

	ENSAIOS DE DESEMPENHO PARA AVALIAÇÃO DE MODELOS DE SISTEMAS DE MEDIÇÃO E MEDIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA	NORMA Nº NIT-SEGEL-042	REV. Nº 00
		PUBLICADO EM SET/2022	PÁGINA 1/40

SUMÁRIO

- 1 Objetivo**
- 2 Campo de aplicação**
- 3 Responsabilidade**
- 4 Documentos de referência**
- 5 Documentos complementares**
- 6 Siglas**
- 7 Termos e definições**
- 8 Generalidades**
- 9 Ensaio de desempenho**
- 10 Resultados**
- 11 Histórico da revisão e quadro de aprovação**

1 OBJETIVO

Esta Norma estabelece os procedimentos adotados para execução de ensaios de desempenho para avaliação de modelos de sistemas de iluminação pública, sistemas de medição e medidores de energia elétrica ativa e/ou reativa, eletrônicos, utilizados para tarifação e comercialização de energia elétrica.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Esta Norma se aplica à Dimel/Dgtec/Segel, Órgãos delegados da Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade – Inmetro (RBMLQ-I), fabricantes de sistemas de medição e medidores de energia elétrica e laboratórios acreditados para execução dos ensaios.

3 RESPONSABILIDADE

A responsabilidade pela elaboração, revisão e cancelamento desta Norma é da Dimel/Dgtec/Segel.

4 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022	Regulamentação técnica metrológica para sistemas de medição e medidores de energia elétrica
Portaria Inmetro nº 232, de 08/05/2012	Vocabulário Internacional de Metrologia: Conceitos Fundamentais e Gerais e Termos Associados (VIM) - 1ª Edição Luso-brasileira (2012)
Portaria Inmetro nº 150, de 29/03/2016	Vocabulário Internacional de Termos de Metrologia Legal

 INMETRO	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 2/40
---	----------------------	--------------------------	------------------------------

5 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Não se aplica.

6 SIGLAS

As siglas das UP/UO do Inmetro podem ser acessadas em: <http://www.inmetro.gov.br/inmetro/pdf/regimento-interno.pdf>.

RBMLQ-I	Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade – Inmetro
RTM	Regulamento Técnico Metrológico
SIP	Sistema de iluminação pública

7 TERMOS E DEFINIÇÕES

Os termos utilizados nesta Norma são os definidos no Vocabulário Internacional de Metrologia, no Vocabulário Internacional de Termos de Metrologia Legal e na Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

7.1 Equipamento sob ensaio

Sistema de iluminação pública (SIP); módulos de medição ou medidores que compõem o sistema de medição de energia elétrica ou; medidor de energia elétrica a serem submetidos aos ensaios desta norma.

8 GENERALIDADES

8.1 Condições gerais para realização dos ensaios

8.1.1 Em todas as condições de ensaio em que seja exigida a determinação de seus erros, deve ser feita pelo método de potência x tempo ou pelo método do medidor padrão, com um tempo de integração de energia mínimo especificado pelo fabricante, ou 1 min, caso este não seja especificado.

8.1.2 Todos os equipamentos utilizados nos ensaios devem estar rastreados aos padrões nacionais.

8.1.3 O padrão utilizado deve ter exatidão, no mínimo, três vezes melhor que a do equipamento sob ensaio.

8.1.4 O equipamento sob ensaio com mais de uma tensão nominal ou com faixa de tensão de alimentação devem ser ensaiados na tensão especificada pelo requerente na solicitação de avaliação ou modificação de modelo.

8.1.4.1 Quando houver mais de uma tensão especificada pelo fabricante, o equipamento sob ensaio deve passar por todos os ensaios na maior tensão. Para as demais tensões solicitadas, devem ser realizados os ensaios adicionais conforme tabela de ensaios adicionais do Regulamento Técnico Metrológico (RTM).

 INMETRO	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 3/40
---	----------------------	--------------------	------------------------

8.1.5 Para o caso de sistemas em que há apenas módulos de medição monofásicos ou módulos bifásicos e trifásicos que são uma combinação de dois ou três monofásicos respectivamente, o ensaio deve ser realizado em no mínimo três módulos de medição, sendo estes subseqüentes, em fases distintas e ao mesmo tempo. Para o caso de sistemas que apresentem módulos de medição monofásicos, bifásicos e trifásicos que não são combinação de dois ou três módulos de medição, os ensaios deverão ser realizados em cada um dos tipos de módulos que compõe o sistema.

8.1.6 Os ensaios devem ser realizados no sistema completamente montado.

8.1.6.1 Nos ensaios onde é necessário verificar a indicação da medição, entenda-se como mostrador, os mostradores externos associados aos módulos de medição ou medidores que o compõem, ou dispositivo físico ou *software* associado ao SIP.

8.1.7 Durante todo o processo de ensaio, o técnico executor deve avaliar os dispositivos indicadores de energia, verificando a coerência dos valores de energia apresentados pelo mostrador e, quando aplicável, pelo mostrador externo.

8.1.8 A temperatura ambiente deve ser registrada para cada ensaio.

8.1.9 Os equipamentos sob ensaio polifásicos devem ser ensaiados em circuitos de corrente e tensão polifásicos, respeitando o(s) defasamento(s) especificado(s) na solicitação do requerente, a menos que o ensaio especifique o contrário.

8.1.10 Equipamentos sob ensaio de energia reativa devem ser ensaiados somente no(s) quadrante(s) indicado(s) pelo fabricante, que deve indicar claramente na documentação da solicitação de avaliação de modelo.

8.1.11 Os ensaios descritos nos subitens 9.4, 9.13, 9.14, 9.15, 9.16, 9.21, 9.22, 9.23 e 9.24.4 não se aplicam a SIP.

8.2 Condições de referência

8.2.1 Todos os ensaios devem ser realizados levando-se em consideração as condições de referência citadas na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, salvo quando o ensaio especificar outras condições.

Tabela 1 - Condições gerais de ensaio

Grandezas de Influência	Condições de Referência	Tolerâncias admissíveis para equipamentos sob ensaio de índice de classe:			
		D	C	B	A
Temperatura ambiente	23 °C ⁽¹⁾	± 2 °C	± 2 °C	± 2 °C	± 2 °C
Tensão	Tensão nominal	± 1,0 %	± 1,0 %	± 1,0 %	± 1,0 %
Frequência	Frequência nominal	± 0,3 %	± 0,3 %	± 0,3 %	± 0,5 %
Forma de onda	Corrente/tensões senoidais	Fator de distorção menor que:			
		± 1,0 %	± 1,0 %	± 1,0 %	± 1,0 %
Indução magnética de origem externa na frequência nominal	Indução magnética igual a zero	Valor de indução que cause variação não maior que:			
		± 0,1 %	± 0,1 %	± 0,2 %	± 0,3 %
		Mas em qualquer caso deve ser menor que 0,05mT ⁽²⁾			

(continua)

	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 4/40
---	----------------------	--------------------	------------------------

Condições específicas para equipamentos sob ensaio polifásicos:				
O desequilíbrio entre as amplitudes das tensões de cada uma das fases ou entre tensão de fase-neutro, em relação ao valor médio, não deve ser maior que:	1 %	1 %	1 %	1 %
O erro nos deslocamentos de ângulo de fase de cada uma das tensões não deve exceder a:	$\pm 2^\circ$	$\pm 2^\circ$	$\pm 2^\circ$	$\pm 2^\circ$
Cada uma das correntes nos condutores não deve ser diferente da corrente média em mais de:	$\pm 1 \%$	$\pm 1 \%$	$\pm 2 \%$	$\pm 2 \%$
O erro nos deslocamentos de ângulo de fase de cada uma das correntes em relação à tensão correspondente ⁽³⁾ , não deve exceder a:	$\pm 2^\circ$	$\pm 2^\circ$	$\pm 2^\circ$	$\pm 2^\circ$

(1) Se os ensaios forem realizados em temperaturas que não a de referência, incluindo tolerâncias admissíveis, os resultados devem ser corrigidos aplicando o coeficiente de temperatura.

(2) O método para fazer esta verificação é:

a) para equipamento sob ensaio monofásico, determinar primeiro o erro, com o equipamento sob ensaio conectado normalmente à linha de alimentação. Depois, determinar o erro, após a inversão das conexões para os circuitos de corrente e potencial. Metade da diferença algébrica entre os dois erros é o valor da variação do erro e não pode ser superior ao estabelecido na tabela. Por causa do defasamento desconhecido do campo externo, o ensaio deve ser feito a 10 % I_n com fator de potência unitário e 20 % I_n com fator de potência 0,5 (indutivo) com tensão e frequência nominais; e

b) para equipamento sob ensaio polifásico, faz-se três medições a 10 % I_n com fator de potência unitário com tensão e frequência nominais. Depois de cada medição, as conexões para os circuitos de corrente e de potencial são defasadas em 120° enquanto a sequência de fases não é alterada. A maior diferença entre cada um dos erros assim determinados e seu valor médio é o valor da variação do erro.

(3) Na medição de energia reativa, para os ângulos de fase de transição entre quadrantes (0, 90°, 180° e 270°) que acarretam em $\sin\varphi = +/-1$ ou $\sin\varphi = 0$, deve-se corrigir de até 3° o valor do ângulo afim de garantir o posicionamento dos fasores dentro do quadrante ao qual o instrumento está sendo ensaiado e evitar variações indesejáveis de quadrantes pelo equipamento sob ensaio durante os ensaios e o armazenamento da energia em registradores incorretos.

Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

8.2.2 Antes de ser ensaiado, o equipamento sob ensaio deve ser calibrado e ter seus erros percentuais levantados de acordo com os limites de erro estabelecidos nas tabelas 2 e 2a do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022, nas seguintes condições:

- a)** equipamentos sob ensaio monofásicos e polifásicos com cargas equilibradas:
- a.1)** 10% I_n ; $\cos \varphi$ (ou $\sin \varphi$) =1 (ind);
 - a.2)** 100% I_n ; $\cos \varphi$ (ou $\sin \varphi$) =1 (ind);
 - a.3)** 100% I_n ; $\cos \varphi$ (ou $\sin \varphi$) =0,5 (ind);
 - a.4)** 100% I_n ; $\cos \varphi$ (ou $\sin \varphi$) =0,8 (cap); e
- b)** equipamentos sob ensaio polifásicos sob carga monofásica por elemento, mas com tensões equilibradas:
- b.1)** 10% I_n ; $\cos \varphi$ (ou $\sin \varphi$) =1 (ind);
 - b.2)** 100% I_n ; $\cos \varphi$ (ou $\sin \varphi$) =1 (ind); e
 - b.3)** 100% I_n ; $\cos \varphi$ (ou $\sin \varphi$) =0,5 (ind).

9 ENSAIOS DE DESEMPENHO

9.1 Os ensaios e inspeções de avaliação de modelo compreendem:

 INMETRO	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 5/40
---	----------------------	--------------------------	------------------------------

- a) ensaios de dielétrico;
 - a.1) ensaio de tensão de impulso;
 - a.2) ensaio de tensão aplicada;
- b) ensaio de início de funcionamento;
- c) ensaio de verificação do método de cálculo de energia ativa;
- d) ensaio da corrente de partida;
- e) ensaio de marcha em vazio;
- f) ensaio de variação da corrente;
- g) ensaio de influência da temperatura ambiente;
- h) ensaio de verificação das perdas internas;
 - h.1) ensaio do circuito de potencial e fonte de alimentação;
 - h.2) ensaio do circuito de corrente;
- i) ensaio de influência da variação de tensão;
- j) ensaio de influência da variação da frequência;
- k) ensaio de influência de componente harmônico nos circuitos de tensão e corrente;
- l) ensaio de influência da inversão da sequência de fase;
- m) ensaio de influência da interrupção de uma ou duas fases.
- n) ensaio de influência da componente CC (1/2 onda) no circuito de corrente CA;
- o) ensaio de influência da indução magnética CC de origem externa;
- p) ensaio de influência da indução magnética CA de origem externa;
- q) ensaio de influência da operação de dispositivos internos;
- r) ensaio de influência da interface de comunicação;
- s) ensaio de sobrecarga de curta duração;
- t) ensaio de auto aquecimento;
- u) ensaio de aquecimento;
- v) ensaio de variação brusca da tensão;
- w) ensaio do mostrador;
- x) ensaio de verificação do tempo de autonomia;
- y) ensaio climático;
- z) ensaio de influência de harmônicas ímpares; e
- aa) ensaio de influência de sub-harmônicas.

