

**SEGUNDA SECCION**  
**PODER EJECUTIVO**  
**COMISION REGULADORA DE ENERGIA**

**ACUERDO de la Comisión Reguladora de Energía que expide la Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-007-CRE-2017, Sistemas de medición de energía eléctrica. Especificaciones y métodos de prueba para medidores multifunción y transformadores de instrumento.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Comisión Reguladora de Energía.

**ACUERDO Núm. A/004/2017**

ACUERDO DE LA COMISIÓN REGULADORA DE ENERGÍA QUE EXPIDE LA NORMA OFICIAL MEXICANA DE EMERGENCIA "NOM-EM-007-CRE-2017, SISTEMAS DE MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA PARA MEDIDORES MULTIFUNCIÓN Y TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO"

**RESULTANDO**

**PRIMERO.** Que la Ley de los Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética (la LORCME) establece, en su artículo 41, fracción III, que la Comisión Reguladora de Energía (la Comisión) tiene la atribución de regular y promover el desarrollo eficiente de las actividades de generación de electricidad, los servicios públicos de transmisión y distribución eléctrica, la transmisión y distribución eléctrica que no forma parte del servicio público y la comercialización de electricidad.

**SEGUNDO.** Que, de igual forma, el artículo 42 de la LORCME establece que la Comisión fomentará el desarrollo eficiente de la industria, promoverá la competencia en el sector, protegerá los intereses de los usuarios, propiciará una adecuada cobertura nacional y atenderá a la confiabilidad, estabilidad y seguridad en el suministro y a la prestación de los servicios.

**TERCERO.** Que la Ley de la Industria Eléctrica (la LIE) establece en su artículo 132, segundo y tercer párrafos que la Comisión: **(i)** expedirá y aplicará la regulación necesaria en materia de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad del Sistema Eléctrico Nacional y **(ii)** supervisará y ejecutará el proceso de estandarización y normalización de las obligaciones en dicha materia.

**CONSIDERANDO**

**PRIMERO.** Que, de conformidad con los artículos 28, párrafo octavo, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 2, fracción III y 43 Ter de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, y 2, fracción II y 3 de la LORCME, la Comisión es una Dependencia del Poder Ejecutivo Federal con autonomía técnica, operativa y de gestión, y con carácter de Órgano Regulador Coordinado en Materia Energética.

**SEGUNDO.** Que, de conformidad con lo establecido en el artículo 22, fracciones I, II, III y XVI, de la LORCME, corresponde a la Comisión **(i)** emitir sus actos con autonomía técnica, operativa y de gestión; **(ii)** expedir, supervisar y vigilar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas aplicables a quienes realicen actividades reguladas en el ámbito de su competencia, y **(iii)** emitir los actos administrativos vinculados con las materias reguladas.

**TERCERO.** Que, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 38, fracciones II y V de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (la LFMN), corresponde a las dependencias, según su ámbito de competencia, expedir normas oficiales mexicanas en las materias relacionadas con sus atribuciones y verificar que los procesos, instalaciones o actividades cumplan con dichas normas.

**CUARTO.** Que, de acuerdo con lo señalado en el artículo 40, fracción IV, de la LFMN, las normas oficiales mexicanas tendrán como finalidad, entre otras, establecer las características y/o especificaciones relacionadas con los instrumentos para medir, los patrones de medida y sus métodos de medición, verificación, calibración y trazabilidad.

**QUINTO.** Que el artículo 48 de la LFMN dispone que, en casos de emergencia, la dependencia competente ordenará que se publique la Norma Oficial Mexicana en el Diario Oficial de la Federación (DOF) con una vigencia máxima de seis meses, y que en ningún caso podrá expedirse más de dos veces la misma norma en los términos de dicho artículo.

**SEXTO.** Que a partir de la publicación de la LIE, la Comisión ha otorgado 21 permisos de Suministro Calificado, los cuales requieren que en su relación comercial con sus clientes exista una medición confiable, eficiente y segura, por medio de instrumentos que estén adecuadamente normalizados por una entidad independiente a los agentes participantes del mercado eléctrico, como parte de la operación confiable, continua y segura del Sistema Eléctrico Nacional.

**SÉPTIMO.** Que la medición, como elemento objetivo de facturación, es fundamental para el adecuado funcionamiento del Mercado Eléctrico, en especial para el mercado de Suministro a Usuarios Calificados. Por ello, requiere de tecnologías de medición cuyas funcionalidades sean acordes con la magnitud del consumo de los diferentes usuarios, en donde la exigencia de las características funcionales de los medidores no propicie costos incrementales que superen los beneficios que los usuarios puedan aprovechar de dichos instrumentos, y que permitan la medición de variables de calidad de la energía a través de nuevas tecnologías inteligentes para propiciar la eficiencia en el consumo de energía eléctrica según las preferencias y perfiles de cada usuario.

**OCTAVO.** Que, para efectos de lo anterior y en apego a lo dispuesto en la fracción IV del artículo 40 de la LFMN, resulta necesario contar una Norma Oficial Mexicana (NOM) que establezca las características y especificaciones mínimas que debe tener los instrumentos de medición y sus sistemas relacionados. Asimismo, esta NOM es necesaria para determinar los métodos de prueba en los parámetros inherentes en la operación del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), considerando cualquier central eléctrica o centro de carga donde se utilicen medidores multifunción.

**NOVENO.** Que las condiciones de emergencia que justifican el ejercicio de la atribución conferida en el artículo 48 de la LFMN, derivan de la necesidad de establecer reglas claras, efectivas y eficientes de operación confiable, continua y segura del Sistema Eléctrico Nacional y evitar daños y perjuicios que pudieran presentarse por no existir una NOM que determine las definiciones, características, especificaciones técnicas y métodos de prueba, así como la revisión, aseguramiento y verificación de los elementos de un sistema de medición. Elementos tales como los medidores, los transformadores de instrumento y sus instalaciones inherentes, entre otros equipos.

**DÉCIMO.** Que, de no contar con esta NOM de Emergencia, existe el riesgo de afectación en la operación del MEM y en el correcto funcionamiento de la industria eléctrica. Lo anterior deriva en riesgos de naturaleza financiera a los participantes del MEM por los costos potenciales que podrían derivar de la subestimación o sobreestimación del consumo de energía eléctrica y servicios conexos. Lo anterior, aunado a que la falta de certeza jurídica en las actividades que realizan los Transportistas y Distribuidores de energía eléctrica puede traer consigo afectaciones a la economía nacional, tales como: elevados costos de entrada, así como afectaciones a la competencia y a la libre concurrencia de los mercados.

Por lo anterior, con fundamento en los artículos 28, párrafo octavo, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 2, fracción III y 43 Ter de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 2, fracción II, 3, 4, párrafo primero, 5, 22, fracciones I, II, III y XXVII, 27, 41, fracción III y 42 de la Ley de los Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética; 1, 2, 3, 12, fracciones XXXIX, XL, XLVII, LII y LIII, 18, 26, 33, 37, 46, 126, fracción V, 132, 133 y 134 de la Ley de la Industria Eléctrica; 1, 2, 4, 13, 16, fracciones IX y X y 69 H de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 38, fracciones II, V, VI y IX, 40, fracción IV, 41, 43, 48, 52, 68, 70 y 74 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 38 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1, 17 y 37 del Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica y 1, 2, 3, 6, fracción I, 10, 16, primer párrafo, fracciones I y XI, 17, fracción I y 59, fracciones I y V, del Reglamento Interno de la Comisión Reguladora de Energía.

#### ACUERDA

**PRIMERO.** Se expide la Norma Oficial Mexicana de Emergencia "NOM-EM-007-CRE-2017, Sistemas de medición de energía eléctrica. Especificaciones y métodos de prueba para medidores multifunción y transformadores de instrumento", misma que se anexa al presente y que forma parte integrante como si a la letra se insertare.

**SEGUNDO.** Publíquese la Norma Oficial Mexicana de Emergencia "NOM-EM-007-CRE-2017, Sistemas de medición de energía eléctrica. Especificaciones y métodos de prueba para medidores multifunción y transformadores de instrumento" en el Diario Oficial de la Federación, para que entre en vigor al día siguiente de su publicación.

**TERCERO.** Inscríbese el presente Acuerdo con el número A/004/2017, en el registro al que se refieren los artículos 22, fracción XXVI, inciso a), y 25, fracción X, de la Ley de los Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética y 59, fracción I, del Reglamento Interno de la Comisión Reguladora de Energía.

Ciudad de México, a 16 de febrero de 2017.- El Presidente, **Guillermo Ignacio García Alcocer**.- Rúbrica.- Los Comisionados: **Marcelino Madrigal Martínez, Cecilia Montserrat Ramiro Ximénez, Luis Guillermo Pineda Bernal, Jesús Serrano Landeros, Guillermo Zúñiga Martínez**.- Rúbricas.

**NORMA OFICIAL MEXICANA DE EMERGENCIA NOM-EM-007-CRE-2017, SISTEMAS DE MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA PARA MEDIDORES MULTIFUNCIÓN Y TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO**

La Comisión Reguladora de Energía con fundamento en los artículos 28, párrafo octavo de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 2, fracción III y 43 Ter de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 2, fracción II, 3, 4, párrafo primero, 5, 22, fracciones I, II, III, IV, VIII, IX y XXVII, 27, 41, fracción III y 42 de la Ley de los Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética; 1, 2, 3, 12, fracciones XXXIX, XL, XLVII, LII y LIII, 17, 18, 26, 33, 37, 41, 46, 126, fracción V, 132, 133 y 134 de la Ley de la Industria Eléctrica; 1, 2, 4, 13, 16, fracciones IX y X y 69 H de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 38, fracciones II, V, VI y IX, 40 fracción IV, 41, 43, 48, 52, 68, 70 y 74 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1, 17 y 37 del Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica, y 1, 2, 3, 6, fracción I, 10, 16, primer párrafo, fracciones I y XI, 17, fracción I y 59, fracciones I y V, del Reglamento Interno de la Comisión Reguladora de Energía, expide la siguiente Norma Oficial Mexicana de Emergencia:

**NORMA OFICIAL MEXICANA DE EMERGENCIA NOM-EM-007-CRE-2017, SISTEMAS DE MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA PARA MEDIDORES MULTIFUNCIÓN Y TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO**

**PREFACIO**

En la elaboración de la presente Norma Oficial Mexicana de Emergencia participaron las siguientes instituciones, empresas productivas del estado y asociaciones:

Asociación de Normalización y Certificación, A. C. (ANCE).  
Centro Nacional de Control de Energía (CENACE).  
Centro Nacional de Metrología (CENAM).  
Comisión Federal de Electricidad (CFE), Distribución.  
CFE, Transmisión.  
CFE, Laboratorio de Pruebas de Equipos y Materiales (LAPEM).  
Comisión Reguladora de Energía (CRE o la Comisión).  
Secretaría de Economía, Dirección General de Normas (SE - DGN).

**ÍNDICE**

1. Objetivo y campo de aplicación.
2. Referencias normativas.
3. Términos y definiciones.
4. Símbolos y abreviaturas.
5. Especificaciones.
6. Integridad.
7. Revisión, pruebas y aseguramiento de los sistemas de medición.
8. Evaluación de la conformidad.
9. Medidores en alumbrado público y cargas dispersas de mobiliario urbano
10. Vigilancia.
11. Bibliografía.
12. Concordancia con Normas Internacionales.
13. Reconocimiento de certificados internacionales de producto, informes de pruebas e informes de calibración.

Transitorios.

Apéndices normativos:

Apéndice A. Aprobación de modelo o prototipo.

Apéndice B. Procedimiento de revisión, pruebas y aseguramiento de la medición. Criterios de aceptación.

Apéndice C. Aplicaciones de funcionalidad del medidor multifunción relacionado con la estratificación.

Apéndice D. Parámetros del Protocolo para Red Distribuida 3.0 (DNP 3.0, por sus siglas en inglés).

### 1. Objetivo y campo de aplicación.

La presente Norma Oficial Mexicana de Emergencia establece las especificaciones y métodos de prueba de los instrumentos metrológicos de un sistema de medición de energía eléctrica conforme al numeral 5 siguiente.

### 2. Referencias normativas.

Las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas referidas, vigentes o las que las sustituyan, que se relacionan con la aplicación de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia, son:

NOM-001-SEDE-2012	Instalaciones eléctricas (utilización).
NMX-Z-12/1-1987	Muestreo para la inspección por atributos-parte 1: información general y aplicaciones.
NMX-J-109-ANCE-2010	Transformadores de corriente - especificaciones y métodos de prueba (Cancela a la NMX-J-109-1977).
NMX-J-550/4-15-ANCE-2005	Compatibilidad electromagnética (EMC) - parte 4-15: técnicas de prueba y medición - medidor de parpadeo - especificaciones de funcionamiento y diseño.
NMX-J-610/4-7-ANCE-2013	Compatibilidad electromagnética (EMC) - parte 4-7: técnicas de prueba y medición - guía general de instrumentación y medición para armónicas e interarmónicas, en sistemas de suministro de energía eléctrica y equipo que se conecta a éstos (Cancela a la NMX-J-550/4-7-ANCE-2005).
NMX-J-610/4-30-ANCE-2014	Compatibilidad electromagnética (EMC) - parte 4-30: técnicas de prueba y medición - métodos de medición y estudio de Calidad de la energía eléctrica (Cancela a la NMX-J-610/4-30-ANCE-2011).
NMX-J-615/1-ANCE-2009	Transformadores de medida - parte 1: requisitos generales.
NMX-J-615/3-ANCE-2013	Transformadores de medida - parte 3: requisitos adicionales para transformadores de potencial inductivo.
NMX-J-615/5-ANCE-2014	Transformadores de medida - parte 5: requisitos adicionales para transformadores de potencial capacitivo.
NMX-J-674/22-ANCE-2013	Equipo de medición de electricidad (C. A.) - requisitos particulares - parte 22: medidores estáticos para energía activa (clases 0.2 S y 0.5 S).

### 3. Términos y definiciones.

Para los propósitos de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia, se establecen los siguientes términos y definiciones:

**3.1 Bidireccional:** Calidad de un instrumento que tiene capacidad de medir el flujo de energía, en un punto determinado y en ambos sentidos, almacenando los datos de medición de forma separada.

**3.2 Broadcast:** Forma de transmisión de información donde un nodo emisor envía información a una multitud de nodos receptores de manera simultánea, sin necesidad de reproducir la misma transmisión nodo por nodo.

**3.3 Calidad de la potencia o Calidad de la energía:** Características de la electricidad en un punto específico en un sistema eléctrico y evaluado en relación a un conjunto de parámetros técnicos de referencia. Estos parámetros se relacionan, en algunos casos, con la compatibilidad entre las características de la electricidad en un punto de entrega-recepción de la red y los generadores o cargas conectadas a ésta.

**3.4 Cambios rápidos de tensión:** Transición rápida en tensión eficaz (tensión raíz cuadrática media) que ocurre entre dos condiciones de estado estable y durante las cuales la tensión raíz cuadrática media no excede los puntos de disparo de abatimiento o incremento.

**3.5 Características particulares:** Son aquellas funciones adicionales de los medidores multifunción que el CENACE podrá solicitar a los participantes del mercado. Estos requerimientos deben realizarse por escrito y ser notificados al usuario solicitante del medidor multifunción y forman parte de la infraestructura requerida para la interconexión de la central eléctrica o la conexión del centro de carga, según corresponda.

**3.6 Carga:** Es la potencia eléctrica absorbida o transmitida en todo instante por una instalación eléctrica o por un elemento específico de cualquier instalación.

**3.7 Clase de exactitud:** El dato que indica, en los medidores multifunción, los límites del porcentaje de error permisible a la lectura, para todos los valores descritos en las gráficas de las "Figuras 1 y 2" de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia, cuando el medidor multifunción se prueba bajo condiciones de referencia.

**3.8 Clase S:** Es un tipo de estratificación utilizada para medidores de Calidad de la energía de acuerdo con la NMX-J-610/4-30-ANCE-2014.

**3.9 Compensación de pérdidas:** Función que adiciona o resta, en las integraciones de energía del medidor, un valor de pérdidas en transformadores de potencia y pérdidas de conducción en las líneas de transmisión. Este valor se establece en un modelo desarrollado para cada aplicación.

**3.10 Compensación de pérdidas en transformadores de instrumento:** Es la aplicación primaria de la corrección en transformadores de instrumento. Se da cuando se aplican los factores de corrección para errores de relación y de ángulo de fase de los transformadores de instrumento. Esta corrección reduce o elimina la necesidad de reemplazar los transformadores de instrumento, en instalaciones donde se requiera mejorar la exactitud, conforme al Apéndice B.

**3.11 Contratista:** Persona que tiene celebrado un contrato con la Secretaría de Energía, el Transportista o el Distribuidor, para llevar a cabo el financiamiento, instalación, mantenimiento, gestión, operación, ampliación, modernización, vigilancia y conservación de la infraestructura necesaria para la transmisión o distribución de energía eléctrica. Cuando se mencione al Transportista o el Distribuidor en esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia también se estará refiriendo al Contratista, según corresponda.

**3.12 Corriente de arranque ( $I_{st}$ ):** Es el valor mínimo de corriente en el cual el medidor debe empezar a integrar pulsos en la memoria masiva o energía en kilowatt hora en pantalla.

**3.13 Corriente máxima ( $I_{max}$ ):** Es el valor máximo de corriente marcada en la placa de datos que admite el medidor en régimen permanente. Debe satisfacer los requerimientos de exactitud establecidos en esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia. Este valor es normalmente igual a la corriente de clase.

**3.14 Corriente mínima ( $I_{min}$ ):** Es el valor mínimo de corriente que admite el medidor en régimen permanente y que debe satisfacer los requerimientos de exactitud establecidos en esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**3.15 Corriente nominal ( $I_{nom}$ ):** Es la corriente existente en condiciones normales de operación del equipo de medición y corresponde con la corriente marcada en la placa de datos por el fabricante.

**3.16 Demanda:** Valor del promedio móvil de la potencia activa evaluado en intervalos de 15 minutos mediante series de tres registros cincominutales. Se refiere a la potencia que se necesita aplicar en el punto de entrega, medido en kilowatt (kW).

**3.17 Decremento repentino de tensión:** Es la disminución entre el 10% y 90%, de la tensión nominal a la frecuencia del sistema, con intervalos de duración de desde 0.5 ciclos y hasta 3 600 ciclos en un sistema de 60 Hz.

**Nota:** Esta definición se incluye en esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia debido a que la norma NMX-J-610/4-30-ANCE-2014 presenta una diferencia respecto de la IEC 61000-4-30.

**3.18 Distribuidor:** Empresa productiva subsidiaria de la CFE, que preste el Servicio Público de Distribución de Energía Eléctrica.

**3.19 Energía:** Cantidad de flujo energético, expresada en kilowatt hora (kWh).

**3.20 Error máximo permisible:** Valor extremo del error de medición con respecto al valor conocido de la magnitud de referencia, permitido por especificaciones o regulaciones para una medición, instrumento o sistema de medición.

**3.21 Estampa de tiempo:** Registro de la fecha y hora de acuerdo al huso horario (con referencia al tiempo universal coordinado *UTC*, por sus siglas en inglés) en que se ubica el medidor. La estampa de tiempo proviene del reloj interno del medidor.

**3.22 Ethernet:** Estándar de redes de área local para computadoras.

**3.23 Evento:** Es un dato que se genera al cumplir una condición preestablecida y que cuenta con una estampa de tiempo.

**3.24 Firmware:** Programa informático que establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo de cualquier tipo.

**3.25 Fluctuación de tensión:** Oscilaciones en el nivel de tensión, debidas a la conexión de cargas cíclicas o por oscilaciones subarmónicas.

**3.26 Hardware:** Conjunto de elementos físicos de una computadora.

**3.27 Incremento repentino de tensión:** Incremento entre el 110% y 180%, de la tensión nominal a la frecuencia del sistema, con intervalo de duración desde 0.5 ciclos, hasta 3 600 ciclos, en una frecuencia de 60 Hz.

**Nota:** Esta definición se incluye en esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia debido a que la norma NMX-J-610/4-30-ANCE-2014 presenta una diferencia respecto de la IEC 61000-4-30.

**3.28 Integrado de consumo:** Es el valor de la integral de la variable, medida con respecto al tiempo, para un intervalo de tiempo cualquiera.

**3.29 Integridad de los datos:** Garantía de que los programas, datos y parámetros no han sido modificados o alterados sin autorización durante su uso, transferencia, almacenamiento, reparación o mantenimiento.

**3.30 Interoperabilidad:** Capacidad de dos o más elementos técnicos, sistemas, dispositivos, redes, aplicaciones o componentes para trabajar juntos, comunicarse o intercambiar información y datos entre sí, con objetivos comunes, garantizando el significado preciso de la información comunicada, para que ésta pueda ser utilizada.

**3.31 IRIG-B:** (*Inter-Range Instrumentation Group – Format B*, por sus palabras en inglés). Es un formato estándar para hacer referencia al tiempo que utiliza una señal portadora de 1 kHz; este formato codifica 100 pulsos por segundo (resolución de 1 milisegundo para señal modulada y 10 milisegundos para señal demodulada).

**3.32 Laboratorio de calibración acreditado y aprobado:** Laboratorio de calibración reconocido por una entidad de acreditación para la evaluación de la conformidad y aprobado por la dependencia correspondiente.

**3.33 Lenguaje XML** (*Extensible Markup Language, por sus palabras en inglés*): Lenguaje de programación para el intercambio de información entre el medidor y los sistemas de facturación.

**3.34 Liquidación:** Cálculo de pagos y cobros para definir en cantidad líquida las operaciones realizadas en el mercado eléctrico.

**3.35 Medidor:** Instrumento que mide y registra la integral de la potencia eléctrica con respecto al tiempo del circuito eléctrico al cual está conectado.

**3.36 Medidor autoalimentado:** Medidor que toma la alimentación auxiliar directamente del circuito de medición de tensión.

**3.37 Medidor autocontenido:** Medidor en el que las terminales están arregladas para conectarse directamente al circuito que está siendo medido sin el uso de transformadores de instrumento externos, para aplicaciones que no requieren el uso de transformadores de instrumento externo.

**3.38 Medidor no autoalimentado:** Medidor que toma la alimentación auxiliar de una fuente alterna ajena al circuito de medición de tensión.

**3.39 Medidor tipo enchufe** (*socket*, por su palabra en idioma inglés): Medidor que cuenta con terminales, tipo bayoneta, dispuestas en su parte posterior para insertarse en las mordazas de una base tipo enchufe.

**3.40 Medidor tipo tablero:** Medidor que tiene sus dispositivos de conexión en su parte posterior sin requerir accesorios adicionales para su conexión. El montaje es de tipo embutido en el tablero.

**3.41 Memoria circular:** Espacio de memoria para almacenamiento de datos secuenciales en que el dato nuevo reemplaza al más antiguo.

**3.42 Mercado eléctrico mayorista o Mercado eléctrico (MEM):** Mercado operado por el CENACE en el que los participantes del mismo pueden realizar las transacciones de compraventa señalados en el artículo 96 de la Ley de la Industria Eléctrica.

**3.43 Modbus:** Protocolo de comunicaciones basado en la arquitectura maestro – esclavo (*UTR*) o cliente – servidor (*TCP/IP*).

**3.44 Multifunción:** Integración funcional de capacidades de medición, comunicación local y remota, control de entrada y/o salida, almacenamiento y transferencia de datos.

**3.45 Multimediación:** Capacidad de medir dos o más parámetros eléctricos en forma integrada, instantánea o totalizada.

**3.46 Operación en modo de prueba:** Modo de operación para calibración en el que se verifica la respuesta del medidor sin alterar los valores integrados hasta el momento de cambio a otro modo.

**3.47 Perfil de carga:** Son los valores de demanda correspondientes a todos los intervalos consecutivos del lapso especificado, para un periodo determinado.

**3.48 Personal autorizado:** Transportista, Distribuidor, Contratista, Tercero especialista y Laboratorio de calibración acreditado y aprobado.

**3.49 Protocolo DNP 3.0 (*Distributed Network Protocol*, por sus palabras en inglés):** Protocolo utilizado en sistemas eléctricos, donde las estampas y sincronizaciones de tiempo, como el hecho de que un esclavo transmita información sin ser solicitada, son fundamentales al momento de analizar fallas y sincronizar el accionamiento de todos los dispositivos. Su versión actual es la 3.0.

**3.50 Protocolo propietario:** Protocolo del diseño particular del equipo que utiliza de forma exclusiva las aplicaciones de explotación, configuración y diagnóstico del medidor del propio fabricante.

**3.51 Puerto de comunicación:** Interfaz del equipo con otros aparatos o con el operador, para tener intercomunicación directa o remota.

**3.52 Punto de entrega - recepción:** Lugar específico de la red en donde se mide y registra la energía entregada o recibida por cada una de las partes.

**3.53 Registro:** Localidad de memoria en la que se almacena un dato.

**3.54 Registro de valores de medición:** Es el registro de parámetros eléctricos almacenados en intervalos de tiempo, en la memoria del medidor.

**3.55 Reloj interno:** Base de tiempo del medidor.

**3.56 Salidas adicionales:** Duplicidad de parámetros integrados o de señales de tiempo, a través de contactos de relevador de estado sólido o de relevador de mercurio; los cuales cambian de estado a una frecuencia proporcional a la variable correspondiente. Para la salida de fin de intervalo, se proporciona un cierre de contactos con duración desde 0.3 segundos hasta 30 segundos, a cada subintervalo de demanda.

**3.57 Sellado:** Medios para impedir la modificación no autorizada del instrumento o sistema de medición. Consisten de elementos adicionales, *software* o una combinación de ambos.

**3.58 Sellado criptográfico:** Procesos en los que se cifran datos con el objeto de ocultar información a personas no autorizadas.

**3.59 Sistema de medición:** Los elementos de un sistema de medición de energía eléctrica son i) Medidor multifunción de energía eléctrica, ii) Transformadores de instrumento (TP, TC, TIM, ECM, conforme al numeral 4, Símbolos y abreviaturas), iii) Sincronía de tiempo, iv) Instalaciones inherentes al sistema de medición, y v) Interoperabilidad de los sistemas de comunicación con los instrumentos de medición.

**3.60 Sistema de sincronía de tiempo:** Funcionalidad del medidor para sincronizarse con la referencia de tiempo que rige las liquidaciones del mercado.

**3.61 SNTP (*Simple Network Time Protocol*, por sus palabras en inglés):** Protocolo simple de tiempo de red. Protocolo de internet utilizado para sincronizar los relojes de sistemas informáticos a través de ruteo de paquetes de redes con latencia variable. El SNTP es una adaptación del NTP (*Network Time Protocol*, por sus palabras en inglés) y se utiliza en dispositivos que no requieren de gran precisión.

**3.62 Socket:** Enchufe.

**3.63 Software:** Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora.

**3.64 Software propietario:** Aplicaciones de *software* cuyo diseño está orientado a la explotación de *hardware* y el *firmware* del medidor. Generalmente este *software* es producido por el mismo fabricante del medidor.

**3.65 Tarifa horaria:** Tarifa empleada para facturación de consumos y demandas, aplicando diferentes cargos, en distintos horarios de utilización.

**3.66 Tensión (V):** Valor de la tensión eléctrica suministrada al medidor.

**Nota:** El término "tensión" en esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia indica el valor cuadrático medio (RCM) a menos que se especifique lo contrario.

**3.67 Tensión nominal ( $V_{nom}$ ):** Es el valor de tensión especificado por el fabricante para el funcionamiento normal del medidor.

**Nota:** Los medidores diseñados para funcionar en una gama de valores de tensión, pueden tener más de un valor de tensión nominal.

**3.68 Tercero especialista:** Persona que realiza actos de verificación, para la evaluación de la conformidad de la presente Norma Oficial Mexicana de Emergencia aprobados en los términos que establezca la Comisión Reguladora de Energía.

**3.69 Terminal portátil:** Unidad para el acceso y extracción de datos y programación de medidores que es sencilla de trasladar y que, por lo tanto, se lo puede calificar como móvil.

**3.70 Tiempo de grabación:** Es la capacidad mínima que debe tener la memoria interna del equipo de medición, para grabar el perfil de carga.

**3.71 Transportista:** Organismo o empresa productiva del estado o sus empresas productivas subsidiarias, que presten el Servicio Público de Transmisión de Energía Eléctrica.

**3.72 Valor integrado de demanda:** Es el valor promedio de la variable medida en un intervalo definido de tiempo.

**3.73 Valor integrado de demanda máxima:** Es el valor máximo de demanda que se presenta en un periodo determinado (normalmente un mes) considerando valores de la demanda con intervalos del mismo tamaño.

**3.74 Valor integrado de demanda promedio móvil o rolada:** Es el valor más alto seleccionado de una serie de promedios, obtenidos a su vez, de valores intercambiados de demanda (promedio móvil o rolado); bajo el criterio de obtener el promedio aritmético de " $n$ " subintervalos de tiempo consecutivos, de manera que al dividir el tiempo total entre " $n$ ", el resultado sea un número entero.

**3.75 Visualización de valores instantáneos:** Despliegue del promedio del valor eficaz de la variable medida, obtenido para un intervalo de 1 segundo o menor.

**3.76 Visualización en pantalla - modo alterno:** Modo de visualización en pantalla para desplegado cíclico de variables preseleccionadas para verificación funcional, de puesta en servicio, revisión y mantenimiento.

**3.77 Visualización en pantalla - modo normal:** Modo de visualización en pantalla para desplegado cíclico de variables preseleccionadas para uso continuo.

#### 4. Símbolos y abreviaturas.

Para la correcta aplicación de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia, se establecen los siguientes símbolos y abreviaturas, a saber:

%	Representa una cantidad dada como una fracción en 100 partes iguales.
% $ER_{CA}$	Error relativo carga alta.
% $ER_{CB}$	Error relativo carga baja.
% $ER_{CI}$	Error relativo carga inductiva.
% $ER_{kVA}$	Error relativo de kVA expresado en porcentaje.
% $ER_{kvar}$	Error relativo de kvar expresado en porcentaje.
% $ER_{kW}$	Error relativo de kW expresado en porcentaje.
% $ER_{prom}$	Error relativo promedio.
% $ER_{RTC}$	Error relativo de la relación de transformación de corriente.
% $ER_{RTP}$	Error relativo de la relación de transformación de potencial.
% $ER_{varh}$	Error relativo varh C1.
% $ER_{varh}$	Error relativo varh C3.
% $RR_{CA}$	Registro relativo carga alta.
% $RR_{CB}$	Registro relativo carga baja.
% $RR_{CI}$	Registro relativo carga inductiva.
% $RR_{kVA}$	Registro relativo de kVA expresado en porcentaje.
% $RR_{kvar}$	Registro relativo de kvar expresado en porcentaje.
% $RR_{kW}$	Registro relativo de kW expresado en porcentaje.
% $RR_{RTC}$	Registro relativo de la relación de transformación de corriente.

<b>%RR<sub>RTP</sub></b>	Registro relativo de la relación de transformación de potencial.
<b>%RR<sub>varh</sub></b>	Registro relativo varh C1.
<b>%RR<sub>varh</sub></b>	Registro relativo varh C3.
<b>°C</b>	Grados Celsius (también conocidos como grados centígrados).
<b>A</b>	Ampere.
<b>A/D</b>	Analógico – Digital.
<b>ABC</b>	Secuencia de fases positiva (A-B-C) en un sistema trifásico.
<b>ACB</b>	Secuencia de fases negativa (A-C-B) en un sistema trifásico.
<b>AD</b>	Análisis de la documentación y validación del diseño.
<b>AM</b>	Amplitud modulada.
<b>Ángulo de prueba</b>	Ángulo de desfase entre la tensión y corriente de calibración.
<b>ascii</b>	Formato electrónico de <i>American Standard Code for Information Interchange</i> , por sus palabras en inglés.
<b>Autocontenido</b>	Sistema de medición que no incluye transformadores de corriente y de potencial.
<b>AWG</b>	<i>American Wire Gauge</i> , por sus palabras en inglés.
<b>b</b>	Error máximo permisible expresado como porcentaje.
<b>Bit</b>	Unidad de medida de cantidad de información.
<b>Block</b>	Bloque, grupo.
<b>BNC</b>	<i>Bayonet Neill – Concelman</i> , por sus palabras en inglés. Tipo de conector.
<b>Burden</b>	Carga conectada en el secundario de un TC o un TP.
<b>Byte</b>	Unidad de información compuesta generalmente de ocho <i>bits</i> .
<b>C</b>	Número de bobinas o sensores de corriente del medidor multifunción bajo calibración conectados en serie.
<b>c</b>	Coefficiente de temperatura promedio.
<b>C. A</b>	Corriente alterna.
<b>C. C.</b>	Corriente continua.
<b>C. D.</b>	Corriente directa.
<b>CBTL</b>	<i>Certification Body Testing Laboratory</i> , por sus palabras en inglés.
<b>CENACE</b>	Centro Nacional de Control de Energía.
<b>CISPR</b>	<i>International Special Committee on Radio Interference</i> , por sus palabras en inglés.
<b>CRE</b>	Comisión Reguladora de Energía.
<b>csv</b>	<i>Comma – separated values</i> , por sus palabras en inglés.
<b>d</b>	Factor de distorsión.
<b>dB</b>	Decibel.
<b>DEI</b>	Dispositivo Electrónico Inteligente.
<b>DM</b>	Demanda medida en el período de prueba.
<b>DNP</b>	<i>Distributed Network Protocol</i> , por sus palabras en inglés.
<b>E</b>	Energía.
<b>E/S</b>	Entrada – Salida.
<b>ECM</b>	Equipo combinado de medición.
<b>e<sub>t</sub></b>	Error en la temperatura inferior en el intervalo de temperatura de interés.
<b>EMC</b>	Compatibilidad electromagnética ( <i>Electromagnetic compatibility</i> , por sus palabras en inglés).

<b><math>E_{min}</math></b>	Energía mínima.
<b>ERD</b>	Error relativo de demanda expresado en %.
<b><math>e_u</math></b>	Error en la temperatura superior en el intervalo de temperatura de interés.
<b><math>f</math></b>	Frecuencia.
<b><math>f.p.</math></b>	Factor de potencia.
<b><math>f.p.3f</math></b>	Factor de potencia trifásico.
<b><math>f.p.a</math></b>	Factor de potencia en la fase a.
<b><math>f.p.b</math></b>	Factor de potencia en la fase b.
<b><math>f.p.c</math></b>	Factor de potencia en la fase c.
<b><math>f_{nom}</math></b>	Frecuencia nominal.
<b>GHz</b>	Gigahertz.
<b>GPRS</b>	<i>General Packet Radio Service</i> , por sus palabras en inglés.
<b>GPS</b>	<i>Global Position System</i> , por sus palabras en inglés.
<b>h</b>	Hora.
<b><math>h</math></b>	Orden armónico.
<b>H1</b>	Clase de humedad conforme a la IEC 60068-2-78 e IEC 60068-3-4.
<b>H2</b>	Clase de humedad conforme a la IEC 60068-2-78 e IEC 60068-3-4.
<b>H3</b>	Clase de humedad conforme a la IEC 60068-2-78 e IEC 60068-3-4.
<b>Hz</b>	Hertz.
<b><math>I</math></b>	Corriente eléctrica.
<b><math>I_1</math></b>	Componente fundamental de la señal de corriente.
<b><math>I_5</math></b>	5ª componente armónica de la señal de corriente.
<b><math>I_a</math></b>	Corriente en la fase a.
<b>I<sub>ABT</sub></b>	Corriente en la fase A, en baja tensión.
<b>I<sub>AMT</sub></b>	Corriente en la fase A, en media tensión.
<b><math>I_b</math></b>	Corriente en la fase b.
<b>I<sub>BBT</sub></b>	Corriente en la fase B, en baja tensión.
<b>I<sub>BMT</sub></b>	Corriente en la fase B, en media tensión.
<b><math>I_c</math></b>	Corriente en la fase c.
<b>I<sub>CBT</sub></b>	Corriente en la fase C, en baja tensión.
<b>I<sub>CMT</sub></b>	Corriente en la fase C, en media tensión.
<b>IEC</b>	<i>International Electrotechnical Commission</i> , por su nombre en inglés.
<b><math>I_{max}</math></b>	Corriente máxima.
<b><math>I_{min}</math></b>	Corriente mínima.
<b><math>I_{nom}</math></b>	Corriente nominal.
<b>IP51</b>	Grado de protección conforme a la IEC 60529.
<b>IP54</b>	Grado de protección conforme a la IEC 60529.
<b><math>I_{pri}</math></b>	Corriente primaria del transformador de corriente.
<b><math>I_{prom}</math></b>	Corriente promedio de las fases a, b y c.
<b>IRIG-B</b>	<i>Inter-Range Instrumentation Group – Format B</i> , por sus palabras en inglés.
<b><math>I_{sec}</math></b>	Corriente secundaria del transformador de corriente.
<b>ISO</b>	<i>International Organization for Standardization</i> , por sus palabras en inglés.

<b><i>I<sub>st</sub></i></b>	Corriente de arranque.
<b><i>I<sub>tr</sub></i></b>	Corriente de transición.
<b>j</b>	Unidad imaginaria que puede ser usada para extender formalmente la raíz cuadrada de números negativos.
<b>K</b>	Kelvin.
<b>k</b>	Número de pulsos o revoluciones ejercidas por el dispositivo de salida del medidor multifunción.
<b><i>K<sub>e</sub></i></b>	Constante de integración por pulso.
<b>kg</b>	kilogramo.
<b><i>kh<sub>med</sub></i></b>	Watt horas por revolución del medidor multifunción bajo calibración.
<b><i>kh<sub>med varh</sub></i></b>	Volt ampere reactivo hora por revolución del medidor multifunción bajo calibración.
<b><i>kh<sub>pat</sub></i></b>	Watt horas por revolución (pulso) del medidor patrón.
<b><i>kh<sub>pat var</sub></i></b>	Var horas por revolución (pulso) del medidor multifunción patrón.
<b><i>kh<sub>pat varh</sub></i></b>	Volt ampere reactivo hora por revolución (pulso) del medidor multifunción patrón.
<b><i>kHz</i></b>	kilohertz.
<b>kPa</b>	kilopascal.
<b>kV</b>	kilovolt.
<b><i>kVA<sub>med</sub></i></b>	Potencia aparente resultante de los kW y kvar registrado por el medidor multifunción bajo prueba.
<b><i>kVA<sub>reales</sub></i></b>	Potencia aparente registrada por el analizador de redes expresada en kVA.
<b>kvarh</b>	kilovolt ampere reactivo hora.
<b><i>kvar<sub>med</sub></i></b>	Potencia reactiva registrada por el medidor multifunción bajo prueba expresada en kvar.
<b><i>kvar<sub>reales</sub></i></b>	Potencia reactiva registrada por el analizador de redes expresada en kvar.
<b>kW</b>	kilowatt.
<b>kWh</b>	kilowatt hora.
<b><i>kW<sub>med</sub></i></b>	Potencia activa registrada por el medidor multifunción bajo prueba expresada en kW.
<b><i>kW<sub>reales</sub></i></b>	Potencia activa registrada por el analizador de redes expresada en kW.
<b>L</b>	Litro.
<b><i>L<sub>1</sub></i></b>	Línea eléctrica 1.
<b><i>L<sub>2</sub></i></b>	Línea eléctrica 2.
<b><i>L<sub>3</sub></i></b>	Línea eléctrica 3.
<b>LFMN</b>	Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
<b>m</b>	Metro.
<b><i>m</i></b>	Número de elementos.
<b>MEM</b>	Mercado eléctrico mayorista.
<b>MHz</b>	Megahertz.
<b>min</b>	Minuto.
<b>mm</b>	milímetro.
<b>MMS</b>	<i>Manufacturing Message Specification</i> , por sus siglas en inglés.
<b>MPE</b>	Error máximo permisible ( <i>maximum permissible error</i> , por sus palabras en inglés).
<b>ms</b>	milisegundos.

<b>mT</b>	militesla.
<b>Mt</b>	Media tensión.
<b>MΩ</b>	megaohm.
<b>N</b>	Neutro.
<b>n</b>	Número entero mayor que 1.
<b>NCA</b>	Nivel de calidad aceptable.
<b>NCB</b>	<i>National Certification Body</i> , por sus palabras en inglés.
<b>nm</b>	nanómetro.
<b>NMX</b>	Norma Mexicana.
<b>NOM</b>	Norma Oficial Mexicana.
<b>NTP</b>	<i>Network Time Protocol</i> , por sus palabras en inglés.
<b>P<sub>1</sub></b>	Componente fundamental de la señal de potencia activa.
<b>P1</b>	Terminal primaria 1.
<b>P2</b>	Terminal primaria 2.
<b>P<sub>5</sub></b>	5ª componente armónica de la señal de potencia activa.
<b>PC</b>	Computadora personal ( <i>Personal Computer</i> , por sus palabras en inglés).
<b>PEC</b>	Procedimiento para la evaluación de la conformidad.
<b>ppm</b>	Partes por millón.
<b>P<sub>st</sub></b>	Fluctuación de tensión.
<b>pu</b>	En por unidad.
<b>R</b>	Resolución aparente del registro de energía básico expresado en Wh.
<b>r.m.s.</b>	Raíz cuadrática media ( <i>root mean square</i> , por sus palabras en inglés).
<b>RCM</b>	Raíz cuadrática media.
<b>reset</b>	Reinicio.
<b>rev<sub>med</sub></b>	Son las revoluciones definidas para el medidor multifunción bajo prueba.
<b>rev<sub>pat</sub></b>	Número de revoluciones registradas por el medidor multifunción patrón.
<b>RF</b>	Radiofrecuencia.
<b>RPA</b>	Revisión, pruebas y aseguramiento de la medición.
<b>RS</b>	<i>Recommended standard</i> , por sus palabras en inglés.
<b>RTC</b>	Relación de transformación de TC.
<b>RTC<sub>med</sub></b>	Relación de transformador de corriente medido.
<b>RTC<sub>placa de datos</sub></b>	Relación de transformador de corriente de placa de datos.
<b>RTP</b>	Relación de transformación de TP.
<b>S</b>	Clase de exactitud S.
<b>s</b>	Segundo.
<b>S1</b>	Terminal secundaria 1.
<b>S2</b>	Terminal secundaria 2.
<b>SNTP</b>	<i>Simple Network Time Protocol</i> , por sus palabras en inglés.
<b>T</b>	Periodo.
<b>T</b>	Tesla.
<b>Tap</b>	Terminal intermedia entre devanados de un transformador con diferentes relaciones de transformación.

<b>TC</b>	Transformador de corriente.
<b>TCP/IP</b>	<i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol</i> , por sus palabras en inglés.
<b>TE</b>	Tercero especialista.
<b>THD</b>	<i>Total Harmonic Distortion</i> , por sus palabras en inglés.
<b>THD A</b>	Distorsión armónica total de corriente.
<b>THD V</b>	Distorsión armónica total de tensión.
<b>TIM</b>	Transformadores de instrumentación integrados de medición TC-TP.
<b><i>t<sub>l</sub></i></b>	Temperatura más baja en el intervalo de temperatura de interés.
<b>TP</b>	Transformador de potencial o tensión.
<b><i>t<sub>u</sub></i></b>	Temperatura más alta en el intervalo de temperatura de interés.
<b>TW</b>	Aislante de termoplástico resistente a la humedad y retardante a la flama.
<b>UTC</b>	Tiempo Universal Coordinado ( <i>Universal Time Coordinated</i> , por sus palabras en inglés).
<b>UTR</b>	Unidad Terminal Remota ( <i>RTU</i> , por sus siglas en inglés).
<b>V</b>	Tensión eléctrica.
<b>V</b>	Volt.
<b><i>V<sub>1</sub></i></b>	Componente fundamental de la señal de tensión.
<b><i>V<sub>5</sub></i></b>	5ª componente armónica de la señal de tensión.
<b><i>V<sub>a</sub></i></b>	Tensión de fase a neutro (fase a).
<b><i>VA<sub>a</sub></i></b>	Potencia aparente en la fase a.
<b><i>VA<sub>b</sub></i></b>	Potencia aparente en la fase b.
<b><i>V<sub>AB</sub></i></b>	Tensión entre fases A y B.
<b><i>V<sub>ab</sub></i></b>	Tensión entre fases a y b.
<b><i>V<sub>ABT</sub></i></b>	Tensión de la fase A, en baja tensión
<b><i>VA<sub>c</sub></i></b>	Potencia aparente en la fase c.
<b><i>V<sub>AMT</sub></i></b>	Tensión de la fase A, en media tensión
<b><i>V<sub>AN</sub></i></b>	Tensión entre fase A y neutro.
<b><i>var<sub>a</sub></i></b>	Potencia reactiva en la fase a.
<b><i>var<sub>b</sub></i></b>	Potencia reactiva en la fase b.
<b><i>var<sub>c</sub></i></b>	Potencia reactiva en la fase c.
<b><i>varh</i></b>	Volt – ampere reactivo hora.
<b><i>varh<sub>1</sub></i></b>	Varhoras registrados por medidor multifunción patrón en la primera corrida.
<b><i>varh<sub>2</sub></i></b>	Varhoras registrados por medidor multifunción patrón en la segunda corrida.
<b><i>varh<sub>3</sub></i></b>	Varhoras registrados por medidor multifunción patrón en la tercera corrida.
<b><i>varh<sub>med</sub></i></b>	Varhoras medidos por el medidor multifunción bajo calibración.
<b><i>varh<sub>pat</sub></i></b>	Varhoras medidos por el medidor multifunción patrón.
<b><i>varh<sub>prom</sub></i></b>	El promedio de los varhoras medidos en cada una de las tres corridas.
<b><i>var<sub>tot</sub></i></b>	Potencia reactiva total del sistema trifásico.
<b><i>VA<sub>tot</sub></i></b>	Potencia aparente total del sistema trifásico.
<b><i>V<sub>b</sub></i></b>	Tensión entre fase b y neutro.
<b><i>V<sub>BBT</sub></i></b>	Tensión de la fase B, en baja tensión.
<b><i>V<sub>bc</sub></i></b>	Tensión entre fases b y c.

$V_{BC}$	Tensión entre fases B y C.
$V_{BMT}$	Tensión de la fase B, en media tensión
$V_{BN}$	Tensión entre fase B y el neutro.
$V_c$	Tensión entre fase c y el neutro.
$V_{C.C.}$	Tensión a corriente continua.
$V_{ca}$	Tensión entre fases c y a.
$V_{CA}$	Tensión entre fases C y A.
$V_{CBT}$	Tensión de la fase C, en baja tensión
$V_{CMT}$	Tensión de la fase C, en media tensión
$V_{CN}$	Tensión entre la fase C y el neutro.
$V_{nom}$	Tensión nominal (también citado como voltaje nominal).
<b>VPFSw</b>	Validación por prueba funcional de las funciones de <i>software</i>
$V_{pri}$	Tensión primaria del transformador de potencial o del transformador de corriente.
$V_{prom}$	Tensión promedio de las fases a, b y c.
$V_{RCM}$	Tensión eficaz.
$V_{sec}$	Tensión secundaria del transformador de potencial o del transformador de corriente.
<b>W</b>	Watt.
$W_a$	Potencia activa en la fase a.
$W_b$	Potencia activa en la fase b.
$W_c$	Potencia activa en la fase c.
<b>Wh</b>	Whatthora.
$Wh_1$	Wattthoras registrados por medidor multifunción patrón en la primera corrida.
$Wh_2$	Wattthoras registrados por medidor multifunción patrón en la segunda corrida.
$Wh_3$	Wattthoras registrados por medidor multifunción patrón en la tercera corrida.
$Wh_{med}$	Wattthoras medidos por el medidor multifunción bajo calibración.
$Wh_{pat}$	Wattthoras medidos por el medidor multifunción patrón.
$Wh_{prom}$	El promedio de los wattthoras medidos en cada una de las tres corridas.
$W_{tot}$	Potencia activa total del sistema trifásico.e.
<b>xls</b>	<i>Microsoft Excel format</i> , por sus palabras en inglés.
<b>XML</b>	<i>Extensible Markup Language</i> , por sus palabras en inglés.
$\Delta t$	Período de tiempo.
$\theta_A$	Ángulo de fase A.
$\theta_B$	Ángulo de fase B.
$\theta_C$	Ángulo de fase C.
$\Phi$	Diferencia de fase entre la tensión y la corriente.
$\Omega$	Ohm.

Cuando en la presente Norma Oficial Mexicana de Emergencia se refiera a unidades de medida, éstas corresponden a las previstas en la NOM-008-SCFI-2002 o aquella que la sustituya, pudiéndose expresar además en otros sistemas de unidades de medida.

## 5. Especificaciones

Los elementos de un Sistema de medición de energía eléctrica deben cumplir con lo que se indica en la presente Norma Oficial Mexicana de Emergencia. Lo anterior, sin perjuicio de que en las Disposiciones Administrativas de Carácter General que al efecto emita la Comisión se establezcan otros tipos de elementos del sistema de medición de acuerdo con las condiciones operativas de la red eléctrica.

### 5.1 Seguridad.

Los elementos que conforman un Sistema de medición deben cumplir, en lo aplicable, con la NOM-001-SEDE-2012, o la que la sustituya.

Los estándares que debe observar el medidor multifunción para cumplir con los mecanismos de transferencia de datos respecto de su interoperabilidad son los contenidos en las normas de la serie NMX-J-592-ANCE-2008 o las que las sustituyan.

### 5.3 Instalación del medidor de energía.

El medidor multifunción debe localizarse, de ser posible, fuera del predio de las instalaciones del usuario, en un lugar que permita el acceso al personal autorizado, conforme a las especificaciones técnicas del Transportista o Distribuidor, para llevar a cabo los trabajos operativos necesarios, tales como la verificación, revisión, prueba, y aseguramiento del sistema de medición, así como la toma de lectura.

#### 5.3.1 De la medición de la energía.

Para registrar los intercambios o transacciones de energía eléctrica, el medidor multifunción debe medir y registrar el valor de la energía activa expresada en kWh y la reactiva expresada en kvarh (kilovolt - ampere reactivo hora).

El número y tipo de funciones de cada medidor multifunción, debe ser el estrictamente necesario para cubrir las necesidades y requerimientos técnicos para el servicio al usuario, así como el valor de error máximo permisible en la medición de energía, que cumpla con la clase de exactitud 0.2 S o 0.5, según corresponda, y conforme a la Tabla de estratificación de centrales eléctricas y centros de carga, así como con la Tabla de aplicaciones de funcionalidad del medidor multifunción relacionado con la estratificación, contenidas en el Apéndice C de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

##### 5.3.1.1 Medición de la demanda.

Para registrar la demanda máxima de un sistema eléctrico en un periodo quinceminutal, el medidor multifunción debe seleccionar el valor máximo de los promedios de los valores intercambiados (promedio móvil o rolado), obtenido de las series de tres registros cincominutales consecutivos.

##### 5.3.1.2 Medición de la Calidad de la energía o Calidad de la potencia.

Para la medición de la Calidad de la potencia o energía, el medidor multifunción debe cumplir con el método de medición para medidores multifunción clase A de acuerdo con la NMX-J-610/4-30-ANCE-2014, o la que la sustituya.

Las características de la electricidad que el medidor multifunción debe medir, se comprueban mediante las NMX-J-610/4-30-ANCE-2014, NMX-J-610/4-7-ANCE-2013, NMX-J-550/4-15-ANCE-2005, o las que las sustituyan:

#### a) Para tensión:

1. Armónicas e interarmónicas;
2. Desbalance;
3. Frecuencia;
4. Desviación por arriba o por abajo de la tensión nominal (Valor RCM);
5. Interrupciones;
6. Transitorios;
7. Cambios rápidos de tensión;
8. Decremento repentino de tensión;
9. Incremento repentino de tensión, y
10. Fluctuación de la tensión.

#### b) Para corriente:

1. Armónicas e interarmónicas, y
2. Desbalances.

**5.3.1.3 Selección del medidor multifunción.**

La selección del medidor multifunción se lleva a cabo de acuerdo con las características del punto de entrega - recepción, y debe realizarse de acuerdo a la Tabla de estratificación de centrales eléctricas y centros de carga, así como con la Tabla de aplicaciones de funcionalidad del medidor multifunción relacionado con la estratificación, contenidas en el Apéndice C de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**5.3.1.4 Medidor multifunción.****5.3.1.4.1 Características y condiciones generales.****5.3.1.4.1.1 Suministro de medidores multifunción.**

Los equipos deben incluir la funcionalidad seleccionada de la Tabla de estratificación de centrales eléctricas y centros de carga, así como en la Tabla de aplicaciones de funcionalidad del medidor multifunción relacionado con la estratificación, contenidas en el Apéndice C de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia. Asimismo, deben contar con la información técnica, *software* de explotación y de los medidores multifunción seleccionados y deben cumplir con los requerimientos de empaque indicados en el numeral 5.3.1.4.7 de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**5.3.1.4.1.1.1 Componentes de los medidores multifunción suministrados.**

El suministro debe cubrir los siguientes componentes:

**5.3.1.4.1.1.1.1 Equipos.**

El equipo del medidor multifunción debe ser construido con base a tecnología digital microprocesada. Sus características de construcción y funcionalidad serán definidas para cada aplicación a partir de la estructura básica y la adición de funciones adicionales indicadas en la Tabla de estratificación de centrales eléctricas y centros de carga, así como en la Tabla de aplicaciones de funcionalidad del medidor multifunción relacionado con la estratificación, contenidas en el Apéndice C de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**5.3.1.4.1.1.1.2 Información técnica.**

- a) Instructivos técnicos de montaje, operación y servicio;
- b) Diagramas internos;
- c) Diagramas de montaje;
- d) Informes de pruebas prototipo y certificados de calibración en fábrica, y
- e) Licencias de *software* y garantías.

**5.3.1.4.1.1.1.3 Aplicaciones de *software*.**

- a) Configuración;
- b) Diagnóstico;
- c) Extracción de datos;
- d) Análisis de datos, y
- e) Exportación de datos.

