



Portaria Inmetro nº 309, de 27 de julho de 2011.

## CONSULTA PÚBLICA

**OBJETO:** Proposta de Regulamento Técnico Metrológico que estabelece exigências adicionais aos requisitos estabelecidos no RTM de medidores eletrônicos de energia elétrica, publicado mediante a Portaria 431/2007, que devem ser observadas pelos medidores monofásicos e polifásicos usados em sistemas de pré-pagamento de energia elétrica ativa.

**ORIGEM:** INMETRO

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, e tendo em vista o disposto nos incisos II e III do artigo 3º da Lei n.º 9.933, de 20 de dezembro de 1999, no inciso V do artigo 18 da Estrutura Regimental do Inmetro, aprovada pelo Decreto nº 6.275, de 28 de novembro de 2007, 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, resolve:

Art. 1º Disponibilizar, no sítio [www.inmetro.gov.br](http://www.inmetro.gov.br), proposta de texto do Regulamento Técnico Metrológico que estabelece os requisitos adicionais ao RTM de medidores eletrônicos de energia elétrica, aprovado mediante a Portaria nº 431, de 4 de dezembro de 2007, que devem ser observados pelos medidores usados em sistemas de pré-pagamento de energia elétrica ativa.

Art. 2º Declarar aberto, a partir da data da publicação desta Consulta Pública, o prazo de 60 (sessenta) dias para que sejam apresentadas sugestões e críticas relativas ao Regulamento Técnico Metrológico supramencionado.

Art. 3º Informar que as críticas e sugestões deverão ser encaminhadas para os endereços abaixo:

- Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Inmetro  
Diretoria de Metrologia Legal  
Divisão de Desenvolvimento e Regulamentação Metrológica  
Av. Nossa Senhora das Graças, 50 - Xerém  
CEP 25 250-020 - Duque de Caxias - RJ  
FAX: (021) 2679 1761  
- E-mail: [dimel@inmetro.gov.br](mailto:dimel@inmetro.gov.br) e [dider@inmetro.gov.br](mailto:dider@inmetro.gov.br)

Art. 4º Declarar que, findo o prazo estipulado no artigo 2º, o Inmetro se articulará com as entidades significativas do setor, que tenham manifestado interesse na matéria, para que indiquem representantes nas discussões posteriores, visando a consolidação do texto final.

Art. 5º Publicar esta Portaria de Consulta Pública no Diário Oficial da União, quando iniciará a sua vigência.

JOÃO ALZIRO HERZ JORNADA





Anexo: Portaria Inmetro n.º 309, de 27 de julho de 2011.

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, e tendo em vista o disposto nos incisos II e III do artigo 3º da Lei n.º 9.933, de 20 de dezembro de 1999, no inciso V do artigo 18 da Estrutura Regimental do Inmetro, aprovada pelo Decreto n.º 6.275, de 28 de novembro de 2007, 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, resolve:

Considerando a crescente demanda da sociedade para a instalação de sistemas de pré-pagamento de energia elétrica;

Considerando que tais sistemas utilizam medidores eletrônicos de energia elétrica com funcionalidades adicionais para executar o modo de pré-pagamento de energia;

Considerando que o RTM aprovado mediante a Portaria n.º 431, de 4 de dezembro de 2007, que estabelece as condições mínimas a serem observadas no controle metrológico de medidores eletrônicos de energia elétrica;

Considerando que o assunto foi amplamente discutido com as entidades de classe, organismos governamentais e demais segmentos envolvidos e interessados, resolve baixar as seguintes disposições:

Art. 1º Aprovar o Regulamento Técnico Metrológico, anexo à presente Portaria, estabelecendo exigências adicionais aos requisitos estabelecidos no RTM de medidores eletrônicos de energia elétrica, aprovado mediante a Portaria n.º 431, de 4 de dezembro de 2007, que devem ser observadas pelos medidores usados em sistemas de pré-pagamento de energia elétrica ativa.

Art. 2º Determinar que a infringência a quaisquer dispositivos do Regulamento Técnico Metrológico, ora aprovado, sujeita os infratores às penalidades previstas no artigo 8º, da Lei 9933, de 20 de dezembro de 1999.

Art. 3º Esta Portaria entrará em vigor na data de sua publicação no Diário Oficial da União.

JOÃO ALZIRO HERZ JORNADA





## REGULAMENTO TÉCNICO METROLÓGICO A QUE SE REFERE A PORTARIA INMETRO N.º 309 DE 27 DE JULHO DE 2011.

### 1. OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO

1.1. Este Regulamento Técnico Metrológico (RTM) estabelece exigências adicionais aos requisitos estabelecidos no RTM de medidores eletrônicos de energia elétrica em vigor, que devem ser observadas pelos medidores usados em sistemas de pré-pagamento de medição de energia elétrica ativa.

1.2. As prescrições contidas neste regulamento se aplicam a medidores que incorporam um relé de carga com capacidade de interrupção até 100 A, que permite ligar e desligar o fornecimento de eletricidade de acordo com os créditos disponíveis na função pré-pagamento.

1.3. Os medidores usados em sistemas de pré-pagamento cujos elementos funcionais se encontram distribuídos em duas ou mais unidades, devem também satisfazer aos requisitos e considerações contidas neste regulamento.

### 2. DEFINIÇÕES APLICÁVEIS A SISTEMAS DE PRÉ-PAGAMENTO

#### 2.1. Definições gerais

2.1.1. Medidor de pré-pagamento. Medidor de eletricidade eletrônico com funcionalidades adicionais que pode ser controlado e operado para permitir o fluxo de energia da instalação, de acordo com o valor dos créditos disponíveis previamente adquiridos pelo usuário.

2.1.2. Função pré-pagamento. Função na qual o fluxo de energia da instalação é suspenso quando o valor dos créditos disponíveis termina.

2.1.3. Sistema Distribuído de Medição Pré-pagamento (SDMP). Sistema de medição onde os elementos funcionais, ao invés de estarem agrupados em um único medidor, estão distribuídos em duas ou mais partes que requerem uma apropriada montagem, conexão e configuração para a realização da função pré-pagamento. Tais elementos funcionais compreendem: elementos de medição; registradores; armazenamento e controle de dados; processo de contabilização de medidores; interface de usuário; interface de tokens virtuais (se aplicável); relés de carga e relés auxiliares; e interfaces de alimentação e de carga.

2.1.4. Valor de créditos disponíveis. O valor dos créditos disponíveis, que pode ser dado em unidades monetárias ou em unidades de energia, é o valor usado para consumo que pode ser tanto armazenado pelo medidor ou calculado sempre que requerido.

2.1.5. Interface de usuário. Parte do medidor de pré-pagamento que permite que o usuário monitore e/ou opere o medidor. A interface de usuário também facilita a leitura e inspeção do medidor, bem como outras atividades do serviço de medição. A interface de usuário de sistemas de medição de pré-pagamento que usam tokens físicos também inclui a interface de tokens.

2.1.6. Interface de carga. São os terminais onde a carga do usuário é conectada ao medidor de pré-pagamento.

2.1.7. Interface de fornecimento. São os terminais onde a rede de alimentação é conectada ao medidor de pré-pagamento.

2.1.8. Interface de comunicação. São os dispositivos de comunicação local ou remota presentes no medidor de pré-pagamento.

2.1.9. Cobrança baseada no tempo. Função de contabilização do medidor de pré-pagamento que efetua o cálculo e a transação de um crédito que é concedido ou programado com base do tempo.

2.1.10. Cobrança baseada em energia. Função de contabilização do medidor de pré-pagamento que efetua o cálculo e a transação de um crédito tendo como base a energia consumida.

#### 2.2. Definições sobre créditos e tokens

2.2.1. Token: É a informação, referente a créditos, tarifa ou instruções de configuração, a ser transferida para o medidor de pré-pagamento com um nível de segurança apropriado.



2.2.2. Crédito. Valor expresso em unidades monetárias, em unidades de tempo ou em unidades de energia, a ser transferido do ponto de venda (ou de uma central de processamento adequada) ao medidor de pré-pagamento.

2.2.3. Token substituto. É um token que substitui outro previamente emitido apenas em valor de créditos.

2.2.4. Token duplicado. Token que contém a mesma informação que outro previamente emitido e que, portanto, pode também ser um token válido. Observe que um token duplicado não é o mesmo que um token substituto. O token duplicado é a re-emissão de um token já emitido, portanto é idêntico a este último em todos os aspectos. O token substituto é um novo token que não é totalmente igual a outro já emitido.

2.2.5. Token multiuso. Token que pode ser usado em mais de uma ocasião em um ou vários medidores de pré-pagamento.

2.2.6. Token de uso único. Token que pode ser usado em apenas uma única ocasião em um medidor de pré-pagamento.

2.2.7. Token válido. É qualquer token que consegue ser processado com sucesso por qualquer medidor de pré-pagamento.

2.2.8. Token sem valor. Token que não produz vantagem nem desvantagem financeira para o consumidor, mas que pode conter dados de configuração do medidor, instruções para a realização de certos ensaios, ou para mostrar certas informações na interface do usuário ou para coletar certas informações do medidor. Observe que o token sem valor também é produto do cancelamento de um token válido.

2.3. Definições sobre dispositivos portadores de créditos

2.3.1. Dispositivo portador de token (Token Carrier). É uma mídia usada para conter os tokens, tal como papel impresso, cartão magnético, memória eletrônica, cartão com microchip, etc. O dispositivo portador de token pode também conter informação auxiliar para controle e monitoramento do medidor dependendo do tipo de sistema e suas exigências.

2.3.2. Dispositivo portador de token em branco. É uma mídia física de token que não tem sido processada no ponto de venda ou na central de processamento adequada, portanto, não contém dados específicos sobre créditos.

2.3.3. Dispositivo portador de token descartável. É uma mídia física de token que apenas pode ser utilizada uma vez.

2.3.4. Dispositivo portador de token re-utilizável ou recarregável. É uma mídia física de token que pode ser usada em múltiplas sessões no medidor de pré-pagamento. Isto significa que a mídia permite que novos créditos sejam carregados no ponto de venda (ou central de processamento adequada) e descontados quando recebidos pelo medidor de pré-pagamento.

2.3.5. Dispositivo portador de token por memória. É uma mídia física de token contendo uma memória não-volátil na qual os créditos podem ser eletronicamente codificados e armazenados para serem transportados.

2.3.6. Dispositivo portador de token por microprocessador. É uma mídia física de token contendo um dispositivo microprocessador e uma memória não-volátil, na qual os créditos podem ser eletronicamente codificados e armazenados para serem transportados. Além da informação sobre os créditos, esta mídia pode também conter a programação de uma aplicação para o medidor de pré-pagamento e seus dados associados.

2.3.7. Dispositivo portador de token numérico. É um método de transporte de token através do qual a informação pode ser representada de maneira segura por uma sequência de dígitos numéricos (tipicamente 20 dígitos) os quais podem ser lidos pelo ser humano. A sequência numérica pode ser introduzida no medidor de pré-pagamento, por exemplo, através de um teclado numérico ou qualquer outra interface de usuário.

2.3.8. Dispositivo portador de token físico. É uma mídia física de token que depende do ser humano para ser transportada do ponto de venda (ou central de processamento adequada) até o medidor de pré-pagamento. Exemplos de dispositivos portadores de token físicos são números impressos em papel,



cartões magnéticos, códigos de barras impressos, cartões com microchips e inclusive mensagens de áudio ditadas por um equipamento interativo de voz.

2.3.9. Dispositivo portador de token virtual. É um token que não depende do ser humano para ser transportado do ponto de venda (ou central de processamento adequada) até o medidor de pré-pagamento. Exemplos de tokens virtuais são modems usando redes de comunicações, LAN, WAN e conexão local direta.

2.3.10. Dispositivo portador de token unidirecional. Dispositivo portador de token físico ou virtual usado para transferir os créditos, dados de tarifa ou configuração em uma única direção a partir do ponto de venda (ou central de processamento adequada) até o medidor de pré-pagamento.

2.3.11. Dispositivo portador de token bidirecional. Dispositivo portador de token físico ou virtual usado para transferir os créditos, dados de tarifa ou configuração a partir do ponto de venda (ou central de processamento adequada) até o medidor de pré-pagamento e que, ainda, permite coletar dados de resposta de volta. Os dados de resposta podem conter informação sobre consumo, contabilização, configuração, estado, histórico de uso, etc.

#### 2.4. Definições sobre processamento de tokens

2.4.1. Interface de tokens. Meio através do qual é possível introduzir tokens contendo créditos, de maneira manual ou automática, no medidor de pré-pagamento. Exemplos de interfaces de tokens são: teclado para tokens numéricos, receptor para cartões magnéticos ou uma conexão de comunicações local ou remota com o ponto de venda (ou central de processamento adequada). A interface de tokens também é definida como o conjunto completo de protocolos de interface que inclui qualquer tipo de receptor de tokens ou teclado para tokens físicos, o protocolo da camada física, o protocolo da camada de aplicação e qualquer outro protocolo de camadas intermediárias.

2.4.2. Aceitação de tokens. Reconhecimento completo e bem sucedido do processamento de qualquer token que foi apresentado ao medidor de pré-pagamento. De forma geral, a aceitação de um token envolve a adição dos créditos do token no registro de contabilização do medidor, o cancelamento da informação no dispositivo portador de token para prevenir a posterior aceitação por outro medidor e a indicação visível de uma mensagem para o usuário na interface de usuário. Dependendo da aplicação, a aceitação do token, além do processamento da informação sobre créditos, também inclui o processamento de outras informações por ele contidas tais como, tarifa e outros parâmetros de configuração.

2.4.3. Cancelamento de tokens. Processo para apagar ou invalidar a informação contida em um token válido após a sua aceitação pelo medidor de pré-pagamento, para prevenir sua reutilização. Este processo pode também ocorrer após a criação de um token válido, mas antes da apresentação no medidor, no ponto de venda (ou central de processamento adequada) quando o agente vendedor comete um erro ou quando acontece um problema técnico durante o processo de venda.

