

SEGUNDA SECCION
PODER EJECUTIVO
COMISION REGULADORA DE ENERGIA

ACUERDO por el que la Comisión Reguladora de Energía ordena la publicación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-001-CRE/SCFI-2017, Sistemas de medición de energía eléctrica-Medidores y transformadores de instrumento-Especificaciones metrológicas, métodos de prueba y procedimiento para la evaluación de la conformidad.

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

ACUERDO Núm. A/063/2017

ACUERDO POR EL QUE LA COMISIÓN REGULADORA DE ENERGÍA ORDENA LA PUBLICACIÓN EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN DEL PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-001-CRE/SCFI-2017, SISTEMAS DE MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA-MEDIDORES Y TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO-ESPECIFICACIONES METROLÓGICAS, MÉTODOS DE PRUEBA Y PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

La Comisión Reguladora de Energía y la Secretaría de Economía, por conducto del Órgano de Gobierno y de la Dirección General de Normas, respectivamente, con fundamento en los artículos 14, 16 y 28, párrafo octavo, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 2, fracción III, 34, fracciones II, XIII y XXXIII, y 43 Ter de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 2, fracción II, 3, 4, párrafo primero, 5, 17, párrafo primero, 22, fracciones I, II, III, XXIV, XXVI, inciso a), y XXVII, 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 VII y X, y 69-H de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 10, 38, fracciones II, V, VI, VII y IX, 40, fracción IV, 41, 43, 47, fracción I y penúltimo párrafo, 52, 62, 68, 70 y 74 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 15, 28, 30, 31, 33 y 80 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1, 17 y 37 del Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica; 1, 2, 4, 7, fracción I, 12, 16 y 18, fracción I del Reglamento Interno de la Comisión Reguladora de Energía, y; 22, fracciones I, IV, IX, X y XXV del Reglamento Interior de la Secretaría de Economía, y

CONSIDERANDO

PRIMERO. Que con motivo del Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en Materia de Energía, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 20 de diciembre de 2013, el Congreso de la Unión expidió la Ley de la Industria Eléctrica (LIE) y la Ley de los Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética (LORCME), ambas publicadas el 11 de agosto de 2014 en el mismo medio de difusión, abrogando la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y la Ley de la Comisión Reguladora de Energía.

SEGUNDO. 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 (LOAPF), y 2, fracción II y 3 de la LORCME, la Comisión Reguladora de Energía (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.

TERCERO. Que de acuerdo al artículo 41, fracción III de la LORCME, 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.

CUARTO. Que de conformidad con lo dispuesto por el artículo 42 de la LORCME, la Comisión es un Órgano que tiene entre sus finalidades, la de fomentar el desarrollo eficiente de la industria, promover la competencia en el sector, proteger los intereses de los usuarios, así como propiciar una adecuada cobertura nacional y atender a la confiabilidad, estabilidad y seguridad en el suministro y la prestación de los servicios.

QUINTO. Que de conformidad con el artículo 22, fracciones II, X y XVI de la LORCME, corresponde a la Comisión: **i)** emitir los actos administrativos vinculados con las materias reguladas; **ii)** supervisar y verificar las normas oficiales mexicanas aplicables a quienes realicen actividades reguladas en el ámbito de su competencia, y **iii)** participar con las dependencias competentes en la formulación de normas oficiales mexicanas relativas o relacionadas con las actividades reguladas.

SEXTO. Que de conformidad con el artículo 33 de la LIE, las interconexiones y conexiones que los Transportistas y los Distribuidores deberán realizar, se encuentran sujetas tanto al cumplimiento de las obras específicas determinadas por el Centro Nacional de Control de Energía, como al cumplimiento de las normas oficiales mexicanas y los demás estándares y especificaciones que le sean aplicables a dichas instalaciones.

SÉPTIMO. Que conforme al artículo 40 de la LIE, corresponde al Usuario Final realizar a su costa y bajo su responsabilidad, las obras e instalaciones destinadas al uso de la energía eléctrica, mismas que deberán satisfacer los requisitos técnicos y de seguridad que fijen las normas oficiales mexicanas, debiendo utilizar para tales fines productos, dispositivos, equipos, maquinaria, instrumentos o sistemas sujetos al cumplimiento de las normas oficiales mexicanas.

OCTAVO. Que el artículo 113 del Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica señala que los Transportistas y Distribuidores deberán usar e instalar únicamente instrumentos de medición que hayan obtenido una aprobación de modelo prototipo conforme a lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) y la norma oficial mexicana que corresponda.

NOVENO. Que el 8 de septiembre de 2015, la Secretaría de Energía publicó en el DOF las Bases del Mercado Eléctrico, que establecen los principios de diseño y operación del Mercado Eléctrico Mayorista.

DÉCIMO. Que la Base 8 de las Bases del Mercado Eléctrico señala que el modelo de la red física es procesado mediante mediciones de voltaje, flujos de potencia, entre otros, para calcular su estado eléctrico (voltajes complejos y distribución de flujos de potencia por la red), el cual es insumo del resto de aplicaciones en líneas de flujos de potencia, análisis de contingencias y estabilidad de la red. Lo anterior, con el fin de que se utilicen para mantener la seguridad y confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) en la operación y control de tiempo real.

UNDÉCIMO. Que el 8 de abril de 2016, la Comisión expidió las Disposiciones Administrativas de carácter general que contienen los criterios de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad del Sistema Eléctrico Nacional: Código de Red (Código Red), el cual establece los requerimientos técnicos mínimos que los Integrantes de la Industria Eléctrica están obligados a cumplir con relación a las actividades de planeación y operación del SEN, así como las reglas para la medición, el control, el acceso y uso de la infraestructura eléctrica.

DUODÉCIMO. Que el Código de Red es de cumplimiento obligatorio para los integrantes de la industria eléctrica, y que incluye criterios de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad, los cuales tienen como objetivo permitir e incentivar que el SEN se desarrolle, mantenga, opere, amplíe y modernice de manera coordinada con base en requerimientos técnicos-operativos, y de la manera más eficiente y económica, bajo los principios de acceso abierto y trato no indebidamente discriminatorio.

DECIMOTERCERO. Que el Manual regulatorio de requerimientos técnicos para la conexión de centros de carga y el Manual regulatorio de requerimientos técnicos para la interconexión de centrales eléctricas al sistema eléctrico nacional (ambos parte del Código de Red), establecen requerimientos técnicos de tensión, frecuencia, factor de potencia y calidad de la energía, tales como los requisitos de distorsión armónica total y requerimientos de control de tensión y potencia activa entre otros.

DECIMOCUARTO. Que en su capítulo 5, el Código de Red señala que la ubicación del punto de medición entre dos o más participantes deberá permitir el cálculo del balance de energía para las centrales eléctricas, la Red Nacional de Transmisión, las Redes Generales de Distribución y los Centros de Carga pertenecientes a un participante del mercado eléctrico mayorista, lo cual requiere de instrumentos de medición tales como medidores y transformadores de instrumento (transformadores de potencial y transformadores de corriente) que permitan la correcta y adecuada medición de las magnitudes eléctricas y su asociación a productos del mercado eléctrico mayorista.

DECIMOQUINTO. Que en atención a lo dispuesto por los artículos 34, fracción XIII, de la LOAPF, y 15, 17, 39, fracción V, y 40, fracción IV, de la LFMN, corresponde a la Secretaría de Economía establecer y vigilar las normas de pesas y medidas necesarias para la actividad comercial; así como expedir normas oficiales mexicanas cuya finalidad sea 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.

DECIMOSEXTO. Que de conformidad con lo dispuesto por el artículo 38, fracciones II y V, de la LFMN, corresponde a las dependencias expedir normas oficiales mexicanas en las materias relacionadas con sus atribuciones, según su competencia, y verificar que los procesos, instalaciones o actividades cumplan con dichas normas.

DECIMOSÉPTIMO. Que el artículo 44 de la LFMN establece que, para la elaboración de normas oficiales mexicanas, las dependencias cuyo ámbito de competencia sea concurrente deberán coordinarse para elaborar de manera conjunta una sola norma oficial mexicana por sector o materia; asimismo, el artículo 31 del Reglamento de la LFMN indica cómo se coordinarán las dependencias para la elaboración, expedición y publicación conjunta de esas normas oficiales mexicanas.

DECIMOCTAVO. Que, de conformidad con el artículo 73 de la LFMN, las dependencias competentes establecerán, tratándose de normas oficiales mexicanas, los procedimientos para la evaluación de la conformidad, cuando para fines oficiales requieran comprobar el cumplimiento con las mismas; asimismo, dichos procedimientos se publicarán para consulta pública en el DOF antes de su publicación definitiva, salvo que los mismos estén contenidos en la norma oficial mexicana correspondiente.

DECIMONOVENO. Que el 13 de marzo de 2017, la Comisión publicó en el DOF 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 (NOM-EM-007-CRE-2017), con una vigencia de seis meses contados a partir del 14 de marzo de 2017, fecha de su entrada en vigor.

VIGÉSIMO. Que la vigencia de seis meses de la NOM-EM-007-CRE-2017 inició al día siguiente de su publicación en el DOF y concluyó el 14 de septiembre de 2017.

VIGÉSIMO PRIMERO. Que el 26 de septiembre de 2017 se publicó en el DOF el Acuerdo por el que la Comisión emite el aviso de prórroga y expide por segunda vez consecutiva la NOM-EM-007-CRE-2017, con una vigencia de seis meses contados a partir del 14 de septiembre de 2017.

VIGÉSIMO SEGUNDO. Que el Artículo 1 del Acuerdo por el que se definen los efectos de los Dictámenes que emite la Comisión Federal de Mejora Regulatoria respecto de las normas oficiales mexicanas y su respectiva Manifestación de Impacto Regulatorio, establece que no será necesario que las dependencias acrediten ante la Secretaría de Gobernación contar con alguna de las resoluciones emitidas por la Comisión Federal de Mejora Regulatoria previstas por dicho artículo, para efecto de la publicación en el DOF de los proyectos de normas oficiales mexicanas.

VIGÉSIMO TERCERO. Que de acuerdo a lo dispuesto por el 47, fracción I de la LFMN, la Manifestación de Impacto Regulatorio del Proyecto de Norma Oficial Mexicana, Sistemas de medición de energía eléctrica-Medidores y transformadores de instrumento-Especificaciones, métodos de prueba y procedimiento para la evaluación de la conformidad, (el Proyecto), estará a disposición del público para su consulta en los plazos establecidos.

VIGÉSIMO CUARTO. Que el 30 de noviembre de 2017, el Comité Consultivo Nacional de Normalización Eléctrico (Comité) aprobó el PROY-NOM-001-CRE/SCFI-2017, para ser publicado en el DOF a efecto de que dentro de los siguientes 60 días naturales los interesados presenten sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización Eléctrico, de conformidad con el artículo 47, fracción I de la LFMN y 33 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

VIGÉSIMO QUINTO. Que el presente Proyecto contiene las especificaciones y métodos de prueba para medidores multifunción y transformadores de instrumento, continuará estableciendo las definiciones, características, especificaciones técnicas y métodos de prueba necesarias para establecer reglas claras, efectivas y eficientes de operación confiable del SEN, además de los elementos técnicos de cumplimiento de los participantes del Mercado Eléctrico Mayorista para efectos de liquidación o facturación.

Que, en razón de lo anterior, esta Comisión Reguladora de Energía

ACUERDA

PRIMERO. Se ordena la publicación en el DOF del Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-001-CRE/SCFI-2017, Sistemas de medición de energía eléctrica-Medidores y transformadores de instrumento-Especificaciones metrológicas, métodos de prueba y procedimiento para la evaluación de la conformidad, a efecto de que, dentro de los 60 días naturales siguientes a su publicación, los interesados presenten sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización Eléctrico. El Proyecto de Norma Oficial Mexicana referido se anexa al presente acuerdo.

SEGUNDO. Con fundamento en el artículo 33 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, los interesados deberán entregar sus comentarios al Proyecto al Comité Consultivo Nacional de Normalización Eléctrico de esta Comisión, en sus oficinas ubicadas en Boulevard Adolfo López Mateos 172, Colonia Merced Gómez, Benito Juárez, Código postal 03930, Ciudad de México, o a los correos electrónicos jvidal@cre.gob.mx y mgarcia@cre.gob.mx, en idioma español y dentro del plazo de 60 días naturales señalado en el Acuerdo Primero anterior.

TERCERO. Inscribise el presente Acuerdo con el número **A/063/2017**, 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 4 y 16, último párrafo, del Reglamento Interno de la Comisión Reguladora de Energía.

Ciudad de México, a 7 de diciembre de 2017.- El Presidente, **Guillermo Ignacio García Alcocer**.- Rúbrica.- Los Comisionados: **Marcelino Madrigal Martínez, Neus Peniche Sala, Luis Guillermo Pineda Bernal, Cecilia Montserrat Ramiro Ximénez, Jesús Serrano Landeros, Guillermo Zúñiga Martínez**.- Rúbricas.

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA, PROY-NOM-001-CRE/SCFI-2017, SISTEMAS DE MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA-MEDIDORES Y TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO-ESPECIFICACIONES METROLÓGICAS, MÉTODOS DE PRUEBA Y PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

PREFACIO

Este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, PROY-NOM-001-CRE/SCFI-2017, Sistemas de medición de energía eléctrica-Medidores y transformadores de instrumento-Especificaciones metrológicas, métodos de prueba y procedimiento para la evaluación de la conformidad, fue aprobado por el Comité Consultivo Nacional de Normalización Eléctrico de la Comisión Reguladora de Energía y por la Secretaría de Economía a través de la Dirección General de Normas; en su elaboración participaron las instituciones siguientes:

- Abb México;
- Artech Acp;
- Asociación de Normalización y Certificación A. C.;
- Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas;
- Centro Nacional de Control de Energía;
- Centro Nacional de Metrología;
- Comisión Federal de Electricidad-Distribución;
- Comisión Federal de Electricidad-Transmisión;
- Comisión Reguladora de Energía;
- Electrometer de las Américas;
- Honeywell Smart Energy;
- Iusa;
- Laboratorio de Pruebas Equipos y Materiales;
- Mabrex;
- Protecsa Ingeniería;
- Schneider Electric México;
- Schweitzer Engineering Laboratories;
- Secretaría de Economía-Dirección General de Normas;
- Siemens;
- Tecnologías Eos.

INDICE

TÍTULO PRIMERO

Introducción	Capítulo 0
Objetivo y campo de aplicación	Capítulo 1
Referencias normativas	Capítulo 2
Términos y definiciones	Capítulo 3
Términos abreviados	Capítulo 4
Especificaciones	Capítulo 5

TÍTULO SEGUNDO

Requisitos generales para medidores de energía eléctrica	
Selección de los medidores según su uso destinado	Capítulo 6
Requisitos metrológicos para los medidores	Capítulo 7

TÍTULO TERCERO

Requisitos particulares para medidores de energía eléctrica

Requisitos para medidores de parámetros de calidad de la potencia Capítulo 8**TÍTULO CUARTO**

Transformadores de medida

Especificaciones para los transformadores de medida Capítulo 9**TÍTULO QUINTO**

Aprobación de modelo prototipo

Requisitos universales para los medidores Capítulo 10Requisitos para medidores de energía activa y reactiva Capítulo 11Requisitos para medidores de parámetros para calidad de la potencia Capítulo 12Cálculo de la incertidumbre de medición, operativa y del sistema Capítulo 13Controles metrológicos y pruebas de desempeño para transformadores Capítulo 14**TÍTULO SEXTO**

Procedimiento para evaluación de la conformidad

TÍTULO SÉPTIMO

Vigilancia

TÍTULO OCTAVO

Bibliografía

TÍTULO NOVENO

Concordancia con normas internacionales

TÍTULO DÉCIMO

Apéndices normativos

APÉNDICE A

Requisitos adicionales para transformadores de corriente

APÉNDICE B

Homogeneidad de la producción

APÉNDICE C

Homogeneidad de la producción.

APÉNDICE D

Parámetros para el protocolo DNP3

APÉNDICE E

Informe del sistema de gestión del proceso de producción.

APÉNDICE F

Acta circunstanciada

TRANSITORIOS

0. Introducción

El presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-001-CRE/SCFI-2017 está estructurado conforme a la Norma Mexicana NMX-Z-013-SCFI-2015, Guía para la estructuración y redacción de normas; asimismo, se divide en títulos que facilitan la lectura, comprensión y aplicación de las disposiciones establecidas en éste.

Este PROY-NOM-001-CRE/SCFI-2017, se divide en los siguientes títulos:

TÍTULO PRIMERO.	Disposiciones generales;
TÍTULO SEGUNDO.	Requisitos generales para medidores de energía eléctrica;
TÍTULO TERCERO.	Requisitos particulares para medidores de energía eléctrica;
TÍTULO CUARTO.	Transformadores de medida;
TÍTULO QUINTO.	Aprobación de modelo o prototipo;
TÍTULO SEXTO.	Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad;
TÍTULO SÉPTIMO.	Vigilancia;
TÍTULO OCTAVO.	Bibliografía;
TÍTULO NOVENO.	Concordancia con Normas Internacionales;
TÍTULO DÉCIMO.	Apéndices normativos.

TÍTULO PRIMERO

DISPOSICIONES GENERALES

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Objetivo

El presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana, establece las especificaciones metrológicas, métodos de prueba y procedimiento para la evaluación de la conformidad que deben cumplir los medidores y transformadores de medida que se emplean en el Mercado Eléctrico Mayorista y Suministro Básico.

1.2 Campo de aplicación

El presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana es aplicable a los medidores y transformadores de medida que se emplean en procesos con fines de liquidación y facturación, así como para la medición de magnitudes instantáneas y calidad de la potencia, que intervienen en:

- a) La determinación de costos de energía eléctrica (precio marginal local);
- b) El mercado de potencia (servicios conexos);
- c) La disponibilidad de demanda controlable;
- d) El modelo físico de la red; y/o
- e) La evaluación del cumplimiento de obligaciones y Reglas del Mercado.

1.3 Exclusiones

El presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana, establece los requisitos mínimos para regular las características metrológicas de los medidores de energía eléctrica y transformadores de instrumento, así como las funciones básicas que impacta en las mediciones según su aplicación; no considera otras especificaciones o características funcionales particulares, tales como diseño, tecnologías, algoritmos, entre otras.

Por lo anterior, para la correcta utilización y desempeño de los medidores y transformadores de instrumento, adicional al cumplimiento con este Proyecto, deben observarse otras regulaciones técnicas aplicables autorizadas por la autoridad competente.

2. Referencias normativas

Para los fines de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, es indispensable aplicar las Normas Oficiales Mexicanas, Normas Mexicanas y Normas Internacionales que se indican a continuación, o las que las sustituyan:

NOM-001-SEDE-2012	Instalaciones eléctricas (utilización), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 2012.
NMX-Z-12/1-1987	Muestreo para la inspección por atributos-Parte 1: Información general y aplicaciones, declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de octubre de 1987.
NMX-J-098-ANCE-2014	Sistemas eléctricos-Tensiones eléctricas normalizadas (Cancela a la NMX-J-098-ANCE-1999), declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de junio de 2015.
NMX-J-109-ANCE-2010	Transformadores de corriente-Especificaciones y métodos de prueba (Cancela a la NMX-J-109-1977), declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de mayo de 2010.
NMX-J-529-ANCE-2012	Grados de protección proporcionados por los envolventes (Código IP), (Cancela a la NMX-J-529-ANCE-2006), declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de marzo de 2013.
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, declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de diciembre de 2005.
NMX-J-562/1-ANCE-2013	Guía para la selección y dimensionamiento de aisladores para alta tensión para utilizarse en condiciones de contaminación-Parte 1: Definiciones, información y principios generales (Cancela a la NMX-J-562/1-ANCE-2005), declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de mayo de 2014.
NMX-J-579/4-6-ANCE-2006	Técnicas de prueba y medición-Parte 4-6: Pruebas de inmunidad de equipo eléctrico y electrónico a las radio perturbaciones conducidas e inducidas, declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 4 de enero de 2007.
NMX-J-579/4-8-ANCE-2006	Técnicas de prueba y medición-Parte 4-8: Pruebas de inmunidad a los campos magnéticos de frecuencia de alimentación, declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 4 de enero de 2007.
NMX-J-600-ANCE-2010	Requisitos de seguridad para equipos eléctricos de medición, control y uso en laboratorios-Parte 1: Requisitos generales, declaratoria de vigencia publicada en el DOF el 11 de mayo de 2010.
NMX-J-607-ANCE-2008	Aparatos electrodomésticos y similares-Seguridad-Pruebas mecánicas y ambientales, declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de diciembre de 2008.
NMX-J-610/4-1-ANCE-2009	Compatibilidad electromagnética (EMC)-Parte 4-1: Técnicas de prueba y medición-Guía para la selección de pruebas de inmunidad radiada y conducida de la serie de normas NMX-J-610/4-ANCE, declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2009.
NMX-J-610/4-2-ANCE-2012	Compatibilidad electromagnética (EMC)-Parte 4-2: Técnicas de prueba y medición-Pruebas de inmunidad a descargas electrostáticas. (Cancela a la NMX-J-550/4-2-ANCE-2005), declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de junio de 2012.
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 (Cancela a la NMX-J-550/4-3-ANCE-2008), declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de mayo de 2016.

NMX-J-610/4-4-ANCE-2013	Compatibilidad electromagnética (EMC)-Parte 4-4: Técnicas de prueba y medición-Pruebas de inmunidad a ráfagas de impulsos eléctricos rápidos (Cancela a la NMX-J-550/4-4-ANCE-2005), declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de mayo de 2014.
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), declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 2014.
NMX-J-610/4-12-ANCE-2013	Compatibilidad electromagnética (EMC)-Parte 4-12: Técnicas de prueba y medición-Pruebas de inmunidad a ondas oscilatorias (Cancela a la NMX-J-550/4-12-ANCE-2006), declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 2014.
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), declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2014.
NMX-J-610/6-2-ANCE-2008	Compatibilidad electromagnética (EMC)-Parte 6-2: Normas genéricas-Requisitos de inmunidad de aparatos eléctricos en ambientes industriales, declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de diciembre de 2008.
NMX-J-615/1-ANCE-2009	Transformadores de medida-Parte 1: requisitos generales, declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2 de febrero de 2010.
NMX-J-615/3-ANCE-2013	Transformadores de medida-Parte 3: Requisitos adicionales para transformadores de potencial inductivo, declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de mayo de 2014.
NMX-J-615/5-ANCE-2014	Transformadores de medida-Parte 5: Requisitos adicionales para transformadores de potencial capacitivo, declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de septiembre de 2014.
NMX-J-627-ANCE-2009	Envolventes-Grados de protección proporcionados por los envolventes de equipos eléctricos en contra de impactos mecánicos (Código IK), declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de noviembre de 2009.
NMX-J-648/2-27-ANCE-2012	Pruebas ambientales en productos eléctricos-Parte 2-27: Pruebas-Prueba EA y guía: Choque, declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de abril de 2013.
NMX-J-648/2-30-ANCE-2012	Pruebas ambientales en productos eléctricos-Parte 2-30: Pruebas-Prueba DB: Calor húmedo, ciclo (Ciclo de 12 h + 12 h), declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de abril de 2013.
NMX-J-648/2-47-ANCE-2012	Pruebas ambientales en productos eléctricos-Parte 2-47: Pruebas-Montaje de especímenes para pruebas de vibración, de impacto y otras pruebas dinámicas, declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de abril de 2013.

NMX-J-648/2-78-ANCE-2012	Pruebas ambientales en productos eléctricos-Parte 2-78: Pruebas-Prueba CAB: Calor húmedo, estado de equilibrio, declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de abril de 2013.
NMX-J-648/3-1-ANCE-2012	Pruebas ambientales en productos eléctricos-Parte 3-1: Información básica-Pruebas de frío y de calor seco, declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 2014.
IEC 61850-6:2009	Communication networks and systems for power utility automation-Part 6: Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs.
IEC 61850-7-1:2011	Communication networks and systems for power utility automation-Part 7-1: Basic communication structure-Principles and models.
IEC 61850-7-2:2010	Communication networks and systems for power utility automation-Part 7-2: Basic information and communication structure-Abstract communication service interface (ACSI).
IEC 61850-7-3:2010	Communication networks and systems for power utility automation-Part 7-3: Basic communication structure-Common data classes.
IEC 61850-7-4:2010	Communication networks and systems for power utility automation-Part 7-4: Basic communication structure-Compatible logical node classes and data object classes.
IEC 61850-8-1:2011	Communication networks and systems for power utility automation-Part 8-1: Specific communication service mapping (SCSM)-Mappings to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3.
IEC 62054-21: 2004+AMD1:2017	Electricity metering (AC)-Tariff and load control-Part 21: Particular requirements for time switches.
IEC 61010-2-030:2017	Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use-Part 2-030: Particular requirements for equipment having testing or measuring circuits.
IEC 61869-9:2016	Instrument transformers-Part 9: Digital interface for instrument transformers.

3. Términos y definiciones

Para los propósitos de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, se aplican los términos y definiciones establecidos en la Ley de la Industria Eléctrica, en el Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica, en las Bases del Mercado, y las siguientes:

3.1 autenticidad: resultado del proceso de autenticación.

3.2 autenticación: comprobación de la identidad declarada o presunta de un usuario o sujeto.

3.3 bidireccional: cualidad 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.

3.4 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.

3.5 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.

3.6 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.

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

3.8 carga: es la potencia eléctrica absorbida o transmitida en todo instante por una instalación eléctrica o por un elemento específico de cualquier instalación.

3.9 clase de exactitud: el dato que indica, en los medidores, los límites del porcentaje de error permisible a la lectura, para todos los valores descritos en las gráficas de las "figuras x y x" de esta norma oficial mexicana, cuando el medidor se prueba bajo condiciones de referencia

3.10 clase a: método de medición de parámetros cuando son necesarias mediciones exactas para aplicaciones contractuales, comprobación de conformidad con normas, resolución de disputas y/o similares.

3.11 clase s: método de medición de parámetros para aplicaciones estadísticas, posiblemente, con un subconjunto limitado de parámetros. Esta clase utiliza intervalos de medición equivalentes a los de la clase a, los requisitos de procesamiento de la clase s son menores.

3.12 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.

3.13 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.

3.14 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.

3.15 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.

3.16 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. Este valor es normalmente igual a la corriente de clase.

3.17 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.

3.18 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.

3.19 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).

3.20 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.

3.21 energía: cantidad de flujo energético, expresada en kilowatt hora (kwh).

3.22 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.

3.23 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.

3.24 ethernet: estándar de redes de área local para computadoras.

3.25 evento: es un dato que se genera al cumplir una condición preestablecida y que cuenta con una estampa de tiempo.

3.26 firmware: programa informático que establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo de cualquier tipo.

3.27 fluctuación de tensión: oscilaciones en el nivel de tensión, debidas a la conexión de cargas cíclicas o por oscilaciones subarmónicas.

3.28 hardware: conjunto de elementos físicos de una computadora.

3.29 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.

3.30 integrado de consumo: es el valor de la integral de la variable, medida con respecto al tiempo, para un intervalo de tiempo cualquiera.

3.31 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.

3.32 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.

3.33 IRIG-270: (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 ms para señal modulada y 10 ms para señal demodulada).

3.34 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.

3.35 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.

3.36 liquidación: cálculo de pagos y cobros para definir en cantidad líquida las operaciones realizadas en el mercado eléctrico.

3.37 medidor: instrumento que mide y registra la integral de la potencia eléctrica con respecto al tiempo del circuito eléctrico al cual está conectado.

3.38 medidor autoalimentado: medidor que toma la alimentación auxiliar directamente del circuito de medición de tensión.

3.39 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.

3.40 medidor no autoalimentado: medidor que toma la alimentación auxiliar de una fuente alterna ajena al circuito de medición de tensión.

3.41 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.

3.42 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.

3.43 memoria circular: espacio de memoria para almacenamiento de datos secuenciales en que el dato nuevo reemplaza al más antiguo.

3.44 multimedición: capacidad de medir dos o más parámetros eléctricos en forma integrada, instantánea o totalizada.

3.45 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.

3.46 perfil de carga: son los valores de demanda correspondientes a todos los intervalos consecutivos del lapso especificado, para un periodo determinado.

3.47 protocolo DNP3 (distributed network protocol, por sus palabras en inglés): protocolo utilizado en las comunicaciones entre estaciones maestras, unidades remotas (utr) y otros dispositivos electrónicos inteligentes (dei), que son componentes de un sistema scada.

3.48 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.

3.49 puerto de comunicación: interfaz del equipo con otros aparatos o con el operador, para tener intercomunicación directa o remota.

3.50 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.

3.51 registro: localidad de memoria en la que se almacena un dato.

3.52 registro de valores de medición: es el registro de parámetros eléctricos almacenados en intervalos de tiempo, en la memoria del medidor.

3.53 reloj interno: base de tiempo del medidor.

3.54 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.

3.55 sellado: medios para impedir la modificación no autorizada del instrumento o sistema de medición. Consisten de elementos adicionales, software o una combinación de ambos.

3.56 sistema de medición: los elementos de un sistema de medición de energía eléctrica son i) medidor 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.

3.57 sistema de sincronía de tiempo: funcionalidad del medidor para sincronizarse con la referencia de tiempo que rige las liquidaciones del mercado.

3.58 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.

3.59 socket: enchufe.

3.60 software: término genérico que comprende código de programa, datos y parámetros.

3.61 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.

3.62 tarifa horaria: tarifa empleada para facturación de consumos y demandas, aplicando diferentes cargos, en distintos horarios de utilización.

3.63 tensión: valor de la tensión eléctrica suministrada al medidor.

3.64 transformadores de medida: se refiere a los transformadores de potencial o de tensión y a los transformadores de corriente.

NOTA - El término "tensión" en esta norma oficial mexicana indica el valor cuadrático medio (RCM) a menos que se especifique lo contrario.

3.65 tensión nominal (U_{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.

3.66 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.

3.67 tiempo de grabación: es la capacidad mínima que debe tener la memoria interna del equipo de medición, para grabar el perfil de carga.

3.68 valor integrado de demanda: es el valor promedio de la variable medida en un intervalo definido de tiempo.

3.69 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.

3.70 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.

3.71 visualización de valores instantáneos: despliegue del promedio del valor eficaz de la variable medida, obtenido para un intervalo de 1 segundo o menor.

3.72 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.

3.73 visualización en pantalla - modo normal: modo de visualización en pantalla para desplegado cíclico de variables preseleccionadas para uso continuo.

3.74 error significativo: error que excede el valor del error límite aplicable.

Nota: también se consideran las siguientes fallas significativas: un cambio mayor que el valor de cambio crítico que ha ocurrido en los registros de medición debido a perturbaciones; la funcionalidad del medidor se ha deteriorado.

3.75 verificación de instalaciones: instalación que se incorpora en un instrumento de medición y que permite detectar y actuar fallos significativos.

NOTA - "actuar" se refiere a cualquier respuesta adecuada por el instrumento de medicación (señal luminosa, señal acústica, prevención del proceso de medición, etc.).

4. Términos abreviados

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

DNP	Distributed Network Protocol, por sus palabras en inglés.
E	Energía.
E/S	Entrada-Salida.
ECM	Equipo combinado de medición.
e_l	Error en la temperatura inferior en el intervalo de temperatura de interés.
EMC	Compatibilidad electromagnética (Electromagnetic compatibility, por sus palabras en inglés).
$E_{\min}$	Energía mínima.
ERD	Error relativo de demanda expresado en %.
e_u	Error en la temperatura superior en el intervalo de temperatura de interés.
f	Frecuencia.
f.p.	Factor de potencia.
f.p. _{3f}	Factor de potencia trifásico.
f.p. _a	Factor de potencia en la fase a.
f.p. _b	Factor de potencia en la fase b.
f.p. _c	Factor de potencia en la fase c.
f_{nom}	Frecuencia nominal.
GHz	Gigahertz.
GPS	Global Position System, por sus palabras en inglés.
h	Hora.
h	Orden armónico.
H1	Clase de humedad conforme a la IEC 60068-2-78 e IEC 60068-3-4.
H2	Clase de humedad conforme a la IEC 60068-2-78 e IEC 60068-3-4.
H3	Clase de humedad conforme a la IEC 60068-2-78 e IEC 60068-3-4.
Hz	Hertz.
I	Corriente eléctrica.
I_1	Componente fundamental de la señal de corriente.
I_5	5ª componente armónica de la señal de corriente.
I_a	Corriente en la fase a.
I_{ABT}	Corriente en la fase A, en baja tensión.
I_{AMT}	Corriente en la fase A, en media tensión.
I_b	Corriente en la fase b.
I_{BBT}	Corriente en la fase B, en baja tensión.
I_{BMT}	Corriente en la fase B, en media tensión.
I_c	Corriente en la fase c.
I_{CBT}	Corriente en la fase C, en baja tensión.
I_{CMT}	Corriente en la fase C, en media tensión.
IEC	International Electrotechnical Commission, por su nombre en inglés.
I_{max}	Corriente máxima.
I_{min}	Corriente mínima.
I_{nom}	Corriente nominal.

