

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA,
NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL

PORTARIA Nº 371, DE 28 DE SETEMBRO DE 2007

O PRESIDENTE DO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL –INMETRO, no uso de suas atribuições, conferidas pelo parágrafo 3º do artigo 4º da Lei n.º 5.966, de 11 de dezembro de 1973, pelo inciso I do artigo 3º da Lei n.º 9.933, de 20 de dezembro de 1999, pelo inciso V do artigo 18 da Estrutura Regimental da Autarquia, aprovada pelo Decreto n.º 5.842, de 13 de julho de 2006, e pela alínea a do subitem 4.1 da Regulamentação Metrológica aprovada pela Resolução n.º 11, de 12 de outubro de 1988, do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Conmetro,

Considerando a autorização concedida pela ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica - para a implantação e utilização, em caráter experimental, para fins de faturamento, da medição eletrônica externa, em unidades consumidoras;

Considerando que a autorização concedida pelo Inmetro para os fabricantes de Sistema de Medição Centralizada de Energia Elétrica, com base nas Portarias nº 262, de 30 de dezembro de 2002, nº. 149, de 06 de agosto de 2004, nº.162, de 30 de junho de 2006 e nº. 287, de 16 de novembro de 2006 é precária;

Considerando a necessidade de estabelecer as condições mínimas para o controle metrológico destes sistemas, resolve:

Art. 1º Aprovar os requisitos técnicos e metrológicos definidos no Anexo a esta Portaria, como condições mínimas a que devem satisfazer os Sistemas de Medição Centralizada para uso em medição de energia elétrica em unidades consumidoras.

Art 2º Somente será permitida a colocação de novas unidades de Sistemas de Medição Centralizada no mercado e/ou em serviço para as finalidades previstas no item 8 da Resolução no 11/1988 do Conmetro, quando:

I - possuírem portaria de aprovação de modelo pelo Inmetro, com base nos requisitos determinados pela presente Portaria;

II - forem dotadas de dispositivo indicador individual instalado no local da unidade consumidora que forneça a totalização de consumo de energia elétrica;

III - possuírem dispositivo que iniba o acesso ao instrumento de medição e/ou módulos de medição, impossibilitando qualquer interferência ou manipulação externa.

Art. 3º Os Sistemas de Medição Centralizada já instalados, para que permaneçam em serviço devem atender aos requisitos II e III do artigo 2º desta Portaria, e aos erros máximos admissíveis em serviço, conforme Tabela a seguir:

Erros máximos admissíveis em serviço	
Índice de classe	Erro, para mais ou para menos
C (0,5)	1,0 %
B (1,0)	2,0 %
A (2,0)	4,0 %

Art. 4º A concessionária deve garantir que o ramal de ligação individual de energia elétrica e conexões sejam devidamente protegidos e solidamente fixados às partes seladas do instrumento de medição, ou possuírem selagem adicional desde a saída do instrumento de medição até a sua entrada na unidade consumidora.

Art. 5º O fabricante e/ou o importador e a concessionária usuária obrigam-se, solidariamente, a reparar ou substituir os instrumentos comercializados e/ou instalados, que venham a apresentar problemas cujas causas sejam o não-atendimento aos requisitos técnicos e metrológicos estabelecidos nesta Portaria.

Art. 6º As empresas distribuidoras concessionárias devem colocar à disposição do órgão metrológico os meios adequados, em material e pessoal auxiliar, necessários às inspeções e verificações.

Art. 7º Fica revogado o § 1º do artigo 1º da Portaria Inmetro nº 162, de 30 de junho de 2006, não se aplicando ao Sistema de Medição Centralizada o disposto no artigo 4º da Portaria Inmetro nº 239, de 15 de dezembro de 2005.

Art. 8º A infringência a quaisquer dispositivos da presente Portaria sujeitará os infratores às penalidades previstas no artigo 8º, da Lei 9.933, de 20 de dezembro de 1999.

Art. 9º Esta Portaria entrará em vigor na data de sua publicação no Diário Oficial da União.

JOÃO ALZIRO HERZ DA JORNADA

Este texto não substitui o publicado no D.O. de 01.10.2007, seção 1, p. 100, v. 144, n. 189.

ANEXO

1. GENERALIDADES

1.1 Todos os ensaios do Sistema de Medição Centralizada de energia elétrica (SMC) devem ser realizados levando-se em consideração as condições de referência citadas na Tabela 1.

1.2 A calibração dos módulos de medição, 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, utilizando o dispositivo de calibração/verificação.

1.3 Os ensaios devem ser realizados na ordem em que aparecem no item 2 deste Anexo.

1.4 A temperatura ambiente deve ser anotada para cada ensaio.

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 estas subseqüentes, em fases distintas, 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, o ensaio deverá ser realizado em cada um dos tipos de módulos que compõe o sistema.