2.4.4. Receptor de tokens. Parte física da interface de tokens que aceita o dispositivo portador de créditos e o mantém na posição correta para a transferência adequada do token ao medidor de pré-pagamento. Exemplos de receptor de tokens são: Receptor de cartão de chip (Smart card), receptor de cartão magnético e receptor de cartão de memória.

2.4.5. Carregamento de tokens. Processo de introdução da informação de créditos, tarifa e configuração no dispositivo portador de créditos. Este processo acontece no ponto de venda ou em uma central de processamento adequada.

2.4.6. Rejeição de tokens. Processo que ocorre quando um token foi apresentado ao medidor de pré-pagamento, mas não consegue ser reconhecido resultando em uma falha no seu processamento. A rejeição de um token não implica seu cancelamento ou invalidação, já que se acontecer uma falha no processamento de um token válido, este deve poder ser apresentado com aceitação, mais tarde no mesmo medidor, ou em qualquer outro medidor de pré-pagamento.

#### 2.5. Definições sobre controle de tempo e de tarifa

2.5.1. Mecanismo de controle de tempo (Timekeeping). Meio através do qual o medidor de pré-pagamento controla o tempo de forma a manter esta grandeza com a exatidão e precisão especificadas. O



mecanismo de controle de tempo pode ser efetuado interna ou externamente, de maneira síncrona ou assíncrona.

2.5.2. Controle externo de tempo. Processo no qual o tempo do medidor de pré-pagamento é mantido dentro da precisão e exatidão especificadas através de um sinal externo.

2.5.3. Controle interno de tempo. Processo no qual o tempo do medidor de pré-pagamento é mantido dentro da precisão e exatidão especificadas através de um relógio próprio interno no medidor de pré-pagamento.

2.5.4. Controle síncrono de tempo. Processo no qual o tempo do medidor de pré-pagamento é mantido por um relógio sincronizado com um sinal derivado da frequência do sistema elétrico de potência.

2.5.5. Controle assíncrono de tempo. Processo no qual o tempo do medidor de pré-pagamento é mantido por um relógio controlado pela frequência de um cristal.

2.5.6. Erro na indicação de tempo. Diferença entre o horário mostrado pelo medidor de pré-pagamento e o horário atual.

2.5.7. Exatidão do mecanismo de controle de tempo. Incremento ou decréscimo do erro na indicação de tempo do medidor de pré-pagamento dentro de um intervalo de tempo especificado. A exatidão do mecanismo de controle de tempo pode variar devido à variação das grandezas de influência.

2.5.8. Reserva operativa. Máximo período de tempo durante o qual o medidor de pré-pagamento é capaz de manter a indicação de tempo dentro da exatidão e precisão especificadas, sem tensão de alimentação.

2.5.9. Tempo de restabelecimento da reserva. Período de tempo requerido para que a reserva operativa fique plenamente disponível depois de ter sido completamente exaurida.

2.5.10. Controle de tarifa. Processo de alteração da função de contabilização do medidor de pré-pagamento através da definição de uma determinada tarifa para cobrança baseada no tempo ou em consumo de energia. O controle de tarifa pode ser efetuado através de programação interna ou externa com um nível de segurança apropriado.

2.6. Definições aplicáveis aos requisitos de software

2.6.1. Legalmente relevante. Software/hardware/dados que interferem nos requisitos regulamentados pela metrologia legal, por exemplo, a exatidão de medição, ou no correto funcionamento do referido sistema/instrumento de medição de energia elétrica.

2.6.2. Cadeia legalmente relevante. Compreende o processo de captura, processamento e publicação do resultado da medição ao usuário.

2.6.3. Interface de comunicação. Qualquer tipo de interface que habilite a transferência de informações entre os dispositivos dos sistemas/instrumentos de medição (óptica, rádio, eletrônica etc.), ou com dispositivos externos.

2.6.4. Autenticação. Comprovação da identidade declarada/alegada de um usuário, processo ou dispositivo.

2.6.5. Integridade. Garantia de que os dados/software/parâmetros não foram alterados durante o uso, reparo, manutenção, transferência ou armazenamento sem que haja autorização.

2.6.6. Confidencialidade. Garantia de que os dados/software/parâmetros não foram divulgados a pessoas físicas ou jurídicas ou processos sem autorização durante o uso, reparo, manutenção, transferência ou armazenamento.

2.6.7. Disponibilidade. Garantia de que os dados/software/parâmetros estão disponíveis aos processos ou pessoas jurídicas autorizadas quando solicitados.

2.6.8. Ataque. Qualquer ação não autorizada que possa comprometer a segurança dos dados/software/parâmetros.

2.6.9. Download. Processo de transferência automática de software para o sistema/instrumento de medição de energia elétrica usando qualquer meio apropriado local ou remoto.

2.6.10. Identificador de software. Sequência de caracteres legíveis atribuída univocamente a um software.

2.6.11. Validação. Verificação na qual os requisitos especificados são adequados para um uso pretendido.

2.6.12. Hash. Função matemática que mapeia valores de um bloco de dados em um número de tamanho fixo e reduzido (código hash), com as seguintes propriedades:



- a) A mudança em qualquer bit de um bloco de dados implica em um código hash diferente;
- b) Não é viável a partir de um código hash retornar ao bloco de dados original;
- c) Não é viável encontrar dois blocos que gerem o mesmo código hash.

2.6.13. Dados de pré-pagamento. Dados que influenciam a cobrança/contabilização de créditos associada ao consumo de energia elétrica. Exemplo: créditos disponíveis, tarifas, tokens, etc.

2.6.14. Funções de pré-pagamento. Elementos de software que recebem, processam, armazenam ou disponibilizam dados de pré-pagamento.

### 3. DISPOSIÇÕES COM RELAÇÃO AO RTM DE MEDIDORES ELETRÔNICOS

3.1. Requisitos dimensionais. As dimensões máximas especificadas no RTM de medidores eletrônicos em vigor não se aplicam aos medidores de pré-pagamento.

3.2. Dispositivo mostrador (display). Com relação ao dispositivo mostrador, além do disposto no RTM de medidores eletrônicos em vigor, os medidores de energia pré-pagamento devem satisfazer os requisitos a seguir:

3.2.1. Em caso de falta prolongada de energia, o medidor de pré-pagamento deve ser projetado de tal forma que qualquer dado necessário para sua correta operação (por exemplo, tempo) deve ser mantido por um período mínimo de 10 anos.

3.2.2. No caso de múltiplas indicações apresentadas em um único display, cada registro de tarifa deve ser identificável e a tarifa de energia que está sendo aplicada deve ser indicada.

3.2.3. O display deve ser capaz de mostrar no mínimo as seguintes informações:

3.2.3.1. Consumo de energia (kWh). No caso de múltiplas tarifas horárias, deve ser apresentado o consumo cumulativo em cada período tarifário.

3.2.3.2. Valor do crédito disponível em kWh.

3.2.3.3. Dados da última recarga de créditos (data, hora e valor), caso o medidor possua um mecanismo de controle de tempo.

3.2.4. Indicações: O medidor de pagamento deve possuir uma indicação de aceitação do dispositivo portador de créditos.

3.2.5. No caso de dispositivos virtuais de créditos, quando o relé de carga estiver aberto, uma indicação apropriada (através de símbolos ou mensagem) deve mostrar:

3.2.5.1. Antes de inserir os créditos, a condição “DESLIGADO”.

3.2.5.2. Depois de inserir os créditos, a condição “CRÉDITO HABILITADO” e logo em seguida no fechamento do relé de carga, a condição “LIGADO”.

3.2.6. Os medidores de pré-pagamento devem exibir uma indicação avisando que os créditos disponíveis estão próximos a se esgotar. O valor mínimo a partir do qual esta indicação deve aparecer deve ser dado em unidades de energia (kWh), sendo possível configurar este parâmetro através da interface de usuário.

3.2.7. No caso de medidores contendo baterias, a placa de identificação deve conter o símbolo da bateria e do elemento químico do qual está composta, por exemplo, Li=Lítio.

3.3. Requisitos climáticos. Além do disposto no RTM de medidores eletrônicos em vigor, os medidores de energia pré-pagamento devem satisfazer os requisitos a seguir:

3.3.1. Dentro da faixa especificada de operação do medidor de pré-pagamento (-10 °C a +70°C), não podem ocorrer falhas na operação dos circuitos de alimentação, display, botões de interface com o usuário, relé de carga, processo de contabilização do medidor, registros e parâmetros associados, interface de créditos e interface de comunicação local ou remota. Também um dispositivo de créditos válido deve ser aceito e um sem valor deve ser rejeitado sem dano ou cancelamento.

3.3.2. Dentro da faixa especificada de operação do medidor de pré-pagamento (-10 °C a +70°C), não são permitidas operações erráticas do display, mudanças imprevistas no estado do relé de carga, nem mudanças ou alterações inesperadas do relógio para controle de tarifa (Ver item 10.10.4 deste regulamento).

3.4. Requisitos elétricos. Além do disposto no RTM de medidores eletrônicos em vigor, as seguintes disposições também se aplicam aos medidores de energia pré-pagamento:



## 3.4.1. Definem-se as seguintes faixas de tensão:

Tabela 1 – Faixas de tensão

Faixa de operação especificada	$0,9 V_{nom} \leq V \leq 1,1 V_{nom}$
Faixa de operação estendida	$0,8 V_{nom} \leq V < 0,9 V_{nom}$ e $1,1 V_{nom} < V \leq 1,15 V_{nom}$
Faixa limite de operação	$0 V_{nom} \leq V < 0,8 V_{nom}$
Faixa de ruptura	$1,15 V_{nom} < V \leq 1,9 V_{nom}$

3.4.1.1. Faixa Especificada de Operação ( $0,9 V_{nom} \leq V \leq 1,1 V_{nom}$ ): É a faixa de tensão referente às condições nominais de operação para propósitos metrológicos, sendo que o limite de erro do medidor deve atender aos requisitos de influência da variação de tensão do RTM de medidor eletrônico em vigor.

3.4.1.2. Faixa de operação estendida ( $0,8 V_{nom} \leq V < 0,9 V_{nom}$  e  $1,1 V_{nom} < V \leq 1,15 V_{nom}$ ): Nesta faixa de operação o medidor de pré-pagamento deve operar corretamente, sendo que, a operação dos circuitos de alimentação, o display, qualquer botão de comando, o relé de carga, a interface de créditos, a interface de comunicação local e remota, o mecanismo multi-tarifa, o processo de contabilização, o controle de tempo, registros, valores e parâmetros devem funcionar corretamente. Nesta faixa o limite de erro do medidor deve atender o disposto nos requisitos de influência da variação de tensão do RTM de medidor eletrônico em vigor.

3.4.1.3. Faixa limite de operação ( $0 V_{nom} \leq V < 0,8 V_{nom}$ ): Dentro desta faixa todos os registros, valores e parâmetros associados com o processo de contabilização devem continuar válidos e sem mudança. Qualquer dispositivo interno de controle de tempo deve manter a sua função até terminar o período referente à reserva operacional aplicável. O erro de medição admissível deve atender o disposto nos requisitos de influência da variação de tensão do RTM de medidor eletrônico em vigor. Além disso, não deve haver nenhuma discrepância entre o registro acumulado de energia (kWh) e os créditos disponíveis. Na faixa limite de operação não é necessário que um token válido seja aceito, mas a sua informação não pode ser alterada ou invalidada. Por outra parte, se um token válido é aceito, o valor dos créditos deve ser transferido corretamente ao medidor e a informação dos créditos contida no token deve ter sido invalidada. Da mesma maneira, um token invalidado não pode ser aceito, alterado ou danificado quando apresentado ao medidor nesta condição.

Na faixa limite de operação, o display não precisa operar ou pode operar erraticamente. O estado do relé de carga não deve ser alterado sem que as condições do processo de contabilização sejam apropriadas e qualquer outro restabelecimento permissível para o estado “LIGADO” não deve acontecer sem intervenção manual.

Quando a tensão voltar à faixa de operação estendida, o medidor de pré-pagamento deve voltar a operar corretamente em todos os aspectos. Porém, quando o medidor possuir um relógio em tempo real para propósitos de tarifação e a tensão for menor que  $0,8 V_{nom}$  por um período de tempo maior que a reserva operacional aplicável, então será permitido que o tempo seja atualizado.

3.4.1.4. Faixa de ruptura ( $1,15 V_{nom} < V \leq 1,9 V_{nom}$ ): Nesta faixa de tensão o medidor de pré-pagamento pode sofrer dano permanente ou degradação das suas funções metrológicas, mas não pode oferecer riscos à segurança tais como explosão ou exposição de condutores energizados. Além disso, não pode acontecer o re-estabelecimento indesejável do fornecimento de energia.

3.5. Disposições sobre ensaios existentes. Para apreciação técnica de modelo de medidor de pré-pagamento, as seguintes disposições se aplicam durante a realização dos ensaios prescritos no RTM de medidores eletrônicos em vigor:

3.5.1. Verificação das Perdas internas: A determinação das perdas internas nos circuitos de tensão e corrente do medidor de pré-pagamento deve ser feita conforme especificado no RTM do medidor eletrônico em vigor com as seguintes considerações:

3.5.1.1. As perdas de potência ativa e aparente no circuito de potencial em cada fase do medidor de pré-pagamento não devem exceder 3 W e 10 VA, incluindo o consumo dos circuitos auxiliares.



3.5.1.2. São permitidos incrementos de curta duração no consumo acima citado, durante a leitura/gravação de dados de um token e durante a operação do relé de carga.

3.5.1.3. Para determinar as perdas de potência aparente em cada circuito de corrente de medidores de pré-pagamento, o ensaio deve ser realizado com corrente máxima, temperatura e frequência nominais.

3.5.1.4. As perdas de potência aparente no circuito de corrente, não devem exceder um valor em VA, equivalente a 0,08% da tensão nominal multiplicado pela corrente máxima. Os valores assim calculados incluem as perdas devidas ao relé de carga.

3.5.2. Ensaio de Influência de sobrecargas de curta duração. O ensaio descrito no RTM de medidores eletrônicos em vigor deve ser realizado com as seguintes considerações:

3.5.2.1. Para medidores de pré-pagamento com contatos no circuito de corrente, as sobrecargas de curta duração não devem danificar o relé de carga, sendo que o relé deve ainda operar sobre as condições especificadas.

