Ue máx.		x x		8) 2) 6) 4)
IV (Icw) Conforme a sequência de ensaios III 5)														
V (Icu)	x	x	x	x	x	2	1 2	x	x	Ue máx. Ue máx.	x x			7), 8) 2)
Pólo Individual (anexo C) (Isu)	x	x	x	x	x	2	1 2		x	Ue máx. Ue máx.	Isu Isu			8)
Pólo Individual (anexo H) (Isu)	x	x	x	x	x	1			x	Ue máx.	lit			8)

NOTAS

Mul. = múltiplo; Corr. = correspondente; Intermed. = intermediário.

¹⁾ **Min.** significa o menor **In** de um dado tamanho de estrutura; no caso de disparadores de sobrecarga ajustáveis, isto significa o ajuste mínimo do menor **In**. **Máx.** significa o máximo **In** de um dado tamanho de estrutura.

²⁾ Esta amostra é omitida no caso de um disjuntor tendo uma corrente nominal não ajustável simples, para um dado tamanho de estrutura, e no caso de um disjuntor provido somente com um disparador derivador (isto é, sem um disparador de sobrecorrente integral).

³⁾ Conexões reversas.

⁴⁾ Conexões reversas, se os terminais não são marcados.

⁵⁾ Aplicável a disjuntores de categoria B e também de categoria A cobertos pela nota 3 da tabela 4.

⁶⁾ A ser acordado entre laboratório de ensaios e fabricante.

⁷⁾ Se os terminais não são marcados, uma amostra adicional deve ser ensaiada com as conexões reversas.

⁸⁾ No caso de uma ou mais mudança de características de construção (ver 2.1.2 e 7.1.5) dentro de um tamanho de estrutura, uma amostra adicional é ensaiada na máxima corrente nominal correspondente a cada construção, sob as condições aplicáveis à amostra 1.

⁹⁾ O requisito da nota 8 aplica-se somente à sequência combinada.

Tabela 11 - Valores dos fatores de potência e as constantes de tempo correspondentes às correntes de ensaio

Corrente de ensaio I kA	Fator de potência			Constante de tempo ms		
	Curto-circuito	Aptidão de desempenho em serviço	Sobrecarga	Curto-circuito	Aptidão de desempenho em serviço	Sobrecarga
$I \leq 3$	0,9	0,8	0,5	5	2	2,5
$3 < I \leq 4,5$	0,8			5		
$4,5 < I \leq 6$	0,7			5		
$6 < I \leq 10$	0,5			5		
$10 < I \leq 20$	0,3			10		
$20 < I \leq 50$	0,25			15		
$50 < I$	0,2			15		

8.3.2.2.5 Constante de tempo do circuito de ensaio

A subseção 8.3.4.1.4 da IEC 60947-1 se aplica, com a seguinte modificação:

A tabela 16 da IEC 60947-1 deve ser substituída pela tabela 11 desta Norma.

8.3.2.2.6 Tensão de restabelecimento a frequência industrial

A subseção 8.3.2.2.3, item a), da IEC 60947-1 se aplica.

8.3.2.3 Avaliação dos resultados de ensaio

A condição do disjuntor após os ensaios deve ser avaliada por meio das verificações aplicáveis a cada sequência.

Considera-se que o disjuntor satisfaz os requisitos desta Norma se atender os requisitos de cada sequência aplicável.

A caixa não deve estar quebrada, porém fendas finas são aceitáveis.

NOTA - Fendas finas são consequência da alta pressão de gás ou da solicitação térmica devida ao arco, quando da interrupção de correntes de falta muito altas, e são de natureza superficial. Consequentemente, elas não são desenvolvidas através da espessura inteira da caixa moldada do dispositivo.

8.3.2.4 Relatórios de ensaio

A subseção 8.3.2.4 da IEC 60947-1 se aplica.

8.3.2.5 Condições para o ensaio de elevação de temperatura

O disjuntor deve satisfazer os requisitos de 7.2.2.

A subseção 8.3.3.3 da IEC 60947-1 se aplica, exceto 8.3.3.3.6, com a seguinte adição:

O disjuntor deve ser montado de acordo com 8.3.2.1.

As bobinas dos disparadores de subtensão (quando aplicável) devem ser energizadas na tensão de alimentação de controle nominal máxima.

Para disjuntores de quatro pólos, deve ser feito primeiramente um ensaio nos três pólos que incorporam os disparadores de sobrecorrente. Para disjuntores com um valor de corrente nominal não excedendo 63 A, um ensaio adicional deve ser feito passando a corrente de ensaio através do quarto pólo e seu pólo adjacente. Para valores de corrente nominais maiores, o método de ensaio deve ser objeto de um acordo em separado entre o fabricante e o usuário.

8.3.2.6 Condições para os ensaios de curto-circuito**8.3.2.6.1 Requisitos gerais**

NOTA 1 - Atenção deve ser dada à nota 3, que foi introduzida para evitar repetição desnecessária de ensaios, devido ao novo requisito do item b).

A subseção 8.3.4.1.1 da IEC 60947-1 é ampliada como segue:

a) O disjuntor deve ser montado de acordo com a subseção 8.3.2.1.

b) O seguinte arranjo de ensaio deve ser aplicado, a menos que se possa demonstrar que, com os meios de operação manual em qualquer posição, não existe nenhuma abertura, ao redor desses meios, pela qual uma corda de piano de 0,26 mm de diâmetro possa ser inserida de forma a atingir a área da câmara de arco:

Para operações de abertura somente, um filme de polietileno transparente, de baixa densidade, de espessura $0,05 \text{ mm} \pm 0,01 \text{ mm}$ e tamanho de $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$, posicionado como mostrado na figura 1, fixado e razoavelmente esticado em uma moldura, é instalado a uma distância de 10 mm

- ou da projeção máxima dos meios de fechamento manual, no caso de disjuntor sem alojamento para esses meios de fechamento;

- ou da borda do alojamento dos meios de fechamento manual, no caso de disjuntor com alojamento para esses meios de fechamento.

O filme de polietileno deve ter as seguintes propriedades físicas:

- densidade a 23°C : $0,92 \text{ g/cm}^3 \pm 0,05 \text{ g/cm}^3$;

- ponto de fusão: 110°C a 120°C .

Do lado oposto do disjuntor, deve haver um suporte apropriado para evitar o rompimento do filme de polietileno, devido à onda de pressão que pode ocorrer durante o ensaio de curto-circuito (ver figura 1).

Para ensaios diferentes daqueles em um invólucro individual, uma blindagem, que pode ser de material isolante ou de metal, é instalada entre a malha metálica e o filme de polietileno (ver figura 1).

NOTA 2 - Este arranjo de ensaio se aplica à operação de O (interrupção) somente, desde que é difícil um arranjo para as operações CO (estabelecimento - interrupção) e é aceito que as operações de O não são menos severas do que as operações CO (ver 8.3.2.6.4).

NOTA 3 - No sentido de evitar a necessidade da realização de uma nova série de seqüências de ensaios de curto-circuito para comprovar a conformidade com esta subseção, é permitido provisoriamente, com o acordo do fabricante, verificar essa conformidade por meio de uma operação O separada para cada seqüência de ensaios aplicável.

c) O disjuntor deve ser operado, durante os ensaios, para simular, tão próximo quanto possível, as condições de serviço.

Um disjuntor com operação dependente deve ser fechado, durante os ensaios, com a fonte de controle (tensão ou pressão) em 85% de seu valor nominal.

Um disjuntor com operação independente deve ser fechado, durante os ensaios, com o mecanismo de operação carregado para seu valor máximo, estabelecido pelo fabricante.

Um disjuntor com operação por energia acumulada deve ser fechado, durante os ensaios, com os meios de operação carregados para 85% da tensão nominal da fonte auxiliar.

d) Se o disjuntor possui disparadores de sobrecorrente ajustáveis, o ajuste do desligamento deve ser conforme especificado para cada seqüência de ensaios.

Para disjuntores sem disparadores de sobrecorrente, mas possuindo disparadores em derivação, este deve ser energizado com a aplicação de uma tensão igual a 70% da tensão de alimentação de controle nominal do disparador (ver 7.2.1.2.3), em um instante não anterior ao início do curto-circuito e não posterior a 10 ms do início do curto-circuito.

e) Para todos esses ensaios, o lado da fonte do circuito de ensaio deve ser conectado aos terminais correspondentes do disjuntor conforme marcado pelo fabricante. Na ausência dessas marcações, as conexões de ensaio devem ser conforme especificado na tabela 10.

8.3.2.6.2 Circuito de ensaio

A subseção 8.3.4.1 da IEC 60947-1 se aplica.

8.3.2.6.3 Calibração do circuito de ensaio

A subseção 8.3.4.1.5 da IEC 60947-1 se aplica.

8.3.2.6.4 Procedimento de ensaio

A subseção 8.3.4.1.6 da IEC 60947-1 se aplica, com a seguinte ampliação:

Após a calibração do circuito de ensaio, de acordo com 8.3.2.6.3, as conexões provisórias são substituídas pelo disjuntor sob ensaio e os seus cabos de conexão, caso existam.

Os ensaios para o desempenho em condições de curto-circuito devem ser feitos de acordo com as seqüências de ensaio da tabela 9 (ver 8.3.1).

Para disjuntores com corrente nominal inferior ou igual a 630 A, deve ser incluído um cabo de 75 cm de comprimento, tendo uma seção transversal correspondente à corrente térmica convencional (ver 8.3.3.3.4, tabelas 9 e 10 da IEC 60947-1), como segue:

- 50 cm no lado da fonte;

- 25 cm no lado da carga.

A seqüência de operações deve ser aquela aplicável para cada seqüência de ensaios, conforme especificado em 8.3.4.1, 8.3.5.2, 8.3.6.4 e 8.3.7.6.

Para disjuntores de quatro pólos, uma seqüência adicional de operações com uma ou mais novas amostras, de acordo com a tabela 10, deve ser feita no quarto pólo e seu pólo adjacente, para as seqüências III e IV ou IV e V conforme o caso, com uma tensão aplicada de $U_e/\sqrt{3}$, usando o circuito mostrado na figura 12 da IEC 60947-1. A corrente de ensaio deve ser objeto de acordo entre fabricante e usuário, mas não deve ser inferior a 60% de I_{cu} ou I_{cw} , conforme aplicável.

Por solicitação do fabricante, esses ensaios adicionais podem ser feitos nas mesmas amostras, cada ensaio na respectiva seqüência abrangendo os ensaios apropriados:

- nos três pólos de fase adjacentes;
- no quarto pólo e pólo adjacente.

Os seguintes símbolos são usados para definir a seqüência de operações:

O representa a operação de interrupção;

CO representa uma operação de estabelecimento seguida, após o tempo de abertura apropriado, pela operação de interrupção;

t representa o intervalo de tempo entre duas operações sucessivas de curto-circuito, que deve ser de 3 min ou o tempo de religamento do disjuntor, o que for maior. O valor efetivo de t deve constar no relatório de ensaio.

O valor máximo de I^2t (ver subseção 2.5.18 da IEC 60947-1), durante esses ensaios, pode ser descrito no relatório de ensaio (ver 7.2.1.2.4 a).

NOTA - O valor máximo de I^2t registrado durante os ensaios pode não ser o valor máximo possível para as condições prescritas. São necessários ensaios adicionais, caso se necessite determinar esse valor máximo.

8.3.2.6.5 Desempenho do disjuntor durante os ensaios de estabelecimento e interrupção em curto-circuito

A subseção 8.3.4.1.7 da IEC 60947-1 se aplica.

8.3.2.6.6 Interpretação dos oscilogramas

A subseção 8.3.4.1.8 da IEC 60947-1 se aplica.

8.3.2.6.7 Verificação após os ensaios de curto-circuito

a) Após as operações de abertura dos ensaios de capacidade de estabelecimento e interrupção de curto-circuito de 8.3.4.1, 8.3.5.2, 8.3.6.4, 8.3.7.1, 8.3.7.6, 8.3.8.3, conforme aplicável, o filme de polietileno não deve mostrar nenhum furo visível, com visão normal ou corrigida, sem aumento adicional.

NOTA - Os furos visíveis de diâmetros menores que 0,26 mm podem ser ignorados.

b) Depois dos ensaios de curto-circuito, o disjuntor deve atender as verificações especificadas para cada seqüência de ensaios, conforme aplicável.

8.3.3 Seqüência de ensaios 1: Características gerais de desempenho

Esta seqüência de ensaios aplica-se a todos os disjuntores e compreende os seguintes ensaios:

Ensaio	Subseção
Características e limites de atuação	8.3.3.1
Propriedades dielétricas	8.3.3.2
Operação mecânica e aptidão de desempenho em serviço	8.3.3.3
Desempenho em sobrecarga (quando aplicável)	8.3.3.4
Verificação da tensão elétrica suportável	8.3.3.5
Verificação da elevação de temperatura	8.3.3.6
Verificação dos disparadores de sobrecarga	8.3.3.7
Verificação da subtensão e dos disparadores derivadores (se aplicável)	8.3.3.8

Uma amostra deve ser ensaiada; o ajuste dos disparadores ajustáveis deve estar de acordo com a tabela 10.

8.3.3.1 Características e limites de atuação

A subseção 8.3.3.2 da IEC 60947-1 é ampliada conforme segue:

8.3.3.1.1 Generalidades

A temperatura do ar ambiente deve ser medida como para os ensaios de elevação de temperatura (ver 8.3.2.5).

Quando o disparador de sobrecorrente é normalmente montado como parte integrante do disjuntor, ele deve ser verificado no próprio disjuntor.

Qualquer disparador separado do disjuntor deve ser montado aproximadamente do mesmo modo que para as condições normais de serviço. O disjuntor completo deve ser montado conforme 8.3.2.1. O equipamento sob ensaio deve ser protegido contra aquecimento ou resfriamento externo indevido.

As conexões do disparador externo, quando apropriado, ou do disjuntor completo devem ser feitas do mesmo modo que para serviço normal, com condutores de seção correspondente à corrente nominal (I_n) (ver tabelas 9 e 10 da IEC 60947-1) e de comprimento de acordo com 8.3.3.3.4 da IEC 60947-1.

Para disjuntores com disparadores de sobrecorrente ajustáveis, os ensaios devem ser feitos com ajuste para as correntes máxima e mínima, com condutores de seção correspondente à corrente nominal I_n (ver 4.7.2).

Os ensaios podem ser realizados em qualquer tensão conveniente.

8.3.3.1.2 Abertura nas condições de curto-circuito

A operação dos disjuntores em curto-circuito (ver 4.7.1) deve ser verificada em 80% e 120% da corrente de ajuste de curto-circuito. A corrente de ensaio não deve ter assimetria.

Para uma corrente de ensaio tendo um valor igual a 80% da corrente de ajuste de curto-circuito, o disjuntor não deve operar, quando a corrente for mantida:

- durante 0,2 s, no caso de disjuntores instantâneos;
- durante um intervalo de tempo igual a duas vezes o retardo de tempo fornecido pelo fabricante, no caso de disjuntores com tempo de retardo definido.

Para uma corrente de ensaio tendo um valor igual a 120% da corrente de ajuste de curto-circuito, o disjuntor deve operar

- dentro de 0,2 s, no caso de disjuntores instantâneos;
- dentro de um intervalo de tempo igual a duas vezes o retardo de tempo fornecido pelo fabricante, no caso de disjuntores com tempo de retardo definido.

A operação dos disjuntores multipolares de curto-circuito deve ser verificada fazendo-se passar a corrente de ensaio em dois pólos em série, usando todas as combinações possíveis dos pólos que tenham disjuntor de curto-circuito.

Em adição, a operação dos disjuntores de curto-circuito deve ser verificada em cada pólo individualmente, no valor da corrente de disparo declarada pelo fabricante, valor em que eles devem operar

- dentro de 0,2 s, no caso de disjuntores instantâneos;
- dentro de um intervalo de tempo igual a duas vezes o retardo de tempo estabelecido pelo fabricante, no caso de disjuntores com tempo de retardo definido.

Os disjuntores com tempo de retardo definido devem, adicionalmente, satisfazer os requisitos de 8.3.3.1.4.

8.3.3.1.3 Abertura em condições de sobrecarga

a) Disjuntores de sobrecarga com tempo de retardo definido ou instantâneo

A operação dos disjuntores de sobrecarga com tempo de retardo definido ou instantâneo (ver 4.1.7) deve ser verificada em 90% e 110% da corrente de ajuste de sobrecarga. A corrente de ensaio não deve ter assimetria. Para uma corrente de ensaio tendo um valor igual a 90% da corrente de ajuste de sobrecarga, o disjuntor não deve operar, quando a corrente for mantida

- durante 0,2 s, no caso de disjuntor instantâneo;
- durante um intervalo de tempo igual a duas vezes o retardo de tempo fornecido pelo fabricante, no caso de disjuntor com tempo de retardo definido.

Para uma corrente de ensaio tendo um valor igual a 110% da corrente de ajuste de sobrecarga, o disjuntor deverá operar

- dentro de 0,2 s, no caso de disjuntor instantâneo;
- dentro de um intervalo de tempo igual a duas vezes o retardo de tempo fornecido pelo fabricante, no caso de disjuntores com tempo de retardo definido.

Disjuntores com tempo de retardo definido devem, adicionalmente, satisfazer os requisitos de 8.3.3.1.4.

A operação do disjuntor de abertura multipolar deve ser verificada passando-se a corrente de ensaio em todos os pólos simultaneamente.

NOTA - No caso de disjuntor tendo um pólo neutro provido de um disjuntor de sobrecarga, a verificação deste disjuntor está em estudo.

b) Disjuntor de sobrecorrente com atuação a tempo inverso

As características de operação do disjuntor de sobrecorrente com atuação a tempo inverso devem ser verificadas de acordo com os requisitos de desempenho de 7.2.1.2.4, item b), 2).

Para disjuntores dependentes da temperatura do ar ambiente, as características de operação devem ser verificadas na temperatura de referência (ver 4.7.3 e 5.2, item b)), estando todos os pólos do disjuntor energizados.

Se este ensaio for realizado em uma temperatura ambiente diferente, deve-se fazer uma correção de acordo com as características temperatura/corrente fornecidas pelo fabricante.

Para disjuntores declarados pelo fabricante como independentes da temperatura do ar ambiente, as características de operação devem ser verificadas em duas medições, uma para $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e outra para $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ou $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, estando todos os pólos do disjuntor energizados.

Um ensaio adicional, para um valor de corrente a ser acordado entre fabricante e usuário, deve ser feito para se verificar se as características tempo/corrente do disjuntor (dentro das tolerâncias estabelecidas) estão em conformidade com as curvas fornecidas pelo fabricante.

NOTA - Além dos ensaios desta subseção, os disjuntores dos disjuntores serão também verificados em cada pólo separadamente, durante as seqüências de ensaios III, IV e V (ver 8.3.5.1, 8.3.5.4, 8.3.6.1, 8.3.6.6, 8.3.7.4, 8.3.7.8, 8.3.8.1 e 8.3.8.6).

8.3.3.1.4 Ensaio adicional para disparadores com tempo de retardo definido

a) Retardo de tempo

Este ensaio é realizado para uma corrente igual a 1,5 vez a corrente de ajuste:

- no caso de disparadores de sobrecarga, com todos os pólos de fase carregados.

NOTA - No caso de disjuntor possuindo um pólo neutro provido de disparador de sobrecarga, a verificação desse disparador está em estudo.

- no caso de disparadores de curto-circuito, com dois pólos em série carregados com a corrente de ensaio, usando sucessivamente todas as combinações possíveis de pólos que tenham disparadores de curto-circuito.

O tempo de retardo medido deve estar entre os limites estabelecidos pelo fabricante.

b) Duração da não atuação

Este ensaio é feito nas mesmas condições do ensaio, descrito no item a) acima, para os disparadores de sobrecarga e disparadores de curto-circuito:

Primeiramente, a corrente de ensaio igual a 1,5 vez a corrente de ajuste é mantida por um intervalo de tempo igual ao intervalo de tempo, fornecido pelo fabricante, durante o qual não deve haver o disparo; então, a corrente é reduzida para a corrente nominal e mantida neste valor durante o intervalo de tempo equivalente a duas vezes o tempo de retardo fornecido pelo fabricante. O disjuntor não deve disparar.

8.3.3.2 Ensaio de propriedades dielétricas

O ensaio deve ser feito:

- de acordo com 8.3.3.4 da IEC 60947-1, se o fabricante tiver declarado o valor da tensão suportável de impulso nominal U_{imp} (ver 4.3.1.3);
- de acordo com 8.3.3.2.1, 8.3.3.2.2, 8.3.3.2.3.e 8.3.3.2.4, se nenhum valor de U_{imp} tiver sido declarado, e usando as seções correspondentes desta Norma, para a verificação da tensão elétrica suportável.

Disjuntores adequados para seccionamento devem ser ensaiados de acordo com 8.3.3.4 da IEC 60947-1. Este requisito não se aplica à verificação da tensão elétrica suportável feita durante as seqüências de ensaios.

8.3.3.2.1 Condição do disjuntor para os ensaios

Os ensaios dielétricos devem ser efetuados em um disjuntor montado como nas condições de serviço, incluindo as conexões internas e em estado seco.

Quando a base do disjuntor é de material isolante, devem ser colocadas partes metálicas em todos os pontos de fixação de acordo com as condições normais da instalação e essas partes deverão ser consideradas como parte da estrutura do disjuntor. Quando o disjuntor, de caixa moldada ou não, é montado em um invólucro isolante, este deve ser coberto por uma folha metálica conectada à estrutura do disjuntor. Se a manopla for metálica, ela deve ser conectada à estrutura; se ela for de material isolante, deve ser coberta por uma folha metálica e conectada à estrutura.

Quando a tensão elétrica suportável do disjuntor é dependente do enfaixamento dos fios com fita ou do uso de isolamento especial, esse enfaixamento ou isolamento especial deve ser usado durante os ensaios.

8.3.3.2.2 Aplicação da tensão de ensaio

Quando os circuitos de um disjuntor incluem dispositivos tais como motores, instrumentos, chaves de molas e dispositivos semicondutores que, de acordo com suas próprias especificações, são submetidos a ensaios dielétricos de tensão, com tensões menores que aquelas especificadas em 8.3.3.2.3, esses dispositivos devem ser desconectados antes de se submeter o disjuntor aos ensaios requeridos.

a) Circuito principal

Para esses ensaios, quaisquer circuitos auxiliares e de controle, que não são normalmente conectados ao circuito principal, devem ser conectados a todas as partes do disjuntor normalmente aterradas em serviço.

A tensão de ensaio deve ser aplicada por 1 min, como segue:

1) com o disjuntor na posição fechada:

- entre todas as partes vivas de todos os pólos conectados entre si e a estrutura do disjuntor;
- entre cada pólo e todos os outros pólos conectados à estrutura do disjuntor;

2) com o disjuntor na posição aberta e, adicionalmente, na posição disparada, se houver:

- entre todas as partes vivas de todos os pólos conectados entre si e a estrutura do disjuntor;
- entre os terminais de um lado conectados entre si e os terminais do outro lado conectados entre si.

b) Circuitos auxiliares e de controle

Para esses ensaios, o circuito principal deve ser conectado a todas as partes do disjuntor normalmente aterradas em serviço.

A tensão de ensaio deve ser aplicada por 1 min, como segue:

- 1) entre todos os circuitos auxiliares e de controle que não são normalmente conectados ao circuito principal, conectados entre si, e a estrutura do disjuntor;
- 2) quando apropriado, entre cada parte dos circuitos auxiliares e de controle, que podem ser isolados das outras partes durante a operação normal, e todas as outras partes conectadas entre si.

8.3.3.2.3 Valor da tensão de ensaio

A tensão de ensaio deve ter uma forma de onda praticamente senoidal e uma frequência entre 45 Hz e 62 Hz. As características da tensão de ensaio devem ser tais que, quando o valor da tensão de ensaio é ajustado para aquele requerido na tabela 12 e então é curto-circuitado, a corrente de saída não deve ser inferior a 0,2 A.

O valor da tensão de ensaio por 1 min deve ser como segue:

a) para o circuito principal e os circuitos auxiliares e de controle que não cobertos pelo item b) abaixo, de acordo com a tabela 12;

b) para os circuitos auxiliares e de controle que são indicados pelo fabricante como inadequados para a conexão ao circuito principal:

- quando a tensão de isolamento nominal U_i não exceder 60 V: 1 000 V;

- quando a tensão de isolamento nominal U_i exceder 60 V: $2 U_i + 1\,000$ V, com um mínimo de 1 500 V.

Tabela 12- Tensão de ensaio dielétrico correspondente à tensão de isolamento nominal

Tensão de isolamento nominal U_i V	Tensão de ensaio dielétrico (c.a., eficaz) V
$U_i \leq 60$	1 000
$60 < U_i \leq 300$	2 000
$300 < U_i \leq 690$	2 500
$690 < U_i \leq 800$	3 000
$800 < U_i < 1\,000$	3 500
$1\,000 < U_i \leq 1\,500$ (*)	3 500
(*) Para c.c. somente.	

8.3.3.2.4 Resultados a serem obtidos

O ensaio é considerado satisfatório se não houver perfuração ou descarga de contorno.

8.3.3.3 Ensaio de operação mecânica e de aptidão de desempenho em serviço

8.3.3.3.1 Condições gerais de ensaio

O disjuntor deve ser montado de acordo com 8.3.2.1, exceto que, para os objetivos destes ensaios, o disjuntor pode ser montado em uma estrutura de metal. O disjuntor deve ser protegido contra aquecimento ou resfriamento externos indevidos.

O ensaio deve ser feito na temperatura ambiente do local de ensaio.

A tensão da alimentação de controle de cada circuito de controle deve ser medida em seus terminais com a corrente nominal.

Todas os resistores ou impedâncias que façam parte do dispositivo de controle devem fazer parte do circuito. No entanto, nenhuma impedância suplementar deve ser inserida entre a fonte de corrente e os terminais do dispositivo.

Os ensaios de 8.3.3.3.2, 8.3.3.3.3 e 8.3.3.3.4 devem ser feitos no mesmo disjuntor, mas a ordem em que esses ensaios são executados é opcional. Entretanto, para ensaios de disparadores derivadores e de subtensão, os ensaios de 8.3.3.3.2 e 8.3.3.3.3 podem, alternativamente, ser feitos em uma nova amostra.

No caso de disjuntores passíveis de manutenção, se é desejado executar um número de operações maior do que aquele especificado na tabela 8, essas operações adicionais devem ser executadas em primeiro lugar, seguidas pela manutenção de acordo com as instruções do fabricante e, então, seguidas pelo número de operações de acordo com a tabela 8, sem se permitir qualquer manutenção durante o resto desta sequência de ensaios.

NOTA - Para conveniência da realização do ensaio, é permitido subdividir cada um dos ensaios em dois ou mais períodos. Nenhum desses períodos deve, entretanto, ser menor que 3 h.

8.3.3.3.2 Construção e operação mecânica

a) Construção

Um disjuntor extraível deve ser verificado de acordo com os requisitos estabelecidos em 7.1.1.

Para um disjuntor com operação de energia armazenada, deve-se verificar a conformidade com 7.2.1.1.5, em relação ao indicador de carregamento e à direção de operação do mecanismo manual de armazenamento de energia;

b) *Operação mecânica*

Os ensaios devem ser feitos como especificados em 8.3.3.3.1, tendo os seguintes objetivos:

- comprovar o disparo satisfatório do disjuntor com o dispositivo de fechamento energizado;
- comprovar o comportamento satisfatório do disjuntor, quando a operação de fechamento é iniciada com o dispositivo de disparo atuado;
- comprovar que a operação de um dispositivo comandado por uma fonte de energia externa, quando o disjuntor já está fechado, não deve causar dano ao disjuntor ou ser perigoso para o operador.

A operação mecânica de um disjuntor pode ser verificada sem carga.