**5.3.1.4.1.1.1.4 Empaque de equipos.**

El empaque de los equipos debe cumplir con lo señalado en los numerales 5.3.1.4.5.1.6 Pruebas mecánicas f) Caídas durante el transporte, g) Efecto de vibración durante la transportación y 5.3.1.4.7 Empaque, de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**5.3.1.4.1.1.1.5 Capacitación y asistencia técnica.**

El proveedor de medidores multifunción debe proporcionar la capacitación y asistencia técnica que se le solicite para la correcta instalación y operación del medidor multifunción.

**5.3.1.4.1.1.1.6 Herramientas especiales.**

El proveedor de medidores multifunción debe indicar claramente en la información técnica, la necesidad de emplear herramientas especiales o aditamentos indispensables que requiera el medidor multifunción para su correcta instalación y operación. En caso de que el empleo de herramientas especiales sea necesario, deben estar incluidas en el alcance del suministro de los medidores multifunción.

**5.3.1.4.1.1.7 Refacciones.**

El fabricante debe garantizar la disponibilidad y entrega inmediata de medidor multifunción. El equipo debe contar con las refacciones o actualizaciones surgidas de nuevos desarrollos, y asegurar el funcionamiento del sistema en un período mínimo de diez años, así como la compatibilidad e interoperabilidad con otros equipos existentes.

**5.3.1.4.1.2 Características generales.****5.3.1.4.1.2.1 Características de desplegado.**

La pantalla debe poseer condiciones apropiadas para permitir su lectura de forma completa sin interferencia en la línea visual de cualquier componente del medidor multifunción.

La altura mínima de los dígitos debe ser de 7.62 milímetros (0.300 pulgadas), con un ángulo visual vertical y horizontal de  $\pm 15^\circ$  y  $10^\circ$  respectivamente, desde el centro de la pantalla (*display*, por sus palabras en inglés). La condición de visualizar los dígitos en un desplegado completo hasta una distancia de 2 metros al exterior y con luz de día.

Los desplegados deben contar con indicación de la variable y dimensión (V, A, W, entre otros) del valor mostrado. La pantalla debe tener de 6 a 8 dígitos con coma decimal programable.

Los parámetros mostrados en la pantalla, deben ser programables para ser presentados como unidades o con los múltiplos kilo o mega y poder seleccionar el número de dígitos que se requieran después de la coma o punto decimal. Esta configuración aplicará para los registros de memoria de las variables de medición.

Las tarifas horarias deben ser programables para mostrar en pantalla en modo normal, los parámetros de consumo, demandas parciales y totales, de al menos 4 tarifas y 4 estaciones del año; así como, para mostrar en pantalla en modo alterno, la última toma de lectura y cambio de estación.

**5.3.1.4.1.2.2 Características de funcionamiento.****5.3.1.4.1.2.2.1 Velocidad de muestreo.**

Debe ser la velocidad adecuada para cubrir los requerimientos de medición, para el medidor multifunción seleccionado conforme a la Tabla de estratificación de centrales eléctricas y centros de carga, así como en la Tabla de aplicaciones de funcionalidad del medidor multifunción relacionado con la estratificación, contenidas en el Apéndice C de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**5.3.1.4.1.2.2.2 Autodiagnóstico.**

El medidor multifunción debe incluir un sistema de autoprueba de las funciones primarias y debe estar provisto con alarma indicadora de falla en caso de que el módulo esté dañado.

**5.3.1.4.1.2.2.3 Modo de medición trifásica.**

El principio de operación del medidor multifunción trifásico, es con base en tres elementos físicos de conexión en el punto de entrega, con capacidad para funcionar en conexión de dos elementos sin perder sus características de exactitud.

**5.3.1.4.1.2.2.4 Operación en modo prueba.**

Debe tener la capacidad de operar en modo de prueba, la cual debe ser activada por *hardware*. Debe permitir que el modo de prueba se realice sin desconectar del medidor multifunción las señales, sin pérdida y sin modificación de los valores acumulados y registrados.

**5.3.1.4.1.2.2.5 Batería interna.**

La batería de respaldo para el reloj y la memoria masiva, debe poseer una vida útil de cinco años y capacidad mínima de operación de 30 días continuos o 365 días acumulables, sin alimentación auxiliar del medidor multifunción.

**5.3.1.4.1.2.2.6 Reloj interno para proceso de medición.**

El reloj interno del medidor multifunción debe poseer un error máximo aceptable de  $\pm 30$  ppm por cada 30 días, y capacidad de sincronía de hora y calendario vía panel frontal y *software* propietario, en los casos en que se indique en la Tabla de estratificación de centrales eléctricas y centros de carga, así como en la Tabla de aplicaciones de funcionalidad del medidor multifunción relacionado con la estratificación, contenidas en el Apéndice C de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia. Debe disponer de funciones de sincronía vía *DNP*, *Modbus IRIG-B* y *SNTP*.

**5.3.1.4.1.2.2.7 Alimentación auxiliar.**

En un medidor no autoalimentado, la alimentación para circuitos auxiliares debe estar dispuesta en terminales independientes para su conexión a una fuente auxiliar de corriente continua, que cumplan con las siguientes características:

Intervalo de Tensión.	Tolerancia.
125 V <sub>C.C.</sub>	± 15%
250 V <sub>C.C.</sub>	± 15%

**5.3.1.4.1.2.2.8 Pérdida de alimentación auxiliar.**

En ausencia de alimentación auxiliar, el medidor multifunción debe ser capaz de mantener almacenado en memoria, al menos durante 35 días, los datos siguientes:

- a) Todos los registros de medición;
- b) Los parámetros de programación;
- c) La programación de las pantallas;
- d) Secuencia de lecturas en la pantalla;
- e) Las calibraciones y ajustes del medidor multifunción, de manera permanente, y
- f) Bitácora de eventos.

**5.3.1.4.1.2.2.9 Compatibilidad con transformadores de instrumento.**

El medidor multifunción que opere con señales procedentes de transformadores de instrumento TP y TC, deben trabajar dentro de la exactitud especificada. Asimismo, las constantes de relación de transformación deben ser programables por el usuario.

**5.3.1.4.1.2.2.10 Montaje.**

El medidor multifunción debe contar con el medio de montaje indicado en la Tabla de estratificación de centrales eléctricas y centros de carga, así como en la Tabla de aplicaciones de funcionalidad del medidor multifunción relacionado con la estratificación, contenidas en el Apéndice C de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia, y puede ser de los tipos siguientes:

- a) Medidor semiembutido, para tablero de protección, control y medición;
- b) Medidor multifunción extraíble, para tablero semiembutido, y
- c) Medidor multifunción tipo base enchufe o *socket*.

**5.3.1.4.1.2.2.11 Protocolo propietario.**

Para aplicaciones de explotación, configuración y diagnóstico del medidor multifunción, desarrolladas por el usuario del medidor, se debe indicar, como una de las Características particulares, el requerimiento de disponibilidad de la documentación técnica y legal necesaria para el uso de protocolo propietario.

**5.3.1.4.1.2.2.12 Indicador luminoso para calibración.**

El medidor multifunción debe poseer un indicador de luz infrarroja o luz visible para aplicación de pruebas de calibración cuya frecuencia sea función de la constante de integración por pulso ( $K_e$ ).

**5.3.1.4.1.2.2.13 Requerimientos de la aplicación de *software* propietario.**

De acuerdo con la funcionalidad contenida en el medidor multifunción, el proveedor debe suministrar las aplicaciones de *software* para la configuración, programación, diagnóstico, lectura y análisis de información del medidor multifunción mediante una computadora personal y/o terminal portátil con conectividad hacia el medidor multifunción a través de los puertos de comunicación del mismo.

Las aplicaciones *software* deben ser suministradas en un disco de instalación original, con licencias vigentes de uso y manuales de operación.

**5.3.1.4.1.2.2.14 Plataforma de proceso.**

El *software* propietario debe contar con las siguientes características funcionales:

- a) Operar sobre una computadora personal con un sistema operativo de ambiente gráfico *Windows XP* o superior;

- b) Indicar como una de las Características particulares, si debe operar sobre una terminal portátil con un sistema operativo *Windows Mobile* o superior, y
- c) En caso de ser necesario, el fabricante debe suministrar, sin costo, las actualizaciones necesarias para mantenerse operando sobre versiones posteriores del sistema operativo.

#### **5.3.1.4.1.2.2.15** Exportación de datos almacenados.

La aplicación de *software* propietario debe permitir la exportación de datos tomados de la memoria del medidor multifunción a través de formatos *ascii*, *xls*, *csv*.

#### **5.3.1.4.1.2.2.16** Configuración de parámetros de operación.

El *software* propietario debe ser capaz de configurar en el medidor multifunción las siguientes funciones:

- a) Parámetros de operación (RTC, RTP, entre otros);
- b) Manejo de tarifas horarias, congelamiento de lecturas, cambio de estación, períodos actual y anterior;
- c) Salidas opcionales de energía activa, reactiva y el fin del intervalo;
- d) Parametrización del modelo de compensación de pérdidas por transformación o en líneas de transmisión o distribución;
- e) Adquisición de datos y programación, vía puertos de comunicación, y
- f) Control de acceso al medidor multifunción vía *software* con mínimo dos niveles de privilegios, uno de ellos para acceso a todas las funciones del medidor multifunción y otra para acceso a lecturas y, opcionalmente, a restablecimiento de las demandas.

En caso de que el medidor multifunción posea funciones de medición de Calidad de la energía, el *software* propietario debe disponer de la funcionalidad para la configuración y explotación de los parámetros de Calidad de la energía.

#### **5.3.1.4.1.2.2.17** Reportes de explotación de datos actuales o históricos por periodos específicos.

El *software* propietario debe generar al menos los siguientes reportes:

- a) Registro configurable de forma cronológica y tabulada de todas las variables eléctricas medidas y eventos registrados;
- b) Registro de máximos y mínimos en la integración de parámetros;
- c) Gráfica de datos actuales e históricos:
  - 1. Diarias, semanales o mensuales y anuales seleccionables por el usuario;
  - 2. Registro de días típicos;
  - 3. Registro días de la semana, y
  - 4. Registro de fines de semana.
- d) Tarifas horarias:
  - 1. Mínimo 4 días típicos diferentes;
  - 2. Mínimo 4 períodos diferentes (base, intermedio, punta y semipunta);
  - 3. Mínimo 4 cambios diarios de período;
  - 4. Cambio de horario de verano,
  - 5. Consumos por período y totales, y
  - 6. Mínimo 4 estaciones.
- e) Totalizaciones de datos actuales e históricos:
  - 1. Aditivas o substractivas;
  - 2. Directas o con afectación por una constante;
  - 3. Reporte de contribuciones en demandas coincidentes, y
  - 4. Reporte de contribuciones en demanda no coincidente.

**5.3.1.4.1.2.2.18** Módulo de creación de tareas para acceso y extracción automática de datos.

Cuando existan Características particulares, el *software* propietario debe contar con un módulo de creación de tareas automáticas en las terminales portátiles para la ejecución de comandos sobre el medidor multifunción vía los puertos de comunicación. Los recursos de creación de tareas deben permitir al menos desarrollar las siguientes acciones:

- a) Reconocimiento del medidor multifunción;
- b) Adquisición de datos;
- c) *Reseteo* de demanda;
- d) Reprogramación, y
- e) Sincronización de fecha y hora.

**5.3.1.4.1.2.3** Características técnicas.**5.3.1.4.1.2.3.1** Variación de temperatura.

Los límites de temperatura de operación del medidor multifunción son:

- a) Servicio interior: -10 °C a 55 °C, y
- b) Servicio exterior: -25 °C a 70 °C.

**5.3.1.4.1.2.3.2** Humedad relativa.

El rango de humedad relativa de operación del medidor multifunción es de 0% a 95%, sin condensación.

**5.3.1.4.1.2.3.3** Consumo de potencia.

La carga máxima de cada circuito individual de tensión, corriente y fuente auxiliar del medidor multifunción sin cambiar sus características de exactitud, es como sigue:

**Tabla 1. Consumo de potencia.**

Circuito de:	Alimentación de TP.	Alimentación externa.
Tensión.	5 W, 20 VA	< 0.5 VA
Corriente.	1 VA	< 1 VA
Fuente auxiliar.	-	< 20 VA

**5.3.1.4.1.2.3.4** Tensión de la fuente de alimentación.

Los límites de operación de la fuente de alimentación del medidor multifunción deberá ser de  $\pm 15\%$  del valor nominal.

**5.3.1.4.1.2.3.5** Sobrecorriente de corta duración.

El medidor multifunción para conexión con transformadores de instrumento TC y TP, debe estar habilitado para soportar en 0.5 segundos una corriente igual a  $20 \cdot I_{max}$ . El medidor autocontenido debe estar habilitado para soportar en 0.1 segundos una corriente igual a 7 000 amperes pico.

**5.3.1.4.1.2.3.6** Funcionamiento inicial del medidor multifunción.

El medidor multifunción debe ser completamente funcional después de 10 segundos de aplicarle la energía al circuito de alimentación.

**5.3.1.4.1.2.3.7** Memoria para bitácora de eventos.

El medidor multifunción debe almacenar en una bitácora por lo menos los últimos 200 eventos, entre los cuales debe incluir al menos:

- a) Sincronización del reloj;
- b) Accesos;
- c) Falta de alimentación;
- d) Fallas internas;
- e) Modificación de programación;
- f) Cambio modo prueba - modo normal;

- g) Intentos de acceso fallido;
- h) Monitoreo de estado de batería;
- i) Inicialización de demanda;
- j) Cambios de horario y estación, y
- k) Edición de valores integrados para facturación.

#### **5.3.1.4.1.3 Características opcionales del medidor multifunción.**

Las características y funciones del medidor multifunción distintas a lo establecido al momento de seleccionar el medidor son opcionales. Su inclusión en el medidor multifunción deberá ser conforme a los requerimientos del servicio que se preste al usuario.

##### **5.3.1.4.1.3.1 Módem.**

El medidor multifunción debe estar provisto con una interfaz para comunicación telefónica interna, con velocidad ajustable entre valores de 2 400 *bits* por segundo a 38 400 *bits* por segundo o de 1 200 *bits* por segundo a 33 600 *bits* por segundo, conforme al diseño de las características de funcionalidad de los medidores multifunción.

##### **5.3.1.4.1.3.2 Salidas de pulsos.**

El medidor multifunción debe tener la capacidad para proporcionar salidas de pulsos de energía activa, reactiva y de fin de intervalo, y poder programar el valor de la constante de energía ( $K_e$ ) para cada salida. Para la salida de fin de intervalo, se deberá proporcionar un cierre de contactos con duración de 0.3 segundos a 30 segundos, a cada subintervalo de demanda.

##### **5.3.1.4.1.3.3 Memoria no volátil para registro de formas de onda.**

El medidor multifunción debe tener memoria no volátil, con capacidad suficiente para el almacenamiento de registro de formas de onda: al menos 16 eventos diferentes con registro de la forma de onda para los 6 canales de entrada, durante 14 ciclos cada evento.

La velocidad de muestreo de las señales registradas debe tener como mínimo la velocidad de muestreo requerida para medir cuando menos la componente armónica 25, considerando una frecuencia fundamental de 60 Hz.

El almacenamiento de datos debe ser configurable para operar de forma circular. El arranque de los registros de forma de onda debe ser configurable para las siguientes condiciones:

- a) Por sobre nivel de tensión, corriente y frecuencia, y
- b) Por bajo nivel de tensión y frecuencia.

##### **5.3.1.4.1.3.4 Reseteo manual de demanda.**

Debe estar provisto con dispositivo de *reseteo* manual de demanda, accesible al operador.

##### **5.3.1.4.1.3.5 Dispositivo manual para desplegado de registros en pantalla.**

Provisto con dispositivo de congelamiento manual de desplegado, y visualización de desplegado alterno accesible al operador.

##### **5.3.1.4.1.3.6 Registro de valores promedio.**

El medidor multifunción debe calcular y almacenar el promedio de los valores dentro de intervalos configurables de los siguientes valores de medición:

- a) Tensión eficaz de fase a;
- b) Tensión eficaz de fase b;
- c) Tensión eficaz de fase c;
- d) Potencia reactiva trifásica;
- e) Potencia activa trifásica, y
- f) Frecuencia.

##### **5.3.1.4.1.3.7 Registro de desbalances.**

El medidor multifunción debe calcular y almacenar el promedio de los valores dentro de intervalos configurables de los siguientes valores de medición:

- a) Desbalance de tensión, y
- b) Desbalance de corrientes.

#### 5.3.1.4.1.4 Funciones de medición.

##### 5.3.1.4.1.4.1 Medición de corrientes y tensiones.

El medidor multifunción debe obtener de forma continua los siguientes parámetros para su procesamiento y despliegue:

- a) Tensión eficaz de fase y promedio de las tres fases ( $V_a$ ,  $V_b$ ,  $V_c$ ,  $V_{prom}$ );
- b) Tensión eficaz de fase a fase ( $V_{ab}$ ,  $V_{bc}$ ,  $V_{ca}$ );
- c) Corriente eficaz de fase y promedio de las tres fases ( $I_a$ ,  $I_b$ ,  $I_c$  y  $I_{prom}$ );
- d) Desbalance de tensiones, y
- e) Desbalance de corrientes.

##### 5.3.1.4.1.4.2 Medición de potencia.

El medidor multifunción debe obtener de forma continua los siguientes parámetros para su procesamiento continuo y despliegue:

- a) Potencia activa por fase y total ( $W_a$ ,  $W_b$ ,  $W_c$  y  $W_{tot}$ );
- b) Potencia reactiva por fase y total ( $var_a$ ,  $var_b$ ,  $var_c$  y  $var_{tot}$ ), y
- c) Potencia aparente por fase y total ( $VA_a$ ,  $VA_b$ ,  $VA_c$  y  $VA_{tot}$ ).

##### 5.3.1.4.1.4.3 Medición de factor de potencia.

El medidor multifunción debe obtener de forma continua el factor de potencia por fase y trifásico ( $f.p.a$ ,  $f.p.b$ ,  $f.p.c$ , y  $f.p.3f$ ) para su procesamiento continuo y despliegue.

##### 5.3.1.4.1.4.4 Medición de distorsión armónica.

- a) Distorsión armónica total de tensiones por fase, y
- b) Distorsión armónica total de corrientes por fase.

##### 5.3.1.4.1.4.5 Medición de energía y demanda.

El medidor multifunción debe obtener de forma continua los siguientes parámetros para su procesamiento continuo y despliegue de los siguientes valores integrados, los cuales deberán almacenarse en registros horarios:

- a) Wh saliendo;
- b) Wh entrando;
- c) varh en los cuatro cuadrantes;
- d) Demanda activa máxima;
- e) Demanda activa rolada;
- f) Demanda reactiva, y
- g) Pérdidas por transformación.

El medidor multifunción debe permitir su configuración para programar la integración de energía y demandas en forma unidireccional o Bidireccional.

Debe disponer de una función programable de restablecimiento de demanda, en el cual almacenará en registros todos los parámetros de tarifas horarias correspondientes al periodo actual, anterior y cambio de estación, estos registros deben ser accesibles para el usuario para desplegado en pantalla, así mismo vía puerto de comunicación vía *software*.

##### 5.3.1.4.1.4.6 Almacenamiento de perfil de carga para facturación.

El medidor multifunción debe ser capaz de almacenar energías y demandas en intervalos mínimos de 5 minutos durante 35 días.

##### 5.3.1.4.1.4.7 Compensación por pérdidas por transformación.

El medidor multifunción debe poseer una función para estimación de pérdidas por transformación el cual debe modelar al menos los siguientes elementos:

- a) Pérdidas en el núcleo, y
- b) Pérdidas en el cobre.

Esta función debe ser configurable para permitir seleccionar y parametrizar los elementos del modelo, así como su efecto aditivo o substractivo sobre la medición de consumo.

Debe poseer la opción de almacenar los valores estimados de pérdidas como valores integrados en un registro horario.

#### **5.3.1.4.1.4.8** Compensación por pérdidas en línea de transmisión o distribución.

El medidor multifunción debe poseer una función para estimación de pérdidas por transmisión la cual debe modelar al menos la resistencia óhmica del conductor.

Esta función debe ser configurable para permitir seleccionar y parametrizar los elementos del modelo, así como su efecto aditivo o substractivo sobre la medición de consumo.

El medidor multifunción además, debe poseer la opción de almacenar los valores estimados de pérdidas como valores integrados en un registro horario.

#### **5.3.1.4.1.4.9** Registros de parámetros eléctricos.

El medidor multifunción debe ser capaz de capturar muestras con estampa de tiempo de los siguientes parámetros, en intervalos configurables:

- a) Tensión eficaz de fase ( $V_a$ ,  $V_b$ ,  $V_c$ );
- b) Tensión eficaz de fase a fase y promedio ( $V_{ab}$ ,  $V_{bc}$ ,  $V_{ca}$  y  $V_{prom}$ );
- c) Corriente eficaz de fase y promedio ( $I_a$ ,  $I_b$ ,  $I_c$  y  $I_{prom}$ );
- d) Desbalance de tensiones;
- e) Desbalance de corrientes;
- f) Potencia activa total y por fase ( $W_a$ ,  $W_b$ ,  $W_c$  y  $W_{tot}$ );
- g) Potencia reactiva total y por fase ( $var_a$ ,  $var_b$ ,  $var_c$  y  $var_{tot}$ );
- h) Potencia aparente total y por fase ( $VA_a$ ,  $VA_b$ ,  $VA_c$  y  $VA_{tot}$ );
- i) Factor de potencia por fase y trifásico ( $f.p.a$ ,  $f.p.b$ ,  $f.p.c$  y  $f.p.3\phi$ );
- j) Distorsión armónica total de tensiones por fase, y
- k) Distorsión armónica total de corrientes por fase.

#### **5.3.1.4.1.4.10** Puertos de comunicación.

De acuerdo a lo indicado en la Tabla de estratificación de centrales eléctricas y centros de carga, así como en la Tabla de aplicaciones de funcionalidad del medidor multifunción relacionado con la estratificación, contenidas en el Apéndice C de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia, el medidor multifunción debe estar provisto de puertos de comunicación, los cuales, sin excepción alguna, deben permitir el acceso mediante el protocolo propietario.

Todos los puertos con su protocolo asignado deben operar de forma simultánea, sin interferencia y sin modificar el desempeño del dispositivo.

#### **5.3.1.4.1.4.11** Protocolo *Modbus*.

El medidor multifunción debe contar con el protocolo *Modbus* UTR, el mapa de datos debe ser configurable.

Los valores instantáneos y acumuladores disponibles en el mapa de *Modbus* deben ser los mismos que están disponibles para el protocolo *DNP* 3.0, tal como se establece en el Apéndice D de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

El medidor multifunción debe soportar, al menos las siguientes funciones *Modbus*:

- a) Función 03 "*Read Holding Registers*", por sus palabras en inglés: para obtener el contenido de los registros, tanto los valores analógicos como binarios, y
- b) Función 16 "*Preset Multiple Registers*", por sus palabras en inglés: para grabar el valor requerido en registros del medidor multifunción. El medidor debe contestar y obedecer un comando de esta función a la dirección 0h (*broadcast*), para grabar información común en todos los medidores multifunción conectados a la red.

**5.3.1.4.1.4.12** Protocolo *Modbus* sobre *TCP/IP*.

El medidor multifunción debe ser capaz de comunicarse a través del puerto *Ethernet* en protocolo *Modbus* sobre *TCP/IP*. El protocolo *Modbus*, debe cumplir con las funciones solicitadas en el numeral 5.3.1.4.1.4.11, incisos a) y b), de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

Los valores instantáneos y acumuladores disponibles en el mapa de *Modbus* sobre *TCP/IP* deben ser los mismos que están disponibles para el Protocolo *DNP 3.0*, tal como se establece en el Apéndice D de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**5.3.1.4.1.4.13** Protocolo *DNP 3.0* sobre *TCP/IP*.

El medidor multifunción debe ser capaz de comunicarse a través del puerto *Ethernet* en protocolo *DNP 3.0* sobre *TCP/IP* con las siguientes características:

- a) El máximo número de paquetes que transmite y recibe el dispositivo en la capa de enlace es de 292 octetos;
- b) El tamaño máximo de los fragmentos en la capa de aplicación es de 2 048 *bytes*;
- c) El número de reintentos tanto en la capa de enlace como la de aplicación podrá ser configurable entre 0 y 5;
- d) Capaz de enviar multiframeos en sus respuestas, e
- e) Indexado de variables configurable por el usuario.

El perfil del protocolo *DNP 3.0* se establece en el Apéndice D de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**5.3.1.4.1.4.14** Protocolo *DNP 3.0* vía RS-232/RS-485.

El medidor multifunción debe ser capaz de comunicarse a través del puerto RS/232/485 en protocolo *DNP 3.0* con indexado de variables configurable por el usuario.

El perfil del protocolo *DNP 3.0* se establece en el Apéndice D de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**5.3.1.4.1.4.15** Protocolo IEC 61850.

El medidor multifunción debe:

- a) Contar con el protocolo *MMS* y un modelo de datos que se establece la IEC 61850; y
- b) Soportar por lo menos cinco clientes IEC 61850 y al menos una conexión remota por *software* propietario, de forma simultánea.

La configuración de las comunicaciones del medidor multifunción, para el intercambio de información con otros componentes del sistema basado en la IEC 61850, se debe realizar utilizando archivos *XML* que cumplan con el Lenguaje de Configuración de la Subestación definido en la IEC 61850-6. Se acepta que los equipos sean configurados, utilizando un programa de aplicación propietaria, mediante la importación de dichos archivos.

La información requerida para la supervisión de eventos y alarmas provenientes del medidor multifunción, debe estar disponible en forma de nodos lógicos y dispositivos lógicos, tal como se establece en la IEC 61850.

El modelo de datos debe proporcionar, por lo menos, la información solicitada en el Apéndice D para el protocolo *DNP 3.0*, de acuerdo a la aplicación solicitada en la Tabla de estratificación de centrales eléctricas y centros de carga, así como en la Tabla de aplicaciones de funcionalidad del medidor multifunción relacionado con la estratificación, contenidas en el Apéndice C de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**5.3.1.4.1.4.16** Acceso vía lenguaje *XML*, exportación de archivos y almacenamiento de datos.

El *software* propietario debe poseer la funcionalidad necesaria para realizar las siguientes acciones:

- a) Capacidad para interactuar bajo lenguaje *XML* con sistemas institucionales del Transportista o Distribuidor a través de interfaces de comunicación, cuando se indique en las Características particulares, en las cuales se detallará la secuencia de comandos requerida;
- b) Exportación de archivos de la base de datos del sistema a la estructura requerida por el Transportista o Distribuidor cuando se indique en Características particulares, y
- c) Almacenamiento de datos históricos en computadora personal y terminal portátil.

**5.3.1.4.1.4.17** Calidad de la energía.

El medidor multifunción debe realizar la medición de Calidad de la energía, considerando por lo menos los siguientes parámetros:

- a) Frecuencia de las tensiones del sistema trifásico;
- b) Magnitud de la tensión (fluctuación de tensión) por fase;
- c) Decremento repentino de tensión por fase;
- d) Incremento repentino de tensión por fase;
- e) Interrupciones de tensión por fase;
- f) Desbalance de tensiones del sistema trifásico, y
- g) Armónicas de tensión y corriente (individuales y totales) por fase hasta la armónica 25.

Se debe suministrar la opción de fluctuación de tensión por fase.

El cálculo se debe realizar con base en lo establecido en la NMX-J-610/4-30-ANCE-2014 para medidores clase S y en la NMX-J-610/3-6-ANCE-2009, o la que la sustituya.

Los intervalos de ajuste para detectar valores fuera de rango y los valores a registrar ya sean mínimos, máximos, promedio e intervalo de tiempo, se muestran en la "Tabla 2" de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**Tabla 2. Parámetros de Calidad de la energía.**

Parámetro de calidad (eventos).	Tipo.	Magnitud.	Duración.
Interrupción.	Momentánea.	< 0.1 pu	1 ciclo – 3 s
	Temporal.	< 0.1 pu	3 s – 1 min
	Sostenida.	0%	> 1 min
Decremento repentino de tensión.	Instantánea.	0.1 pu – 0.9 pu	3 ciclos – 30 ciclos
	Momentánea.	0.1 pu – 0.9 pu	30 ciclos – 3 s
	Temporal.	0.1 pu – 0.9 pu	3 s – 1 min
Incremento repentino de tensión.	Instantánea.	1.1 pu – 1.8 pu	3 ciclos – 30 ciclos
	Momentánea.	1.1 pu – 1.4 pu	30 ciclos – 3 s
	Temporal.	1.1 pu – 1.2 pu	3 s – 1 min
Parámetro de calidad (estado estable).	Tipo.	Ventana de Medición.	Variación.
Variación de tensión de larga duración.	Incremento de tensión.	10 min	+ 10% $V_{nom}$
	Decremento de tensión.	10 min	- 10% $V_{nom}$
Desbalance.	Tensión.	10 min	2%
Distorsión armónica total.	Tensión.	10 min	6.5%
Variación de frecuencia. <sup>(1)</sup>	Alta frecuencia.	10 min	+ 0.5%
	Baja frecuencia.	10 min	- 0.5%
Fluctuación de la tensión.	< 25 Hz	2 h	1
<b>Nota:</b>			
<sup>(1)</sup> Para el sistema de Baja California Sur, el valor es $\pm 0.8\%$ .			

**5.3.1.4.1.4.18** Registro de parámetros de Calidad de la energía.

El medidor multifunción debe almacenar el promedio de registros históricos de cada 10 minutos durante un mínimo de 35 días con estampa de tiempo de los siguientes parámetros:

- a) Frecuencia del sistema trifásico de tensiones;
- b) Magnitud de la tensión por fase;
- c) Fluctuación de tensión por fase, indicando valores fuera de rango (aplicable a clase S, NMX-J-610/4-30-ANCE-2014, o la que la sustituya);
- d) Desbalance de tensión, el valor de desbalance debe ser registrado cuando exceda el umbral configurado;
- e) Distorsión armónica total de tensión por fase, y
- f) Distorsión armónica total de corriente por fase.

El medidor multifunción debe tener capacidad de almacenamiento para registrar al menos 200 eventos de Calidad de la energía en memoria circular.

Los parámetros en estado transitorio, indicando magnitud y duración, son los siguientes:

- a) Decremento de tensión por fase. El ajuste del umbral debe estar dentro de un intervalo del 10% al 90% del valor nominal y duración de 3 a 3 600 ciclos en un sistema de 60 Hz;
- b) Incremento repentino de tensión por fase. El ajuste del umbral debe estar dentro de un intervalo del 110% al 180% del valor nominal y duración de 3 a 3 600 ciclos en un sistema de 60 Hz; e
- c) Interrupciones de tensión por fase.

#### 5.3.1.4.1.4.19 Funciones del *software* para Calidad de la energía.

##### 5.3.1.4.1.4.19.1 Reportes de eventos de Calidad de la energía.

El *software* debe tener la capacidad para extraer reportes de Calidad de la energía al menos de los siguientes tipos de eventos:

- a) Interrupciones de energía, indicando fecha, hora de ocurrencia, fase involucrada, magnitud y duración en ciclos;
- b) Decremento repentino de tensión, indicando fecha, hora de ocurrencia, fase involucrada, magnitud y duración en ciclos;
- c) Incremento repentino de tensión, indicando fecha, hora de ocurrencia, fase involucrada, magnitud y duración en ciclos;
- d) % *THD V* distorsión armónica de tensión por fase hasta la armónica 25, programación de umbral como mínimo del 1% al 15% de distorsión armónica y duración mínima de 1 a 3 600 ciclos, con base a la especificación CFE L0000-45; y
- e) % *THD A* distorsión armónica de corriente por fase hasta la armónica 25, programación de umbral como mínimo del 1% al 15% de distorsión armónica y duración mínima de 1 a 3 600 ciclos, con base a la especificación CFE L0000-45.

##### 5.3.1.4.1.4.19.2 Reportes de Calidad de la energía por:

- a) Distorsión armónica total de tensión por fase;
- b) Distorsión armónica total de corriente por fase;
- c) Tensión de fase;
- d) Desbalance de fases de tensión;
- e) Desbalance de fases de corriente.
- f) Frecuencia.

##### 5.3.1.4.1.5 Equipos para medición de energía en puntos de compensación reactiva.

**Tabla 3. Error máximo permisible.**

Variable.	Valor de Corriente.	Factor de potencia.	Límite de error en % clase 0.2.
Wh	$0.1 \cdot I_{nom} \geq I_{max}$	- 0.2 y + 0.2	± 0.3
Wh		- 0.14 y + 0.14	± 0.35
Wh		- 0.078 y + 0.078	± 0.4

**5.3.1.4.2 Condiciones de operación.**

No aplican durante el periodo de vigencia de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**5.3.1.4.3 Condiciones de desarrollo sustentable.**

No aplican durante el periodo de vigencia de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**5.3.1.4.4 Condiciones de seguridad industrial.**

No aplican durante el periodo de vigencia de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**5.3.1.4.5 Control de calidad.**

La evaluación del diseño se realiza mediante las siguientes pruebas de control de calidad o prototipo, siendo responsabilidad del laboratorio acreditado y aprobado realizar dichas pruebas.

El medidor multifunción debe cumplir con los métodos de pruebas de control de calidad o prototipo, establecidas según corresponda, en los "Apéndices A y B" de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia y en la IEC 62052-11 e IEC 62053-22.

De acuerdo con el fabricante se elige uno de los siguientes tamaños de muestra y criterios de aceptación:

- a) De 3 a 5 medidores multifunción deben ser sujetos a todas las pruebas y cumplir con todos los valores especificados en las mismas, en caso contrario, se debe rechazar el prototipo.
- b) De 6 a 8 medidores multifunción deben ser sujetos a todas las pruebas, y en caso de que no cumplan con dos de los valores especificados, se debe rechazar el prototipo.
- c) Para 9 medidores multifunción (3 grupos de 3), el total de las pruebas debe ser cubierto por los tres grupos y deben cumplir con todos los valores especificados en las mismas, en caso contrario, se debe rechazar el prototipo.

**5.3.1.4.5.1 Pruebas de control de calidad o prototipo.**

Se realizan con una muestra de medidores multifunción del mismo tipo, teniendo características idénticas, para verificar que cumplen con los requerimientos establecidos.

**5.3.1.4.5.1.1 Pruebas dieléctricas.**

Los medidores multifunción deben cumplir con las pruebas dieléctricas de impulso y de potencial aplicado, conforme lo indicado en las normas IEC 62052-11 e IEC 62053-22, respectivamente.

**5.3.1.4.5.1.1.1 Pruebas de impulso.**

La prueba debe efectuarse de acuerdo con la IEC 62052-11, bajo las siguientes condiciones:

- a) El equipo en condiciones de no operación;
- b) El valor pico debe ser de 6 kV;
- c) 10 impulsos positivos y 10 impulsos negativos;
- d) Tiempo entre impulsos 3 segundos, y
- e) Después de las pruebas de impulso, el medidor multifunción no debe presentar daños ni cambios en la información y debe operar correctamente.

**5.3.1.4.5.1.1.2 Pruebas de potencial aplicado.**

La prueba debe efectuarse de acuerdo con la IEC 62053-22, bajo las siguientes condiciones:

- a) El equipo en condiciones de no operación;
- b) Tensión eléctrica ( $V_{RCM}$ ) = 2 000 V, 60 Hz, 1 minuto;
- c) Todos los circuitos de entrada-salida en cortocircuito; y
- d) Puntos de prueba:
  1. Entradas de tensión contra tierra;
  2. Entradas de corriente contra tierra;
  3. Salidas de tensión contra tierra;
  4. Salidas de corriente contra tierra.
  5. Entradas contra salidas.

**5.3.1.4.5.1.2** Requisitos de exactitud.**5.3.1.4.5.1.2.1** Verificación de la constante del medidor multifunción.

La prueba debe efectuarse de acuerdo con la IEC 62053-22. La constante del medidor multifunción debe ser tal que, la relación entre la prueba de salida del patrón y la indicación en la pantalla, cumple con lo marcado en la carátula del medidor multifunción.

**5.3.1.4.5.1.2.2** Corriente de arranque.

La prueba debe ser realizada de acuerdo con la IEC 62053-22, bajo las siguientes condiciones:

- a) El medidor multifunción en condiciones de operación;
- b) El medidor multifunción se energiza con  $V_{nom}$ , *f.p.* unitario y valor de corriente de acuerdo a la “Tabla 2” de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia;
- c) El medidor multifunción debe empezar a integrar pulsos en memoria masiva o kWh en pantalla, y
- d) Esta prueba se efectúa con un valor de  $K_e$  adecuado para integrar un mínimo de 10 pulsos en memoria y su equivalente en kWh en pantalla.

**5.3.1.4.5.1.2.3** Deslizamiento.

La prueba debe ser ejecutada de acuerdo con IEC 62053-22, bajo las siguientes condiciones:

- a) El medidor multifunción en condiciones de operación;
- b) El medidor multifunción se energiza con 110% de la  $V_{nom}$  y *f.p.* unitario;
- c) Sin carga en los circuitos de corriente, y
- d) El medidor multifunción no debe registrar más de un pulso en un tiempo de prueba igual a 30 minutos.

**5.3.1.4.5.1.2.4** Pruebas de influencia de temperatura ambiente.

La prueba debe ser realizada de acuerdo con la IEC 62053-22, y no debe exceder los límites dados en la “Tabla 11” de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**5.3.1.4.5.1.2.5** Pruebas de cantidades de influencia.

La prueba debe ser ejecutada de acuerdo a la IEC 62053-22, y se deben comprobar los límites de porcentajes de error en cada una de las variables del medidor multifunción, de acuerdo a los intervalos que se indican en la “Tabla 10”. Medidor multifunción con cargas balanceadas de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**5.3.1.4.5.1.2.6** Prueba de exactitud en presencia de armónicas.

La prueba debe ser ejecutada de acuerdo con la IEC 62053-22, y bajo las siguientes condiciones:

- a) Corriente fundamental  $I_1 = 0.5 \cdot I_{max}$ ;
- b) Tensión fundamental  $V_1 = V_{nom}$ ;
- c) Factor de potencia *f.p.* = 1.0;
- d) Contenido de 5ª armónica en tensión  $V_5 = 10\% V_{nom}$ ;
- e) Contenido de 5ª armónica en corriente  $I_5 = 40\%$  de la corriente fundamental;
- f) Armónica factor de potencia 1.0;
- g) La fundamental y armónica de tensión deben estar en fase cruzando de positivo a cero, y
- h) Resultando armónica de potencia de la 5ª armónica  $P_5 = 0.1 \cdot V_1 \times 0.4 \cdot I_1 = 0.04 \cdot P_1$  o total de potencia activa =  $1.04 \cdot P_1$  (fundamental + armónicas).

**5.3.1.4.5.1.2.7** Prueba de influencia de subarmónicas.

La prueba debe ser ejecutada de acuerdo con la IEC 62053-22, y bajo las siguientes condiciones:

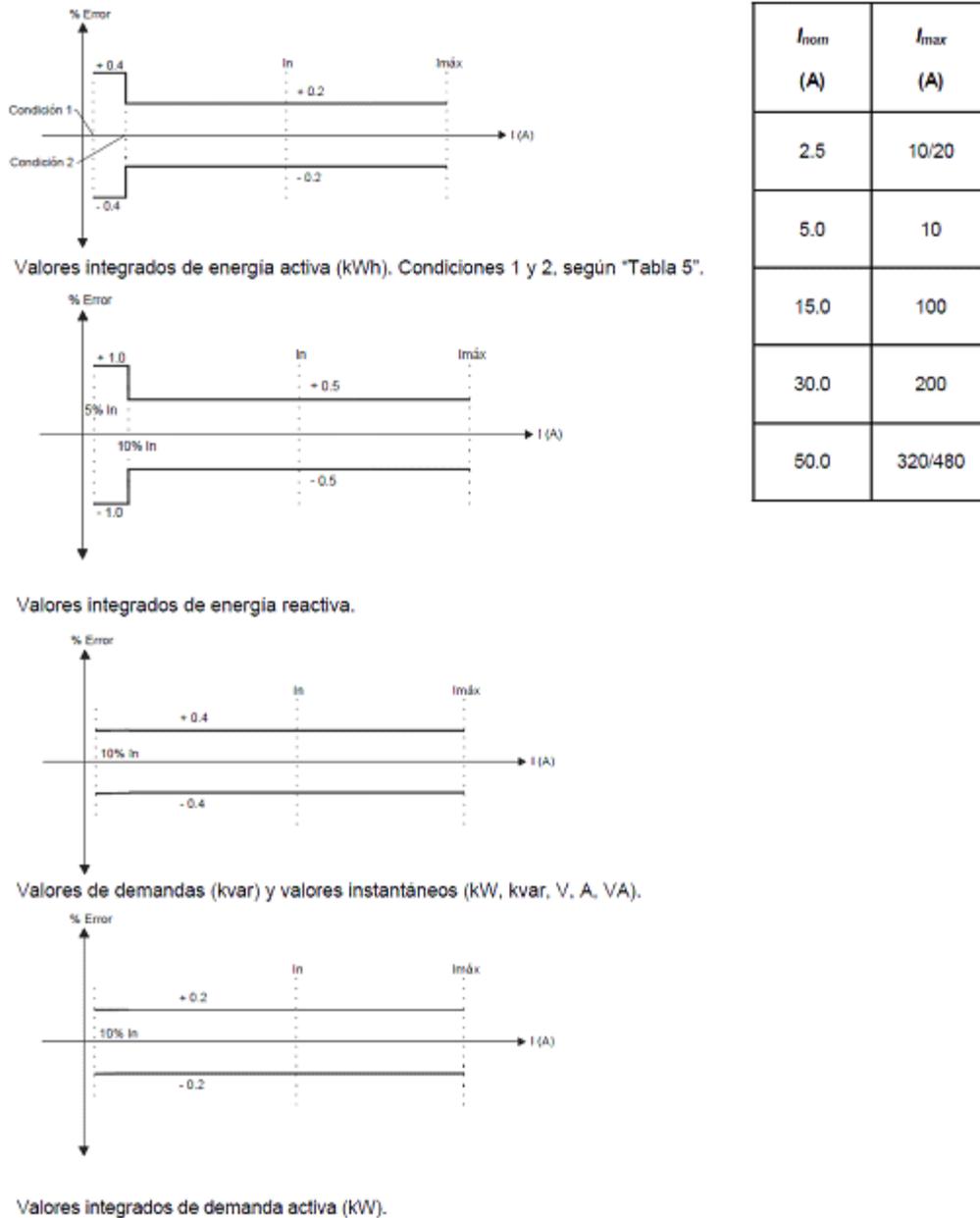
1. La prueba de influencia de subarmónicas debe ser practicada con los circuitos mostrados en la “Figura A1” de la IEC 62053-22 o con otro equipo disponible para generar las formas de onda requeridas y las formas de onda de corriente mostradas en la “Figura A2” de la IEC 62053-22.
2. La variación de error, cuando el medidor multifunción esté sujeto a las pruebas de la forma de onda dadas en las “Figuras 1 y 2”, y cuando está sujeto a la forma de onda de referencia, no debe exceder los límites de variación de la “Tabla 10” de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**5.3.1.4.5.1.2.8 Prueba de exactitud.**

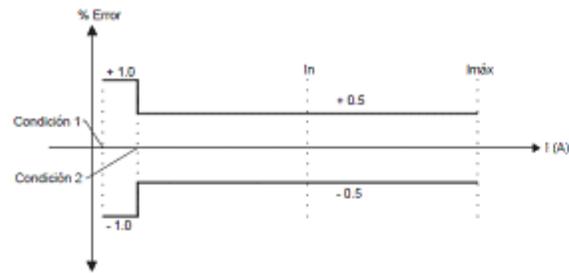
Para la determinación de la exactitud de medición de energía, de demanda y de valores instantáneos, las pruebas deben realizarse con base en las "Figuras 1 y 2", y en los respectivos valores indicados en las tablas de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

Se deben comprobar los límites de porcentaje de error en cada una de las variables del medidor multifunción, de acuerdo a los intervalos que se indican en las "Tablas 6, 7, 8 y 9", de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

Cualquiera de estas mediciones, se deben realizar con patrones con una relación de exactitud de 4 a 1.

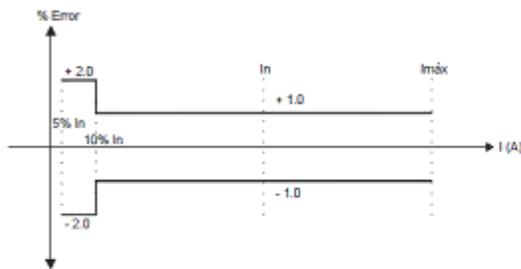


**Figura 1. Gráficas de las envolventes del comportamiento de los medidores multifunción en condiciones de referencia  $V_{nom}$ ,  $f.p.$  unitario, exactitud 0.2.**

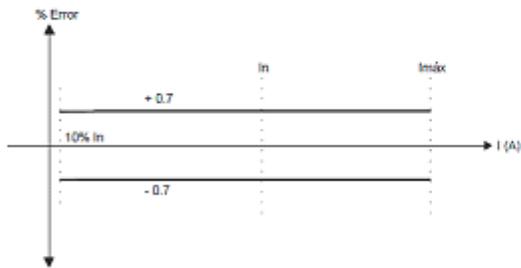


Valores integrados de energía activa (kWh). Condiciones 1 y 2, según "Tabla 5".

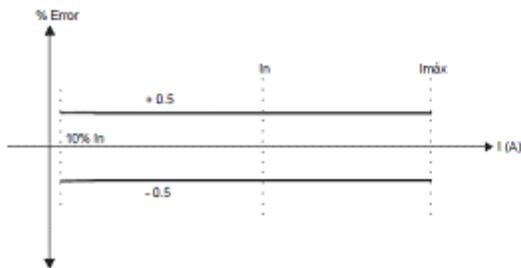
$I_{nom}$ (A)	$I_{max}$ (A)
9	10/20
5.0	10
15.0	100
30.0	200
50.0	320/480



Valores integrados de energía reactiva.



Valores de demandas (kvar) y valores instantáneos (kW, kvar, V, A, VA).



Valores integrados de demandas activas (kW).

Figura 2. Gráficas de las envolventes del comportamiento de los medidores multifunción en condiciones de referencia  $V_{nom}$ ,  $f.p.$  unitario, exactitud 0.5.

Tabla 4. Límites de exactitud.

Parámetros.	Clase.					
	Energía.		Demanda.		Instantáneos.	
	0.2	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5
kW	0.2	0.5	0.2	0.5	0.4	0.7
kvar	0.5	1.0	0.4	0.7	0.4	0.7
V	-	-	-	-	0.4	0.7
A	-	-	-	-	0.4	0.7

Tabla 5. Valores de corriente de arranque, corriente mínima, corriente nominal y corriente máxima que debe cumplir el medidor multifunción.

Clase del medidor.	Condición 1.	Condición 2.	Corriente nominal (A).	Corriente máxima (A).
	Corriente de arranque (A).	Corriente mínima (A).		
2.5 (10)	0.010	0.15	2.5	10
2.5 (20)	0.010	0.15	2.5	20
5.0 (10)	0.010	0.3	5.0	10
15.0 (100)	0.050	1.0	15.0	100
30.0 (200)	0.100	2.0	30.0	200
50.0 (320)	0.160	3.0	50.0	320
50.0 (480)	0.240	3.0	50.0	480

Tabla 6. Límite de porcentaje de error de registro integrador de energía unidireccional y Bidireccional. Medidor multifunción con cargas balanceadas.

Variable.	Valor de corriente.	Ángulo de fase (Grados).	Límite de error en porcentaje.	
			Clase 0.2	Clase 0.5
Wh	Condición 1 de la "Tabla 7".	0	± 0.4	± 1.0
	Condiciones 2 a la 9 de la "Tabla 7".	0	± 0.2	± 0.5
	$I_{min} \leq I < 0.1 \cdot I_{nom}$	- 60 y + 60	± 0.5	± 1.0
	$0.1 \cdot I_{nom} \leq I \leq 0.1 \cdot I_{max}$	- 60 y + 60	± 0.3	± 0.6
varh	$I_{min} \leq I < 0.1 \cdot I_{nom}$	- 90 y + 90	± 1.0	± 2.0
	$0.1 \cdot I_{nom} \leq I \leq I_{max}$	- 90 y + 90	± 0.5	± 1.0
	$I_{min} \leq I < 0.1 \cdot I_{nom}$	- 30 y + 30	± 1.0	± 2.0
	$0.1 \cdot I_{nom} \leq I \leq I_{max}$	- 30 y + 30	± 0.6	± 1.2

Tabla 7. Curva de carga a tensión nominal y ángulo de fase cero grados.

Condición.	Corriente (clase), en A.							Límites de error en porcentaje.	
	2.5 (10)	2.5 (20)	5.0 (10)	15.0 (100)	30.0 (200)	50.0 (320)	50.0 (480)		
	Corriente de prueba (A).							Clase 0.2	Clase 0.5
1	0.15	0.15	0.3	1.0	2.0	3.0	3.0	± 0.4	± 1.0
2	0.25	0.25	0.5	1.5	3.0	5.0	5.0	± 0.2	± 0.5

3	1.5	1.5	1.5	10.0	20.0	30.0	30.0	± 0.2	± 0.5
4	2.5	2.5	2.5	15.0	30.0	50.0	50.0	± 0.2	± 0.5
5	5.0	5.0	5.0	30.0	60.0	75.0	100.0	± 0.2	± 0.5
6	-	10.0	-	50.0	100.0	100.0	180.0	± 0.2	± 0.5
7	7.5	15.0	7.5	75.0	150.0	150.0	240.0	± 0.2	± 0.5
8	-	18.0	-	90.0	180.0	300.0	360.0	± 0.2	± 0.5
9	10.0	20.0	10.0	100.0	200.0	320.0	480.0	± 0.2	± 0.5

**Tabla 8. Límites de porcentaje de error de registro integrador de demanda en intervalos de 15 minutos para pantalla y 5 minutos para memoria masiva. Medidor multifunción con cargas balanceadas.**

Variable.	Valor de corriente.	Ángulo de fase (Grados).	Límite de error en porcentaje.	
			Clase 0.2	Clase 0.5
varh	$0.10 \cdot I_{min} \leq I \leq I_{max}$	0	± 0.2	± 0.5
		- 60 y + 60	± 0.3	± 0.6
		- 90 y + 90	± 0.4	± 0.7
		- 30 y + 30	± 0.6	± 1.2

**Tabla 9 Límites del porcentaje de error de registro instantáneo en un segundo. Medidor multifunción con cargas balanceadas.**

Variable.	Valor de corriente.	Ángulo de fase (Grados).	Límites de error en porcentaje.	
			Clase 0.2	Clase 0.5
W	$0.10 \cdot I_{nom} \leq I \leq I_{max}$	0	± 0.4	± 0.7
		- 60 y + 60	± 0.6	± 1.2
var		- 90 y + 90	± 0.4	± 0.7
		- 30 y + 30	± 0.6	± 1.2
VA		0	± 0.4	± 0.7
		- 60 y + 60	± 0.6	± 1.2
A		0	± 0.4	± 0.7
		- 60 y + 60	± 0.6	± 1.2
V	0	± 0.4	± 0.7	
	- 60 y + 60	± 0.6	± 1.2	
f.p.	- 60 y + 60	± 1.0	± 2.0	
Hz	$0.10 \cdot I_{nom} \leq I \leq I_{max}$	0	± 0.1 Hz	± 0.1 Hz
		- 60 y + 60	± 0.15 Hz	± 0.15 Hz

**Tabla 10 (1 de 2). Cantidades de influencia en la energía. Medidor multifunción con cargas balanceadas.**

Cantidades de influencia.	Valor de corriente.	f.p.	Límite de variación en % de error.	
			kWh.	
			Clase 0.2	Clase 0.5
Tensión del circuito de medición ± 10%.	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$ $0.1 \cdot I_{nom} \leq I \leq I_{max}$	1.0 0.5 atrás.	0.1 0.2	0.2 0.4
Variación de frecuencia ± 2%.	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$ $0.1 \cdot I_{nom} \leq I \leq I_{max}$	1.0 0.5 atrás.	0.1 0.1	0.2 0.2
Secuencia de fase invertida.	$0.1 \cdot I_{nom}$	1.0	0.05	0.1
Tensión desbalanceada.	$I_{nom}$	1.0	0.5	1.0
Tensión auxiliar ± 15%.	$I_{min}$	1.0	0.05	0.1
Fase de la tensión auxiliar desfasado 120°.	$I_{min}$	1.0	0.1	0.2
Componente de armónicas en los circuitos de tensión y corriente.	$0.5 \cdot I_{max}$	1.0	0.4	0.5
Subarmónicas en el circuito de corriente.	$0.5 \cdot I_{nom}$	1.0	0.6	1.5
Inducción magnética continua de origen externo.	$I_{nom}$	1.0	2.0	2.0
Inducción magnética alterna de origen externo 0.5 mT.	$I_{nom}$	1.0	0.5	1.0
Campos electromagnéticos de radio frecuencia.	$I_{nom}$	1.0	1.0	2.0
Disturbios conducidos, y campos inducidos por radio frecuencia.	$I_{nom}$	1.0	1.0	2.0
Transitorios rápidos.	$I_{nom}$	1.0	1.0	2.0
Inmunidad de ondas oscilatorias húmedas.	$I_{nom}$	1.0	1.0	2.0

**Tabla 10 (2 de 2). Cantidades de influencia en la energía. Medidor multifunción con cargas balanceadas.**

Efecto de la variación de tensión para medidor multifunción con auto-rango (únicamente en Wh con f.p. 1.0).				
Cantidades de influencia.	Valor de corriente.	f.p.	Límite de variación en % de error.	
			kWh.	
			Clase 0.2	Clase 0.5
120 V	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	1.0	Referencia.	Referencia.
$90\% \cdot V_{min}$	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	1.0	0.1	0.2
$V_{min}$	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	1.0	0.1	0.2
240 V	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	1.0	0.1	0.2
277 V	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	1.0	0.1	0.2
480 V	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	1.0	0.1	0.2
$110\% \cdot V_{max}$	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	1.0	0.1	0.2

**Tabla 11. Coeficiente de temperatura (kWh).**

Valor de corriente.	Factor de potencia.	Coeficiente medio de temperatura %/K.
---------------------	---------------------	---------------------------------------

		Clase 0.2	Clase 0.5
$I_{min} < I < I_{max}$	1.0	0.01	0.03
$0.1 \cdot I_{nom} < I < I_{max}$	0.5 atrasado.	0.02	0.05

Tabla 12. Condiciones de referencia.