9.2 Ensaios de dielétrico

9.2.1 Condições gerais para a realização dos ensaios.

9.2.1.1 Os ensaios devem ser efetuados com o equipamento sob ensaio desenergizado.

9.2.1.2 Os ensaios devem ser realizados no equipamento sob ensaio completamente montado, com os parafusos dos terminais apertados de acordo com o torque especificado no manual do produto, com o condutor de maior diâmetro permitido instalado nos terminais.

9.2.1.3 Para efeito desses ensaios, o termo “terra” tem o seguinte significado:

- a) quando a base, estrutura ou gabinete do equipamento sob ensaio for metálica, o “terra” é a própria base, estrutura ou gabinete, colocada numa superfície plana condutora conectada ao terminal terra da fonte de tensão utilizada para o ensaio; e

 INMETRO	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 6/40
---	----------------------	--------------------------	------------------------------

b) quando a base, estrutura ou gabinete do equipamento sob ensaio, ou apenas uma parte dela for de material isolante, o “terra” é uma folha condutora envolta no equipamento sob ensaio, tocando todas as partes condutoras acessíveis, e conectada à superfície plana condutora sobre a qual a base, estrutura ou gabinete do equipamento sob ensaio está colocada e conectada ao terminal terra da fonte de tensão utilizada para o ensaio. Onde a tampa do bloco de terminais possibilitar, a folha condutora deve se aproximar dos terminais e dos furos para os condutores de uma distância entre 15 mm e 20 mm.

9.2.1.4. A qualidade do isolamento, durante os ensaios, não deve ser prejudicada por poeira ou umidade.

9.2.1.5. No caso do uso de dispositivos de proteção contra sobretensão nos circuitos internos do equipamento sob ensaio não deve ser realizado o ensaio de tensão aplicada.

9.2.1.6. O fabricante deve informar quais terminais são protegidos e que tipo de proteção é utilizada.

9.2.1.7. O ensaio não deve ser realizado na saída de usuário do tipo ativa (SU+ e SU-).

9.2.1.8 As condições laboratoriais para a aplicação dos ensaios de dielétrico são:

- a) temperatura ambiente: $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$; e
- b) umidade relativa: 45 % a 75 %.

9.2.2 Ensaio de tensão de impulso

9.2.2.1 A expressão “todos os terminais” significa o conjunto completo de terminais dos circuitos de corrente, circuitos de tensão e, se houver, circuitos auxiliares com tensões superiores a 40 V. Circuitos auxiliares com tensões inferiores a 40 V não devem ser submetidos ao ensaio.

9.2.2.2 Metodologia

Devem ser aplicados 3 impulsos positivos, seguidos de 3 impulsos negativos, espaçados entre si com tempo maior ou igual a 5 s e com valor de crista conforme a Tabela a seguir. O gerador de ensaio deve atender às seguintes especificações:

- a) forma de onda: $1,2/50\ \mu\text{s}$;
- b) tolerância do tempo de subida da tensão: $\pm 30\%$;
- c) tolerância do tempo de descida da tensão: $\pm 20\%$;
- d) impedância de saída: $500\ \text{ohms} \pm 50\ \text{ohms}$; e
- e) energia: $0,5\ \text{J} \pm 0,05\ \text{J}$.

Tabela 2 - Tensão de ensaio de impulso

Tensão (V) entre fase e neutro	Tensão de pico (formato de onda $1,2\ \mu\text{s} / 50\mu\text{s}$)
40 < Tensão \leq 100	2,5 kV
100 < Tensão \leq 150	4 kV
150 < Tensão \leq 600	6 kV

Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

9.2.2.2.1 Os impulsos devem ser aplicados da seguinte forma:

- a) todos os terminais de circuitos acima de 40 V, conectados juntos, contra o terra (vide **Erro! Fonte de referência não encontrada.**);
- b) cada circuito independente contra o terra. Todos os terminais de circuitos acima de 40 V que não estiverem sendo ensaiados devem estar conectados juntos ao terra (vide **Erro! Fonte de referência não encontrada.a**); e
- c) entre terminais das entradas de potencial (medição e alimentação auxiliar CA ou CC); os demais terminais de circuitos acima de 40 V devem ser aterrados (vide **Erro! Fonte de referência não encontrada.b**).

9.2.2.3 Resultado

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se estiver de acordo com os efeitos estabelecidos na Tabela 8 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

Figura 1 – Ligações a serem feitas para o ensaio de tensão de impulso

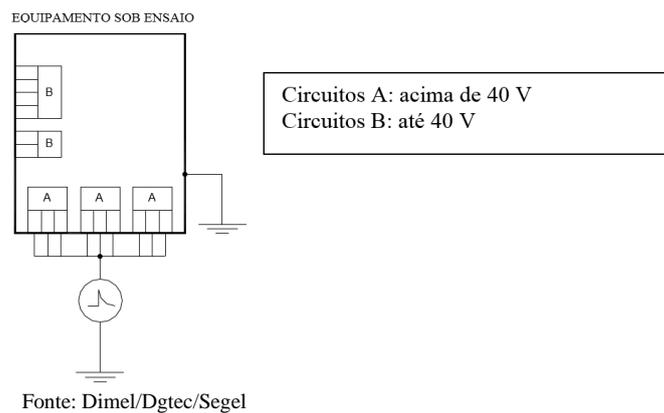


Figura 1a - Ligações a serem feitas para o ensaio de tensão de impulso

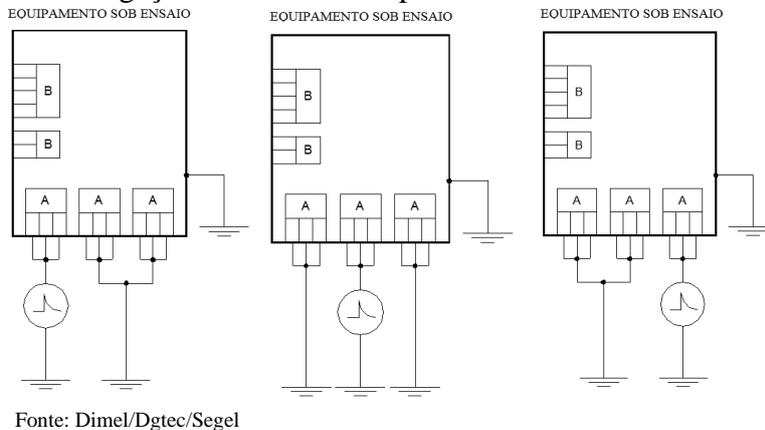
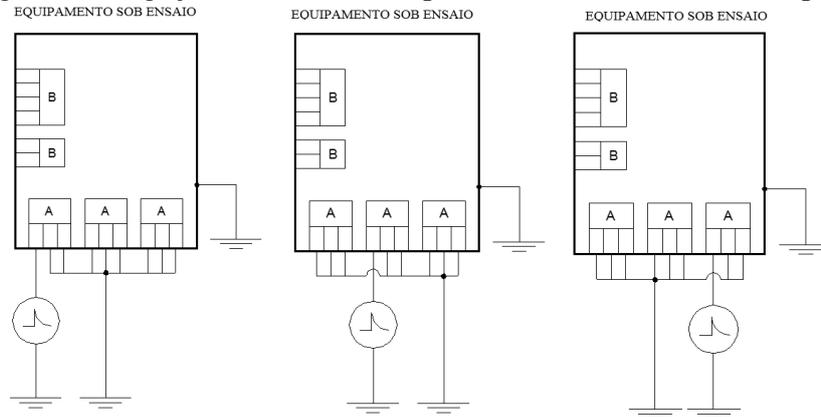


Figura 1b -Ligações a serem feitas para o ensaio de tensão de impulso



Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

9.2.3 Ensaio de tensão aplicada

9.2.3.1 Metodologia

9.2.3.1.1 O ensaio deve ser realizado utilizando-se uma fonte de tensão variável senoidal, frequência de 60 Hz, com corrente limitada em 5 mA.

9.2.3.1.1.1 A exatidão da fonte de tensão de tensão deve ser melhor que 5 %.

9.2.3.1.1.2 As tensões de ensaio encontram-se na a seguir:

Tabela 3 a seguir:

Tabela 3 - Tensões de ensaio

Grupo de circuitos	Tensão aplicada CA – 60 Hz
Circuitos acima de 40 V	2 kV
Circuitos até 40 V	1 kV

Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

9.2.3.1.2 A tensão deve ser aplicada das seguintes formas:

9.2.3.1.2.1 No grupo de circuitos de mesmo valor de tensão de ensaio, conectados juntos, em relação ao terra. O grupo de circuitos que não estiver sob ensaio deve estar não conectado (vide **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

9.2.3.1.2.2 Em cada circuito independente em relação ao terra. Os terminais de circuitos do mesmo grupo de circuitos que não estiverem sendo ensaiados devem estar conectados juntos ao terra. O grupo de circuitos

que não estiver sob ensaio deve estar não conectada (vide **Erro! Fonte de referência não encontrada.a** e **Erro! Fonte de referência não encontrada.b**).

9.2.3.1.2.3 Entre dois grupos de circuitos de diferentes tensões de ensaio, com os terminais conectados juntos, com a tensão indicada para o grupo de menor tensão (vide **Erro! Fonte de referência não encontrada.c**).

9.2.3.1.3 A tensão deve ser elevada progressivamente de zero até o valor prescrito, para cada circuito sob ensaio, elevando-se a tensão a uma taxa média entre 50 V e 150 V por segundo.