Um disjuntor com operação não manual dependente deve estar conforme os requisitos estabelecidos em 7.2.1.1.3.

Um disjuntor com operação não manual dependente deve operar com o mecanismo de operação carregado nos limites máximo e mínimo estabelecidos pelo fabricante.

Um disjuntor com operação de energia acumulada deve estar em conformidade com os requisitos estabelecidos em 7.2.1.1.5, com a tensão de alimentação auxiliar a 85% e 110% da tensão nominal de controle. Deve-se também constatar que os contatos móveis não podem sair da posição aberta quando o mecanismo de operação estiver carregado ligeiramente abaixo da plena carga, como evidenciado pelo dispositivo indicador.

Para um disjuntor de abertura livre (*trip-free*), não deve ser possível manter os contatos na posição fechada ou de toque, quando o disparador está na posição de disparo.

Se os tempos de abertura e fechamento de um disjuntor são estabelecidos pelo fabricante, esses tempos devem estar de acordo com os valores estabelecidos.

c) *Disparador de subtensão*

Os disparadores de subtensão devem estar de acordo com os requisitos de 7.2.1.3 da IEC 60947-1. Para este propósito, o disparador deve ser montado em um disjuntor com uma corrente nominal máxima, para a qual o disparador é adequado.

i) *Queda de tensão*

Deve ser verificado que o disparador opera para abrir o disjuntor entre os limites de tensão especificados.

A tensão deve ser reduzida a partir da tensão nominal em uma velocidade que permita atingir 0 V em 30 s, aproximadamente.

O ensaio para o limite inferior é feito sem corrente no circuito principal e sem aquecimento prévio da bobina do disparador.

No caso de um disparador com uma faixa de tensões nominais, este ensaio se aplica à máxima tensão da faixa.

O ensaio para o limite superior é feito partindo de uma temperatura constante correspondente à aplicação da tensão de alimentação de controle nominal ao disparador e da corrente nominal nos pólos principais do disjuntor. Este ensaio pode ser combinado com o ensaio de elevação de temperatura de 8.3.3.6.

No caso de um disparador com uma faixa de tensões nominais, este ensaio é feito em ambas as tensões de alimentação de controle nominais, máxima e mínima.

ii) *Ensaio para limites de operação*

Partindo com o disjuntor aberto, na temperatura da sala de ensaio, e com a tensão de alimentação em 30% da tensão de alimentação de controle máxima, deve ser verificado que o disjuntor não pode ser fechado pela operação do manipulador. Quando a tensão de alimentação é elevada a 85% da tensão de alimentação de controle mínima, deve ser verificado que o disjuntor pode ser fechado pela operação do manipulador.

iii) *Desempenho sob condições de sobretensão*

Com o disjuntor fechado e sem corrente no circuito principal, deve ser verificado que o disparador de subtensão suporta a aplicação de 110% da tensão de alimentação de controle nominal por 4 h sem danificar suas funções.

d) *Disparadores em derivação*

Os disparadores em derivação devem estar de acordo com os requisitos de 7.2.1.4 da IEC 60947-1. Para este propósito, o disparador deve ser montado em um disjuntor tendo a máxima corrente nominal para a qual o disparador é adequado.

Deve ser verificado que o disparador opera para abrir o disjuntor em 70% da tensão de alimentação de controle nominal, quando ensaiado na temperatura ambiente de $+55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ sem corrente nos pólos principais do disjuntor. No caso de um disparador tendo uma faixa de tensões de alimentação de controle nominais, a tensão de ensaio deve ser 70% da tensão de alimentação de controle nominal mínima.

8.3.3.3.3 *Aptidão de desempenho em serviço sem corrente*

Estes ensaios devem ser realizados nas condições especificadas em 8.3.2.1. O número de ciclos de operação a que o disjuntor deve ser submetido é dado na coluna 3 da tabela 8; o número de ciclos de operação por hora é dado na coluna 2 dessa mesma tabela.

Os ensaios devem ser realizados sem corrente no circuito principal do disjuntor.

Para disjuntores que podem ser montados com disparadores em derivação, 10% do número total dos ciclos de operação devem ser operações de fechamento/disparo, com o disparador em derivação energizado na tensão de alimentação de controle nominal máxima.

Para disjuntores com disparadores de subtensão, 10% do número total dos ciclos de operação devem ser operações de fechamento/disparo, na tensão de alimentação de controle nominal mínima, devendo esta tensão no disparador ser retirada após cada operação de fechamento, para disparar o disjuntor.

Em cada caso, metade do número correspondente de ciclos de operação deve ser feita no começo e a outra metade no fim dos ensaios.

Para disjuntores contendo disparadores de subtensão, antes do ensaio de desempenho operacional, sem que o disparador de subtensão seja energizado, deve ser verificado que o disjuntor não pode ser fechado pela tentativa, feita por 10 vezes, de se efetuar a operação de fechamento do disjuntor.

Os ensaios devem ser feitos em um disjuntor com seu próprio mecanismo de fechamento. No caso de disjuntores providos de dispositivos de fechamento pneumático ou elétrico, esses dispositivos devem ser alimentados na tensão de alimentação nominal de controle ou à sua pressão nominal. Cuidados devem ser tomados para se assegurar que a elevação de temperatura dos componentes elétricos não exceda os limites indicados na tabela 7.

No caso de disjuntores operados manualmente, eles devem ser operados como em uso normal.

8.3.3.3.4 Aptidão de desempenho em serviço com corrente

A condição do disjuntor e o método de instalação deve ser conforme especificado em 8.3.2.1, sendo o circuito de ensaio de acordo com 8.3.3.5.2 da IEC 60947-1.

A frequência de operação e o número de ciclos de operação a ser executado são dados nas colunas 2 e 4 da tabela 8.

O disjuntor deve ser operado de maneira a estabelecer e interromper sua corrente nominal na sua máxima tensão de operação nominal, indicada pelo fabricante, com um fator de potência ou constante de tempo indicados na tabela 11, sendo a tolerância estabelecida em 8.3.2.2.2.

Ensaio em disjuntores, previstos para c.a., devem ser efetuados em frequência compreendida entre 45 Hz e 62 Hz.

O valor da corrente nominal do disjuntor deve ser a máxima indicada para sua estrutura.

Para disjuntores providos de disparadores ajustáveis, os ensaios devem ser realizados com os disparadores ajustados a um valor máximo para sobrecarga e mínimo para curto-circuito.

Os ensaios devem ser feitos em um disjuntor com seu próprio mecanismo de fechamento. No caso de disjuntores providos com dispositivos de fechamento pneumático ou elétrico, esses dispositivos devem ser alimentados na tensão de alimentação nominal de controle ou à sua pressão nominal. Cuidados devem ser tomados para se assegurar que as elevações de temperatura dos componentes elétricos não excedam os valores indicados na tabela 7.

Os disjuntores operados manualmente devem ser operados como em uso normal.

8.3.3.3.5 Ensaio adicional de aptidão de desempenho em serviço sem corrente para disjuntores extraíveis

Um ensaio de aptidão de desempenho em serviço sem corrente deve ser realizado no mecanismo de extração e nos intertravamentos associados do disjuntor extraível.

O número de ciclos de operações deve ser 100.

Após esse ensaio, os contatos de seccionamento, mecanismos de extração e intertravamentos devem estar adequados para serviço posterior. Isso deve ser verificado por inspeção.

8.3.3.4 Desempenho em sobrecarga

Este ensaio aplica-se aos disjuntores de corrente nominal igual ou inferior a 630 A.

NOTA - Por solicitação do fabricante, o ensaio também pode ser realizado para disjuntores com corrente nominal acima de 630 A.

A condição do disjuntor e o método de instalação devem ser como especificado em 8.3.2.1 e o circuito de ensaio de acordo com 8.3.3.5.2 da IEC 60947-1.

O ensaio deve ser realizado na tensão máxima de operação U_e máx. indicada pelo fabricante para o disjuntor.

Para disjuntores com disparadores ajustáveis, o ensaio deve ser realizado com estes disparadores ajustados ao máximo.

O disjuntor deve ser aberto nove vezes manualmente e três vezes automaticamente pela ação do disparador de sobrecarga, exceto para disjuntores com disparadores de curto-circuito de ajuste máximo menor que a corrente de ensaio, sendo que, neste caso, todas as 12 operações devem ser automáticas.

Durante cada um dos ciclos operados manualmente, o disjuntor deve permanecer fechado por um tempo suficiente para assegurar que a corrente plena seja estabelecida, mas não excedendo 2 s.

O número de ciclos de operação por hora deve ser aquele especificado na coluna 2 da tabela 8. Se o disjuntor não rearmar na taxa especificada, essa taxa pode ser reduzida suficientemente, de modo que o disjuntor possa ser fechado e a corrente plena seja estabelecida.

Se as condições de ensaio de laboratório não permitirem o ensaio na taxa de operação dada na tabela 8, uma taxa menor pode ser usada, mas os detalhes devem ser declarados no relatório de ensaio.

Os valores da corrente de ensaio e da tensão de restabelecimento devem estar de acordo com a tabela 13, no fator de potência ou constante de tempo, conforme aplicável, de acordo com a tabela 11, sendo as tolerâncias de acordo com 8.3.2.2.2.

NOTA - Com o acordo do fabricante, o ensaio pode ser feito sob condições mais severas do que o especificado.

Tabela 13 - Características do circuito de ensaio para desempenho em sobrecarga

	c.a.	c.c.
Corrente	$6 I_n$	$2,5 I_n$
Tensão de restabelecimento	1,05 Ue máx.	1,05 Ue máx.
Ue máx. = tensão operacional máxima do disjuntor		

Ensaio em disjuntores previstos para c.a. devem ser efetuados em frequência entre 45 e 62 Hz.

A corrente de curto-circuito presumida no ponto de conexão com os terminais de alimentação do disjuntor deve ser no mínimo 10 vezes o valor da corrente de ensaio ou 50 kA, o que for menor.

8.3.3.5 Ensaio de tensão elétrica suportável

Após o ensaio de acordo com 8.3.3.4, ensaios devem ser feitos para verificar que o disjuntor é capaz, sem manutenção, de suportar uma tensão igual a duas vezes a sua tensão de isolamento nominal Ue, com um mínimo de 1 000 V, de acordo com 8.3.3.2.2, item a).

8.3.3.6 Verificação da elevação de temperatura

Após o ensaio de acordo com 8.3.3.5, o ensaio de elevação de temperatura devem ser feito na corrente térmica convencional de acordo com 8.3.2.5. No final do ensaio, os valores da elevação de temperatura não devem exceder aqueles especificados na tabela 7.

8.3.3.7 Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga

Imediatamente após o ensaio de acordo com 8.3.3.6, a operação dos disparadores de sobrecarga deve ser verificada para 1,45 vez o valor de sua corrente de ajuste para a temperatura de referência (ver 7.2.1.2.4, item b) 2)).

Para este ensaio, todos os pólos devem ser conectados em série. Alternativamente, este ensaio pode ser feito usando uma alimentação trifásica.

Este ensaio pode ser feito em qualquer tensão conveniente.

O tempo de operação não deve exceder o tempo de disparo convencional.

NOTAS

1 Com o consentimento do fabricante, pode ocorrer um intervalo de tempo entre os ensaios de 8.3.3.6 e 8.3.3.7.

2 Alternativamente, o ensaio pode ser feito, para disparadores dependentes da temperatura ambiente, na temperatura do ar ambiente, com a corrente de ensaio corrigida conforme a característica corrente/temperatura fornecida pelo fabricante.

8.3.3.8 Verificação dos disparadores em derivação e de subtensão

Os disjuntores providos de disparadores de subtensão devem ser submetidos ao ensaio de 8.3.3.3.2, item c), i), exceto que os ensaios para os limites superior e inferior devem ser feitos na temperatura ambiente da sala de ensaio, sem corrente no circuito principal. O disparador não deve operar em 70% da tensão de alimentação de controle mínima e deve operar em 35% da máxima tensão de alimentação de controle nominal.

Disjuntores com disparadores em derivação devem ser submetidos aos ensaios de 8.3.3.3.2, item d), exceto que o ensaio deve ser feito na temperatura ambiente da sala de ensaio. O disparador deve operar em 70% da mínima tensão de alimentação de controle nominal.

8.3.4 Seqüência de ensaios II: Capacidade nominal de interrupção de curto-circuito em serviço

Exceto quando a seqüência de ensaios combinada é aplicável (ver 8.3.8), esta seqüência aplica-se a todos os disjuntores e compreende os seguintes ensaios:

Ensaio	Subseção
Capacidade nominal de interrupção de curto-circuito em serviço	8.3.4.1
Tensão elétrica suportável	8.3.4.2
Verificação da elevação de temperatura	8.3.4.3
Verificação dos disparadores de sobrecarga	8.3.4.4

Para o caso onde $I_{cs} = I_{cu}$, ver 8.3.5.

O número de amostras a serem ensaiadas e a regulação do disparador ajustável devem estar de acordo com a tabela 10.

8.3.4.1 Ensaio de capacidade nominal de interrupção de curto-circuito em serviço

O ensaio de curto-circuito é feito nas condições gerais de 8.3.2, com um valor de corrente presumida I_{cs} , conforme declarado pelo fabricante, de acordo com 4.3.5.2.2.

O fator de potência para esse ensaio deve estar de acordo com a tabela 11, para a corrente de ensaio apropriada.

A sequência de operações deve ser:

O-t-CO-t-CO

No caso de disjuntores com fusíveis incorporados, qualquer fusível danificado deve ser substituído, após cada operação. O intervalo de tempo t pode ser estendido para este propósito.

8.3.4.2 Tensão elétrica suportável

Após o ensaio de acordo com 8.3.4.1, a verificação da tensão elétrica suportável deve ser realizada de acordo com 8.3.3.5.

8.3.4.3 Verificação da elevação de temperatura

Após o ensaio de acordo com 8.3.4.2, a elevação de temperatura nos terminais deve ser verificada de acordo com 8.3.2.5. A elevação de temperatura não deve exceder os valores dados na tabela 7.

Esta verificação não necessita ser feita onde, para um dado tamanho de estrutura, o ensaio de 8.3.4.1 tenha sido feito em um disjuntor de In mínimo ou no ajuste mínimo do disparador de sobrecarga.

8.3.4.4 Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga

Imediatamente após o ensaio conforme 8.3.4.3, a operação dos disparadores de sobrecarga deve ser verificada de acordo com 8.3.3.7.

NOTA - Com o consentimento do fabricante, pode ocorrer um intervalo de tempo entre os ensaios de 8.3.4.3 e 8.3.4.4.

8.3.5 Sequência de ensaio III: Capacidade nominal de interrupção de curto-circuito máxima

Exceto quando a sequência de ensaios combinada é aplicável (ver 8.3.8), esta sequência aplica-se aos disjuntores de categoria de utilização A e aos disjuntores de categoria de utilização B, sendo a capacidade nominal de interrupção máxima maior que a corrente suportável nominal de curta duração.

NOTA - Para este tipo de disjuntor para categoria de utilização B, o disparador instantâneo opera em valores de corrente superiores àqueles estabelecidos na coluna 2 da tabela 3 (4.3.5.4); este tipo de disparador pode ser referido como "comando instantâneo preferencial".

Não é necessário realizar esta sequência de ensaios em disjuntores para categoria de utilização B tendo uma corrente suportável nominal de curta duração igual à sua capacidade nominal de interrupção de curto-circuito máxima, uma vez que a capacidade de interrupção de curto-circuito máxima já é verificada quando da realização da sequência de ensaios IV.

Para disjuntores com fusíveis incorporados, a sequência de ensaios V aplica-se no lugar desta sequência.

Quando $I_{cs} = I_{cu}$, esta sequência de ensaio não precisa ser feita, mas neste caso as seguintes verificações devem ser feitas adicionalmente na sequência de ensaios II:

- a verificação de 8.3.5.1, no início da sequência de ensaios;

- a verificação de 8.3.5.4, no final da sequência de ensaios.

Essa sequência compreende os seguintes ensaios:

Ensaio	Subseção
Verificação da calibração dos disparadores em sobrecarga	8.3.5.1
Capacidade nominal de interrupção de curto-circuito máxima	8.3.5.2
Verificação da tensão elétrica suportável	8.3.5.3
Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga	8.3.5.4

O número de amostras a serem ensaiadas e a regulação dos disparadores ajustáveis devem estar de acordo com a tabela 10.

8.3.5.1 Verificação da calibração dos disparadores em sobrecarga

A operação dos disparadores em sobrecarga deve ser verificada para duas vezes o valor de ajuste de corrente em cada pólo separadamente. Esse ensaio pode ser feito em qualquer tensão conveniente.

NOTA - Para disparadores dependentes da temperatura ambiente, se a temperatura ambiente diferir da temperatura de referência, é conveniente corrigir a corrente de ensaio conforme a característica corrente/temperatura fornecida pelo fabricante.

O tempo de operação não deve ultrapassar o valor máximo estabelecido pelo fabricante para duas vezes o ajuste de corrente na temperatura de referência, em um pólo separadamente.

8.3.5.2 Ensaio de capacidade nominal de interrupção de curto-circuito máxima

Após o ensaio de acordo com 8.3.5.1, realiza-se o ensaio de capacidade de interrupção em curto-circuito com um valor de corrente presumida igual à capacidade nominal de interrupção em curto-circuito máxima, conforme declarado pelo fabricante, nas condições de ensaio de acordo com 8.3.2.

A sequência de operações deve ser:

O-t-CO

8.3.5.3 Verificação da tensão elétrica suportável

Após o ensaio de acordo com 8.3.5.2, realiza-se a verificação da tensão suportável de acordo com 8.3.3.5.

8.3.5.4 Verificação da calibração do disparador em sobrecarga

Após o ensaio de acordo com 8.3.5.3, a operação do disparador em sobrecarga deve ser verificada de acordo com 8.3.5.1, exceto que a corrente de ensaio deve ser 2,5 vezes o seu valor de ajuste da corrente.

O tempo de operação, em um pólo separadamente, não deve exceder o valor máximo estabelecido pelo fabricante para duas vezes o valor de ajuste da corrente, para a temperatura de referência.

8.3.6 Sequência de ensaio IV: Corrente suportável de curta duração nominal

Exceto quando a sequência de ensaios combinada é aplicável (ver 8.3.8), esta sequência de ensaios aplica-se aos disjuntores de categoria de utilização B e para aqueles disjuntores de categoria A cobertos pela nota 3 da tabela 4, e compreende os seguintes ensaios:

Ensaio	Subseção
Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga	8.3.6.1
Corrente suportável de curta duração nominal	8.3.6.2
Verificação da elevação de temperatura	8.3.6.3
Capacidade de interrupção de curto-circuito para a máxima corrente suportável de curta duração	8.3.6.4
Verificação da tensão elétrica suportável	8.3.6.5
Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga	8.3.6.6

Quando os disjuntores com fusíveis incorporados são de categoria de utilização B, estes devem satisfazer os requisitos desta sequência.

O número de amostras a serem ensaiadas e a regulação do disparadores ajustáveis devem estar de acordo com a tabela 10.

8.3.6.1 Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga

A operação dos disparadores de sobrecarga deve ser verificada de acordo com 8.3.5.1.

8.3.6.2 Ensaio de corrente suportável de curta duração nominal

A subseção 8.3.4.3 da IEC 60947-1 se aplica, com a seguinte adição:

Para este ensaio qualquer disparador de sobrecorrente, incluindo o disparador instantâneo preferencial, se houver, disponível para operar durante o ensaio, deve ser desativado.

8.3.6.3 Verificação da elevação de temperatura

Após o ensaio de acordo com 8.3.6.2, a elevação de temperatura nos terminais deve ser verificada de acordo com 8.3.2.5. A elevação de temperatura não deve exceder o valor dado na tabela 7.

8.3.6.4 Ensaio de interrupção de curto-circuito na máxima corrente suportável de curta duração

Após o ensaio de acordo com 8.3.6.3, um ensaio de curto-circuito deve ser feito com a seguinte sequência de operações:

O - t - CO

nas condições gerais de 8.3.2, com um valor da corrente presumida igual àquela do ensaio de corrente suportável de curta duração (ver 8.3.6.2) e na maior tensão aplicável à corrente suportável de curta duração nominal.

O disjuntor deve permanecer fechado durante o curto intervalo de tempo associado com o máximo ajuste de curto retardamento disponível no disparador de curto-circuito e o disparador instantâneo preferencial, se houver, não deve operar. Se o disjuntor possuir um disparador de corrente de estabelecimento (ver 2.10), este requisito não se aplica à operação CO, se a corrente presumida exceder o valor predeterminado, pois então ele vai operar.

8.3.6.5 Verificação da tensão elétrica suportável

Após o ensaio realizado de acordo com 8.3.6.4, a tensão elétrica suportável deve ser verificada de acordo com 8.3.3.5.

8.3.6.6 Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga

Após o ensaio de 8.3.6.5, a operação dos disparadores em sobrecarga deve ser verificada de acordo com 8.3.5.1.

8.3.7 Sequência de ensaio V: Desempenho de disjuntores com fusíveis incorporados

Essa sequência de ensaios aplica-se a disjuntores com fusíveis incorporados. Ela substitui a sequência de ensaios III e compreende os seguintes ensaios:

	Ensaio	Subseção
Estágio 1	Curto-circuito na corrente limite de seletividade	8.3.7.1
	Verificação da elevação de temperatura	8.3.7.2
	Verificação da tensão elétrica suportável	8.3.7.3
Estágio 2	Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga	8.3.7.4
	Curto-circuito para 1,1 x corrente de interseção	8.3.7.5
	Curto-circuito para a capacidade nominal de interrupção máxima	8.3.7.6
	Verificação da tensão elétrica suportável	8.3.7.7
	Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga	8.3.7.8

Esta sequência é dividida em dois estágios:

- o estágio 1 compreende os ensaios de acordo com 8.3.7.1 a 8.3.7.3;

- o estágio 2 compreende os ensaios de acordo com 8.3.7.4 a 8.3.7.8.

Os dois estágios podem ser realizados:

- em dois disjuntores separados, ou
- no mesmo disjuntor, com manutenção entre os dois estágios, ou
- no mesmo disjuntor, sem manutenção, sendo que, neste caso, o ensaio de acordo com 8.3.7.3 pode ser omitido.

O ensaio de acordo com 8.3.7.2 precisa ser feito somente se $I_{cs} > I_s$.

Os ensaios de acordo com 8.3.7.1, 8.3.7.5 e 8.3.7.6 devem ser feitos na tensão máxima de operação do disjuntor.

O número de amostras a serem ensaiadas e a regulação dos disparadores ajustáveis devem estar de acordo com a tabela 10.

8.3.7.1 Curto-circuito na corrente limite de seletividade

Um ensaio de curto-circuito é feito nas condições gerais de 8.3.2, com um valor de corrente presumida igual à corrente limite de seletividade, como declarado pelo fabricante (ver 3.17.4).

Para os propósitos deste ensaio, os fusíveis devem estar instalados.

O ensaio deve consistir em uma operação "O", ao final da qual os fusíveis devem ainda estar intactos.

8.3.7.2 Verificação da elevação da temperatura

NOTA - Esta verificação de elevação de temperatura é feita tendo em vista que os fusíveis podem ter fundido, durante o ensaio de curto-circuito da sequência de ensaios II, subseção 8.3.4.1, caso em que o ensaio de 8.3.7.1 é mais severo.

Após o ensaio de acordo com 8.3.7.1, a elevação de temperatura nos terminais deve ser verificada de acordo com 8.3.2.5.

A elevação de temperatura não deve exceder o valor dado na tabela 7.

8.3.7.3 Verificação da tensão elétrica suportável

Após o ensaio conforme 8.3.7.2, o ensaio de tensão elétrica suportável deve ser realizado de acordo com 8.3.3.5.

8.3.7.4 Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga

A operação dos disparadores de sobrecarga deve ser verificada de acordo com 8.3.5.1.

8.3.7.5 Curto-circuito para 1,1 x corrente de interseção

Após o ensaio de acordo com 8.3.7.4, um ensaio de curto-circuito é feito nas mesmas condições gerais de 8.3.7.1, com um valor de corrente presumida igual a 1,1 x corrente de interseção fornecida pelo fabricante (ver 2.17.6).

Para os propósitos deste ensaio, os fusíveis devem estar instalados.

O ensaio deve consistir em uma operação "O", ao final da qual pelo menos dois fusíveis devem ter fundido.

8.3.7.6 Curto-circuito na capacidade de interrupção de curto-circuito máxima

Após o ensaio de acordo com 8.3.7.5, um ensaio de curto-circuito deve ser feito nas mesmas condições gerais de 8.3.7.1, com um valor de corrente presumida igual à capacidade de interrupção de curto-circuito máxima I_{cu} , fornecida pelo fabricante.

Para os propósitos deste ensaio, um novo jogo de fusíveis deve ser instalado.

A sequência de operações deve ser:

O - t - CO

sendo colocado um novo jogo de fusíveis durante o intervalo de tempo t, que pode ser estendido para este propósito.

8.3.7.7 Verificação da tensão elétrica suportável

Após o ensaio de acordo com 8.3.7.6, e com um novo conjunto de fusíveis instalados, o ensaio de tensão elétrica suportável deve ser realizado de acordo com 8.3.3.5.

8.3.7.8 Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga

Após o ensaio de acordo com 8.3.7.7, a operação dos disparadores de sobrecarga deve ser verificada de acordo com 8.3.5.1, exceto que a corrente de ensaio deve ser 2,5 vezes o valor da corrente de ajuste do disparador.

O tempo de operação não deve exceder o valor máximo declarado pelo fabricante para duas vezes o valor da corrente de ajuste, na temperatura de referência, em um pólo separadamente.

8.3.8 Sequência de ensaios combinado

A critério do fabricante ou de acordo com ele, esta sequência de ensaios pode ser aplicada ao disjuntor de categoria de utilização B:

a) quando a corrente suportável de curta duração nominal e a capacidade nominal de interrupção de curto-circuito em serviço têm o mesmo valor ($I_{cw} = I_{cs}$); neste caso, ela substitui as seqüências de ensaios II e IV;

b) quando a corrente suportável de curta duração nominal, a capacidade nominal de interrupção de curto-circuito em serviço e a capacidade nominal de interrupção de curto-circuito máxima têm o mesmo valor ($I_{cw} = I_{cs} = I_{cu}$); neste caso, ela substitui as seqüências de ensaios II, III e IV.

Esta sequência compreende os seguintes ensaios:

Ensaio	Subseção
Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga	8.3.8.1
Corrente suportável de curta duração nominal	8.3.8.2
Capacidade nominal de interrupção de curto-circuito em serviço ^(*)	8.3.8.3
Verificação da tensão elétrica suportável	8.3.8.4
Verificação da elevação de temperatura	8.3.8.5
Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga	8.3.8.6
(*) No caso de disjuntores que atendem o item b) acima, esta é também a capacidade nominal de interrupção de curto-circuito máxima.	

O número de amostras a serem ensaiadas e a regulagem dos disparadores ajustáveis devem estar de acordo com a tabela 10.

8.3.8.1 Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga

A operação dos disparadores de sobrecarga deve ser verificada de acordo com 8.3.5.1.

8.3.8.2 Ensaio de corrente suportável de curta duração nominal

Após o ensaio conforme 8.3.8.1, deve ser feito um ensaio na corrente suportável de curta duração nominal, de acordo com 8.3.6.2.

8.3.8.3 Ensaio de capacidade nominal de interrupção de curto-circuito em serviço

Após o ensaio conforme 8.3.8.2, um ensaio deve ser feito para a capacidade nominal de interrupção de curto-circuito em serviço, de acordo com 8.3.4.1, na mais alta tensão aplicável para a corrente suportável de curta duração nominal. O disjuntor deve permanecer fechado durante o curto intervalo de tempo correspondente ao tempo de ajuste máximo de curto retardamento disponível do disparador de curto-circuito.