1.6 Os ensaios devem ser realizados no sistema completamente montado. Cada módulo de medição deve ser ensaiado como um medidor monofásico, salvo quando o ensaio especificar ao contrário.

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 para cada Módulo de Medição.

1.8 Deve ser disponibilizada proteção de acesso via senha, com código de segurança, para prevenir o acesso não autorizado aos medidores programáveis, evitando mudanças não autorizadas nos parâmetros metrológicos e no arquivo de informações registradas, quando não houver dispositivo de selagem. Os módulos de medição que não possuem lacre físico ou senha, devem possuir contador e registrador de eventos que permita identificar e checar, a qualquer momento, a última intervenção ocorrida.

Tabela 1 - Condições de referência

Fatores de Influência	Condições de Referência	Erros máximos admissíveis para SMC de índice de classe:		
		C	B	A
Temperatura ambiente	23 °C	± 1 °C	± 1 °C	± 1 °C
Tensão	Tensão nominal	± 1,0 %	± 1,0 %	± 1,0 %
Frequência	Frequência nominal	± 0,3 %	± 0,3 %	± 0,3 %
Forma de onda	Corrente/Tensões senoidais	Fator de distorção menor que		
		± 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 %	± 0,3 %
		Mas em qualquer caso deve ser menor que 0,05 mT		

2. ENSAIOS

ensaio de tensão aplicada ensaio da corrente de partida

ensaio de marcha em vazio

influência da temperatura ambiente.

influência da variação da corrente

influência da variação de tensão

influência da variação da frequência

influência da interrupção de uma ou duas fases

influência do auto-aquecimento

ensaio do dispositivo indicador e do registrador

ensaio do tempo de autonomia

ensaios de compatibilidade eletromagnética

- imunidade a descargas eletrostáticas

- imunidade a transientes elétricos

- impulso combinado

- imunidade a distúrbios conduzidos induzidos por campos eletromagnéticos de alta-frequência

- imunidade a campos eletromagnéticos de alta-frequência

2.1 Ensaio de Tensão Aplicada para efeito desses ensaios, o termo "terra" tem o seguinte significado:

- quando a caixa do sistema for metálica, o "terra" é a própria caixa, colocada numa superfície plana condutora;

- quando a caixa do sistema, ou apenas uma parte dela, for de material isolante, o "terra" é uma folha condutora envolta no sistema e conectada à superfície plana condutora sobre a qual o SMC está colocado.

circuitos auxiliares com tensões inferiores a 40 V não devem ser submetidos ao ensaio;

no caso do uso de dispositivos de proteção nos circuitos internos do sistema, tais como varistores ou centelhadores, não deverá ser realizado o ensaio de tensão aplicada. O fabricante deverá informar quais terminais são protegidos e que tipo de proteção é utilizada.

2.1.1 Procedimento

O ensaio deve ser realizado no Módulo de Medição do sistema utilizando-se fonte de tensão variável senoidal com erro de indicação não superior a 5%, frequência de 60 Hz, com corrente limitada em 5 mA. As tensões de ensaio encontram-se na Tabela 2.

Anotar os valores de energia contido nos registros associados aos módulos de medição antes e depois do ensaio.

Tabela 2 - Tensões de ensaio

Natureza dos circuitos	Tensão aplicada c.a. - 60 Hz
Circuito de c.a.	4 kV
Circuitos de baixa tensão (até 60 V)	2 kV

Durante a execução do ensaio, o sistema deve estar nas seguintes condições:

- a) desenergizado;
- b) com a sua caixa aterrada em comum com um dos terminais da fonte de tensão variável.

Os circuitos devem ser agrupados de acordo com a sua tensão de isolamento em relação à terra.

A tensão deve ser aplicada das seguintes formas:

cada grupo de circuitos de mesma tensão deve ser ensaiado aplicando-se o valor de tensão prescrita em relação a todos outros grupos concentrados juntos à terra;

cada circuito deve ser ensaiado com a tensão prescrita em relação a todos os outros circuitos (de quaisquer grupos) conectados juntos à terra.

A tensão deve ser elevada progressivamente de zero até o valor prescrito, para cada circuito sob ensaio, elevando-se a tensão de 100 V em 100 V para cada 5s, até que seja atingido o valor especificado na Tabela 2. Este valor deve ser mantido por 60s e reduzido a zero em no máximo 10 segundos.

Devem ser tomadas todas as providências para que o terminal comum do circuito de potencial fique desconectado do terminal de aterramento.

2.1.2. Resultado

Durante o ensaio não deve ocorrer ruptura de material isolante, centelhamento ou descarga disruptiva e variação nos registros de energia.

Ensaio da Corrente de Partida

Procedimento

o início do ensaio deve ser realizado a partir do SMC desenergizado;

o ensaio deve ser realizado aplicando-se ao módulo de medição tensão nominal, frequência nominal e fator de potência unitário.

