

	ENSAIOS DE COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA PARA AVALIAÇÃO DE MODELOS DE SISTEMAS DE MEDIÇÃO OU MEDIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA	NORMA Nº NIT-SEGEL-044	REV. Nº 00
		PUBLICADO EM SET/2022	PÁGINA 1/18

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 Ensaios de compatibilidade eletromagnética
- 10 Conclusão
- 11 Histórico da revisão e quadro de aprovação

1 OBJETIVO

Esta Norma estabelece os procedimentos adotados para execução de ensaios de compatibilidade eletromagnética para avaliação de modelos de Sistemas de Medição ou Medidores Eletrônicos de Energia Elétrica Ativa e/ou Reativa.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Esta Norma se aplica à Dimel/Dgtec/Segel, 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 23/05/2022	Regulamento técnico metrológico para medidores eletrônicos de energia elétrica ativa e/ou reativa, monofásicos e polifásicos.
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
Norma IEC 61000-4-5:2014 Ed. 3.0	<i>Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-5: Testing and measurement techniques - Surge immunity test</i>
Norma ABNT NBR IEC 61000-4-5:2017	Compatibilidade eletromagnética (EMC) - Parte 4-5: Ensaios e técnicas de medição — Ensaio de imunidade a surtos

(continua)

	NIT-SEGEL-044	REV. 00	PÁGINA 2/18
---	----------------------	--------------------	------------------------


Norma IEC 61000-4-4:2012 Ed. 3.0	<i>Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-4: Testing and measurement techniques - Electrical fast transient/burst immunity test</i>
Norma ABNT NBR IEC 61000-4-4:2015	Compatibilidade eletromagnética (EMC) - Parte 4-4: Ensaios e técnicas de medição - Ensaio de imunidade a transiente elétrico rápido/salva
Norma IEC 61000-4-2:2008 Ed. 2.0	<i>Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test</i>
Norma ABNT/IEC 61000-4-2:2013	Compatibilidade eletromagnética (EMC) - Parte 4-2: Ensaios e técnicas de medição — Ensaio de imunidade de descarga eletrostática
Norma IEC 61000-4-3:2010 Ed. 3.2	<i>Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-3 : Testing and measurement techniques - Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test</i>
Norma ABNT NBR IEC 61000-4-3:2014	Compatibilidade eletromagnética (EMC) - Parte 4-3: Ensaios e técnicas de medição - Ensaio de imunidade a campos eletromagnéticos de radiofrequências irradiados
Norma IEC 61000-4-20:2010 Ed. 2.0	<i>Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-20: Testing and measurement techniques - Emission and immunity testing in transverse electromagnetic (TEM) waveguides</i>
Norma IEC 61000-4-11:2004 Ed. 2.0	<i>Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-11: Testing and measurement techniques - Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests for equipment with input current up to 16 A per phase</i>
Norma IEC 61000-4-6:2013 Ed. 4.0	<i>Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-6: Testing and measurement techniques - Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields</i>
Norma ABNT NBR IEC 61000-4-6:2019	Compatibilidade eletromagnética (EMC) - Parte 4-6: Técnicas de medição e ensaio — Imunidade a perturbação conduzida, induzida por campos de radiofrequência
Norma IEC 61000-4-19:2014	<i>Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-19: Testing and measurement techniques - Test for immunity to conducted, differential mode disturbances and signaling in the frequency range 2 kHz to 150 kHz at a.c. power ports</i>

5 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Aplica-se o Manual do fabricante e/ou memorial descritivo para cada equipamento sob ensaio.

6 SIGLAS

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

	NIT-SEGEL-044	REV. 00	PÁGINA 3/18
---	----------------------	--------------------	------------------------

CDN	Rede de acoplamento/desacoplamento (em inglês <i>Coupling/Decoupling Network</i>)
Dips	Curtas interrupções e/ou quedas de tensão
EFT	Transientes elétricos rápidos (em inglês <i>Electrical Fast Transients</i>)
EMC	Compatibilidade eletromagnética (em inglês <i>Electromagnetic Compatibility</i>).
ESD	Descarga eletrostática (em inglês <i>Electrostatic Discharge</i>)
ESE	Equipamento sob ensaio
RF conduzida	Campos eletromagnéticos de radiofrequência conduzida (RF conduzida)
RF irradiada	Campos eletromagnéticos de radiofrequência irradiada
<i>Ring wave</i>	Onda de anel
RTM	Regulamento Técnico Metrológico
Surto	Impulso combinado de tensão e corrente (em inglês <i>Surge</i>)
TLI	Terminal de leitura individual

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 23/05/2022.

7.1 Equipamento sob ensaio (ESE)

Sistema de medição de energia elétrica, suas partes ou medidores que o compõem ou o medidor de energia elétrica que será submetido aos ensaios desta norma.

8 GENERALIDADES


8.1 Condições gerais para realização dos ensaios

Para todos os ensaios de EMC, o sistema deve ser ensaiado como instrumento de piso, enquanto o medidor deve ser ensaiado como instrumento de mesa. O ESE deve estar devidamente montado com as suas tampas e acessórios como em modo de operação normal de funcionamento. Nos ensaios com corrente, o TLI deve estar conectado no lado de carga do módulo que está circulando a corrente. Nos outros casos, o TLI pode estar conectado a qualquer módulo desde que esteja configurado para exibir a respectiva indicação.

8.1.1 Todas as partes especificadas para serem aterradas devem ser aterradas conforme prescrito nas normas de referência do ensaio.

8.1.2 Para os medidores polifásicos os ensaios podem ser realizados monofásicamente, respeitando à viabilidade técnica, alimentando os circuitos de tensão (sequência zero) e corrente com a mesma fase (bobinas de corrente em série). O laboratório é responsável pela validação do método de ensaio de instrumentos polifásicos devendo se assegurar da sua aceitação por parte da Dimel.

8.1.3 O ESE com mais de uma tensão nominal ou com faixa nominal de tensão de alimentação (não confundir com os limites operativos) devem ser ensaiados na tensão nominal especificada pelo requerente na solicitação de avaliação ou modificação de modelo. Para especificação da tensão nominal o fabricante

	NIT-SEGEL-044	REV. 00	PÁGINA 4/18
---	----------------------	--------------------	------------------------

deve especificar a tensão linha-neutro. Instrumentos sem neutro devem especificar a tensão nominal linha-linha.