IP51	Grado de protección conforme a la IEC 60529.
IP54	Grado de protección conforme a la IEC 60529.
I_{pri}	Corriente primaria del transformador de corriente.
I_{prom}	Corriente promedio de las fases a, b y c.
IRIG-270	Inter-Range Instrumentation Group-Format B, por sus palabras en inglés.
I_{sec}	Corriente secundaria del transformador de corriente.
ISO	International Organization for Standardization, por sus palabras en inglés.
I_{st}	Corriente de arranque.
I_{tr}	Corriente de transición.
j	Unidad imaginaria que puede ser usada para extender formalmente la raíz cuadrada de números negativos.
K	Kelvin.
k	Número de pulsos por el dispositivo de salida del medidor.
K_e	Constante de integración por pulso.
kg	kilogramo.
kh_{med}	Watthoras por pulso del medidor bajo calibración.
$kh_{med\ varh}$	Volt ampere reactivo hora por pulso del medidor bajo calibración.
kh_{pat}	Watthoras por pulso del medidor patrón.
$kh_{pat\ var}$	Varhoras por pulso del medidor patrón.
$kh_{pat\ varh}$	Volt ampere reactivo hora por pulso del medidor patrón.
kHz	kilohertz.
kPa	kilopascal.
kV	kilovolt.
kVA_{med}	Potencia aparente resultante de los kW y kvar registrado por el medidor bajo prueba.
kVA_{reales}	Potencia aparente registrada por el analizador de redes expresada en kVA.
kvarh	kilovolt ampere reactivo hora.
$kvar_{med}$	Potencia reactiva registrada por el medidor bajo prueba expresada en kvar.
$kvar_{reales}$	Potencia reactiva registrada por el analizador de redes expresada en kvar.
kW	kilowatt.
kWh	kilowatt hora.
kW_{med}	Potencia activa registrada por el medidor bajo prueba expresada en kW.
kW_{reales}	Potencia activa registrada por el analizador de redes expresada en kW.
L	Litro.
L_1	Línea eléctrica 1.
L_2	Línea eléctrica 2.
L_3	Línea eléctrica 3.
LFMN	Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
m	Metro.
m	Número de elementos.
MHz	Megahertz.

min	Minuto.
mm	milímetro.
MMS	Manufacturing Message Specification, por sus siglas en inglés.
MPE	Error máximo permisible (maximum permissible error, por sus palabras en inglés).
ms	milisegundos.
mT	militesla.
Mt	Media tensión.
MΩ	megaohm.
N	Neutro.
n	Número entero mayor que 1.
NCA	Nivel de calidad aceptable.
NCB	National Certification Body, por sus palabras en inglés.
nm	nanómetro.
NMX	Norma Mexicana.
NOM	Norma Oficial Mexicana.
NTP	Network Time Protocol, por sus palabras en inglés.
P ₁	Componente fundamental de la señal de potencia activa.
P1	Terminal primaria 1.
P2	Terminal primaria 2.
P ₅	5ª componente armónica de la señal de potencia activa.
PC	Computadora personal (Personal Computer, por sus palabras en inglés).
PEC	Procedimiento para la evaluación de la conformidad.
ppm	Partes por millón.
P _{st}	Fluctuación de tensión.
pu	En por unidad.
R	Resolución aparente del registro de energía básico expresado en Wh.
r.m.s.	Raíz cuadrática media (root mean square, por sus palabras en inglés).
RCM	Raíz cuadrática media.
reset	Reinicio.
rev _{med}	Son las revoluciones definidas para el medidor bajo prueba.
rev _{pat}	Número de revoluciones registradas por el medidor patrón.
RF	Radiofrecuencia.
RPA	Revisión, pruebas y aseguramiento de la medición.
RS	Recommended standard, por sus palabras en inglés.
RTC	Relación de transformación de TC.
RTC _{med}	Relación de transformador de corriente medido.
RTC _{placa de datos}	Relación de transformador de corriente de placa de datos.
RTP	Relación de transformación de TP.
S	Clase de exactitud S.
s	Segundo.

S1	Terminal secundaria 1.
S2	Terminal secundaria 2.
SNTP	Simple Network Time Protocol, por sus palabras en inglés.
T	Periodo.
T	Tesla.
Tap	Terminal intermedia entre devanados de un transformador con diferentes relaciones de transformación.
TC	Transformador de corriente.
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol, por sus palabras en inglés.
TE	Tercero especialista.
THD	Total Harmonic Distortion, por sus palabras en inglés.
THD A	Distorsión armónica total de corriente.
THD V	Distorsión armónica total de tensión.
TIM	Transformadores de instrumentación integrados de medición TC-TP.
t_l	Temperatura más baja en el intervalo de temperatura de interés.
TP	Transformador de potencial o tensión.
t_u	Temperatura más alta en el intervalo de temperatura de interés.
TW	Aislante de termoplástico resistente a la humedad y retardante a la flama.
UTC	Tiempo Universal Coordinado (Universal Time Coordinated, por sus palabras en inglés).
UTR	Unidad Terminal Remota (RTU, por sus siglas en inglés).
U	Tensión eléctrica.
V	Volt.
U_1	Componente fundamental de la señal de tensión.
U_5	5ª componente armónica de la señal de tensión.
U_a	Tensión de fase a neutro (fase a).
VA_a	Potencia aparente en la fase a.
VA_b	Potencia aparente en la fase b.
U_{AB}	Tensión entre fases A y B.
U_{ab}	Tensión entre fases a y b.
U_{ABT}	Tensión de la fase A, en baja tensión
VA_c	Potencia aparente en la fase c.
U_{AMT}	Tensión de la fase A, en media tensión
U_{AN}	Tensión entre fase A y neutro.
var_a	Potencia reactiva en la fase a.
var_b	Potencia reactiva en la fase b.
var_c	Potencia reactiva en la fase c.
varh	Volt-ampere reactivo hora.
$varh_1$	Varhoras registrados por medidor patrón en la primera corrida.
$varh_2$	Varhoras registrados por medidor patrón en la segunda corrida.
$varh_3$	Varhoras registrados por medidor patrón en la tercera corrida.

$varh_{med}$	Varhoras medidos por el medidor bajo calibración.
$varh_{pat}$	Varhoras medidos por el medidor patrón.
$varh_{prom}$	El promedio de los varhoras medidos en cada una de las tres corridas.
var_{tot}	Potencia reactiva total del sistema trifásico.
VA_{tot}	Potencia aparente total del sistema trifásico.
U_b	Tensión entre fase b y neutro.
U_{BBT}	Tensión de la fase B, en baja tensión.
U_{bc}	Tensión entre fases b y c.
U_{BC}	Tensión entre fases B y C.
U_{BMT}	Tensión de la fase B, en media tensión
U_{BN}	Tensión entre fase B y el neutro.
U_c	Tensión entre fase c y el neutro.
$U_{C.C.}$	Tensión a corriente continua.
U_{ca}	Tensión entre fases c y a.
U_{CA}	Tensión entre fases C y A.
U_{CBT}	Tensión de la fase C, en baja tensión
U_{CMT}	Tensión de la fase C, en media tensión
U_{CN}	Tensión entre la fase C y el neutro.
U_{nom}	Tensión nominal (también citado como voltaje nominal).
VPFSw	Validación por prueba funcional de las funciones de software
U_{pri}	Tensión primaria del transformador de potencial o del transformador de corriente.
U_{prom}	Tensión promedio de las fases a, b y c.
U_{RCM}	Tensión eficaz.
U_{sec}	Tensión secundaria del transformador de potencial o del transformador de corriente.
W	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.
Wh	Whatthora.
Wh_1	Watthoras registrados por medidor patrón en la primera corrida.
Wh_2	Watthoras registrados por medidor patrón en la segunda corrida.
Wh_3	Watthoras registrados por medidor patrón en la tercera corrida.
Wh_{med}	Watthoras medidos por el medidor bajo calibración.
Wh_{pat}	Watthoras medidos por el medidor patrón.
Wh_{prom}	El promedio de los watthoras medidos en cada una de las tres corridas.
W_{tot}	Potencia activa total del sistema trifásico.e.
xls	Microsoft Excel format, por sus palabras en inglés.
XML	Extensible Markup Language, por sus palabras en inglés.
Δt	Periodo de tiempo.

θ_A	Ángulo de fase A.
θ_B	Ángulo de fase B.
θ_C	Ángulo de fase C.
Φ	Diferencia de fase entre la tensión y la corriente.
Ω	Ohm.

5. Generalidades

5.1 En la Tabla 1.1 se muestran los tipos de medidores y transformadores de medida que se pueden utilizar en el Mercado Eléctrico Mayorista y Suministro Básico; asimismo se indican los títulos que contienen los requisitos aplicables a cada uno de ellos;

Para mayor información referente a los requisitos particulares de los medidores, véase el capítulo 6.

Tabla 1.1-Medidores y sus transformadores de instrumento para el Mercado Eléctrico Mayorista y Suministro Básico

Medidor			Transformador de medida		
Tipo	Clase	Requisitos	Transformador de Corriente ^{a)}	Transformador de Potencial (inductivo o capacitivo) ^{a)}	Requisitos
Medidores de parámetros de calidad de la potencia	0.2	Títulos Segundo y Tercero	Clase 0.2S	Clase 0.2	Título Cuarto,
Medidores de energía reactiva y activa	0.2	Títulos Segundo y Tercero	Clase 0.2	Clase 0.2	Título Cuarto,
Medidores de energía activa	0.5	Título Segundo	Clase 0.2	Clase 0.2	Título Cuarto,
a) Estas columnas indican la Clase de transformador de instrumento permitido para utilizarse con cada medidor. n/a = no aplica					

TÍTULO SEGUNDO

REQUISITOS GENERALES PARA MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

6. Selección de los medidores según su uso destinado

Las funciones que deben tener los medidores, se definen de acuerdo a las necesidades de la instalación en donde serán utilizados, ya sea en centrales eléctricas o en centros de carga, considerando además el nivel de tensión de operación así como el tipo de carga y en su caso, las necesidades de monitoreo de calidad de la potencia. Véase 6.1 y 6.2.

6.1. Medidores para utilización en centrales eléctricas

Todos los medidores que se instalan en centrales eléctricas, deben cumplir con los requisitos que se indican en la Tabla 1.2, según el tipo de central eléctrica a que se destinan. Adicionalmente, de acuerdo a su uso destinado (medidor de parámetros de calidad de la potencia, medidor de energía reactiva y activa, o medidor de energía activa), deben cumplir con el capítulo correspondiente del Título Tercero.

6.2. Medidores de utilización en centros de carga

Los medidores que se instalan en centros de carga, deben cumplir con los requisitos que se indican en la Tabla 1.3, según el tipo de centro de carga a que se destinan. Adicionalmente, de acuerdo a su uso destinado (medidor de parámetros de calidad de la potencia, medidor de energía reactiva y activa, o medidor de energía activa), deben cumplir con el capítulo correspondiente del Título Tercero.

Tabla 1.2-Aplicaciones y funcionalidades del medidor para Centrales Eléctricas (1 de 6)

Funciones	Características	Casos Especiales ^{a)} (ejemplo: centrales eléctricas de alta variabilidad ^{b)})	Directamente modeladas			Indirectamente modeladas
			Tipo A ^{c)}	Tipo B o C ^{c)}	Tipo D ^{c)}	Tipo A ^{c)}
Medición instantánea para monitoreo	Corrientes y tensiones	✓	✓	✓	✓	✓
	Potencia instantánea	✓	✓	✓	✓	✓
	Factor de potencia	✓	✓	✓	✓	✓
	Frecuencia	✓	✓	✓	✓	✓
Medición de energía eléctrica para liquidación y facturación	Energía activa y aparente	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5
	Energía reactiva con transformador de medición	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	Energía reactiva sin transformador de medición	1	1	1	1	n/a
	Reporte: acumulador de energía cincominutal	✓	✓	✓	✓	✓
	Potencia activa, reactiva y aparente máximas	✓	✓	✓	✓	✓
	Corrientes máximas	✓	✓	✓	✓	✓
	Tensiones máximas	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 1.2-Aplicaciones y funcionalidades del medidor para Centrales Eléctricas (2 de 6)

Funciones	Características	Casos Especiales ^{a)} (ejemplo: centrales eléctricas de alta intermitencia ^{b)})	Directamente modeladas			Indirectamente modeladas
			Tipo A ^{c)}	Tipo B o C ^{c)}	Tipo D ^{c)}	Tipo A ^{c)}
Medición de calidad de potencia Clase A	Eventos de incremento repentino de la tensión (swell)	✓	✓	✓	✓	n/a
	Eventos de decremento repentino de la tensión (sag)	✓	✓	✓	✓	n/a
	Interrupciones momentánea, temporal y sostenida	✓	✓	✓	✓	n/a
	Cambios rápidos de tensión y corriente	✓	✓	✓	✓	n/a
	Desbalance de tensión	✓	✓	✓	✓	n/a
	Variación de frecuencia	✓	✓	✓	✓	n/a
	Armónicas de tensión y corriente	✓	✓	✓	✓	n/a
	Interarmónicas de tensión y corriente	✓	✓	✓	✓	n/a
	Distorsión armónica de subgrupo (tensión y corriente)	✓	✓	✓	✓	n/a
	Parpadeo de tensión (flicker)	✓	✓	✓	✓	n/a

Tabla 1.2 - Aplicaciones y funcionalidades del medidor para Centrales Eléctricas (3 de 6)

Funciones	Características	Casos Especiales ^{a)} (ejemplo: centrales eléctricas de alta intermitencia ^{b)})	Directamente modeladas			Indirectamente modeladas
			Tipo A ^{c)}	Tipo B o C ^{c)}	Tipo D ^{c)}	Tipo A ^{c)}
Puertos de comunicación ^{d)}	Puerto óptico	✓	✓	✓	✓	✓
	Puerto RS 485	✓	✓	✓	✓	n/a
	Puerto ethernet TCP/IP	✓	✓	✓	✓	✓
	Alternativa: Puerto RF (incluye tecnología de datos móviles)	✓	✓	✓	✓	✓
Protocolos de comunicación	DNP3 sobre RS485 ^{h)}	✓	✓	✓	✓	✓
	DNP3 sobre TCP/IP ^{h)}	✓	✓	✓	✓	✓
	Los que se establecen en la Norma Internacional IEC 61850 ^{e)}	✓	✓	✓	✓	✓
Reinicio de demanda ^{f)}	Alternativa 1: Botón manual	✓	✓	✓	✓	✓
	Alternativa 2: Local puerto óptico	✓	✓	✓	✓	✓
	Alternativa 3: Remoto puertos de comunicación	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 1.2 - Aplicaciones y funcionalidades del medidor para Centrales Eléctricas (4 de 6)

Funciones	Características	Casos Especiales ^{a)} (ejemplo: centrales eléctricas de alta intermitencia ^{b)})	Directamente modeladas			Indirectamente modeladas
			Tipo A ^{c)}	Tipo B o C ^{c)}	Tipo D ^{c)}	Tipo A ^{c)}
Registros y reportes	Almacenamiento de perfil de carga	✓	✓	✓	✓	✓
	Registros horarios de parámetros eléctricos	✓	✓	✓	✓	✓
	Registro de valores promedio	✓	✓	✓	✓	✓
	Tarifa Horaria	✓	✓	✓	✓	✓
	Reportes de eventos de calidad de la potencia	✓	✓	✓	✓	n/a
	Registro de Parámetros de calidad de la potencia	✓	✓	✓	✓	n/a
	Registro de formas de onda	✓	✓	✓	✓	n/a
Despliegue de datos en pantalla ^{g)}	Pantalla integrada en el medidor con botones de navegación ^{g)}	✓	✓	✓	✓	✓
	Alternativa 1: Pantalla integrada en el medidor sin botones de navegación	✓	✓	✓	✓	✓
	Alternativa 2: Pantalla remota	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 1.2 - Aplicaciones y funcionalidades del medidor para Centrales Eléctricas (5 de 6)

Funciones	Características	Casos Especiales ^{a)} (ejemplo: centrales eléctricas de alta intermitencia ^{b)})	Directamente modeladas			Indirectamente modeladas
			Tipo A ^{c)}	Tipo B o C ^{c)}	Tipo D ^{c)}	Tipo A ^{c)}
Sincronía de tiempo	Vía IRIG B	✓	✓	✓	✓	✓
	Vía DNP3 ^{h)}	✓	✓	✓	✓	✓
	Vía NTP/SNTP	✓	✓	✓	✓	n/a
Montaje	Tipo Tablero Extraíble	✓	✓	✓	✓	n/a
	Tipo Socket	n/a	n/a	n/a	n/a	✓
Alimentación	CD / CA	✓	✓	✓	✓	n/a
	Autoalimentado	n/a	n/a	n/a	n/a	✓
Modo de medición	Polifásicos	✓	✓	✓	✓	✓
Otras funciones	Compensación de transformadores de instrumento	✓	✓	✓	✓	✓
	Compensación por pérdidas por transformación	✓	✓	✓	✓	✓
	Compensación por pérdidas en línea de transmisión o distribución	✓	✓	✓	✓	✓
	Software para extracción, procesamiento y análisis de Calidad de la potencia	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 1.2 - Aplicaciones y funcionalidades del medidor para Centrales Eléctricas (6 de 6)

- a) Consultar el Código de Red para identificar los casos especiales.
- b) Se consideran centrales eléctricas de alta variabilidad, las que son de tecnología solar fotovoltaica, eólica (aerogeneradores), y almacenamiento de energía (ejemplo: baterías o celdas de combustible), por mencionar algunas.
- c) Para identificar las características de los tipos de centrales eléctricas A, B, C y D, consultar la clasificación de centrales eléctricas según su capacidad, establecida en el Código de Red.
- d) En la funcionalidad de Puertos de comunicación, el puerto óptico, puerto RS 485 y puerto ethernet TCP/IP, son obligatorios en cada caso, de acuerdo con lo que se establece en esta tabla. Adicionalmente, puede incluirse la alternativa Puerto RF.
- e) En tanto no exista Norma Oficial Mexicana o Norma Mexicana, se deberán cumplir los requisitos que se establecen en la Norma Internacional IEC 61850 partes 6; 7-1; 7-2; 7-3; 7-4; 8-1.
- f) El medidor debe tener al menos una de las tres alternativas.
- g) En la funcionalidad de despliegue de datos en pantalla, la pantalla integrada en el medidor con botones de navegación, es obligatoria; adicionalmente, pueden incluirse las alternativas 1 y/o 2.
- h) Véase Apéndice D, parámetros para el protocolo DNP3.

n/a = No aplica

Tabla 1.3-Aplicaciones y funcionalidades del medidor para Centros de Carga (1 de 9)

Funciones	Características	Entrega RNT a RGD y nodos para PML	Cargas especiales	Carga en alta tensión	Carga en media tensión	Carga en media tensión con demanda controlable	Carga en media tensión sin demanda controlable y baja tensión	Carga en baja y media tensión
		Alta a media tensión y nodos PML independiente de la tensión	Servicios conexos y centros de carga con demanda distorsionante, fluctuante o intermitente ^{a)}	Centro de carga con cualquier demanda	Demanda del centro de carga ≥ 1000 kW	$75 \text{ kW} \leq$ Demanda del centro de carga $< 1000 \text{ kW}$	Media tensión = demanda de 75 kW a 1000 kW. Baja tensión = demanda $\geq 75 \text{ kW}$	Demanda del centro de carga $< 75 \text{ kW}$
Medición instantánea para monitoreo	Corrientes y tensiones	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Potencia instantánea	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Factor de potencia (intervalo de medición)	0.5 atraso a 0.5 adelanto						
	Frecuencia	✓	✓	✓	✓	✓	✓	n/a
Medición para liquidación y facturación	Energía activa	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5
	Energía reactiva con transformador de instrumento	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	n/a
	Energía reactiva sin transformador de instrumento	1	1	1	1	1	1	n/a

Tabla 1.3-Aplicaciones y funcionalidades del medidor para Centros de Carga (2 de 9)

Funciones	Características	Entrega RNT a RGD y nodos para PML	Cargas especiales	Carga en alta tensión	Carga en media tensión	Carga en media tensión con demanda controlable	Carga en media tensión sin demanda controlable y baja tensión	Carga en baja y media tensión
		Alta a media tensión y nodos PML independiente de la tensión	Servicios conexos y centros de carga con demanda distorsionante, fluctuante o intermitente ^{a)}	Centro de carga con cualquier demanda	Demanda del centro de carga ≥ 1000 kW	$75 \text{ kW} \leq$ Demanda del centro de carga $< 1000 \text{ kW}$	Media tensión = demanda de 75 kW a 1000 kW. Baja tensión = demanda $\geq 75 \text{ kW}$	Demanda del centro de carga $< 75 \text{ kW}$
Medición acumulada periodo de cinco minutos	Energía activa, reactiva y aparente	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Unidireccional	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	✓
	Bidireccional	✓	✓	✓	✓	✓	✓	n/a
	Factor de Potencia promedio de cinco minutos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	n/a
	Potencia activa, reactiva y aparente máximas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Corrientes máximas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Tensiones máximas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 1.3-Aplicaciones y funcionalidades del medidor para Centros de Carga (3 de 9)

Funciones	Características	Entrega RNT a RGD y nodos para PML	Cargas especiales	Carga en alta tensión	Carga en media tensión	Carga en media tensión con demanda controlable	Carga en media tensión sin demanda controlable y baja tensión	Carga en baja y media tensión
		Alta a media tensión y nodos PML independiente de la tensión	Servicios conexos y centros de carga con demanda distorsionante, fluctuante o intermitente ^{a)}	Centro de carga con cualquier demanda	Demanda del centro de carga ≥ 1000 kW	$75 \text{ kW} \leq$ Demanda del centro de carga < 1000 kW	Media tensión = demanda de 75 kW a 1000 kW. Baja tensión = demanda ≥ 75 kW	Demanda del centro de carga < 75 kW
Medición de calidad de potencia Clase A	Eventos de incremento repentino de la tensión (swell)	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a
	Eventos de decremento repentino de la tensión (sag)	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a
	Interrupciones momentánea, temporal y sostenida	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a
	Cambios rápidos de tensión y corriente	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a
	Desbalance de tensión	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a
	Variación de frecuencia	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a
	Armónicas de tensión y corriente	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a
	Tensión de señalización	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a

Tabla 1.3-Aplicaciones y funcionalidades del medidor para Centros de Carga (4 de 9)

Funciones	Características	Entrega RNT a RGD y nodos para PML	Cargas especiales	Carga en alta tensión	Carga en media tensión	Carga en media tensión con demanda controlable	Carga en media tensión sin demanda controlable y baja tensión	Carga en baja y media tensión
		Alta a media tensión y nodos PML independiente de la tensión	Servicios conexos y centros de carga con demanda distorsionante, fluctuante o intermitente ^{a)}	Centro de carga con cualquier demanda	Demanda del centro de carga ≥ 1000 kW	$75 \text{ kW} \leq \text{Demanda del centro de carga} < 1000 \text{ kW}$	Media tensión = demanda de 75 kW a 1000 kW. Baja tensión = demanda $\geq 75 \text{ kW}$	Demanda del centro de carga $< 75 \text{ kW}$
Medición de calidad de potencia Clase A	Interarmónicas de tensión y corriente	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a
	Distorsión armónica de subgrupo (tensión y corriente)	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a
	Parpadeo de tensión (flicker)	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a
Puertos de comunicación	Puerto óptico	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Puertos RS 485	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a
	Puerto ethernet TCP/IP	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ ^{b)}
	Puerto RF (Incluye tecnología de datos móviles)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	✓	✓ ^{b)}

Tabla 1.3-Aplicaciones y funcionalidades del medidor para Centros de Carga (5 de 9)

Funciones	Características	Entrega RNT a RGD y nodos para PML	Cargas especiales	Carga en alta tensión	Carga en media tensión	Carga en media tensión con demanda controlable	Carga en media tensión sin demanda controlable y baja tensión	Carga en baja y media tensión
		Alta a media tensión y nodos PML independiente de la tensión	Servicios conexos y centros de carga con demanda distorsionante, fluctuante o intermitente ^{a)}	Centro de carga con cualquier demanda	Demanda del centro de carga ≥ 1000 kW	$75 \text{ kW} \leq \text{Demanda del centro de carga} < 1000 \text{ kW}$	Media tensión = demanda de 75 kW a 1000 kW. Baja tensión = demanda ≥ 75 kW	Demanda del centro de carga < 75 kW
Protocolos de comunicación	DNP3 sobre RS485 ^{h)}	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a
	DNP3 sobre TCP/IP ^{h)}	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a
	Los que se establecen en la Norma Internacional IEC 61850 ^{c)}	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a
Registros y reportes	Almacenamiento de perfil de carga	✓	✓	✓	✓	✓	✓	n/a
	Registros horarios de parámetros eléctricos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	n/a
	Registro de valores promedio	✓	✓	✓	✓	✓	✓	n/a
	Tarifa Horaria	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	✓	n/a
	Reportes de calidad de energía	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a
	Reportes de eventos de calidad de energía	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a

Tabla 1.3-Aplicaciones y funcionalidades del medidor para Centros de Carga (7 de 9)

Funciones	Características	Entrega RNT a RGD y nodos para PML	Cargas especiales	Carga en alta tensión	Carga en media tensión	Carga en media tensión con demanda controlable	Carga en media tensión sin demanda controlable y baja tensión	Carga en baja y media tensión
		Alta a media tensión y nodos PML independiente de la tensión	Servicios conexos y centros de carga con demanda distorsionante, fluctuante o intermitente ^{a)}	Centro de carga con cualquier demanda	Demanda del centro de carga ≥ 1000 kW	$75 \text{ kW} \leq$ Demanda del centro de carga < 1000 kW	Media tensión = demanda de 75 kW a 1000 kW. Baja tensión = demanda ≥ 75 kW	Demanda del centro de carga < 75 kW
Sincronía de tiempo o estampa de tiempo	Vía sistema de adquisición de datos del medidor	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	✓	✓
	Vía IRIG B	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a
	Vía DNP3 ¹⁾	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a
	Vía NTP/SNTP	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a
Montaje	Tipo Tablero Fijo	n/a	✓ (para media y baja tensión)	n/a	n/a	✓	✓	n/a
	Tipo Tablero Extraible	✓	✓ (para alta, media y baja tensión)	✓	✓	n/a	n/a	n/a
	Tipo Socket	n/a	✓ (para alta, media y baja tensión)	n/a	n/a	✓	✓	✓
Modo de medición	Polifásicos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 1.3-Aplicaciones y funcionalidades del medidor para Centros de Carga (8 de 9)

Funciones	Características	Entrega RNT a RGD y nodos para PML	Cargas especiales	Carga en alta tensión	Carga en media tensión	Carga en media tensión con demanda controlable	Carga en media tensión sin demanda controlable y baja tensión	Carga en baja y media tensión
		Alta a media tensión y nodos PML independiente de la tensión	Servicios conexos y centros de carga con demanda distorsionante, fluctuante o intermitente ^{a)}	Centro de carga con cualquier demanda	Demanda del centro de carga ≥ 1000 kW	$75 \text{ kW} \leq$ Demanda del centro de carga < 1000 kW	Media tensión = demanda de 75 kW a 1000 kW. Baja tensión = demanda ≥ 75 kW	Demanda del centro de carga < 75 kW
Alimentación	CD / CA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Autoalimentado	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	✓	✓
Otras funciones	Compensación de transformadores de instrumento	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a
	Compensación por pérdidas por transformación	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a
	Compensación por pérdidas en línea de transmisión o distribución	✓	✓	✓	✓	✓	n/a	n/a
	Software para extracción, procesamiento y análisis de las magnitudes medidas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 1.3-Aplicaciones y funcionalidades del medidor para Centros de Carga (9 de 9)

- a) Ejemplos de centros de carga con demanda fluctuante o intermitente son: fundidoras y procesos electrolíticos.
- b) Para las cargas en baja y media tensión, demanda del centro de carga < 75 kW, el puerto óptico es obligatorio; adicionalmente, se debe incluir otro puerto de comunicación, el cual puede ser puerto ethernet TCP/IP o puerto RF.
- c) En tanto no exista Norma Oficial Mexicana o Norma Mexicana, se deberán cumplir los requisitos que se establecen en la Norma Internacional IEC 61850 partes 6; 7-1; 7-2; 7-3; 7-4; 8-1.
- d) El medidor debe tener al menos una de alternativas que se indican.
- e) Para los casos señalados con el superíndice ^{e)}, el medidor debe incluir alguna de las dos opciones señaladas.
- f) Véase Apéndice D, Parámetros para el protocolo DNP3.

n/a = No aplica

7. Requisitos metrológicos para los medidores

7.1 Unidades de medida

Las unidades para medición de energía eléctrica activa deben ser al menos una de las siguientes: Wh, kWh, MWh o GWh.

7.2 Condiciones nominales de operación

En la Tabla 1.4 se especifican las condiciones nominales de operación de los medidores.

7.3 Requisitos de exactitud

7.3.1 Generalidades

En el instructivo o manual de uso del medidor debe especificarse la clase de exactitud del mismo.

El error del medidor no debe exceder el error máximo permisible para la clase especificada, bajo condiciones nominales de operación.

Cuando el medidor se exponga a disturbios o perturbaciones, no deben producirse fallas significativas.

Una falla no se considera falla significativa si es detectada y alertada por medio de un dispositivo de detección. En caso de que se produzca tal evento, el medidor debe indicarlo claramente.

NOTA-Una indicación de falla significativa puede ser una luz intermitente durante el evento o falla.

7.3.2 Dirección del flujo de energía

Cuando en las características del equipo se especifique que un medidor es capaz de medir el flujo de energía de forma bidireccional, el medidor deberá registrar correctamente el flujo de energía media en ambos sentidos tanto positivo como negativo, así como cumplir los requisitos de esta norma para el flujo de energía en ambos sentidos. La polaridad del flujo de energía debe estar definida en las instrucciones de conexión del medidor.

El flujo de energía media se refiere a la potencia activa integrada durante al menos un ciclo de la frecuencia nominal.

El medidor, debe ser capaz de medir en alguna de las formas siguientes:

- a)** Bidireccional con dos registros: medidor especificado como capaz de medir el flujo de energía tanto positivo como negativo y colocar los resultados en diferentes registros. Cuando el flujo cambia de dirección, el registro de energía debe ocurrir en el registro correcto; o
- b)** Unidireccional con un único registro: medidor especificado como capaz de medir el valor absoluto del flujo de energía media. Este medidor, registra toda la energía como energía consumida, independientemente de la dirección verdadera del flujo de energía o de cómo está conectado el mismo.

NOTA-Los términos "único registro" y dos registros", se refiere a los registros de energía. Pueden existir otros registros, por ejemplo, para almacenamiento de tarifas o fases.

Tabla 1.4-Condiciones nominales de operación

Condición o magnitud	Valores, intervalos														
Frecuencia	$f_{nom} \pm 2 \%$; en donde: $f_{nom} = 60$ Hz.														
Tensión	$U_{nom} \pm 10 \%$; en donde: U_{nom} debe ser la que se especifica en la NMX-J-098-ANCE.														
Corriente	$I_{max} =$: 10 A, 20 A, 100 A, 200 A, 320 A, 480 A; Para los directamente conectados, $I_{nom} = I_b = 2.5$ A, 5 A, 15 A, 30 A, 50 A; Para los conectados a través de transformador, $I_{nom} = 1$ A, 1.5 A, 2 A, 2.5 A, 5 A; I_{tr}, I_{min}, e I_{st} se determinan en las especificaciones del medidor y deben cumplir con lo que se indica a continuación: <table> <tr> <td>Tipo de conexión</td><td>Clase de exactitud 0.2 y 0.5</td></tr> <tr> <td></td><td>$I_{max} / I_{tr} \geq 50$</td></tr> <tr> <td>Sin transformador (conectado directamente)</td><td>$I_{max} / I_{min} \geq 250$</td></tr> <tr> <td></td><td>$I_{max} / I_{st} \geq 1\ 250$</td></tr> <tr> <td>Con transformador</td><td>$I_{max} / I_{tr} \geq 24$</td></tr> <tr> <td></td><td>$I_{max} / I_{min} \geq 120$</td></tr> <tr> <td></td><td>$I_{max} / I_{st} \geq 1\ 200$</td></tr> </table>	Tipo de conexión	Clase de exactitud 0.2 y 0.5		$I_{max} / I_{tr} \geq 50$	Sin transformador (conectado directamente)	$I_{max} / I_{min} \geq 250$		$I_{max} / I_{st} \geq 1\ 250$	Con transformador	$I_{max} / I_{tr} \geq 24$		$I_{max} / I_{min} \geq 120$		$I_{max} / I_{st} \geq 1\ 200$
Tipo de conexión	Clase de exactitud 0.2 y 0.5														
	$I_{max} / I_{tr} \geq 50$														
Sin transformador (conectado directamente)	$I_{max} / I_{min} \geq 250$														
	$I_{max} / I_{st} \geq 1\ 250$														
Con transformador	$I_{max} / I_{tr} \geq 24$														
	$I_{max} / I_{min} \geq 120$														
	$I_{max} / I_{st} \geq 1\ 200$														
Factor de potencia	De 0.5 a 1, en atraso; de 1 a 0.5, en adelante; Para los medidores bidireccionales, los límites del intervalo de factor de potencia son válidos en ambas direcciones.														
Temperatura (valores para medidores de uso interior y exterior)	Límite inferior de temperatura: - 25 °C; Límite superior de temperatura: + 70 °C.														
Humedad y agua	En el manual o instructivo del medidor, debe definirse el grado de protección del mismo, de acuerdo a la clase de medio ambiente a que está destinado, considerando lo siguiente: H1, lugares cerrados en donde los instrumentos no están sometidos a condensación de agua, precipitación o formaciones de hielo: Protección IP51; H2, lugares cerrados en donde los instrumentos pueden estar sometidos a agua condensada, agua de fuentes distintas a la lluvia y/o formaciones de hielo: Protección IP54; H3, lugares abiertos con condiciones climáticas promedio: Protección IP54.														
Modos de conexión	El medidor puede ser de conexión directa, a través de transformadores de corriente o a través de transformadores de corriente y de potencial, lo cual debe indicarse en su instructivo o manual. El modo de conexión debe ser polifásico y las configuraciones se apegarán a los manuales regulatorios expedidos para este fin (monofásico de dos hilos, 1 elemento; bifásico de tres hilos, 2 elementos; trifásico de cuatro hilos, 3 elementos).														
Armónicas	Se permite que la tensión y la corriente se desvíen de la forma sinusoidal, tal como se especifica en los requisitos de 7.3.5 y de la Tabla 1.7, magnitud de influencia "Armónicos en circuitos de tensión y corriente".														
Balance de carga	El balance de carga debe permitir variar desde las condiciones totalmente balanceadas hasta a la corriente en un solo circuito de corriente para medidores polifásicos y para medidores monofásicos de 3 hilos.														