Cantidad de influencia.	Valor de referencia.	Tolerancias permisibles.
Balance de tensiones (entre cada línea y promedio).	0%	$\pm 1\%$
Balance de corrientes (entre cada línea y promedio).	0%	$\pm 1\%$
Desplazamiento de fase (entre corrientes y tensiones).	0%	$2^\circ$
Temperatura ambiente.	23 °C	$\pm 2^\circ\text{C}$
Tensión.	Referencia.	$\pm 1\%$
Frecuencia.	Referencia.	$\pm 0.3\%$
Forma de onda.	Senoidal.	Distorsión < 2%
Inducción magnética (a la frecuencia de referencia).	0	0.05 mT

**Nota:** Las condiciones de referencia para tensión y frecuencia se aplican a ambos, el circuito de medición y la fuente auxiliar.

#### 5.3.1.4.5.1.3 Pruebas eléctricas.

Los medidores multifunción deben cumplir con las pruebas eléctricas indicadas del numeral 5.3.1.4.5.1.3.1 al 5.3.1.4.5.1.3.3.

##### 5.3.1.4.5.1.3.1 Consumo de energía.

La prueba debe practicarse de acuerdo con la IEC 62053-22, bajo las siguientes condiciones:

- El medidor multifunción en condiciones de operación;
- El medidor multifunción se debe energizar con  $V_{nom}$  e  $I_{nom}$ ;
- Medir la corriente que circula en los circuitos de tensión;
- Medir la caída de tensión en los circuitos de corriente, y
- Los límites de los valores obtenidos son:

Circuito de:	Medidores autocontenidos.	Medidores con alimentación externa.
Tensión.	5 W, 20 VA	< 0.5 VA
Corriente.	1 VA	< 1 VA
Fuente auxiliar.	-	< 20 VA

##### 5.3.1.4.5.1.3.2 Pruebas de influencia de la fuente de alimentación.

La prueba debe ser ejecutada de acuerdo con la IEC 62052-11.

##### 5.3.1.4.5.1.3.3 Microinterrupciones.

Se debe comprobar, por medio de *software*, que el medidor multifunción no graba un cambio de registro de más de  $X^*$  unidades y la salida de pulsos no debe producir una señal a más de  $X^*$  unidades:

\*Donde:

$$X = 10^{-6} \cdot m \cdot V_{nom} \cdot I_{max};$$

$m$ , es el número de elementos del medidor multifunción;

$V_{nom}$ , es el voltaje nominal del medidor multifunción, e

$I_{max}$ , es la corriente máxima del medidor multifunción.

El medidor multifunción debe tener una resolución de 0.01 unidades.

Para realizar esta prueba, los circuitos primarios de alimentación o suministro de energía, tanto principal como auxiliar, deben estar a la tensión de referencia, y los circuitos secundarios de corriente deben estar desenergizados. Las condiciones para realizar la prueba son:

- a) El equipo en condiciones de operación:  
Interrupción de tensión en 100%  $V_{nom}$ .
  1. Tiempo de interrupción igual a un segundo;
  2. Total de interrupciones: 3; y
  3. Tiempo de restablecimiento de 50 milisegundos entre interrupciones.
- b) El equipo en condiciones de operación:  
Interrupción de tensión en 100%  $V_{nom}$ .
  1. Tiempo de interrupción igual a 16.67 milisegundos; y
  2. Total de interrupciones: 1.
- c) El equipo en condiciones de operación:  
Interrupción de tensión en 50%  $V_{nom}$ .
  1. Tiempo de interrupción igual a un minuto; y
  2. Total de interrupciones: 1.
- d) Pruebas de influencia de sobrecorriente de corto tiempo.

La prueba debe ser realizada de acuerdo con la IEC 62053-22, y conforme a lo siguiente:

1. El medidor multifunción para conexión con transformadores de instrumento debe estar habilitado para soportar en 0.5 segundos una corriente igual a  $20 \cdot I_{max}$ . El medidor autocontenido debe estar habilitado para soportar en 0.1 segundos una corriente igual a 7 000 amperes pico.
  2. La prueba debe realizarse fase por fase, después de una hora de energizado el medidor multifunción a tensión nominal, el error a corriente, tensión nominal y factor de potencia unitario no debe exceder de 0.05% del error antes de la prueba.
- e) Prueba de influencia de autocalentamiento.

La prueba debe ser realizada de acuerdo con la IEC 62053-22.

El límite de variación en el porcentaje de error no debe exceder los valores de la "Tabla 13" de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**Tabla 13. Límites de tolerancia en el error.**

Valor de corriente.	Factor de potencia.	Límites de variación en % de error.
---------------------	---------------------	-------------------------------------

		Clase 0.2	Clase 0.5
$I_{max}$	1.0	0.1	0.2
$I_{max}$	0.5 atrasado.	0.1	0.2

**f) Prueba de influencia de calentamiento.**

Esta prueba se debe realizar de acuerdo con la IEC 62052-11, y debe cumplir con lo indicado en dicho instrumento.

**5.3.1.4.5.1.4 Pruebas de compatibilidad electromagnética.**

Durante y después de cada una de las pruebas de interferencia, el medidor multifunción debe estar libre de daños. Se debe comprobar por medio de *software* que el medidor multifunción no presenta cambios en la información y opera correctamente.

**a) Supresión de radio interferencia.**

La prueba debe ser realizada de acuerdo con la IEC 62052-11, el estándar internacional CISPR 22 y bajo las siguientes condiciones:

1. El medidor multifunción en condiciones de operación;
2. Los circuitos de tensión y auxiliares, energizados con tensión de referencia;
3. Los circuitos de corriente, entre 0.1 y 0.2 de la corriente nominal, y
4. Los valores obtenidos no deben exceder los límites establecidos.

**b) Pruebas de transitorios rápidos (*fast transient burst*, por sus palabras en inglés).**

La prueba debe ser realizada de acuerdo con la IEC 62052-11 y la IEC 61000-4-4, y bajo las siguientes condiciones:

1. El equipo en condiciones de operación;
2. Los circuitos de tensión y auxiliares, energizados con tensión de referencia;
3. Los circuitos de corriente, con corriente nominal;
4. Tensión 4.0 kV para los circuitos de tensión y corriente;
5. Tensión 2.0 kV para los circuitos auxiliares, y
6. Tiempo de la prueba un minuto.

**c) Prueba de inmunidad de ondas oscilatorias.**

La prueba debe ser realizada de acuerdo con la IEC 62052-11 y la IEC 61000-4-12.

Esta prueba es sólo para medidores multifunción operados con transformador. La prueba debe realizarse bajo las siguientes condiciones:

1. El equipo en condiciones de operación;
2. Los circuitos de tensión y auxiliares, energizados con tensión de referencia;
3. Los circuitos de corriente con corriente nominal;
4. Para circuitos de tensión y auxiliares mayores de 40 V;
5. En modo común, el valor de prueba es de 2.5 kV;
6. En modo diferencial, el valor de prueba es de 1.0 kV;
7. Frecuencias de prueba 100 kHz y 1 MHz, y
8. Duración de la prueba un minuto.

**d) Inmunidad de campos electromagnéticos de radio frecuencias.**

La prueba debe ser realizada de acuerdo con la IEC 62052-11 y la IEC 61000-4-3, bajo las siguientes condiciones:

1. Intervalo de frecuencia, de 80 MHz hasta 2 000 MHz;
2. Los circuitos de tensión y auxiliares, energizados con tensión de referencia;
3. Los circuitos de corriente con corriente nominal, intensidad de campo 10 V/m, y
4. Los circuitos de corriente sin alimentación, intensidad de campo 30 V/m.

La aplicación de la prueba no debe producir cambios en el registro de más de  $X^*$  unidades y la salida de pulsos no debe producir una señal a más de  $X^*$  unidades:

\* Donde  $X = 10^{-6} \cdot m \cdot V_{nom} \cdot I_{max}$ ;

$m$ , es el número de elementos del medidor multifunción;

$V_{nom}$ , es el voltaje nominal del medidor multifunción, e

$I_{max}$ , es la corriente máxima del medidor multifunción.

El medidor multifunción debe tener una resolución de 0.01 unidades.

**e)** Inmunidad de disturbios conducidos y campos inducidos por radio frecuencia.

La prueba debe ser realizada de acuerdo con la IEC 62052-11 y la IEC 61000-4-6, y bajo las siguientes condiciones:

1. El equipo en condiciones de operación;
2. Los circuitos de tensión y auxiliares, energizados con tensión de referencia;
3. Los circuitos de corriente con corriente nominal;
4. Intervalo de frecuencia de 150 kHz a 80 MHz, y
5. Intensidad de campo 10 V/m.

**f)** Inmunidad a descargas electrostáticas.

La prueba debe ser realizada de acuerdo con la IEC 62052-11 y la IEC 61000-4-2 bajo las siguientes condiciones:

1. El medidor multifunción en condiciones de operación;
2. Los circuitos de tensión y auxiliares, energizados con tensión de referencia;
3. Las terminales de corriente abiertas, y
4. Descarga en contacto:
  - a) Tensión de prueba: 8 kV, y
  - b) Número de descargas: 10 (en cada polaridad).

Si la descarga en contacto no es posible por no tener partes metálicas en la parte exterior, entonces se aplican 15 kV en descarga en aire.

La aplicación de la prueba no debe producir cambios en el registro de más de  $X^*$  unidades y la salida de pulsos no debe producir una señal a más de  $X^*$  unidades:

\* Donde  $X = 10^{-6} \cdot m \cdot V_{nom} \cdot I_{max}$ .

$m$ , es el número de elementos del medidor multifunción;

$V_{nom}$ , es el voltaje nominal del medidor multifunción; e

$I_{max}$ , es la corriente máxima del medidor multifunción.

El medidor multifunción debe tener una resolución de 0.01 unidades.

Después de aplicar las descargas electrostáticas, el medidor multifunción no debe mostrar daños ni cambios en la información y debe cumplir con los requisitos de exactitud de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**g)** Inmunidad al impulso.

La prueba debe ser realizada de acuerdo con la IEC 62052-11 y la IEC 61000-4-5, bajo las siguientes condiciones:

1. El equipo en condiciones de operación;
2. Los circuitos de tensión y auxiliares, energizados con tensión de referencia;
3. Las terminales de corriente abiertas;
4. Tensión de prueba 4 kV para circuitos de tensión y corriente;
5. Tensión de prueba 1 kV para circuitos auxiliares con tensión de 40 V, y
6. Número de impulsos: 5 positivos y 5 negativos.

La aplicación de la prueba no debe producir cambios en el registro de más de  $X^*$  unidades y la salida de pulsos no debe producir una señal a más de  $X^*$  unidades:

$$* \text{ Donde } X = 10^{-6} \cdot m \cdot V_{nom} \cdot I_{max};$$

$m$ , es el número de elementos del medidor multifunción;

$V_{nom}$ , es el voltaje nominal del medidor multifunción, e

$I_{max}$ , es la corriente máxima del medidor multifunción.

El medidor multifunción debe tener una resolución de 0.01 unidades.

Después de aplicar la prueba el medidor multifunción, no debe mostrar daños ni cambios en la información y debe cumplir con los requisitos de exactitud de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**h) Capacidad de soportar transitorios.**

La prueba debe ser realizada de acuerdo con el estándar IEEE C.37.90.1 y bajo las siguientes condiciones:

1. El equipo en condiciones de operación;
2. Los circuitos de tensión y auxiliares, energizados con tensión de referencia;
3. Sin carga en los circuitos de corriente, y
4. Parámetros de pruebas:
  - a)  $f = \{1 \text{ MHz} \pm 10\%\}$ ; y
  - b) Tensión eléctrica =  $\{2.5 \text{ kV} + 0, -10\%\}$  en modo común y transversal.

Después de aplicar la prueba, el medidor multifunción no debe mostrar daños ni cambios en la información y debe cumplir con los requisitos de exactitud de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**5.3.1.4.5.1.5 Pruebas de influencia climáticas.**

Después de cada una de las pruebas de influencias climáticas, el medidor multifunción no debe presentar daños ni cambios en la información y debe operar correctamente.

**a) Pruebas de calor seco.**

La prueba debe ser realizada de acuerdo con la IEC 62052-11 y la IEC 60068-2-2, bajo las siguientes condiciones:

1. Medidor multifunción en condiciones de no operación;
2. Temperatura:  $+ 70 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ; y
3. Duración de la prueba: 72 horas.

**b) Pruebas a baja temperatura.**

La prueba debe ser realizada de acuerdo con la IEC 62052-11 y la IEC 60068-2-1, bajo las siguientes condiciones:

1. Medidor multifunción en condiciones de no operación;
2. Medidor multifunción de uso interior y exterior;
3. Temperatura:  $-20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ , para medidor multifunción de uso interior, y
4. Duración de la prueba: 72 horas.

**c) Prueba de humedad.**

La prueba debe ser ejecutada de acuerdo con la IEC 62052-11 y la IEC 60068-2-30, bajo las siguientes condiciones:

1. Los circuitos de tensión y auxiliares, energizados con tensión de referencia;
2. Sin carga en los circuitos de corriente;
3. La variante 1 de la IEC 60068-2-30, es decir, 6 ciclos con una humedad de  $93\% \pm 3\%$  y una temperatura de  $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  para medidor multifunción de uso interior, y una temperatura de  $55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  para medidor multifunción de uso exterior, y
4. Después de 24 horas, se deben realizar las pruebas dieléctricas de acuerdo al numeral 5.3.1.4.5.1.1 de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia, aplicando un factor de 0.8.

Después de la prueba no debe haber corrosión y el medidor multifunción debe operar correctamente.

**d) Prueba de protección a la radiación solar.**

La prueba debe ser ejecutada de acuerdo con la IEC 62052-11 y la IEC 60068-2-5, bajo las siguientes condiciones:

1. Únicamente para medidores multifunción de uso exterior, y en condiciones de no operación;
2. Temperatura:  $55\text{ °C}$ , y
3. Duración de la prueba: 3 ciclos (un ciclo es igual a 8 horas de radiación y 16 horas de oscuridad).

Después de la prueba, el medidor multifunción debe operar correctamente y todas las marcas deben ser legibles.

**5.3.1.4.5.1.6 Pruebas mecánicas.**

Después de cada una de las pruebas mecánicas, el medidor multifunción no debe presentar daños o cambios de la información y debe operar correctamente, de acuerdo a los requerimientos de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**a) Pruebas de vibración.**

La prueba debe efectuarse de acuerdo a la IEC 62052-11, bajo las siguientes condiciones:

1. Equipo en condiciones de no operación, fuera del empaque;
2. Intervalo de frecuencia de 10 Hz a 150 Hz;
3. Frecuencia de transición: 60 Hz;
4.  $f < 60\text{ Hz}$  la amplitud constante de desplazamiento = 0.075 milímetros;
5.  $f > 60\text{ Hz}$  aceleración constante =  $9.8\text{ m/s}^2$ ;
6. Punto de control único, y
7. Número de ciclos por eje = 10.

**Nota:** Se consideran 10 ciclos igual a 75 minutos.

Después de la prueba, el medidor multifunción debe operar correctamente.

**b) Prueba de impacto.**

La prueba debe efectuarse de acuerdo a la IEC 62052-11 y la IEC 60068-2-27, bajo las siguientes condiciones:

1. El medidor multifunción en condiciones de no operación, fuera del empaque;
2. Un pulso de media onda;
3. Aceleración pico:  $300\text{ m/s}^2$ , y
4. Duración del pulso: 18 milisegundos.

Después de la prueba, el medidor multifunción no debe mostrar daños o cambios en la información y operar correctamente.

**c) Pruebas de martillo (*spring hammer*, por sus palabras en inglés).**

La prueba debe ser ejecutada de acuerdo a la IEC 62052-11 y la IEC 60068-2-75.

1. El medidor multifunción montado en posición normal de trabajo, la prueba debe aplicarse sobre la superficie de la cubierta (incluyendo ventanas) y en las terminales de la cubierta, con una energía cinética de  $0.2 \text{ j} \pm 0.02 \text{ j}$ , y
2. Para un medidor multifunción tipo tablero, la prueba debe realizarse únicamente sobre la parte frontal del medidor multifunción.

Los resultados de las pruebas son satisfactorios si la superficie del medidor multifunción y la cubierta no sufren daños que afecten el funcionamiento del medidor multifunción.

**d)** Pruebas de protección contra penetración de polvo y agua.

La prueba debe ser realizada de acuerdo a la IEC 62052-11 y la IEC 60529, en los siguientes términos:

1. Para medidores multifunción de uso interior, aplicar IP51, y
2. Para medidores multifunción de uso exterior, aplicar IP54.

**e)** Prueba de resistencia al calor y fuego.

La prueba debe realizarse de acuerdo a la IEC 62052-11 y la IEC 60695-2-11, con las siguientes temperaturas:

1. En el bloque de terminales,  $960 \text{ }^\circ\text{C} \pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
2. Cubierta de terminales y cubierta del medidor multifunción,  $650 \text{ }^\circ\text{C} \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$ , y
3. Duración de la prueba,  $30 \text{ s} \pm 1 \text{ s}$ .

**f)** Caída durante el transporte.

La caja de empaque final que contenga los medidores multifunción se debe someter a 10 caídas a un piso de concreto desde la altura, de acuerdo al peso según lo establecido en la "Tabla 14" de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia, en las posiciones que se indican en la "Tabla 15" y en la "Figura 3".

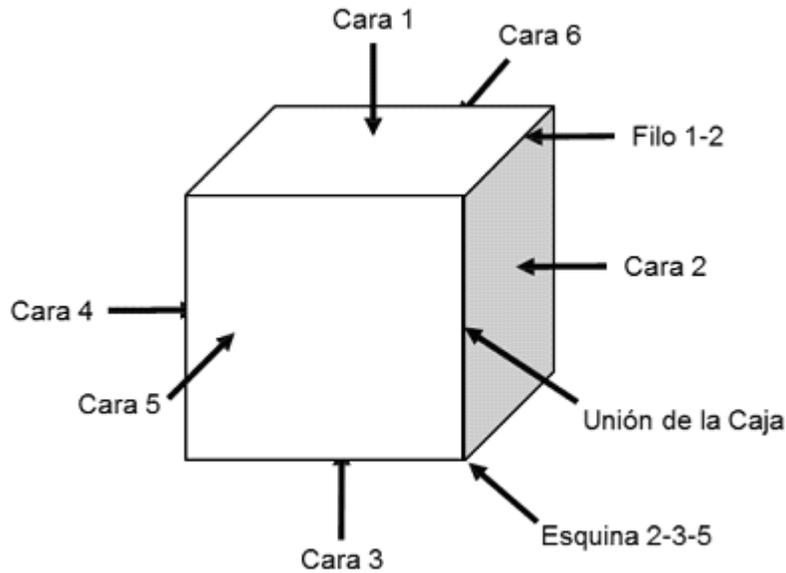
Después de la prueba, los medidores multifunción deben funcionar correctamente y conservar su exactitud a tensión y corriente nominales.

**Tabla 14. Altura caída libre durante el transporte.**

Peso del gabinete.	Altura de la caída libre.
0.5 kg a 9.5 kg.	76.2 cm.
9.51 kg a 18.5 kg.	61 cm.
18.51 kg a 27.6 kg.	45.7 cm.
27.61 kg a 45.4 kg.	30.5 cm.

**Tabla 15. Prueba de caída durante el transporte.**

Posición.	Esquina, filo o cara de impacto.
Esquina.	2-3-5
Filo.	3-5
Filo.	2-3
Filo.	5-2
Cara.	5
Cara.	6
Cara.	2
Cara.	4
Cara.	3
Cara.	1



**Figura 3. Posiciones de la caja de empaque final.**

**g) Efecto de vibración durante la transportación.**

El objetivo es asegurar la integridad de los medidores multifunción durante su transporte.

La prueba consiste en montar los medidores multifunción dentro de su caja de empaque sobre una mesa vibratoria en sentido vertical, aplicándole una vibración durante una hora, con un desplazamiento localizado, cuando se presenta un rebote entre la caja y la mesa vibratoria, de 1.6 milímetros medido con una lana, registrando así la frecuencia y aceleración.

La prueba de vibración debe realizarse en los mismos medidores multifunción que la prueba de caída durante el transporte, en el mismo empaque y antes de dicha prueba. Los medidores multifunción no deben sufrir daño después de realizada la prueba.

Después de la prueba, el medidor multifunción debe funcionar correctamente y la exactitud debe conservarse a tensión y corriente nominales.

**5.3.1.4.5.1.7 Medidor multifunción con Calidad de la energía.**

Para medidores multifunción con Calidad de la energía deben realizarse las siguientes pruebas, de acuerdo con los criterios para la clase S indicados en la NMX-J-610/4-30-ANCE, "Tabla C1" y que se mencionan en la "Tabla 16" de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia:

**Tabla 16. Parámetros.**

Parámetro.	Método de medición NMX-J-610/4-30-ANCE.	Incertidumbre Clase S.	Intervalo de medición.
Decremento repentino de tensión.	5.4.1	$\pm 0.5\% V_{nom}$ Amplitud $\pm 1\% V_{nom}$ , Duración $\pm 1$ ciclo o $\pm 2$ ciclos.	$10\% V_{nom}$ a 3, 6, 1 800 y 3 600 ciclos. $50\% V_{nom}$ a 3, 6, 1 800 y 3 600 ciclos. $90\% V_{nom}$ a 3, 6, 1 800 y 3 600 ciclos.
Incremento repentino de tensión.	5.4.1	$\pm 0.5\% V_{nom}$ Amplitud $\pm 1\% V_{nom}$ , Duración $\pm 1$ ciclo o $\pm 2$ ciclos.	$110\% V_{nom}$ a 3, 6, 1 800 y 3 600 ciclos. $150\% V_{nom}$ a 3, 6, 1 800 y 3 600 ciclos. $180\% V_{nom}$ a 3, 6, 1 800 y 3 600 ciclos.

Interrupciones de tensión.	5.5.1	Duración ± 1 ciclo o ± 2 ciclos.	9% $V_{nom}$ a 3 ciclos. 9% $V_{nom}$ a 6 ciclos. 9% $V_{nom}$ a 3 600 ciclos.
Frecuencia.	5.1.1	± 50 mHz.	51 Hz a 69 Hz / 42.5 Hz a 57.5 Hz.
Tensiones armónicas.	5.8.1	200% de la IEC 61000-4-7 Clase II.	10% ± 3 % de $V_{nom}$ . 3ª a 0°. 5% ± 3 % de $V_{nom}$ . 5ª a 0°. 5% ± 3 % de $V_{nom}$ . 13ª a 0°. 5% ± 3 % de $V_{nom}$ . 25ª a 0°. 10% ± 3 % de $V_{nom}$ . 7ª a 180°.
Corrientes armónicas.	5.8.1	IEC 61000-4-7 Clase II.	10% ± 3% de $I_{nom}$ . 3ª a 0°. 5% ± 3% de $I_{nom}$ . 5ª a 0°. 5% ± 3% de $I_{nom}$ . 13ª a 0°. 5% ± 3% de $I_{nom}$ . 25ª a 0°. 10% ± 3% de $I_{nom}$ . 7ª a 180°.
Desbalance en la tensión de suministro.	Componentes simétricas.	± 0.3%	73% ± 0.5% $V_{nom}$ fase A. 80% ± 0.5% $V_{nom}$ fase B. 87% ± 0.5% $V_{nom}$ fase C. Todos los ángulos de fase a 120°. $V_0 = 5.05\%$ , $V_2 = 5.05\%$ 152% ± 0.5% $V_{nom}$ fase A. 140% ± 0.5% $V_{nom}$ fase B. 128% ± 0.5% $V_{nom}$ fase C. Todos los ángulos de fase a 120°. $V_0 = 4.95\%$ $V_2 = 4.95\%$
Fluctuación de la tensión.	IEC 61000-4-15.	IEC 61000-4-15.	$P_{st} < 0.1$ $P_{st} = 1 \pm 0.1$ - modulación rectangular a 39 variaciones por minuto. $P_{st} = 4 \pm 0.1$ - modulación rectangular a 110 variaciones por minuto. a 10 Pst

#### 5.3.1.4.5.2 Pruebas de forma común o rutina del fabricante.

Las pruebas que se mencionan a continuación las debe realizar el fabricante en sus instalaciones y deben cumplir con el contenido del protocolo de pruebas de forma común o de rutina establecido en la "Tabla 17" de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia y con las siguientes pruebas funcionales:

##### 5.3.1.4.5.2.1 Pruebas funcionales.

Estas pruebas deben realizarse aplicando un muestreo de inspección reducida con nivel II, y son:

- a) Autodiagnóstico.
- b) Integración en memoria masiva.

- c) Integración en pantalla.  
 d) Protocolo de comunicaciones.

Con operación local-remota que comprende la verificación de las pruebas, siguientes:

1. Puerto óptico directo;
2. Puerto RS-232 directo;
3. Puerto RS-232 a través de módem;
4. Puerto RS-232 o 485 directo;
5. Puerto RS-232 o 485 a través de módem;
6. Comunicación a través del módem del medidor multifunción con línea telefónica;
7. Comunicación a través de línea telefónica con interconexiones eslabonadas con punto terminal (características *daisy chain*, por sus palabras en inglés). Esta prueba se realiza al 10% de la muestra seleccionada, y
8. Puerto *Ethernet*.

#### 5.3.1.4.5.2.2 Prueba de corriente de arranque.

Debe realizarse de acuerdo al numeral 5.3.1.4.5.1.2.2 de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

#### 5.3.1.4.5.2.3 La prueba de deslizamiento.

Debe realizarse de acuerdo al numeral 5.3.1.4.5.1.2.3 de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

#### 5.3.1.4.5.2.4 Las pruebas de exactitud.

Deben realizarse con patrones de una exactitud de 4 a 1.

#### 5.3.1.4.5.2.5 Las pruebas de demanda.

Deben realizarse con un intervalo de 1 minuto.

**Tabla 17. Protocolo de pruebas de rutina.**

Corriente de prueba.	Ángulo de fase.	Tensión nominal.	% Error máximo 0.2	% Error máximo 0.5
10% Corriente nominal.	0	120 V o 240 V	0.2	0.5
Corriente nominal.	0	120 V o 240 V	0.2	0.5
Corriente nominal.	- 60°	120 V o 240 V	0.3	0.6
Corriente de prueba.	Ángulo de fase.	Tensión nominal.	% Error máximo 0.2	% Error máximo 0.5
Corriente mínima.	0	120 V o 240 V	0.4	1.0
Corriente $0.1 \cdot I_{nom}$ .	0	120 V o 240 V	0.2	0.5
Corriente máxima.	0	120 V o 240 V	0.2	0.5
Corriente nominal.	- 60°	Tensión nominal.	0.3	0.6
Corriente nominal.	0	Tensión mínima. <sup>(1)</sup>	0.2	0.5
Corriente nominal.	-0	Tensión máxima. <sup>(1)</sup>	0.2	0.5
Corriente de prueba.	Ángulo de fase.	Tensión nominal.	% Error máximo 0.2	% Error máximo 0.5
Corriente nominal.	0	Tensión nominal.	0.2	0.5
Corriente nominal.	- 60°	Tensión nominal.	0.3	0.6
Corriente nominal.	60°	Tensión nominal.	0.3	0.6
Corriente nominal.	0	Tensión mínima. <sup>(1)</sup>	0.2	0.5
Corriente nominal.	0	Tensión máxima. <sup>(1)</sup>	0.2	0.5

Prueba.	Corriente de prueba.	Ángulo de fase.	Tensión de prueba $V_{nom.}$	Duración.	% Error máximo.
Decremento repentino de tensión.	Corriente nominal.	0	0.1	6 ciclos.	0.5
Incremento repentino de tensión.	Corriente nominal.	0	1.8	6 ciclos.	0.5
Interrupción.	Corriente nominal.	0	0.09	1 ciclo.	0.5
Frecuencia.	Corriente nominal.	0	1.0 a 58.5 Hz.	10 s	50 mHz
Frecuencia.	Corriente nominal.	0	1.0 a 61.5 Hz.	10 s	50 mHz
Desbalance.	Corriente nominal.	0	73% $\pm$ 0.5% fase A. 80% $\pm$ 0.5% fase B. 87% $\pm$ 0.5% fase C. Todos los ángulos de fase a 120°. $V_0 = 5.05\%$ $V_2 = 5.05\%$	NA.	$\pm 0.3$
Fluctuación de la tensión.	Corriente nominal.	0	$P_{st} = 1 \pm 0.1$ modulación rectangular a 39 cambios por minuto.	$P_{st} = 1 \pm 0.1$ modulación rectangular a 39 cambios por minuto.	$P_{st} = 1 \pm 0.1$ modulación rectangular a 39 cambios por minuto.

(1) Para medidores multifunción con valores fijos de operación:  $V_{min} = 0.9 \cdot V_{nom.}$ ;  $V_{max.} = 1.1 \cdot V_{nom.}$   
Para medidores multifunción de intervalo de operación de 120 a 480 V,  $V_{min} = 108$  V,  $V_{max} = 524$  V.

**Tabla 18. Puntos de prueba en calibración para medidores multifunción de energía de compensación reactiva, aplicando un muestreo de inspección reducida nivel NCA = 0.65%.**

Variable.	Valor de corriente.	Factor de potencia.	Límite de error en % clase 0.2
Wh	$0.1 \cdot I_{nom}$ a $I_{max.}$	- 0.2 y + 0.2	$\pm 0.3$
Wh		- 0.14 y + 0.14	$\pm 0.35$
Wh		- 0.078 y + 0.078	$\pm 0.4$

#### 5.3.1.4.5.3 Pruebas de aceptación por el laboratorio de pruebas acreditado y aprobado.

Son las pruebas indicadas en la "Tabla 19" de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia, en las cuales se debe aplicar la NMX-Z-12/2-1987, y las siguientes pruebas funcionales:

- a) Autodiagnóstico;
- b) Integración en memoria masiva;
- c) Integración en pantalla, y
- d) Protocolo de comunicaciones

Con operación local o remota que comprende la verificación de las pruebas siguientes:

1. Puerto óptico directo;
2. Puerto RS-232 directo;
3. Puerto RS-232 a través de módem;
4. Puerto RS-232 ó 485 directo;
5. Puerto RS-232 ó 485 a través de módem;
6. Comunicación a través del módem del medidor multifunción con línea telefónica;
7. Comunicación a través de línea telefónica con interconexiones eslabonadas con punto terminal (características *Daisy Chain*, por sus palabras en inglés). Esta prueba se realiza al 10% de la muestra seleccionada, y
8. Puerto *Ethernet*.

El lote de medidores multifunción se debe rechazar si la muestra seleccionada por el laboratorio de pruebas acreditado y aprobado no cumple con las pruebas indicadas en la "Tabla 19" de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia y las pruebas funcionales.

**Tabla 19. Protocolo de pruebas de aceptación por el laboratorio de pruebas acreditado y aprobado con un NCA del 0.65%.**

Pruebas con muestreo, inspección normal nivel II.				
Inspección visual.				
Puntos de prueba en calibración (Bidireccional) energía activa (Wh).				
Corriente de prueba.	Ángulo de fase.	Tensión nominal.	% Error máximo 0.2	% Error máximo 0.5
Corriente mínima.	0	120 V o 240 V	0.4	1
Corriente $0.1 \cdot I_{nom}$ .	0	120 V o 240 V	0.2	0.5
Corriente nominal.	0	120 V o 240 V	0.2	0.5
Corriente máxima.	0	120 V o 240 V	0.2	0.5
Corriente nominal.	- 60°	Tensión nominal.	0.3	0.6
Corriente nominal.	60°	Tensión nominal.	0.3	0.6
Corriente nominal.	0	Tensión mínima. <sup>(1)</sup>	0.2	0.5
Corriente nominal.	- 60°	Tensión máxima. <sup>(1)</sup>	0.2	0.5
Pruebas con muestreo, inspección reducida nivel II.				
Corriente de arranque.				
Deslizamiento.				
Puntos de prueba en calibración (Bidireccional) demanda (W).				
Corriente de prueba.	Ángulo de fase.	Tensión nominal.	% Error máximo 0.2	% Error máximo 0.5
Corriente nominal.	0	Tensión nominal.	0.2	0.5
Corriente nominal.	- 60	Tensión nominal.	0.3	0.6
Corriente nominal.	60	Tensión nominal.	0.2	0.5
Corriente nominal.	0	Tensión mínima. <sup>(1)</sup>	0.2	0.5
Corriente nominal.	0	Tensión máxima. <sup>(1)</sup>	0.2	0.5
Medidor multifunción de Calidad de la energía.				

Prueba.	Corriente de prueba.	Ángulo de fase.	Tensión de prueba $V_{nom.}$	Duración.	% Error máximo.
Decremento repentino de tensión.	Corriente nominal.	0	0.1	6 ciclos.	0.5
Incremento repentino de tensión.	Corriente nominal.	0	1.8	6 ciclos.	0.5
Interrupción.	Corriente nominal.	0	0.09	1 ciclo.	0.5
Frecuencia.	Corriente nominal.	0	1.0 a 58.5 Hz	10 segundos.	50 mHz
Frecuencia.	Corriente nominal.	0	1.0 a 61.5 Hz	10 segundos.	50 mHz
Armónicas.	Corriente nominal.	0	10% $\pm$ 3% a 0°	De acuerdo a la IEC 61000-2-4.	De acuerdo a la IEC 61000-2-4.
Desbalance.	Corriente nominal.	0	73% $\pm$ 0.5% fase A. 80% $\pm$ 0.5% fase B. 87 $\pm$ 0.5% fase C. Todos los ángulos de fase a 120°. $V_0 = 5.05\%$ , $V_2 = 5.05\%$	NA.	$\pm 0.3$
Fluctuación de tensión.	Corriente nominal.	0	$P_{st} = 1 \pm 0.1$ modulación rectangular a 39 cambios por minuto.	$P_{st} = 1 \pm 0.1$ modulación rectangular a 39 cambios por minuto.	$P_{st} = 1 \pm 0.1$ modulación rectangular a 39 cambios por minuto.
<b>Notas:</b>					
(1) Para medidores multifunción con valores fijos de operación; $V_{min.} = 0.9 \cdot V_{nom}$ y $V_{max.} = 1.1 \cdot V_{nom}$ .					
Para medidores multifunción de intervalo de operación de 120 V a 480 V, $V_{min.} = 108$ V, $V_{max.} = 524$ V.					
Las pruebas funcionales son las indicadas en el numeral 5.3.1.4.5.2.1 de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.					

#### 5.3.1.4.5.4 Pruebas en sitio (destino final).

El Transportista o Distribuidor deberá efectuar pruebas en sitio (destino final) del medidor multifunción. En caso de encontrar desviaciones, procederá a efectuar la notificación y las reclamaciones correspondientes para la reposición en sitio de los medidores multifunción detectados con anomalías, sin ocasionar costo alguno para el Transportista o Distribuidor.

#### 5.3.1.4.6 Marcado.

**5.3.1.4.6.1** Marcado de placa de datos del medidor multifunción.

La placa de datos debe contener la siguiente información en forma indeleble y visible desde el exterior:

- a) Forma del medidor multifunción;
- b) Nombre o marca registrada del fabricante;
- c) Número asignado por el comprador;
- d) Modelo;
- e) Designación de la clase (corriente máxima);
- f) Tensión nominal;
- g) Número de hilos o conductores;
- h) Número de fases;
- i) Frecuencia (Hz);
- j) Corriente nominal (A);
- k) Constante del medidor multifunción;
- l) Unidad de medición del medidor multifunción;
- m) Razón social del propietario;
- n) Leyenda del país de origen;
- o) Clase de exactitud, y
- p) Número de serie del medidor multifunción.

Adicionalmente para medidores multifunción a utilizarse en la facturación del cliente o liquidación, la carátula de la placa de datos debe ser registrada por el Transportista o Distribuidor.

Asimismo, debe marcarse en la placa de datos, lo siguiente:

- a) Número de medidor multifunción;
- b) Código de medidor multifunción;
- c) Código de lote que asigne el Transportista o Distribuidor, en su caso, y
- d) Código de barras que contenga la información correspondiente al número de medidor multifunción, código de medidor multifunción y código de lote.

**5.3.1.4.7** Empaque.

El medidor multifunción debe contar con un empaque que evite cualquier daño al mismo durante su transporte. El material utilizado debe ser biodegradable o reciclable y adecuado para su almacenamiento en interior.

El empaque debe contar con la siguiente información escrita de manera imborrable y en idioma español:

- a) Nombre del fabricante;
- b) Modelo y número del catálogo del fabricante;
- c) Número de serie;
- d) Año de fabricación;
- e) Número de contrato de compra del medidor multifunción, e
- f) Instrucciones de manejo.

En caso de que sean varias las piezas empaçadas en una caja, ésta debe contener la misma información al exterior y además indicar claramente el número de piezas empaçadas y sus instrucciones de maniobra.

Adicionalmente, para los medidores a utilizar en la facturación del cliente, la caja se debe marcar con lo siguiente:

- a) Número de medidor multifunción;
- b) Código de medidor multifunción;
- c) Código de lote, y

- d) Código de barras que contenga la información correspondiente al número de medidor multifunción, código de medidor multifunción y código de lote.

### 5.3.2 Transformadores de corriente (TC).

Los TC empleados para la medición de energía eléctrica deben cumplir con la NMX-J-109-ANCE-2010, o la que la sustituya. Estos transformadores deben contar con un devanado exclusivo para obtener la señal de corriente a efecto de registrar la energía considerada en las liquidaciones. La relación de transformación se debe determinar de acuerdo con lo indicado en la "Tabla 20" de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

Los TC se clasifican en dos grupos que son:

- a) TC tipo ventana para sistemas de medición de energía en niveles de tensión de hasta 600 V. Se instalan para la medición de potencia desde 50 kW hasta 250 kW cuando el sistema eléctrico de medición es de 220 V, o desde 75 kW a 500 kW cuando el sistema eléctrico de medición es de 480 V, y
- b) TC tipo boquilla para sistemas de medición de energía en niveles de tensión superiores a 1 kV.

### 5.3.3 Transformadores de potencial (TP).

Los TP se instalan en sistemas de medición cuando la tensión eléctrica en el punto de entrega - recepción es mayor o igual que 1 kV. La selección específica de la relación de transformación se determina por el nivel de tensión donde se instala, conforme se indica en la "Tabla 20" de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia. Los TP deben cumplir con lo indicado en la NMX-J-615/3-ANCE-2013, o la que la sustituya.

### 5.3.4 Transformadores integrados de medición (TIM).

Los TIM son TP y TC en un solo dispositivo, es decir, cuentan con un transformador de corriente y un transformador de potencial integrados y se instalan como una opción a los transformadores individuales de corriente y de potencial. Los TIM deben cumplir con lo que se indica en la NMX-J-109-ANCE-2010 y la NMX-J-615/3-ANCE-2013, o las que las sustituyan.

### 5.3.5 Equipos combinados de medición (ECM).

Los ECM son tres TIM ensamblados (tres TP y tres TC en un mismo equipo). Consisten en una estructura compacta y su uso es una alternativa a los transformadores individuales de corriente y de potencial. Los ECM deben cumplir con lo que se indica en la NMX-J-109-ANCE-2010 y la NMX-J-615/3-ANCE-2013, o las que las sustituyan. Los ECM se clasifican en dos grupos:

- a) Aéreos: se ensamblan en una estructura para su instalación aérea, y
- b) Subterráneos: se ensamblan en un gabinete a tres TIM y una base enchufe (*socket*, en idioma inglés) de 13 terminales.

**Tabla 20. Selección de transformadores de corriente y potencial para sistemas trifásicos.**

Capacidad de la carga.	Nivel de tensión.	Transformadores de corriente (Relación de transformación).	Transformadores de potencial (Relación de transformación).
De 10 kW hasta 50 kW.	220 V / 127 V	No requiere.	No requiere.
De 51 kW hasta 200 kW.	220 V / 127 V	400/5 (RA).	No requiere.
De 201 kW hasta 250 kW.	220 V / 127 V	800/5 (RA).	No requiere.
De 10 kW hasta 100 kW.	480 V / 277 V	No requiere.	No requiere.
De 101 kW hasta 400 kW.	480 V / 277 V	400/5 (RA).	No requiere.
De 401 kW hasta 500 kW.	480 V / 277 V	800/5 (RA).	No requiere.
De 251 kW hasta 300 kW.	13.8 kV.	10 / 5 (RA).	8 400 / 120
De 301 kW hasta 1 500 kW.	13.8 kV.	50 / 5 (RA).	8 400 / 120
De 1 501 kW hasta 5 000 kW.	13.8 kV.	200 / 5 (RA).	8 400 / 120
De 251 kW hasta 1 500 kW.	23 kV.	10 / 5 (RA).	14 400 / 120
De 1 501 kW hasta 2 500 kW.	23 kV.	50 / 5 (RA).	14 400 / 120
De 2 501 kW hasta 5 000 kW.	23 kV.	200 / 5 (RA).	14 400 / 120

De 251 kW hasta 800 kW.	34.5 kV.	10 / 5 (RA).	20 125 / 115
De 801 kW hasta 3 000 kW.	34.5 kV.	50 / 5 (RA).	20 125 / 115
De 3 001 kW hasta 10 000 kW.	34.5 kV.	200 / 5 (RA).	20 125 / 115
> 10 000 kW.	69 kV.	200/300/500 x 400/600/1 000 x 800/1 200/2 000	350/600 : 1
> 10 000 kW.	85 kV.	200/300/500 x 400/600/1 000 x 800/1 200/2 000	400/800 : 1
> 10 000 kW.	115 kV.	300/400/500 x 600/800/1 000 x 1 200/1 600/2 000	600/1 000 : 1
> 10 000 kW.	138 kV.	300/400/500 x 600/800/1 000 x 1 000/1 600/2 000	700/1 200 : 1
> 10 000 kW.	161 kV.	600/800/1 000 x 1 200/1 600/2 000	800/1 400 : 1
> 10 000 kW.	230 kV.	600/800/1 000 x 1 200/1 600/2 000	1 200/2 000 : 1
> 10 000 kW.	400 kV.	800/1 000 x 1 600/2 000	2 100/3 500 : 1
<b>Notas:</b>			
1. Los requisitos de los TC y TP para la medición de la Calidad de la energía deben cumplir las NMX-J-109-ANCE-2010 y NMX-J-615/3-ANCE-2013, o las que las sustituyan.			
2. Para TC con devanados para protección y medición, los requisitos anteriores aplican solamente para el devanado de medición.			

### 5.3.6 Sistema de adquisición de datos del medidor multifunción.

El medidor multifunción debe ser escalable a tecnologías de comunicación Bidireccional, mediante puertos de comunicación *Ethernet*, para integrarse a un sistema de adquisición de datos de tiempo real, a un sistema interactivo de medición o a un sistema de infraestructura de medición avanzada, de acuerdo con lo que se especifica en el numeral 5.3.1.4 de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

El sistema de adquisición de datos debe asegurar la integridad de los datos desde el medidor multifunción, hasta el sistema informático de gestión de la medición.

### 5.3.7 Sistema de sincronización.

La incertidumbre del reloj interno del medidor multifunción está definida con relación al patrón nacional de escalas de tiempo *UTC*.

La incertidumbre del reloj interno del medidor multifunción no debe exceder de  $\pm 16.7$  milisegundos para sistemas de suministro a 60 Hz, independientemente de la duración total del intervalo de sincronización externa con el patrón *UTC*.

Cuando la sincronización por medios externos no está disponible, la tolerancia de la estampa de tiempo no debe exceder de  $\pm 1$  segundo por cada periodo de 24 horas; sin embargo, esta excepción no elimina el cumplimiento del requisito que se describe al inicio del presente párrafo.

El medidor multifunción debe contar con mecanismos para programar periódicamente el ajuste de tiempo de al menos dos fuentes: *GPS* o *SNTP*.

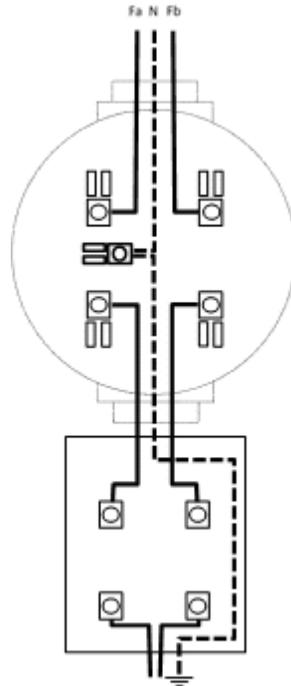
El medidor multifunción debe desplegar una bandera cuando la fuente de sincronía externa no está disponible y registrarla en la bitácora de eventos del medidor multifunción.

**5.3.8** Alambrado secundario de medición (distancias, tamaño y tipo del conductor, canalizaciones, ductos, sistema de tierra).

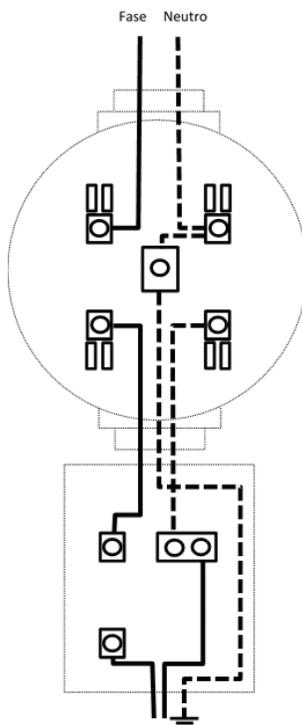
Para la confiabilidad de la medición, el alambrado secundario de medición de los transformadores de corriente y de potencial debe cumplir, en lo que resulte aplicable, con el Capítulo 9 de la NOM-001-SEDE-2012, así como con las especificaciones técnicas de instalaciones del Transportista o Distribuidor vigentes y en apego a los diagramas contenidos en las figuras que se describen a continuación (especificaciones de sistemas de medición y diagramas de sistemas de medición). Además, se debe cumplir con las NMX-J-109-ANCE-2010, NMX-J-615/1-ANCE-2009, NMX-J-615/3-ANCE-2013 y NMX-J-615/5-ANCE-2014, o las que las sustituyan.

Las siguientes figuras aplican de forma ilustrativa, mas no limitativa.

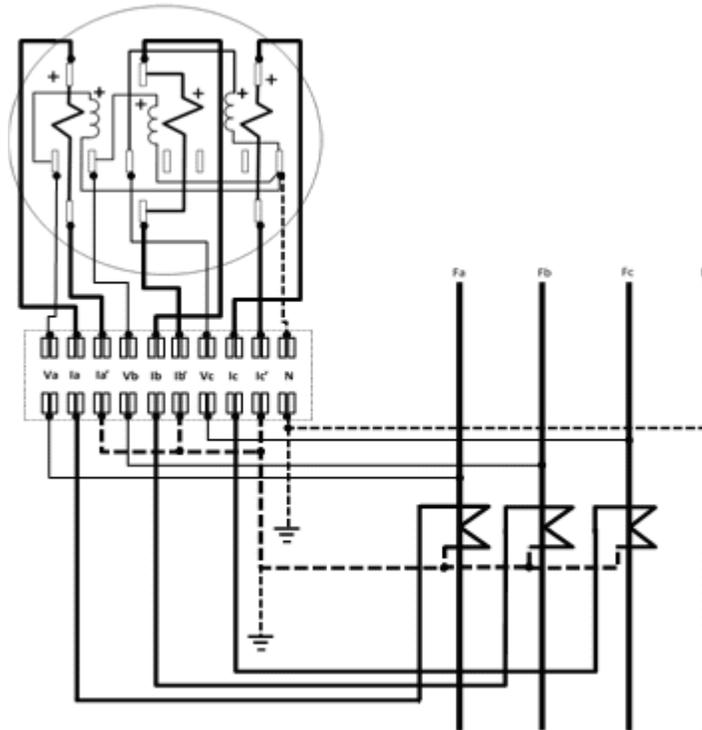
**5.3.8.1** Alambrado para un servicio monofásico 1F-1E-2H.



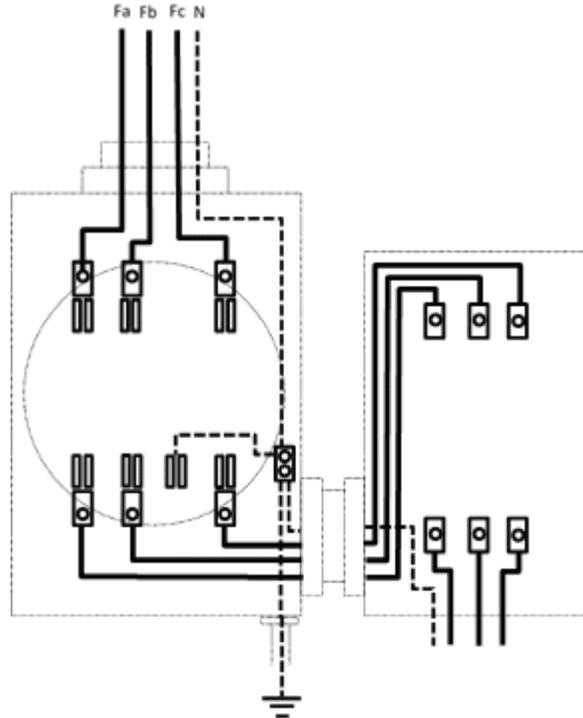
**5.3.8.2** Alambrado para un servicio bifásico 2F-2E-3H.

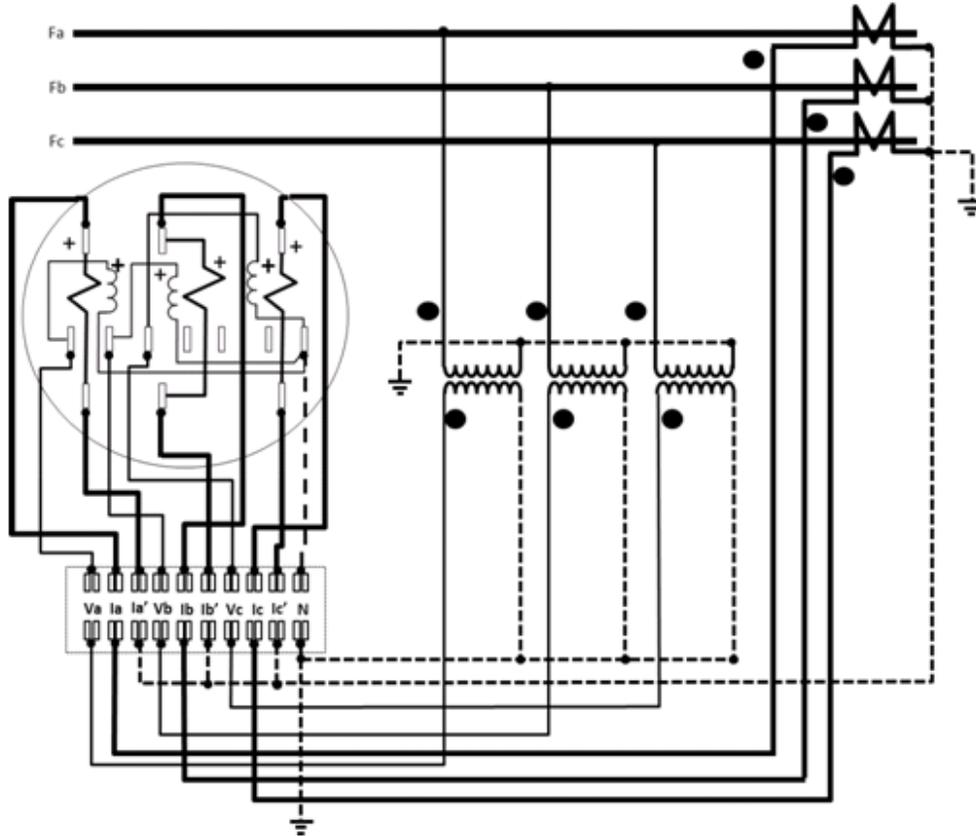


5.3.8.3 Alambrado para un servicio trifásico 3F-3E-4H.



5.3.8.4 Alambrado para un servicio con transformadores de corriente tipo dona o ventana 3F-3E-4H.



**5.3.8.5** Alambrado para un servicio con transformadores de corriente y de potencial 3F-3E-4H.**5.3.8.6** Requerimientos complementarios para la conexión de sistemas de medición con transformadores de instrumento.

- El alambrado se debe de efectuar de acuerdo al siguiente código de colores: Potencial A = Verde; Corriente A entrada = Negro; Potencial B = Azul, Corriente B entrada = Rojo; Potencial C = Naranja; Corriente C entrada = Amarillo; retornos de corriente y conductor del neutro deben ser de color blanco;
- Los retornos de corriente se deben interconectar entre sí a la salida de los bornes secundarios de no polaridad de los transformadores de corriente, utilizando para tal fin cable de cobre TW-10;
- Los retornos de potencial se deben interconectar entre sí a la salida de los bornes secundarios de no polaridad de los transformadores de potencial, utilizando para tal fin cable de cobre TW-10, y
- Para las conexiones de los bornes, tanto de la tablilla de prueba como en los secundarios de los transformadores de corriente y potencial, se deben ocupar las zapatas de calibre adecuado aisladas. Para el caso de las señales del neutro, las zapatas deben ser aisladas o desnudas.