9.2.3.1.3.1 Este valor deve ser mantido por 60 s e reduzido gradativamente a zero.

9.2.3.2 Resultado

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se estiver de acordo com os efeitos estabelecidos na Tabela 8 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

Figura 2 - Ligações a serem feitas para o ensaio de tensão aplicada

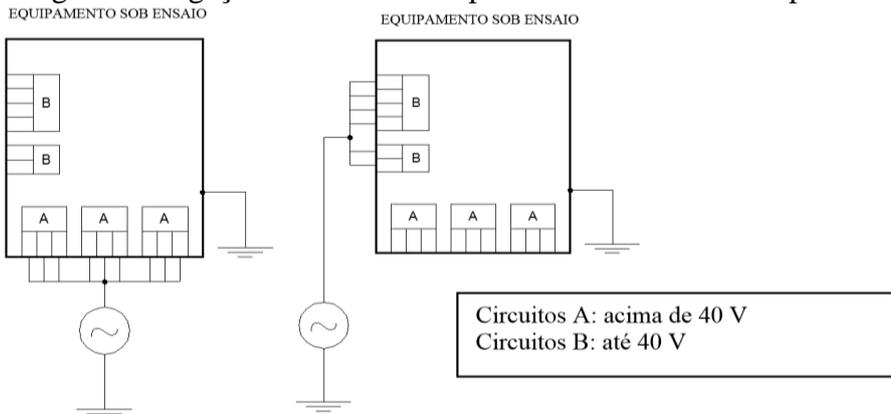


Figura 2a - Ligações a serem feitas para o ensaio de tensão aplicada

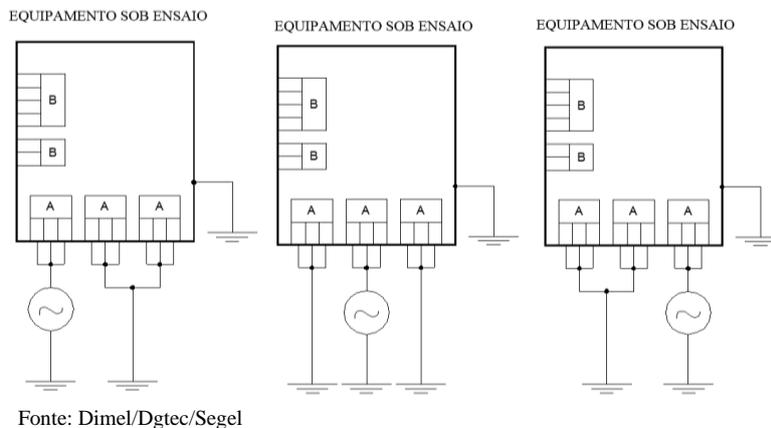


Figura 2b - Ligações a serem feitas para o ensaio de tensão aplicada

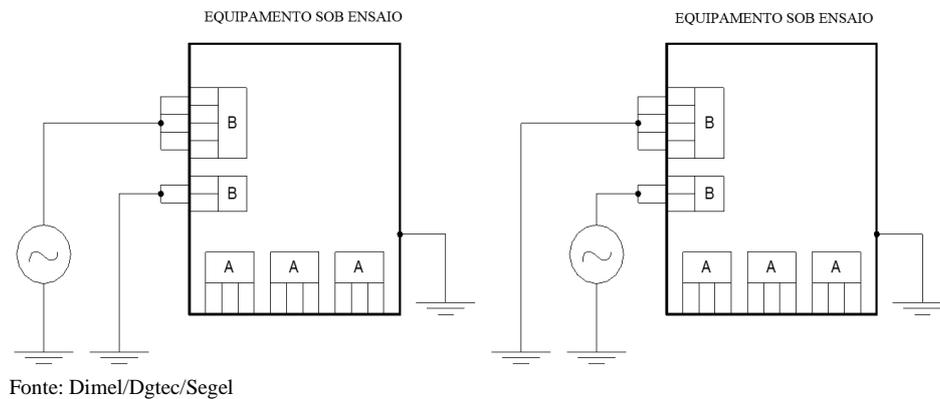
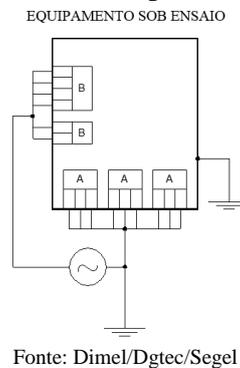


Figura 2c - Ligações a serem feitas para o ensaio de tensão aplicada



9.3 Ensaio de início de funcionamento

9.3.1 Condições específicas

O ensaio deve ser realizado aplicando-se ao equipamento sob ensaio, frequência nominal e fator de potência unitário.

9.3.2 Metodologia

9.3.2.1 Antes de iniciar o ensaio, energizar os elementos de tensão com tensão nominal durante um período mínimo de 5 min.

9.3.2.2 Desenergizar os elementos de tensão por 5 s.

9.3.2.3 Passado esse tempo, energizar, simultaneamente, os elementos de tensão com tensão nominal e os elementos de corrente com corrente máxima, e medir o tempo gasto entre a reenergização e o primeiro pulso emitido.

9.3.2.4 Equipamentos sob ensaio dotados de alimentação auxiliar devem ser testados mantendo-a permanentemente energizada durante o ensaio.

	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 11/40
---	----------------------	--------------------	-------------------------

9.3.2.5 Equipamentos sob ensaio que funcionam indistintamente com e sem alimentação auxiliar devem ser ensaiados de acordo com o disposto nos subitens 9.3.2.1 a 9.3.2.3 (alimentação auxiliar desenergizada) e 9.3.2.4 (alimentação auxiliar energizada).

9.3.3 Resultado

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se estiver de acordo com os efeitos estabelecidos na Tabela 8 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

9.4 Ensaio de verificação do método de cálculo de energia ativa

9.4.1 Condições específicas

9.4.1.1 O ensaio deve ser realizado com o equipamento sob ensaio energizado com tensão nominal, corrente nominal, frequência nominal e fator de potência unitário.

9.4.1.1.1 A tensão deve ser em sistema trifásico, com 120 graus de defasagem entre cada fase.

9.4.1.2 O tempo de medição para a realização do ensaio deve ser o estabelecido no subitem 8.1.1 desta norma.

9.4.1.3 Este ensaio não se aplica à equipamentos sob ensaio monofásicos.

9.4.2 Metodologia

9.4.2.1 Para equipamentos sob ensaio de 3 elementos ou equipamentos sob ensaio de 2 elementos:

9.4.2.1.1 Inverter a carga de uma das fases (somente no equipamento sob ensaio) e determinar o erro nessa condição.

9.4.2.1.2 Repetir o ensaio para as demais fases, uma de cada vez.

9.4.3 Resultado

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se estiver de acordo com os efeitos estabelecidos na Tabela 8 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

9.5 Ensaio da corrente de partida

9.5.1 Entende-se corrente de partida como o menor valor de corrente especificado pelo fabricante no qual o equipamento sob ensaio deve registrar energia elétrica com fator de potência unitário e, para equipamentos sob ensaio polifásicos, com carga balanceada.

9.5.2 Condições específicas

O ensaio deve ser executado com tensão nominal à frequência nominal, $\cos \varphi$ (sen φ (ind)) igual a 1 e corrente de acordo com as Tabelas 4 e 4a (para medidores e sistemas) e Tabelas 4b e 4c para SIP.

Tabela 4 - Correntes de partida para medição de energia ativa (medidores e sistemas)

Aplicação	Índice de classe			
	D	C	B	A
Equipamentos sob ensaio de ligação direta	0,002 I _n	0,002 I _n	0,004 I _n	0,004 I _n
Equipamentos sob ensaio de ligação indireta	0,001 I _n	0,002 I _n	0,004 I _n	0,004 I _n

Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

Tabela 4a - Correntes de partida para medição de energia reativa (medidores e sistemas)

Aplicação	Índice de classe			
	D	C	B	A
Equipamentos sob ensaio de ligação direta	0,005 I _n	0,005 I _n	0,005 I _n	0,005 I _n
Equipamentos sob ensaio de ligação indireta	0,005 I _n	0,005 I _n	0,005 I _n	0,005 I _n

Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

Tabela 4b - Correntes de partida para medição de energia ativa (SIP)

Aplicação	Índice de classe			
	D	C	B	A
Equipamentos sob ensaio de ligação direta	0,01 I _n	0,01 I _n	0,01 I _n	0,01 I _n

Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

Tabela 4c - Correntes de partida para medição de energia reativa (SIP)

Aplicação	Índice de classe			
	D	C	B	A
Equipamentos sob ensaio de ligação direta	0,01 I _n	0,01 I _n	0,01 I _n	0,01 I _n

Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

9.5.3 Metodologia

9.5.3.1 Tendo como base a constante K_h do equipamento sob ensaio, calcular o tempo de ensaio como sendo um período equivalente a 3 vezes o tempo decorrido entre 2 pulsos de verificação consecutivos, considerando que fossem aplicados em todos os seus elementos, as correntes e o fator de potência definidos no subitem 9.5.2, e que seu erro fosse nulo nessa condição, conforme fórmula a seguir:

$$t = \frac{3 \times 60 \times K_h}{V_n \times I_p \times N} \quad (1)$$

Onde:

 INMETRO	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 13/40
---	----------------------	--------------------------	-------------------------------

- t = tempo em minutos
 3 = número de pulsos de referência;
 60 = para conversão de hora em minutos;
 K_h = constante de calibração em Wh/pulso;
 V_n = tensão nominal em volts;
 I_p = corrente de partida conforme Tabela 4 e/ou as) e Tabelas 4b e 4c para SIP.

Tabela 44^a;

N = número de elementos.

9.5.3.1.1 Pode ser usado o valor de K_e ao invés de K_h .

9.5.3.2 Iniciar o ensaio a partir do equipamento sob ensaio desenergizado, sem tensão aplicada aos circuitos de tensão e sem corrente aplicada aos circuitos de corrente.

9.5.3.3 Aplicar tensão nominal à frequência nominal em todos os elementos do equipamento sob ensaio. Se a fonte do equipamento sob ensaio for alimentada independentemente dos circuitos de tensão, esta deverá ser energizada antes dos circuitos de tensão.

9.5.3.4 Aplicar a corrente estipulada na as) e Tabelas 4b e 4c para SIP.

Tabela 44 (ou as) e Tabelas 4b e 4c para SIP.

Tabela 44a, conforme o caso) em todos os elementos do equipamento sob ensaio, contando-se o número de pulsos de verificação emitidos pelo dispositivo de verificação, durante o tempo calculado em 9.5.3.1.

9.5.3.5 Executar o ensaio para cada sentido de fluxo de energia (direto e reverso), no caso de equipamentos sob ensaio bidirecionais.

9.5.3.6 Executar o ensaio para cada tensão nominal, especificada pelo fabricante, nos equipamentos sob ensaio multitensão.

9.5.4 Resultado

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se estiver de acordo com os efeitos estabelecidos na Tabela 8 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

9.6 Marcha em vazio

9.6.1 Condições específicas

9.6.1.1 Para este ensaio, o circuito de corrente deve estar desconectado e deve ser aplicada uma tensão de 115 % da tensão nominal, à frequência nominal, a todos os elementos do equipamento sob ensaio.

9.6.1.2 Se a fonte do equipamento sob ensaio for alimentada independentemente dos circuitos de tensão, esta deve ser energizada antes dos circuitos de tensão.

	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 14/40
---	----------------------	--------------------	-------------------------

9.6.2 Metodologia

9.6.2.1 Tendo como base a constante K_h do equipamento sob ensaio, calcular o tempo de ensaio como sendo um período equivalente a 15.000 vezes o tempo decorrido entre 2 pulsos consecutivos, considerando-se que fossem aplicadas tensão nominal e corrente máxima com fator de potência unitário em todos os seus elementos e que seu erro fosse nulo nessa condição, conforme fórmula a seguir:

$$t = \frac{900 \times 10^3 \times K_h}{N \times V_n \times I_{\max}} \quad (2)$$

Onde:

- t = tempo de ensaio em minutos;
- K_h = constante de calibração do equipamento sob ensaio (Wh/pulso);
- N = número de elementos de medição;
- V_n = tensão nominal em volts; e
- I_{\max} = corrente máxima em ampères.

9.6.2.1.1 Pode ser usado o valor de K_e ao invés de K_h .

9.6.2.1.2 Contar o número de pulsos emitidos pelo dispositivo de verificação durante o tempo de ensaio definido em 9.6.2.1.

9.6.2.1.3 Repetir esse ensaio para cada tensão nominal, especificada pelo fabricante, nos equipamentos sob ensaio multitensão.

9.6.2.1.4 Realizar esse ensaio simultaneamente nos equipamentos sob ensaio de energia ativa e reativa, desde que seja possível obter pulsos de verificação referentes a ambas as energias de forma simultânea.

9.6.3 Resultado

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se estiver de acordo com os efeitos estabelecidos na Tabela 8 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

9.7 Variação da corrente

9.7.1 Condições específicas

9.7.1.1 O equipamento sob ensaio deve ser ensaiado, aterrando-se as partes previstas para aterramento.

9.7.1.2 O ensaio deve ser realizado, no mínimo, de acordo com as condições de corrente estabelecidas nas 5 e 5a a seguir.