7.3.3 Errores base máximos permisibles

El error intrínseco (expresado en porcentaje) debe estar dentro del error base máximo permisible establecido en la Tabla 1.5, cuando se varíe la corriente y el factor de potencia dentro de los límites indicados en esa tabla (intervalo de operación), y cuando el medidor esté operando en condiciones diferentes a las condiciones de referencia.

Tabla 1.5-Errores base máximos permisibles y requisitos sin carga

Corriente	Factor de potencia	Errores base máximos permisibles (%)	
		Clase 0.5	Clase 0.2
$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	Unitario	± 0.5	± 0.2
	0.5 a 1, en atraso; de 1 a 0.5, en adelante	± 0.6	± 0.3
$I_{min} \leq I < I_{tr}$	Unitario	± 1.0	± 0.4
	0.5 a 1, en atraso; de 1 a 0.8, en adelante	± 1.0	± 0.5
$I_{st} \leq I < I_{min}$	Unitario	$\pm 1.0 I_{min}/I$	$\pm 0.4 I_{min}/I$

7.3.4 Sin carga

No debe registrarse ningún valor de energía significativa en condiciones sin carga. Lo anterior se comprueba mediante el método de prueba que se indica en el 10.3.4.

Se permite que el medidor se detenga para corrientes inferiores a I_{st} .

7.3.5 Efectos permitidos de las magnitudes de influencia

Cuando el medidor opera en condiciones diferentes a las condiciones de referencia, el coeficiente de temperatura del medidor debe cumplir los requisitos que se establecen en la Tabla 1.6.

Tabla 1.6- 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	0.2 ^{a)}
Coeficiente de temperatura (%/K), sobre cualquier intervalo, dentro del intervalo de temperatura, el cual no sea inferior a 15 K ni superior a 23 K, para la corriente $I_{tr} \leq I \leq I_{m\acute{a}x}$	1	± 0.03	± 0.01
	0.5 en atraso	± 0.05	± 0.02
^{a)} Estos valores se duplican por debajo de -10 °C.			

Cuando la corriente de carga y el factor de potencia se mantienen constantes en un punto dentro del intervalo de las condiciones nominales de operación, con el medidor funcionando en condiciones diferentes a las condiciones de referencia y cualquier magnitud de influencia varía desde su valor en condiciones de referencia hasta sus valores extremos definidos en la Tabla 1.7, la variación de error debe ser tal que el error porcentual adicional, esté dentro del límite de error de cambio indicado en la Tabla 1.7. El medidor debe continuar funcionando después de la finalización de cada una de estas pruebas.

7.3.6 Efectos permitidos en disturbios

7.3.6.1 Generalidades

El medidor debe resistir los disturbios que puedan presentarse en condiciones de uso normal. Como se indica en 7.3.1, no deben presentarse fallas significativas para cualquier disturbio de los que se indican en la Tabla 1.8.

7.3.6.2 Disturbios

Cualquier error de cambio mayor que el establecido en la Tabla 1.8, constituye una falla significativa. Si se utiliza un medidor en las condiciones descritas en la Tabla 1.8 y no se aplica corriente, un cambio en los registros o pulsos de la salida de prueba no se considera como una falla significativa; si el cambio en los registros o la energía equivalente de la salida de prueba, expresada en kWh, es menor que $m \cdot U_{nom} \cdot I_{max} \cdot 10^{-6}$ (valor de cambio crítico), donde m es el número de elementos de medición, U_{nom} se expresa en volt, e I_{max} en ampere.

7.4 Requisitos para intervalos y tarifas

Los medidores deben ser capaces de medir y almacenar los datos de al menos las mediciones establecidas en las Tablas 1.1 y 1.2, según corresponda. El periodo mínimo de almacenamiento de esos datos debe ser de treinta y cinco días. Asimismo, la suma de los datos de intervalos debe ser equivalente al valor acumulado del registro durante el mismo periodo. Los relojes internos de los medidores de intervalos y de tarifas múltiples deben cumplir con la IEC 62054-21, en tanto no exista norma mexicana.

En el caso de los medidores de tarifas múltiples, sólo un registro único (además del registro acumulativo), debe estar activo en cualquier momento. La suma de los valores registrados en cada registro multitarifa será igual al valor registrado en el registro acumulado.

7.5 Marcado de la placa de datos del medidor

La placa de datos del medidor debe contener al menos la información siguiente:

- a) Nombre del fabricante;
- b) Tensión nominal U_{nom} ;
- c) Corriente máxima I_{max} ;
- d) Corriente de transición I_{tr} ;
- e) Corriente mínima I_{min} ;
- f) Sello(s) de aprobación;
- g) Número de serie;
- h) Número de fases;
- i) Número de hilos;
- j) Multiplicador de registro (si es distinto de uno);
- k) Constante(s) del medidor;
- l) Año de fabricación;
- m) Clase de exactitud;
- n) Dirección del flujo de energía, si el medidor es bidireccional o unidireccional. No se requiere ninguna indicación si el medidor es capaz de medir solamente el flujo de energía de dirección positiva;
- o) Modelo del medidor;
- p) Intervalo de temperatura;
- q) Información de protección de humedad y agua;
- r) Información de protección de impulso de tensión;
- s) Frecuencia nominal f_{nom} ;
- t) El (los) modo(s) de conexión para los que se especifica el medidor;
- u) Identificación unívoca de las terminales de conexión para distinguir cada una de las terminales.

Las placas de datos deben ser indelebles, claras y legibles desde el exterior del medidor. Las placas de datos de los medidores destinados a operar en lugares exteriores deben soportar la radiación solar. Pueden marcarse múltiples valores de U_{nom} y f_{nom} si así lo requiere la funcionalidad del medidor.

Si el número de serie está fijado a piezas desmontables, el número de serie también debe proporcionarse en una posición en la que no se disocie fácilmente de las partes que determinan las características metrológicas.

Tabla 1.7 - Límite de error de cambio debido a las magnitudes de influencia (1 de 2)

Magnitud de influencia	Valor	Valor de la corriente	Factor de potencia	Límite de error de cambio (%) para medidores de clase	
				0.5	0.2
Auto calentamiento	Corriente continua en I_{max}	I_{max}	1; 0.5 en atraso	± 0.25	± 0.1
Balance de carga ^{a)}	Corriente en un solo circuito de corriente	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1	± 0.7	± 0.3
			0.5 en atraso	± 1.0	± 0.5
Variación de tensión ^(b)	$U_{nom} \pm 10\%$	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1	± 0.2	± 0.1
			0.5 en atraso	± 0.4	± 0.2
Variación de frecuencia	$f_{nom} \pm 2\%$	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1	± 0.2	± 0.1
			0.5 en atraso	± 0.2	± 0.1
Armónicas en circuitos de tensión y corriente	d es $0 - 40\% I$, 0 es $5\% - V$ ^{c)}	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1	± 0.3	± 0.2
Variaciones severas de tensión	$0.8U_{nom} \leq U < 0.9U_{nom}$,	$10I_{tr}$	1	± 0.6	± 0.3
	$1.1U_{nom} \leq U \leq 1.15U_{nom}$			$+10 a - 10$	
	$U < 0.8U_{nom}$				
Interrupción de una o dos fases ^{d)}	Remoción de una o dos fases	$10I_{tr}$	1	± 1.0	± 0.5
Sub-armónicas en el circuito de corriente de c.a.	Señal de corriente de igual potencia con presencia de sub-armónicas	$10I_{tr}$	1	± 0.75	± 0.5
Armónicas en el circuito de corriente de c.a.	Control de fase en 90 grados	$10I_{tr}$	1	± 0.5	± 0.4
Secuencia de fase invertida	Dos fases cualquiera intercambiadas	$10I_{tr}$	1	± 0.1	± 0.05

Tabla 1.7 - Límite de cambio de error debido a las magnitudes de influencia (2 de 2)

Magnitud de influencia	Valor	Valor de la corriente	Factor de potencia	Límite de cambio de error (%) para medidores de clase	
				0.5	0.2
Inducción magnética de c.c. de origen externo ^{e)}	200 mT a 30 mm de la superficie del núcleo ^{e)}	$10I_{tr}$	1	± 0.75	± 0.5
Campo magnético (de c.a., frecuencia de alimentación) de origen externo	400 A/m	$10I_{tr}, I_{max}$	1	± 0.5	± 0.25
Campos electromagnéticos de RF radiados	$f = 80$ a 6 000 MHz, intensidad del campo ≤ 10 V/m	$10I_{tr}$	1	± 1.0	± 1.0
Disturbios conducidos, inducidos por campos de radiofrecuencia ^{f)}	$f = 0.15$ a 80 MHz, Amplitud ≤ 10 V	$10I_{tr}$	1	± 1.0	± 1.0
Corriente continua en el circuito de corriente de c.a. ^{g)}	Corriente sinusoidal, doble de amplitud, rectificada media onda; $I \leq \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$	$\frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$	1	± 1.5	± 1.0
Armónicas de orden alto	Superpuesta: $0.02U_{nom}; 0.1I_{tr};$ $15f_{nom}$ a $40f_{nom}$	$10I_{tr}$	1	± 0.5	± 0.5

Tabla 1.8 - Disturbios (1 de 2)

Magnitud de disturbio	Nivel de disturbio	Requisitos	Límite de cambio de error (%) para medidores de clase	
			0.5	0.2
Campo magnético (C.A., frecuencia de alimentación) de origen externo	$1\,000 \frac{A}{m}, 3\,s$	Ninguna falla significativa	---	---
Descargas electrostáticas	8 kV descarga de contacto 15 kV descarga de aire	Ninguna falla significativa	---	---
Transitorios rápidos	Circuitos de tensión y corriente: 4 kV Circuitos auxiliares: 2 kV	Ninguna falla significativa	2.0	1.0
Decrementos súbitos de tensión	Prueba a: 30 %, 0.5 ciclos Prueba b: 60 %, 1 ciclo Prueba c: 60 %, 30 ciclos	Ninguna falla significativa	---	---
Interrupciones de tensión	0 %, 300 ciclos	Ninguna falla significativa	---	---
Campos electromagnéticos, RF, radiados	$f = 80$ a $6\,000$ MHz, $30 \frac{V}{m}$, amplitud modulada, sin corriente.	Ninguna falla significativa	---	---
Sobretensiones en la línea de alimentación eléctrica 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	Ninguna falla significativa	---	---
Prueba de inmunidad de ondas oscilatorias amortiguadas ^{a)}	Circuitos de tensión: 2.5 kV en modo común, 1.0 kV en modo diferencial	Ninguna falla significativa. La funcionalidad del medidor no debe ser perturbada	2.0	1.0
Sobre-corriente de corta duración	Medidores conectados directamente: $30 I_{max}$ Medidores operados con transformador: $20 I_{max}$	Ninguna falla significativa. No debe ocurrir ningún daño.	Conectado directamente	
			0.05	0.05
			Operados con transformador	
			0.05	0.05
Tensión de impulso	3 kV (≤ 100 V); 6 kV (≤ 150 V); 10 kV (≤ 300 V); 12 kV (≤ 600 V).	Ninguna falla significativa. Sin daño al medidor	---	---
Falla a tierra ^{b)}	Falla a tierra en una fase	Ninguna falla significativa. Sin daño y debe operar correctamente	0.3	0.1
Operación de dispositivos auxiliares	Dispositivos auxiliares operados con $I = I_{min}$ e I_{max}	Ninguna falla significativa	$\frac{1}{3}$ base mpe	$\frac{1}{2}$ base mpe

Tabla 1.8 - Disturbios (2 de 2)

Magnitud de disturbio	Nivel de disturbio	Requisitos	Límite de cambio de error (%) para medidores de clase	
			0.5	0.2
Vibraciones	Vibración en tres ejes perpendiculares entre sí	Ninguna falla significativa. La función del medidor no debe afectarse	1/3 base mpe	1/2 base mpe
Impacto	Forma del pulso: medio seno, Aceleración pico: 300 ms ⁻² , Duración del pulso: 18 ms	Ninguna falla significativa	1/3 base mpe	1/2 base mpe
Protección contra radiación solar	0.76 W·m ⁻² ·nm ⁻¹ a 340 nm, con ciclado para 66 días	Sin alteración en la apariencia o deterioro de la funcionalidad, propiedades metrológicas y sellado.	---	---
Protección contra el ingreso de polvo	IP 5x, chasis categoría 2	Sin interferencia con el correcto funcionamiento o deterioro de la seguridad, incluyendo el recorrido a lo largo de las distancias de fuga.	---	---
Calor seco	Una temperatura estándar más alta que el límite superior de temperatura especificado, 2 h	Ninguna falla significativa	1/3 base mpe	1/2 base mpe
Frio	Una temperatura estándar más baja que el límite inferior de temperatura especificado, 2 h	Ninguna falla significativa	1/3 base mpe	1/2 base mpe
Calor húmedo	H1: 30 °C, 85 %; H2: Cíclico de 25 °C, 95 % a 40 °C, 93 %; H3: Cíclico de 25 °C, 95 % a 55 °C, 93 %.	Ninguna falla significativa. Sin evidencia de un daño mecánico o corrosión.	± 0.05	± 0.05
Agua	Solamente para H3, 0.07 L/min (por boquilla), 0 ° y 180 °, 10 min	Ninguna falla significativa. Sin evidencia de un daño mecánico o corrosión.	---	---
Durabilidad	Alta corriente y/o temperatura durante un período de tiempo sostenido	Ninguna falla significativa	1/3 base mpe	1/2 base mpe
a) Solamente para medidores operados por transformador; b) Sólo para los medidores trifásicos de cuatro hilos operados con transformador destinados a ser utilizados en redes equipadas con neutralizadores de falla a tierra.				

7.6 Protección de propiedades metrológicas

7.6.1 Generalidades

7.6.1.1 El medidor debe contar con medios de protección que imposibiliten intervenciones no autorizadas al hardware o al software del mismo, así como cualquier modificación o alteración de las propiedades metrológicas y de los registros de información.

7.6.1.2 Todos los medios de protección metrológica de un medidor destinado a utilizarse en exteriores, deben soportar la radiación solar.

7.6.1.3 El Transportista o Distribuidor debe administrar y resguardar los sellos mecánicos para evitar el acceso no autorizado al software, parámetros y registro de comprobación de evento de la instalación.

7.6.2 Identificación del software

El software legalmente relevante de un medidor debe estar claramente identificado con la versión del software u otra señal. La identificación puede consistir de más de una parte, pero al menos una parte debe ser dedicada a propósitos legales.

La identificación debe ser parte del propio software, es decir, debe ser imposible separarla del mismo; debe presentarse mediante comando o desplegarse visualmente durante la operación.

Como excepción, una impresión de la identificación del software en el medidor, debe considerarse 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 no tiene una interfaz para comunicar la identificación del software, y
- c)** Después de la fabricación del medidor no es posible un cambio del software, o sólo es posible si el hardware o un componente de hardware también se cambia.

Es responsabilidad del fabricante del medidor, asegurar que la identificación del software se encuentre marcada correctamente en el medidor.

La identificación del software y los métodos de identificación deben estar establecidos en el certificado de aprobación de modelo o prototipo.

7.6.3 Protección del software

7.6.3.1 Prevención contra uso indebido

El medidor debe estar construido de forma que las posibilidades de uso involuntario, accidental o intencional sean mínimas.

7.6.3.2 Prevención contra fraude

7.6.3.2.1 El software legalmente relevante debe estar protegido contra modificaciones, cargas o cambios no autorizados ocasionados por el intercambio del dispositivo de memoria. El medidor debe contar con medios de seguridad, tal como sello mecánico o electrónico; asimismo, debe protegerse el medidor con la opción para cargar software o parámetros.

7.6.3.2.2 Se permite que, sólo las funciones que se encuentran claramente documentadas, de conformidad 10.2.1, sean activadas por la interfaz de usuario, las cuales deben ser realizadas de forma que no permitan el uso fraudulento.

7.6.3.2.3 La protección del software comprende un sellado apropiado, ya sea por medios mecánicos, electrónicos y/o medios criptográficos, que impida una intervención no autorizada.

Ejemplos:

- 1.** Cuando un software se almacena en un dispositivo de memoria de solo lectura que mecánicamente no sea posible remover.

2. Cuando se usan métodos criptográficos simples, como el cifrado de la transferencia de datos entre el medidor y el software de explotación de datos instalado en una computadora, únicamente este programa conoce la clave y puede leer, descifrar y utilizar los registros de la medición. Se debe imposibilitar el acceso con cualquier otro software que intente acceder de forma no autorizada.
3. Los parámetros específicos del medidor únicamente se pueden ajustar o elegir en un modo operativo concreto del medidor. Se pueden clasificar como aquellos que deberían estar protegidos (inalterables) y aquellos accesibles para una persona autorizada (parámetros configurables), por ejemplo, el propietario del medidor o el proveedor del producto. Los parámetros específicos del modelo tienen valores idénticos para todos los ejemplares de un modelo. Se fijan en la aprobación de modelo del medidor.

7.6.4 Protección de parámetros

7.6.4.1 Los parámetros que fijen las características legalmente relevantes del medidor deben estar protegidos contra modificaciones no autorizadas. Para fines de verificación, se deben visualizar o imprimir los parámetros de ese momento.

Los parámetros específicos del dispositivo son ajustables o seleccionables sólo en un modo de funcionamiento específico del medidor. Se clasifican como aquellos que deben estar protegidos (inalterables) y aquellos que son accesibles (parámetros ajustables) por una persona autorizada, por ejemplo, el propietario del instrumento, Unidad de Verificación o reparador.

Los parámetros específicos tienen valores idénticos para todos los especímenes de un modelo de medidor. Estos parámetros se establecen en la aprobación de modelo o prototipo del medidor.

Una contraseña simple no es una solución técnicamente aceptable para proteger parámetros.

Las personas autorizadas deben tener acceso a un conjunto limitado de parámetros específicos del medidor. Este conjunto de parámetros específicos del dispositivo y sus limitaciones o reglas de acceso deben estar claramente documentadas.

7.6.4.2 La puesta a cero del registro que almacena la energía total medida es considerada como una modificación de un parámetro específico del dispositivo.

El Transportista o Distribuidor únicamente realizará la puesta a cero aplicable a los parámetros específicos del medidor.

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

7.6.4.4 El medidor debe contar con un mecanismo para registrar automáticamente y de forma inalterable 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.

Un contador de eventos no es una solución técnicamente aceptable.

7.6.5 Separación de dispositivos electrónicos y subconjuntos o módulos

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

7.6.5.1 Los subconjuntos o dispositivos electrónicos del medidor que desempeñen funciones legalmente relevantes deben estar identificados, definidos y documentados. Éstos constituyen la parte legalmente relevante del sistema de medición. Cuando no esté identificado el subconjunto que desempeña funciones legalmente relevantes, se considerará que todos los subconjuntos cumplen funciones con implicaciones legales.

Ejemplo:

Un medidor que está equipado con una interfaz óptica para conectar un dispositivo electrónico para leer valores de medición. El medidor almacena todas las cantidades relevantes y mantiene los valores disponibles para su lectura durante un periodo de tiempo suficiente. En este sistema sólo el medidor es el dispositivo legalmente relevante. Pueden existir otros dispositivos legalmente no relevantes y pueden estar conectados a la interfaz del instrumento siempre que se cumpla el requisito para ello.

7.6.5.2 Durante las pruebas de modelo o prototipo, se debe demostrar que las funciones y datos relevantes 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 para todas las funciones iniciadas o cambios de datos en el subconjunto o dispositivo electrónico.

Si los subconjuntos o dispositivos electrónicos "legalmente relevantes" interactúan con otros subconjuntos o dispositivos electrónicos "legalmente relevantes", debe consultarse 7.6.7.

Ejemplos:

1. El software del medidor se encuentra habilitado para recibir órdenes o comandos para seleccionar las magnitudes requeridas. Combina el valor de medición con información adicional (por ejemplo, estampa de tiempo, unidad) y envía este conjunto de datos al dispositivo solicitante. El software sólo acepta comandos para la selección de cantidades permitidas válidas y descarta cualquier otro comando, enviando sólo un mensaje de error.
2. En el interior de la carcasa que puede estar sellado, hay un interruptor que define el modo de operación del medidor: una posición del interruptor indica el modo verificado y en la otra el modo no verificado (puede haber sellos mecánicos u otros). Al interpretar los comandos recibidos, el software comprueba la posición del interruptor: en el modo no verificado el conjunto de comandos que acepta el software es extendido en comparación con el modo descrito anteriormente, por ejemplo, puede ser posible ajustar el factor de calibración por un comando que se descarta en el modo verificado.

7.6.6 Separación de partes de software

7.6.6.1 Todos los módulos del software (programas, subrutinas, objetos, entre otros), que desempeñan funciones con implicaciones legales o que contienen dominios de datos legalmente relevantes forman la parte del software legalmente relevante de un medidor, lo cual se identifica como se describe en 7.6.2. Si no se identifican los módulos de software que desempeñan funciones con implicaciones legales, todo el software se debe considerar legalmente relevante.

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

7.6.6.3 El dominio de datos que forma la interfaz del 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 definido y documentado. La interfaz de software declarada no debe eludirse.

7.6.6.4 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 deben declararse y documentarse. Sólo se permite que los comandos documentados sean activados a través de la interfaz de software. El fabricante, importador o similar, debe declarar íntegramente la documentación de los comandos.

7.6.7 Almacenamiento de datos, transmisión a través de sistemas de comunicación**7.6.7.1 Generalidades**

Los valores de los registros de medición, así como los datos integrados y almacenados en el medidor, serán utilizados en los sistemas de comunicación del Suministrador, Transportista, Distribuidor y del CENACE, por lo que el medidor debe tener los puertos de comunicación indicados en las Tablas 1.2 y 1.3, según corresponda.

7.6.7.1.1 Los valores y datos de medición almacenados o transmitidos, deben contener al menos la información siguiente, para ser empleada en los procesos legalmente relevantes:

- a) Valor de la magnitud medida y su unidad;
- b) Registro de fecha y hora de la medición;
- c) Parámetros de localización de la medición;
- d) Identificación del medidor;
- e) Identificación inequívoca de la medición (ejemplo: números consecutivos que permiten asignar los valores impresos en una factura).

7.6.7.1.2 Protección de datos

Los datos deben estar protegidos por medio de software, para garantizar la autenticidad, integridad y la exactitud 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 comprobar el tiempo de la medición, así como la autenticidad e integridad de los datos después de haberlos leído de un medio del almacenamiento no protegido, o después de haberlos recibido de un canal de transmisión no protegido. Cuando se detecta una irregularidad, los datos deben descartarse o marcarse como no utilizables.

Las claves confidenciales utilizadas para proteger los datos deben mantenerse secretas y seguras en el medidor. Deberán proporcionarse medios de protección para que estas claves sólo puedan ser introducidas o leídas si se rompe un sello.

7.6.7.1.3 Los módulos de software que preparan datos para almacenarse o enviarse, o que comprueban los datos después de leerse o recibirse, pertenecen a la parte legalmente relevante del software.

7.6.7.2 Almacenamiento automático

7.6.7.2.1 Los datos de medición deben almacenarse automáticamente cuando se termina o finaliza la medición, es decir, cuando se ha generado el valor final. Cuando el valor final proviene de un cálculo, todos los datos necesarios para el cálculo deben almacenarse automáticamente junto con el valor final.

7.6.7.2.2 El dispositivo de almacenamiento debe tener la capacidad para asegurar que los datos no se corrompan o dañen en condiciones normales de almacenamiento. La capacidad de almacenamiento de memoria, debe ser suficiente para almacenar los datos de medición, los valores finales y los datos usados para los cálculos por al menos treinta y cinco días.

7.6.7.2.3 Se permite eliminar los datos almacenados cuando:

- a) El CENACE, Transportista, Distribuidor o Suministrador determine que la transacción se ha liquidado; o
- b) Esos datos deben ser impresos por un dispositivo de impresión sujeto a control legal.

Lo anterior no aplica al registro acumulativo y registros auditables.

7.6.7.2.4 Posterior a haber cumplido los requerimientos establecidos en 7.6.7.2.3 y cuando el almacenamiento alcance su capacidad máxima, se permite borrar la memoria, siempre y cuando se cumplan las dos condiciones siguientes:

- a) Que los datos se borren en el mismo orden como fueron registrados y que se respeten las reglas establecidas para la aplicación particular; y
- b) Que la eliminación se realice automáticamente o después de una operación manual especial, las cuales requieran privilegios de acceso específicos, solo para personas autorizadas.

7.6.7.3 Transmisión de datos

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

7.6.7.3.2 Si los servicios de red no están disponibles, no deben perderse datos de medición legalmente relevantes.

7.6.7.4 Estampa de tiempo

La estampa de tiempo debe ser leída desde el reloj del medidor. El ajuste del reloj se considera legalmente relevante. Se deben tomar las medidas de protección apropiadas de acuerdo con el numeral 7.6.4.

El error máximo permitido del reloj interno del medidor es de ± 30 ppm por cada 30 días. El medidor debe disponer de funciones de sincronía de tiempo de acuerdo con lo que se indica en las Tablas 1.2 y 1.3.

7.6.8 Mantenimiento y actualización

Para un medidor instalado en sitio, se consideran como actualización del software legalmente relevante los casos siguientes:

- a) Se intercambia el software con otra versión aprobada; o
- b) Se repara el medidor y se reinstala la misma versión del software.

El medidor que haya sido modificado o reparado mientras se encuentra en servicio, debe someterse nuevamente a verificación inicial.

El mecanismo de actualización del software debe estar protegido por medio de un sello mecánico, que imposibilite actualizaciones del software para medidores en servicio. El Transportista o Distribuidor, por instrucción del CENACE o del Suministrador, debe realizar la actualización del software, para lo cual debe romper los sellos mecánicos y una vez finalizada la actualización debe reponerlos y colocarlos nuevamente.

El software que no es necesario para el correcto funcionamiento del medidor no requiere verificación después de la actualización.

7.6.8.1 Sólo se permite instalar y utilizar las versiones del software legalmente relevante que cumplan con la aprobación del modelo o prototipo, lo cual se debe verificar en sitio en el medidor instalado.

7.6.8.2 Verificación de la actualización

La actualización del software puede realizarse por medios directos en sitio o por medios remotos a través de una red de telecomunicaciones. La carga y la instalación del software, puede realizarse en dos pasos diferentes o en uno solo, dependiendo de las necesidades técnicas. El Transportista o el Distribuidor deben estar en el sitio de la instalación del medidor para comprobar que la actualización haya sido correcta. Después de la actualización del software legalmente relevante, el medidor no debe ser empleado para fines legales sin antes haber aprobado la verificación inicial y sin haber sido renovados sus medios de sellado.

7.6.8.3 Actualización rastreable

La implementación del software en el instrumento debe llevarse a cabo de acuerdo con los requisitos de actualización rastreable que se indican del numeral 7.6.8.3.1 a 7.6.8.3.7 siguientes. La actualización rastreable es el procedimiento de cambio de software en el medidor verificado, después de la cual no es necesaria una verificación posterior por la persona responsable en el sitio. El software que va a actualizarse puede cargarse localmente, es decir directamente en el dispositivo de medición o remotamente a través de una red. La actualización del software se registra en un registro auditable. El procedimiento de una actualización de seguimiento comprende varios pasos: carga, comprobación de integridad, comprobación del origen (autenticación), instalación, registro y activación.

7.6.8.3.1 La actualización del software debe ser automática. Al finalizar el procedimiento de actualización, el entorno de protección del software debe estar al mismo nivel que el requerido por la aprobación de modelo o prototipo.

7.6.8.3.2 El medidor de electricidad (dispositivo electrónico, subconjunto) debe tener un software fijo legalmente relevante que no pueda actualizarse y que contenga todas las funciones de comprobación necesarias para cumplir con los requerimientos de actualización de seguimiento.

7.6.8.3.3 Se deben emplear medios técnicos para garantizar la autenticidad del software cargado, por ejemplo: que proviene del dueño del certificado de aprobación de modelo o prototipo. Si el software cargado falla en la comprobación de autenticidad, el instrumento debe descartarlo y utilizar la versión anterior del software o pasar a un modo inoperable.

7.6.8.3.4 Se deben emplear medios técnicos para asegurar la integridad del software cargado, es decir, que no se ha modificado inadmisiblemente antes de la carga. Esto puede lograrse mediante la adición de una suma de comprobación o código identificador del software cargado y verificarlo durante el procedimiento de carga. Si el software cargado falla en esta prueba, el instrumento descartarlo y utilizar la versión anterior del software o cambiar a un modo inoperable. En este modo, se inhiben las funciones de medición. Sólo será posible reanudar el procedimiento de descarga, sin omitir ningún paso en el proceso para la actualización rastreada.

7.6.8.3.5 Deben emplearse medios técnicos apropiados, como por ejemplo registros auditables, para garantizar que las actualizaciones trazadas de los programas informáticos legalmente relevantes se rastreen adecuadamente dentro del instrumento para su posterior verificación y vigilancia.

Los registros auditables deben contener como mínimo la siguiente información: éxito / falla del procedimiento de actualización, identificación del software de la versión instalada, identificación del software de la versión anterior instalada, stampa de tiempo del evento, identificación del responsable de la descarga. Se debe generar un registro de acceso por cada intento de actualización independientemente del éxito.

El dispositivo de almacenamiento que admita la actualización trazada deberá tener capacidad suficiente para asegurar la trazabilidad de las actualizaciones remontadas del software legalmente relevante entre al menos dos verificaciones sucesivas en campo/vigilancia. Después de haber alcanzado el límite de almacenamiento para los registros auditables, se garantizará por medios técnicos que no se pueden realizar descargas adicionales sin romper un sello.

Nota: Este requerimiento permite a las autoridades encargadas de la vigilancia, que son responsables de la verificación metrológica de los instrumentos legalmente controlados, rastrear las actualizaciones de los programas informáticos legalmente relevantes durante un periodo de tiempo adecuado.

7.6.8.3.6 El fabricante del medidor debe mantener a su cliente correctamente informado sobre las actualizaciones del software, en especial de la parte legalmente relevante, y el cliente no debe rechazar las actualizaciones. Además, se supone que el fabricante y el cliente, usuario o propietario del instrumento acordarán un procedimiento apropiado para realizar descargas según el uso y la ubicación del instrumento. El usuario o propietario del instrumento de medición debe dar su consentimiento para realizar descargas.

7.6.8.3.7 Si no se pueden cumplir los requisitos establecidos de 7.6.8.3.1 a 7.6.8.3.6, aún es posible actualizar la parte de software legalmente no relevante. En este caso, se cumplirán los siguientes requisitos:

- a) Debe existir una clara separación entre el software legalmente relevante y el no relevante;
- b) No debe ser posible actualizar toda la parte del software legalmente relevante, sin romper un sello;
- c) Se indica en el certificado de aprobación de modelo o prototipo que es aceptable actualizar la parte legalmente no relevante.

7.6.9 Registro de evento del sistema de verificación

Si el medidor está equipado con un control de instalación, el registro de evento de la instalación deberá tener espacio para al menos 100 eventos y debe ser de tipo primero en entrar-primero en salir. El registro de eventos no puede ser cambiado ni puesto a cero sin romper un sello y/o sin acceso autorizado, por ejemplo, mediante un código (contraseña) o un dispositivo especial (clave de acceso, etc.).

7.7 Idoneidad para el uso

7.7.1 Legibilidad de los resultados

El medidor debe tener uno o más dispositivos indicadores que sean capaces de presentar o mostrar el valor numérico de medición de interés legal para la cual el medidor es aprobado. El dispositivo indicador debe ser fácil de leer y los caracteres de los resultados de medición deben tener como mínimo 4 mm de altura. Las fracciones decimales deben indicarse claramente.

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

El dispositivo indicador debe ser capaz de mostrar todos los datos relevantes para la facturación. En el caso de valores múltiples presentados por un solo dispositivo indicador, debe ser posible visualizar el contenido de todas las memorias relevantes. Para las pantallas de secuencia automática, cada visualización del registro para fines de facturación se debe mantener durante al menos 5 s.

En el caso de los medidores de tarifas múltiples, debe indicarse el registro que refleje la tarifa activa. Debe ser posible leer cada registro arancelario localmente y cada registro deberá estar claramente identificado.