8.1.4 Para o caso de sistemas em que há apenas módulos de medição monofásicos onde a medição de cargas polifásicas é feita através da combinação de dois ou três módulos monofásicos, um destes módulos deverá estar configurado para emitir os pulsos metrológicos da medição polifásica. Para a avaliação da influência das perturbações na exatidão do ESE, é suficiente executar os ensaios circulando corrente em três módulos configurados para medição trifásica. 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.

8.1.5 Os ensaios devem ser realizados no sistema completamente montado, com a capacidade máxima de módulos de medição possível, configurado para medição com pelo menos um módulo de cada configuração. Devem ser fornecidos os acessórios necessários para monitoramento das grandezas, tais como os respectivos mostradores e o concentrador primário (se existir).

8.1.5.1 Nos ensaios de EMC onde o erro de medição antes (e1) e durante a perturbação (e2) deve ser monitorado, o sistema inteiro deve ser submetido aos distúrbios enquanto a circulação de corrente acontece em um (1) dos módulos de medição ou dos medidores que o compõem. Da mesma forma, nos ensaios de EMC onde é necessário monitorar a indicação da medição ou o LED metrológico, o sistema inteiro deve ser submetido aos distúrbios enquanto o mostrador (TLI) ou o LED de apenas um dos módulos é monitorado.

8.1.5.2 Para efeitos práticos desta norma, os módulos de medição do sistema, medidores de energia que o compõem, assim como, os medidores de energia serão chamados de equipamento sob ensaio.

8.1.6 A temperatura ambiente e a umidade devem ser anotadas para cada ensaio.


8.2 Condições de referência

8.2.1 Todos os ensaios devem ser realizados nas condições de operação especificadas pelo fabricante.

9 ENSAIOS DE COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA

9.1 Os ensaios de avaliação de modelo compreendem:

- a) ensaio de impulso combinado (Surto);
- b) ensaio de transientes elétricos (EFT);
- c) ensaio de imunidade à descarga eletrostática (ESD);
- d) ensaio de imunidade a campos eletromagnéticos de radiofrequência irradiada (RF irradiada);
- e) ensaio de imunidade a curtas interrupções e quedas de tensão (Dips);
- f) ensaio de imunidade a campos eletromagnéticos de radiofrequência conduzida (RF conduzida); e
- g) ensaio de correntes diferenciais.

	NIT-SEGEL-044	REV. 00	PÁGINA 5/18
---	----------------------	--------------------	------------------------

9.2 Ensaio de imunidade a Impulso combinado

Utiliza-se como referência para o procedimento de ensaio de impulso combinado as normas descritas no item 2.5.2.4.1. do RTM.

9.2.1 Objetivo

Verificar conformidade com os requisitos do item 2.5.2.2, Tabela 9, do Regulamento Técnico Metrológico a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23/05/2022, sob condições em que há superposição de impulsos combinados na tensão da rede elétrica e, se aplicável, nas portas de comunicação.

9.2.2 Condições específicas

9.2.2.1 O ESE deve ser ensaiado na condição de operação especificada pelo fabricante, com os circuitos de tensão e circuitos auxiliares energizados com tensão nominal (maior valor, se mais de um) e sem corrente nos circuitos de corrente (terminais abertos).

9.2.2.2 Comprimento do cabo entre o gerador de impulso e o ESE: < 2 m.

9.2.2.3 Devem ser monitorados os LEDs metrológicos durante a aplicação da perturbação.

9.2.2.4 Todo o conjunto de equipamentos que compreendem o sistema de medição deve estar energizado com tensão nominal, incluindo o mostrador externo.

9.2.2.5 O nível de severidade especificado para este ensaio é nível 4 (2 kV entre linhas e 4 kV entre linha e terra), entretanto, conforme item 8 da norma IEC 61000-4-5, todos os níveis inferiores também deverão ser ensaiados.

9.2.3 Metodologia

9.2.3.1 Para instrumentos com neutro e sem terminal de aterramento (PE), o terminal N deve ser considerado como PE e, portanto os impulsos devem ser aplicados conforme descrito a seguir:

- a) $\pm 0,5$ kV, ± 1 kV e ± 2 kV entre linhas ($Z_{\text{fonte}} = 2 \Omega$); e
- b) $\pm 0,5$ kV, ± 1 kV, ± 2 kV e ± 4 kV entre linha e neutro ($Z_{\text{fonte}} = 12 \Omega$)

9.2.3.2 Instrumentos sem neutro devem aplicar impulsos de $\pm 0,5$ kV, ± 1 kV e ± 2 kV entre as linhas ($Z_{\text{fonte}} = 2 \Omega$)

9.2.3.3 Em instrumentos com neutro e com terminal de aterramento (PE), os impulsos devem ser aplicar assim:

- a) $\pm 0,5$ kV, ± 1 kV e ± 2 kV entre linhas ($Z_{\text{fonte}} = 2 \Omega$);
- b) $\pm 0,5$ kV, ± 1 kV e ± 2 kV entre cada linha e o neutro ($Z_{\text{fonte}} = 2 \Omega$); e
- c) $\pm 0,5$ kV, ± 1 kV, ± 2 kV e ± 4 kV entre cada linha (considerar o neutro como linha) e o terminal PE ($Z_{\text{fonte}} = 12 \Omega$).

	NIT-SEGEL-044	REV. 00	PÁGINA 6/18
---	----------------------	--------------------	------------------------

9.2.3.4 O ângulo de fase: pulsos aplicados a 0°, 90°, 180° e 270° relativos ao cruzamento por zero da fonte de alimentação CA; No caso de alimentação auxiliar em CC, ou a aplicação N-PE não há sincronização com o ângulo de fase.

9.2.3.5 Para circuitos auxiliares de alimentação com tensão nominal acima de 40 V:

- a) aplicar impulsos de entre as linhas: $\pm 0,5$ kV e ± 1 kV com impedância da fonte: 2 Ω ; e
- b) aplicar impulsos de entre cada linha e terra: $\pm 0,5$ kV, ± 1 kV e ± 2 kV com impedância da fonte: 12 Ω .

9.2.3.6 Para circuitos auxiliares de alimentação abaixo de 40 V: ensaio não aplicável.

9.2.3.7 número de impulsos: 5 positivos e 5 negativos em cada nível de tensão especificado.