9.7.1.3 Nos equipamentos sob ensaio com corrente máxima superior a 400 % da corrente nominal, elevar a corrente de 200 % em 200 % até atingir a corrente máxima.

9.7.1.4 A diferença entre o erro percentual quando o equipamento sob ensaio está sujeito a uma carga monofásica e a uma carga polifásica equilibrada em corrente nominal e fator de potência unitário, sob tensão trifásica não deve exceder 0,4 %; 1,0 %; 1,5 % e 2,5 % para equipamento sob ensaio de índice de classe D, C, B e A respectivamente.

Tabela 5 - Condições de corrente para equipamentos sob ensaio de energia ativa ou reativa (equipamentos sob ensaio monofásicos e polifásicos com carga equilibradas)

% I_n	cos φ (ou sen φ)
5	1 (ind)
10 20 50 100 200 400 >400	1 (ind) 0,5 ind 0,8 cap

Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

Tabela 5a - Condições de corrente para equipamentos sob ensaio de energia ativa ou reativa (equipamentos sob ensaio polifásicos sob carga monofásica por elemento, mas com tensões polifásicas equilibradas aplicadas aos circuitos de tensão)

% I_n	cos φ (ou sen φ) elemento energizado
10	1 (ind)
20 50 100 200 400 >400	1 (ind) 0,5 ind 0,8 cap

Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

9.7.2 Metodologia

9.7.2.1 Antes de realizar uma medição, observar o tempo necessário para que os circuitos energizados alcancem a estabilidade térmica.

9.7.2.2 Determinar o erro para cada ponto de ensaio estabelecido.

9.7.2.3 Executar o ensaio para cada tensão nominal especificada pelo fabricante, no caso de equipamento sob ensaio multitensão.

9.7.2.4 Executar o ensaio para cada sentido de fluxo de energia (direto e reverso), no caso de equipamentos sob ensaio bidirecionais.

9.7.3 Resultado

 INMETRO	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 16/40
---	----------------------	--------------------------	-------------------------------

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se não apresentar erros percentuais superiores aos estabelecidos na

7 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022, e respeitar os limites da variação de erro estabelecidos no subitem 9.7.1.4.

9.8 Influência da temperatura ambiente

9.8.1 Condições específicas

O ensaio deve ser realizado com o equipamento sob ensaio em funcionamento nos pontos estabelecidos na

Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 - Pontos de ensaio

Tensão (V) à frequência nominal	% I_n	$\cos \varphi / \text{sen } \varphi$
V_n	10	1
	20	1
		0,5 ind
	100	1
		0,5 ind
	400	1
		0,5 ind
	Acima de 400	1
		0,5 ind

Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

9.8.2 Metodologia

 INMETRO	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 17/40
---	----------------------	--------------------------	-------------------------------

9.8.2.1 A determinação do coeficiente médio de temperatura deverá ser feita com Δ °C de 20 °C. Para tanto, deverão ser determinados os erros nas temperaturas de $-10\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, $10\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, $30\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, $50\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ e $80\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

9.8.2.2 Efetuar primeiramente as leituras das temperaturas mais baixas.

9.8.2.3 Após a estabilização de cada valor de temperatura, aguardar no mínimo 1 h com o equipamento sob ensaio em funcionamento com tensão nominal, corrente nominal e frequência nominal, para determinar os erros do equipamento sob ensaio, de forma a estabilizar a temperatura interna do mesmo.

9.8.2.4 Nos equipamentos sob ensaio com corrente máxima superior a 400 % da corrente nominal, elevar a corrente de 200 % em 200 % até atingir a corrente máxima.

9.8.2.5 Este ensaio deve ser realizado também com a corrente máxima.

9.8.2.6 Executar esse ensaio em ambos os sentidos de fluxo de energia (direto e reverso) nos equipamentos sob ensaio bidirecionais.

9.8.3 Resultado

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se:

- a) o coeficiente médio da temperatura (%/°C) não ultrapassar os valores estipulados na Tabela 5 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022; e
- b) a variação do erro percentual sobre toda a faixa de temperatura especificada não ultrapassar os valores estabelecidos na Tabela 6 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

9.9 Verificação das perdas internas

9.9.1 Circuito de potencial e fonte de alimentação

9.9.1.1 Condições específicas

9.9.1.1.1 As perdas no circuito de potencial e no circuito da fonte de alimentação deverão ser determinadas nas condições de referência das grandezas de influência fornecidas na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** desta norma, por qualquer método apropriado.

9.9.1.1.1.1 A exatidão do padrão de medição deve ser melhor do que 5 %.

9.9.1.1.2 O ensaio deve ser realizado com tensão nominal à frequência nominal.

9.9.1.2 Metodologia

9.9.1.2.1 Determinar as perdas ativa e aparente.

	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 18/40
---	----------------------	--------------------	-------------------------

9.9.1.2.2 Executar o ensaio para cada tensão nominal especificada pelo fabricante, nos equipamentos sob ensaio multitensão.

9.9.1.3 Resultado

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se, para todos os índices de classe, apresentar perdas máximas de acordo com a Tabela 8 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

9.9.2 Circuito de corrente

9.9.2.1 Condições específicas

9.9.2.1.1 As perdas no circuito de corrente deverão ser determinadas nas condições de referência das grandezas de influência fornecidas na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** desta norma, por qualquer método apropriado.

9.9.2.1.1.1 A exatidão do padrão de medição deve ser melhor do que 5 %.

9.9.2.1.2 O ensaio deve ser realizado com corrente nominal à frequência nominal.

9.9.2.2 Metodologia

Determinar a perda em VA para cada circuito de corrente.

9.9.2.3 Resultado

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se as perdas por fase não forem superiores aos valores especificados na Tabela 8 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

9.10 Influência da variação de tensão

9.10.1 Condições específicas

O ensaio deve ser realizado com corrente e frequência nominais e tensão de acordo com o estabelecido na 7 a seguir.

Tabela 7 – Condições de tensão para equipamentos sob ensaio de energia ativa ou reativa

Tensão (V)	cos φ (ou sen φ)
< 0,80 V _n	1 (ind)
	0,5 ind
0,80 V _n	1 (ind)
	0,5 ind

	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 19/40
---	----------------------	--------------------	-------------------------

0,90 V_n	1 (ind)
	0,5 ind
V_n	1 (ind)
	0,5 ind
1,10 V_n	1 (ind)
	0,5 ind
1,15 V_n	1 (ind)
	0,5 ind

Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

9.10.2 Metodologia

9.10.2.1 Aplicar sucessivamente as condições apresentadas na

7, variando do menor valor de tensão para o maior valor com $\cos \varphi$ (ou $\sin \varphi$) unitário.

9.10.2.1.1 Para valores menores que $0,8 V_n$, o ensaio deve ser realizado nas tensões de $0,70 V_n$, $0,60 V_n$, $0,50 V_n$, $0,40 V_n$, $0,30 V_n$, $0,20 V_n$, $0,10 V_n$ e $0 V$.

9.10.2.1.2 Se o equipamento sob ensaio apresentar um valor de tensão de desligamento em um dos pontos de ensaio estabelecidos de acordo com os itens 9.10.2.1 e 9.10.2.1.1, o ensaio desse ponto deve ser realizado $2 V$ acima da tensão que o equipamento sob ensaio desliga e $2 V$ abaixo da tensão que o equipamento sob ensaio liga.

9.10.2.1.3 O valor da tensão de desligamento deve ser determinado iniciando-se a verificação a partir do maior valor de tensão para o menor valor de tensão.

9.10.2.2 Repetir o ensaio, seguindo a mesma sequência de valores de tensão, com $\cos \varphi$ (ou $\sin \varphi$) igual a 0,5 indutivo.

9.10.2.3 Repetir toda a sequência para cada tensão nominal especificada pelo fabricante, nos equipamentos sob ensaio multitensão.

9.10.2.4 Executar o ensaio para cada sentido de fluxo de energia (direto e reverso), no caso de equipamentos sob ensaio bidirecionais.

9.10.3 Resultado

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se as variações do erro percentual estiverem dentro dos limites estabelecidos na

7 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

9.11 Influência da variação da frequência

9.11.1 Condições específicas

9.11.1.1 O ensaio deve ser realizado com corrente e tensão nominais e frequência de acordo com o estabelecido na 0,5 indutivo.

Tabela 82 a seguir.

9.11.2 Metodologia

9.11.2.1 Aplicar sucessivamente as condições apresentadas na Tabela 8, variando do menor para o maior valor, com $\cos \varphi$ (ou $\sin \varphi$) unitário.

9.11.2.2 Repetir o ensaio, seguindo a mesma sequência de valores de frequência, com $\cos \varphi$ (ou $\sin \varphi$) igual a 0,5 indutivo.

Tabela 82 – Condições de frequência para equipamentos sob ensaio de energia ativa ou reativa

Frequência (Hz)	$\cos \varphi$ (ou $\sin \varphi$)
$F_n - 2 \%$	1 (ind)
	0,5 ind
F_n	1 (ind)
	0,5 ind
$F_n + 2 \%$	1 (ind)
	0,5 ind

Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

9.11.2.3 Repetir toda a sequência para cada tensão nominal especificada pelo fabricante, nos equipamentos sob ensaio multitensão.

9.11.2.4 Executar o ensaio para cada sentido de fluxo de energia (direto e reverso), no caso de equipamentos sob ensaio bidirecionais.

9.11.3 Resultado

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se as variações do erro percentual estiverem dentro dos limites estabelecidos na Tabela 7 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

9.12 Influência de componente harmônico nos circuitos de tensão e corrente

9.12.1 Condições específicas

9.12.1.1 O ensaio deve ser realizado nas seguintes condições:

- a) corrente na frequência fundamental: $I_1 = 0,5 I_{m\acute{a}x}$;
- b) tensão na frequência fundamental: $V_1 = V_n$;

 INMETRO	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 21/40
---	----------------------	--------------------	-------------------------

- c) fator de potência na frequência fundamental para ensaio de energia ativa igual a 1;
- d) fator de potência na frequência fundamental para ensaio de energia reativa (se aplicável): tal que $\text{sen } \varphi = 1$;
- e) conteúdo do 5º harmônico na tensão: $V_5 = 10 \% V_n$;
- f) conteúdo do 5º harmônico na corrente $I_5 = 40 \% I_1$;
- g) fator de potência do harmônico para ensaio de energia ativa igual a 1;
- h) fator de potência do harmônico para ensaio de energia reativa (se aplicável): tal que $\text{sen } \varphi = 1$; e
- i) as tensões fundamental e harmônica devem estar em fase, cruzando em zero na subida.

9.12.2 Metodologia

9.12.2.1 Aplicar V_1 e I_1 com $\cos \varphi = 1$ (para energia ativa) e $\text{sen } \varphi = 1$ (para energia reativa) aos elementos de tensão e corrente do equipamento sob ensaio. Determinar o erro nessas condições (e_1).

9.12.2.2 Em seguida, acrescentar aos elementos de tensão do equipamento sob ensaio a componente V_5 e, aos elementos de corrente do equipamento sob ensaio, a componente I_5 , com $\cos \varphi$ igual a 1 (para energia ativa) e $\text{sen } \varphi$ igual a 1 (para energia reativa) e determinar o erro nessas condições.

9.12.2.3 Repetir o ensaio para cada tensão nominal especificada pelo fabricante nos equipamentos sob ensaios multitensão.

9.12.2.4 Executar o ensaio para cada sentido de fluxo de energia (direto e reverso), no caso de equipamentos sob ensaio bidirecionais.

9.12.3 Resultado

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se as variações do erro percentual estiverem dentro dos limites estabelecidos na Tabela 7 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

9.13 Influência da inversão da sequência de fase

9.13.1 Condições específicas

9.13.1.1 Este ensaio não se aplica a equipamentos sob ensaio monofásicos.

9.13.1.2 O ensaio deve ser realizado com frequência nominal, tensão nominal, 10 % da corrente nominal e fator de potência unitário na sequência de fases ABC.