Los registros electrónicos no deben ser volátiles de modo que conserven los valores almacenados en caso de pérdida de alimentación eléctrica. Los valores almacenados no deben sobrescribirse y deben ser capaces de recuperarse al restablecerse la energía. El registro debe ser capaz de almacenar y mostrar una cantidad de energía que corresponda al funcionamiento del medidor en $P = V_{nom} \cdot I_{max} \cdot n$ durante al menos 4 000 h, siendo n el número de fases. Esta capacidad de almacenamiento y visualización se aplica a todos los registros relevantes para la facturación, incluidos los registros de flujo positivo y negativo para medidores bidireccionales y los registros de tarifas para los medidores de tarifas múltiples.

En el caso de los registros electrónicos, el tiempo mínimo de retención de los resultados es de un año para un medidor desconectado. Los dispositivos de indicación electrónica se deben suministrar con una prueba de visualización que conmute todos los segmentos de visualización encendidos y después apagados con el fin de determinar si todos los segmentos de visualización están funcionando.

7.7.2 Elementos para las pruebas

El medidor debe estar equipado con una salida de prueba para llevar a cabo pruebas eficientes, como una salida de pulsos de prueba. Si el diseño de la salida de prueba es tal que la frecuencia del pulso no corresponde a la potencia medida en cada intervalo de tiempo relevante determinado, el fabricante debe declarar el número necesario de pulsos para asegurar una desviación estándar de la medición inferior a 0.1 del error máximo permisible de base en I_{max} , I_{tr} e I_{min} .

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

La longitud de onda de las señales radiadas para los sistemas de emisión estará comprendida entre 550 nm y 1 000 nm. El dispositivo de salida del medidor debe generar una señal con una intensidad de radiación E_T sobre una superficie de referencia definida (área ópticamente activa) a una distancia de $10 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ de la superficie del medidor, con los siguientes valores límite:

$$\text{Condición de encendido: } \frac{50 \mu W}{\text{cm}^2} \leq E_T \leq 7 \frac{500 \mu W}{\text{cm}^2}$$

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

7.8 Durabilidad

El medidor debe ser capaz de mantener una estabilidad adecuada de sus características metrológicas durante el periodo de tiempo especificado por el fabricante, siempre que se instale, mantenga y utilice adecuadamente de acuerdo con las instrucciones de uso y cuando se encuentre en las condiciones ambientales a las que está destinado. El fabricante debe proporcionar evidencia para sustentar la declaración de durabilidad.

El medidor debe estar diseñado para reducir, en la medida de lo posible, el efecto de un defecto que conduzca a un resultado de medición inexacto.

El medidor debe ser capaz de:

- a) Evitar que se produzcan errores significativos de durabilidad; y/o
- b) Detectar errores significativos de durabilidad y actuar mediante una protección de durabilidad.

TÍTULO TERCERO**REQUISITOS PARTICULARES PARA MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA****8. Requisitos para medidores de parámetros de calidad de la potencia****8.1. Requisitos de exactitud**

Los medidores de parámetros de calidad de la potencia, deben cumplir con los métodos de medición y requisitos de desempeño para medidores Clase A, establecidos en la NMX-J-610/4-30-ANCE y con las especificaciones que se indican en 10 y 12 de este proyecto.

8.2. Diseño y construcción

La arquitectura general de la cadena de medición, debe contener al menos lo que se indica en la Figura 2.1, considerando que las líneas punteadas muestran las unidades opcionales del medidor. La magnitud eléctrica sujeta a medición puede ser directamente accesible, como puede ser en la mayoría de los casos en sistema de baja tensión, o accesible mediante un sensor de medición como lo son los transformadores de potencial o los transformadores de corriente.

Debe ser posible descargar los datos almacenados en el instrumento a través de un puerto de comunicación.

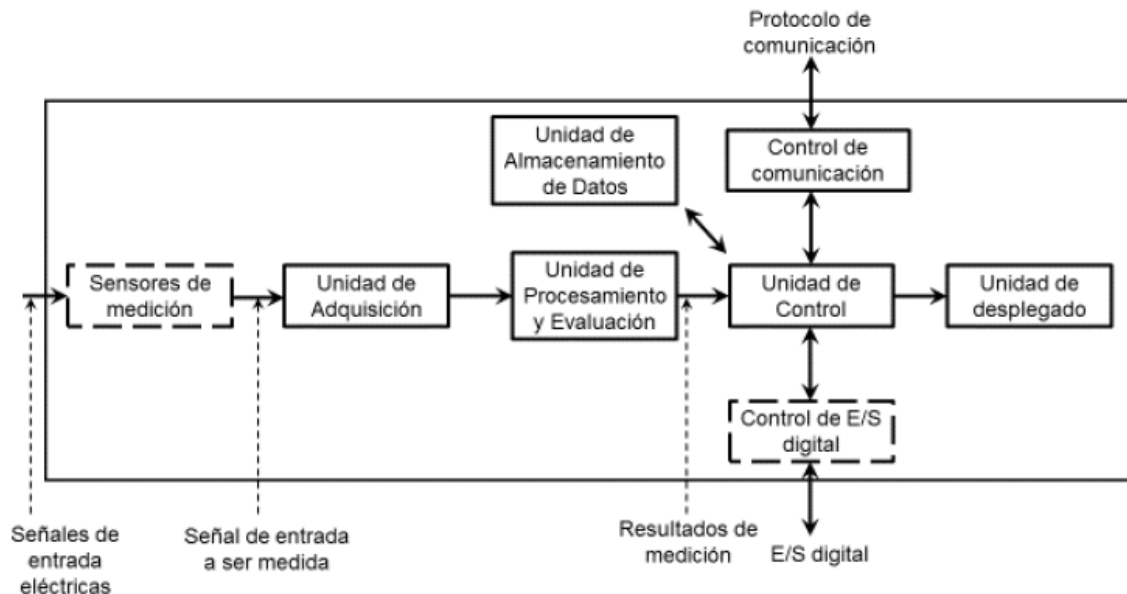


Figura 2.1-Arquitectura general de medición

8.3. Pruebas

El medidor de calidad de la potencia debe registrar todas las lecturas de los parámetros de calidad de la potencia para la Clase A, definidos en la NMX-J-610/4-30-ANCE, incluyendo los valores de 12 ciclos, los valores de 180 ciclos, los valores de 10 min, los valores de 2 h y el valor de 10 s para la medición de frecuencia.

Durante las pruebas, debe registrarse mínimo la información siguiente relacionada con cada lectura de calidad de la potencia, de acuerdo con la NMX-J-610/4-30-ANCE:

- Fecha;
- Hora;
- Información sobre el abanderamiento de datos (para lecturas que soportan abanderamiento);
- Número de bloques de mediciones de 12 ciclos y 180 ciclos dentro de cada intervalo de 10 min.

8.4. Valores de medición y datos internos adicionales

El medidor de calidad de la potencia debe cumplir con los valores de medición y los datos internos adicionales que se indican en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1-Valores de medición y datos internos adicionales (1 de 2)

Función	Cálculo de calidad de la potencia	Eventos desencadenados	Agregación	Datos adicionales para prueba	Abanderamiento de datos
Frecuencia de alimentación	Medición de 10 s	NA	NA	NA	✓
Valor de la tensión de alimentación	Medición de agregación de 10 min Medición de agregación de 2 horas	NA	✓	Medición de 12 ciclos Medición de agregación de 180 ciclos Numeración de bloques para la marca de tiempo de 10 minutos del reloj de tiempo real (RTC) (para 12 ciclos (traslape 1) y 180 ciclos (traslape 2))	✓
Desbalance de la tensión de suministro			✓		✓
Armónicas de tensión			✓		✓
Inter-armónicas de tensión			✓		✓
Sub-desviación y sobre-desviación			✓		✓
Parpadeo	Valor de Pst de 10 minutos Valor de Plt de 2 horas	NA	De acuerdo con la NMX-J-550/4-15-ANCE	Salida Pinst (también conocida como "salida 5" referenciado por la NMX-J-550/4-15-ANCE	✓
Decrementos e interrupciones de la tensión de suministro	NA	Tensión residual $V_{eficaz}(1/2)$ o profundidad y estampas de tiempo (duración)	✓	Registros de fallas (muestras) y valores de $V_{eficaz}(1/2)$ durante el evento (independientemente sincronizados en cada canal en el cruce por cero)	NA
Incrementos de la tensión de suministro		Valor del incremento máximo y estampas de tiempo (duración)	✓		NA
Tensión de señalización de la red de suministro eléctrico	12 Ciclos	NA	✓	NA	✓

Tabla 2.1-Valores de medición y datos internos adicionales (2 de 2)

Función	Cálculo de calidad de la potencia	Eventos desencadenados	Agregación	Datos adicionales para prueba	Abanderamiento de datos
Variaciones rápidas de tensión	NA	Variaciones de tensión ΔU_{ss} nuevo valor de tensión en condición estable Desviación máxima ΔU_{max} Estampas de tiempo (duración)	NA	NA	✓
Valor de la corriente	Medición de agregación de 10 minutos Medición de agregación de 2 horas	NA	✓	Medición de 12 ciclos	✓
Armónicas de corriente		NA	✓	Medición de agregación de 180 ciclos	
Inter-armónica de corriente		NA	✓	Numeración de bloques para la marca de tiempo de 10 minutos del reloj de tiempo real (RTC) (para 12 ciclos (traslape 1) y 180 ciclos (traslape 2)	
Desbalance de corriente		NA	✓		

8.5. Resolución de los datos presentados

La resolución de los datos presentados debe ser de acuerdo a la exactitud requerida.

Nota: Por ejemplo, con $U_{din} = 63\text{ V}$, con una exactitud del 0.1% significa una resolución de 0.06 V, por lo que se requiere de al menos dos dígitos decimales.

8.6. Abanderamiento de datos

8.6.1 Requisitos del abanderamiento de datos

El abanderamiento de datos está basado en el concepto descrito en la NMX-J-610/4-30-ANCE.

La detección de interrupciones, decrementos e incrementos depende del límite o umbral $\frac{\Delta V}{V}$, definido en el Código de Red, ya que esto influye en el abanderamiento de datos.

Los datos abanderados no deben eliminarse, ya que se debe advertir al usuario final que los resultados de medición no son confiables.

La bandera se debe calcular en la ocurrencia de decrementos, incrementos o interrupciones polifásicas (una bandera para todas las fases), como se especifica en la NMX-J-610/4-30-ANCE.

Las especificaciones del medidor deben indicar el lugar (registro/campo) en donde se abanderan los datos.

8.6.2 Marcado de datos adicionales

El marcado de datos adicionales, que no esté basado en el concepto de abanderamiento de la NMX-J-610/4-30-ANCE, debe estar disponible para indicar que los datos podrían ser no confiables.

Cuando el medidor disponga de marcado adicional de datos, debe indicar claramente (por ejemplo, con un archivo de registro) la hora en que las mediciones pueden estar fuera de la incertidumbre especificada. Las especificaciones del medidor deben proveer una lista de las causas posibles que pueden conducir a este marcado de datos.

Notas:

- 9.3.4.1** Ejemplos de marcado de datos adicionales son el resultado de: influencia de la temperatura en la cadena de medición, pérdida de sincronización, entrada de tensión fuera del intervalo de medición, pérdida de la tensión de referencia para la medición de frecuencia, falla en el lazo cerrado de fase, etc. Esta no es una lista exhaustiva.
- 2 La entrada de corriente fuera del intervalo de medición no se incluye debido a que ocurre de manera frecuente.

En las especificaciones del medidor, deben describirse la forma en que se realiza el marcado de los datos.

8.7. Requisitos de desviación de temperatura dentro del intervalo nominal de operación para temperatura ambiente

Los requisitos que a continuación se presentan no aplican bajo condiciones de referencia.

Cuando se opera fuera de las condiciones de referencia, la variación máxima causada por el cambio de temperatura del aire, respecto de las condiciones de referencia (como se define en el numeral 12.1), dentro de los límites del intervalo nominal de operación para la temperatura del aire, de acuerdo con la Tabla 2.6, no deben exceder la incertidumbre de medición (como se especifica en la NMX-J-610/4-30-ANCE) multiplicada por M, donde M está dada en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2-Multiplicadores de incertidumbre para diferentes intervalos de temperatura

Temperatura del aire	Valor máximo para M
Entre 0 °C y + 45 °C	1.0 °C
Debajo de 0 °C	1.0 °C a 0 °C, variando linealmente a 2.0 °C a -25 °C como se ilustra en la Figura 2.2.
Arriba de + 45 °C	1.0 °C a + 45 °C, variando linealmente a 2.0 °C a + 55 °C como se ilustra en la Figura 2.2.

Los medidores deben cumplir estos requisitos de deriva dentro de su intervalo de operación nominal para la temperatura ambiente de acuerdo a la Tabla 2.6.

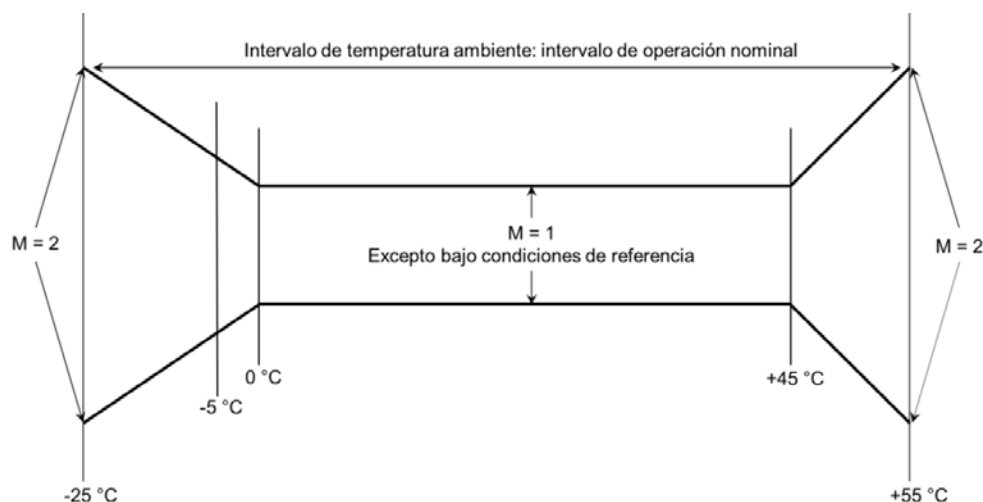


Figura 2.2-Intervalos de temperatura ambiente

A continuación, se da un ejemplo para la medición Clase A de la magnitud de tensión.

- 1) Considere el caso de un medidor de la calidad de la potencia Clase A, para el parámetro de tensión de suministro;
- 2) Se toma una medición bajo condiciones de referencia para obtener la medición de referencia (la cual debe estar dentro de $\pm 0.1\%$ de V_{din} respecto del valor esperado, de acuerdo a la incertidumbre de medición de la clase A de la NMX-J-610/4-30-ANCE-2014);
- 3) A continuación, conforme la temperatura ambiente varía, la medición sólo puede variar de la medición de referencia en la cantidad especificada anteriormente;
- 4) Algunas muestras de temperatura y las variaciones de medición permitidas son:
 - 25 Puede variar de la medición de referencia por $\pm 0.2\%$ de V_{din} (M=2).
 - 25 Puede variar de la medición de referencia por $\pm 0.14\%$ de V_{din} (M=1.4).
 - 25 Puede variar de la medición de referencia por $\pm 0.12\%$ de V_{din} (M=1.2).
 - 0° C Puede variar de la medición de referencia por $\pm 0.1\%$ de V_{din} (M=1).
 - + 45 Puede variar de la medición de referencia por $\pm 0.1\%$ de V_{din} (M=1).
 - + 45 Puede variar de la medición de referencia por $\pm 0.2\%$ de V_{din} (M=2).

Figura 2.3-Requisito de medición como una función de temperatura

8.8. Condiciones ambientales

8.8.1 Generalidades

Los medidores de calidad de la potencia se identifican de acuerdo con los requerimientos de la Tabla 2.3:

Tabla 2.3-Tabla de identificación de uso de medidores

Símbolo de identificación	Uso destinado
	Instrumentos que cumplan con los métodos de medición para medidores clase A de acuerdo a la NMX-J-610/4-30-ANCE-2014 vigente.
F	Instrumentos que se instalan de manera permanente
I	Instrumentos destinados a utilizarse en interiores
O	Instrumentos destinados a utilizarse en exteriores

Símbolo de identificación	Uso destinado
G	Instrumentos que están destinados a utilizarse en ambientes con compatibilidad electromagnética común ¹⁾
H	Instrumentos que están destinados a utilizarse en ambientes con compatibilidad electromagnética severa ²⁾

Nota:

- 1) Localización normal en estaciones de potencia y subestaciones de media tensión, por ejemplo cuartos de control, cuarto para equipo y área de proceso.
- 2) Localización normal en subestaciones de alta tensión, por ejemplo edificios de control, casa de máquinas, casa de relevadores y área de interruptores.

Los instrumentos se deben nombrar según la codificación de la Tabla 2.4. La lista de los medidores permitidos se proporciona en la Tabla 2.5.

Tabla 2.4-Tabla de codificación de instrumentos

Instrumento de calidad de la potencia	Clase de funciones de acuerdo a la NMX-J-610/4-30-ANCE	Instalación fija (F) del instrumento	Aplicación interior (I) o exterior (O)	Ambiente de compatibilidad electromagnética G (en blanco) o H (-H)
PQI-A ^{a)}		-FI1, -FI2 o -FO		
^{a)} PQI, por sus siglas en inglés Power Quality Instrument. ^{b)} Véase Tablas 2.6 y 2.7				

Tabla 2.5-Categorización de instrumentos Clase A

Ambiente de compatibilidad electromagnética	Instalación fija	
	Aplicación en interiores	Aplicación en exteriores
G	PQI-A-FI1, PQI-A-FI2	PQI-A-FO
H	PQI-A-FI1-H, PQI-A-FI2-H	PQI-A-FO-H
FI1 es un ambiente interior con variaciones de temperatura incontrolables, mientras que FI2 es un ambiente interior con variaciones de temperatura controlables		

8.8.2 Condiciones de operación de instrumentos con características FI1, FI2, FI1-H, FI2-H, FO y FO-H

Las condiciones de funcionamiento para los instrumentos con características FI1, FI2, FI1-H, FI2-H, FO y FO-H, están dedicados a instrumentos de instalación fija, utilizados en los siguientes casos:

- a) En ambientes de compatibilidad electromagnética G o H
- b) Para operación en interiores o exteriores.

Tabla 2.6-Condiciones de operación de los instrumentos con características FI1, FI2, FI1-H, FI2-H, FO y FO-H (1 de 2)

Parámetros ambientales		Almacenamiento y transporte	Operación en interiores	Operación en exteriores
Temperatura ambiente: límite de funcionamiento		IEC 60721-3-1 / 1K5 -40 °C a +70 °C IEC 60721-3-2 / 2K4 -40 °C a +70 °C	FI1: IEC 60721-3-3 / 3K6 -25 °C a +55 °C FI2: IEC 60721-3-3 / 3K5 mod.: 0 °C a +45 °C	FO: IEC 60721-3-1 / 1K5-40 °C a +70 °C
Temperatura ambiente: intervalo nominal de operación ^b		NA	FI1: IEC 60721-3-3 / 3K5 mod.: -10 °C a +45 °C FI2: IEC 60721-3-3 / 3K5 mod.: 0 °C a +45 °C	IEC 60721-3-3 / 3K6 -25 °C a +55 °C
Humedad relativa: promedio en 24 horas		De 5 % a 95 % ^d	De 5 % a 95 % ^d	De 5 % a 95 % ^d
Radiaciones solares		Despreciable	700 W/m ²	1120 W/m ²
Precipitación eólica (lluvia, nieve, granizo, etc.)		Despreciable	Despreciable	Precipitación significativa
Contaminación del aire por polvo, sal, humo, gas inflamable o corrosivo, vapores		Contaminación del aire no significativa ^c	Contaminación del aire no significativa ^c	Contaminación del aire significativa por polvo y sal.
Vibraciones, temblores de tierra		IEC 60721-3-1 / 1M1 IEC 60721-3-2 / 2M1	IEC 60721-3-3 / 3M1	IEC 60721-3-3 / 3M1
Inmunidad a los disturbios electromagnéticos	Ambientes FI1, FI2, FO	---	IEC 61000-6-5 ambiente G	IEC 61000-6-5 ambiente G
	Ambientes FI1-H, FI2-H, FO-H	---	IEC 61000-6-5 ambiente H	IEC 61000-6-5 ambiente H
Altitud		---	≤ 2 000 m ≤ 4 000 m ^g	≤ 2 000 m ≤ 4 000 m ^g
Grado de contaminación		---	2 de acuerdo a la IEC 61010	2 o 3 de acuerdo a la IEC 61010
Categoría de sobretensión (relacionada con el suministro)		---	IEC 61010 categoría de sobretensión III ^{e f}	IEC 61010 categoría de sobretensión III ^{e f}
Categoría de medición (relacionada con las entradas de medición)		---	IEC 61010 categoría de medición III o IV ^{e f}	IEC 61010 categoría de medición III o IV ^{e f}

Tabla 2.6-Condiciones de operación de los instrumentos con características FI1, FI2, FI1-H, FI2-H, FO y FO-H (2 de 2)

Parámetros ambientales	Almacenamiento y transporte	Operación en interiores	Operación en exteriores
^a Ver definición. La temperatura puede ser menor en la parte frontal de los instrumentos montados en un tablero. ^b Ver definición ^c Estas condiciones corresponden a los valores máximos dados para las clases 3C1 y 3S1 en la IEC 60721-3-3 ^d No se considera condensación o hielo. ^e Si el instrumento se alimenta por el circuito que se está midiendo, entonces las categorías de sobre-tensión y de medición deben tener el mismo número de categoría. ^f Para orientación sobre la selección de la correcta categoría de medición, véase IEC 61010-2-030. Para orientación sobre la categoría de sobre-tensión, véase IEC 61010-1 ^g Medidor para operar en altitudes superiores a los 2 000 m, todos las distancia de espacios (claros) debe ser multiplicado por el factor especificado en la IEC 61010-1			

8.8.3 Relación entre la temperatura ambiente y la humedad relativa

Las clases C1 y C2 definidas en la IEC 60654-1 son aplicables, tomando en cuenta los valores de la Tabla 2.6.

8.9. Requerimientos de seguridad

- 1) El medidor debe cumplir con las categorías de sobretensión especificadas en la NMX-J-600-ANCE, así como con las categorías de medición especificadas en la IEC 61010-2-030.
- 2) Los circuitos destinados para conectarse a un circuito accesible externo deben ser considerados como partes conductivas disponibles, por ejemplo, los circuitos de comunicación.
- 3) Un puerto de comunicación que puede estar conectado a un sistema de datos también se debe considerar como una parte conductiva disponible.
- 4) Las partes conductivas disponibles requieren de protección contra fallas.

Nota: El aislamiento básico no es una protección suficiente contra condiciones de falla. Ejemplos de aislamiento pertinente son el aislamiento doble. Aislamiento reforzado u otros medios de protección especificados en la serie IEC 61010.

- 5) El conductor neutro dentro de un instrumento debe ser considerado como una parte viva peligrosa.
- 6) Se permite la conexión de un medidor de calidad de la potencia a un sensor de alta tensión externo (por ejemplo para sistemas con una tensión nominal mayor que 1000 V C.A.) siempre que las características de diseño de tales sensores eviten cualquier peligro.

8.10. Requerimientos de compatibilidad electromagnética**8.10.1 Emisiones**

Se deben aplicar los requerimientos para los medidores de la clase A de la CISPR 32.

8.10.2 Inmunidad

Los medidores de instalación fija de la clase A con ambiente de compatibilidad electromagnética G de la Tabla 2.5, deben cumplir con requerimientos de inmunidad definidos en la IEC 61000-6-5 para centrales eléctricas y tipo de interfaz 2. Los que se conectan por medio de transformadores de potencial y/o corriente deben cumplir los requerimientos de tipo de interfaz 3.

Los medidores de instalación fija de la clase A con ambiente de compatibilidad electromagnética H de la Tabla 2.5, deben cumplir con los requerimientos de inmunidad definidos en la IEC 61000-6-5 para subestaciones y tipo de interfaz 3.

8.11. Requerimientos climáticos del medidor de calidad de la potencia

El medidor debe cumplir con el ambiente apropiado tal y como se define en la Tabla 2.6.

8.12. Requerimientos mecánicos**8.12.1 Robustez mecánica del medidor**

El medidor debe cumplir con el ambiente apropiado tal y como se define en la Tabla 2.6.

8.12.2 Robustez del chasis

Los requisitos de la Tabla 2.7 se deben cumplir como pruebas de modelo o prototipo.

Tabla 2.7-Requerimientos mecánicos del chasis

Robustez del chasis, prueba des energizado	Requisito ^{a)}	Medidor de instalación fija
Protección proporcionada por el chasis	NMX-J-627-ANCE	IK 06 (1 J)
^a Para las pruebas mecánicas con un medidor des energizado, las funciones del medidor deben permanecer dentro de sus especificaciones después de la prueba.		

8.13. Grado de protección proporcionado por el chasis

El medidor de calidad de la potencia debe cumplir con el grado de protección (IP) del medidor de acuerdo a la NMX-J-529-ANCE. Los requerimientos mínimos se proporcionan en la Tabla 2.8., en la cual se especifican los requerimientos mínimos IP para diferentes tipos de gabinetes de los medidores de calidad de la potencia.

Tabla 2.8-Requerimientos mínimos IP

	Aplicación en interiores		Aplicación en exteriores	
Tipo de instrumento	Partes expuestas (por ejemplo panel frontal)	Sin partes expuestas (por ejemplo gabinete), excepto panel frontal	Partes expuestas (por ejemplo el panel frontal no está en el tablero) ^{a b}	Sin partes expuestas (por ejemplo el gabinete, el panel frontal en el tablero), excepto panel frontal
Instalación fija, instrumentos montados en paneles ^b	IP 40	IP 20	IP 54 cuando se instala de acuerdo a las instrucciones del fabricante	IP 51 cuando se instala de acuerdo a las instrucciones del fabricante
^a Excepto para cubiertas temporalmente abiertas.				
^b Véase apartado de definiciones				

8.14. Requerimientos de arranque

Con una señal estable aplicada en las entradas de medición antes de energizar el medidor, una lectura exacta del valor de la tensión de alimentación debe estar disponible a través del módulo de comunicación o la interfaz de usuario local 15 s después de energizar el dispositivo. El arranque no debe ser mayor a 15 s, el medidor debe indicar el tiempo máximo en que los valores de medición estén disponibles.

8.15. Instrucciones de operación y marcado**8.15.1 Generalidades**

El marcado y las instrucciones de operación deben cumplir con la NMX-J-600-ANCE, a continuación, se especifican requerimientos adicionales.

8.15.2 Marcado

El tipo de medidor se debe marcar de acuerdo a las Tablas 2.4 y 2.5 Este marcado se debe explicar en el manual de operación del equipo, por ejemplo, copia de la sección apropiada de la Tabla 2.5 o explicación de la justificación del marcado.

8.15.3 Instrucciones de operación

El fabricante o proveedor debe indicar las características del medidor que se mencionan en la plantilla "Tabla 2.9".

Tabla 2. 9-Plantilla de especificaciones de las características

Símbolos de las funciones	Función	Clase de acuerdo a la NMX-J-610/4-30-ANCE	Intervalo de medición	Información adicional
f	Frecuencia de alimentación	A		
U	Valor de la tensión de suministro	A	(Expresado como un intervalo de U_{din})	(Expresado como un intervalo de tensión)
P_{st} P_{lt}	Parpadeo	A		
U_{dec} U_{inc}	Decrementos e incrementos de tensión	A	N.A.	
U_{int}	Interrupciones de tensión	A		
u_0 u_2	Desbalance de tensión	A		
U_h	Armónicas de tensión	A		
U_{ih}	Inter-armónicas de tensión	A		
MSV	Tensión de señalización de la red de suministro	A		
Sub/sobre	Sub/sobre desviación	A		
RVC	Variaciones rápidas de tensión	A		
	Valor de la corriente	A		
I_h	Armónicas de corriente	A		
I_{ih}	Inter-armónica de corriente	A		
i_0 i_2	Desbalance de corriente	A		
Todas las funciones existentes en el medidor deben especificarse.				

TÍTULO CUARTO**TRANSFORMADORES DE MEDIDA****9. Especificaciones para los transformadores de medida****9.1. Transformadores de medida para centrales eléctricas**

Los transformadores de medida que se instalan en centrales eléctricas, deben cumplir con las funcionalidades que se indican en la Tabla 3.2, según corresponda.

9.2. Transformadores de medida para centros de carga

Los transformadores de medida que se instalan en centros de carga, deben cumplir con las funcionalidades que se indican en la Tabla 3.2, según corresponda.

9.3. Condiciones de operación**9.3.1. Condiciones de operación nominal**

Las condiciones de operación nominal de los transformadores de medida son las que se indican en la Tabla 3.1

Tabla 3.1-Condiciones de operación nominales de los transformadores de instrumento

Condición o Magnitud de Influencia	Valores o Intervalos	
Temperatura	Categoría -25 / 40	Categoría -25 / 55
	-25 °C a 40 °C	-25 °C a 55 °C
Altitud	0 m a 2 500 m	
Vibraciones o sismos	Debe cumplir con la NMX-J-615/1-ANCE	

Tabla 3. 2-Aplicaciones y funcionalidades de los transformadores de medida para Centrales Eléctricas y Centros de Carga

Funciones	Características	Método de prueba	Casos Especiales ^{a)} (ejemplo: centrales eléctricas de alta intermitencia ^{b)})	Directamente modeladas			Indirectamente modeladas
				Tipo A ^{c)}	Tipo B o C ^{c)}	Tipo D ^{c)}	Tipo A ^{c)}
Transformadores de potencial	Las establecidas en la NMX-615/3-ANCE		✓	✓	✓	✓	✓
	Potencia instantánea		✓	✓	✓	✓	✓
	Factor de potencia		✓	✓	✓	✓	✓
	Frecuencia		✓	✓	✓	✓	✓
Transformadores de corriente							

9.3.1.1. Operación en interiores

Para transformadores de medida de uso interior, en donde la influencia de la radiación solar puede despreciarse y el aire del ambiente no se encuentra contaminado de forma significativa por polvo, humo, gases corrosivos, vapores o sales, deben considerarse adicionalmente las condiciones de operación nominales mostradas en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3-Condición de operación nominales de los transformadores de medida de uso interior

Condición o Magnitud de Influencia	Valores o Intervalos
Humedad	El valor promedio de humedad relativa en un periodo de 24 h no debe exceder 95 %. El valor promedio del vapor de la presión del vapor de agua en un periodo de 24 h no debe exceder 2.2 kPa. El valor promedio de la humedad relativa en un periodo de un mes no debe exceder 90 %. El valor promedio de la presión del vapor de agua por un periodo de un mes no debe exceder 1.8 kPa.

9.3.1.2. Operación en exteriores

Para transformadores de medida de uso exterior deben considerarse adicionalmente las condiciones de operación nominales mostradas en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4-Condición de operación nominales de los transformadores de medida de uso exterior

Condición o Magnitud de Influencia	Valores o Intervalos
Temperatura	El valor promedio de la temperatura ambiente en un periodo de 24 h no debe exceder 35 °C.
Contaminación del aire	El ambiente puede ser contaminado por polvo, humo, gases corrosivos, vapores o sales, pero no se deben exceder los niveles indicados en la NMX-J-562/1-ANCE.
Presión del aire	915 Pa máximo (que corresponde a 44.44 m/s ó 160 km/h de velocidad del aire).
Capa de Hielo	20 mm máximo.

La radiación solar por encima de un nivel de 1 000 W/m² (al medio día de un día despejado) y la presencia de condensación o precipitación deben considerarse.

9.3.2. Condiciones de operación especial

Para el caso en que los transformadores de medida destinados a utilizarse bajo condiciones distintas de las condiciones normales de servicio, se recomienda que los requisitos del usuario se refieran a las condiciones indicadas en la Tabla 3.5.

Tabla 3. 5-Condición de operación de uso especial de los transformadores de medida

Condición o Magnitud de Influencia	Valores o Intervalos
Temperatura	-50 °C a 40 °C para climas muy fríos. -5 °C a 50 °C para climas muy calientes.
Terremotos	0.5 g (Véase NMX-J-615/1-ANCE).

9.3.3. Conexión de puesta a tierra de los transformadores de instrumento.

Los transformadores de medida deben contar con al menos una de las siguientes configuraciones de puesta a tierra.

- a) puesta neutro aislado;
- b) puesta tierra resonante;
- c) neutro puesto a tierra:
 - c.1) neutro sólidamente puesto a tierra;
 - c.2) neutro puesto a tierra a través de una impedancia.