A corrente deve ser elevada ao valor estipulado na Tabela 3 e deve se aguardar que a saída comece a emitir mais do que um pulso;

Tabela 3 - Correntes de partida

Fator de Potência	Índice de classe do SMC		
	C	B	A
1	0,002 I _n	0,004 I _n	0,004 I _n

o período de ensaio é calculado de acordo com a fórmula abaixo:

$$t(\text{min}) = \frac{3 \times 60 \times K_h}{V_n \times I_p \times N^{\circ} \text{ Ele}}$$

Onde:

3 número de pulsos de referência;

60 para conversão de hora em minutos;

Kh constante do circuito de medição em Wh/pulso;

V_n tensão nominal em volts;

I_p corrente de partida em ampères, conforme Tabela 3;

N° Ele número de elementos.

2.2.2 Resultado

O SMC será considerado aprovado se forem contados de 2 a 6 pulsos de calibração dentro do tempo calculado.

Ensaio de Marcha em Vazio

2.3.1 Procedimento

para este ensaio, o circuito de corrente deve estar desconectado e deve-se aplicar uma tensão de 115 % da tensão nominal de placa aos circuitos de potencial à frequência nominal.

o período de ensaio deve ser conforme a fórmula:

$$t(\text{min}) = \frac{75 \cdot 10^3 \cdot K}{y \cdot m \cdot V \cdot I_n}$$

Onde:

t(min) é o período do ensaio em minutos;

K é a constante do módulo de medição (Wh/pulso);

y é a constante relacionada à classe de exatidão;

m é o número de elementos de medição;

V é a tensão medida no consumidor (em campo) ou tensão nominal (em laboratório) em volts;

I_n é a corrente nominal em ampères.

Índice de Classe	A	B	C
γ	10	5	5

2.3.2 Resultado

O SMC será considerado aprovado se o módulo de medição não emitir mais que um pulso.

2.4 Influência da temperatura ambiente

2.4.1 Procedimento

a determinação do coeficiente médio de temperatura deverá ser feita nas temperaturas de 0° C, 20° C, 40° C e 60° C. Para tanto, deverão ser determinados os erros nas temperaturas de -10° C, 10° C, 30° C, 50° C e 70° C, e os coeficientes com variação de temperatura de 20° C.

o ensaio deve ser realizado com tensão nominal à frequência nominal. Devem ser aplicados aos módulos de medição diferentes valores de correntes e fator de potência, conforme Tabela 4.

efetuar primeiramente as leituras das temperaturas mais baixas.

após a estabilização de cada valor de temperatura determinar os erros do módulo de medição.

nos módulos de medição com corrente máxima superior a 400 % da corrente nominal, elevar a corrente de 200 % em 200 % até atingir a corrente máxima.

este ensaio deve ser realizado também com a corrente máxima.

2.4.2 Resultado

O SMC é considerado aprovado se o coeficiente médio da temperatura (%/°C) não ultrapassar os valores estipulados na Tabela 4 e se a variação do erro percentual sobre toda a

faixa de temperatura especificada não ultrapassar os valores estabelecidos na Tabela 5 para o seu índice de classe.

Tabela 4 - Coeficientes de temperatura admissíveis

%In	cos φ	Coeficiente médio de temperatura para SMC com índice de classe em °C		
		C	B	A
10	1	0,04	0,05	0,10
	0,5 ind	0,05	0,07	0,15
30	1	0,04	0,05	0,10
	0,5 ind	0,05	0,07	0,15
100	1	0,04	0,05	0,10
	0,5 ind	0,05	0,07	0,15
400	1	0,04	0,05	0,10
	0,5 ind	0,05	0,07	0,15
Acima de 400	1	0,04	0,05	0,10
	0,5 ind	0,05	0,07	0,15

Tabela 5 - Variação máxima do erro percentual sobre toda a faixa de temperatura especificada

Cos φ	Variação máxima do erro percentual sobre toda faixa de temperatura especificada para SMC de índice de classe		
	C	B	A
1	± 0,7	± 1,7	± 3,3
0,5 ind			

2.5 Influência da Variação da Corrente

A diferença entre o erro percentual quando o módulo de medição 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 0,6 %, 1,5 % e 2,5 % para SMC de índice de classe C; B e A, respectivamente.

2.5.1 Procedimento

o módulo de medição deve ser ensaiado aterrando as partes previstas para aterramento.

antes de fazer qualquer ensaio, os circuitos devem ter sido energizados por tempo suficiente para que alcancem a estabilidade térmica;

o ensaio deve ser realizado com tensão nominal à frequência nominal.

devem ser aplicados aos módulos de medição diferentes valores de correntes e fator de potência, conforme Tabelas 6 e 7.

devem ser aplicados aos módulos de medição das extremidades valor de corrente nominal e ao módulo de medição localizado no centro diferentes valores de correntes e fator de potência, conforme a Tabela 6.

para cada valor de corrente e fator de potência deve ser determinado o erro percentual.