9.13.2 Metodologia

9.13.2.1 Energizar todos os elementos do equipamento sob ensaio e determinar o erro percentual do equipamento sob ensaio (e_1).

	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 22/40
---	----------------------	--------------------	-------------------------

9.13.2.2 Inverter a sequência de fases aplicada ao equipamento sob ensaio e obter o erro na nova condição.

9.13.2.3 Repetir o ensaio para cada tensão nominal especificada pelo fabricante nos equipamentos sob ensaio multitensão.

9.13.2.4 Executar o ensaio para cada sentido de fluxo de energia (direto e reverso), no caso de equipamentos sob ensaio bidirecionais.

9.13.3 Resultado

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se as variações do erro percentual estiverem dentro dos limites estabelecidos na Tabela 7 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

9.14 Influência da interrupção de uma ou duas fases

9.14.1 Condições específicas

9.14.1.1 Este ensaio não se aplica a equipamentos sob ensaio monofásicos.

9.14.1.2 O ensaio deve ser realizado com frequência nominal, tensão nominal, corrente nominal e fator de potência unitário na sequência de fases ABC.

9.14.1.3 Caso o neutro do equipamento sob ensaio seja ligado a uma fase, esta fase não deve ser desligada e as outras duas fases não devem ser desligadas simultaneamente.

9.14.2 Metodologia

9.14.2.1 Energizar todos os elementos do equipamento sob ensaio e determinar o seu erro percentual (e_1) sob condições de tensão e corrente equilibradas.

9.14.2.2 Executar o ensaio nas seguintes condições:

- a) fases A e B energizadas (fase C sem tensão e sem corrente);
- b) fases A e C energizadas (fase B sem tensão e sem corrente);
- c) fases B e C energizadas (fase A sem tensão e sem corrente);
- d) apenas fase A energizada (fases B e C sem tensão e sem corrente);
- e) apenas fase B energizada; (fases A e C sem tensão e sem corrente); e
- f) apenas fase C energizada; (fases A e B sem tensão e sem corrente).

9.14.2.3 Repetir o ensaio para cada tensão nominal especificada pelo fabricante nos equipamentos sob ensaio multitensão.

9.14.2.4 Executar o ensaio para cada sentido de fluxo de energia (direto e reverso), no caso de equipamentos sob ensaio bidirecionais.

9.14.3 Resultado

 INMETRO	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 23/40
---	----------------------	--------------------------	-------------------------------

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se as variações do erro percentual estiverem dentro dos limites estabelecidos na Tabela 7 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

9.15 Influência da componente CC (1/2 onda) no circuito de corrente CA

9.15.1 Condições específicas

9.15.1.1 O ensaio deve ser realizado com tensão e frequência nominais, e a corrente de ½ onda aplicada ao equipamento sob ensaio, cuja forma de onda está representada na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, deverá ser de valor eficaz igual a $I_{max}/2$, limitado a 60 A.

9.15.1.2 O circuito a ser utilizado nesse ensaio pode ser como o apresentado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**4 abaixo.

9.15.1.3 A energia registrada pelo equipamento sob ensaio padrão, quando for usado esse circuito, será o dobro da registrada pelo equipamento sob ensaio e, desta forma, o valor da constante do equipamento sob ensaio sob ensaio deverá ser duplicado, para efeito de determinação do erro.

9.15.1.4 Esse ensaio não se aplica a equipamentos sob ensaio para ligação indireta.

9.15.2 Metodologia

9.15.2.1 Energizar todos os elementos do equipamento sob ensaio e determinar o seu erro percentual (e_1).

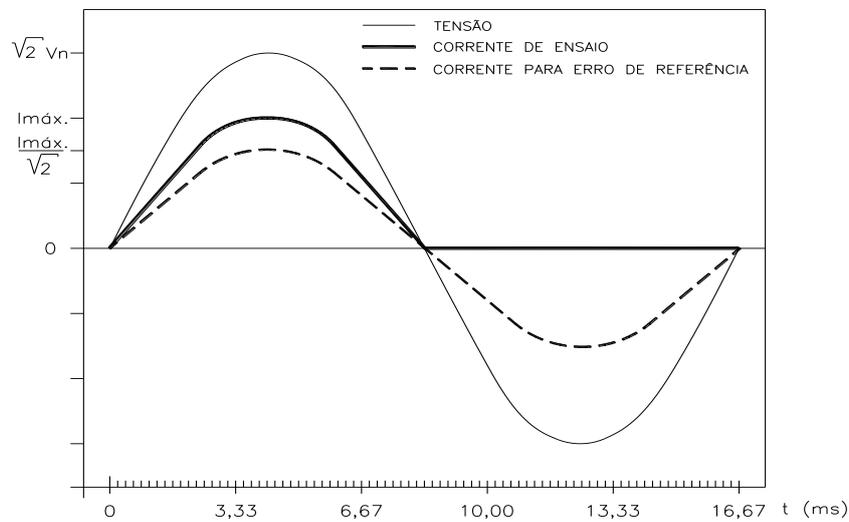
9.15.2.2 Aplicar a corrente CC conforme a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** abaixo e determinar o erro percentual do equipamento sob ensaio nessa condição.

9.15.2.3 Para equipamentos sob ensaio de energia reativa, deve ser aplicado um atraso de 90° na corrente exibida na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

9.15.3 Resultado

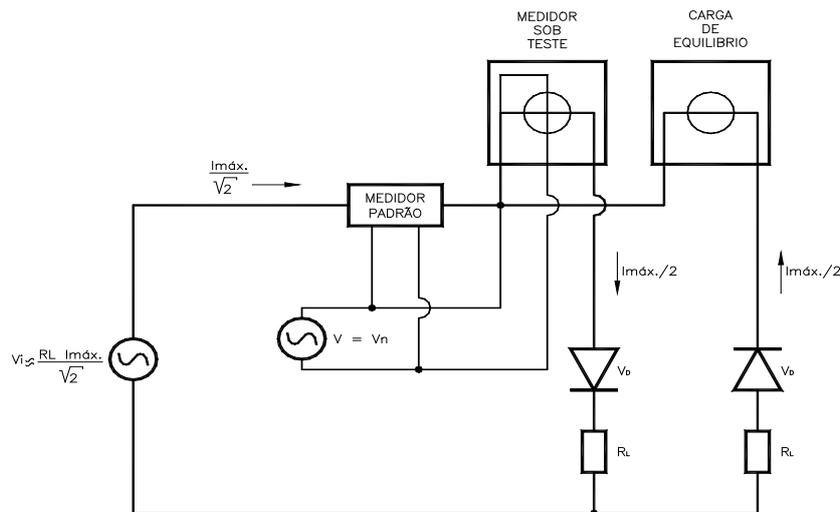
9.15.3.1 O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se as variações do erro percentual estiverem dentro dos limites estabelecidos na Tabela 7 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

Figura 3 - Sinal de corrente requerido para o ensaio da influência da componente CC (1/2 onda) no circuito de corrente CA para equipamentos sob ensaio de energia ativa.



Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

Figura 4 - Circuito de referência capaz de gerar o sinal requerido para o ensaio da influência da componente CC (1/2 onda) no circuito de corrente CA



- REPRESENTAÇÃO MONOFÁSICA DO ENSAIO.
- V_i DEVE SER, NO MÍNIMO, 10 VEZES MAIOR QUE V_D .
- RECOMENDA-SE UM MEDIDOR IDÊNTICO AO MEDIDOR SOB TESTE COMO CARGA DE EQUILIBRIO.
- V_i E V DEVEM ESTAR EM FASE.

Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

9.16 Influência da indução magnética CC de origem externa

9.16.1 Condições específicas

9.16.1.1 A indução magnética contínua pode ser obtida utilizando um eletroímã de acordo com a **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, energizado por corrente CC. O valor da força magnetomotriz a ser aplicada deve ser de 1.000 amperes-espiras.

	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 25/40
---	----------------------	--------------------	-------------------------

9.16.1.2 O equipamento sob ensaio deve ter seus elementos energizados com tensão, frequência e corrente nominais e $\cos \varphi$ ou $\sin \varphi$ (ind) igual a 1.

9.16.2 Metodologia

9.16.2.1 Determinar o erro inicial do equipamento sob ensaio (e_1) sem nenhuma indução aplicada.

9.16.2.2 Aproximar o magneto do equipamento sob ensaio conforme **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, movimentando-o aleatoriamente de modo a abranger todas as faces acessíveis do equipamento sob ensaio, determinando o erro do equipamento sob ensaio nessa condição.

9.16.2.2.1 Os sistemas devem ser ensaiados com a tampa do gabinete fechada.

9.16.2.3 Em seguida, determinar novamente o erro do equipamento sob ensaio.

9.16.3 Resultado

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se as variações do erro percentual estiverem dentro dos limites estabelecidos na Tabela 7 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

Figura 3 - Eletroímã de referência para ensaio da influência da indução magnética CC de origem externa.

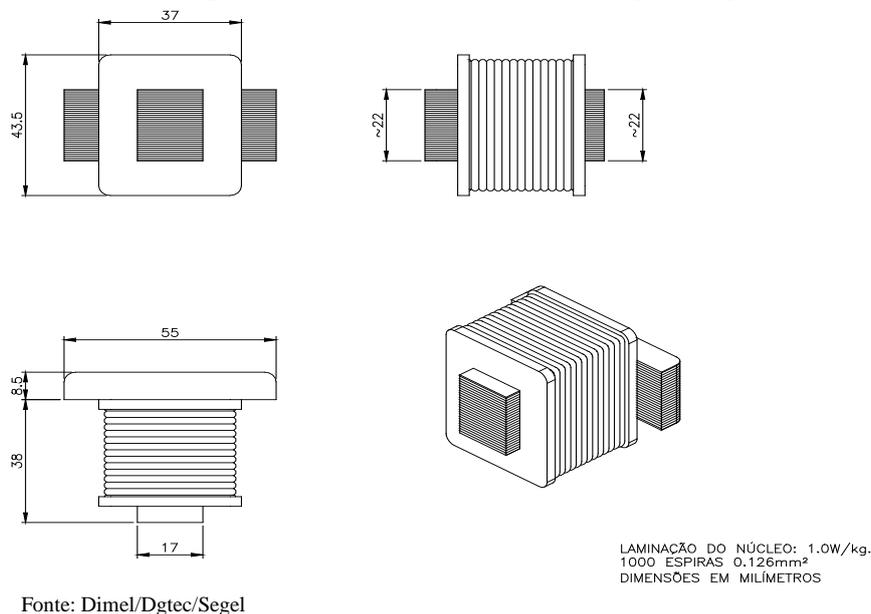
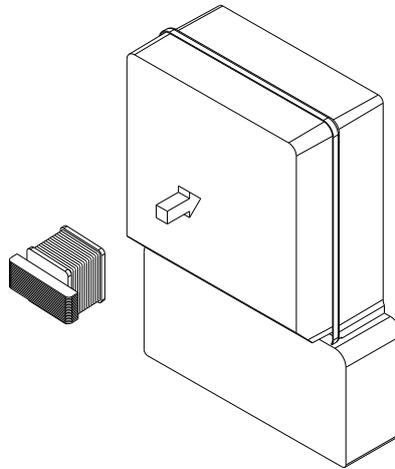


Figura 4 – Aproximação do eletroímã para ensaio da influência da indução magnética CC de origem externa.



Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

9.17 Influência da indução magnética CA de origem externa

9.17.1 Condições específicas

9.17.1.1 A indução magnética de 0,5 mT deve ser obtida posicionando o equipamento sob ensaio no centro de uma bobina circular, com 1 m de diâmetro médio, de seção e espessura radial inferior a 5 cm, tendo 400 ampères-espiras.