9.3.4. Requerimientos de exactitud

9.3.4.1. Generalidades

La clase de exactitud requerida en los transformadores de medida para propósitos de facturación de energía eléctrica relativos a esta norma se encuentran contenidos en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6-Clase de exactitud de los transformadores de instrumento

Transformador de Corriente	Transformador Inductivo o Capacitivo de Tensión
0.2S y 0.2	0.2

Los transformadores de corriente con clases de exactitud 0.2S pueden ser operados del 1% al 120% de su corriente nominal y conservan sus características de exactitud incluso cuando operan al 20% de su corriente nominal, mientras que los transformadores de corriente con clase de exactitud 0.2 sólo pueden ser operados de 5% al 120% de su corriente nominal, y sus características de exactitud se degradan cuando se operan por debajo del 100% de su corriente nominal, llegando a una exactitud de 0.35% cuando se opera al 20% de su corriente nominal, como se muestra en la Figura 3.1

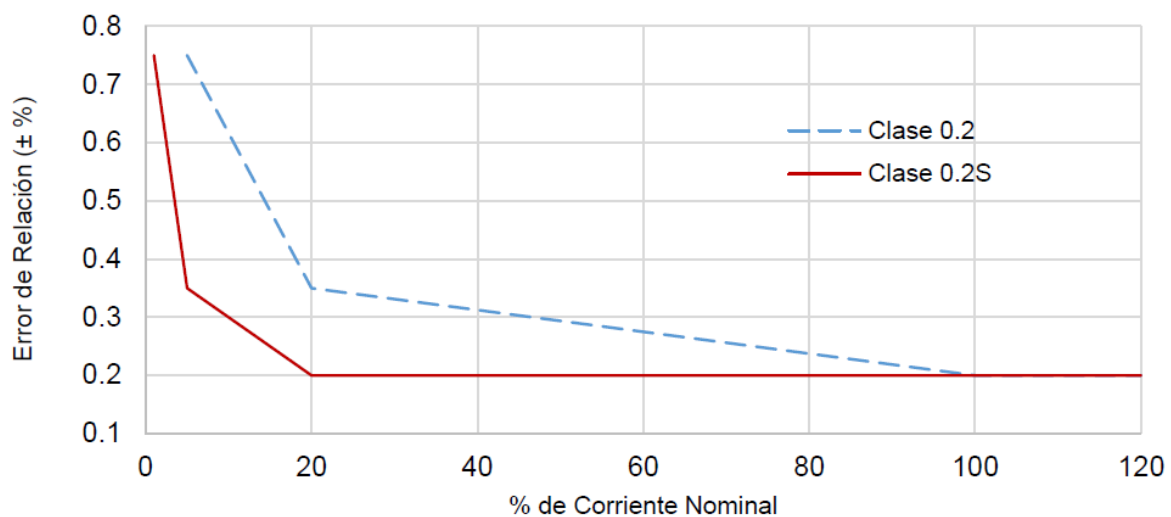


Figura 3.1-Límites de Clase de exactitud de relación de transformadores de corriente.

9.3.4.2. Error base máximo permisible

El error intrínseco de los transformadores de instrumento debe estar dentro del error base máximo permisible correspondiente a cada caso que se detalla a continuación.

- a) El error base máximo para transformadores de corriente se muestra en la Tabla 3.7.:

Tabla 3. 7-Error base máximo para transformadores de corriente

Clase de exactitud	Error de relación					Ángulo de fase									
	$\pm \%$					$\pm$ Minutos					$\pm$ Centirradiantes				
	% de la corriente nominal					% de la corriente nominal					% de la corriente nominal				
	1	5	20	100	120	1	5	20	100	120	1	5	20	100	120
0.2 S	0.75	0.35	0.2	0.2	0.2	30	15	10	10	10	0.9	0.45	0.3	0.3	0.3

- b) El error base máximo para transformadores inductivos de tensión se indica en la Tabla 3.8.

Tabla 3.8-Error base máximo para transformadores de tensión inductivos

Clase de exactitud	Error de relación $\pm \%$	Ángulo de fase	
		$\pm$ Minutos	$\pm$ Centirradiantes
0.2	0.2	10	0.3

Si el transformador tiene dos devanados secundarios separados, debe considerarse su mutua interdependencia, por lo que es necesario especificar un intervalo de salida para cada devanado bajo prueba, para el cual se deben cumplir los requisitos de exactitud conectando al devanado que no está siendo probado a cualquier carga desde cero hasta el valor nominal.

Si no se dispone de estos intervalos de salida, entonces éstos deben ser del 25 % al 100 % de la salida nominal para cada devanado.

Si uno de los devanados ocasionalmente tiene carga por periodos cortos de tiempo, o sólo es usado como un devanado de tensión residual, su efecto sobre los otros devanados puede ser despreciado.

El error de relación y el ángulo de fase a la frecuencia nominal no deben exceder los valores indicados para cualquier valor entre el 80 % y el 120 % de la tensión de salida conectada a:

- Cualquier valor de carga desde 0 VA al 100 % de la carga nominal con un factor de potencia igual a 1 para el Intervalo de Carga I;
- Una carga con valor de entre el 25 % y el 100 % de la carga nominal con un factor de potencia de 0.8 en retraso para el Intervalo de Carga II.

Los valores de carga nominal de 1.0 VA, 2.5 VA, 5.0 VA y 10 VA con un factor de potencia igual a 1 son llamados intervalo de carga I.

Los valores de carga nominal de 10 VA, 25 VA, 50 VA y 100 VA con un factor de potencia 0.8 en retraso son llamados intervalo de carga II.

Los errores deben determinarse en las terminales del transformador incluyendo los efectos de cualquier fusible o resistor que sean parte integral del transformador.

Para transformadores con derivaciones del devanado secundario, los requerimientos de exactitud se refieren a la relación de transformación más alta, a menos que se especifique otra cosa.

- c) El error base máximo para transformadores de capacitivos de tensión se indica en la Tabla 3.9.

Tabla 3.9-Error base máximo para transformadores capacitivos de tensión.

Clase de exactitud	Error de relación $\pm \%$	Ángulo de fase	
		$\pm$ Minutos	$\pm$ Centirradiantes
0.2	0.2	10	0.3

El error de relación y el ángulo de fase no deben exceder los valores indicados a cualquier temperatura y frecuencia dentro de los intervalos de referencia, con la tensión de salida conectada a:

- a) Cargas desde 0 % al 100 % de la carga nominal para el Intervalo de Carga I;
- b) Cargas desde el 25 % y el 100 % de la carga nominal para el Intervalo de Carga II.

Los valores de carga nominal de 1.0 VA, 2.5 VA, 5.0 VA y 10 VA con un factor de potencia igual a 1 son llamados intervalo de carga I.

Los valores de carga nominal de 10 VA, 25 VA, 50 VA y 100 VA con un factor de potencia 0.8 en retraso son llamados intervalo de carga II.

Los errores deben determinarse en las terminales del transformador incluyendo los efectos de cualquier fusible o resistor que sean parte integral del transformador.

Para transformadores con derivaciones del devanado secundario, los requerimientos de exactitud se refieren a la relación de transformación más alta, a menos que se especifique otra cosa.

9.3.5. Marcado

Los transformadores de medida deben llevar una placa de datos adherida, cuyo marcado sea indeleble y contenga los requisitos referentes a marcado establecidos en la NMX-J-615-1-ANCE-2017.

Adicionalmente, los transformadores de tensión inductivos o capacitivos deben cumplir con los requisitos de marcado adicional, marcado de terminales y marcado de valores nominales que se indican en la NMX-J-615/3-ANCE. Los transformadores de corriente deben cumplir con el Apéndice A.

9.3.6. Protección de propiedades metrológicas

Debe asegurarse que los transformadores de medida conserven sus características metrológicas. Debe cumplirse con siguientes requisitos técnicos de operación:

a) Requisitos dieléctricos

Para asegurar que físicamente los transformadores de medida puedan soportar las diversas condiciones de alta tensión a las cuales estarán sometidos en operación, debe comprobarse cualitativamente que no existan los efectos señalados a en la Tabla 3.10.

Tabla 3. 10-Aseguramiento físico, efectos no permitidos

#	Requisitos Dieléctricos
1	Falla de aislamiento y/o descargas disruptivas al aplicar impulso por rayo e impulso por maniobra en terminales primarias
2	Falla de aislamiento y/o descargas disruptivas al aplicar tensión máxima nominal o impulso por maniobra en condiciones de humedad.
3	Falla de aislamiento al aplicar tensión en terminales primarias.
4	Falla de aislamiento al aplicar tensión entre secciones.
5	Falla de aislamiento al aplicar tensión en terminales secundarias.
6	Falla de aislamiento al aplicar tensión de impulsos cortados en terminales primarias.

Dicho de otra forma, deben evitarse los efectos que se indican en la Tabla 3.10.

b) Requisitos mecánicos

Para asegurar que mecánicamente los transformadores de medida pueden soportar las condiciones de operación mecánica a las cuales estarán sometidos, debe comprobarse cualitativamente que no existan los efectos señalados en la Tabla 3.11.

Tabla 3. 11-Aseguramiento mecánico, efectos no permitidos

#	Requisitos Mecánicos
1	Ruptura ante impactos y cumplimiento del código IP de la envolvente.
2	Fuga de gas en unidades capacitivas bajo condiciones de alta temperatura.
3	Fuga en sistemas líquidos.
4	Incorrecto funcionamiento de aisladores de transformadores incorporados a sistemas GIS.
5	Facilidad de acceso al circuito principal del transformador para evitar alteraciones.

Dicho de otra forma, deben evitarse los efectos que se indican en la Tabla 3.11.

c) Requisitos ante diversas condiciones de operación y de disturbios.

Para asegurar que distintas condiciones de operación y de disturbios no afecten a los transformadores de medida, es necesario comprobar cuantitativamente y/o cualitativamente que no existan los efectos señalados a en a Tabla 3.12.

Tabla 3.12-Condiciones de operación y disturbios, efectos no permitidos

#	Requisitos ante condiciones de operación y disturbios
1	Exceso de incremento de temperatura bajo condiciones de operación nominal.
2	Exceso de tensión de radio interferencia, sobretensiones transmitidas e inmunidad (para partes electrónicas de los transformadores).
3	Exceso de descargas parciales.
4	Exceso de tensión entre espiras.
5	Exceso de cambio de valor de capacitancia ante pruebas dieléctricas y exceso de valores límite del factor de disipación.
6	Exceso de oscilaciones de ferresonancia.
7	Exceso de fuga anual para sistemas de presión cerrados.
8	Exceso de deformación en puntos críticos ante cambios de presión en transformadores de envoltorio metálico.
9	Exceso de corriente térmica y corriente dinámica ante condiciones de cortocircuito.

Adicionalmente se debe comprobar que no existan daños en el transformador, cumplimiento de exactitud, cumplimiento de requisitos dieléctricos y que no haya deterioro en aislamientos de conductores.

9.3.7. Protección de software

Si el transformador de instrumento cuenta con alguna unidad de conversión y/o salida de señales digitales, como en el caso de transformadores de medida ópticos, se deben cumplir los requisitos correspondientes de la norma IEC 61869-9.

9.3.8. Mantenimiento

Para preservar las características metrológicas de los transformadores de instrumento, se recomienda seguir las instrucciones proporcionadas en la sección B5 del apéndice B de NMX-J-615/1-ANCE.

9.3.9. Durabilidad

Una vez instalados, los transformadores de instrumento deben diseñarse para mantener una adecuada estabilidad de sus características metrológicas durante un periodo de tiempo de acuerdo a las especificaciones dadas por el fabricante.

El fabricante debe proveer evidencia que soporte la durabilidad especificada.

Los transformadores de instrumento deben diseñarse para reducir, el o los efecto(s) de un defecto que conduzca a un resultado de medición fuera del rango de exactitud, por lo que debe considerarse lo siguiente:

- a) Que no se produzcan errores significativos de durabilidad; o
- b) Que se detecten errores de durabilidad significativos y sea posible actuar para evitarlos.

TÍTULO 5

APROBACIÓN DE MODELO O PROTOTIPO

10. Requisitos universales para los medidores

Este capítulo 10 indica la documentación, protocolos de prueba y pruebas que deben aprobar todos los medidores como parte de su proceso para obtener su aprobación de modelo o prototipo.

Existen pruebas en las que las condiciones de aplicación de las mismas varían dependiendo el tipo de medidor: medidor de parámetros para calidad de la energía, medidores para energía activa y reactiva, o medidores para energía activa, en cuyo caso, las condiciones particulares se indican en los capítulos 11 y 12 respectivamente.

Asimismo, en los capítulos 11 y 12 se indican las pruebas adicionales que deben cumplir los medidores de parámetros para calidad de la potencia y los medidores de energía reactiva y activa.

10.1 Listado de pruebas para aprobación de modelo o prototipo

En la Tabla 4.1 se indican las pruebas que deben aprobar los medidores para obtener su aprobación de modelo o prototipo.

La tabla 4.1 indica las pruebas aplicables a:

- a) Medidores de parámetros para calidad de la potencia;
- b) Medidores de energía activa y reactiva; y
- c) Medidores de energía activa.

Tabla 4. 1-Pruebas para obtener la aprobación de modelo o prototipo (1 de 2)

Requisitos o pruebas		Medidor de energía activa	Medidores de energía activa y reactiva	Medidores de parámetros de calidad de la potencia
Documentación (10.2.1)		✓		
Agrupación de modelo (10.2.2)		✓		
Procedimiento de validación (10.2.4)		✓		
Programa de pruebas (10.2.5)		✓		
Condiciones de referencia (10.2.6)		✓		
Pruebas para comprobar el cumplimiento de los errores máximos permisibles (10.3)	Determinación del error intrínseco inicial (10.3.1)	✓		
	Autocalentamiento (10.3.2)	✓		
	Corriente de arranque (10.3.3)	✓		
	Estado sin carga (10.3.4)	✓		
	Constantes del medidor (10.3.5)	✓		
Pruebas para magnitudes de influencia (10.4)	Dependencia con la temperatura (10.4.1)	✓	✓	
	Balance de carga (10.4.2)	✓		
	Variación de tensión (10.4.3)	✓	✓	
	Variación de frecuencia (10.4.4)	✓	✓	
	Armónicas en tensión y corriente (10.4.5)	✓	✓	
	Variaciones de tensión severa (10.4.6)	✓		
	Interrupción de una o dos fases (10.4.7)	✓		
	Subarmónicas en el circuito de C.A. (10.4.8)	✓		
	Armónicas en el circuito de corriente alterna (10.4.9)	✓		
	Secuencia de fase invertida (dos fases intercambiadas) (10.4.10)	✓		
	Inducción magnética continua de origen externo (10.4.11)	✓	✓	
	Campo magnético de origen externo (10.4.12)	✓	✓	
	Campos electromagnéticos radiados (10.4.13)	✓	✓	
	Disturbios conducidos, inducidos por campos de radiofrecuencia (10.4.14)	✓	✓	
	Señal de corriente continua en el circuito de corriente alterna (10.4.15)	✓	✓	
	Armónicas de orden alto (10.4.16)	✓		

Tabla 4.1-Pruebas para obtener la aprobación de modelo o prototipo (2 de 2)

Requisitos o pruebas		Medidor de energía activa	Medidores de energía activa y reactiva	Medidores de parámetros de calidad de la potencia
Pruebas para disturbios o perturbaciones (10.5)	Campo magnético de origen externo (10.5.2)	✓		
	Descarga electrostática (10.5.3)	✓		
	Transitorios rápidos (10.5.4)	✓	✓	
	Decrementos súbitos e interrupciones de tensión (10.5.5)	✓		
	Campos electromagnéticos de RF radiados (10.5.6)	✓		
	Sobretensiones en la línea de alimentación eléctrica de corriente alterna (10.5.7)	✓		
	Inmunidad de ondas oscilatorias amortiguadas (10.5.8)	✓	✓	
	Sobrecorriente de corta duración (10.5.9)	✓	✓	
	Tensión de impulso (10.5.10)	✓		
	Tensión de impulso para y entre circuitos (10.5.11)	✓		
	Tensión de impulso de los circuitos eléctricos con relación a tierra (10.5.12)	✓		
	Falla a tierra (10.5.13)	✓		
	Operación de dispositivos auxiliares (10.5.14)	✓	✓	
Pruebas mecánicas (10.6)	Vibraciones (10.6.1)	✓	✓	
	Impacto (10.6.2)	✓	✓	
	Protección contra radiación solar (10.6.3)	✓	✓	
	Protección contra ingreso de polvo (10.6.4)	✓	✓	
Pruebas climáticas (10.7)	Temperaturas extremas-calor seco (10.7.1)	✓	✓	
	Temperaturas extremas-frío (10.7.2)	✓	✓	
	Calor húmedo, estado estacionario (sin condensación), para clase de humedad H1 (10.7.3)	✓	✓	
	Calor húmedo, cíclico (condensamiento) para clases de humedad H2 y H3 (10.7.4)	✓	✓	
	Prueba de agua (10.7.5)	✓	✓	
	Prueba de durabilidad (10.7.6)	✓	✓	
Pruebas de la condición de arranque y sin carga	Prueba de la condición sin carga ()		✓	
	Arranque ()		✓	
	Constante del medidor ()		✓	
Armónicas			✓	

10.2 Requisitos generales**10.2.1 Documentación**

En cualquier proceso de solicitud de aprobación de modelo o prototipo, debe presentarse la documentación que se indica a continuación:

- 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 de electricidad, incluyendo:
 - a) Descripción del principio de medición;
 - b) Especificaciones metrológicas tales como la clase de exactitud y las condiciones nominales de funcionamiento; y
 - c) Pasos que deben realizarse antes de probar el medidor de electricidad.
- 3) Las especificaciones técnicas del medidor de electricidad, incluyendo:
 - a) 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) Certificado de cumplimiento con el Proyecto;
 - f) Frecuencias de reloj específicas; y
 - g) Consumo energético del medidor de electricidad.
- 4) Manual de usuario;
- 5) Manual de instalación; y
- 6) Una descripción de la verificación de instalación para fallas significativas, si procede.

Asimismo, la documentación del software debe contener:

- 1) Una descripción del software propietario o legalmente relevante y cómo se cumplen los requisitos siguientes:
 - a) Lista de módulos del 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 del 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 de los métodos 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) 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) Descripción de la interfaz de usuario, menús y diálogos.
- 8) 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 las fallas se realiza en el software, una lista de las fallas detectadas 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.

10.2.2 Agrupación de modelo

Los medidores producidos por el mismo fabricante pueden formar un modelo, siempre que tengan propiedades metrológicas similares resultantes del uso de la misma construcción uniforme de piezas/módulos que determinan las propiedades metrológicas.

Un modelo puede tener varios intervalos de corriente y varios valores de tensión y frecuencia nominal, e incluir varios modos de conexión y varios dispositivos auxiliares.

Nota-“Misma construcción uniforme” significa normalmente la misma construcción de: los elementos de medición, del software de medición, del registro y el dispositivo indicador, el mismo mecanismo de compensación de temperatura, la misma construcción de caja, bloque de terminales e interfaz mecánica.

10.2.3 Muestreo para las pruebas de aprobación de modelo o prototipo

El fabricante debe elegir uno de los tamaños de muestra que se establecen en la Tabla 4.2. La condición de prueba y el criterio de aceptación/rechazo, está en función del tamaño de la muestra.

Tabla 4.2-Tamaño de la muestra, condición de prueba y criterio de aceptación/rechazo

# de especímenes (tamaño de la muestra)	Condición de prueba	Criterio de aceptación/rechazo
3 a 5 medidores	Todos los medidores deben ser sujetos a todas las pruebas.	Todos los medidores deben cumplir con todos los valores especificados en las pruebas.
6 a 8 medidores	Todos los medidores deben ser sujetos a todas las pruebas.	En caso de que, en total, los medidores incumplan dos valores o más de los especificados en las pruebas, se rechaza el prototipo.
3 grupos de 3 medidores	El total de las pruebas debe ser cubierto entre los tres grupos	Todos los grupos deben cumplir con todos los valores especificados en las pruebas aplicadas.

10.2.4 Procedimiento de validación

El procedimiento de validación consiste en una combinación de análisis de la documentación y validación del diseño, y validación por prueba funcional de las funciones del software. En la Tabla 4.3, se establece el procedimiento de validación que debe realizarse para cada comprobar el cumplimiento con cada especificación del Proyecto.

Tabla 4.3-Procedimiento de validación

Requisito		Procedimiento de validación	
#	Título	Análisis de la documentación y validación del diseño (AD)	Validación por prueba funcional de las funciones del software (VFTSw)
7.6.2	Identificación del software	✓	✓
7.6.3.1	Prevención contra uso indebido	✓	✓
7.6.3.2	Prevención contra fraude	✓	✓
7.6.4	Protección de parámetros	✓	✓
7.6.5	Separación de dispositivos electrónicos y subconjuntos o módulos	✓	na
7.6.6	Separación de partes del software	✓	na
7.6.7	Almacenamiento de datos, transmisión a través de sistemas de comunicación	✓	✓
7.6.7.1.2	Protección de datos	✓	✓
7.6.7.2	Almacenamiento automático	✓	✓
7.6.7.3.1	Retardo de transmisión	✓	✓
7.6.7.3.2	Interrupción de transmisión	✓	✓
7.6.7.4	Estampa de tiempo	✓	✓
7.6.8	Mantenimiento y actualización	✓	na
n/a = no aplica			

10.2.5 Programa de pruebas

La determinación del error intrínseco inicial debe ser la primera prueba a la que se somete el medidor, como se describe en 10.3.1.

Al comienzo de cualquier serie de pruebas, se permitirá que el medidor se estabilice con circuitos de tensión energizados durante el periodo de tiempo especificado por el fabricante.

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

La determinación del error intrínseco (bajo condiciones de referencia), siempre debe realizarse antes de las pruebas de las magnitudes de influencia y antes de las pruebas de disturbios que se relacionan con el límite de error de cambio o con una condición de falla significativa por el error.

Las salidas de prueba (de pulso) pueden utilizarse para pruebas de requisitos de exactitud. En este caso, la prueba debe realizarse para asegurar que la relación entre el registro de energía básico y la salida de prueba utilizada cumple con las especificaciones del fabricante.

Si se especifica un medidor con modos de conexión alternativos, como conexiones monofásicas para medidores polifásicos, deben realizarse las pruebas de error base máximo permisible para todos los modos de conexión especificados, de acuerdo con 7.3.3

10.2.6 Condiciones de referencia

Durante las pruebas de aprobación de modelo prototipo, a menos que se indique lo contrario en las instrucciones particulares de las pruebas, 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 4.4.

Tabla 4.4-Condiciones de referencia y sus tolerancias

Magnitud	Condiciones de referencia	Tolerancia
Tensión(es) ⁽¹⁾	V_{nom}	$\pm 1 \%$
Temperatura ambiente	23 °C ⁽²⁾	$\pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$
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	$\leq 1 \text{ V/m}$
Secuencia de fase para medidores polifásicos	L1, L2, L3	-
Balance de carga	Misma corriente para todos los circuitos de corriente	$\pm 2 \%$ (corriente) y $\pm 2^{\circ}$ (ángulo de fase)
1) El requisito se aplica tanto a fase-fase y fase-neutro para los medidores de poli-fase. 2) Las pruebas se pueden realizar 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. Nota-Las condiciones de referencia y sus tolerancias se dan para asegurar 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.		

Tabla 4. 5-Condiciones de carga y sus tolerancias en las pruebas

Magnitud	Condiciones	Tolerancia
Corriente(s)	Intervalo de corriente del dispositivo bajo prueba	± 1.0
Factor de potencia	Intervalo del factor de potencia del dispositivo bajo prueba	Diferencia de fase corriente a tensión $\pm 2^{\circ}$
Nota: Las condiciones de carga y sus tolerancias 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 en las condiciones de referencia. Sin embargo, esto no es posible para algunas pruebas tales como la influencia de la variación de tensión y el desbalance de carga. Por lo tanto, el error de cambio siempre debe medirse como el cambio del error relativo y no el de la potencia absoluta.

10.3 Pruebas para comprobar el cumplimiento con los errores máximos permisibles**10.3.1 Determinación del error intrínseco inicial**

- a) Objetivo de la prueba: Comprobar que el error del medidor en las condiciones de referencia es menor que el valor del error base máximo permisible correspondiente establecido en la Tabla 1.5.
- b) Procedimiento de prueba: Los medidores que sean capaces de medir energía unidireccional y bidireccional, como se describe en 7.3.2, deben cumplir con el error base máximo permisible correspondiente de la Tabla 1.5 para flujo de energía en ambas direcciones, positiva y negativa.

El medidor que se especifique como capaz de medir solamente el flujo de energía positiva, como se describe en 7.3.2, debe cumplir con los requisitos de error base máximo permisible establecidos en la Tabla 1.5, para el flujo de energía positivo. Estos medidores también deben someterse a un flujo de energía invertido, en respuesta, con lo cual el medidor no debe registrar energía en el registro primario, o emitir más de un pulso en su salida de prueba. El tiempo de prueba debe ser al menos 1 min, o el tiempo en que la salida de prueba registre 10 pulsos en la dirección del flujo de energía positiva, o 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.

En el caso de diseños de inmovilización de funcionamiento en reversa que tienden a ser afectados por el calentamiento, el tiempo de prueba debe extenderse a 10 min en $I_{\max}$.

- c) Puntos de prueba obligatorios: Para pruebas de flujo positivo, negativo y en reversa, los puntos de prueba obligatorios se establecen en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6-Puntos de prueba obligatorios para la determinación de la prueba del error intrínseco inicial

Corriente	Factor de potencia	Puntos de prueba obligatorios		
		Flujo positivo	Flujo negativo	Flujo invertido
$I_{\min}$	Unitario	✓	n/a	✓
I_{tr}	Unitario	✓	✓	n/a
	Más inductivo ¹⁾	✓	✓	n/a
	Más capacitivo ¹⁾	✓	✓	n/a
Punto intermedio en el intervalo de I_{tr} a $I_{\max}$	Unitario	✓	n/a	n/a
	Más inductivo ¹⁾	✓	n/a	n/a
	Más capacitivo ¹⁾	✓	n/a	n/a
$I_{\max}$	Unitario	✓	✓	✓
	Más inductivo ¹⁾	✓	✓	n/a
	Más capacitivo ¹⁾	✓	✓	n/a
¹⁾ De 0.5 a 1, en atraso; de 1 a 0.5, en adelante				

10.3.2 Autocalentamiento

- a) Objetivo de la prueba: Comprobar que el medidor es capaz de transportar $I_{\max}$ continuamente, como se especifica en la Tabla 1.7.
- b) Procedimiento de prueba: Los circuitos de tensión se deben energizar a la tensión de referencia durante al menos 2 h. Entonces, con el medidor condiciones diferentes a las condiciones de referencia, debe aplicarse la corriente máxima a los circuitos de corriente. El cable que se utilizará para energizar el medidor debe ser de cobre, con longitud de 1 m y sección transversal que asegure que la densidad de corriente esta entre 3.2 A/mm² y 4 A/mm².

El error del medidor 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 debe efectuarse durante al menos 1 h, y en cualquier caso, hasta que la variación de error en un periodo de 20 min no supere el 10% del error base máximo permisible. El cambio de error en comparación con el error intrínseco debe cumplir en todo momento los requisitos dados en la Tabla 1.7.

Si el error de cambio no se ha nivelado (de modo que la variación del error durante cualquier periodo de 20 min no supere el 10% del error base máximo permisible) al final de la prueba, se permite que el medidor vuelva a su estado de temperatura inicial y debe repetirse toda la prueba a factor de potencia de 0.5 en atraso o, si la carga puede cambiarse en menos de 30 seg, el error del medidor debe medirse a $I_{\max}$ y con factor de potencia de 0.5 en atraso; debe comprobarse que el error de cambio en comparación con el error intrínseco cumple con los requisitos dados en la Tabla 1.7.

10.3.3 Corriente de arranque

- a) Objetivo de la prueba: Comprobar que el medidor empieza y continúa operando a I_{st} , como se especifica en la Tabla 1.4.
- b) Procedimiento de prueba: El medidor debe someterse a una corriente igual que la corriente de arranque I_{st} . Si el medidor está diseñado para la medición de energía en ambas direcciones, entonces esta prueba debe aplicarse 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.

Debe considerarse que el medidor ha iniciado, si la salida produce pulsos a una velocidad compatible con los requisitos de errores base máximos permisibles de la Tabla 1.5.

El tiempo esperado, τ , expresado en segundos, entre dos pulsos (periodo) está dado por:

$$\frac{3.6 \times 10^6}{m \cdot k \cdot U_{nom} \cdot I_{st}}$$

en donde:

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

m es el número de elementos;

U_{nom} es la tensión nominal expresada en volts;

I_{st} es la corriente de arranque expresada en amperes.

b.1) Pasos para el procedimiento de prueba

- 1) Iniciar el medidor;
- 2) Esperar 1.5τ s para que se produzca el primer pulso;
- 3) Esperar otros 1.5τ s para que se produzca el segundo pulso;
- 4) Determinar el tiempo efectivo entre los dos pulsos, y
- 5) Esperar que transcurra el tiempo efectivo (después del segundo pulso) para que ocurra el tercer pulso.

- c) Puntos de prueba obligatorios: I_{st} a un factor de potencia unitario.

10.3.4 Estado sin carga

- a) Objetivo de la prueba: Comprobar el desempeño sin carga del medidor, como se especifica en 7.3.4.
- b) Procedimiento de prueba: Para esta prueba, no debe aplicarse corriente en el circuito de corriente. La prueba se debe realizar en U_{nom} .

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

El periodo de prueba mínimo Δt , expresado en horas, debe ser:

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

en 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 por kilowatt-hora (pulsos/kWh);

m es el número de elementos;

U_{nom} es la tensión nominal U_{nom} , expresada en volts;

I_{min} es la corriente mínima I_{min} , expresada en amperes.

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

10.3.5 Constantes del medidor

- a) 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.
- b) 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.

La prueba debe llevarse a cabo pasando una cantidad de energía E a través del medidor, donde E sea de al menos:

$$E_{min} = \frac{1\,000 \cdot R}{b}$$

en donde:

R es la resolución aparente del registro de energía básica, expresada en Wh; y

NOTA - 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.

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

NOTA-El valor de b se debe seleccionar de la Tabla 1.5 según el punto de prueba elegido. El valor de b puede diferir de lo que es aplicable para la prueba de estado sin carga.

Debe calcularse la diferencia relativa entre la energía registrada y la energía que pasa a través del medidor, dada por el número de pulsos de la salida de prueba.

- c) Efecto permitido: La diferencia relativa no debe ser superior a una décima parte del error base máximo permisible.
- d) Puntos de prueba obligatorios: La prueba debe realizarse con una única corriente arbitraria $I > I_{tr}$.

El valor de b debe seleccionarse de la Tabla 1.5, según el punto de prueba elegido. El valor de b puede diferir de lo que es aplicable para la prueba de estado sin carga.

10.4 Pruebas para magnitudes de influencia

El propósito de estas pruebas es comprobar los requisitos establecidos en 7.3.3, debidos a la variación de una sola magnitud de influencia. Para las magnitudes de influencia indicadas en la Tabla 1.7, debe comprobarse que el error de cambio debido a la variación de cualquier magnitud de influencia única se encuentra dentro del límite de error de cambio indicado en la Tabla 1.7.

10.4.1 Dependencia con la temperatura

- a) Objetivo de la prueba: Comprobar que se cumplen los requisitos indicados en la Tabla 1.6.
- b) Procedimiento de prueba: Para cada punto de prueba, el error del medidor debe determinarse a la temperatura de referencia, en cada uno de los límites de temperatura ambiente superior e inferior especificados para el medidor, y a un número suficiente de otras temperaturas que formen intervalos de temperatura comprendidos entre 15 K y 23 K, que abarcan el intervalo 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, debe determinarse el coeficiente de temperatura promedio (c) como sigue:

$$c = \frac{e_u - e_i}{t_u - t_i}$$

en donde:

e_u y e_i son los errores en las temperaturas superior e inferior respectivamente en el intervalo de temperatura de interés; y

t_u y t_i 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 1.6.

- c) Puntos de prueba obligatorios: El ensayo debe realizarse como mínimo en f.p. = 1 y f.p. = 0.5 en atraso y para corrientes de I_{tr} , $10I_{tr}$ e I_{max} .

10.4.2 Balance de carga

- a) Objetivo de la prueba: Comprobar que el error de cambio debido al balance de carga cumple con los requisitos de la Tabla 1.7. Este ensayo es sólo para medidores de poli-fase y para medidores monofásicos de tres hilos.
- b) Procedimiento de prueba: El error del medidor con corriente en un solo circuito de corriente, sólo debe ser medido y comparado con el error intrínseco a carga balanceada. Durante la prueba, deben aplicarse las tensiones de referencia a todos los circuitos de tensión.
- c) 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 conectados directamente, y como mínimo, a I_{max} para medidores con transformador.

10.4.3 Variación de tensión

- a) Objetivo de la prueba: Comprobar que el cambio de error debido a variaciones de tensión cumple con los requisitos de la Tabla 1.7.
- b) Procedimiento de prueba: El cambio de error en comparación con el error intrínseco en U_{nom} , debe medirse cuando se varíe la tensión dentro del intervalo de funcionamiento nominal correspondiente. Para los medidores polifásicos, la tensión de prueba debe ser balanceada. Si se indican varios valores de U_{nom} , la prueba debe repetirse para cada valor U_{nom} .
- c) Puntos de prueba obligatorios: La prueba debe realizarse, 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 $0.9 \cdot U_{nom}$ y $1.1 \cdot U_{nom}$.

10.4.4 Variación de frecuencia

- a) Objetivo de la prueba: Comprobar que el cambio de error debido a las variaciones de frecuencia cumple con los requisitos de la Tabla 1.7.
- b) 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} .
- c) Puntos de prueba obligatorios: La prueba debe realizarse 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 $1.02 \cdot f_{nom}$.

10.4.5 Armónicas en tensión y corriente

- a) Objetivo de la prueba: Comprobar que el cambio de error debido a las armónicas cumple con los requisitos.
- b) Procedimiento de prueba: El cambio de error en comparación con el error intrínseco en condiciones sinusoidales, debe medirse cuando se añaden armónicas 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 4.7 y 4.8, 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 4.7 y 4.8 se muestran en las Figuras A y B respectivamente.