9.2.3.8 Intervalo entre impulsos: 1 minuto.

9.2.4 Resultado

O ESE é considerado aprovado se atender o critério B estabelecido na Tabela 10 da Portaria Inmetro nº 221, de 23/05/2022. No caso de sistemas de medição todas as partes integrantes devem atender o critério B para considerar o sistema aprovado.

9.3 Ensaio de imunidade a transientes elétricos

Utiliza-se como referência para o procedimento de ensaio de transientes elétricos as normas descritas no item 2.5.2.4.2 do RTM.

9.3.1 Objetivo

Verificar conformidade com os requisitos do item 2.5.2.2, Tabela 9, do Regulamento Técnico Metrológico a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23/05/2022 sob condições em que há superposição de transientes elétricos na tensão da rede elétrica e, se aplicável, nas portas de comunicação.

9.3.2 Condições específicas

9.3.2.1 O ensaio deve ser realizado nas seguintes condições:

- a) ESE na condição de operação, tendo os circuitos auxiliares acima de 40 V energizados com suas tensões nominais e os circuitos de corrente energizados com corrente nominal e $\cos \varphi = 1$ (para equipamentos sob ensaio de energia ativa) ou $\sin \varphi = 1$ (para equipamentos sob ensaio de energia reativa);
- b) comprimento do cabo entre o dispositivo de acoplamento e o ESE sob ensaio: 1 m;
- c) tensão de ensaio nos circuitos de tensão: 4 kV;
- d) tensão de ensaio nos circuitos auxiliares com tensão nominal acima de 40 V: 2 kV;
- e) tensão de ensaio em circuitos auxiliares com tensão abaixo de 40 V (portas de comunicação): 1 kV;
- f) duração do ensaio: 60 s para cada polaridade;
- g) polaridade: positiva e negativo;

h) caso o circuito auxiliar de alimentação seja em CC poderá ser utilizado um alicate de acoplamento capacitivo, caso não seja possível aplicar a perturbação através de CDN conforme especificado na norma de referência; e

i) todo o conjunto de equipamentos que compreendem o sistema de medição deve estar energizado com tensão nominal, incluindo o mostrador externo.

9.3.2.2 A determinação do erro do ESE deve ser feita utilizando-se o dispositivo (LED) de verificação/calibração.

9.3.3 Metodologia

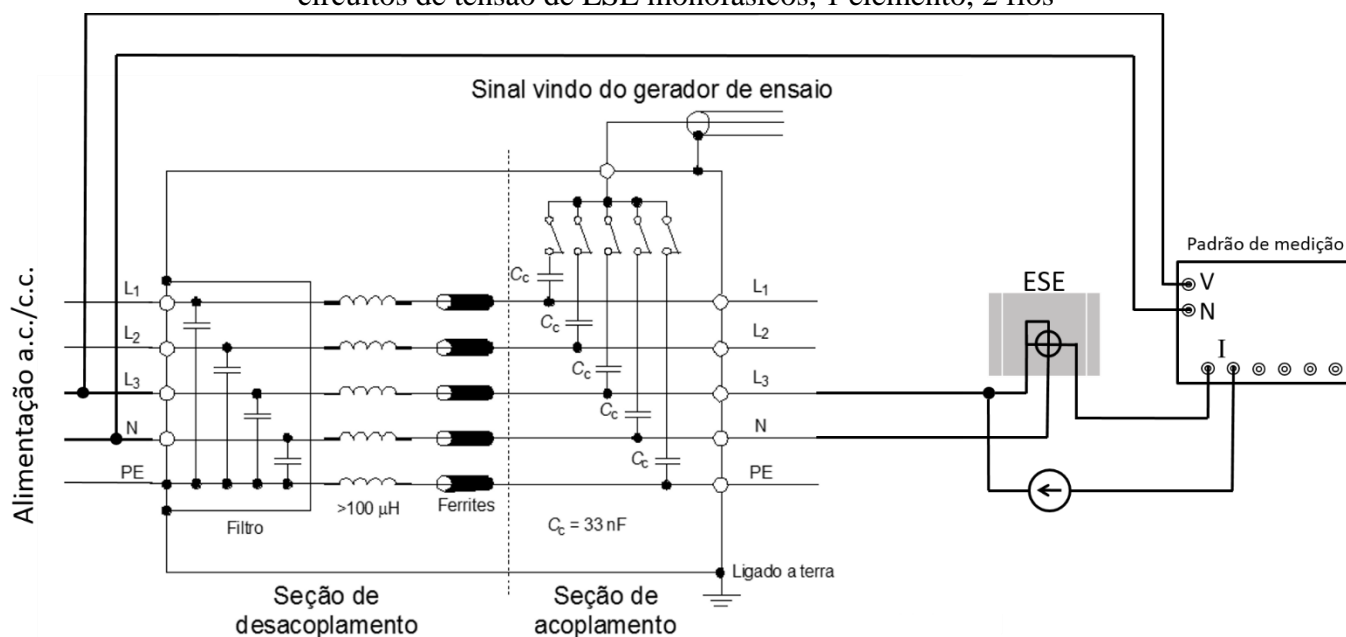
9.3.3.1 Levantar o erro do ESE nas condições especificadas no item 9.3.2.1.a sem aplicação dos transientes (e1).

9.3.3.2 Fazer duas medições do erro com perturbação (e2), aplicando a perturbação como segue:

- a) aos circuitos de tensão;
- b) aos circuitos auxiliares com alimentação acima de 40 V, se separados dos circuitos de tensão nas condições normais de serviço; e
- c) aos circuitos auxiliares abaixo de 40 V (portas de comunicação).

