

RECOMENDACIÓN OIML R
– 46 -1/-2: MEDIDORES DE
ENERGÍA ELÉCTRICA
ACTIVOS. PARTE 1:
REQUISITOS TÉCNICOS Y
METROLÓGICOS. PARTE 2:
COTROLES
METROLÓGICOS Y
PRUEBAS E DESEMPEÑO.
Edición 2012 (E)

ENTIDAD RESPONSABLE DE LA TRADUCCIÓN: SUPERINTENDENCIA
DE INDUSTRIA Y COMERCIO – DELEGATURA PARA EL CONTROL Y
VERIFICACIÓN DE REGLAMENTOS TÉCNICOS Y METROLOGÍA LEGAL.

Recomendación

OIML R 46-1/-2

Internacional

Edición 2012 (E)

Medidores de energía eléctrica activos

Parte 1: Requisitos técnicos y metrológicos

Parte 2: Controles metrológicos y pruebas de desempeño

Compteurs actifs d'énergie électrique.

Partie 1: Exigences métrologiques et techniques

Partie 2: Contrôles métrologiques et essais de performance

ORGANISATION INTERNATIONALE

DE MÉTROLOGIE LÉGALE

Organización Internacional
de Metrología Legal

Contenidos

| | |
|--|----|
| Parte 1 Requisitos metrológicos y técnicos | 11 |
| 1 Alcance..... | 11 |
| 2 Términos y Definiciones | 11 |
| 2.1 Medidores y sus componentes..... | 11 |
| 2.1.1 medidor de electricidad..... | 11 |
| 2.1.2 medidor de intervalos..... | 11 |
| 2.1.3 medidor de prepago | 11 |
| 2.1.4 Medidor multitarifa,..... | 12 |
| 2.1.5 Medidor directo conectado..... | 12 |
| 2.1.6 Medidor operado por transformador..... | 12 |
| 2.1.7 Medidor electromecánico | 12 |
| 2.1.8 medidor estático | 12 |
| 2.1.9 Elemento de medición..... | 12 |
| 2.1.10 Circuito de corriente..... | 12 |
| 2.1.11 Circuito de voltaje..... | 12 |
| 2.1.12 Dispositivo indicador, | 12 |
| 2.1.13 Registro | 13 |
| 2.1.14 Registro nominal primario | 13 |
| 2.1.15 Multiplicador de registro..... | 13 |
| 2.1.16 Constante del medidor..... | 13 |
| 2.1.17 Salida de prueba | 13 |
| 2.1.18 Dispositivo de ajuste | 13 |
| 2.1.19 Dispositivo auxiliar..... | 13 |
| 2.1.20 Subconjunto | 13 |
| 2.2 Características metrológicas..... | 13 |
| 2.2.1 Corriente (I)..... | 13 |
| 2.2.2 Corriente inicial (I_{st})..... | 14 |
| 2.2.3 Corriente mínima (I_{min})..... | 14 |

| | | |
|--------|---|----|
| 2.2.4 | Corriente transitoria (I_{tr})..... | 14 |
| 2.2.5 | Corriente máxima (I_{max}) | 14 |
| 2.2.6 | Voltaje (U)..... | 14 |
| 2.2.7 | Voltaje nominal (U_{nom})..... | 14 |
| 2.2.8 | Frecuencia (f) | 14 |
| 2.2.9 | Frecuencia nominal (f_{nom}) | 14 |
| 2.2.10 | Armónico | 14 |
| 2.2.11 | Subarmónico | 14 |
| 2.2.12 | Número de armónico..... | 15 |
| 2.2.13 | Factor de distorsión (d)..... | 15 |
| 2.2.14 | Factor de energía (PF)..... | 15 |
| 2.2.15 | Potencia activa..... | 15 |
| 2.2.16 | Energía activa..... | 15 |
| 2.2.17 | Error relativo en la indicación | 15 |
| 2.2.18 | Error máximo permitido | 16 |
| | mpe (por sus siglas en inglés) | 16 |
| 2.2.19 | Error máximo permitido base..... | 16 |
| | mpe | 16 |
| 2.2.20 | Cambio en el error máximo permitido | 16 |
| 2.2.21 | Error intrínseco..... | 16 |
| 2.2.22 | Error intrínseco inicial..... | 16 |
| 2.2.23 | Cantidad de influencia | 17 |
| 2.2.24 | Factor de influencia..... | 17 |
| 2.2.25 | Perturbación | 17 |
| 2.2.26 | Condiciones nominales de operación..... | 17 |
| 2.2.27 | Condición de referencia | 17 |
| 2.2.28 | Clase de exactitud..... | 18 |
| 2.2.29 | Durabilidad | 18 |
| 2.2.30 | Fallo | 18 |
| 2.2.31 | Fallo significativo | 18 |
| 2.2.32 | Dispositivo de verificación..... | 18 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.2.33 | Registro primario | 19 |
| 2.2.34 | Flujo (de energía) bidireccional..... | 19 |
| 2.2.35 | Flujo (de energía) únicamente en dirección positiva | 19 |
| 2.2.36 | Flujo (de energía) unidireccional..... | 19 |
| 2.2.37 | Flujo (de energía) positivo | 19 |
| 2.2.38 | Flujo (de energía) negativo | 19 |
| 2.2.39 | Flujo (de energía) inverso..... | 19 |
| 2.2.40 | Legalmente relevante | 19 |
| 3 | Requisitos metroológicos | 19 |
| 3.1 | Unidades de medida | 19 |
| 3.2 | Condiciones nominales de operación | 20 |
| 3.3 | Requisitos de exactitud..... | 22 |
| 3.3.1 | General..... | 22 |
| 3.3.2 | Dirección del flujo de energía..... | 22 |
| 3.3.3 | Errores máximos permitidos base | 23 |
| 3.3.4 | Sin carga..... | 24 |
| 3.3.5 | Efectos permitidos de cantidades de influencia | 24 |
| 3.3.6 | Efectos permitidos de perturbaciones | 27 |
| 3.4 | Requisitos para medidores de intervalos y multitarifa | 30 |
| 3.5 | Marcas del medidor | 30 |
| 3.6 | Protección de propiedades metroológicas..... | 31 |
| 3.6.1 | General..... | 31 |
| 3.6.2 | Identificación de software | 31 |
| 3.6.3 | Protección de software..... | 32 |
| 3.6.4 | Protección de parámetros | 32 |
| 3.6.5 | Separación de dispositivos y subconjuntos electrónicos..... | 33 |
| 3.6.6 | Separación de partes del software | 34 |
| 3.6.7 | Almacenamiento de datos, transmisión mediante sistemas de comunicación. | 35 |
| 3.6.7.2 | Almacenamiento automático..... | 35 |
| 3.6.8 | Mantenimiento y reconfiguración | 36 |
| 3.6.9 | Registro de eventos del dispositivo de verificación | 38 |

| | | |
|--|--|----|
| 3.7 | Idoneidad para uso | 39 |
| 3.7.1 | Legibilidad del resultado | 39 |
| 3.7.2 | Capacidad de prueba..... | 39 |
| 3.8 | Durabilidad..... | 40 |
| 3.9 | Presunción de cumplimiento | 40 |
| Parte 2 Controles metrológicos y pruebas de desempeño..... | | 41 |
| 4 | Aprobación de tipo..... | 41 |
| 4.1 | Documentación..... | 41 |
| 4.2 | Definición de tipo | 42 |
| 4.2.1 | Muestras para pruebas de tipo..... | 43 |
| 4.3 | Procedimiento de validación | 43 |
| 5 | Programa de pruebas..... | 44 |
| 6 | Procedimientos de prueba para la aprobación de tipo | 44 |
| 6.1 | Condiciones de prueba..... | 44 |
| 6.2 | Pruebas de cumplimiento con los errores máximos permitidos | 46 |
| 6.2.1 | Determinación del error intrínseco inicial..... | 46 |
| 6.2.2 | Autocalentamiento..... | 47 |
| 6.2.3 | Corriente inicial..... | 47 |
| 6.2.4 | Prueba de condición sin carga..... | 48 |
| 6.2.5 | Constantes del medidor | 49 |
| 6.3 | Pruebas para cantidades de influencia | 50 |
| 6.3.1 | General..... | 50 |
| 6.3.2 | Dependencia en la temperatura..... | 50 |
| 6.3.3 | Equilibrio de cargas..... | 51 |
| 6.3.4 | Variación en el voltaje | 52 |
| 6.3.5 | Variación en la frecuencia..... | 52 |
| 6.3.6 | Armónicos en voltaje y en corriente | 53 |
| 6.3.7 | Inclinación | 54 |
| 6.3.8 | Variaciones severas en el voltaje..... | 55 |
| 6.3.9 | Interrupción de una o dos fases..... | 55 |
| 6.3.10 | Subarmónicos en el circuito de corriente de AC..... | 56 |

| | | |
|--------|---|----|
| 6.3.11 | Subarmónicos en el circuito de corriente de AC..... | 57 |
| 6.3.12 | Secuencia de fase inversa (dos fases intercambiadas) | 58 |
| 6.3.13 | Inducción magnética continua (DC) de origen externo..... | 58 |
| 6.3.14 | Campo magnético (frecuencia de potencia AC) de origen externo | 59 |
| 6.3.15 | Campos electromagnéticos | 59 |
| 6.3.16 | DC en el circuito de corriente AC | 62 |
| 6.3.17 | Armónicos de alto orden..... | 62 |
| 6.4 | Prueba de perturbaciones | 63 |
| 6.4.1 | Instrucciones generales para pruebas de perturbación | 63 |
| 6.4.2 | Campo magnético (frecuencia de potencia AC) de origen externo | 63 |
| 6.4.3 | Descarga electrostática..... | 64 |
| 6.4.4 | Transitorios rápidos | 65 |
| 6.4.5 | Caídas de voltaje e interrupciones..... | 66 |
| 6.4.6 | Campos electromagnéticos radiados de radiofrecuencia (RF)..... | 67 |
| 6.4.7 | Picos en la red eléctrica de AC | 67 |
| 6.4.8 | Prueba de inmunidad contra ondas oscilatorias amortiguadas..... | 68 |
| 6.4.9 | Sobreintensidad de corta duración..... | 69 |
| 6.4.10 | Voltaje de impulso | 69 |
| 6.4.11 | Fallo en la conexión a tierra..... | 72 |
| 6.4.12 | Operación de dispositivos auxiliares..... | 73 |
| 6.4.13 | Pruebas mecánicas..... | 73 |
| 6.4.14 | Protección contra radiación solar | 75 |
| 6.4.15 | Protección contra la entrada de polvo | 76 |
| 6.4.16 | Pruebas climáticas | 76 |
| 6.4.17 | Prueba de durabilidad | 80 |
| 7 | Evaluación y aprobación de tipos | 80 |
| 8 | Verificación..... | 80 |
| 8.1 | General..... | 80 |
| 8.2 | Pruebas..... | 81 |
| 8.2.1 | Estado de calibración | 81 |
| 8.2.2 | Prueba de cumplimiento | 81 |

| | | |
|---------|--|----|
| 8.2.3 | Calentamiento | 81 |
| 8.2.4 | Programa de pruebas mínimas | 81 |
| 8.2.5 | Sellamiento | 83 |
| 8.3 | Condiciones de referencia para las verificaciones iniciales y subsiguientes en un laboratorio | 83 |
| 8.4 | Requisitos adicionales para verificaciones estadísticas | 84 |
| 8.4.1 | Lote | 84 |
| 8.4.2 | Muestras | 84 |
| 8.4.3 | Pruebas estadísticas | 84 |
| 8.5 | Requisitos adicionales para inspecciones estadísticas en servicio | 85 |
| Anexo A | Bibliografía | 86 |
| | (Informativo) | 86 |
| Anexo B | Estimación de errores combinados | 94 |
| B.1 | Estimación del error máximo permitido combinado con base en los requisitos de esta Recomendación | 94 |
| B.2 | Estimación del error combinado con base en los resultados de la prueba de tipo y en condiciones específicas..... | 95 |
| B.2.1 | Método 1..... | 95 |
| B.2.2 | Método 2..... | 95 |
| Anexo C | Asuntos legislativos | 97 |
| C.1 | Consideraciones legislativas | 97 |
| C.1.1 | Elección de clase de exactitud..... | 98 |
| C.1.2 | Asuntos no cubiertos por el alcance de esta Recomendación | 98 |

Prólogo

La Organización Internacional de Metrología Legal (OIML) es una organización intergubernamental a nivel mundial cuyo principal propósito es armonizar las regulaciones y controles metrológicos aplicados por los servicios metrológicos nacionales, u organizaciones relacionadas de los Estados Miembro. Las principales categorías de las publicaciones de la OIML son:

- **Recomendaciones Internacionales (OIML R)**, las cuales son regulaciones modelo que establecen las características metrológicas requeridas de ciertos instrumentos de medición y especifican métodos y equipos para verificar su conformidad. Los Estados Miembro de la OIML deben aplicar estas Recomendaciones lo más extensamente posible;
- **Documentos Internacionales (OIML D)**, los cuales son informativos por naturaleza y tienen la intención de armonizar y mejorar el trabajo en el campo de la metrología legal;
- **Guías Internacionales (OIML G)**, los cuales son informativos por naturaleza y tienen la intención de brindar directrices para la aplicación de ciertos requisitos a la metrología legal;
- **Publicaciones Básicas Internacionales (OIML B)**, las cuales definen las reglas operativas para los diferentes estructuras y sistemas; y

Borradores de las Recomendaciones, Documentos y Guías de la OIML, los cuales se desarrollan por Grupos de Proyecto vinculados con los Comités o Subcomités Técnicos, los cuales están conformados por representantes de los Estados Miembro de la OIML. Ciertas instituciones internacionales y regionales también participan sobre una base de consulta. La OIML ha establecido acuerdos de cooperación con ciertas instituciones, tales como ISO y IEC, con el objetivo de evitar requisitos contradictorios. Por consiguiente, los fabricantes y usuarios de instrumentos de medición, laboratorios de prueba, etc. pueden aplicar simultáneamente las publicaciones de la OIML y aquellas de otras instituciones.

Las Recomendaciones Internacionales, Documentos, Guías y Publicaciones Básicas se publican en idioma inglés (E) y se traducen al idioma francés (F) y están sujetas a revisión periódica.

Adicionalmente, la OIML publica o participa en la publicación de **Vocabularios (OIML V) y, periódicamente, contrata expertos en metrología legal para la escritura de Informes de Expertos (OIML E)**. Los Informes de Expertos no tienen la intención de suministrar información o consejo, y se escriben únicamente desde la opinión de su autor, sin la participación de un Comité o Subcomité Técnico, ni la de la CIML. Por lo tanto, no representan necesariamente las opiniones de la OIML.

Esta publicación - referencia OIML R 46-1/-2 Edición 2012 (E) - fue desarrollada por OIML TC 12 *Instrumentos para medir cantidades eléctricas*. Fue aprobada para su publicación definitiva por el Comité Internacional de Metrología Legal durante su reunión 47 en Bucarest, Rumania, en octubre de 2012. Fue promulgada por la 14 Conferencia Internacional en 2012.

Las publicaciones de la OIML pueden descargarse en la página web de la OIML en formato de archivos PDF. Se puede obtener información adicional sobre las Publicaciones de la OIML en las oficinas de la Organización:

Bureau International de Métrologie Légale
11, rue Turgot - 75009 París - France
Teléfono: 33 (0)1 48 78 12 82
Fax: 33 (0)1 42 82 17 27
E-mail: biml@oiml.org
Internet: www.oiml.org

Parte 1 Requisitos metrológicos y técnicos

1 Alcance

Esta recomendación especifica los requisitos metrológicos y técnicos aplicables a medidores de electricidad sujetos a control metrológico legal. Los requisitos se aplicarán durante la aprobación de tipo, la verificación y la re-verificación. También aplican a las modificaciones que se puedan llegar a hacer a dispositivos aprobados existentes.

Las disposiciones aquí establecidas solo aplican a medidores de energía eléctrica, otros tipos de medidor se pueden abordar en versiones futuras de esta Recomendación. Los medidores pueden estar conectados directamente para voltajes de sistema de hasta 690 V u operados mediante transformador.

2 Términos y Definiciones

La terminología utilizada en esta Recomendación es parte del *Vocabulario Internacional de Términos Básicos y Generales en Metrología (VIM)* [3] y el *Vocabulario Internacional de Metrología Legal (VIML)* [4]. La terminología del Documento Internacional de la OIML D-11 *Requisitos generales para instrumentos electrónicos de medición* [1], y el Documento Internacional de la OIML D-31 *Requisitos generales para instrumentos de medición controlados por software* [2] también aplican, particularmente para 3.6 *Protección de propiedades metrológicas* y los procedimientos de validación asociados de 4.3.

Adicionalmente, para los efectos de esta Recomendación, aplicarán las siguientes definiciones:

2.1 Medidores y sus componentes

2.1.1 Medidor de electricidad

Instrumento diseñado para medir energía eléctrica continuamente, mediante la integración de la energía con el respectivo tiempo y con el almacenamiento del resultado.

Nota: Se reconoce que "continuamente" también puede cubrir medidores con una tasa de muestreo lo suficientemente alta como para cumplir con los requisitos de esta Recomendación.

2.1.2 Medidor de intervalos

Medidor de electricidad que muestra y almacena el resultado según se midió en intervalos de tiempo predeterminados.

2.1.3 Medidor de prepago

Medidor de electricidad diseñado para permitir la entrega de energía eléctrica hasta una cantidad predeterminada.

Nota 1: Dichos medidores miden energía continuamente y almacenan y muestran la energía medida.

Nota 2: Las autoridades nacionales pueden especificar los requisitos en relación con los medidores de prepago.

2.1.4 Medidor multitarifa,

Medidor multitasas

Medidor de electricidad diseñado para medir y mostrar energía eléctrica donde la energía tendrá más de una tarifa o tasa.

Nota: La tarifa o tasa puede determinarse por tiempo, carga u otra cantidad.

2.1.5 Medidor directo conectado

Medidor diseñado para su uso mediante conexión directa a los circuitos siendo medidos, sin el uso de dispositivos externos como transformadores de instrumentos.

2.1.6 Medidor operado por transformador

Medidor diseñado para su uso con uno o más transformadores de instrumentos externos

2.1.7 Medidor electromecánico

Medidor en el cual las corrientes en bobinas fijas reaccionan con las corrientes inducidas en el elemento conductible móvil, generalmente disco (s), que causan que su movimiento sea proporcional a la energía a ser medida.

[IEC 62052-11:2003, 3.1.1]

2.1.8 Medidor estático

Medidor en el que la corriente y el voltaje actúan sobre elementos (electrónicos) en estado sólido para producir una salida proporcional a la energía a ser medida.

[IEC 62052-11:2003, 3.1.2]

2.1.9 Elemento de medición

Parte de un medidor que transforma una corriente y un voltaje en una señal proporcional a la potencia y o energía.

Nota: Un elemento de medición puede estar basado en un principio electromagnético, eléctrico o electrónico.

2.1.10 Circuito de corriente

Conexiones internas de un medidor y parte de un elemento de medición por medio del cual fluye la corriente del circuito al que el medidor está conectado.

[IEC 62052-11:2003, 3.2.6]

2.1.11 Circuito de voltaje

Conexiones internas del medidor, parte del elemento de medición y, en el caso de medidores estáticos, parte del suministro de energía, alimentados por el voltaje del circuito al que el medidor está conectado [IEC 62052-11:2003, 3.2.7]

2.1.12 Dispositivo indicador,

Pantalla

Parte del medidor que muestra los resultados de la medición, ya sea de forma continua o a solicitud.

Nota: Un dispositivo indicador podrá también ser utilizado para mostrar otra información relevante.

2.1.13 Registro

Parte de un medidor que almacena los valores medidos.

Nota: El registro puede ser un dispositivo electromecánico o un dispositivo electrónico y podrá ser parte integral del dispositivo indicador.

2.1.14 Registro nominal primario

(Para medidores operados por transformador)

Registro en el que se considera que los factores de la escala debido al transformador de instrumentos utilizado son tales que se indica la energía medida en el lado primario del transformador de instrumentos.

2.1.15 Multiplicador de registro

Constante por la que se multiplicará la lectura del registro para obtener el valor de la energía medida.

2.1.16 Constante del medidor

Valor que expresa la relación entre la energía registrada por el medidor y el valor correspondiente de la salida de prueba

2.1.17 Salida de prueba

Dispositivo que puede ser utilizado para probar el medidor y que suministra pulsos o los medios para suministrar pulsos que corresponden a la energía medida por el medidor.

2.1.18 Dispositivo de ajuste

Dispositivo o función incorporada al medidor que permite el cambio de la curva de error con el fin de llevar los errores (de indicación) dentro de los errores máximos permitidos.

2.1.19 Dispositivo auxiliar

Dispositivo previsto para desarrollar una función particular, directamente relacionada con la elaboración, transmisión o exhibición de los resultados de la medición.

[OIML V 1:2013, 5.06]

Nota: Un dispositivo auxiliar no es parte de la función básica de metrología de un medidor.

2.1.20 Subconjunto

Parte de un dispositivo que tiene una función reconocible por sí mismo.

2.2 Características metrológicas

2.2.1 Corriente (I)

Valor de la corriente eléctrica que fluye por un medidor.

Nota: El término "corriente" en esta Recomendación indica un valor r.m.s. (siglas en inglés de media cuadrática), a menos que se indique lo contrario.

2.2.2 Corriente inicial (I_{st})

Valor más bajo de corriente especificado por el fabricante en el que el medidor debe registrar energía eléctrica al factor de energía de unidad y, para medidores polifásicos, con equilibrio de cargas

2.2.3 Corriente mínima (I_{min})

Valor más bajo de corriente en el que el medidor, según lo indicado por el fabricante, cumple con los requisitos de exactitud.

2.2.4 Corriente transitoria (I_{tr})

Valor de la corriente en y por encima del cual el medidor, según lo indicado por el fabricante, se encuentra dentro del menor error máximo permitido correspondiente a la clase de exactitud del medidor.

2.2.5 Corriente máxima (I_{max})

Valor más alto de corriente en el que el medidor, según lo indicado por el fabricante, cumple con los requisitos de exactitud.

2.2.6 Voltaje (U)

Valor del voltaje eléctrico suministrado al medidor.

Nota: El término "voltaje" en esta recomendación indica un valor r.m.s. (siglas en inglés de media cuadrática), a menos que se indique lo contrario.

2.2.7 Voltaje nominal (U_{nom})

Voltaje especificado por el fabricante para la operación normal del medidor.

Nota: Los medidores diseñados para su operación con un rango de voltajes pueden tener varios valores de voltaje nominal.

2.2.8 Frecuencia (f)

Frecuencia del voltaje (y corriente) suministrada al medidor.

2.2.9 Frecuencia nominal (f_{nom})

Frecuencia del voltaje (y la corriente) especificado por el fabricante para la operación normal del medidor.

2.2.10 Armónico

Parte de una señal que tiene una frecuencia que es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental de la señal.

Nota: Por lo general la frecuencia fundamental es la frecuencia nominal (f_{nom})

2.2.11 Subarmónico

Frecuencia que es una fracción entera de la frecuencia fundamental de la señal, es decir, $1/n$ veces la frecuencia fundamental, donde n es un entero mayor que 1.

2.2.12 Número de armónico

Número entero utilizado para identificar a un armónico.

Nota: El número de armónico es la relación de la frecuencia de un armónico con la frecuencia fundamental de la señal.

2.2.13 Factor de distorsión (d)

Relación entre el valor r.m.s del contenido armónico y el valor r.m.s del término fundamental.

Nota 1: El contenido de armónico se obtiene, por ejemplo, substrayendo el término fundamental a una cantidad alterna no sinusoidal.

Nota 2: Por lo general, el factor de distorsión se expresa como un porcentaje. Es equivalente a THD, siglas en inglés para distorsión armónica total.

2.2.14 Factor de energía (PF)

Relación entre la energía activa y la energía aparente.

Nota: Bajo condiciones sinusoidales y de una fase o simétricas de tres fases, el factor de energía = $\cos \Phi$ = el coseno de la diferencia de fases Φ entre el voltaje U y la corriente I .

2.2.15 Potencia activa

Velocidad a la que se transporta la energía.

Nota: En un sistema eléctrico, la potencia activa se mide como la media de tiempo de la potencia instantánea, que se calcula en cada instante como el producto del voltaje y la corriente:

$$p(t) = u(t) \cdot i(t)$$

Donde:

u es el voltaje instantáneo,
 i es la corriente instantánea; y
 p es la energía instantánea

En condiciones sinusoidales, la energía activa es el producto de los valores de r.m.s. de la corriente y el voltaje, y el coseno del ángulo de fase entre ellos, calculado para cada fase. Por lo general se expresa en kW:

$$P = U_{r.m.s} \cdot I_{r.m.s} \cdot \cos \phi$$

2.2.16 Energía activa

Potencia activa integrada en el tiempo

Nota 1: $E(T) = \int_0^T p(t) \cdot dt = \int_0^T u(t) \cdot i(t) \cdot dt$

Donde:

E es la energía activa. Los otros símbolos según se definen en 2.2.15.

Nota 2: Por lo general, la energía activa se expresa en kWh o MWh. Refiérase a 3.1 para los requisitos sobre unidades de medición.

2.2.17 Error relativo en la indicación

Indicación menos el valor de la cantidad de referencia, dividido por el valor de la cantidad de referencia.

Nota 1: Por lo general el error relativo se expresa como un porcentaje del valor de la cantidad de referencia.

Nota 2: Dado que esta Recomendación solo se ocupa del error relativo, se utiliza la forma abreviada "error" para error relativo.

2.2.18 Error máximo permitido

mpe (por sus siglas en inglés)

Es el valor extremo del error de medición, con respecto a un valor de magnitud de referencia conocido, permitido por las especificaciones o regulaciones para una medición dada, instrumento de medición o sistema de medición particular.

Nota 1: Por lo general, el término "error máximo permitido" o "límite de errores" se utiliza cuando hay dos valores extremos.

Nota 2: El término "tolerancia" no debe utilizarse para referirse a "error máximo permitido".

[OIML V 2-200:2012, 4.26]

Nota 3: En esta Recomendación, el error máximo permitido es una combinación del error máximo permitido base y el cambio en el error máximo permitido, según se describe en el Anexo B.

Nota 4: Para la aplicación de esta Recomendación, "especificaciones o regulaciones" significa: las disposiciones contenidas en esta Recomendación, y los términos "instrumento de medición" y "sistema de medición" significan: medidor de electricidad.

2.2.19 Error máximo permitido base

mpe

El valor extremo del error en la indicación de un medidor, permitido por esta Recomendación, cuando la corriente y el factor de potencia varían dentro de los intervalos dados por las condiciones nominales de operación y cuando, de otro modo, el medidor opera bajo condiciones de referencia.

Nota: En esta recomendación, el error máximo permitido es una combinación del error máximo permitido base y el cambio en el error máximo permitido, según se describe en el Anexo B.

2.2.20 Cambio en el error máximo permitido

Valor extremo del cambio en el error de indicación de un medidor, permitido por esta Recomendación, cuando se toma un único factor de influencia de su valor a condiciones de referencia y cambia dentro de las condiciones nominales de operación.

Nota 1: Hay un cambio en el error máximo permitido correspondiente para cada factor de influencia.

Nota 2: En esta Recomendación, el error máximo permitido es una combinación del error máximo permitido base y el cambio en el error máximo permitido, según se describe en el Anexo B.

2.2.21 Error intrínseco

Error de un instrumento de medición, determinado bajo las condiciones de referencia.