**6. Integridad**

Las bases de datos contenidas en el medidor multifunción deben cumplir con lo siguiente:

- La integridad de las bases de datos debe considerar los accesos multisesión y multiusuario;
- No debe permitir que la información almacenada con relación a la facturación y la bitácora de eventos en el medidor multifunción, sea borrada o editada;
- Debe permitir acceso a la información sólo con usuario y clave;
- Debe registrar en la bitácora de eventos del mismo, el acceso y las operaciones realizadas en éste, y
- Debe describir la capacidad de tiempo de almacenamiento y de memoria circular definido en el numeral 5.3.1.4.1.4.18 de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia, durante al menos 35 días.

Los requisitos anteriores deben comprobarse conforme al procedimiento para la evaluación de la conformidad de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

## **7. Revisión, pruebas y aseguramiento de la medición (RPA).**

### **7.1 Generalidades.**

Los Transportistas, Distribuidores y Contratistas deben usar e instalar únicamente medidores multifunción y transformadores de instrumento que hayan obtenido una aprobación de modelo o prototipo. El Transportista, el Distribuidor o el Contratista deben practicar pruebas iniciales a los medidores multifunción y transformadores de instrumento antes de su instalación y, una vez instalados en un sistema de medición, deben revisarlos, probarlos y asegurarlos, realizando la RPA de forma tanto programada como no programada, registrando y dejando constancia de cada RPA.

### **7.2 Revisión y aprobación del modelo o prototipo del sistema de medición.**

Los siguientes componentes del sistema de medición deben contar con aprobación de los modelos o prototipos:

- a)** Medidor multifunción, conforme al Apéndice A de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia;
- b)** TC conforme a la NMX-J-109-ANCE-2010, o la que la sustituya, y
- c)** TP conforme a la NMX-J-615/3-ANCE-2013, o la que la sustituya.

#### **7.2.1 Pruebas iniciales al sistema de medición.**

Las pruebas iniciales aseguran que los elementos que conforman un sistema de medición funcionen conforme a las normas y especificaciones aplicables a los TP, TC, y los medidores multifunción referenciadas en esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia. Estas pruebas se clasifican en:

- a)** Pruebas de forma común o rutina, y
- b)** Comprobación metrológica.

##### **7.2.1.1 Pruebas de forma común o rutina para la RPA.**

Las pruebas de rutina que deben realizar el Transportista, el Distribuidor o el Contratista, cada vez que apliquen una RPA, tanto programada como no programada, para comprobar que los equipos se apeguen al modelo o prototipo aprobado y a las normas o especificaciones que le aplican, deben ser conforme al procedimiento del Apéndice B de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

Los siguientes elementos del sistema de medición deben contar con pruebas de rutina del lote para liberación del producto:

- a)** Transformadores de Instrumento (TP, TC, TIM, ECM), y
- b)** Medidores multifunción.

##### **7.2.1.2 Comprobación metrológica.**

Esta comprobación se debe llevar a cabo por el Transportista, el Distribuidor o el Contratista para asegurar que, al recibir un nuevo lote de equipos, éstos mantienen sus condiciones metrológicas. Las calibraciones son las siguientes:

- a)** Calibración de medidores en laboratorio, consiste en la calibración de un lote seleccionado por muestreo estadístico de los medidores multifunción recibidos del fabricante.
- b)** Pruebas a TC:
  - 1. Prueba de polaridad a TC, en media y alta tensión.
  - 2. Prueba de polaridad de transformadores de corriente en baja tensión.
  - 3. Prueba de relación de TC en baja, media y alta tensión.
  - 4. Prueba de relación de transformadores de corriente en media y alta tensión.
  - 5. Prueba de relación de TC en baja, media y alta tensión.
  - 6. Prueba de relación de TC en baja tensión.
  - 7. Prueba de aislamiento a TC:
    - Prueba alta contra baja.
    - Prueba alta contra tierra.
    - Prueba baja contra tierra.

**c) Pruebas a TP:**

1. Prueba de relación del TP.
2. Prueba de aislamiento a TP.
  - Prueba alta contra baja.
  - Prueba alta contra tierra.
  - Prueba baja contra tierra.

**7.2.1.3 Equipos de prueba, accesorios y herramientas.**

Para llevar a cabo las pruebas iniciales, programadas y no programadas, debe utilizarse el equipo mencionado en el Numeral 2 del Apéndice B.

**7.2.1.4 Procedimiento de revisión, pruebas y aseguramiento de la medición.**

La revisión, prueba y aseguramiento de la medición a los sistemas de medición se debe hacer conforme a lo indicado en el numeral 2.5 del Apéndice B, que establece el procedimiento aplicable en función del tipo de sistema, de acuerdo a:

1. Sistemas de medición con TC y TP instalados en media y alta tensión;
2. Sistemas de medición en baja tensión con TC cuando se miden cargas mayores a 50 kW, y
3. Sistemas de medición instalados en baja tensión con medidores autocontenidos.

Asimismo, se deben aplicar las actividades conforme a lo indicado en la "Tabla 4" del Apéndice B, considerando lo siguiente:

1. Interacción con el usuario;
2. Actividades de seguridad y control;
3. Revisión y prueba del sistema de medición;
4. Prueba de integración de energía;
5. Calibración del medidor;
6. Detección de anomalías;
7. Sellado, y
8. Documentación de la revisión.

**7.2.1.5 Métodos de prueba, revisión y aseguramiento de la medición.**

Las actividades efectuadas por el Transportista, el Distribuidor o el Contratista en relación con las revisiones, pruebas y aseguramiento del sistema de medición, de acuerdo a la demanda contratada del usuario o centro de carga que corresponda, debe realizarse en apego a los métodos y especificaciones que se establecen en el Apéndice B de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia. Estas revisiones, pruebas y aseguramiento se deben realizar con la periodicidad establecida, conforme al tipo de servicios indicados en la "Tabla 21".

Las actividades son las siguientes:

- a) Prueba de relación de transformación de los transformadores de corriente;
- b) Prueba con carga instantánea;
- c) Prueba de *burden* para los transformadores de instrumento:
  1. Prueba de *burden* a transformadores de potencial; y
  2. Prueba de *burden* para los transformadores de corriente.
- d) Prueba de la demanda;
- e) Prueba de integración de energía con analizador de redes polifásicos;
- f) Calibración del medidor, y
- g) Revisión de acometida y conductores de interconexión entre los elementos del sistema.

**Tabla 21. Periodicidad de la revisión, pruebas y aseguramiento de los sistemas de medición.**

Revisión y pruebas	Sistemas de medición																										
	TCA y TPA de 750 kVA			TCA y TPA de 750 kVA			TCA de 200 kVA-750 kVA			TCA de 50 kVA-200 kVA			Aumentados en demanda			Trifásicos en baja tensión			Eléctricos en baja tensión			Módulos en baja tensión					
PP P NP	pp	p	NP	pp	p	NP	pp	p	NP	pp	p	NP	pp	p	NP	pp	p	NP	pp	p	NP	pp	p	NP	pp	p	NP
Pruebas previas a las instalaciones	SI	-	-	SI	-	-	SI	-	-	SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pruebas de potencial en transformadores de corriente y potencial	SI	-	-	SI	-	-	SI	-	-	SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pruebas de relación de transformadores de corriente	SI	-	-	SI	-	-	SI	-	-	SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pruebas de relación de transformadores de potencial	SI	-	-	SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pruebas de aislamiento	SI	-	-	SI	-	-	SI	-	-	SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calibración de medidor	SI	1	SI	SI	2	SI	SI	2	SI	SI	2	SI	SI	3	SI	E	E	SI	E	E	SI	E	E	SI	E	E	SI
Pruebas de relación de transformación de los TCs	-	1	SI	-	1	SI	-	2	SI	-	2	SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pruebas con cargas balanceadas	-	1	SI	-	1	SI	-	2	SI	-	2	SI	-	3	SI	-	E	SI	-	E	SI	-	E	SI	-	E	SI
Pruebas de balanceo para los transformadores de los transformadores de los transformadores	-	1	SI	-	1	SI	-	2	SI	-	2	SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pruebas de los transformadores	-	1	SI	-	1	SI	-	2	SI	-	2	SI	-	3	SI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SI: se realiza prueba  
 E: muestreo estadístico  
 1: cada año  
 2: cada 2 años  
 3: cada 3 años  
 Nota: si el sistema de medición lo permite

**8. Evaluación de la conformidad.**

**8.1 Verificación de aprobación de modelo o prototipo.**

Conforme el numeral 8.4.1.4.3, se debe verificar que cada medidor multifunción cuenta con las aprobaciones vigentes del modelo o prototipo de acuerdo con los Apéndices A y B de la presente Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**8.1.1 Verificación de software.**

Software de adquisición de datos.

Para asegurar el correcto registro de la energía que se consume en un sistema eléctrico, todos los medidores multifunción deben ser calibrados por un laboratorio acreditado y aprobado, antes de su instalación. Para estos efectos, deben considerarse las magnitudes de energía eléctrica activa, reactiva, demanda y Calidad de la potencia, determinando el error e incertidumbre dentro de su alcance.

**8.1.2** Una vez instalado el sistema de medición, la revisión, pruebas y aseguramiento debe realizarse de manera periódica conforme a los tiempos establecidos en la “Tabla 21”.

**8.2. Verificación periódica.**

La verificación periódica está dirigida a constatar la conformidad de los sistemas de medición y de los elementos que los componen con respecto a esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia, en apego a lo establecido en el numeral 8.4.1. La verificación se lleva a cabo mediante criterios estadísticos o por reportes del Transportista, el Distribuidor, el CENACE o Suministradores de energía eléctrica. Los criterios estadísticos deben ceñirse a lo dispuesto en la NMX-Z-12/1-1987.

**8.2.1 Verificación extraordinaria.**

Las verificaciones extraordinarias están dirigidas a evaluar la conformidad de los sistemas de medición y de los elementos que los componen con respecto a esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia. Estas verificaciones se realizan a petición de alguna de las partes.

### 8.3 Verificación del sellado.

#### 8.3.1 Generalidades.

El sistema de medición que incluye el *software* legalmente relevante, debe incluir un sellado a través de medios mecánicos y criptográficos, que imposibilite cualquier intervención indebida.

#### 8.3.2 Sellado mecánico.

Con el fin de proteger las condiciones metrológicas y operativas de los sistemas de medición, éstos deben contar con sellos de seguridad que impidan el acceso no autorizado al medidor multifunción base enchufe (*socket*, en idioma inglés), transformadores de corriente, transformadores de potencial, gabinetes, bloque (*block*, en idioma inglés) de pruebas, y demás elementos que los conforman. Estos sellos representan la garantía de que la integración de los parámetros de energía medida por el sistema de medición mantiene las condiciones metrológicas que se observaron al momento de su instalación o última verificación.

#### 8.3.3 Sellado criptográfico (cifrado).

El medidor multifunción debe contener al menos un mecanismo criptográfico con objeto de restringir el acceso no autorizado a la información.

### 8.4 Verificación de la revisión, pruebas y aseguramiento de los sistemas de medición.

Consiste en la constatación ocular o comprobación mediante muestreo, pruebas de laboratorio o examen de documentos de los sistemas de medición conforme al Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad.

#### 8.4.1 Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad.

##### 8.4.1.1 Objetivo y alcance.

El Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad (PEC) tiene por objetivo y alcance establecer la metodología para determinar el grado de cumplimiento de los sistemas de medición de energía eléctrica respecto a la presente Norma Oficial Mexicana de Emergencia. Este procedimiento comprende la revisión de información documental y la verificación en campo de las especificaciones y métodos de prueba, para los sistemas de medición de energía eléctrica establecidos en la Norma Oficial Mexicana de Emergencia: "Sistemas de medición de energía eléctrica. Especificaciones y métodos de prueba para medidores multifunción y transformadores de instrumento".

##### 8.4.1.2 Referencias.

Para la correcta aplicación de este PEC es necesario consultar, además de las referencias indicadas en el numeral 2 de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) y su Reglamento. Asimismo, se aplicará de manera supletoria la Ley Federal de Procedimiento Administrativo y, en su caso, el Código de Federal de Procedimientos Civiles.

##### 8.4.1.3 Definiciones.

Para efectos del presente PEC, se establecen, además de las definiciones incorporadas en el numeral 3 de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia, las definiciones siguientes:

**8.4.1.3.1 Acta circunstanciada:** El documento expedido por la Comisión Reguladora de Energía o el Tercero Especialista en cada una de las visitas realizadas, en el cual se hace constar por lo menos: nombre, denominación o razón social del Transportista o Distribuidor; hora, día, mes y año, en que se inicie y en que concluya la diligencia; calle, número, población o colonia, teléfono u otra forma de comunicación disponible, municipio o delegación, código postal y entidad federativa en que se encuentre ubicado el domicilio del Transportista o Distribuidor; número y fecha del oficio de comisión que la motivó; nombre y cargo de la persona con quien se entendió la diligencia; nombre y domicilio de las personas que fungieron como testigos; datos relativos a la actuación; declaración del Transportista o Distribuidor, si quisiera hacerlo; y nombre y firma de quienes intervinieron en la diligencia, incluyendo los de quien la llevó a cabo.

**8.4.1.3.2 Autoridad competente:** La Comisión Reguladora de Energía (la Comisión) y el Tercero Especialista.

**8.4.1.3.3 Dictamen:** El documento emitido por el Tercero Especialista en el que se resume el resultado de la verificación que realiza respecto a los elementos del sistema de medición para evaluar su conformidad con esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**8.4.1.3.4 Evaluación de la conformidad:** La determinación del grado de cumplimiento con esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**8.4.1.3.5 Evidencia objetiva:** La información que puede ser probada como verdadera, basada en hechos obtenidos por medio de observación, medición, prueba u otros medios.

**8.4.1.3.6 Verificación:** La constatación ocular y comprobación, mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorio o examen de documentos, que se realizan para evaluar la conformidad de los sistemas de medición con esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia en un momento determinado.

**8.4.1.4 Disposiciones generales.**

**8.4.1.4.1** De conformidad con el artículo 52 de la LFMN, en los sistemas de medición a que se refiere esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia se deben utilizar materiales, componentes y equipos que cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas aplicables.

**8.4.1.4.1.1** Los materiales, componentes y equipos utilizados en los sistemas de medición sujetos al cumplimiento señalado en el numeral anterior, deben contar con un certificado obtenido de conformidad con la LFMN.

**8.4.1.4.1.2** En caso de no existir Norma Oficial Mexicana o Norma Mexicana aplicable al material, componente o equipo de que se trate, la Comisión o el Tercero Especialista, según corresponda, deberá requerir el registro de cumplimiento con normas internacionales y, en caso de no existir éstas, dicho producto deberá cumplir con las prácticas internacionalmente reconocidas. En el supuesto de no contar con las normas mencionadas, el material, componente o equipo deberá cumplir con las normas del país de origen, o a falta de éstas, con las especificaciones del fabricante. Lo anterior, en apego a lo dispuesto en el último párrafo del artículo 52 de la LFMN.

**8.4.1.4.1.3** Los materiales, componentes y equipos que cumplan con las disposiciones establecidas en los numerales anteriores se consideran aprobados para los efectos de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**8.4.1.4.2** La Comisión, el Transportista o el Distribuidor podrán solicitar la evaluación de la conformidad con esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia cuando lo requieran para dar cumplimiento a las disposiciones legales o para otros fines de su propio interés.

**8.4.1.4.3** La evaluación de la conformidad con esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia se realiza por la Comisión o por un Tercero Especialista aprobado en los términos que establezca la Comisión.

**8.4.1.4.4** La prestación de los servicios de verificación por un Tercero Especialista hacia un Transportista o Distribuidor está delimitada por lo siguiente:

- a) El Tercero Especialista no debe tener durante el proceso de verificación, o haber tenido con anterioridad, relación comercial alguna, ni ser empleado del Transportista o Distribuidor, para evitar conflicto de intereses; y
- b) Cuando la Comisión observe insuficiencias que afecten la imparcialidad y la confiabilidad en la contratación de servicios de verificación, la Comisión, los Terceros Especialistas y de requerirse, a juicio de la Comisión, los clientes, conjuntamente definirán:
  1. Las asignaciones de dichos servicios, en caso de que la demanda de servicios de verificación rebase la capacidad de los Terceros Especialistas; y
  2. La determinación de la rotación en la prestación de los servicios de verificación.

**8.4.1.4.5** Recibida la solicitud de verificación, el Tercero Especialista, de común acuerdo con el Transportista o Distribuidor, establecerá los términos y condiciones de los trabajos de verificación, excepto cuando la verificación sea requerida por la Comisión.

- a) El Transportista o Distribuidor deberá asegurarse de que la vigencia y alcance de la acreditación y aprobación del Tercero Especialista correspondan a su solicitud de verificación; y
- b) El Tercero Especialista deberá asegurarse de que el objeto de la solicitud de verificación sea en materia de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**8.4.1.4.6** El Tercero Especialista debe elaborar un plan y programa de verificación particular, que debe ser congruente con el programa anual o trianual de verificación establecido por el CENACE o la autoridad correspondiente. El programa de verificación particular, junto con la revisión, pruebas y aseguramiento de la medición del Transportista o Distribuidor, debe contener como mínimo los siguientes elementos para definir su alcance:

- a) Indicar los métodos, procedimientos, instrucciones y/o listas de verificación (procedimientos de verificación) que aplicará para la atención de la solicitud de servicio;
- b) Técnicas estadísticas a aplicar;
- c) Los recursos humanos necesarios (desglosando las horas-hombres) a utilizar, y
- d) Periodo de ejecución (desglosando por fases y/o actividades con la duración de cada una).

**8.4.1.4.7** El Tercero Especialista debe realizar la verificación conforme a lo dispuesto por la Ley de la Industria Eléctrica, su Reglamento y las Disposiciones Administrativas de Carácter General en materia de verificación e inspección de la industria eléctrica en las áreas de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. El Tercero Especialista debe elaborar informes, actas circunstanciadas y dictámenes, según corresponda, para documentar el resultado de la verificación practicada.

**8.4.1.4.7.1** Los informes, actas circunstanciadas y dictámenes que elabore el Tercero Especialista, además de cumplir con los requisitos establecidos en las disposiciones jurídicas aplicables, deben contener la evaluación de la conformidad de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia, así como el grado de cumplimiento de las normas de referencia indicadas en el numeral 2 de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia que apliquen según la solicitud de servicio.

**8.4.1.4.7.2** En cada visita de verificación, el Tercero Especialista debe levantar un acta circunstanciada en la que se asienten las evidencias encontradas, particularmente las observaciones, hallazgos y no conformidades a la presente Norma Oficial Mexicana de Emergencia, acorde a sus procedimientos de verificación.

**8.4.1.4.7.3** El Transportista o Distribuidor formula las observaciones y ofrece las pruebas que estime pertinentes en relación con los hechos contenidos en el acta circunstanciada durante la verificación o dentro del plazo máximo de cinco días hábiles siguientes a la fecha en que se haya levantado la misma, en apego a lo dispuesto en el artículo 99 de la LFMN. En su caso, el Transportista o Distribuidor debe entregar al Tercero Especialista la información convenida en los plazos establecidos.

**8.4.1.4.7.4** El Tercero Especialista debe informar por escrito al Transportista o Distribuidor, el estado que guarda el proceso de verificación y las condiciones específicas del sistema de medición de energía eléctrica respecto a esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**8.4.1.4.7.5** El Tercero Especialista debe emitir un dictamen con base en los informes y actas circunstanciadas levantadas.

**8.4.1.4.8** El Tercero Especialista debe entregar el dictamen al Transportista o Distribuidor. En su caso, el Transportista o Distribuidor debe presentar el dictamen ante la Comisión o ante las instancias que lo requieran para los efectos legales que correspondan en los términos de la legislación aplicable.

**8.4.1.4.9** Los gastos que se originen por los servicios de verificación deben ser a cargo del Transportista o Distribuidor de conformidad con el artículo 91 de la LFMN.

**8.4.1.5** Verificación de la revisión, pruebas y aseguramiento de la medición.

El Tercero Especialista debe realizar la revisión de información documental y la verificación en campo de los aspectos técnicos indicados en la Norma Oficial Mexicana y conforme a lo siguiente:

- A.** Certificación del modelo o prototipo, Apéndice A de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia;
- B.** Revisión, pruebas y aseguramiento de la medición, Apéndice B de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia; y
- C.** Condiciones y especificaciones establecidas en el numeral 5.3.1.4.

**8.4.1.5.1** Revisión de la información documental.

La revisión de la información documental tiene por objetivo que el Tercero Especialista identifique el sistema de medición por auditar, verifique que la documentación está completa y que las especificaciones de diseño, construcción, materiales y equipo, así como los procedimientos de revisión, pruebas y aseguramiento del sistema de medición cumplen con los requisitos de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia y, en lo no previsto por ésta, con las prácticas internacionalmente reconocidas. Para llevarla a cabo el Tercero Especialista debe recabar, entre otros, los documentos siguientes:

- a)** Las normas mexicanas y normas oficiales mexicanas indicadas en esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia; y
- b)** Las especificaciones y prácticas internacionalmente reconocidas, aplicadas por el Transportista o Distribuidor para cubrir los aspectos no previstos por las normas mexicanas y las normas oficiales mexicanas aplicables, en conformidad con la LFMN.

**8.4.1.5.1.1** El Tercero Especialista debe verificar que el Transportista o Distribuidor dispone de la evidencia documental que demuestre el cumplimiento con lo indicado en el Apéndice A "Pruebas para aprobación de modelo o prototipo", respecto a la documentación, tamaño de muestra, validación de *software*, pruebas para el cumplimiento de los errores máximos permisibles, pruebas para las magnitudes de influencia, pruebas para disturbios, la evaluación y, en su caso, la aprobación de modelo o prototipo. Asimismo, el Tercero Especialista debe verificar que se cuenta con evidencia de cumplimiento con el Apéndice B "Procedimiento de revisión, pruebas y aseguramiento de la medición" conforme a los procedimientos de pruebas iniciales, de revisiones y pruebas periódicas y no programadas y los métodos de prueba indicados.

**8.4.1.5.1.2** La aprobación de modelo o prototipo debe aplicarse a todos los elementos del sistema de medición conforme al objetivo y alcance de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia antes de su comercialización, de acuerdo con las pruebas que se establecen en el Apéndice A "Pruebas para aprobación de modelo o prototipo", y en el numeral 5.3.1.4 "Medidores Multifunción", así como con lo estipulado en el acuerdo de reconocimiento establecido en el numeral 13 de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**8.4.1.5.2 Verificación en campo.**

El objetivo de la verificación en campo es que el Tercero Especialista compruebe que las especificaciones y criterios establecidos en los documentos examinados, de conformidad con el numeral 8.4.1.5.1 de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia, se aplican en la revisión, pruebas y aseguramiento del sistema de medición de energía eléctrica, para lo cual, una vez que termine la revisión documental, el Tercero Especialista debe inspeccionar el sistema de medición y constatar ocularmente la conformidad de los procedimientos, instalaciones, equipos y demás elementos del sistema de medición con las especificaciones mencionadas en esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia. El Tercero Especialista debe establecer un plan específico para realizar la inspección del sistema de medición, el que debe considerar de manera enunciativa, pero no limitarse, a la verificación de los puntos siguientes:

- a) Durante el proceso de pruebas del sistema de medición de energía eléctrica, debe verificar que el personal responsable de efectuarlas tiene la calificación y capacitación requerida sobre los procedimientos para que éstos sean aplicados correctamente;
- b) Los equipos utilizados para la medición de la energía eléctrica, deben corresponder con las especificaciones de los manuales del fabricante, y
- c) Revisar los registros de revisión, pruebas y aseguramiento de la medición.

**8.4.1.5.3** Cualquier situación relacionada con la evaluación de la conformidad no prevista en el presente PEC, se estará a lo dispuesto en la Ley de la Industria Eléctrica, Ley Federal sobre Metrología y Normalización y demás disposiciones aplicables.

**9. Medidores en alumbrado público y cargas dispersas de mobiliario urbano.**

Los instrumentos de medición que se utilicen para la medición de energía eléctrica de los circuitos derivados de instalaciones eléctricas destinados para el alumbrado público y demás cargas dispersas de mobiliario urbano, tales como semáforos, cámaras de vigilancia, espectaculares, alarmas, altavoces, entre otros, deben cumplir con las características específicas establecidas en las Disposiciones Administrativas de Carácter General que al efecto emita la Comisión, así como con las especificaciones de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

**10. Vigilancia**

La vigilancia de la presente Norma Oficial Mexicana de Emergencia estará a cargo de la Comisión, conforme a sus atribuciones.

**10.1** La evaluación de la conformidad será realizada a petición de parte interesada, por Terceros Especialistas aprobados por la Comisión; lo anterior, sin menoscabo de su realización directa por la Comisión en términos de la LFMN, su Reglamento y demás disposiciones legales, reglamentarias y administrativas aplicables, con base en los criterios establecidos en el Anexo 3.

**10.2** La atribución de la Comisión con respecto a esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia se ejercerá sin menoscabo de la competencia que tiene conferida la Procuraduría Federal del Consumidor en términos de la Ley Federal de Protección al Consumidor y demás disposiciones legales, reglamentarias y administrativas aplicables a la protección de los derechos del consumidor.

**10.3** El incumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia será sancionado conforme a lo previsto en la Ley de la Industria Eléctrica, así como en el Capítulo II Título Sexto de la LFMN, según corresponda al tipo de infracción de que se trate.

**11. Bibliografía.**

ANSI C12.10, *Physical aspects of watthour meters - safety standard.*

CFE-G0000-48/2010, Medidores multifunción para sistemas eléctricos.

CISPR 22, *Information technology equipment - Radio disturbance characteristics- Limits and methods of measurement.*

- IEC 60068-2-1, *Environmental testing - part 2-1: tests - test A: cold.*
- IEC 60068-2-2, *Environmental testing - part 2-2: tests - test B: dry heat.*
- IEC 60068-2-27, *Environmental testing - part 2-27: tests - test Ea and guidance: shock.*
- IEC 60068-2-30, *Environmental testing - part 2-30: tests - test Db: damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle).*
- IEC 60068-2-5, *Environmental testing - part 2: tests. Test Sa: simulated solar radiation at ground level.*
- IEC 60068-2-6, *Environmental testing - part 2-6: tests - test Fc: vibration (sinusoidal).*
- IEC 60068-2-75, *Environmental testing - part 2-75: tests - test Eh: hammer tests.*
- IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code).*
- IEC 60695-2-11, *Fire hazard testing - part 2-11: glowing/hot-wire based test methods - glow-wire flammability test method for end-products.*
- IEC 61000-2-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) - part 2-4: environment - compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances.*
- IEC 61000-4-15, *Electromagnetic compatibility (EMC) - part 4: testing and measurement techniques - section 15: flickermeter - functional and design specifications.*
- IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) - part 4-2: testing. Measurement techniques - electrostatic discharge immunity test.*
- IEC 61000-4-30, *Electromagnetic compatibility (EMC) - part 4-30: testing measurement techniques - power quality measurement methods.*
- IEC 61000-4-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) - part 4-4: testing and measurement techniques - electrical fast transient/burst immunity test.*
- IEC 61000-4-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) - part 4-5: testing and measurement techniques - surge immunity test.*
- IEC 61000-4-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) - part 4-6: testing and measurement techniques - immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields.*
- IEC 61000-4-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) - part 4-7: testing and measurement techniques - general guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto.*
- IEC 61850, *Communication networks and systems in substations – ALL PARTS.*
- IEC 61850-4, *Communication networks and systems in substations - part 4: system and project management.*
- IEC 61850-6, *Communication networks and systems for power utility automation - part 6: configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs.*
- IEC 61968, *Application integration at electric utilities.*
- IEC 61970, *Energy management system. Application program interface.*
- IEC 62052-11, *Electricity metering equipment (A.C.) - general requirements, tests and test conditions - part 11: metering equipment.*
- IEC 62053-22, *Electricity metering equipment (A.C.) - particular requirements - part 22: static meters for active energy (classes 0.2 S and 0.5 S).*
- IEC 62325, *Framework for energy market communications.*
- IEEE C.37.90.1, *Standard Surge Withstand Capability (SWC) Tests for Relays and Relay Systems Associated with Electric Power Apparatus.*
- ISO/IEC 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.*
- ISO/IEC 17065, *Conformity assessment – requirements for bodies certifying products, processes and services.*
- NMX-J-592/1-ANCE-2008, *Sistemas de gestión de energía-esquemas de funcionamiento - parte 1: directrices y requisitos generales.*

NMX-J-592/2-ANCE-2008. Sistemas de gestión de energía - esquemas de funcionamiento-parte 2: definiciones.

NMX-J-610/4-3-ANCE-2015. Compatibilidad electromagnética (EMC) - parte 4-3: técnicas de prueba y medición—Pruebas de inmunidad a campos electromagnéticos radiados por señales de radiofrecuencia.

NMX-J-610/4-30-ANCE-2014, Compatibilidad electromagnética (EMC) - parte 4-30: técnicas de prueba y medición-métodos de medición y estudio de Calidad de la energía eléctrica.

NMX-Z-012-2-1987, Muestreo para la inspección por atributos - parte 2: método de muestreo, tablas y gráficas.

NOM-008-SCFI-2002, Sistema general de unidades de medida.

## 12. Concordancia con Normas Internacionales

Esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia no es equivalente (NEQ) con ninguna Norma Internacional, al no existir esta última al momento de su elaboración.

**Nota explicativa nacional:** El grado de concordancia de las normas señaladas para la aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana de emergencia con respecto de las Normas Internacionales (IEC), es el siguiente:

Norma Internacional	Norma	Grado de Concordancia
IEC 60364-1	NOM-001-SEDE-2012	Modificada (MOD)
IEC 60044-1	NMX-J-109-ANCE-2010	Modificada (MOD)
IEC 61000-4-15	NMX-J-550/4-15-ANCE-2005	Modificada (MOD)
IEC 61000-4-7	NMX-J-610/4-7-ANCE-2013	Modificada (MOD)
IEC 61000 4-30	NMX-J-610/4-30-ANCE-2014	Modificada (MOD)
IEC 61869-1	NMX-J-615/1-ANCE-2009	Modificada (MOD)
IEC 61869-3	NMX-J-615/3-ANCE-2013	Modificada (MOD)
IEC 61869-5	NMX-J-615/5-ANCE-2014	Modificada (MOD)
IEC 62053-22	NMX-J-674/22-ANCE-2013	Modificada (MOD)

## 13. Reconocimiento de certificados internacionales de producto, informes de pruebas e informes de calibración.

Para el reconocimiento del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana de Emergencia mediante certificaciones internacionales, informes de pruebas e informes de calibración de producto de laboratorios en el extranjero; la Secretaría de Economía realizará un acuerdo de reconocimiento.

Los interesados en estar considerados en el acuerdo de reconocimiento, deben demostrar la conformidad de su producto con las normas internacionales que se aplican, indicadas en el numeral 5.3.1.4 de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia. Lo anterior, mediante el certificado correspondiente emitido por un organismo NCB (*National Certification Body*, por sus palabras en inglés) que se encuentre acreditado bajo ISO/IEC 17065, miembro de IECEE, CB *Scheme*, así como el informe de pruebas y calibración emitido por un laboratorio que se encuentre acreditado bajo ISO/IEC 17025 (*CBTL Certification Body Testing Laboratory*, por sus palabras en inglés).

## TRANSITORIOS

**Primero.** La presente Norma Oficial Mexicana de Emergencia entrará en vigor el día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación y tendrá una vigencia de seis meses de conformidad con lo dispuesto en el artículo 48, párrafo primero, de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

**Segundo.** En tanto la Comisión Reguladora de Energía no emita el procedimiento de aprobación de los Terceros Especialistas para esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia, la evaluación de la conformidad de la misma podrá llevarse a cabo por las Unidades de Inspección de la Industria Eléctrica previamente autorizadas por la Comisión Reguladora de Energía, quienes podrán solicitar su acreditación y aprobación como Terceros Especialistas una vez emitido el referido procedimiento.

Ciudad de México, a 16 de febrero de 2017.- El Comisionado de la Comisión Reguladora de Energía y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización Eléctrico, **Marcelino Madrigal Martínez**.- Rúbrica.

**Apéndice A****(Normativo)****Aprobación de modelo o prototipo.****Índice**

1. Definiciones.
2. Documentación.
3. Tamaño de muestras para las pruebas de modelo o prototipo.
4. Procedimiento de validación de *software*.
5. Consideraciones preliminares para las pruebas.
6. Condiciones de prueba.
7. Pruebas para el cumplimiento de los errores máximos permisibles.
8. Pruebas para las magnitudes de influencia.
9. Pruebas para disturbios.
10. Evaluación y aprobación de modelo o prototipo.

**Contenido**

La aprobación de modelo o prototipo debe aplicarse a todos los elementos del sistema de medición antes de su comercialización, de acuerdo con las pruebas que se establecen en este Apéndice, así como en las Normas Mexicanas para transformadores de instrumento.

**1. Definiciones.**

Además de los términos y definiciones establecidos en el numeral 3 de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia, para efectos de este Apéndice aplicarán las siguientes definiciones:

**1.1 Armónica:** Parte de una señal que tiene una frecuencia que es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental de la señal.

**Nota:** La frecuencia fundamental es generalmente la  $f_{nom}$ .

**1.2 Cambio de error máximo permisible:** Es el valor extremo de la variación del error de indicación de un medidor, permitida por la presente Norma Oficial Mexicana de Emergencia, cuando un único factor de influencia cambia de valor en condiciones de referencia y varía dentro de las condiciones nominales de funcionamiento.

**Nota:** Para cada factor de influencia hay un cambio del error máximo permisible correspondiente.

**1.3 Condición de referencia:** Condición de funcionamiento prescrita para evaluar el funcionamiento de un instrumento o sistema de medición.

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

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

**1.4 Condiciones nominales de funcionamiento:** Condiciones de funcionamiento que deben cumplirse durante la medición para que un instrumento de medición o un sistema de medición funcionen como se ha diseñado.

**Nota 1:** Las condiciones de funcionamiento nominales generalmente especifican intervalos de valores para una magnitud que se mide y para cualquier magnitud de influencia.

**1.5 Constante del medidor:** Valor que expresa la relación entre la energía registrada por el medidor y el valor correspondiente de la salida de prueba.

**1.6 Corriente de transición ( $I_{tr}$ ):** Valor de corriente especificado por el fabricante, a partir del cual el medidor se encuentra dentro del error máximo permisible más pequeño y que corresponde a la clase de exactitud del medidor.

**1.7 Corriente eléctrica ( $I$ ):** Es la corriente eléctrica que fluye a través del medidor.

**Nota:** El término "corriente" en esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia, indica el valor cuadrático medio (RCM) a menos que se especifique lo contrario.

**1.8 Dispositivo auxiliar:** Dispositivo destinado a realizar una función particular, directamente implicado en la elaboración, transmisión o visualización de resultados de medición.

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

**1.9 Disturbio:** Magnitud de influencia que tiene un valor dentro de los límites especificados por esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia, pero fuera de las condiciones nominales de funcionamiento especificadas de un instrumento de medición.

**1.10 Error intrínseco:** Error de un instrumento de medición determinado en condiciones de referencia.

**1.11 Error intrínseco inicial:** Error intrínseco de un instrumento de medición determinado antes de las pruebas de desempeño y las evaluaciones de durabilidad.

**1.12 Factor de distorsión ( $d$ ):** Relación entre el valor cuadrático medio (RCM) del contenido armónico y el valor cuadrático medio (RCM) de la fundamental.

**Nota:** El factor de distorsión suele expresarse como un porcentaje. Es equivalente a la distorsión armónica total (*THD* en inglés).

**1.13 Factor de influencia:** Influencia que tiene un valor que varía dentro de las condiciones nominales de funcionamiento de un instrumento de medición.

**1.14 Factor de potencia ( $f.p.$ ):** Relación entre la potencia activa y la potencia aparente.

**Nota:** En condiciones sinusoidales y trifásicas, monofásicas o simétricas, el factor de potencia =  $\cos \Phi$  = coseno de la diferencia de fase  $\Phi$  entre la tensión  $V$  y la corriente  $I$ .

**1.15 Falla:** Diferencia entre el error de indicación y el error intrínseco de un instrumento de medida.

**Nota 1:** Principalmente, una falla es el resultado de un cambio no deseado de datos contenidos en o que fluyen a través de un instrumento de medición.

**Nota 2:** De la definición se deduce que una "falla" es un valor numérico que se expresa en una unidad de medida o como un valor relativo, por ejemplo, como un porcentaje.

**Nota 3:** En esta recomendación, la definición anterior no se aplica al término "falla a tierra", en el que la palabra "falla" tiene su significado habitual en el diccionario.

**1.16 Falla significativa:** Es la falla que excede el valor límite de falla aplicable.

**Nota:** También se consideran fallas significativas las siguientes:

- a) Se ha producido un cambio mayor que el valor de cambio crítico en los registros de medición debido a perturbaciones, y
- b) La funcionalidad del medidor se ha deteriorado.

**1.17 Flujo (de energía) bidireccional:** Capacidad del medidor para medir el flujo de energía en ambos sentidos (positivo y negativo).

**1.18 Flujo (de energía) negativa:** Dirección de flujo de energía opuesta al flujo de energía positiva (ver 1.19), aplicable tanto para medidores bidireccionales como unidireccionales.

**1.19 Flujo (de energía) positiva:** Dirección del flujo de energía hacia el consumidor.

**1.20 Flujo (de energía) unidireccional:** Capacidad del medidor para medir el flujo de energía en un solo sentido.

**1.21 Frecuencia ( $f$ ):** Frecuencia de la tensión (y corriente) suministrados al medidor.

**1.22 Frecuencia nominal ( $f_{nom}$ ):** Valor de la frecuencia de la tensión (y corriente) especificado por el fabricante para el funcionamiento normal del medidor.

**1.23 Legalmente relevante:** Atributo de una parte de un instrumento de medición, dispositivo o *software* sujeto a control legal.

**1.24 Magnitud de influencia:** Magnitud que en una medición directa no afecta a la cantidad que se mide realmente, sino que afecta a la relación entre la indicación y el resultado de la medición.

**Nota:** Se entiende que el concepto de magnitud de influencia incluye valores asociados a patrones de medición, materiales de referencia y datos de referencia sobre los que puede depender el resultado de una medición, así como fenómenos tales como fluctuaciones en los instrumentos de medición a corto plazo y magnitudes tales como temperatura, presión barométrica y humedad.

**1.25 Número de armónica:** Número entero utilizado para identificar una armónica.

**Nota:** El número de armónica es la relación entre la frecuencia de una armónica y la frecuencia fundamental de la señal.

**1.26 Salida de prueba:** Dispositivo que puede usarse para probar el medidor, proporcionando pulsos o los medios para proporcionar pulsos correspondientes a la energía medida por el medidor.

**1.27 Subarmónica:** 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. Documentación.

La documentación presentada con la solicitud de aprobación de modelo o prototipo debe contener:

1. Identificación del instrumento, incluyendo:
  - a) Nombre o denominación comercial;
  - b) Versión(es) de *hardware* y *software*, y
  - c) Dibujo de la placa de identificación.
2. Características metrológicas del medidor multifunción, incluyendo:
  - a) Una descripción del (de los) principio(s) de medición;
  - b) Especificaciones metrológicas tales como la clase de exactitud y las condiciones nominales de funcionamiento, y
  - c) Los pasos que deben realizarse antes de probar el medidor multifunción.
3. Las especificaciones técnicas del medidor multifunción, incluyendo:
  - a) Un diagrama a bloques con una descripción funcional de los componentes y dispositivos;
  - b) Dibujos, diagramas e información general del *software*, que expliquen la construcción y el funcionamiento, incluidos los enclavamientos;
  - c) Descripción y posición de los sellos u otros medios de protección;
  - d) Documentación relativa a las características de durabilidad;
  - e) Cualquier documento u otra prueba de que el diseño y construcción del medidor multifunción cumple con los requisitos de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia;
  - f) Frecuencias de reloj específicas, y
  - g) Consumo energético del medidor multifunción.
4. Manual de usuario;
5. Manual de instalación; y
6. Una descripción de la verificación de instalación para fallas significativas, si procede.

Además, la documentación del *software* debe contener:

1. Una descripción del *software* propietario o legalmente relevante y cómo se cumplen los requisitos:
  - a) Lista de módulos de *software* con la relevancia legal pertinente, acompañada de una declaración de que todas las funciones están incluidas en la descripción con los términos correspondientes;
  - b) Descripción de las interfaces de *software* de la parte del *software* legalmente relevante, así como los comandos y los flujos de datos a través de esta interfaz, incluida una declaración de integridad;
  - c) Descripción de la generación de la identificación del *software*; y
  - d) Lista de parámetros a proteger y descripción de los medios de protección.

2. Una descripción de los medios de seguridad del sistema operativo (contraseña, etc.), cuando proceda;
3. Una descripción del (de los) método(s) de sellado (*software*);
4. Una visión general del *hardware* del sistema, por ejemplo, diagrama a bloques de topología, tipo de computadora(s), tipo de red, etc;
5. Cuando un componente de *hardware* se considere legalmente relevante o cuando desempeñe funciones con implicaciones legales, también debe identificarse;
6. Una descripción de la exactitud de los algoritmos (por ejemplo, filtrado de los resultados de conversión A/D, cálculo de precios, algoritmos de redondeo, etc.);
7. Una descripción de la interfaz de usuario, menús y diálogos.
8. La identificación del *software* y las instrucciones para obtenerlo de un instrumento en uso;
9. Lista de comandos de cada interfaz de *hardware* del instrumento de medición, dispositivo electrónico o subconjunto incluyendo una declaración de integridad;
10. Una lista de los errores de durabilidad que son detectados por el *software* y, si es necesario para dar mejor claridad, una descripción de los algoritmos de detección;
11. Una descripción de los conjuntos de datos almacenados o transmitidos;
12. Si la detección de fallas se realiza en el *software*, una lista de las fallas que se detectan y una descripción del algoritmo de detección, y
13. El manual de operación.

Si la aprobación de modelo o prototipo se basa en documentación de aprobación de modelo existente, la solicitud debe ir acompañada con dicha documentación y demás evidencia que respalde que el diseño y las características del instrumento de medición cumplen los requisitos de la presente Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

### 3. Tamaño de muestras para las pruebas de modelo o prototipo.

De acuerdo con el fabricante, se elige uno de los siguientes tamaños de muestra y criterios de aceptación:

- a) De 3 a 5 medidores multifunción deben ser sujetos a todas las pruebas y cumplir con todos los valores especificados en las mismas;
- b) De 6 a 8 medidores multifunción deben ser sujetos a todas las pruebas y en caso de que no cumplan con dos de los valores especificados, se rechaza el prototipo, o
- c) Para 9 medidores multifunción (3 grupos de 3), el total de las pruebas debe ser cubierto por los tres grupos y deben cumplir con todos los valores especificados en las mismas.

### 4. Procedimiento de validación de *software*.

El procedimiento de validación consiste en una combinación de métodos de análisis y pruebas como se muestra en la "Tabla 1" de este Apéndice. Las abreviaturas utilizadas se describen en la "Tabla 2" de este Apéndice.

**Tabla 1. Procedimientos de validación para requerimientos específicos.**

Requerimiento		Procedimiento de validación
4.1	Identificación del <i>software</i> .	AD + VPFSw
4.2.1	Prevención del uso indebido.	AD + VPFSw
4.2.2	Protección contra el fraude.	AD + VPFSw
4.3	Protección de parámetros.	AD + VPFSw
4.4	Separación de dispositivos electrónicos y subconjuntos.	AD
4.5	Separación de partes de <i>software</i> .	AD
4.6	Almacenamiento de datos, transmisión a través de sistemas de comunicación.	AD + VPFSw
4.6.1	Protección de datos con respecto al tiempo de medición.	AD + VPFSw

4.6.2	Almacenamiento automático.	AD + VPFSw
4.6.3	Retraso de transmisión.	AD + VPFSw
4.6.4	Interrupción de transmisión.	AD + VPFSw
4.6.5	Estampa de tiempo.	AD + VPFSw
4.7	Mantenimiento y reconfiguración.	AD

**Tabla 2. Abreviaturas utilizadas en la Tabla 1.**

Abreviatura	Descripción
AD	Análisis de la documentación y validación del diseño.
VPFSw	Validación por prueba funcional de las funciones de <i>software</i> .

#### 4.1 Identificación del *software*.

El *software* legalmente relevante de un medidor multifunción debe estar claramente identificado con la versión del *software* u otro símbolo. La identificación que consista en más de una parte del *software*, debe dedicar al menos una al propósito legal.

La identificación debe estar ligada al propio *software* y debe presentarse en el comando o ser mostrada durante la operación.

Como excepción, una impresión de la identificación del *software* en el medidor multifunción será una solución aceptable si satisface las tres condiciones siguientes:

- a) La interfaz de usuario no tiene ninguna capacidad de control para activar la indicación de la identificación del *software* en la pantalla;
- b) El medidor multifunción no tiene una interfaz para comunicar la identificación del *software*, y
- c) Después de la fabricación del medidor multifunción no es posible un cambio del *software*, o sólo es posible si el *hardware* o un componente de *hardware* también se cambia.

El fabricante del *hardware* es responsable de asegurar que la identificación del *software* está correctamente marcada en el medidor multifunción correspondiente.

La identificación del *software* y los medios de identificación deben figurar en el certificado de aprobación de modelo o prototipo.

#### 4.2 Protección del *software*.

##### 4.2.1 Prevención del uso indebido.

Un medidor multifunción debe ser construido de tal manera que las posibilidades de uso involuntario, accidental o intencional sean mínimas.

##### 4.2.2 Protección contra el fraude.

El *software* legalmente relevante debe estar protegido contra modificaciones, cargas o cambios no autorizados intercambiando el dispositivo de memoria. Se requiere un medio seguro, tal como sellado mecánico o electrónico, para asegurar que el medidor multifunción tenga la opción para cargar *software* (parámetros).

Solamente las funciones que se encuentren claramente documentadas, de conformidad con el numeral 2 de este Apéndice, son activadas por la interfaz de usuario y se realiza de tal manera que no facilite el uso fraudulento.

La protección del *software* comprende un sellado apropiado por medios mecánicos, electrónicos y/o criptográficos, haciendo imposible o evidente una intervención no autorizada.

#### 4.3 Protección de parámetros.

Los parámetros que fijen las características legalmente relevantes tales como: términos y derechos de propiedad intelectual, industrial o comercial por el uso del medidor multifunción, por decir algunos, deben estar protegidos contra modificaciones no autorizadas. Si es necesario para fines de verificación, la configuración de los parámetros actuales debe ser capaz de desplegarse.

Los parámetros específicos del dispositivo son ajustables o seleccionables sólo en un modo de funcionamiento especial del medidor multifunción. Se clasifican como aquellos que deben ser asegurados (inalterables) y aquellos a los que se accede (parámetros ajustables) por una persona autorizada, por ejemplo, el propietario del instrumento o reparador.

Los parámetros específicos del modelo tienen valores idénticos para todos los especímenes de un modelo. Se fijan en la aprobación de modelo o prototipo del instrumento.

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

**Nota 2:** Las personas autorizadas tienen acceso a un conjunto limitado de parámetros específicos del dispositivo. Este conjunto de parámetros específicos del dispositivo y sus limitaciones o reglas de acceso deben estar claramente documentados.

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

Al modificar un parámetro específico del dispositivo, el medidor multifunción debe dejar de registrar la energía.

El medidor multifunción debe contar con un mecanismo para registrar automáticamente y de forma imborrable cualquier ajuste del parámetro específico del dispositivo, por ejemplo, un registro auditable. El instrumento debe ser capaz de presentar los datos registrados.

Los medios de trazabilidad y los registros son parte del *software* legalmente relevante y deben ser protegidos como tales. El *software* empleado para mostrar registros auditables pertenece al *software* legalmente relevante.

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

#### 4.4 Separación de dispositivos electrónicos y subconjuntos.

Las partes metrológicamente críticas de un medidor multifunción, ya sean partes de *software* o de *hardware*, no deben ser influenciadas inadmisiblemente por otras partes del medidor multifunción.

Los subconjuntos o dispositivos electrónicos de un medidor multifunción que desempeñen funciones con implicaciones legales deben ser identificados, claramente definidos y documentados. Éstos constituyen la parte legalmente relevante del sistema de medición. Cuando no se identifican los subconjuntos que desempeñan funciones legalmente relevantes, se considera que todos los subconjuntos cumplen funciones con implicaciones legales.

Durante las pruebas de modelo o prototipo, se debe demostrar que las funciones y datos pertinentes de los subconjuntos y dispositivos electrónicos no son influenciados inadmisiblemente por los comandos recibidos a través de la interfaz. Esto implica que hay una asignación inequívoca de cada comando a todas las funciones iniciadas o cambios de datos en el subconjunto o dispositivo electrónico.

**Nota:** Si los subconjuntos o dispositivos electrónicos "legalmente relevantes" interactúan con otros subconjuntos o dispositivos electrónicos "legalmente relevantes", debe consultarse el numeral 4.6 de este Apéndice.

#### 4.5 Separación de partes de *software*.

Todos los módulos de *software* (programas, subrutinas, objetos, etc.) que desempeñan funciones con implicaciones legales o que contienen dominios de datos legalmente relevantes forman la parte de *software* legalmente relevante de un medidor multifunción, es identificable como se describe en 4.1 de este Apéndice. Si no se identifican los módulos de *software* que desempeñan funciones con implicaciones legales, todo el *software* se debe considerar legalmente relevante.

Si la parte de *software* legalmente relevante se comunica con otras partes de *software*, se debe definir una interfaz de *software*. Toda comunicación se debe realizar exclusivamente a través de esta interfaz. La parte de *software* legalmente relevante y la interfaz se deben documentar claramente. Todas las funciones legalmente relevantes y los dominios de datos del *software* deben ser descritos para permitir que una autoridad de aprobación de modelo o prototipo decida la separación correcta del *software*.

El dominio de datos que forma la interfaz de *software* incluyendo el código que exporta desde la parte legalmente relevante al dominio de datos de interfaz y el código que importa desde la interfaz a la parte legalmente relevante debe estar claramente definido y documentado. La interfaz de *software* declarada no debe ser eludida.

Debe haber una asignación inequívoca de cada comando a todas las funciones iniciadas o cambios de datos en la parte legalmente relevante del *software*. Los comandos que se comuniquen a través de la interfaz de *software* se deben declarar y documentar. Sólo se permite activar comandos documentados a través de la interfaz de *software*. El fabricante debe indicar la integridad de la documentación de los comandos.

#### **4.6 Almacenamiento de datos, transmisión a través de sistemas de comunicación.**

El valor de medición almacenado o transmitido debe ir acompañado de toda la información pertinente necesaria para el futuro uso legalmente pertinente.

##### **4.6.1 Protección de datos con respecto al tiempo de medición.**

Los datos deben ser protegidos por medios informáticos para garantizar la autenticidad, integridad y, en su caso, corrección de la información relativa al momento de la medición. El *software* que muestra o procesa los valores de medición y los datos que lo acompañan debe verificar la hora de medición, la autenticidad e integridad de los datos después de haberlos leído desde un almacenamiento inseguro o después de haberlos recibido de un canal de transmisión inseguro. Cuando se detecte una irregularidad, los datos deben ser descartados o marcados como inutilizables.

Las claves confidenciales utilizadas para proteger los datos deben mantenerse en secreto y asegurarse en el medidor multifunción. Deben proporcionarse medios para que estas teclas sólo puedan ser introducidas o leídas si se rompe un sello.

Los módulos de *software* que preparan datos para almacenar o enviar, o que comprueban los datos después de leer o recibir, pertenecen a la parte de *software* legalmente relevante.

##### **4.6.2 Almacenamiento automático.**

Cuando se requiere almacenamiento de datos, los datos de medición se deben almacenar automáticamente cuando se termina la medición, es decir, cuando se ha generado el valor final. Cuando el valor final es de un cálculo, todos los datos necesarios para el cálculo deben almacenarse automáticamente con el valor final.

El dispositivo de almacenamiento debe tener suficiente capacidad para garantizar que los datos no se dañen en condiciones normales de almacenamiento. Debe haber un almacenamiento de memoria suficiente para cualquier aplicación en particular.

Los datos almacenados son eliminados cuando:

- a) La transacción se ha liquidado, o
- b) Estos datos son impresos por un dispositivo de impresión sujeto a control legal.

**Nota:** Esto no se aplica al registro acumulativo y registros auditables.

Una vez cumplidos los requisitos anteriores, y cuando el almacenamiento esté lleno, los datos memorizados se deben borrar cumpliendo las dos condiciones siguientes:

- a) Los datos se suprimen en el mismo orden como fueron registrados y se hayan respetado las reglas establecidas para la aplicación particular, y
- b) La eliminación se realiza automáticamente o después de una operación manual especial que requiere derechos de acceso específicos.

##### **4.6.3 Retraso de transmisión.**

La medición no debe ser influenciada por un retardo de transmisión.

##### **4.6.4 Interrupción de transmisión.**

Si los servicios de red no están disponibles, no se deben perder datos de medición legalmente relevantes.

##### **4.6.5 Estampa de tiempo.**

La estampa de tiempo se debe poder leer en el reloj del dispositivo. El ajuste del reloj se considera legalmente relevante. Se deben tomar las medidas de protección apropiadas de acuerdo con el numeral 4.3 de este Apéndice.

Los relojes internos son mejorados por medios específicos (por ejemplo, por medio de *software*) para reducir su incertidumbre cuando el tiempo de medición es necesario para un campo específico (por ejemplo, medidor de tarifas múltiples o medidor de intervalos).

#### 4.7 Mantenimiento y reconfiguración.

La actualización del *software* legalmente relevante de un medidor multifunción en campo debe ser considerado como:

- a) Una modificación del medidor multifunción, al intercambiar el *software* con otra versión aprobada; o
- b) Una reparación del medidor multifunción, al volver a instalar la misma versión.

Un medidor multifunción que haya sido modificado o reparado durante su servicio requiere de una calibración.

El mecanismo de actualización de *software* se desactiva mediante un sellado (interruptor físico, parámetro de seguridad) en el que no se permiten actualizaciones de *software* para instrumentos en uso. En este caso, no debe ser posible actualizar *software* legalmente relevante sin romper el sello.