3.5.2.2. O ensaio deve ser efetuado com o medidor energizado e com o relé de carga fechado sendo que os contatos do relé devem manter-se fechados após aplicação das sobrecargas de curta duração.

3.5.2.3. O medidor é considerado aprovado se, depois do ensaio, atende os seguintes requisitos:

- a) Os estabelecidos no item específico para este ensaio no RTM de medidores eletrônicos em vigor;
- b) A proteção contra contatos indiretos permanece assegurada;
- c) O relé de carga opera corretamente.

3.5.3. Ensaio de Dielétrico. Os ensaios descritos no item específico do RTM de medidores eletrônicos em vigor devem ser realizados com as seguintes considerações:

3.5.3.1. Os contatos do relé de carga devem estar na posição fechado para estes ensaios.

3.5.3.2. O medidor de pré-pagamento e seus dispositivos auxiliares, incluindo tokens que possam ser inseridos no receptor de tokens apropriado, devem estar projetados de tal forma que as propriedades dielétricas continuem adequadas em condições normais de uso.

3.5.3.3. Quando o medidor for equipado com um receptor de tokens, os ensaios devem ser realizados com um token metálico inserido no receptor.

3.5.3.4. Quando o token metálico fica retido no medidor, mas este não fica inserido no receptor, os ensaios devem ser realizados usando uma conexão elétrica apropriada entre o token metálico e a interface de tokens.

3.5.3.5. Tanto o token metálico como a conexão elétrica (se necessária), devem ser conectados ao terra para a realização destes ensaios.

3.5.3.6. Depois dos ensaios, o medidor de pré-pagamento deve operar corretamente quando conectado nas condições de referencia.

3.5.4. Ensaio de Compatibilidade Eletromagnética. Os ensaios descritos no item específico do RTM de medidores eletrônicos em vigor devem ser realizados com as seguintes considerações:

3.5.4.1. Qualquer função de cobrança baseada no tempo deve ser fixada em zero antes da realização dos ensaios.

3.5.4.2. Os créditos iniciais e qualquer função do medidor devem ser fixados de tal forma que o relé de carga não opere durante a realização dos ensaios.

3.5.4.3. Não devem ser apresentados tokens ao medidor de pré-pagamento durante a realização dos ensaios. Porém, quando o medidor for equipado com um receptor de tokens e este fica inserido no receptor, os ensaios devem ser efetuados com o token previamente inserido no receptor.

3.5.4.4. Todos os ensaios devem ser realizados primeiro com o relé de carga fechado e repetidos novamente com o relé de carga aberto. Ensaio que são feitos com corrente nominal no circuito de corrente com o propósito de determinar o erro de medição durante a aplicação da perturbação, devem ser repetidos sem corrente (com o relé de carga aberto) com o propósito de determinar se a perturbação afeta a atuação do relé de carga.

3.5.4.5. Além das condições de aprovação estabelecidas em cada ensaio de compatibilidade eletromagnética do RTM de medidores eletrônicos em vigor, para que o medidor de pré-pagamento seja



considerado aprovado, o relé de carga não deve operar durante a realização dos ensaios de compatibilidade eletromagnética.

3.5.4.6. Depois dos ensaios, um token válido deve ser apresentado ao medidor com o propósito de verificar a correta operação, incluindo a operação liga/desliga do relé de carga.

3.5.4.7. Durante os ensaios deve ser verificado o correto funcionamento do mecanismo de controle de tempo, anotando as indicações de tempo antes e depois de aplicar cada perturbação conforme descrito no item 10.10.5 deste regulamento.

3.5.4.8. As perturbações aplicadas durante os ensaios de compatibilidade eletromagnética não devem afetar os registros, valores e parâmetros associados com o processo de contabilização os quais devem continuar válidos e sem mudanças indevidas. Da mesma maneira, a informação contida nos dispositivos portadores de créditos não pode sofrer alterações ou danos durante os ensaios.

3.6. Ensaio elétrico adicionais. Para apreciação técnica de modelo, além dos ensaios prescritos no RTM de medidores eletrônicos em vigor, os medidores de pré-pagamento devem ser submetidos aos seguintes ensaios:

3.6.1. Ensaio de curtas interrupções e quedas de tensão: Este ensaio deve ser realizado com as seguintes condições:

3.6.1.1. Energizar o circuito de tensão e os circuitos auxiliares acima de 40 V, mas sem corrente no circuito de corrente.

3.6.1.2. Aplicar 3 interrupções de 100% da tensão nominal, com um tempo de interrupção de 1 s e tempo entre interrupções de 50 ms.

3.6.1.3. Aplicar 1 interrupção de 100% da tensão nominal, com um tempo de interrupção igual a 1 ciclo da frequência nominal.

3.6.1.4. Aplicar uma queda de 50% da tensão nominal, com um tempo de duração de 1 minuto.

3.6.1.5. Resultado: O medidor é considerado aprovado se durante a aplicação das interrupções e queda de tensão, o diodo usado como dispositivo de verificação/calibração não emitir pulsos e se o medidor não sofrer nenhuma alteração ou mudança nos registros, valores e parâmetros.

3.6.1.6. Durante e após o ensaio, o relé de carga do medidor de pré-pagamento não deve atuar, sendo que o medidor de pré-pagamento deve atender o disposto no item 3.4.1.3 deste regulamento.

3.6.1.7. Para medidores de pré-pagamento equipados com um receptor de tokens nos quais o token fica retido no medidor, este ensaio deve ser efetuado com e sem token inserido no receptor de tokens.

3.6.1.8. Os resultados deste ensaio não devem produzir perda ou mudança de dados nem no medidor de pré-pagamento nem no token. Após a conclusão do ensaio, um token válido deve ser apresentado ao medidor para verificar o correto funcionamento, incluindo a operação “LIGADO/DESLIGADO” do relé de carga.

3.6.1.9. Este ensaio também deve ser realizado para verificar a influência deste tipo de perturbações no mecanismo de controle de tempo do medidor de pré-pagamento, conforme indicado no item 10.10.6 deste regulamento.

3.6.2. Ensaio de condição anormal de tensão: Este ensaio deve ser executado após a realização do ensaio de tensão aplicada mencionado no RTM de medidores eletrônicos em vigor. Os medidores de pré-pagamento devem ser submetidos ao seguinte ensaio sem apresentar nenhum risco à segurança como explosão ou exposição de condutores energizados. Além disso, não pode acontecer o re-estabelecimento indevido do fornecimento de energia:

3.6.2.1. Para medidores monofásicos aplicar nos terminais linha e neutro, a máxima tensão de ruptura ( $1,9 V_{nom}$ ) por um período de 4 h, com 50% da corrente máxima e fator de potência unitário.

3.6.2.2. No caso de medidores monofásicos de 1 elemento, 3 fios, aplicar primeiro a máxima tensão de ruptura ( $1,9 V_{nom}$ ) e 50% da corrente máxima em um dos circuitos de tensão e corrente, deixando o outro circuito em aberto. Depois, repetir o teste com o outro circuito de tensão e corrente.

3.6.2.3. Não deve haver fluxo de corrente pelo terminal de neutro em qualquer dos arranjos de ensaio descritos nos itens 3.6.2.1 a 3.6.2.2.



3.6.2.4. Para medidores polifásicos, 3 fases, 4 fios, aplicar em duas fases a máxima tensão de ruptura linha-neutro ( $1,9 V_{nom}$ ) com uma diferença angular de  $60^\circ$  entre as tensões linha-neutro aplicadas, por um período de 4h, fazendo circular 50% da corrente máxima nas duas fases sob ensaio. Este ensaio deve ser realizado mais duas vezes de forma a cobrir as restantes duas combinações de fases, deixando um espaço de tempo de pelo menos 1h para refrigeração entre cada combinação.

3.6.2.5. Para medidores de pré-pagamento polifásicos, 3 fases, 3 fios, não se aplica o requisito de defasagem angular.

3.6.2.6. Resultado: O medidor deve suportar a condição anormal de tensão pelo período de ensaio especificado sem apresentar nenhum tipo de dano, explosão ou exposição de condutores energizados. Adicionalmente, o mecanismo de controle de tempo do medidor de pré-pagamento deve manter a sua funcionalidade sem que seja necessário ativar qualquer reserva operativa aplicável.

3.6.3. Ensaio da Interface do Receptor de Tokens. Este ensaio se aplica para medidores de pré-pagamento equipados com receptor de tokens.

3.6.3.1. Condições Específicas: Energizar o medidor com tensão nominal, sem corrente, mas com o relé de carga fechado.

3.6.3.2. Procedimento: Introduzir um token metálico na abertura do receptor de tokens de tal forma que estabeleça um curto-circuito nos contatos do receptor.

3.6.3.3. Resultado: Nem o medidor, nem o receptor de tokens devem sofrer danos e todas as funções de medição de pagamentos devem continuar operando normalmente.

#### 4. REQUISITOS DO RELÉ DE CARGA

4.1. Para propósitos de Apreciação Técnica de Modelo, o relé de carga deve ser considerado como uma parte integral do medidor de pré-pagamento, portanto, cada ensaio deve ser feito no medidor como uma unidade completa.

4.2. Desta maneira, a menos que especificado de outra forma, os terminais de entrada de energia e os terminais de saída para a carga do medidor devem ser considerados como os terminais efetivos do relé de carga.

4.3. Os ensaios e valores de ensaio especificados nesta seção do regulamento correspondem a valores por fase no caso de medidores polifásicos.

4.4. O processo de leitura/escrita de tokens válidos não pode ser afetado pela operação do relé de carga com o medidor sendo alimentado à tensão e corrente nominal. Se um token não é aceito devido a uma perturbação causada pela operação do relé de carga, esse token não pode ser invalidado e deve ser aceito quando a perturbação tiver desaparecido.

4.5. No caso de medidores operados através de tokens físicos, uma vez que a carga é suspensa por baixos créditos, a operação do relé de carga para restabelecer o serviço deve estar disponível de forma manual, por exemplo, apresentando manualmente créditos adicionais.

4.6. No caso de medidores operados através de tokens virtuais, apresentar um token com novos créditos no estado “DESLIGADO” deve resultar numa mudança para o estado “HABILITADO”. Então, a operação do relé de carga será possível através de um comando manual, como por exemplo, apertar um botão.

4.7. O relé de carga deve permanecer operativo para todos os valores de tensão dentro da faixa de operação estendida, definida na tabela 1 deste regulamento.

4.8. O relé de carga deve ser capaz de transportar e abrir valores de corrente entre a corrente de partida e a corrente máxima especificada do medidor de pré-pagamento para todos os valores de tensão dentro da faixa de operação estendida e na faixa de temperatura especificada.

4.9. O medidor de pré-pagamento deve ser capaz de realizar pelo menos 3000 operações contínuas (abertura e fechamento) com  $1,15 V_{nom}$ ,  $I_{max}$  e  $FP=1$ . Adicionalmente, o medidor deve poder realizar outras 3000 operações contínuas (abertura e fechamento) com  $V_{nom}$ ,  $I=10$  A e  $FP=0,4$  indutivo.

4.10. Em medidores de pré-pagamento equipados com relés auxiliares sendo usados para transmitir sinais de controle, estes relés devem ser projetados de forma a atender os seguintes requisitos:



- 4.10.1. Tensão nominal do relé igual à tensão nominal do medidor.
- 4.10.2. Corrente nominal igual a 2 A.
- 4.10.3. Número de operações contínuas ( $V_{nom}$ ,  $I=2$  A e  $FP=1$ ): 10.000.
- 4.10.4. Número de operações contínuas ( $V_{nom}$ ,  $I=2$  A e  $FP=0,4$ ): 10.000.

## 5. REQUISITOS DE ROBUSTEZ NO PROCESSO DE CONTABILIZAÇÃO

5.1. Embora tenham sido definidos limites admissíveis do erro percentual do medidor de energia eletrônico, não existe um erro equivalente aceitável no cálculo do crédito disponível dos medidores de pré-pagamento. Portanto, durante os ensaios de apreciação técnica de modelo, deve ser feito um registro do estado de todos os parâmetros e configurações antes e depois de cada ensaio incluindo:

- 5.1.1. Leitura de todos os registradores de energia.
  - 5.1.2. Leitura de todos os parâmetros de cobrança baseados no consumo de energia, onde créditos monetários são usados.
  - 5.1.3. Leitura de todos os valores de crédito e débito.
  - 5.1.4. Os modos de operação (funcionalidades opcionais) ativados/habilitados.
  - 5.1.5. Leitura de todos os parâmetros de cobrança baseados no tempo, onde o valor dos créditos dependa da tarifa horosazonal (se aplicável).
  - 5.1.6. Registro da data e hora.
- 5.2. Durante cada ensaio deve ser registrado o valor de cada token apresentado ao medidor de pré-pagamento.
- 5.3. Ao final de cada ensaio, os registros devem ser anotados novamente e comparados para verificar que nenhum destes parâmetros ou modos de operação tenha mudado espontaneamente como resultado de algum ensaio.
- 5.4. Considerar-se-á que o medidor de pré-pagamento cumpre com os requisitos de robustez no processo de contabilização se, durante os ensaios de apreciação técnica de modelo, atende as seguintes condições:
- 5.4.1. A medição de energia está dentro dos erros máximos permitidos especificados para cada ensaio segundo o RTM de medidores eletrônicos em vigor.
  - 5.4.2. A exatidão do mecanismo de controle de tempo, quando aplicável, está dentro de limites aceitáveis de acordo com a natureza do ensaio (Ver item 10 deste regulamento).
  - 5.4.3. Não deve existir nenhuma mudança nos parâmetros de cobrança baseada no tempo ou baseada em energia.
  - 5.4.4. Qualquer mudança no valor dos créditos e débitos deve ser adequadamente contabilizada. Isto implica verificar:
    - 5.4.4.1. A energia medida pelo medidor contra o valor da cobrança baseada em energia.
    - 5.4.4.2. A duração do tempo registrada pelo medidor contra o valor da cobrança baseada no tempo ou os créditos descontados.
    - 5.4.4.3. Os valores dos tokens de créditos aceitados pelo medidor durante cada ensaio.
  - 5.4.5. Não deve haver qualquer mudança nos modos de operação habilitados no medidor.
  - 5.4.6. O dispositivo mostrador local ou remoto deve funcionar corretamente.
  - 5.4.7. Qualquer botão no medidor deve operar corretamente.
  - 5.4.8. A aceitação de um token válido deve acontecer na primeira ou segunda apresentação. Esta condição não deve ser verificada até que as condições anteriores não tenham sido verificadas e satisfeitas.
  - 5.4.9. O relé de carga deve operar corretamente.
- 5.5. A menos que se especifique de outra forma, os ensaios de ATM devem ser executados usando como parâmetro apenas uma tarifa para cobrança baseada em energia ou um valor para cobrança baseada no tempo.