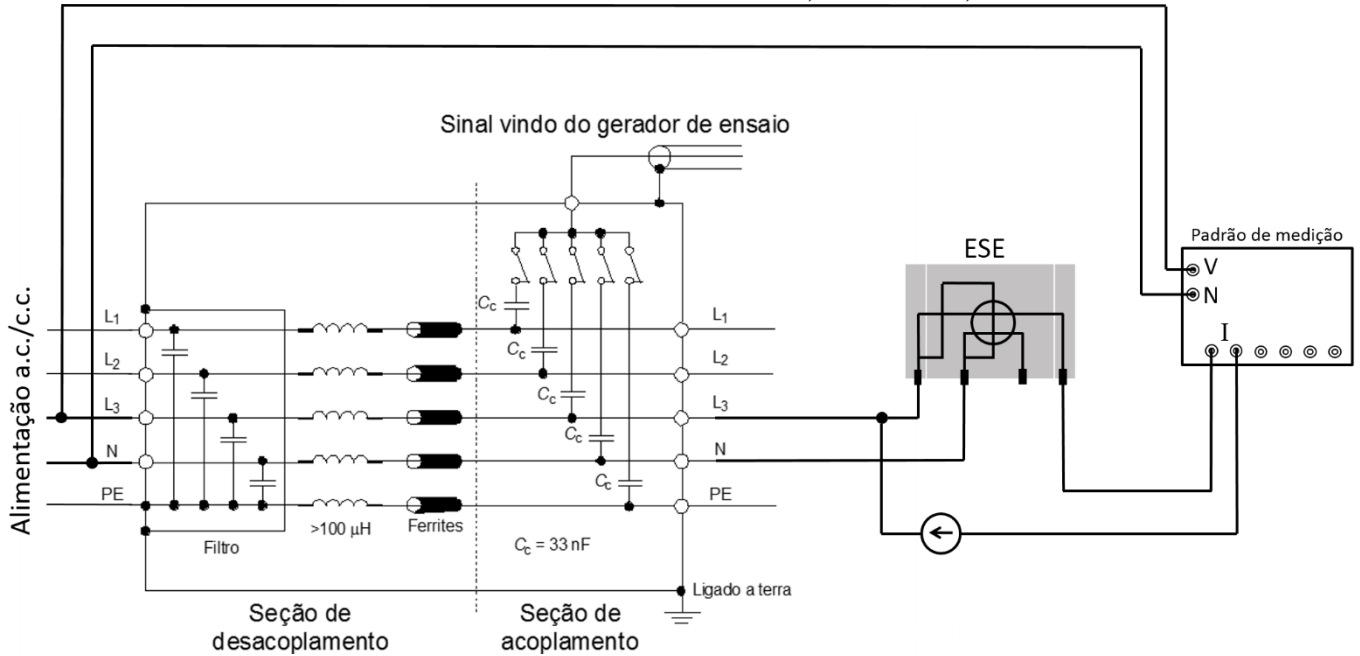
9.3.3.3 Nas Figuras 1 a 4 são apresentados exemplos de montagem para o ensaio de transientes elétricos.

Figura 1 - Exemplo de montagem para o ensaio de imunidade a transientes elétricos – Aplicação nos circuitos de tensão de ESE monofásicos, 1 elemento, 2 fios



Fonte: Dimel/Dgtec Segel e ABNT NBR IEC 61000-4-4

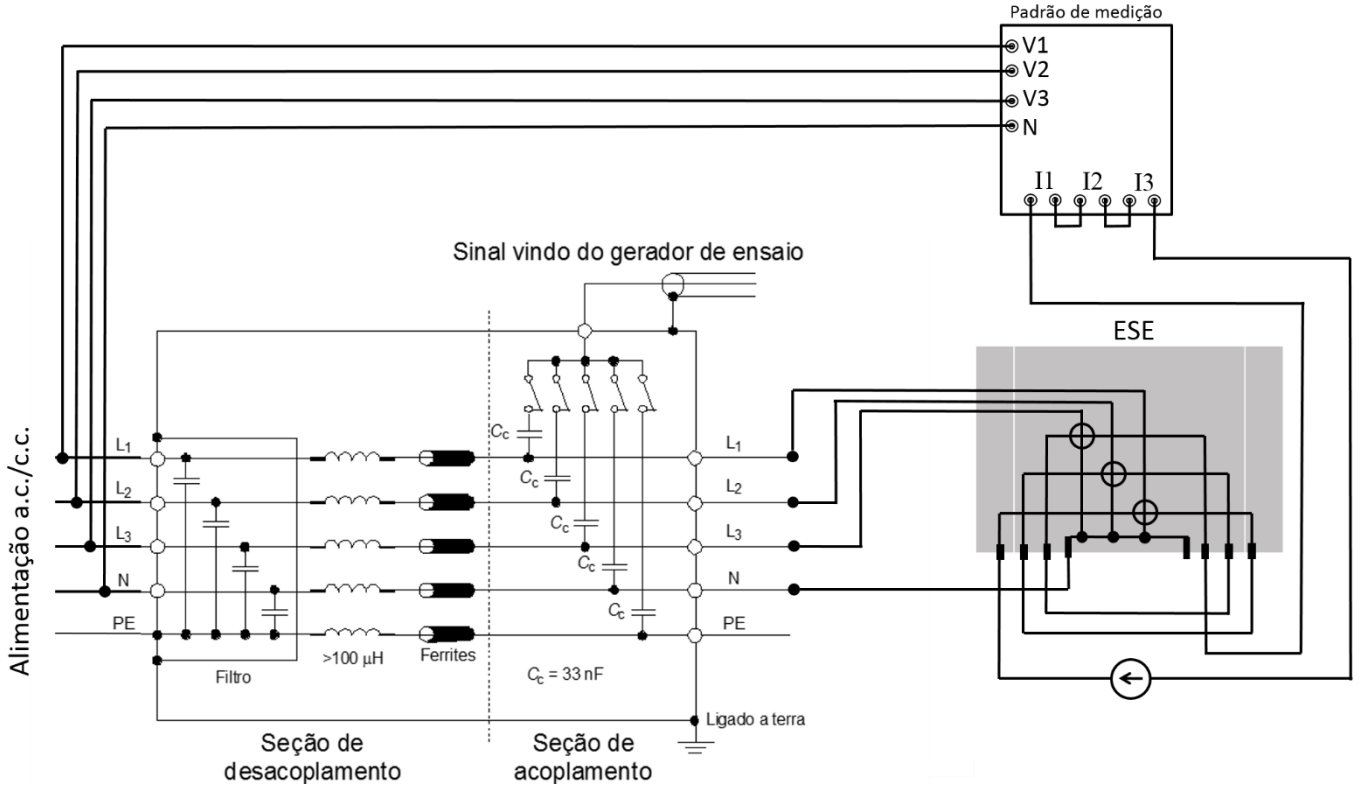
Figura 2 - Exemplo de montagem para o ensaio de imunidade a transientes elétricos – Aplicação nos circuitos de tensão de ESE monofásicos, 1 elemento, 3 fios