[OIML V 1:2013, 0.06]

2.2.22 Error intrínseco inicial

Es el error intrínseco de un instrumento de medición, según se determine antes de las pruebas de rendimiento y las evaluaciones de durabilidad.

[OIML V 1:2013, 5.11]

2.2.23 Cantidad de influencia

Es la cantidad que, en una medición directa, no afecta la cantidad real que se está midiendo, pero afecta la relación entre la indicación y el resultado de la medición.

[OIML V 2-200:2012, 2.52]

Nota 1: El concepto de cantidad de influencia se entiende como si incluyen valores asociados con los estándares de medición, materiales de referencia y datos de referencia de los que depende el resultado de una medición, así como fenómenos tales como fluctuaciones a corto plazo del instrumento de medición y cantidades como la temperatura ambiente, la presión barométrica y la humedad.

Nota 2: En el GUM [5], el concepto 'cantidad de influencia' se define como en la segunda edición del VIM, cubriendo no solo las cantidades que afectan el sistema de medición, según la anterior definición, pero también aquellas cantidades que afectan las cantidades realmente medidas. También, en el GUM, este concepto no está restringido a mediciones directas. [OIML V 2-200:2012, 2.52, Nota 2]

2.2.24 Factor de influencia

Es la cantidad de influencia que tiene un valor dentro de las condiciones nominales de operación de un instrumento de medición.

[OIML V 1:2013, 5.18]

2.2.25 Perturbación

Cantidad de influencia que tiene un valor dentro de los límites especificados en esta Recomendación, pero por fuera de las condiciones nominales de operación especificadas en un instrumento de medición

[OIML V 1:2013, 5.19].

Nota: Una cantidad de influencia es una perturbación si no se especifican las condiciones nominales de operación para dicha cantidad de influencia.

2.2.26 Condiciones nominales de operación

Condición operativa que debe cumplirse durante una medición con el fin de que un instrumento o sistema de medición se desempeñe según su diseño.

Nota 1: Por lo general, las condiciones nominales de operación especifican intervalos de valores para una cantidad que es medida y para cualquier cantidad de influencia. [OIML V 2-200:2012, 4.9]

Nota 2: Para la aplicación de esta Recomendación, los términos "instrumento de medición" y "sistema de medición" significan: medidor de electricidad.

2.2.27 Condición de referencia

Es la condición de operación establecida para evaluar el desempeño de un instrumento o sistema de medición o para comparar resultados de medición

Nota 1: Las condiciones operativas de referencia especifican intervalos de valores del mensurando y de las cantidades de influencia.

Nota 2: En el artículo 311-06-02 de IEC 60050-300, el término "condición de referencia" se refiere a una condición operativa bajo la cual la incertidumbre instrumental de medición especificada es lo más pequeña posible.

[OIML V 2-200:2012, 4.11]

Nota 3: Para la aplicación de esta Recomendación, los términos "instrumento de medición" y "sistema de medición" significan: medidor de electricidad.

2.2.28 Clase de exactitud

Clase de instrumentos o sistemas de medición que cumplen con los requisitos metrológicos mencionados y que están diseñados para mantener los errores de medición o incertidumbres instrumentales de medición dentro de los límites especificados bajo condiciones operativas específicas.

[OIML V 2-200:2012, 4.25]

Nota: En esta recomendación los requisitos metrológicos mencionados para una clase de exactitud incluyen las respuestas permitidas a perturbaciones.

2.2.29 Durabilidad

Capacidad del instrumento de medición de mantener sus características de desempeño durante un periodo de uso

[OIML V 1:2013, 5.15]

2.2.30 Fallo

Diferencia entre el error en la indicación y el error intrínseco de un instrumento de medición.

Nota 1: Principalmente, un fallo es el resultado de un cambio no deseado en los datos contenidos en o que fluyen por un instrumento de medición.

Nota 2: De la definición se desprende que un "fallo" es un valor numérico que se expresa ya sea en una unidad de medición o como un valor relativo, por ejemplo, un porcentaje.

[OIML D11:2004, 3.9]

Nota 3: En esta Recomendación, la definición anterior no aplica al término 'fallo en tierra', en el que la palabra 'fallo' tiene su significado usual según el diccionario.

2.2.31 Fallo significativo

Un fallo que excede el valor del fallo límite aplicable.

[OIML D11:2004, 3.10]

Nota: Los siguientes también son considerados como fallos significativos:

- *un cambio mayor que el valor crítico de cambio (ver 3.3.6.2) ha ocurrido en los registros de medición debido a perturbaciones;*
- *la funcionalidad del medidor se ha visto afectada.*

2.2.32 Dispositivo de verificación

Es el dispositivo que se incorpora a un instrumento de medición y que permite detectar fallos significativos y actuar sobre los mismos.

Nota 1: "Actuar sobre los mismos" se refiere a cualquier respuesta adecuada por el instrumento de medición (señal lumínica, señal acústica, prevención del proceso de medición, etc.).

[OIML V 1:2013, 5.07]

Nota 2: Para su aplicación en esta Recomendación, el término "instrumento de medición" significa: medidor de electricidad y la acción que sigue a la detección de un fallo significativo debería bien

sea detener la medición y registrar la hora y duración de la detención, o registrar la hora y la duración del fallo y la cantidad de energía medida durante el fallo.

Nota 3: Los fallos que se detecten y generen acciones por un dispositivo de verificación no serán considerados fallos significativos.

2.2.33 Registro primario

Registro que está sujeto a los requisitos de esta Recomendación

2.2.34 Flujo (de energía) bidireccional

Capacidad de un medidor para medir el flujo de energía en ambas direcciones (positiva y negativa).

2.2.35 Flujo (de energía) únicamente en dirección positiva

Capacidad de un medidor para medir el flujo de energía únicamente en una dirección (dirección positiva).

2.2.36 Flujo (de energía) unidireccional

Capacidad de un medidor para medir el flujo de energía independientemente de la dirección del flujo de energía.

2.2.37 Flujo (de energía) positivo

Dirección del flujo de energía hacia el consumidor

2.2.38 Flujo (de energía) negativo

(Para medidores bidireccionales y unidireccionales)
Dirección del flujo de energía opuesta a positiva.

Nota: Únicamente para la dirección positiva, la dirección opuesta se llama flujo de energía inverso (ver 2.2.39)

2.2.39 Flujo (de energía) inverso

(Para medidores únicamente en dirección positiva)
Dirección del flujo en la dirección opuesta a positiva.

2.2.40 Legalmente relevante

Atributo de una parte de un instrumento, dispositivo o software de medición sujeto a control legal [OIML V 1:2013, 4.08]

3 Requisitos metrológicos

3.1 Unidades de medida

Las unidades de medición para energía eléctrica activa será una de las siguientes unidades: Wh, kWh, MWh, GWh.

3.2 Condiciones nominales de operación

Las condiciones nominales de operación se indican en la Tabla 1.

Tabla 1 Condiciones nominales de operación

| Condición o cantidad de influencia | Valores, rangos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|-------------------|--------------------|-------------|--|--|---|---|---|---|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|--------------------|--|--|--|---|---|---|---|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|-----------|------------------|------------|------------|------------------|------------|------------|-------------|-------------|
| Frecuencia | $f_{nom} \pm 2\%$ donde f_{nom} debe ser especificada por el fabricante. Si el fabricante especifica más de una frecuencia nominal, las condiciones nominales de operación serán la combinación de todos los intervalos $f_{nom} \pm 2\%$. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Voltaje: | $U_{nom} \pm 10\%$ donde U_{nom} debe ser especificada por el fabricante. Los medidores diseñados para operar con un rango de voltajes deben tener valores U_{nom} aplicables especificados por el fabricante. Si el fabricante especifica más de un voltaje nominal, las condiciones nominales de operación serán la combinación de todos los intervalos $U_{nom} \pm 10\%$. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Corriente | <p>I_{st} a I_{max} I_{max}, I_{tr}, I_{min} y I_{st} deben ser especificadas por el fabricante de conformidad con lo siguiente:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Directo conectado</th> <th colspan="4">Clase de exactitud</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I_{max}/I_{tr}</td> <td>≥ 50</td> <td>≥ 50</td> <td>≥ 50</td> <td>≥ 50</td> </tr> <tr> <td>I_{max}/I_{min}</td> <td>≥ 100</td> <td>≥ 125</td> <td>≥ 250</td> <td>≥ 250</td> </tr> <tr> <td>I_{max}/I_{st}</td> <td>≥ 1000</td> <td>≥ 1250</td> <td>≥ 1250</td> <td>≥ 1250</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Operado por transformador</th> <th colspan="4">Clase de exactitud</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I_{max}/I_{tr}</td> <td>≥ 24</td> <td>≥ 24</td> <td>≥ 24</td> <td>≥ 24</td> </tr> <tr> <td>I_{max}/I_{min}</td> <td>≥ 60</td> <td>$\geq 120^{(1)}$</td> <td>≥ 120</td> <td>≥ 120</td> </tr> <tr> <td>I_{max}/I_{st}</td> <td>≥ 480</td> <td>≥ 600</td> <td>≥ 1200</td> <td>≥ 1200</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Nota</i>⁽¹⁾: ≥ 60 para medidores electromecánicos de clase B operados por transformador.</p> | Directo conectado | Clase de exactitud | | | | A | B | C | D | I_{max}/I_{tr} | ≥ 50 | ≥ 50 | ≥ 50 | ≥ 50 | I_{max}/I_{min} | ≥ 100 | ≥ 125 | ≥ 250 | ≥ 250 | I_{max}/I_{st} | ≥ 1000 | ≥ 1250 | ≥ 1250 | ≥ 1250 | Operado por transformador | Clase de exactitud | | | | A | B | C | D | I_{max}/I_{tr} | ≥ 24 | ≥ 24 | ≥ 24 | ≥ 24 | I_{max}/I_{min} | ≥ 60 | $\geq 120^{(1)}$ | ≥ 120 | ≥ 120 | I_{max}/I_{st} | ≥ 480 | ≥ 600 | ≥ 1200 | ≥ 1200 |
| Directo conectado | Clase de exactitud | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A | B | C | D | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I_{max}/I_{tr} | ≥ 50 | ≥ 50 | ≥ 50 | ≥ 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I_{max}/I_{min} | ≥ 100 | ≥ 125 | ≥ 250 | ≥ 250 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I_{max}/I_{st} | ≥ 1000 | ≥ 1250 | ≥ 1250 | ≥ 1250 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operado por transformador | Clase de exactitud | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A | B | C | D | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I_{max}/I_{tr} | ≥ 24 | ≥ 24 | ≥ 24 | ≥ 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I_{max}/I_{min} | ≥ 60 | $\geq 120^{(1)}$ | ≥ 120 | ≥ 120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I_{max}/I_{st} | ≥ 480 | ≥ 600 | ≥ 1200 | ≥ 1200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Factor de energía | De 0,5 inductivo a 1 a 0,8 capacitivo, excepto para las clases C y D, donde el rango operativo es de 0,5 inductivo a 1 a 0,5 capacitivo. Para medidores bidireccionales, los límites de rango del factor de potencia son válidos en ambas direcciones. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temperatura | Del límite inferior de temperatura al límite superior de temperatura, según lo indique el fabricante. El fabricante debe indicar el límite inferior de temperatura de los siguientes valores: -55 °C , -40 °C , -25 °C , -10 °C , $+5\text{ °C}$. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | <p>El fabricante debe indicar el límite superior de temperatura de los siguientes valores: +30 °C, +40 °C, +55 °C, +70 °C.</p> | | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------------------------|---|---|---|--|---|
| <p>Humedad y agua</p> | <p>Respecto a la humedad, el fabricante debe especificar la clase de ambiente para la cual está diseñado el instrumento.</p> <p>H1: Ubicaciones cerradas, donde los instrumentos no están sometidos a agua condensada, precipitación o formaciones de hielo.</p> <p>H2: Ubicaciones cerradas, donde los instrumentos pueden estar sujetos a agua condensada, agua de fuentes diferentes a lluvia y a formaciones de hielo.</p> <p>H3: Ubicaciones abiertas con condiciones climáticas promedio.</p> | | | | | | | |
| <p>Modos de conexión</p> | <p>El fabricante debe especificar si el medidor está diseñado para conexión directa, conexión mediante transformadores de corriente o mediante transformadores de corriente y voltaje.</p> <p>El fabricante debe especificar el modo de conexión, el número de elementos de medición del medidor y el número de fases del sistema eléctrico para el que el medidor está diseñado.</p> <p>Un medidor de conformidad con esta Recomendación podrá ser (pero sin limitación) uno de los siguientes:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fase única de dos cables, 1 elemento.</td> </tr> <tr> <td>Fase única de tres cables, 1 elemento (únicamente aplicable para voltajes equilibrados y simétricos).</td> </tr> <tr> <td>Fase única de tres cables, 2 elementos.</td> </tr> <tr> <td>Tres fases de cuatro cables, 3 elementos.</td> </tr> <tr> <td>Tres fases de tres cables, 2 elementos (únicamente aplicable en casos en los se puedan descartar las corrientes de fuga)</td> </tr> <tr> <td>Dos fases de tres cables, 2 elementos (diseñados para su operación en dos fases de un servicio de tres fases. También puede ser un medidor de tres fases operado como uno de dos fases de tres cables).</td> </tr> </tbody> </table> <p>El fabricante podrá especificar modos alternativos de conexión para medidores polifásicos.</p> <p>Estos modos de conexión alternativos también serán parte de las condiciones de operación.</p> | Descripción | Fase única de dos cables, 1 elemento. | Fase única de tres cables, 1 elemento (únicamente aplicable para voltajes equilibrados y simétricos). | Fase única de tres cables, 2 elementos. | Tres fases de cuatro cables, 3 elementos. | Tres fases de tres cables, 2 elementos (únicamente aplicable en casos en los se puedan descartar las corrientes de fuga) | Dos fases de tres cables, 2 elementos (diseñados para su operación en dos fases de un servicio de tres fases. También puede ser un medidor de tres fases operado como uno de dos fases de tres cables). |
| Descripción | | | | | | | | |
| Fase única de dos cables, 1 elemento. | | | | | | | | |
| Fase única de tres cables, 1 elemento (únicamente aplicable para voltajes equilibrados y simétricos). | | | | | | | | |
| Fase única de tres cables, 2 elementos. | | | | | | | | |
| Tres fases de cuatro cables, 3 elementos. | | | | | | | | |
| Tres fases de tres cables, 2 elementos (únicamente aplicable en casos en los se puedan descartar las corrientes de fuga) | | | | | | | | |
| Dos fases de tres cables, 2 elementos (diseñados para su operación en dos fases de un servicio de tres fases. También puede ser un medidor de tres fases operado como uno de dos fases de tres cables). | | | | | | | | |

| | |
|--|---|
| Inclinación | Posición de montaje, según lo indique el fabricante, ± 3 grados. Si no se da una posición de montaje, cualquier posición de montaje está permitida. |
| Armónicos | El voltaje y la corriente deben tener permitido desviarse de la forma sinusoidal, según se indica en los requisitos de la Tabla 4 en 3.3.5 "Armónicos en circuitos de voltaje y corriente". |
| Equilibrio de carga | El equilibrio de carga debe tener permitido variar de condiciones completamente equilibradas a corriente únicamente en un circuito para medidores polifásicos y para medidores de fase única de 3 cables. |
| <i>Nota: Las autoridades nacionales o la legislación regional podrá especificar algunos valores para varias condiciones nominales de operación. Ver Anexo C.</i> | |

3.3 Requisitos de exactitud

3.3.1 General

El fabricante debe especificar que la clase de exactitud de un medidor es A, B, C o D.

Nota: La clase B es la clase de exactitud más baja recomendada para grandes consumidores, es decir, donde el consumo supera los 5000 kWh/año y otro valor elegido por la autoridad apropiada.

El medidor estará diseñado y será fabricado de manera que el error no supere el error máximo permitido para la clase especificada bajo condiciones nominales de operación.

El medidor estará diseñado y será fabricado de manera que no ocurran fallos significativos cuando se exponga a perturbaciones.

Se considera que un fallo no es un fallo significativo si es detectado y abordado por un dispositivo de verificación. El medidor debe indicar claramente que dicho evento ha ocurrido (cf. 2.2.31 y 2.2.32).

Nota: La indicación puede ser en forma de una luz intermitente en caso de un fallo.

3.3.2 Dirección del flujo de energía

Cuando un fabricante ha indicado que un medidor debe ser capaz de recibir un flujo de energía bidireccional, el medidor debe manejar correctamente el flujo medio de energía positiva y negativa y debe cumplir con los requisitos de esta Recomendación para el flujo de energía en ambas direcciones. La polaridad del flujo de energía estará definida en las instrucciones de conexión del fabricante para el medidor. El flujo medio de energía se refiere a la potencia activa integrada durante al menos un ciclo de la frecuencia nominal.

Un medidor debe estar al menos en una de las siguientes categorías:

- Registro único, bidireccional,
Donde se especifica que el medidor es capaz de medir el flujo medio de energía positivo y negativo, y donde el resultado neto se pondrá en un único registro.
- Dos registros, bidireccional,
Donde se especifica que el medidor es capaz de medir el flujo medio de energía positivo y negativo, según se define mediante la conexión del medidor, y donde el resultado positivo y el resultado negativo son puestos en registros diferentes;
- Registro único, únicamente dirección positiva,
Donde se especifica que el medidor es capaz de medir y registrar únicamente flujo medio de energía positivo. Inherentemente, y por diseño, solo podrá registrar flujo medio de energía positivo o podrá estar equipado con una retención de flujo inverso;
- Registro único, unidireccional,
Donde se especifica que el medidor es capaz de medir y registrar el valor absoluto del flujo medio de energía. Normalmente, dicho medidor registrará toda la energía como energía consumida, independientemente de la dirección real del flujo de energía o de cómo está conectado el medidor.

Para medidores bidireccionales, el registro de energía ocurrirá en el registro correcto cuando cambie la dirección del flujo.

Nota 1: Los términos "registro único" y "dos registros" en la lista anterior se refieren únicamente a registros básicos de energía. Un medidor puede tener otros registros, por ejemplo, para almacenar la tarifa y/o información de fases.

Nota 2: La autoridad nacional podrá determinar qué tipos de medidores y métodos de cálculo son apropiados.

3.3.3 Errores máximos permitidos base

El error intrínseco (expresado en porcentaje) estará dentro del error máximo permitido base mencionado en la Tabla 2 cuando el factor de corriente y energía cambien dentro de los límites dados por la Tabla 2 (rango operativo) y cuando, de otro modo, el medidor opere a condiciones de referencia. Las autoridades nacionales podrán especificar los errores máximos permitidos base para la verificación subsiguiente y las inspecciones del servicio.

Tabla 2 Errores máximos permitidos y requisitos de no carga

| Cantidad | | Errores máximos permitidos (%) para medidores de clase | | | |
|------------------------------|---|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Corriente I | Factor de potencia | A | B | C | D |
| $I_{tr} \leq I \leq I_{max}$ | Unidad | ± 2.0 | ± 1.0 | ± 0.5 | ± 0.2 |
| | 0,5 inductivo a 1 a 0,8 capacitivo ⁽¹⁾ | ± 2.5 | ± 1.5 | ± 0.6 | ± 0.3 |
| $I_{min} \leq I < I_{tr}$ | Unidad | ± 2.5 | ± 1.5 | ± 1.0 | ± 0.4 |
| | 0,5 inductivo a 1 a 0,8 capacitivo | ± 2.5 | ± 1.8 | ± 1.0 | ± 0.5 |
| $I_{st} \leq I < I_{min}$ | Unidad | $\pm 2,5 \cdot I_{min}/I$ | $\pm 1,5 \cdot I_{min}/I$ | $\pm 1,0 \cdot I_{min}/I$ | $\pm 0,4 \cdot I_{min}/I$ |

⁽¹⁾ La autoridad nacional podrá especificar que el requisito de factor de potencia es de 0,5 inductivo a 1 a 0,5 capacitivo.

Nota: El error máximo permitido combinado (CMPE, por sus siglas en inglés) y el error máximo combinado (CME, por sus siglas en inglés) que resultan de la evaluación de tipo se pueden calcular según se indica en el Anexo B (B.1 y B.2). Las autoridades regionales o nacionales pueden exigir que este CME cumpla con el CMPE o que cumpla con otros límites (no relacionados con el CMPE) determinados por las autoridades regionales o nacionales.

3.3.4 Sin carga

No se registrará energía significativa bajo condiciones de sin carga (refiérase a la sección 6.2.4 para el procedimiento de prueba).

Nota: Siempre se permite al medidor detenerse para corrientes por debajo de I_{sr} .

3.3.5 Efectos permitidos de cantidades de influencia

El coeficiente de temperatura del medidor debe cumplir con los requisitos de la Tabla 3 cuando, de otro modo, el medidor se opere a condiciones de referencia.

Tabla 3 Límites para el coeficiente de temperatura del error

| Cantidad de influencia | Factor de potencia | Límites para el coeficiente de temperatura (%/K) para medidores de clase | | | |
|--|--------------------|--|--------|--------|------------------|
| | | A | B | C | D ⁽¹⁾ |
| Coeficiente de temperatura (%/K), sobre cualquier intervalo, dentro del rango de temperatura que no sea menor que 15K ni mayor que 23K para corriente. $I_{tr} \leq I \leq I_{max}$ | 1 | ± 0.1 | ± 0.05 | ± 0.03 | ± 0.01 |
| | 0,5 Inductivo | ± 0.15 | ± 0.07 | ± 0.05 | ± 0.02 |

⁽¹⁾ Estos valores se doblan por debajo de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Cuando la corriente de carga y el factor de energía se mantienen constantes en un punto dentro del rango operativo nominal con el medidor operado a condiciones de referencia, y cuando una única cantidad de influencia varía de su valor a condiciones de referencia a los valores extremos definidos en la Tabla 4, la variación en el error será tal que el porcentaje de error adicional esté dentro del correspondiente límite del cambio de error mencionado en la Tabla 4. El medidor continuará funcionando después de la terminación de cada una de estas pruebas.

Tabla 4 Límite en el cambio de error debido a las cantidades de influencia

| Cantidad de influencia | Valor | Cláusula de prueba | Valor de la corriente | Factor de potencia | Límite en el cambio de error (%) para medidores de clase | | | |
|------------------------|--------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|--|-------|--------|-------|
| | | | | | A | B | C | D |
| Autocalentamiento | Corriente continua a I_{max} | 6.2.2 | I_{max} | 1; 0,5 inductivo | ± 1 | ± 0,5 | ± 0,25 | ± 0,1 |

| | | | | | | | | |
|---|--|--------|------------------------------|---------------|------------------|-----------|------------|------------|
| Equilibrio de cargas ⁽¹⁾ | de únicamente en un de circuito corriente | 6.3.3 | $I_{tr} \leq I \leq I_{max}$ | 1 | $\pm 1,5^{(2)}$ | $\pm 1,0$ | $\pm 0,7$ | $\pm 0,3$ |
| | | | | 0,5 Inductivo | $\pm 2,5^{(2)}$ | $\pm 1,5$ | ± 1 | $\pm 0,5$ |
| Variación de voltaje ⁽³⁾ | $U_{nom} \pm 10 \%$ | 6.3.4 | $I_{tr} \leq I \leq I_{max}$ | 1 | $\pm 1,0^{(9)}$ | $\pm 0,7$ | $\pm 0,2$ | $\pm 0,1$ |
| | | | | 0,5 Inductivo | $\pm 1,5$ | $\pm 1,0$ | $\pm 0,4$ | $\pm 0,2$ |
| Variación de frecuencia | $f_{nom} \pm 2 \%$ | 6.3.5 | $I_{tr} \leq I \leq I_{max}$ | 1 | $\pm 0,8$ | $\pm 0,5$ | $\pm 0,2$ | $\pm 0,1$ |
| | | | | 0,5 Inductivo | $\pm 1,0$ | $\pm 0,7$ | $\pm 0,2$ | $\pm 0,1$ |
| Armónicos en circuitos de voltaje y corriente | d es $0 - 40 \% I$, $0 - 5 \% U$ ⁽⁴⁾ | 6.3.6 | $I_{tr} \leq I \leq I_{max}$ | 1 | $\pm 1,0^{(5)}$ | $\pm 0,6$ | $\pm 0,3$ | $\pm 0,2$ |
| Inclinación | ≤ 3 grados | 6.3.7 | $I_{tr} \leq I \leq I_{max}$ | 1 | $\pm 1,5$ | $\pm 0,5$ | $\pm 0,4$ | n/a |
| Variaciones de voltaje severas | $0,8 U_{nom} \leq U < 0,9 U_{nom}$; $1,1 U_{nom} < U \leq 1,15 U_{nom}$ $U < 0,8 U_{nom}$ | 6.3.8 | $10 I_{tr}$ | 1 | $\pm 1,5^{(11)}$ | ± 1 | $\pm 0,6$ | $\pm 0,3$ |
| | | | | | $+10$ to -100 | | | |
| Una o dos fases interrumpidas ⁽⁶⁾ | Una o dos fases removidas | 6.3.9 | $10 I_{tr}$ | 1 | ± 4 | ± 2 | ± 1 | $\pm 0,5$ |
| Subarmónicos en la corriente de AC. circuito | Señal actual de potencia igual a la de los subarmónicos presentes | 6.3.10 | $10 I_{tr}$ | 1 | ± 3 | $\pm 1,5$ | $\pm 0,75$ | $\pm 0,5$ |
| Armónicos en el circuito de corriente de AC | Impulsado por fases a 90 grados | 6.3.11 | $10 I_{tr}$ | 1 | ± 1 | $\pm 0,8$ | $\pm 0,5$ | $\pm 0,4$ |
| Secuencia de fase inversa | Dos fases cualesquiera intercambiadas | 6.3.12 | $10 I_{tr}$ | 1 | $\pm 1,5$ | $\pm 1,5$ | $\pm 0,1$ | $\pm 0,05$ |
| Inducción magnética continua (DC) de origen externo ⁽¹⁰⁾ | 200 mT a 30 mm de la superficie del núcleo ⁽¹⁰⁾ | 6.3.13 | $10 I_{tr}$ | 1 | ± 3 | $\pm 1,5$ | $\pm 0,75$ | $\pm 0,5$ |
| Campo magnético (AC, frecuencia de potencia) de origen externo. | 400 A/m | 6.3.14 | $10 I_{tr}, I_{max}$ | 1 | $\pm 2,5$ | $\pm 1,3$ | $\pm 0,5$ | $\pm 0,25$ |

| | | | | | | | | |
|---|---|----------|--------------------|---|---------|---------|-----------|-----------|
| Campos electromagnéticos radiados de radiofrecuencia | $f = 80$ a 6000 MHz, Fuerza del campo ≤ 10 V/m | 6.3.15.1 | $10 I_{tr}$ | 1 | ± 3 | ± 2 | ± 1 | ± 1 |
| Perturbaciones conducidas, inducidas por de campos radiofrecuencia ⁽⁷⁾ | $f = 0,15$ a 80 MHz, Amplitud ≤ 10 V | 6.3.15.2 | $10 I_{tr}$ | 1 | ± 3 | ± 2 | ± 1 | ± 1 |
| DC en AC Circuito corriente ⁽⁸⁾ de | Corriente sinusoidal, con el doble de amplitud, media onda rectificadora; $I \leq I_{max}/\sqrt{2}$ | 6.3.16 | $I_{max}/\sqrt{2}$ | 1 | ± 6 | ± 3 | $\pm 1,5$ | ± 1 |
| Armónicos orden alto de | Superpuestos: $0,02 U_{nom}$; $0,1 I_{tr}$; $15 f_{nom}$ a $40 f_{nom}$ | 6.3.17 | I_{tr} | 1 | ± 1 | ± 1 | $\pm 0,5$ | $\pm 0,5$ |

⁽¹⁾ Únicamente para medidores polifásicos y de fase única y 3 cables.