Tabela 6 - Limites de erros percentuais para Configuração monofásica e polifásica

% In	Fator de potencia	Limites de erros percentuais para SMC de índice de classe		
		C	B	A
5	1	± 1,0	± 1,5	± 2,5
10	1	± 0,5	± 1,0	± 2,0
	0,5 indutivo 0,8 capacitivo	± 1,0 ± 1,0	± 1,5 ± 1,5	± 2,5 ± 2,5
20	1	± 0,5	± 1,0	± 2,0
	0,5 indutivo 0,8 capacitivo	± 0,5 ± 0,5	± 1,0 ± 1,0	± 2,0 ± 2,0
50	1	± 0,5	± 1,0	± 2,0
	0,5 indutivo 0,8 capacitivo	± 0,5 ± 0,5	± 1,0 ± 1,0	± 2,0 ± 2,0
100	1	± 0,5	± 1,0	± 2,0
	0,5 indutivo 0,8 capacitivo	± 0,5 ± 0,5	± 1,0 ± 1,0	± 2,0 ± 2,0
200	1	± 0,5	± 1,0	± 2,0
	0,5 indutivo 0,8 capacitivo	± 0,5 ± 0,5	± 1,0 ± 1,0	± 2,0 ± 2,0
400	1	± 0,5	± 1,0	± 2,0
	0,5 indutivo 0,8 capacitivo	± 0,5 ± 0,5	± 1,0 ± 1,0	± 2,0 ± 2,0
Acima de 400	1	± 0,5	± 1,0	± 2,0
	0,5 indutivo 0,8 capacitivo	± 0,5 ± 0,5	± 1,0 ± 1,0	± 2,0 ± 2,0

2.5.1.1 Os ensaios com correntes acima de 400 % de In só devem ser exigidos para os módulos de medição cuja corrente máxima esteja acima desse percentual. Nestas condições, a corrente deve ser elevada de 200 % em 200 % da corrente nominal, até atingir a corrente máxima.

Tabela 7 - Limites de erros percentuais para configuração polifásica sob carga monofásica, mas com tensões polifásicas equilibradas aplicadas aos circuitos de tensão

% de In	Fator de potencia do elemento energizado	Limites de erros percentuais para SMC de índice de classe		
		C	B	A
10	1	± 0,5	± 1,0	± 2,0
20	1	± 0,5	± 1,0	± 2,0
	0,5 indutivo	± 1,0	± 2,0	± 3,0
50	1	± 0,5	± 1,0	± 2,0
	0,5 indutivo	± 1,0	± 2,0	± 3,0
100	1	± 0,5	± 1,0	± 2,0
	0,5 indutivo	± 1,0	± 2,0	± 3,0
200	1	± 0,5	± 1,0	± 2,0
	0,5 indutivo	± 1,0	± 2,0	± 3,0
400	1	± 0,5	± 1,0	± 2,0
	0,5 indutivo	± 1,0	± 2,0	± 3,0
Acima de 400	1	± 0,5	± 1,0	± 2,0
	0,5 indutivo	± 1,0	± 2,0	± 3,0

2.5.1.2 quando o módulo de medição estiver sendo ensaiado em conformidade com a Tabela 7, a corrente deve ser aplicada a cada fase em seqüência.

2.5.1.3 no caso dos módulos de medição com I_{max} igual a 100 A a corrente de ensaio deve ser elevada até 600 % de In e depois deve ser igual a I_{max}.

2.5.2 Resultado

O SMC é considerado aprovado se não apresentar erros percentuais superiores ao estabelecidos nas Tabelas 6 e 7.

2.6 Influência da variação de tensão

2.6.1 Procedimento

o ensaio deve ser realizado com corrente e frequência nominais e tensão de acordo com o estabelecido na Tabela 8.

aplicar sucessivamente as condições apresentadas na Tabela 8, variando do menor valor de tensão para o maior valor com $\cos \varphi$ unitário. 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 $0 V$. Se o módulo de medição apresentar um valor de tensão de desligamento, esse valor deve ser checado e o ensaio realizado $2 V$ abaixo e $2 V$ acima dele.

repetir o ensaio, seguindo a mesma seqüência de valores de tensão, com $\cos \varphi = 0,5$ indutivo.

2.6.2 Resultado

O SMC é considerado aprovado se as variações do erro percentual estiverem dentro dos limites estabelecidos na Tabela 8, de acordo com o seu índice de classe.