El *software* que no es necesario para el correcto funcionamiento del medidor multifunción no requiere verificación después de ser actualizado.

#### 5. Consideraciones preliminares para las pruebas.

El error intrínseco inicial se debe determinar como la primera prueba en el medidor multifunción, tal como se describe en el numeral 7.1 de este Apéndice.

Al inicio de cualquier serie de pruebas, se debe permitir que el medidor multifunción se estabilice con circuitos de tensión energizados durante un periodo de tiempo especificado por el fabricante.

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

La determinación del error intrínseco (en las condiciones de referencia) siempre se debe realizar antes de las pruebas con magnitudes de influencia, y antes de las pruebas de perturbación o disturbio; pruebas que se relacionan con un cambio en el límite de error o una condición de falla significativa en la determinación del error, de lo contrario, el orden de las pruebas no está prescrito en la presente Norma Oficial Mexicana de Emergencia.

Los pulsos de salida deben ser utilizados para pruebas de requerimientos de exactitud. Se debe realizar una prueba para asegurar que la relación entre el registro de la energía y la salida de prueba utilizada cumple con las especificaciones del fabricante.

Si un medidor multifunción se especifica con modos de conexión alternativos, como las conexiones monofásicas para medidores multifunción polifásicos, se deben realizar, para todos los modos de conexión especificados, las pruebas para el error máximo permisible de base, de acuerdo con el numeral 5.1 de este Apéndice.

#### 5.1 Errores máximos permisibles (MPE) de base.

El error intrínseco (expresado en porcentaje) debe estar dentro del error máximo permisible cuando se varíe la corriente y el factor de potencia dentro de los límites, ambos indicados en la "Tabla 3" y cuando el medidor multifunción sea operado de otra manera en condiciones de referencia.

**Tabla 3. Errores máximos permisibles de base.**

Magnitud.		Errores máximos permisibles de base (%) para medidores de clase.	
Corriente $I$ .	Factor de potencia.	0.5 S	0.2 S
$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	Unitario.	$\pm 0.5$	$\pm 0.2$
	0.5 en atraso a 1 a 0.8 en adelante.	$\pm 0.6$	$\pm 0.3$
$I_{min} \leq I \leq I_{tr}$	Unitario.	$\pm 1.0$	$\pm 0.4$
	0.5 en atraso a 1 a 0.8 en adelante.	$\pm 1.0$	$\pm 0.5$
$I_{st} \leq I \leq I_{min}$	Unitario.	$\pm 1.0 \cdot I_{min} / I$	$\pm 0.4 \cdot I_{min} / I$

## 6. Condiciones de prueba.

A menos que se indique lo contrario en las instrucciones de pruebas individuales, todas las magnitudes de influencia, con excepción de la magnitud de influencia bajo prueba, deben mantenerse en las condiciones de referencia indicadas en la "Tabla 4" de este Apéndice durante las pruebas de aprobación de modelo o prototipo.

**Tabla 4. Condiciones de referencia y sus tolerancias.**

Magnitud de influencia.	Condiciones de referencia.	Tolerancia.
Tensión(es). <sup>(2)</sup>	$V_{nom}$	$\pm 1\%$
Temperatura ambiente.	23 °C <sup>(1)</sup>	$\pm 2\text{ °C}$
Frecuencia.	$f_{nom}$	$\pm 0.3\%$
Forma de onda.	Senoidal.	$d \leq 2\%$
Inducción magnética de origen externo a la frecuencia de referencia.	0 T	$B \leq 0.05\text{ mT}$
Campos electromagnéticos de RF 30 kHz a 6 GHz.	0 V/m	$\leq 1\text{ V/m}$
Posición de operación para instrumentos sensibles a la posición.	Montado como lo sugiere el fabricante.	$\pm 0.5^\circ$
Secuencia de fase para medidores poli-fase.	$L_1, L_2, L_3$	-
Balance de carga.	Igual corriente para todos los circuitos de corriente.	$\pm 2\%$ (corriente) y $\pm 2^\circ$ (ángulo de fase).

<sup>(1)</sup> Las pruebas se realizan a otras temperaturas si los resultados se corrigen a la temperatura de referencia aplicando el coeficiente de temperatura establecido en las pruebas de modelo o prototipo y siempre que se lleve a cabo un análisis de incertidumbre adecuado.

<sup>(2)</sup> El requisito se aplica tanto a fase-fase y fase-neutro para los medidores multifunción de polifase.

**Nota:** Las condiciones de referencia y su tolerancia se dan para garantizar la reproducibilidad entre los laboratorios, no para determinar la exactitud de las pruebas. Las exigencias sobre la estabilidad a corto plazo durante la prueba de factores de influencia pueden ser mucho más altas que las mostradas en esta tabla.

Para la mayoría de las pruebas, la potencia medida será constante si las otras magnitudes de influencia se mantienen constantes bajo las condiciones de referencia. Sin embargo, esto no es posible para algunas pruebas como la influencia de la variación de tensión y el desbalance de carga. Por lo tanto, el cambio de error siempre se debe medir como el cambio del error relativo y no de la potencia absoluta.

## 7. Pruebas para el cumplimiento de los errores máximos permisibles.

### 7.1 Determinación del error intrínseco inicial.

**Objetivo de la prueba:** Verificar que el error del medidor multifunción en las condiciones de referencia sea menor que el valor de referencia correspondiente dado en la "Tabla 3" de este Apéndice.

**Procedimiento de prueba:** El medidor multifunción que se especifique como capaz de medir la energía bidireccional o unidireccional debe cumplir con los requisitos de MPE de base indicados en la "Tabla 3" de este Apéndice para el flujo de energía tanto en la dirección positiva como en la negativa.

El medidor multifunción que se especifique como capaz de medir solamente el flujo de energía positivo debe cumplir con los requisitos de MPE de base indicados en la "Tabla 3" de este Apéndice para el flujo de energía positivo. Estos medidores multifunción también deben ser sometidos a un flujo de energía invertido, en respuesta, el medidor multifunción no debe registrar energía o emitir más de un pulso en su salida de prueba. El tiempo de prueba debe ser de al menos 1 minuto o el tiempo en que la salida de prueba registre 10 pulsos en la dirección del flujo de energía positiva, o bien, el tiempo en que el registro primario registre 2 unidades del dígito menos significativo en la dirección del flujo de energía positiva, el que sea más largo.

**Puntos de prueba obligatorios:** Los puntos de prueba obligatorios se especifican en la "Tabla 5" de este Apéndice para las pruebas de flujo positivo, negativo e inverso.

**Tabla 5. Puntos de prueba obligatorios para la determinación de la prueba del error intrínseco inicial.**

Corriente.	Factor de potencia.	Puntos de prueba obligatorios para:		
		Flujo positivo.	Flujo negativo.	Flujo invertido.
$I_{min}$	Unitario.	Si	No	Si
$I_{tr}$	Unitario.	Si	Si	No
	Más inductivo <sup>(1)</sup> .	Si	Si	No
	Más capacitivo <sup>(1)</sup> .	Si	Si	No
Un punto de prueba dentro del intervalo $I_{tr}$ a $I_{max}$ seleccionado por la autoridad.	Unitario.	Si	No	No
	Más inductivo <sup>(1)</sup> .	Si	No	No
	Más capacitivo <sup>(1)</sup> .	Si	No	No
$I_{max}$	Unitario.	Si	Si	Si
	Más inductivo <sup>(1)</sup> .	Si	Si	No
	Más capacitivo <sup>(1)</sup> .	Si	Si	No

(<sup>1</sup>) 0.5 en atraso a 1 a 0.8 en adelante.

### 7.2 Autocalentamiento.

**Objetivo de la prueba:** Verificar que el medidor multifunción es capaz de transportar  $I_{max}$  continuamente, como se especifica en la “Tabla 6” de este Apéndice.

**Procedimiento de prueba:** Para efectuar la prueba, los circuitos de tensión se deben activar primero a la tensión de referencia durante al menos 2 horas. Entonces, con el medidor multifunción en otras condiciones de referencia, se debe aplicar la corriente máxima a los circuitos de corriente. El cable que se utilizará para energizar el medidor multifunción debe ser de cobre, tener una longitud de 1 metro y una sección transversal que asegure que la densidad de corriente esté entre 3.2 A/mm<sup>2</sup> y 4 A/mm<sup>2</sup>.

El error del medidor multifunción debe ser monitoreado a un factor de potencia unitario y a intervalos suficientemente cortos para registrar la curva de variación de error en función del tiempo. La prueba se efectuará durante al menos 1 hora y, en cualquier caso, hasta que la variación de error en un periodo de 20 minutos no supere el 10% del error máximo permisible de base. El cambio de error en comparación con el error intrínseco debe cumplir en todo momento los requisitos dados en la “Tabla 6” de este Apéndice.

Si el cambio de error no se ha nivelado (de modo que la variación del error durante cualquier periodo de 20 minutos no supere el 10% del error máximo permisible) al final de la prueba, se permitirá al medidor multifunción volver a su estado de temperatura inicial y se debe repetir toda la prueba a factor de potencia de 0.5 en atraso o, si la carga se puede cambiar en menos de 30 segundos, el error del medidor multifunción debe ser medido a  $I_{max}$  y un factor de potencia de 0.5 en atraso y se debe verificar que el error en comparación con el error intrínseco cumple con los requisitos dados en la “Tabla 6” de este Apéndice.

**Tabla 6. Límites de cambio en el error debido a magnitudes de influencia.**

Magnitud de influencia.	Valor.	Corriente.	Factor de potencia.	Límites del cambio en el error (%) para medidores de clase.	
				0.5 S	0.2 S
Auto calentamiento.	Corriente $I_{max}$ permanente.	$I_{max}$	1; 0.5 en atraso.	± 0.25	± 0.1

### 7.3 Corriente de arranque.

**Objetivo de la prueba:** Verificar que el medidor multifunción empiece y continúe operando en  $I_{st}$ .

**Procedimiento de prueba:** El medidor multifunción se debe someter a una corriente igual a la corriente de arranque  $I_{st}$ . Si el medidor multifunción está diseñado para la medición de energía en ambas direcciones, entonces esta prueba se debe aplicar con la energía que fluye en cada dirección. El efecto de un retraso intencional en la medición después de la inversión de la dirección de la energía debe tenerse en cuenta al realizar la prueba.

Se debe considerar que el medidor multifunción se ha puesto en marcha si la salida produce impulsos (o revoluciones) a una velocidad compatible con los requisitos de errores máximos permisibles de base de la "Tabla 3" de este Apéndice.

El tiempo esperado,  $T$ , entre dos pulsos (periodo) viene dado por:

$$\frac{3.6 \times 10^6}{m \cdot k \cdot V_{nom} \cdot I_{st}} \quad \text{segundos.}$$

Donde:

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

$m$  es el número de elementos, y

El voltaje nominal  $V_{nom}$  se expresa en volts, y la corriente de arranque  $I_{st}$  se expresa en amperes.

#### Pasos para el procedimiento de prueba:

- Arrancar el medidor multifunción;
- Permitir  $1.5 \cdot T$  segundos para que se produzca el primer pulso;
- Permitir otros  $1.5 \cdot T$  segundos para que se produzca el segundo pulso;
- Determinar el tiempo efectivo entre los dos pulsos, y
- Permitir que transcurra el tiempo efectivo (después del segundo pulso) para que ocurra el tercer pulso.

**Puntos de prueba obligatorios:**  $I_{st}$  a un factor de potencia unitario.

#### 7.4 Prueba de estado sin carga.

**Objetivo de la prueba:** Verificar el desempeño sin carga del medidor multifunción.

**Procedimiento de prueba:** Para esta prueba, no se debe aplicar corriente en el circuito de corriente. La prueba se debe realizar en  $V_{nom}$ .

Para los medidores multifunción con una salida de prueba, la salida del medidor multifunción no producirá más de un pulso.

El periodo de prueba mínimo  $\Delta t$  debe ser:

$$\Delta t \geq \frac{100 \times 10^3}{b \cdot k \cdot m \cdot V_{nom} \cdot I_{min}} \quad \text{horas.}$$

Donde:

$b$  es el error máximo permisible de base en  $I_{min}$  expresado como porcentaje (%) y se debe tomar como un valor positivo;

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

$m$  es el número de elementos, y

El voltaje nominal  $V_{nom}$  se expresa en volts, y La corriente mínima  $I_{min}$  se expresa en amperes.

Para el caso de los medidores multifunción con transformadores que cuenten con registro primario nominal donde el valor de  $k$  (y posiblemente  $V_{nom}$ ) está dado como valores del lado primario, se debe recalculer la constante  $k$  (y  $V_{nom}$ ) para que correspondan a los valores secundarios (de tensión y corriente).

#### 7.5 Constantes del medidor multifunción.

**Objetivo de la prueba:** Comprobar que la relación entre el registro de energía básica y la(s) salida(s) de prueba utilizada(s) cumple(n) con las especificaciones del fabricante. La diferencia relativa no debe ser mayor que una décima parte del error máximo permisible. Esta prueba sólo es aplicable si se usan salidas de prueba (pulso) para probar requisitos de exactitud.

**Procedimiento de prueba:** Todos los registros y salidas de pulsos que están bajo control legal deben ser probados a menos que haya un sistema que garantice el comportamiento idéntico de todas las constantes del medidor multifunción.

La prueba se debe llevar a cabo pasando una cantidad de energía  $E$  a través del medidor multifunción, donde  $E$  sea de al menos:

$$E_{min} = \frac{1\,000 \cdot R}{b} \text{ Wh}$$

Donde:

$R$  es la resolución aparente del registro de energía básica <sup>(1)</sup> expresado en Wh; y

$b$  es el error máximo permisible <sup>(2)</sup> expresado como porcentaje (%).

Se debe calcular la diferencia relativa entre la energía registrada y la energía que pasa a través del medidor multifunción dada por el número de pulsos de la salida de prueba.

**Efecto permitido:**

La diferencia relativa no debe ser superior a una décima parte del error máximo permisible de base.

**Puntos de prueba obligatorios:**

La prueba se debe realizar con una única corriente arbitraria  $I \geq I_{tr}$ .

- (1) Cualquier medio puede usarse para mejorar la resolución aparente  $R$  de registro básico, siempre y cuando se tenga cuidado de asegurar que los resultados reflejen la verdadera resolución del registro básico.
- (2) El valor de  $b$  se debe seleccionar de la "Tabla 3" de este Apéndice según el punto de ensayo elegido. El valor de  $b$  puede diferir de lo que es aplicable para la prueba de estado sin carga.

**8. Pruebas para las magnitudes de influencia.**

El propósito de estas pruebas es verificar los requisitos debido a la variación de una sola magnitud de influencia. Para las magnitudes de influencia enumeradas en la "Tabla 4" de este Apéndice, se debe verificar que el cambio de error debido a la variación de cualquier cantidad de influencia única se encuentra dentro del límite de cambio de error indicado en el "Tabla 4" de este Apéndice.

**8.1 Dependencia con la temperatura.**

**Objetivo de la prueba:** Verificar que se cumplen los requisitos de coeficiente de temperatura de la "Tabla 7" de este Apéndice.

**Tabla 7. Límites para el error del coeficiente de temperatura.**

Magnitud de influencia	Factor de potencia	Límites para el coeficiente de temperatura (%/K) para medidores de clase	
		0.5 S	0.2 S <sup>(1)</sup>
Coeficiente de temperatura (%/K), sobre cualquier intervalo, dentro del intervalo de temperatura, que no sea inferior a 15 K ni superior a 23 K, para la corriente $I_{tr} \leq I \leq I_{max}$ .	1	± 0.03	± 0.01
	0.5 en atraso.	± 0.05	± 0.02

(1) Estos valores se duplican por debajo de -10 °C.

**Procedimiento de prueba:** Para cada punto de prueba, el error del medidor multifunción se debe determinar a la temperatura de referencia, en cada uno de los límites de temperatura ambiente superior e inferior especificados para el medidor multifunción y a un número suficiente de otras temperaturas que formen intervalos de temperatura comprendidos entre 15 K y 23 K, que abarcan el rango de temperatura especificado.

Además, para cada punto de prueba y para cada intervalo de temperatura dado por los límites de temperatura superiores o inferiores adyacentes, incluida la temperatura de referencia, se debe determinar el coeficiente de temperatura promedio ( $c$ ) como sigue:

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

Donde:

$e_u$  y  $e_l$  son los errores en las temperaturas superior e inferior respectivamente en el intervalo de temperatura de interés; y

$t_u$  y  $t_l$  son las temperaturas más altas y más bajas, respectivamente, en el intervalo de temperatura de interés.

Cada coeficiente de temperatura debe concordar con los requerimientos de la "Tabla 7" de este Apéndice.

**Puntos de prueba obligatorios:** El ensayo se debe realizar como mínimo en  $f.p. = 1$  y  $f.p. = 0.5$  en atraso y para corrientes de  $I_{tr}$ ,  $10 \cdot I_{tr}$  e  $I_{max}$ .

### 8.2 Balance de carga.

**Objetivo de la prueba:** Verificar que el cambio de error debido al balance de carga cumple con los requisitos de la "Tabla 8" de este Apéndice. Este ensayo es sólo para medidores multifunción de poli-fase y para medidores multifunción monofásicos de tres hilos.

**Tabla 8. Límites de cambio en el error debido al balance de carga.**

Magnitud de influencia.	Valor.	Corriente.	Factor de potencia.	Límites del cambio en el error (%) para medidores de clase.	
				0.5 S	0.2 S
Balance de carga.	Corriente en sólo un circuito de corriente.	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1	± 0.7	± 0.3
			0.5 en atraso.	± 1.0	± 0.5

**Procedimiento de prueba:** El error del medidor multifunción con corriente en un solo circuito de corriente se debe medir y comparar con el error intrínseco a carga balanceada. Durante la prueba, las tensiones de referencia se deben aplicar a todos los circuitos de tensión.

**Puntos de prueba obligatorios:** La prueba se debe realizar para todos los circuitos de corriente a  $f.p.=1$  y  $f.p.=0.5$  en atraso y, como mínimo, para corrientes de  $10 \cdot I_{tr}$  e  $I_{max}$  para medidores multifunción conectados directamente, y como mínimo, a  $I_{max}$  para medidores multifunción con transformador.

### 8.3 Variación de tensión.

**Objetivo de la prueba:** Verificar que el cambio de error debido a variaciones de tensión cumple con los requisitos de la "Tabla 9" de este Apéndice.

**Tabla 9. Límites de cambio en el error debido a la variación de tensión.**

Magnitud de influencia.	Valor.	Corriente.	Factor de potencia.	Límites del cambio en el error (%) para medidores de clase.	
				0.5 S	0.2 S
Variación de tensión. <sup>(1)</sup>	$V_{nom} \pm 10\%$	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1	± 0.2	± 0.1
			0.5 en atraso.	± 0.4	± 0.2

<sup>(1)</sup> Para los medidores multifunción polifásicos, el requerimiento es para variaciones de tensión simétricas.

**Procedimiento de prueba:** El cambio de error en comparación con el error intrínseco en  $V_{nom}$ , se debe medir cuando se varíe la tensión dentro del intervalo de funcionamiento nominal correspondiente. Para los medidores multifunción polifásicos, la tensión de prueba debe ser balanceada. Si se indican varios valores de  $V_{nom}$ , la prueba se debe repetir para cada valor  $V_{nom}$ .

**Puntos de prueba obligatorios:** La prueba se debe realizar, como mínimo, en  $f.p.=1$  y  $f.p.=0.5$  en atraso, para una corriente de  $10 \cdot I_{tr}$ , y a las tensiones  $0.9 \cdot V_{nom}$  y  $1.1 \cdot V_{nom}$ .

#### 8.4 Variación de frecuencia.

**Objetivo de la prueba:** Verificar que el cambio de error debido a las variaciones de frecuencia cumple con los requisitos de la "Tabla 10" de este Apéndice.

**Tabla 10. Límites de cambio en el error debido a la variación de frecuencia.**

Magnitud de influencia.	Valor.	Corriente.	Factor de potencia.	Límites del cambio en el error (%) para medidores de clase.	
				0.5 S	0.2 S
Variación de frecuencia.	$f_{nom} \pm 2\%$	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1	$\pm 0.2$	$\pm 0.1$
			0.5 en atraso.	$\pm 0.2$	$\pm 0.1$

**Nota:** Para los medidores multifunción polifásicos, el requerimiento es para variaciones de tensión simétricas.

**Procedimiento de prueba:** El cambio de error, en comparación con el error intrínseco en  $f_{nom}$ , se debe medir cuando se varíe la frecuencia dentro del rango de funcionamiento nominal correspondiente. Si se indican varios valores  $f_{nom}$ , la prueba se debe repetir con cada valor de  $f_{nom}$ .

**Puntos de prueba obligatorios:** La prueba se debe realizar como mínimo en  $f.p.=1$  y  $f.p.=0.5$  en atraso, para una corriente de  $10 \cdot I_{tr}$ , y a frecuencias de  $0.98 \cdot f_{nom}$  y  $1.02 \cdot f_{nom}$ .

#### 8.5 Armónicos en tensión y corriente.

**Objetivo de la prueba:** Verificar que el cambio de error debido a los armónicos cumple con los requerimientos de la "Tabla 11" de este Apéndice.

**Tabla 11. Límites de cambio en el error debido a armónicos de tensión y corriente.**

Magnitud de influencia.	Valor.	Corriente.	Factor de potencia.	Límites del cambio en el error (%) para medidores de clase.	
				0.5 S	0.2 S
Armónicos en los circuitos de tensión y corriente.	$d$ es $0 - 40\%$ $I$ , $0 - 5\%$ $V^{(1)}$	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1	$\pm 0.3$	$\pm 0.2$

**Notas:**

<sup>(1)</sup> Mientras la corriente RCM no sea superior a  $I_{max}$  y el valor máximo de la corriente no sea superior a  $1.41 \cdot I_{max}$ . Además, la amplitud de los componentes armónicos individuales no debe exceder  $(I_1 / h)$  para la corriente y  $(0.12 \cdot V_1 / h)$  para la tensión, siendo  $h$  el orden armónico.

**Procedimiento de prueba:** El cambio de error en comparación con el error intrínseco en condiciones sinusoidales, se debe medir cuando se añadan armónicos tanto en la tensión como en la corriente. El ensayo se debe realizar utilizando las formas de onda cuadriformes y pico especificadas en las "Tablas 12 y 13" de este Apéndice, respectivamente. La amplitud de un solo armónico no debe ser superior a  $0.12 \cdot V_1 / h$  para la tensión y de  $I_1 / h$  para la corriente, donde  $h$  es el número de armónicos y  $V_1$  e  $I_1$  son las fundamentales respectivas. Las gráficas de la amplitud de corriente para las formas de onda de las "Tablas 12 y 13" se muestran en las "Figuras 1 y 2" de este Apéndice, respectivamente.

La corriente RCM no debe exceder de  $I_{max}$ , es decir, para la "Tabla 12" de este Apéndice, la componente de corriente fundamental  $I_1$  no debe exceder de  $0.93 \cdot I_{max}$ . El valor de pico de la corriente no debe exceder  $1.4 \cdot I_{max}$ , es decir, para la "Tabla 13" de este Apéndice, la componente de corriente fundamental  $I_1$  (RCM) no debe exceder  $0.568 \cdot I_{max}$ .

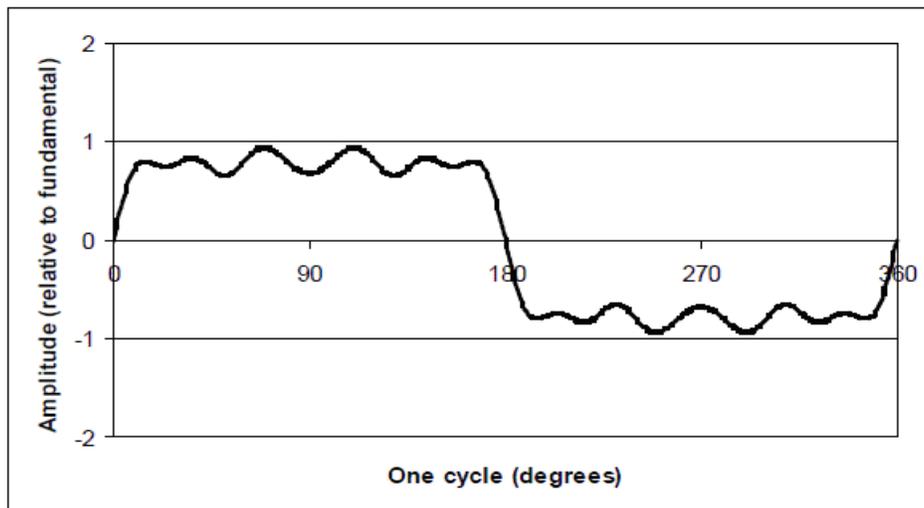
Las amplitudes armónicas se deben calcular, respectivamente, con respecto a la amplitud de la componente de frecuencia fundamental de la tensión o corriente. El ángulo de fase se debe calcular en relación con el cruce por cero de la tensión de frecuencia fundamental o de la componente de corriente, respectivamente.

**Tabla 12. Forma de onda cuadriforme.**

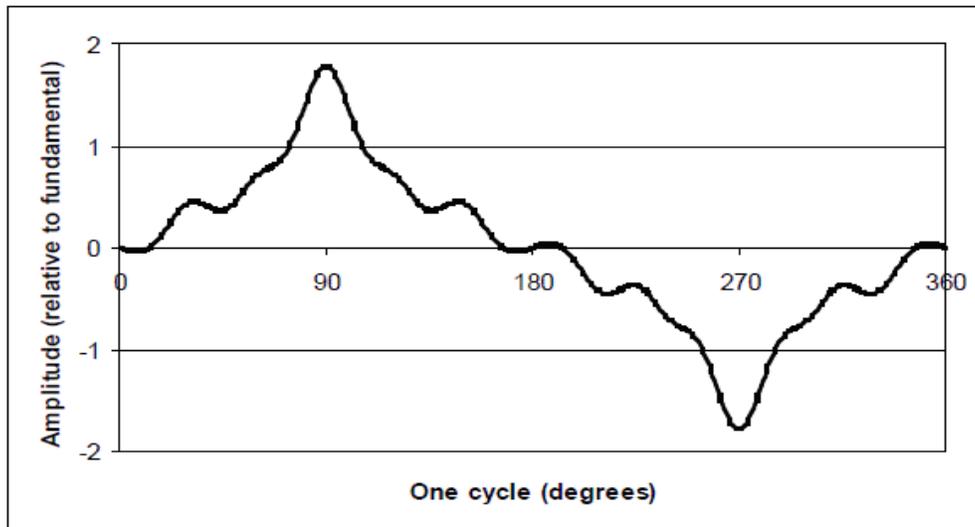
Número de armónico.	Amplitud de corriente.	Ángulo de fase de corriente.	Amplitud de tensión.	Ángulo de fase de tensión.
1	100%	0°	100%	0°
3	30%	0°	3.8%	180°
5	18%	0°	2.4%	180°
7	14%	0°	1.7%	180°
11	9%	0°	1.0%	180°
13	5%	0°	0.8%	180°

**Tabla 13. Forma de onda pico.**

Número de armónico.	Amplitud de corriente.	Ángulo de fase de corriente.	Amplitud de tensión.	Ángulo de fase de tensión.
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 la forma de onda cuadriforme (en idioma inglés).**



**Figura 2. Amplitud de corriente para la forma de onda pico (en idioma inglés).**

**Puntos de prueba obligatorios:** La prueba se debe realizar, como mínimo, a  $10 \cdot I_{tr}$ ,  $f.p. = 1$ , donde el factor de potencia está dado por la componente fundamental.

#### 8.6 Variaciones de tensión severa.

**Objetivo de la prueba:** Verificar que el cambio de error debido a variaciones severas de tensión cumple con los requisitos de la "Tabla 14" de este Apéndice.

**Tabla 14. Límites de cambio en el error debido a variaciones de tensión severa.**

Magnitud de influencia.	Valor.	Corriente	Factor de potencia.	Límites del cambio en el error (%) para medidores de clase.	
				0.5 S	0.2 S
Variaciones de tensión severa.	$0.8 \cdot V_{nom} \leq V < 0.9 \cdot V_{nom}$ ; $1.1 \cdot V_{nom} < V \leq 1.15 \cdot V_{nom}$ .	$10 \cdot I_{tr}$	1	$\pm 0.6$	$\pm 0.3$

**Procedimiento de prueba:** Se debe medir primero el error intrínseco en  $V_{nom}$ . Se debe comprobar entonces que el cambio de error relativo al error intrínseco en  $V_{nom}$  cumple con los requisitos de la "Tabla 14" de este Apéndice cuando la tensión varía de  $0.8 \cdot V_{nom}$  a  $0.9 \cdot V_{nom}$  y de  $1.1 \cdot V_{nom}$  a  $1.15 \cdot V_{nom}$ . Para los medidores multifunción polifásicos, la tensión de prueba debe estar balanceada. Si se indican varios valores  $V_{nom}$ , la prueba se debe repetir para cada valor  $V_{nom}$ .

**Puntos de prueba obligatorio:** La prueba se debe realizar como mínimo a  $10 \cdot I_{tr}$ ,  $f.p.= 1$  y para tensiones de  $0.8 \cdot V_{nom}$ ,  $0.85 \cdot V_{nom}$  y  $1.15 \cdot V_{nom}$ .

#### 8.7 Interrupción de una o dos fases.

**Objetivo de la prueba:** Comprobar que el cambio de error debido a la interrupción de una o dos fases cumple con los requisitos de la "Tabla 15" de este Apéndice. La prueba es sólo para medidores multifunción polifásicos con tres elementos de medición.

**Tabla 15. Límites de cambio en el error debido a una o dos fases interrumpidas.**

Magnitud de influencia.	Valor.	Corriente.	Factor de potencia.	Límites del cambio en el error (%) para medidores de clase.	
				0.5 S	0.2 S
Una o dos fases interrumpidas. <sup>(1)</sup>	Una o dos fases eliminadas.	$10 \cdot I_{tr}$	1	$\pm 1$	$\pm 0.5$

<sup>(1)</sup> Sólo para medidores multifunción de polifásicos. Dos fases interrumpidas son sólo para aquellos modos de conexión donde una fase que falta significa que la energía puede ser entregada. Este requisito sólo se aplica a las condiciones de falla de la red, no para un modo de conexión alternativo. Un medidor polifásico que se alimenta sólo a partir de una de sus fases no debe interrumpir la tensión de esa fase para los propósitos de esta prueba.

**Procedimiento de prueba:** El cambio de error en comparación con el error intrínseco en condiciones de tensión balanceada y corriente de carga, se debe medir cuando se elimine una o dos de las fases manteniendo constante la corriente de carga. Dos fases interrumpidas son sólo para aquellos modos de conexión donde una fase que falta significa que la energía puede ser entregada. Un medidor de polifásico que se alimente sólo a partir de una de sus fases no debe interrumpir la tensión de esa fase, para los fines de esta prueba.

**Puntos de prueba obligatorios:** La prueba se debe realizar, como mínimo, a  $10 \cdot I_{lr}$ , eliminando una o dos fases en combinaciones tales que permitan que cada fase se haya retirado al menos una vez.

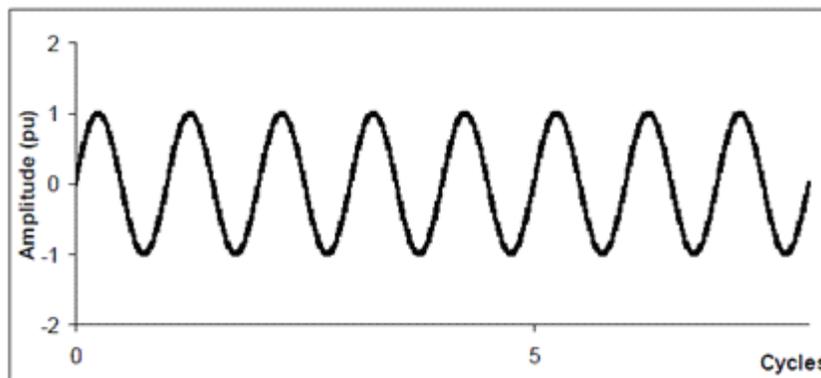
#### 8.8 Subarmónicos en el circuito de corriente de C.A.

**Objetivo de la prueba:** Verificar que el cambio de error debido a los subarmónicos cumple con los requisitos de la "Tabla 16" de este Apéndice.

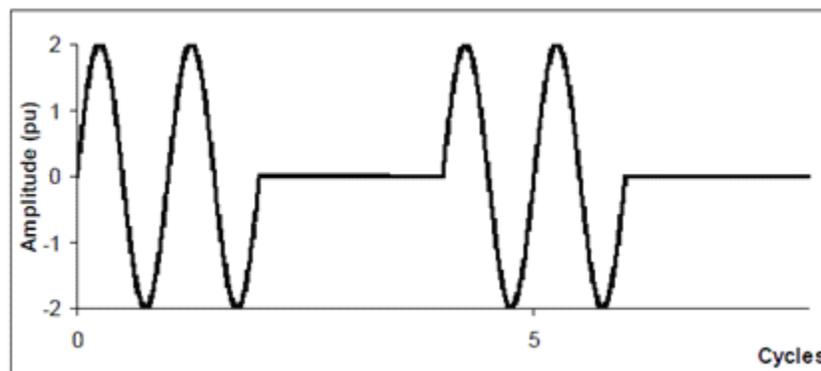
**Tabla 16. Límites de cambio en el error debido a subarmónicos en el circuito de corriente de C.A.**

Magnitud de influencia.	Valor.	Corriente.	Factor de potencia.	Límites del cambio en el error (%) para medidores de clase.	
				0.5 S	0.2 S
Subarmónicos en el circuito de corriente de C.A.	Señal de corriente de igual potencia con subarmónicos presentes.	$10 \cdot I_{lr}$	1	$\pm 0.75$	$\pm 0.5$

**Procedimiento de prueba:** El cambio de error, en comparación con el error intrínseco en condiciones sinusoidales, se medirá cuando la corriente de referencia sinusoidal sea reemplazada por otra señal sinusoidal con el doble del valor pico y que se activa y se desactiva cada segundo periodo como se muestra en la "Figura 3 (a) y (b)" de este Apéndice (la potencia medida debe ser la misma que la señal sinusoidal original, mientras que la corriente RCM es 1.41 veces mayor). Se debe tener cuidado de que no se introduzca ninguna corriente de C.D. significativa. Durante la prueba, el valor pico de la corriente no debe exceder de  $1.4 \cdot I_{max}$ .



a) Corriente de prueba para el error intrínseco (en idioma inglés).



b) Corriente de prueba de subarmónicos 2 ciclos activada, 2 ciclos desactivada (en idioma inglés).

**Figura 3. Corrientes para la prueba de subarmónicos.**

**Puntos de prueba obligatorios:** La prueba se debe realizar, como mínimo, con una corriente de referencia de  $10 \cdot I_{tr}$ ,  $f.p.= 1$ .

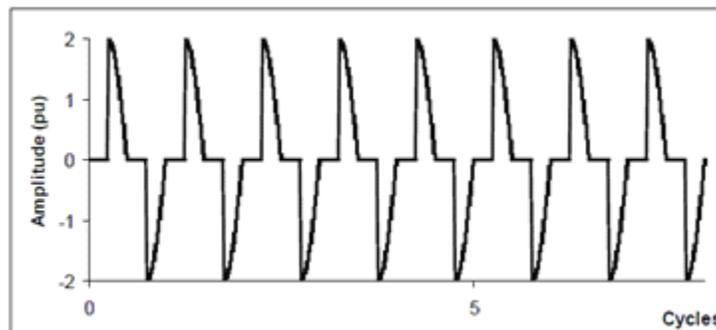
#### 8.9 Armónicos en el circuito de corriente de C.A.

**Objetivo de la prueba:** Para verificar que el cambio de error debido a armónicos en el circuito de corriente alterna cumple con los requisitos de la "Tabla 17" de este Apéndice.

**Tabla 17. Límites de cambio en el error debido a armónicos en el circuito de corriente de C.A.**

Magnitud de influencia.	Valor.	Corriente.	Factor de potencia.	Límites del cambio en el error (%) para medidores de clase.	
				0.5 S	0.2 S
Armónicos en el circuito de corriente de C.A.	Fase disparada a $90^\circ$ .	$10 \cdot I_{tr}$	1	$\pm 0.5$	$\pm 0.4$

**Procedimiento de prueba:** El cambio de error, en comparación con el error intrínseco en condiciones sinusoidales, se medirá cuando la corriente de referencia sinusoidal como se muestra en la "Figura 3(a)" sea reemplazada por una corriente con el doble del valor pico original donde la forma de onda sinusoidal se pone a cero durante el primer y tercer cuarto del período, como se muestra en la "Figura 4" de este Apéndice. La potencia medida debe ser la misma que para la señal sinusoidal original mientras que la corriente RCM es 1.41 veces mayor. Durante el ensayo, el valor pico de la corriente no debe exceder de  $1.4 \cdot I_{max}$ .



**Figura 4. Corriente de prueba armónico, corriente cero durante los ángulos de fase de  $0^\circ$ ,  $-90^\circ$  y  $180^\circ$ ,  $-270^\circ$  (en idioma inglés).**

**Puntos de prueba obligatorios:** La prueba se realizará, como mínimo, con una corriente de referencia de  $10 \cdot I_{tr}$ ,  $f.p.= 1$ .

#### 8.10 Secuencia de fase invertida (dos fases intercambiadas).

**Objetivo de la prueba:** Para verificar que el cambio de error debido al intercambio de dos de las tres fases cumple con los requisitos de la "Tabla 18" de este Apéndice. Esta prueba sólo se aplica a los medidores multifunción trifásicos.

**Tabla 18. Límites de cambio en el error debido a la secuencia de fase invertida.**

Magnitud de influencia.	Valor.	Corriente.	Factor de potencia.	Límites del cambio en el error (%) para medidores de clase.	
				0.5 S	0.2 S
Secuencia de fase invertida.	Dos fases intercambiadas.	$10 \cdot I_{tr}$	1	$\pm 0.1$	$\pm 0.05$

**Procedimiento de prueba:** El cambio de error, en comparación con el error intrínseco en las condiciones de referencia, se medirá cuando se intercambian dos de las tres fases.

**Puntos de prueba obligatorios:** La prueba se realizará, como mínimo, con una corriente de referencia de  $10 \cdot I_{tr}$ ,  $f.p.= 1$  con dos de las tres fases intercambiadas.

**8.11 Inducción magnética continua de origen externo.**

**Objetivo de la prueba:** Verificar que el cambio de error debido a la inducción magnética continua (C.D.) de origen externo cumple con los requisitos de la "Tabla 19" de este Apéndice.

**Tabla 19. Límites de cambio en el error debido a la inducción magnética continua de origen externo.**

Magnitud de influencia.	Valor.	Corriente.	Factor de potencia.	Límites del cambio en el error (%) para medidores de clase.	
				0.5 S	0.2 S
Inducción magnética continua de origen externo.	200 mT a 30 mm de la superficie del núcleo.	$10 \cdot I_{tr}$	1	± 0.75	± 0.5

**Procedimiento de la prueba:** El cambio de error, en comparación con el error intrínseco en las condiciones de referencia, se medirá cuando el medidor multifunción se someta a una inducción magnética continua con una sonda en forma de imán permanente con una superficie de al menos 2 000 mm<sup>2</sup>. El campo magnético a lo largo del eje del núcleo del imán debe cumplir con los detalles especificados en la "Tabla 20" de este Apéndice.

**Tabla 20. Especificaciones del campo a lo largo del eje del núcleo del imán.**

Distancia de la superficie del imán.	Inducción magnética.	Tolerancia.
30 mm	200 mT	± 30 mT

**Puntos de prueba obligatorios:** Seis puntos por metro de superficie. La prueba se realizará, como mínimo, en  $10 \cdot I_{tr}$ ,  $f.p.= 1$ . El cambio de error más grande debe observarse como resultado de la prueba.

**8.12 Campo magnético de origen externo.**

La norma aplicable es la IEC 61000-4-8.

**Objetivo de la prueba:** Verificar que el cambio de error debido a un campo magnético de C.A. a la frecuencia de 60 Hz cumple con los requisitos de la "Tabla 21" de este Apéndice.

**Tabla 21. Límites de cambio en el error debido a un campo magnético de origen externo.**

Magnitud de influencia.	Valor.	Corriente.	Factor de potencia.	Límites del cambio en el error (%) para medidores de clase.	
				0.5 S	0.2 S
Campo magnético de origen externo.	400 A/m	$10 \cdot I_{tr}$ , $I_{m\hat{a}x}$	1	± 0.5	± 0.25

**Procedimiento de prueba:** El cambio de error, en comparación con el error intrínseco en las condiciones de referencia, se debe medir cuando el medidor multifunción se exponga a un campo magnético a la frecuencia de potencia ( $f = f_{nom} = 60$  Hz) bajo la condición más desfavorable de fase y dirección.

**Severidad de la prueba:** Campo permanente de 400 A/m.

**Puntos de prueba obligatorios:** La prueba se realizará como mínimo a  $10 \cdot I_{tr}$  y a  $I_{m\hat{a}x}$ ,  $f.p.= 1$ .

**8.13 Campos electromagnéticos.****8.13.1 Campos electromagnéticos radiados.**

La norma aplicable es la IEC 61000-4-3.

**Objetivo de la prueba:** Para comprobar que el cambio de error debido a los campos electromagnéticos radiados de radiofrecuencia cumple con los requisitos de la "Tabla 22" de este Apéndice, se debe observar que la condición de prueba 2 que se indica en el numeral 8.13.1.1.2 corresponde a la prueba de perturbación conforme al numeral 9.6 de este Apéndice.

**Tabla 22. Límites de cambio en el error debido a campos electromagnéticos radiados.**

Magnitud de influencia.	Valor.	Corriente.	Factor de potencia.	Límites del cambio en el error (%) para medidores de clase.	
				0.5 S	0.2 S
Campo electromagnéticos radiados.	$f = (80 \text{ a } 6000) \text{ MHz}$ , Intensidad del campo $\leq 10 \text{ V/m}$ .	$10 \cdot I_{tr}$	1	$\pm 1$	$\pm 1$

**Procedimiento de prueba:** El cambio de error, en comparación con el error intrínseco en condiciones sinusoidales, se medirá cuando el medidor multifunción se someta a campos de electromagnéticos de RF. La intensidad del campo electromagnético debe ser la especificada por el nivel de severidad y la uniformidad del campo debe ser la definida por la norma IEC 61000-4-3. Los intervalos de frecuencia a considerar se barren con la señal modulada, interrumpiendo para ajustar el nivel de la señal de RF o para conmutar osciladores y antenas según sea necesario. Cuando el intervalo de frecuencia se varía de forma incremental, el tamaño del paso no debe exceder del 1% del valor de frecuencia precedente. El tiempo de prueba para un cambio de frecuencia del 1% no debe ser menor que el tiempo para realizar una medición y en ningún caso no menor de 0.5 segundos.

La longitud del cable expuesta al campo electromagnético debe ser de 1 metro.

La prueba se debe realizar con la antena generadora mirando a cada lado del medidor multifunción. Cuando el medidor multifunción pueda ser utilizado en diferentes orientaciones (es decir, vertical u horizontal), todos los lados deben ser expuestos a los campos durante la prueba.

La portadora debe estar modulada con 80% de AM a 1 kHz de onda sinusoidal.

El medidor multifunción se debe probar por separado a las frecuencias de reloj especificadas por el fabricante.

Cualquier otra frecuencia sensible también se debe analizar por separado.

**Nota:** Normalmente estas frecuencias sensibles son las frecuencias emitidas por el medidor multifunción.

El medidor multifunción debe ser probado en dos condiciones de prueba, donde la condición de prueba 2 corresponde a la prueba de perturbación descrito en el numeral 9.6 de este Apéndice:

**8.13.1.1 Condición de prueba 1:** Durante la prueba, el medidor multifunción se debe energizar con tensión de referencia y una corriente igual a  $10 \cdot I_{tr}$ . El error de medición del medidor multifunción se debe monitorear por comparación con un medidor multifunción de referencia no expuesto al campo electromagnético o inmune al campo, o por un método igualmente adecuado. El error en cada intervalo incremental del 1% de la frecuencia portadora debe ser monitoreado y comparado con los requisitos de la "Tabla 23". Cuando se utilice un barrido de frecuencia continuo, esto se logra ajustando la relación del tiempo de barrido y el tiempo de cada medición. Cuando se usan pasos de frecuencia incrementales de 1%, esto se logra ajustando el tiempo de permanencia en cada frecuencia para ajustar el tiempo de medición.

**8.13.1.2 Condición de prueba 2:** Durante la prueba, la tensión y los circuitos auxiliares del medidor multifunción se debe activar con la tensión de referencia. No debe haber corriente en los circuitos de corriente y las terminales de corriente deben estar en circuito abierto.

**Nota:** La condición de prueba 2 corresponde a la prueba de perturbación conforme al numeral 9.6 de este Apéndice, por lo tanto, también se deben aplicar las instrucciones generales del numeral 9.1 de este Apéndice.

**Severidades de la prueba:** Conforme a lo establecido en la "Tabla 23" de este Apéndice.

**Tabla 23. Severidad de la prueba.**

Para la condición de prueba	Intervalo de frecuencia	Intensidad 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

**8.13.2** Inmunidad a los disturbios conducidos, inducidos por campos de radiofrecuencia.

La norma aplicable es la IEC 61000-4-6.

**Objetivo de la prueba:** Verificar que el cambio de error debido a perturbaciones conducidas, inducidas por campos de RF cumple con los requisitos de la "Tabla 24" de este Apéndice.

**Tabla 24. Límites de cambio en el error debido a disturbios conducidos inducidos por campos de radiofrecuencia.**

Magnitud de influencia.	Valor.	Corriente.	Factor de potencia.	Límites del cambio en el error (%) para medidores de clase.	
				0.5 S	0.2 S
Disturbios conducidos, inducidos por campos de radiofrecuencia.	$f = (0.15 \text{ a } 80) \text{ MHz}$ , Amplitud $\leq 10 \text{ V}$	$10 \cdot I_{tr}$	1	$\pm 1$	$\pm 1$

**Procedimiento de prueba:** Una corriente electromagnética de radiofrecuencia para simular la influencia de campos electromagnéticos se debe acoplar o inyectar en los puertos de alimentación y puertos de E/S del medidor multifunción utilizando dispositivos de (des)acoplamiento según se define en la norma IEC 61000-4-6. Se debe verificar el desempeño del equipo de prueba compuesto por un generador de RF, dispositivos de (des)acoplamiento, atenuadores, etc.

El medidor multifunción debe ser probado como un instrumento de mesa. Durante la prueba, el medidor multifunción se debe energizar con la tensión de referencia y una corriente igual a  $10 \cdot I_{tr}$ . El error en cada intervalo incremental del 1% de la frecuencia portadora debe ser monitoreado y comparado con los requisitos de la "Tabla 24" de este Apéndice. Cuando se utiliza un barrido de frecuencia continuo, esto se logra ajustando la relación del tiempo de barrido y el tiempo de cada medición. Cuando se usan pasos de frecuencia incrementales de 1%, esto se logra ajustando el tiempo de permanencia en cada frecuencia para ajustar el tiempo de medición.

Si el medidor multifunción es un medidor de polifase, las pruebas se deben realizar en todas las extremidades del cable.

**Severidad de la prueba:**

Amplitud de RF (50 ohm): 10 V;

Intervalo de frecuencia: 0.15 MHz – 80 MHz, y

Modulación: 80% AM, onda senoidal de 1 kHz.

**8.14** Señal de corriente continua en el circuito de corriente alterna.

**Objetivo de la prueba:** Verificar que el cambio de error debido a una señal de corriente continua en el circuito de corriente alterna cumple con los requisitos de la "Tabla 25" de este Apéndice.

**Tabla 25. Límites de cambio en el error debido a una señal de corriente continua en el circuito de corriente alterna.**

Magnitud de influencia.	Valor.	Corriente.	Factor de potencia.	Límites del cambio en el error (%) para medidores de clase.	
				0.5 S	0.2 S
Señal de corriente continua en el circuito de corriente alterna.	Corriente sinusoidal, amplitud doble, rectificadora media-onda $I \leq I_{max} / \sqrt{2}$	$I_{max} / \sqrt{2}$	1	$\pm 1.5$	$\pm 1$

**Procedimiento de prueba:** El cambio de error, en comparación con el error intrínseco en condiciones sinusoidales en  $I = I_{max} / 2\sqrt{2}$ , se debe medir cuando la amplitud de corriente se incrementa hasta el doble de su valor ( $I = I_{max} / \sqrt{2}$ ) y ésta se rectifica a media onda.

**Puntos de prueba obligatorios:** La prueba se debe llevar a cabo a  $f.p.=1$ .

**8.15 Armónicos de orden alto.**

**Objetivo de la prueba:** Verificar que el cambio de error debido a los armónicos de orden alto cumple con los requisitos de la "Tabla 26" de este Apéndice. Además, la función del medidor multifunción no se debe afectar.

**Tabla 26. Límites de cambio en el error debido a armónicos de orden alto.**

Magnitud de influencia.	Valor.	Corriente.	Factor de potencia.	Límites del cambio en el error (%) para medidores de clase.	
				0.5 S	0.2 S
Armónicos de orden alto.	Superpuesta $0.02 \cdot V_{nom}; 0.1 \cdot I_{tr};$ $15 \cdot f_{nom}$ a $40 \cdot f_{nom}.$	$I_{tr}$	1	$\pm 0.5$	$\pm 0.5$

**Procedimiento de prueba:** El cambio de error, en comparación con el error intrínseco en condiciones sinusoidales, se debe medir cuando se superpongan señales de prueba asíncronas, barridas de  $f = 15 \cdot f_{nom}$  a  $40 \cdot f_{nom}$ , primero en la señal a los circuitos de tensión y luego a la señal a los circuitos de corriente. En el caso de un medidor de polifase, todos los circuitos de tensión o corriente pueden ser probados al mismo tiempo. La frecuencia de la señal debe ser barrida de baja frecuencia a alta frecuencia y retroceder mientras se mide el error de medición.

**Severidad de la prueba:** La señal asíncrona debe tener un valor de  $0.02 \cdot V_{nom}$  y  $0.1 \cdot I_{tr}$  con una tolerancia de  $\pm 5\%$ .

**Puntos de prueba obligatorios:** La prueba se debe realizar en  $I_{tr}$ . Se debe tomar una lectura por frecuencia armónica.

## 9. Pruebas para disturbios o perturbaciones

### 9.1 Instrucciones generales para las pruebas de disturbio.

Mediante estas pruebas se verifica que el medidor multifunción cumple los requisitos para la influencia de las perturbaciones. Las pruebas deben ser realizadas usando una perturbación a la vez; todas las demás magnitudes de influencia se deben establecer en condiciones de referencia, a menos que se indique lo contrario en la descripción de la prueba pertinente. No se debe producir ningún fallo significativo. A menos que se indique lo contrario, cada prueba debe incluir:

- Una comprobación de que cualquier cambio en los registros o la energía equivalente de la salida de prueba es inferior al valor de cambio crítico  $m \cdot V_{nom} \cdot I_{max} \cdot 10^{-6}$ , donde  $m$  es el número de elementos de medición,  $V_{nom}$  es expresado en volts e  $I_{max}$  es expresado en amperes;
- Una comprobación operacional para verificar que el medidor multifunción registra energía cuando está sometido a una corriente;
- Una comprobación de la correcta operación de las salidas de pulsos y de las entradas de cambio de tarifas, si están presentes, y
- Confirmación por medición de que el medidor multifunción sigue cumpliendo los requisitos de error máximo permisible de base después de la prueba de perturbación.

Se permite la pérdida temporal de funcionalidad siempre y cuando el medidor multifunción regrese a la funcionalidad normal automáticamente cuando se elimina la perturbación.

Los puntos de prueba obligatorios para comprobar el error máximo permisible son:

- $I_{tr}$ ,  $f.p.=1$ , y
- $10 \cdot I_{tr}$ ,  $f.p.=0.5$  en atraso.

**9.2 Campo magnético de origen externo.**

La norma que aplica es la IEC 61000-4-8.

**Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos de la "Tabla 27" de este Apéndice bajo condiciones de un campo magnético de C.A. de origen externo a la frecuencia de 60 Hz.

**Tabla 27. Disturbio por campo magnético de origen externo.**

Magnitud de disturbio.	Nivel de disturbio.	Efectos permitidos.	Límites del cambio de error (%) para medidores de clase.	
			0.5 S	0.2 S
Campo magnético de origen externo.	100 A/m, 3 s.	Falla no significativa.	--	--

**Procedimiento de prueba:** El medidor multifunción se debe conectar a la tensión de referencia, pero sin corriente en los circuitos de corriente. El campo magnético se debe aplicar a lo largo de tres direcciones ortogonales.

**Efectos permitidos:** No debe ocurrir ninguna falla significativa.

**Severidad de la prueba:** Intensidad de campo magnético de corta duración (3 segundos): 1000 A/m.

**9.3 Descarga electrostática.**

La norma aplicable es la IEC 61000-4-2.

**Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos de la "Tabla 28" de este Apéndice, en condiciones de descarga electrostática directa e indirecta.

**Tabla 28. Disturbio por descarga electrostática.**

Magnitud de disturbio.	Nivel de disturbio.	Efectos permitidos.	Límites del cambio de error (%) para medidores de clase.	
			0.5 S	0.2 S
Descargas electrostáticas.	8 kV descarga de contacto, 15 kV descarga al aire.	Falla no significativa.	-	-

**Procedimiento de prueba:** Se debe utilizar un generador de descargas electrostáticas con características de rendimiento especificadas en la norma IEC 61000-4-2. Antes de iniciar las pruebas, se debe verificar el desempeño del generador. Se deben aplicar al menos 10 descargas, en la polaridad más sensible. Para un medidor multifunción que no esté equipado con una terminal de tierra, el medidor multifunción debe descargarse completamente entre descargas. La descarga por contacto es el método de prueba preferido. Las descargas al aire deben utilizarse donde las descargas por contacto no se pueden aplicar.