Durante esse ensaio o disparador instantâneo preferencial (se houver) não deve operar e o disparador de corrente de fechamento (se houver) deve operar.

8.3.8.4 Verificação da tensão elétrica suportável

Após o ensaio conforme 8.3.8.3, o ensaio de tensão elétrica deve ser feito de acordo com 8.3.3.5.

8.3.8.5 Verificação da elevação de temperatura

Após o ensaio conforme 8.3.8.4, a elevação de temperatura nos terminais deve ser verificada de acordo com 8.3.2.5.

A elevação de temperatura não deve exceder o valor dado na tabela 7.

Esta verificação não precisa ser feita quando, para um dado tamanho de estrutura, o ensaio de 8.3.8.3 tiver sido feito em um disjuntor com o mínimo In ou no mínimo ajuste do disparador de sobrecarga.

8.3.8.6 Verificação da calibração dos disparadores de sobrecarga

Após o resfriamento em seguida ao ensaio de acordo com 8.3.8.5, a operação dos disparadores de sobrecarga deve ser verificada de acordo com 8.3.3.7.

Depois disso, a operação dos disparadores de sobrecarga deve ser verificada, em cada pólo individualmente, de acordo com 8.3.5.1, exceto que a corrente de ensaio deve ser 2,5 vezes o valor do seu ajuste da corrente.

O tempo de operação não deve exceder o valor máximo estabelecido pelo fabricante para duas vezes o valor de ajuste da corrente, na temperatura de referência, em um pólo individual.

8.4 Ensaios de rotina ou por amostragem

Análises estatísticas e de engenharia podem mostrar que ensaios de rotina em cada disjuntor podem não ser sempre requeridos, caso em que podem ser realizados, em seu lugar, ensaios por amostragem.

8.4.1 Ensaios de operação mecânica

Os seguintes ensaios devem ser feitos pelo fabricante, sob sua própria responsabilidade:

a) na máxima tensão de controle e/ou pressão especificada:

- cinco operações de fechamento e cinco operações de abertura;

b) na mínima tensão de controle e/ou pressão especificada:

- cinco operações de fechamento e cinco operações de abertura;

c) na tensão nominal de controle e/ou pressão especificada:

- cinco operações de abertura livre;
- para disjuntores com religamento automático, cinco operações de religamento automático;

d) disjuntores operados manualmente:

- cinco operações de fechamento e cinco operações de abertura.

Os ensaios devem ser executados sem corrente no circuito principal, exceto quando esta for necessária para a operação dos disparadores.

Durante os ensaios de rotina, nenhum ajuste deve ser feito e a operação deve ser satisfatória.

Após esses ensaios, o disjuntor deve ser examinado, para verificar se algum dos seus componentes foi danificado e se todas as partes estão em condições satisfatórias de operação.

8.4.2 Calibração dos disparadores

Quando aplicáveis, ensaios para a verificação da calibração dos disparadores devem ser realizados conforme segue:

a) *Disparadores de sobrecorrente*

O ensaio pode ser um único para cada tipo de disparador de sobrecorrente (ver 4.7.1, item 2)) em um múltiplo do ajuste da corrente, para verificar se o tempo de disparo está de acordo com as características fornecidas pelo fabricante.

b) *Disparadores em derivação (para abertura)*

Um ensaio deve ser feito para verificar se o disparador opera em conformidade com 7.2.1.4 da IEC 60742-1. O ensaio deve ser feito com o disparador em derivação instalado no disjuntor ou em um dispositivo de ensaio que simule a operação mecânica de disparo do disjuntor. O ensaio pode ser feito em qualquer temperatura conveniente, desde que a tensão de ensaio seja reduzida para levar em conta a necessidade de o disparador operar sob as condições especificadas em 8.3.3.3.2, item d). No caso de disparadores que possuem uma faixa de tensões nominais, a tensão de ensaio reduzida deve ser referida a 70% da tensão de alimentação de controle nominal mínima.

c) *Disparadores de subtensão*

Ensaio devem ser feitos para verificar se os disparadores operam de acordo com 7.2.1.3 da IEC 60742-1.

i) *Tensão de controle (hold-in)*

O disparador deve fechar em uma tensão correspondente a 85% da tensão de alimentação de controle nominal mínima.

ii) *Queda de tensão*

O disparador deve abrir quando a tensão é reduzida lentamente (no intervalo de 5 s a 10s) a um valor dentro da faixa correspondente aos limites de 70% e 35% da tensão de alimentação de controle nominal, ajustada para levar em conta a necessidade de operar sob as condições especificadas em 8.3.3.3.2, item c), i). No caso de disparadores que possuem uma faixa de tensões nominais, o limite superior deve corresponder ao mínimo da faixa e o limite inferior ao máximo da faixa.

d) *Outros disparadores*

Os ensaios devem ser objeto de acordo entre fabricante e usuário.

8.4.3 Verificação dielétrica

Os ensaios devem ser executados em disjuntores limpos.

O valor da tensão de ensaio deve estar conforme 8.3.3.2.3.

A duração de cada ensaio pode ser reduzida para 1 s.

A tensão de ensaio deve ser aplicada como segue:

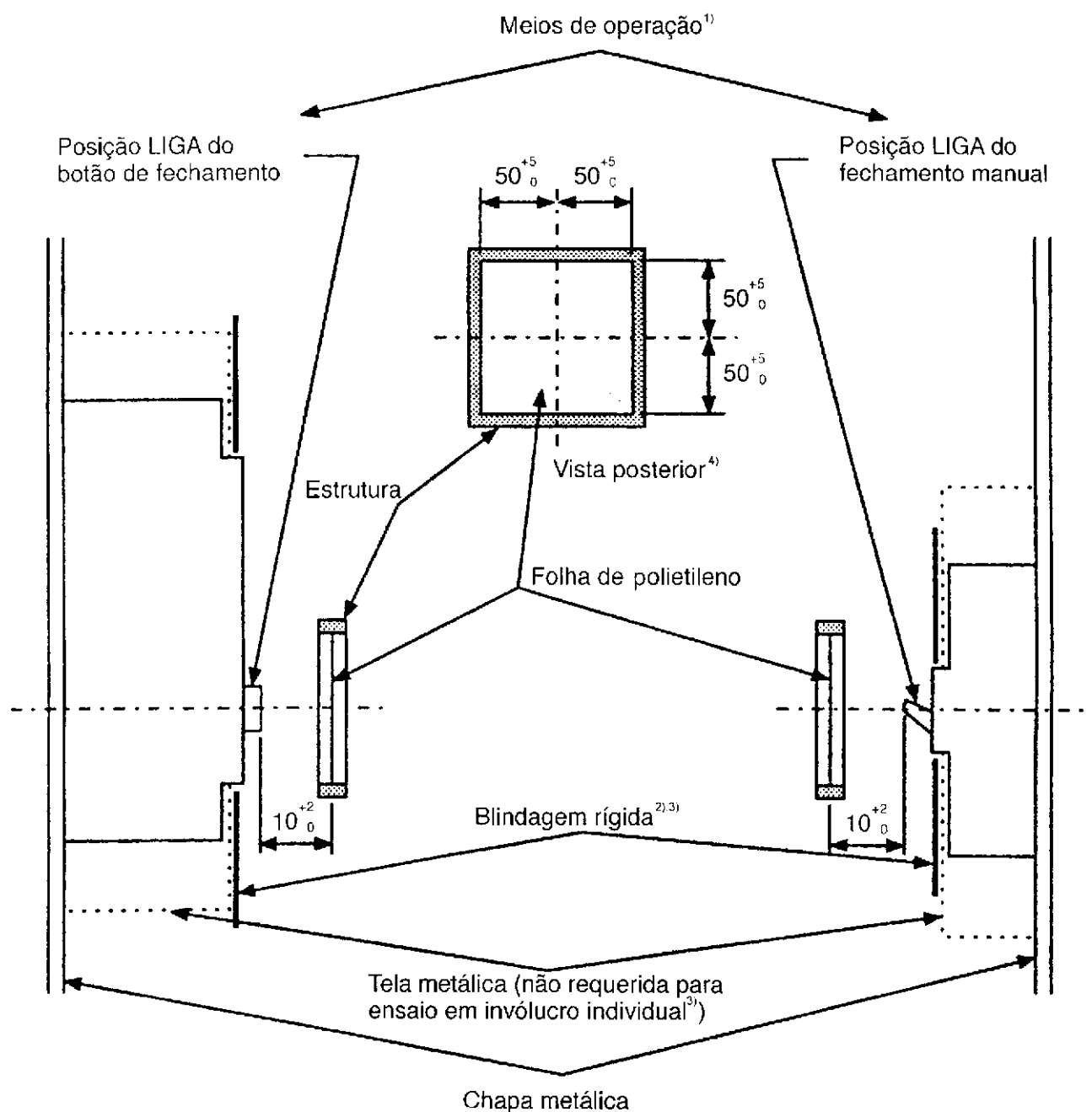
a) entre os pólos, com o disjuntor fechado;

b) entre os pólos e a estrutura, com o disjuntor fechado;

c) entre os terminais de entrada e saída de cada pólo, com o disjuntor aberto;

d) aos circuitos de controle e auxiliares, como mencionado em 8.3.3.2.2, item b).

O uso de folha metálica, como especificado em 8.3.3.2.1, é desnecessário.



¹⁾ Os meios de operação incluem qualquer extensão, que é normalmente provida para a operação de fechamento.

²⁾ O propósito desta blindagem rígida é o de prevenir emissões partindo de áreas diferentes daquelas da manopla ou botão de fechamento que possam atingir a folha de polietileno (não requerida para ensaios em invólucros individuais).

³⁾ A blindagem rígida e a frente da malha metálica podem ser combinadas em uma única chapa de metal condutor.

⁴⁾ Feito de qualquer material rígido adequado para evitar o rompimento da folha de polietileno.

Figura 1 - Arranjo de ensaio (conexão dos cabos não mostrada) para ensaios de curto-circuito

Anexo A (normativo)

Coordenação sob condições de curto-circuito entre um disjuntor e outro dispositivo de proteção contra curto-circuito associados no mesmo circuito

A.1 Introdução

Para assegurar a coordenação sob condições de curto-circuito entre um disjuntor (C_1) e um outro dispositivo de proteção contra curto-circuito (SCPD), associado a ele no mesmo circuito, é necessário considerar as características de cada um dos dois dispositivos e também o comportamento dos mesmos como uma associação.

NOTA - Um SCPD pode incorporar meios de proteção adicionais, como, por exemplo, disparadores de sobrecarga.

O SCPD pode consistir em um fusível (ou um conjunto de fusíveis) (ver figura A.1) ou em um outro disjuntor (C_2) (ver figuras A.2 a A.5).

A comparação das características operacionais individuais de cada um dos dois dispositivos associados pode não ser suficiente, quando for necessário fazer referência ao comportamento desses dois dispositivos operando em série, já que as suas impedâncias nem sempre são desprezíveis. Recomenda-se que isto seja levado em consideração. Para correntes de curto-circuito, recomenda-se que se faça referência a I_t , em vez do tempo.

Freqüentemente, C_1 é ligado em série a outro SCPD, por motivos como o método de distribuição de energia adotado para a instalação ou porque a capacidade de interrupção de curto-circuito de C_1 somente pode ser insuficiente para a aplicação proposta. Nesses casos, o SCPD pode ser montado em locais distantes de C_1 . O SCPD pode estar protegendo um alimentador principal que supre uma série de disjuntores C_1 ou apenas um disjuntor individual.

Para essas aplicações, o usuário ou autoridade competente pode ter que decidir sobre a melhor forma de alcançar o nível ótimo de coordenação, baseando-se somente em estudos teóricos. Este anexo se destina a fornecer orientação quanto a essa decisão e também quanto ao tipo de informação a ser fornecida pelo fabricante ao usuário potencial.

Este anexo também fornece orientação quanto aos requisitos de ensaios, onde tais ensaios são considerados essenciais para a aplicação proposta.

O termo "coordenação" inclui consideração de seletividade, isto é, operação seletiva (ver 2.5.23 da IEC 60947-1 e também 2.17.2 e 2.17.3), bem como a consideração da proteção de retaguarda (ver 2.5.24 da IEC 60947-1).

Em geral, a consideração da seletividade pode ser conduzida por estudos teóricos (ver seção A.5), ao passo que normalmente a verificação da proteção de retaguarda requer a utilização de ensaios (ver seção A.6).

Ao considerar a capacidade de interrupção de curto-circuito, pode-se fazer referência à capacidade nominal de interrupção de curto-circuito máxima (I_{cu}) ou à capacidade nominal de interrupção de curto-circuito em serviço (I_{cs}), de acordo com o critério desejado.

A.2 Objetivo e campo de aplicação

Este anexo fornece orientação e requisitos para a coordenação dos disjuntores com outros SCPD, associados no mesmo circuito, no que diz respeito à seletividade, bem como à proteção de retaguarda.

O objetivo deste anexo é estabelecer:

- os requisitos gerais para a coordenação de um disjuntor com outro SCPD;
- os métodos e os ensaios (se considerados necessários) destinados a verificar se as condições para a coordenação foram satisfeitas.

A.3 Requisitos gerais para a coordenação de um disjuntor com outro SCPD

A.3.1 Considerações gerais

De uma maneira ideal, é conveniente que a coordenação seja tal que um disjuntor (C_1) isoladamente opere em todos os valores de sobrecorrente, até o limite de sua capacidade nominal de interrupção de curto-circuito I_{cu} (ou I_{cs}).

NOTA - Se o valor da corrente de falta presumida no ponto da instalação for menor do que a capacidade nominal de interrupção de curto-circuito máxima de C_1 , pode-se assumir que o SCPD só faz parte do circuito por outras considerações que não seja a proteção de retaguarda.

Na prática, aplicam-se as seguintes considerações:

- a) se o valor da corrente limite de seletividade I_s (ver 2.17.4) for muito baixo, existe o risco de perda desnecessária da seletividade.
- b) se o valor da corrente de falta presumida no ponto da instalação exceder a capacidade nominal de interrupção de curto-circuito máxima de C_1 , o SCPD deve ser selecionado de modo que o comportamento de C_1 esteja de acordo com A.3.3 e a corrente de interseção I_B (ver 2.17.6), se existir, esteja de acordo com os requisitos de A.3.2.

Sempre que possível, o SCPD deve estar localizado no lado da alimentação de C_1 . Se o SCPD estiver localizado do lado da carga, é fundamental que a ligação entre C_1 e o SCPD seja planejada de modo a minimizar qualquer risco de curto-circuito.

NOTA - Em caso de disparadores intercambiáveis, estas considerações devem ser aplicadas a cada disparador pertinente.

A.3.2 Corrente de interseção (take over)

Com a finalidade de proteção de retaguarda, a corrente de interseção I_B não deve exceder a capacidade nominal de interrupção de curto-circuito máxima I_{cu} de C_1 isoladamente (ver figura A.4).

A.3.3 Comportamento de C_1 em associação com outro SCPD

Para todos os valores de sobrecorrente, inferiores ou iguais à capacidade de interrupção de curto-circuito da associação, C_1 deve estar de acordo com os requisitos de 7.2.5 da IEC 60947-1 e a associação deve estar de acordo com os requisitos de 7.2.1.2.4, item a).

A.4 Tipo e características do SCPD associado

Caso seja solicitado, o fabricante do disjuntor deve fornecer informações sobre o tipo e as características do SCPD a ser usado com C_1 e sobre a máxima corrente de curto-circuito presumida, para a qual a associação é adequada, na tensão de operação indicada.

Os detalhes do SCPD utilizado para qualquer ensaio realizado de acordo com este anexo, ou seja, nome do fabricante, designação de tipo, tensão nominal, corrente e capacidade nominais de interrupção de curto-circuito, devem ser fornecidos no relatório do ensaio.

A máxima corrente de curto-circuito estipulada (ver 2.5.29 da IEC 60947-1) não deve exceder a capacidade nominal de interrupção de curto-circuito máxima do SCPD.

Se o SCPD associado for um disjuntor, deve atender os requisitos desta Norma ou de qualquer outra norma aplicável.

Se o SCPD associado for um fusível, deve estar de acordo com a norma de fusível apropriada.

A.5 Verificação da seletividade

Normalmente, a seletividade pode ser considerada através de estudo teórico somente, ou seja, através de uma comparação das características operacionais de C_1 e do SCPD associado, por exemplo, quando esse SCPD associado for um disjuntor (C_2) que dispõe de um retardo intencional.

Os fabricantes tanto do C_1 quanto do SCPD devem fornecer dados adequados com relação às características operacionais correspondentes, de modo a permitir que ls seja determinada para cada associação individual.

Em determinados casos, são necessários ensaios, em ls, sobre a associação, como, por exemplo

- quando C_1 for do tipo de limitador de corrente e C_2 não possuir um retardo intencional;
- quando o tempo de abertura do SCPD for menor que o tempo correspondente a um meio ciclo.

Para obter a seletividade desejada quando o SCPD for um disjuntor, talvez seja necessário um pequeno retardo intencional para C_2 .

A seletividade poderá ser parcial (ver figura A.4) ou total, até a capacidade de interrupção nominal de curto-circuito I_{cu} (ou I_{cs}) de C_1 . Para atingir a seletividade total, a característica de não atuação de C_2 , ou a característica de fusão do fusível, deve estar acima da característica de atuação (tempo de interrupção) de C_1 .

São fornecidas duas ilustrações sobre seletividade total nas figuras A.2 e A.3.

A.6 Verificação da proteção de retaguarda

A.6.1 Determinação da corrente de interseção

A conformidade com os requisitos de A.3.2 pode ser verificada, comparando-se as características operacionais de C_1 e do SCPD associado para todos os ajustes de C_1 e, se aplicável, para todos os ajustes de C_2 .

A.6.2 Verificação da proteção de retaguarda

a) Verificação através de ensaios

Normalmente, a conformidade com os requisitos de A.3.3 é verificada por ensaios, de acordo com A.6.3. Neste caso, todas as condições para os ensaios devem ser conforme especificado em 8.3.2.6, com os resistores e indutores ajustáveis para os ensaios de curto-circuito no lado da alimentação da associação.

b) Verificação através de comparação de características

Em alguns casos práticos e quando o SCPD for um disjuntor (ver figuras A.4 e A.5), pode ser possível comparar as características operacionais de C_1 e do SCPD associado, dando-se atenção especial para o seguinte:

- o valor da integral em Joule de C_1 , em sua I_{cu} , e o valor do SCPD na corrente presumida da associação;
- os efeitos sobre C_1 (por exemplo, pela energia do arco, pela máxima corrente de pico, corrente de corte), na corrente de operação de pico do SCPD.

A adequabilidade da associação pode ser avaliada, considerando-se a característica de I^2t de operação total máxima do SCPD, na faixa desde a capacidade de interrupção nominal de curto-circuito I_{cu} (ou I_{cs}) de C_1 até a corrente de curto-circuito presumida da aplicação, mas não excedendo ao I^2t máximo admissível de C_1 , na sua capacidade nominal de interrupção de curto-circuito ou outro valor limite inferior determinado pelo fabricante.

NOTA - Quando o SCPD associado for um fusível, a validade do estudo teórico será limitada até a I_{cu} de C_1 .

A.6.3 Ensaios para verificação da proteção de retaguarda

Se C_1 é equipado com disparadores de abertura de sobrecorrente ajustáveis, as características operacionais devem ser aquelas correspondentes aos ajustes mínimos de tempo e de corrente.

Se C_1 pode ser equipado com disparadores de abertura de sobrecorrente instantâneos, as características operacionais a serem utilizadas devem ser aquelas correspondentes às características de C_1 quando equipado com tais disparadores.

Se o SCPD associado é um disjuntor (C_2) provido de disparadores de abertura de sobrecorrente ajustáveis, as características operacionais a serem utilizadas devem ser aquelas correspondentes aos ajustes máximos de tempo e de corrente.

Se o SCPD associado consiste em um conjunto de fusíveis, cada ensaio deve ser realizado com a utilização de um novo conjunto de fusíveis, mesmo que alguns dos fusíveis utilizados durante o ensaio anterior não tenham queimado.

Onde aplicável, os cabos de ligação devem ser incluídos conforme especificado em 8.3.2.6.4, exceto que, se o SCPD associado for um disjuntor (C_2), toda a extensão do cabo (75 cm), associado a esse disjuntor, pode ser ligada do lado da alimentação (ver figura A.6).

Cada ensaio deve consistir em uma sequência O-t-CO de operações, realizadas de acordo com 8.3.5 desta Norma, seja em Icu ou Ics, executando a operação de CO em C_1 .

Um ensaio é realizado com a máxima corrente presumida para a aplicação proposta. Esta não deve exceder a corrente de curto-circuito nominal condicional (ver 4.3.6.4 da IEC 60947-1).

Deve ser realizado um ensaio posterior em uma corrente presumida com valor igual à capacidade nominal de interrupção de curto-circuito Icu (ou Ics) de C_1 , ensaio para o qual pode ser utilizada uma nova amostra de C_1 , e ainda, se o SCPD associado for um disjuntor, uma nova amostra de C_2 .

Durante cada operação

a) se o SCPD associado for um disjuntor (C_2):

- ou tanto C_1 quanto C_2 desarmam quando submetidos a ambas correntes de ensaio, não sendo, então, necessários ensaios adicionais.

Este é o caso mais comum e fornece apenas proteção de retaguarda.

- ou C_1 desarma e C_2 fica na posição fechada ao final de cada operação, quando submetidos a ambas as correntes de ensaio, não sendo, então, necessários ensaios adicionais.

Isto requer que os contatos de C_2 sejam momentaneamente separados durante cada operação. Neste caso, o restabelecimento da alimentação é assegurado, além da proteção de retaguarda (ver nota 1 da figura A.4). A duração da interrupção da alimentação, caso ocorra, deve ser registrada durante a realização destes ensaios.

- ou C_1 desarma quando submetido à corrente de ensaio mais baixa, e tanto C_1 quanto C_2 desarmam quando submetidos à corrente de ensaio mais alta.

Isto requer que os contatos de C_2 sejam momentaneamente separados quando submetidos à corrente de ensaio mais baixa. Devem ser realizados ensaios adicionais para correntes intermediárias, a fim de determinar o valor de corrente mais baixo, no qual C_1 e C_2 desarmam, até o valor de corrente no qual é obtida a restauração da alimentação. A duração da interrupção de alimentação, caso ocorra, deve ser registrada durante a realização destes ensaios.

b) se o SCPD associado for um fusível (ou um conjunto de fusíveis):

- no caso de um circuito monofásico, pelo menos um fusível deve atuar;

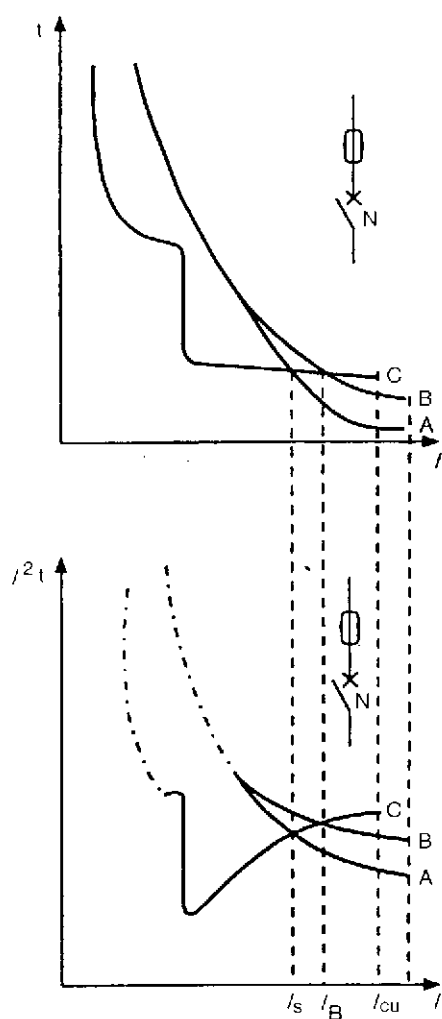
- no caso de um circuito polifásico, ou dois ou mais fusíveis devem atuar, ou um fusível deve atuar e C_1 deve desarmar.

A.6.4 Resultados a serem obtidos

Aplica-se a subseção 8.3.4.1.7 da IEC 60947-1.

Após os ensaios, C_1 deve estar em conformidade com 8.3.5.3 e 8.3.5.4.

Além disso, se o SCPD associado for um disjuntor (C_2), deve ser verificado, por operação manual ou por outros meios apropriados, se os contatos de C_2 não colaram.