Tabela 8 - Limite de variação do erro percentual admissível

Tensão (V)	cos φ	Limites de variação de erro percentual para SMC de índice de classe		
		C	B	A
< 0,30 V_n	1	+ 10 ± - 100		
	0,5 ind			
0,80 V_n	1	$e_1 \pm 0,3$	$e_1 \pm 1,0$	$e_1 \pm 1,5$
	0,5 ind	$e_2 \pm 0,6$	$e_2 \pm 1,5$	$e_2 \pm 2,2$
0,90 V_n	1	$e_1 \pm 0,3$	$e_1 \pm 0,7$	$e_1 \pm 1,0$
	0,5 ind	$e_2 \pm 0,6$	$e_2 \pm 1,0$	$e_2 \pm 1,5$
V_n	1	e_1	e_1	e_1
	0,5 ind	e_2	e_2	e_2
1,10 V_n	1	$e_1 \pm 0,3$	$e_1 \pm 0,7$	$e_1 \pm 1,0$
	0,5 ind	$e_2 \pm 0,6$	$e_2 \pm 1,0$	$e_2 \pm 1,5$
1,15 V_n	1	$e_1 \pm 0,3$	$e_1 \pm 1,0$	$e_1 \pm 1,5$
	0,5 ind	$e_2 \pm 0,6$	$e_2 \pm 1,5$	$e_2 \pm 2,2$

2.7 Influência da variação da frequência

2.7.1 Procedimento

o ensaio deve ser realizado com corrente e tensão nominais e frequência de acordo com o estabelecido na Tabela 9, variando do menor para o maior valor, com $\cos \varphi$ unitário.

repetir o ensaio, seguindo a mesma seqüência de valores de frequência, com $\cos \varphi = 0,5$ indutivo.

2.7.2 Resultado

O SMC é considerado aprovado se as variações do erro percentual estiverem dentro dos limites estabelecidos na Tabela 9, de acordo com o seu índice de classe.

Tabela 9 - Limite de variação do erro percentual admissível

Frequência (Hz)	cos φ	Limites de variação de erro percentual para SMC de índice de classe		
		C	B	A
Fn - 2 %	1	e1 ± 0,1	e1 ± 0,5	e1 ± 0,8
	0,5 ind	e2 ± 0,15	e2 ± 0,7	e2 ± 1,0
Fn	1	e1	e1	e1
	0,5 ind	e2	e2	e2
Fn + 2 %	1	e1 ± 0,1	e1 ± 0,5	e1 ± 0,8
	0,5 ind	e2 ± 0,15	e2 ± 0,7	e2 ± 1,0

2.8. Influência da interrupção de uma ou duas fases

2.8.1 Procedimento

O ensaio deve ser realizado com frequência nominal, tensão nominal, corrente nominal e fator de potência unitário na seqüência de fases ABC. Energizar os módulos de medição e determinar o seus erros percentuais (e1).

Executar o ensaio nas seguintes condições:

fases A e B energizadas (fase C sem tensão e sem corrente);

fases A e C energizadas (fase B sem tensão e sem corrente);

fases B e C energizadas (fase A sem tensão e sem corrente);

apenas fase A energizada (fases B e C sem tensão e sem corrente);

apenas fase B energizada; (fases A e C sem tensão e sem corrente);

apenas fase C energizada; (fases A e B sem tensão e sem corrente).

2.8.2 Resultado

O SMC é considerado aprovado se a variação do erro percentual estiver dentro dos limites estabelecidos na Tabela 10, de acordo com o seu índice de classe.

Tabela 10 - Limite de variação de erro percentual admissível

Fases energizadas	Limites de variação de erro percentual para SMC de índice de classe		
	C	B	A
A, B e C	e1	e1	e1
A e B	e1 ± 1,0	e1 ± 2,0	e1 ± 4,0
A e C	e1 ± 1,0	e1 ± 2,0	e1 ± 4,0
B e C	e1 ± 1,0	e1 ± 2,0	e1 ± 4,0
Apenas A	e1 ± 1,0	e1 ± 2,0	e1 ± 4,0
Apenas B	e1 ± 1,0	e1 ± 2,0	e1 ± 4,0
Apenas C	e1 ± 1,0	e1 ± 2,0	e1 ± 4,0

2.9. Influência do Auto-Aquecimento

2.9.1 Procedimento

energizar os circuitos de potencial com tensão nominal à frequência nominal por pelo menos 2h para os índices de classe C e B e de 1h para o índice de classe A sem qualquer corrente nos circuitos de corrente.

após ter energizado o circuito de potencial pelo tempo determinado, aplicar corrente máxima aos circuitos de corrente;

medir o erro do módulo de medição com fator de potência unitário imediatamente após a aplicação da corrente e em intervalos curtos o suficiente para que permitam que seja feito o desenho correto da curva da variação de erro em função do tempo.

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

O mesmo ensaio deve ser feito com um fator de potência de 0,5 (indutivo).

2.9.2 Resultado

As variações de erros percentuais do módulo de medição não devem exceder os valores apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Variações causadas pelo auto-aquecimento

Fator de Potência	Limites de variação de erro percentual para SMC de índice de Classe		
	C	B	A
1	± 0,5	0,7 ±	1,0 ±
0,5 indutivo	± 0,7	1,0 ±	1,5 ±

2.10. Ensaio do Dispositivo Indicador e do Registrador O Módulo de Medição deve ser energizado com tensão nominal (V_n), corrente máxima ($I_{máx}$) e fator de potência unitário.