Fonte: Dimel/Dgtec Segel e ABNT NBR IEC 61000-4-4

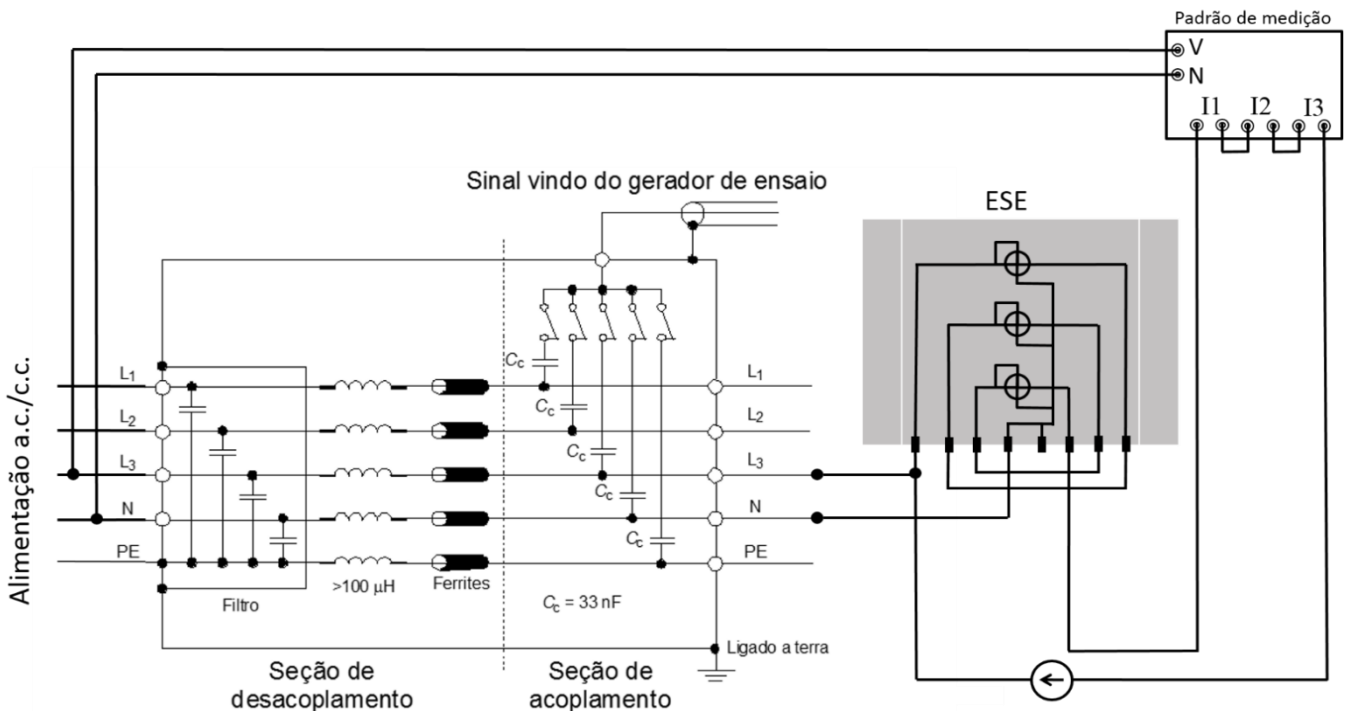
9.3.3.4 Na figura acima, o ensaio de transientes elétricos deve ser realizado duas vezes, primeiro exercitando com corrente um dos elementos de corrente do medidor e logo em seguida exercitando o outro elemento de corrente.

Figura 3 - Exemplo de montagem para o ensaio de imunidade a transientes elétricos – Aplicação nos circuitos de tensão de ESE trifásicos, 3 elementos, 4 fios, para medição indireta




Fonte: Dimel/Dgtec Segel e ABNT NBR IEC 61000-4-4

Figura 4 - Exemplo de montagem para o ensaio de imunidade a transientes elétricos – Aplicação nos circuitos de tensão de ESE trifásicos 3 elementos, 4 fios, para medição direta



Fonte: Dimel/Dgtec Segel e ABNT NBR IEC 61000-4-4

	NIT-SEGEL-044	REV. 00	PÁGINA 10/18
---	----------------------	--------------------	-------------------------

9.3.4 Resultado

O ESE é considerado aprovado se atender o critério A estabelecido na Tabela 10 da Portaria Inmetro nº 221, de 23/05/2022. No caso de sistemas de medição todas as partes integrantes devem atender o critério A para considerar o sistema aprovado.

9.4 Ensaio de imunidade a descargas eletrostáticas

Utiliza-se como referência para o procedimento de ensaio de descarga eletrostática a norma descrita no item 2.5.2.4.3 do RTM.

9.4.1 Objetivo

Verificar conformidade com os requisitos do item 2.5.2.2, Tabela 9, do Regulamento Técnico Metrológico a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23/05/2022, quando submetido a aplicação de descargas eletrostáticas diretas e indiretas.

9.4.2 Condições específicas

9.4.2.1 O ESE deve ser ensaiado nas condições de operação especificadas pelo fabricante, com tensão nominal (V_n) aplicada aos elementos de tensão, e com seus circuitos de correntes e auxiliares abertos.

9.4.2.2 O ensaio deve ser realizado nas seguintes condições:

a) nível de severidade:

- a.1) descargas diretas por contato: 8 kV, nas polaridades positiva e negativa; e
- a.2) descargas diretas pelo ar: 15 kV, nas polaridades positiva e negativa.

Nota – As descargas diretas pelo ar serão aplicadas em todos os níveis inferiores a 15 kV (ou seja, 2 kV, 4 kV, 8 kV e 15 kV).

b) métodos de aplicação direta:

- b.1) descarga por contato: aplicada nas superfícies condutoras e superfícies condutoras tratadas (pintadas) que não são declaradas como isolantes pelo fabricante;
- b.2) descarga pelo ar: aplicada nas superfícies isolantes e superfícies condutoras tratadas (pintadas) e declaradas como isolantes pelo fabricante;


c) método de aplicação indireta:

- c.1) são aplicadas descargas por contato nos planos de acoplamento horizontal e vertical colocados nas proximidades do instrumento sob ensaio; e

d) todo o conjunto de equipamentos que compreendem o sistema de medição deve estar energizado com tensão nominal, incluindo o mostrador externo.