9.17.1.2 Os elementos do equipamento sob ensaio deverão ser energizados com tensão, frequência e corrente nominais e $\cos \varphi$ (ou $\sin \varphi$) igual a 1.

9.17.2 Metodologia

9.17.2.1 Energizar o equipamento sob ensaio e determinar seu erro percentual (e_1).

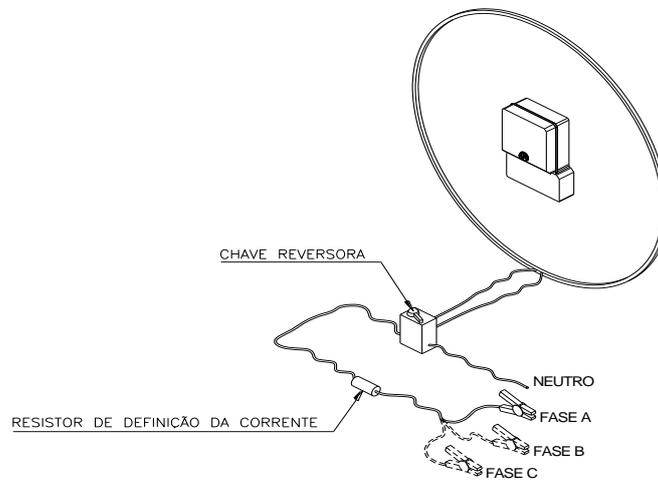
9.17.2.2 Posicionar o equipamento sob ensaio no centro da bobina (ou de forma que o módulo de medição do sistema ensaiado esteja ao centro da bobina) e, para cada uma das três posições definidas nas **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, 7a e 7b, determinar seu erro para cada uma das seguintes situações:

- a) alimentar a bobina com a fase A e ligar a chave inversora na posição direta;
- b) alimentar a bobina com a fase A e ligar a chave inversora na posição inversa;
- c) alimentar a bobina com a fase B e ligar a chave inversora na posição direta;
- d) alimentar a bobina com a fase B e ligar a chave inversora na posição inversa;
- e) alimentar a bobina com a fase C e ligar a chave inversora na posição direta;
- f) alimentar a bobina com a fase C e ligar a chave inversora na posição inversa.

9.17.3 Resultado

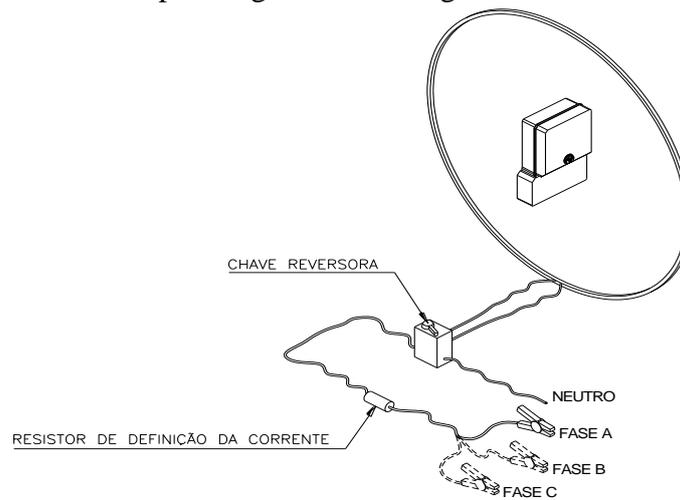
O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se as variações do erro percentual estiverem dentro dos limites estabelecidos na Tabela 7 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

Figura 5 - Posição vertical lateral da bobina geradora do campo magnético para ensaio da influência de campos magnéticos de origem externa



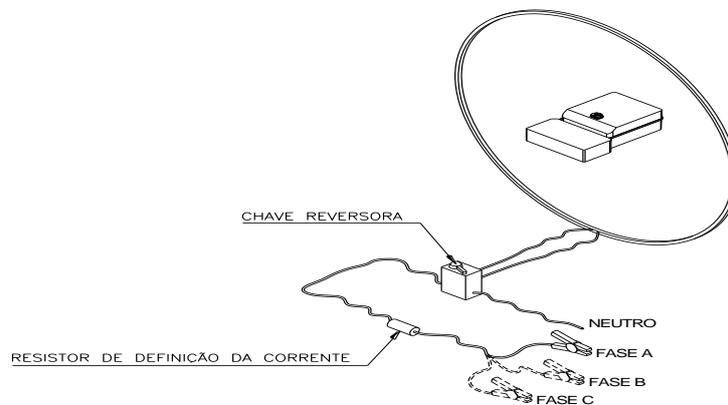
Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

Figura 7a - Posição vertical frontal da bobina geradora do campo magnético para ensaio da influência de campos magnéticos de origem externa



Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

Figura 7b - Posição horizontal frontal da bobina geradora do campo magnético para ensaio da influência de campos magnéticos de origem externa.



Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

9.18 Influência da operação de dispositivos internos

9.18.1 Condições específicas

9.18.1.1 Os elementos do equipamento sob ensaio devem estar energizados com tensão e frequência nominal, 5 % da corrente nominal e $\cos \varphi$ (ou $\sin \varphi$) igual a 1.

9.18.1.2 Todos os dispositivos internos devem ser ensaiados, mesmo que não possam operar simultaneamente.

9.18.2 Metodologia

9.18.2.1 Energizar o equipamento sob ensaio e determinar seu erro percentual (e_1) sem operar nenhum dispositivo interno.

9.18.2.2 Mantendo-se o equipamento sob ensaio energizado, iniciar a operação simultânea do maior número possível de dispositivos internos.

9.18.2.3 Determinar novamente o erro do equipamento sob ensaio após a operação do dispositivo ou, quando aplicável, enquanto o(s) dispositivo(s) interno(s) está(ão) operando.

9.18.2.4 Encerrar a operação do(s) dispositivo(s) interno(s).

9.18.3 Resultado

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se as variações do erro percentual estiverem dentro dos limites estabelecidos na Tabela 7 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

9.19 Influência da interface de comunicação

9.19.1 O fabricante deve fornecer os meios necessários para a realização dos ensaios das interfaces de comunicação.

9.19.2 Condições específicas

 INMETRO	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 29/40
---	----------------------	--------------------------	-------------------------------

9.19.2.1 Os elementos do equipamento sob ensaio devem estar energizados com tensão e frequência nominal, 5 % da corrente nominal e $\cos \varphi$ (ou $\sin \varphi$) igual a 1.

9.19.2.2 Todas as interfaces de comunicação devem ser ensaiadas, mesmo que não possam operar simultaneamente.

9.19.3 Metodologia

9.19.3.1 Energizar o equipamento sob ensaio e determinar seu erro percentual (e_1) sem conectar nenhum dispositivo ou simulador de dispositivo à interface de comunicação.

9.19.3.2 Mantendo-se o equipamento sob ensaio energizado, iniciar a operação simultânea do maior número possível interfaces de comunicação.

9.19.3.3 Determinar novamente o erro do equipamento sob ensaio enquanto a(s) interface(s) está(ão) em operação.

9.19.3.4 Encerrar a operação da(s) interface(s) de comunicação.

9.19.4 Resultado

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se as variações do erro percentual estiverem dentro dos limites estabelecidos na Tabela 7 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

9.20 Sobrecarga de curta duração

9.20.1 Condições específicas

9.20.1.1 Os elementos do equipamento sob ensaio devem ser energizados com tensão nominal à frequência nominal e deve ser aplicada sobrecarga de curta duração aos circuitos de corrente.

9.20.1.2 O equipamento sob ensaio para ligação direta deve ser capaz de suportar uma sobrecarga de corrente igual a 30 (trinta) vezes a corrente máxima, por um período de tempo de meio ciclo de rede ± 20 % na frequência nominal.

9.20.1.3 O SIP deve ser capaz de suportar uma sobrecarga de corrente igual a 10 (dez) vezes a corrente máxima, por um período de tempo de meio ciclo de rede ± 20 % na frequência nominal.

9.20.1.4 O equipamento sob ensaio para ligação indireta deve ser capaz de suportar uma sobrecarga de corrente igual a 20 (vinte) vezes a corrente máxima, por um período de 0,5 s.

9.20.2 Metodologia

9.20.2.1 Energizar o equipamento sob ensaio e determinar o seu erro percentual (e_1) à corrente nominal, sob $\cos \varphi$ (ou $\sin \varphi$) igual a 1.

9.20.2.2 Aplicar uma sobrecarga de corrente de acordo com o tipo de equipamento sob ensaio (para ligação direta ou indireta).

	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 30/40
---	----------------------	--------------------	-------------------------

9.20.2.3 Para o caso de equipamentos sob ensaio polifásicos, a sobrecarga de corrente referida no subitem anterior poderá ser aplicada:

- a) individualmente, para cada circuito de corrente distinto do equipamento sob ensaio; ou
- b) simultaneamente, sobre a associação série dos circuitos de corrente do equipamento sob ensaio, caso as características técnicas do gerador utilizado satisfaçam às exigências elétricas associadas à configuração de ensaio em questão; e
 - b.1)** caso a sobrecarga venha a ser aplicada de forma individual para cada circuito de corrente do equipamento sob ensaio, os circuitos de corrente não submetidos à condição de ensaio deverão ser mantidos desenergizados, mantendo-se, por outro lado, os circuitos de tensão energizados.

9.20.2.4 Depois da aplicação da sobrecorrente de curta duração, manter a tensão nos circuitos de tensão e aplicar corrente nominal nos circuitos de corrente por cerca de 10 min.

9.20.2.5 Determinar novamente o erro percentual do equipamento sob ensaio à corrente nominal, sob $\cos \varphi$ (ou $\sin \varphi$) igual a 1.

9.20.2.6 Caso o equipamento sob ensaio seja polifásico e a sobrecarga estiver sendo aplicada individualmente a cada um de seus circuitos de corrente, a metodologia de ensaio deve ser retomada a partir do subitem 9.20.2.2, até que todos os circuitos de corrente tenham sido efetivamente submetidos à condição de ensaio.

9.20.3 Resultado

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se as variações do erro percentual estiverem dentro dos limites estabelecidos na Tabela 7 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

9.21 Autoaquecimento

9.21.1 Condições específicas

9.21.1.1 Os circuitos de potencial devem ser energizados com tensão nominal à frequência nominal por pelo menos 2 h para o índice de classe D, C e B e por pelo menos 1 h para o índice classe A, sem qualquer corrente nos circuitos de corrente.

9.21.1.2 O ensaio deve ser realizado por pelo menos 1 h e, em qualquer caso, até que a variação do erro durante 20 min não exceda 0,2 % para índice de classe A e B; 0,1 % para índice de classe C e 0,05 % para índice de classe D.

9.21.1.2.1 Esse ensaio pode ser estendido por no máximo 3 h.

9.21.2 Metodologia

	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 31/40
---	----------------------	--------------------	-------------------------

9.21.2.1 Depois de ter energizado os circuitos de potencial pelo tempo determinado, aplicar corrente máxima aos circuitos de corrente e imediatamente após aplicação da corrente, determinar o erro do equipamento sob ensaio com $\cos \varphi$ (ou $\sin \varphi$) igual a 1, em intervalos curtos o suficiente para permitir que seja feito o desenho correto da curva da variação de erro em função do tempo.

9.21.2.2 O mesmo ensaio deve ser feito com $\cos \varphi$ (ou $\sin \varphi$) igual a 0,5 indutivo, observando-se um intervalo mínimo de 2 h entre os ensaios.

9.21.3 Resultado

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se as variações do erro percentual estiverem dentro dos limites estabelecidos na Tabela 7 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

9.22 Aquecimento

9.22.1 Condições específicas

9.22.1.1 O equipamento sob ensaio deve ser instalado em um ambiente cuja temperatura do ar seja de $40 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$, sobre uma superfície de baixa condução térmica, com a tampa do bloco de terminais instalada.