O ensaio do dispositivo indicador e do registrador deve ser executado fazendo-se passar pelo Módulo de Medição uma quantidade de energia ativa, durante o período de tempo definido.

2.10.1 Procedimento

calcular o tempo de ensaio (T) como sendo um período equivalente ao tempo necessário para que o segundo dígito menos significativo da energia exibida pelo dispositivo indicador mude 10 vezes de valor, caso seu erro fosse nulo nessa condição. Caso o sistema permita, a resolução de exibição no dispositivo indicador deve ser programada para a condição que minimize o tempo de ensaio;

energizar o módulo de medição sem aplicar corrente e anotar o(s) valor(es) da(s) energia(s) indicada(s) pelo dispositivo indicador;

aplicar tensão nominal, corrente máxima e fator de potência unitário;

aguardar o tempo de ensaio (T) e zerar as correntes fornecidas ao módulo de medição;

anotar o valor exibido pelo dispositivo indicador e guardado no registrador relativo à energia, calculando a diferença entre este e o anotado anteriormente.

Caso o sistema possua mais de um dispositivo indicador, ensaiá-los conforme procedimento acima.

Caso seja possível, ensaiá-los simultaneamente.

2.10.2 Resultado

O SMC deve ser considerado aprovado se a diferença relativa entre a energia conhecida aplicada ao módulo de medição e a indicação de energia apresentada pelo dispositivo indicador e pelo registrador (calculada em 2.10.1 e) não for superior ao limite máximo indicado abaixo:

Limite máximo = $E \pm 1$ dígito menos significativo

Sendo: E = erro percentual admissível para o módulo de medição na condição de ensaio definido como 0,5 %, 1 % e 2 % para SMCs de índices de classe C, B e A respectivamente.

O SMC deve ser considerado aprovado se durante todo o processo de ensaio houve coerência nos valores de energia apresentados pelo dispositivo indicador de cada Módulo de Medição e seus respectivos registros.

2.11. Ensaio do Tempo de Autonomia

O ensaio consiste em checar se o módulo de medição apresenta funcionamento normal, sem alteração de conteúdo de seus registros internos.

2.11.1 Procedimento

o módulo de medição deve estar energizado com tensão e frequência nominais, pelo menos 1h antes do ensaio;

a alimentação do módulo de medição é interrompida e o registrador a ele associado deve manter corretamente os dados na condição de retaguarda, durante um período mínimo de 100h;

ao final das 100h, o módulo de medição deve ser energizado novamente com tensão e frequência nominais e deve ser feita uma leitura de todos os seus registros internos.

2.11.2 Resultado

O SMC deve ser considerado aprovado se após o ensaio os seus registros internos não tiverem sido alterados e o desvio do relógio interno for inferior a 36s.

3. ENSAIOS DE COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA

3.1 Condições gerais

3.1.1 Para todos os ensaios, a Unidade de Medição (UM) /Módulo de Medição (MM), Concentrador Primário (CP) e o Dispositivo Indicador, devem ser ensaiados como instrumento de mesa, com a sua tampa e a tampa do bloco de terminais, se cabível, no lugar. Todas as partes especificadas para serem aterradas devem estar aterradas.

3.2 Ensaio de imunidade à descarga eletrostática

3.2.1 Condições específicas

O ensaio deve ser realizado nas seguintes condições:

a) o sistema deve ser ensaiado nas suas condições de operação, com tensão nominal (Vn) aplicada aos elementos de tensão, e com seus circuitos de corrente e auxiliares abertos se aplicável.

3.2.2 Procedimento

O ensaio deve ser realizado de acordo com as recomendações da norma IEC 61000-4-2:2001, da seguinte forma:

3.2.2.1 descargas diretas

a) na UM e CP - contato: 8 kV - polaridades positiva e negativa;

- pelo ar: 15 kV - polaridades positiva e negativa.

b) no dispositivo indicador

- contato: 8 kV - polaridades positiva e negativa;

- pelo ar: 15 kV - polaridades positiva e negativa.

3.2.2.2 descargas indiretas

a) no dispositivo indicador - contato: 8 kV - polaridades positiva e negativa nos planos horizontal e vertical.

3.2.2.3 Executar o ensaio da seguinte forma:

a) a UM/MM na condição de operação - circuitos de tensão e auxiliares energizados com a tensão nominal;

- circuitos de corrente com os terminais abertos.

b) o dispositivo indicador e CP energizados com tensão nominal;

c) aplicar no mínimo 10 descargas simples espaçadas entre si de um tempo maior ou igual a 1s, nas polaridades positiva e negativa, nos métodos de aplicação direta e indireta;

d) a UM, o CP e os dispositivos indicadores sem terminais de aterramento devem ser descarregados para o terra após cada aplicação;

e) as descargas diretas devem ser aplicadas em superfícies do medidor que sejam acessíveis ao operador durante utilização normal.