9.4.3 Metodologia

9.4.3.1 Aplicar no mínimo 10 descargas simples espaçadas entre si de um tempo maior ou igual a 1 s, em cada polaridade, nos métodos de aplicação direta e indireta.

	NIT-SEGEL-044	REV. 00	PÁGINA 11/18
---	----------------------	--------------------	-------------------------

9.4.3.2 Os equipamentos sob ensaio sem terminais de aterramento (PE) devem ser descarregados a terra, após cada aplicação. No caso de instrumentos com neutro e sem terminal PE, o terminal N deve ser conectado à terra conforme esquema de aterramento TN-S.

9.4.3.3 As descargas diretas devem ser aplicadas em superfícies do ESE que sejam acessíveis ao operador durante utilização normal, fora da parte que serve de alojamento e tampa aos terminais de corrente do ESE.

9.4.3.3.1 No caso de sistemas, as descargas devem ser aplicadas diretamente aos módulos de medição, mantendo a porta do gabinete aberta (quando houver), nos mostradores externos e na superfície externa de eventuais caixas concentradoras contendo dispositivos outros que módulos de medição.

9.4.3.4 Devem ser monitorados os LED metrológicos durante a aplicação da perturbação.

9.4.4 Resultado

O ESE é considerado aprovado se atender o critério B estabelecido na Tabela 10 da Portaria Inmetro nº 221, de 23/05/2022. No caso de sistemas de medição todas as partes integrantes devem atender o critério B para considerar o sistema aprovado.

9.5 Ensaio de imunidade a campos eletromagnéticos de radiofrequência irradiada

Utiliza-se como referência para o procedimento de ensaio de campos eletromagnéticos de RF irradiada as normas descritas no item 2.5.2.4.4 do RTM.

9.5.1 Objetivo

Verificar que a variação do erro de medição devido aos campos eletromagnéticos de rádio frequência irradiada está em conformidade com os limites estabelecidos no item 2.5.2.2, Tabela 9, do Regulamento Técnico Metrológico a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23/05/2022.


9.5.2 Condições específicas

O ensaio deve ser realizado nas seguintes condições:

- a) faixa de frequência: 80 MHz a 2000 MHz;
- b) modulação: 80 % AM, 1 kHz onda senoidal;
- c) nível de intensidade do campo: 10 V/m; e
- d) comprimento do(s) cabo(s) exposto(s) ao campo eletromagnético: 1 m.

9.5.2.1 Todo o conjunto de equipamentos que compreendem o sistema de medição deve estar energizado com tensão nominal, incluindo o mostrador externo. O aterramento deve seguir as instruções de instalação do fabricante.

9.5.2.2 Todos os cabos de sinal devem estar conectados no instrumento. O fabricante deve fornecer o equipamento auxiliar a ser conectado na outra extremidade dos cabos de sinal, caso contrário essa extremidade será deixada em aberto.

	NIT-SEGEL-044	REV. 00	PÁGINA 12/18
---	----------------------	--------------------	-------------------------

9.5.2.3 Com circulação da corrente nominal no circuito de corrente ($FP = 1$) em todas as bobinas de corrente (É permitida a ligação das bobinas de corrente em série e os circuitos de tensão em paralelo, quando tecnicamente possível).

9.5.2.4 No caso de Sistema, esse deve estar completamente montado, com a porta do gabinete aberta, devendo ser monitorado o erro de medição de pelo menos um dos módulos de medição.

9.5.2.5 O tempo de parada em cada frequência (*dwell time*) deve ser suficiente para obter 1 erro de medição em cada ponto de frequência.

9.5.3 Metodologia

9.5.3.1 O ESE deve ser colocado na condição de operação com os circuitos auxiliares energizados e os circuitos de tensão e corrente energizados com tensão nominal, frequência nominal, corrente nominal e $\cos \varphi = 1$.

9.5.3.2 Em equipamentos sob ensaio que meçam tanto energia ativa quanto energia reativa, é suficiente monitorar o erro de medição de energia ativa.

9.5.3.3 O erro de medição deverá ser monitorado por comparação com um padrão de medição não exposto ao campo eletromagnético ou imune.

9.5.4 Resultado

O ESE é considerado aprovado se atender ao critério A estabelecido na Tabela 10 da Portaria Inmetro nº 221, de 23/05/2022. No caso de sistemas de medição todas as partes integrantes devem atender o critério A para considerar o sistema aprovado.

9.6 Ensaio de imunidade a curtas interrupções e quedas de tensão

Utiliza-se como referência para o procedimento de ensaio de curtas interrupções e quedas de tensão a norma descrita no item 2.5.2.4.5 do RTM.

9.6.1 Objetivo

Verificar conformidade com os requisitos do item 2.5.2.2, Tabela 9, do Regulamento Técnico Metrológico a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23/05/2022, sob condição de curtas interrupções e quedas de tensão.

9.6.2 Condições específicas

9.6.2.1 O ESE deve ser ensaiado nas condições de operação sem corrente nos terminais de corrente.

9.6.2.2 O fabricante deve especificar no manual de instruções a tensão nominal do ESE, sendo tomado este valor como tensão de referência. A tensão de referência (V_{ref}) para este ensaio é o menor valor nominal da tensão fase-neutro especificado pelo fabricante no manual de instruções. Em instrumentos sem neutro deve ser selecionada como tensão de referência o menor valor nominal da tensão fase-fase.

9.6.2.3 Quando especificada uma faixa de tensão nominal (V_{nom}^{min} e V_{nom}^{max}), (não confundir com os limites operativos) deve ser calculada a diferença entre o limite superior e o inferior da faixa de tensão nominal especificada pelo fabricante ($\Delta V = V_{nom}^{max} - V_{nom}^{min}$). A tensão de referência para este ensaio deve ser escolhida conforme os seguintes critérios:

- a) se $\Delta V \leq 0,2 \cdot V_{nom}^{min}$, então a tensão de referência será o limite inferior da faixa V_{nom}^{min} ; e
b) em qualquer outro caso, o ensaio deverá ser realizado duas vezes, tomando como tensão de referência, primeiro o limite superior e depois o limite inferior ou vice-versa.