## 6. REQUISITOS E ENSAIOS DAS FUNCIONALIDADES BÁSICAS DO MEDIDOR DE PRÉ-PAGAMENTO

6.1. Todo medidor de pré-pagamento deve contar pelo menos com as funcionalidades básicas definidas a seguir, bem como atender seus respectivos requisitos:

6.2. Aceitação de token.

6.2.1. O medidor de pré-pagamento deve processar tanto tokens válidos quanto tokens sem valor.

6.2.2. A aceitação de um token válido sempre deve resultar na transferência exata dos créditos contidos no token para o registro apropriado no medidor de pré-pagamento. Da mesma maneira, o valor de créditos disponível no medidor deve ser incrementado exatamente no valor de créditos transferido.

6.2.3. A aceitação do token deve ser indicada no medidor devendo resultar no cancelamento dos créditos do token de forma a torná-lo sem valor ou de forma que uma nova aceitação não ocorra novamente.

6.2.4. No caso de tokens reutilizáveis ou recarregáveis, a aceitação do token deve resultar no cancelamento da informação de créditos conforme indicado em 6.2.3, mas podendo este token ser válido novamente mediante a compra de novos créditos no ponto de venda ou central de processamento adequada.

6.2.5. Onde alguma condição prévia impeça a aceitação de um token válido, este deve ser rejeitado como se fosse um token sem valor ou ignorado, mas sem nenhum tipo de mudança da informação nele contida.

6.2.6. O token válido rejeitado ou ignorado devido a alguma condição prévia não pode se tornar sem valor, portanto, deve poder ter a sua aceitação completada quando as condições prévias desaparecerem.

6.3. Rejeição de token.

6.3.1. Sob condições normais de operação, qualquer token sem valor deve ser rejeitado ou ignorado pelo medidor de pré-pagamento, não devendo resultar em qualquer mudança de informação nos registros de contabilização do medidor, nem mudanças em qualquer uma das informações contidas no token.

6.3.2. Caso existam condições prévias que impeçam a aceitação de tokens válidos, o medidor não pode permitir que tokens sem valor sejam aceitos na presença de alguma destas condições prévias.

6.4. Processo de contabilização do medidor.

6.4.1. O processo de contabilização deve ser realizado no próprio medidor de pré-pagamento.

6.4.2. No caso de Sistemas Distribuídos de Medição de Pré-pagamento, este processo deve ser realizado no máximo nas unidades concentradoras de dados (quando aplicável).

6.4.3. Nos medidores de pré-pagamento o processo de contabilização consiste na diminuição dos créditos disponíveis conforme a função de cobrança baseada no consumo, a abertura do relé de carga quando os créditos disponíveis caem ao zero e o fechamento do relé de carga quando novos créditos são carregados tornando positivo o valor dos créditos disponíveis.

6.4.4. Funcionalidades opcionais alteram convenientemente o processo de contabilização de acordo com a própria natureza da funcionalidade, no caso de medidores de pré-pagamento com funcionalidades opcionais, o processo de contabilização consiste nas seguintes tarefas:

a) Diminuição dos créditos disponíveis, podendo torná-los negativos de acordo com a funcionalidade opcional que está sendo utilizada.

b) Abertura do relé de carga de acordo com as condições estabelecidas pela funcionalidade opcional que está sendo utilizada.

c) Fechamento do relé de carga de acordo com as condições estabelecidas pela funcionalidade opcional que está sendo utilizada.

6.5. Função de cobrança baseada no consumo de energia.

6.5.1. Esta função relaciona o valor dos créditos disponíveis de forma proporcional ao consumo medido de energia através da tarifa definida em unidades monetárias por kWh consumido.

6.5.2. Observe que os créditos disponíveis podem ser exibidos em unidades de energia (kWh) ou unidades monetárias (R\$). Portanto, a diminuição nos créditos disponíveis devido ao consumo de energia pode ser verificado de acordo com a tarifa fixada em ambas as unidades (kWh ou R\$).

6.6. Função de suspensão e restabelecimento da carga.



6.6.1. Através desta função o medidor de pré-pagamento deve normalmente suspender a carga quando os créditos disponíveis tiverem sido esgotados.

6.6.2. No caso de cobrança baseada no tempo, a suspensão da carga acontece quando o tempo fixado pela função é esgotado mesmo que o valor dos créditos disponíveis seja zero ou negativo.

6.6.3. Através desta função, uma vez suspendida a carga, o medidor de pré-pagamento deve tornar disponível o fechamento do relé de carga quando novos créditos estão disponíveis pela aceitação de um novo token ou devido a alguma função de cobrança baseada no tempo.

6.7. Efeito da interrupção de fornecimento (Outage).

6.7.1. Um evento como a interrupção de fornecimento não deve ocasionar problemas de funcionamento no processo de contabilização do medidor.

6.7.2. Durante uma interrupção de fornecimento todos os registros devem manter os mesmos valores que antes do evento acontecer.

6.8. Ensaios das funcionalidades básicas.

6.8.1. Para efeito de Apreciação Técnica de Modelo, os requisitos das funcionalidades básicas do medidor de pré-pagamento são ensaiados nas seguintes condições:

a) Limite inferior de temperatura e limite inferior de tensão ( $-10^{\circ}\text{C}$  e  $0,8 V_{\text{nom}}$ ).

b) Limite inferior de temperatura e limite superior de tensão ( $-10^{\circ}\text{C}$  e  $1,15 V_{\text{nom}}$ ).

c) Limite superior de temperatura e limite inferior de tensão ( $+70^{\circ}\text{C}$  e  $0,8 V_{\text{nom}}$ ).

d) Limite superior de temperatura e limite superior de tensão ( $+70^{\circ}\text{C}$  e  $1,15 V_{\text{nom}}$ ).

6.8.2. Procedimento:

6.8.2.1. O medidor deve ser ensaiado completamente montado na sua base se aplicável. Onde o medidor incluir funções de cobrança baseadas no tempo, estas devem ficar desabilitadas até a parte apropriada nestes ensaios.

6.8.2.2. Funcionalidades opcionais como períodos de tempo sem suspensão, créditos de emergência, modo de carga restrita, etc., devem ficar desabilitados durante a realização nestes ensaios.

6.8.2.3. Quando o medidor opera em unidades monetárias, deve ser parametrizado um preço apropriado por kWh. O medidor deve ser preparado aplicando uma carga até que os créditos disponíveis sejam esgotados e o relé de carga abra automaticamente. As leituras no registro de kWh acumulados e créditos disponíveis devem ser anotados e a tensão de alimentação removida.

6.8.2.4. O medidor deve ser submetido a cada um dos limites de temperatura descritos em 6.8.1 até a temperatura estabilizar e então, aplicar o limite de tensão de alimentação especificado em 6.8.1, sem corrente de carga durante um minuto. Novamente são tomadas as leituras para verificar a correta retenção dos valores e, logo em seguida, um token sem valor deve ser apresentado ao medidor para verificar sua correta rejeição. Entende-se por correta rejeição o atendimento ao disposto no item 6.3 deste regulamento.

6.8.2.5. Apresentar um token válido carregado com créditos suficientes para verificar sua correta aceitação e o fechamento do relé de carga, o qual deve ficar habilitado para ser fechado manualmente (por exemplo, pressionando um botão). Entende-se por correta aceitação o atendimento ao disposto no item 6.2 deste regulamento.

6.8.2.6. Retirar a tensão de alimentação por 5 minutos e restabelecê-la sem corrente de carga, para verificar novamente que não houve nenhuma alteração das leituras.

6.8.2.7. Aplicar uma carga com valores de  $I_{\text{max}}$  e  $FP=1$  para verificar a redução dos créditos disponíveis e a abertura automática do relé de carga. Após a abertura do relé, anotar as leituras e verificar se os créditos descontados correspondem à energia consumida. No caso de medidores com múltiplas tarifas, este ensaio deve ser realizado com apenas uma tarifa.

6.8.2.8. Para aqueles medidores que também incluem cobrança baseada no tempo (por exemplo, kWh consumidos por mês), este ensaio também se aplica com as seguintes considerações:

a) Após realizar os passos 6.8.2.1a 6.8.2.7, habilitar apenas um valor de cobrança baseada no tempo. Qualquer outra função de cobrança baseada no tempo de deve ser desabilitada.

b) Estabelecer um valor de cobrança baseada no tempo (por exemplo, X kWh por dia) que permita verificar a exatidão da dedução dos créditos disponíveis durante o período de tempo desejado. Estes



parâmetros devem ser estabelecidos, de acordo com a implementação específica do sistema de medição pré-pagamento.

c) Sem créditos no medidor, repetir o passo 6.8.2.7, verificando se o tempo no qual é desconectada a carga corresponde ao tempo estabelecido pelo valor da cobrança baseada no tempo. A medição deste tempo deve ser realizada com um relógio padrão de referência.

d) O passo 6.8.2.7 pode ser realizado sem corrente de carga.

6.8.2.9. A verificação dos valores da função cobrança baseada no tempo de que trata o numeral anterior também deve ser realizada em cada um dos limites especificados em 6.8.1.

6.8.3. Resultado. O medidor de pré-pagamento é considerado aprovado se não apresentar nenhuma alteração das funções básicas e se durante o ensaio estas funcionalidades continuam operando normalmente (i.e. conforme descrito em 6.2 até 6.7 deste RTM).

6.8.4. Ensaio de verificação das funcionalidades básicas no limite da faixa operativa de tensão. Este ensaio deve ser efetuado nas condições de referência, com a tensão de alimentação variando entre 0 e  $0,8 V_{nom}$  conforme procedimento descrito a seguir:

6.8.4.1. O medidor deve ser ensaiado completamente montado na sua base se aplicável. Onde o medidor incluir funções de cobrança baseadas no tempo, estas devem ficar desabilitadas. Se existem funções opcionais habilitadas como períodos de tempo sem suspensão ou créditos de emergência, estas devem ser desabilitadas durante este ensaio.

6.8.4.2. Se o medidor inclui uma função que especificamente abre ou fecha o relé de carga para uma condição de tensão de alimentação alta ou baixa, esta função deve poder ser habilitada ou desabilitada e deve permanecer desabilitada durante este ensaio.

6.8.4.3. O medidor deve ser preparado com um valor de créditos negativo, de tal maneira que o relé de carga permaneça aberto durante a realização deste ensaio. Anotar os registros de energia ativa acumulada e créditos disponíveis. Depois de feita esta ação, retirar a tensão de alimentação. O relé de carga não pode sofrer nenhuma mudança de estado indesejável devido à realização deste ensaio.

6.8.4.4. A tensão de alimentação deve ser incrementada de zero até  $0,8 V_{nom}$  de forma progressiva a uma taxa de  $0,01 V_{nom}$  por segundo, permanecendo por 60 segundos em cada um dos seguintes níveis:  $0,2 V_{nom}$ ;  $0,4 V_{nom}$ ;  $0,6 V_{nom}$ ;  $0,8 V_{nom}$ .

6.8.4.5. Após 60 segundos com tensão  $0,8 V_{nom}$ , diminuir progressivamente a tensão de alimentação a uma taxa constante de  $0,01 V_{nom}$  por segundo, a mantendo por 60 segundos em cada um dos seguintes níveis:  $0,7 V_{nom}$ ;  $0,5 V_{nom}$ ;  $0,3 V_{nom}$ ;  $0,1 V_{nom}$  antes de atingir zero.

6.8.4.6. Após 10 segundos sem tensão, aplicar novamente  $0,8 V_{nom}$  e registrar os valores de energia acumulada e créditos disponíveis. Nessa condição, apresentar um token com créditos suficientes de tal maneira que o relé de carga atue. Registrar novamente as leituras de energia ativa acumulada e créditos disponíveis e retirar a tensão de alimentação.

6.8.5. Repetir o ensaio com o relé de carga fechado, mas sem corrente nos terminais de corrente.

6.8.6. Resultado: O medidor de pré-pagamento é considerado aprovado se o estado de todos os registros, valores e parâmetros associados ao processo de contabilização permanecem válidos e sem mudança. Qualquer dispositivo interno de controle de tempo deverá funcionar corretamente. Não é permitido nenhum comportamento errático ou inesperado durante a realização deste ensaio.

6.9. Interrupção do processo de aceitação de token. Medidores de pré-pagamento equipados com um receptor de tokens que permite retirar o token do receptor (por exemplo, sistemas que usam cartão magnético), devem ser projetados de tal maneira que em caso de interrupção do processo de aceitação do token, os dados nele contidos não possam ser alterados, perdidos ou corrompidos.

6.10. Rejeição de tokens duplicados. Nos sistemas de medição pré-pagamento que aceitam tokens apenas uma vez, ou seja, não é possível re-carregar novamente um token com créditos, os medidores devem ser projetados para atender este requisito inclusive se houver interrupção do processo de aceitação do token. No processo de apreciação técnica de modelo deste tipo de medidor deve ser realizado o ensaio de rejeição de tokens duplicados conforme descrito a seguir:

6.10.1. Conectar o medidor de pré-pagamento nas condições de referência sem carga.



6.10.2. Gerar dois tokens válidos idênticos.

6.10.3. Apresentar o primeiro token e verificar a sua aceitação pelo medidor.

6.10.4. Então apresente o token duplicado.

6.10.5. Resultado: O segundo token deve ser rejeitado, sendo que o medidor de pré-pagamento deve apresentar uma mensagem indicando a causa da rejeição.