⁽²⁾ El cambio en el error podrá exceder el valor indicado en la tabla, siempre y cuando el error se encuentre dentro de $\pm 2,5$ %.

⁽³⁾ Para medidores polifásicos, el requisito es para variaciones de voltaje simétricas.

⁽⁴⁾ Siempre y cuando la corriente del r.m.s no sea mayor que I_{max} y que el valor pico de la corriente no sea mayor que $1,41 \cdot I_{max}$. Adicionalmente, la amplitud de los componentes armónicos individuales no debe superar (I_1/h) para corriente y $(0,12 \cdot U_1/h)$ para voltaje, donde h es el orden armónico.

⁽⁵⁾ En el caso de medidores electromecánicos, el cambio en el error podrá exceder el valor indicado en la tabla, siempre y cuando el error se encuentre dentro de $\pm 3,0$ %

⁽⁶⁾ Únicamente para medidores polifásicos. Dos fases interrumpidas son solo para los modos de conexión en los que una fase faltante significa que se puede entregar la energía. Este requisito aplica únicamente para condiciones de fallo en la red, no para un modo alternativo de conexión. Un medidor polifásico alimentado únicamente por una de sus fases no tendrá el voltaje de dicha fase interrumpido para los efectos de esta prueba.

⁽⁷⁾ Perturbaciones conducidas directas o indirectas inducidas por campos de radiofrecuencia.

⁽⁸⁾ Únicamente para medidores conectados directos. Las autoridades nacionales podrán determinar si este requisito es aplicable.

⁽⁹⁾ Para medidores electromecánicos de clase A, este requisito no aplica por debajo de $10 I_{tr}$.

⁽¹⁰⁾ Adicionalmente, los fabricantes podrán incluir una alarma a la detección de inducción magnética continua (DC) mayor a 200 mT. Las autoridades nacionales podrán elegir una inducción magnética más baja para los requisitos nacionales.

⁽¹¹⁾ Este valor se dobla para medidores electromecánicos.

3.3.6 Efectos permitidos de perturbaciones

3.3.6.1 General

El medidor soportará las perturbaciones que puedan encontrarse bajo condiciones de uso normal; según lo mencionado en 3.3.1, no ocurrirá ningún fallo significativo para ninguna de las perturbaciones relacionadas en la Tabla 5.

3.3.6.2 Perturbaciones

Un cambio en el error mayor que el previsto en la Tabla 5 constituye un fallo significativo. Si un medidor se opera bajo las condiciones mencionadas en la Tabla 5 y no se aplica corriente, un cambio en los registros o pulsos de la salida de prueba no será considerado como un fallo significativo si el cambio en los registros o energía equivalente de la salida de prueba, expresada en kWh, es menor de $m \cdot U_{nom} \cdot I_{max} \cdot 10^{-6}$ (valor crítico de cambio), donde m es el número de elementos de medición, U_{nom} se expresa en voltios y I_{max} se expresa en amperios.

Tabla 5 Perturbaciones

| Cantidad de perturbación | Cláusula de Prueba | Nivel de Perturbación | Efectos permitidos | Límite en el cambio de error (%) para medidores de clase | | | |
|---|--------------------|--|-------------------------|--|-----|-----|-----|
| | | | | A | B | C | D |
| Campo magnético (AC, frecuencia de potencia) de origen externo. | 6.4.2 | 1000 A/m, 3 s | Sin fallo significativo | - | - | - | - |
| Descargas electrostáticas | 6.4.3 | 8 kV descarga de contacto; 15 kV descarga de aire. | Sin fallo significativo | - | - | - | - |
| Transitorios rápidos | 6.4.4 | Circuitos de voltaje y corriente: 4 kV; Circuitos auxiliares: 2 kV. | Sin fallo significativo | 6,0 | 4,0 | 2,0 | 1,0 |
| Caídas de voltaje | 6.4.5 | Prueba a: 30 %, 0,5 ciclos Test b: 60 %, 1 ciclo Test c: 60 %, 25/30 ciclos ⁽³⁾ | Sin fallo significativo | - | - | - | - |
| Interrupciones de voltaje | 6.4.5 | 0 %, 250/300 ciclos ⁽³⁾ | Sin fallo significativo | - | - | - | - |

| | | | | | | | |
|--|----------|---|--|---------------------------|-----|------|--------------|
| Campos electromagnéticos radiados de radiofrecuencia | 6.4.6 | f = 80 a 6000 MHz, 30 V/m, amplitud modulada, sin corriente. | Sin fallo significativo | - | - | - | - |
| Picos en la red eléctrica de AC. | 6.4.7 | Circuitos de voltaje: 2 kV línea a línea, 4 kV línea a tierra; Circuitos auxiliares: 1 kV línea a línea, 2 kV línea a tierra. | Sin fallo significativo | - | - | - | - |
| Amortiguado Prueba de inmunidad contra ondas oscilatorias ⁽¹⁾ | 6.4.8 | Circuitos de voltaje: Modo común 2,5 kV; modo diferencial 1,0 kV. | Sin fallo significativo La función del medidor no se verá perturbada. | 3,0 | 2,0 | 2,0 | 1,0 |
| Sobreintensidad de corta duración | 6.4.9 | Medidores directos conectados: $30 \cdot I_{max}$; Medidores operados por transformador $20 \cdot I_{max}$. | Sin fallo significativo No ocurrirá ningún daño. | Operado por transformador | | | |
| | | | | 1,0 | 0,5 | 0,05 | 0,05 |
| | | | | Directo conectado | | | |
| | | | | 1,5 | 1,5 | 0,05 | 0,05 |
| Impulso de voltaje | 6.4.10 | 3 kV (≤ 100 V); 6 kV (≤ 150 V); 10 kV (≤ 300 V); 12 kV (≤ 600 V). | Sin fallo significativo Sin daños al medidor. | - | - | - | - |
| Fallo en la conexión a tierra ⁽²⁾ | 6.4.11 | Fallo en la conexión a tierra en una fase | Sin fallo significativo Sin daños y debe operar correctamente. | 1,0 | 0,7 | 0,3 | 0,1 |
| Operación de dispositivos auxiliares | 6.4.12 | Dispositivos auxiliares operados con $I = I_{min}$ y I_{max} | Sin fallo significativo | 1/3 mpe base | | | 1/2 mpe base |
| Vibración | 6.4.13.1 | Vibración en tres ejes mutuamente perpendiculares | Sin fallo significativo La función del medidor no se verá afectada. | 1/3 mpe base | | | 1/2 mpe base |
| Choques | 6.4.13.2 | Forma del pulso: Media onda sinusoidal, aceleración de pico: 300 ms^{-2} , duración del pulso: 18 ms | Sin fallo significativo | 1/3 mpe base | | | 1/2 mpe base |
| Protección contra radiación solar | 6.4.14 | $0,76 \text{ W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{nm}^{-1}$ a 340 nm, con plataforma de ciclos para 66 días | Sin alteración en la apariencia o deterioro en la funcionalidad, propiedades | - | - | - | - |

| | | | | | | | |
|---|---------------------------|---|--|--------------|------|-------|--------------|
| | | | metrológicas y sellamiento. | | | | |
| Protección contra la entrada de polvo. | 6.4.15 | IP 5x, cerramiento de categoría 2. | Sin interferencia en la correcta operación o deterioro en la seguridad, incluyendo seguimiento a lo largo de las líneas de fuga. | - | - | - | - |
| Calor seco | 6.4.16.1 | Una temperatura estándar más alta que la superior indicada. Límite de temperatura, 2 h | Sin fallo significativo | 1/3 mpe base | | | 1/2 mpe base |
| Frío | 6.4.16.2 | Una temperatura estándar más baja que la inferior indicada. Límite de temperatura, 2 h | Sin fallo significativo | 1/3 mpe base | | | 1/2 mpe base |
| Calor húmedo | 6.4.16.3 , 6.4.16.4 | H1: 30 °C, 85 %; H2: Cíclico, 25 °C, 95% a 40 °C, 93 %; H3: Cíclico, 25 °C, 95% a 55 °C, 93%. | Sin fallo significativo Sin evidencia de daños mecánicos o corrosión. | ±0,2 | ±0,1 | ±0,05 | ±0,05 |
| Agua | 6.4.16.5 | Únicamente H3, 0,07 L/min (por boquilla), 0 ° y 180 °, 10 min | Sin fallo significativo Sin evidencia de daños mecánicos o corrosión. | - | - | - | - |
| Durabilidad | 6.4.17 | Alta corriente y/o temperatura durante un periodo sostenido de tiempo. | Sin fallo significativo | 1/3 mpe base | | | 1/2 mpe base |
| <p>(1) Únicamente para medidores operados por transformador.</p> <p>(2) Únicamente para medidores operados por transformador de tres fases y cuatro cables diseñados para su uso en redes equipadas con neutralizadores de fallo en la conexión a tierra.</p> <p>(3) Estos valores son para 50 Hz / 60 Hz, respectivamente.</p> | | | | | | | |

Si no ocurre ningún fallo significativo durante las pruebas apropiadas descritas en la Parte 2 de esta Recomendación, se asume que el medidor cumple con los requisitos de esta sección.

3.4 Requisitos para medidores de intervalos y multitarifa

Los medidores de intervalo deben tener la capacidad de medir y almacenar la información relevante para la facturación. El periodo mínimo de almacenamiento de esta información será determinado por las autoridades nacionales. Para medidores de intervalo, la suma de los datos de intervalo debe ser igual al valor del registro acumulativo para el mismo periodo.

Los relojes internos de los medidores de intervalo y multitarifa deben cumplir con los requisitos de IEC 62054-21.

Para medidores multitarifa, en cualquier momento solo estará activo un registro (en adición al registro acumulativo). La suma de los valores registrados en cada registro multitarifa debe ser igual al valor registrado en el registro acumulativo.

3.5 Marcas del medidor

Las autoridades nacionales determinarán qué información debe estar marcada en cada medidor. Se recomienda considerar las siguientes:

- Fabricante
- U_{nom}
- I_{max}
- I_{tr}
- I_{min}
- Marca(s) de aprobación
- Número de serie
- Número de fases
- Número de cables
- Multiplicador del registro (si es diferente a unidad)
- Constante(s) del medidor
- Año de fabricación • Clase de exactitud
- Dirección del flujo de energía si el medidor es bidireccional o unidireccional. No se requieren marcas si el medidor solo tiene capacidad para flujo de energía en dirección positiva.
- Tipo de medidor
- Rango de temperatura
- Información sobre humedad y protección contra agua
- Información sobre protección contra impulsos de voltaje
- f_{nom}
- El modo de conexión para el que el medidor está especificado.
- Las terminales de conexión tienen identificación única para distinguir entre las terminales.

Las marcas son indelebles, diferentes y legibles desde afuera del medidor. Las marcas de los medidores diseñados para ubicaciones exteriores deben soportar la radiación solar. Los valores múltiples de U_{nom} y f_{nom} podrán marcarse si así lo especifica el fabricante.

Si el número de serie se fija a partes desmontables, el número de serie también se encontrará en una posición que no sea fácilmente disociado de las partes que determinan las características metrológicas. Símbolos o su equivalente se podrán utilizar cuando sea apropiado. Ver, por ejemplo, IEC 62053-52 *Equipos de medición de electricidad (AC) - Requisitos particulares - Parte 52: Símbolos*, u otras designaciones aceptadas por las jurisdicciones locales.

3.6 Protección de propiedades metrológicas

3.6.1 General

3.6.1.1 Los medidores de electricidad deben contar con medios para proteger sus propiedades metrológicas. Las autoridades nacionales podrán determinar los niveles de acceso autorizado para la protección de software (3.6.3), protección de parámetros (3.6.4), y registro de eventos de dispositivos de verificación (3.6.9).

3.6.1.2 Todos los medios para proteger las propiedades metrológicas de un medidor de electricidad diseñado para ubicaciones exteriores deben soportar la radiación del sol.

3.6.2 Identificación de software

El software legalmente relevante de un medidor de electricidad debe estar identificado claramente con la versión de software u otra muestra. La identificación puede consistir en más de una parte, pero al menos una parte estará dedicada al efecto legal.

La identificación debe estar inextricablemente relacionada con el software mismo y se debe presentar a solicitud o mostrarse durante la operación.

Como excepción, un impreso de la identificación de software de un medidor de electricidad debe ser una solución aceptable si cumple con las siguientes tres condiciones:

- 1) La interfaz del usuario no tiene ninguna capacidad de control para activar la indicación de identificación de software en la pantalla, o la pantalla técnicamente no permite mostrar la identificación de software (dispositivo indicador análogo o contador electromecánico).
- 2) El medidor de electricidad no tiene una interfaz para comunicar la identificación de software.
- 3) Después de la producción del medidor de electricidad no es posible cambiar el software, o solo es posible si también se cambia el hardware o un componente de hardware.

El fabricante del hardware o el componente de hardware relevante es responsable de garantizar que la identificación de software esté claramente marcada en el respectivo medidor.

El certificado de aprobación de tipo debe mencionar la identificación de software y los medios de identificación.

3.6.3 Protección de software

3.6.3.1 Prevención del mal uso

Un medidor de electricidad estará construido de tal manera que las posibilidades de mal uso no intencional, accidental o intencional sean mínimas.

3.6.3.2 Protección contra fraude

3.6.3.2.1 El software legalmente relevante estará asegurado contra modificación, carga o cambios no autorizados mediante el intercambio del dispositivo de memoria. Un medio seguro, como un sello mecánico o electrónico, es necesario para asegurar los medidores de electricidad que tienen una opción para cargar software /parámetros.

3.6.3.2.2 Solo se permite activar las funciones claramente documentadas (ver 4.1) a través de la interfaz del usuario, el cual se hará de tal manera que no facilite su uso fraudulento.

3.6.3.2.3 La protección de software incluye el sellamiento por medios mecánicos, electrónicos y/o criptográficos, haciendo que cualquier intervención no autorizada sea imposible o evidente.

Ejemplos:

- 1) El software de un instrumento de medición está construido de tal manera que no hay manera de modificar los parámetros y configuración legalmente relevante, excepto mediante un menú protegido por interruptores. El interruptor está sellado mecánicamente en posición inactiva, haciendo que cualquier modificación de los parámetros y de la configuración legalmente relevante sea imposible. Para modificar los parámetros y la configuración se debe activar el interruptor, rompiendo inevitablemente el sello al hacerlo.
- 2) El software de un instrumento de medición está construido de tal manera que no hay forma de acceder a los parámetros y configuración legalmente relevante, excepto por personas autorizadas. Si una persona quiere entrar al punto de parámetros del menú, debe insertar una tarjeta inteligente que contiene un NIP como parte de un certificado criptográfico. El software del instrumento tiene la capacidad de verificar la autenticidad del NIP mediante el certificado y permite acceder al punto de parámetros del menú. El acceso se registra por un rastro de auditoría que incluye la identidad de la persona (o, al menos, de la tarjeta inteligente utilizada).

3.6.4 Protección de parámetros

3.6.4.1 Los parámetros que fijan las características legalmente relevantes de un medidor de electricidad estarán protegidas contra modificación no autorizada. Si es necesario para los efectos de la verificación, se debe poder mostrar la configuración actual de los parámetros.

Los parámetros específicos del dispositivo deben ser ajustables o seleccionables únicamente en un modo operativo especial del medidor de electricidad. Estos podrán ser clasificados como los que deben protegerse (ser inalterables) y aquellos a los que una persona autorizada puede acceder (parámetros configurables), por ejemplo, el propietario del instrumento o quien lo va a reparar.

Los parámetros de tipo específico tienen valores idénticos para todos los especímenes de un tipo. Se fijan en la aprobación de tipo del instrumento.

Nota 1: Una simple contraseña no es una solución técnica aceptable para proteger parámetros.

Nota 2: Personas autorizadas pueden tener permitido el acceso a un conjunto limitado de parámetros específicos del dispositivo. Dicho conjunto de parámetros específicos del dispositivo y sus limitaciones/reglas de acceso deben estar claramente documentadas.

3.6.4.2 La puesta en cero del registro que almacena el total de energía medida se considerará como una modificación de un parámetro específico de dispositivo. Por lo tanto, todos los requisitos aplicables a parámetros específicos de dispositivo son aplicables a la operación de puesta en cero.

3.6.4.3 El medidor debe parar de registrar energía cuando se modifique un parámetro específico de dispositivo.

3.6.4.4 Las regulaciones nacionales podrán establecer que ciertos parámetros específicos de dispositivo deben estar disponibles para el usuario. En tal caso, un instrumento de medición debe contar con un dispositivo para registrar automáticamente y sin opción de borrado cualquier ajuste al parámetro específico de dispositivo, por ejemplo, un rastro de auditoría. El instrumento debe tener la capacidad de presentar los datos registrados.

Los medios y registros de trazabilidad son parte del software legalmente relevante y se deben proteger como tales. El software utilizado para mostrar el rastro de auditoría pertenece al software legalmente relevante fijo.

Nota: Un contador de eventos no es una solución técnicamente aceptable.

3.6.5 Separación de dispositivos y subconjuntos electrónicos

Partes metroológicas indispensables de un medidor electrónico - ya sea software o partes de hardware - no se verán afectadas inadmisiblemente por otras partes del medidor.

3.6.5.1 Los subconjuntos o dispositivos electrónicos de un medidor de electricidad que realicen funciones legalmente relevantes deben estar identificados, claramente definidos y documentados. Forman la parte legalmente relevante del sistema de medición. Si no se identifican los subconjuntos que realizan funciones legalmente relevantes, se considera que todos los subconjuntos realizan funciones legalmente relevantes.

Ejemplo:

- 1) Un medidor de electricidad equipado con una interfaz óptica para conectar un dispositivo electrónico para leer los valores de la medición. El medidor almacena todas las cantidades relevantes y mantiene los valores disponibles para ser leídos durante un lapso de tiempo suficiente. En este sistema, solo el medidor de electricidad es un dispositivo legalmente relevante. Otros dispositivos no legalmente relevantes pueden existir y pueden ser conectados a la interfaz del instrumento, siempre y cuando se cumpla con el requisito de 3.6.5.2. Asegurar la transmisión de información (ver 3.6.7) no es necesario.

3.6.5.2 Durante la prueba de tipo, debe demostrarse que las funciones relevantes y la información de los subconjuntos y dispositivos electrónicos no puede ser inadmisiblemente influenciada por comandos recibidos a través de la interfaz.

Esto implica que hay una cesión inequívoca de cada comando a todas las funciones iniciadas o cambios de información en el subconjunto o dispositivo electrónico.

Nota: Si los subconjuntos o dispositivos electrónicos "legalmente relevantes" interactúan con otro subconjunto o dispositivo "legalmente relevante", refiérase a 3.6.7.

Ejemplos:

- 1) El software del medidor de electricidad (ver ejemplo de 3.6.5.1 arriba) tiene la capacidad de recibir comandos para seleccionar las cantidades requeridas. Combina el valor de la medición con información adicional - por ejemplo, marca de tiempo, unidad - y envía esta información al dispositivo que la solicitó. El software solo acepta comandos para la selección de cantidades válidas permitidas y descarta cualquier otro comando, únicamente produciendo un mensaje de error. Puede haber medidas de seguridad para los contenidos del conjunto de información, pero no son necesarios, ya que la información transmitida no está sujeta a control legal.
- 2) Al interior de la carcasa que puede sellarse hay un interruptor que define el modo operativo del medidor de electricidad: una configuración del interruptor indica el modo verificado y el modo no verificado (asegurar significa que cualquier otro, menos un sello mecánico, son posibles; ver ejemplos en 3.6.3.2.3). Cuando se interpretan los comandos recibidos, el software verifica la posición del interruptor: en el modo no verificado, el conjunto de comandos que el software acepta se amplía en comparación con el modo descrito arriba; por ejemplo, puede ser posible ajustar el factor de calibración con un comando que se descarta en el modo verificado.

3.6.6 Separación de partes del software

3.6.6.1 Todos los módulos de software (programas, subrutinas, objetos, etc.) que realicen funciones legalmente relevantes o que contengan dominios de información legalmente relevante conforman la parte de software legalmente relevante de un medidor de electricidad, la cual será identificable según se describe en 3.6.2. Si no se identifican los módulos de software que realizan funciones legalmente relevantes, la totalidad del software será considerada como legalmente relevante.

3.6.6.2 Si la parte de software legalmente relevante se comunica con otras partes de software, se debe definir una interfaz de software. Toda la comunicación se realizará exclusivamente por esta interfaz. La parte de software legalmente relevante y la interfaz deben estar claramente documentadas. Todas las funciones de software y dominios de datos legalmente relevantes deben describirse para permitir que la autoridad de aprobación de tipo decida sobre la correcta separación del software.

3.6.6.3 El dominio de datos que conforme la interfaz del software, incluyendo el código que sea exportado a la interfaz del dominio de datos por la parte legalmente relevante y el código que se importe de la parte legalmente relevante estarán definidos y documentados con claridad. La interfaz de software declarada no debe ser eludida.

3.6.6.4 Habrá una cesión inequívoca de cada comando para todas las funciones iniciadas o cambios de datos en la parte legalmente relevante del software. Los comandos que se comunican mediante la interfaz de software deben declararse y documentarse. Solo se permite la activación de los comandos documentados a través de la interfaz de software. El fabricante debe declarar la exhaustividad de la documentación de los comandos.

3.6.7 Almacenamiento de datos, transmisión mediante sistemas de comunicación.

3.6.7.1 General

Si los valores de medición se utilizan en otro lugar diferente al lugar de la medición o en un momento posterior que el momento de la medición, posiblemente tienen que salir del medidor (dispositivo electrónico, subconjunto) y ser almacenados en un entorno no seguro antes de su uso para fines legales.

En este caso, aplican los siguientes requisitos:

3.6.7.1.1 Los valores de medición almacenados o transmitidos deben estar acompañados de toda la información relevante necesaria para su futuro uso legalmente relevante.

3.6.7.1.2 Los datos se protegerán con medios de software que garanticen la autenticidad, integridad y, si es necesario, la exactitud de la información relacionada con el momento de la medición. El software que muestra o procesa los valores de la medición y los datos acompañantes debe verificar la hora de medición y la autenticidad e integridad de los datos después haberlos leído del almacenamiento no seguro o después de haberlos recibido de un canal de transmisión no seguro. Si se detecta alguna irregularidad, la información debe descartarse o marcarse como no útil.

Las claves confidenciales para proteger la información se mantendrán en secreto y aseguradas en el medidor eléctrico. Debe haber medios para que estas claves solo puedan ser digitadas o leídas si se rompe un sello.

3.6.7.1.3 Los módulos de software que preparan la información para ser almacenada o enviada, o que verifican los datos después de su lectura o recepción, pertenecen a la parte de software legalmente relevante.

3.6.7.2 Almacenamiento automático

3.6.7.2.1 Cuando se requiera almacenar datos, los datos de la medición deben almacenarse automáticamente al finalizar la medición, es decir, una vez se haya generado el valor final. Cuando el valor final provenga de un cálculo, toda la información que sea necesaria para el cálculo debe almacenarse automáticamente con el valor final.

3.6.7.2.2 El dispositivo de almacenamiento debe tener suficiente permanencia para garantizar que los datos no se dañen bajo condiciones normales de almacenamiento. Habrá suficiente memoria de almacenamiento para cualquier aplicación particular.

3.6.7.2.3 La información almacenada podrá borrarse cuando

- la transacción haya finalizado; o
- esta información sea impresa por un dispositivo de impresión sujeto a control legal.

Nota: Esto no aplica al registro acumulativo y al rastro de auditoría.

3.6.7.2.4 Una vez se cumpla con los requisitos de 3.6.7.2.3, y cuando la memoria esté llena, está permitido eliminar la información memorizada cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- la información se borra en el mismo orden en el que se registró, respetando las reglas establecidas para la aplicación particular;
- la eliminación se lleva a cabo automáticamente o después de una operación manual especial que puede requerir derechos de acceso específicos.

3.6.7.3 Transmisión de datos

3.6.7.3.1 La medición no estará inadmisiblemente influenciada por una demora en la transmisión.

3.6.7.3.2 Si los servicios de red no están disponibles, no se perderá ningún dato de mediciones legalmente relevantes.

3.6.7.4 Marca de tiempo

La marca de tiempo será leída desde el reloj del dispositivo. La configuración del reloj es considerada como legalmente relevante. Se tomarán medios apropiados de protección según 3.6.4.

Los relojes internos se pueden mejorar con medios específicos (por ejemplo, medios de software) para reducir su incertidumbre cuando el tiempo de la medición es necesario para un campo en particular (por ejemplo, medidor multitarifa, medidor de intervalos).

3.6.8 Mantenimiento y reconfiguración

La actualización del software legalmente relevante de un medidor de electricidad en el terreno debe considerarse como

- una modificación del medidor de electricidad, cuando se intercambia el software con otra versión aprobada, o
- como una reparación del medidor de electricidad cuando se reinstala la misma versión.

Un medidor de electricidad que ha sido modificado o reparado cuando está en servicio puede requerir verificación inicial o subsiguiente, dependiendo de las regulaciones nacionales.

Las autoridades nacionales podrán establecer que el mecanismo de actualización de software esté desactivado mediante una configuración sellable (interruptor físico, parámetro asegurado) donde no se permitan las actualizaciones de software para instrumentos. En este caso no debe ser posible actualizar software legalmente relevante sin romper el sello.

El software que no sea necesario para el correcto funcionamiento del medidor de electricidad no requiere verificación luego de su actualización.

3.6.8.1 Únicamente se permite el uso de las versiones de software legalmente relevante que son parte del tipo aprobado. Este asunto concierne a la verificación en campo.

3.6.8.2 Actualización verificada

El software a ser actualizado puede ser cargado localmente, es decir, directamente al dispositivo de medición, o remotamente por medio de una red. La carga e instalación podrán ser dos pasos diferentes o ser combinados en uno, dependiendo de las necesidades de la solución técnica. Una persona debe estar en el sitio de instalación del medidor eléctrico para verificar la efectividad de la actualización. Después de la actualización de software legalmente relevante de un medidor eléctrico (intercambio con otra versión aprobada o reinstalación), no se permite que el medidor eléctrico sea operado con propósitos legales antes de que se haya verificado el instrumento y de que se hayan renovado los medios de seguridad.

3.6.8.3 Trazabilidad de las actualizaciones (*Rastreo de la Actualización*)

El software se implementa al instrumento de conformidad con los requisitos de trazabilidad de las actualizaciones (rastreo de la actualización) (3.6.8.3.1 a 3.6.8.3.7). La trazabilidad de las actualizaciones (rastreo de la actualización) es el procedimiento de cambio de software en un instrumento o dispositivo verificado después de la cual la verificación por parte de una persona responsable en el sitio no es necesaria. El software a ser actualizado puede ser cargado localmente, es decir, directamente al dispositivo de medición, o remotamente por medio de una red. La actualización de software se registra en un rastro de auditoría. El procedimiento de la trazabilidad de las actualizaciones (rastreo de la actualización) consta de varios pasos: carga, verificación de integridad, verificación de origen (autenticación), instalación, registro y activación.

3.6.8.3.1 La trazabilidad de las actualizaciones de software debe ser automática. Al finalizar el procedimiento de actualización, el entorno de protección de software estará al mismo nivel exigido por la aprobación de tipo.