9.6.2.4 Todo o conjunto de equipamentos que compreendem o sistema de medição deve estar energizado com tensão nominal, incluindo o mostrador externo.

9.6.3 Metodologia

9.6.3.1 Para medidores polifásicos (ou monofásicos 3 fios):

9.6.3.1.1 Curtas interrupções de tensão devem ser aplicadas simultaneamente em todas as fases.

9.6.3.1.2 Quedas de tensão em instrumentos sem neutro: a perturbação deve ser aplicada individualmente em cada circuito de tensão fase-fase, deixando os outros circuitos conectados à fonte de alimentação sem perturbação.


9.6.3.1.3 Quedas de tensão em instrumentos com neutro: a perturbação deve ser aplicada individualmente em cada circuito de tensão fase-neutro, deixando os outros circuitos conectados à fonte de alimentação sem perturbação.

9.6.3.2 Devem ser aplicadas as seguintes perturbações apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Curtas interrupções e quedas de tensão em CA

Evento	Redução de tensão (%Vref)	Duração (ciclos)	Nº de eventos	Ângulo de inserção	Tempo entre eventos (ciclos)
Interrupção de tensão 1	100	6	3	0°	3
Interrupção de tensão 2	100	60	3	0°	3
Interrupção de tensão 3	100	1	1	0°	n/a
Interrupção de tensão 4	95	300	3	0°	600
Queda de tensão 5	60	6	3	0°	600
Queda de tensão 6	60	60	3	0°	600
Queda de tensão 7	30	0,5	3 3	0° 180°	600
Queda de tensão 8	30	1	3	0°	00
Queda de tensão 9	50	3600	1	0°	n/a

Fonte: Dimel/Dgtec Segel

	NIT-SEGEL-044	REV. 00	PÁGINA 14/18
---	----------------------	--------------------	-------------------------

9.6.4 Resultado

O ESE é considerado aprovado se atender ao critério B estabelecido na Tabela 10 da Portaria Inmetro nº 221, de 23/05/2022. No caso de sistemas de medição todas as partes integrantes devem atender o critério A para considerar o sistema aprovado.

9.7 Ensaio de imunidade a campos eletromagnéticos de radiofrequência conduzida

Utiliza-se como referência para o ensaio de imunidade a campos eletromagnéticos de radiofrequência conduzidos as normas descritas no item 2.5.2.4.6 do RTM.

9.7.1 Objetivo

Verificar se a variação do erro de medição devido aos campos eletromagnéticos de rádio frequência conduzida está em conformidade com os limites estabelecidos no item 2.5.2.2, Tabela 9, do Regulamento Técnico Metrológico a que se refere a Portaria Inmetro nº 221, de 23/05/2022.

9.7.2 Condições específicas

9.7.2.1 O ESE deve ser ensaiado nas condições de operação, com os circuitos de tensão energizados com tensão nominal e os circuitos de corrente energizados com corrente nominal e fator de potência unitário.

9.7.2.2 A perturbação deve ser aplicada nos circuitos de tensão e, se aplicável, nas portas de comunicação/controlado, sendo levantado o erro de medição de energia ativa com um padrão de medição imune ao campo.

9.7.2.3 No caso de adição de várias portas de comunicação, o ensaio de RF conduzida pode ser realizado em todas as portas ao mesmo tempo, com todos os cabos de sinal agrupados como um único condutor.


9.7.2.4 Todo o conjunto de equipamentos que compreendem o sistema de medição deve estar energizado com tensão nominal, incluindo o mostrador externo.

9.7.3 Metodologia

O nível de severidade para este ensaio é nível 3, conforme descrito a seguir:

- a) intensidade da tensão induzida pelo campo: 10 V;
- b) faixa de frequência: 0,15 MHz a 80 MHz;
- c) modulação: 80 %, em amplitude (AM), onda senoidal de 1 kHz; e
- d) tempo de parada em cada frequência (*dwell time*): suficiente para levantar o erro de medição de energia ativa.

9.7.3.1 Todo o conjunto de equipamentos que compreendem o sistema de medição deve estar energizado com tensão nominal, incluindo o mostrador externo. O aterramento deve seguir as instruções de instalação do fabricante, sendo que o cabo de aterramento deve também ser perturbado com o CDN pertinente, conforme a norma de referência.

	NIT-SEGEL-044	REV. 00	PÁGINA 15/18
---	----------------------	--------------------	-------------------------

9.7.3.2 Todos os cabos de sinal devem estar conectados no instrumento. O fabricante deve fornecer o equipamento auxiliar a ser conectado na outra extremidade dos cabos de sinal, caso contrário essa extremidade será deixada em aberto.

9.7.3.3 Com circulação da corrente nominal no circuito de corrente ($FP = 1$) em todas as bobinas de corrente (É permitida a ligação das bobinas de corrente em série e os circuitos de tensão em paralelo, quando tecnicamente possível).

9.7.3.4 No caso de Sistemas, o ESE deve estar completamente montado devendo ser monitorado o erro de medição de pelo menos um dos módulos de medição.

9.7.4 Resultado

O ESE é considerado aprovado se atender ao critério A estabelecido na Tabela 10 da Portaria Inmetro nº 221, de 23/05/2022. No caso de sistemas de medição todas as partes integrantes devem atender o critério A para considerar o sistema aprovado.

9.8 Ensaio de Imunidade a perturbações de correntes conduzidas de modo diferencial (2 kHz a 150 kHz)

Utiliza-se como referência para o ensaio de perturbações de correntes conduzidas em modo diferencial a norma mencionada no item 2.5.2.4.7 do RTM.

9.8.1 Objetivo

Verificar a imunidade do medidor contra perturbações de correntes diferenciais na faixa de 2 kHz a 150 kHz, originadas da eletrônica de potência e sistemas de comunicação de linha de energia.

9.8.2 Condições específicas


9.8.2.1 O ensaio é realizado apenas no circuito de corrente. O ensaio no circuito de tensão não é necessário.

9.8.2.2 O ESE deve estar em condições de operação:

- a) circuitos de tensão e circuitos auxiliares de alimentação energizados com as menores tensões nominais especificadas pelo fabricante; e
- b) os circuitos de corrente com corrente nominal e $\cos \varphi = 1$ (para equipamentos sob ensaio de energia ativa) ou $\sin \varphi = 1$ (para equipamentos sob ensaio de energia reativa).