I = Corrente de curto-circuito presumida

I_{cu} = Capacidade nominal de interrupção de curto-circuito final máxima (4.3.5.2.1)

I_s = Corrente limite de seletividade (2.17.4)

I_B = Corrente de interseção (2.17.6) *take over*

A = Característica de fusão do fusível

B = Característica de operação do fusível

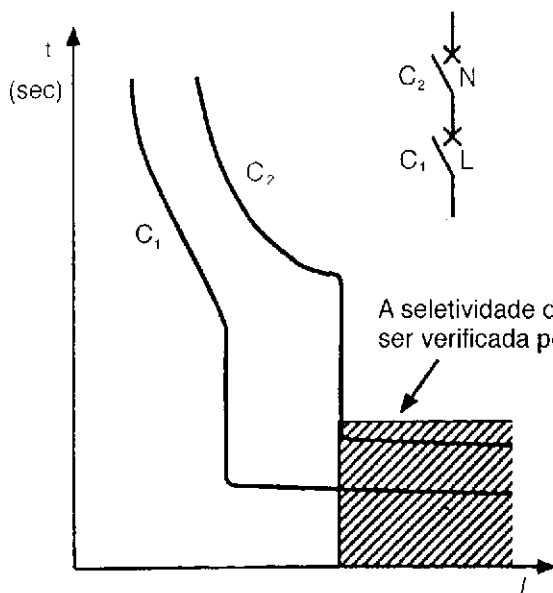
C = Característica de operação do disjuntor, não limitado pela corrente (N) (tempo de interrupção/corrente e P^2t /corrente)

NOTAS

1 A é considerado o limite inferior; B e C são considerados os limites superiores.

2 Zona não-adiabática de I^2t mostrada no segmento.

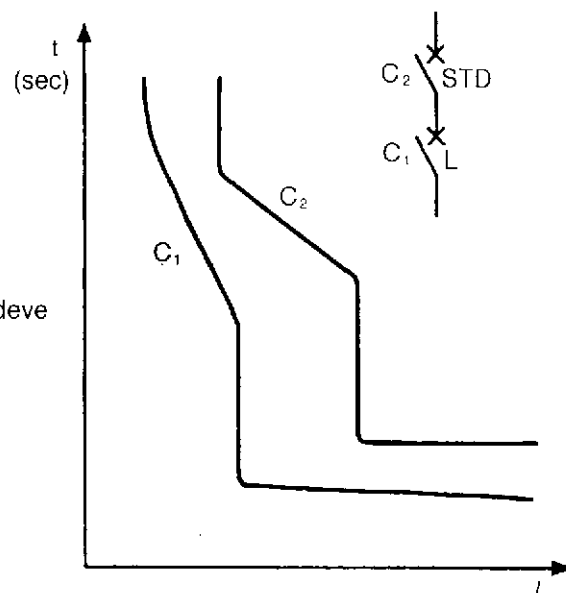
Figura A.1 - Coordenação de sobrecorrente entre um disjuntor e um fusível ou proteção de retaguarda fornecida por um fusível: características de operação



C_1 = Disjuntor limitador de corrente (L)
(característica de tempo de interrupção)

C_2 = Disjuntor não limitador de corrente (N)
(característica de disparo)

Figura A.2



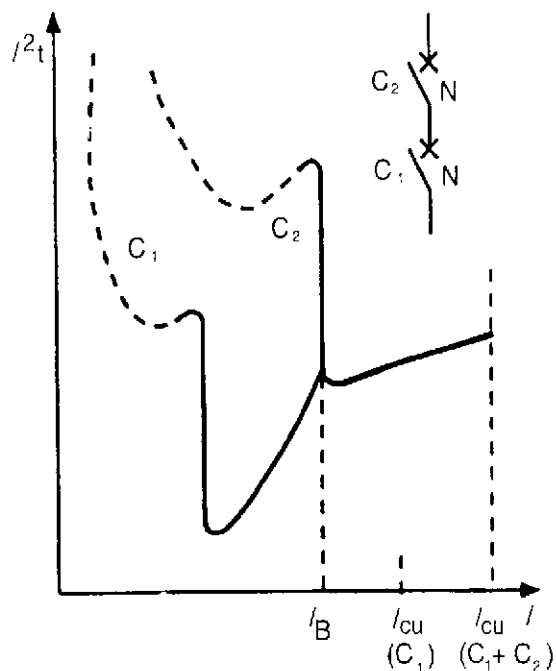
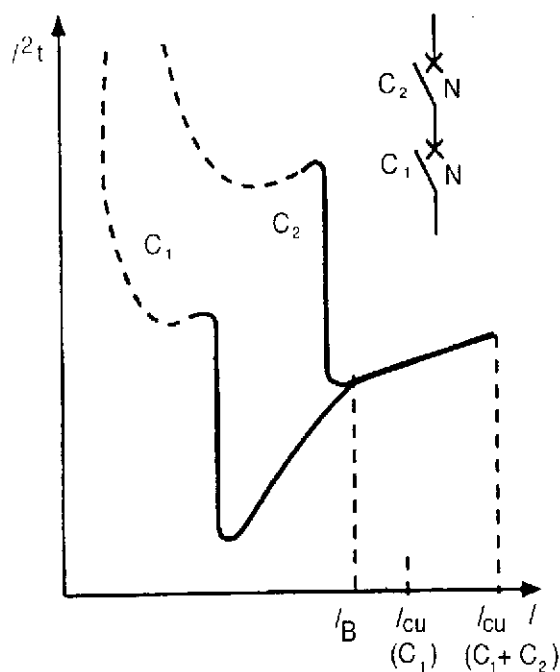
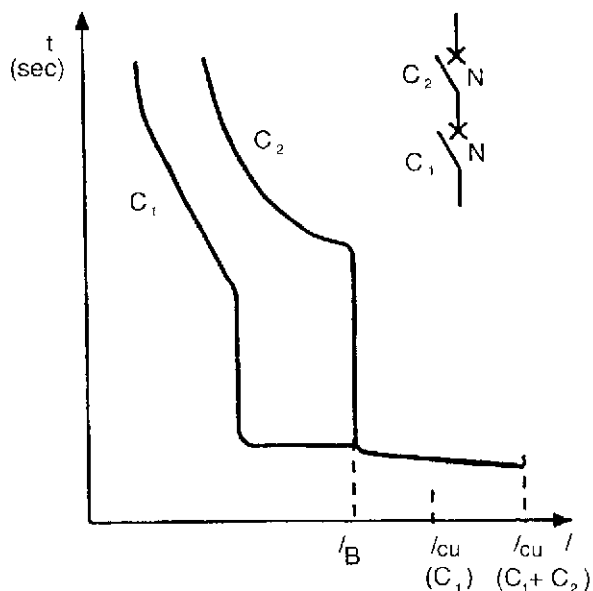
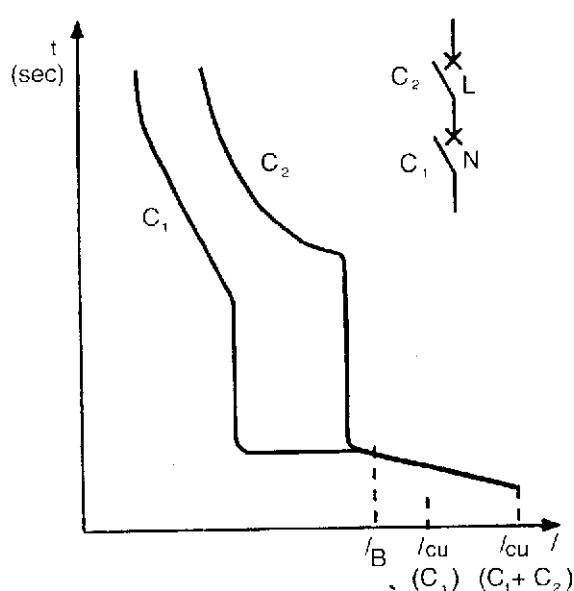
C_1 = Disjuntor não limitador de corrente (N)
(característica de tempo de interrupção)

C_2 = Disjuntor com retardo intencional (STD)
(característica de disparo)

Figura A.3

Os valores de I_{cu} (ou I_{cs}) não são apresentados.

Seletividade total entre dois disjuntores



C_1 = Disjuntor não limitador de corrente (N)

C_1, C_2 = Disjuntores não limitadores de corrente (N)

C_2 = Disjuntor limitador de corrente (L)

I_s = Corrente de interseção

NOTAS

1 Onde aplicável, ocorre a restauração da alimentação de C_2 .

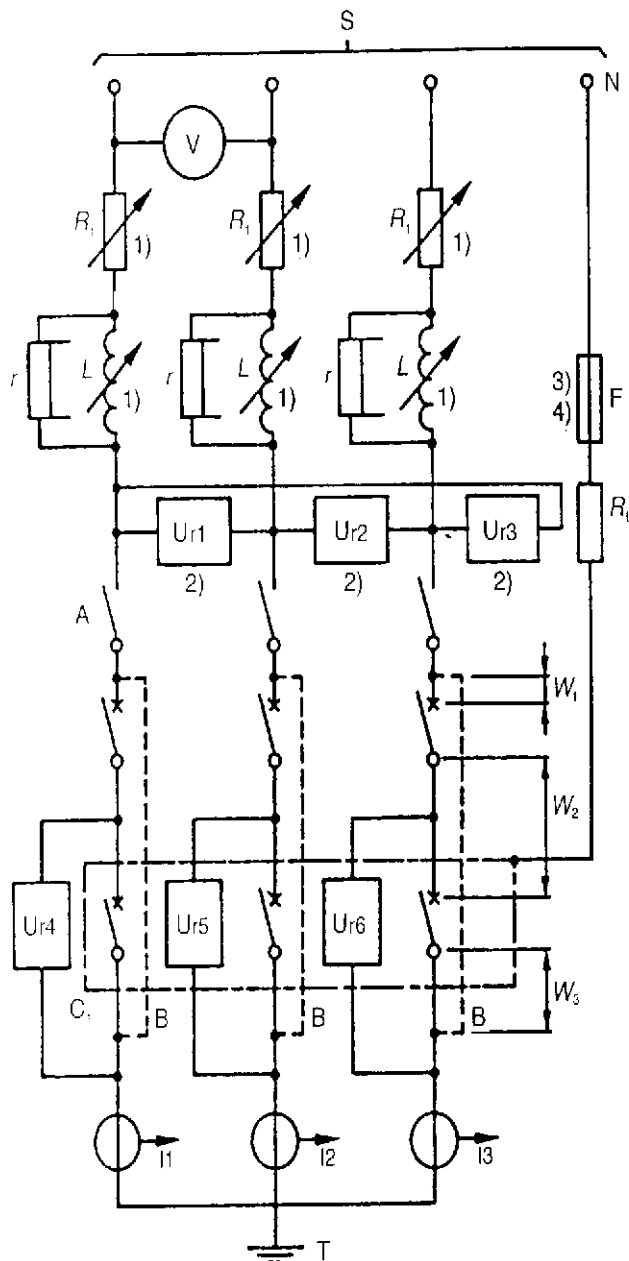
2 $I_{cu} (C_1 + C_2) \leq I_{cu} (C_2)$.

3 Para valores de $I > I_B$, a curva é a da associação (apresentada em negrito), cujos dados devem ser obtidos por ensaios.

Figura A.4

Figura A.5

Proteção de retaguarda oferecida por um disjuntor - características de operação



S = Fonte

Ur1, Ur2, Ur3 = Sensores de tensão

Ur4, Ur5, Ur6

V = Dispositivo de medição de tensão

A = Dispositivo de fechamento

R₁ = Resistor ajustável

N = Neutro da fonte (ou neutro artificial)

F = Elemento fusível (8.3.4.1.2. item d) da IEC 947-1)

L = Reatores ajustáveis

RL = Resistor limitado pela corrente de falta

B = Ligações temporárias para calibração

I1, I2, I3 = Sensores de corrente

T = Terra:- apenas um ponto de aterramento (lado da carga ou lado da alimentação)

r = Resistor do circuito secundário (8.3.4.1.2. item b) da IEC 947-1)

W₁ = 75 cm de cabo nominal para SCPD

W₂ = 50 cm de cabo nominal para C₁

W₃ = 25 cm de cabo nominal para C₁

SCPD = Disjuntor C₂ ou conjunto composto por três fusíveis

NOTAS

1 As cargas ajustáveis L e R₁ podem ser localizadas na parte de alta tensão ou na parte de baixa tensão do circuito de alimentação, estando o dispositivo de fechamento A localizado na parte de baixa tensão.

2 Como alternativa, Ur1, Ur2, Ur3 podem ser ligados entre o fase e o neutro.

3 No caso dos dispositivos destinados à utilização em uma rede de fase e terra, F deve ser ligado a uma fase da alimentação.

4 Nos Estados Unidos e no Canadá (ver nota referente a 4.3.1.1), F deverá ser ligado:

- a uma fase da alimentação para equipamentos indicados com um único valor de Ur;
- ao neutro para equipamentos indicados com tensões semelhantes.

Figura A.6 - Exemplo de circuito para realização de ensaio de capacidade de interrupção de curto-circuito condicional apresentando ligações de cabos para um disjuntor de três pólos (C₁)

Anexo B (normativo)

Disjuntores incorporando proteção a corrente residual

Introdução

Para oferecer proteção contra as conseqüências e riscos de choque elétrico, dispositivos que reagem às correntes residuais diferenciais são usados como sistemas de proteção. Tais dispositivos são freqüentemente usados em conjunto ou como parte integrante de um disjuntor, a fim de atingir um objetivo duplo, isto é:

- proteger as instalações contra sobrecargas e curtos-circuitos;
- proteger as pessoas contra contato indireto, i.e., elevações perigosas do potencial de terra, devidas a defeitos de isolamento elétrico.

Os dispositivos a corrente residual podem também dar proteção adicional contra fogo e outros riscos que podem desenvolver-se como resultado de falta para terra de natureza duradoura, que não pode ser detectada pelo dispositivo de proteção de sobrecarga.

Os dispositivos a corrente residual com uma corrente residual nominal menor ou igual a 30 mA também são usados como meio de proteção adicional contra contato direto em caso de falha dos meios de proteção correspondentes.

Os requisitos para a instalação desses dispositivos são especificados em várias seções da IEC 60364.

Este anexo é baseado essencialmente nos requisitos correspondentes das IEC 60755, IEC 61008-1 e IEC 61009-1.

B.1 Objetivo e campo de aplicação

Este anexo se aplica aos disjuntores que fornecem proteção a corrente residual (disjuntores DR). Ele abrange os requisitos para unidades que fazem simultaneamente a detecção da corrente residual, comparam essas medições com um valor previamente configurado e fazem o circuito protegido ser desligado quando esse valor for ultrapassado.

Este anexo se aplica a:

- disjuntores conforme esta Norma que incorporam a função da corrente residual como um recurso integrado (doravante denominado disjuntor com DR integrado);
- disjuntor DR, consistindo em uma combinação de um dispositivo a corrente residual (doravante denominado dispositivo DR) e um disjuntor de acordo com esta Norma; sua combinação, mecânica e elétrica, pode ser feita tanto na fábrica quanto em campo, pelo usuário, de acordo com as instruções do fabricante.

NOTA - Os sensores de corrente de neutro, se existirem, podem ser externos ao disjuntor ou combinação, conforme seja o caso.

Este anexo se aplica somente a disjuntores DR destinados ao uso em circuitos c.a.

A função de corrente residual dos disjuntores DR cobertos por este anexo pode ou não depender funcionalmente da tensão da linha. Os disjuntores DR dependentes de uma fonte de alimentação alternativa não são abordados por este anexo.

Este anexo não se aplica a equipamentos onde os meios de detecção de corrente (exceto os detectores de corrente do neutro) ou o dispositivo de processamento são montados em separado do disjuntor.

O objetivo deste anexo é estabelecer:

- a) as características específicas da função da corrente residual;
- b) os requisitos específicos que devem ser cumpridos pelo disjuntor DR
 - em condições normais do circuito;
 - em condições anormais do circuito, seja de natureza de corrente residual ou não;
- c) os ensaios que devem ser realizados a fim de verificar a conformidade com os requisitos do item b) acima, juntamente com os procedimentos de ensaio apropriados;
- d) informações pertinentes ao produto.

B.2 Definições

Como complementação da seção 2 desta Norma, aplicam-se as definições a seguir, extraídas (ou derivadas) da IEC 755.

B.2.1 Definições relativas à condução de corrente de partes vivas para a terra

B.2.1.1 corrente de falta para terra: Corrente fluindo para a terra, devido a uma falha no isolamento elétrico.

B.2.1.2 corrente de fuga para terra: Corrente fluindo de partes vivas da instalação para a terra, na ausência de uma falha de isolamento.

B.2.2 Definições relativas à energização de um disjuntor DR

B.2.2.1 quantidade de energização: Quantidade de energia elétrica que, sozinha ou em combinação com outras quantidades semelhantes, deve ser aplicada a um disjuntor DR, a fim de torná-lo capaz de cumprir a sua função sob condições especificadas.

B.2.2.2 quantidade de energização de entrada: Quantidade de energização com a qual o disjuntor DR é ativado, quando ele é utilizado sob condições específicas.

Essas condições podem envolver, por exemplo, a energização de certos elementos auxiliares.

B.2.2.3 corrente residual (I_{Δ}): Soma vetorial das correntes que fluem no circuito principal do disjuntor DR, expressa como um valor eficaz.

B.2.2.4 corrente residual de operação: Valor da corrente residual que faz com que o disjuntor DR opere sob condições especificadas.

B.2.2.5 corrente não operacional residual: Valor da corrente residual com a qual (e abaixo da qual) o disjuntor DR não opera sob condições especificadas.

B.2.3 Definições relativas à operação e às funções de um disjuntor DR

B.2.3.1 disjuntor incorporando proteção a corrente residual (disjuntor DR): Disjuntor (ver 2.1) projetado para causar a abertura dos contatos, quando a corrente residual atinge um determinado valor sob condições especificadas.

B.2.3.2 disjuntor DR funcionalmente independente da tensão da linha: Disjuntor DR para o qual as funções de detecção, avaliação e interrupção não dependem da tensão da linha.

NOTA - Este dispositivo é definido em 2.3.2 da IEC 60755 como um dispositivo de corrente residual sem fonte auxiliar.

B.2.3.3 disjuntor DR funcionalmente independente da tensão da linha: Disjuntor DR para o qual as funções de detecção, avaliação e/ou interrupção dependem da tensão da linha.

NOTAS

1 Esta definição cobre parcialmente a definição de dispositivos de corrente residual com fonte auxiliar fornecida em 2.3.3 da IEC 60755.

2 Entende-se que a tensão da linha para detecção, avaliação ou interrupção é aplicada ao disjuntor DR.

B.2.3.4 detecção: Função que consiste na percepção da presença da corrente residual.

NOTA - Esta função pode ser desempenhada, por exemplo, por um transformador que realiza a soma vetorial das correntes.

B.2.3.5 avaliação: Função que consiste em dar ao disjuntor DR a possibilidade de operar quando a corrente residual detectada excede um valor de referência especificado.

B.2.3.6 interrupção: Função que consiste em fazer os contatos principais do disjuntor DR mudarem da posição fechada para aberta, interrompendo em consequência o fluxo da corrente por eles.

B.2.3.7 tempo limite de não atuação: Tempo máximo de retardo durante o qual uma corrente residual maior que a corrente residual nominal de não operação pode ser aplicada ao disjuntor DR, sem que ele opere.

B.2.3.8 disjuntor DR com tempo de retardo: Disjuntor DR especialmente projetado para atingir um valor predeterminado de tempo limite de não atuação correspondente a um dado valor de corrente residual.

A característica de tempo de retardo da corrente residual pode ou não ser de natureza tempo inverso/corrente.

B.2.3.9 disjuntor DR com unidade DR reajustável: Disjuntor com uma unidade DR que deve ser ajustada intencionalmente por meios diferentes daqueles de operação do disjuntor, em seguida à ocorrência de uma corrente residual e antes que ele possa ser fechado novamente.

B.2.3.10 dispositivo de ensaio: Dispositivo que simula uma corrente residual para verificar se o disjuntor DR está funcionando.

B.2.4 Definições relativas aos valores e faixas de quantidades de energização

B.2.4.1 valor limite de sobrecorrente de não operação para o caso de uma carga monofásica: Valor máximo de uma sobrecorrente monofásica que, na ausência de uma corrente residual, pode fluir através do disjuntor DR (qualquer que seja o número de pólos), sem acarretar sua operação (ver B.7.2.7).

B.2.4.2 capacidade de interrupção e estabelecimento de curto-circuito residual: Valor da componente c.a. de uma corrente de curto-circuito residual presumida que um disjuntor DR pode estabelecer, conduzir por seu tempo de abertura e interromper sob condições especificadas de uso e comportamento.

B.3 Classificação

B.3.1 Classificação de acordo com o método de operação da função corrente residual

B.3.1.1 Disjuntor DR funcionalmente independente da tensão de linha (ver B.2.3.2)

B.3.1.2 Disjuntor DR funcionalmente dependente da tensão de linha (ver B.2.3.3 e B.7.2.11)

B.3.1.2.1 Que abre automaticamente no caso de falha da tensão da linha com ou sem retardo.

B.3.1.2.2 Que não abre automaticamente em caso de falha da tensão de linha.

B.3.1.2.2.1 Capaz de desarmar em caso de situação de risco (por exemplo, devido a uma falta para terra) decorrente de uma falha de tensão de linha:

- no caso de perda de uma fase em um sistema trifásico;
- no caso de queda de tensão.

NOTA - A classificação desta subseção também abrange disjuntores DR que não são capazes de abrir automaticamente quando não existir situação de risco.

B.3.1.2.2.2 Não é capaz de desarmar em caso de uma situação de risco (por exemplo, devido a uma falta para terra) decorrente de uma falha da tensão de linha.

B.3.2 Classificação de acordo com a possibilidade de ajuste da corrente residual

B.3.2.1 Disjuntor DR com corrente residual operacional nominal única

B.3.2.2 Disjuntor DR com ajustes múltiplos de corrente residual operacional (ver nota de B.4.1.1)

- através de passos fixos;
- através de variação contínua.

B.3.3 Classificação de acordo com o tempo de retardo da função corrente residual

B.3.3.1 Disjuntor DR sem tempo de retardo: do tipo sem tempo de retardo

B.3.3.2 Disjuntor DR com tempo de retardo: do tipo com tempo de retardo (ver B.2.3.8)

B.3.3.2.1 Disjuntor DR com tempo de retardo não ajustável

B.3.3.2.2 Disjuntor DR com tempo de retardo ajustável

- através de passo fixos;
- através de variação contínua.

B.3.4 Classificação de acordo com o comportamento em presença de componente c.c.

- Disjuntores DR do tipo AC (ver B.4.4.1);
- Disjuntores DR do tipo A (ver B.4.4.2).

B.4 Características dos disjuntores DR relativas à sua função de corrente residual

B.4.1 Valores nominais

B.4.1.1 Corrente residual operacional nominal ($I_{\Delta n}$)

É o valor eficaz de uma corrente senoidal residual operacional (ver B.2.2.4), atribuída ao disjuntor DR pelo fabricante, na qual o disjuntor DR deve operar sob condições especificadas.

NOTA - Para um disjuntor DR com múltiplos ajustes de corrente residual operacional, o maior ajuste é usado para designar seu valor nominal. Ver, entretanto, a seção B.5 referente a marcações.

B.4.1.2 Corrente residual não operacional nominal ($I_{\Delta no}$)

É o valor eficaz de uma corrente senoidal residual não operacional (ver B.2.2.5), atribuída ao disjuntor DR pelo fabricante, na qual o disjuntor DR não opera sob condições especificadas.

B.4.1.3 Capacidade de interrupção e estabelecimento de curto-circuito residual nominal ($I_{\Delta m}$)

É o valor eficaz da componente c.a. da corrente de curto-circuito residual presumida (ver B.2.2.4) atribuída ao disjuntor DR pelo fabricante, na qual o disjuntor DR pode estabelecer, conduzir e interromper sob condições especificadas.

B.4.2 Valores limites e preferenciais

B.4.2.1 Valores preferenciais da corrente residual operacional nominal ($I_{\Delta n}$)

Os valores preferenciais da corrente residual operacional são:

0,006 A - 0,01 A - 0,03 A - 0,1 A - 0,3 A - 0,5 A - 1 A - 3 A - 10 A - 30 A

Valores maiores podem ser requeridos.

$I_{\Delta n}$ pode ser expresso com uma porcentagem da corrente nominal.

B.4.2.2 Valor mínimo da corrente residual não operacional nominal ($I_{\Delta no}$)

O valor mínimo da corrente residual não operacional nominal é $0,5 I_{\Delta n}$.

B.4.2.3 Valor limite da sobrecarga não operacional no caso de uma carga monofásica

O valor limite da sobrecarga não operacional em caso de uma carga monofásica deve estar de acordo com B.7.2.7.

B.4.2.4 Características operacionais

B.4.2.4.1 Tipo sem tempo de retardo

A característica operacional para um tipo sem tempo de retardo é dado na tabela B.1

Tabela B.1 - Características operacionais para o disjuntor DR do tipo sem tempo de retardo

Corrente residual	$I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}$ ¹⁾	$10 I_{\Delta n}$ ²⁾
Tempo máximo de interrupção s	0,3	0,15	0,04	0,04
¹⁾ Para os disjuntores DR com $I_{\Delta n} \leq 30$ mA, pode ser usado o valor de 0,25 A como alternativa ao $5 I_{\Delta n}$. ²⁾ 0,5 A se 0,25 A for usado de acordo com a nota 1).				

Os disjuntores DR com $I_{\Delta n} \leq 30$ mA devem ser do tipo sem tempo de retardo.

B.4.2.4.2 Do tipo com tempo de retardo

B.4.2.4.2.1 Tempo limite de não atuação (ver B.2.3.7)

Para o tipo com tempo de retardo, o tempo limite de não atuação é definido em $2 I_{\Delta n}$ e deve ser definido pelo fabricante.

O tempo limite mínimo de não atuação, em $2 I_{\Delta n}$, é 0,06 s.

Os valores preferenciais do tempo limite de não atuação, em $2 I_{\Delta n}$, são

0,06 s - 0,1 s - 0,2 s - 0,3 s - 0,4 s - 0,5 s - 1 s.

Para proteção contra contato indireto, o máximo tempo de retardo, em $I_{\Delta n}$, é de 1 s (ver cláusula 413.1 da IEC 60364-4-41).

B.4.2.4.2.2 Características operacionais

Para os disjuntores DR com um tempo limite de não atuação acima de 0,06 s, o fabricante deve informar o tempo máximo de interrupção em $I_{\Delta n}$, $2I_{\Delta n}$, $5I_{\Delta n}$ e $10I_{\Delta n}$.

Para os disjuntores DR com tempo limite de não atuação de 0,06 s, a característica operacional é fornecida na tabela B.2

Tabela B.2 - Características operacionais para o disjuntor DR do tipo com tempo de retardo com tempo limite de não atuação de 0,06 s

Corrente residual	$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}$	$10I_{\Delta n}$
Tempo máximo de interrupção s	0,5	0,2	0,15	0,15

Se um disjuntor DR tiver uma característica tempo/corrente inversa, o fabricante deve fornecer a característica do tempo de interrupção/corrente residual.

B.4.3 Valor da capacidade de interrupção e estabelecimento de curto-circuito residual ($I_{\Delta m}$)

O valor mínimo de $I_{\Delta m}$ é 25% de I_{cu} .

Os valores maiores podem ser ensaiados e declarados pelo fabricante.

B.4.4 Características operacionais no caso de uma corrente de falta para terra na presença e ausência de uma componente c.c.

B.4.4.1 Disjuntor DR do tipo AC

Disjuntor DR para o qual se assegura o desarme para as correntes alternadas senoidais residuais, na ausência de um componente c.c., aplicada tanto de forma súbita quanto com subida lenta.

B.4.4.2 Disjuntor DR do tipo A

Disjuntor DR para o qual se assegura o desarme para as correntes alternadas senoidais residuais, na presença de correntes contínuas pulsantes residuais especificadas, aplicada tanto de forma súbita quanto com subida lenta.


B.5 Marcação


a) Os dados a seguir devem ser marcados nos disjuntores DR integrados (ver B.1), além da marcação especificada em 5.2, e devem ser claramente visíveis na posição instalada:

- a corrente operacional residual nominal $I_{\Delta n}$;
- os ajustes da corrente operacional residual, quando aplicável;
- tempo limite de não atuação em $2I_{\Delta n}$, para o tipo com tempo de retardo, pelo símbolo Δt , seguido do tempo limite de não atuação, em milissegundos; como alternativa, quando o tempo limite de não atuação for 0,06 s, o símbolo pode ser \boxed{S} (S dentro de um quadrado);

- quando apropriado, os meios de operação do dispositivo de ensaios pela letra T (ver também B.7.2.6);

- a característica operacional, no caso de correntes residuais na presença ou ausência de uma componente c.c.:

para disjuntores DR do tipo AC,  com o símbolo

para disjuntores DR do tipo A,  com o símbolo

b) Os dados a seguir devem ser marcados nas unidades DR e ser claramente visíveis, após a montagem, na posição instalada:

- a tensão nominal ou tensões nominais, se diferente(s) da tensão ou tensões do disjuntor;

- o valor (ou faixa) da frequência nominal, se diferente da frequência do disjuntor;

- a indicação $I_n \leq \dots A$ (I_n sendo a máxima corrente nominal do disjuntor com o qual a unidade DR pode ser combinada);


- corrente operacional residual nominal $I_{\Delta n}$;


- ajustes da corrente operacional residual, quando aplicável;

- tempo limite de não atuação, conforme especificado no item a);

- comandos operacionais do dispositivo de ensaios, conforme especificado no item a);

- a característica operacional, no caso de correntes residuais na presença ou ausência de uma componente c.c.:

para disjuntores DR do tipo AC,  com o símbolo

para disjuntores DR do tipo A,  com o símbolo

c) Os dados a seguir devem ser marcados nas unidades DR e ser claramente visíveis, após a montagem com o disjuntor:

- nome do fabricante ou marca comercial;

- designação do tipo ou número de série;

- identificação do disjuntor ou disjuntores com os quais a unidade DR pode ser montada, a não ser que uma montagem incorreta (tal que torne a proteção inoperante) seja tornada impossível pela concepção de projeto;

- NBR IEC 60947-2.

d) Os dados a seguir devem ser marcados nos disjuntores DR integrados ou unidades DR, conforme o caso, ou devem ser disponíveis na literatura do fabricante:

- a aptidão de interromper ou estabelecer curto-circuito residual nominal $I_{\Delta m}$, se maior que 25% da Icu (ver B.4.3);
- diagrama das conexões, incluindo os do circuito de ensaio e, se apropriado, os da linha, para os disjuntores DR dependentes da tensão da linha.

B.6 Condições normais de transporte, montagem e serviço

A seção 6 se aplica.

B.7 Especificações operacionais e de projeto

B.7.1 Especificações de projeto

Não deve ser possível modificar a característica operacional de um disjuntor DR, exceto por comandos que são fornecidos especificamente para o ajuste da corrente operacional residual ou do tempo de retardo definido.