3.2.3 Resultado

3.2.3.1 A UM será considerada aprovada se:

a) após o ensaio o SMC não apresentar uma mudança no registro de mais de X kWh, sendo X calculado da seguinte forma:

$$X = 10^{-6} \times m \times V_c \times I_{máx}$$

Onde:

m é o número de elementos;

V_c é a tensão nominal em volts;

I_{máx} é a corrente máxima em ampères.

3.2.3.2 Se após a aplicação da descarga eletrostática, o SMC não apresentar degradação, danos ou mudanças de informação, ou não apresentar quando em funcionamento após ensaio, erros correspondentes aos índices de classe C (0,5), B (1,0) e A (2,0).

3.2.3.3 O dispositivo indicador e o CP serão considerados aprovados se durante o ensaio não ocorrer degradação no seu funcionamento.

3.2.3.4 para que o SMC seja considerado aprovado todas as partes integrantes (UM, CP e dispositivo indicador) devem estar aprovadas neste ensaio.

3.3 Imunidade a transientes elétricos

3.3.1 Condições específicas

O ensaio deverá ser realizado nas seguintes condições:

a) UM na condição de operação, tendo os circuitos de tensão e circuitos auxiliares energizados com suas tensões nominais e os circuitos de corrente energizados com corrente nominal (I_n) e $\cos \varphi = 1$;

b) comprimento do cabo entre o dispositivo de acoplamento e a UM sob ensaio: 1m;

c) tensão de ensaio nos circuitos de corrente e tensão: 4 kV;

d) tensão de ensaio nos circuitos auxiliares, se aplicável, com tensão nominal acima de 40V: 2kV;

e) duração do ensaio: 60s, no mínimo, para cada polaridade;

f) polaridades: positiva e negativa;

g) dispositivo indicador e o CP energizados com tensão nominal.

3.3.2 Procedimento

Realizar o ensaio de acordo com o procedimento estabelecido pela norma IEC 61000-4-4:2004 da seguinte forma:

a) aplicar a tensão de ensaio em modo comum de linha para terra:

- aos circuitos de corrente, se forem separados dos circuitos de tensão nas condições normais de serviço;

- aos circuitos auxiliares, se aplicável, separados dos circuitos de tensão nas condições normais de serviço.

3.3.3 Resultado

3.3.3.1 A UM será considerada aprovada se:

a) durante o ensaio não apresentar variação do erro percentual superior aos limites estabelecidos na Tabela 12, em relação ao erro apresentado antes da aplicação do transiente.

3.3.3.2 O dispositivo indicador e o CP serão considerados aprovados se durante o ensaio não ocorrer degradação no seu funcionamento.

3.3.3.3 Para que o SMC seja considerado aprovado todas as partes integrantes (UM, CP e dispositivo indicador) devem estar aprovadas neste ensaio.

Tabela 12 - Limite de variação de erro percentual admissível

Condições de ensaio	Limites da variação em erro percentual para medidores de índice de classe:		
	C	B	A
Antes da aplicação do transiente	el	el	el
Após a aplicação do transiente	el ± 1	el ± 4	el ± 0

3.4 Ensaio de impulso combinado

3.4.1 Condições específicas

a) o gerador deve atender às características de desempenho definidas na norma IEC 61000-4-5:2001;

b) as características do gerador devem ser verificadas antes de sua conexão ao sistema;

c) comprimento do cabo entre o gerador de impulso e o medidor sob ensaio: 1m;

d) modo de ensaio: linha para linha;

e) ângulo de fase: pulsos aplicados a 60° e 240° relativos ao cruzamento em zero da fonte de alimentação CA;

f) tensão de ensaio nos circuitos de tensão e corrente: 4 kV

- impedância da fonte: 2 Ω;

g) tensão de ensaio nos circuitos auxiliares, se aplicável, com tensão nominal acima de 40 V: 1 kV - impedância da fonte: 42 Ω;

h) dispositivo indicador e o CP energizados com tensão nominal.

3.4.1.1 O ensaio deverá ser realizado na UM nas seguintes condições:

a) na condição de operação, com os circuitos de tensão e circuitos auxiliares energizados, se aplicável, com tensão nominal e sem corrente nos circuitos de corrente (terminais abertos).

3.4.2 Procedimento

Realizar o ensaio de acordo com o procedimento estabelecido pela norma IEC 61000-4-5:2001 da seguinte maneira:

a) número de impulsos: 5 positivos e 5 negativos;

b) taxa de repetição: 1 impulso por minuto no máximo.

3.4.3 Resultado

3.4.3.1 A UM será considerada aprovada se a aplicação do impulso não produzir uma mudança no registrador maior que X kWh.