9.22.1.2 Devem ser utilizados condutores com a maior seção permitida, com comprimento mínimo de 1 m no mesmo ambiente em que o equipamento sob ensaio estiver instalado.

9.22.1.3 Deve ser aplicada corrente máxima em cada circuito de corrente e 115 % da tensão nominal à frequência nominal a cada circuito de potencial.

9.22.1.3.1 Os circuitos auxiliares de tensão, caso existam, devem estar energizados na tensão especificada pelo fabricante.

9.22.2 Metodologia

9.22.2.1 Aguardar 2 h para estabilização térmica.

9.22.2.1.1 Durante esse período, o equipamento sob ensaio não deve ser exposto a correntes de ar ou à radiação solar direta.

9.22.2.2 Determinar o ponto mais quente da superfície externa do equipamento sob ensaio, fora da parte que serve de alojamento e tampa aos terminais de corrente do equipamento sob ensaio, e medir sua temperatura.

9.22.2.3 Medir a temperatura de todos os terminais de corrente do equipamento sob ensaio.

9.22.3 Resultado

 INMETRO	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 32/40
---	----------------------	--------------------------	-------------------------------

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se estiver de acordo com os efeitos estabelecidos na Tabela 8 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

9.23 Variação brusca da tensão

9.23.1 Condições específicas

9.23.1.1 O equipamento sob ensaio deve ser energizado com tensão, corrente nominal, frequência nominal e $\cos \varphi$ unitário.

9.23.1.1.1 No caso de equipamentos sob ensaio multitensão, deve ser utilizada a maior tensão nominal.

9.23.1.2 Para equipamentos sob ensaio cujo circuito da fonte auxiliar é independente do circuito de medição, as variações deverão ser aplicadas na fonte auxiliar e no circuito de medição simultaneamente.

9.23.1.3 Esse ensaio não se aplica a equipamentos sob ensaio de conexão direta.

9.23.2 Metodologia

9.23.2.1 Energizar o equipamento sob ensaio por pelo menos 1 h.

9.23.2.2 Submeter o equipamento sob ensaio a uma variação brusca de tensão de utilização passando a 200 % da tensão nominal, durante 1 s.

9.23.2.3 Caso seja necessário repetir este ensaio, aguardar um tempo mínimo de 10 min antes de variar bruscamente a tensão de utilização.

9.23.3 Resultado

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se após o ensaio apresentar erros dentro dos limites estabelecidos nas Tabelas 2 e 2a do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022, nas condições definidas na alínea “a” do subitem 8.2.2.

9.24 Ensaio do mostrador

9.24.1 Condições específicas

9.24.1.1 O ensaio deve ser realizado aplicando-se ao equipamento sob ensaio tensão nominal (V_n) e corrente entre a nominal (I_n) e a máxima ($I_{m\acute{a}x}$) e comparando o valor indicado com um medidor padrão.

9.24.1.1.1 Se o mostrador exibir somente energia ativa, o fator de potência deve ser unitário.

9.24.1.1.2 Se exibir somente energia reativa, o $\sin \varphi$ deve ser 1 indutivo.

9.24.1.1.3 Se o mostrador exibir energias ativa e reativa, o ensaio deve ser feito em cada uma das condições indicadas nos dois itens anteriores ou utilizando o fator de potência 0,707 indutivo ($\varphi = 45^\circ$) e, neste último caso, o tempo do ensaio deverá ser multiplicado por $\sqrt{2}$.

	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 33/40
---	----------------------	--------------------	-------------------------

9.24.1.2 A verificação do mostrador deve ser executada fazendo-se passar pelo equipamento sob ensaio uma quantidade de energia ativa (e/ou reativa), durante o período de tempo definido.

9.24.1.3 Realizar o ensaio nos mostradores externos.

9.24.1.4 No caso do SIP, o ensaio pode ser realizado coletando as informações referentes ao consumo de energia através de dispositivo físico ou software.

9.24.2 Metodologia

9.24.2.1 Calcular o tempo de ensaio como sendo um período equivalente ao tempo necessário para que o segundo dígito menos significativo da energia exibida pelo mostrador mude 10 vezes de valor, caso fossem aplicados, em todos os seus elementos, corrente, fator de potência e tensão de acordo com o item 9.24.1.1, e caso seu erro fosse nulo nessa condição.

9.24.2.1.1 Caso o equipamento sob ensaio permita, a resolução de exibição no mostrador poderá ser programada para a condição que minimize o tempo de ensaio.

9.24.2.2 Energizar o equipamento sob ensaio sem aplicar corrente e anotar o(s) valor(es) da(s) energia(s) indicada(s) pelo mostrador.

9.24.2.3 Aplicar tensão nominal, a corrente escolhida entre a nominal e a máxima e fator de potência de acordo com 9.24.1.1, a todos os elementos do equipamento sob ensaio.

9.24.2.4 Aguardar o tempo de ensaio determinado em 9.24.2.1 e zerar as correntes fornecidas ao equipamento sob ensaio.

9.24.2.5 Anotar o valor exibido pelo mostrador relativo à(s) energia(s), calculando a diferença entre este(s) e o(s) anotado(s) anteriormente.

9.24.2.6 Caso o equipamento sob ensaio possua mais de um mostrador, todos devem ser ensaiados.

9.24.3 Resultado

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se estiver de acordo com os efeitos estabelecidos na Tabela 8 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

9.24.4 Verificação do método de cálculo de energia

9.24.5 O objetivo deste ensaio é verificar se o método de cálculo e registro da energia em equipamentos sob ensaio polifásicos consiste no módulo da soma das energias de cada elemento de medição.

9.24.5.1 Condições específicas

 INMETRO	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 34/40
---	----------------------	--------------------------	-------------------------------

9.24.5.1.1 O ensaio deve ser realizado aplicando-se ao equipamento sob ensaio tensão nominal (V_n) e corrente entre a nominal (I_n) e a máxima ($I_{máx}$) e comparando o valor indicado com um medidor padrão. Se o mostrador exibir somente energia ativa, o fator de potência deve ser unitário.

9.24.5.1.1.1 Se exibir somente energia reativa, o $\cos \phi$ deve ser 1 indutivo.

9.24.5.1.1.2 Se o mostrador exibir energias ativa e reativa, o fator de potência deverá ser 0,707 indutivo ($\phi = 45^\circ$) e o tempo do ensaio deverá ser multiplicado por $\sqrt{2}$.

9.24.5.1.2 A verificação do mostrador deve ser executada fazendo-se passar pelo equipamento sob ensaio uma quantidade de energia ativa (e/ou reativa), durante o período de tempo definido.

9.24.5.2 Para equipamentos sob ensaio de 3 elementos:

9.24.5.2.1 Calcular o tempo de ensaio como sendo um período equivalente ao tempo necessário para que o segundo dígito menos significativo da energia exibida pelo mostrador mude 10 vezes de valor, caso fossem aplicados, em todos os seus elementos, corrente, fator de potência e tensão de acordo com o item 9.24.5.1.1 (tendo uma das fases sua carga invertida), e caso seu erro fosse nulo nessa condição.

9.24.5.2.1.1 Caso o equipamento sob ensaio permita, a resolução de exibição no mostrador poderá ser programada para a condição que minimize o tempo de ensaio.

9.24.5.2.2 Energizar o equipamento sob ensaio sem aplicar corrente e anotar o (s) valor (es) da (s) energia (s) indicada (s) pelo mostrador.

9.24.5.2.3 Aplicar tensão nominal, corrente escolhida entre a nominal e a máxima e fator de potência de acordo com 9.24.5.1.1, a todos os elementos do equipamento sob ensaio, sendo que a carga de uma das fases deve ser invertida.

9.24.5.2.4 Aguardar o tempo de ensaio determinado em 9.24.5.2.1 e zerar as correntes fornecidas ao equipamento sob ensaio.

9.24.5.2.5 Anotar o valor exibido pelo mostrador relativo à energia, calculando a diferença entre este e o anotado anteriormente.

9.24.5.2.6 Repetir o ensaio para as demais fases, uma de cada vez.

9.24.5.3 Para equipamentos sob ensaio de 2 elementos:

9.24.5.3.1 O tempo de ensaio de ser o estabelecido em 9.24.5.2.1.

9.24.5.3.2 Energizar o equipamento sob ensaio sem aplicar corrente e anotar o valor da energia indicada pelo mostrador.

9.24.5.3.3 Aplicar tensão nominal, corrente escolhida entre a nominal e a máxima e fator de potência de acordo com 9.24.4.1.1, a todos os elementos do equipamento sob ensaio, sendo que a carga de uma das fases deve ser invertida.

	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 35/40
---	----------------------	--------------------	-------------------------

9.24.5.3.4 Aguardar o tempo de ensaio determinado em 9.24.5.2.1 e zerar as correntes fornecidas ao equipamento sob ensaio.

9.24.5.3.5 Anotar o valor exibido pelo mostrador relativo à(s) energia(s), calculando a diferença entre este(s) e o(s) anotado(s) anteriormente.

9.24.5.4 Resultado

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se estiver de acordo com os efeitos estabelecidos na Tabela 8 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

9.25 Verificação do tempo de autonomia

9.25.1 Condições específicas

9.25.1.1 O equipamento sob ensaio deve ser energizado com tensão e frequência nominais, por pelo menos 1 h antes do ensaio ou pelo tempo recomendado pelo fabricante, limitado a 6 h.

9.25.1.2 O ensaio deve ser realizado à temperatura de $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ e à umidade relativa de 40 % a 60 %.

9.25.1.3 Se o equipamento sob ensaio possuir relógio, este deve ser sincronizado com um relógio externo de exatidão melhor ou igual a $10\text{ }\mu\text{s/s}$.

9.25.1.4 Caso o equipamento sob ensaio seja sincronizado ao relógio de forma automática, o sincronismo deverá ser desabilitado antes de o equipamento sob ensaio ser desenergizado.

9.25.1.5 Este ensaio somente se aplica a equipamentos sob ensaio que armazenem informações em memória volátil, mantida por dispositivo de manutenção de memória volátil como, por exemplo, bateria ou supercapacitor. Caso o sistema ou medidor permita a configuração em ambas as bases de tempo, o ensaio deve ser realizado em ambas as situações.

9.25.2 Metodologia

9.25.2.1 Após ter energizado o equipamento sob ensaio durante o tempo determinado, ler e registrar os valores dos registros internos do equipamento sob ensaio relativos às energias e memória de massa, se houver.

9.25.2.2 Interromper a alimentação do equipamento sob ensaio durante um período de $120\text{ h} \pm 1\text{ h}$.

9.25.2.3 Em seguida, energizar novamente o equipamento sob ensaio e fazer a leitura dos valores dos registros internos do equipamento sob ensaio relativos às energias e memória de massa, se houver.

9.25.2.4 Comparar a indicação de horário do equipamento sob ensaio com a referência de tempo.

9.25.3 Resultado

 INMETRO	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 36/40
---	----------------------	--------------------------	-------------------------------

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se estiver de acordo com os efeitos estabelecidos na Tabela 8 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

9.26 Ensaio climático

9.26.1 O ensaio deve ser realizado em câmara climática.

9.26.1.1 As mudanças de temperatura não devem exceder a 1 °C/min durante o aquecimento e o resfriamento.

9.26.2 Ensaio cíclico de calor úmido

9.26.2.1 Condições específicas

9.26.2.1.1 O equipamento sob ensaio deve ser ensaiado nas seguintes condições:

- a) circuitos de tensão e circuitos auxiliares energizados com tensão nominal; e
- b) sem qualquer corrente nos circuitos de corrente.