Os disjuntores DR, combinando uma unidade DR e um disjuntor, devem ser projetados e construídos de modo que:

- o sistema de acoplamento da unidade DR e do disjuntor associado não requeira nenhuma conexão elétrica e/ou mecânica que possa afetar adversamente a instalação ou resultar em lesão ao usuário;
- o acréscimo da unidade DR não afete adversamente de nenhuma forma a operação normal ou o desempenho do disjuntor;
- a unidade DR não sofra qualquer avaria permanente devido a correntes de curto-circuito durante as seqüências de ensaios.

B.7.2 Especificações operacionais

B.7.2.1 Operação em caso de corrente residual

O disjuntor DR deve ser aberto automaticamente, em resposta a qualquer corrente de fuga para a terra ou falta para a terra, igual ou superior à corrente operacional residual nominal por um tempo maior que o de não atuação.

A operação dos disjuntores DR deve ser de acordo com os requisitos de tempo especificados em B.4.2.4. A conformidade deve ser verificada pelos ensaios de B.8.2.

B.7.2.2 Capacidade de estabelecimento e interrupção de curto-circuito de corrente residual nominal $I_{\Delta m}$

Os disjuntores DR devem satisfazer os requisitos de B.8.10.

B.7.2.3 Desempenho operacional

Os disjuntores DR devem satisfazer os ensaios de B.8.1.1.1

B.7.2.4 Efeitos das condições ambientais

Os disjuntores DR devem operar satisfatoriamente, levando-se em conta os efeitos das condições ambientais.

A conformidade é verificada pelos ensaios de B.8.11.

B.7.2.5 Propriedades dielétricas

Os disjuntores DR devem suportar os ensaios de B.8.3.

B.7.2.6 Dispositivo de ensaio

Os disjuntores DR destinados à proteção contra choque elétrico devem ser fornecidos com um dispositivo de ensaio que faz a corrente passar pelo dispositivo de detecção uma corrente que simula uma corrente residual, a fim de permitir a verificação periódica da capacidade de operação dos disjuntores DR.

O dispositivo de ensaio deve satisfazer os ensaios de B.8.4

O condutor de proteção, se existir, não deve tornar-se vivo, quando o dispositivo de ensaio é operado.

Não deve ser possível energizar o circuito protegido operando o dispositivo de ensaio, quando o disjuntor DR está na posição aberta.

O dispositivo de ensaios não deve ser o único meio para executar a operação de abertura e não é destinado a ser usado para essa função.

Os comandos operacionais do dispositivo de ensaio devem ser designados pela letra T e sua cor não deve ser vermelha ou verde; uma cor leve deve ser usada, de preferência.

NOTA - O dispositivo de ensaio tem a única finalidade de verificar a função de desarme, não o valor no qual a função é efetiva em relação à corrente operacional residual e ao tempo de interrupção.

B.7.2.7 Valor da sobrecarga não operacional no caso de uma carga monofásica

Os disjuntores DR devem suportar o menor dos dois valores da sobrecarga abaixo, sem desarmar:

- $6 I_n$;
- 80% do valor máximo do ajuste da corrente de disparo do curto-circuito.

A conformidade é verificada pelo ensaio de B.8.5.

Entretanto, esse ensaio não é necessário no caso dos disjuntores DR da categoria B de utilização, tendo em vista que os requisitos desta subseção são verificados durante a seqüência de ensaios IV (ou a seqüência de ensaios combinados).

NOTA - Ensaios para cargas polifásicas balanceadas não são necessários, tendo em vista que são considerados cobertos pelos requisitos desta subseção.

B.7.2.8 Resistência dos disjuntores DR a disparo involuntário devido a surtos de corrente advindos de tensões impulsivas

B.7.2.8.1 Resistência a disparo involuntário em caso de carregamento da capacitância da rede

Os disjuntores DR devem suportar os ensaios de B.8.6.1.

B.7.2.8.2 Resistência a disparo involuntário em caso de descarga externa sem corrente subsequente

Os disjuntores DR devem suportar os ensaios de B.8.6.2.

B.7.2.9 Comportamento dos disjuntores DR do tipo A no caso de uma falta à terra compreendendo uma componente c.c.

O comportamento dos disjuntores DR do tipo A, em caso de uma corrente de falta à terra compreendendo uma componente c.c., deve ser tal que os tempos máximos de interrupção estabelecidos nas tabelas B.1 e B.2, conforme aplicável, também devem ser válidos, sendo, entretanto, os valores da corrente de ensaio especificados aumentados:

- pelo fator 1,4, para disjuntores DR tendo $I_{\Delta n} > 0,015 \text{ A}$
- pelo fator 2, para disjuntores DR tendo $I_{\Delta n} \leq 0,015 \text{ A}$ (ou 0,03 A, o que for maior).

O cumprimento é verificado pelos ensaios de B.8.7.

B.7.2.10 Condições de operação para disjuntores DR com unidades DR reajustáveis

Não deve ser possível fechar novamente os disjuntores DR tendo unidades DR reajustáveis (ver B.2.3.9), depois do desarme devido a uma corrente residual, se eles não tiverem sido reajustados.

O cumprimento é verificado pelos ensaios correspondentes de B.8.

B.7.2.11 Requisitos adicionais para disjuntores DR funcionalmente dependentes da tensão de linha

Os disjuntores DR funcionalmente dependentes da tensão de linha devem operar corretamente com qualquer valor da tensão de linha entre 0,85 vez e 1,1 vez seu valor nominal.

O cumprimento é verificado pelos ensaios correspondentes de B.8.2.3.

De acordo com sua classificação, os disjuntores DR funcionalmente dependentes da tensão de linha devem atender os requisitos dados na tabela B.3

B.8 Ensaios

Esta seção especifica os ensaios para disjuntores DR, tendo uma corrente operacional residual $I_{\Delta n}$ igual ou inferior a 30 A.

A aplicabilidade dos ensaios especificados nesta seção quando $I_{\Delta n} > 30 \text{ A}$ subordina-se a um acordo entre o fabricante e o usuário.

Os instrumentos para a medição da corrente residual devem ser pelo menos da classe 0,5 (ver IEC 60051) e devem mostrar (ou permitir determinar) o valor eficaz verdadeiro (*true r.m.s.*).

Os instrumentos para a medição do tempo devem ter um erro relativo não superior a 10% do valor medido.

B.8.1 Generalidades

Os ensaios deste anexo são ensaios do tipo e são complementares aos ensaios da seção 8.

Os disjuntores DR devem ser submetidos a todas as seqüências pertinentes de ensaio da seção 8. Para as verificações da rigidez dielétrica durante essas seqüências de ensaio, o circuito de controle dos dispositivos de corrente residual funcionalmente dependente da tensão de linha pode ser desconectado do circuito principal (ver 8.3.3.2.2).

Para disjuntores DR que consistem em uma unidade DR separada e um disjuntor, a montagem deve ser feita de acordo com as instruções do fabricante.

No caso dos disjuntores DR com múltiplos ajustes de corrente operacional residual, os ensaios devem ser feitos no menor ajuste, a não ser que seja especificado diferentemente.

No caso de disjuntores DR com dispositivo de retardo ajustável (ver B.3.3.2.2), o dispositivo deve ser ajustado no máximo, a não ser que estabelecido diferentemente.

B.8.1.1 Ensaios a serem feitos durante as seqüências da seção 8

B.8.1.1.1 Capacidade de desempenho operacional

Durante os ciclos operacionais com corrente (ver 8.3.3.3.4), especificados na tabela 8 (ver 7.2.4.2), um terço das operações de interrupção deve ser executado acionando o dispositivo de ensaio e um terço posterior aplicando-se uma corrente residual de valor $I_{\Delta n}$ (ou, se aplicável, do menor ajuste da corrente operacional residual), para qualquer pólo.

Não é admitida nenhuma falha no desarme.

Tabela B.3 - Requisitos para disjuntores DR funcionalmente dependentes da tensão de linha

Classificação do dispositivo por B.3.1		Comportamento em caso de falha na tensão de linha
Disjuntores DR abrindo automaticamente em caso de falha da tensão de (B.3.1.2.1)	Sem retardo	Abertura sem retardo como no item a) de B.8.8.2
	Com retardo	Abertura sem retardo como no item b) de B.8.8.2
Disjuntores DR não abrindo automaticamente em caso de falha da tensão de linha (B.3.1.2.2)		Não abre
Disjuntores DR não abrindo automaticamente em caso de falha da tensão de linha, mas capaz de abrir em caso de aparecimento de uma situação de perigo (B.3.1.2.2.1)		Abertura de acordo com B.8.9

B.8.1.1.2 Verificação da capacidade de suportar correntes de curto-circuito

B.8.1.1.2.1 Capacidade de interrupção de curto-circuito de serviço nominal (seqüência de ensaio II)

Depois dos ensaios de 8.3.4, deve ser realizada a verificação da operação correta do disjuntor DR em caso de corrente residual, de acordo com B.8.2.4.1.

B.8.1.1.2.2 Capacidade de interrupção de curto-circuito máximo nominal (seqüência de ensaios III)

Com a finalidade de verificar a operação correta dos disparadores de sobrecarga, os ensaios monopulares especificados em 8.3.5.1 e 8.3.5.4 devem ser substituídos por ensaios bipolares, com todas as combinações possíveis de pólos de fase, em seqüência, sendo as condições de ensaio conforme especificadas em 8.3.5.1 e 8.3.5.4, mas aplicáveis a dois pólos.

Em seguida aos ensaios de 8.3.5, deve ser feita a verificação da operação correta do disjuntor DR, conforme B.8.2.4.3.

B.8.1.1.2.3 Corrente suportável de curta duração nominal (seqüência de ensaios IV ou seqüência de ensaios combinada)

a) Comportamento durante o ensaio de corrente suportável de curta duração nominal

Não deve acontecer desarme durante o ensaio de 8.3.6.2 ou 8.3.8.2 quando apropriado.

b) Verificação dos disparadores de sobrecarga

- Para seqüência de ensaios IV

Com a finalidade de verificar a operação correta dos disparadores de sobrecarga, de acordo com 8.3.6.1 e 8.3.6.6, os ensaios monopulares especificados em 8.3.5.1 devem ser substituídos por ensaios bipolares, em todas as combinações possíveis de pólos de fase, em seqüência.

- Para seqüência de ensaio combinada

Com a finalidade de verificar a operação correta dos disparadores de sobrecarga, de acordo com 8.3.8.1, o ensaio monopolar especificado em 8.3.5.1 deve ser substituído por ensaios de dois pólos, em todas as combinações possíveis de pólos de fase, em seqüência.

Com a finalidade de verificar a operação correta dos disparadores de sobrecarga de acordo com 8.3.8.6, o ensaio especificado em 8.3.3.7 deve ser feito usando uma fonte trifásica.

c) Verificação do dispositivo de disparo de corrente residual

Em seguida aos ensaios de 8.3.6 ou 8.3.8, conforme aplicável, deve ser feita a verificação do dispositivo de disparo da corrente residual, de acordo com B.8.2.4.3.

Em seguida aos ensaios de 8.3.7, deve ser feita a verificação do funcionamento correto do disjuntor DR, conforme B.8.2.4.3.

B.8.1.1.2.5 Seqüência combinada de ensaios

Após os ensaios de 8.3.8, deve ser feita a verificação do funcionamento correto do disjuntor DR, de acordo com B.8.2.4.3.

B.8.1.2 Seqüências adicionais de ensaios

As seqüências adicionais de ensaios devem ser realizadas de acordo com a tabela B.4.

Uma amostra deve ser ensaiada para a seqüência de ensaios.

Tabela B.4 - Seqüências adicionais de ensaios

Seqüência	Ensaio	Subseção
B.I	Características operacionais	B.8.2
	Propriedades dielétricas	B.8.3
	Operação do dispositivo de ensaios nos limites da tensão nominal	B.8.4
	Valor limite da corrente não operacional sob condições de sobrecarga	B.8.5
	Resistência contra desarme involuntário devido a correntes de surto resultante de surtos de tensão	B.8.6
	Comportamento no caso de corrente de falta à terra envolvendo uma componente c.c.	B.8.7
	Comportamento no caso de falha da tensão da linha para disjuntores DR classificados em B.3.1.2.1	B.8.8
	Comportamento em caso de falha da tensão da linha para disjuntores DR classificados em B.3.1.2.2.1	B.8.9
B.II	Capacidade de interrupção e estabelecimento de curto-circuito residual (I_{An})	B.8.10
B.III	Efeitos das condições ambientais	B.8.11

Seqüência de ensaio B.I**B.8.2 Verificação das características operacionais****B.8.2.1 Circuito de ensaio**

O disjuntor DR é instalado como para uso normal.

O circuito de ensaio deve estar em conformidade com a figura B.1.

B.8.2.2 Tensão de ensaio para disjuntores DR funcionalmente independentes da tensão de linha

Os ensaios podem ser feitos com qualquer tensão conveniente.

B.8.2.3 Tensões de ensaio para disjuntores DR funcionalmente dependentes da tensão de linha

Os ensaios devem ser feitos nos seguintes valores de tensão aplicada aos terminais correspondentes:

- 0,85 vez a tensão nominal mínima, para os ensaios especificados em B.8.2.4. e B.2.5.1;
- 1,1 vez a tensão nominal máxima, para os ensaios especificados em B.8.2.5.2.

B.8.2.4 Ensaios sem carga a $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

Com as conexões iguais às da figura B.1, o disjuntor DR deve ser submetido aos ensaios de B.8.2.4.1, B.8.2.4.2 e B.8.2.4.3 e, também, onde aplicável, B.8.2.4.4, todos realizados sobre um único pólo. Cada ensaio deve compreender três medições ou verificações, conforme o caso.

A menos que especificado diferentemente neste anexo

- para disjuntores DR com ajustes múltiplos de corrente operacional residual, os ensaios devem ser feitos para cada ajuste;

- para disjuntores DR com um ajuste por variação contínua da corrente operacional residual, os ensaios devem ser feitos nos ajustes máximo e mínimo e em um ajuste intermediário;

- para disjuntores DR do tipo com tempo de retardo ajustável, o tempo de retardo é ajustado para o valor mínimo.

B.8.2.4.1 Verificação do funcionamento correto em caso de aumento uniforme da corrente residual

Estando as chaves S1 e S2 e o disjuntor DR na posição fechada, a corrente residual é aumentada uniformemente, iniciando com um valor não superior a $0,2 I_{\Delta n}$, de modo que atinja o valor $I_{\Delta n}$ em aproximadamente 30 s, sendo a corrente de disparo medida a cada vez. Os três valores medidos devem ser maiores que $I_{\Delta no}$ e menores ou iguais a $I_{\Delta n}$.

B.8.2.4.2 Verificação do funcionamento correto do fechamento na corrente residual

Estando o circuito de ensaio calibrado no valor nominal da corrente operacional residual $I_{\Delta n}$ (ou nos ajustes específicos da corrente operacional residual, quando aplicável, ver B.8.2.4) e estando as chaves S1 e S2 fechadas, o disjuntor DR é fechado sobre o circuito, de maneira a simular, o mais próximo possível, as condições de serviço. O tempo de interrupção é medido três vezes.

Nenhum valor medido deve ultrapassar o valor limite especificado para $I_{\Delta n}$ em B.4.2.4.1 ou B.4.4.2.2, conforme o caso.

B.8.2.4.3 Verificação do funcionamento correto em caso do surgimento súbito de corrente residual

Estando o circuito de ensaio calibrado em cada um dos valores da corrente operacional residual I_{Δ} , especificada em B.4.2.4.1 ou B.4.2.4.2, conforme o caso, e estando as chaves S1 e S2 na posição fechada, a corrente residual é estabelecida subitamente pelo fechamento da chave S2.

O disjuntor DR deverá desarmar durante cada ensaio.

Três medições de interrupção são feitas em cada valor de I_{Δ} . Nenhum dos valores deve exceder o valor limite correspondente.

B.8.2.4.4 Verificação do tempo limite de não atuação dos disjuntores DR do tipo a tempo de retardo

Estando o circuito de ensaio no valor $2 I_{\Delta n}$, com a chave de ensaio S1 e o disjuntor DR na posição fechada, a corrente residual é estabelecida pelo fechamento da chave S2 e aplicada para um tempo igual ao tempo limite de não atuação determinado pelo fabricante, de acordo com B.4.2.4.2.1.

Durante cada uma das três verificações, o disjuntor DR não deve desarmar. Se o disjuntor DR tiver uma configuração de corrente operacional residual ajustável e/ou tempo de retardo ajustável, o ensaio é realizado, conforme o caso, com o menor ajuste da corrente operacional residual e com o máximo ajuste do tempo de retardo.

B.8.2.5 Ensaios nos limites de temperatura

NOTA - O limite superior da temperatura pode ser a temperatura de referência.

Os limites de temperatura desta subseção podem ser estendidos por acordo entre o fabricante e o usuário, caso em que os ensaios devem ser realizados dentro dos limites de temperatura acordados.

B.8.2.5.1 Ensaio sem carga a -5°C

O disjuntor DR é colocado em uma câmara com temperatura ambiente estabilizada dentro dos limites de -7°C e -5°C. Depois de atingir as condições de regime térmico, o disjuntor DR é submetido aos ensaios de B.8.2.4.3 e, se aplicável, de B.8.2.4.4.

B.8.2.5.2 Ensaio sob carga na temperatura de referência ou a +40°C

O disjuntor DR, conectado de acordo com a figura B.1, é colocado em uma câmara com temperatura ambiente estabilizada igual à temperatura de referência (ver 4.7.3) ou, na ausência de uma temperatura de referência, igual a 40°C \pm 2°C. Uma corrente de carga igual a I_n (não indicada na figura B.1) é aplicada em todos pólos de fase.

Depois de atingir as condições de estabilização térmica, o disjuntor DR é submetido aos ensaios de B.8.2.4.3 e, se aplicável, de B.8.2.4.4.

B.8.3 Verificação das propriedades dielétricas

As propriedades dielétricas dos disjuntores DR devem ser ensaiadas quanto a tensões de impulso suportáveis.

O ensaio é feito de acordo com 8.3.3.4 da IEC 60947-1.

B.8.4 Verificação do funcionamento do dispositivo de ensaio nos limites da tensão nominal

a) Estando o disjuntor DR alimentado com tensão igual a 1,1-vez a tensão nominal mais elevada, faz-se o dispositivo atuar momentaneamente por 25 vezes, em intervalos de 5 s, sendo os disjuntores DR novamente fechados antes de cada operação.

b) O ensaio a) é repetido em 0,85 vez a menor tensão nominal, fazendo-se o dispositivo atuar por três vezes.

c) O ensaio a) é repetido, porém somente uma vez, sendo os meios operacionais do dispositivo de ensaio mantidos na posição fechada por 5 s.

Para estes ensaios:

- no caso dos disjuntores DR com os terminais da linha e da carga identificados, as conexões da alimentação devem estar de acordo com as marcações;

- no caso de disjuntores DR sem identificação dos terminais da carga e linha, a alimentação deve ser conectada a cada grupo de terminais em sequência, ou, alternativamente, em ambos os grupos de terminais simultaneamente.

Em cada ensaio o disjuntor DR deve operar.

Para disjuntores DR com configuração de corrente residual ajustável

- o limite inferior deve ser usado para os ensaios a) e c);

- o limite máximo deve ser usado para o ensaio b).

Para os disjuntores DR com tempo de retardo ajustável, o ensaio é feito no ajuste máximo do tempo de retardo.

NOTA - A verificação da resistência do dispositivo de ensaio é considerada como coberta pelos ensaios de B.8.1.1.1.

B.8.5 Verificação do valor limite da corrente não operacional sob condições de sobrecarga

O disjuntor DR é conectado de acordo com a figura B.2.

A impedância Z é ajustada de modo que uma corrente igual ao menor dos dois valores seguintes possa fluir no circuito:

- $6 I_n$;

- 80% do valor máximo do ajuste da corrente do disparador de curto-circuito.

NOTA - Para os objetivos deste ajuste de corrente, o disjuntor DR D (ver figura B.2) pode ser substituído por conexões de impedância de valor muito baixo.

Para os disjuntores DR com configuração de corrente residual ajustável, o ensaio é feito no ajuste mínimo.

Os disjuntores DR independentes funcionalmente da tensão de linha são ensaiados em qualquer tensão conveniente.

Os disjuntores DR dependentes funcionalmente da tensão de linha são alimentados no lado de linha com sua tensão nominal (ou, se for o caso, com uma tensão de qualquer valor dentro dos limites da faixa de tensões nominais).

O ensaio é feito com um fator de potência de 0,5.

A chave S1, estando aberta, é fechada e reaberta depois de 2 s. O ensaio é repetido três vezes para cada combinação possível dos caminhos da corrente, sendo o intervalo entre as operações de fechamentos sucessivos de pelo menos 1 min.

O disjuntor DR não deve desarmar.

NOTA - O tempo de 2 s pode ser reduzido (mas não para menos que o tempo mínimo de interrupção), para evitar o risco de desarme por ação do(s) disparador(es) de sobrecarga do disjuntor DR.

B.8.6 Verificação da resistência contra desarme involuntário devido a surto de correntes resultante de tensões de impulso

Para disjuntores DR com dispositivo de tempo de retardo ajustável (ver B.3.3.2.2), o dispositivo de retardo deve ser ajustado no mínimo.

B.8.6.1 Verificação da resistência a desarme involuntário no caso de carregamento da capacitância da rede

O disjuntor DR é ensaiado usando um gerador de corrente de impulso capaz de fornecer uma corrente oscilatória amortecida, conforme mostra a figura B.4.

Um exemplo de diagrama do circuito para a conexão do disjuntor DR é mostrado na figura B.5.

Um pólo do disjuntor DR escolhido aleatoriamente deve ser submetido a 10 aplicações da corrente de surto. A polaridade da onda de corrente de surto deve ser invertida depois de cada série de duas aplicações. O intervalo entre duas aplicações consecutivas deve ser de aproximadamente 30 s. O impulso da corrente deve ser medido por equipamentos apropriados e ajustados usando-se uma amostra adicional de disjuntor DR do mesmo tipo (ver B.3.4), de modo a satisfazer os seguintes requisitos:

- valor de pico: $200 \text{ A} \begin{smallmatrix} +10,0 \\ 0 \end{smallmatrix} \%$;
- tempo virtual de frente: $0,5 \mu\text{s} \pm 30\%$;
- período da onda oscilatória seguinte: $10 \mu\text{s} \pm 20\%$;
- cada pico sucessivo: em torno de 60% do pico precedente.

Durante os ensaios, o disjuntor DR não deve desarmar.

B.8.6.2 Verificação da resistência a desarmes involuntários em caso de uma descarga de contorno sem corrente subsequente

O disjuntor DR é ensaiado usando um gerador de corrente de impulso capaz de fornecer uma onda de corrente de impulso de $8/20 \mu\text{s}$, sem polaridade reversa, como mostra a figura B.6.

Um exemplo de diagrama do circuito para a conexão do disjuntor DR é mostrado na figura B.7.

Um pólo do disjuntor DR, escolhido aleatoriamente, deve ser submetido a 10 aplicações de corrente de impulso. A polaridade da onda de corrente de impulso deve ser invertida a cada série de duas aplicações. O intervalo entre duas operações consecutivas deve ser de aproximadamente 30 s.

O impulso da corrente deve ser medido por equipamentos apropriados e ajustados usando uma amostra de disjuntor DR adicional do mesmo tipo (ver B.3.4), de modo a satisfazer os seguintes requisitos:

- valor de pico: $250 \text{ A} \begin{smallmatrix} +10,0 \\ 0 \end{smallmatrix} \%$;
- tempo virtual de frente (T1): $8 \mu\text{s} \pm 10\%$;
- tempo virtual até meio valor (T2): $20 \mu\text{s} \pm 10\%$.

Durante os ensaios o disjuntor DR não deve desarmar.

B.8.7 Verificações do comportamento dos disjuntores DR do tipo A, no caso de uma corrente de falta para terra compreendendo uma componente c.c.

B.8.7.1 Condições de ensaio

As condições de ensaio de B.8 e B.8.2.1, B.8.2.2 e B.8.2.3 aplicam-se, exceto se os circuitos de ensaios forem aqueles mostrados na figura B.8 e B.9, se adequado.

As condições de ensaio de B.8 e B.8.2.1, B.8.2.2 e B.8.2.3 aplicam-se, exceto que os circuitos de ensaios devem ser aqueles mostrados na figura B.8 e B.9, conforme o caso.

B.8.7.2 Verificações

B.8.7.2.1 Verificação do funcionamento em caso de um aumento contínuo da corrente contínua pulsante residual

O ensaio deve ser executado de acordo com a figura B.8.

As chaves auxiliares S1 e S2 e o disjuntor DR D devem estar fechados. O tiristor correspondente deve ser controlado de tal forma que sejam obtidos os ângulos α de retardo da corrente de 0° , 90° e 135° . Cada pólo do disjuntor DR deve ser ensaiado em cada ângulo de retardo da corrente, duas vezes na posição I e duas vezes na posição II da chave auxiliar S3.

Em cada ensaio, a corrente, começando de zero, deve ser aumentada uniformemente em uma taxa de

$$\frac{2 I_{\Delta n}}{30} \text{ A/s para disjuntores DR de } I_{\Delta n} > 0,015 \text{ A}$$

$$\frac{2 I_{\Delta n}}{30} \text{ A/s para disjuntores DR de } I_{\Delta n} \leq 0,015 \text{ A}$$

A corrente de disparo deve estar de acordo com a tabela B.5.

Tabela B.5 - Faixa de corrente de disparo para disjuntores DR no caso de fuga de corrente incluindo uma componente c.c.

Ângulo α	Corrente de desarme	
	A	
	Limite inferior	Limite superior
0°	$0,35 I_{\Delta n}$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,03 \text{ A para } I_{\Delta n} \leq 0,015 \text{ A} \\ \text{ou} \\ 1,41 I_{\Delta n} \text{ para } I_{\Delta n} > 0,015 \text{ A} \end{array} \right.$
90°	$0,25 I_{\Delta n}$	
135°	$0,11 I_{\Delta n}$	

B.8.7.2.2 Verificação da operação correta em caso de surgimento repentino de uma corrente contínua pulsante residual

O ensaio deve ser executado de acordo com a figura B.8.

Estando o circuito sucessivamente calibrado com os valores especificados a seguir e estando a chave auxiliar S1 e o disjuntor DR na posição fechada, a corrente residual é estabelecida subitamente pelo fechamento da chave S2.

NOTA - No caso dos disjuntores DR funcionalmente dependentes da tensão de linha, classificados de acordo com B.3.1.2.2.1, cujo circuito de controle é alimentado a partir do lado de linha do circuito principal, esta verificação não leva em consideração o tempo necessário para energizar o disjuntor DR. Portanto, neste caso, a verificação é considerada feita estabelecendo-se a corrente residual pelo fechamento da chave S1, estando o disjuntor DR em ensaio e S2 previamente fechados.

Quatro medições são feitas com cada valor de corrente de ensaio no ângulo de retardo de corrente $\alpha = 0^\circ$, duas com a chave auxiliar na posição I e duas na posição II.

Para disjuntores DR com $I_{\Delta n} > 0,015 \text{ A}$, o ensaio deve ser feito com cada valor de $I_{\Delta n}$ especificado na tabela B.1, multiplicado pelo fator 1,4.

Para disjuntores DR com $I_{\Delta n} \leq 0,015 \text{ A}$, o ensaio deve ser feito com cada valor de $I_{\Delta n}$ especificado na tabela B.1, multiplicado pelo fator 2 (ou 0,03 A, o que for maior).

Nenhum valor deve ultrapassar os valores limites especificados (ver 7.2.9).