6.11. Rejeição de tokens válidos quando houver saturação dos créditos disponíveis. Os medidores de pré-pagamento devem ser projetados de tal maneira que, quando um token válido ultrapasse o máximo valor de créditos possível, este token seja rejeitado, mas não apagado ou invalidado. Nesse caso o medidor deve apresentar uma mensagem indicando a causa da rejeição. O mesmo token deve poder ser apresentado e aceitado quando os seus créditos não excedam o máximo valor de créditos possível. Para verificar o atendimento deste requisito, no processo de apreciação técnica de modelo deve ser realizado o ensaio abaixo descrito:

6.11.1. Conectar o medidor de pré-pagamento nas condições de referência, sem carga e carregado com um valor de créditos disponíveis próximo do máximo valor possível.

6.11.2. Gerar um token cujo valor somado com o valor de créditos disponível no medidor exceda o máximo valor de créditos que o medidor consegue gerenciar segundo o fabricante. Apresentar este token ao medidor.

6.11.3. Verificar que o token é rejeitado e que uma mensagem indicando a causa da rejeição é apresentada.

6.11.4. Aplicar carga ao medidor de tal maneira que os créditos disponíveis diminuam até permitir que o token rejeitado possa ser aceito.

6.11.5. Apresentar novamente o token anteriormente rejeitado e verificar que o mesmo é aceito corretamente pelo medidor e que os seus valores não sofreram alteração.

## 7. REQUISITOS E ENSAIOS DE GERENCIAMENTO DE TOKENS

7.1. Re-inicialização do registro de energia. Para apreciação técnica de modelo o seguinte ensaio deve ser realizado:

7.1.1. Conectar o medidor de pré-pagamento nas condições de referência, sem carga e com o registro cumulativo de energia ativa (kWh) parametrizado de tal maneira que apareça um valor perto da máxima leitura do medidor.

7.1.2. Carregar o medidor com créditos suficientes que permitam re-inicializar o registro de energia ativa. A função de cobrança baseada no tempo e funções como créditos de emergência devem ser inibidas durante este ensaio (se aplicável).

7.1.3. Anotar a leitura do registrador e então aplicar carga máxima ao medidor de tal forma que o registrador de energia ativa seja re-inicializado.

7.1.4. Resultado: A re-inicialização do registrador de energia ativa deve acontecer corretamente reduzindo dos créditos disponíveis o valor de energia correspondente.

7.1.5. Se o medidor de pré-pagamento inclui registradores para várias tarifas, este ensaio deve ser repetido em cada um dos registradores.

## 8. REQUISITOS DE SOFTWARE

8.1. Objetivo e Campo de Aplicação. Esta seção do Regulamento Técnico Metrológico objetiva:

8.1.1. Estabelecer os requisitos técnicos de software necessários ao processo de apreciação técnica de modelo de sistemas/instrumentos de medição de energia elétrica controlados por software para fins de pré-pagamento.

8.1.2. Garantir que o software legalmente relevante proporcione medidas corretas e dentro dos erros máximos admissíveis estabelecidos para os sistemas/instrumentos de medição de energia elétrica para fins de pré-pagamento nas condições previstas no presente RTM bem como no RTM de medidores eletrônicos em vigor.



8.1.3. Garantir que o software legalmente relevante proporcione cobrança/contabilização adequada dos créditos previamente adquiridos pelo usuário, associada ao consumo medido para os sistemas/instrumentos de medição de energia elétrica para fins de pré-pagamento nas condições previstas no presente RTM bem como no RTM de medidores eletrônicos em vigor.

8.1.4. Garantir que o software legalmente relevante não seja afetado por outros softwares ou partes não legalmente relevantes.

8.2. Para efeito de aplicação desta seção do Regulamento, um sistema/instrumento de medição de energia elétrica controlado por software para fins de pré-pagamento é composto por elementos de software associados ao processo de cobrança/contabilização do consumo e por todos os elementos envolvidos na captura, processamento e publicação do resultado da medição (dispositivo mostrador) ao usuário final (consumidor).

8.3. Os elementos do sistema/instrumento de medição de energia elétrica controlados por software diretamente envolvidos ou que de alguma forma interfiram nos processos de cobrança/contabilização do consumo ou captura, processamento e publicação do resultado da medição ao usuário final, são ditos “legalmente relevantes” e devem satisfazer à totalidade dos requisitos técnicos de software gerais e, também, aos requisitos técnicos de software específicos elegíveis em função da tecnologia empregada e/ou funcionalidades disponíveis.

8.4. A Figura 1 exemplifica uma configuração arquitetural possível de sistema/instrumento de medição de energia elétrica para fins de pré-pagamento com seus respectivos elementos considerados legalmente relevantes destacados por linha pontilhada. Os demais elementos não contidos no interior do espaço pontilhado não são considerados legalmente relevantes por não envolverem diretamente, ou interferirem de alguma forma, nos processos de cobrança/contabilização do consumo, carga de crédito de consumo (terminal do usuário) ou de captura, processamento e publicação do resultado da medição ao usuário final.

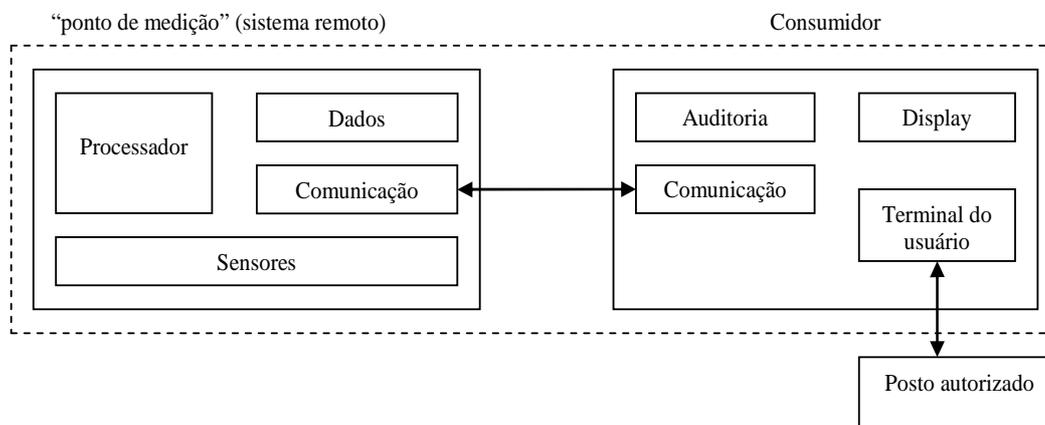


Figura 1

8.5. É de responsabilidade do Inmetro determinar quais softwares/hardwares/dados são considerados legalmente relevantes.

8.6. As evidências para cumprimento dos requisitos técnicos de software estabelecidos no presente Regulamento devem ser providas pelo fabricante.

8.7. Para esta seção do regulamento aplicam as definições contidas no item 2.6.

8.8. Requisitos gerais. Os requisitos gerais compreendem:

- Características básicas do sistema/instrumento de medição de energia elétrica;
- Identificação/Integridade do software;
- Exatidão dos algoritmos e funções de medição e de pré-pagamento;
- Influência da interface do usuário;



- e) Influência da interface de comunicação;
- f) Proteção contra mudanças acidentais/não-intencionais;
- g) Proteção contra mudanças intencionais não autorizadas;
- h) Proteção dos parâmetros;
- i) Detecção de falha;
- j) Validação do software;
- k) Auditoria.

8.8.1. Características básicas do sistema/instrumento de medição de energia elétrica.

8.8.1.1. O sistema/instrumento de medição de energia elétrica dentro do escopo deste regulamento é um instrumento de medição que possui software embarcado, caracterizando-se por:

- a) Todo o software aplicativo foi desenvolvido para suporte às funções de pré-pagamento e à medição, incluindo as funções sujeitas ao controle metrológico legal, assim como as restantes;
- b) A interface do usuário é normalmente dedicada à aplicação de medição e funções de pré-pagamento;
- c) Se existir, um sistema operacional não pode compartilhar recursos computacionais com outros usuários;
- d) O software e o seu ambiente são invariáveis: não existem meios disponíveis para se alterar o software legalmente relevante; o download de software só é permitido quando os requisitos descritos na seção 8.9.1 forem atendidos;
- e) Interfaces para a transmissão dos dados das medições e dos dados de pré-pagamento através de redes de comunicação são permitidas desde que atendam aos requisitos de 8.8.5 (Influência da interface de comunicação).

8.8.1.2. Documentação requerida:

- a) Descrição completa do hardware contemplando: arquitetura em módulos, diagrama de blocos de cada módulo, tipo de processador/microcontrolador, interfaces de comunicação/usuário etc.;
- b) Descrição funcional do sistema/instrumento;
- c) Descrição da interface do usuário, menus e diálogos (se existir);
- d) Manual operacional.

8.8.2. Identificação/Integridade do software

8.8.2.1. Os softwares legalmente relevantes devem ser claramente identificados. A identificação do software deve ser indissolúvelmente ligada ao software e deve ser apresentada (e conferida) sob comando ou automaticamente durante a operação do sistema/instrumento de medição de energia elétrica. Caso o sistema/instrumento de medição de energia elétrica não tenha uma interface para solicitar a identificação do software ou a interface de usuário não tenha nenhuma capacidade para mostrar a identificação do software, esta deve ser afixada claramente sobre o sistema/instrumento de medição de energia elétrica. É necessária a existência de algum procedimento para a verificação em campo da integridade do software legalmente relevante.

8.8.2.2. Cada mudança no software definido como legalmente relevante deve ser avaliada e aprovada pelo Inmetro e possuir um novo identificador. O identificador de software deve ter uma estrutura que identifica claramente as versões que necessitam de avaliação e aprovação e aquelas que não precisam.

8.8.2.3. Documentação requerida: A documentação fornecida deve descrever os identificadores de software, a forma como foram criados, como os identificadores estão indissolúvelmente ligados aos softwares, como os identificadores podem ser acessados para visualização, como estão estruturados de forma a diferenciar entre as versões que requerem ou não aprovação das alterações e os procedimentos disponíveis para a verificação de integridade em campo.

8.8.3. Exatidão dos algoritmos e funções de medição e de pré-pagamento. Os algoritmos e funções de medição e de pré-pagamento devem ser adequados e funcionalmente corretos para o sistema/instrumento de medição de energia elétrica (precisão dos algoritmos, arredondamentos, etc.). Deve ser possível analisar algoritmos e funções, tanto por ensaios metrológicos como por ensaios/exames de software.

8.8.3.1. Documentação requerida: Descrição dos algoritmos e funções de medição (cálculo, exatidão e arredondamentos dos resultados).



#### 8.8.4. Influência da interface do usuário

8.8.4.1. Nenhum dos comandos gerados através da(s) interface(s) de usuário de um sistema/instrumento de medição de energia elétrica deve influenciar o software legalmente relevante, nem os dados das medições e de pré-pagamento, de forma não prevista na descrição apresentada no processo de aprovação de modelo. A cada comando deve haver uma atribuição unívoca e não ambígua de seus efeitos nas funções e dados do sistema/instrumento de medição de energia elétrica. O acionamento de qualquer tipo de interface que não seja explicitamente declarada e documentada como comando não pode ter qualquer efeito sobre as funções do sistema/instrumento de medição de energia elétrica ou medições.

8.8.4.2. Documentação requerida: A inexistência de comandos deve ser comprovada através da completa ausência de “portas” de entrada para a interface de usuário no diagrama esquemático. Na existência de comandos, ou na impossibilidade de comprovação da inexistência de comandos pelo diagrama esquemático, o fabricante deve fornecer:

- a) O código-fonte completo e comentado do sistema/instrumento de medição de energia elétrica;
- b) Lista completa de todos os comandos existentes junto com uma declaração de completude;
- c) Descrição do significado de cada comando e seus efeitos nas funções e dados do sistema/instrumento de medição de energia elétrica;
- d) Descrição dos procedimentos realizados para validar a completude dos comandos;
- e) Descrição dos procedimentos de teste realizados para provar a funcionalidade declarada dos comandos;
- f) Descrição dos mecanismos de controle de acesso e proteção contra intrusão.

#### 8.8.5. Influência da interface de comunicação

8.8.5.1. Os comandos introduzidos através de interfaces de comunicação do sistema/instrumento de medição de energia elétrica não devem influenciar o software legalmente relevante, ou os dados das medições, de forma não prevista na descrição apresentada no processo de aprovação de modelo. A cada comando deve haver uma atribuição unívoca e não ambígua de seus efeitos nas funções e dados do sistema/instrumento de medição de energia elétrica. Os sinais ou códigos que não estão declarados e documentados como comandos não podem ter qualquer efeito sobre as funções e os dados do sistema.

8.8.5.2. Documentação requerida: Caso inexistam comandos, o fabricante deve comprovar isso através da ausência de “portas” de entrada acessíveis para comunicação no esquemático. Na existência de comandos, ou da impossibilidade de comprovação da inexistência de comandos pelo esquemático, o fabricante deve fornecer:

- a) O código fonte completo e comentado do sistema/instrumento de medição de energia elétrica;
- b) Lista completa de todos os comandos existentes junto com uma declaração de completude;
- c) Descrição do significado de cada comando e seus efeitos nas funções e dados do sistema/instrumento de medição de energia elétrica;
- d) Descrição dos procedimentos realizados para validar a completude dos comandos;
- e) Descrição dos procedimentos de teste realizados para provar a funcionalidade declarada dos comandos;
- f) Descrição dos mecanismos de controle de acesso e proteção contra intrusão.