3.6.8.3.2 El medidor de electricidad objetivo (dispositivo electrónico, subconjunto) debe tener software legalmente relevante fijo que no pueda actualizarse y que contenga todas las funciones de verificación necesarias para cumplir con los requisitos de trazabilidad de las actualizaciones.

3.6.8.3.3 Se deben emplear medios técnicos para garantizar la autenticidad del software cargado, es decir, que se origina del propietario del certificado de aprobación de tipo. Si el software cargado no pasa la prueba de autenticidad, el instrumento debe descartarlo y utilizar una versión anterior del software o cambiar a un modo inoperable.

3.6.8.3.4 Se deben utilizar medios técnicos para garantizar la integridad del software cargado, es decir, que no se haya cambiado inadmisiblemente antes de ser cargado. Esto se puede lograr añadiendo una suma de verificación o código hash en el software cargado y verificándolo durante el procedimiento de carga. Si el software cargado no pasa esta prueba, el instrumento debe descartarlo y utilizar una versión anterior del software o cambiar a un modo inoperable. En este modo, se evitarán las funciones de medición. Solo será posible resumir el procedimiento de descarga, sin omitir ningún paso en el proceso de actualización rastreada.

3.6.8.3.5 Se utilizarán medios técnicos apropiados, tales como un rastro de auditoría, para garantizar que la trazabilidad de las actualizaciones de software legalmente relevante sean rastreables adecuadamente dentro del instrumento para su subsiguiente verificación y monitoreo o inspección.

El rastro de auditoría debe contener, al menos, la siguiente información: éxito/fallo del procedimiento de aplicación, identificación de la versión de software instalada, identificación de software de la versión anterior instalada, marca de tiempo del evento, identificación de la parte que descarga. Se generará una entrada para cada intento de actualización, independientemente del éxito.

El dispositivo de almacenamiento que soporta la actualización debe tener suficiente capacidad para garantizar la trazabilidad de las actualizaciones de software legalmente relevantes se puedan rastrear entre, al menos, dos verificaciones sucesivas en el campo/inspección. Después de alcanzar el límite de almacenamiento para el rastro de auditoría, este se asegurará por medios técnicos para garantizar que las descargas adicionales sean imposibles sin romper el sello.

Nota: Este requisito permite a las autoridades de inspección, quienes son responsables por la vigilancia metrológica de instrumentos legalmente controlados, hacer seguimiento a las actualizaciones rastreadas de software legalmente relevante durante un periodo de tiempo adecuado (dependiendo de la legislación nacional).

3.6.8.3.6 Se asume que el fabricante de un medidor eléctrico mantiene a su cliente bien informado sobre actualizaciones de software, especialmente la parte legalmente relevante, y que el cliente no puede rechazar actualizaciones. Adicionalmente, se asume que el fabricante y el cliente, usuario o propietario del instrumento aceptará un procedimiento apropiado para realizar una descarga, dependiendo del uso e ubicación del instrumento. Dependiendo de las necesidades y de la legislación jurídica nacional, puede ser necesario que el usuario o propietario del instrumento de medición aprueben una descarga.

3.6.8.3.7 Si no se puede cumplir con los requisitos de 3.6.8.3.1 a 3.6.8.3.6, aún es posible actualizar la parte de software que no es legalmente relevante. En este caso, se debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Hay una clara separación entre el software legalmente relevante y el que no lo es;
- toda la parte de software legalmente relevante no se puede actualizar sin romper un sello;
- el certificado de aprobación de tipo indica que la actualización de una parte que no es legalmente relevante es aceptable.

3.6.9 Registro de eventos del dispositivo de verificación

Si el medidor está equipado con un dispositivo de verificación, el registro de eventos del dispositivo debe tener capacidad para al menos 100 eventos (o un número alternativo, definido por la autoridad nacional) y será del tipo primero en entrar, primero en salir. El registro de evento no se podrá cambiar o poner en cero sin romper un sello y/o sin acceso autorizado, como por ejemplo un código (contraseña) o un dispositivo especial (llave física, etc.).

3.7 Idoneidad para uso

3.7.1 Legibilidad del resultado

El medidor tendrá uno (o más) dispositivos indicadores, que tengan la capacidad de presentar o mostrar el valor numérico de cada unidad de medición legal para la cual el medidor fue aprobado. El dispositivo indicador debe ser de fácil lectura y los caracteres de los resultados de la medición estarán a una altura mínima de 4 mm. Cualquier fracción decimal debe estar indicada con claridad; para registros mecánicos, cada rodillo de fracción decimal debe tener una marca diferente.

El dispositivo indicador no debe verse significativamente afectado por la exposición a condiciones operativas normales durante la duración máxima de la vida útil del medidor.

El dispositivo indicador debe tener la capacidad de mostrar todos los datos relevantes para efectos de facturación. En caso de que un único dispositivo indicador muestre varios valores, debe ser posible mostrar el contenido de todas las memorias relevantes. Para pantallas de secuencia automática, cada pantalla de un registro debe retenerse durante al menos 5 s para efectos de facturación.

Para medidores multitarifa, debe indicarse el registro que refleje la tarifa activa. Debe ser posible leer cada registro de tarifa localmente y cada registro estará claramente identificado.

Los registros electrónicos serán no volátiles, de manera que conserven los valores almacenados en caso de pérdida de energía. No se sobrescribirá sobre los valores almacenados y estos deben poderse recuperar una vez se restaure la energía. El registro debe ser capaz de almacenar y mostrar una cantidad de energía que corresponda al medidor operando a $P = U_{nom} \cdot I_{max} \cdot n$ durante al menos 4000 h, donde n es el número de fases. Esta capacidad de almacenamiento y visualización aplica a todos los registros relevantes para facturación, incluyendo registros de flujo positivo y negativo para medidores bidireccionales y registros de tarifas para medidores multitarifa.

Nota: La Autoridad Nacional podrá cambiar el tiempo mínimo requerido para la reconducción del registro.

En el caso de registros electrónicos, el tiempo de retención mínimo de los resultados es de un año para un medidor desconectado. Los dispositivos indicadores electrónicos deben estar provistos con una prueba de visualización que encienda y apague todos los segmentos de la pantalla para los efectos de determinar qué elementos de la pantalla están funcionando.

3.7.2 Capacidad de prueba

El medidor contará con una salida de pruebas para ser probado eficientemente, tal como un rotor con una marca o una salida de pulsos de prueba. Si el diseño de la salida de prueba es tal que el rango de pulsos no corresponde con el poder medido en cada intervalo de tiempo relevante determinado, el fabricante debe declarar el número de pulsos necesario para garantizar una desviación estándar de la medición de menos de 0,1 mpe base, a I_{max} , I_{tr} y I_{min} .

La relación entre la energía medida dada por la salida de prueba y la energía medida dada por el dispositivo indicador debe cumplir con la marca en la placa.

La longitud de onda de las señales radiadas para sistemas de medición será de entre 550 nm y 1.000 nm. El dispositivo de salida del medidor debe generar una señal con una fuerza de radiación de E_T sobre una superficie de referencia definida (área ópticamente activa) a una distancia de $10 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ de la superficie del medidor, con los siguientes valores limitantes:

Condición de encendido: $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2 \leq E_T \leq 7500 \mu\text{W}/\text{cm}^2$

Condición de apagado: $E_T \leq 2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$

3.8 Durabilidad

El medidor estará diseñado para mantener una estabilidad apropiada de sus características metrológicas durante un periodo de tiempo indicado por el fabricante, siempre y cuando que esté instalado correctamente y se mantenga y use de conformidad con las instrucciones del fabricante cuando se encuentra en las condiciones ambientales para las cuales fue diseñado. El fabricante también debe suministrar evidencia para apoyar la declaración de durabilidad.

El medidor estará diseñado para reducir tanto como sea posible el efecto de un defecto que podría llevar a un resultado de medición impreciso.

El medidor estará diseñado y fabricado de tal manera que:

- a) no ocurran errores significativos de durabilidad, o
- b) los errores significativos de durabilidad sean detectados y se tomen acciones mediante una protección de durabilidad.

3.9 Presunción de cumplimiento

Se presume que el tipo de un medidor cumple con las disposiciones de esta Sección 3 si aprueba las inspecciones y pruebas especificadas en la Parte 2 de esta Recomendación.

Parte 2 Controles metrológicos y pruebas de desempeño

4 Aprobación de tipo

4.1 Documentación

La documentación presentada con la solicitud de aprobación de tipo debe incluir:

- identificación del tipo, incluyendo
 - nombre o marca comercial y designación de tipo,
 - versión(es) de hardware y software,
 - dibujo de la placa de identificación;
- características metrológicas del medidor, incluyendo:
 - una descripción del(los) principio(s) de medición,
 - especificaciones metrológicas tales como clase de exactitud y condiciones nominales de operación (sección 3.1),
 - cualquier paso que deba tomarse antes de probar el medidor;
- la especificación técnica del medidor, incluyendo
 - un diagrama de bloque con la descripción funcional de los componentes y dispositivos,
 - dibujos, diagramas e información general del software, explicando la construcción y operación, incluyendo enclavamientos,
 - descripción y posición de sellos u otros medios de protección,
 - documentación relacionada con las características de durabilidad,
 - cualquier documento u otra evidencia que muestre que el diseño y construcción del medidor cumple con los requisitos de esta Recomendación,
 - frecuencias de ciclo especificadas:
 - consumo de energía del medidor;
- manual del usuario;
- manual de instalación;
- Una descripción del dispositivo de verificación de fallos significativos, si aplica;

Adicionalmente, la documentación del software debe incluir

- una descripción del software legalmente relevante y de cómo se cumple con los requisitos:
 - lista de módulos de software que pertenecen a la parte legalmente relevante, incluyendo una declaración de que la descripción incluye todas las funciones legalmente relevantes;

- descripción de las interfaces de software de la parte de software legalmente relevante y de los comandos y flujo de datos por medio de esta interfaz, incluyendo una declaración de exhaustividad;
 - descripción de la generación de la identificación de software;
 - lista de parámetros a ser protegidos y descripción de los medios de protección;
- una descripción de los medios de seguridad del sistema operativo (contraseña, etc., si aplica);
 - una descripción de los métodos de sellado del software;
 - una visión general del hardware del sistema, por ejemplo, diagrama de bloque de topología, tipo de computador, tipo de red, etc.
 - cuando un componente de hardware sea considerado legalmente relevante, o cuando realice funciones legalmente relevantes, también se debe identificar;
 - una descripción de la exactitud de los algoritmos (por ejemplo, filtrado de resultados de conversión A/D, cálculos de precios, algoritmos de redondeo, etc.);
 - una descripción de la interfaz del usuario, de los menús y los diálogos;
 - la identificación e instrucciones del software para obtenerla de un instrumento en uso;
 - lista de comandos de cada interfaz de hardware para el instrumento de medición / dispositivo electrónico /subconjunto, incluyendo una declaración de exhaustividad;
 - lista de errores de durabilidad que son detectados por el software y, si es necesario para su comprensión, una descripción de los algoritmos de detección;
 - una descripción de los conjuntos de datos almacenados o transmitidos;
 - Si la detección de fallos tiene lugar en el software, una lista de los fallos que sean detectados y una descripción del algoritmo de detección;
 - el manual de operación.

Adicionalmente, si la aprobación de tipo estará basada en la documentación de prueba de tipo existente, la solicitud de aprobación de tipo debe estar acompañada de documentos de prueba de tipo u otra evidencia que demuestre la afirmación de que el diseño y las características del instrumento de medición cumplen con los requisitos de esta Recomendación.

4.2 Definición de tipo

Los medidores producidos por el mismo fabricante podrán formar un tipo, siempre y cuando tengan propiedades metrológicas similares que resulten del uso de la misma construcción uniforme de partes/módulos que determinen las propiedades metrológicas.

Un tipo podrá tener varios rangos de corriente y varios valores de voltaje y frecuencia nominal e incluir varios modos de conexión y varios dispositivos auxiliares.

Nota: La misma construcción uniforme normalmente significa la misma construcción de los elementos de medición, la misma construcción del software de medición, la misma construcción del registro y el dispositivo indicador, el mismo mecanismo de compensación de temperatura, la misma construcción del revestimiento, el bloque de terminal y la interfaz mecánica.

4.2.1 Muestras para pruebas de tipo

El fabricante debe suministrar al menos tantos ejemplares del medidor según lo exija la autoridad nacional. La prueba de tipo se realizará sobre uno o más ejemplares del medidor, seleccionados por el organismo de pruebas de tipo, para establecer sus características específicas y para demostrar su cumplimiento con los requisitos de esta Recomendación. En el caso de modificaciones al medidor después o durante la prueba de tipo y que únicamente afecten una parte del medidor, el organismo emisor podrá considerar suficiente la realización de pruebas limitadas sobre las características que pueden verse afectadas por las modificaciones.

4.3 Procedimiento de validación

El procedimiento de validación consiste en una combinación de métodos de análisis y pruebas, según se muestra en la Tabla 6. Las abreviaturas utilizadas se describen en la Tabla 7.

Tabla 6 Procedimientos de validación para requisitos específicos

| | Requisito | Procedimiento de validación |
|-----------|---|------------------------------------|
| 3.6.2 | Identificación de software | AD + VFTSw |
| 3.6.3.1 | Prevención contra mal uso | AD + VFTSw |
| 3.6.3.2 | Protección contra fraude | AD + VFTSw |
| 3.6.4 | Protección de parámetros | AD + VFTSw |
| 3.6.5 | Separación de dispositivos y subconjuntos electrónicos | AD |
| 3.6.6 | Separación de partes de software | AD |
| 3.6.7 | Almacenamiento de datos, transmisión por sistemas de comunicación | AD + VFTSw |
| 3.6.7.1.2 | Protección de datos respecto al tiempo de medición | AD + VFTSw |
| 3.6.7.2 | Almacenamiento automático | AD + VFTSw |
| 3.6.7.3.1 | Demora en la transmisión | AD + VFTSw |
| 3.6.7.3.2 | Interrupción de la transmisión | AD + VFTSw |
| 3.6.7.4 | Marca de tiempo | AD + VFTSw |
| 3.6.8 | Mantenimiento y reconfiguración | AD |

Tabla 7 Abreviaturas de procedimientos de verificación utilizadas en la Tabla 6

| Abreviatura | Descripción | OIML D 31:2008 Cláusula |
|--------------------|--|--------------------------------|
| AD | Análisis de la documentación y validación del diseño. | 6.3.2.1 |
| VFTSw: | Validación mediante prueba funcional de las funciones de software. | 6.3.2.3 |

5 Programa de pruebas

El error intrínseco inicial se determinará como la primera prueba del medidor, según se describe en 6.2.1. Al comienzo de cualquier serie de pruebas, se debe permitir al medidor estabilizarse con los circuitos de voltaje energizados durante un periodo de tiempo indicado por el fabricante.

El orden de estos puntos de prueba para el error intrínseco inicial será de la corriente más baja a la corriente más alta, y luego de la corriente más alta a la corriente más baja. Para cada punto de prueba, el error resultante será la media de estas mediciones. Para I_{max} el tiempo máximo de medición será de 10 minutos, incluyendo el tiempo de estabilización.

La determinación del error intrínseco (en condiciones de referencia) siempre será llevada a cabo antes de las pruebas sobre las cantidades de influencia y antes de las pruebas de perturbaciones que se relacionan con un requisito de límite en el cambio de error o con una condición de fallo significativo para un error. De otro modo, el orden de las pruebas no se establece en esta Recomendación.

Las salidas de prueba (pulsos) podrán utilizarse para probar los requisitos de exactitud. Se debe realizar una prueba para garantizar que la relación entre el registro básico de energía y la salida de prueba utilizada cumpla con la especificación del fabricante.

Si un medidor cuenta con modos alternos de conexión, tales como conexiones de una fase para medidores polifásicos, las pruebas del error máximo permitido de conformidad con 3.3.3 se realizarán sobre todos los modos de conexión indicados.

Las autoridades nacionales podrán establecer regímenes de prueba más exigentes a los descritos en esta sección.

6 Procedimientos de prueba para la aprobación de tipo

6.1 Condiciones de prueba

A menos que las instrucciones individuales de prueba indiquen lo contrario, todas las cantidades de influencia, excepto por la cantidad de influencia siendo probada, deben mantenerse a condiciones de referencia según lo indicado en la Tabla 8 durante las pruebas de aprobación de tipo.

Tabla 8 Condiciones de referencia y sus tolerancias

| Cantidad | Condiciones de referencia | Tolerancia |
|--|--|---|
| Voltaje(s) ⁽²⁾ | U_{nom} | $\pm 1 \%$ |
| Temperatura ambiente | $23 \text{ }^\circ\text{C}^{(1)}$ | $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| Frecuencia | f_{nom} | $\pm 0,3 \%$ |
| Forma de onda | Sinusoidal | $d \leq 2\%$ |
| Inducción magnética de origen externo a frecuencia de referencia | 0 T | $B \leq 0.05 \text{ mT}$ |
| Campos electromagnéticos de radiofrecuencia 30 kHz - 6 GHz | 0 V/m | $\leq 1 \text{ V/m}$ |
| Posición operativa para instrumentos sensibles a la posición | Montaje según lo indicado por el fabricante | $\pm 0.5^\circ$ |
| Secuencia de fase para medidores polifásicos | L1, L2, L3 | - |
| Equilibrio de carga | La misma corriente en todos los circuitos de corriente | $\pm 2 \%$ (corriente) y $\pm 2^\circ$ (ángulo de fase) |

⁽¹⁾ Las pruebas se pueden realizar a otras temperaturas si se corrigen los resultados a la temperatura de referencia aplicando el coeficiente de temperatura establecido en las pruebas de tipo y siempre y cuando se lleve a cabo un análisis apropiado de incertidumbre.

⁽²⁾ El requisito aplica tanto para medidores fase a fase como de fase neutral para medidores polifásicos

Nota: Las condiciones de referencia y sus tolerancias se dan para garantizar la reproducibilidad entre laboratorios de prueba, no para determinar la exactitud de las pruebas. Las demandas sobre estabilidad de corta duración durante las pruebas de factores de influencia podrán ser mucho mayores que las mostradas en esta tabla.

Tabla 9 Condiciones de referencia y sus tolerancias durante las pruebas

| Cantidad | Condiciones | Tolerancia |
|--------------------|---|---|
| Corriente(s) | Rango de corriente del dispositivo siendo probado | Clase A, B: $\pm 2 \%$ Clase C, D: $\pm 1 \%$ |
| Factor de potencia | Rango de potencia del dispositivo siendo probado | Diferencia de fase de corriente a voltaje $\pm 2^\circ$ |

Nota: Las condiciones de carga y sus tolerancias se dan para garantizar la reproducibilidad entre laboratorios de prueba, no para determinar la exactitud de las pruebas. Las demandas sobre estabilidad de corta duración durante las pruebas de factores de influencia podrán ser mucho mayores que las mostradas en la Tabla 9.

Para la mayoría de pruebas, la potencia medida será constante si las otras cantidades de influencia se mantienen constantes bajo condiciones de referencia. No obstante, esto no es posible para algunas pruebas, tales como la de la influencia en la variación de voltaje y la del desequilibrio de cargas. Por lo tanto, el cambio en el error siempre se medirá como el cambio en el error relativo y no en la potencia absoluta.

6.2 Pruebas de cumplimiento con los errores máximos permitidos

6.2.1 Determinación del error intrínseco inicial

Propósito de la prueba: Verificar que el error del medidor a condiciones de referencia es menor que el mpe base relevante mostrado en la Tabla 2.

Procedimiento de prueba: Los medidores que tiene la capacidad de medir energía bidireccional o unidireccional, según lo descrito en 3.3.2 deben cumplir con los requisitos de mpe base relevantes de la Tabla 2 para el flujo de energía en direcciones positivas y negativas.

Los medidores que miden únicamente flujo positivo de energía según lo descrito en 3.3.2 deben cumplir con los requisitos de mpe base relevantes de la Tabla 2 para el flujo de energía positivo. Estos medidores también serán sometidos a flujo de energía inverso, en respuesta al cual el medidor no debe registrar energía en el registro primario ni emitir más de un pulso de la salida de prueba. El tiempo de prueba será de al menos 1 min, o el tiempo en el que la salida de prueba pueda registrar 10 pulsos en dirección positiva de flujo de energía, o el tiempo en el que el registro primario registraría 2 unidades del dígito menos significativo en dirección positiva de flujo de energía, cualquiera que sea más largo.

Para diseños de retención en sentido inverso que sean propensos a verse afectados por el calor, el tiempo de prueba se extenderá a 10 min a I_{max} .

Puntos de prueba obligatorios: La Tabla 10 contiene los puntos de prueba obligatorios para pruebas de flujo positivo, negativo e inverso. Las autoridades nacionales deben elegir dos puntos de prueba obligatorios, según lo indicado en la Tabla 10.

Nota: Para calcular el error máximo combinado, según se define en el Anexo B (B.2.1 o B.2.2), puede que las autoridades nacionales o regionales exijan implementar algunos puntos de prueba adicionales para cubrir el rango del factor de potencia de al menos 0,5 inductivo a 0,8 capacitivo en el rango de corriente de al menos I_{min} to I_{max} .

Tabla 10 Puntos de prueba obligatorios para determinar la prueba de error intrínseco inicial

| Corriente | Factor de potencia | Punto de prueba obligatorio para: | | |
|-----------|------------------------------|-----------------------------------|----------------|---------------|
| | | Flujo positivo | Flujo negativo | Flujo inverso |
| I_{min} | Unidad | Sí. | No | Sí. |
| I_{tr} | Unidad | Sí. | Sí. | No |
| | Más inductivo ⁽¹⁾ | Sí. | Sí. | No |

| | | | | |
|--|-------------------------------|------------|------------|------------|
| | Más capacitivo ⁽¹⁾ | Sí. | Sí. | No |
| Un punto de prueba en el rango I_{tr} a I_{max} seleccionado por la autoridad nacional | Unidad | Sí. | No | No |
| | Más inductivo ⁽¹⁾ | Sí. | No | No |
| | Más capacitivo ⁽¹⁾ | Sí. | No | No |
| I_{max} | Unidad | Sí. | Sí. | Sí. |
| | Más inductivo ⁽¹⁾ | Sí. | Sí. | No |
| | Más capacitivo ⁽¹⁾ | Sí. | Sí. | No |
| ⁽¹⁾ Más inductivo o capacitivo según la Tabla 1. | | | | |

6.2.2 Autocalentamiento

Propósito de la prueba: Verificar que el medidor tiene la capacidad de llevar I_{max} continuamente, según se indica en la Tabla 4.

Procedimiento de prueba: La prueba se llevará a cabo de la siguiente manera: primero, se energizan los circuitos de voltaje al voltaje de referencia durante al menos 1 h para medidores clase A y por lo menos 2 h para medidores de todas las demás clases. Luego, con el medidor a condiciones de referencia, se aplica la corriente máxima a los circuitos de corriente. El cable a ser utilizado para energizar el medidor debe estar hecho de cobre, tener una longitud de 1 m y una sección transversal que garantice que la densidad de la corriente esté entre 3.2 A/mm² y 4 A/mm².

El error del medidor debe ser monitoreado al factor de potencia de unidad y en intervalos lo suficientemente cortos como para registrar la variación en la curva de error en función del tiempo. La prueba se realizará durante al menos 1 h y en cualquier caso hasta que la variación del error durante cualquier periodo de 20 minutos no supere el 10% del error máximo permitido base. El cambio en el error comparado al error intrínseco debe cumplir con los requisitos dados en la Tabla 4 en todo momento.

Si el cambio en el error no se nivela (de manera que la variación en el error durante un periodo de 20 minutos no exceda el 10 % del error máximo permitido base) al final de la prueba, el medidor debe regresar a su temperatura inicial y toda la prueba repetida a factor de potencia = 0,5 inductivo o, si la carga puede cambiarse en menos de 30 segundos, el error del medidor debe medirse a I_{max} y factor de energía = 0,5 inductivo y debe verificarse que el cambio en el error comparado con el error intrínseco cumpla con los requisitos dados en la Tabla 4.

6.2.3 Corriente inicial

Propósito de la prueba: Verificar que el medidor empiece a operar y continúe operando a I_{st} según lo indicado en la Tabla 1.

Procedimiento de prueba: El medidor se someterá a una corriente igual a la corriente inicial I_{st} . Si el medidor está diseñado para la medición de energía en ambas direcciones, entonces esta prueba se aplicará con energía fluyendo en cada dirección. El efecto de una demora intencional en la medición después de la inversión de la dirección de la energía debe tomarse en cuenta al realizar esta prueba.

Se considerará que el medidor ha iniciado si la salida produce pulsos (o revoluciones) a una tasa consistente con los requisitos de error máximo permitido mencionados en la Tabla 2.

El tiempo esperado, τ , entre dos pulsos (periodos) es dado por:

$$\frac{3,6 \times 10^6}{m \cdot k \cdot U_{nom} \cdot I_{st}} \text{ segundos,}$$

Donde:

k es el número de pulsos emitidos por el dispositivo de salida o el medidor por kilowatt-hora (mp/kWh) o el número de revoluciones por kilowatt-hora (rev/kWh);

m es el número de elementos;

El voltaje nominal, U_{nom} , se expresa en voltios; y,

La corriente inicial I_{st} se expresa en amperios.

Pasos para el procedimiento de prueba:

1. Iniciar el medidor.
2. Permitir $1,5 \cdot \tau$ segundos para que ocurra el primer pulso.
3. Permitir otros $1,5 \cdot \tau$ segundos para que ocurra el segundo pulso.
4. Determinar el tiempo efectivo entre dos pulsos.
5. Permitir el tiempo efectivo (después del segundo pulso) para que ocurra el tercer pulso.

Puntos de prueba obligatorios: I_{st} a factor de unidad de potencia.

6.2.4 Prueba de condición sin carga

Propósito de la prueba: Verificar el desempeño sin carga de un medidor según lo mencionado en 3.3.4.

Procedimiento de prueba: Para esta prueba no habrá corriente en el circuito de corriente. La prueba se realizará a U_{nom} .

Para medidores con una salida de prueba, la salida del medidor no producirá más de un pulso. Para medidores electromecánicos, el rotor del medidor no dará una revolución completa.

El periodo de prueba mínimo, Δt , será:

$$\Delta t \geq \frac{100 \times 10^3}{b \cdot k \cdot m \cdot U_{nom} \cdot I_{min}} \text{ h,}$$

Donde:

b es el error máximo permitido base a I_{min} expresado como un porcentaje (%) y se toma como un valor positivo;

k es el número de pulsos emitidos por el dispositivo de salida del medidor por kilowatt-hora (mp/kWh) o el número de revoluciones por kilowatt-hora (rev/kWh); m es el número de elementos;

El voltaje nominal, U_{nom} , se expresa en voltios; y

La corriente mínima I_{min} se expresa en amperios.

Para medidores operados por transformador con registros nominales primarios donde el valor de k (y posiblemente U_{nom}) son dados como valores laterales primarios, la constante k (y U_{nom}) debe recalcularse para que corresponda a un valor lateral secundario (de voltaje y corriente).

Nota: Como un ejemplo, el periodo mínimo e prueba será 0,46 h (27,8 min) para un medidor clase B ($b = 1,5$ %) con las siguientes especificaciones: $k = 1000 \text{ imp/kWh}$, $m = 1$, $U_{nom} = 240 \text{ V}$ and $I_{min} = 0,6 \text{ A}$.