B.8.7.2.3 Verificação da operação correta com carga na temperatura de referência

Os ensaios de B.8.7.2.1 e B.8.7.2.2 são repetidos, o pólo sob ensaio e um outro pólo do disjuntor DR estando carregados com a corrente nominal, esta corrente sendo estabelecida imediatamente antes do ensaio.

NOTA - A carga com a corrente nominal não é mostrada na figura B.8.

B.8.7.2.4 Verificação da operação correta em caso de correntes contínuas pulsantes residuais superpostas por uma corrente contínua uniforme de 0,006 A

O disjuntor DR deve ser ensaiado de acordo com a figura B.9, com a corrente residual retificada de meia onda (ângulo de retardo de corrente $\alpha = 0^\circ$) superposta por uma corrente contínua uniforme de 0,006 A.

Cada pólo do disjuntor DR é ensaiado em seqüência, duas vezes em cada uma das posições I e II.

Para disjuntores DR de $I_{\Delta n} > 0,015 \text{ A}$, com a corrente de meia onda começando por zero e sendo aumentada uniformemente a uma taxa aproximada de $1,4 I_{\Delta n} / 30 \text{ A/s}$, o desarme deve ocorrer antes que a corrente atinja o valor de $1,4 I_{\Delta n} + 0,006 \text{ A}$.

Para disjuntores DR de $I_{\Delta n} \leq 0,015 \text{ A}$, com a corrente de meia onda, começando por zero e sendo aumentada uniformemente a uma taxa aproximada de $2 I_{\Delta n} / 30 \text{ A/s}$, o disparo deve ocorrer antes que a corrente atinja o valor de $0,03 \text{ A} + 0,006 \text{ A}$.

B.8.8 Verificação do comportamento dos disjuntores DR funcionalmente dependentes da tensão de linha classificados em B.3.1.2.1

Para disjuntores DR com corrente operacional residual ajustável, o ensaio é feito no limite inferior.

Para disjuntores DR com retardo ajustável, o ensaio é feito em qualquer um dos ajustes do tempo de retardo.

B.8.8.1 Determinação do valor limite da tensão de linha

Uma tensão igual à tensão nominal é aplicada nos terminais de linha do disjuntor DR e então é progressivamente diminuída até zero em um período correspondente ao maior período dos dois valores dados a seguir até que a abertura ocorra automaticamente:

- em torno de 30 s;
- em um período suficiente em relação à abertura retardada do disjuntor DR, se existir (ver B.7.2.11).

A tensão correspondente é medida.

Três medições são feitas. Todos os valores devem ser menores que 0,85 vez a mínima tensão nominal do disjuntor DR.

Em seguida a essas medidas, deve-se verificar se o disjuntor DR desarma quando uma corrente residual igual a $I_{\Delta n}$ é aplicada, a tensão aplicada sendo pouco superior ao maior valor medido.

Deve-se então verificar se, com qualquer valor da tensão menor que o menor valor medido, não é possível fechar o disjuntor DR pelos meios manuais.

B.8.8.2 Verificação da abertura automática em caso de falha da tensão de linha

Com o disjuntor DR sendo fechado, uma tensão igual à sua tensão nominal, ou, no caso de uma faixa de tensões nominais, qualquer uma das tensões nominais é aplicada a seus terminais de linha. A tensão é, então, desligada. O disjuntor DR deve desarmar. O intervalo de tempo entre o desligamento e a abertura dos principais contatos é medido.

Três medições são feitas:

- a) para disjuntores DR abrindo sem retardo (ver B.7.2.11), nenhum valor deve ultrapassar 0,2 s;
- b) para disjuntores DR abrindo com retardo, os valores máximo e mínimo devem estar situados dentro da faixa recomendada pelo fabricante.

B.8.9 Verificação do comportamento dos disjuntores DR funcionalmente dependentes da tensão de linha, como classificados em B.3.1.2.2.1, em caso de falha da tensão de linha

Para disjuntores DR tendo uma corrente operacional residual ajustável, o ensaio é feito no menor ajuste.

Para disjuntores DR tendo um tempo de retardo ajustável, o ensaio é feito com qualquer um dos ajustes do tempo de retardo.

B.8.9.1 Caso de perda de uma fase em um sistema trifásico

O disjuntor DR é conectado de acordo com a figura B.3 e é alimentado no lado da linha com tensão igual a 0,85 vez a tensão nominal ou, no caso de uma faixa de tensões nominais, a 0,85 vez o valor mínimo da tensão nominal.

Uma fase, então, é desligada, abrindo-se a chave S4; o disjuntor DR, em seguida, é submetido ao ensaio de B.8.2.4.3. Sendo a chave S4 fechada novamente, um ensaio posterior é feito abrindo-se a chave S5; então, o disjuntor DR é submetido ao ensaio B.8.2.4.3.

Este procedimento do ensaio é repetido, conectando-se o resistor R ajustável a cada uma das outras duas fases por vez.

B.8.9.2 Em caso de uma queda de tensão (classificação em B.3.1.2.2.1)

O disjuntor DR é conectado de acordo com a figura B.3 e é alimentado no lado da linha com a tensão nominal ou, em caso de uma faixa de tensões nominais, com o menor valor de tensão nominal.

A alimentação é, então, desligada abrindo-se S1. O disjuntor DR não deve desarmar.

S1 é em seguida fechada novamente e a tensão é reduzida como segue:

- para disjuntores DR de $I_{\Delta n} \leq 1A$: para 50 V em relação ao neutro;

- para disjuntores DR de $I_{\Delta n} > 1A$: para 55% da menor tensão nominal.

Uma corrente de valor $I_{\Delta n}$ é então aplicada. O disjuntor DR deve desarmar.

Este procedimento de ensaio é repetido, conectando-se o resistor ajustável R a cada uma das duas fases por vez.

Seqüência de ensaio B II

B.8.10 Verificação da capacidade de interrupção e estabelecimento de curto-circuito residual

Este ensaio tem a finalidade de verificar a capacidade do disjuntor DR de estabelecer, conduzir por um tempo especificado e interromper correntes de curto-circuito residuais.

B.8.10.1 Condições de ensaios

O disjuntor DR deve ser ensaiado de acordo com as condições gerais de ensaio especificadas em B.8.3.2.6, usando a figura 9 da IEC 60947-1, mas efetuando-se as conexões de tal maneira que a corrente de curto-circuito seja uma corrente residual.

O ensaio é realizado na tensão fase neutro em um pólo somente, que não deve ser o pólo neutro. Os percursos da corrente que não têm que transportar a corrente de curto-circuito são conectados à tensão de alimentação nos seus terminais de linha.

Onde apropriado, o disjuntor DR é ajustado para o menor valor da corrente operacional residual e para o valor máximo de ajuste do tempo de retardo.

Se o disjuntor DR possuir mais de um valor de I_{cu} , cada um tendo um valor correspondente de $I_{\Delta m}$, o ensaio é feito no valor máximo de $I_{\Delta m}$, na tensão fase-neutro correspondente.

B.8.10.2 Procedimento do ensaio

A seqüência de operações a ser executada é

O - t - CO

B.8.10.3 Condições do disjuntor DR após o ensaio

B.8.10.3.1 Depois do ensaio de B.8.10.2, o disjuntor DR não deve apresentar nenhuma avaria que possa danificar sua utilização futura e deve ser capaz, sem manutenção, de

- suportar por 1 min uma tensão igual a duas vezes a tensão operacional nominal máxima, sob as condições de 8.3.3.2;
- estabelecer e interromper sua corrente nominal na tensão operacional nominal máxima.

B.8.10.3.2 O disjuntor DR deve ser capaz de suportar satisfatoriamente os ensaios especificados em B.8.2.4.3, mas em um valor de $1,25 I_{\Delta n}$, e sem medição de tempo de interrupção. O ensaio é feito em um pólo qualquer, escolhido ao acaso.

Se o disjuntor DR tiver uma corrente operacional residual ajustável, o ensaio é feito no ajuste mínimo, com uma corrente de valor igual a 1,25 vez o valor do ajuste.

B.8.10.3.3 Quando aplicável, o disjuntor DR deve também ser submetido ao ensaio de B.8.2.4.4.

B.8.10.3.4 Disjuntores DR funcionalmente dependentes da tensão de linha também devem satisfazer os ensaios de B.8.8 ou B.8.9, conforme aplicável.

Seqüência de ensaios B III

B.8.11 Verificação dos efeitos das condições ambientais

O ensaio é realizado de acordo com a IEC 60068-2-30.

A temperatura superior deve ser de $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e o número de ciclos deve ser

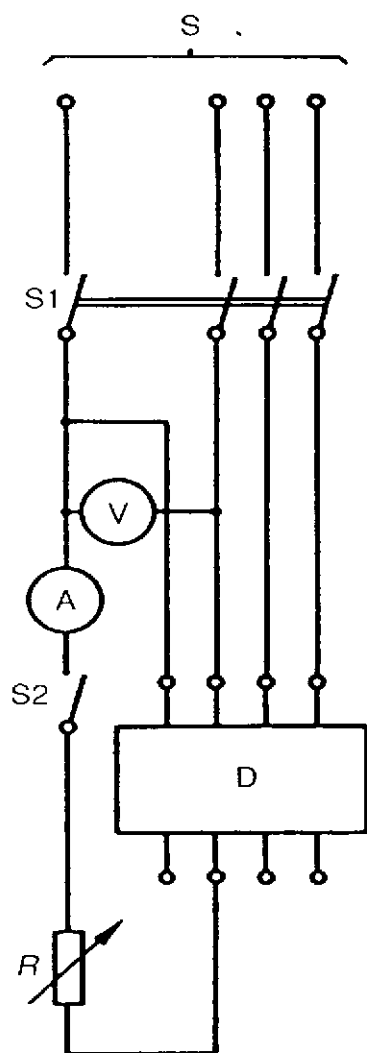
- 6 para $I_{\Delta n} > 1 \text{ A}$

- 28 para $I_{\Delta n} \leq 1 \text{ A}$

NOTA - É conveniente aplicar o ensaio de 28 ciclos aos disjuntores DR que possuem ajustes múltiplos de corrente operacional residual, quando um dos ajustes possíveis for $\leq 1 \text{ A}$.

No final dos ciclos, o disjuntor DR deve ser capaz de satisfazer os ensaios de B.8.2.4.3, mas com uma corrente operacional residual de $1,25 I_{\Delta n}$ e sem medição do tempo de interrupção. É necessário fazer somente uma verificação.

Quando aplicável, o disjuntor DR também deve satisfazer o ensaio de B.8.2.4.4. É necessário fazer somente uma verificação.



S = Alimentação

V = Voltímetro

A = Amperímetro

D = Disjuntor DR em ensaio

R = Resistor ajustável

S1 = Chave multipolar

S2 = Chave monopolar

Figura B.1 - Circuito de ensaio para verificação das características operacionais (ver B.8.2)

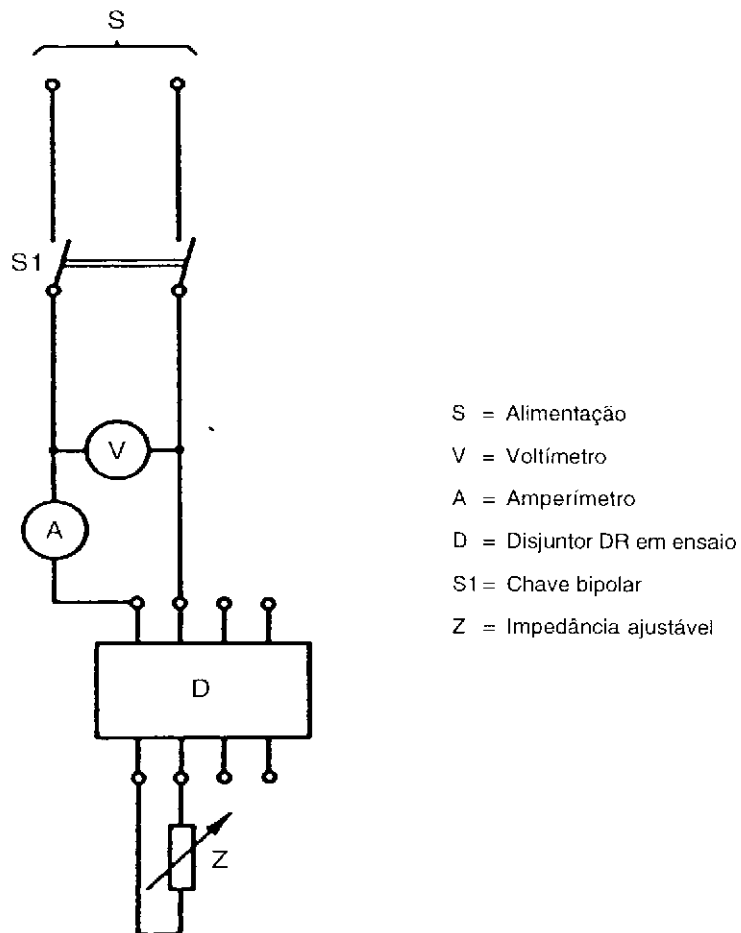
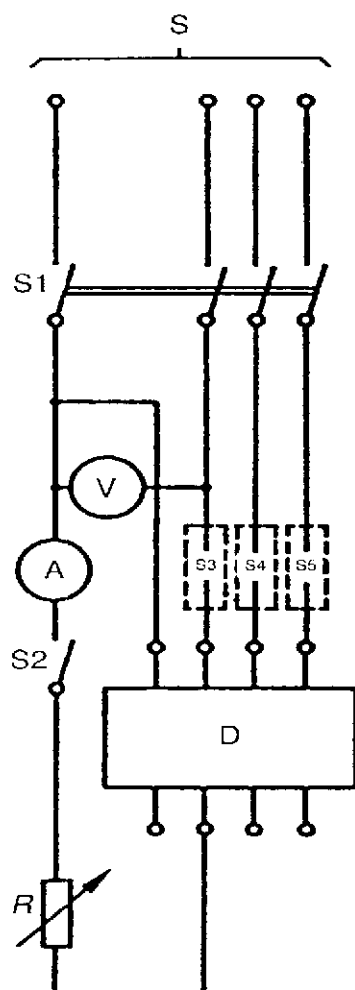


Figura B.2 - Circuito de ensaio para a verificação do valor limite da corrente não operacional sob condições de sobrecarga (ver B.8.5)



- S = Alimentação
- V = Voltímetro
- A = Amperímetro
- D = Disjuntor DR em ensaio
- R = Resistor ajustável
- S1 = Chave multipolar
- S2 = Chave monopolar
- S3, S4, S5 = Chaves de um pólo abrindo uma fase por vez

Figura B.3 - Circuito de ensaio para verificação do comportamento dos disjuntores DR classificados em B.3.1.2.2.1 (ver B.8.9)

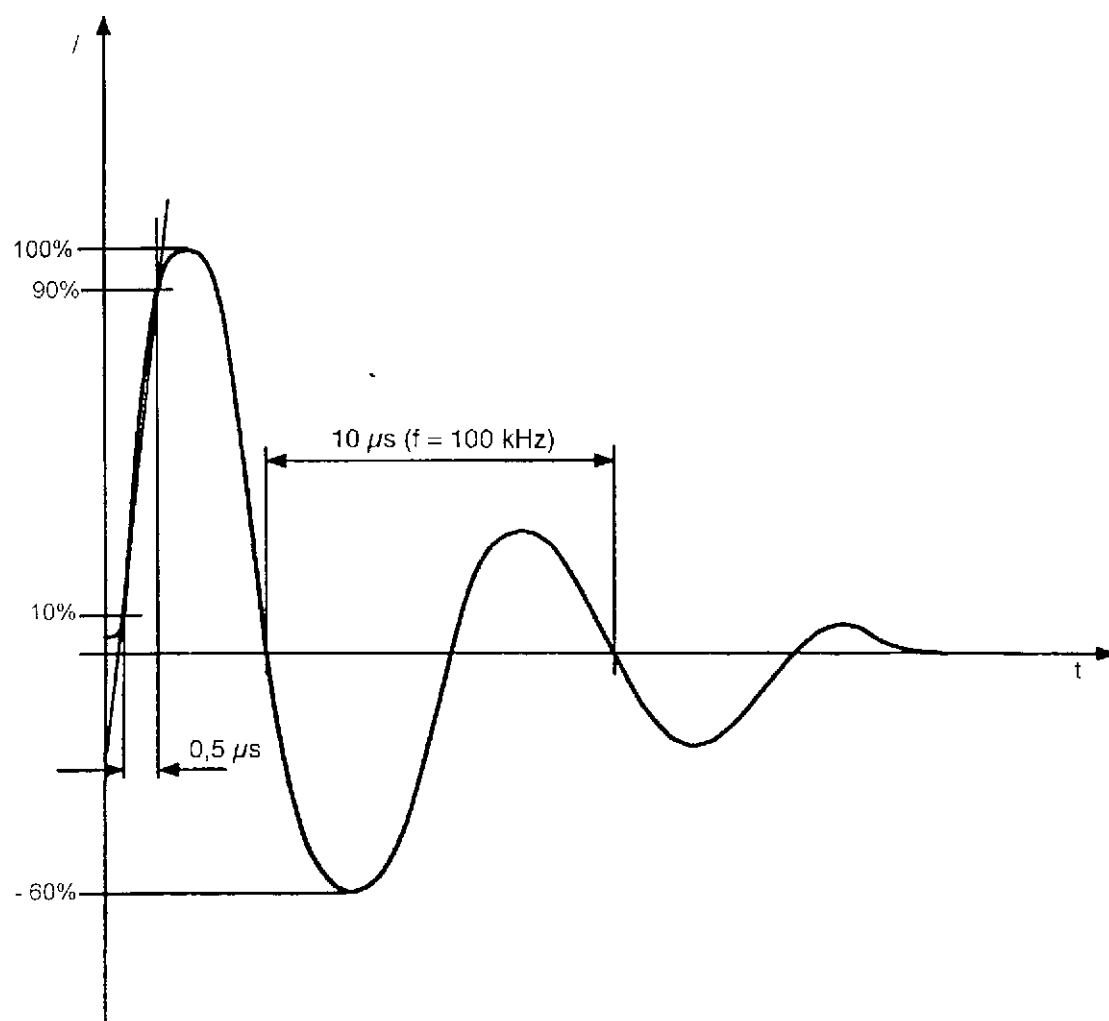
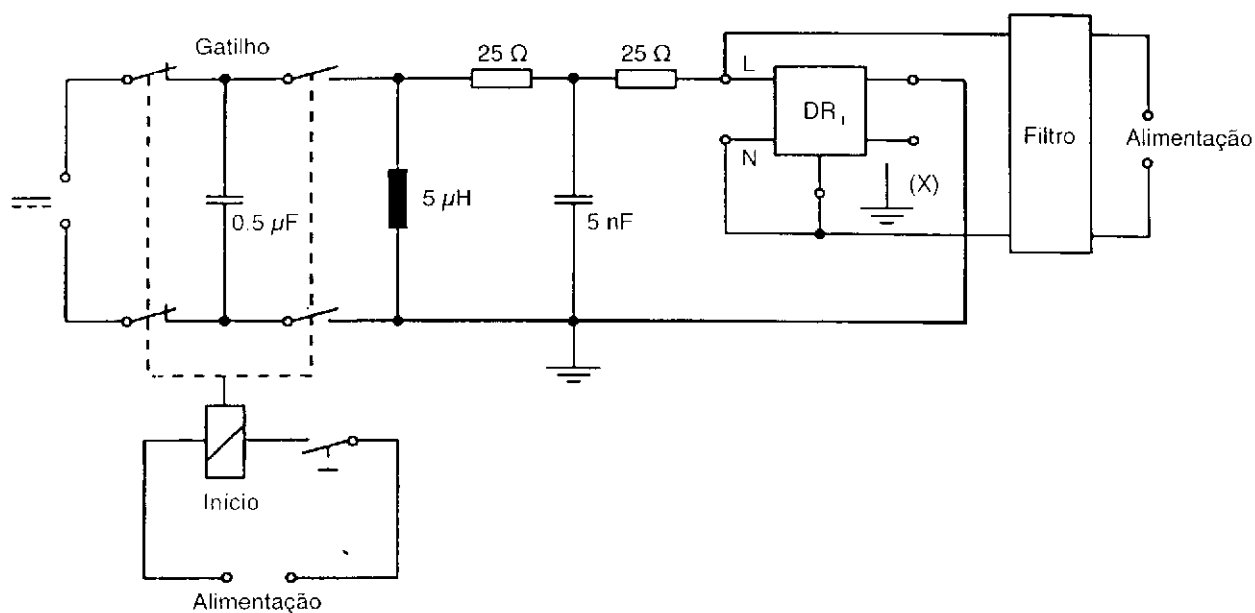


Figura B.4 - Forma de onda da corrente $0,5 \mu s/100 \text{ kHz}$



(X) Terminal de terra, se fornecido, a ser conectado ao terminal neutro, se estiver marcado ou na ausência de marcação, a qualquer terminal da fase.

NOTA - Os valores dos componentes da corrente são fornecidos somente como guia e podem requerer ajuste a fim de satisfazer as especificações da figura B.4

Figura B.5 - Exemplo do circuito de ensaio para a verificação da resistência a desarme involuntário

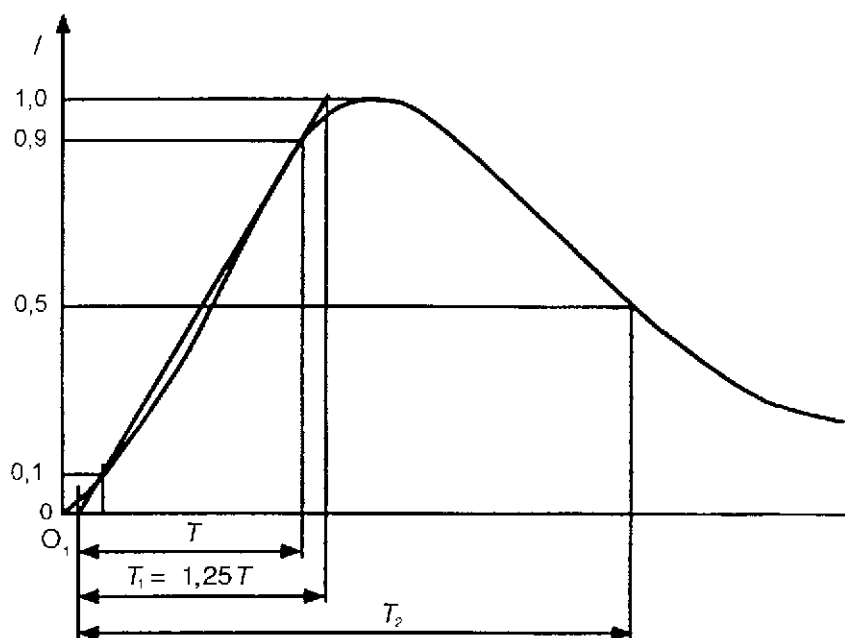
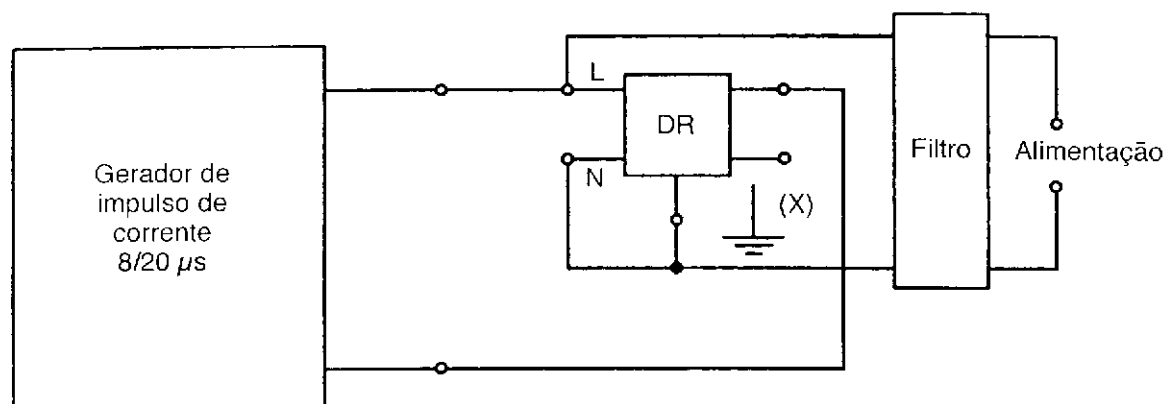
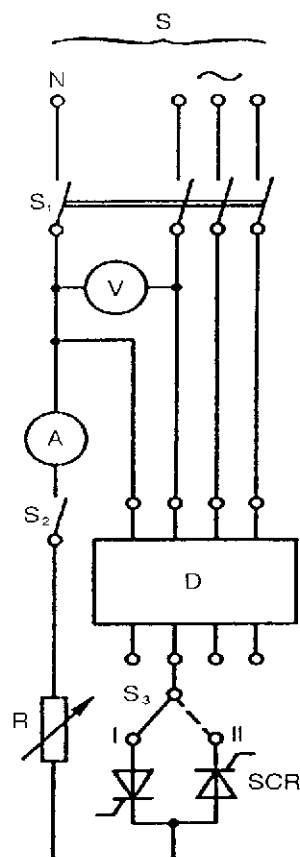


Figura B.6 - Forma de onda da corrente de surto 8/20 μs



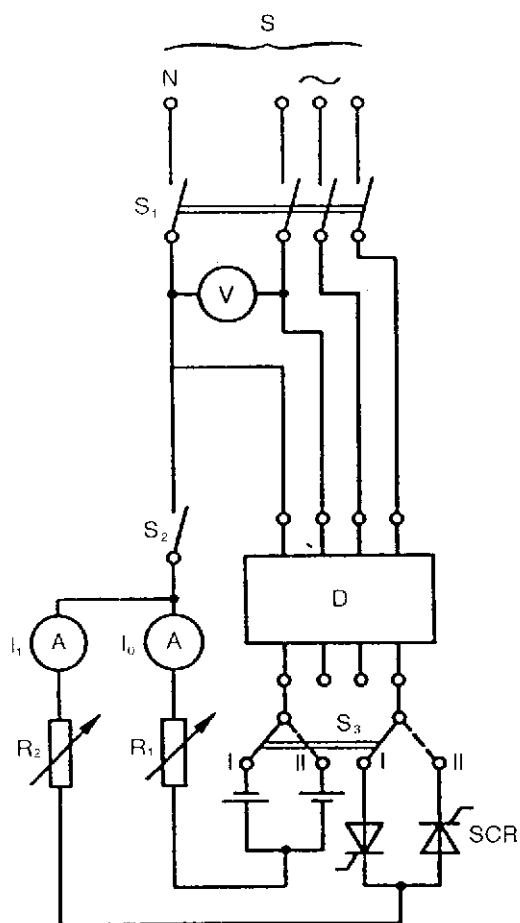
(X) Terminal de terra, se fornecido, a ser conectado ao terminal neutro, se estiver identificado ou na ausência de identificação, a qualquer terminal da fase.