**Aplicación directa:** En el modo de descarga por contacto que debe llevarse a cabo en superficies conductoras, el electrodo debe estar en contacto con el medidor multifunción. En el modo de descarga al aire en superficies aisladas, el electrodo se debe aproximar al medidor multifunción y la descarga se produce por chispa.

**Aplicación indirecta:** Las descargas se deben aplicar en el modo de contacto a los planos de acoplamiento montados en la proximidad del medidor multifunción.

**Condiciones de prueba:** La prueba se debe realizar con el medidor multifunción en estado de funcionamiento. Los circuitos de tensión se activarán con  $V_{nom}$  y los circuitos de corriente y auxiliares estarán abiertos, sin corriente. El medidor multifunción debe ser probado como equipo de mesa.

**Efectos permitidos:** No debe ocurrir ninguna falla significativa.

**Severidad de la prueba:**

Tensión de descarga de contacto <sup>(1)</sup>: 8 kV, y

Tensión de descarga al aire <sup>(2)</sup>: 15 kV.

<sup>(1)</sup> Las descargas de contacto se deben aplicar sobre superficies conductoras.

<sup>(2)</sup> Las descargas al aire se deben aplicar sobre superficies no conductoras.

**9.4 Transitorios rápidos.**

Las normas aplicables son la IEC 61000-4-1 e IEC 61000-4-4.

**Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 9.1, inciso a) y de la “Tabla 29” de este Apéndice en condiciones en que las emisiones eléctricas se superpongan en los circuitos de tensión y corriente, en los puertos de E/S y de comunicación.

**Tabla 29. Disturbio por transitorios rápidos.**

Magnitud de disturbio	Nivel de disturbio	Efectos permitidos	Límites del cambio de error (%) para medidores de clase	
			0.5 S	0.2 S
Transitorios rápidos.	Circuitos de tensión y corriente: 4 kV. Circuitos auxiliares: 2 kV.	Falla no significativa.	2.0	1.0

**Procedimiento de prueba:** Se debe utilizar un generador de emisiones eléctricas con las características de funcionamiento especificadas en la IEC 61000-4-1 e IEC 61000-4-4. El medidor multifunción debe estar sometido a picos de tensión, para los cuales, la frecuencia de repetición de los impulsos y los valores máximos de la tensión de salida en cargas de 50  $\Omega$  y 1 000  $\Omega$  se definen en la norma la IEC 61000-4-1 e IEC 61000-4-4. Las características del generador deben ser verificadas antes de conectar el medidor multifunción. Se deben aplicar emisiones eléctricas con polaridad positiva y negativa. La duración de la prueba no debe ser inferior a 1 minuto para cada amplitud y polaridad. Se debe utilizar una abrazadera de acoplamiento capacitiva, tal como se establece en la norma la IEC 61000-4-1 e IEC 61000-4-4, para acoplar los puertos de E/S y de comunicación con una tensión de referencia de más de 40 V. Los impulsos de prueba se deben aplicar continuamente durante el tiempo de medición.

**Condiciones de prueba:** El medidor debe ser probado como equipo de mesa.

La tensión del medidor multifunción y de los circuitos auxiliares se debe energizar a la tensión de referencia.

La longitud del cable entre el dispositivo de acoplamiento y el medidor multifunción debe ser de 1 metro.

La tensión de prueba se debe aplicar en modo común (línea a tierra) a:

- a) Los circuitos de tensión;
- b) Los circuitos de corriente, si están separados de los circuitos de tensión en funcionamiento normal; y
- c) Los circuitos auxiliares, si están separados de los circuitos de tensión en funcionamiento normal y con una tensión de referencia de más de 40 V.

**Severidad de la prueba:** Tensión de prueba para los circuitos de corriente y tensión: 4 kV.

Tensión de prueba para los circuitos auxiliares con una tensión de referencia superior a 40 V: 2 kV.

**Efectos permitidos:** El cambio de error, en comparación con el error intrínseco en las condiciones de referencia, debe ser inferior al que se establece en la “Tabla 29” de este Apéndice.

Puntos de prueba obligatorios:  $10 \cdot I_{tr}$ ,  $f.p.=1$ .

**9.5 Abatimientos e interrupciones de tensión.**

Las normas que aplican son la IEC 61000-4-11, IEC 61000-6-1 e IEC 61000-6-2.

**Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 9.1 inciso a) y de la “Tabla 30” de este Apéndice en condiciones de reducciones de la tensión de alimentación (abatimientos e interrupciones) de corta duración.

**Tabla 30. Disturbio por abatimientos e interrupciones de tensión.**

Magnitud de disturbio.	Nivel de disturbio.	Efectos permitidos.	Límites del cambio de error (%) para medidores de clase.	
			0.5 S	0.2 S
Abatimientos de tensión.	Prueba a: 30%, 0.5 ciclos. Prueba b: 60%, 1 ciclo. Prueba c: 60%, 30 ciclos.	Falla no significativa.	-	-
Interrupciones de tensión.	0%, 300 ciclos.	Falla no significativa.	-	-

**Procedimiento de prueba:** Se debe utilizar un generador de prueba que pueda reducir la amplitud de la tensión de alimentación durante un periodo de tiempo definido por el operador. El funcionamiento del generador de prueba se debe verificar antes de conectar el medidor multifunción.

Las reducciones de tensión de alimentación se repetirán 10 veces con un intervalo de al menos 10 segundos.

**Condiciones de prueba:** Circuitos de tensión energizados con  $V_{nom}$ .

Sin corriente en los circuitos de corriente.

**Severidad de la prueba:** Abatimientos de tensión.

Prueba.	Prueba a.	Prueba b.	Prueba c.
Reducción.	30%	60%	60%
Duración.	0.5 ciclos.	1 ciclo.	30 ciclos.

Prueba de interrupción de tensión.

Reducción.	0%
Duración.	300 ciclos.

**Efectos permitidos:** No debe ocurrir ninguna falla significativa.

#### 9.6 Campos electromagnéticos de RF radiados.

La norma aplicable es la IEC 61000-4-3.

**Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 9.1 inciso a) y de la "Tabla 31" de este Apéndice, en condiciones de campos electromagnéticos de radiofrecuencia radiada.

**Tabla 31. Disturbio por campos electromagnéticos de RF radiados.**

Magnitud de disturbio.	Nivel de disturbio.	Efectos permitidos.	Límites del cambio de error (%) para medidores de clase.	
			0.5 S	0.2 S
Campos electromagnéticos de RF radiados.	$f = 80$ MHz a 6000 MHz, 30 V/m, amplitud modulada, sin corriente.	Falla no significativa.	--	--

**Procedimiento de prueba:** Refiérase al numeral 8.14 de este Apéndice.

**Efectos permitidos:** No debe ocurrir ninguna falla significativa.

#### 9.7 Sobretensiones en líneas eléctricas de C.A.

La norma aplicable es la IEC 61000-4-5.

**Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 9.1 inciso a) y de la “Tabla 32” de este Apéndice, en condiciones en las que se superpongan sobretensiones eléctricas a la tensión de alimentación.

**Tabla 32. Disturbio por campos electromagnéticos de RF radiados.**

Magnitud de disturbio.	Nivel de disturbio.	Efectos permitidos.	Límites del cambio de error (%) para medidores de clase.	
			0.5 S	0.2 S
Sobretensiones en líneas eléctricas de C.A.	Circuitos de tensión: 2 kV línea a línea, 4 kV línea a tierra. Circuitos auxiliares: 1 kV línea a línea, 2 kV línea a tierra.	Falla no significativa.	-	-

**Procedimiento de prueba:** Se debe utilizar un generador de sobretensiones con las características de funcionamiento especificadas en la norma IEC 61000-4-5. La prueba consiste en la exposición a sobretensiones, cuyas características del tiempo de subida, la anchura de impulso, los valores pico de la tensión - corriente de salida sobre las cargas de impedancia alta o baja y el intervalo de tiempo mínimo entre dos pulsos sucesivos, están definidos en la norma IEC 61000-4-5.

Las características del generador deben ser verificadas antes de conectar el medidor multifunción.

**Condiciones de prueba:**

- Medidor multifunción en estado de operación;
- Circuitos de tensión energizados con tensión nominal;
- Sin corriente en los circuitos de corriente y las terminales de corriente deben estar abiertas;
- Longitud del cable entre el generador de sobretensiones y el medidor multifunción: 1 metro.
- Probado en modo diferencial (línea a línea), y
- Ángulo de fase: impulsos a aplicar a 60° y 240° con respecto al cruce por cero de la fuente de C.A.

**Severidad de la prueba:**

Circuitos de tensión:

- Línea a línea: Tensión de prueba: 2.0 kV, impedancia de la fuente del generador: 2 Ω;
- Línea a tierra<sup>(1)</sup>: Tensión de prueba: 4.0 kV, impedancia de la fuente del generador: 2 Ω;
- Número de pruebas: 5 positivas y 5 negativas, y
- Tasa de repetición: máximo 1/min.

Circuitos auxiliares con una tensión de referencia superior a 40 V:

- Línea a línea: tensión de prueba 1.0 kV, impedancia de la fuente del generador 42 Ω;
- Línea a tierra <sup>(1)</sup>: Tensión de prueba 2.0 kV, impedancia de la fuente del generador 42 Ω;
- Número de pruebas: 5 positivas y 5 negativas, y
- Tasa de repetición: máximo 1/min.

**NOTA:** <sup>(1)</sup> Para los casos en que la tierra del medidor multifunción está separada a neutro.

**9.8 Prueba de inmunidad de ondas oscilatorias amortiguadas.**

La norma aplicable es la IEC 61000-4-12.

**Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 9.1, inciso a) y de la “Tabla 33” de este Apéndice en condiciones de ondas oscilatorias amortiguadas. Esta prueba es sólo para los medidores multifunción que deben ser operados con transformadores de tensión.

**Tabla 33. Disturbio por ondas oscilatorias amortiguadas.**

Magnitud de disturbio.	Nivel de disturbio.	Efectos permitidos.	Límites del cambio de error (%) para medidores de clase.	
			0.5 S	0.2 S
Prueba de inmunidad de ondas oscilatorias amortiguadas.	Circuitos de tensión: 2.5 kV en modo común, 1.0 kV en modo diferencial.	Falla no significativa. La función del medidor no se debe perturbar.	2.0	1.0

**Procedimiento de prueba:** El medidor multifunción se debe someter a formas de onda de tensión oscilatoria amortiguadas con una tensión pico de acuerdo con los requerimientos de severidad de la prueba indicados a continuación.

**Condiciones de prueba:**

- Los medidores multifunción se probarán como equipo de mesa;
- Los medidores multifunción deben estar en condiciones de operación;
- Circuitos de tensión energizados con tensión nominal, y
- Con  $I = 20 \cdot I_{tr}$  y factor de potencia uno y 0.5 en atraso.

**Severidad de la prueba:** Tensión de prueba en circuitos de tensión y circuitos auxiliares con una tensión de operación  $> 40$  V:

- Modo común: 2.5 kV, y
- Modo diferencial: 1.0 kV.

**Frecuencias de prueba:**

- 100 kHz, frecuencia de repetición: 40 Hz; y
- 1 MHz, frecuencia de repetición: 400 Hz.

**Duración de la prueba:** 60 segundos (15 ciclos con 2 segundos activado y 2 segundos desactivado, por cada frecuencia).

**Efectos permitidos:** Durante la prueba, la función del medidor multifunción no debe ser perturbada y el cambio de error debe ser menor que los límites dados en la "Tabla 33" de este Apéndice.

**Puntos de prueba obligatorios:**  $20 \cdot I_{tr}$ ,  $f.p.=1$  y 0.5 en atraso.

**9.9 Sobre-corriente de corta duración.**

**Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 9.1 inciso a) y de la "Tabla 34" de este Apéndice, en condiciones de sobre-corriente de corta duración.

**Tabla 34. Disturbio por sobre-corriente de corta duración.**

Magnitud de disturbio.	Nivel de disturbio.	Efectos permitidos.	Límites del cambio de error (%) para medidores de clase.	
			0.5 S	0.2 S
Sobrecorriente de corta duración.	Medidores autocontenidos:	Falla no significativa. No debe ocurrir ningún daño.	Medidores autocontenidos.	
	$30 \cdot I_{max}$		0.05	0.05
	Medidores operados con transformador:		Medidores operados con transformador.	
	$20 \cdot I_{max}$		0.05	0.05

**Procedimiento de prueba:** El medidor multifunción debe ser capaz de manejar la corriente causada por un cortocircuito dentro de la carga que se mide, cuando esa carga está protegida con los fusibles o interruptores apropiados.

**Corriente de prueba:** Para medidores multifunción conectados directamente:  $30 \cdot I_{max} + 0\% - 10\%$ , para un semiciclo a frecuencia nominal o equivalente.

Para medidores multifunción conectados a través de transformadores de corriente: Una corriente equivalente de  $20 \cdot I_{max} + 0\% - 10\%$ , durante 0.5 segundos.

La corriente de prueba se debe aplicar a una sola fase por cada vez. El valor de corriente de prueba dado es el valor RCM, no el valor máximo.

**Efectos permitidos:** No se debe producir ningún daño. Con la tensión reconectada se permitirá que el medidor multifunción vuelva a las temperaturas normales (aproximadamente en 1 hora). El cambio de error, comparado con el error inicial antes de la prueba, debe ser menor que el límite de cambio de error dado en la "Tabla 34" de este Apéndice.

**Puntos de prueba obligatorios:**  $10 \cdot I_{tr}$ ,  $f.p.= 1$ .

**9.10** Tensión de impulso.

**9.10.1** Aspectos generales.

**Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 9.1 inciso a) y de la "Tabla 35" de este Apéndice, en condiciones de tensión de impulso.

**Tabla 35. Disturbio por tensión de impulso.**

Magnitud de disturbio.	Nivel de disturbio.	Efectos permitidos.	Límites del cambio de error (%) para medidores de clase.	
			0.5 S	0.2 S
Tensión de impulso.	3 kV ( $\leq 100$ V), 6 kV ( $\leq 150$ V), 10 kV ( $\leq 300$ V), 12 kV ( $\leq 600$ V).	Falla no significativa. Ningún daño en el medidor.	-	-

**Procedimiento de prueba general:** El medidor multifunción y sus dispositivos auxiliares incorporados, si los hubiere, deben ser tales que conserven cualidades dieléctricas adecuadas, teniendo en cuenta las influencias atmosféricas y las diferentes tensiones a las que están sujetas en condiciones normales de uso.

El medidor multifunción debe soportar la prueba de tensión de impulso como se especifica a continuación. La prueba se debe realizar únicamente en medidores multifunción completos.

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

- Quando la cubierta del medidor multifunción está hecha de metal, la "tierra" es la cubierta misma, colocado sobre una superficie plana y conductora, y
- Quando la cubierta del medidor multifunción o sólo una parte de ella está hecha de material aislante, la "tierra" es una lámina conductora envuelta alrededor del medidor multifunción que toca todas las partes conductoras accesibles y conectada a la superficie plana y conductora sobre la cual se coloca el medidor multifunción. Las distancias entre la lámina conductora y las terminales, y entre la lámina conductora y los agujeros para los conductores, no deben ser mayores de 2 centímetros.

Durante la prueba de tensión de impulso, los circuitos que no estén bajo prueba deben estar conectados a tierra.

**Condiciones de prueba generales:**

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

**Efectos permitidos:** Una vez completada la prueba de tensión de impulso, no deben existir daños en el medidor multifunción y no se debe producir ningún fallo significativo.

**9.10.2** Procedimiento de prueba de tensión de impulso.

**Condiciones de prueba:**

- Forma de onda del impulso: impulso de 1.2/50 microsegundos especificado en la IEC 60060-1;
- Tiempo de subida de tensión:  $\pm 30\%$ ;
- Tiempo de caída de tensión:  $\pm 20\%$ ;

- d) Fuente de energía:  $10.0 \text{ j} \pm 1.0 \text{ j}$ ;
- e) Tensión de prueba: de acuerdo con la "Tabla 36" de este Apéndice, y
- f) Tolerancia de la tensión de prueba: +0 -10%.

**Nota:** La selección de la impedancia de la fuente es a criterio del laboratorio.

Para cada prueba la tensión de impulso, se debe aplicar diez veces con una polaridad y luego se repite diez veces con la otra polaridad. El tiempo mínimo entre impulsos debe ser de 30 segundos.

**Tabla 36. Niveles de prueba de tensión de impulso.**

Tensión de fase a tierra derivada de la tensión nominal del sistema (V).	Tensión de impulso 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

### 9.10.3 Pruebas de tensión de impulso para los circuitos y entre circuitos.

**Procedimiento de prueba:** La prueba se debe realizar independientemente en cada circuito (o conjunto de circuitos) que esté aislado de otros circuitos del medidor multifunción en uso normal. Las terminales de los circuitos que no estén sometidos a tensión de impulso deben estar conectados a tierra.

Por lo tanto, cuando los circuitos de tensión y de corriente de un elemento de medición están conectados entre sí en uso normal, la prueba se debe realizar sobre el conjunto. El otro extremo del circuito de tensión se debe conectar a tierra y la tensión de impulso se debe aplicar entre la terminal del circuito de corriente y la tierra. Cuando varios circuitos de tensión de un medidor multifunción tienen un punto común, este punto se debe conectar a tierra y la tensión de impulso se debe aplicar sucesivamente entre cada uno de los extremos libres de las conexiones (o el circuito de corriente conectado a ella) y tierra. El otro extremo de este circuito de corriente debe estar abierto.

Cuando los circuitos de tensión y de corriente del mismo elemento de medición se separan y se aíslan adecuadamente en uso normal (por ejemplo, cada circuito conectado al transformador de medición), la prueba se debe realizar por separado en cada circuito.

Durante la prueba de un circuito de corriente, las terminales de los otros circuitos se conectarán a tierra y la tensión de impulso se aplicará entre una de las terminales del circuito de corriente y la tierra. Durante la prueba de un circuito de tensión, las terminales de los otros circuitos y una de las terminales del circuito de tensión bajo prueba deben conectarse a tierra y la tensión de impulso se debe aplicar entre la otra terminal del circuito de tensión y tierra.

Los circuitos auxiliares destinados a ser conectados directamente a la red o a los mismos transformadores de tensión como los circuitos del medidor multifunción y con una tensión de referencia superior a 40 V deben someterse a la prueba de tensión de impulso al estar unidos con un circuito de tensión durante las pruebas. Los otros circuitos auxiliares no deben ser probados.

### 9.10.4 Pruebas de tensión de impulso de los circuitos eléctricos con relación a tierra.

**Procedimiento de prueba:** Todas las terminales de los circuitos eléctricos del medidor multifunción, incluidos las de los circuitos auxiliares con una tensión de referencia superior a 40 V, deben conectarse entre sí.

Los circuitos auxiliares con una tensión de referencia inferior o igual a 40 V deben conectarse a tierra. La tensión de impulso se debe aplicar entre todos los circuitos eléctricos y tierra.

**Efectos permitidos:** Durante esta prueba, no se debe producir ninguna chispa, descarga o perforación perjudicial.

### 9.11 Falla a tierra.

**Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 9.1 inciso a) y de la "Tabla 37" de este Apéndice, en condiciones de falla a tierra.

Esta prueba sólo se aplica a los medidores multifunción trifásicos operados por transformadores de cuatro hilos conectados a redes de distribución que están equipadas con neutralizadores de falla a tierra o en las que el punto estrella está aislado. En el caso de una falla a tierra y con una sobretensión del 10%, las tensiones de línea a tierra de las dos líneas que no están afectadas por la falla a tierra aumentarán 1.9 veces la tensión nominal.

Tabla 37. Disturbio por falla a tierra.

Magnitud de disturbio.	Nivel de disturbio.	Efectos permitidos.	Límites del cambio de error (%) para medidores de clase.	
			0.5 S	0.2 S
Falla a tierra.	Falla a tierra en una fase.	Falla no significativa. Ningún daño y debe operar correctamente.	0.3	0.1

**Procedimiento de prueba.** Se deben aplicar los siguientes requisitos de prueba:

Para una prueba bajo una condición simulada de falla a tierra en una de las tres líneas, todas las tensiones se deben incrementar 1.1 veces las tensiones nominales durante 4 horas. El neutro del medidor multifunción bajo prueba está desconectado de la terminal de tierra del equipo de prueba del medidor multifunción y se conecta a la terminal de línea del medidor multifunción en el que se debe simular el fallo a tierra (véase “Figura 5” de este Apéndice). De esta manera, las dos terminales de tensión del medidor multifunción bajo prueba que no están afectadas por la falla a tierra están conectadas a 1.9 veces las tensiones de fase nominales.

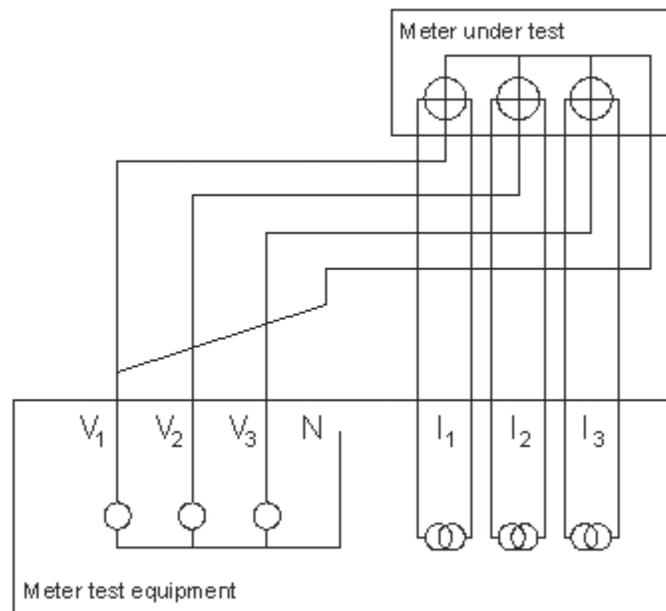


Figura 5. Esquema para la prueba de falla a tierra (en idioma inglés).

**Efectos permitidos:** Después de la prueba, el medidor multifunción no debe mostrar daños y debe funcionar correctamente. El cambio de error medido cuando el medidor multifunción vuelve a la temperatura de trabajo nominal no debe exceder los límites dados en la “Tabla 37” de este Apéndice.

**Puntos de prueba obligatorios:**  $10 \cdot I_{tr}$ ,  $f.p. = 1$ , carga balanceada.

#### 9.12 Operación de dispositivos auxiliares.

**Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 9.1 inciso a) y de la “Tabla 38” de este Apéndice, en las condiciones de operación de los dispositivos auxiliares. La operación de los dispositivos auxiliares se debe someter a ensayo para garantizar que no afectan el rendimiento metrológico del medidor multifunción.

**Tabla 38. Disturbio por la operación de dispositivos auxiliares.**

Magnitud de disturbio.	Nivel de disturbio.	Efectos permitidos.	Límites del cambio de error (%) para medidores de clase.	
			0.5 S	0.2 S
Operación de dispositivos auxiliares.	Dispositivos auxiliares operados con $I = I_{min}$ e $I_{max}$ .	Falla no significativa.	1/3 del error máximo permisible de base.	1/2 del error máximo permisible de base.

**Procedimiento de prueba:** En esta prueba, el medidor multifunción debe operar en condiciones de referencia y su error se supervisa continuamente, mientras que se utilizan dispositivos auxiliares tales como dispositivos de comunicación, relés y otros circuitos de E/S.

**Efectos permitidos:** La funcionalidad del medidor multifunción no se debe mostrar afectada y el cambio de error debido al funcionamiento de los dispositivos auxiliares siempre debe ser menor que el límite de cambio de error especificado en la “Tabla 38” de este Apéndice.

**Puntos de prueba obligatorios:**  $I_{tr}$  e  $I_{max}$ ,  $f.p.= 1$ .

### 9.13 Pruebas mecánicas.

#### 9.13.1 Vibraciones.

Las normas que aplican son la IEC 60068-2-47 e IEC 60068-2-64.

**Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 9.1 inciso a) y de la “Tabla 39” de este Apéndice, en condiciones de vibraciones.

**Tabla 39. Disturbio por vibraciones.**

Magnitud de disturbio.	Nivel de disturbio.	Efectos permitidos.	Límites del cambio de error (%) para medidores de clase.	
			0.5 S	0.2 S
Vibraciones.	Vibración en tres ejes perpendiculares entre sí.	Falla no significativa. La función del medidor no debe afectarse.	1/3 del error máximo permisible de base.	1/2 del error máximo permisible de base.

**Procedimiento de prueba:** El medidor multifunción debe someterse a prueba en tres ejes perpendiculares entre sí, montado en un compartimento rígido mediante su montaje normal de colocación.

El medidor multifunción se debe montar normalmente de manera que la fuerza gravitacional actúe en la misma dirección que en su uso normal. Cuando el efecto de la fuerza gravitacional no sea importante, el medidor multifunción se monta en cualquier posición.

#### Severidad de la prueba:

Intervalo de frecuencia.	10 Hz – 150 Hz
Nivel $RCM$ total.	7 $m/s^2$
Nivel de densidad espectral de aceleración de 10 Hz a 20 Hz.	1 $m^2/s^3$
Nivel de densidad espectral de aceleración de 20 Hz a 150 Hz.	-3 dB/octava
Duración por eje.	Por lo menos 2 minutos.

**Efectos permitidos:** Después de la prueba, la función del medidor multifunción no se debe ver afectada y el cambio de error, a  $10 \cdot I_{tr}$ , no debe exceder el límite de cambio de error listado en la “Tabla 39” de este Apéndice.

**Puntos de prueba obligatorios:**  $10 \cdot I_{tr}$ ,  $f.p.=1$ .

**9.13.2 Impacto.**

La norma que aplica es la IEC 60068-2-27.

**Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 9.1 inciso a) y de la "Tabla 40" de este Apéndice, en condiciones de impacto.

**Tabla 40. Disturbio por impacto.**

Magnitud de disturbio.	Nivel de disturbio.	Efectos permitidos.	Límites del cambio de error (%) para medidores de clase.	
			0.5 S	0.2 S
Impacto.	Forma del pulso: Media onda senoidal. Aceleración pico: 300 m/s <sup>2</sup> . Duración del pulso: 18 ms.	Falla no significativa.	1/3 del error máximo permisible de base.	1/2 del error máximo permisible de base.

**Procedimiento de prueba:** El medidor multifunción se debe someter a impactos no repetitivos de formas de pulso normalizadas con aceleración y duración de pico específicos. Durante la prueba, el medidor multifunción no debe estar en funcionamiento y debe sujetarse a un compartimento o a una máquina de prueba de impacto.

**Severidad de la prueba:**

Forma del pulso: media onda senoidal;

Aceleración máxima: 300 m/s<sup>2</sup>, y

Duración del pulso: 18 ms.

**Efectos permitidos:** Después de la prueba, la función del medidor multifunción no se debe ver afectada y el cambio de error, a  $10 \cdot I_{tr}$ , no debe exceder el límite de cambio de error listado en la "Tabla 40".

**Puntos de prueba obligatorios:**  $10 \cdot I_{tr}$ ,  $f.p.=1$ .

**9.14 Protección contra la luz solar.**

La norma que aplica es la ISO 4892-3.

**Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 9.1 inciso a) y de la "Tabla 41" de este Apéndice, respecto a la protección contra la radiación solar. Esta prueba sólo aplica para medidores multifunción para uso en exteriores.

**Tabla 41. Prueba de la protección contra la luz solar.**

Magnitud de disturbio.	Nivel de disturbio.	Efectos permitidos.	Límites del cambio de error (%) para medidores de clase.	
			0.5 S	0.2 S
Protección contra la luz solar.	0.76 W·m <sup>-2</sup> ·nm <sup>-1</sup> ·a 340 nm, Con equipo de ciclado para 66 días.	Sin alteración de la apariencia o deterioro de la funcionalidad, propiedades metrológicas y sellado.	--	--

**Condiciones de prueba:** El medidor multifunción debe estar en condición de no funcionamiento.

**Equipo de prueba:**

- a) Tipo de lámpara/longitud de onda: UVA 340;
- b) Termómetro de panel negro;
- c) Medidor de luz, y
- d) Equipo de ciclado con un ciclo de condensación para cumplir con los parámetros en las condiciones de prueba.

**Condiciones de prueba:**

Ciclo de prueba (ciclo de 12 horas).	Tipo de lámpara.	Irradianza espectral.	Temperatura de panel negro.
8 horas en seco.	UVA 340.	0.76 W·m <sup>-2</sup> ·nm <sup>-1</sup> a 340 nm.	60 °C ± 3 °C
4 horas en condensación.		Luz apagada.	50 °C ± 3 °C

**Procedimiento breve de prueba:** Se debe enmascarar parcialmente una sección del medidor multifunción con el propósito de una comparación posterior. Se debe exponer el medidor multifunción a la radiación artificial y a la intemperie de acuerdo con la norma ISO 4892-3 durante un periodo de 66 días (132 ciclos) y de acuerdo con las condiciones de prueba anteriores.

Después de la prueba, el medidor multifunción debe ser inspeccionado visualmente y se debe realizar una prueba funcional. La apariencia y, en particular, la legibilidad de las marcas y de las pantallas no se modificarán. No se deben afectar los medios de protección de las propiedades metrológicas, como el chasis y el sellado. La función del medidor multifunción no debe verse afectada.

**9.15 Protección contra la entrada de polvo.**

La norma que aplica es la IEC 60529.

**Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 9.1 inciso a) y de la "Tabla 42" de este Apéndice, relativo a la protección contra la entrada de polvo.

**Tabla 42. Prueba de la protección contra la entrada de polvo.**

Magnitud de disturbio.	Nivel de disturbio.	Efectos permitidos.	Límites del cambio de error (%) para medidores de clase.	
			0.5 S	0.2 S
Protección contra la entrada de polvo.	IP5X, cámara categoría 2.	Sin interferencia con el correcto funcionamiento o deterioro de la seguridad, incluido el seguimiento a lo largo de la distancia de fuga.	-	-

**Condiciones de prueba:**

Condiciones de referencia:

- a) Clasificación IP5X, y
- b) Cámara categoría 2.

**Procedimiento de prueba:** Después de la prueba se debe inspeccionar visualmente el interior del medidor multifunción y se debe realizar una prueba funcionamiento.

**Efectos permitidos:** El polvo de talco u otro polvo utilizado en la prueba no debe acumularse en una cantidad o en un lugar de tal manera que pueda interferir con el funcionamiento correcto del equipo o menoscabar la seguridad. Nada de polvo debe depositarse donde pueda conducir a un seguimiento a lo largo de las distancias de fuga. La función del medidor multifunción no debe afectarse.

**9.16 Pruebas climáticas.****9.16.1 Temperaturas extremas – calor seco.**

Las normas que aplican son la IEC 60068-2-2 e IEC 60068-3-1.

**Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 9.1 inciso a) y de la "Tabla 43" de este Apéndice, en condiciones de calor seco.

**Tabla 43. Disturbio por calor seco.**

Magnitud de disturbio.	Nivel de disturbio.	Efectos permitidos.	Límites del cambio de error (%) para medidores de clase.	
			0.5 S	0.2 S
Calor seco.	Una temperatura estándar más alta que el límite superior de temperatura especificado, 2 horas.	Falla no significativa.	1/3 del error máximo permisible de base.	1/2 del error máximo permisible de base.

**Procedimiento de prueba:** La prueba consiste en la exposición a las altas temperaturas especificadas bajo condiciones de "aire libre" durante 2 horas (a partir de cuando la temperatura del medidor multifunción sea estable), con el medidor multifunción en estado de no funcionamiento.

El cambio de temperatura no debe exceder de 1°C/min durante el calentamiento y el enfriamiento.

La humedad absoluta de la atmósfera de prueba no debe superar los 20 g/m<sup>3</sup>.

**Severidad de la prueba:** La prueba se debe realizar a una temperatura estándar más alta que el límite superior de temperatura especificado para el medidor multifunción.

**Temperaturas posibles:** 40 °C, 55 °C, 70 °C y 85 °C.

**Efectos permitidos:** Después de la prueba, el funcionamiento del medidor multifunción no debe ser perjudicado y el cambio de error no debe exceder el límite de cambio de error listado en la "Tabla 43".

**Puntos de prueba obligatorios:** 10·*I<sub>tr</sub>*, *f.p.*= 1.

#### 9.16.2 Temperaturas extremas – frío.

Las normas que aplican son la IEC 60068-2-1 e IEC 60068-3-1.

**Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 9.1 inciso a) y de la "Tabla 44" de este Apéndice, en condiciones de bajas temperaturas.

**Tabla 44. Disturbio por frío.**

Magnitud de disturbio.	Nivel de disturbio.	Efectos permitidos.	Límites del cambio de error (%) para medidores de clase.	
			0.5 S	0.2 S
Frío.	Una temperatura estándar más baja que el límite inferior de temperatura especificado, 2 horas.	Falla no significativa.	1/3 del error máximo permisible de base.	1/2 del error máximo permisible de base.

**Procedimiento de prueba:** La prueba consiste en la exposición a la baja temperatura especificada en condiciones de "aire libre" durante 2 horas (a partir del momento en que la temperatura del medidor multifunción es estable) con el medidor multifunción en estado de no funcionamiento.

El cambio de temperatura no debe exceder 1°C/min durante el calentamiento y el enfriamiento.

**Severidad de la prueba:** El ensayo se debe realizar a una temperatura estándar más baja que el límite inferior de temperatura especificado para el medidor multifunción.

**Temperaturas posibles:** -10 °C, -25 °C, -40 °C y -55 °C.

**Efectos permitidos:** Después de la prueba, la función del medidor multifunción no debe ser perjudicada y el cambio de error no debe exceder el límite de cambio de error listado en la "Tabla 44".

**Puntos de prueba obligatorios:** 10·*I<sub>tr</sub>*, *f.p.*= 1.

#### 9.16.3 Calor húmedo, estado estacionario (sin condensación), para la clase de humedad H1.

Las normas que aplican son la IEC 60068-2-78 e IEC 60068-3-4.

**Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 9.1 inciso a) y de la "Tabla 45" de este Apéndice, bajo condiciones de alta humedad y temperatura constante. Para medidores multifunción que se especifican para lugares cerrados donde los medidores multifunción no están sometidos a condensación de agua, precipitación o formaciones de hielo (H1).

**Tabla 45. Disturbio por calor húmedo.**

Magnitud de disturbio.	Nivel de disturbio.	Efectos permitidos.	Límites del cambio de error (%) para medidores de clase.	
			0.5 S	0.2 S
Calor húmedo.	H1: 30 °C, 85% H2: ciclos de 25 °C, 95% a 40 °C, 93%. H3: ciclos de 25 °C, 95% a 55 °C, 93%.	Falla no significativa. Ninguna evidencia de daño mecánico o corrosión.	± 0.05	± 0.05

**Procedimiento de prueba:** La prueba consiste en la exposición a un nivel alto de temperatura especificado y a una humedad relativa constante especificada durante un cierto tiempo fijo definido por el nivel de severidad. El medidor multifunción debe ser manejado de tal manera que no se produzca condensación de agua sobre él.

**Condiciones de prueba:** Circuitos de tensión y auxiliares energizados con tensión de referencia, y sin corriente en los circuitos de corriente.

**Severidad de la prueba:**

- a) Temperatura: 30 °C;
- b) Humedad: 85%, y
- c) Duración: 2 días.

**Efectos permitidos:** Durante la prueba no debe producirse ninguna falla significativa. Inmediatamente después de la prueba, el medidor multifunción debe funcionar correctamente.

Veinticuatro horas después de la prueba, el medidor multifunción debe someterse a una prueba de funcionamiento durante la cual se demostrará que funciona correctamente. No debe haber evidencia de daño mecánico o corrosión que pueda afectar las propiedades funcionales del medidor multifunción.

**9.16.4 Calor húmedo, cíclico (condensamiento) para las clases de humedad H2 y H3.**

Las normas que aplican son la IEC 60068-2-30 e IEC 60068-3-4.

**Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 9.1 inciso a) y de la "Tabla 45" de este Apéndice, bajo condiciones de alta humedad y variaciones de temperatura. Esta prueba se aplica a los medidores multifunción con una especificación de clase de humedad para lugares cerrados donde los medidores multifunción deben ser sometidos a condensamiento de agua o para lugares abiertos (clases de humedad H2 y H3).

**Procedimiento de prueba:** La prueba consiste en la exposición a variaciones de temperatura cíclicas entre 25 °C y la temperatura especificada como temperatura superior de acuerdo con la severidad de la prueba indicada más adelante, manteniendo la humedad relativa por encima del 95% durante las etapas de cambio de temperatura y baja temperatura y al 93% durante las etapas de temperatura superior. La condensación debe ocurrir en el medidor multifunción durante el aumento de temperatura.

El ciclo de 24 horas consta de:

- a) Aumento de temperatura durante 3 horas.
- b) Temperatura mantenida a un valor superior hasta 12 horas desde el inicio del ciclo.
- c) La temperatura se reduce a un valor inferior en el intervalo de 3 horas a 6 horas, siendo la velocidad de caída durante la primera hora y media tal que el valor más bajo se alcance en 3 horas, y
- d) La temperatura se mantiene en el valor inferior hasta que se completa el ciclo de 24 horas.

El periodo de estabilización anterior y la recuperación después de la exposición cíclica deben ser tales que todas las partes del medidor multifunción estén a una temperatura inferior a 3 °C de su temperatura final.

**Condiciones de prueba:**

- a) Los circuitos de tensión y auxiliares energizados con tensión de referencia;
- b) Sin corriente en los circuitos de corriente, y
- c) Posición de montaje según las especificaciones del fabricante.

**Severidad de la prueba:** Los medidores multifunción con una especificación de clase de humedad para lugares cerrados donde los medidores multifunción son sometidos a agua condensada deben ser probados a nivel de severidad 1. Los medidores multifunción con una especificación de clase de humedad para lugares abiertos deben ser probados en 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:** Durante la prueba no se debe producir ninguna falla significativa.

Inmediatamente después de la prueba, el medidor multifunción debe funcionar correctamente.

Veinticuatro horas después de la prueba, el medidor multifunción debe someterse a una prueba de funcionamiento durante la cual se demostrará que funciona correctamente. No debe haber evidencia de daño mecánico o corrosión que pueda afectar las propiedades funcionales del medidor multifunción.

#### 9.16.5 Prueba de agua.

Las normas que aplican son la IEC 60068-2-18, IEC 60512-14-7 e IEC 60529.

**Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 9.1 inciso a) y de la “Tabla 46” de este Apéndice, en condiciones de lluvia y salpicaduras de agua. La prueba es aplicable a medidores multifunción que se especifican para ubicaciones abiertas (H3).

**Tabla 46. Disturbio por agua.**

Magnitud de disturbio.	Nivel de disturbio.	Efectos permitidos.	Límites del cambio de error (%) para medidores de clase.	
			0.5 S	0.2 S
Agua.	Únicamente H3, 0.07 L/min (por boquilla), 0° y 180°, 10 min.	Falla no significativa. Ninguna evidencia de daño mecánico o corrosión.	-	-

**Procedimiento de prueba:** El medidor multifunción se debe montar en un dispositivo apropiado y se somete a un chorro de agua generado a partir de un tubo oscilante o una boquilla de aspersión utilizada para simular el rocío o salpicaduras de agua.

#### Condiciones de prueba:

- El medidor multifunción debe estar en modo funcional durante la prueba;
- Caudal (por boquilla): 0.07 L/min;
- Duración: 10 min, y
- Ángulo de inclinación: 0 ° y 180 °.

**Efectos permitidos:** Durante la prueba no se debe producir ninguna falla significativa.

Inmediatamente después de la prueba, el medidor multifunción debe funcionar correctamente.

Veinticuatro horas después de la prueba, el medidor multifunción debe someterse a una prueba de funcionamiento durante la cual se demostrará que funciona correctamente. No debe existir evidencia de ningún daño mecánico o corrosión que pueda afectar las propiedades funcionales del medidor multifunción.

#### 10. Evaluación y aprobación de modelo o prototipo.

Sólo se considera que un medidor multifunción ha superado las pruebas de modelo o prototipo, si los resultados de todas las pruebas cumplen los requisitos establecidos en cada una de ellas. La incertidumbre de medición debe ser lo suficientemente pequeña para permitir una clara discriminación entre un resultado dentro de los límites correspondientes y un resultado fuera de éstos. En particular, debe obtenerse una incertidumbre inferior a un quinto del error máximo permisible, que corresponda a cada punto de las pruebas descritas en el numeral 7 de este Apéndice, a menos que se especifique lo contrario en la descripción de la prueba pertinente.

El alcance de las pruebas realizadas y la rigurosidad de las mismas deben ser compatibles con las especificaciones del fabricante.

**Apéndice B****(Normativo)****Procedimiento de revisión, pruebas y aseguramiento (RPA).****Criterios de aceptación.****Índice**

1. Procedimiento para pruebas iniciales al sistema de medición.
2. Procedimiento para RPA programada y no programada.
3. Métodos de prueba.

**Contenido**

En el presente Apéndice se consideran los siguientes procedimientos:

- a) Procedimiento para pruebas iniciales;
- b) Procedimiento para pruebas programadas y no programadas, y
- c) Métodos de revisión y prueba.

**1. Procedimiento para pruebas iniciales.**

Dentro de las pruebas iniciales se consideran las pruebas de forma común (rutina) que deben efectuar los fabricantes; así como las pruebas de comprobación metrológica que debe efectuar el Transportista o el Distribuidor, cada vez que se va instalar un sistema de medición.

**1.1 Pruebas de rutina:**

- a) Pruebas del lote de los TP;
- b) Pruebas del lote de los TC, y
- c) Pruebas del lote de los medidores multifunción.

**1.2 Comprobación metrológica.****1.2.1 Calibración de medidores en laboratorio.**

Esta aplica a medidores multifunción monofásicos y bifásicos que se instalan en suministros de baja tensión. Consiste en la calibración de un lote de medidores multifunción previamente seleccionado, por muestreo estadístico, para asegurar que se conservan las condiciones metrológicas al ser recibidos por los Transportistas o Distribuidores.

Para los medidores multifunción trifásicos, las calibraciones se llevan a cabo en todos los medidores que reciba el Transportista o el Distribuidor.

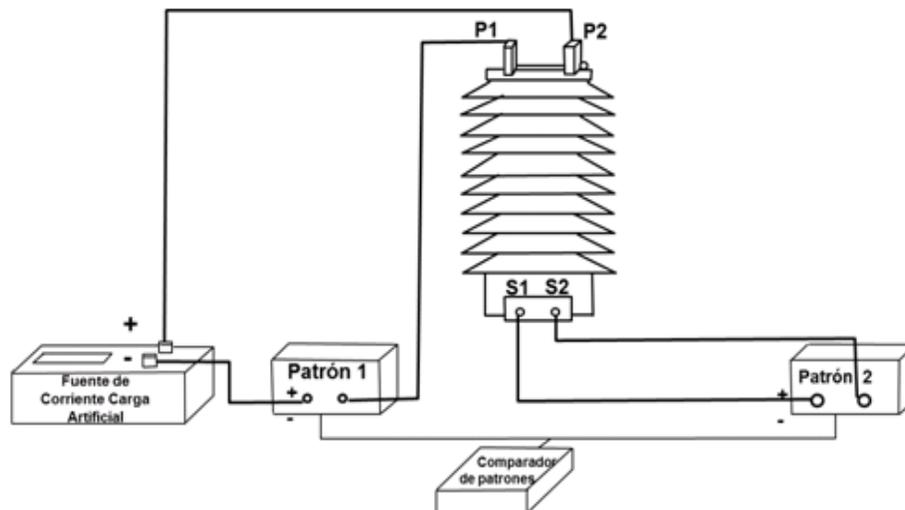
El método para la calibración de medidores multifunción en el laboratorio es el que se indica en el numeral 3.3 de este Apéndice y los criterios de aceptación y rechazo se definen en la "Tabla 1" de este Apéndice.

**Tabla 1. Tolerancias máximas permitidas en la calibración del medidor multifunción en el laboratorio.**

<b>Clase de exactitud.</b>	<b>% Error relativo máximo.</b>
2.0%	± 2.0%
0.5%	± 0.5%
0.2%	± 0.2%

**1.2.2 Prueba de polaridad a transformadores de corriente en media y alta tensión.**

Consiste en la identificación de las polaridades del transformador de corriente de sus terminales, terminales de polaridad y no polaridad. Se debe inyectar una corriente permanente por un tiempo determinado al 10% de su corriente nominal, observando que integren ambos patrones de energía e identificando las terminales de polaridad y no polaridad del equipo bajo prueba o, con patrones o equipos similares para este tipo de prueba. Se debe realizar la conexión de los patrones y la carga de acuerdo a los diagramas de la "Figura 1", de este Apéndice.



**Figura 1. Conexiones para prueba de transformador de corriente media y alta tensión.**

### 1.2.3 Prueba de polaridad de transformadores de corriente en baja tensión.

Para los transformadores tipo dona de 0.6 kV, se debe circular una corriente de 50 A por un minuto en el circuito primario del TC, utilizando una fuente de corriente de la carga artificial y respetando la marca de polaridad, de acuerdo a la "Figura 2" de este Apéndice, o con patrones o equipos similares para este tipo de prueba. Al realizar la integración de energía en cada uno de los patrones, se da por correcta la prueba de polaridad. Con esta prueba quedan identificadas perfectamente las terminales de polaridad y no polaridad. Si la polaridad está invertida éstos no registrarán la energía.

### 1.2.4 Prueba de relación de transformadores de corriente en media y alta tensión.

Consiste en comprobar la exactitud del transformador de corriente. Se debe realizar la conexión de acuerdo al diagrama de la "Figura 1" de este Apéndice. Se debe inyectar, por un tiempo de 1 minuto, una corriente permanente al 10%, 50% y 90% de la corriente nominal del transformador de corriente, o aplicar el 10%, 50% y el 90% de la corriente de 50 A que genere la fuente de corriente eléctrica aplicando estos porcentajes. Se toman simultáneamente los valores de corriente eléctrica primaria y secundaria del TC para obtener la relación del mismo, de acuerdo a la "Tabla 2" de este Apéndice.

**Tabla 2. Fórmulas prueba de relación e integración de transformador de corriente.**

Tipo de prueba.	Relación de transformador de corriente medido.	Registro relativo.	Error relativo.	Criterio de aceptación.
De relación.	$RTC_{med} = \frac{I_{pri}}{I_{sec}}$	$\%RR_{RTC} = \frac{RTC_{placa\ datos}}{RTC_{med}} \cdot 100$	$\%ER_{RTC} = \%RR_{RTC} - 100$	$\%ER_{RTC} \leq 2\%$

En donde:

$I_{pri}$  Corriente primaria del transformador de corriente.

$I_{sec}$  Corriente secundaria del transformador de corriente.

$RTC_{placa\ datos}$  Relación de transformador de corriente de placa de datos.

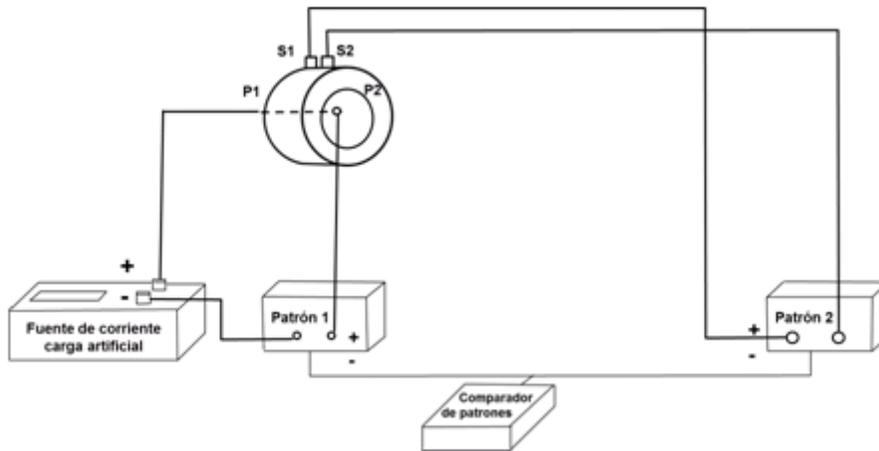
$RTC_{med}$  Relación de transformador de corriente medido.

$\%RR_{RTC}$  Registro relativo de la relación de transformación de corriente.

$\%ER_{RTC}$  Error relativo de la relación de transformación de corriente.

### 1.2.5 Prueba de relación de transformadores de corriente en baja tensión.

Se debe utilizar la conexión de la prueba de polaridad del transformador de corriente, "Figura 2" de este Apéndice. Iniciar la integración por 1 minuto con la inyección de corriente permanente de 50 A. Tomar simultáneamente los valores de corriente eléctrica primaria y secundaria del TC, obteniendo, con esto, la relación del transformador de corriente, que debe ser el valor de la placa de datos, de acuerdo a la "Tabla 2" de este Apéndice.



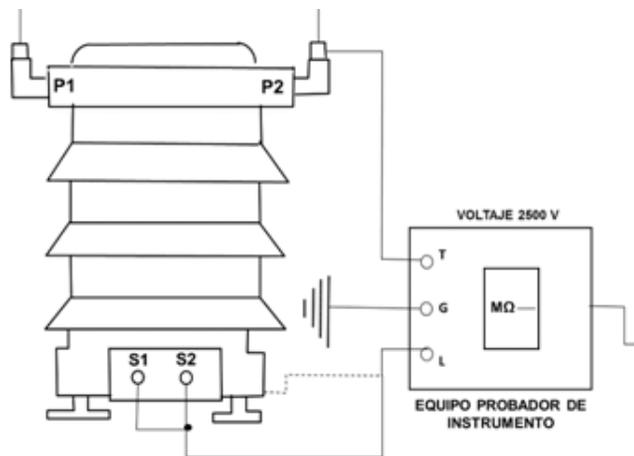
**Figura 2. Conexiones para prueba de transformador de corriente en baja tensión.**

### 1.2.6 Prueba de aislamiento para transformadores de corriente.

Para realizar esta prueba se debe utilizar un equipo probador de aislamiento. Como primer paso, debe puentearse P1 con P2 y S1 con S2 ("Figura 3" de este Apéndice). En cada una de las siguientes pruebas, se debe obtener la lectura y registrarla en el formato establecido.

- a) Prueba alta contra baja.
- b) Prueba alta contra tierra.
- c) Prueba baja contra tierra.

Las lecturas antes obtenidas deberán ser iguales o mayores a 50 000.0 M $\Omega$  para que sean satisfactorias, de no cumplir con lo anterior el transformador no debe utilizarse.



**Figura 3. Diagrama de conexión del transformador de corriente con el equipo probador de aislamiento.**

### 1.2.7 Prueba de relación del transformador de potencial.

Esta prueba consiste en comprobar la relación de transformación del TP.

Se debe conectar una alimentación de 110 V.C.A. en el lado primario y se procede a medir la tensión en las terminales del primario ( $V_{pn}$ ) y en las terminales del secundario ( $V_{sec}$ ) simultáneamente, registrando los valores medidos. Con estos valores se calcula la relación de transformador de potencial medido ( $RTP_{med}$ ), el cual se compara con la relación de transformador de potencial de placa de datos ( $RTP_{placa\ de\ datos}$ ), para obtener el registro relativo de la relación de transformación de potencial ( $\%RR_{RTP}$ ). Los cálculos y el criterio de aceptación se indican en la "Tabla 3", de este Apéndice.

**Tabla 3. Fórmulas prueba de relación e integración de transformador de potencial.**

Tipo de prueba	Relación de transformador de potencial medido	Registro relativo	Error relativo	Criterio de aceptación
De Relación	$RTP_{med} = \frac{V_{pri}}{V_{sec}}$	$\%RR_{RTP} = \frac{RTP_{placa\ datos}}{RTP_{med}} \cdot 100$	$\%ER_{RTP} = \%RR_{RTP} - 100$	$\%ER_{RTP} \leq 2\%$

En donde:

$V_{pri}$  Tensión primaria del transformador de potencial.

$V_{sec}$  Tensión secundaria del transformador de potencial.

$RTP_{placa\ datos}$  Relación de transformador de potencial de placa de datos.

$RTP_{med}$  Relación de transformador de potencial medido.

$\%RR_{RTP}$  Registro relativo de la relación de transformación de potencial, y

$\%ER_{RTP}$  Error relativo de la relación de transformación de potencial.

### 1.2.8 Prueba de aislamiento a transformador de potencial, "Figura 4" de este Apéndice.

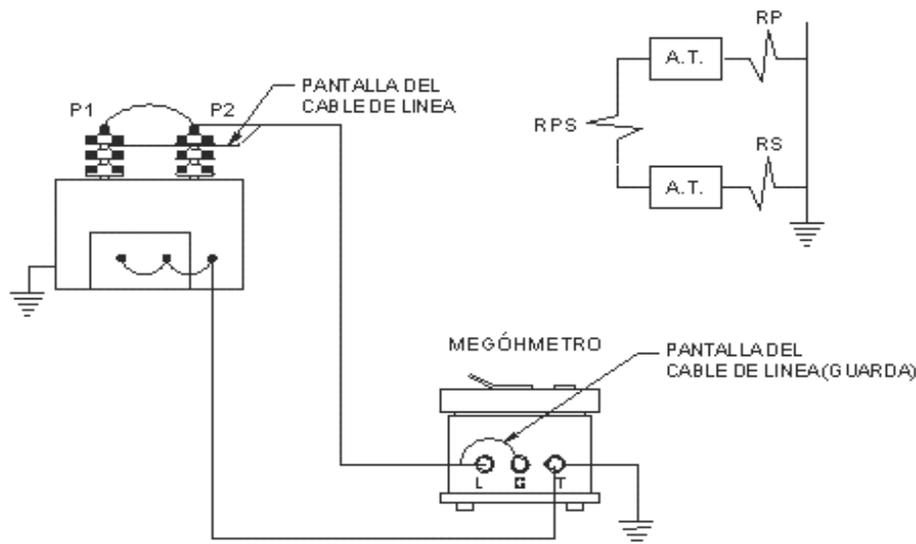
Esta prueba consiste en comprobar el aislamiento del TP.