#### 8.8.6. Proteção contra mudanças acidentais/não-intencionais

8.8.6.1. O(s) software(s) legalmente relevante(s) e os dados de medição e de pré-pagamento devem ser protegidos contra modificações acidentais ou não intencionais. Os possíveis motivos para modificações acidentais ou não-intencionais são:

- a) Influências físicas imprevisíveis - o armazenamento dos dados das medições e de pré-pagamento deve ser protegido contra a corrupção ou supressão na presença de uma falha ou, alternativamente, a falha (erro) deve ser detectável;
- b) Funções de usuário - confirmação deve ser exigida antes de suprimir ou alterar dados;
- c) Defeitos residuais do software - devem ser tomadas medidas adequadas para proteger os dados de mudanças não intencionais que possam ocorrer através de um projeto incorreto ou erros de programação, por exemplo, verificações da plausibilidade.

8.8.6.2. Documentação requerida: Descrição das medidas que foram tomadas para proteger o software/dados contra alterações não intencionais.



#### 8.8.7. Proteção contra mudanças intencionais não autorizadas

8.8.7.1. O(s) software(s) legalmente relevante(s) deve(m) ser protegido(s) contra modificações inadmissíveis, downloads remotos não autorizados e substituição de memória.

8.8.7.2. Documentação requerida: A documentação deve fornecer garantias de que o software legalmente relevante não pode permitir modificações inadmissíveis, sendo que as medidas de proteção tomadas contra mudanças intencionais não autorizadas devem estar destacadas.

#### 8.8.8. Proteção dos parâmetros

8.8.8.1. Os parâmetros que fixam as características legalmente relevantes do sistema/instrumento de medição de energia elétrica devem ser protegidos contra modificações não autorizadas.

8.8.8.2. Documentação requerida: A documentação necessária compreende a descrição de todos os parâmetros legais pertinentes, incluindo:

- a) Valores nominais e margens de variação;
- b) Onde são armazenados;
- c) Como podem ser visualizados;
- d) Como são protegidos.

#### 8.8.9. Detecção de falha

8.8.9.1. O sistema/instrumento de medição de energia elétrica deve possuir função de detecção de falhas. Tanto o processo de detecção, quanto a reação à falha, deve estar de acordo com o descrito na documentação constante do processo de apreciação técnica de modelo.

8.8.9.2. Documentação requerida: Documentação contendo a lista de falhas que são detectáveis, os respectivos algoritmos de detecção e as reações desencadeadas.

#### 8.8.10. Validação do software

8.8.10.1. O software legalmente relevante deve ser validado.

8.8.10.2. Documentação requerida: Descrição dos procedimentos de teste realizados para a validação do software frente aos requisitos do presente Regulamento e os resultados obtidos.

#### 8.8.11. Auditoria

8.8.11.1. O sistema/instrumento de medição de energia elétrica deve dispor de um mecanismo de auditoria que permita rastrear as medições realizadas e a respectiva cobrança/contabilização do consumo.

8.8.11.2. Os registros de auditoria devem indicar o evento de interesse, o momento de sua ocorrência e o seu impacto no funcionamento do sistema/instrumento de medição.

8.8.11.3. Devem ser produzidos registros de auditoria para os seguintes eventos:

- a) Falha de funcionamento ou de comunicação entre as partes integrantes do instrumento/sistema de medição;
- b) Suspensão de energia associado ao esgotamento de créditos de consumo;
- c) Restabelecimento de energia associado à carga de crédito de consumo;
- d) Carga de créditos de consumo;
- e) Alteração das tarifas de cobrança/contabilização do consumo;
- f) Execução de comandos via interface de usuário; e
- g) Download de software via interface de usuário e de comunicação.

8.8.11.4. Documentação requerida:

a) Descrição do formato de todos os registros de auditoria produzidos pelo sistema/instrumento de medição.

b) Descrição da(s) mídia(s) usada(s) para armazenamento.

8.9. Requisitos específicos. Os requisitos específicos tratam de aspectos técnicos referentes a tecnologias empregadas na concepção do sistema/instrumento de medição de energia elétrica ou inserção de funcionalidades de software complementares. Se algum requisito específico for aplicável ao sistema/instrumento de medição de energia elétrica é necessária a disponibilização ao Inmetro de todo o código-fonte comentado do software legalmente relevante.

8.9.1. Separação das partes legalmente relevantes



8.9.1.1. Os instrumentos de medição controlados por software podem ter funcionalidades complexas e conter módulo(s) legalmente relevante(s) e módulo(s) não legalmente relevante(s). A(s) parte(s) metrologicamente relevantes(s) do sistema/instrumento de medição de energia elétrica bem como as partes envolvidas com as funções de pré-pagamento não deve(m) ser influenciada(s) por outras partes do mesmo sistema/instrumento de medição de energia elétrica. Deve haver uma parte do software englobando todos os módulos e parâmetros legalmente relevantes, claramente separada dos outros componentes de software. Caso não haja separação de software todo ele será considerado relevante.

8.9.1.2. Pertencem ao software legalmente relevante, no caso de separação de baixo nível, todas as unidades de programa (sub-rotinas, procedimentos, funções, classes) e, no caso de separação de alto nível, todos os programas e bibliotecas que contribuem para:

- a) O processamento das medições;
- b) As funções de pré-pagamento
- c) As funções auxiliares tais como: a exibição de dados, segurança de dados, armazenamento de dados, identificação de software, download de software, transmissão ou armazenamento de dados, checagem ou armazenamento de dados recebidos.

8.9.1.3. Pertencem ainda ao software legalmente relevante todas as variáveis, arquivos temporários e os parâmetros que tenham impacto sobre os valores das medições e os dados de pré-pagamento ou funções legalmente relevantes. Os componentes da interface de software protetora também são parte do software legalmente relevante.

8.9.1.4. O software legalmente não relevante inclui as unidades de programa restantes e os dados ou parâmetros não incluídos nas categorias anteriores. Modificações a esta parte são permitidas desde que os requisitos de separação das partes legalmente relevantes de software sejam observados.

8.9.1.5. A troca de dados entre os softwares legalmente relevantes e não relevantes deve ser realizada através de uma interface protetora que abranja todas as interações e fluxos de dados. Quaisquer interações e fluxos de dados não devem influenciar de forma inadmissível o software legalmente relevante, incluindo o comportamento dinâmico do processo de medição.

8.9.1.6. Deve haver uma atribuição inequívoca de cada comando enviado através da interface de software para uma função ou uma alteração de dados do software legalmente relevante.

8.9.1.7. Os códigos e dados que não são declarados e documentados como comandos não devem ter nenhum efeito sobre o software legalmente relevante. A interface deve ser completamente documentada e quaisquer outras interações/fluxo de dados não documentadas não devem ser realizadas nem pelo programador do software legalmente relevante, nem pelos programadores do software não relevante.

8.9.1.8. Quaisquer informações geradas pelo software que não é legalmente relevante só podem ser exibidas pelo sistema/instrumento de medição de energia elétrica caso elas não possam ser confundidas com as informações que se originam a partir da parte legalmente relevante.

8.9.1.9. Documentação requerida:

- a) Esquemático completo do sistema/instrumento de medição de energia elétrica apontando a(s) parte(s) legalmente relevante e não legalmente relevantes.
- b) Descrição de todas as funções de programa e estruturas de dados relevantes. Não deve existir nenhuma função não-documentada. A correta implementação da separação de software deve estar demonstrada na documentação.
- c) Descrição de todos os componentes que pertencem ao software legalmente relevante e sua inter-relação com as funções.
- d) Descrição da interface do software contendo: lista completa de todos os comandos juntamente com uma declaração de completude, e descrição dos comandos e os seus efeitos sobre as funções e os dados do software legalmente relevante.
- e) No caso da existência de apresentação compartilhada no sistema/instrumento de medição de energia elétrica (entre o software legalmente relevante e o software legalmente não relevante) deve ser explicitamente descrito: o conjunto de informações passível de apresentação; como é feita a apresentação; e o software que realiza a apresentação.



## 8.9.2. Transmissão dos dados através de redes de comunicação

8.9.2.1. O conjunto de requisitos técnicos descritos a seguir, se aplica apenas quando o sistema/instrumento de medição de energia elétrica utiliza internamente à cadeia de medição legalmente relevante, uma rede de comunicação para transmitir e receber dados das medições e dados de pré-pagamento:

- a) Completude dos dados transmitidos - os dados transmitidos devem incluir todas as informações necessárias à apresentação, ou processamento, da medição no dispositivo receptor, bem como os dados de pré-pagamento, de acordo com a documentação específica constante do processo de apreciação técnica de modelo;
- b) Integridade dos dados transmitidos - os dados legalmente relevantes transmitidos devem ter sua integridade verificada e somente podem ser usados se esta for constatada;
- c) Autenticidade dos dados transmitidos - é necessário identificar a origem, sem ambigüidade, dos dados transmitidos e, para fazer frente aos possíveis atrasos da transmissão dos dados, é necessário que o instante da medição seja registrado junto com o valor da medição e os dados de pré-pagamento;
- d) Confidencialidade das chaves - as chaves criptográficas (e dados correlatos), caso sejam utilizadas, devem ser tratadas como dados legalmente relevantes e devem ser mantidas em segredo e protegidas para que não sejam corrompidas; a proteção deve cobrir tentativas de mudanças intencionais a partir de ataques;
- e) Manipulação de dados corrompidos - os dados que são detectados como corrompidos não devem ser utilizados;
- f) Atraso de transmissão - uma medição não pode ser influenciada pela comunicação, deve-se garantir que, mesmo sob as piores condições do meio de comunicação (alto tráfego, por exemplo), a mesma não invalidará as medições;
- g) Disponibilidade dos serviços de transmissão - mesmo que os serviços de rede de comunicação se tornem indisponíveis, não deve haver perda de dados das medições ou tokens, e o dispositivo mostrador instalado no consumidor deve sinalizar tal situação; o usuário não deve ser capaz de corromper dados das medições ou tokens em função da supressão da transmissão.

### 8.9.2.2. Documentação requerida:

- a) O protocolo de comunicação;
- b) O método de verificação de integridade;
- c) Os mecanismos que garantem a correta atribuição do valor de uma medição a um sistema/instrumento de medição de energia elétrica específico para fins de pré-pagamento;
- d) Os principais mecanismos de manipulação e gerência das chaves para mantê-las secretas;
- e) Os mecanismos usados para descarte dos dados corrompidos;
- f) Como a medição é protegida contra atrasos decorrentes da comunicação;
- g) Os procedimentos de proteção contra a interrupção da transmissão ou outros erros.

## 8.9.3. Download de software legalmente relevante

8.9.3.1. O conjunto de requisitos técnicos descritos neste item se aplica apenas quando o sistema/instrumento de medição de energia elétrica utiliza a sua interface de usuário e/ou de comunicação para carregar e instalar software legalmente relevante:

- a) O download e a subsequente instalação de software devem ser automáticos e devem garantir o não comprometimento do ambiente de proteção do software no final do processo.
- b) O dispositivo alvo deve ter um software legalmente relevante permanentemente residente e invariável, com todas as funções necessárias para verificar os requisitos definidos neste item.
- c) O dispositivo deve ser capaz de detectar uma falha de download ou instalação, gerando uma sinalização do ocorrido. Se o download ou a instalação fracassar, ou se for interrompido, o estado inicial do sistema/instrumento de medição de energia elétrica não deve ser afetado. Caso não seja possível, o sistema/instrumento de medição de energia elétrica deve exibir uma mensagem de erro permanente e o seu funcionamento metrológico, bem como as funções de pré-pagamento devem ser impedidos, até que o erro seja corrigido.



- d) No caso de uma instalação bem sucedida, todas as formas de proteção devem ser restauradas para o seu estado original, a menos que o software carregado tenha a devida autorização para alterá-las.
- e) Durante o download e a instalação de novo software as funções de medição bem como as funções de pré-pagamento do sistema/instrumento de medição de energia elétrica devem ser impedidas, caso não possam ser completamente garantidas.
- f) Devem ser empregados meios para garantir a autenticidade do software carregado, e para indicar que este software foi previamente avaliado e aprovado. Antes da utilização do software carregado, o instrumento de medição de energia elétrica deve verificar automaticamente se: o software é autêntico (e não uma fraude) e o software é aprovado para esse tipo de instrumento de medição. Os meios pelos quais o software identifica a sua autorização prévia devem ser protegidos para evitar a falsificação.
- g) Devem ser empregados meios para garantir que o software tenha sua integridade verificada e somente possa ser usado se esta for constatada.
- h) Devem ser garantidos por meios técnicos apropriados que todos os softwares carregados sejam devidamente identificados e registrados no sistema/instrumento de medição de energia elétrica para fins de controle a posteriori.
- i) O software só pode ser carregado com a permissão explícita da distribuidora de energia elétrica, como segue:
- Depois que o sistema/instrumento de medição de energia elétrica tenha sido posto em serviço, a concessionária/posto autorizado é responsável por controlar a permissão de download; este requisito garante que o fabricante não possa alterar o software legalmente relevante do instrumento de medição sem o consentimento explícito da distribuidora de energia elétrica;
  - O meio pelo qual a distribuidora de energia elétrica exprime a sua permissão é parte do software legalmente relevante e deve ser protegido como tal. Sua permissão é necessária a menos que se estabeleça em contrário;
  - A disponibilidade do dispositivo para download deve ser indicada para a distribuidora de energia elétrica.

8.9.3.2. Mesmo que os requisitos descritos em 8.9.3.1 não possam ser cumpridos, ainda assim é possível fazer o download da parte do software legalmente não relevante, desde que as seguintes exigências sejam cumpridas:

- a) Exista uma clara separação entre o software legalmente relevante e o não relevante, de acordo com os requisitos do item 8.9.1 (Separação das partes relevantes);
- b) Toda a parte do software legalmente relevante seja permanente e invariável, isto é, não possa ser carregada ou alterada sem o rompimento de lacre ou selo.

8.9.3.3. Documentação requerida:

- a) O processo automático de download, o processo de verificação e instalação, como o nível de proteção é garantido no final, e o que acontece quando ocorre uma falha;
- b) Como a autenticidade da identificação do software é garantida;
- c) Como a autenticidade da aprovação prévia é garantida;
- d) Como é garantido que o software carregado foi aprovado para o tipo de instrumento de medição em questão;
- e) Como a integridade do software é garantida;
- f) Como os downloads de software são rastreados e como a rastreabilidade é implementada e protegida;
- g) Os meios técnicos pelos quais o processo de download considera a permissão da distribuidora de energia elétrica (controle de acesso).