Figura B.7 - Circuito de ensaio para verificação da resistência a desarme involuntário em caso de descarga de contorno sem corrente subsequente (B.8.6.2)



- S = Alimentação
- V = Voltímetro
- A = Amperímetro (medindo valores eficazes)
- D = Disjuntor DR em ensaio
- R1, R2 = Resistor variável
- S1 = Chave multipolar
- S2 = Chave monopolar
- S3 = Chave bidirecional

Figura B.8 - Circuito de ensaio para a verificação do funcionamento dos disjuntores DR, no caso da corrente contínua pulsante residual (ver B.8.7.2.1, B.8.7.2.2 e B.8.7.2.3)



S = Alimentação

V = Voltmetro

A = Amperímetro (medindo valores eficazes)

D = Disjuntor DR em ensaio

R1, R2 = Resistor variável

S1 = Chave multipolar

S2 = Chave monopolar

S3 = Chave bidirecional

Figura B.9 - Circuito de ensaio para a verificação do funcionamento dos disjuntores DR, no caso de corrente contínua pulsante residual superposta pela corrente residual uniforme (ver B.8.7.2.4)

Anexo C (normativo)

Seqüência de ensaios de curto-circuito em pólo individual

C.1 Geral

Esta seqüência de ensaios se aplica a disjuntores múltiplos destinados ao uso em sistemas de fase aterrada e identificados de acordo com 4.3.1.1; compreende os ensaios abaixo:

Ensaio	Seção
Capacidade de interrupção de curto-circuito em pólo individual (Isu)	C.2
Verificação da tensão elétrica suportável	C.3
Verificação dos disparadores de sobrecarga	C.4

C.2 Ensaio de capacidade de interrupção de curto-circuito em pólo individual

Um ensaio de curto-circuito é feito sob as condições gerais de 8.3.2, com um valor de corrente presumida Isu igual a 25% da capacidade de interrupção de curto-circuito máxima nominal Icu.

NOTA - Valores maiores que 25% de Icu podem ser ensaiados e declarados pelo fabricante.

A tensão aplicada deverá ser tensão de linha, correspondente à tensão de operação nominal máxima do disjuntor, para a qual ele é adequado aos sistemas de fase aterrada.

O número de amostras a serem ensaiadas e a regulação dos disparadores ajustáveis devem estar de acordo com a tabela 10. O fator de potência deve estar de acordo com a tabela 11, em função da corrente de ensaio.

A corrente de ensaio deve estar de acordo com a subseção 8.3.4.1.2 e a figura 9 da IEC 60947-1, sendo a alimentação de S derivada de duas fases de uma fonte de alimentação trifásica e sendo o elemento fusível F conectado à fase restante. O pólo ou os pólos restantes devem também ser conectados a esta fase via elemento fusível F.

A seqüência das operações deve ser

O - t - CO

e deve ser realizada em cada pólo separadamente, em seqüência.

C.3 Verificação da tensão elétrica suportável

Após o ensaio conforme a seção C.2, a tensão elétrica suportável deve ser verificada de acordo com 8.3.5.3.

C.4 Verificação dos disparadores de sobrecarga

Em seguida ao ensaio conforme a seção C.3, a operação dos disparadores de sobrecarga deve ser verificada de acordo com 8.3.5.4.

/ANEXO D

Anexo D (informativo)
Distâncias de isolamento e de escoamento

D.1 Geral

D.1.1 Os valores adequados para as distâncias de isolamento e de escoamento dependem muito de fatores variáveis tais como as condições atmosféricas, o tipo de isolamento empregado, a disposição dos caminhos de escoamento e as condições do sistema no qual o disjuntor é para ser usado. Por essas razões, a seleção dos valores adequados é responsabilidade do fabricante.

D.1.2 Recomenda-se que a superfície das peças isolantes sejam projetadas com nervuras dispostas de modo a interromper a continuidade de depósitos condutivos que possam se formar.

D.1.3 Convém que partes condutoras, cobertas somente com verniz ou esmalte ou protegidas somente por oxidação ou processo similar, não sejam consideradas isoladas do ponto de vista das distâncias de isolamento e de escoamento.

D.1.4 As distâncias de isolamento e de escoamento devem ser conservadas nas seguintes circunstâncias:

- de um lado, sem conexões elétricas externas e, de outro, quando condutores isolados ou não, do tipo e nas dimensões especificadas para o disjuntor, são instalados de acordo com as instruções do fabricante, se estas existirem;
- após partes intercambiáveis terem sido trocadas, levando-se em consideração as tolerâncias máximas admissíveis de fabricação;
- levando-se em consideração as deformações possíveis devidas ao efeito da temperatura, envelhecimento, choques, vibração ou devidas às condições de curto-circuito que o disjuntor deva suportar.

D.2 Determinação das distâncias de isolamento e de escoamento

Na determinação das distâncias de isolamento e de escoamento, recomenda-se que os aspectos abaixo sejam considerados:

D.2.1 Na determinação das distâncias de escoamento, as ranhuras de pelo menos 2 mm de largura e 2 mm de profundidade são medidas ao longo de seu contorno. Ranhuras com dimensões quaisquer inferiores às citadas e qualquer ranhura sujeita à obstrução por depósitos são negligenciadas e somente a distância direta é medida.

D.2.2 Na determinação das distâncias de escoamento, as nervuras com menos de 2 mm de altura não são consideradas. Aquelas medindo no mínimo 2 mm de altura são medidas:

- ao longo de seus contornos, se elas forem parte integrante de um componente do material isolante (por exemplo, por moldagem ou soldagem);
- ao longo do menor de dois caminhos: comprimento da junta ou perfil da nervura, se elas não fizerem parte integrante de um componente feito de material isolante.

D.2.3 A aplicação das recomendações precedentes é ilustrada pelos exemplos 1 a 11 do anexo G da IEC 60947-1.

Anexo E (informativo)
Itens sujeitos a acordo entre fabricante e usuário

NOTA - Para os propósitos deste anexo:

- "acordo" é usado em um sentido muito amplo;
- "usuário" inclui laboratórios de ensaios.

O anexo J da IEC 60947-1 aplica-se no que se refere às seções e subseções desta Norma, com as seguintes adições:

Número da seção ou subseção desta Norma	Item
4.3.5.3	Disjuntores para capacidades de estabelecimento de curto-circuito maiores que as dadas na tabela 2
7.2.1.2.1	Operação da abertura automática diferente de operação de disparo livre e por energia armazenada
Tabela 10	Ajuste dos disparadores de sobrecarga em valores intermediários para ensaios de curto-circuito
8.3.2.5	Métodos de ensaios de elevação de temperatura para disjuntores de quatro pólos, tendo uma corrente térmica convencional superior a 63 A
8.3.2.6.4	Valor da corrente de ensaio para ensaios de curto-circuito no quarto pólo de disjuntores de quatro pólos
8.3.3.1.3, item b)	Valor de corrente de ensaio para verificação das características corrente/tempo inverso
8.3.3.4	Aumento do rigor das condições para os ensaios de desempenho de sobrecarga
8.3.3.7	Demora admissível entre a verificação da elevação da temperatura e o ensaio dos
8.3.4.4	disparadores de sobrecarga nas seqüências de ensaios I e II
8.4.2	Calibração dos disparadores que não os de sobrecorrente, disparadores em derivação e disparadores de subtensão
B.8	Aplicabilidade dos ensaios quando $I_{\Delta n} > 30$ A
B.8.2.5	Extensão dos limites da temperatura ambiente de ensaio
F.4.1.3	Ensaio em uma corrente inferior a duas vezes o ajuste de corrente

/ANEXO F

Anexo F (normativo)

Requisitos adicionais para disjuntores com proteção eletrônica de sobrecorrente

F.1 Objetivo

Este anexo aplica-se a disjuntores que fornecem proteção de sobrecorrente por comandos eletrônicos, incorporados ao disjuntor e independente da tensão de linha ou qualquer alimentação auxiliar.

Os ensaios avaliam o desempenho dos disjuntores sob condições ambientais estabelecidas neste anexo.

Ensaio específicos para comandos eletrônicos destinados a funções diferentes da proteção de sobretensão não são cobertos por este anexo. Entretanto, os ensaios deste anexo devem assegurar que esses meios eletrônicos não prejudiquem o desempenho da função de proteção de sobretensão.

Os requisitos para verificação das emissões de alta frequência que podem causar interferência em outros equipamentos estão em estudo.

F.2 Relação dos ensaios

NOTA - Onde existe uma norma para condições ambientais específicas, referência é sistematicamente feita a esta norma, se for pertinente.

F.2.1 Ensaios de imunidade às interferências

F.2.1.1 Ensaios de imunidade relacionados a interferências de baixa frequência em redes de alimentação de potência

- a) Com relação à imunidade contra correntes não senoidais resultantes de harmônicos, os ensaios são realizados de acordo com F.4.1.
- b) Com relação à imunidade contra quedas de corrente e interrupções, os ensaios são executados de acordo com F.4.2.

F.2.1.2 Ensaios de imunidade relacionados a transientes conduzidos e interferências de alta frequência

Os ensaios são realizados de acordo com F.5.

F.2.1.3 Ensaios de imunidade relacionados a interferências eletrostáticas

Ensaio são realizados de acordo com F.6.

F.2.1.4 Ensaios de imunidade relacionados a interferências de campo eletromagnético

- a) Quando as interferências são geradas por emissão de frequência de rádio, os ensaios são realizados de acordo com F.7.
- b) Quando geradas por correntes de frequência industrial em condutores próximos, a verificação da imunidade a desarme falso e avaria é considerada coberta pelas seqüências de ensaios.

F.2.2 Ensaio de aquecimento seco

O ensaio é realizado de acordo com F.8.

F.2.3 Ensaio de aquecimento úmido

O ensaio é realizado de acordo com B.8.11 do anexo B, sendo 6 o número de ciclos a ser aplicado.

F.2.4 Ensaio de choque térmico

O ensaio é executado de acordo com F.9.

F.3 Condições gerais de ensaio

Os ensaios de acordo com este anexo podem ser realizados separadamente das seqüências de ensaios da seção 8.

Para os ensaios eletromagnéticos (F.2.1.2, F.2.1.3 e F.2.1.4), é ensaiado um disjuntor para cada tamanho de estrutura.

Para ensaios de baixa frequência (F.2.1.1), é ensaiado um disjuntor de cada tipo de sensor de corrente, para cada tamanho de estrutura; uma alteração no número de espiras da bobina não é considerada uma mudança, neste contexto.

Um novo disjuntor pode ser usado para cada ensaio ou pode ser usado um disjuntor para vários ensaios, a critério do fabricante.

Depois de cada ensaio ou série de ensaios realizados no mesmo disjuntor, deve-se verificar a conformidade com os requisitos de 7.2.1.2.4. Esta verificação não é necessária se os ensaios forem realizados antes da seqüência de ensaios I no mesmo disjuntor.

Durante os ensaios de F.2.1, todos os ajustes dos disparadores devem ser realizados no valor mínimo, exceto para os ensaios de F.2.1.1, que é conveniente que sejam preferencialmente realizados no valor mínimo, mas alternativamente podem ser realizados com qualquer outro valor conveniente.

Para disjuntores com proteção eletrônica de sobretensão, aceita-se que as características de disparo sejam as mesmas quando os ensaios forem realizados:

- em pólos individuais de disjuntores múltiplos;
- em dois ou três pólos em série;
- em conexões trifásicas.

Isto possibilita que comparações sejam feitas entre os resultados dos ensaios em combinações diferentes de pólos, como exigido pelas diferentes seqüências de ensaios.

Para disjuntores DR (ver anexo B):

- no caso de F.2.1.2, F.2.1.3 e F.2.1.4, os ensaios são realizados em pares de pólos para disjuntores múltiplos, para evitar desarme não intencional pela corrente residual;

- no caso de F.2.1.1, os ensaios podem ser realizados com qualquer combinação de pólos, contanto que seja evitado desarme involuntário devido à corrente residual.

F.4 Ensaios de imunidade relacionados a interferências de baixa frequência em redes de alimentação

O objetivo destes ensaios é verificar a imunidade dos disparadores de sobretensão, na presença de quedas de corrente, harmônicos e interrupções de corrente.

F.4.1 Ensaios relacionados a correntes não senoidais resultantes de harmônicos

Estes ensaios devem ser aplicados a disjuntores cujos meios de detecção de corrente são sensíveis ao valor eficaz da corrente.

Esta informação deve ser marcada "eficaz" nas proximidades dos meios de ajuste da corrente de sobrecarga do disjuntor ou fornecida na literatura do fabricante.

F.4.1.1 Condições de ensaio

Quando aplicáveis, os ensaios devem ser realizados em ambas as frequências 50 Hz e 60 Hz.

As correntes de ensaio são geradas por uma fonte de energia baseada na utilização dos tiristores, núcleos saturados, fontes de alimentação programáveis ou outras fontes apropriadas.

A forma da onda da corrente de ensaio deve consistir em uma das duas opções:

- uma forma de onda constituída de componente fundamental e do terceiro ou quinto componente harmônico;
- uma forma de onda composta constituída de componente fundamental e do terceiro, quinto e sétimo componentes harmônicos.

As correntes de ensaio são dadas em F.4.1.1.1 e F.4.1.1.2 para a opção a) e em F.4.1.1.3 para a opção b).

F.4.1.1.1 Ensaio do terceiro harmônico e fator de pico

A corrente de ensaio deve ser definida conforme segue:

- 72% do componente fundamental \leq harmônico 3 \leq 88% do componente fundamental;
- fator de pico: $2,0 \pm 0,2$.

NOTA - O fator de pico é o valor de pico da corrente dividido pelo valor eficaz da onda de corrente

F.4.1.1.2 Ensaio do quinto harmônico e fator de pico

A corrente de ensaio deve ser definida conforme segue:

- 45% do componente fundamental \leq harmônico 5 \leq 55% do componente fundamental;
- fator de pico: $1,9 \pm 0,2$.

F.4.1.1.3 Ensaio dos harmônicos compostos e fator de pico

A corrente de ensaio deve ser definida conforme segue:

- tempo da condução da corrente durante cada metade de ciclo \leq 42% do período;
- fator de pico $\geq 2,1$.

NOTA - Esta corrente de ensaio tem o seguinte conteúdo harmônico:

- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| - harmônico 3: > 60% | } de componente fundamental |
| - harmônico 5: > 14% | |
| - harmônico 7: > 7% | |

F.4.1.2 Procedimentos de ensaio

Os ensaios são realizados em qualquer par de pólos fase de acordo com o item b) de 7.2.1.2.4 e com os requisitos de F.4.1.3, fazendo-se circular a corrente de ensaio em qualquer tensão conveniente, sendo as conexões de acordo com a figura F.1.

Todos os auxiliares devem estar conectados durante o ensaio.

F.4.1.3 Requisitos dos ensaios

Durante a aplicação de cada uma das correntes de ensaio, as características do disparador de sobrecarga devem atender os seguintes requisitos:

- em uma corrente 0,95 vez a corrente de não desarme convencional (ver tabela 6), nenhum desarme deve acontecer. A duração do ensaio deve ser de 10 vezes o tempo de desarme correspondente a duas vezes o ajuste da corrente;
- em uma corrente 1,05 vez a corrente de não desarme convencional (ver tabela 6), o desarme deve ocorrer dentro do tempo convencional;
- em uma corrente duas vezes o ajuste da corrente, o tempo de desarme deve ser entre 1,1 vez o valor máximo e 0,9 vez o valor mínimo da característica tempo-corrente declarada pelo fabricante.

NOTA - Se a corrente igual a duas vezes o ajuste da corrente não puder ser atingida com o equipamento de ensaio disponível, um valor menor da corrente de ensaio, que convém que seja o maior possível, pode ser usado por acordo com o fabricante.

F.4.2 Ensaio relacionado a quedas de tensão e interrupções

F.4.2.1 Condições de ensaio

O circuito de ensaio deve estar de acordo com a figura F.1.

F.4.2.2 Procedimento de ensaio

Os ensaios são realizados em qualquer um dos pares de pólos de fase conduzindo correntes de ensaio senoidal, em qualquer tensão conveniente. A corrente deve ser aplicada de acordo com a figura F.2 e com a tabela F.1, onde T é o período da corrente senoidal.

Tabela F.1 - Parâmetros de ensaio para quedas de corrente e interrupções

Ensaio n°	I_2	Δt
1	0	0,5 T
2		1 T
3		5 T
4		25 T
5		50 T
6	0,4 I_1	10 T
7		25 T
8		50 T
9	0,7 I_1	10 T
10		25 T
11		50 T

A duração de cada ensaio deve ser entre três e quatro vezes o tempo máximo de desarme correspondente a duas vezes o ajuste da corrente, ou 10 min, o que for menor.

F.4.2.3 Requisitos do ensaio

O disjuntor não deve desarmar durante qualquer um dos ensaios.

F.4.3 Ensaio relacionado a variações da frequência de alimentação

Este ensaio se aplica a disjuntores declarados como não sensíveis a variações da frequência da alimentação (por exemplo, 50 Hz a 60 Hz).

F.4.3.1 Condições de ensaio

A corrente de ensaio deve ser senoidal ou gerada por uma fonte adequada de alimentação.

A frequência da corrente deve ser ajustada a valores correspondentes a passos de 1 Hz, dentro da faixa da frequência declarada pelo fabricante.

F.4.3.2 Procedimento de ensaio

Os ensaios são realizados em qualquer um dos pares de pólos de fase conduzindo a corrente de ensaio, em qualquer tensão conveniente, de acordo com a figura F.1.

Todos os acessórios devem ser desconectados durante o ensaio.

F.4.3.3 Requisitos do ensaio

Para cada frequência de ensaio, as características de desarme de sobrecarga devem estar de acordo com os seguintes requisitos:

- em uma corrente 0,95 vez a corrente de não desarme convencional (ver tabela 6), nenhum desarme deve acontecer. A duração do ensaio deve ser de 10 vezes o tempo de desarme correspondente a duas vezes o ajuste da corrente;
- em uma corrente 1,05 vez a corrente de não desarme convencional (ver tabela 6), o desarme deve ocorrer dentro do tempo convencional;
- em uma corrente 2 vezes o ajuste da corrente, o tempo de disparo deve estar entre 1,1 vez o valor máximo e 0,9 vez o valor mínimo da característica tempo-corrente declarada pelo fabricante.

Os ajustes da corrente de disparo instantâneo e de curto período devem ser, se conveniente, cada um, ajustados para 2,5 vezes o ajuste de corrente. Se este ajuste não for disponível, os ajustes superiores mais próximos devem ser usados.

F.5 Ensaios de imunidade relacionados aos transientes conduzidos e interferências de alta frequência

O objetivo destes ensaios é verificar o funcionamento correto dos disparadores de sobrecorrente na presença de transientes elétricos.

F.5.1 Normas de referência

- IEC 61000-4-4:1995, Compatibilidade eletromagnética (EMC) - Parte 4: Técnicas de medição e ensaio - Seção 4: Ensaio rápido de imunidade de perturbação/transiente elétrico
- IEC 61000-4-5:1995, Compatibilidade eletromagnética (EMC) - Parte 4: Técnicas de medição e ensaio - Seção 5: Ensaio de imunidade de surto

F.5.2 Ensaios

F.5.2.1 Condições de ensaio

- Ensaios rápidos de perturbação transiente (IEC 61000-4-4): os ensaios são realizados no nível 4, modo comum.
- Ensaios de imunidade de surto de tensão/corrente (IEC 61000-4-5): os ensaios são realizados no modo comum e no modo diferencial

- no nível de 4 kV/2 kA, para disjuntores de $U_{imp} < 4 \text{ kV}$

- no nível de 6 kV/3 kA, para disjuntores de $U_{imp} > 4 \text{ kV}$

O circuito de ensaios deve estar de acordo com as figuras F.3, F.4, F.5 ou F.6, conforme aplicável.

O disjuntor deve ser ensaiado em uma cabine metálica conectada a uma placa de aterramento que suporta o gerador de transiente, conforme a figura F.7 (os cabos de conexão não são mostrados).

A distância mínima das peças condutoras ao gabinete metálico deve ser de 0,1 m. A abertura da porta deve ser tal que permita acesso ao atuador, a todos os meios de ajuste e aos indicadores, quando for o caso.

F.5.2.2 Procedimentos de ensaio

F.5.2.2.1 Ensaios de acordo com a IEC 61000-4-4: Transientes rápidos

a) Transientes aplicados ao circuito principal:

São realizados ensaios em todos os pólos, em sequência, de acordo com a figura F.3.

b) Transientes aplicados aos circuitos auxiliares que podem ser conectados ao circuito principal:

Os ensaios são realizados entre o valor de entrada e de saída de cada circuito auxiliar, que pode ser conectado ao circuito principal, de acordo com a figura F.5.

F.5.2.2.2 Ensaios de acordo com a IEC 61000-4-5: Surto de corrente/tensão

O número de transientes deve ser 10 para cada polaridade.

O ensaio de surto é repetido seis vezes por minuto sem sincronização.

a) Transientes aplicados ao circuito principal:

São realizados ensaios em todos os pólos, de acordo com a figura F.3 ou F.4, conforme o caso.

b) Transientes aplicados a circuitos auxiliares que podem ser conectados ao circuito principal.

Os ensaios são realizados entre o valor de entrada e de saída de cada circuito auxiliar que pode ser conectado ao circuito principal, de acordo com a figura F.5 ou F.6, conforme o caso.

F.5.2.3 Requisitos de ensaios

Durante a aplicação dos transientes, as características de desarme de sobrecarga devem satisfazer os seguintes requisitos:

- em uma corrente 0,95 vez o ajuste de corrente, nenhum disparo deve acontecer durante a aplicação dos transientes. A duração do ensaio deve ser de 3 a 4 vezes o tempo máximo de disparo correspondente a duas vezes o ajuste da corrente, ou 10 min, o que for menor;

- em uma corrente duas vezes o ajuste de corrente, o tempo de disparo deve ser entre o tempo de disparo máximo e 0,5 vez o tempo de disparo mínimo da característica tempo-corrente declarada pelo fabricante.

Os ajustes da corrente de disparo instantâneo e de curto período devem ser, se conveniente, cada um, ajustados para 2,5 vezes o ajuste da corrente. Se este ajuste não for disponível, os ajustes superiores mais próximos devem ser usados.

F.6 Ensaios de imunidade relacionados com perturbações eletrostáticas

O objetivo destes ensaios é verificar a imunidade dos disparadores de sobrecorrente na presença de descargas eletrostáticas geradas, por exemplo, por um operador tocando o disjuntor.

F.6.1 Norma de referência

IEC 61000-4-2:1995, Compatibilidade eletromagnética (EMC) - Parte 4: Técnicas de medição e ensaio - Seção 2: Ensaio de imunidade à descarga eletrostática

F.6.2 Ensaios

F.6.2.1 Condições de ensaio

O ensaio deve ser realizado por descarga de contato, de acordo com a IEC 61000-4-2, nível 4, a tensão correspondente sendo de 8 kV.

O circuito de ensaio deve estar de acordo com a figura F.1.

O disjuntor deve ser ensaiado em uma cabine metálica conectada a uma placa de aterramento que suporta o gerador de transiente, conforme a figura F.7 (os cabos de conexão não são mostrados).

A distância mínima das peças condutoras ao gabinete metálico deve ser de 0,1 m. A abertura da porta deve ser tal que permita acesso ao atuador, a todos os meios de ajuste e aos indicadores, quando for o caso.

F.6.2.2 Procedimentos de ensaio

Os ensaios são realizados em todas as peças do disjuntor acessíveis normalmente ao operador (por exemplo, meios de ajuste, teclado, atuador, cabine).

A corrente de ensaio é aplicada a qualquer um dos pares de pólos de fase em qualquer tensão adequada.

Se uma descarga ocorrer em qualquer ponto do ensaio, o ensaio é repetido dez vezes com um intervalo de 1 s, no mínimo.

As descargas devem ser feitas nos gabinetes metálicos em um número suficiente de pontos (ver 8.3.2 da IEC 61000-4-2).

O disjuntor pode ser fechado quantas vezes for necessário, se o disparo a duas vezes o ajuste da corrente ocorrer durante o ensaio, devido ao número de pontos de descarga.

F.6.2.3 Requisitos do ensaio

Durante a aplicação dos transientes, as características de desarme de descarga devem satisfazer os seguintes requisitos:

- em uma corrente de 0,9 vez o ajuste da corrente, não deve ocorrer o disparo;
- em uma corrente duas vezes o ajuste da corrente, o tempo de disparo deve estar de acordo com as características tempo-corrente declaradas pelo fabricante.

Os ajustes da corrente de disparo instantâneo e de curto período devem ser, se conveniente, cada um, ajustados para 2,5 vezes o ajuste da corrente. Se este ajuste não for disponível, os ajustes superiores mais próximos devem ser usados.

F.7 Ensaios de imunidade com relação às interferências de campo eletromagnético

O objetivo destes ensaios é verificar a imunidade dos disparadores de sobrecorrente na presença de campos eletromagnéticos gerados por emissões de radiofrequência.

F.7.1 Norma de referência

IEC 61000-4-3:1995, Compatibilidade eletromagnética (EMC) - Parte 4: Técnicas de medição e ensaio - Seção 3: Ensaio de imunidade de campo eletromagnético de radiofrequência irradiada.

F.7.2 Ensaios

F.7.2.1 Condições de ensaio

O nível de severidade requerido é 10 V/m, de 26 MHz a 1 GHz (nível 3).

Fonte de sinal: gerador(es) de sinal capaz(es) de cobrir a faixa de frequência e ter capacidade automática de faixa de varredura de 0,005 oitava/s ($1,5 \times 10^{-3}$ dezena/s) ou menos, ou um passo de 10 kHz (de 26 MHz a 200 MHz) e 20 kHz (de 200 MHz a 1 000 MHz), com recurso manual.

O gerador de sinal destina-se a fornecer modulação da amplitude.

A taxa de varredura deve ser de 0,005 oitava/s ($1,5 \times 10^{-3}$ dezena/s) ou mais lenta.

Os ensaios devem ser realizados com uma modulação de amplitude de 80% ou maior, com onda senoidal de 1 000 Hz.

Quando a frequência fica abaixo de 50 MHz, os ensaios devem ser realizados com modulação de amplitude de 90%, com uma onda senóide de 1 000 Hz.

O diagrama de ensaio deve estar de acordo com a figura F.1. Todos os acessórios devem ser desconectados durante o ensaio. Os disjuntores podem ser testados ao ar livre ou em cabines individuais (ver F.5.2.1 e F.6.2.1), de acordo com as instruções do fabricante.

Se as conexões de entrada e saída do disjuntor não são especificadas, devem ser usados segmentos de cabo não blindado de 1 m e instalados de maneira tal que o disjuntor seja exposto ao máximo de interferência.

O ensaio deve ser realizado em uma sala blindada semi-antiteco ou em uma câmara antiteco.

Ao se usar uma antena que gere um sinal polarizado, tal como uma antena bicônica ou log-periódica, os ensaios devem ser realizados duas vezes, uma vez na polarização horizontal e uma vez na vertical, sobre as duas faces consideradas as mais sensíveis.

F.7.2.2 Requisitos dos ensaios

A corrente de ensaio é aplicada a qualquer um dos pares de pólos de fase, em qualquer tensão conveniente.

O sinal gerador é operado de modo a varrer cada banda de frequência requerida e alargar-se para um mínimo de três frequências por oitava, a fim de verificar a função protetora do disjuntor.

F.7.2.3 Requisitos dos ensaios

Ao varrer a banda de frequência requerida, as características de disparo de sobrecarga devem estar de acordo com os seguintes requisitos:

- a uma corrente de 0,9 vez o ajuste da corrente de sobrecarga, não deve ocorrer o disparo;
- a cada uma das três frequências alargadas por oitava, a uma corrente de duas vezes o ajuste da corrente, o tempo de disparo deve estar entre o tempo máximo de disparo e 0,5 vez o tempo mínimo das características de tempo-corrente declaradas pelo fabricante.

Os ajustes da corrente de disparo instantâneo e de curto período devem ser, se conveniente, cada um, ajustados para 2,5 vezes o ajuste da corrente. Se este ajuste não for disponível, os ajustes superiores mais próximos devem ser usados.

F.8 Ensaio com calor seco

F.8.1 Procedimento dos ensaios

O ensaio é realizado no disjuntor de acordo com 7.2.2, na corrente nominal máxima para um dado tamanho de estrutura, em todos os pólos, exceto no pólo neutro de disjuntor de quatro pólos, em uma temperatura ambiente de 40°C. A duração do ensaio, uma vez atingido o equilíbrio da temperatura, deve ser de 168 h.

Os torques tensores aplicados aos terminais devem estar de acordo com as instruções do fabricante. Na ausência de tais instruções, aplica-se a tabela 4 da IEC 60947-1.