Se deben cortocircuitar las terminales del devanado primario y secundario en forma independiente.

Realizar las siguientes pruebas de resistencia de aislamiento con el equipo correspondiente.

- a) Prueba alta contra baja;
- b) Prueba alta contra tierra, y
- c) Prueba baja contra tierra.

Las lecturas antes obtenidas deben ser iguales o mayores a 50 000.0 MΩ para que sean satisfactorias, de no cumplir con lo anterior el transformador no debe utilizarse.



**Figura 4. Diagrama de conexión para las pruebas de resistencia de aislamiento.**

## 2. Equipos de prueba, accesorios y herramientas para realizar pruebas iniciales, programadas y no programadas.

Esta actividad aplica para las pruebas periódicas o programadas y no programadas a sistemas de medición multifunción instalados en campo.

### 2.1 Equipos de prueba, accesorios, equipo de seguridad y herramientas.

Los equipos y accesorios que se listan a continuación son los necesarios para utilizarse en las diferentes pruebas según corresponda.

**2.2 Equipo de prueba.**

- a) Medidor multifunción patrón monofásico portátil de potencia activa y reactiva;
- b) Carga artificial;
- c) Probador de campo para transformadores de potencial;
- d) Probador de daños de transformadores de corriente;
- e) Analizador de redes eléctricas;
- f) Voltamperímetro digital de gancho (RCM verdadero);
- g) Cronómetro;
- h) Amperímetro para media y alta tensión;
- i) Computadora portátil con *software* propietario de medidores multifunción de la misma versión que la del medidor multifunción a probar;
- j) Monitor de condiciones ambientales, y
- k) Analizador de circuitos polifásicos con capacidad de medir parámetros de calidad de la potencia.

**2.3 Accesorios.**

Adicional a los equipos de prueba, de requerirse, se debe disponer de algunos de los accesorios que se listan a continuación, mismos que tienen como función interconectar a los equipos para que éstos interactúen mediante señales de corriente, señales de potencial y señales lógicas.

- a) Cables con conector tipo *BNC* en ambos extremos;
- b) Cables para conexión de señales de tensión, con terminal tipo zapata, pellizqueta, entre otras, según corresponda;
- c) Cables "B" para las conexiones de corriente, calibre No. 4 *AWG* (*American Wire Gauge*, por sus palabras en inglés) con conector tipo poste;
- d) Cables "C" de alimentación auxiliar de los patrones, con clavija en un extremo y zapatas en el otro, puentes de conexión con zapatas en ambos extremos con cable calibre No. 14 *AWG*;
- e) Contador automático de pulsos;
- f) Sensor de pulsos, por radiación infrarroja;
- g) Interruptor manual para arranque y paro de medidor multifunción patrón portátil de watthoras;
- h) Interface para contar pulsos y paro de patrón de referencia medidor multifunción patrón portátil de wathorímetro;
- i) Adaptador base enchufe (*socket*, por sus palabras en inglés) para medidor multifunción;
- j) Extensión multicontacto polarizada para 120 V, para alimentar los instrumentos y equipos;
- k) Peineta de prueba compatible con el dispositivo de prueba (*testing block*, por sus palabras en inglés) del medidor multifunción o similar, y
- l) Puerto óptico para interconexión de medidor multifunción y equipo de cómputo portátil.

**2.4 Herramientas.**

- a) Equipo de seguridad personal como son: casco con barbiquejo, guantes de carnaza, gafas, ropa de trabajo y calzado apropiado;
- b) Escalera sencilla fibra de vidrio y escalera de fibra de vidrio de extensión de las dimensiones apropiadas;
- c) Guantes de hule de la clase de aislamiento adecuada;
- d) Herramienta personal con su aislamiento de seguridad de al menos 600 V, y
- e) Pértiga telescópica para línea viva.

**2.5 Procedimiento de revisión, pruebas y aseguramiento de los sistemas de medición.**

Este procedimiento considera la metodología para realizar revisión, pruebas y aseguramiento de los sistemas de medición con el fin de comprobar la correcta medición e integración de la energía eléctrica, para lo cual, es preciso considerar los puntos aplicables en la "Tabla 4" de este Apéndice, en función del tipo de sistema de medición de acuerdo a lo siguiente:

- a) Sistemas de medición con TC y TP instalados en media y alta tensión;
- b) Sistemas de medición en baja tensión con TC cuando se miden cargas mayores a 50 kW, y
- c) Sistemas de medición instalados en baja tensión con medidor autocontenido.

**Tabla 4.**

Actividad.		Sistemas de medición.					
		TC y TP.	TC.	Autocontenidos con demanda.	Trifásicos en baja tensión.	Bifásicos en baja tensión.	Monofásicos en baja tensión.
2.6	Interacción con el usuario.	Si	Si	Si	Si	Si	Si
2.7	Actividades de seguridad y control.	Si	Si	Si	Si	Si	Si
2.8	Revisión y prueba del sistema de medición.	Si	Si	Si	Si	Si	Si
2.9	Prueba de integración de energía.	(1)	(1)	No	No	No	No
2.10	Calibración del medidor multifunción.	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
2.11	Detección de anomalías.	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)
2.12	Sellado.	Si	Si	Si	Si	Si	Si
2.13	Documentación de la revisión.	Si	Si	Si	Si	Si	Si

(1) Se efectúa cuando la carga medida presenta variabilidad superior al 10% de acuerdo al numeral 3.2 de este Apéndice.

(2) Aplica en la atención de las inconformidades de los usuarios, en todas las revisiones, pruebas y aseguramientos de la medición cuando le corresponda de acuerdo al programa anual de pruebas del Transportista o Distribuidor, así como por solicitud de la CRE donde se considera la verificación por parte de un TE aprobado.

(3) Aplica cuando se detecta alguna anomalía que afecte el correcto registro de energía o en los casos de error en la facturación detectados en el transcurso de la revisión y prueba a los sistemas de medición por parte del Transportista o Distribuidor.

## 2.6 Interacción con el usuario.

Antes de iniciar la revisión y prueba del sistema de medición, se deberá notificar por escrito al usuario o su representante, indicando el alcance de los trabajos y solicitando su presencia en el transcurso de éstos.

## 2.7 Actividades de seguridad y control.

**2.7.1** Las actividades de seguridad están dirigidas a prevenir accidentes que dañen a las personas o a los bienes materiales en el transcurso de los trabajos, dando atención a los numerales 2.7.1.1 al 2.7.1.7.

**2.7.1.1** Planear la maniobra a realizar con todo el personal que llevará cabo la revisión y prueba.

**2.7.1.2** El personal que lleve a cabo la revisión, prueba y aseguramiento de la medición, debe observar las medidas preventivas de seguridad e higiene que establecen los reglamentos y las Normas Oficiales Mexicanas expedidas por las autoridades competentes, y las que indiquen los patrones para la prevención de riesgos de trabajo.

**2.7.1.3** Debe utilizarse equipo de seguridad personal, portando el casco con barbiquejo, los guantes, gafas, ropa de trabajo y calzado, para trabajos con energía eléctrica y guardar las distancias de seguridad respecto a partes energizadas.

**2.7.1.4** Debe asegurarse que en el área de trabajo no existan condiciones inseguras tales como obstáculos, líneas energizadas u otras que pongan en riesgo la integridad física del personal o bienes materiales.

**2.7.1.5** Se debe delimitar el área de trabajo con conos, cinta o barreras que impidan el paso a personas y vehículos ajenos a la maniobra.

**2.7.1.6** Donde existan transformadores de corriente, se deben extremar precauciones para evitar dejar abierto el circuito secundario de éstos.

**2.7.1.7** Realizar una revisión ocular general que incluya al medidor multifunción, transformadores de instrumento, acometida, subestación, y demás componentes del sistema donde se vaya a realizar la actividad, con objeto de detectar cualquier anomalía evidente que impida la correcta integración de energía consumida, así como condiciones inseguras o posible deterioro del sistema de medición que representen un riesgo potencial a las instalaciones o a las personas.

**2.7.2** Las actividades de control están dirigidas a recabar los datos básicos del sistema de medición con el fin de asegurar que los trabajos se desarrollen de manera ordenada, debiéndose anotar en el registro de prueba del sistema de medición los datos del equipo de medición y constatar que sus características corresponden a las condiciones eléctricas y contractuales del servicio, considerando principalmente lo siguiente:

- a) Número de medidor multifunción y sus lecturas de consumos y demandas;
- b) Código de medidor multifunción (debiendo constatar la congruencia respecto al sistema de medición y a la tarifa aplicable y en apego al Apéndice C de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia);
- c) Multiplicador de lecturas (relación de transformación de los transformadores de instrumento) debiendo cotejar con el registro de facturación, y
- d) Revisar condiciones de los sellos conforme a los numerales 2.12 y 3.5 de este Apéndice, constatando que los números correspondan con los de la última revisión y prueba efectuada.

## **2.8** Desarrollo de la revisión y prueba de sistema de medición.

La revisión y prueba es la actividad sustancial de este Apéndice y va dirigida a comprobar la correcta medición y registro de la energía eléctrica de todos los elementos del sistema integrados. La metodología se indica en el numeral 3.1 de este Apéndice.

## **2.9** Prueba de integración de energía.

Esta prueba consiste en la comparación de la integración de energía activa y reactiva entre un medidor multifunción bajo prueba y un analizador de redes o equipo similar durante un periodo de tiempo establecido. Esta prueba debe realizarse en apego al numeral 3.2 de este Apéndice, cuando la carga medida presente variaciones súbitas mayores al 10%.

## **2.10** Calibración del medidor multifunción.

Las calibraciones que deben realizarse son las siguientes:

- a) Con carga alta;
- b) Con carga inductiva;
- c) Con carga baja;
- d) Con varh cuadrante 1, y
- e) Con varh cuadrante 3.

Dichas calibraciones se deben llevar a cabo conforme a lo indicado en el numeral 3.3 de este Apéndice, considerando el subnumeral específico acorde al sistema de medición que corresponda.

## **2.11** Detección de anomalías.

**2.11.1** Esta actividad aplica cuando, en el transcurso de la revisión y prueba a los sistemas de medición y acometidas que alimentan a la carga, se detecte una anomalía que afecte la correcta medición o integración de uno o varios parámetros eléctricos que impacten en las transacciones comerciales. Considera también las anomalías que afectan la integridad de los datos almacenados en el medidor multifunción. El procedimiento a seguir se indica en el numeral 3.4 de este Apéndice.

**2.11.2** Cuando la revisión y prueba se lleve a cabo como parte de una verificación, ésta debe reportar a la entidad competente las anomalías detectadas, como lo indica al artículo 113 del Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica.

**2.12 Sellado.**

Una vez que se haya concluido la revisión y prueba a los sistemas de medición, así como a su acometida, se deben instalar los sellos en apego al numeral 3.5 del presente Apéndice.

**2.13 Documentación de la revisión y prueba a los sistemas de medición.**

Deben anotarse todos los datos de las pruebas realizadas, así como sus resultados en los registros que documenten el Transportista o Distribuidor.

**3. Métodos de prueba.****3.1 Revisión y prueba del sistema de medición.**

Las pruebas que se describen a continuación están dirigidas a comprobar la correcta medición y registro de la energía eléctrica, así como constatar la integridad de los datos en sistemas de medición que cuentan con transformadores de corriente y transformadores de potencial en media o alta tensión (TP y TC), asociados a uno o más medidores multifunción, a sistemas con transformadores de corriente (TC) en baja tensión, asociados a uno o más medidores multifunción, así como aquellos sistemas que cuenten con medidores autocontenidos.

El alcance de las pruebas es para comprobar la correcta interacción e interoperabilidad de todos los elementos que conforman el sistema de medición, incluyendo los conductores que los interconectan, así como la o las acometidas que alimentan la carga. También está dirigido a la detección de conexiones o artefactos que impidan o alteren el correcto funcionamiento de los sistemas de medición o deriven el flujo de energía eléctrica antes de pasar por éstos. Las actividades a realizar están en función de los tipos de sistemas de acuerdo a la "Tabla 5" de este Apéndice.

**Tabla 5. Procedimiento de revisión, pruebas y aseguramiento de los sistemas de medición.**

Actividad.		Sistemas de medición.					
		TC y TP.	TC.	Autocontenidos con demanda.	Trifásicos en baja tensión.	Bifásicos en baja tensión.	Monofásicos en baja tensión.
3.1.1	Adquisición de datos del medidor.	Si	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
3.1.2	Revisión de acometida y conductores de interconexión.	Si	Si	Si	Si	Si	Si
3.1.3	Prueba de relación a transformación de corriente.	Si	Si	No	No	No	No
3.1.4	Prueba con carga instantánea.	Si	Si	Si	Si	Si	Si
3.1.5	Prueba de <i>burden</i> para los transformadores de corriente y potencial.	Si	Si	No	No	No	No
3.1.6	Prueba de demanda.	Si	Si	Si	No	No	No
3.1.7	Comprobar y validar datos recabados en campo contra el registro de datos del Sistema de facturación y o liquidación.	Si	Si	Si	Si	Si	Si
3.1.8	Comparar corrientes en media tensión contra corrientes secundarias.	No	No	Si	No	No	No
3.1.9	Prueba de secuencia de fases.	Si	Si	Si	Si	Si	Si

(1) De acuerdo a periodicidad, estadística o muestra elegida por el Transportista o Distribuidor.

### 3.1.1 Adquisición y análisis de datos del medidor multifunción.

Esta actividad se debe efectuar con una computadora portátil que tenga instalado el *software* propietario del medidor multifunción, asegurando que el equipo cuente con la fecha y hora correspondiente. Las actividades básicas son las siguientes:

- a) Lectura de registros de energía acumulados y perfiles de carga;
- b) Lectura de alarmas y eventos;
- c) Diagnósticos energéticos que consideren todos los parámetros instantáneos y acumulados del medidor multifunción, y
- d) Revisar la información recabada de eventos, alarmas, fecha, horas, lecturas, constantes, versión *firmware* y demás parámetros registrados que nos den certeza de la integridad de los datos. Asimismo, se debe constatar que éstos son acordes a las condiciones eléctricas que presenta la carga al momento de la prueba.

### 3.1.2 Revisión de acometida y conductores de interconexión.

Ésta tiene por objeto comprobar que no existan conexiones o artefactos que impidan o alteren la correcta medición y registro de la energía eléctrica, debiendo llevar a cabo las siguientes acciones:

- a) Revisar la acometida desde el punto de conexión hasta el sistema de medición, para comprobar que no existan conexiones indebidas antes del sistema de medición, que deriven parcial o totalmente la energía entregada;
- b) Revisar la interconexión entre cada uno de los elementos del sistema, para comprobar que no existan conexiones o artefactos indebidos que alteren las señales de corriente y tensión que alimentan al medidor multifunción;
- c) Llevar a cabo las mediciones necesarias en acometidas y conductores de interconexión de los elementos del sistema, y
- d) Revisión ocular minuciosa, principalmente en los lugares ocultos susceptibles a posibles intervenciones indebidas.

### 3.1.3 Prueba de relación de transformación de los transformadores de corriente.

Ésta consiste en verificar la relación de corriente primaria respecto a la corriente secundaria de cada una de las fases del sistema de acuerdo a lo siguiente:

- a) Medición de corriente primaria de cada fase con un voltamperímetro digital de gancho (RCM verdadero) para sistemas en baja tensión o, un amperímetro para media y alta tensión, cuando se trate de sistemas instalados en media o alta tensión.
- b) En los sistemas instalados en baja tensión, la medición de corrientes primarias se debe llevar a cabo en las boquillas del transformador, cuando la instalación cuente con él o, en la acometida de baja tensión, preferentemente al límite de la propiedad, cuando no se cuente con transformador.
- c) Simultáneamente se debe medir la corriente secundaria de cada fase en la tablilla de pruebas con un analizador de redes.
- d) La relación de transformación de corriente (*RTC*) se calcula mediante la fórmula:

$$RTC_{medida} = \frac{I_{pri}}{I_{sec}} \quad Desviación = \frac{RTC_{placa\ de\ datos}}{RTC_{medida}}$$

**Criterio de aceptación:** Cumple, si la desviación es igual o menor a  $\pm 3\%$ .

Si la desviación no cumple conforme al criterio de aceptación, se debe efectuar nuevamente esta actividad para descartar la posibilidad de alguna variación súbita de la corriente.

### 3.1.4 Prueba con carga instantánea.

Esta prueba consiste en determinar el registro relativo de potencia medida por el sistema de medición respecto a la potencia demandada por la carga en un instante determinado, su valor es expresado en porcentaje, por lo que preferentemente se deberá efectuar de manera simultánea a la prueba de relación de transformación.

#### 3.1.4.1 Pruebas en el medidor multifunción.

**3.1.4.1.1** Se determina la potencia en kVA que resulta de la potencia instantánea que registra el medidor multifunción de kW y kvar, con base al tiempo que tarda el disco del medidor multifunción o emulador de disco (de Wh y varh) en dar un número previamente determinado de revoluciones. La fórmula aplicable se indica en la "Tabla 6" de este Apéndice.

**3.1.4.1.2** Si el medidor multifunción cuenta con la opción de presentar registros instantáneos de potencia, los valores observados de potencia durante esta prueba se consideran como válidos en sustitución de los calculados en el numeral 3.1.4.1.1 de este Apéndice.

#### 3.1.4.2 Mediciones de prueba efectuadas a la carga.

**3.1.4.2.1** Se debe medir la tensión en la tablilla de pruebas de fase a neutro ( $V_{AN}$ ,  $V_{BN}$ ,  $V_{CN}$ ) para sistemas 3 fases 4 hilos estrella o de fase a fase para sistemas 3 fases 3 hilos delta ( $V_{AB}$ ,  $V_{BC}$ ,  $V_{CA}$ ). Si se trata de un sistema de medición sin transformadores de instrumentos, se deben medir los valores de tensión en las terminales de la base enchufe (*socket*, por su palabra en inglés) o del interruptor.

**3.1.4.2.2** Se debe medir la corriente primaria de cada fase con un voltamperímetro digital de gancho (RCM verdadero) para sistemas en baja tensión o un amperímetro para media y alta tensión cuando se trate de sistemas instalados en media o alta tensión.

**3.1.4.2.3** Medir con un analizador de redes los valores de ángulos de desfaseamiento entre la tensión y su intensidad de corriente asociada para cada una de las fases.

**3.1.4.2.4** Medir con un analizador de redes los valores de ángulos de desfaseamiento de cada señal de tensión para asegurar que:

- a) En un sistema estrella los ángulos  $V_{AN} - V_{BN}$ ,  $V_{BN} - V_{CN}$  así como  $V_{CN} - V_{AN}$  son de  $120^\circ$ ; y
- b) En un sistema delta los ángulos  $V_{AN} - V_{CB}$  son de  $60^\circ$ .

**3.1.4.2.5** Con los datos obtenidos de corriente en el lado primario, tensión en el lado secundario afectado por la relación de transformación de los TP y los ángulos de desfaseamiento entre tensión y corriente, se calcula la potencia instantánea utilizando las fórmulas referidas en la "Tabla 7" del presente Apéndice.

**3.1.4.2.6** Una vez obtenida la potencia medida por el medidor multifunción, así como la potencia instantánea, se calcula el registro relativo y el error relativo utilizando las fórmulas indicadas en la "Tabla 8" de este Apéndice.

**Tabla 6.**

Tipo de sistema.	Obtención de potencia medida por el medidor multifunción bajo prueba.		
	Potencia activa.	Potencia reactiva.	Potencia aparente.
Con transformadores de instrumento (estrella o delta).	$kW_{med} = \frac{3.6 \cdot Kh_{med} \cdot rev_{med} \cdot RTC \cdot RTP}{t_s}$	$kvar_{med} = \frac{3.6 \cdot Kh_{med} \cdot rev_{med} \cdot RTC \cdot RTP}{t_s}$	$\theta = \arctan\left(\frac{kvar_{med}}{kW_{med}}\right)$ $f.p._{sistema} = \cos \theta \cdot 100$
Autocontenido con demanda (1, 2 ó 3 fases).	$kW_{med} = \frac{3.6 \cdot Kh_{med} \cdot rev_{med}}{t_s}$	$kvar_{med} = \frac{3.6 \cdot Kh_{med} \cdot rev_{med}}{t_s}$	$kVA_{med} = \frac{kW_{med}}{f.p._{sistema}}$

Tabla 7.

Tipo de sistema.	Potencia aparente del sistema.		
Delta.	$kVA_{reales} = \frac{\sqrt{3} \cdot V_{prom} \cdot I_{prom}}{1000}$	$kW_{reales} = kVA_{reales} \cdot \cos \theta_{prom}$	$kvar_{reales} = kVA_{reales} \cdot \sin \theta_{prom}$
Estrella.	$kVA_{reales} = \frac{V_{AN} \cdot I_A + V_{BN} \cdot I_B + V_{CN} \cdot I_C}{1000}$ $kW_{reales} = \frac{V_{AN} \cdot I_A \cdot \cos \theta_A + V_{BN} \cdot I_B \cdot \cos \theta_B + V_{CN} \cdot I_C \cdot \cos \theta_C}{1000}$ $kvar_{reales} = \frac{V_{AN} \cdot I_A \cdot \sin \theta_A + V_{BN} \cdot I_B \cdot \sin \theta_B + V_{CN} \cdot I_C \cdot \sin \theta_C}{1000}$		
Autocontenidos (con demanda o sin demanda).	<b>Trifásicos</b>  $kVA_{reales} = \frac{V_{AN} \cdot I_A + V_{BN} \cdot I_B + V_{CN} \cdot I_C}{1000}$ $kW_{reales} = \frac{V_{AN} \cdot I_A \cdot \cos \theta_A + V_{BN} \cdot I_B \cdot \cos \theta_B + V_{CN} \cdot I_C \cdot \cos \theta_C}{1000}$ $kvar_{reales} = \frac{V_{AN} \cdot I_A \cdot \sin \theta_A + V_{BN} \cdot I_B \cdot \sin \theta_B + V_{CN} \cdot I_C \cdot \sin \theta_C}{1000}$	<b>Bifásicos</b>  $kVA_{reales} = \frac{V_{AN} \cdot I_A + V_{BN} \cdot I_B}{1000}$ $kW_{reales} = \frac{V_{AN} \cdot I_A \cdot \cos \theta_A + V_{BN} \cdot I_B \cdot \cos \theta_B}{1000}$ $kvar_{reales} = \frac{V_{AN} \cdot I_A \cdot \sin \theta_A + V_{BN} \cdot I_B \cdot \sin \theta_B}{1000}$	<b>Monofásicos</b>  $kVA_{reales} = \frac{V_{AN} \cdot I_A}{1000}$ $kW_{reales} = \frac{V_{AN} \cdot I_A \cdot \cos \theta_A}{1000}$ $kvar_{reales} = \frac{V_{AN} \cdot I_A \cdot \sin \theta_A}{1000}$

Tabla 8.

Tipo de sistema.	Registro relativo y error relativo.	
	Registro relativo (%).	Error relativo (%).
Todos los sistemas.	$\%RR_{kVA} = \frac{kVA_{med}}{kVA_{reales}} \cdot 100$ $\%RR_{kW} = \frac{kW_{med}}{kW_{reales}} \cdot 100$ $\%RR_{kvar} = \frac{kvar_{med}}{kvar_{reales}} \cdot 100$	$\%ER_{kVA} = \%RR_{kVA} - 100$ $\%ER_{kW} = \%RR_{kW} - 100$ $\%ER_{kvar} = \%RR_{kvar} - 100$

En donde:

$kW_{med}$	Potencia activa registrada por el medidor multifunción bajo prueba expresada en kW.
$kW_{reales}$	Potencia activa registrada por el analizador de redes expresada en kW.
$rev_{med}$	Son las revoluciones definidas para el medidor multifunción bajo prueba.
$kvar_{med}$	Potencia reactiva registrada por el medidor multifunción bajo prueba expresada en kvar.
$kvar_{reales}$	Potencia reactiva registrada por el analizador de redes expresada en kvar.
$kVA_{med}$	Potencia aparente resultante de los kW y kvar registrado por el medidor multifunción bajo prueba.
$kVA_{reales}$	Potencia aparente registrada por el analizador de redes expresada en kVA.
$\%RR_{kVA}$	Registro relativo de kVA expresado en porcentaje.
$\%RR_{kW}$	Registro relativo de kW expresado en porcentaje.
$\%RR_{kvar}$	Registro relativo de kvar expresado en porcentaje.
$\%ER_{kVA}$	Error relativo de kVA expresado en porcentaje.
$\%ER_{kW}$	Error relativo de kW expresado en porcentaje.
$\%ER_{kvar}$	Error relativo de kvar expresado en porcentaje.

**3.1.4.2.7** El sistema de medición cumple con esta prueba cuando su resultado esté dentro de los valores que se indican en la “Tabla 9” de este Apéndice.

**Tabla 9. Tolerancia permitida en la prueba con carga instantánea.**

Clase de exactitud.	% Promedio de error relativo permitido.	Rango de % registro relativo permitido.
2.0%	Menor o igual a $\pm 10.0\%$	90.0% - 110.0%
0.50%	Menor o igual a $\pm 5.0\%$	95.0% - 105.0%
0.20%	Menor o igual a $\pm 5.0\%$	95.0% - 105.0%

**3.1.4.2.8** Cuando no se cumpla con los criterios de aceptación especificados en la “Tabla 9” de este Apéndice, se debe realizar nuevamente la prueba para descartar el efecto de variaciones súbitas de carga. Si el resultado continúa fuera de tolerancia, se debe llevar a cabo la calibración del medidor multifunción indicada en el numeral 3.3 del presente Apéndice y, adicionalmente, para los sistemas de medición con TC y TP y los sistemas de TC, se debe efectuar una prueba de integración de energía eléctrica indicada en el numeral 3.2 de este Apéndice.

**3.1.5** Prueba de *burden* para los transformadores de instrumento.

**3.1.5.1** Prueba a transformadores de potencial.

Esta prueba tiene por objeto detectar posibles daños en los transformadores de potencial y su circuito secundario asociado, así como constatar sus condiciones de saturación.

La prueba se efectúa utilizando un probador de campo para transformadores de potencial que se conecta en paralelo a cada una de las fases en el *block* de pruebas dispuesto en conexión, fase-neutro de acuerdo a lo siguiente:

- a) Se conecta en la tablilla de pruebas una terminal del probador de campo para transformadores de potencial al borne de neutro y otra al borne de cada una de las fases y se toma la medición obtenida (lectura *a*);
- b) Se adiciona una carga en paralelo de  $60 \Omega$  mediante el control correspondiente del probador utilizado, tomando una segunda medición bajo esta condición (lectura *b*);
- c) **Criterio de aceptación:** cumple, cuando todas aquellas desviaciones de lectura “*b*” respecto a lectura “*a*” son menores o iguales a 3.5%;
- d) En aquellos casos donde la desviación obtenida es mayor a 3.5% se deberán tomar las acciones conducentes y evaluar su impacto en las mediciones; y
- e) Recomendaciones de seguridad:
  1. El *burden* sólo se adiciona como máximo 5 segundos en dicha prueba, y
  2. Si se requiere realizar una segunda prueba al mismo transformador de potencial debe esperar un mínimo de 5 minutos para poder realizarla, para no someterlo a esfuerzo electrodinámico.

**3.1.5.2** Prueba a transformadores de corriente.

Ésta tiene por objeto detectar posibles daños en los transformadores de corriente y su circuito secundario asociado, así como constatar sus condiciones de saturación.

Para efectuar esta prueba se utiliza el probador de daños de transformadores de corriente, cuya función es adicionar una carga extra a cada uno de los transformadores de corriente dispuesta en conexión serie respecto al medidor multifunción interconectado.

Para cada una de las fases, se lleva a cabo en la tablilla de pruebas o dispositivo correspondiente, lo siguiente:

- a) Cortocircuitar el circuito secundario del transformador de corriente en la tablilla de pruebas;
- b) Insertar una derivación al circuito secundario en la tablilla de prueba mediante un dispositivo derivador apropiado con lo cual se acoplará en disposición serie el probador de daños de transformadores de corriente, el medidor multifunción y la bobina secundaria del transformador de corriente bajo prueba;
- c) Se desactiva el mecanismo del cortocircuito secundario para permitir que fluya la corriente, debiendo registrar la medición indicada en el probador de daños de transformadores de corriente (lectura *a*);

- d) Se debe adicionar, mediante el control correspondiente del probador, una carga en serie de 4  $\Omega$  para el caso de transformadores de corriente de media o alta tensión y, de 2  $\Omega$  si éstos son de baja tensión, debiendo registrar una segunda medición bajo esta condición (lectura *b*);
- e) **Criterio de aceptación:** cumple, si la desviación de la lectura “*b*” respecto a lectura “*a*” es menor o igual a 10%;
- f) En aquellos casos donde la desviación obtenida es mayor a 10%, se deberán tomar las acciones conducentes y evaluar su impacto en las mediciones. Es necesario constatar que la desviación obtenida no se debió a una variación súbita de carga; y
- g) Recomendaciones de seguridad:
1. El *burden* sólo se adiciona como máximo 5 segundos en dicha prueba;
  2. Si se requiere realizar una segunda prueba al mismo transformador de corriente, se debe esperar un mínimo de 5 minutos para poder realizarla y no someter al equipo a esfuerzo electrodinámico, y
  3. Asegurarse en el transcurso de esta maniobra que en ningún momento se abra el circuito secundario de corriente.

### 3.1.6 Prueba de demanda.

La prueba de demanda tiene por objeto comprobar que el medidor multifunción bajo prueba mide la potencia de manera adecuada y ésta es registrada correctamente, y se debe realizar conforme a los numerales 3.1.6.1 al 3.1.6.6 de este Apéndice.

**3.1.6.1** Se debe interconectar el medidor multifunción en disposición serie-paralelo con una carga artificial y el medidor multifunción patrón de referencia de acuerdo a como se indica en las “Figuras 6, 8, 10, 12, 14 ó 17” de este Apéndice, según el tipo de medidor multifunción.

**3.1.6.2** Se debe activar en el medidor multifunción el modo prueba.

**3.1.6.3** Se alimenta el medidor multifunción bajo prueba, la carga artificial y el medidor multifunción patrón a la tensión y corriente nominal del medidor multifunción bajo prueba a factor de potencia unitario.

**3.1.6.4** Para iniciar la prueba, se acciona en el medidor multifunción bajo prueba el mecanismo de restablecer a ceros la integración de demanda, y de manera simultánea, se activa el inicio de medición del patrón.

**3.1.6.5** Al término de 5 minutos de prueba, de manera simultánea se detiene la integración del patrón y se baja la corriente inyectada a cero.

**3.1.6.6** Se toma la lectura de energía registrada en el medidor multifunción patrón y la lectura de demanda registrada en el medidor multifunción bajo prueba y se aplica la siguiente fórmula:

$$ERD = \left( \frac{Wh_{pat} \cdot 12 \cdot C}{10 \cdot DM} \right) - 100$$

En donde:

*ERD* Error relativo de demanda expresado en %;

*Wh<sub>pat</sub>* Energía registrada por el medidor multifunción patrón expresada en Wh;

*DM* Demanda medida en el periodo de prueba (5 minutos), y

*C* Número de bobinas o sensores de corriente del medidor multifunción a prueba (conectados en serie).

**3.1.7** Comprobar y validar datos recabados en campo y multiplicador contra el registro en el sistema de facturación y/o liquidación.

Con la finalidad de asegurar una correcta transacción comercial del usuario final se debe cotejar la información técnica recabada en campo respecto a los datos que están dados de alta en el sistema comercial o sistema de procesamiento de lecturas correspondiente para comprobar su congruencia.

Dentro del alcance de esta actividad se encuentra la de cotejar el multiplicador, tipo de suministro (alta, media o baja tensión), ubicación de la medición, número de medidor multifunción y tarifa facturada.

### 3.1.8 Comparar potencias en alta tensión respecto a potencias en baja tensión.

En aquellos sistemas de medición instalados en baja tensión pero que la carga es alimentada desde media tensión, se efectúa una prueba de congruencia de las potencias instantáneas en media tensión respecto a la de baja tensión, con el fin de descartar la posibilidad de una intervención indebida que derive parcial o totalmente la energía entregada. La metodología a seguir se describe en los numerales 3.1.8.1 al 3.1.8.4 de este Apéndice.

**3.1.8.1** Medir con amperímetro y pértiga la intensidad de corriente en la parte inicial de la acometida en media tensión, y medir simultáneamente la intensidad de corriente secundaria del transformador a la salida de la base del medidor multifunción o en los transformadores de corriente en baja tensión, si el sistema contara con ellos.

**3.1.8.2** Medir los valores de tensión en la base enchufe (*socket*, por sus palabras en inglés) o interruptor general.

**3.1.8.3** Con estos valores realizar el comparativo de potencia instantánea de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$V_{ABT} \cdot I_{ABT} + V_{BBT} \cdot I_{BBT} + V_{CBT} \cdot I_{CBT} \sim V_{AMT} \cdot I_{AMT} + V_{BMT} \cdot I_{BMT} + V_{CMT} \cdot I_{CMT}$$

**Nota:** El valor de la tensión a considerar para media tensión se calcula multiplicando el valor de baja tensión para cada fase por la relación de transformación que debe indicar el dato de placa del transformador considerando preferentemente el *tap* al que está ajustado al momento de la prueba.

El resultado obtenido para media tensión debe ser razonablemente similar al de baja tensión.

**3.1.8.4** En caso de que este valor no sea razonablemente similar, es un indicativo de que existe una derivación en la acometida, a menos de que se demuestre lo contrario.

### 3.1.9 Prueba de secuencia de fases.

Esta prueba nos indica la condición que tiene un circuito de alimentación respecto a su secuencia de fases. Para esta actividad se utiliza un secuencímetro preferentemente rotativo. La metodología se describe en los numerales del 3.1.9.1 al 3.1.9.4.

**3.1.9.1** Se conectan las terminales fase A, fase B y fase C del secuencímetro en sus correlativas fases en la base *socket* o tablilla de pruebas.

**3.1.9.2** Se acciona el botón de prueba y se observa el giro o indicador del probador.

**3.1.9.3** El resultado posible será secuencia positiva (ABC) o secuencia negativa (ACB).

**3.1.9.4** En caso de secuencia negativa solo se tomarán acciones cuando el sistema de medición cuente con medidores electromecánicos, de lo contrario sólo quedará asentado el resultado en el resultado de la prueba.

### 3.2 Prueba de integración de energía.

Esta prueba consiste en la comparación de la integración de energía activa y reactiva de un medidor multifunción bajo prueba respecto a un analizador de redes o equipo similar durante un periodo de tiempo establecido. Aplica para sistemas de medición con transformadores de instrumento, aunque también se lleva a cabo en sistemas de medición autocontenidos. La metodología a seguir se indica en los numerales 3.2.1 al 3.2.5 de esta Apéndice.

**3.2.1** Interconectar el analizador de redes trifásico con el sistema de medición a prueba a través de su tablilla de conexiones, disponiendo un circuito de señales de tensión en paralelo y otro de señales de corriente en serie para cada una de sus fases de acuerdo a las "Figuras 19 y 20" de este Apéndice, según corresponda.

**3.2.2** Activar en el medidor multifunción el modo prueba para un periodo de al menos 30 minutos.

**3.2.3** Asegurar que las lecturas iniciales de kWh y kvarh del medidor multifunción bajo prueba y analizador de redes sean cero.

**3.2.4** Mediante los mecanismos adecuados en la tablilla de pruebas, se hace pasar tanto al medidor multifunción bajo prueba como al analizador de redes la corriente y tensión secundaria correspondientes a la carga instantánea, asegurando que de manera simultánea inicien su integración de la energía medida ambos equipos.

**3.2.5** Dejar integrar a ambos equipos durante un periodo mínimo de 15 minutos.

Evaluar el error relativo con las fórmulas siguientes:

$$\%RR = \frac{kWh_{med}}{kWh_{reales}} \cdot 100$$

$$\%ER = \%RR - 100$$

Donde:

$kWh_{med}$  Energía eléctrica registrada por el medidor multifunción bajo prueba expresada en kWh;

$kWh_{reales}$  Energía registrada por el analizador de redes expresada en kWh;

$\%RR$  Registro relativo expresado en por ciento, y

$\%ER$  Error relativo expresado en por ciento.

Se considera aceptable el registro del medidor multifunción cuando el error obtenido es igual o menor a  $\pm 3\%$ .

### 3.3 Calibración.

#### 3.3.1 Método de calibración.

El método a utilizar para la calibración de un medidor multifunción de energía es el de comparación respecto a un medidor multifunción patrón de potencia activa Wh y reactiva varh, los cuales se interconectan a una misma carga artificial en disposición serie - paralelo de acuerdo a lo siguiente:

**3.3.1.1** La bobina o sensor de corriente del medidor multifunción patrón y todas las bobinas o sensores de corriente del medidor multifunción bajo prueba, se deben conectar en serie respecto a la alimentación de corriente de la carga artificial. De acuerdo al diagrama para calibración de medidores autocontenidos, mostrado de la "Figura 6 a la 11" de este Apéndice; o bien para sistemas de medición con transformadores de instrumento, las "Figuras 12 y 14" en el caso de conexión estrella, y las "Figuras 17 y 18" para el caso de conexión delta.

**3.3.1.2** La bobina o sensor de potencial del medidor multifunción patrón y todas las bobinas o sensores de potencial del medidor multifunción bajo prueba deben conectarse en paralelo respecto al potencial que alimenta a la carga artificial. Lo anterior, de acuerdo al diagrama para calibración de medidores autocontenidos mostrado en las "Figuras 6, 8 y 10" de este Apéndice; o bien para sistemas de medición con transformadores de instrumentos, los diagramas de las "Figuras 12 y 14" en el caso de conexión estrella, y "Figura 17" para el caso de conexión delta.

#### 3.3.2 Requerimientos básicos del medidor multifunción patrón.

El medidor multifunción patrón debe tener las siguientes características básicas:

- a) El medidor multifunción patrón debe tener una relación de exactitud respecto al medidor multifunción bajo prueba mínima de 4 a 1; y
- b) Debe contar con informe(s) de calibración vigente emitido por laboratorio(s) acreditado(s) y aprobado(s) conforme la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

#### 3.3.3 Condiciones generales de la calibración.

**3.3.3.1** Una vez asegurados los aspectos definidos en los numerales 3.3.1 y 3.3.2 de este Apéndice, se procede a la ambientación de los instrumentos a utilizar, que consiste en alimentar durante 5 minutos previos al medidor multifunción patrón con una tensión y corriente de magnitud igual a los valores nominales del medidor multifunción bajo prueba y a un factor de potencia unitario. Cuando la calibración se lleva a cabo en laboratorio, la ambientación también aplica al medidor multifunción bajo prueba.

**3.3.3.2** Se debe asegurar que las condiciones ambientales bajo las cuales se realiza la calibración estén dentro de los límites aceptables de operación que marcan las especificaciones, del medidor multifunción patrón y del medidor multifunción bajo prueba, por lo que se debe registrar e informar las condiciones ambientales (temperatura y humedad relativa al inicio y término de la prueba).

**3.3.3.3** Antes de iniciar el proceso de calibración se debe activar el medidor multifunción a modo de prueba y registrar la hora de inicio de la prueba.

**3.3.3.4** El alcance de la calibración considera una prueba de medición de wathoras y una prueba de varhoras cuando se trate de medidores multifunción unidireccionales. Para el caso de medidores multifunción bidireccionales se deben realizar adicionalmente las mismas pruebas, pero con la corriente invertida en el medidor multifunción bajo prueba.

**3.3.3.5** El proceso de calibración para wathoras se lleva a cabo bajo tres condiciones de prueba que son: carga alta, carga inductiva y carga baja, según se especifica en la “Tabla 10” de este Apéndice, y se debe considerar la cantidad de corridas establecidas en dicha tabla de acuerdo al sistema de medición que se esté revisando y probando.

**3.3.3.6** Para el caso de medidores multifunción bidireccionales, al término de las corridas de calibración que se indican en el numeral 3.3.4.1 es necesario invertir el sentido de la corriente eléctrica en las terminales del medidor multifunción bajo prueba, según se indica en el diagrama de las “Figuras 7, 9, 11, 13, 15 y 18” de este Apéndice dependiendo del sistema que se trate, para posteriormente volver a realizar el mismo tren de pruebas bajo esta nueva condición (energía recibida).

**3.3.3.7** El proceso de calibración con potencia reactiva para un medidor multifunción unidireccional se lleva a cabo bajo una sola condición denominada varh cuadrante 1 conforme se indica en la “Tabla 10” de este Apéndice, debiendo realizar la cantidad de corridas establecidas en dicha tabla de acuerdo al sistema de medición que se esté revisando y probando.

**3.3.3.8** Para el caso de medidores multifunción bidireccionales se considerará una segunda calibración con potencia reactiva denominada varh cuadrante 3, según se especifica en la “Tabla 10” de este Apéndice. Para este caso será necesario invertir el sentido de la corriente eléctrica en las terminales del medidor multifunción bajo prueba, según se indica en el diagrama de las “Figuras 12, 15 y 18” de este Apéndice dependiendo del sistema que se trate. La cantidad de corridas están establecidas en la “Tabla 10” de este Apéndice, de acuerdo al sistema de medición que se esté probando.

**Tabla 10. Criterios para efectuar la calibración.**

Calibración con:	Corriente.	Tensión.	Ángulo.	Revoluciones.	Corridas de acuerdo al sistema de medición con:		
					TC y TP.	TC.	Autocontenido.
Carga alta.	100% $I_{nom}$	100% <sup>(1)</sup>	0°	10	3	1	1
Carga inductiva.	100% $I_{nom}$	100% <sup>(1)</sup>	300°	10	3	1	1 <sup>(2)</sup>
Carga baja.	10% $I_{nom}$	100% <sup>(1)</sup>	0°	2	3	1	1
varh cuadrante 1.	100% $I_{nom}$	100% <sup>(1)</sup>	30°	5	3	No aplica.	No aplica.
varh cuadrante 3.	100% $I_{nom}$	100% <sup>(1)</sup>	330°	5	3	No aplica.	No aplica.

<sup>(1)</sup> 100 % de la tensión nominal del medidor multifunción bajo calibración +/- 10%.

<sup>(2)</sup> Para medidores multifunción monofásicos no aplica la calibración con carga inductiva.

En donde:

$I_{nom}$  Corriente nominal del medidor multifunción bajo calibración.

$V_{nom}$  Tensión nominal del medidor multifunción bajo calibración.

Ángulo de prueba Ángulo de desfaseamiento entre la tensión y corriente de calibración.

TC y TP Sistema de medición que incluye en sus elementos transformadores de corriente y de potencial.

TC Sistema de medición que incluyen en sus elementos transformadores de corriente.

Autocontenido Sistema de medición que no incluye transformadores de corriente y de potencial.

### 3.3.4 Desarrollo de la calibración.

#### 3.3.4.1 Calibración con carga alta, carga inductiva, carga baja, varh cuadrante 1 y varh cuadrante 3.

Considerando las condiciones descritas en el numeral 3.3.3 de este Apéndice para cualquiera de las calibraciones de registro de energía activa o reactiva que se indican en la "Tabla 10" de este Apéndice, éstas se deben iniciar con la integración simultánea de la energía en el medidor multifunción patrón y el medidor multifunción bajo calibración, finalizando dicha integración al momento que se contabilicen en el medidor multifunción bajo calibración las revoluciones (pulsos) indicadas en la "Tabla 10" de este Apéndice, según la calibración a realizar.

**Nota:** Para contabilizar las revoluciones en el medidor multifunción bajo calibración, se dispone de algún equipo automatizado que esté sincronizado por un medio adecuado con el medidor multifunción en el transcurso de la calibración.

Al término de la integración de energía se efectúan los cálculos correspondientes para determinar el error relativo del medidor multifunción bajo calibración, para lo cual deben considerar las revoluciones (pulsos) observadas en el medidor multifunción patrón y las previamente consideradas para el medidor multifunción bajo calibración. Las fórmulas que aplican son las definidas en la "Tabla 11" de este Apéndice.

**Tabla 11. Cálculos para la calibración.**

Calibración con:	Energía integrada en medidor bajo calibración.	Energía integrada en medidor patrón.		Registro relativo (%).	Error relativo (%).
		Por cada calibración.	Promedio.		
Carga alta.	$Wh_{med} = kh_{med} \cdot rev_{med}$	$Wh_{pat} = kh_{pat} \cdot rev_{pat} \cdot C$	$Wh_{prom} = \frac{(Wh_1 + Wh_2 + Wh_3)}{3}$	$\%RR_{CA} = \frac{Wh_{pat}}{Wh_{prom}} \cdot 100$	$\%ER_{CA} = \%RR_{CA} - 100$
Carga baja.	$Wh_{med} = kh_{med} \cdot rev_{med}$	$Wh_{pat} = kh_{pat} \cdot rev_{pat} \cdot C$	$Wh_{prom} = \frac{(Wh_1 + Wh_2 + Wh_3)}{3}$	$\%RR_{CB} = \frac{Wh_{pat}}{Wh_{prom}} \cdot 100$	$\%ER_{CB} = \%RR_{CB} - 100$
Carga inductiva.	$Wh_{med} = kh_{med} \cdot rev_{med}$	$Wh_{pat} = kh_{pat} \cdot rev_{pat} \cdot C$	$Wh_{prom} = \frac{(Wh_1 + Wh_2 + Wh_3)}{3}$	$\%RR_{CI} = \frac{Wh_{pat}}{Wh_{prom}} \cdot 100$	$\%ER_{CI} = \%RR_{CI} - 100$
varh cuadrante 1.	$varh_{med} = kh_{med} \cdot rev_{med}$	$varh_{pat} = kh_{pat} \cdot rev_{pat} \cdot C$	$varh_{prom} = \frac{(varh_1 + varh_2 + varh_3)}{3}$	$\%RR_{varh} = \frac{varh_{pat}}{varh_{prom}} \cdot 100$	$\%ER_{varh} = \%RR_{varh} - 100$
varh cuadrante 3.	$varh_{med} = kh_{med} \cdot rev_{med}$	$varh_{pat} = varh_{pat} \cdot rev_{med}$	$varh_{prom} = \frac{(varh_1 + varh_2 + varh_3)}{3}$	$\%RR_{varh} = \frac{varh_{pat}}{varh_{prom}} \cdot 100$	$\%ER_{varh} = \%RR_{varh} - 100$

En donde:

$Wh_{pat}$	Wathoras medidos por el medidor multifunción patrón.
$Wh_{med}$	Wathoras medidos por el medidor multifunción bajo calibración.
$kh_{pat}$	Wathoras por revolución (pulso) del pedidor patrón.
$kh_{med}$	Wathoras por revolución del medidor multifunción bajo calibración.
$rev_{pat}$	Número de revoluciones registradas por el medidor multifunción patrón.
$rev_{med}$	Son las revoluciones definidas para el medidor multifunción bajo calibración.
C	Número de bobinas o sensores de corriente del medidor multifunción bajo calibración conectados en serie.
$Wh_{prom}$	El promedio de los wathoras medidos en cada una de las tres corridas.
$Wh_{1,CA}$	Wathoras registrados por medidor multifunción patrón en la primera corrida.
$Wh_2$	Wathoras registrados por medidor multifunción patrón en la segunda corrida.
$Wh_3$	Wathoras registrados por medidor multifunción patrón en la tercera corrida.
$\%RR_{CA}$	Registro relativo carga alta.
$\%ER_{CA}$	Error relativo carga alta.
$\%RR_{CI}$	Registro relativo carga inductiva.
$\%ER_{CI}$	Error relativo carga inductiva.
$\%RR_{CB}$	Registro relativo carga baja.
$\%ER_{CB}$	Error relativo carga baja.
$varh_{pat}$	Varhoras medidos por el medidor multifunción patrón.
$varh_{med}$	Varhoras medidos por el medidor multifunción bajo calibración.
$kh_{pat} \cdot varh$	Varhoras por revolución (pulso) del medidor multifunción patrón.
$kh_{med} \cdot varh$	Varhoras por revolución del medidor multifunción bajo calibración.
$varh_{prom}$	El promedio de los varhoras medidos en cada una de las tres corridas.
$varh_1$	Varhoras registrados por medidor multifunción patrón en la primera corrida.
$varh_2$	Varhoras registrados por medidor multifunción patrón en la segunda corrida.
$varh_3$	Varhoras registrados por medidor multifunción patrón en la tercera corrida.
$\%RR_{varh}$	Registro relativo varh C1.
$\%ER_{varh}$	Error relativo varh C1.
$\%RR_{varh}^2$	Registro relativo varh C3.
$\%ER_{varh}^2$	Error relativo varh C3.

**3.3.4.2** El error relativo promedio ( $\%ER_{prom}$ ) se obtiene de acuerdo con las siguientes fórmulas:

Para medidores electromecánicos:

$$\%ER_{prom} = \frac{4 \cdot \%ER_{CA} + \%ER_{CB}}{5}$$

Para medidores electrónicos:

$$\%ER_{prom} = \frac{4 \cdot \%ER_{CA} + 2 \cdot \%ER_{CB} + \%ER_{CI}}{7}$$

**3.3.4.3 Criterio de aceptación:** cumple, si el error relativo máximo y la eficiencia establecida son conforme a lo establecido en la "Tabla 12" de este Apéndice.

**Tabla 12. Tolerancias máximas permitidas del medidor multifunción.**

Clase de exactitud.	% Error relativo máximo.	% Eficiencia permitida.
2.0%	± 3.5%	96.5% - 103.5%
0.5%	± 1.0%	99.0% - 101.0%
0.2%	± 0.4%	99.6% - 100.4%

**3.3.4.4** Al término de las calibraciones se debe cambiar en el medidor multifunción de modo prueba a modo de operación normal, y registrar la fecha y hora dejada en el medidor multifunción, asegurando que ésta sea la correcta.

#### 3.4 Atención de las anomalías

Si derivado de la revisión y calibración al sistema de medición se detecta alguna anomalía que evite, altere o impida el funcionamiento normal de los sistemas de medición, o se detecte alguna incongruencia de los datos observados en el transcurso de la revisión y calibración respecto a los datos dados de alta en el sistema de gestión comercial que afecte la correcta facturación del servicio, el Transportista o Distribuidor procederán como sigue:

**3.4.1** Una vez concluida la revisión y calibración se debe informar al usuario final el resultado y la repercusión de éste en las futuras facturaciones.

**3.4.2** Se debe levantar en sitio una constancia de revisión y calibración donde se asiente la información indicada del numeral 3.4.2.1 al 3.4.2.7.

**3.4.2.1** Datos generales del servicio, como nombre, dirección, número de cuenta, número de medidores multifunción con sus características básicas, números de serie de transformadores de instrumento con sus características básicas, sellos encontrados y sus condiciones, así como sellos dejados, entre otros datos.

**3.4.2.2** Descripción detallada de la anomalía, indicando las condiciones encontradas y las dejadas una vez concluida la revisión y prueba.

**3.4.2.3** Declaración del usuario o de su representante si éste lo juzga conveniente.

**3.4.2.4** Nombre y firma de testigos propuestos por el usuario, o propuestos por el Transportista o Distribuidor si éste no los propone.

**3.4.2.5** Nombre y firma del usuario o su representante.

**3.4.2.6** Nombre y firma del personal del Transportista o Distribuidor que llevaron a cabo la revisión y prueba.

**Nota:** La negativa del usuario o su representante de firmar la constancia de RPA no afecta su validez.

**3.4.2.7** Si la anomalía detectada afectó alguno de los parámetros eléctricos utilizados para facturar y a su vez el monto económico determinado originalmente, el Transportista o Distribuidor debe realizar un ajuste a la facturación de manera retroactiva.

#### 3.5 Sellado de protección y control.

**3.5.1** El sellado de los sistemas de medición tienen por objeto proteger las condiciones metrológicas y operativas de medición mediante sellos de seguridad que impidan el acceso no autorizado a medidores multifunción, base *socket*, transformadores de corriente, transformadores de potencial, gabinetes, tabillas de pruebas y demás elementos que conforman el sistema de medición. Estos sellos de protección instalados dan la certeza de que el sistema de medición conserva las condiciones físicas de sus componentes y conexiones internas que se dejaron al momento de su instalación o en su última revisión y prueba. Este aseguramiento se lleva a cabo de acuerdo a los siguientes numerales:

**3.5.2 Sellos físicos:** Son dispositivos de seguridad marcados con numeración única e irrepetible, que más allá, de representar una simple barrera física, también asigna responsabilidad al personal que lo instala y fortalece su rastreabilidad al apegarse a un adecuado modelo de control. Los Transportistas o Distribuidores deben contar con un proceso de control documentado y preferentemente sistematizado que considere mecanismos de control para la asignación, instalación y seguimiento según se indica en los numerales 3.5.2.1 al 3.5.2.4 de este Apéndice.

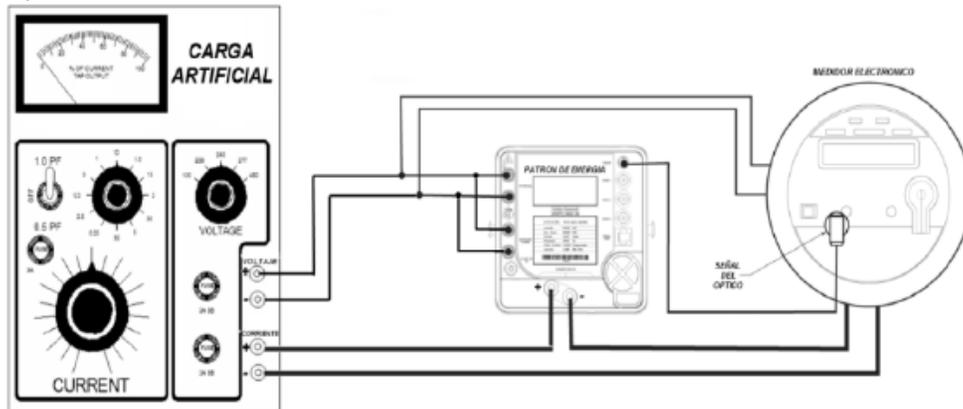
**3.5.2.1 Asignación al personal:** El personal del Transportista o Distribuidor que lleve a cabo pruebas a sistemas de medición o actividades de instalación, modificación y retiro de sistemas de medición deben tener asignados sellos físicos otorgados mediante mecanismos de control apropiados de entrega-recepción.