6.2.5 Constantes del medidor

Propósito de la prueba: Verificar que la relación entre el registro básico de energía y la salida de prueba utilizada cumple con las especificaciones del fabricante según se indica en 3.7.2. La diferencia relativa no debe ser mayor que un décimo del error máximo permitido base. Esta prueba solo aplica si las salidas de prueba (pulsos) son utilizadas para probar los requisitos de exactitud.

Procedimiento de prueba: Todos los registros y salidas de pulsos que estén bajo control legal deben probarse, a menos que haya un sistema que garantice un comportamiento idéntico para todas las constantes del medidor.

La prueba debe realizarse pasando una cantidad de energía E por el medidor, donde E es al menos:

$$E_{min} = \frac{1000 \cdot R}{b} \text{ Wh}$$

Donde

R es la resolución aparente del registro básico de energía ⁽¹⁾ expresada en Wh; y,

b es el error máximo permitido ⁽²⁾ expresado como porcentaje (%).

La diferencia relativa entre la energía registrada y la energía pasada por el medidor según se da por el número de pulsos de la salida de prueba será computada.

Efecto permitido: La diferencia relativa no debe ser mayor que un décimo del error máximo permitido base.

Puntos de prueba obligatorios: Esta prueba se realizará a una única corriente arbitraria $I \geq I_{tr}$

Nota ⁽¹⁾: Se podrá utilizar cualquier medio para mejorar la resolución aparente R del registro básico, siempre y cuando se tomen precauciones para garantizar que los resultados reflejen la verdadera resolución del registro básico.

Nota ⁽²⁾: El valor de b se seleccionará de la Tabla 2 según el punto de prueba elegido. El valor de b podrá ser diferente al aplicable para la prueba sin carga.

6.3 Pruebas para cantidades de influencia

6.3.1 General

El propósito de estas pruebas es verificar los requisitos de 3.3.3 debido a la variación de una única cantidad de influencia. Para cantidades de influencia mencionadas en la Tabla 4, se debe verificar que el cambio en el error debido a la variación de una única cantidad de influencia esté dentro del correspondiente límite del cambio en el error mencionado en la Tabla 4 (ver también la definición de cambio en el error máximo permitido en 2.2.20).

6.3.2 Dependencia en la temperatura

Propósito de la prueba: Verificar que se cumpla con los requisitos de coeficiente de temperatura de la Tabla 3.

Procedimiento de prueba: Para cada punto de prueba, el error del medidor se determinará a la temperatura de referencia, a los límites de temperatura ambiente superior e inferior indicados por el medidor, y a un número de temperaturas suficiente que formen intervalos de temperaturas de entre 15 K y 23 K que abarquen el rango de temperatura especificado.

Adicionalmente, para cada punto de prueba y para cada intervalo de

temperatura dado por los límites superiores e inferiores de temperatura adyacentes, incluyendo la temperatura de referencia, el coeficiente de temperatura (media), c , se determinará de la siguiente manera:

$$c = \frac{e_u - e_l}{t_u - t_l}$$

Donde e_u y e_l son los errores de las temperaturas más altas y más bajas, respectivamente, en el intervalo de temperatura de interés; y t_u and t_l son las temperaturas más altas y más bajas, respectivamente, en el intervalo de temperatura de interés.

Cada coeficiente de temperatura será de conformidad con los requisitos de la Tabla 3.

Puntos de prueba obligatorios: Como mínimo, la prueba se realizará a PF = 1 y PF = 0,5 inductivo y para corrientes de I_{tr} , $10 I_{tr}$ y I_{max} .

Nota: Para calcular el error máximo combinado según se define en el Anexo B (B.2.1 o B.2.2) puede que las autoridades nacionales o regionales exijan implementar algunos puntos de prueba adicionales para cubrir el rango del factor de potencia de al menos 0,5 inductivo a 0,8 capacitivo en el rango de corriente de al menos I_{min} a I_{max} .

6.3.3 Equilibrio de cargas

Propósito de la prueba: Verificar que el cambio en el error debido al equilibrio de carga cumpla con los requisitos de la Tabla 4. Esta prueba es solo para medidores polifásicos y para medidores de fase única con tres cables.

Procedimiento de prueba: El error en el medidor con corriente únicamente en un circuito de corriente debe medirse y compararse con el error intrínseco con equilibrio de cargas. Durante la prueba, los voltajes de referencia se aplicarán a todos los circuitos de voltaje

Puntos de prueba obligatorios: La prueba se realizará para todos los circuitos de corriente a PF = 1 y PF = 0,5 inductivo y, como mínimo, para corrientes de $10 I_{tr}$ e I_{max} para medidores de conexión directa y, como mínimo, a I_{max} para medidores operados por transformador.

Nota: Para calcular el error máximo combinado según se define en el Anexo B (B.2.2) puede que las autoridades nacionales o regionales exijan implementar algunos puntos de prueba adicionales para cubrir el rango del factor de

potencia de al menos 0,5 inductivo a 0,8 capacitivo en el rango de corriente de al menos I_{min} a I_{max} .

6.3.4 Variación en el voltaje

Propósito de la prueba: Verificar que el cambio en el error debido a variaciones en el voltaje cumpla con los requisitos de la Tabla 4.

Procedimiento de prueba: El cambio en el error, comparado con el error intrínseco a U_{nom} , se medirá cuando el voltaje cambie dentro del correspondiente rango operativo nominal. Para medidores polifásicos, el voltaje de prueba estará equilibrado. Si se mencionan varios valores de U_{nom} , la prueba se repetirá para cada valor de U_{nom} .

Puntos de prueba obligatorios: Como mínimo, la prueba se realizará a $PF = 1$ y $PF = 0,5$ inductivo, para una corriente de $10 I_{tr}$, y a voltajes de $0,9 U_{nom}$ y $1,1 U_{nom}$.

Nota: Para calcular el error máximo combinado según se define en el Anexo B (B.2.1 o B.2.2) puede que las autoridades nacionales o regionales exijan implementar algunos puntos de prueba adicionales para cubrir el rango del factor de potencia de al menos 0,5 inductivo a 0,8 capacitivo en el rango de corriente de al menos I_{min} a I_{max} .

6.3.5 Variación en la frecuencia

Propósito de la prueba: Verificar que el cambio en el error debido variaciones en la frecuencia cumpla con los requisitos de la Tabla 4.

Procedimiento de prueba: El cambio en el error, comparado con el error intrínseco a f_{nom} , se medirá cuando la frecuencia cambie dentro del correspondiente rango operativo nominal. Si se mencionan varios valores de f_{nom} , la prueba se repetirá con cada valor de f_{nom} .

Puntos de prueba obligatorios: Como mínimo, la prueba se realizará a $PF = 1$ y $PF = 0,5$ inductivo, para una corriente de $10 I_{tr}$, y a frecuencias de $0,98 f_{nom}$ y $1,02 f_{nom}$.

Nota: Para calcular el error máximo combinado según se define en el Anexo B (B.2.1 o B.2.2) puede que las autoridades nacionales o regionales exijan implementar algunos puntos de prueba adicionales para cubrir el rango del factor de potencia de al menos 0,5 inductivo a 0,8 capacitivo en el rango de corriente de al menos I_{min} a I_{max} .

6.3.6 Armónicos en voltaje y en corriente

Propósito de la prueba: Verificar que el cambio en el error debido a armónicos cumpla con los requisitos.

Procedimiento de prueba: El cambio en el error, comparado con el error intrínseco a condiciones sinusoidales, se medirá cuando se añadan armónicos tanto en el voltaje como en la corriente. La prueba se realizará utilizando ondas cuadriformes y de pico, según lo indicado en la Tabla 11 y en la Tabla 12, respectivamente. La amplitud de un único armónico no será mayor que $0,12 U_1/h$ para voltaje y I_1/h para la corriente, donde h es el número de armónico y U_1 y I_1 son los respectivos fundamentales. Los grupos de la amplitud de corriente para las formas de onda de la Tabla 11 y la Tabla 12 se muestran en la Figura 1 y en la Figura 2, respectivamente.

La corriente r.m.s. no debe exceder I_{max} , es decir, para la Tabla 11 el componente de corriente base I_1 no debe exceder $0,93 I_{max}$. El valor pico de la corriente no debe exceder $1,4 I_{max}$, es decir, para la Tabla 12 el componente de corriente base I_1 (r.m.s) no debe exceder $0,568 I_{max}$.

Las amplitudes de armónicos se calculan en relación a la amplitud del componente de frecuencia base del voltaje o corriente, respectivamente. El ángulo de fase se calcula en relación al paso por cero del componente voltaje o corriente de frecuencia base, respectivamente.

Puntos de prueba obligatorios: Como mínimo, la prueba se realizará a 10 Itr, PF = 1, donde el factor de potencia se da para el componente base.

Nota: Para calcular el error máximo combinado según se define en el Anexo B (B.2.2) puede que las autoridades nacionales o regionales exijan implementar algunos puntos de prueba adicionales para cubrir el rango del factor de potencia de al menos 0,5 inductivo a 0,8 capacitivo en el rango de corriente de al menos I_{min} a I_{max} .

Tabla 11 Onda cuadriforme

| Número de armónico | Amplitud de corriente | Ángulo de fase de corriente | Amplitud de voltaje | Ángulo de fase de voltaje |
|--------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------------|
| 1 | 100 % | 0° | 100 % | 0° |
| 3 | 30 % | 0° | 3,8 % | 180° |
| 5 | 18 % | 0° | 2,4 % | 180° |
| 7 | 14 % | 0° | 1,7 % | 180° |
| 11 | 9 % | 0° | 1,0 % | 180° |
| 13 | 5 % | 0° | 0,8 % | 180° |

Tabla 12 Onda en pico

| Número de armónico | Amplitud de corriente | Ángulo de fase de corriente | Amplitud de voltaje | Ángulo de fase de voltaje |
|--------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------------|
| 1 | 100 % | 0° | 100 % | 0° |
| 3 | 30 % | 180° | 3,8 % | 0° |
| 5 | 18 % | 0° | 2,4 % | 180° |
| 7 | 14 % | 180° | 1,7 % | 0° |
| 11 | 9 % | 180° | 1,0 % | 0° |
| 13 | 5 % | 0° | 0,8 % | 180° |

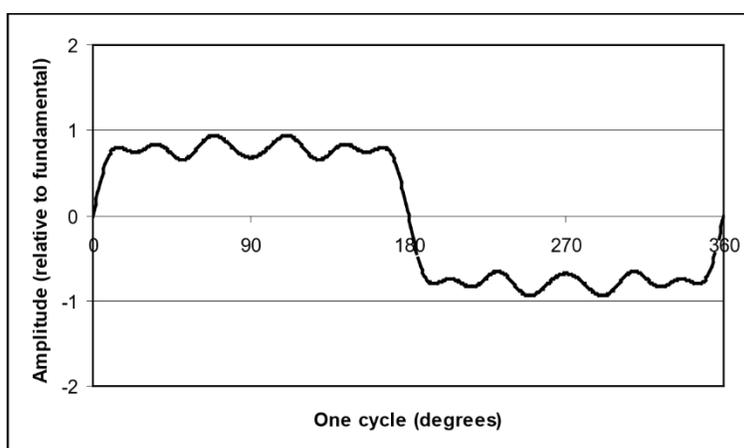


Figura 1 Amplitud de corriente para onda cuadriforme

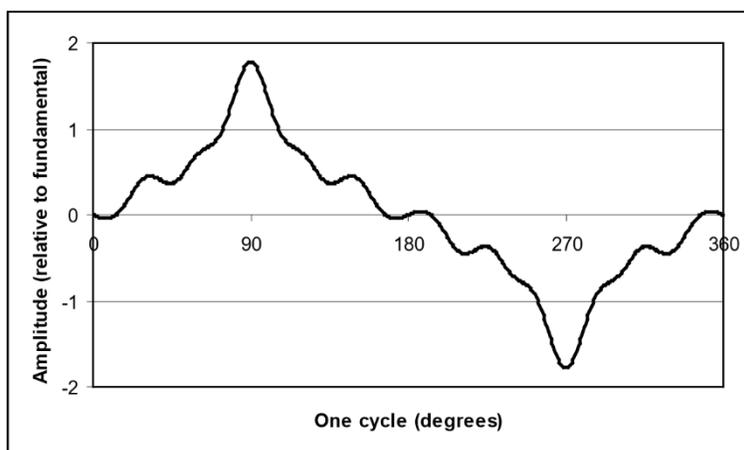


Figura 2 Amplitud de corriente para onda en pico

6.3.7 Inclinación

| | |
|--------------------------------|--|
| Propósito de la prueba: | Verificar que el cambio en el error debido a la inclinación cumpla con los requisitos de la Tabla 4. Esta prueba es solo para medidores electromecánicos o medidores con otras construcciones que puedan verse afectados por su posición de operación. |
| Procedimiento de prueba: | El cambio en el error, comparado con el error intrínseco en la posición operativa dada por el fabricante, debe ser medido cuando el medidor esté inclinado de su posición ideal a un ángulo de 3° de dicha posición. |
| Puntos de prueba obligatorios: | Como mínimo, la prueba se realizara a I_{tr} , PF = 1 y en dos ángulos de inclinación perpendiculares. |

6.3.8 Variaciones severas en el voltaje

| | |
|----------------------------------|---|
| Propósito de la prueba: | Verificar que el cambio en el error debido variaciones severas en el voltaje cumpla con los requisitos de la Tabla 4. |
| Procedimiento de prueba 1: | Primero, se debe medir el error intrínseco a U_{nom} . Luego, se debe verificar que el cambio en el error, relativo al error intrínseco a U_{nom} que cumpla con los requisitos de la tabla 4 cuando el voltaje varíe de $0,8 U_{nom}$ a $0,9 U_{nom}$ y de $1,1 U_{nom}$ a $1,15 U_{nom}$. Para medidores polifásicos, el voltaje de prueba estará equilibrado. Si se mencionan varios valores de U_{nom} , la prueba se repetirá para cada valor de U_{nom} . |
| Puntos de prueba obligatorios 1: | Como mínimo, la prueba se realizará a $10 I_{tr}$, PF = 1 y para voltajes de $0,8 U_{nom}$ y $1,15 U_{nom}$. |
| Procedimiento de prueba 2: | Adicionalmente, el cambio en el error, comparado con el error intrínseco a U_{nom} , se medirá cuando el voltaje cambie de $0,8 U_{nom}$ a 0. |
| Puntos de prueba obligatorios 2: | Como mínimo, la prueba se realizará a $10 I_{tr}$, PDF = 1 y para voltajes de $0,7 U_{nom}$, $0,6 U_{nom}$, $0,5 U_{nom}$, $0,4 U_{nom}$, $0,3 U_{nom}$, $0,2 U_{nom}$, $0,1 U_{nom}$ y 0 V. Si el medidor tiene un voltaje de apagado específico, entonces los puntos de prueba obligatorios incluirán un punto por encima y un punto por debajo del voltaje de apagado. El punto de prueba inferior estará dentro de un rango de 2 V por debajo del voltaje de apagado. El punto de prueba superior estará dentro de un rango de 2 V por encima del voltaje de apagado. |

6.3.9 Interrupción de una o dos fases

| | |
|-------------------------|---|
| Propósito de la prueba: | Verificar que el cambio en el error debido a la interrupción de una o dos fases cumpla con los requisitos de la Tabla 4. Esta prueba es solo para |
|-------------------------|---|

medidores polifásicos con tres elementos de medición.

Procedimiento de prueba:

El cambio en el error, comparado con el error intrínseco a voltaje equilibrado y a condiciones de corriente de carga será medido cuando una o las dos fases se remuevan mientras se mantiene la corriente de carga constante. La interrupción de las dos fases es solo para los modos de conexión en los que una fase faltante significa que se puede entregar la energía. Un medidor polifásico alimentado únicamente por una de sus fases no tendrá el voltaje de dicha fase interrumpido para los efectos de esta prueba.

Puntos de prueba obligatorios:

Como mínimo, la prueba se realizara a $10 I_{tr}$, removiendo una o dos fases en las combinaciones, de modo que cada fase se remueva al menos una vez.

6.3.10 Subarmónicos en el circuito de corriente de AC

Propósito de la prueba:

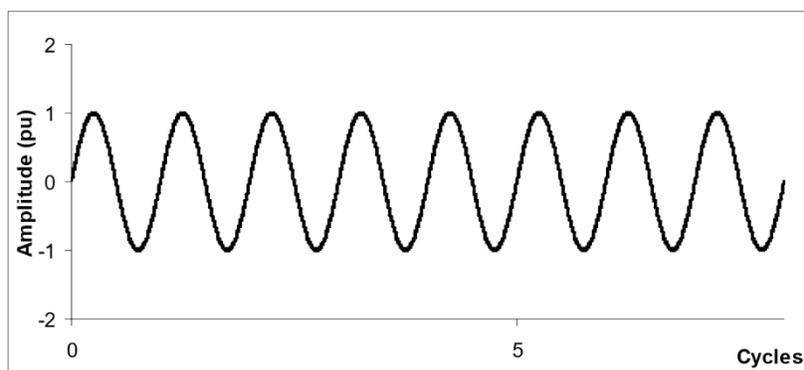
Verificar que el cambio en el error debido a los subarmónicos cumpla con los requisitos de la Tabla 4.

Procedimiento de prueba:

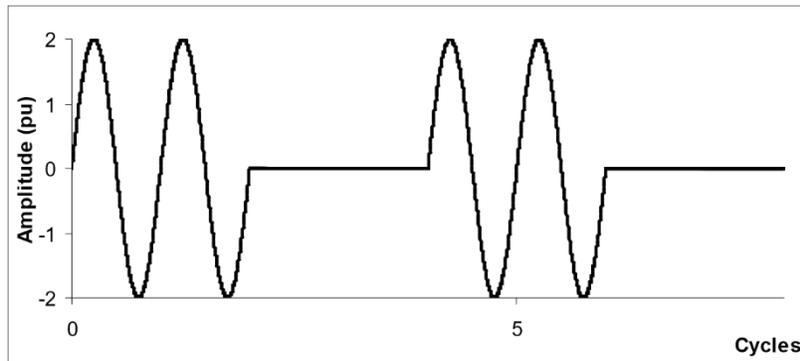
El cambio en el error, comparado con el error intrínseco en condiciones sinusoidales, se medirá cuando la corriente de referencia sinusoidal sea remplazada con otra señal sinusoidal con el doble del valor de pico, y la cual se encienda y se apague cada segundo periodo, según se muestra en la Figura 3 a) y b). (Por lo tanto, la potencia medida debería ser la misma que para la señal sinusoidal original cuando la corriente r.m.s sea 1,41 veces mayor). Se deben tomar precauciones para no introducir una corriente DC significativa. Durante la prueba, el valor pico de la corriente no debe superar $1,4 I_{max}$.

Puntos de prueba obligatorios:

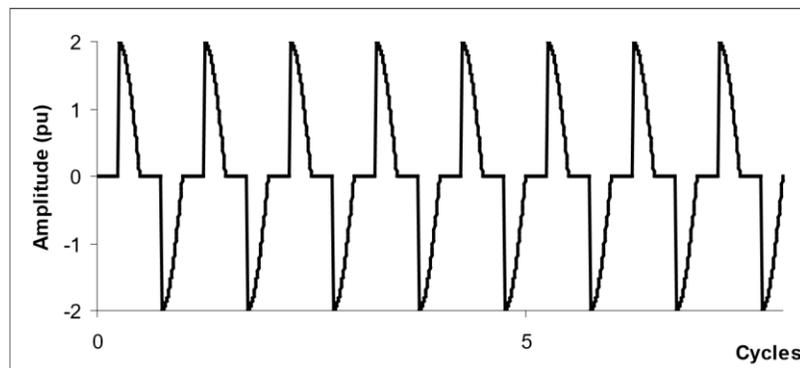
Como mínimo, la prueba debe realizarse a una corriente de referencia de $10 I_{tr}$, PF = 1.



a) Corriente de prueba continua para error intrínseco



b) Corriente de prueba de subarmónicos, 2 ciclos encendidos, 2 ciclos apagada



c) Corriente de prueba de armónicos, cero corriente durante ángulos de fase entre 0-90° y 180-270°.

Figura 3 Corrientes de prueba para pruebas de armónicos y subarmónicos.

6.3.11 Subarmónicos en el circuito de corriente de AC

| | |
|--------------------------|--|
| Propósito de la prueba: | Verificar que el cambio en el error debido a armónicos en el circuito de corriente AC cumple con los requisitos de la Tabla 4. |
| Procedimiento de prueba: | El cambio en el error, comparado con el error intrínseco en condiciones sinusoidales, será medido cuando la corriente de referencia sinusoidal según se muestra en la figura 3 a) sea remplazada por una corriente con el doble del valor de pico original, donde la forma de onda sinusoidal se establece en cero durante el primer y tercer cuarto del periodo, según se muestra en la Figura 3 c). Por lo tanto, la potencia medida debería ser la misma que para la señal sinusoidal original cuando la corriente r.m.s sea 1,41 veces mayor. Durante la prueba, el valor pico de la corriente no debe superar $1,4 I_{max}$. |

Puntos de prueba obligatorios: Como mínimo, la prueba debe realizarse a una corriente de referencia de 10 I_{tr} , PF = 1. Las autoridades nacionales podrán especificar puntos de prueba adicionales.

6.3.12 Secuencia de fase inversa (dos fases intercambiadas)

Propósito de la prueba: Verificar que el cambio en el error debido al intercambio de dos de las tres fases cumpla con los requisitos de la Tabla 4. Esta prueba solo aplica para medidores de tres fases.

Procedimiento de prueba: El cambio en el error, comparado con el error intrínseco a condiciones de referencia, se medirá cuando dos de las tres fases sean intercambiadas.

Puntos de prueba obligatorios: Como mínimo, la prueba debe realizarse a una corriente de referencia de 10 I_{tr} , PF = 1 con dos de las tres fases intercambiadas. Las autoridades nacionales podrán especificar puntos de prueba adicionales.

6.3.13 Inducción magnética continua (DC) de origen externo

Norma aplicable: Ninguno.

Propósito de la prueba: Verificar que el cambio en el error debido inducción magnética continua (DC) de origen externo cumple con los requisitos de la Tabla 4.

Procedimiento de prueba: El cambio en el error, comparado con el error intrínseco a condiciones de referencia, se medirá cuando el medidor esté cometido a inducción magnética continua con una sonda en la forma de un imán permanente con un área superficial de al menos 2000 mm². El campo magnético a lo largo del eje del núcleo magnético debe cumplir con los detalles indicados en la Tabla 13⁽¹⁾.

Nota ⁽¹⁾: Las autoridades nacionales podrán elegir una inducción magnética más baja para los requisitos nacionales.

Tabla 13
Especificaciones del campo a lo largo del eje del núcleo del imán

| Distancia a la superficie del imán | Inducción magnética | Tolerancia |
|------------------------------------|---------------------|------------|
| 30 mm | 200 mT | ± 30 mT |

Puntos de prueba obligatorios: 6 puntos por superficie del medidor Como mínimo, la prueba debe realizarse a 10 I_{tr} , PF = 1. El mayor cambio en el error debe anotarse como el resultado de la prueba.

Nota: Para esta prueba se recomiendan imanes permanentes de Neodimio o niobio.

6.3.14 Campo magnético (frecuencia de potencia AC) de origen externo

| | |
|--------------------------------|--|
| Norma aplicable: | IEC 61000-4-8. |
| Propósito de la prueba: | Verificar que el cambio en el error debido a un campo magnético a frecuencia de potencia AC cumple con los requisitos de la Tabla 4. |
| Procedimiento de prueba: | El cambio en el error, comparado con el error intrínseco a condiciones de referencia, se medirá cuando el medidor esté expuesto a un campo magnético a la frecuencia de potencia ($f = f_{nom}$) bajo la condición más desfavorable de fase y dirección. |
| Severidad de pruebas: | Campo continuo, 400 A/m. |
| Puntos de prueba obligatorios: | Como mínimo, la prueba debe realizarse a $10 I_{tr}$, y a I_{max} , PF = 1. |

6.3.15 Campos electromagnéticos

6.3.15.1 Campos electromagnéticos radiados de radiofrecuencia

| | |
|--------------------------|--|
| Norma aplicable: | IEC 61000-4-3. |
| Propósito de la prueba: | Verificar que el cambio en el error debido a campos electromagnéticos radiados de radiofrecuencia cumpla con los requisitos de la Tabla 4. Se asumirá que los medidores que han sido construidos utilizando solo elementos pasivos, tales como los medidores electromecánicos, son inmunes a campos radiados de radiofrecuencia. Nota, la condición de prueba 2 abajo corresponde a la prueba de perturbación de 6.4.6. |
| Procedimiento de prueba: | <p>El cambio en el error, comparado con el error intrínseco a condiciones sinusoidales, se medirá cuando el medidor se someta a campos electromagnéticos de radiofrecuencia. La fuerza del campo electromagnético estará especificada por el nivel de severidad y la uniformidad del campo se definirá según el estándar de la referencia. Los rangos de frecuencia a ser considerados se barren con la señal modulada, pausando para ajustar el nivel de la señal de radiofrecuencia o para cambiar osciladores y antenas según sea necesario. Cuando el rango de frecuencia se barra incrementalmente, el tamaño del cambio no excederá el 1% del valor de frecuencia anterior. El tiempo de prueba para un cambio de frecuencia del 1% no será menor que el tiempo que toma hacer una medición y en ningún caso será menor que 0,5 s.</p> <p>La longitud del cable expuesto al campo electromagnético será de 1 m. La prueba podrá realizarse con la antena generadora orientada hacia cada</p> |

lado del medidor. Cuando el medidor se pueda utilizar en diferentes orientaciones (vertical u horizontal) todos los lados estarán expuestos a los campos durante la prueba.

El portador se modulará con 80% AM a una onda sinusoidal de 1 kHz. El medidor se debe probar por separado a las frecuencias de ciclo especificadas por el fabricante.

Cualquier otra frecuencia sensible también debe ser analizada por separado.

Nota: Usualmente, se puede esperar que estas frecuencias sensibles sean las frecuencias emitidas por el medidor.

El medidor debe ser probado como un instrumento de mesa bajo dos condiciones de prueba, donde la condición de prueba 2 corresponde a la prueba de perturbación de 6.4.6.

Condición de prueba 1: Durante la prueba, el medidor será energizado con el voltaje de referencia y una corriente igual a $10 I_{tr}$. El error en la medición del medidor será monitoreado por comparación con un medidor de referencia no expuesto o inmune al campo electromagnético, o por un método igualmente apropiado. El error en cada intervalo incremental de 1% en la frecuencia del transportador será monitoreado y comparado con los requisitos de la Tabla 4. Al usar un barrido continuo de frecuencia, este se puede lograr al ajustar la relación del tiempo de frecuencia y el tiempo de cada medición. Al usar pasos incrementales del 1% en la frecuencia, esto se puede lograr ajustando el tiempo de permanencia de cada frecuencia para que se ajuste al tiempo de medición.

Condición de prueba 2: Durante la prueba, los circuitos auxiliares y de voltaje de un medidor deben energizarse con el voltaje de referencia. No debe haber corriente en los circuitos de corriente y los terminales de corriente deben tener los circuitos abiertos.

Nota: La condición de prueba 2 corresponde a la prueba de perturbación de 6.4.6, por lo tanto, también aplican las instrucciones generales de 6.4.1.

Severidad de pruebas: Según se definen en la Tabla 14.