9.26.2.1.2 O ensaio consiste em expor o equipamento sob ensaio a 6 ciclos de 24 h com variações cíclicas de temperatura entre 25 °C e a temperatura máxima de 55 °C ± 2 °C, mantendo a umidade relativa entre 92 % e 98 %, durante as mudanças de temperatura e nas fases de temperatura baixa, e entre 90 % e 96 % nas fases de temperatura alta.

9.26.2.2 Metodologia

9.26.2.2.1 O ciclo de 24 h consiste de:

- a) subir a temperatura durante 3 h ± 30 min;
- b) manter a temperatura em 55 °C ± 2 °C até 12 h ± 30 min do começo do ciclo;
- c) diminuir a temperatura para 25 °C ± 2 °C dentro de 3 h a 6 h.
 - c.1)** A taxa de diminuição da temperatura, durante a primeira hora e meia, deve ser feita de maneira que a temperatura de 25 °C ± 2 °C seja atingida em 3 h ± 15 min; e
- d) manter a temperatura em 25 °C ± 2 °C até completar o ciclo de 24 h.

9.26.2.2.2 Vinte e quatro horas após o fim do ensaio, o equipamento sob ensaio deverá ser submetido aos seguintes ensaios:

- a) ensaio de tensão de impulso, de acordo com o subitem 9.2.2 desta norma, exceto que a tensão de impulso deverá ser multiplicada por um fator de 0,8; e
- b) deve ter levantado seus erros de medição nas condições 10% In (FP=1) e In (FP= 1; 0,5i e 0,8c).

9.26.2.3 Resultado

	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 37/40
---	----------------------	--------------------	-------------------------

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se estiver de acordo com os efeitos estabelecidos na Tabela 8 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

9.27 Ensaio de influência de harmônicas ímpares

9.27.1 O ensaio deve ser realizado com tensão e frequência nominais. A corrente nominal de referência e a corrente chaveada aplicadas ao equipamento sob ensaio deverão seguir a forma de onda representada na Figura 8, sendo I_n a corrente nominal do equipamento sob ensaio.

9.27.1.1 O fator de distorção da tensão deve ser inferior a 1%.

9.27.2 O circuito a ser utilizado pode ser como o apresentado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.9** ou outro equipamento capaz de produzir as formas de onda de tensão e corrente requeridas para o ensaio.

9.27.3 Metodologia

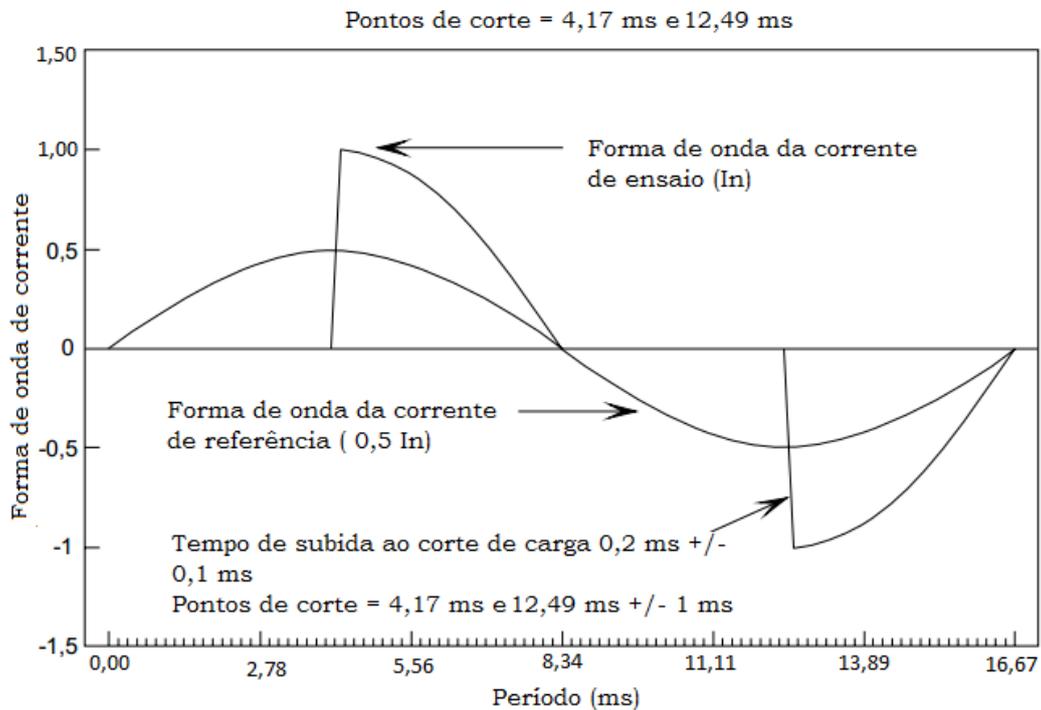
9.27.3.1 Energizar todos os elementos do equipamento sob ensaio e determinar o seu erro percentual (e_1) sob condições normais de operação com tensão e corrente senoidais.

9.27.3.2 Aplicar a corrente chaveada conforme a **Erro! Fonte de referência não encontrada.8** e determinar o erro percentual do equipamento sob ensaio nessa condição.

9.27.4 Resultado

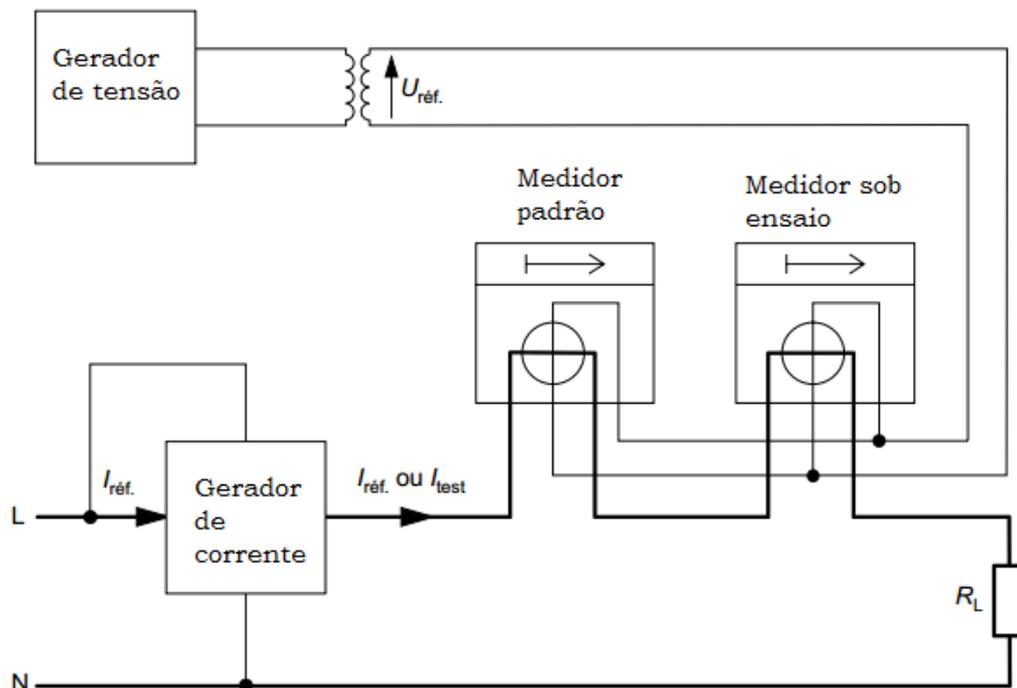
O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se as variações do erro percentual estiverem dentro dos limites estabelecidos na Tabela 7 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

Figura 8 – Formas de onda para ensaio de influência de harmônicas ímpares



Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

Figura 9 – Esquema do circuito de ensaio de influência de harmônicas ímpares



Fonte: Dimel/Dgtec/Segel

9.28 Ensaio de influência de sub-harmônicas

	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 39/40
---	----------------------	--------------------	-------------------------

9.28.1 O ensaio deve ser realizado com tensão e frequência nominais.

9.28.1.1 O fator de distorção da tensão deve ser inferior a 1%.

9.28.2 A corrente nominal de referência e a corrente distorcida aplicadas ao equipamento sob ensaio deverão seguir a forma de onda representada na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, sendo I_n a corrente nominal do equipamento sob ensaio, valor este apresentado na placa de identificação do equipamento sob ensaio.

9.28.2.1 A corrente distorcida de ensaio se apresenta com dois ciclos presentes, com valor eficaz igual ao nominal da placa de identificação e dois ciclos ausentes (corrente zerada por dois períodos).

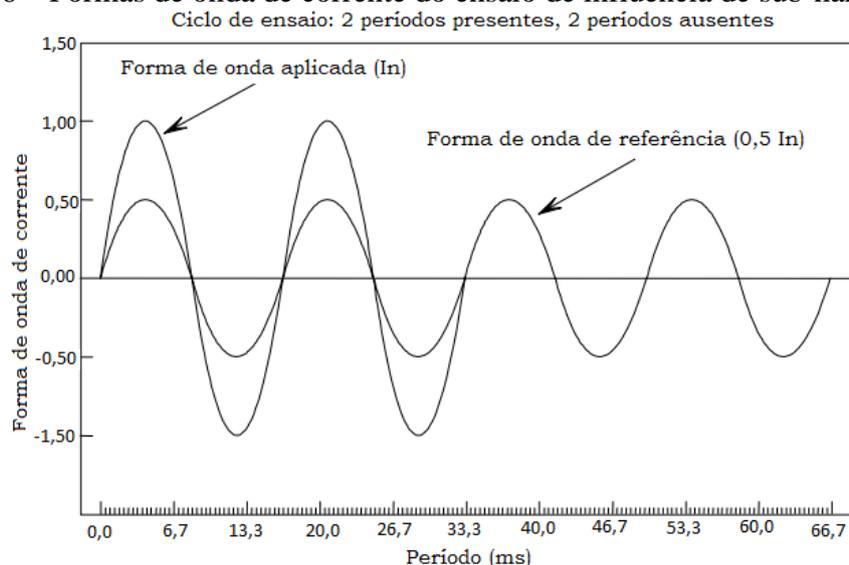
9.28.3 O circuito a ser utilizado pode ser como o apresentado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** ou outro equipamento capaz de produzir as formas de onda de tensão e corrente requeridas para o ensaio.

9.28.4 Metodologia

9.28.4.1 Energizar todos os elementos do equipamento sob ensaio e determinar o seu erro percentual (e_1) sob condições de normais de operação com tensão e corrente senoidais.

9.28.4.2 Aplicar a corrente distorcida, conforme a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e determinar o erro percentual do equipamento sob ensaio nessa condição.

Figura 6 – Formas de onda de corrente do ensaio de influência de sub-harmônicas



 INMETRO	NIT-SEGEL-042	REV. 00	PÁGINA 40/40
---	----------------------	--------------------------	-------------------------------

9.28.5 Resultado

O equipamento sob ensaio é considerado aprovado se as variações do erro percentual estiverem dentro dos limites estabelecidos na Tabela 7 do RTM a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23 de maio de 2022.

10 RESULTADOS

10.1 Os resultados dos ensaios devem ser analisados pela Dimel/Dgtec/Segel, conforme os critérios do RTM em vigor, de forma a obter um parecer conclusivo sobre a aprovação ou reprovação do instrumento.

11 HISTÓRICO DA REVISÃO E QUADRO DE APROVAÇÃO

Revisão	Data	Itens Revisados
00	Set/2022	▪ Emissão inicial.

Quadro de Aprovação		
	Nome	Atribuição
Elaborado por:	José Henrique de Melo Luna	Técnico em Metrologia Legal
Verificado por:	Henrique de Araujo Alves	Técnico em Metrologia Legal
	Felipe José da Costa Padilha Paulo Cesar Ramalho Brandão	Pesquisador Tecnologista Pesquisador Tecnologista
Aprovado por:	Rodrigo Otávio Ozanan de Oliveira	Chefe do Segel