La corriente eficaz no debe exceder de I_{max} , es decir, para la Tabla 4.7, 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 4.8, la componente de corriente fundamental I_1 (eficaz) 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.

- c) 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.

Tabla 4. 7-Forma de onda cuadriforme

Número de armónica	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 4.8-Forma de onda pico

Número de armónica	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°

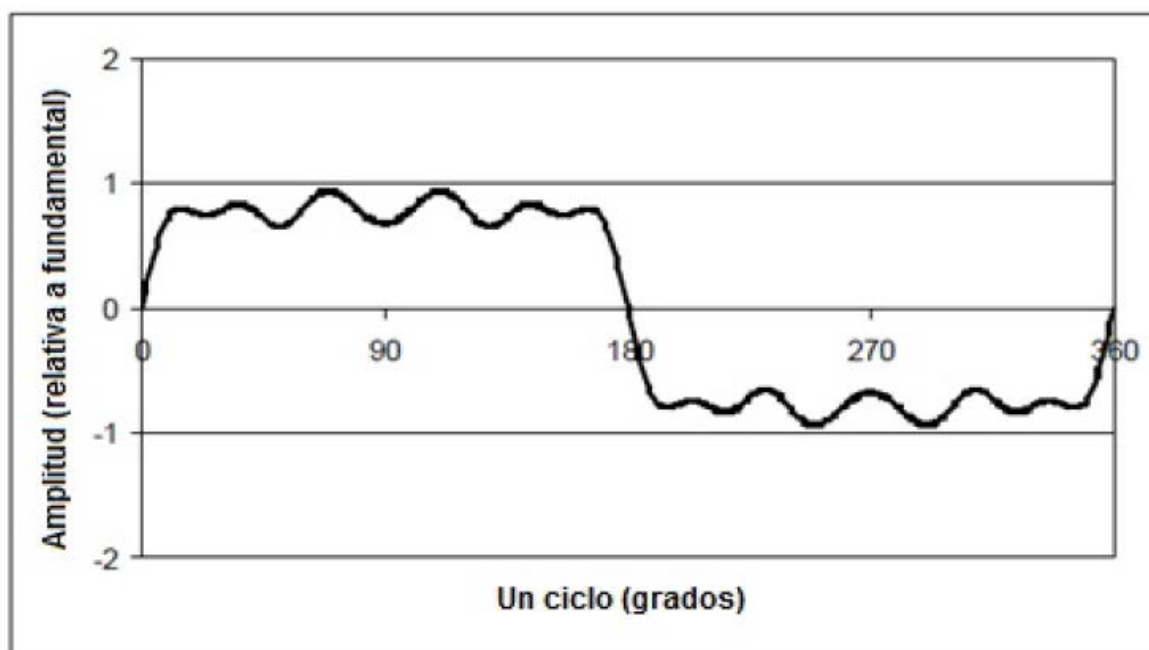


Figura A-Amplitud de corriente para la forma de onda cuadriforme

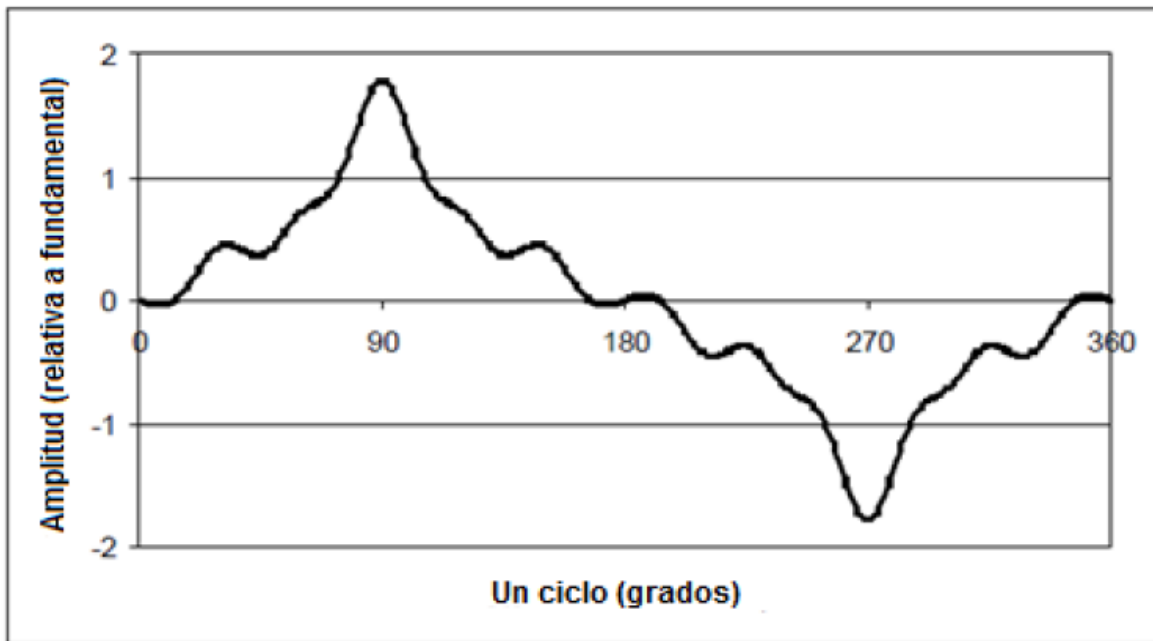


Figura B-Amplitud de corriente para la forma de onda pico

10.4.6 Variaciones de tensión severa

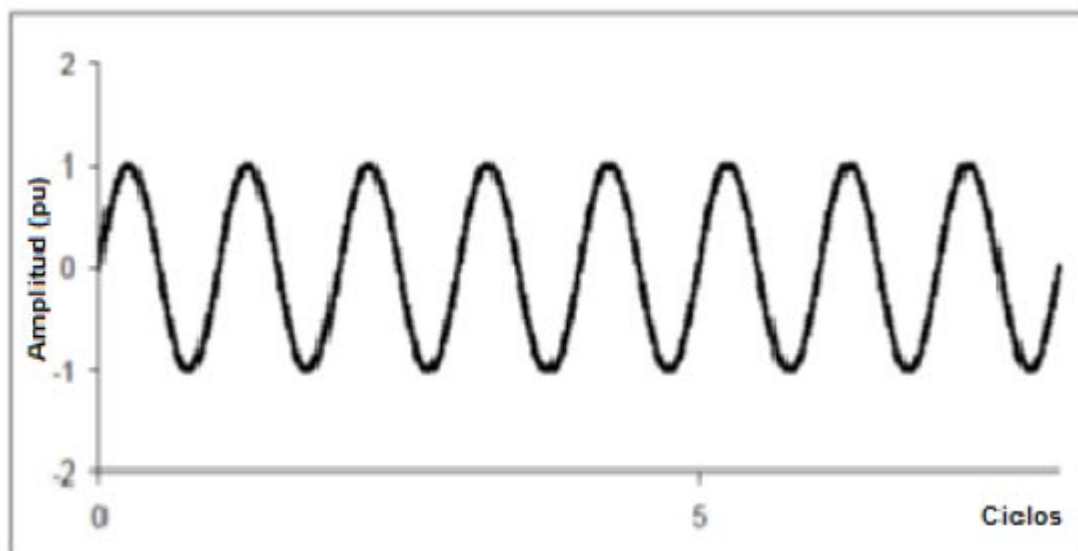
- a) Objetivo de la prueba: Comprobar que el cambio de error debido a variaciones severas de tensión cumple con los requisitos de la Tabla 1.7.
- b) Procedimiento de prueba: Se debe medir primero el error intrínseco en U_{nom} . Se debe comprobar entonces que el cambio de error relativo al error intrínseco en U_{nom} cumple con los requisitos de la Tabla 1.7 cuando la tensión varía de $0.8 \cdot U_{nom}$ a $0.9 \cdot U_{nom}$ y de $1.1 \cdot U_{nom}$ a $1.15 \cdot U_{nom}$. Para los medidores polifásicos, la tensión de prueba debe estar balanceada. Si se indican varios valores U_{nom} , la prueba se debe repetir para cada valor U_{nom} .
- c) Puntos de prueba obligatorio: La prueba se debe realizar como mínimo a $10 \cdot I_{tr}$, f.p.= 1 y para tensiones de $0.8 \cdot U_{nom}$, $0.85 \cdot U_{nom}$ y $1.15 \cdot U_{nom}$.

10.4.7 Interrupción de una o dos fases

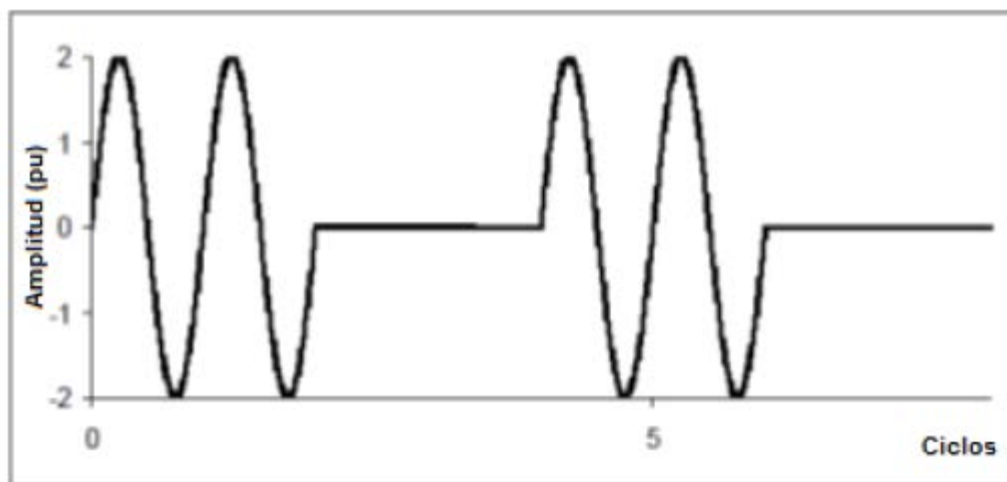
- a) Objetivo de la prueba: Comprobar que el error de cambio debido a la interrupción de una o dos fases cumple con los requisitos de la Tabla 1.7. La prueba es sólo para medidores polifásicos con tres elementos de medición.
- b) Procedimiento de prueba: El cambio de error en comparación con el error 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.
- c) Puntos de prueba obligatorios: La prueba se debe realizar, como mínimo, a $10 \cdot I_{tr}$, eliminando una o dos fases en combinaciones tales que permitan que cada fase se haya retirado al menos una vez.

10.4.8 Subarmónicas en el circuito de corriente alterna

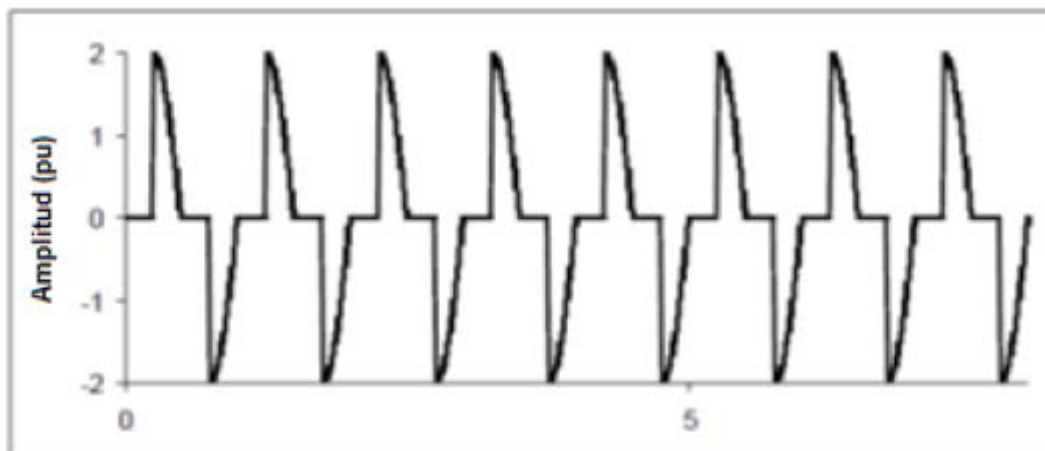
- a) Objetivo de la prueba: Verificar que el cambio de error debido a los subarmónicos cumple con los requisitos de la Tabla 1.7.
- b) Procedimiento de prueba: El cambio de error, en comparación con el error intrínseco en condiciones sinusoidales, se medirá cuando la corriente de referencia sinusoidal 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 C.1 y C.2 (la potencia medida debe ser la misma que la señal sinusoidal original, mientras que la corriente RCM es 1.41 veces mayor). Debe cuidarse que no se introduzca ninguna corriente directa significativa. Durante la prueba, el valor pico de la corriente no debe exceder de $1.4 \cdot I_{max}$.
- c) Puntos de prueba obligatorios: La prueba se debe realizar, como mínimo, con una corriente de referencia de $10 \cdot I_{tr}$, f.p.= 1.



C.1)-Corriente de prueba para el error intrínseco



C.2)-Corriente de prueba para subarmónicas 2 ciclos activada, 2 ciclos desactivada



C.3)-Corriente de prueba para armónicas, corriente cero durante los ángulos de fase de 0° - 90° y 180° - 270°

Figura C. C.1), C.2) y C.3)-Corrientes de prueba para las pruebas de subarmónicas y armónicas

10.4.9 Armónicas en el circuito de corriente alterna

- 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 1.7.
- b) 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 C.1 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 periodo, como se muestra en la Figura C.2. 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 $1.4 \cdot I_{\max}$.
- c) Puntos de prueba obligatorios: La prueba se realizará, como mínimo, con una corriente de referencia de $10 \cdot I_{tr}$, f.p.= 1.

10.4.10 Secuencia de fase invertida (dos fases intercambiadas)

- a) 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 1.7. Esta prueba sólo se aplica a los medidores trifásicos.
- b) 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.
- c) 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.

10.4.11 Inducción magnética continua de origen externo

- a) 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 1.7.
- b) Procedimiento de la prueba: El cambio de error, en comparación con el error intrínseco en las condiciones de referencia, se medirá cuando el medidor se someta a una inducción magnética continua con una sonda en forma de imán permanente con una superficie de al menos 2 000 mm². El campo magnético a lo largo del eje del núcleo del imán debe cumplir con los detalles especificados en la Tabla 4.9.
- c) 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.

Tabla 4. 9-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

10.4.12 Campo magnético de origen externo

La norma aplicable es la NMX-J-579/4-8-ANCE-2006 o la que la sustituya.

- a) 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 1.7.
- b) Procedimiento de prueba: El cambio de error, en comparación con el error intrínseco en las condiciones de referencia, se debe medir cuando el medidor 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.
- c) Severidad de la prueba: Campo permanente de 400 A/m.
- d) Puntos de prueba obligatorios: La prueba se realizará como mínimo a $10 \cdot I_{tr}$ y a $I_{\max}$, f.p.= 1.

10.4.13 Campos electromagnéticos radiados

La norma aplicable es la NMX-J-610/4-3-ANCE-2015 o la que la sustituya.

- a) Objetivo de la prueba: Para comprobar que el error de cambio debido a los campos electromagnéticos radiados de radiofrecuencia cumple con los requisitos de la Tabla 1.7, se debe observar que la condición de prueba 2 corresponde a la prueba de perturbación conforme al numeral 10.5.6.

- b) Procedimiento de prueba: El cambio de error, en comparación con el error intrínseco en condiciones sinusoidales, se medirá cuando el medidor 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 NMX-J-610/4-3-ANCE-2015. 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. Cuando el medidor 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 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.

El medidor debe probarse en las dos condiciones de prueba, en donde la condición de prueba 2 corresponde a la prueba de perturbación descrita en 10.5.6

- c) Condición de prueba 1: Durante la prueba, el medidor se debe energizar con tensión de referencia y una corriente igual a $10 \cdot I_{lr}$. El error de medición del medidor se debe monitorear por comparación con un medidor 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 1.7. 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.

- d) Condición de prueba 2: Durante la prueba, la tensión y los circuitos auxiliares del medidor 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 10.5.6, por lo tanto, también se deben aplicar las instrucciones generales del numeral 10.5.1.

- e) Severidades de la prueba: Conforme a lo establecido en la Tabla 4.10.

Tabla 4. 10-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

10.4.14 Disturbios conducidos, inducidos por campos de radiofrecuencia

La norma aplicable es la NMX-J-579/4-6-ANCE-2006 o la que la sustituya.

- a) 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 1.7.
- b) 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 utilizando dispositivos de (des)acoplamiento según se define en la norma NMX-J-579/4-6-ANCE-2006. Se debe verificar el desempeño del equipo de prueba compuesto por un generador de RF, dispositivos de (des)acoplamiento, atenuadores, etc.

El medidor debe ser probado como un instrumento de mesa. Durante la prueba, el medidor 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 1.7. 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 es un medidor de polifásico, las pruebas se deben realizar en todas las extremidades del cable.

c) 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.

10.4.15 Señal de corriente continua en el circuito de corriente alterna

a) 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 1.7.

b) 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.

c) Puntos de prueba obligatorios: La prueba se debe llevar a cabo a f.p.= 1.

Nota 1-La rectificación y medición de media onda se puede realizar como se muestra en la Figura 4.4 (sólo se muestra la trayectoria de corriente, la tensión se conectará normalmente). La incertidumbre de la medición en este método es muy dependiente de la impedancia de salida (subperíodo) de la fuente de corriente y de la impedancia del circuito de corriente del medidor de referencia en combinación con las posibles diferencias de impedancia de las dos ramas de corriente.

Nota 2-Dado que la incertidumbre depende de la diferencia absoluta de la impedancia de la rama y no de la relativa (si no es $R_{\text{equilibrio}} \gg R_{\text{fuente}}$), el problema generalmente no se puede remediar introduciendo resistores adicionales en cada rama. Sin embargo, puede ser monitoreado estudiando la corriente continua de la fuente. Los componentes de C.C. no deben ser superiores de 0.5 a 1% del valor de CA. (Cuando se mide una componente de C.C. del orden del 1% del componente de CA, el instrumento debe preferentemente ser calibrado de antemano por una medición de la corriente de prueba con los diodos del circuito de prueba desconectados y cortocircuitados).

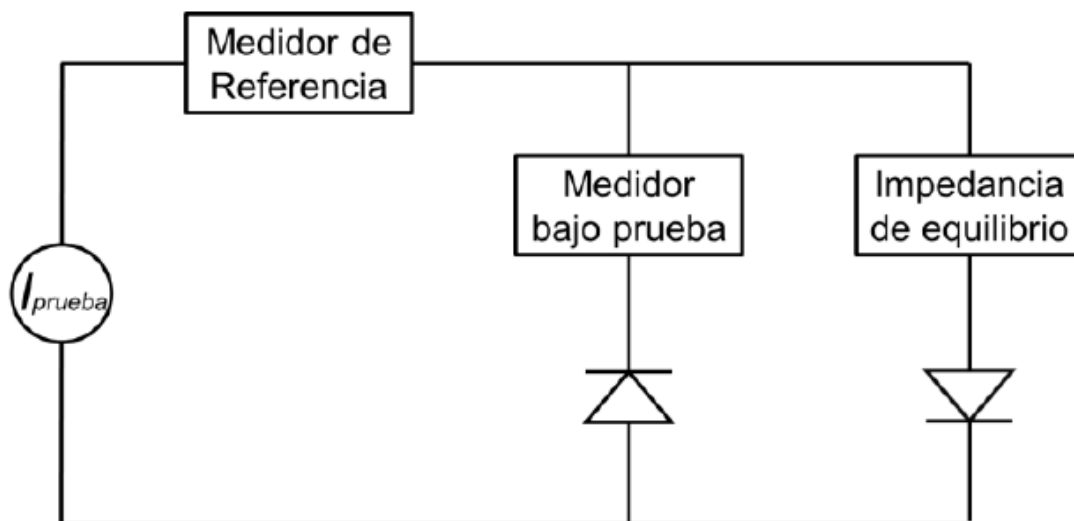


Figura D- Circuito de prueba de corriente propuesto para prueba de corriente continua e incluso armónica (sólo se muestra el circuito de corriente monofásico, la tensión se conecta normalmente)

10.4.16 Armónicas de orden alto

- a) Objetivo de la prueba: Verificar que el cambio de error debido a los armónicos de orden alto cumple con los requisitos de la Tabla 1.7. Además, la función del medidor no se debe afectar.
- b) 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 polifásico, 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.
- c) Severidad de la prueba: La señal asíncrona debe tener un valor de $0.02 \cdot U_{nom}$ y $0.1 \cdot I_{tr}$ con una tolerancia de $\pm 5\%$.
- d) Puntos de prueba obligatorios: La prueba se debe realizar en I_{tr} . Se debe tomar una lectura por frecuencia armónica.

10.5 Pruebas para disturbios o perturbaciones**10.5.1 Instrucciones generales para las pruebas de disturbio**

Mediante estas pruebas se verifica que el medidor 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:

- a) 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 $m \cdot U_{nom} \cdot I_{m\acute{a}x} \cdot 10^{-6}$, donde m es el número de elementos de medición, U_{nom} es expresado en volts e $I_{m\acute{a}x}$ es expresado en amperes;
- b) Una comprobación operacional para verificar que el medidor registra energía cuando está sometido a una corriente;
- c) Una comprobación de la correcta operación de las salidas de pulsos y de las entradas de cambio de tarifas, si están presentes, y
- d) Confirmación por medición de que el medidor 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 regrese a la funcionalidad normal automáticamente cuando se elimina la perturbación.

Los puntos de prueba obligatorios para comprobar el error máximo permisible son:

- a) I_{tr} , f.p.=1, y
- b) $10 \cdot I_{tr}$, f.p.=0.5 en atraso.

10.5.2 Campo magnético de origen externo

La norma que aplica es la NMX-J-579/4-8-ANCE-2006 o la que la sustituya.

- a) Objetivo de la prueba: Comprobar el cumplimiento de los requisitos indicados en 7.3.6.2 y en la Tabla 1.8 bajo condiciones de un campo magnético de corriente alterna de origen externo a la frecuencia de 60 Hz.
- b) Procedimiento de prueba: El medidor 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.
- c) Efectos permitidos: No debe ocurrir ninguna falla significativa.
- d) Severidad de la prueba: Intensidad de campo magnético de corta duración (3 segundos): 1000 A/m.

10.5.3 Descarga electrostática

La norma aplicable es la NMX-J-610/4-2-ANCE-2012 o la que la sustituya.

- a) **Objetivo de la prueba:** Comprobar el cumplimiento de los requisitos indicados en 7.3.6.2 y en la Tabla 1.8, en condiciones de descarga electrostática directa e indirecta.
- b) **Procedimiento de prueba:** Se debe utilizar un generador de descargas electrostáticas con características de rendimiento especificadas en la norma NMX-J-610/4-2-ANCE-2012. 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 que no esté equipado con una terminal de tierra, el medidor 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.
- c) **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. En el modo de descarga al aire en superficies aisladas, el electrodo se debe aproximar al medidor y la descarga se produce por chispa.
- d) **Aplicación indirecta:** Las descargas se deben aplicar en el modo de contacto a los planos de acoplamiento montados en la proximidad del medidor.
- e) **Condiciones de prueba:** La prueba se debe realizar con el medidor en estado de funcionamiento. Los circuitos de tensión se activarán con U_{nom} y los circuitos de corriente y auxiliares estarán abiertos, sin corriente. El medidor debe ser probado como equipo de mesa.
- f) **Efectos permitidos:** No debe ocurrir ninguna falla significativa.
- g) **Severidad de la prueba:**
 - Tensión de descarga de contacto: 8 kV; las descargas de contacto se deben aplicar sobre superficies conductoras; y
 - Tensión de descarga al aire: 15 kV; las descargas al aire se deben aplicar sobre superficies no conductoras.

10.5.4 Transitorios rápidos

Las normas aplicables son la NMX-J-610/4-1-ANCE-2009 e NMX-J-610/4-4-ANCE-2013 o la que la sustituya.

- a) **Objetivo de la prueba:** Comprobar el cumplimiento de los requisitos del numeral 7.3.6.2 y de la Tabla 1.8 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.
- b) **Procedimiento de prueba:** Se debe utilizar un generador de emisiones eléctricas con las características de funcionamiento especificadas en la NMX-J-610/4-1-ANCE-2009 e NMX-J-610/4-4-ANCE-2013. El medidor 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 Ω y 1 000 Ω se definen en la norma la NMX-J-610/4-1-ANCE-2009 e NMX-J-610/4-4-ANCE-2013. Las características del generador deben ser verificadas antes de conectar el medidor. 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 NMX-J-610/4-1-ANCE-2009 e NMX-J-610/4-4-ANCE-2013, 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.
- c) **Condiciones de prueba:** El medidor debe ser probado como equipo de mesa.

La tensión del medidor 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 debe ser de 1 metro.

La tensión de prueba se debe aplicar en modo común (línea a tierra) a:

 - 1) Los circuitos de tensión;
 - 2) Los circuitos de corriente, si están separados de los circuitos de tensión en funcionamiento normal; y
 - 3) 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.

- d) 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.
- e) Efectos permitidos: El error de cambio, en comparación con el error intrínseco en las condiciones de referencia, debe ser inferior al que se establece en la Tabla 1.8.
- f) Puntos de prueba obligatorios: $10 \cdot I_{Tr}$, f.p.=1.

10.5.5 Decrementos súbitos e interrupciones de tensión

Las normas que aplican son la IEC 61000-4-11, IEC 61000-6-1 e NMX-J-610/6-2-ANCE-2008 o la que la sustituya.

- a) Objetivo de la prueba: comprobar el cumplimiento de los requisitos de 7.3.6.2 y de la Tabla 1.8 en condiciones de reducciones de la tensión de alimentación (abatimientos e interrupciones) de corta duración.
- b) 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.
- c) Las reducciones de tensión de alimentación se repetirán 10 veces con un intervalo de al menos 10 s.
- d) Condiciones de prueba: Circuitos de tensión energizados con U_{nom} .
Sin corriente en los circuitos de corriente.
- e) Severidad de la prueba: Decremento de tensión, como se indica en la Tabla 4.11. Interrupción de la tensión, como se indica en la Tabla 4.12.
- f) Efectos permitidos: No debe ocurrir ninguna falla significativa.

Tabla 4. 11-Decrementos de tensión

Prueba	Prueba a	Prueba b	Prueba c
Reducción	30%	60%	60%
Duración	0.5 ciclo	1 ciclo	30 ciclos

Tabla 4. 12-Interrupciones de tensión

Reducción	0%
Duración	300 ciclos

10.5.6 Campos electromagnéticos de RF radiados

- a) La norma aplicable es la NMX-J-610/4-3-ANCE-2015 o la que la sustituya.
- b) Objetivo de la prueba: Verificar el cumplimiento de los requisitos 7.3.6.2 y de la Tabla 1.8, en condiciones de campos electromagnéticos de radiofrecuencia radiada.
- c) Procedimiento de prueba: Refiérase al numeral 10.4.13
- d) Efectos permitidos: No debe ocurrir ninguna falla significativa.

10.5.7 Sobretensiones en la línea de alimentación eléctrica de corriente alterna

- a) La norma aplicable es la IEC 61000-4-5 o la que la sustituya.
- b) Objetivo de la prueba: Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 7.3.6.2 y de la Tabla 1.8, en condiciones en las que se superpongan sobretensiones eléctricas a la tensión de alimentación.
- c) 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.

- d) Condiciones de prueba:
- 1) Medidor en estado de operación;
 - 2) Circuitos de tensión energizados con tensión nominal;
 - 3) Sin corriente en los circuitos de corriente y las terminales de corriente deben estar abiertas;
 - 4) Longitud del cable entre el generador de sobretensiones y el medidor: 1 metro.
 - 5) Probado en modo diferencial (línea a línea), y
 - 6) Ángulo de fase: impulsos a aplicar a 60° y 240° con respecto al cruce por cero de la fuente de C.A.
- e) Severidad de la prueba:
- 1) Circuitos de tensión:
 - Línea a línea: Tensión de prueba: 2.0 kV, impedancia de la fuente del generador: $2\ \Omega$;
 - Línea a tierra: Tensión de prueba: 4.0 kV, impedancia de la fuente del generador: $2\ \Omega$;
 - Número de pruebas: 5 positivas y 5 negativas, y
 - Tasa de repetición: máximo 1/min.
 - 2) 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 $42\ \Omega$;
 - Línea a tierra: Tensión de prueba 2.0 kV, impedancia de la fuente del generador $42\ \Omega$;NOTA-Para los casos en que la tierra del medidor está separada a neutro.
 - Número de pruebas: 5 positivas y 5 negativas, y
 - Tasa de repetición: máximo 1/min.

10.5.8 Inmunidad de ondas oscilatorias amortiguadas

La norma aplicable es la NMX-J-610/4-12-ANCE-2013 o la que la sustituya.

- a) Objetivo de la prueba: Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 7.3.6.2 y de la Tabla 1.8 en condiciones de ondas oscilatorias amortiguadas. Esta prueba es sólo para los medidores que deben ser operados con transformadores de tensión.
- b) Procedimiento de prueba: El medidor 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:

- 1) Los medidores se probarán como equipo de mesa;
 - 2) Los medidores deben estar en condiciones de operación;
 - 3) Circuitos de tensión energizados con tensión nominal, y
 - 4) Con $I = 20 \cdot I_{tr}$ y factor de potencia uno y 0.5 en atraso.
- c) Severidad de la prueba: Tensión de prueba en circuitos de tensión y circuitos auxiliares con una tensión de operación $> 40\text{ V}$:
- 1) Modo común: 2.5 kV, y
 - 2) Modo diferencial: 1.0 kV.
- d) Frecuencias de prueba:
- 1) 100 kHz, frecuencia de repetición: 40 Hz; y
 - 2) 1 MHz, frecuencia de repetición: 400 Hz.
- e) Duración de la prueba: 60 segundos (15 ciclos con 2 segundos activado y 2 segundos desactivado, por cada frecuencia).
- f) Efectos permitidos: Durante la prueba, la función del medidor no debe ser perturbada y el cambio de error debe ser menor que los límites dados en la Tabla 1.8.
- g) Puntos de prueba obligatorios: $20 \cdot I_{tr}$, f.p.=1 y 0.5 en atraso.

10.5.9 Sobrecorriente de corta duración

- a) **Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 7.3.6.2 y de la Tabla 1.8, en condiciones de sobre-corriente de corta duración.
- b) **Procedimiento de prueba:** El medidor 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.
- c) **Corriente de prueba:** Para medidores conectados directamente: $30 \cdot I_{\max} + 0\% -10\%$, para un semiciclo a frecuencia nominal o equivalente.
Para medidores 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.
- d) **Efectos permitidos:** No se debe producir ningún daño. Con la tensión reconectada se permitirá que el medidor 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 1.8.
- e) **Puntos de prueba obligatorios:** $10 \cdot I_{tr}$, f.p.= 1.

10.5.10 Tensión de impulso

- a) **Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 7.3.6.2 y de la Tabla 1.8, en condiciones de tensión de impulso.
- b) **Procedimiento de prueba general:** El medidor 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 debe soportar la prueba de tensión de impulso como se especifica a continuación. La prueba se debe realizar únicamente en medidores completos.

NOTA-Para los efectos de esta prueba, el término "tierra" tiene el siguiente significado:

- 1) Cuando la cubierta del medidor está hecha de metal, la "tierra" es la cubierta misma, colocado sobre una superficie plana y conductora, y
- 2) Cuando la cubierta del medidor o sólo una parte de ella está hecha de material aislante, la "tierra" es una lámina conductora envuelta alrededor del medidor que toca todas las partes conductoras accesibles y conectada a la superficie plana y conductora sobre la cual se coloca el medidor. 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.

- c) **Condiciones de prueba generales:**
 - 1) Temperatura ambiente: 15° C a 25° C;
 - 2) Humedad relativa: 25% a 75%, y
 - 3) Presión atmosférica: 86 kPa a 106 kPa.
- d) **Efectos permitidos:** Una vez completada la prueba de tensión de impulso, no deben existir daños en el medidor y no se debe producir ningún fallo significativo.
- e) **Condiciones de prueba:**
 - 1) Forma de onda del impulso: impulso de 1.2/50 microsegundos especificado en la IEC 60060-1;
 - 2) Tiempo de subida de tensión: $\pm 30\%$;
 - 3) Tiempo de caída de tensión: $\pm 20\%$;
 - 4) Fuente de energía: $10.0 \text{ J} \pm 1.0 \text{ J}$;
 - 5) Tensión de prueba: de acuerdo con la Tabla 4.13, y
 - 6) 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 (véase 10.5.12 y 10.5.13) 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 4. 13-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

10.5.11 Tensión de impulso para y entre circuitos

- a) Procedimiento de prueba: La prueba se debe realizar independientemente en cada circuito (o conjunto de circuitos) que esté aislado de otros circuitos del medidor en uso normal. Las terminales de los circuitos que no estén sometidos a tensión de impulso deben estar conectados a tierra.
- b) 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.
- c) Cuando varios circuitos de tensión de un medidor 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.
- d) 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.
- e) 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.
- f) Los circuitos auxiliares destinados a ser conectados directamente a la red o a los mismos transformadores de tensión como los circuitos del medidor 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.

10.5.12 Tensión de impulso de los circuitos eléctricos con relación a tierra

- a) Procedimiento de prueba: Todas las terminales de los circuitos eléctricos del medidor, 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.
- b) Efectos permitidos: Durante esta prueba, no se debe producir ninguna chispa, descarga o perforación perjudicial.