**3.5.2.2 Instalación:** Los sellos se instalarán exclusivamente en los elementos del sistema de medición al término de alguna prueba al sistema de medición, instalación, modificación o retiro de un sistema de medición siempre que se cuente con la orden de servicio autorizada por la Comisión, el Transportista o el Distribuidor. Invariablemente los números de sellos instalados deben asentarse en los documentos de las órdenes atendidas, así como en un control especial de sellos.

**3.5.2.3 Control y seguimiento:** Debe llevarse preferentemente a través de sistemas informáticos que en todo momento puedan proporcionar información de los sellos asignados, instalados o retirados.

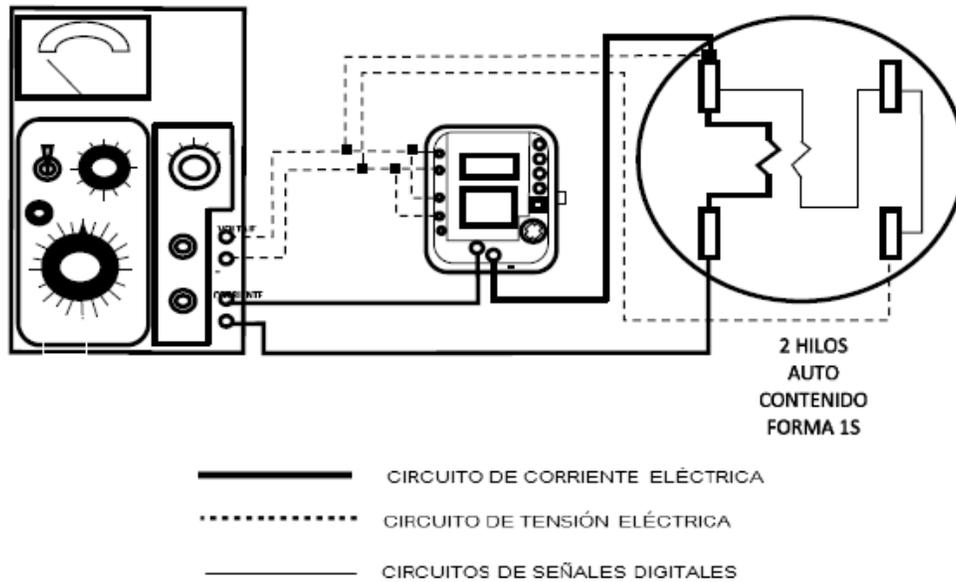
**3.5.2.4 Sellos electrónicos:** Debe constatar que el medidor multifunción cuenta con sellado electrónico consistente en un código (*password*, por sus palabras en inglés) que restrinja el acceso no autorizado al medidor multifunción.

**3.6 Diagramas de conexión.**



**Figura 5. Diagrama de calibración con carga artificial sistema para medidor autocontenido.**

Conexión en serie de las bobinas o sensores de corriente y en paralelo para las bobinas o sensores de potencial.



**Figura 6. Diagrama de calibración con carga artificial sistema 1 fases 2 hilos con medidor autocontenido.**

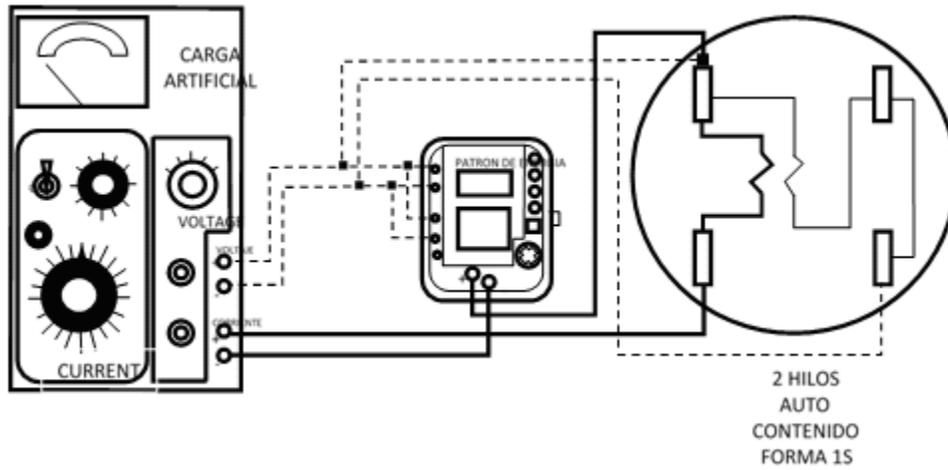


Figura 7. Diagrama de calibración con carga artificial sistema 1 fases 2 hilos con medidor autocontenido. inverso.

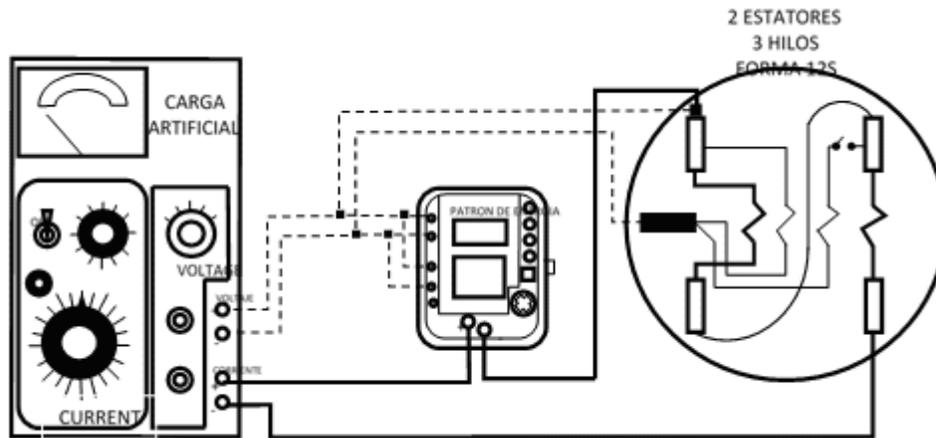


Figura 8. Diagrama de calibración con carga artificial sistema 2 fases 3 hilos con medidor autocontenido.

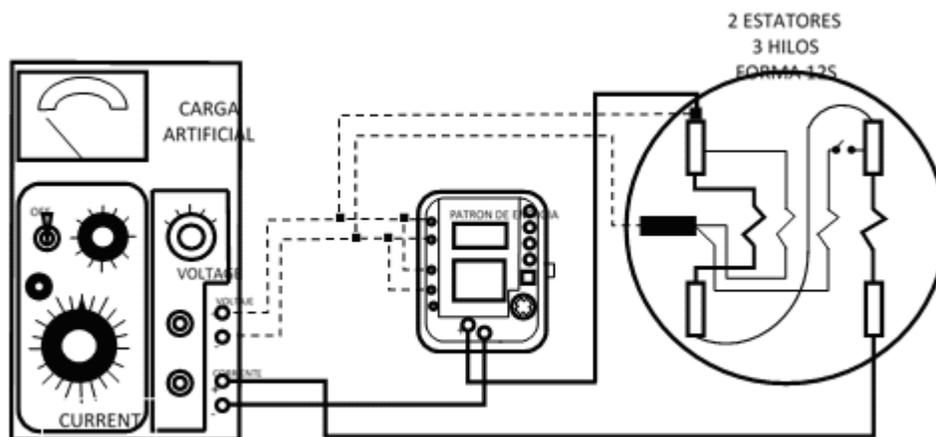


Figura 9. Diagrama de calibración con carga artificial sistema 2 fases 3 hilos con medidor autocontenido inverso.

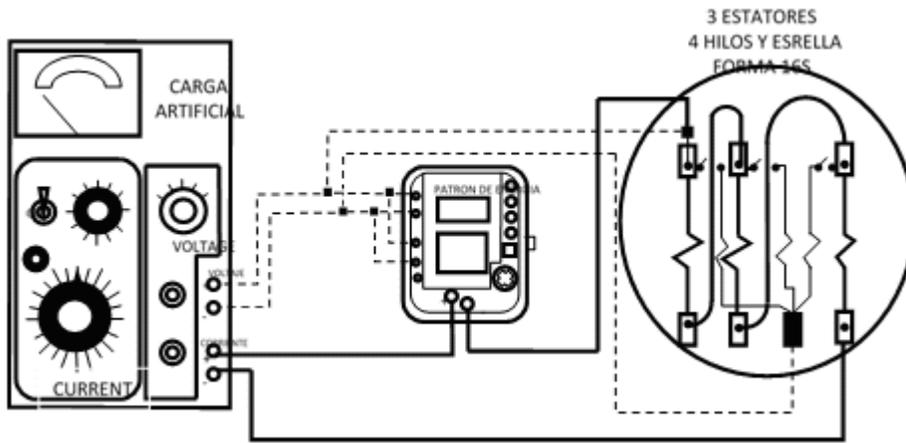


Figura 10. Diagrama de calibración con carga artificial sistema 3 fases 4 hilos con medidor autocontenido.

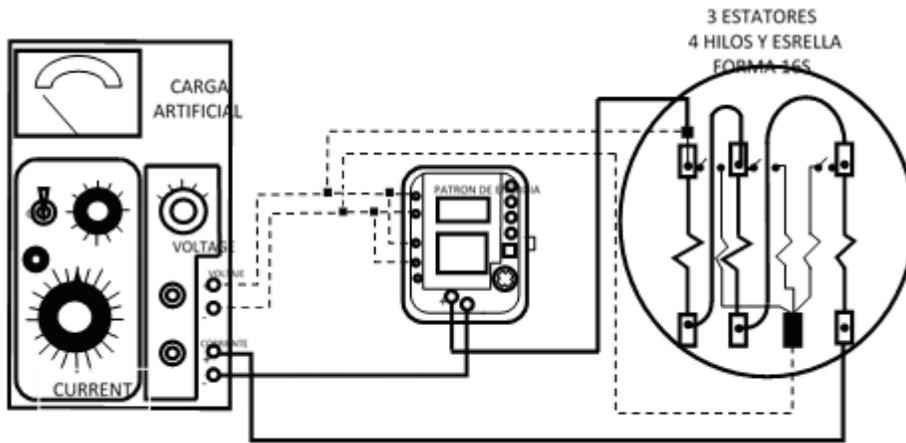


Figura 11. Diagrama de calibración con carga artificial sistema 3 fases 4 hilos con medidor autocontenido. inverso.

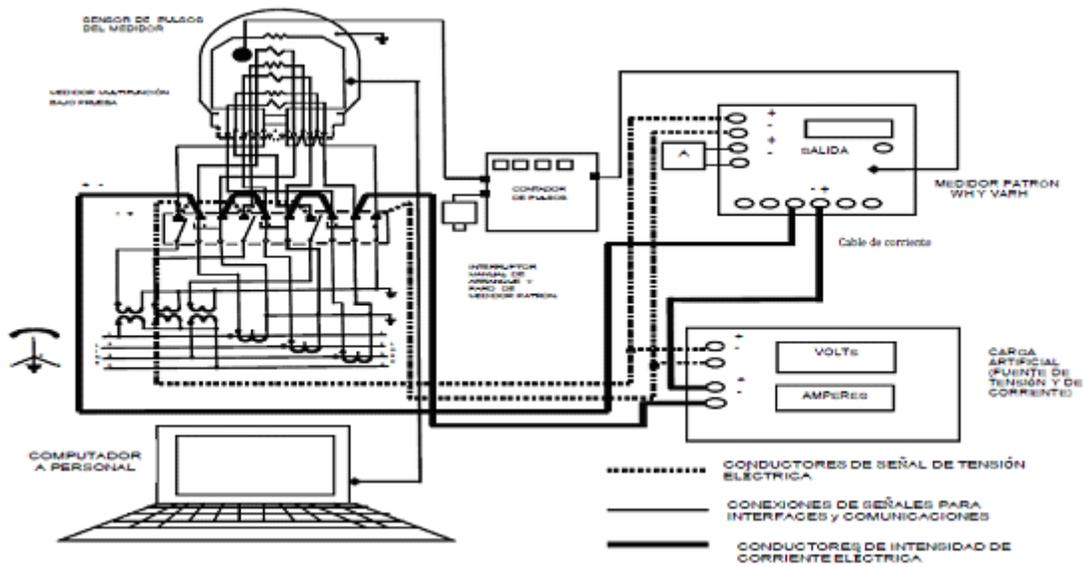


Figura 12. Diagrama de calibración con carga artificial sistema 3 fases 4 hilos (conexión estrella). Diagrama de conexión sistema estrella (utilizando contador de pulsos).

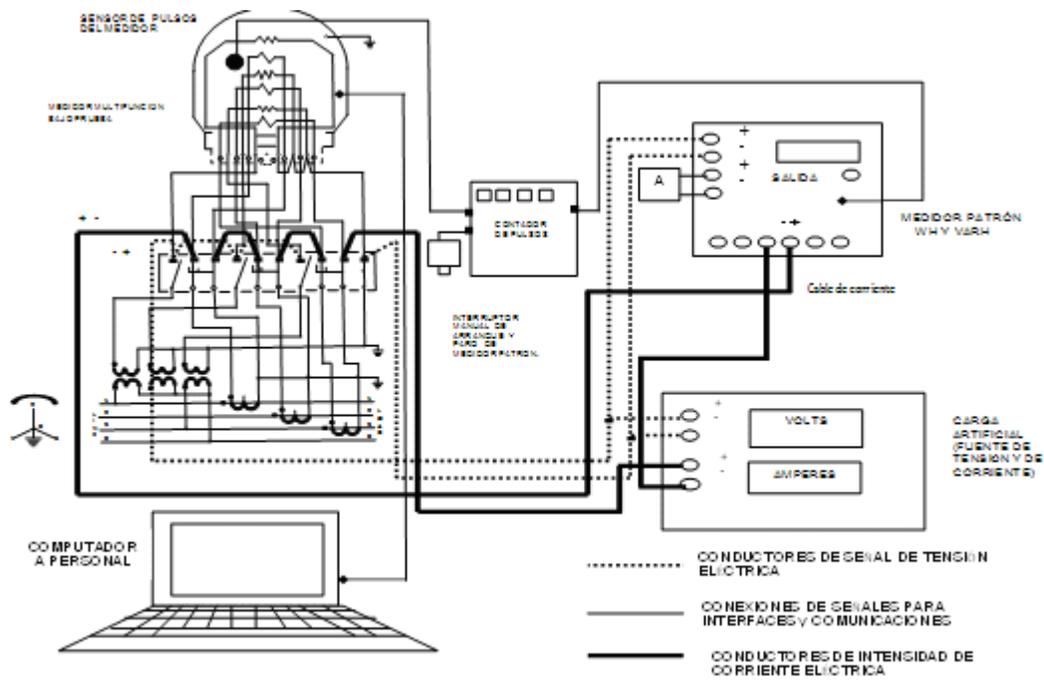


Figura 13. Diagrama de calibración con carga artificial sistema 3 fases 4 hilos (conexión estrella). Diagrama de conexión sistema estrella (utilizando contador de pulsos) inverso.

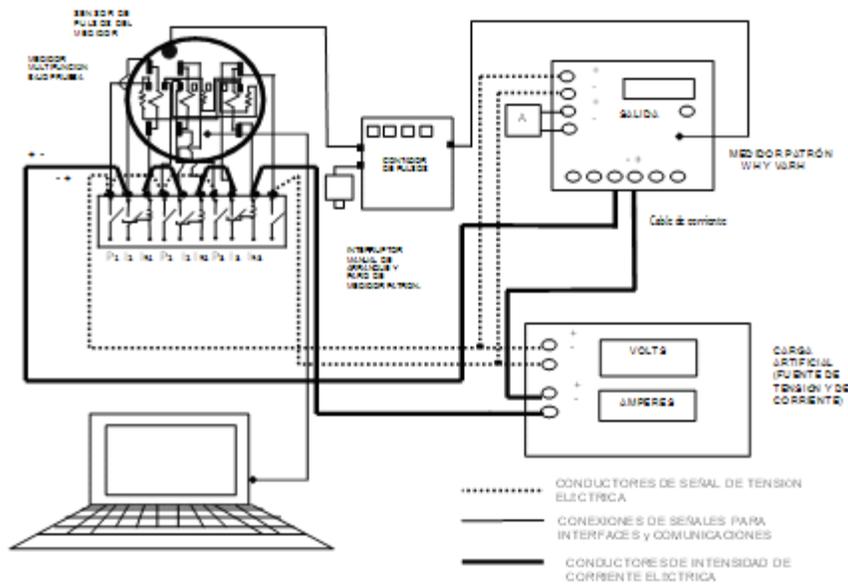


Figura 14. Diagrama de calibración con carga artificial sistema 3 fases 4 hilos (conexión estrella). Diagrama de conexión sistema estrella (medidor tipo enchufe (socket, por sus palabras en inglés)),

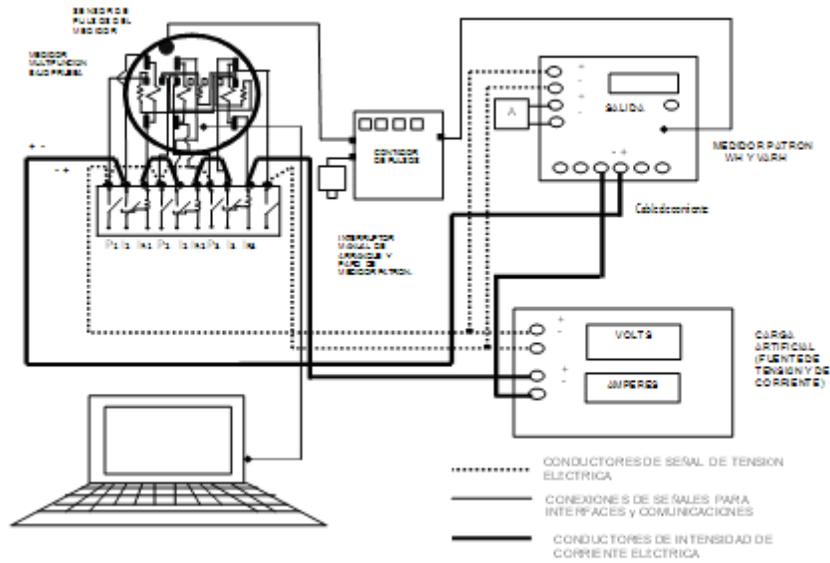


Figura 15. Diagrama de calibración con carga artificial sistema 3 fases 4 hilos (conexión estrella). Diagrama de conexión sistema estrella (medidor tipo enchufe (socket, por sus palabras en inglés), inverso).

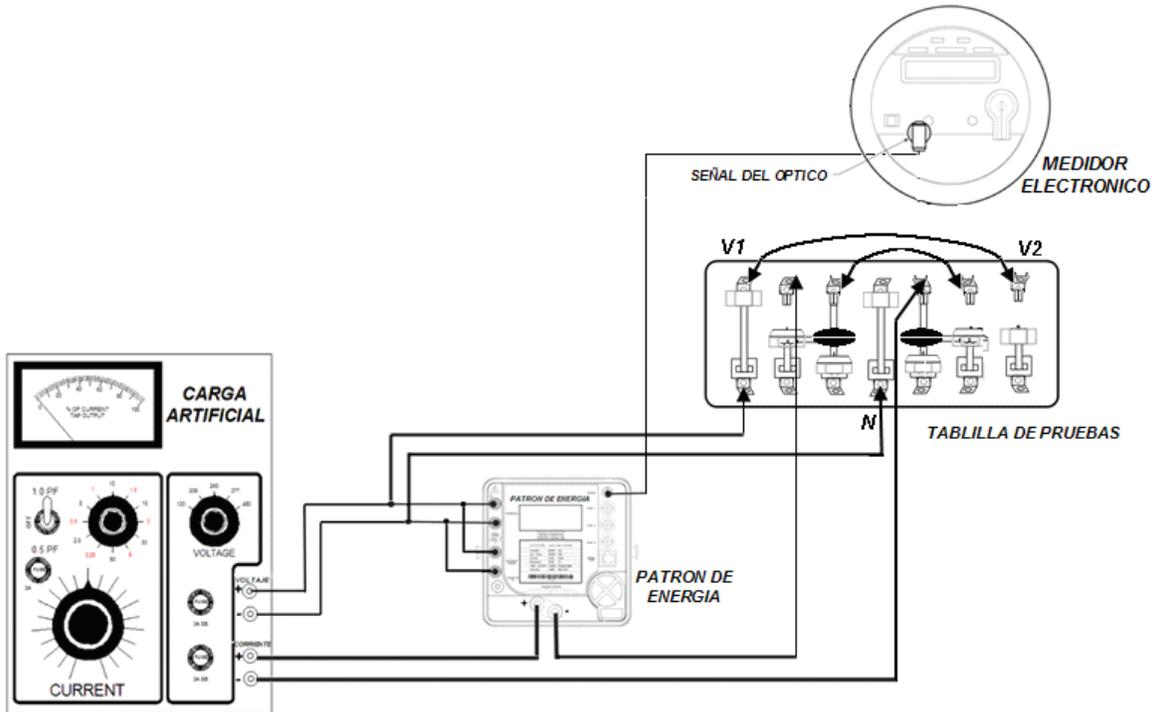


Figura 16. Diagrama de calibración con carga artificial sistema 3 fases 3 hilos (conexión delta).

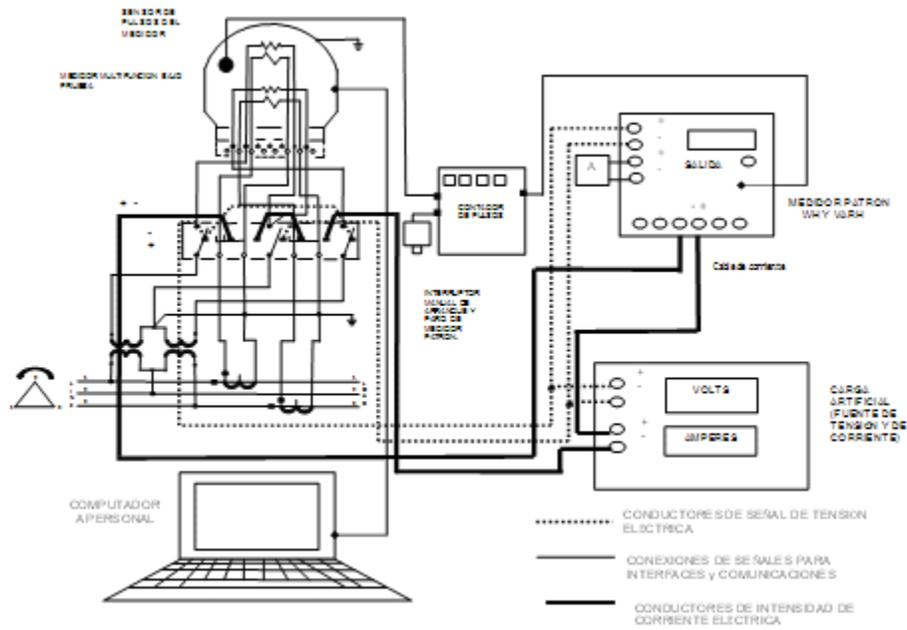


Figura 17. Diagrama de conexión sistema delta (utilizando contador de pulsos).

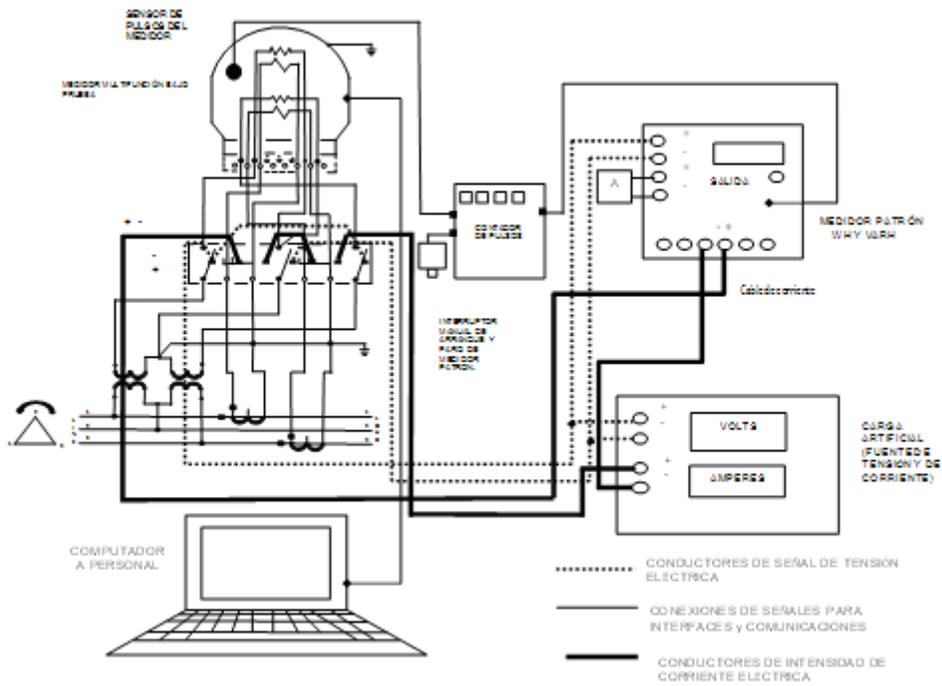


Figura 18. Diagrama de conexión sistema delta (utilizando contador de pulsos) inverso.

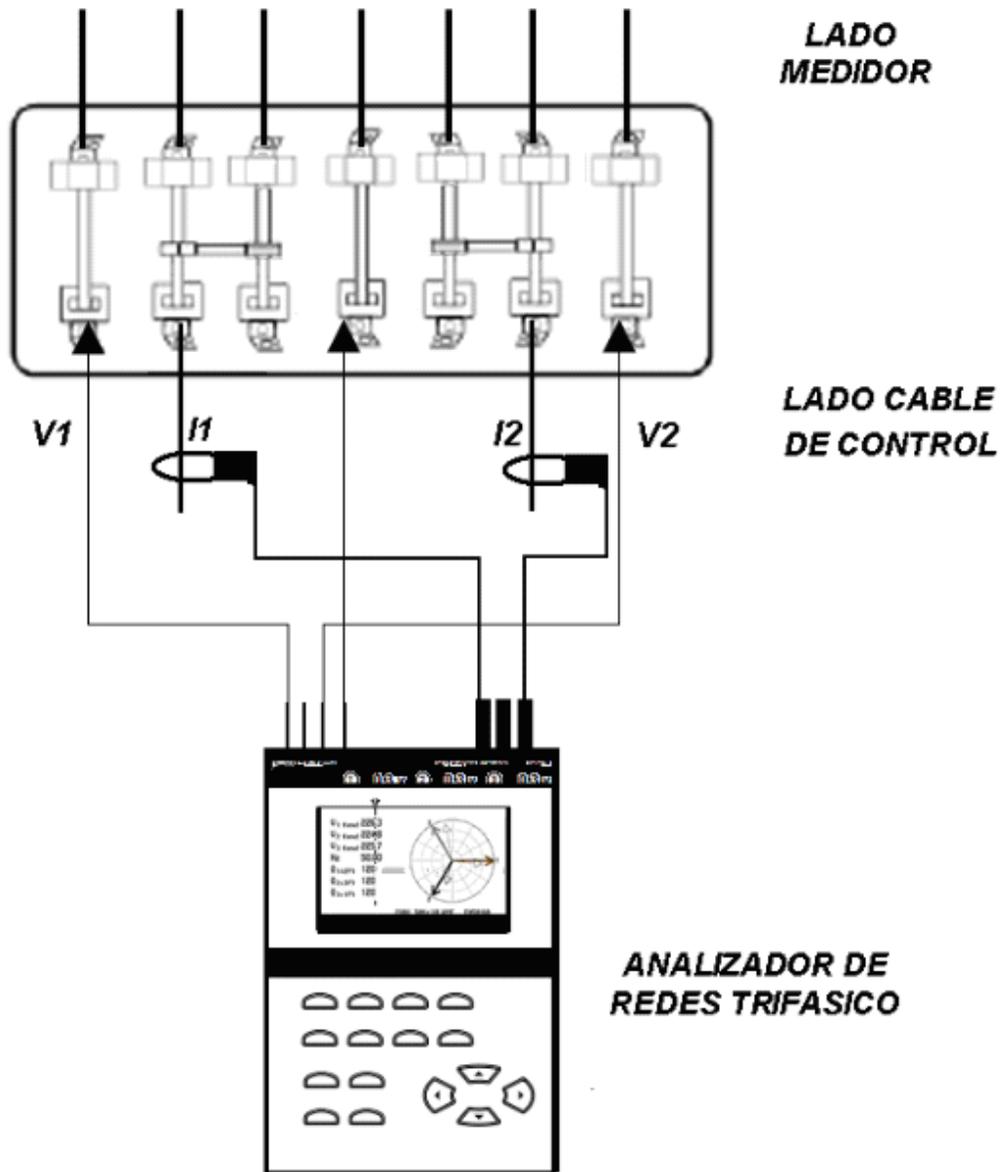


Figura 19. Diagrama de integración de energía con analizador trifásico sistema 3 fases 3 hilos (conexión delta).

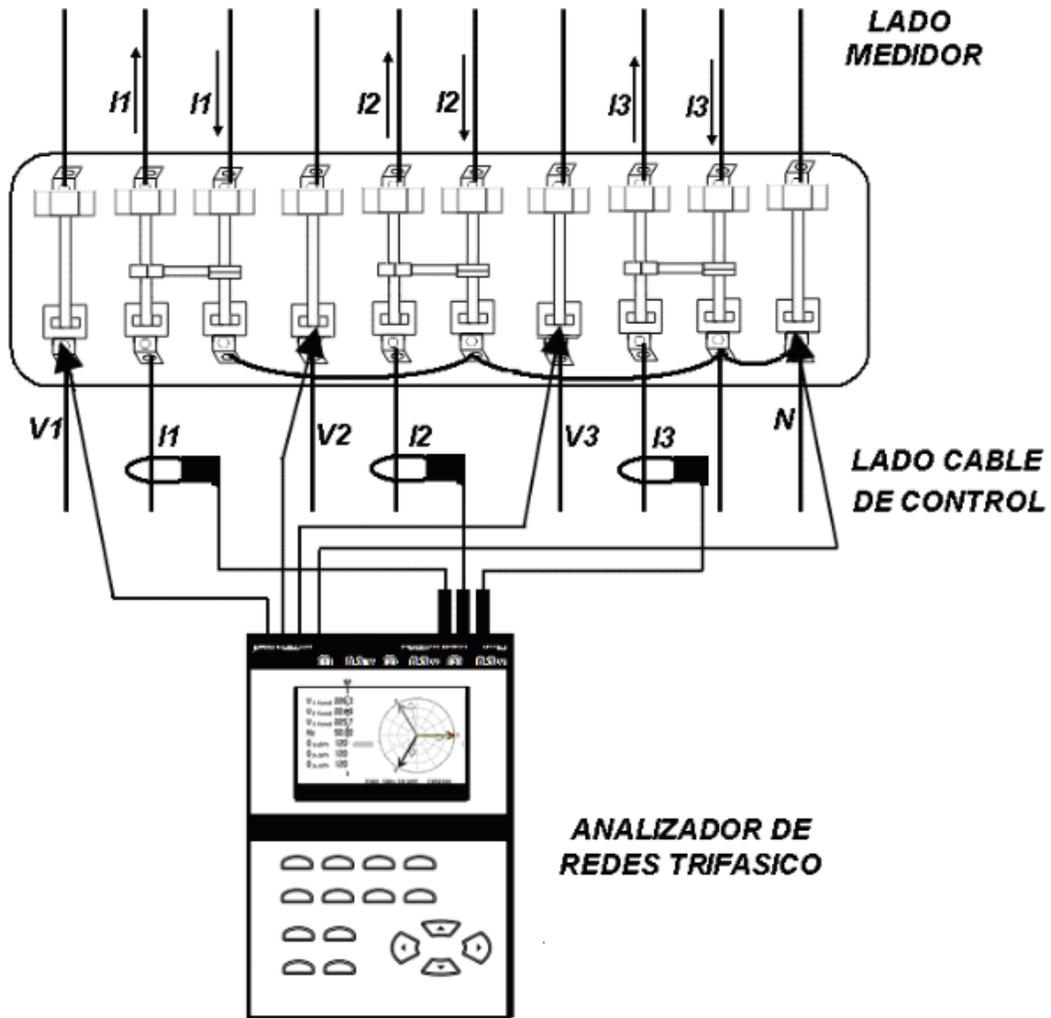


Figura 20. Diagrama de integración de energía con analizador trifásico sistema 3 fases 4 hilos (conexión estrella).

**Apéndice C**  
**(Normativo)**

**Tabla de estratificación de sistemas de medición.**

Requerimientos	Generadores		Cargas				
	Alta tensión	Media tensión	Alta tensión	Media tensión		Media y baja tensión	Baja tensión
				Demanda $\geq$ 750 kW	750 kW > Demanda $\geq$ 75 kW	75 kW > Demanda	50 kW $\geq$ Demanda
Clase de exactitud	0.2			0.5			
Variables	Energía activa ( kWh+ y kWh-)						
Periodo de integración	5 minutos						
Almacenamiento	35 días						
Puerto de comunicación	<i>Ethernet</i> , <i>IRIG B</i> y Óptico			<i>Ethernet</i> y Óptico		<i>Ethernet</i> o Radiofrecuencia o GPRS y Óptico	
Software de explotación	Que permita explorar las variables requeridas (Licencia)						
Protocolo de sincronía	<i>IRIG B</i>			<i>SNTP</i> o superior			
Seguridad (3 niveles)	Acceso total, Programación/reconfiguración y Sólo lectura						
Calidad de la energía	Parámetros de calidad de la energía de acuerdo a la norma NMX-J-610/4-3-ANCE Clase A						
Tipo de montaje	Tablero extraíble	Tablero extraíble o Socket	Tablero extraíble	Socket			
<b>Nota:</b> Incluye centros de carga dispersos como alumbrado público, cargas agregadas para efectos de Suministro Calificado y todas las cargas de Suministro Básico independiente de su Suministrador.							

Tabla de aplicaciones de funcionalidad del medidor multifunción relacionado con la estratificación.  
Parte 1

FUNCIONES		GENERACIÓN (Alta y Media Tensión)		GENERACIÓN (Media Tensión)	GENERACIÓN (Media y Baja Tensión)	
		Central Eléctrica.- tipo: B,C,D	Central Eléctrica.- tipo: A	Central Eléctrica.- esenta, generación distribuida		
		Compensación de reactivos, Control Operativo	Generación Bruta, Generación Neta, Servicios Propios, Control Operativo	Productores Independientes y Autoabastecedores, Control Operativo	Demanda menor a 750 kW, pero mayor o igual a 75 kW; Energía neta (generación-consumo)	Demanda menor a 75 kW, pero mayor a 25 kW; Energía neta (generación-consumo)
MEDICIÓN PARA FACTURACIÓN Y MONITOREO	Energía y demanda	X	X	X	X	X
	Potencia Instantánea	X	X	X		
	Corrientes y tensiones	X	X	X	X	X
	Factor de potencia	X	X	X	X	X
	Distorsión armónica (tensión)			X		
	Distorsión armónica (tensión y corriente)					
	Calidad de Energía (sin Flicker)			X		
	Calidad de Energía (con Flicker)					
PUERTOS DE COMUNICACIÓN	Puerto óptico	X	X	X	X	X
	Modem				**	**
	Numero de puertos RS 485 (posteriores)	**	X	X		**
	Numero de puertos RS 232 (posteriores)	X	X	X		**
	Puerto Ethernet TCP/IP Base T	X	X	X	**	**
	Salida de Pulsos			X	**	
	DNP 3.0 sobre RS485	X	X	X		**
	DNP 3.0 sobre TCP/IP	X	X	X		**
	IEC 61850			X		**
	MODBUS sobre RS485	**	**	X		**
MODBUS sobre TCP/IP	**	**	X		**	
RF				**	**	
	GPRS				**	**
REGISTROS Y REPORTES	Almacenamiento de perfil de carga	X	X	X	X	X
	Registros horarios de parámetros eléctricos	X	X	X	X	X
	Registro de valores promedio	X	X	X		
	Reportes de calidad de energía			X		
	Reportes de eventos de calidad de energía	X	X	X		
	Registro de Parámetros de calidad de energía	X	X	X		
	Registro de formas de onda			X		
	Tarifa Horaria				X	X
CONTROLES MANUALES	Reseteo manual de demanda	X	X	X	X	X
	Dispositivo manual para despliegado de registros en pantalla	X	X	X	X	X
SINCRONIA DE TIEMPO	Via IRIG B	X	X	X	**	**
	Via DNP	X	X		**	**
	Via MODBUS		**		**	**
	Via SNTP				**	**
	GPS				**	**
MONTAJE	Tipo Tablero Fijo	X	X	X	**	**
	Tipo Tablero Extraíble	**				
	Tipo Socket				X	**
ALIMENTACION	CD	X	X	X		
	CA		**			
	Autoalimentado				X	X
MODO MEDICION	A Dos Elementos		**			
	A Tres Elementos	X	X	X	X	X
OTRAS FUNCIONES	Compensación de Transformadores de Instrumento		**	**	**	**
	Compensación por pérdidas por transformación		X			
	Compensación por pérdidas en línea de transmisión ó distribución		X			
	Software para extracción, procesamiento y análisis de Calidad de Energía.	X	X	X	X	X
EXACTITUD	0.2	X	X	X	X	**
	0.5					X

NOTA: Solo si se establece características particulares \*\*

**Tabla de aplicaciones de funcionalidad del medidor multifunción relacionado con la estratificación.  
Parte 2**

FUNCIONES		Generación, Transmisión y Distribución				CARGA (Alta y Media Tensión)	CARGA (Media Tensión)	CARGA (Baja Tensión)
		Calidad de Energía (Uso en nodos de calidad de energía de "Entrega - Recepción", Control Operativo)	Calidad de Energía (Uso en nodos de calidad de energía de "Muestreo", Control Operativo)	Parámetros Básicos (Uso en Líneas de Transmisión), Control Operativo	Parámetros Básicos (Uso en Circuitos de Distribución), Control Operativo	Centro de carga con demanda mayor o igual a 750 kW	Centro de carga con demanda menor a 750 kW, pero mayor o igual a 75 kW	Centro de carga con demanda menor a 75 kW, pero mayor a 25 kW
MEDICIÓN PARA FACTURACIÓN Y MONITOREO	Energía y demanda	X	X	X	X	X	X	X
	Potencia Instantánea	X	X	X	X	X	X	X
	Corrientes y tensiones	X	X	X	X	X	X	X
	Factor de potencia	X	X	X	X	X	X	X
	Dilatación armónica (tensión)	X	X					
	Dilatación armónica (tensión y corriente)		X		X	X		
	Calidad de Energía (sin Flicker)	X	X			X		
	Calidad de Energía (con Flicker)	**				X		
PUERTOS DE COMUNICACIÓN	Puerto óptico	X	X	X	X	X	X	X
	Modem					**	**	**
	Numero de puertos RS 485 (postarlonos)	**		**		X		**
	Numero de puertos RS 232 (postarlonos)	X	X	X	X	X		**
	Puerto Ethernet TCP/IP Base T	X	X	X	X	X	**	**
	Salida de Pulso					**	**	
	DNP 3.0 sobre RS485	X		X	X	X		**
	DNP 3.0 sobre TCP/IP	X		X	X	X		**
	IEC 61850			**				**
	MODBUS sobre RS485	**						**
	MODBUS sobre TCP/IP	**						**
	RF						**	**
GPRS						**	**	
REGISTROS Y REPORTES	Almacenamiento de perfil de carga	X	X	X	X	X	X	X
	Registros horarios de parámetros eléctricos	X	X	X	X	X	X	X
	Registro de valores promedio	X	X	X	X	X		
	Reportes de calidad de energía	X	X			X		
	Reportes de eventos de calidad de energía	X	X			X		
	Registro de Parámetros de calidad de energía	X	X			X		
CONTROLES MANUALES	Reseteo manual de demanda	X	X	X	X	X	X	X
	Dispositivo manual para despliegado de registros en pantalla	X	X	X	X	X	X	X
	Via IRIG B	X		**	X		**	**
SINCRONA DE TIEMPO	Via DNP	X			X		**	**
	Via MODBUS						**	**
	Via SNTP	X		**	**	**	**	**
	GPS						**	**
MONTAJE	Tipo Tablero Fijo	X		X	X	**	**	**
	Tipo Tablero Extraíble	**		**		**		**
	Tipo Socket		X			**	X	**
ALIMENTACION	CD	X	**	X	X			
	CA		**		X	X		
MODO MEDICION	Autoalimentado		X				X	X
	A Dos Elementos						X	X
OTRAS FUNCIONES	Compensación de Transformadores de Instrumento	**	**	**	**	**	**	**
	Compensación por pérdidas por transformación	X				X		
	Compensación por pérdidas en línea de transmisión ó distribución	X		X	X	X		
	Software para extracción, procesamiento y análisis de Calidad de Energía.	X	X	X	X	X	X	X
EXACTITUD	0.2	X	X	X	X	X	X	**
	0.5							X

NOTA: Solo si se establecen características particulares: \*\*

**Tabla de aplicaciones de funcionalidad del medidor multifunción relacionado con la estratificación.  
Parte 3**

Demanda	Tensión en el punto de medición	Fase	Medidor (Fases-Elementos-Hilos-Forma)	Tensión del Medidor	Medidor (Fases-Elementos-Hilos-Forma)	Corriente Nominal
Hasta 5 kW	120 V ó 127 V	1	1F - 1E - 2H - 1S	120 V	1F - 1E - 2H - 1S	15 A
> 5 hasta 10 kW	127 - 220 V	2	2F - 2E - 3H - 12S	120 V	2F - 2E - 3H - 12S	15 A
	120 - 240 V					
> 10 hasta 25 kW	127 - 220 V	3	3F - 3E - 4H - 16S	120 V	3F - 3E - 4H - 16S	15 A
> 25 hasta 50 kW		3	3F - 3E - 4H - 16S	120 - 480 V	3F - 3E - 4H - 16S	30 A
> 10 hasta 100 kW	257 - 480 V	3	3F - 3E - 4H - 16S	120 - 480 V	3F - 3E - 4H - 16S	30 A
> 50 kW	> 1 kV <sup>(1)</sup>	3	3F - 3E - 4H - 9S	120 - 480 V	3F - 3E - 4H - 9S	2.5 A

Nota:

(1) También aplica para sistemas de medición instalados en menos de 1 kV cuando la carga no es mayor a 250 kW y tensión 127 V - 220 V o hasta 500 kW cuando la tensión nominal es 247 V - 480 V.

**Apéndice D**  
**(Normativo)**

**Parámetros para el protocolo DNP 3.0**

Las variables solicitadas en el presente Apéndice deben estar en concordancia con la aplicación o funcionalidad del medidor multifunción seleccionado de conformidad con la Tabla de estratificación de sistemas de medición, contenida en el Apéndice C de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia, o con las Características particulares.

Objeto 30, Variación 1 y 2. Clase 2 y Clase 0.

**Tabla 1 (1 de 6). Parámetros para el protocolo DNP 3.0. Instantáneos.**

Punto.	Parámetro.	Comentarios.
0	$V_{a\eta}$	
1	$V_{b\eta}$	
2	$V_{c\eta}$	
3	$V_{I\text{prom}}$	
4	$V_{\text{desbalance}}$	Valor en %.
5	$I_a$	
6	$I_b$	
7	$I_c$	
8	$I_{\text{prom}}$	
9	$I_{\text{desbalance}}$	Valor en %.
10	$kW_3 \text{ fases}$	Con signo.
11	$kvar_3 \text{ fases}$	Con signo.
12	$kW_a$	Con signo.
13	$kW_b$	Con signo.
14	$kW_c$	Con signo.
15	$kvar_a$	Con signo.
16	$kvar_b$	Con signo.
17	$kvar_c$	Con signo.
18	Factor de potencia.	Con signo.
19	Frecuencia.	
20	THD ( $V_a$ ).	Valor en %.
21	THD ( $V_b$ ).	Valor en %.
22	THD ( $V_c$ ).	Valor en %.
23	THD ( $I_a$ ).	Valor en %.
24	THD ( $I_b$ ).	Valor en %.
25	THD ( $I_c$ ).	Valor en %.

**Tabla 1 (2 de 6). Parámetros para el protocolo DNP 3.0. Valores promedios (demanda).**

Punto.	Parámetro.	Tiempo.
26	$V_{I\text{prom}}$	10 min.
27	$V_{\text{desbalance}}$	10 min.
28	$I_{\text{prom}}$	10 min.
29	$I_{\text{desbalance}}$	10 min.
30	$kW_3 \text{ fases}$	10 min.
31	$kvar_3 \text{ fases}$	10 min.
32	Factor de potencia.	10 min.
33	Frecuencia.	10 s.

**Tabla 1 (3 de 6). Parámetros para el protocolo DNP 3.0. Valores máximos.**

Punto.	Parámetro.	Tiempo.
34	$V_{I\text{prom}}$	10 min.
35	$V_{\text{desbalance}}$	10 min.
36	$I_{\text{prom}}$	10 min.
37	$I_{\text{desbalance}}$	10 min.
38	$kW_3 \text{ fases}$	10 min.
39	$kvar_3 \text{ fases}$	10 min.
40	Factor de potencia.	10 min.
41	Frecuencia.	10 min.

**Tabla 1 (4 de 6). Parámetros para el protocolo DNP 3.0. Valores mínimos.**

Punto.	Parámetro.	Tiempo.
42	$V_{I\text{prom}}$	10 min.
43	$V_{\text{desbalance}}$	10 min.
44	$I_{\text{prom}}$	10 min.
45	$I_{\text{desbalance}}$	10 min.
46	$kW_3 \text{ fases}$	10 min.
47	$kvar_3 \text{ fases}$	10 min.
48	Factor de potencia.	10 min.
49	Frecuencia.	10 min.

**Tabla 1 (5 de 6). Parámetros para el protocolo DNP 3.0. Armónicas, valores promedio.**

Punto.	Parámetro.	Tiempo.
50	THD $V_a$ .	10 min.
51	THD $V_b$ .	10 min.
52	THD $V_c$ .	10 min.
53	THD $I_a$ .	10 min.
54	THD $I_b$ .	10 min.
55	THD $I_c$ .	10 min.

**Tabla 1 (6 de 6). Parámetros para el protocolo DNP 3.0. Valores máximos.**

Punto.	Parámetro.	Tiempo.
56	THD $V_a$ .	10 min.
57	THD $V_b$ .	10 min.
58	THD $V_c$ .	10 min.
59	THD $I_a$ .	10 min.
60	THD $I_b$ .	10 min.
61	THD $I_c$ .	10 min.

**Parámetros para el protocolo DNP3**

Objeto 20, variación 1 y 2.

Clase 0 y Clase 3.

**Tabla 2. Parámetros para el protocolo DNP 3.0. Contadores.**

Punto.	Parámetro.	Comentario.
0	Wh entregado de la hora anterior (consumo de la hora anterior).	
1	Wh recibido de la hora anterior (consumo de la hora anterior).	
2	varh $Q_1$ de la hora anterior (consumo de la hora anterior).	
3	varh $Q_2$ de la hora anterior (consumo de la hora anterior).	
4	varh $Q_3$ de la hora anterior (consumo de la hora anterior).	
5	varh $Q_4$ de la hora anterior (consumo de la hora anterior).	
6	varh de la hora anterior (consumo de la hora anterior).	
7	kWh entregado (acumulado).	
8	kWh recibido (acumulado).	
9	kvar HQ <sub>1</sub> (acumulado).	
10	kvar HQ <sub>2</sub> (acumulado).	
11	kvar HQ <sub>3</sub> (acumulado).	
12	kvar HQ <sub>4</sub> (acumulado).	
13	Sag (contador de eventos acumulados) cualquiera de las 3 fases ( $V_a$ , $V_b$ y $V_c$ ).	Límite de contador, es la capacidad del registro.
14	Swell (contador de eventos acumulados) cualquiera de las 3 fases ( $V_a$ , $V_b$ y $V_c$ ).	Límite de contador, es la capacidad del registro.
15	Interrupciones (contador de eventos acumulados), trifásica.	Límite de contador, es la capacidad del registro.
16	Frecuencia fuera de límite (contador de eventos acumulados fuera de rango $\pm$ ).	Límite de contador, es la capacidad del registro.
17	THD (V) fuera de límite (contador de eventos acumulados).	Límite de contador, es la capacidad del registro.
18	THD (I) fuera de límite (contador de eventos acumulados).	Límite de contador, es la capacidad del registro.

**Parámetros del protocolo DNP 3.0.**

Objeto 1, variación 1 y 2.

Clase 1.

**Tabla 3. Parámetros para el protocolo DNP 3.0. Registro de eventos (se requiere estampado de tiempo).**

Punto.	Parámetro.	Comentarios.
0	$V_{  prom}$ .	Valor analógico activado por superar los umbrales predefinidos (alto).
1	$V_{  prom}$ .	Valor analógico activado por superar los umbrales predefinidos (bajo).
2	$V_{desbalance}$ .	Valor analógico activado por superar los umbrales predefinidos (alto).
3	$I_{prom}$ .	Valor analógico activado por superar los umbrales predefinidos (alto).
4	$I_{desbalance}$ .	Valor analógico activado por superar los umbrales predefinidos (alto).
5	$kW_3$ fases.	Valor analógico activado por superar los umbrales predefinidos (alto).
6	$kvar_3$ fases.	Valor analógico activado por superar los umbrales predefinidos (alto).
7	$kVA_3$ fases.	Valor analógico activado por superar los umbrales predefinidos (alto).
8	Frecuencia.	Valor analógico activado por superar los umbrales predefinidos (alto).
9	Frecuencia.	Valor analógico activado por superar los umbrales predefinidos (bajo).
10	THD V.	Valor analógico activado por superar los umbrales predefinidos (alto).
11	THD I.	Valor analógico activado por superar los umbrales predefinidos (alto).

12	Decremento repentino de tensión.	Valor analógico activado por superar los umbrales predefinidos (bajo).
13	Incremento repentino de tensión.	Valor analógico activado por superar los umbrales predefinidos (alto).
14	Falla interna medidor.	
15	Cambio configuración.	
16	Activación de entradas digitales.	
17	Modificación de programación.	
18	Cambio a modo prueba y modo normal.	
19	Cambio de horario.	
20	Batería baja.	

Tabla 4. Tipo de medidor básico para análisis estadístico de la calidad del producto.

Tipo - Parámetro.	Parámetro.	Instantáneo.	Demanda promedio (periodo tiempo).	Valor mínimo/máximo (periodo).	DNP 3.0
Tensión.	$V_{an}$	S			S
	$V_{bn}$	S			S
	$V_{cn}$	S			S
	$V_{Iprom}$	S	s (10 min).	s (10 min).	S
	$V_{desbalance}$	S	s (10 min).	s (10 min).	S
Corriente.	$I_a$	S			S
	$I_b$	S			S
	$I_c$	S			S
	$I_{prom}$	S	s (10 min).	s (10 min).	S
	$I_{desbalance}$	S	s (10 min).	s (10 min).	S
Potencia (con signo).	$kW_3 \text{ fases}$	S	s (10 min).	s (10 min).	S
	$kvar_3 \text{ fases}$	S	s (10 min).	s (10 min).	S
	$kW_a$	S			S
	$kW_b$	S			S
	$kW_c$	S			S
	$kvar_a$	S			S
	$kvar_b$	S			S
	$kvar_c$	S			S
$f.p.$ (con signo).	Factor de potencia.	S	s (10 min).	s (10 min).	S
Frecuencia.	Frecuencia.	S	s (10 s).	s (10 min)..	S
Tipo - Parámetro.	Parámetro.	Instantáneo.	Demanda promedio (periodo tiempo).	Valor mínimo/máximo (periodo).	DNP 3.0
Armónicas.	THD ( $V_a$ )	S	s (10 min).	s (10 min).	S
	THD ( $V_b$ )	S	s (10 min).	s (10 min).	S
	THD ( $V_c$ )	S	s (10 min).	s (10 min).	S
	THD ( $I_a$ )	S	s (10 min).		S
	THD ( $I_b$ )	S	s (10 min).		S
	THD ( $I_c$ )	S	s (10 min).		S

Energía.				
Tipo-Parámetro.	Parámetro.	Instantáneo.	Memoria Masiva.	DNP3.0
Energía (consumo).	kW h-entregada.	S	s (5 min).	S
	kW h-recvda.	S	s (5 min).	S
	kvar H-Q1.	S	s (5 min).	S
	kvar H-Q2.	S	s (5 min).	S
	kvar H-Q3.	S	s (5 min).	S
	kvar H-Q4.	S	s (5 min).	S
Energía (acumulado).	kW h-entregada.	S		S
	kW h-recvda.	S		S
	kvar H-Q1.	S		S
	kvar H-Q2.	S		S
	kvar H-Q3.	S		S
	kvar H-Q4.	S		S

Tabla 5. Parámetros para el protocolo DNP 3.0. Registro de eventos (se requiere estampado de tiempo).

Parámetro.	Por ajustes de umbrales (alto y bajo).	Protocolo abierto.
$V_{Iprom}$	S	S
$V_{desbalance}$	S	S
$I_{prom}$	S	S
$kW_3 \text{ fases}$	S	S
$kvar_3 \text{ fases}$	S	S
$kVA_3 \text{ fases}$	S	S
Frecuencia.	S	S
THD V.	S	S
THD I.	S	S
Falla interna medidor.	-	S
Cambio configuración.	-	S
Activación de entradas digitales.	S	S
Modificación de programación.	-	S
Cambio a modo prueba y modo normal.	-	S