8.10. Comportamento dinâmico.

8.10.1. A co-existência de software não legalmente relevante não pode influenciar negativamente no comportamento dinâmico do processo de medição e das funções de pré-pagamento. Isso significa que, caso haja um compartilhamento de recursos de processamento, o software legalmente relevante deve sempre ter a disponibilidade necessária para o seu bom funcionamento (ex. prioridade superior ao software não relevante). Esse requisito adicional garante que, para aplicações em tempo real de



sistemas/instrumentos de medição de energia elétrica para fins de pré-pagamento, o comportamento dinâmico do software legalmente relevante não é influenciado por software legalmente não relevante, ou seja, os recursos do software legalmente relevante não podem ser alterados de forma não admitida pela parte não relevante.

8.10.2. Documentação requerida: Descrição de como é garantida a disponibilidade necessária para a execução correta do software legalmente relevante: hierarquia de interrupção, diagrama temporal das tarefas de software, limite de tempo de execução destinado às tarefas legalmente não relevantes etc.

8.11. Capacidade de processamento

8.11.1. Apresentar todos os elementos constituintes do sistema/instrumento de medição de energia elétrica para fins de pré-pagamento que tenham uso compartilhado (concentradores, redes de comunicação). Todos os elementos devem ser dimensionados em função dos instantes de maior tráfego de dados.

8.11.2. Documentação requerida: Apresentar os cálculos que comprovem a capacidade de compartilhamento

8.12. Capacidade de autodiagnóstico de falhas

8.12.1. Este requisito se aplica apenas quando o sistema/instrumento de medição de energia elétrica para fins de pré-pagamento, além de prover detecção de falhas, deve ser capaz de diagnosticar um estado de mau funcionamento.

8.12.2. Documentação requerida:

- a) Descrição do mecanismo de diagnóstico de falhas e quando ele é invocado;
- b) Descrição dos testes realizados pelo fabricante.

8.13. Cópias de segurança (backup)

8.13.1. Os requisitos descritos neste item se aplicam apenas quando for necessário que, após um mau funcionamento, haja uma recuperação de medições anteriores, de dados de pré-pagamento, ou de outros dados relevantes. Deve haver um mecanismo que gere cópias periódicas destes dados legalmente relevantes, tais como os resultados de medição e o 'status' atual dos processos, e salve essas cópias em mídia não-volátil. A frequência de atualização das cópias de segurança deve ser compatível com os requisitos aplicativos.

8.13.2. Documentação requerida

- a) Descrição dos dados com cópia;
- b) Descrição da frequência de atualização e o cálculo usado para justificar esta frequência; e
- c) Descrição da(s) mídia(s) usada(s) para armazenamento.

## 9. REQUISITOS E ENSAIOS DE FUNCIONALIDADES OPCIONAIS.

9.1. As funcionalidades opcionais dos medidores de pré-pagamento dependem da aplicação específica e das necessidades da concessionária que usará o sistema pré-pagamento. Portanto, é necessário realizar ensaios específicos para verificar o correto desempenho de uma determinada funcionalidade.

9.2. Caso alguma das funcionalidades opcionais esteja ativada, o medidor de pré-pagamento deve mostrar uma indicação da função opcional que está ativada.

9.3. Todas as funcionalidades opcionais no medidor de pré-pagamento devem poder ser habilitadas ou desabilitadas através de interface de usuário ou através de um token específico.

9.4. A seguir são descritas as principais funcionalidades opcionais presentes em medidores de pré-pagamento, com seus respectivos requisitos e ensaios que devem ser realizados. Outras funcionalidades podem ser apresentadas, sendo que no processo de apreciação técnica de modelo, requisitos e ensaios adicionais podem ser solicitados a critério exclusivo do Inmetro.

9.5. Função de cobrança baseada no tempo.

9.5.1. Esta função relaciona o valor de créditos disponíveis com um consumo de energia durante um determinado período de tempo. Em outras palavras, a função de cobrança baseada no tempo permite registrar o consumo de energia durante um determinado período de tempo e o transforma em créditos



disponíveis. Adicionalmente, esta função permite aplicar tarifas diferenciadas em função de períodos de tempo pré-determinados.

9.5.2. Os medidores de pré-pagamento que utilizem esta função devem satisfazer os requisitos do item 10 deste RTM, bem como ser submetidos aos ensaios de exatidão do mecanismo de controle de tempo descritos no item 10.10 deste RTM.

#### 9.6. Crédito de emergência

9.6.1. Uma vez esgotados os créditos do medidor, esta função permite que o cliente restabeleça temporariamente o fornecimento de energia através de um comando apropriado (por exemplo, digitando um código).

9.6.2. O crédito de emergência pode ser implementado por tempo ou por consumo.

9.6.3. Na implementação por tempo, uma vez executado o comando, esta função ordena fechar o relé de carga por um período de tempo pré-estabelecido (por exemplo, 2 dias) e registra a energia consumida durante este intervalo de tempo convertendo-a em créditos negativos os quais são descontados da próxima re-carga.

9.6.4. Na implementação por consumo, uma vez executado o comando, esta função habilita uma quantidade de créditos disponíveis negativos, os quais são proporcionais a um valor de energia em kWh pré-determinado e que são descontados da próxima re-carga.

9.6.5. Uma vez esgotado o período de tempo de emergência, o relé de carga suspende o fornecimento de energia, podendo ser restabelecido através de uma nova re-carga de créditos suficientes para que o saldo de créditos disponíveis no medidor seja positivo.

9.6.6. O comando de habilitação de crédito de emergência só poderá ser executado um número determinado de vezes entre re-cargas de créditos.

9.6.7. Ensaio de Comando de Emergência: Este ensaio aplica para ambas as implementações do crédito de emergência (por tempo e por consumo). Consiste em executar repetidas vezes o comando de emergência com e sem créditos disponíveis, verificando a atuação do relé de carga, o número de vezes que o comando pode ser aplicado e o valor dos créditos disponíveis no medidor quando habilitada a função.

9.6.8. Ensaio de verificação do tempo de emergência: Consiste em verificar se o tempo de atuação do relé de carga corresponde ao tempo pré-estabelecido conforme descrito no item 6.8.2.8 deste RTM.

#### 9.7. Períodos de não suspensão

9.7.1. Esta função impede que o relé de carga suspenda o fornecimento à instalação em períodos de tempo pré-estabelecidos (por exemplo, feriados e finais de semana). A energia consumida durante os períodos de não interrupção é transformada em créditos negativos os quais são descontados da próxima re-carga.

9.7.2. Uma vez finalizado o período de não interrupção, o relé de carga suspende o fornecimento de energia podendo ser restabelecido através de uma nova re-carga de créditos suficientes para que o saldo de créditos disponíveis no medidor seja positivo.

9.7.3. Os medidores de pré-pagamento que utilizem esta função devem satisfazer os requisitos do item 10 deste RTM, bem como ser submetidos aos ensaios de exatidão do mecanismo de controle de tempo descritos no item 10.10 deste RTM.

#### 9.8. Múltiplas tarifas

9.8.1. Esta função consiste em aplicar diferentes tarifas pelo consumo de energia.

9.8.2. A aplicação de várias tarifas pode ser ou não dependente do tempo, por exemplo, é possível aplicar várias tarifas para diferentes faixas de consumo medido ou aplicar várias tarifas para diferentes horas do dia (tarifa horosazonal).

9.8.3. Os medidores de pré-pagamento que utilizem múltiplas tarifas no processo de contabilização devem apresentar o valor dos créditos disponíveis em R\$ e opcionalmente em kWh.

9.8.4. Os medidores de pré-pagamento que utilizem esta função para aplicar tarifas horosazonais devem satisfazer os requisitos do item 10 deste RTM, bem como ser submetidos aos ensaios de exatidão do mecanismo de controle de tempo descritos no item 10.10 deste RTM.

#### 9.9. Dívida pré-acordada



9.9.1. Esta função permite que, uma vez esgotados os créditos, o relé de carga não suspenda o fornecimento de energia até atingir um valor de dívida (em R\$ ou kWh) pré-acordado entre o consumidor e a concessionária.

9.9.2. O valor da dívida é convertido em créditos negativos os quais serão descontados da próxima recarga de créditos. Uma vez atingido o valor da dívida pré-acordada, o relé de carga suspende o fornecimento de energia podendo ser restabelecido através de uma nova recarga com créditos suficientes para que o saldo de créditos disponíveis no medidor seja positivo.

9.9.3. Os medidores de pré-pagamento que utilizem esta função devem exibir o valor da dívida a ser atingido antes da suspensão do serviço.

9.9.4. Os medidores de pré-pagamento que utilizem esta função devem ser submetidos a uma verificação de abertura e fechamento do relé conforme configurações do modo de dívida pré-acordada.

#### 9.10. Modo limite de carga

9.10.1. Esta função abre o relé de carga quando a potência instantânea consumida ultrapassa um valor pré-determinado (em kW).

9.10.2. O relé permanece aberto por um determinado espaço de tempo (por exemplo, 5 minutos) e então fecha novamente restabelecendo o serviço. Após o restabelecimento, se a potência instantânea consumida continuar acima do valor, o relé suspende novamente o consumo.

9.10.3. Os medidores que possuam a função limite de carga devem apresentar uma indicação informando que o relé de carga está próximo a atuar devido a que a potência instantânea consumida ultrapassou o limite de carga pré-determinado.

9.10.4. A ação do relé de carga devida a esta função, não pode afetar o processo de contabilização do medidor.

#### 9.11. Crédito social

9.11.1. Esta função outorga sem ônus ao cliente, um valor determinado de créditos disponíveis no medidor durante um período de tempo pré-definido (por exemplo, diário, semanal ou mensal).

9.11.2. Os medidores de pré-pagamento que utilizem esta função devem satisfazer os requisitos do item 10 deste RTM, bem como ser submetidos aos ensaios de exatidão do mecanismo de controle de tempo descritos no item 10.10 deste RTM.

### 10. REQUISITOS E ENSAIOS DO MECANISMO DE CONTROLE DE TEMPO

10.1. Os requisitos do mecanismo de controle de tempo aplicam para os medidores de pré-pagamento onde as tarifas baseadas no consumo de energia são controladas por um relógio interno em tempo real.

10.2. Quando uma interrupção na alimentação aconteça por um tempo de duração menor que o valor da reserva operativa, o medidor de pré-pagamento deve manter o tempo dentro da exatidão prevista no item sobre base de tempo do RTM de medidores eletrônicos em vigor.

#### 10.3. Reserva operativa do medidor de pré-pagamento.

10.3.1. A exatidão do mecanismo de controle de tempo deve ser melhor do que uma mudança no erro de 1,5 s após que a reserva operativa tenha sido ativada por 36 h à temperatura ambiente.

10.3.2. Para medidores polifásicos a reserva operativa não deve ser ativada se pelo menos uma das tensões linha-neutro está presente no medidor dentro da faixa estendida de operação.

10.4. Bateria primária. Os medidores de pré-pagamento equipados com bateria primária devem ser capazes de fornecer uma reserva de energia para a mínima vida operacional do medidor, na base inicial de 2 anos de uso contínuo da reserva. Depois disso, a bateria deve ser capaz de fornecer uma reserva de energia de 1 semana por ano nos seguintes 8 anos.

10.5. Reserva de energia para troca da bateria. Medidores de pré-pagamento que permitam a troca da bateria de reserva estando em uso, devem ser projetados de tal maneira que não percam o registro de tempo durante a substituição da bateria de reserva, ainda que aconteça uma falta de energia durante este processo. O medidor deve ser projetado de tal maneira que o tempo necessário para substituição da bateria seja menor ou igual a 5 minutos a partir da desconexão da bateria.

#### 10.6. Relógio Síncrono.



10.6.1. Medidores de pré-pagamento equipados com relógio síncrono devem ser capazes de manter uma exatidão superior a 0,15 s a cada 24 h (0,00017%) nas condições de referência assumindo que frequência de alimentação, na média, mantém seu valor nominal sem nenhuma interrupção.

10.6.2. O relógio síncrono deve operar normalmente para todos os valores de frequência entre (0,98 e 1,02) vezes a frequência nominal de alimentação sem perda de exatidão. Este requisito deve ser verificado durante o ensaio de influência da variação de frequência constante no RTM de medidores eletrônicos em vigor.

10.6.3. Para medidores nos quais o mecanismo de controle de tempo funciona com um relógio controlado por cristal, durante a habilitação da reserva operativa devido a uma interrupção da alimentação, a exatidão do mecanismo deve ser melhor que 0,5 s a cada 24 h.

10.6.4. Adicionalmente, a exatidão do mecanismo de controle de tempo com variações de temperatura deve ser menor que 0,15 s/°C a cada 24 h.

10.7. Relógios controlados por cristal.

10.7.1. Medidores de pré-pagamento equipados com relógios controlados por cristal devem ter uma exatidão melhor que 0,5 s a cada 24 h.

10.7.2. A variação da exatidão do mecanismo de controle de tempo com a temperatura deve ser menor que 0,15 s/°C a cada 24 h.

10.7.3. O relógio controlado por cristal deve operar normalmente para todos os valores de frequência entre (0,98 e 1,02) vezes a frequência nominal. Este requisito deve ser verificado durante o ensaio de influência da variação de frequência constante no RTM de medidores eletrônicos em vigor.

10.7.4. Durante a habilitação da reserva operativa devido a uma interrupção da alimentação, a exatidão do mecanismo de controle de tempo deve atender o disposto nos itens 10.7.1 e 10.7.2.

10.8. O medidor de pré-pagamento deve ser capaz de mostrar o tempo real com uma resolução de 1 s. Adicionalmente deve disponibilizar um dispositivo de sincronização com um relógio externo que permita sincronizar o relógio interno em zero ou em qualquer valor desejável.