10.5.13 Falla a tierra

- a) Objetivo de la prueba: Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 7.3.6.2 y de la Tabla 1.8, en condiciones de falla a tierra.

Esta prueba sólo se aplica a los medidores 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.

- b) 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 h. El neutro del medidor bajo prueba está desconectado de la terminal de tierra del equipo de prueba del medidor y se conecta a la terminal de línea del medidor en el que se debe simular el fallo a tierra (véase Figura E). De esta manera, las dos terminales de tensión del medidor bajo prueba que no están afectadas por la falla a tierra están conectadas a 1.9 veces las tensiones de fase nominales.

- c) Efectos permitidos: Después de la prueba, el medidor no debe mostrar daños y debe funcionar correctamente. El cambio de error medido cuando el medidor vuelve a la temperatura de trabajo nominal no debe exceder los límites dados en la Tabla 1.8.
- d) Puntos de prueba obligatorios: $10 \cdot I_{tr}$, f.p.= 1, carga balanceada.

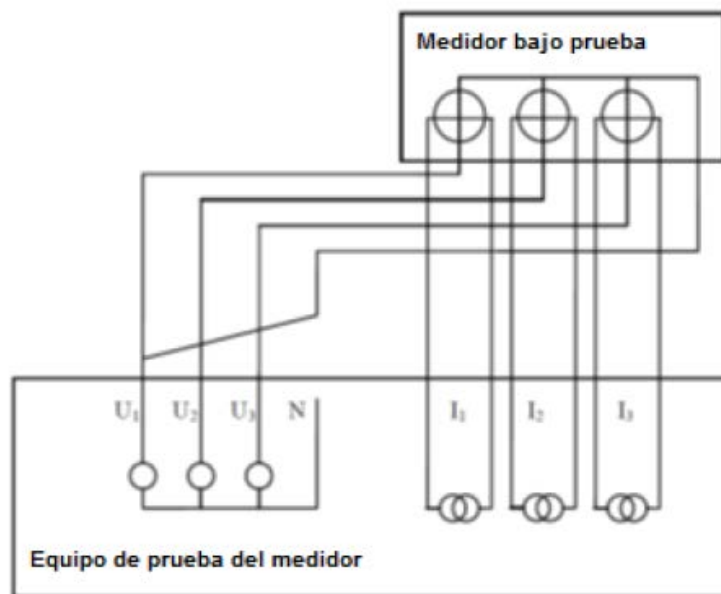


Figura E-Esquema para la prueba de falla a tierra

10.5.14 Operación de dispositivos auxiliares

- a) Objetivo de la prueba: Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 7.3.6.2 y de la Tabla 1.8, 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.
- b) Procedimiento de prueba: En esta prueba, el medidor 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.
- c) Efectos permitidos: La funcionalidad del medidor 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 1.8.
- d) Puntos de prueba obligatorios: I_{tr} e I_{max} , f.p.= 1.

10.6 Pruebas mecánicas

10.6.1 Vibraciones

Las normas que aplican son la NMX-J-648/2-47-ANCE-2012 e IEC 60068-2-64 o la que la sustituya.

- a) Objetivo de la prueba: Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 7.3.6.2 y de la Tabla 1.8, en condiciones de vibraciones.

- b) Procedimiento de prueba: El medidor debe someterse a prueba en tres ejes perpendiculares entre sí, montado en un compartimento rígido mediante su montaje normal de colocación.
- El medidor 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 se monta en cualquier posición.
- El medidor debe montarse 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 puede montarse en cualquier posición.
- c) Severidad de la prueba: Lo indicado en la Tabla 4.14.
- d) Efectos permitidos: Después de la prueba, la función del medidor 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 1.8.
- e) Puntos de prueba obligatorios: $10 \cdot I_{tr}$, f.p.=1.

Tabla 4.14-Condiciones de vibraciones

Parámetro	Condición
Intervalo de frecuencia	10 Hz-150 Hz
Nivel r.m.s. 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

10.6.2 Impacto

La norma que aplica es la NMX-J-648/2-27-ANCE-2012 o la que la sustituya.

- a) Objetivo de la prueba: Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 7.3.6.2 y de la Tabla 1.8, en condiciones de impacto.
- b) Procedimiento de prueba: El medidor se debe someter a impactos no repetitivos de formas de pulso normalizadas con aceleración y duración de pico específicos. Durante la prueba, el medidor no debe estar en funcionamiento y debe sujetarse a un compartimento o a una máquina de prueba de impacto.
- c) Severidad de la prueba:
- 1) Forma del pulso: media onda senoidal;
 - 2) Aceleración máxima: 300 m/s², y
 - 3) Duración del pulso: 18 ms.
- d) Efectos permitidos: Después de la prueba, la función del medidor 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 1.8.
- e) Puntos de prueba obligatorios: $10 \cdot I_{tr}$, f.p.= 1.

10.6.3 Protección contra radiación solar

La norma que aplica es la ISO 4892-3 vigente.

- a) Objetivo de la prueba: Verificar el cumplimiento de los requisitos de los numerales 7.3.5, 7.6.1, 7.7.1 y 7.3.6.2. Esta prueba sólo aplica para medidores para uso en exteriores.
- b) Condiciones de prueba: El medidor debe estar en condición de no funcionamiento.
- c) Equipo de prueba:
- 1) Tipo de lámpara/longitud de onda: UVA 340;
 - 2) Termómetro de panel negro;
 - 3) Medidor de luz, y
 - 4) Equipo de ciclado con un ciclo de condensación para cumplir con los parámetros en las condiciones de prueba.

- d) Condiciones de prueba: La indicada en la Tabla 4.15.

Tabla 4. 15-Medidor en condiciones de no funcionamiento

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

- e) Procedimiento breve de prueba: Se debe enmascarar parcialmente una sección del medidor con el propósito de una comparación posterior. Se debe exponer el medidor 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.
- f) Después de la prueba, el medidor 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 no debe verse afectada.

10.6.4 Protección contra ingreso de polvo

La norma que aplica es la NMX-J-529-ANCE-2012 o la que la sustituya.

- a) Objetivo de la prueba: Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 7.3.6.2 y de la Tabla 1.8, relativo a la protección contra la entrada de polvo.
- b) Condiciones de prueba:

Condiciones de referencia: Clasificación IP5X, y Cámara categoría 2.

- c) Procedimiento de prueba: Después de la prueba se debe inspeccionar visualmente el interior del medidor y se debe realizar una prueba funcionamiento.
- d) 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 no debe afectarse.

10.7 Pruebas climáticas

10.7.1 Temperaturas extremas-calor seco.

Las normas que aplican son la NMX-J-607-ANCE-2008 e NMX-J-648/3-1-ANCE-2012 o la que la sustituya.

- a) Objetivo de la prueba: Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 7.3.6.2 y de la Tabla 1.8, en condiciones de calor seco.
- b) 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 sea estable), con el medidor en estado de no funcionamiento.

El cambio de temperatura no debe exceder de $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ durante el calentamiento y el enfriamiento.

La humedad absoluta de la atmósfera de prueba no debe superar los $20 \text{ g}/\text{m}^3$.

- c) 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. Temperaturas posibles: $40 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $55 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $70 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y $85 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
- d) Efectos permitidos: Después de la prueba, el funcionamiento del medidor no debe ser perjudicado y el cambio de error no debe exceder el límite de cambio de error listado en la Tabla 1.8.
- e) Puntos de prueba obligatorios: $10 \cdot I_{T_r}$, f.p.= 1.

10.7.2 Temperaturas extremas-frío

Las normas que aplican son la IEC 60068-2-1 e NMX-J-648/3-1-ANCE-2012 o la que la sustituya.

- a) **Objetivo de la prueba:** Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 7.3.6.2 y de la Tabla 1.8, en condiciones de bajas temperaturas.
- b) **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 es estable) con el medidor en estado de no funcionamiento. El cambio de temperatura no debe exceder 1°C/min durante el calentamiento y el enfriamiento.
- c) **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. Temperaturas posibles: -10 °C, -25 °C, -40 °C y -55 °C.
- d) **Efectos permitidos:** Después de la prueba, la función del medidor no debe ser perjudicada y el cambio de error no debe exceder el límite de cambio de error listado en la Tabla 1.8.
- e) **Puntos de prueba obligatorios:** $10 \cdot I_{tr}$, f.p.= 1.

10.7.3 Calor húmedo, estado estacionario (sin condensación), para clase de humedad H1

Las normas que aplican son la NMX-J-648/2-78-ANCE-2012 e IEC 60068-3-4 o la que la sustituya.

- a) **Objetivo de la prueba:** Comprobar el cumplimiento de los requisitos establecidos en las Tablas 1.7 y 1.8 y en 7.3.6.2.
- b) **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 debe ser manejado de tal manera que no se produzca condensación de agua sobre él.
- c) **Condiciones de prueba:** Circuitos de tensión y auxiliares energizados con tensión de referencia, y sin corriente en los circuitos de corriente.
- d) **Severidad de la prueba:**
 - 1) Temperatura: 30 °C;
 - 2) Humedad: 85%, y
 - 3) Duración: 2 días.
- e) **Efectos permitidos:** Durante la prueba no debe producirse ninguna falla significativa. Inmediatamente después de la prueba, el medidor debe funcionar correctamente de acuerdo con los parámetros de exactitud establecidos en la Tabla 1.7.

Veinticuatro horas después de la prueba, el medidor 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.

10.7.4 Calor húmedo, cíclico (condensamiento) para las clases de humedad H2 y H3

Las normas que aplican son la NMX-J-648/2-30-ANCE-2012 e IEC 60068-3-4 o la que la sustituya.

- a) **Objetivo de la prueba:** Comprobar el cumplimiento de los requisitos del establecidos en las tablas 1.7 y 1.8, y en 7.3.6.2, bajo condiciones de alta humedad y variaciones de temperatura. Esta prueba se aplica a los medidores con una especificación de clase de humedad para lugares cerrados donde los medidores deben ser sometidos a condensamiento de agua o para lugares abiertos (clases de humedad H2 y H3).
- b) **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 durante el aumento de temperatura.

El ciclo de 24 horas consta de:

- 1) Aumento de temperatura durante 3 horas.
- 2) Temperatura mantenida a un valor superior hasta 12 horas desde el inicio del ciclo.
- 3) 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
- 4) 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 estén a una temperatura inferior a 3 °C de su temperatura final.

Condiciones de prueba:

- 1) Los circuitos de tensión y auxiliares energizados con tensión de referencia;
 - 2) Sin corriente en los circuitos de corriente, y
 - 3) Posición de montaje según las especificaciones del fabricante.
- c) Severidad de la prueba: Los medidores con una especificación de clase de humedad para lugares cerrados donde los medidores son sometidos a agua condensada deben ser probados a nivel de severidad 1. Los medidores con una especificación de clase de humedad para lugares abiertos deben ser probados en el nivel de severidad 2.

Tabla 4. 16-Clases de humedad H2 y H3

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

- d) Efectos permitidos: Durante la prueba no se debe producir ninguna falla significativa.
- f) Inmediatamente después de la prueba, el medidor debe funcionar correctamente de acuerdo con los parámetros de exactitud establecidos en la Tabla 1.7.

Veinticuatro horas después de la prueba, el medidor 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.

10.7.5 Prueba de agua

Las normas que aplican son la IEC 60068-2-18, IEC 60512-14-7 e NMX-J-529-ANCE-2012 o la que la sustituya.

- a) Objetivo de la prueba: Verificar el cumplimiento de los requisitos de 7.3.6.2 y de la Tabla 1.5, en condiciones de lluvia y salpicaduras de agua. La prueba es aplicable a medidores que se especifican para ubicaciones abiertas (H3).
- b) Procedimiento de prueba: El medidor 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.
- c) Condiciones de prueba:
 - 1) El medidor debe estar en modo funcional durante la prueba;
 - 2) Caudal (por boquilla): 0.07 L/min;
 - 3) Duración: 10 min, y
 - 4) Ángulo de inclinación: 0 ° y 180 °.

- d) Efectos permitidos: Durante la prueba no se debe producir ninguna falla significativa.
Inmediatamente después de la prueba, el medidor debe funcionar correctamente, de acuerdo con los requisitos establecidos en la Tabla 1.5

Veinticuatro horas después de la prueba, el medidor debe someterse a una prueba de funcionamiento durante la cual debe demostrar que funciona correctamente y que cumple con los requisitos de exactitud de la tabla 2. No debe existir evidencia de ningún daño mecánico o corrosión que pueda afectar las propiedades funcionales del medidor.

10.7.6 Prueba de durabilidad

- a) Objetivo de la prueba: Verificar el cumplimiento de los requisitos del numeral 7.8 y la Tabla 1.8 para durabilidad.
- b) Procedimiento de prueba: El procedimiento de la prueba de durabilidad se tomará de las normas nacionales o regionales para la durabilidad de los medidores de electricidad.
- c) Puntos de prueba obligatorios: Para la medición inicial y final, la tensión será U_{nom} , con los siguientes puntos de prueba: I_{tr} , $10 I_{tr}$, y I_{max} en $PF = 1$.

TITULO SEXTO

11. Procedimientos de prueba para la aprobación de modelo o prototipo de medidores de energía reactiva

11.1. Condiciones de prueba de exactitud

Las pruebas de exactitud se realizan conforme a las siguientes condiciones de prueba:

- a) El medidor debe probarse en su chasis con la cubierta en posición, todas las partes que debe ser aterrizadas deberán estar aterrizadas.
- b) Antes de llevar acabo cualquier prueba los circuitos deben energizarse el tiempo suficiente para alcanzar su estabilidad térmica.
- c) Los medidores polifásicos deben mantener de forma adicional lo siguiente:
- La secuencia de fases debe ser como la indica el diagrama de conexiones.
 - Las tensiones y las corrientes deben estar sustancialmente balanceadas de acuerdo con la Tabla 4.17.
- d) Las condiciones de referencia para llevar a cabo las pruebas son las que se indican en la Tabla 4.4.

Tabla 4.17-Balance de tensión y corriente

Medidores Polifásicos	Variación máxima permisible por Clase de medidor	
	0.5 S	1 y 1S
- tensiones entre fase y neutro - tensión entre fases	$\pm 1 \%$	$\pm 1 \%$
corrientes entre fases	$\pm 1 \%$	$\pm 1 \%$
desplazamiento de ángulo entre fases de corriente y tensión del neutro	2°	2°
Cuando se prueba un medidor polifásico de energía reactiva, los errores puede surgir si el método de prueba utilizado y el medidor bajo prueba se ven afectados de manera diferente por el desbalance de tensión y corriente. En tales casos la referencia de tensión se debe ajustar cuidadosamente para obtener un alto grado de simetría.		

11.2. Prueba de condiciones de arranque y sin carga

11.2.1. Generalidades

Las condiciones y los valores de las magnitudes de influencia para las pruebas son las que se establecen en el numeral 11.1 excepto cualquier cambio específico que se indique.

11.2.2. Arranque inicial del medidor

El medidor debe ser funcional dentro de los primeros 5 segundos después de que la tensión de referencia haya sido aplicada a las terminales del medidor

11.2.3. Autocalentamiento

La variación del error debido al autocalentamiento no debe exceder los valores dados en la Tabla 4.18.

Tabla 4. 18-Variaciones debidas al autocalentamiento

Valor de corriente	Seno (φ) (en adelanto o atraso)	Límites de variaciones en el error porcentual para medidores de la clase	
		0.05 S	1 y 1 S
I_{max}	1	0.2	0.7
	0.5	0.2	1.0

La prueba se debe llevar a cabo de acuerdo con lo siguiente:

Después de que los circuitos de tensión han sido energizados a la tensión nominal durante al menos una hora, sin ninguna corriente aplicada en los circuitos de corriente, se debe aplicar la corriente máxima a los circuitos de corriente. El error del medidor se debe medir en seno (φ) = 1 inmediatamente después de que la corriente fue aplicada y posteriormente en intervalos lo suficientemente cortos para describir de forma gráfica la curva de la variación del error como función del tiempo. La prueba se debe llevar a cabo durante al menos 1 hora y en cualquier caso hasta que la variación del error durante 20 minutos no exceda del 0.1 % para medidores la clase 1 S y 1 de 0.05% para un medidor clase 0.5 S.

En esta prueba, el porcentaje de error del medidor se debe medir a seno (φ) = 1 y a seno (φ) = 0.5 en atraso o adelanto con interrupciones mínimas para cambiar el punto de medición.

Los cables de prueba deben cumplir con las especificaciones de la IEC 62052-31.

11.2.4. Prueba de la condición sin carga

Cundo se aplica una tensión sin una corriente fluyendo por el circuito de corriente, no se debe producir más de un pulso en la salida de prueba del medidor.

Para esta prueba el circuito de corriente debe estar en circuito abierto y una tensión del 115 % de la tensión de referencia debe estar aplicada a los circuitos de tensión.

El periodo de prueba mínimo Δt debe ser:

$$\Delta t \geq \frac{600 * 10^6}{k * m * U_n * I_{max}} \text{ [mín]}$$

en donde:

k = es el número de pulsos emitidos por el dispositivo de salida del medidor por kilovar-hora (pulsos/kvarh);

m = es el número de elementos de medición;

U_n = es la tensión de referencia en volts;

I_{max} = es la corriente máxima en amperes.

Para los medidores operados con transformadores con registros primario y medio primario, la constante k debe corresponder a los valores secundarios (tensión y corrientes).

11.2.5. Arranque

El medidor debe iniciar y continuar registrado a los valores de corriente de arranque (y en el caso de medidores polifásicos con carga balanceada) mostrados en la Tabla 4.19.

Tabla 4. 19-Corriente de arranque

Medidor con	Clase del medidor		Seno (φ) (en atraso o adelanto)
	0.5 S	1 y 1 S	
Conexión directa	---	$0.004 I_b$	1
Conexión a través de transformadores de corriente	$0.001 I_n$	$0.002 I_n$	1

11.3. Constante del medidor

La relación entre la salida de prueba y la indicación desplegada en el medidor, debe cumplir con lo indicado en la placa del medidor

11.4. Pruebas para las magnitudes de influencia**11.4.1. Generalidades**

Las pruebas para la variación causada por magnitudes de influencia definidas en la Tabla 4.20, deben llevarse a cabo de formas independiente con todas las demás magnitudes de influencia en sus condiciones de referencia de acuerdo con la Tabla 4.4.

Tabla 4. 20-Corriente de arranque

Magnitud de influencia	De acuerdo al numeral	Valor de corriente (balanceada a menos que se indique de otra forma)		seno (ϕ) (en adelanto o atraso)	Coeficiente de temperatura promedio %/K para medidores de clase	
		Medidores conectados directamente	Medidores operados con transformador		0.5 S	1 o 1 S
Dependencia con la temperatura ⁷	10.4.1	0.1 I_b ; I_b ; I_{max}	0.05 I_n ; I_n ; I_{max}	1	0.03	0.05
		0.2 I_b ; I_b ; I_{max}	0.1 I_n ; I_n ; I_{max}	0.5	0.05	0.1
					Límites de variación en el porcentaje del error para medidores de clase	
					0.5 S	1 o 1 S
Variación de la tensión $\pm 10\%$ ^{1,2}	10.4.3	0.1 I_b ; I_b ; I_{max}	0.05 I_n ; I_n ; I_{max}	1	0.25	0.5
		0.2 I_b ; I_b ; I_{max}	0.1 I_n ; I_n ; I_{max}	0.5	0.5	1.0
Variación de la frecuencia $\pm 2\%$ ²	10.4.4	0.1 I_b ; I_b ; I_{max}	0.05 I_n ; I_n ; I_{max}	1	0.5	1.0
		0.2 I_b ; I_b ; I_{max}	0.1 I_n ; I_n ; I_{max}	0.5	0.5	1.0
Armónicas en los circuitos de tensión y de corriente ⁹	10.4.9	I_b	$I_{max}/2$	1	2.5	2.5
Señal de corriente continua en el circuito de corriente alterna ³	10.4.15	$\frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$	---	1	---	6.0
Inducción magnética continua de origen externo ⁴	10.4.11	I_b	I_n	1	2.0	2.0
Campo magnético de origen externo 0.5 mT ⁵	10.4.12	I_b	I_n	1	1.0	2.0
Campos electromagnéticos de RF radiados	10.5.6	I_b	I_n	1	2.0	2.0
Operación de dispositivos auxiliares ⁶	10.5.14	0.05 I_b ; I_{max}	0.05 I_n ; I_{max}	1	0.5	0.5
Disturbios conducidos, inducidos por campos de radio frecuencia	10.4.14	I_b	I_n	1	1.5	2.5
Transitorios rápidos	10.5.4	I_b	I_n	1	2.0	3.0
Inmunidad a las ondas oscilatorias amortiguadas ⁸	10.5.8	---	I_n	1	2.0	3.0

11.4.2. Armónicas

La prueba es para comprobar que las armónicas no influyen sobre las mediciones más allá de lo establecido en la Tabla 4.20.

Condiciones de prueba:

- a) Corriente a 60 Hz (I_1): ver Tabla 4.20
- b) Tensión a 60 Hz $U_1 = U_n$
- c) Factor de potencia a 60 Hz: tal que $\text{Sen } \varphi_1 = 1$
- d) Contenido de tensión de la 5ª armónica: $U_s = 10\% \text{ de } U_n$
- e) Contenido de corriente de la 5ª armónica: $I_s = 40\% \text{ de } I_1$
- f) Factor de potencia de la armónica: tal que $\text{Sen } \varphi_s = 1$
- g) Las tensiones fundamental y armónica coinciden en el cruce por cero positivo

La prueba se debe repetir cuando el factor de potencia de la armónica se cambia a $\text{Sen } \varphi_s = 0$.

La variación en el porcentaje del error cuando el medidor se sujeta a la forma de onda de la prueba en comparación cuando el medidor se sujeta a la forma de onda de referencia no debe exceder los límites de variación dados en la Tabla 4.20.

El medidor de referencia utilizado para estas pruebas debe estar diseñado y evaluado para medir potencia reactiva de acuerdo con la definición indicada en el capítulo 3.

Nota: Factor de potencia de la armónica: tal que $\text{sen } \varphi_5 = 1$; significa que el ángulo de fase de la armónica de corriente de 5º orden está atrasado 90º respecto de la armónica de tensión de 5º orden (o 0.833 ms para una señal de 60 Hz).

11.5. Pruebas de disturbios**11.5.1. Sobre corriente de corta duración**

Para la prueba de sobre corrientes de corta duración, se debe seguir el procedimiento indicado en el numeral 11.5.1, la sobre corriente de corta duración no debe dañar el medidor y este debe operar correctamente cuando regrese a sus condiciones de trabajo iniciales y las variaciones del error no deben exceder los valores indicados en la Tabla 4.21.

Tabla 4. 21-Variaciones debidas a sobre-corrientes de corta duración

Medidores	Valor de corriente	sen φ (en atraso o adelanto)	Límites de variaciones en el porcentaje de error para medidores de clase		
			0.5 S	1 S	1
Conectados directamente	I_b	1	---	---	1.5
Conectados a través de transformador	I_n	1	0.1	0.1	---

a) pruebas de los efectos climáticos

Para las pruebas de efectos climáticos, se deben seguir los procedimientos indicados en el numeral 10.7, estas pruebas no deben dañar al medidor y éste debe operar correctamente cuando regresa a sus condiciones de trabajo iniciales.

b) pruebas de los efectos mecánicos

Para las pruebas de efectos mecánicos, se deben seguir los procedimientos indicados en los numerales 10.6, 10.6.3 y 10.6.4, estas pruebas no deben dañar el medidor y éste debe operar correctamente cuando regresa a sus condiciones de trabajo iniciales.

12. Aprobación de modelo o prototipo de medidores de parámetros de calidad de la potencia

12.1. Condiciones de referencia para las pruebas

Todas las pruebas para la aprobación de modelo o prototipo deben llevarse a cabo bajo las condiciones de referencia especificadas en la Tabla 4.22 a menos que se especifique de otra manera.

Tabla 4. 22-Condiciones de referencia para las pruebas

Condiciones	Condiciones de referencia
Temperatura de operación	23 °C ± 2 °C
Humedad relativa	40 % a 60 %
Tensión de alimentación auxiliar	Tensión de alimentación nominal ± 1 %
Fases	Disponibilidad de tres fases ^a
Campo magnético continuo externo	≤ 40 A/m c.c. ≤ 3 A/m c.a. a 60 Hz
Componente de c.c. en tensión y corriente	Ninguno
Forma de onda	Senoidal
Frecuencia	$f_{nom} = 60 \text{ Hz} \pm 0.5 \text{ Hz}$
Valor de tensión	$U_{din} \pm 1 \% ^b$
Parpadeo	$P_{st} < 0.1 \% ^b$
Desbalance	100 % ± 0.5 % de U_{din} en todos los canales. A menos que se indique otra cosa, utilice los ángulos de fase de $0^\circ \pm 0.05^\circ$ (canal 1), $-120^\circ \pm 0.05^\circ$ (canal 2), $120^\circ \pm 0.05^\circ$ (canal 3) (equivalente a $u_0 = 0\%$, $u_2 = 0\%$) ^b
Armónicas	0 % a 3 % de $U_{din} ^b$
Inter-armónicas	0 % a 0.5 % de $U_{din} ^b$
^a Se requiere solamente en el caso de sistemas de tres fases.	

12.2. Pruebas funcionales y de incertidumbre

Los productos que cumplen con la clase A de la NMX-J-610/4-30-ANCE vigente deben cumplir con los siguientes requerimientos generales:

- La incertidumbre operativa de la clase A, basada en pruebas, según se define en el numeral 13.
- Topología del sistema: para el caso de dispositivos de medición para sistemas de tres fases, la prueba se debe basar, en la topología de 4 hilos siempre que las magnitudes de influencia se refieran a decrementos, incrementos y desbalances de tensión (Ver 6.2.2.2.4.2, 6.2.2.2.4.3 y 6.2.2.2.5).
- Tiempo de estabilización: tiempo de duración especificado para cada prueba de esta norma no incluye el tiempo de estabilización ni del equipo de prueba ni del medidor bajo prueba.
- Intervalos de medición: los puntos de prueba definidos en la Tabla 4.23, deben ser aplicados de acuerdo a los procedimientos de prueba del numeral 12.4 para comprobar la incertidumbre sobre el Intervalo de medición.

Tabla 4. 23-Puntos de prueba para cada parámetro medido

Parámetro medido	Punto de prueba P1 ^a	Punto de prueba P2 ^a	Punto de prueba P3 ^a	Punto de prueba P4 ^a	Punto de prueba P5 ^a
Frecuencia de 60 Hz	51 Hz	59.95 Hz	69 Hz	60 Hz	N.A.
Valor de tensión	10 % U _{din}	45 % U _{din}	80 % U _{din}	115 % U _{din}	150 % U _{din}
Incrementos repentino de tensión	Umbral de incremento repentino de tensión(-) ^b	Umbral de incremento repentino de tensión(+) ^b	110 % U _{din}	120 % U _{din}	200 % U _{din}
Decrementos repentino e interrupciones de tensión	Umbral de decremento repentino de tensión(-) ^b	Umbral de decremento repentino de tensión(+) ^b	20 % U _{din}	60 % U _{din}	85 % U _{din}
Armónicas de tensión ^c	Fundamental como se especifica 5 % en la 2ª armónica	Fundamental como se especifica 10 % en la 3ª armónica	Fundamental como se especifica 1 % en la 50ª armónica	Fundamental como se especifica Distorsión en todas las armónicas de manera simultánea hasta la 50ª con 10% de los niveles de compatibilidad de clase 3 de IEC 61000-2-4.	Fundamental como se especifica Distorsión en todas las armónicas de manera simultánea hasta la 50ª con 200% de los niveles de compatibilidad de clase 3 de IEC 61000-2-4.
Interarmónicas de tensión ^c	Fundamental como se especifica 5% en la interarmónica 1.5 x la frecuencia fundamental.	Fundamental como se especifica 5% en la interarmónica 7.5 x la frecuencia fundamental.	Fundamental como se especifica 5% en la interarmónica 49.5 x la frecuencia fundamental.	Fundamental como se especifica Distorsión en 4 interarmónicas seleccionadas ^d hasta el orden 50 con 10% de los niveles de compatibilidad clase 3 de IEC 61000-2-4.	Fundamental como se especifica Distorsión en 4 interarmónicas seleccionadas ^d hasta el orden 50 con 200% de los niveles de compatibilidad clase 3 de IEC 61000-2-4.
Tensión de señalización en la red eléctrica	U _{din} aplicada a la frecuencia fundamental, con 0 % U _{din} a la frecuencia de portadora especificada.	U _{din} aplicada a la frecuencia fundamental, con 1 % U _{din} a la frecuencia de portadora especificada.	U _{din} aplicada a la frecuencia fundamental, con 3 % U _{din} a la frecuencia de portadora especificada.	U _{din} aplicada a la frecuencia fundamental, con 9 % U _{din} a la frecuencia de portadora especificada.	U _{din} aplicada a la frecuencia fundamental, con 15 % U _{din} a la frecuencia de portadora especificada.
a Los parámetros medidos deben ser considerados individualmente, por ejemplo Punto de prueba P1 para frecuencia, Punto de prueba P2 para parpadeo, etc. b Umbral de incremento repentino de tensión(+) = Menor umbral de incremento repentino de tensión declarado por el fabricante + la incertidumbre de medición de tensión residual + histéresis Umbral de incremento repentino de tensión(-) = Menor umbral de incremento repentino de tensión declarado por el fabricante-la incertidumbre de medición de tensión residual-histéresis Umbral de decremento repentino de tensión(+) = Menor umbral de decremento repentino de tensión declarado por el fabricante + la incertidumbre de medición de tensión residual + histéresis Umbral de decremento repentino de tensión(-) = Menor umbral de decremento repentino de tensión declarado por el fabricante-la incertidumbre de medición de tensión residual-histéresis c Los ángulos de fase de las armónicas y las interarmónicas no deben desplazarse de la fundamental. d El fabricante podrá seleccionar los interarmónicos, pero deberá informarlos en el informe de prueba de modelo prototipo.					

- e) La Tabla 24 especifica en detalle los puntos de prueba definidos para las magnitudes de influencia del sistema de potencia, consistentes con un subconjunto de requerimientos del punto 6.1 de la IEC 61000-4-30:2008.

Nota: Los requerimientos del punto 6.1 se quitaron en la edición IEC 61000-4-30

La Tabla 4.24 especifica los estados de prueba min, promedio y max para cada magnitud de influencia del sistema de potencia y para cada clase de desempeño. Los estados de prueba deberán ser considerados independientemente para cada magnitud de influencia del sistema de potencia y no como un conjunto completo. Estos puntos de prueba están destinados a ser aplicados según los procedimientos de prueba definidos en el numeral 12.4.

Tabla 4. 24-Lista independiente de las magnitudes de influencia del sistema de potencia

Magnitudes de influencia del sistema de potencia	Estado de prueba S1 ^a		Estado de prueba S2 ^a	Estado de prueba S3 ^a	Estado de prueba S4 ^a
Frecuencia	51 Hz		60 Hz	69 Hz	---
Valor de tensión	10 % U _{din}		---	200 % U _{din}	---
Armónicas (adicionales a la señal fundamental)	b % de la señal fundamental Armónicas: H1: 100 % H3: 10 % 180° H7: 10 % 180° H11: 10 % 180° H15: 4 % 180° H19: 5 % 180° H23: 5 % 180°	c % de la señal fundamental H1: 100% H3: 60 % 180° H5: 55 % 0° H7: 50 % 180° H9: 41 % 0°	---	---	---
Interarmónicas ^d (incluye niveles por abajo de la fundamental)	---		Frecuencia = 1.5 x frecuencia fundamental; 9 % U _{din}	Frecuencia = 0.5 x frecuencia fundamental; 2.5 % U _{din}	Distorsión aplicada simultáneamente a dos frecuencias interarmónicas: 1) Frecuencia = 2 ^a armónica más 5 Hz (125 Hz) 4 % U _{din} 2) Frecuencia = 2 ^a armónica más 10 Hz (130 Hz) 6 % U _{din}
a Las magnitudes de influencia se deben considerar individualmente, por ejemplo: Estado de prueba S1 para frecuencia, Estado de prueba S2 para parpadeo, etc. Las otras magnitudes de influencia deben permanecer en condiciones de referencia para la prueba. b Esta señal representa un factor de cresta de 2 c Esta señal representa un factor de cresta de 3 d Se pueden utilizar tensiones de señalización de la red como inter-armónicas como una magnitud de influencia					

- f) Magnitudes de influencia externas. Especifican los estados de prueba relacionados con la temperatura y la tensión de suministro, las cuales se especifican en las Tablas 4.25 y 4.26.

Tabla 4.25-Influencia de la temperatura

Magnitud de Influencia	Estado de prueba ET1	Estado de prueba ET2	Estado de prueba ET3
Temperatura ^a	Temperatura mínima del intervalo de operación nominal ^b Tiempo del baño necesario para alcanzar el equilibrio térmico, al menos de 1 hora.	Peor caso definido por el fabricante en el intervalo de 0 °C a 45 °C ^b Tiempo del baño necesario para alcanzar el equilibrio térmico, al menos de 1 hora.	Temperatura máxima del intervalo de operación nominal ^b Tiempo del baño necesario para alcanzar el equilibrio térmico, al menos de 1 hora.
a	El aire circulante puede ser forzado dentro de la cámara de prueba, disminuyendo el impacto del autocalentamiento del producto. Si la circulación del aire está forzada, entonces el límite de temperatura debe ajustarse para tomar en cuenta el impacto del aire forzado en la temperatura interna del dispositivo bajo prueba.		
b	Para los productos de calidad de la potencia, este intervalo de funcionamiento está especificado en la Tabla 1 y 2 de la IEC 62586-1. Cada fabricante deberá especificar el intervalo de temperatura de operación.		