Para o valor de X utilizar a seguinte expressão:

$$X = 10^{-6} \times m \times V_c \times I_{máx}$$

Onde:

m é o número de elementos;

V_c é a tensão nominal em volts;

I_{máx} é a corrente máxima em ampères.

3.4.3.2 O dispositivo indicador e o CP serão considerados aprovados se durante o ensaio não ocorrer degradação no seu funcionamento.

3.4.3.3 Para que o SMC seja considerado aprovado todas as partes integrantes (UM, CP e dispositivo indicador) devem estar aprovadas neste ensaio.

3.5 Imunidade a distúrbios conduzidos, induzidos por campos eletromagnéticos de alta-freqüência

3.5.1 Condições específicas

O ensaio deve ser realizado nas seguintes condições:

a) UM na condição de operação com os circuitos auxiliares, se aplicável, e de tensão energizados com tensão nominal e circuitos de corrente energizados na corrente nominal (I_n) e cos φ = 1;

b) dispositivo indicador e o CP energizados com tensão nominal;

c) a determinação do erro do SMC deve ser feita através de método comparativo, utilizando-se um medidor padrão.

3.5.2 Procedimento

O ensaio deve ser realizado de acordo com a norma IEC 61000-4-6:2003 da seguinte forma:

a) faixa de freqüência: 0,15 MHz a 80 MHz;

b) modulação: 80 %, em amplitude (AM), onda senoidal de 1 kHz;

c) tempo de parada em cada freqüência (dwell time): 30s;

d) nível de severidade: 3 (10 V/m).

3.5.3 Resultado

3.5.3.1 Durante o ensaio, a UM não deve ser perturbada e a variação do erro deve estar dentro dos limites especificados na Tabela 13.

3.5.3.2 O dispositivo indicador e o CP serão considerados aprovados se durante o ensaio não ocorrer degradação no seu funcionamento e nem apagamentos no dispositivo indicador.

3.5.3.3 Para que o SMC seja considerado aprovado todas as partes integrantes (UM, CP e dispositivo indicador) devem estar aprovadas neste ensaio.

Tabela 13 - Limite de variação de erro percentual admissível.

Condições de ensaio	Limites da variação em erro percentual para medidores de índice de classe:		
	C	B	A
Antes da aplicação do campo	e1	e1	e1
Apos a aplicação do campo	e1 ± 1	e1 ± 1	e1 ± 3

e1: erros correspondentes aos índices de classe C (0,5), B (1,0) e A (2,0)

3.6 Ensaio de imunidade a campos eletromagnéticos de alta frequência (AF)

3.6.1 Condições específicas

O ensaio deverá ser realizado nas seguintes condições:

a) comprimento do cabo exposto ao campo: 1 m;

b) dispositivo indicador e o CP energizados com tensão nominal (Vn);

c) ensaio sem corrente:

- UM na condição de operação com os circuitos auxiliares e de tensão energizados com tensão nominal e sem corrente (terminais de corrente abertos);

d) ensaio com corrente:

- UM na condição de operação com os circuitos auxiliares e de tensão energizados com tensão nominal e circuitos de corrente energizados com corrente nominal e $\cos \varphi = 1$, em frequências susceptíveis ou frequências de interesse dominante.

3.6.2 Procedimento

O ensaio deve ser executado de acordo com a norma IEC 61000-4-3:2002, da seguinte forma:

a) faixa de frequência: 80 MHz a 2000 MHz;

b) modulação: 80 %, em amplitude (AM), onda senoidal de 1 kHz;

c) nível de severidade: 3 (10 V/m).

3.6.3 Resultado

3.6.3.1 A UM será considerada aprovada se a aplicação do campo de alta frequência, de acordo com o item 3.6.1 c, não produzir uma mudança no registrador de mais de X kWh, calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$X = 10^{-6} \times m \times V_c \times I_{\text{máx}}$$

Onde:

m é o número de elementos;

V_c é a tensão nominal em volts;

I_{máx} é a corrente máxima em ampères.

3.6.3.2 A UM será considerada aprovada se a variação do erro percentual durante o ensaio descrito em 3.6.1 d, estiver dentro dos limites estabelecidos na Tabela 14.

3.6.3.3 O dispositivo indicador e o CP serão considerados aprovados se durante o ensaio não ocorrer degradação no seu funcionamento e nem apagamentos do dispositivo indicador.

3.6.3.4 Para que o SMC seja considerado aprovado todas as partes integrantes (UM, CP e dispositivo indicador) devem estar aprovadas neste ensaio.

Tabela 14 - Limite de variação de erro percentual admissível

Condições de ensaio	Limites da variação em erro percentual para medidores de índice de classe		
	C	B	A
Antes da aplicação do campo	e1	e1	e1
Após a aplicação do campo	e1 ± 1	e1 ± 2	e1 ± 3

e1: erros correspondentes aos índices de classe C (0,5), B (1,0) e A (2,0)