Tabla 14 Severidad de la prueba.

| Para la condición de prueba | Rango de frecuencia | Fuerza del campo |
|---------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Condición de prueba 1 (con corriente) | 80 – 6000 MHz | 10 V/m |

| | | |
|---------------------------------------|---------------|--------|
| Condición de prueba 2 (sin corriente) | 80 – 6000 MHz | 30 V/m |
|---------------------------------------|---------------|--------|

6.3.1.5.2 Inmunidad a perturbaciones conducidas, inducidas por campos de radiofrecuencia

Norma aplicable: IEC 61000-4-6.

Propósito de la prueba: Verificar que el cambio en el error debido a perturbaciones conducidas, inducidas por campos de radiofrecuencia, cumpla con los requisitos de la Tabla 4. Se asumirá que los medidores que hayan sido construidos utilizando solo elementos pasivos, tales como los medidores electromecánicos, son inmunes a perturbaciones conducidas por campos de radiofrecuencia.

Procedimiento de prueba: Una corriente electromagnética de radiofrecuencia para simular la influencia de campos electromagnéticos, se debe acoplar o inyectar a los puertos de energía y a los puertos I/O del medidor utilizando dispositivos de acoplamiento/desacoplamiento según se define en la norma de referencia. Se debe verificar el desempeño de los equipos de prueba, incluyendo un generador de radiofrecuencia, dispositivos de (des)acoplamiento, atenuadores, entre otros.

El medidor se debe probar como un instrumento de mesa. Durante la prueba, el medidor será energizado con el voltaje de referencia y una corriente igual a $10 I_{tr}$. El error en cada intervalo incremental de 1% en la frecuencia del transportador será monitoreado y comparado con los requisitos de la Tabla 4. Al usar un barrido continuo de frecuencia, este se puede lograr al ajustar la relación del tiempo de frecuencia y el tiempo de cada medición. Al usar pasos incrementales del 1% en la frecuencia, esto se puede lograr ajustando el tiempo de permanencia de cada frecuencia para que se ajuste al tiempo de medición.

Si el medidor es polifásico, las pruebas se realizarán en todos los extremos del cable.

Severidad de la prueba: Amplitud de radiofrecuencia (50 Ohm): 10 V (e.m.f.)

Rango de frecuencia: 0,15 – 80 MHz

Modulación: 80 % AM, 1 kHz onda sinusoidal

6.3.16 DC en el circuito de corriente AC

| | |
|--------------------------------|--|
| Propósito de la prueba: | Verificar que el cambio en el error debido a DC en el circuito de corriente AC cumple con los requisitos de la Tabla 4. Se asume que los medidores electromecánicos y operados con transformador son inmunes a DC en circuitos de corriente de AC. |
| Procedimiento de prueba: | El cambio en el error, comparado con el error intrínseco en condiciones sinusoidales a $I = I_{max}/2\sqrt{2}$ debe medirse cuando la amplitud de corriente aumente al doble de su valor ($I = I_{max}/\sqrt{2}$) y sea de media onda rectificada. |
| Puntos de prueba obligatorios: | La prueba se realizará a $PF = 1$. |

Nota 1: La rectificación de media onda y la medición se pueden realizar según se muestra en la Figura 4 (solo se muestra el camino de corriente, el voltaje se conectará normalmente). La incertidumbre de la medición en este método depende altamente de la impedancia de salida (subperiodo) de la fuente de corriente y de la impedancia del circuito de corriente del medidor estándar, en combinación con las posibles diferencias de impedancia de las dos ramas de corriente.

Nota 2: Dado que la incertidumbre depende de la diferencia absoluta en las ramas y no de la diferencia relativa (si no es $R_{equilibrio} \gg R_{fuente}$), por lo general no se podrá remediar el problema con la introducción de resistores emparejados adicionales en cada rama. No obstante, puede ser monitoreado al estudiar la corriente DC de la fuente. Los componentes de DC no deben ser mayores que 0,5 a 1% del valor de AC. (Al medir un componente de DC en el orden de 1% del componente de AC, el instrumento se debe calibrar preferiblemente antes, mediante una medición de la corriente de prueba y con los diodos del circuito de prueba desconectados y en corto circuito).

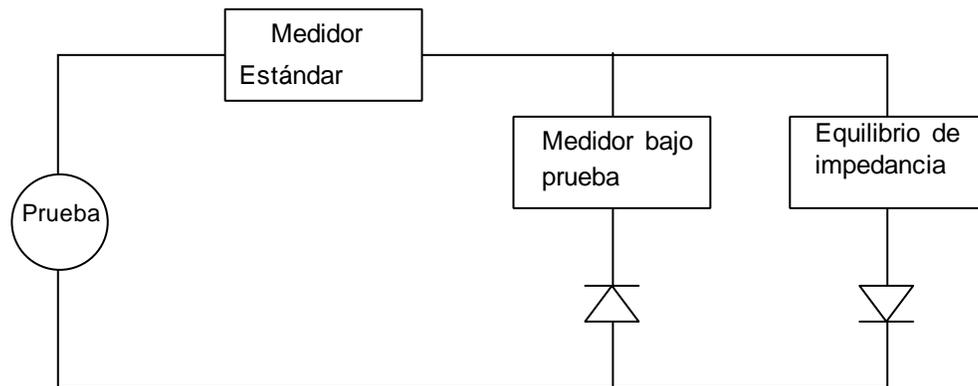


Figura 4 Propuesta de circuito de prueba de corriente para prueba de DC y armónico uniforme (solo se muestran los circuitos de corriente de una fase, el voltaje se conecta normalmente)

6.3.17 Armónicos de alto orden

| | |
|-------------------------|---|
| Propósito de la prueba: | Verificar que el cambio en el error debido a armónicos de alto orden cumpla con los requisitos de la Tabla 4. Adicionalmente, la función del medidor no se verá afectada. |
|-------------------------|---|

| | |
|--------------------------------|---|
| Procedimiento de prueba: | El cambio en el error, comparado con el error intrínseco en condiciones sinusoidales, se medirá cuando las señales de prueba asincrónicas, barridas de $f = 15 f_{nom}$ a $40 f_{nom}$, se superponen primero en la señal de los circuitos de voltaje y luego en la señal de los circuitos de corriente. En el caso de un medidor polifásico, se deben probar todos los circuitos de voltaje o corriente al mismo tiempo. La frecuencia de señal será barrida de una frecuencia baja a una frecuencia alta y de vuelta a una baja mientras se mide el error de medición. |
| Severidad de la prueba: | La señal asincrónica tendrá un valor de $0,02 U_{nom}$ and $0,1 I_{tr}$, con una tolerancia de $\pm 5 \%$. |
| Puntos de prueba obligatorios: | La prueba se realizará a I_{tr} . Se tomará una lectura por frecuencia armónica. |

6.4 Prueba de perturbaciones

6.4.1 Instrucciones generales para pruebas de perturbación

Estas pruebas son para verificar que el medidor cumple con los requisitos para la influencia de las perturbaciones, según se indica en la Tabla 5. Las pruebas se realizarán utilizando una perturbación a la vez; todas las demás cantidades de influencia serán fijadas a condiciones de referencia, a menos que la descripción de la prueba relevante indique lo contrario. No ocurrirán fallos significativos. A menos que se indique lo contrario, cada prueba debe incluir:

- a) una verificación de que cualquier cambio en los registros o energía equivalente de la salida de la prueba es menor que el cambio crítico en el valor mencionado en 3.3.6.2.
- b) una revisión operativa para verificar que el medidor registra energía cuando se le somete a corriente,
- c) una verificación de la correcta operación de las salidas de pulso y las salidas de cambio de tarifa, si las hay, y
- d) confirmación, mediante medición, de que el medidor todavía cumple con los requisitos de los errores máximos permitidos después de la prueba de perturbación.

La pérdida temporal de funcionalidad está permitida siempre y cuando el medidor regrese a su funcionalidad normal automáticamente una vez se haya eliminado la perturbación.

Los puntos de prueba obligatorios para verificar el error máximo permitido son:

- 1) I_{tr} , PF = 1,
- 2) I_{tr} , PF = 0,5, inductivo

6.4.2 Campo magnético (frecuencia de potencia AC) de origen externo

Norma aplicable: IEC 61000-4-8.

| | |
|--------------------------|--|
| Propósito de la prueba: | Verificar el cumplimiento con los requisitos de 3.3.6.2 y la Tabla 5 bajo condiciones de un campo magnético de AC a frecuencia de potencia de origen externo. |
| Procedimiento de prueba: | El medidor se conectará al voltaje de referencia, pero sin corriente en los circuitos de corriente. El campo magnético se aplicará a lo largo de las tres direcciones ortogonales. |
| Efectos permitidos: | No ocurrirán fallos significativos. |
| Severidad de la prueba: | Fuerza del campo magnético de poca duración (3 s): 1000 A/m. |

6.4.3 Descarga electrostática

| | |
|--------------------------|--|
| Norma aplicable: | IEC 61000-4-2. |
| Propósito de la prueba: | Verificar el cumplimiento con los requisitos de 3.3.6.2 y la Tabla 5 bajo condiciones de descarga electrostática directa e indirecta. Se asumirá que los medidores que han sido construidos utilizando solo elementos pasivos, tales como los medidores electromecánicos, son inmunes a descargas electrostáticas. |
| Procedimiento de prueba: | Se utilizará un generador de ESD con las características de desempeño especificadas en la norma de referencia. Se verificará el desempeño del generador antes de iniciar las pruebas. Se aplicarán al menos 10 descargas en la polaridad más sensible. Para un medidor que no esté equipado con una terminal de conexión a tierra, el medidor se descargará completamente entre descargas. La descarga de contacto es el método de prueba preferido. Se utilizarán descargas de aire cuando no se pueda aplicar la descarga de contacto. |
| Aplicación directa: | El modo de descarga de contacto a realizarse en superficies conductoras, el electrodo debe estar en contacto con el medidor. EN el modo de descarga de aire sobre superficies aisladas, el electrodo se acerca al medidor y la descarga ocurre mediante una chispa. |
| Aplicación indirecta: | Las descargas se aplican en modo de contacto a planos de acoplamiento montados cerca del medidor. |
| Condiciones de prueba: | La prueba se realizará con la medición en condición operativa. Los circuitos de voltaje se energizarán con U_{nom} y los circuitos auxiliares y de corriente estarán abiertos, sin corriente. El medidor se debe probar como equipo de mesa. |

| | |
|-------------------------|---|
| Efectos permitidos: | No ocurrirán fallos significativos. |
| Severidad de la prueba: | Voltaje de la descarga de contacto ⁽¹⁾ : 8 kV Voltaje de la descarga de aire ⁽²⁾ : 15 kV |

Nota ⁽¹⁾: Las descargas de contacto se aplicarán sobre superficies conductoras.

Nota ⁽²⁾: Las descargas de aire se aplicarán sobre superficies no conductoras.

6.4.4 Transitorios rápidos

| | |
|--------------------------|---|
| Normas aplicables: | IEC 61000-4-1, IEC 61000-4-4. |
| Propósito de la prueba: | Verificar el cumplimiento con los requisitos de 3.3.6.2 y la Tabla 5 bajo condiciones en las que los picos eléctricos se superponen sobre los circuitos de voltaje y corriente y los puertos I/O y de comunicación. Se asumirá que los medidores que han sido construidos utilizando solo elementos pasivos, tales como los medidores electromecánicos, son inmunes a transitorios rápidos. |
| Procedimiento de prueba: | Se utilizará un generador de picos con las características de desempeño especificadas en la norma de referencia. El medidor se someterá a picos de voltaje para los cuales la frecuencia de repetición de los impulsos y valores pico de la salida de voltaje a 50 Ohm y 1000 Ohm se definen en la norma mencionada. Se verificarán las características del generador antes de conectar el medidor. Se aplicarán picos de polaridad negativa y positiva. La duración de la prueba no será menor a 1 min para cada amplitud y polaridad. Una abrazadera de acoplamiento capacitivo, según se define en la norma, será utilizada para acoplarse a las líneas de I/O y de comunicación con un voltaje de referencia de más de 40 V. Los pulsos de prueba se aplicarán continuamente durante el tiempo de medición. |
| Condiciones de prueba: | El medidor se debe probar como equipo de mesa. Los circuitos auxiliares y de voltaje del medidor serán energizados con el voltaje de referencia. La longitud del cable entre el dispositivo de acoplamiento y el medidor será de 1 m. El voltaje de prueba se aplicará en modo común (línea a tierra) a) los circuitos de voltaje, b) los circuitos de corriente, si están separados de los circuitos de voltaje durante la operación normal; c) los circuitos auxiliares, si están separados de los circuitos de voltaje durante la operación normal y con un voltaje de referencia superior a 40 V. |
| Severidad de la prueba: | Prueba de voltaje en los circuitos de voltaje y corriente: 4 kV. Voltaje de prueba en circuitos auxiliares con un voltaje de referencia por encima de 40 V; 2 kV. |

Efectos permitidos: EL cambio en el error, en comparación con el error intrínseco en condiciones de referencia, debe ser menor que el dado para la clase relevante de medidor en la Tabla 5.

Puntos de prueba obligatorios: $10 I_{tr}$, PF = 1.

6.4.5 Caídas de voltaje e interrupciones

Normas aplicables: IEC 61000-4-11, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2.

Propósito de la prueba: Verificar el cumplimiento con los requisitos de 3.3.6.2 y la Tabla 5 bajo condiciones reducciones de voltaje en la red (caídas e interrupciones) de corto plazo. Se asumirá que los medidores que han sido construidos utilizando solo elementos pasivos, tales como los medidores electromecánicos, son inmunes a caídas de voltaje e interrupciones.

Procedimiento de prueba: Para esta prueba debe utilizarse un generador de prueba con capacidad para reducir la amplitud del voltaje de la red eléctrica de AC durante un periodo de tiempo definido por el operador. Se verificará el desempeño del generador de prueba antes de conectarlo al medidor.

Las reducciones del voltaje de la red central se repetirán 10 veces, con un intervalo de al menos 10 segundos.

Condiciones de prueba: Circuitos de voltaje alimentados con U_{nom} . Sin corriente en los circuitos de corriente.

Severidad de pruebas: Caídas de voltaje:

| Prueba | Prueba a | Prueba b | Prueba c |
|------------|------------|----------|--|
| Reducción: | 30 % | 60 % | 60 % |
| Duración: | 0,5 ciclos | 1 ciclo | 25 ciclos (50 Hz) 30 ciclos (60 Hz) |

Prueba de interrupción de voltaje

| | |
|------------|--|
| Reducción: | 0 % |
| Duración: | 250 ciclos (50 Hz) 300 ciclos (60 Hz) |

Efecto permitido: No ocurrirán fallos significativos.

6.4.6 Campos electromagnéticos radiados de radiofrecuencia (RF)

| | |
|--------------------------|--|
| Norma aplicable: | IEC 61000-4-3 |
| Propósito de la prueba: | Verificar el cumplimiento con los requisitos de 3.3.6.2 y la Tabla 5 bajo condiciones de campos electromagnéticos radiados de radiofrecuencia. Se asumirá que los medidores que han sido construidos utilizando solo elementos pasivos, tales como los medidores electromecánicos, son inmunes a campos radiados de radiofrecuencia. |
| Procedimiento de prueba: | Refiérase a 6.3.15.1 para el procedimiento de prueba. |
| Efectos permitidos: | No ocurrirán fallos significativos. |

6.4.7 Picos en la red eléctrica de AC

| | |
|--------------------------|--|
| Norma aplicable: | IEC 61000-4-5. |
| Propósito de la prueba: | Verificar el cumplimiento con los requisitos de 3.3.6.2 y la Tabla 5 bajo condiciones en las que los picos eléctricos se superponen sobre el voltaje de la red eléctrica y, si aplica, sobre los puertos I/O y de comunicación. Esta prueba no aplica para medidores como los electromecánicos, los cuales se asume que son inmunes a picos. |
| Procedimiento de prueba: | <p>Se utilizará un generador de picos con las características de desempeño especificadas en la norma de referencia. La prueba consiste en la exposición para los cuales el periodo de elevación, amplitud de pulso, valores pico del voltaje/corriente de salida sobre una carga de impedancia alta/baja y un intervalo de tiempo mínimo entre dos pulsos sucesivos define en la norma mencionada.</p> <p>Se verificarán las características del generador antes de conectar el medidor.</p> |
| Condiciones de prueba: | <p>Medidor en condiciones operativas; Circuitos de voltaje alimentados con voltaje nominal; Sin corriente alguna en los circuitos de corriente y con los terminales de corriente abiertos; Longitud del cable entre el generador de picos y el medidor: 1 m; Probado en modo diferencial (línea a línea); El ángulo de fase se aplicará a 60° y 240° en relación con el cruce de cero del suministro de AC.</p> |
| Severidades de prueba: | <p>Circuitos de voltaje:</p> <ul style="list-style-type: none">• Línea a línea: Voltaje de la prueba: 2.0 kV, impedancia de la fuente del generador: 2 Ω; |

- Línea a tierra(1): Voltaje de la prueba: 4,0 kV, impedancia de la fuente del generador: 2 Ω ;
- Número de pruebas: 5 positivas y 5 negativas;
- Tasa de repetición: máximo 1/min.

Circuitos auxiliares con un voltaje de referencia por encima de 40 V;

- Línea a línea: Voltaje de prueba 1,0 kV, impedancia de la fuente del generador 42 Ω ;
- Línea a tierra⁽¹⁾: Voltaje de prueba 2,0 kV, impedancia de la fuente del generador 42 Ω ;
- Número de pruebas: 5 positivas y 5 negativas; • Tasa de repetición: máximo 1/min.

Nota ⁽¹⁾: Para casos en los que la conexión a tierra del medidor esté separada del neutral

6.4.8 Prueba de inmunidad contra ondas oscilatorias amortiguadas

| | |
|--------------------------|---|
| Norma aplicable: | IEC 61000-4-12. |
| Propósito de la prueba: | Verificar el cumplimiento con los requisitos de 3.3.6.2 y la Tabla 5 bajo condiciones de ondas oscilatorias amortiguadas. Esta prueba solo es para medidores diseñados para su operación con transformadores de voltaje. |
| Procedimiento de prueba: | El medidor se somete a ondas de voltaje oscilatorias amortiguadas con un voltaje pico según la severidad de prueba indicada abajo. |
| Condiciones de prueba: | Los medidores se deben probar como equipos de mesa. Los medidores deben estar en condiciones operativas; Circuitos de voltaje alimentados con voltaje nominal; Con $I = 20 I_{tr}$ y factor de potencia de uno y 0,5 inductivo. |
| Severidades de prueba: | voltaje de prueba en circuitos de voltaje y circuitos auxiliares con un voltaje operativo > 40 V; <ul style="list-style-type: none"> • modo común: 2,5 kV; • Modo diferencial: 1.0 kV; Frecuencias de prueba: <ul style="list-style-type: none"> • 100 kHz, tasa de repetición: 40 Hz; • 1 MHz, tasa de repetición: 400 Hz; Duración de la prueba: 60 s (15 ciclos con 2 s encendido, 2 s apagado, para cada frecuencia). |
| Efectos permitidos: | Durante la prueba la función del medidor no se verá afectada y el cambio en el error será menor que los límites establecidos en la Tabla 5. |

Puntos de prueba obligatorios: $20 I_{tr}$, PF = 1 y 0,5 inductivo.

6.4.9 Sobreintensidad de corta duración

Propósito de la prueba: Verificar el cumplimiento con los requisitos de 3.3.6.2 y la Tabla 5 bajo condiciones de sobreintensidad de corta duración.

Procedimiento de prueba: El medidor debe tener la capacidad de resistir la corriente causada por un corto circuito dentro de la carga siendo medido, cuando la carga está protegida por fusibles o interruptores apropiados.

Corriente de prueba: Para medidores conectados directos: $30 I_{max} +0\%$, -10% durante medio ciclo a la frecuencia nominal o equivalente. Para medidores conectados mediante transformadores de corriente: Un equivalente de corriente a $20 \cdot I_{max} +0\%$ -10% , durante 0,5 s.

La corriente de prueba se aplicará a una fase a la vez. El valor de la corriente de prueba se da en r.m.s, no en el valor pico.

Efectos permitidos: No ocurrirá ningún daño. Con el voltaje reconectado, se debe permitir que el medidor regrese a temperaturas normales (cerca de 1 h). El cambio en el error, comparado con el error inicial antes de la prueba, deberá entonces ser menor que el límite del cambio en el error indicado en la Tabla 5.

Puntos de prueba obligatorios: $10 I_{tr}$, PF = 1.

6.4.10 Voltaje de impulso

6.4.10.1 General

Propósito de la prueba: Verificar el cumplimiento con los requisitos de 3.3.6.2 y la Tabla 5 bajo condiciones de voltaje de impulso.

Procedimiento general de la prueba: El medidor y sus dispositivos auxiliares incorporados, si los hay, serán tales que deben retener cualidades dieléctricas apropiadas, teniendo en cuenta las influencias atmosféricas y los diferentes voltajes a los que se someten bajo condiciones normales de uso. El medidor debe soportar la prueba de voltaje de impulso según se indica a continuación. La prueba se llevará a cabo únicamente sobre medidores completos.

Para los efectos de esta prueba, el término "conexión a tierra" tiene el siguiente significado:

a) cuando la carcasa del medidor esté hecha de metal, la "conexión a tierra" será la carcasa misma, colocada sobre una superficie plana y conductible;

b) cuando la carcasa del medidor o una parte del mismo esté hecha de un material aislante, la "conexión a tierra" es la lámina conductora envuelta en el medidor tocando todas las partes conductoras accesibles y conectadas a la superficie conductora plana en la que se ubica el medidor. Las distancias entre la lámina conductora y los terminales, y entre la lámina conductora y los agujeros para los conductores, no debe ser mayor de 2 cm.

Durante la prueba de voltaje de impulso, los circuitos que no estén siendo probados deben estar conectados a tierra.

Condiciones generales de la prueba:

Temperatura ambiente: 15 °C a 25 °C;
Humedad relativa: 25% a 75%;
Presión atmosférica: 86 kPa a 106 kPa.

Efectos permitidos:

Después de terminar la prueba de voltaje de impulso, no debe haber daños en el medidor y no deben haber ocurrido fallos significativos.

6.4.10.2 Procedimiento de prueba de voltaje de impulso

Condiciones de prueba:

Forma de onda de impulso: 1.2/50 μ s impulso especificado en IEC 60060-1;

Tiempo de subida del voltaje: ± 30 %;

Tiempo de caída del voltaje: ± 20 %;

Energía de fuente: 10,0 J \pm 1,0 J;

Voltaje de prueba: según lo indicado en la Tabla 15;

Tolerancia del voltaje de prueba: +0 –10 %.

Nota: La selección de la impedancia de prueba queda a discreción del laboratorio de pruebas.

Para cada prueba (ver 6.4.10.3 y 6.4.10.4) el voltaje de impulso se aplica diez veces con una polaridad y luego otras diez veces con la otra polaridad. El tiempo mínimo entre impulsos será de 30 s.

Tabla 15 Niveles de prueba de voltaje de impulso

| Fase de voltaje a tierra derivada del voltaje nominal del sistema (V) | Impulso de voltaje nominal (V) |
|--|--------------------------------|
| $V \leq 100$ | 3 000 |
| $100 < V \leq 150$ | 6 000 |
| $150 < V \leq 300$ | 10 000 |
| $300 < V \leq 600$ | 12 000 |
| <i>Nota: La autoridad nacional podrá cambiar los niveles del impulso de voltaje nominal.</i> | |

6.4.10.3 Pruebas de impulso de voltaje para circuitos y entre circuitos

Procedimiento de prueba:

La prueba se realizará independientemente en cada circuito (o conjunto de circuitos) que estén aislados de los otros circuitos de un medidor bajo uso normal. Las terminales de los circuitos que no se sometan a voltaje de impulso estarán conectados a tierra.

Por lo tanto, cuando los circuitos de voltaje y corriente de un elemento de medición se conecten entre sí en el uso normal, la prueba se realizará sobre todo el conjunto. El otro extremo del circuito de corriente se conectará a tierra y el voltaje de impulso se aplicará entre la terminal del circuito de corriente y la conexión a tierra. Cuando varios circuitos de un medidor tengan un punto común, este punto estará conectado a tierra y el voltaje de impulso se aplicará con éxito en cada uno de los extremos libres de las conexiones (o el circuito de corriente conectado a estos) y la conexión a tierra. El otro extremo de este circuito de corriente estará abierto.

Cuando los circuitos de voltaje y corriente del mismo instrumento de medición se separan y aíslan apropiadamente bajo uso normal (por ejemplo, cada circuito se conecta al transformador de medición), la prueba debe realizarse en cada circuito por separado.

Durante la prueba de un circuito de corriente, las terminales de los otros circuitos se conectarán a tierra y el voltaje de impulso se aplicará entre una de las terminales del circuito de corriente y la conexión a tierra. Durante la prueba de un circuito de voltaje, las terminales de los otros circuitos y uno de los terminales del circuito de voltaje siendo probado se conectarán a tierra y el voltaje de impulso se aplicará entre las otras terminales del circuito de voltaje y la conexión a tierra.

Los circuitos auxiliares diseñados para ser conectados directamente a la red eléctrica o a transformadores del mismo voltaje que los circuitos del medidor, y con un voltaje de referencia por encima de 40 V, serán sometidos a la prueba de voltaje de impulso siendo atados junto a los circuitos de voltaje durante las pruebas. Los otros circuitos auxiliares no serán probados.

6.4.10.4 Prueba de voltaje de impulso de circuitos eléctricos en relación con la conexión a tierra

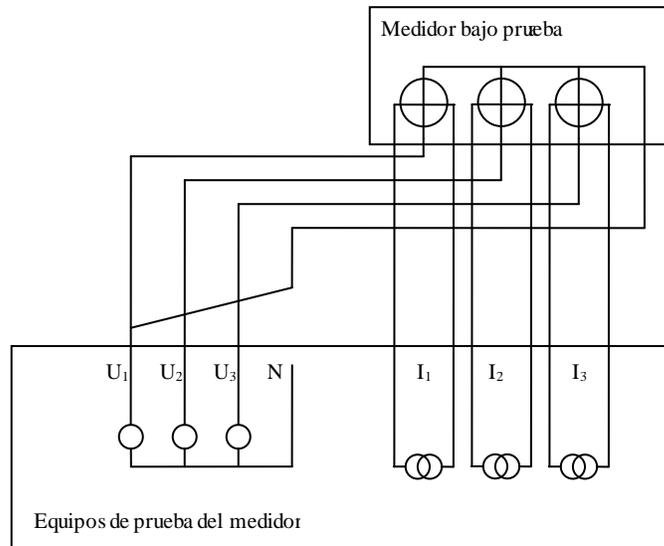
| | |
|--------------------------|---|
| Procedimiento de prueba: | <p>Todas las terminales de los circuitos eléctricos de un medidor, incluyendo aquellos de los circuitos auxiliares con un voltaje de referencia por encima de 40 V serán conectados juntos.</p> <p>Los circuitos auxiliares con un voltaje de referencia menor o igual a 40 V serán conectados a tierra. El voltaje de impulso se aplicará entre todos los circuitos eléctricos y la conexión a tierra.</p> |
| Efectos permitidos: | <p>Durante esta prueba, no ocurrirá combustión súbita, descarga disruptiva o punción.</p> |

6.4.11 Fallo en la conexión a tierra

| | |
|--------------------------|---|
| Propósito de la prueba: | <p>Verificar el cumplimiento con los requisitos de 3.3.6.2 y la Tabla 5 bajo condiciones de fallo en la conexión a tierra.</p> <p>Esta prueba solo aplica para medidores operados por transformador de tres fases y cuatro cables conectados a redes de distribución que estén equipadas con neutralizadores de fallo en conexión a tierra o en las que la punta de estrella esté aislada. En el caso de un fallo en la conexión a tierra con una sobretensión del 10%, los voltajes de la línea a tierra de las dos líneas que no se vean afectadas por el fallo en la conexión a tierra aumentarán el voltaje nominal 1,9 veces.</p> |
| Procedimiento de prueba: | <p>Aplican los siguientes requisitos de prueba:</p> <p>Para una prueba bajo una condición simulada de fallo en la conexión a tierra en una de las tres líneas, todos los voltajes se aumentan 1,1 veces el voltaje nominal durante 4 h. La terminal neutral del medidor siendo probado se desconecta del terminal de tierra del equipo de pruebas del medidor (MTE, por siglas en inglés) y se conecta a la terminal de la línea MTE en la cual se simulará el fallo en la conexión a tierra (ver Figura 5). De esta manera, los dos terminales de voltaje del medidor siendo probado que no se vean afectados por el fallo en la conexión a tierra se conectan a 1,9 veces los voltajes nominales de fase.</p> |
| Efectos permitidos: | <p>Después de la prueba, el medidor no debe tener daños y debe operar correctamente. El cambio en el error medido cuando el medidor regrese a temperatura nominal operativa no debe superar los límites dados en la Tabla 5.</p> |

Puntos de prueba obligatorios: $10 I_{tr}$, factor de potencia = 1, carga equilibrada.