Como uma alternativa, o ensaio pode ser executado como segue:

- medir e registrar a maior elevação de temperatura do ar em torno dos componentes eletrônicos, durante a verificação do aumento da temperatura da sequência de ensaios I;
- instalar os controles eletrônicos na câmara de ensaio;
- alimentar os controles eletrônicos com seu valor de energização de entrada;
- ajustar a temperatura da câmara de ensaio a um valor 40°C acima do aumento da temperatura registrado para o ar em torno dos componentes eletrônicos e manter essa temperatura por 168 h.

F.8.2 Requisitos dos ensaios

O disjuntor ou os controles eletrônicos devem satisfazer os seguintes requisitos:

- não deve ocorrer nenhum disparo do disjuntor;
- não deve ocorrer nenhuma operação dos controles eletrônicos que fariam o disjuntor desarmar.

F.8.3 Verificação dos disparadores de sobrecarga

Em seguida ao ensaio de F.8.1, a operação dos disparadores de sobrecarga do disjuntor deve ser verificada de acordo com 7.2.1.2.4, item b).

F.9 Ensaio com choque térmico

Cada projeto dos controles eletrônicos deve ser submetido a ciclos de variação de temperatura de acordo com a figura F.8.

Durante o aumento e queda da temperatura, a taxa de variação deve ser de $3^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por minuto. A temperatura, depois de atingida, deve ser mantida por pelo menos 2 h. O número de ciclos deve ser 28.

F.9.2 Procedimentos dos ensaios

Para estes ensaios os controles eletrônicos:

- podem ser montados internamente ou separadamente, para disjuntores de correntes nominais ≤ 250 A;
- devem ser montados separadamente para todas as outras correntes nominais;
- devem ser alimentados como em serviço para todas as correntes nominais.

F.9.3 Requisitos dos ensaios

Os controles eletrônicos devem satisfazer os seguintes requisitos:

- não deve ocorrer nenhuma operação dos controles eletrônicos que fariam o disjuntor desarmar, durante os 28 ciclos.

F.9.4 Verificação dos disparadores de sobrecarga

Em seguida ao ensaio do F.9.2, a operação dos disparadores de sobrecarga do disjuntor deve ser verificada de acordo com 7.2.1.2.4, item b).

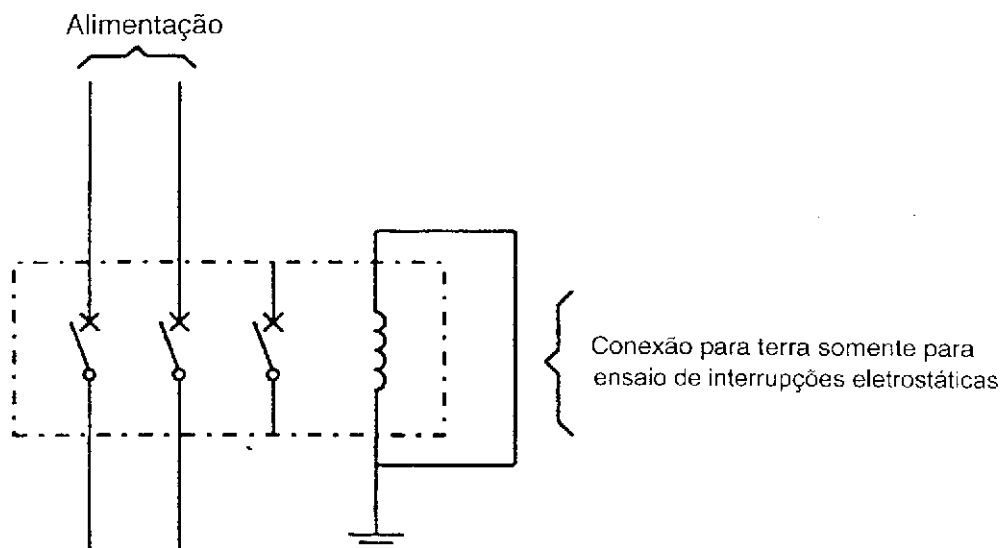


Figura F.1 - Circuito de ensaios para a verificação da influência de perturbações de baixa frequência, eletrostáticas e eletromagnéticas

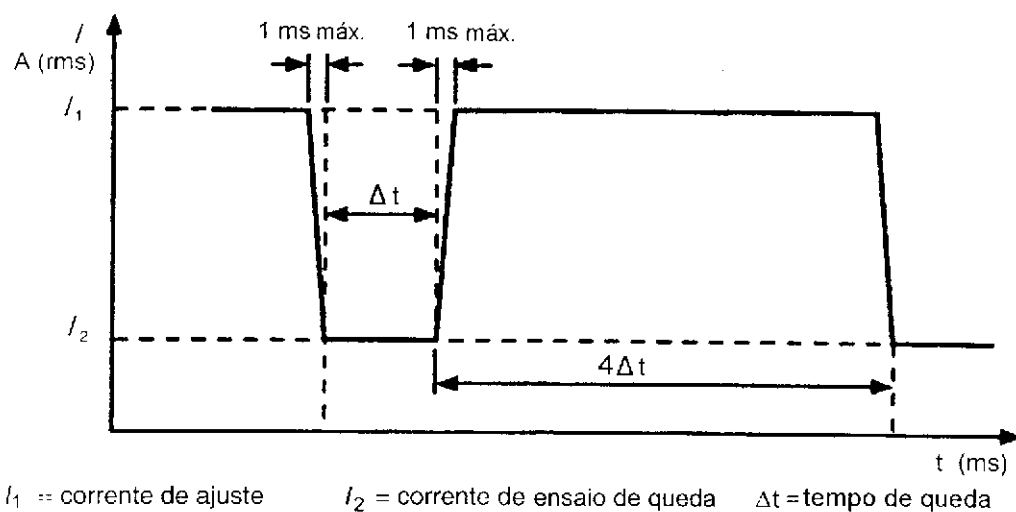


Figura F.2 - Corrente de ensaio para a verificação da influência das quedas e interrupções de corrente

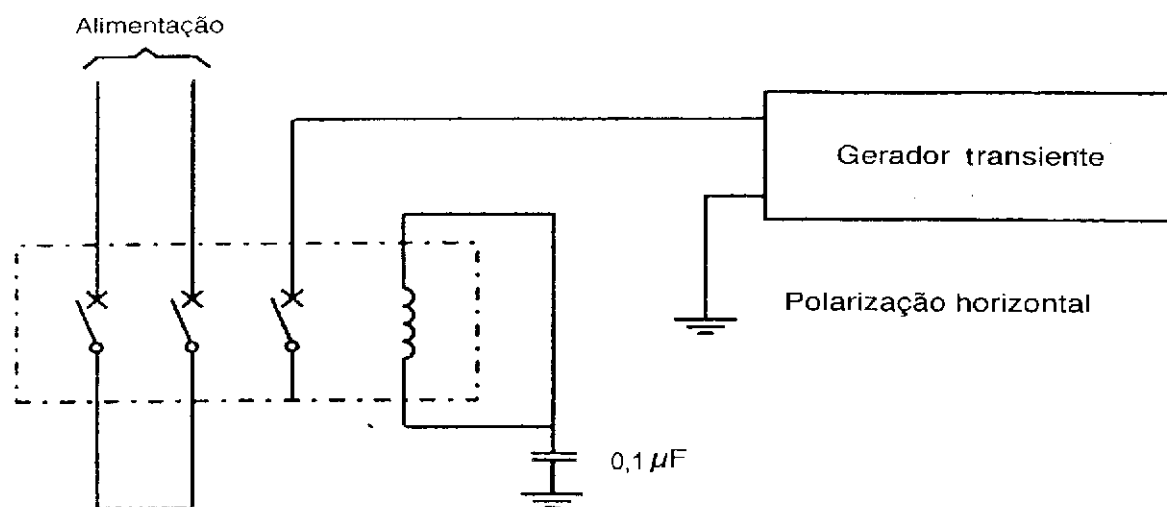


Figura F.3 - Circuito de ensaios para verificação da influência dos transientes nos circuitos auxiliares (modo comum)

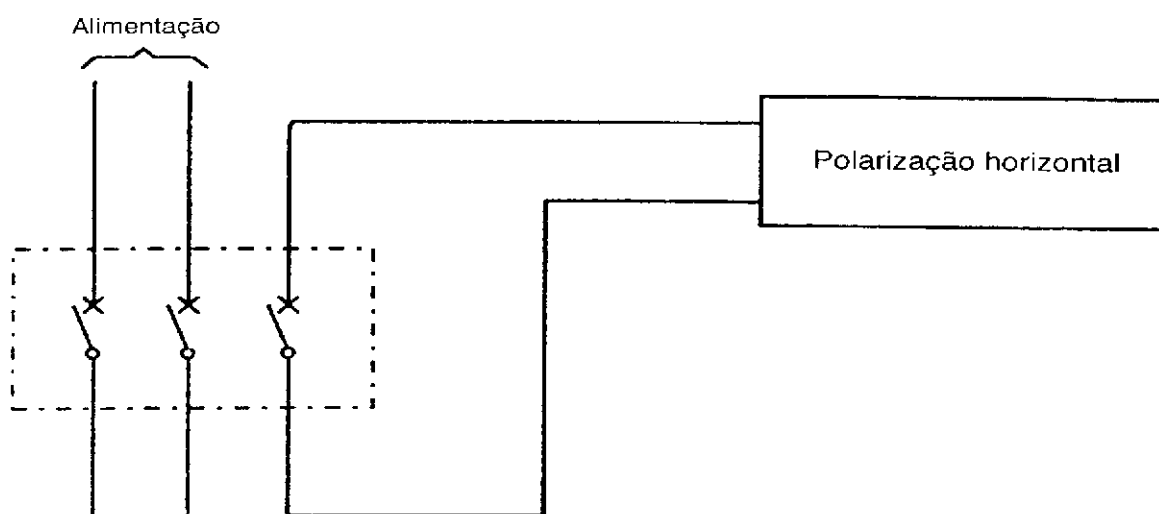


Figura F.4 - Circuito de ensaios para verificação da influência dos transientes no circuito principal (modo diferencial)

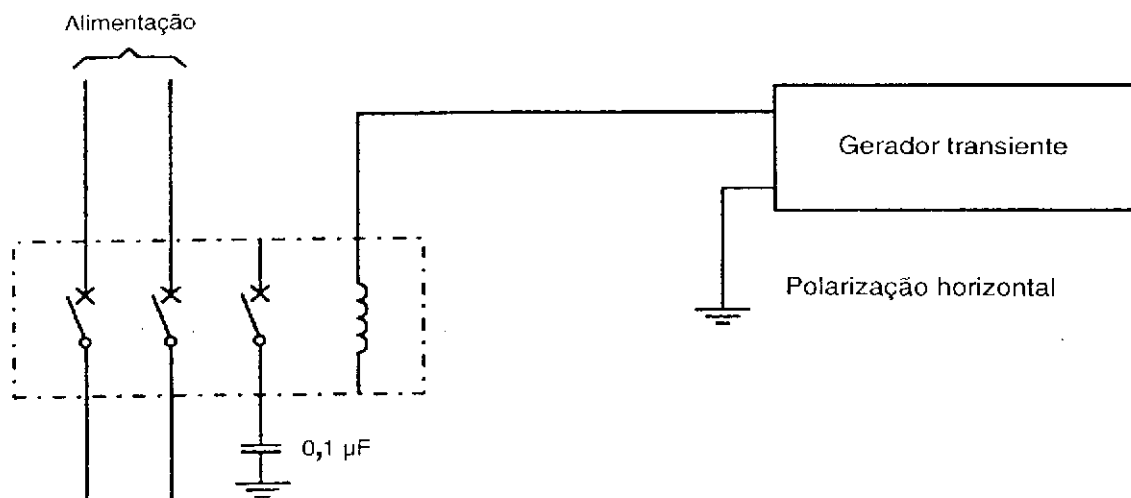


Figura F.5 - Circuito de ensaios para a verificação da influência dos transientes nos circuitos auxiliares (modo comum)

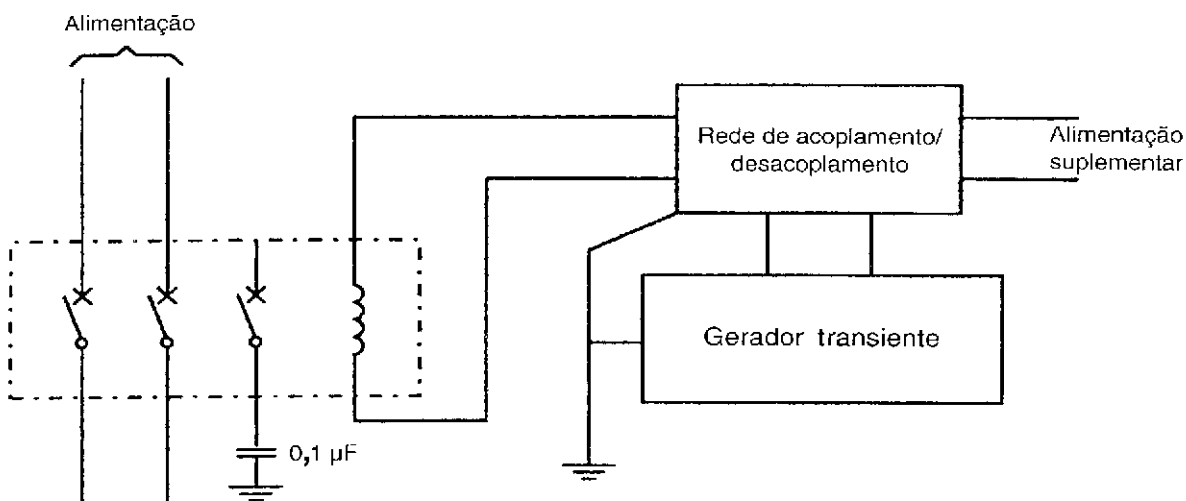


Figura F.6 - Circuito de ensaios para verificação da influência dos transientes no circuito principal (modo diferencial)

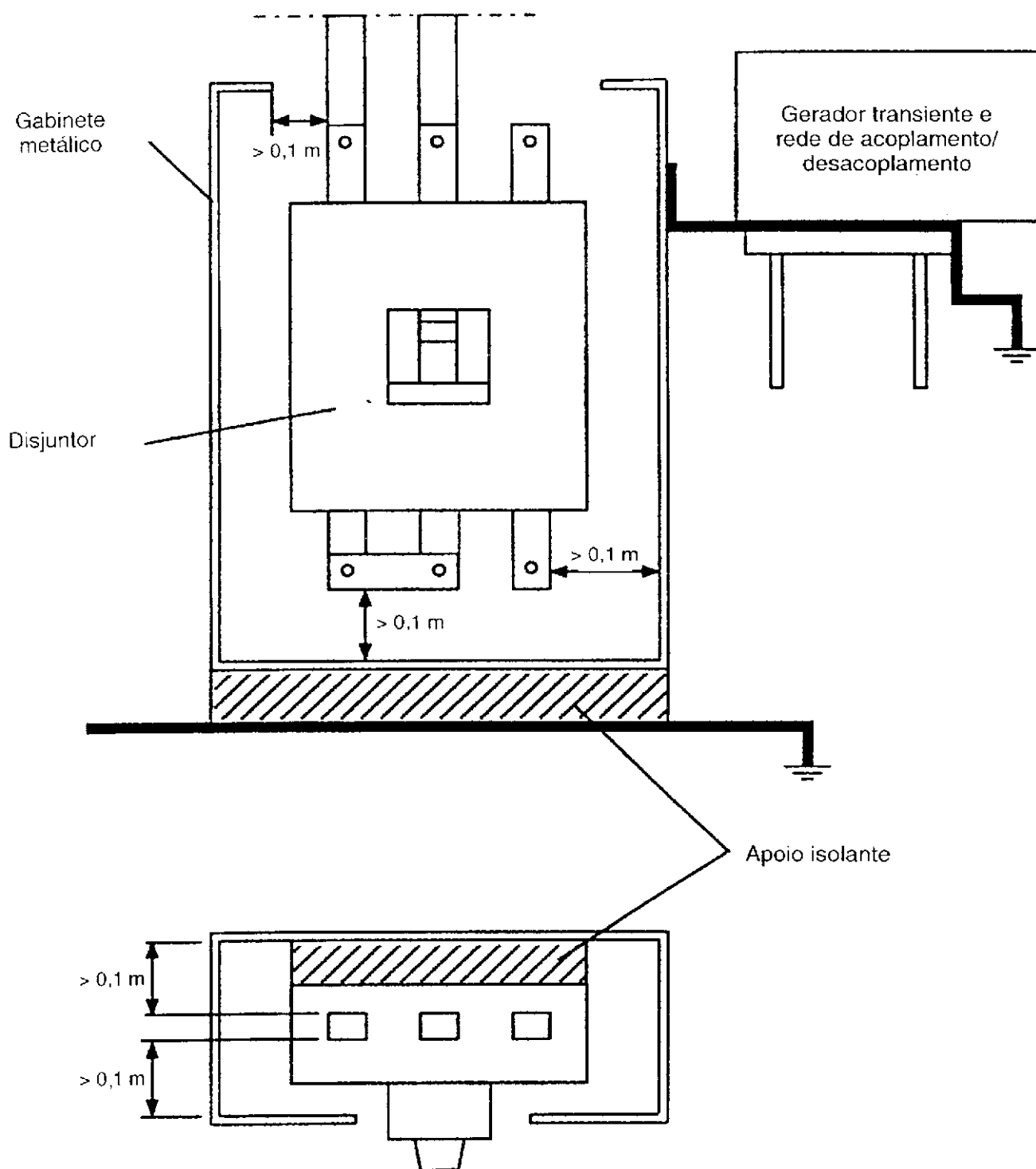


Figura F.7 - Instalação de ensaio para a verificação da influência dos transientes conduzidos e interrupções eletrostáticas

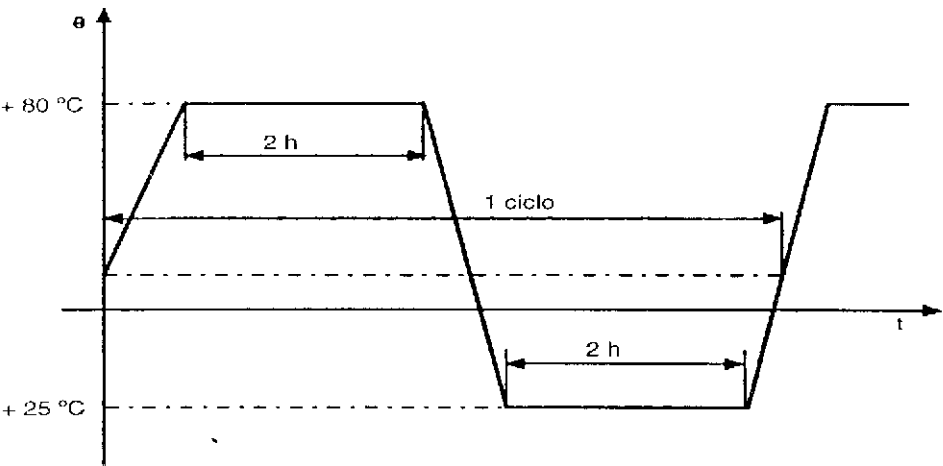


Figura F.8 - Ciclo de ensaios de choque térmico

Anexo G (normativo)

Potência dissipada

G.1 Geral

Potência dissipada não é uma característica fundamental de um disjuntor e não necessita ser marcada no produto.

Ela fornece algumas indicações sobre o calor gerado em condições especificadas.

A medição da perda de potência deve ser feita ao ar livre, em amostras novas, e deve ser expressa em watts.

G.2 Métodos de ensaio

G.2.1 A potência dissipada é avaliada como mostrado abaixo, estando as conexões de acordo com a figura G.1.

$$\sum_{k=1}^{k=p} \Delta U_k I_k \cos \varphi_k$$

onde:

p é o número dos pólos de fase;

k é o número do pólo;

ΔU é a queda de tensão;

I é a corrente de ensaio que deve ser igual a I_n , dentro das tolerâncias de acordo com 8.3.2.2.2;

$\cos \varphi$ é o fator de potência.

Recomenda-se o uso de um wattímetro em cada pólo.

G.2.2 Para disjuntores c.a. de corrente nominal não superior a 400 A, é aceitável o uso de medição em c.a. monofásica, sem medição do fator de potência.

A perda de potência é avaliada a seguir, as conexões estando de acordo com a figura G.2.

$$\sum_{k=1}^{k=p} \Delta U_k I_n$$

onde:

p é o número dos pólos de fase;

k é o número do pólo;

ΔU é a queda de tensão;

I é a corrente nominal.

G.2.3 Para disjuntores c.c., a potência dissipada deve ser medida com corrente c.c.

Ela é avaliada como em G.2.2

G.3 Procedimento de ensaio

A avaliação da potência dissipada deve ser feita sob condições de temperatura de regime estacionário, com corrente nominal.

A queda de tensão deve ser medida entre os terminais de entrada e saída de cada pólo.

Os fios de conexão para os instrumentos de medição (por exemplo: voltímetro, wattímetro) devem ser trançados entre si. O *loop* de medição deve ser o menor possível e deve ser posicionado de forma semelhante para cada pólo.

Para avaliar a potência dissipada dos disjuntores c.a. de três e quatro pólos, de acordo com G.2.1, o ensaio é realizado sob condições de corrente trifásica (ver figura G.1), sem corrente no quarto pólo, no caso dos disjuntores de quatro pólos.

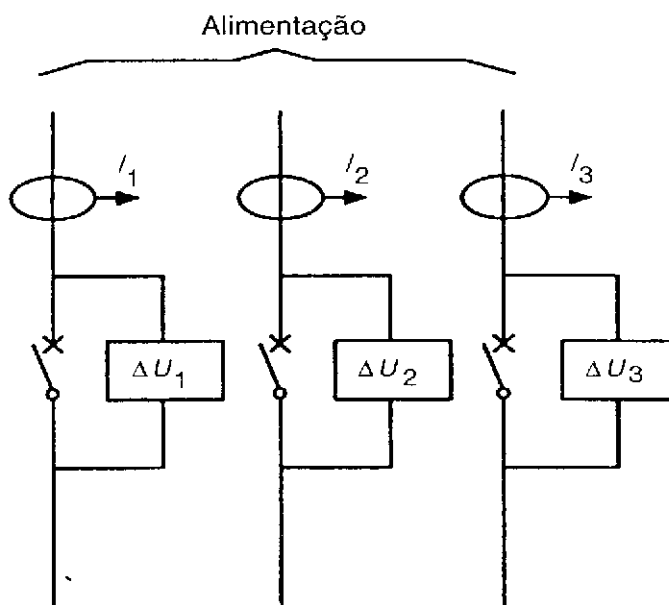


Figura G.1 - Exemplo de medição de perda de potência de acordo com G.2.1

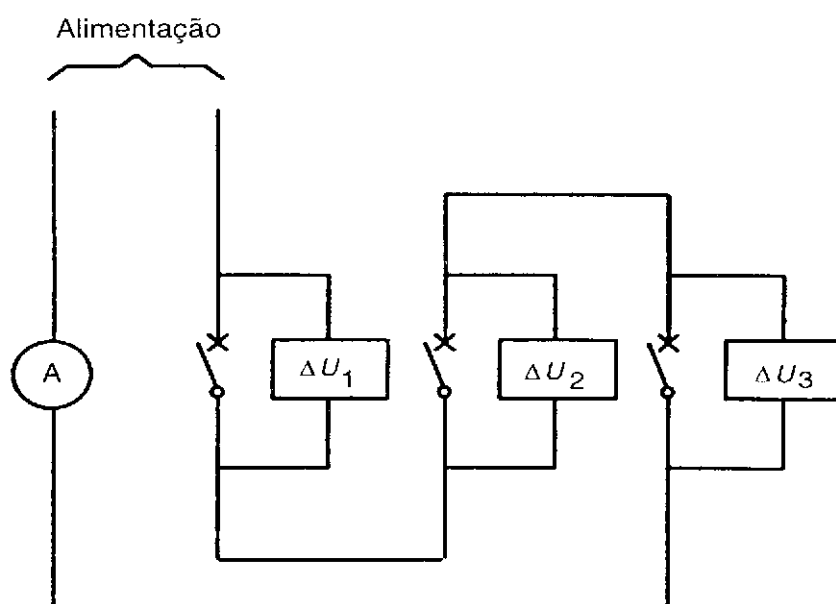


Figura G.2 - Exemplo de medição de perda de potência de acordo com G.2.2 e G.2.3

Anexo H (normativo)

Seqüência de ensaios para disjuntores para esquemas IT

NOTA - Esta seqüência de ensaios tem a finalidade de cobrir o caso de uma segunda falta para terra, em presença de uma primeira falta no lado oposto de um disjuntor, quando instalado em esquemas IT (ver 4.3.1.1).

H.1 Geral

Esta seqüência de ensaios se aplica a disjuntores multipolares para aplicação em esquemas IT, de acordo com 4.3.1.1. Ela abrange os seguintes ensaios:

Ensaio	Seção
Curto-circuito em pólo individual (I_{IT})	H.2
Verificação da tensão elétrica suportável	H.3
Verificação dos disparadores de sobrecarga	H.4

H.2 Curto-circuito em pólo individual

Um ensaio de curto-circuito é realizado em pólos individuais de um disjuntor múltiplo, sob as condições gerais de 8.3.2, em um valor de corrente I_{IT} igual a

- 1,2 vez o ajuste máximo ajuste da corrente de disparo do retardo de curto tempo ou, na ausência de tal disparador, 1,2 vez o ajuste máximo da corrente de disparo instantâneo.

Ou, quando aplicável

- 1,2 vez o ajuste máximo da corrente de disparo do retardo de tempo definido, mas não ultrapassando 50 kA.

NOTA - Valores maiores que I_{IT} podem ser requeridos, ensaiados em substituição e declarados pelo fabricante.

A tensão aplicada deve ser a tensão de linha, correspondente à tensão operacional nominal do disjuntor, para a qual ele é adequado em esquemas IT. O número de amostras a serem ensaiadas e o ajuste dos disparadores ajustáveis devem estar de acordo com a tabela 10. O fator de potência deve estar de acordo com a tabela 11, conforme a corrente de ensaio.

O circuito de ensaio deve estar de acordo com 8.3.4.1.2 e figura 9 da IEC 947-1, sendo a alimentação S derivada de duas fases de uma alimentação trifásica e sendo o elemento fusível F conectado à fase restante. O pólo ou pólos restantes devem também ser conectados a esta fase, através do elemento fusível F.

A seqüência de operações deve ser

O - t - CO

e deve ser realizada em cada fase separadamente, em seqüência.

H.3 Verificação da tensão elétrica suportável

Em seqüência ao ensaio conforme a seção H.2, a tensão elétrica suportável deve ser verificada de acordo com 8.3.5.3.

H.4 Verificação dos disparadores de sobrecarga

Em seqüência ao ensaio conforme a seção H.3, a operação dos disparo por sobrecarga deve ser verificada de acordo com 8.3.5.4.

H.5 Marcação

Disjuntores para os quais todos valores de tensão nominal tenham sido ensaiados de acordo com este anexo ou são cobertos por esses ensaios não requerem nenhuma marca adicional.

Disjuntores para os quais todos valores da tensão nominal não tenham sido ensaiados de acordo com este anexo ou não são cobertos por esses ensaios devem ser identificados pelo símbolo \otimes , que deve ser marcado no disjuntor imediatamente em seguida aos valores da tensão nominal, por exemplo: 690 V \otimes , de acordo com 5.2, item b).

NOTA - Quando um disjuntor não foi ensaiado de acordo com este anexo, uma marca única com o símbolo \otimes pode ser usada, contanto que seja colocada de forma que cubra inequivocamente todas as tensões nominais.