10.9. O fabricante do medidor de pré-pagamento deve também fornecer um meio adequado para ensaiar rapidamente a exatidão do mecanismo de controle de tempo. Isto pode ser feito, por exemplo, através de uma saída óptica ou elétrica. No caso de capacitores calibrados através de relógios controlados por cristal, um acoplamento eletromagnético captando o sinal do cristal pode ser disponibilizado.

10.10. Ensaio de exatidão do mecanismo de controle de tempo

10.10.1. Condições Gerais. Para efeitos de Apreciação Técnica de Modelo, o medidor de pré-pagamento é submetido aos ensaios descritos neste capítulo, devendo ser ensaiado completamente montado para operação normal, na sua base se aplicável, sem corrente nos terminais de carga e, a menos que se especifiquem outras condições, nas condições de referência.

10.10.2. Ensaio de relógios síncronos em medidores de pré-pagamento. Este ensaio está dividido em duas partes, as quais são realizadas na mesma seqüência conforme descrito a seguir:

10.10.2.1. Ensaio com o medidor sendo alimentado com tensão AC. O medidor deve ser alimentado e sincronizado em paralelo com um relógio síncrono de referência por um período de ensaio de 144 h (6 dias). O erro entre a indicação do relógio de referência e a do medidor de pré-pagamento não deve ser maior que  $\pm 1$  s.

10.10.2.2. Ensaio com o medidor sendo alimentado com a reserva operativa. O medidor de pré-pagamento deve ser previamente alimentado com tensão AC antes de iniciar este ensaio, de forma a garantir que a reserva operativa esteja plenamente disponível. O fabricante deve especificar quanto tempo é necessário energizar o medidor para que a reserva operativa fique completamente disponível. Logo após realizar os seguintes passos:

- a) Conectar e sincronizar em paralelo um relógio de referência controlado por cristal.
- b) Retirar a alimentação AC do medidor por 36 h e logo em seguida energizá-lo novamente.
- c) O erro entre a indicação do relógio de referência e a do medidor de pré-pagamento deve ser menor que  $\pm 1,5$  s.



10.10.3. Ensaio de relógios controlados por cristal em medidores de pré-pagamento. Este ensaio está dividido em duas partes, as quais são realizadas na mesma seqüência conforme descrito a seguir:

10.10.3.1. Ensaio com o medidor sendo alimentado com tensão AC. O medidor deve ser alimentado e sincronizado em paralelo com um relógio de referência controlado por cristal por um período de ensaio de 48 h (2 dias). O erro entre a indicação do relógio de referência e a do medidor de pré-pagamento não deve ser maior que  $\pm 1$  s.

10.10.3.2. Ensaio com o medidor sendo alimentado com a reserva operativa. O medidor de pré-pagamento deve ser previamente alimentado com tensão AC antes de iniciar este ensaio, de forma a garantir que a reserva operativa esteja plenamente disponível. Logo após realizar os seguintes passos:

- a) Conectar e sincronizar em paralelo um relógio de referência controlado por cristal.
- b) Retirar a alimentação AC do medidor por 36 h e logo em seguida energizá-lo novamente.
- c) O erro entre a indicação do relógio de referência e a do medidor de pré-pagamento deve ser menor que  $\pm 1,5$  s.

10.10.4. Ensaio de exatidão de relógios controlados por cristal com relação à temperatura.

10.10.4.1. O medidor é colocado em uma câmara climática e a exatidão da sua base de tempo é medida a  $+23^{\circ}\text{C}$  ( $E_{+23}$ ). Adicionalmente, anotar o erro do mecanismo de controle de tempo ( $D_{+23}$ ).

10.10.4.2. Fixar a temperatura em  $+70^{\circ}\text{C}$ . Este valor corresponde ao limite superior da faixa operacional especificada pelo RTM de medidor eletrônico em vigor.

10.10.4.3. Depois de alcançar o equilíbrio térmico, anotar a exatidão da base de tempo ( $E_{+70}$ ) e o erro do mecanismo de controle de tempo ( $D_{+70}$ ).

10.10.4.4. Fixar a temperatura em  $-10^{\circ}\text{C}$ . Este valor corresponde ao limite inferior da faixa operacional especificada pelo RTM de medidor eletrônico em vigor.

10.10.4.5. Depois de alcançar o equilíbrio térmico, anotar a exatidão da base de tempo ( $E_{-10}$ ) e o erro do mecanismo de controle de tempo ( $D_{-10}$ ).

10.10.4.6. Resultado. Para ser considerado aprovado o medidor deve atender os seguintes requisitos:

- a) O resultado da soma ( $D_{+70}$ )+( $D_{+23}$ ), deve ser melhor que  $\pm 7,05$  s a cada 24 h.
- b) O resultado da soma ( $D_{-10}$ )+( $D_{+23}$ ), deve ser melhor que  $\pm 4,95$  s a cada 24 h.
- c) A máxima variação de exatidão da base de tempo ( $E_{+70}$ )-( $E_{+23}$ ) não deve exceder  $\pm 87 \times 10^{-6}$ .
- d) A máxima variação de exatidão da base de tempo ( $E_{-10}$ )-( $E_{+23}$ ) não deve exceder  $\pm 57 \times 10^{-6}$ .

10.10.5. Verificação do correto funcionamento do mecanismo de controle de tempo durante ensaios de compatibilidade eletromagnética. Os medidores de pré-pagamento devem ser projetados de tal maneira que distúrbios eletromagnéticos não tenham um efeito adverso permanente sobre o mecanismo de controle de tempo, inclusive após a aplicação da perturbação. Para a verificação deste requisito, os seguintes aspectos devem ser considerados:

10.10.5.1. Qualquer mecanismo interno de controle de tempo deve continuar operando durante cada ensaio de compatibilidade eletromagnética sem perda temporária da sua função.

10.10.5.2. Durante e depois do ensaio de descargas eletrostáticas (item B.24.2 do RTM de medidores eletrônicos), os distúrbios não podem produzir erros na indicação de tempo.

10.10.5.3. Durante o ensaio de imunidade a campos eletromagnéticos de RF radiados (item B.25.5 do RTM de medidores eletrônicos), o distúrbio não pode produzir mudanças anormais no tempo indicado. Depois do ensaio não pode haver erros na indicação de tempo.

10.10.5.4. Durante o ensaio de imunidade a transientes elétricos (item B.24.3 do RTM de medidores eletrônicos), os distúrbios podem produzir indisponibilidade da função de parametrização. Porém, depois de aplicado o distúrbio não pode haver mudanças do erro na indicação do tempo.

10.10.5.5. Durante o ensaio de impulso combinado (item B.24.3 do RTM de medidores eletrônicos), o distúrbio não pode produzir uma mudança no tempo indicado, porém a aplicação da perturbação pode resultar em indisponibilidade da função de parametrização e um rápido desligamento e re-ligamento do display. Depois de aplicado o distúrbio não pode haver mudança no erro na indicação do tempo.



10.10.6. Ensaio de curtas interrupções e quedas de tensão. O medidor de pré-pagamento deve ser projetado de tal maneira que curtas interrupções ou quedas de tensão não afetem o mecanismo de controle de tempo. Para verificar este requisito o seguinte procedimento deve ser seguido:

10.10.6.1. O medidor deve ser alimentado e sincronizado em paralelo com um relógio de referência.

10.10.6.2. Para verificar o efeito de curtas interrupções de tensão, aplicar uma seqüência de 20 interrupções sucessivas na tensão de alimentação com pelo menos 5 s de intervalo entre cada interrupção e um período interrupção de 100 ms.

10.10.6.3. Aplicar uma segunda seqüência de 20 interrupções sucessivas na tensão de alimentação com pelo menos 5 s de intervalo entre cada interrupção e um período interrupção de 1 s.

10.10.6.4. Anotar a indicação de tempo depois de cada seqüência, sendo que o erro entre o medidor de pré-pagamento sob ensaio e a indicação do relógio de referência não deve ser maior que 2 s para a primeira seqüência e 10 s para a segunda.

10.10.6.5. Caso o relógio de referência seja controlado por cristal, o erro não deve ser maior do que 1 s para ambas as seqüências.

10.10.6.6. Para verificar o efeito de quedas de tensão, aplicar 50% da tensão de alimentação por um período de 2 minutos após do qual a tensão nominal deve ser re-estabelecida.

10.10.6.7. Anotar a indicação de tempo do medidor sob ensaio, sendo que o erro entre a indicação do medidor e a do relógio de referência não deve ser maior que 1 s.

10.10.6.8. Caso o relógio de referência seja controlado por cristal, o erro não deve ser maior do que 1 s.

10.10.7. Ensaio de harmônicos na onda de tensão. Para verificar a influência da componente harmônica no mecanismo de controle de tempo do medidor de pré-pagamento, o medidor deve ser alimentado e sincronizado em paralelo junto com um relógio de referência adequado e seguir o seguinte procedimento:

10.10.7.1. Alimentar o medidor com uma tensão cujo conteúdo do terceiro harmônico seja equivalente a 10% da tensão nominal. No caso de medidores polifásicos, aplicar esta tensão simetricamente a cada uma das fases.

10.10.7.2. O tempo de duração do ensaio deve ser de 48 h, após do qual o erro entre as indicações de tempo do medidor sob ensaio e o relógio de referência não deve ser maior do que  $\pm 1$  s.

## 11. CONTROLE LEGAL DOS INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

11.1. As disposições sobre o controle metrológico descritas no RTM de medidores eletrônicos em vigor também se aplicam para medidores de pré-pagamento com as seguintes considerações:

11.2. Verificação inicial e verificação após reparos. Devem ser realizados os seguintes ensaios:

11.2.1. Ensaios conforme as descrito nos procedimentos de verificação inicial ou após reparo do RTM de medidor eletrônico em vigor:

- a) Exame visual de correspondência com o modelo aprovado.
- b) Exame geral do medidor.
- c) Ensaio de tensão aplicada.
- d) Ensaio de exatidão.
- e) Ensaio de corrente de partida.
- f) Ensaio de controle das funções e grandezas com elevação da temperatura.
- g) Exame das saídas periféricas.
- h) Ensaio de verificação do limite inferior da tensão de utilização.
- i) Ensaio do mostrador.

11.2.2. Ensaio da Interface do receptor de tokens.

11.2.3. Ensaios de gerenciamento de tokens e integridade dos dados. Conforme listado a seguir:

- a) Rejeição de tokens duplicados.
- b) Rejeição de tokens válidos quando houver saturação de créditos disponíveis.
- c) Re-inicialização do registro de energia.



11.2.4. Os ensaios prescritos no item 11.2.1, alíneas “f” “g” “h” e “i”, item 11.2.2 e item 11.2.3, devem ser realizados utilizando-se um plano de inspeção amostral conforme o RTM de medidores eletrônicos em vigor.

11.3. Verificação por solicitação do usuário ou proprietário. Devem ser realizados os seguintes ensaios:

11.3.1. Verificação em laboratório:

11.3.1.1. Ensaios segundo os procedimentos de ensaio para verificação por solicitação do usuário/proprietário do RTM de medidores eletrônicos em vigor:

- a) Exame visual de correspondência com o modelo aprovado.
- b) Exame geral do medidor.
- c) Ensaio de exatidão.
- d) Ensaio do mostrador.
- e) Exame de integridade dos lacres.
- f) Ensaio de marcha em vazio.

11.3.1.2. Ensaio da Interface do receptor de tokens.

11.3.1.3. Todos os ensaios de gerenciamento de tokens e integridade dos dados:

- a) Rejeição de tokens duplicados.
- b) Rejeição de tokens válidos quando houver saturação de créditos disponíveis.
- c) Re-inicialização do registro de energia.

11.3.2. Verificação em campo:

11.3.2.1. Ensaios segundo os procedimentos de ensaio para verificação por solicitação do usuário/proprietário do RTM de medidores eletrônicos em vigor:

- a) Exame visual de correspondência com o modelo aprovado.
- b) Exame geral do medidor.
- c) Exame de integridade dos lacres.

11.3.2.2. Ensaio de verificação das funcionalidades básicas. Conforme procedimento a seguir:

- a) Anotar os registros de energia ativa acumulada e créditos disponíveis.
- b) Usando um token de manutenção zerar os créditos do medidor de tal forma que o relé de carga fique aberto. (Comentário: O projeto de sistemas de pré-pagamento deve considerar a necessidade de tokens que permitam zerar ou gravar os créditos disponíveis para efeitos de manutenção ou verificação do medidor pré-pagamento).
- c) Onde o medidor inclua funções de cobrança baseadas no tempo, desabilitar tais funcionalidades. Se existem funções opcionais como períodos de tempo sem suspensão ou créditos de emergência, estas devem ser desabilitadas durante este ensaio.
- d) Nessa condição, apresentar um token com créditos suficientes que permitam executar os ensaios de exatidão, mostrador e marcha em vazio. Ao inserir os créditos verificar a correta aceitação do token conforme o item 6.2 deste RTM como também o fechamento automático do relé de carga. Anotar o valor dos créditos disponíveis e a leitura da energia ativa acumulada.
- e) Apresentar um token sem valor e verificar a sua correta rejeição conforme o item 6.3 deste RTM.
- f) Realizar o ensaio de exatidão conforme indicado nos procedimentos de ensaio para verificação por solicitação do usuário/proprietário do RTM de medidores eletrônicos em vigor.
- g) Realizar o ensaio de mostrador conforme indicado nos procedimentos de ensaio para verificação por solicitação do usuário/proprietário do RTM de medidores eletrônicos em vigor.
- h) Realizar o ensaio de marcha em vazio conforme indicado nos procedimentos de ensaio para verificação por solicitação do usuário/proprietário do RTM de medidores eletrônicos em vigor.
- i) Retirar a tensão de alimentação por 5 minutos e restabelecê-la sem corrente de carga, para verificar que não houve perda dos créditos disponíveis nem dos registros de energia acumulada.
- j) Aplicar uma carga até esgotar os créditos disponíveis. Durante esta tarefa verificar o correto decremento dos créditos disponíveis conforme a tarifa de energia fixada e a correta abertura do relé de carga.



k) Finalizando o ensaio anotar as leituras de energia ativa acumulada e créditos disponíveis. Inserir um token com o valor equivalente ao registrado previamente à realização do ensaio.