Figura 5 Disposición para la prueba de fallo en la conexión a tierra



6.4.12 Operación de dispositivos auxiliares

Propósito de la prueba: Verificar el cumplimiento con los requisitos de 3.3.6.2 y la Tabla 5 bajo condiciones de operación de dispositivos auxiliares. La operación de dispositivos auxiliares se probará para garantizar que no afecten el desempeño metrológico del medidor.

Procedimiento de prueba: En esta prueba, el medidor se operará a condiciones de referencia y su error se vigilará continuamente, mientras que los dispositivos auxiliares, tales como dispositivos de comunicación, relés y otros circuitos de I/O son operados.

Efectos permitidos: La funcionalidad del medidor no debe verse afectada y el cambio en el error debido a la operación de dispositivos auxiliares siempre debe ser menor que el límite de cambio en el error indicado en la Tabla 5.

Puntos de prueba obligatorios: I_{tr} and I_{max} a PF = 1.

6.4.13 Pruebas mecánicas

6.4.13.1 Vibraciones

Normas aplicables: IEC 60068-2-47, IEC 60068-2-64.

Propósito de la prueba: Verificar el cumplimiento con los requisitos de 3.3.6.2 y la Tabla 5 bajo condiciones de vibración

Procedimiento de prueba: A su vez, el medidor será probado en tres ejes mutuamente perpendiculares, montados sobre un artefacto rígido mediante sus medios de montaje normales.

Normalmente, el medidor se montará de manera que la fuerza de gravedad actúe en la misma dirección en la que lo haría bajo uso normal. Cuando el efecto de la fuerza de gravedad no sea importante, se podrá montar el medidor en cualquier posición.

Severidad de la prueba:

| | |
|--|-----------------------------------|
| Rango total de frecuencia | 10 – 150 Hz |
| Nivel RMS total | 7 m·s ⁻² |
| Nivel de Aceleración de Densidad Espectral (ASD) 10 – 20 Hz | 1 m ² ·s ⁻³ |
| Nivel de Aceleración de Densidad Espectral (ASD) 20 – 150 Hz | – 3 dB/octavo |
| Duración por eje: | Al menos 2 min. |

Efectos permitidos:

Después de la prueba, la función del medidor no debe haberse afectado y el cambio en el error, a 10 I_{tr} , no debe exceder el límite de cambio en el error indicado en la Tabla 5. Puntos de prueba obligatorios: 10 I_{tr} , PF = 1.

6.4.13.2 Choque

Norma aplicable: IEC 60068-2-27.

Propósito de la prueba: Verificar el cumplimiento con los requisitos de 3.3.6.2 y la Tabla 5 bajo condiciones de choque.

Procedimiento de prueba: El medidor se somete a choques no repetitivos de formas de pulso estándar con aceleración y duración de pico específica. Durante la prueba, el medidor no debe estar operando y se debe asegurar a un accesorio o a la máquina de prueba de choques.

Severidad de la prueba: Forma del pulso: media onda sinusoidal;
Aceleración de pico: 30 g_n (300 ms⁻²);
Duración del pulso: 18 ms.

Efectos permitidos: Después de la prueba, la función del medidor no debe haberse afectado y el cambio en el error, a $10 I_{tr}$, no debe exceder el límite de cambio en el error mencionado en la Tabla 5.

Puntos de prueba obligatorios: $10 I_{tr}$, PF = 1.

6.4.14 Protección contra radiación solar

Norma aplicable: ISO 4892-3.

Propósito de la prueba: Verificar el cumplimiento con los requisitos de 3.5, 3.6.1, 3.7.1 y 3.3.6.2 en relación con la protección contra radiación solar. Únicamente para medidores en exteriores.

Condiciones de prueba: Medidor en condiciones no operativas.

Aparato de prueba: Tipo/longitud de onda de la lámpara: UVA 340;

Termómetro de panel negro;

Medidor de luz;

Plataforma de ciclos con un ciclo de condensación para cumplir con los parámetros de las condiciones de prueba.

Condiciones de prueba: Medidor en condiciones no operativas

| Ciclo de prueba (ciclo de 12 h) | Tipo de lámpara | Irradiación espectral | Temperatura de panel negro |
|---------------------------------|-----------------|--|-----------------------------------|
| 8 h seco | UVA 340 | $0.76 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$ a 340 nm | $60 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| Condensación de 4 h | | Luz apagada | $50 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ |

Resumen del procedimiento de pruebas:

Cubrir parcialmente una sección del medidor para una comparación posterior. Exponer el medidor a radiación y desgaste artificial de conformidad con ISO 4892-3 durante un periodo de 66 días (132 ciclos) y de conformidad con las anteriores condiciones de prueba.

Después de la prueba, el medidor será inspeccionado visualmente y se realizará una prueba funcional. La apariencia y, en particular, la legibilidad

de las marcas y pantallas no deben verse alterada. Cualquier medio de protección de las propiedades metrológicas, como es el caso de los sellos, no deben verse afectadas. La función del medidor no se verá afectada.

6.4.15 Protección contra la entrada de polvo

| | |
|--------------------------|--|
| Norma aplicable: | IEC 60529. |
| Propósito de la prueba: | Verificar el cumplimiento con los requisitos de 3.3.6.2 y la Tabla 5 respecto a la protección contra la entrada de polvo. |
| Condiciones de prueba: | Condiciones de referencia; calificación IP 5X; Cerramiento de categoría 2. |
| Procedimiento de prueba: | Después de la prueba, el interior del medidor será inspeccionado visualmente y se realizará una prueba funcional. |
| Efectos permitidos: | El polvo de talco u otro polvo utilizado en la prueba no se han acumulado en una cantidad o ubicación que podría interferir con la correcta operación del medidor o afectar la seguridad. No se ha depositado polvo donde pueda llevar a seguimiento a lo largo de las líneas de fuga. La función del medidor no se verá afectada. |

6.4.16 Pruebas climáticas

6.4.16.1 Temperaturas extremas - calor seco

| | |
|--------------------------|---|
| Normas aplicables: | IEC 60068-2-2, IEC 60068-3-1. |
| Propósito de la prueba: | Verificar el cumplimiento con los requisitos de 3.3.6.2 y la Tabla 5 bajo condiciones de calor seco. |
| Procedimiento de prueba: | La prueba consiste en la exposición a la temperatura alta especificada bajo condiciones de "aire libre" durante 2 h (comenzando cuando la temperatura del medidor esté estable), con el medidor en estado no operativo. El cambio en la temperatura no debe superar 1 °C/min durante el calentamiento y el enfriamiento. La humedad absoluta de la atmosfera de la prueba no debe superar 20 g/m ³ . |
| Severidad de la prueba: | La prueba se realizará a una temperatura estándar, un paso más arriba que la temperatura límite superior indicada en el medidor. |

| | |
|--------------------------------|---|
| Posibles temperaturas: | 40 °C 55 °C 70 °C 85 °C. |
| Efectos permitidos: | Después de la prueba, la función del medidor no debe haberse afectado y el cambio en el error no debe exceder el límite de cambio en el error indicado en la Tabla 5. |
| Puntos de prueba obligatorios: | 10 I_{tr} , PF = 1. |

6.4.16.2 Temperaturas extremas - frío

| | |
|--------------------------|---|
| Normas aplicables: | IEC 60068-2-1, IEC 60068-3-1. |
| Propósito de la prueba: | Verificar el cumplimiento con los requisitos de 3.3.6.2 y la Tabla 5 bajo condiciones de frío. |
| Procedimiento de prueba: | La prueba consiste en la exposición a la temperatura baja especificada bajo condiciones de "aire libre" durante 2 h (comenzando cuando la temperatura del medidor esté estable), con el medidor en estado no operativo. El cambio en la temperatura no debe superar 1 °C/min durante el calentamiento y el enfriamiento. |
| Severidad de la prueba: | La prueba se realizará a una temperatura estándar, un paso más abajo que la temperatura límite inferior indicada en el medidor. |
| Posibles temperaturas: | -10 °C -25 °C -40 °C -55 °C ⁽¹⁾ . |
| Efectos permitidos: | Después de la prueba, la función del medidor no debe haberse afectado y el cambio en el error no debe exceder el límite de cambio en el error indicado en la Tabla 5. Puntos de prueba obligatorios: 10 I_{tr} , PF = 1. |

Nota ⁽¹⁾: Si la temperatura límite inferior especificada es -55 °C, entonces esta prueba se realizará a -55 °C.

6.4.16.3 Calor húmedo, estado estable (sin condensación) para humedad clase H1

| | |
|--------------------------|--|
| Normas aplicables: | IEC 60068-2-78, IEC 60068-3-4. |
| Propósito de la prueba: | Verificar el cumplimiento con los requisitos de la Tabla 4, 3.3.6.2 y la Tabla 5 bajo condiciones de alta humedad y temperatura constante. Para medidores diseñados para ubicaciones cerradas donde los medidores no están sujetos a agua condensada, precipitación o formación de hielo (H1). |
| Procedimiento de prueba: | La prueba consiste en la exposición al alto nivel de temperatura especificado y a la humedad relativa constante especificada durante un tiempo determinado según lo establecido por el nivel de severidad. El medidor se |

debe manejar de tal manera que no ocurra condensación de agua en su interior.

Condiciones de prueba: Circuitos de voltaje y auxiliares energizados con el voltaje de referencia, sin corriente en ninguno de los circuitos de corriente.

Severidad de la prueba: Temperatura: 30 °C;
Humedad: 85 %;
Duración: 2 días.

Efectos permitidos: No deben ocurrir fallos significativos durante la prueba. Inmediatamente después de la prueba, el medidor debe operar correctamente y cumplir con los requisitos de exactitud de la Tabla 4.

24 h después, el medidor será sometido a una prueba funcional durante la cual se demostrará que opera correctamente. No debe haber evidencia de cualquier daño mecánico o corrosión que pueda afectar las propiedades funcionales del medidor.

6.4.16.4 Calor húmedo, cíclico (condensante) para humedad clase H2 y H3

Normas aplicables: IEC 60068-2-30, IEC 60068-3-4.

Propósito de la prueba: Verificar el cumplimiento con los requisitos de la Tabla 4, 3.3.6.2 y la Tabla 5 bajo condiciones de alta humedad y variaciones de temperatura. Esta prueba aplica a medidores con una especificación de clase de humedad para espacios cerrados en los que los medidores pueden estar expuestos a agua condensada o para espacios abiertos (clases de humedad H2 y H3).

Procedimiento de prueba: La prueba consiste en la exposición a variaciones cíclicas en la temperatura entre 25 °C y la temperatura especificada como la temperatura superior según las siguientes severidades de prueba, manteniendo la humedad relativa por encima del 95% durante el cambio de temperatura y las fases de baja temperatura, y en 93% durante las fases de alta temperatura. Debe haber condensación en el medidor durante el aumento de temperatura. Un ciclo de 24 horas consiste de:

- 1) aumento de temperatura durante 3 h,
- 2) mantener la temperatura en el nivel superior hasta 12 h después del comienzo del ciclo,
- 3) la temperatura se reduce al valor inferior dentro de 3 y 6 h, con el ritmo de caída durante la primera hora y media siendo tal que el valor inferior se alcanza en 3 h,
- 4) la temperatura se mantiene en el valor inferior hasta que se complete el ciclo de 24 h.

El periodo de estabilización anterior a y la recuperación después de la exposición cíclica será tal que todas las partes del medidor se encuentren dentro de 3 °C de su temperatura final.

Condiciones de prueba: Circuitos auxiliares y de voltaje alimentados con el voltaje de referencia;
Sin corriente en los circuitos de corriente;
Posición de montaje según lo indicado por el fabricante.

Severidades de prueba: Los medidores con una especificación de clase de humedad para espacios cerrados donde los medidores puedan estar sometidos a agua condensada deben ser probados con el nivel de severidad 1. Los medidores con una especificación de clase de humedad para espacios abiertos deben ser probados con el nivel de severidad 2.

| Clase de humedad especificada: | H2 | H3 |
|--------------------------------|----|----|
| Niveles de severidad: | 1 | 2 |
| Temperatura superior (°C): | 40 | 55 |
| Duración (ciclos): | 2 | 2 |

Efectos permitidos: No deben ocurrir fallos significativos durante la prueba.

Inmediatamente después de la prueba, el medidor debe operar correctamente y cumplir con los requisitos de exactitud de la Tabla 4.

24 h después, el medidor será sometido a una prueba funcional durante la cual se demostrará que opera correctamente. No debe haber evidencia de cualquier daño mecánico o corrosión que pueda afectar las propiedades funcionales del medidor.

6.4.16.5 Prueba de agua

Normas aplicables: IEC 60068-2-18, IEC 60512-14-7, IEC 60529.

Propósito de la prueba: Verificar el cumplimiento con los requisitos de 3.3.6.2 y la Tabla 5 bajo condiciones de lluvia y salpicaduras de agua. La prueba aplica a medidores especificados para espacios abiertos (H3).

Procedimiento de prueba: El medidor se monta sobre un accesorio apropiado y se somete a impactos de agua generados por un tubo oscilatorio o una boquilla de aspersión para simular la aspersión o salpicaduras de agua.

Condiciones de El medidor debe estar en modo funcional durante la prueba;

| | |
|---------------------|--|
| prueba: | Caudal (por boquilla): 0,07 L/min; Duración: 10 min; Ángulo de inclinación: 0° y 180°. |
| Efectos permitidos: | No deben ocurrir fallos significativos durante la prueba. Inmediatamente después de la prueba, el medidor debe operar correctamente y cumplir con los requisitos de exactitud de la Tabla 2. 24 h después, el medidor será sometido a una prueba funcional durante la cual se demostrará que opera correctamente y que cumple con los requisitos de exactitud de la Tabla 2. No debe haber evidencia de cualquier daño mecánico o corrosión que pueda afectar las propiedades funcionales del medidor. |

6.4.17 Prueba de durabilidad

| | |
|--------------------------------|---|
| Propósito de la prueba: | Verificar el cumplimiento con las disposiciones de 3.8.5 y la Tabla 5 para durabilidad. |
| Procedimiento de prueba: | El procedimiento de prueba para durabilidad debe tomarse de las normas nacionales o regionales para la durabilidad de medidores de electricidad. |
| Puntos de prueba obligatorios: | Para la medición inicial y final, el voltaje será U_{nom} , con los siguientes puntos de prueba: I_{tr} , $10 I_{tr}$, y I_{max} a PF = 1. |

7 Evaluación y aprobación de tipos

Una inspección para la evaluación de tipo determinará si un medidor cumple con todos los requisitos de la sección 3 y si la documentación presentada por el fabricante cumple con los requisitos de la sección 4.1. Se considerará que un medidor ha pasado la inspección de aprobación de tipo únicamente si los resultados de todas las pruebas de tipo cumplen con los requisitos dados en la sección 3. La incertidumbre de medición será lo suficientemente pequeña como para permitir una clara discriminación entre un resultado de aprobado y un resultado de reprobado. En particular, las pruebas descritas en la sección 6.2 deben resultar en una incertidumbre menor que un quinto del error máximo permitido establecido para el punto de prueba, al menos que la descripción de la prueba relevante indique lo contrario.

El alcance de las pruebas realizadas y las severidades de prueba utilizadas será consistente con las especificaciones del fabricante y con los requisitos de la sección 3.

8 Verificación

8.1 General

La verificación se puede llevar a cabo individual o estadísticamente. En todos los casos, los medidores deben cumplir con los requisitos de esta Recomendación. Según se menciona en 3.3.3, las autoridades nacionales podrán especificar los errores máximos permitidos base para la verificación subsiguiente y las inspecciones del servicio. El siguiente programa mínimo aplica a la verificación inicial de los medidores, ya sea que sean verificados individual o estadísticamente, y a la re-verificación de los medidores que hayan sido reparados o cambiados de otro modo. El programa se puede modificar o reducir para la re-verificación individual o estadística de medidores que no hayan sido reparados o cambiados.

Los requisitos exactos de verificación e inspección en servicio serán especificados por la autoridad nacional.

8.2 Pruebas

8.2.1 Estado de calibración

Verificar que el sistema de prueba utilizado tenga suficiente exactitud para verificar los medidores siendo probados y que la calificación sea válida.

8.2.2 Prueba de cumplimiento

Verificar que el instrumento sea fabricado de conformidad con la documentación de aprobación de tipo.

8.2.3 Calentamiento

Puede ser necesario calentar el medidor antes de su pleno funcionamiento. La longitud del periodo de calentamiento depende del tipo de instrumento y se determinará con anticipación. Durante la prueba del error intrínseco inicial, se debe estabilizar el medidor a cada nivel de corriente antes de realizar mediciones durante un periodo no mayor a 5 minutos, a ser especificado por el fabricante. El orden de los puntos de prueba será de la corriente más baja a la corriente más alta, y luego de la corriente más alta a la corriente más baja. Para cada punto de prueba, el error resultante será la media de estas mediciones. Para I_{\max} el tiempo máximo de medición será de 10 minutos, incluyendo el tiempo de estabilización.

8.2.4 Programa de pruebas mínimas

El programa mínimo consiste en:

- Verificación sin carga;
- Verificación de corriente inicial;
- Dependencia de corriente;
- Verificación del registro.

8.2.4.1 Verificación sin carga

Para esta prueba no habrá corriente en el circuito de corriente. La prueba se realizará a U_{nom} .

Para medidores con una salida de prueba, la salida del medidor no producirá más de un pulso. Para medidores electromecánicos, el rotor del medidor no dará una revolución completa.

El periodo mínimo de prueba Δt será el indicado en 6.2.4.

Un medidor con más de un modo de conexión debe ser probado en todos los modos. No obstante, si la prueba se realiza *in situ* sobre un medidor instalado, solo el modo de conexión de corriente debe ser probado.

Para medidores operados por transformador con registros nominales primarios, donde el valor de k (y posiblemente U_{nom}) son dados como valores laterales primarios, la constante k (y U_{nom}) debe recalcularse para que corresponda a un valor lateral secundario (de voltaje y corriente).

8.2.4.2 Verificación de corriente inicial

La prueba se realiza a I_{st} y al factor de unidad de potencia.

Para la verificación inicial de los medidores producidos de un proceso de operación continua que resulte en un número grande de unidades idénticas, es suficiente registrar la curva de error de I_{st} a I_{min} en un conjunto de prueba cada 3 meses para el tipo de medidor relevante.

Para la verificación inicial de los medidores producidos por otros medios, será suficiente si se observa el medidor operar continuamente cuando se aplica la corriente inicial (refiérase al procedimiento de prueba en 6.2.3).

Un medidor con más de un modo de conexión debe ser probado en todos los modos. No obstante, si la prueba se realiza *in situ* sobre un medidor instalado, solo el modo de conexión actual debe ser probado.

8.2.4.3 Dependencia de corriente

Los medidores deben cumplir con los requisitos de exactitud de la Tabla 2. Como mínimo, los mismos deben ser verificados a las siguientes corrientes:

- I_{min} , PF = 1;
- I_{tr} , PF = 1;
- I_{tr} , PF = 0,5 inductivo;
- $10 I_{tr}$, PF = 1;
- $10 I_{tr}$, PF = 0,5 inductivo;
- I_{max} , PF = 1;
- I_{max} , PF = 0,5 inductivo.

En el caso de medidores de tres fases con un modo de conexión alternativo de una fase o que estén siendo utilizados como medidores de dos fases, la prueba de carga de una carga se realizará por separado para cada fase a:

- $10 I_{tr}$, PF = 1;
- $y \cdot 10 I_{tr}$, PF = 0,5 inductivo

Para medidores con modos de conexión alternativos, tales como conexión de una fase para medidores polifásicos o medidores siendo utilizados como medidores de dos fases, esta prueba se llevará a cabo por separado para modo de conexión.

8.2.4.4 Verificación del registro

Si las salidas (pulsos) de prueba son utilizadas para las pruebas de requisitos de exactitud, se debe realizar una prueba para garantizar que la relación entre el registro de energía básico y la salida de prueba relevante cumple con las indicaciones del fabricante.

La prueba debe realizarse pasando una cantidad de energía E por el medidor, donde $E \geq E_{\min}$, según se indica en 6.2.5.

La energía que pasa por el medidor será calculada utilizando el número de pulsos de la salida de prueba; se determinará la diferencia relativa entre esta energía y la energía registrada. Esta diferencia relativa no debe ser mayor que un décimo del error máximo permitido base. Esta prueba se realizará a una única corriente arbitraria $I \geq I_{tr}$.

8.2.5 Sellamiento

Si el medidor no tiene sellos (ya sea porque aún no se han aplicado o porque fueron removidos durante las pruebas de verificación), el medidor será sellado de conformidad con los requisitos especificados por las autoridades nacionales.

8.3 Condiciones de referencia para las verificaciones iniciales y subsiguientes en un laboratorio

Las condiciones de referencia y las condiciones de carga para las verificaciones iniciales y subsiguientes en un laboratorio se dan en las Tablas 16 y 17. Las autoridades nacionales podrán especificar tolerancias más estrictas.

Tabla 16 Condiciones de referencia y sus tolerancias para las verificaciones iniciales y subsiguientes

| Cantidad | Condiciones de referencia | Tolerancia |
|--|---|-------------------------|
| Voltaje(s) | U_{nom} | $\pm 2 \%$ |
| Temperatura ambiente | 23 °C | $\pm 5 \text{ °C}$ |
| Frecuencia | f_{nom} | $\pm 0,5 \%$ |
| Forma de onda | Sinusoidal | $d \leq 2 \%$ |
| Inducción magnética de origen externo a frecuencia de referencia | 0 T | $B \leq 0.1 \text{ mT}$ |
| Campos electromagnéticos de radiofrecuencia 30 kHz - 6 GHz | 0 V/m | $< 2 \text{ V/m}$ |
| Posición operativa para instrumentos sensibles a la posición | Montaje según lo indicado por el fabricante | $\pm 3,0^\circ$ |
| Secuencia de fase para medidores polifásicos | L1, L2, L3 | - |

| | | |
|---------------------|--|---------------------------|
| Equilibrio de carga | La misma corriente en todos los circuitos de corriente | $\pm 5\%$ y $\pm 5^\circ$ |
|---------------------|--|---------------------------|

Tabla 17 Condiciones de carga y sus tolerancias en las pruebas para las verificaciones iniciales y subsiguientes

| | | |
|--------------------|---|---|
| Corriente(s) | Rango de corriente del dispositivo siendo probado | Clase A, B: $\pm 10\%$ Clase C, D: $\pm 10\%$ |
| Factor de potencia | Rango de potencia del dispositivo siendo probado | Diferencia de fase de corriente a voltaje $\pm 5^\circ$ |

8.4 Requisitos adicionales para verificaciones estadísticas

Esta sección contiene requisitos adicionales para la verificación en una base estadística.

Nota: Las autoridades determinarán si el uso de métodos estadísticos está permitido.

8.4.1 Lote

Un lote consiste de medidores con características homogéneas. Todos los medidores que conforman un lote deben ser del mismo tipo de aprobación de tipo y tendrán el mismo año de fabricación.

8.4.2 Muestras

Se elegirán muestras aleatorias de un lote.

8.4.3 Pruebas estadísticas

El control estadístico se basará en atributo. El sistema de muestreo debe garantizar:

- Un Nivel de Aceptación de Calidad (AQL) no mayor al 1%; y
- Una Calidad Limitante (LQ) no mayor al 7%.

El AQL es el porcentaje máximo de artículos que no cumplen en un lote en el cual, el lote tiene una probabilidad del 95% de ser aceptado.

El LQ es el porcentaje de artículos que no cumplen en un lote en el cual, el lote tiene una probabilidad máxima del 5% de ser aceptado.

Nota: Estos requisitos permiten una libertad sustancial en el programa de verificación. A continuación se dan ejemplos con base en un lote de 1000 medidores.

| | | | | |
|--|----|----|-----|-------|
| Número de medidores probados | 40 | 70 | 100 | 1 000 |
| Máximo número de medidores que no cumplen. | 0 | 1 | 2 | 10 |

8.5 Requisitos adicionales para inspecciones estadísticas en servicio

La guía para la inspección en servicio de medidores de servicios públicos está siendo redactada por OIML TC 3/SC 4 [6].