9.8.2.2.1 Medidores polifásicos devem estar conectados a um sistema de tensão balanceada com carga monofásica.

9.8.2.2.2 Se o projeto do ESE for idêntico em todas as três fases, o ensaio de uma fase é suficiente; caso contrário, cada fase deve ser ensaiada individualmente.

	NIT-SEGEL-044	REV. 00	PÁGINA 16/18
---	----------------------	--------------------	-------------------------

9.8.3 Metodologia

Aplicar a corrente diferencial (I_{diff}) de ensaio no circuito de corrente de:

9.8.3.1 Medidores diretos:

- a) de 2 kHz a 30 kHz: $I_{diff} = 3 \text{ A}$; e
- b) de 30 kHz a 150 kHz: $I_{diff} = 1,5 \text{ A}$.

9.8.3.2 Medidores indiretos:

- a) 2 kHz a 30 kHz: $I_{diff} = 0,03 * I_{max}$; e
- b) 30 kHz a 150 kHz: $I_{diff} = 0,015 * I_{max}$;

9.8.3.3 Devem ser usados os perfis de onda de ensaio “Pulsos CW (Onda Contínua) com pausa” e “pulsos modulados retangulares” conforme itens 5.2.2 e 5.2.3 da norma IEC 61000-4-19:2014.

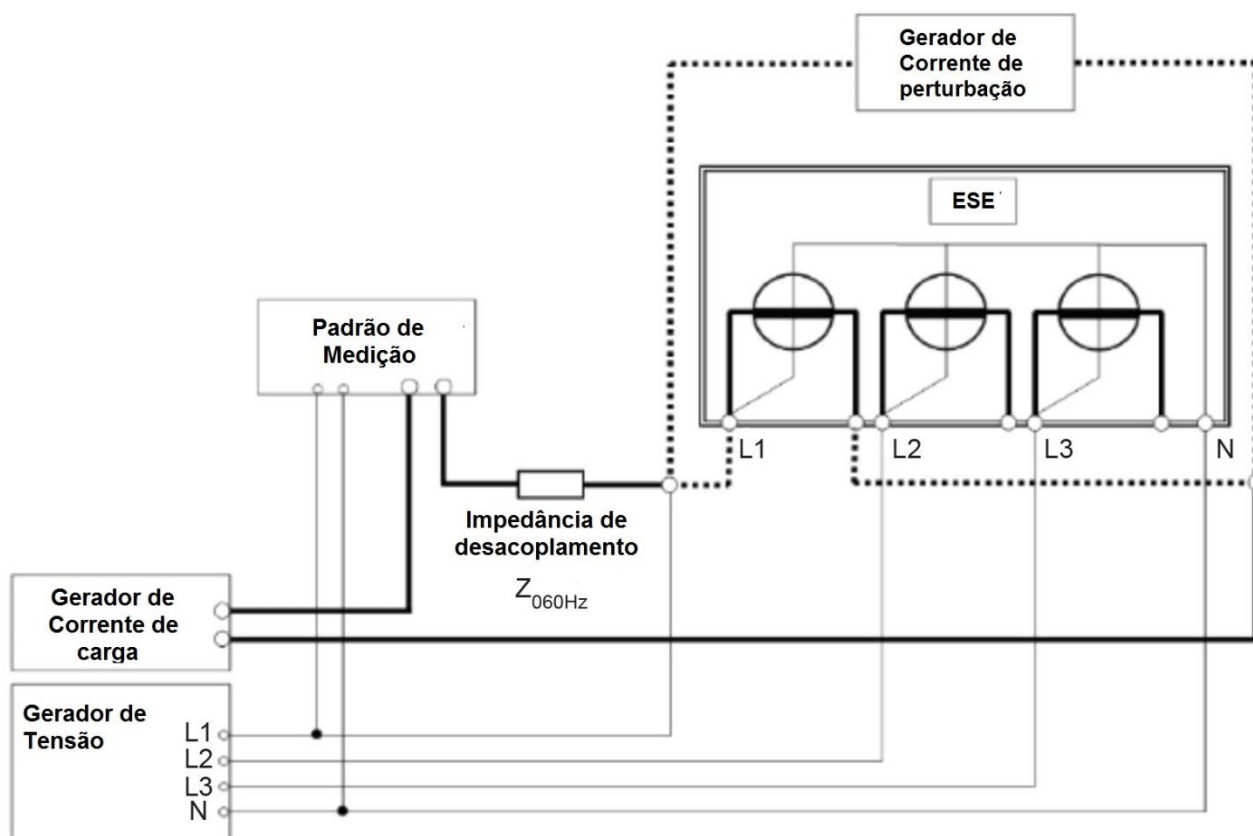
9.8.3.4 A corrente de ensaio (I_{diff}) deve ser gerada com tolerância de $\pm 5\%$ do nível selecionado durante o ensaio.

9.8.3.5 Tempo de parada em cada frequência (*dwel time*): suficiente para levantar o erro de medição de energia ativa.

9.8.3.6 A varredura em frequência será em passos 1% da frequência precedente.

9.8.3.7 A Figura 5 apresenta um exemplo de montagem do ensaio de imunidade a perturbações de correntes conduzidas de modo diferencial.

Figura 5 – Exemplo de montagem para o ensaio de imunidade a perturbações de correntes conduzidas de modo diferencial



Fonte: Dimel/Dgtec Segel

9.8.4 Resultado

O ESE é considerado aprovado se atender ao critério A estabelecido na Tabela 10 da Portaria Inmetro nº 221, de 23/05/2022. No caso de sistemas de medição todas as partes integrantes devem atender o critério A para considerar o sistema aprovado.

10 CONCLUSÃO

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.

 INMETRO	NIT-SEGEL-044	REV. 00	PÁGINA 18/18
---	----------------------	--------------------	-------------------------

11 HISTÓRICO DA REVISÃO E QUADRO DE APROVAÇÃO

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

Quadro de Aprovação		
	Nome	Atribuição
Elaborado por:	Lúnia Coelho de Almeida de Lima	Pesquisadora Tecnologista
Verificado por:	Juan Carlos Mateus Sánchez Paulo Cesar Ramalho Brandão	Pesquisador Tecnologista Pesquisador Tecnologista
Aprovado por:	Rodrigo Otávio Ozanan de Oliveira	Chefe do Segel