Anexo A Bibliografía

(Informativo)

| Ref | Normas y documentos de referencia | Descripción |
|-----|---|---|
| [1] | OIML D 11 (2004) Requisitos generales para instrumentos electrónicos de medición | Guía para establecer requisitos de prueba de desempeño metrológico apropiados para cantidades de influencia que puedan afectar los instrumentos de medición cubiertos por Recomendaciones Internacionales. |
| [2] | OIML D 31 (2008) Requisitos generales para instrumentos de medición controlados | Guía para establecer requisitos apropiados para las funciones relacionadas con software en instrumentos de medición cubiertos por Recomendaciones de la OIML. |
| [3] | OIML V 2-200 (2012) Vocabulario Internacional de Metrología – Conceptos Básicos y Generales y Términos Asociados (VIM) | Vocabulario, elaborado por un grupo de trabajo conjunto conformado por expertos nombrados por BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP y la OIML. |
| [4] | OIML V 1 (2000) Vocabulario internacional de términos de metrología legal (VIML). | EL VIML solo incluye los conceptos utilizados en el campo de la metrología legal. Estos conceptos se refieren a las actividades del servicio de metrología legal, los documentos legales, así como otros problemas relacionados con esta actividad. Este vocabulario también incluye ciertos conceptos generales que han sido tomados del VIM. |
| [5] | OIML G 1-100 (2008), (GUM) Evaluación de los datos de medición - Guía para la expresión de incertidumbre en mediciones. | Esta Guía establece las reglas generales para evaluar y expresar la incertidumbre en la medición que están diseñadas para ser aplicables a una amplia variedad de mediciones. |
| [6] | OIML TC 3/SC 4, 3 ^{er} borrador del comité, 13 de julio de 2010 Monitoreo de medidores de servicios públicos en servicio con base en las inspecciones de muestras. | Este es un borrador de un Documento de la OIML que se relaciona con el método y el procedimiento según el cual el periodo de validez de la verificación de los medidores de servicios públicos que forman parte de un lote se extiende si la exactitud de los medidores se ha probado mediante inspecciones a muestras antes del vencimiento del periodo de validez de la verificación. |
| [7] | IEC 60060-1 ed 3.0 (2010) Técnicas de Prueba de Alto Voltaje. Parte 1: Definiciones Generales y Requisitos de Prueba | Esta parte de IEC 60060 aplica a: <ul style="list-style-type: none"> – pruebas dieléctricas con voltaje directo; – pruebas dieléctricas con voltaje alterno; |

| | | |
|------|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - pruebas dieléctricas con voltaje de impulso; - pruebas dieléctricas con combinaciones de las anteriores. |
| [8] | IEC 60068-2-1 (2007) Pruebas ambientales. Parte 2: Pruebas. Prueba A: Frío | <p>Esta parte de IEC 60068 se refiere a pruebas de frío aplicables tanto a ejemplares que no disipan el calor como a ejemplares que sí lo disipan.</p> <p>El propósito de la prueba de frío se limita a determinar la capacidad de componentes, equipos u otros artículos para ser utilizados, transportados o almacenados a temperaturas bajas. Las pruebas de frío mencionadas en esta Norma no permite la capacidad de los ejemplares a soportar u operar durante las variaciones de temperatura a ser evaluadas. En este caso, es necesario utilizar IEC 60068-2-14.</p> |
| [9] | IEC 60068-2-2 (2007) Pruebas ambientales. Parte 2: Pruebas. | Esta parte de IEC 60068 se refiere a pruebas de calor seco aplicables tanto a ejemplares que no disipan el calor como a ejemplares que sí lo disipan. |
| | Prueba B: Calor seco | <p>El propósito de la prueba de calor seco se limita a determinar la capacidad de componentes, equipos u otros artículos para ser utilizados, transportados o almacenados a temperaturas altas.</p> <p>Estas pruebas de calor seco no permiten la capacidad de los ejemplares a soportar u operar durante las variaciones de temperatura a ser evaluadas. En este caso, es necesario utilizar IEC 60068-2-14. Prueba N: Cambio de temperatura.</p> |
| [10] | IEC 60068-2-18 (2000) Pruebas ambientales. Parte 2 - Prueba R y guía: Agua | Ofrece métodos de prueba aplicables a productos que, durante su transporte, almacenamiento u operación, pueden estar sometidos a gotas que caen, impactos de agua o inmersión. El principal propósito de las pruebas de agua es verificar la capacidad de las carcasas, cubiertas y sellos de mantener los componentes u equipos funcionando correctamente después de y, cuando sea necesario, bajo un campo de gotas o de inmersión en agua estandarizado. |
| [11] | IEC 60068-2-27 Ed. 4.0 (2008) Pruebas ambientales - Parte 2-27: Pruebas - Pruebas Ea y guía: Choques | Presenta un procedimiento estándar para determinar la capacidad del ejemplar de resistir severidades especificadas de choques repetitivos y no repetitivos. El propósito de esta prueba es revelar debilidades y/o degradación mecánica en el desempeño especificado, o daños o degradación acumulada causada por choques. |

| | | |
|------|--|--|
| [12] | IEC 60068-2-30 (2005) Pruebas ambientales. Parte 2-30: Pruebas. Prueba Db: Calor húmedo, cíclico (Ciclo de 12+12-horas) | Determina la aptitud de los componentes, equipos y otros artículos para su uso y/o almacenamiento bajo condiciones de alta humedad cuando se les combina con cambios cíclicos de temperatura. |
| [13] | IEC 60068-2-47 (2005) Pruebas ambientales - Parte 2-47: Prueba - montaje de ejemplares para pruebas de vibración, impacto y pruebas dinámicas similares. | Suministra métodos de componentes de montaje y requisitos de montaje para equipos y otros artículos, para las familias de pruebas dinámicas en IEC 60068-2, es decir, impacto (Prueba E), vibración (Prueba F) y aceleración, estado estable (prueba G). |
| [14] | IEC 60068-2-64 (2008) Pruebas ambientales - Parte 2: Métodos de prueba - Prueba Fh: Vibración, ancho de banda aleatorio (control digital) y guía. | Determina la capacidad de resistir severidades específicas de vibración aleatoria de ancho de banda. Aplica a especímenes que puedan estar sujetos a vibración de naturaleza estocástica por los entornos operativos o de transporte, por ejemplo una aeronave, vehículos espaciales y vehículos terrestres. Tiene el estado de publicación de seguridad pública según IEC Guía 104. |
| [15] | IEC 60068-2-78 (2001) Pruebas ambientales - Parte 2-78: Pruebas - Prueba Cab: Calor húmedo, estado continuo | Ofrece un método de prueba para determinar la aptitud de productos, componentes o equipos electrotécnicos para su transporte, almacenamiento o uso bajo condiciones de alta humedad. Esta prueba está diseñada principalmente para permitir la observación del efecto de alta humedad a temperatura constante sin condensación en el ejemplar durante un periodo determinado. |
| [16] | IEC 60068-3-1 Ed 2.0 (2011-08) Pruebas ambientales - Parte 3-1: Documentación de soporte y guía - pruebas de frío y calor seco | Da información general para la Prueba A: Frío (IEC 68-2-1), y la Prueba B: Calor seco (IEC 68-2-2). Incluye apéndices sobre el efecto de: tamaño de la cámara en la temperatura superficial de un ejemplar cuando no se utiliza circulación forzada de aire; flujo de aire bajo las condiciones de la cámara; sobre las temperaturas superficiales de los ejemplares; dimensiones y material de las terminaciones de cable sobre la temperatura superficial de un componente; mediciones de temperatura, velocidad el aire y coeficiente de emisión. |

| | | |
|------|---|---|
| [17] | IEC 60068-3-4 (2001) Pruebas ambientales. Parte 3-4, Documentación de soporte y guías - pruebas de calor húmedo | Ofrece la información necesaria para ayudar en la preparación de las especificaciones relevantes tales como normas para componentes o equipos, con el fin de seleccionar pruebas apropiadas y severidades de prueba para productos específicos y, en algunos casos, tipos específicos de aplicación. El propósito de las pruebas de calor húmedo es determinar la capacidad de los productos para resistir las tensiones que ocurren en un entorno con una humedad relativa alta, con o sin condensación, y con consideración especial a las variaciones en las características Eléctricas y mecánicas. Las pruebas de calor húmedo también podrán ser usadas para verificar la resistencia de un ejemplar a algunas formas de corrosión. |
| [18] | IEC 60512-14-7 (1997) Componente electromecánicos de equipos electrónicos - Procedimientos básicos de prueba y métodos de medición - Parte 14: Pruebas de sellamiento - Sección 7: Prueba 14g: Impacto de agua | Define el método estándar de prueba para evaluar los efectos de impactos de agua o un líquido específico sobre dispositivos de conexión eléctrica. |
| [19] | IEC 60529 (2001), Corrigenda IEC 60529-cor1 (2003), IEC 60529-cor2 (2007) y IEC 60529 Corr.3 (200910) Grados de protección suministrados por carcasas (Código IP). | Aplica a la clasificación de grados de protección suministrados por carcasas para equipos eléctricos con un voltaje nominal que no supere 72,5 kV. Tiene el estado de publicación de seguridad pública según IEC Guía 104. |
| [20] | IEC 61000-4-1 (2006) Compatibilidad electromagnética (EMC) - Parte 4-1: Técnicas de prueba y medición - Resumen de IEC Serie 610004. | Da ayuda en la aplicación a usuarios y fabricantes de equipos eléctricos y electrónicos sobre las normas EMC dentro de la serie IEC 61000-4 sobre técnicas de prueba y medición. Suministra recomendaciones generales respecto a la elección de las pruebas relevantes. |
| [21] | IEC 61000-4-2 (2008) Compatibilidad electromagnética (EMC) - Parte 4-2: Técnicas de prueba y medición - Prueba de inmunidad electroestática. | Se relaciona con los requisitos de inmunidad y métodos de prueba para equipos eléctricos y electrónicos sujetos a descargas de electricidad estática, directamente de los operadores y de objetos adyacentes. Adicionalmente define los rangos de los niveles de prueba que se relacionan con las diferentes condiciones ambientales y de instalación y establece los procedimientos de prueba. El propósito de esta norma es establecer una base común y reproducible para evaluar el desempeño de equipos eléctricos y electrónicos cuando se someten a descargas electroestáticas. Adicionalmente, incluye descargas electroestáticas que puedan ocurrir del personal a objetos cercanos a equipos críticos. |

| | | |
|------|---|--|
| [22] | IEC 61000-4-3 (2010). Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 4-3: Técnicas de prueba y medición - Prueba de inmunidad radiada de radiofrecuencia en campo electromagnético. | Aplica a la inmunidad de equipos eléctricos y electrónicos a energía electromagnética radiada. Establece niveles de prueba y los procedimientos de prueba requeridos. Establece una referencia común para evaluar el desempeño de equipos eléctricos y electrónicos cuando se someten a campos electromagnéticos de radiofrecuencia. |
| [23] | IEC 61000-4-4 (2012) Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 4-4: Técnicas de prueba y medición - Pruebas de inmunidad eléctrica a transitorios rápidos/picos. | Establece una referencia común y reproducible para evaluar la inmunidad de equipos eléctricos y electrónicos cuando se someten a transitorios rápidos/picos eléctricos en los puertos de suministro, señal, control y conexión a tierra. El método de prueba documentado en esta parte de IEC 61000-4 describe un método consistente para evaluar la inmunidad de un equipo o sistema en contra de un fenómeno definido. |
| [24] | IEC 61000-4-5 (2005), corr. 1 (200910) Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 4-5: Técnicas de prueba y medición - Prueba de inmunidad contra picos. | Se relaciona con los requisitos de inmunidad, métodos de prueba y rango de niveles de prueba recomendado para equipos con picos unidireccionales causados por sobretensiones por transitorios relámpago y de interrupción. Se definen varios niveles de prueba que se relacionan con diferentes entornos y condiciones de instalación. Estos requisitos se desarrollan para y son aplicable a equipos eléctricos y electrónicos. Establece una referencia común para evaluar el desempeño del equipo cuando se somete a perturbaciones de alta energía en las líneas de energía e interconexión. |
| [25] | IEC 61000-4-6 (2008) Compatibilidad electromagnética (EMC) - Parte 4-6: Técnicas de prueba y medición - Inmunidad contra perturbaciones conducidas, inducidas por campos de radiofrecuencia. | Se relaciona con los requisitos de inmunidad conducida de equipos eléctricos y electrónicos contra perturbaciones electromagnéticas que vienen de transmisores de radiofrecuencia (RF) dedicados en el rango de frecuencia de 9 kHz - 80 MHz. Los equipos que no tengan al menos un cable conductor (como el suministro de energía, la línea de señal o la conexión a tierra), que puedan acoplar el equipo a los campos de RF perturbadores quedan excluidos. |
| [26] | IEC 61000-4-8, Ed. 2.0 (2009-09) Compatibilidad electromagnética (EMC) - Parte 4-8: Técnicas de prueba y medición - prueba de inmunidad a campos magnéticos de frecuencia de energía. | Se relaciona con los requisitos de inmunidad, únicamente bajo condiciones operativas, contra perturbaciones magnéticas a frecuencia de energía en relación con: <ul style="list-style-type: none"> - ubicaciones residenciales y comerciales; - instalaciones industriales y plantas de energía; y - subestaciones de medio y alto voltaje. |

| | | |
|------|--|--|
| [27] | IEC 61000-4-11 (2004) Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 4-11: Técnicas de prueba y medición -: Pruebas de inmunidad contra caídas de voltaje, interrupciones cortas y variaciones de voltaje | Define los métodos de prueba de inmunidad y el rango de prueba preferido para los equipos eléctricos y electrónicos conectados a redes de suministro de energía de bajo voltaje para caídas de voltaje, interrupciones cortas y variaciones de voltaje. Esta norma aplica a equipos eléctricos y electrónicos que tengan una corriente nominal de entrada que no supera los 16 A por fase, para su conexión a redes AC de 50 Hz o 60 Hz. |
| [28] | IEC 61000-4-12 (2006) Compatibilidad electromagnética (EMC) - Parte 4-12: Técnicas de prueba y medición - Prueba de inmunidad contra la onda del anillo | Se relaciona con los requisitos de inmunidad y métodos de pruebas para equipos eléctricos y electrónicos, bajo condiciones operativas, a transitorios oscilatorios amortiguados no repetitivos (ondas de anillo) que ocurren en las líneas de energía, control y señal de bajo voltaje suministradas por las redes públicas y no públicas. |
| [29] | IEC 61000-6-1(2005) Compatibilidad electromagnética (EMC) - Parte 6-1: Normas genéricas - Inmunidad para entornos residenciales, comerciales y de pequeña industria. | Define los requisitos de prueba de inmunidad en relación con perturbaciones continuas y transitorias, conducidas y radiadas, incluyendo descargas electrostáticas, para aparatos eléctricos y electrónicos diseñados para su uso en un entorno residencial, comercial y de pequeña industria, y para el cual no existe una norma dedicada de producto o familia de productos. Los requisitos de inmunidad para el rango de frecuencia 0 kHz - 400 Ghz están cubiertos y se especifican para cada puerto considerado. Esta norma aplica a aparatos diseñados para estar directamente conectados a una red eléctrica pública de bajo voltaje o a una fuente DC dedicada que esté diseñada para servir como interfaz entre el aparato y la red eléctrica pública de bajo voltaje. |

| | | |
|------|--|--|
| [30] | IEC 61000-6-2 (2005) Compatibilidad electromagnética (EMC) - Parte 6-2: Normas genéricas - Inmunidad para entornos industriales | <p>Aplica a aparatos eléctricos y electrónicos diseñados para su uso en entornos industriales, para los cuales no existe una norma de inmunidad de producto o familia de productos. Los requisitos de inmunidad en el rango de frecuencia 0 Hz - 400 Ghz están cubiertos en relación a perturbaciones continuas y transitorias, conducidas y radiadas, incluyendo descargas electroestáticas.</p> <p>Prueba.</p> <p>Los requisitos se especifican para cada puerto considerado. Los aparatos diseñados para uso en ubicaciones industriales se caracterizan por la existencia de uno o más de los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - una red de energía alimentada por un transformador de energía de medio o alto voltaje dedicado para el suministro de una instalación que energiza una planta de fabricación o similar; - aparatos industriales, científicos y médicos (ISM); - cargas pesadas inductivas o capacitivas que se cambian con frecuencia; - corrientes y campos magnéticos asociados que son altos. |
| [31] | IEC 62052-11 (2003) Equipos de medición de electricidad (AC) - requisitos generales, pruebas y condiciones de pruebas - Parte 11: Equipos de medición | Pruebas a los tipos de cubierta para equipos de medición de electricidad para aplicación en interiores y exteriores y para equipos recientemente fabricados diseñados para medir la energía eléctrica en redes de 50 Hz o 60 Hz, con un voltaje de hasta 600 V. Aplica a medidores electromecánico o estáticos para aplicación en interiores y exteriores que consisten de un elemento de medición y registros, agrupados en una carcasa de medidor. También aplica a indicadores de operación y salidas de prueba. |
| [32] | IEC 62053-52 (2005) Equipos de medición de electricidad (AC) - Requisitos particulares - Parte 52: Símbolos | Aplica a los símbolos gráficos y de letras diseñados para marcar e identificar la función de medidores de electricidad de AC electromecánicos o estáticos y sus dispositivos auxiliares. Los símbolos mencionados en esta norma se marcaran en la placa del nombre, placa de marcas, etiquetas o accesorios externos, o se mostraran en la pantalla del medidor, según sea apropiado. |
| [33] | IEC 62054-21 (2005) Medición de electricidad (AC) - Control de tarifas y carga - Parte 21: Requisitos particulares para interruptores de tiempo | Especifica requisitos particulares para interruptores de tiempo recientemente fabricados con reserva de operación que se utilizan para controlar cargas eléctricas, registros multitarifa y dispositivos de demanda máxima de equipos de medición de electricidad. |

| | | |
|------|---|---|
| [34] | ISO 4892-3 Plásticos - Métodos de exposición para fuentes ligeras de laboratorio - Parte 3: Lámparas UV fluorescentes | Especifica métodos para exponer ejemplares a radiación UV fluorescente y a agua en aparatos diseñados para reproducir los efectos del desgaste que ocurre cuando los materiales están expuestos, en entornos reales de uso final, a la luz del día o a la luz del día a través del vidrio de una ventana. |
|------|---|---|

Anexo B Estimación de errores combinados (Informativo)

B.1 Estimación del error máximo permitido combinado con base en los requisitos de esta Recomendación

Esta recomendación permite un error máximo permitido base, más un cambio en el error causado por las cantidades de influencia. El error real de un medidor que cumple cuando se utiliza, por lo tanto, excedería el error máximo permitido base. Hay una necesidad de estimar el error máximo permitido promedio que indica el error más grande que se podría atribuir razonablemente a un tipo de medidor que cumple con esta Recomendación. Esto implica estimar los errores de medición de un medidor arbitrario dentro de las condiciones nominales de operación.

Sin embargo, añadir algebraicamente el error máximo permitido base y todos los cambios en el error daría un estimado demasiado pesimista de la incertidumbre de medición por dos motivos. Para un conjunto arbitrario de valores de factor de influencia, algunos de los cambios en el error serían bajos y otros probablemente tendrían signos positivos, tendiendo a cancelarse entre sí. Adicionalmente, el medidor de electricidad es un dispositivo integrador; por lo tanto, los errores causados por las cantidades de influencia se promediarían hasta cierto punto, dado que los valores de los factores de influencia cambian con el tiempo.

Si hacemos las siguientes suposiciones:

- el efecto integrador se puede ignorar,
- ninguno de los efectos de los factores de influencia están correlacionados;
- es más probable que los valores de las cantidades de influencia estén cerca de los valores de referencia que de los límites de las condiciones nominales de operación,
- las cantidades de influencia y los efectos de los factores de influencia pueden ser tratados como distribuciones Gaussianas, y por lo tanto un valor de la mitad del cambio en el error máximo permitido puede ser utilizada para la incertidumbre estándar.

Entonces, el error máximo permitido combinado (asumiendo un factor de cobertura de dos, correspondiente a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%) se puede estimar utilizando la fórmula ⁽¹⁾:

$$v = 2 \sqrt{v_{base}^2 + v_{voltage}^2 + v_{frecuencia}^2 + v_{unbalance}^2 + v_{armónico}^2 + v_{temperatura}^2}$$
Donde:

v_{base} es el error máximo permitido;

$v_{voltage}$ es el cambio en el error máximo permitido para variación de voltaje;

$v_{frecuencia}$ es el cambio en el error máximo permitido para variación de frecuencia;

$v_{Desequilibrio}$ es el cambio en el error máximo permitido para variación de desequilibrio;

$v_{armónicos}$ es el cambio en el error máximo permitido para variación en el contenido armónico; $v_{temperatura}$ es el cambio en el error máximo permitido para variación en la temperatura.

Nota (1): Esto está en línea con ISO Guía para la expresión de la incertidumbre de medición (GUM).

B.2 Estimación del error combinado con base en los resultados de la prueba de tipo y en condiciones específicas

B.2.1 Método 1

El error máximo combinado de un tipo de medidor en particular también se puede estimar utilizando los resultados de la prueba de tipo. Por lo general, los resultados de la prueba de tipo muestran una variación más pequeña que la requerida por esta Recomendación, llevando a un valor menor garantizado para el error máximo promedio.

Manteniendo la suposición de que una distribución Gaussiana es válida, el error máximo combinado se puede estimar con una combinación de resultados de prueba utilizando la formula ⁽³⁾:

$$e_{c(p,i)} = \sqrt{(e^2(PF_p, I_i) + \delta e_{p,i}^2(T) + \delta e_{p,i}^2(U) + \delta e_{p,i}^2(f))}$$

Donde:

Para cada corriente I_i y cada factor de potencia PF_p

- $e(PF_p, I_i)$ es el error intrínseco del medidor, medido en el curso de las pruebas, a una corriente I_i y factor de potencia PF_p ;
- $e_{p,i}(T)$, $\delta e_{p,i}(U)$, $\delta e_{p,i}(f)$ son los errores máximos adicionales, medidos en el curso de las pruebas, cuando la temperatura, el voltaje y la frecuencia varían respectivamente en todo el rango especificado en las condiciones nominales de operación, a una corriente I_i y factor de potencia PF_p

B.2.2 Método 2

Cuando se asume que una distribución Gaussiana ya no es válida, en vez se puede asumir una distribución rectangular para los efectos de los factores de influencia.

Por lo tanto, el error máximo combinado se puede estimar con una combinación de resultados de prueba utilizando la formula ⁽³⁾:

$$e_c = 2 * \sqrt{\frac{e_{base}^2}{3} + \frac{e_{voltaje}^2}{3} + \frac{e_{frecuencia}^2}{3} + \frac{e_{desequilibrio}^2}{3} + \frac{e_{armónico}^2}{3} + \frac{e_{temperatura}^2}{3}}$$

Donde:

e_{base} es el error máximo obtenido en la prueba del error máximo base, teniendo en cuenta la incertidumbre de medición para la prueba de tipo ⁽²⁾;

e_{voltaje} es el error máximo obtenido en la prueba de variación en el voltaje, teniendo en cuenta la incertidumbre de medición para la prueba de tipo(2);

$e_{\text{frecuencia}}$ es el error máximo obtenido en la prueba de variación en la frecuencia, teniendo en cuenta la incertidumbre de medición para la prueba de tipo(2);

$e_{\text{desequilibrio}}$ es el error máximo obtenido en la prueba de variación en el desequilibrio, teniendo en cuenta la incertidumbre de medición para la prueba de tipo(2);

$e_{\text{armónicos}}$ es el error máximo obtenido en la prueba de variación en el contenido armónico, teniendo en cuenta la incertidumbre de medición para la prueba de tipo(2);

$e_{\text{temperatura}}$ es el error máximo obtenido en la prueba de variación en la temperatura, teniendo en cuenta la incertidumbre de medición para la prueba de tipo(2);

Nota (2): La incertidumbre en la medición se debe incluir en cada componente e_i del error promedio. Dado que un término es un valor conocido y el otro es una incertidumbre, no se pueden tratar como dos distribuciones estadísticas no correlacionadas, y por lo tanto se deben sumar algebraicamente.

Nota (3): Las autoridades nacionales o regionales pueden elegir los componentes que contribuyen al error combinado y deben incluir al menos: e_{base} , $e_{\text{frecuencia}}$, $e_{\text{temperatura}}$ and e_{voltaje} .

Los efectos de las correlaciones entre factores como los perfiles de carga y la variación en la temperatura ambiente en la exactitud de un medidor no se han incluido en los cálculos anteriores, pero se pueden modelar en situaciones en las que sea apropiado.

Anexo C Asuntos legislativos

(Informativo)

C.1 Consideraciones legislativas

No sería práctico desarrollar esta Recomendación para ajustarse a cada una de la gran variedad de situaciones y aplicaciones de medidores que existen en todo el mundo. Por lo tanto, es inevitable que algunos de los asuntos tengan que ser tratados por las autoridades nacionales o a nivel regional.

Una forma en la que esta Recomendación pretende suministrar un equilibrio apropiado entre flexibilidad y uniformidad, es ofreciendo opciones para una serie de condiciones, tales como:

- a) Voltaje nominal;
- b) Frecuencia nominal;
- c) Temperatura nominal;
- d) Nivel de protección contra agua y humedad;
- e) Nivel de protección contra voltaje de impulso;
- f) Manejo de la dirección de flujo de energía.

Cabe aclarar que, en algunos países o regiones, la legislación local también puede incluir requisitos específicos respecto a asuntos como:

- g) Interfaz eléctrica;
- h) Interfaz mecánica y cubierta.

También cabe aclarar que, si bien la corriente máxima por lo general se especifica en las características de instalación, el valor de la corriente transicional y/o la relación entre la corriente máxima y la corriente transicional es importante para el cliente final con bajo consumo de energía, dado que estos clientes podrían experimentar mayores errores relativos de medición si la corriente de carga es menor que la corriente transicional durante un largo periodo de tiempo. Por lo tanto, se recomienda que los valores de I_{tr} y I_{max} se elijan de los mostrados en la Tabla 18.

Tabla 18 Rangos de corriente preferidos

| Tipo de conexión del medidor | Valores preferidos para I_{tr} y I_{max} (Amperios) | Otros valores para para I_{tr} y I_{max} (Amperios) |
|---|---|---|
| Conexión directa | Valores estándar de I_{tr} : 0,125, 0,25, 0,5, 1, 2, 3. Valores estándar de I_{max} : 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 200, 320 | Otros valores de I_{tr} : 0,75, 1,5, 2,5, 4, 5 Otros valores de I_{max} : 30, 50, 160. |
| Conexión por un transformador de corriente: | Valores estándar de I_{tr} : 0,05, 0,1, 0,25 Valores estándar de I_{max} : 1,2, 1,5, 2, 2,4, 3, 4, 6, 7,5, 10, 20 | Otros valores de I_{tr} : 0,125 Otros valores de I_{max} : 3,75, 5. |

Nota 1: El rango de corriente de medidores operados por transformador debe ser compatible con el rango de corriente de los transformadores de corriente.

Nota 2: El legislador podrá establecer el valor máximo permitido de I_{tr} , establecer un rango mínimo de corriente o una relación mínima entre I_{max} y I_{tr} . Estos pueden ser establecidos como valores absolutos o valores basados en la demanda de energía típica de ciertos tipos de consumidores, etc.

C.1.1 Elección de clase de exactitud

Se deben utilizar medidores más precisos al medir grandes flujos de electricidad con el fin de minimizar el impacto económico de errores inevitables en la medición. Si bien los medidores de clase A pueden ser aceptables para situaciones de bajo consumo de energía, se deben utilizar índices de mayor clase cuando se trate de tasas más altas de consumo de energía.

La exactitud del medidor será independiente de las características de la red eléctrica para la mayoría de modos de conexión; sin embargo, puede haber una necesidad de evaluar la influencia de las características de la red, especialmente para medidores con índices de mayor clase, en casos en los que hay suposiciones subyacentes de simetría de la red y/o falta de corriente de fuga. Es posible que las contribuciones al error general del medidor debido a las características de la red en dichas situaciones sean mayores que las contribuciones del medidor mismo, especialmente a una exactitud mayor; por lo tanto, podría ser apropiado limitar el uso de los modos de conexión de este tipo.

C.1.2 Asuntos no cubiertos por el alcance de esta Recomendación

Esta recomendación se limita a describir los requisitos metrológicos relevantes de un medidor de electricidad y, por lo tanto, no cubre ciertos aspectos que pueden o deberían ser regulados por la legislación, tales como: a) emisiones de EMC;

- a) Seguridad eléctrica y seguridad personal;
- b) Seguridad de protocolos de comunicación y manejo adicional de resultados de medición.

ESTA ES UNA TRADUCCIÓN FIEL Y VERAZ AL IDIOMA ESPAÑOL DE UN DOCUMENTO ESCRITO EN EL IDIOMA INGLÉS REALIZADA EL 27 DE DICIEMBRE DE 2015
CARLOS ALBERTO ARENAS PARÍS
TRADUCTOR E INTÉRPRETE OFICIAL INGLÉS-ESPAÑOL-INGLÉS
CERTIFICADO DE IDONEIDAD PROFESIONAL No. 0414
UNIVERSIDAD NACIONAL - 04 de agosto de 2015
Cédula No. 1.018.419.757 de Bogotá
Email: carenas88@gmail.com