Tabla 4.26-Influencia de la tensión de suministro auxiliar

Magnitud de influencia	Estado de prueba EV1	Estado de prueba EV2
Tensión de suministro auxiliar	U_{min} como lo especifique el fabricante	U_{max} como lo especifique el fabricante

- g) Criterios de prueba

La Tabla 4.27 especifica los diferentes criterios de prueba utilizados en el numeral 12.4.

Tabla 4.27-Lista de criterios de prueba

Número de criterio de prueba	Definición
CP10s(inc)	Cada medición de frecuencia de 10 s debe estar dentro de su incertidumbre especificada.
CP10s(igual)	Cada medición de frecuencia de 10 s debe ser la misma (dentro del doble de la incertidumbre intrínseca)
CP(11 ≤ N ≤ 13)	El contador de lecturas de frecuencia en 2 min: 11 = N = 13
CP12(inc)	Cada medición básica de 12 ciclos debe estar dentro de su incertidumbre especificada.
CP180(inc)	Cada medición de agregación de 180 ciclos debe estar dentro de su incertidumbre especificada.
CP12(inc)-arm	Para la(s) orden(es) de armónica bajo prueba, cada medición básica de 12 ciclos debe estar dentro de la incertidumbre especificada en la NMX-J-610/4-7-ANCE Clase I.
CP180(inc)-arm	Para la(s) orden(es) de armónica bajo prueba, cada medición de agregación de 180 ciclos debe estar dentro de la incertidumbre especificada en la NMX-J-610/4-7-ANCE Clase I.
CP10-min(inc)-arm	Para la(s) orden(es) de armónica bajo prueba, cada medición de agregación de 10 min debe estar dentro de la incertidumbre especificada en la NMX-J-610/4-7-ANCE Clase I.
CP180(inc)-thd	La distorsión armónica total se calcula de acuerdo a la definición para la distorsión armónica total de subgrupo (THDS) de la NMX-J-610/4-7-ANCE Clase I.
CP12(inc)-interarm	Para la(s) orden(es) de interarmónica bajo prueba, cada medición básica de 12 ciclos debe estar dentro de la incertidumbre especificada en la NMX-J-610/4-7-ANCE Clase I.
CP180(inc)-interarm	Para la(s) orden(es) de interarmónica bajo prueba, cada medición de agregación de 180 ciclos debe estar dentro de la incertidumbre especificada en la NMX-J-610/4-7-ANCE Clase I.
CP10-min(inc)-interarm	Para la(s) orden(es) de interarmónica bajo prueba, cada medición de agregación de 10 min debe estar dentro de la incertidumbre especificada en la NMX-J-610/4-7-ANCE Clase I.

12.3. Procedimiento de prueba

Para las pruebas, se deberá cumplir con lo siguiente:

- a) Dispositivo bajo prueba: el medidor bajo prueba debe ser representativo del medidor en producción.
- b) Equipo de prueba: los instrumentos de referencia deben ser calibrados al menos cada año por un laboratorio de calibración acreditado. El equipo de prueba y su fecha de calibración deberán especificarse en el reporte de prueba y en el certificado. Para las pruebas se deberá utilizar un dispositivo de sincronización externo.

12.4. Procedimiento de pruebas funcionales para instrumentos que cumplen con la Clase A de acuerdo a la NMX-J-610/4-30-ANCE

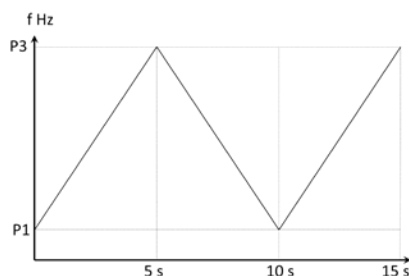
12.4.1. Frecuencia

La medición de la frecuencia se debe realizar como se indica en los incisos siguientes:

- a) Método de medición: La medición de frecuencia se debe hacer en el canal de referencia que se indica en la Tabla 4.28; cada prueba debe durar al menos 2 min

Tabla 4.28-Medición de la frecuencia

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
1.1.1	Verificar que el intervalo de promediación es 10 s	Secuencia (ver el esquema): P1-P3 triangular Duración: 5 s P3-P1 triangular Duración: 5 s	Número del contador de lecturas de frecuencia en 2 min (N)	CP10s(igual) CP(11 ≤ N ≤ 13)



- b) Incertidumbre e intervalo de medición: Debe realizarse la prueba que se indica en la tabla 4.29; cada prueba debe durar al menos 1 min.

Tabla 4.29-Incertidumbre bajo las condiciones de referencia

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
1.2.1	Verificar el intervalo de medición	P1 para frecuencia ^a	---	CP10s(inc)
1.2.2	Verificar el intervalo de medición	P2 para frecuencia ^a	---	CP10s(inc)
1.2.3	Verificar el intervalo de medición	P3 para frecuencia ^a	---	CP10s(inc)

- c) Variaciones debido a una magnitud de influencia: Debe realizarse como se indica en la Tabla 4.30; cada prueba debe durar al menos 1 minuto

Tabla 4.30-Variaciones debido a una magnitud de influencia

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias de acuerdo a la Tabla 4.24	Criterio de prueba (si es aplicable)
1.3.1	Medir la influencia del valor de tensión en la incertidumbre de medición	P2 para frecuencia ^a	S1 para el valor de tensión	CP10s(inc)
1.3.2	Medir la influencia de las armónicas en la incertidumbre de medición	P2 para frecuencia ^a	S1 para armónicas	CP10s(inc)
^a	La medición de frecuencia se hace en el canal de referencia.			

- d) Evaluación de la medición: Debe realizarse como se indica en la Tabla 4. 31

Tabla 4.31-Evaluación de la medición

Número	Objetivo de la prueba	Prueba
1.4.1	Canal de referencia	Se comprobará que la medición de la frecuencia se realiza en el canal de referencia

- e) Agregación de mediciones. La agregación no se requiere para la frecuencia.

12.4.2. Amplitud de la tensión de suministro o valor de tensión de suministro.

- a) Método de medición: Debe realizarse como se indica en la Tabla 4.32; Debe durar al menos 20 s.

Tabla 4.32-Amplitud de la tensión de suministro

Número	Objetivo de la prueba	Prueba
2.1.1	Comprobar la medición sin espacio y sin superposición	Se debe realizar una prueba de acuerdo con los requerimientos del inciso b) siguiente.

- b) Mediciones sin vacíos de amplitud de tensión y armónicas:

Propósito de la prueba: Debe comprobarse la duración exacta de la ventana de tiempo básica de 12 ciclos, así como la eficiencia de la implementación de las mediciones sin vacíos ni traslapes.

Implementación de la prueba:

La prueba no se debe hacer sobre un límite de 10 minutos, porque causará una condición de traslape debido al algoritmo de agregación.

La prueba se debe desarrollar con un U_{din} donde se tenga la mejor relación señal a ruido.

El equipo bajo prueba debe proporcionar cada valor eficaz de 12 ciclos y el valor de armónicas con una estampa de tiempo con una profundidad histórica de por lo menos 100 valores.

La prueba se puede correr de forma separada para armónicas y amplitud de tensión si el dispositivo no es capaz de producir valores de 12 ciclos de manera simultánea de armónicas y amplitud de tensión.

Amplitud de tensión:

Se debe aplicar al equipo bajo prueba la siguiente señal de prueba:

$$s_{eficaz}(t) = V_1 \sqrt{2} \cos(2\pi f_1 t + \varphi_1) \times (1 + A_m \cos(2\pi f_m t + \varphi_m))$$

A continuación, se presentan en la Tabla 4.33 los requerimientos de la señal de prueba:

Tabla 4.33-Requerimientos de la señal de prueba

Requerimiento	Valor	Exactitud
Frecuencia fundamental (f_1)	60 Hz	50×10^{-6}
Amplitud de la componente fundamental (V_1)	U_{din}	0.5 %
Frecuencia de modulación (f_m)	2.3 Hz	100×10^{-6}
Amplitud de modulación (A_m)	0.1	1 %
Fases (ϕ_1, ϕ_m)	NR	NR

Evaluación del resultado:

Los valores eficaces de 12 ciclos construyen una secuencia $U_{eficaz}(0), \dots, U_{eficaz}(100)$. A partir de esta secuencia, se deben calcular los siguientes valores:

$$A(N) = \left\| \frac{1}{50\sqrt{2}} \sum_{k=0}^{99} U_{eficaz}(k) e^{-\frac{j2\pi Nk}{100}} \right\|$$

para $N = 45, 46, 47$.

Nota: La doble barra indica que se trata de un módulo complejo

$$Q_{eficaz} = \sqrt{\frac{A(46)^2}{A(45)^2 + A(47)^2}}$$

Se debe conseguir los siguientes requerimientos:

- $Q_{eficaz} > 20$;
- $4.5\% < A(46)/V_1 < 5.5\%$;
- Estampa de tiempo ($U(100)$)-estampa de tiempo ($U(0)$) = $20 \text{ s} \pm 6 \text{ ms}$

Cuando aplique, se utilizará un criterio de prueba CP12s(inc).

- c) Incertidumbre de medición e intervalo de medición: debe realizarse como se indica en la Tabla 4.34; cada prueba debe durar al menos 1 s

Tabla 4.34-Incertidumbre bajo condiciones de referencia

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
2.2.1	Verificar el intervalo de medición	P1 para el valor de tensión	---	CP12s(inc)
2.2.2	Verificar el intervalo de medición	P3 para el valor de tensión	---	CP12s(inc)
2.2.3	Verificar el intervalo de medición	P5 para el valor de tensión	---	CP12s(inc)

- d) Variaciones debido a una magnitud de influencia: debe realizarse como se indica en la Tabla 4.35; cada prueba debe durar al menos 1s

Tabla 4. 35-Variaciones debido a una magnitud de influencia

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
2.3.1	Medir la influencia de la frecuencia en la incertidumbre de medición	P3 para el valor de tensión	S1 para la frecuencia	NA
			S3 para la frecuencia	NA
2.3.2	Medir la influencia de las armónicas en la incertidumbre de medición	P3 para el valor de tensión	S1 para armónicas	CP12(inc) en el canal 1 en comparación con una tensión de referencia

- e) Evaluación de la medición: No aplica

- f) Agregación de mediciones: Deben realizarse las pruebas que se indican en f.1) y f.2)

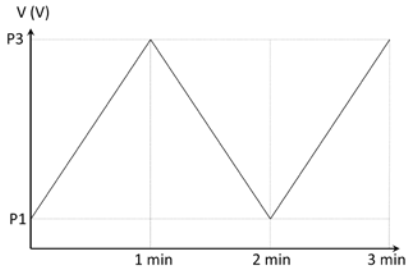
f.1) Doce ciclos con sincronización de 10 min: Cada prueba debe durar al menos 11 minutos y debe contener por lo menos dos ciclos consecutivos de RTC (real time clock) de 10 minutos. Los ciclos están indicados en la Tabla 4.36.

Tabla 4.36-Ciclos con sincronización de 10 minutos

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
2.4.1	Comprobar la superposición de agregación 1	P3 para el valor de tensión	$f = 59.99 \text{ Hz}$ Duración de la prueba = 11 min	Prueba la etiqueta de tiempo y el número de secuencia de bloques para la apropiada resincronización a la marca de 10 minutos como se especifica en la NMX-J-610/4-30-ANCE
La marca de 10 minutos debe ocurrir en medio del intervalo de tiempo de 12 ciclos número 3000.				
Nota: $59.99 = (2999.5/600) \times 12$				

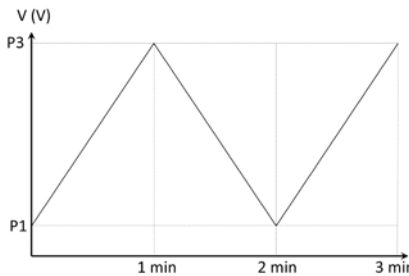
f.2) 180 ciclos de agregación con 10 minutos de sincronización: Cada prueba debe durar al menos 11 minutos y debe contener por lo menos dos ciclos consecutivos de reloj de tiempo real (RTC real time clock) de 10 minutos. Los ciclos están indicados en la Tabla 4.37.

Tabla 4.37-Ciclos de agregación con 10 minutos de sincronización

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
2.5.1	Comprobar la superposición de la agregación 2	Secuencia (ver el esquema): La tensión cambia linealmente de P1 a P3 en 1 minuto de duración, luego linealmente de P3 a P1 en 1 minuto de duración  Nota 1: El tiempo en el eje X no está necesariamente sincronizado en la marca de 10 minutos.	$f = 60.15 \text{ Hz}$	Prueba la agregación de datos de 12 ciclos dentro del intervalo de 180 ciclos relacionado a la marca de 10 minutos como se especifica en la NMX-J-610/4-30-ANCE
La marca de 10 minutos debería ocurrir en medio del intervalo de tiempo de 180 ciclos número 201. Nota 2: $60.15 = (200.5/600) \times 180$				

f.3) Diez minutos de agregación, Cada prueba debe durar al menos 11 minutos y debe contener por lo menos dos ciclos consecutivos de reloj de tiempo real (RTC real time clock) de 10 minutos. Los ciclos están indicados en la Tabla 4.38.

Tabla 4.38-Minutos de agregación

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias de acuerdo a la Tabla 4.24	Criterio de prueba (si es aplicable)
2.6.1	Comprobar la agregación de 10 minutos	Secuencia (ver el esquema): La tensión cambia linealmente de P1 a P3 en 1 minuto de duración, luego linealmente de P3 a P1 en 1 minuto de duración  Nota 1: El tiempo en el eje X no está necesariamente sincronizado en la marca de 10 minutos.	S2 para la frecuencia	Prueba la agregación de datos de 12 ciclos dentro del intervalo de 10 minutos relacionado a la marca de 10 minutos como se especifica en la NMX-J-610/4-30-ANCE

f.4) Dos horas de agregación: Cuando aplique, la prueba se debe llevar a cabo de acuerdo a la siguiente Tabla 4.39

Tabla 4.39-Horas de agregación

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
2.7.1	Comprobar la agregación de 2 horas	Se debe verificar que el valor de agregación de 2 horas sea proporcionado por el equipo bajo prueba.		

12.4.3. Fluctuación de tensión (parpadeo).

La prueba se debe llevar a cabo de acuerdo a los requerimientos de prueba de la NMX-J-550/4-15-ANCE vigente.

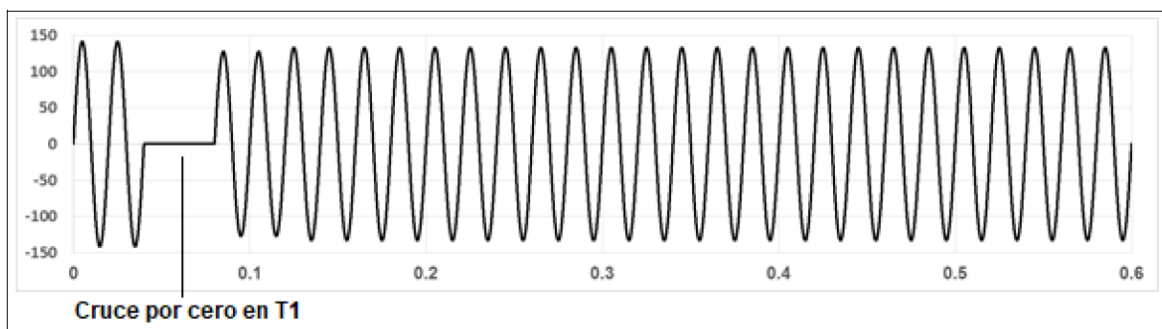
12.4.4. Interrupciones, decrementos e incrementos de la tensión de suministro.

Las pruebas para Interrupciones, decrementos e incrementos de la tensión de suministro se deben realizar como se indican en las Tabla 4.40 y 4.41.

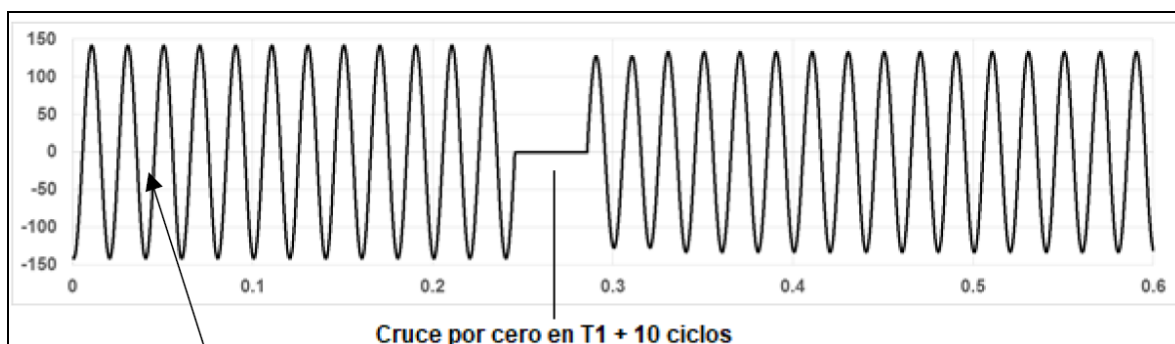
Tabla 4.40-Interrupciones, decrementos e incrementos de la tensión de suministro

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
4.1.1	Comprobar que $U_{eficaz(1/2)}$ se sincronizan independientemente en cada canal en el cruce por cero	P4 para frecuencia por lo menos 15 s ^c El paso de tensión debe hacerse en el cruce por cero	Esta prueba no requiere de generador sincronizado. En T1, inyectar la interrupción 0% U_{din} con duración de 2 ciclos seguido de un paso a 90% U_{din} de 2 ciclos, luego un estado estacionario a 94% U_{din} en el canal 1 En T1 + 10 ciclos + 1/3 ciclo, aplique el mismo perfil en el canal 2. En T1 + 20 ciclos - 1/3 ciclo, aplique el mismo perfil en el canal 3. Ver Figura 4.2 y Figura 4.3.	Comprobar, para cada canal, que la secuencia de $U_{eficaz(1/2)}$ en el instrumento cumple con la secuencia definida en la Figura 4.1. Comprobar la etiqueta de tiempo de $U_{eficaz(1/2)}$ (N + 1) en el canal 1: T1 + 1/2 ciclo Comprobar que la etiqueta de tiempo de $U_{eficaz(1/2)}$ (N + 1) en el canal 2 es T1 + 10.5 ciclos ± 1/2 ciclo Comprobar que la etiqueta de tiempo de $U_{eficaz(1/2)}$ (N + 1) en el canal 3 es T1 + 20.5 ciclos ± 1/2 ciclo
4.1.2	Compruebe el requerimiento de exactitud de amplitud y duración. ^c	P5 para incrementos de tensión. ^a P4 para frecuencia P3 para decrementos/ interrupciones de tensión ^a P4 para ,frecuencia	Esta prueba no requiere de generador sincronizado. El cambio de la amplitud de la señal para crear decrementos /incrementos /interrupciones de tensión deben ser simultáneos en el tiempo La prueba debe realizarse con las siguientes duraciones: 1; 1.5; 2.5; 10; 30 y 150 ciclos. Ver Figuras 4.4, 4.5, 4.6 y 4.7	Comprobar que todas las duraciones y amplitudes reportadas en las mediciones de decrementos/ incrementos/ interrupción de tensión cumplen con el punto 5.4.5.1 de la NMX-J-610/4-30-ANCE (requerimiento de exactitud de la amplitud) y 5.4.5.2 (requerimiento de exactitud de la duración) Los resultados de duración esperados son Duración inyectada ± 0,5 ciclos, ver Figura 4.4 y Figura 4.5 donde la duración esperada es de 3 ciclos ± 0,5 ciclos. Los resultados de amplitud esperados son Amplitud Px inyectada ± 0,2% U_{din} (siendo Px P5 o P3).

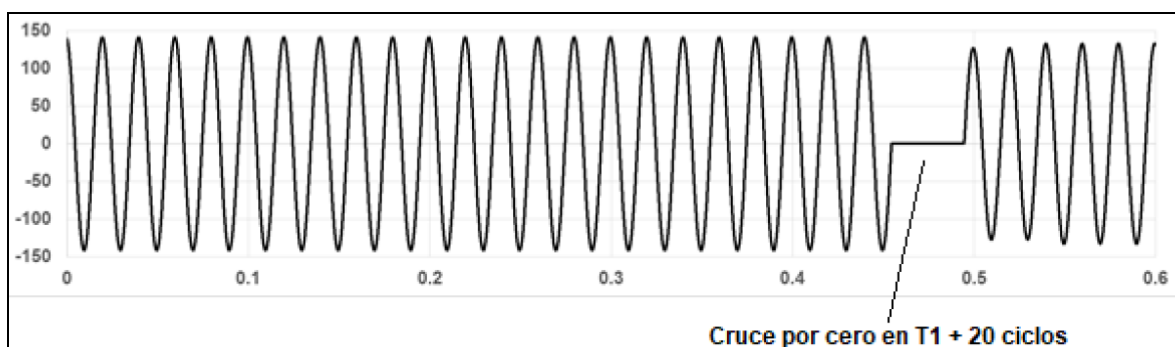
4.1.3	Comprobar el umbral	P2 para incrementos de tensión ^{a b} P4 para frecuencia	Esta prueba no requiere generador sincronizado	Comprobar que la exactitud de la duración cumple con el punto 5.4.5.2 de la NMX-J-610/4-30-ANCE. El resultado de duración esperado es de 2.5 ciclos ± 0.5 ciclos.
		P1 para incrementos de tensión ^{a b} P4 para frecuencia	El cambio de la amplitud de la señal para crear decrementos /incrementos /interrupciones de tensión deben ser simultáneos en el tiempo	
		P2 para decrementos/ interrupciones de tensión ^{a b} P4 para frecuencia	La prueba debe realizarse con la siguiente duración: 2.5 ciclos.	
		P1 para decrementos/ interrupciones de tensión ^{a b} P4 para frecuencia		
4.1.4	Comprobar la influencia de la frecuencia de la red de suministro	P1 para frecuencia P2 para decrementos/ interrupciones de tensión ^a	Esta prueba no requiere generador sincronizado	Comprobar que la exactitud de la duración cumple con el punto 5.4.5.2 de la NMX-J-610/4-30-ANCE. El resultado de duración esperado es respectivamente 2 y 30 ciclos ± 0.5 ciclos.
		P3 para frecuencia P2 para decrementos/ interrupciones de tensión ^a	El cambio de la amplitud de la señal para crear decrementos /incrementos /interrupciones de tensión deben ser simultáneos en el tiempo La prueba debe realizarse con las siguientes duraciones: 2 y 30 ciclos.	
4.1.5	Comprobar decrementos/ incrementos/ interrupciones de tensión en un sistema polifásico	La prueba se debe realizarse de acuerdo a los requerimientos establecidos en las Tablas 4.42 y 4.43		
4.1.6	Comprobar la tensión de referencia de deslizamiento - En condiciones estables de operación ^d	1. Configuración: Seleccionar la tensión de referencia de deslizamiento, el umbral del decremento de tensión en 90% U _{din} , hitéresis = 2% U _{din} . 2. Inyecte una tensión en estado estable de U _{din} durante al menos 5 min. Luego haga decrecer la amplitud de la tensión a 95% U _{din} durante 5 min. Posteriormente 87% U _{din} por 5 min.	Ver Figura 4.8	No debe detectarse decremento de tensión
		3. Inyecte un decremento de tensión de 5 ciclos de duración a 50% U _{din}		Verificar que el instrumento esté detectando un decremento de tensión en 57.5% de U _{ref} . Nota: 57.5% = 50/87×100%
4.1.7	Comprobar la tensión de referencia de deslizamiento - Condición de arranque de la referencia de deslizamiento	1. Configuración: Seleccionar la tensión de referencia de deslizamiento, el umbral del decremento de tensión en 90% U _{din} , histéresis = 2% U _{din} . 2. Encienda el instrumento con 0V inyectado en las entradas de tensión.	Ver Figura 4.9	El instrumento debe detectar un arranque de interrupción
		3. Después de 5 minutos + el tiempo de arranque del instrumento, inyecte la tensión = U _{din} Nota: El propósito es comprobar que la tensión de referencia de deslizamiento se construye a partir de un valor inicial de U _{din} , no se actualiza hasta que se aplica la tensión.		Verificar que el instrumento ha detectado un final de interrupción.
^a Los puntos de prueba P1, P2, P3, P4 y P5 se describen en la Tabla 4.23.				
^b El punto de prueba P1 no debe ser identificado como un decremento/ incremento, mientras que el punto de prueba P2 debe ser identificado como decremento/ incremento.				
^c Los valores recomendados para el umbral de decremento de tensión es 90% U _{din} , para el umbral de incremento de tensión es de 110% U _{din} , histéresis = 2%.				
^d El uso de la tensión de referencia de deslizamiento es opcional. Esta prueba solamente se aplica si el fabricante implementa la tensión de referencia de deslizamiento.				



a) Señal de prueba para la fase 1

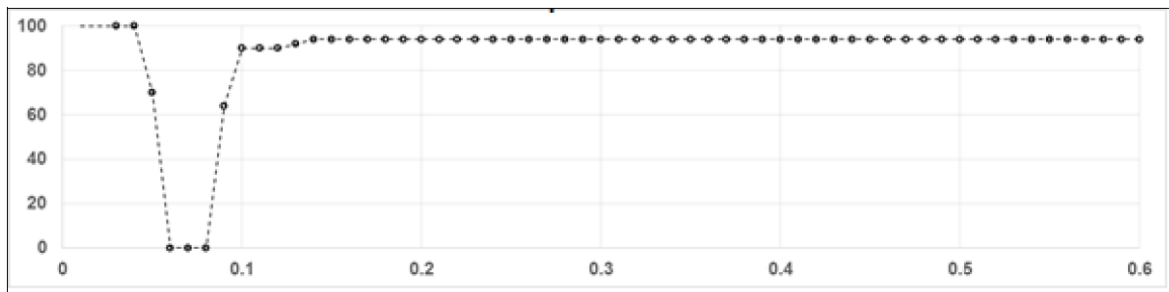


b) Señal de prueba para la fase 2

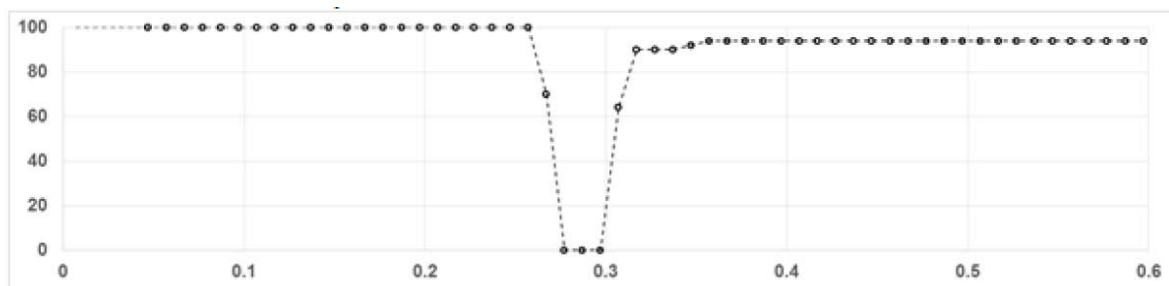


c) Señal de prueba para la fase 3

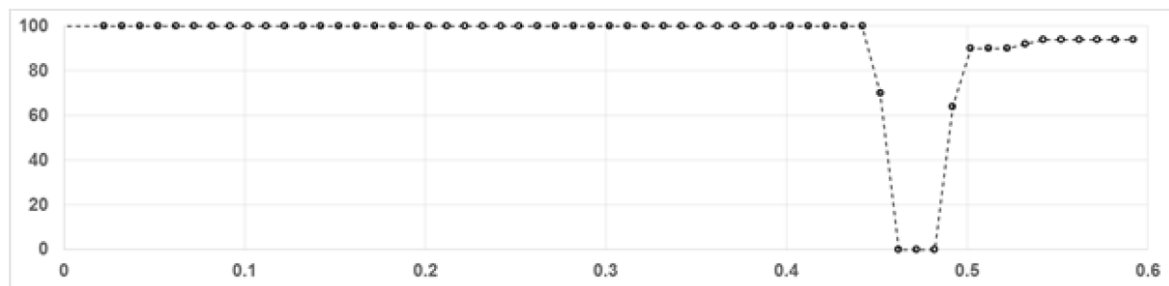
Figura 4.1-a), b) y c). Descripción general de la prueba para los decrementos de tensión de acuerdo con la prueba .4.1.1



a) Valor eficaz de $\frac{1}{2}$ ciclo para la fase 1



b) Valor eficaz de $\frac{1}{2}$ ciclo para la fase 2



c) Valor eficaz de $\frac{1}{2}$ ciclo para la fase 3

Figura 4.2-a), b) y c). Detalle 1 de las formas de onda para la prueba de los decrementos de tensión de acuerdo a la prueba 4.1.1

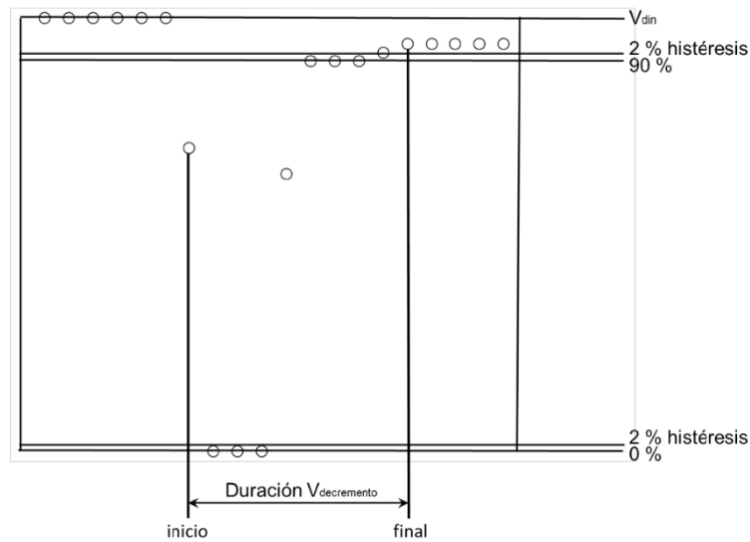


Figura 4.3-Detalle 2 de las formas de onda para la prueba de los decrementos de tensión de acuerdo a la prueba 4.1.1

Tabla 4.41- Detalle 3 de las formas de onda para la prueba de los decrementos de tensión de acuerdo a la prueba 4.1.1 Señal de prueba:

Decremento 60 %, 2.5 ciclos

$U_{eficaz(1/2)}$ N	$U_{eficaz(1/2)}$ N + 1	$U_{eficaz(1/2)}$ N + 2	$U_{eficaz(1/2)}$ N + 3	$U_{eficaz(1/2)}$ N + 4	$U_{eficaz(1/2)}$ N + 5	$U_{eficaz(1/2)}$ N + 6	$U_{eficaz(1/2)}$ N + 7
100	70	0	0	0	64	90	90

$U_{eficaz(1/2)}$ N + 8	$U_{eficaz(1/2)}$ N + 9	$U_{eficaz(1/2)}$ N + 10	$U_{eficaz(1/2)}$ N + 11	$U_{eficaz(1/2)}$ N + 12	$U_{eficaz(1/2)}$ N + 13	$U_{eficaz(1/2)}$ N + 14	$U_{eficaz(1/2)}$ N + 15
90	92	94	94	94	94	94	94

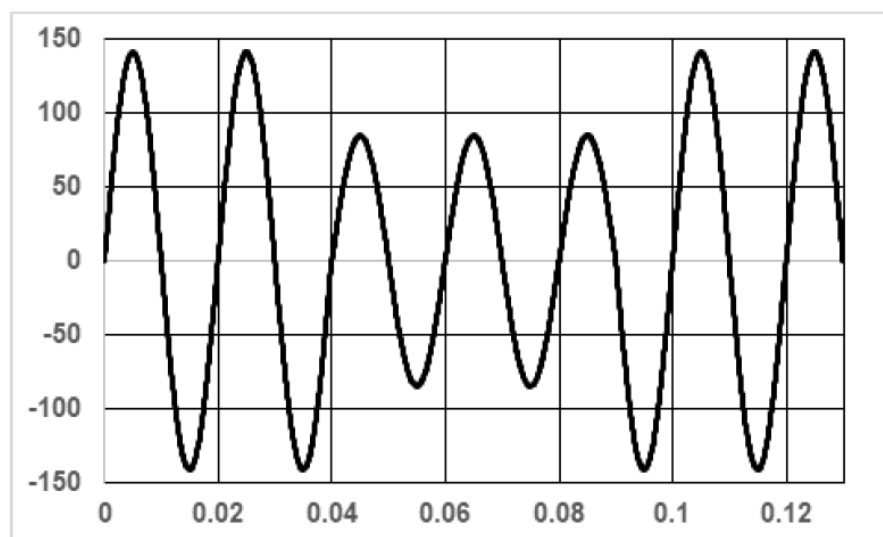


Figura 4.4-Detalle 1 de la forma de onda para la prueba de decrementos de tensión de acuerdo a la prueba 4.1.2

(Continúa en la Tercera Sección)

TERCERA SECCION

COMISION REGULADORA DE ENERGIA

(Viene de la Segunda Sección)

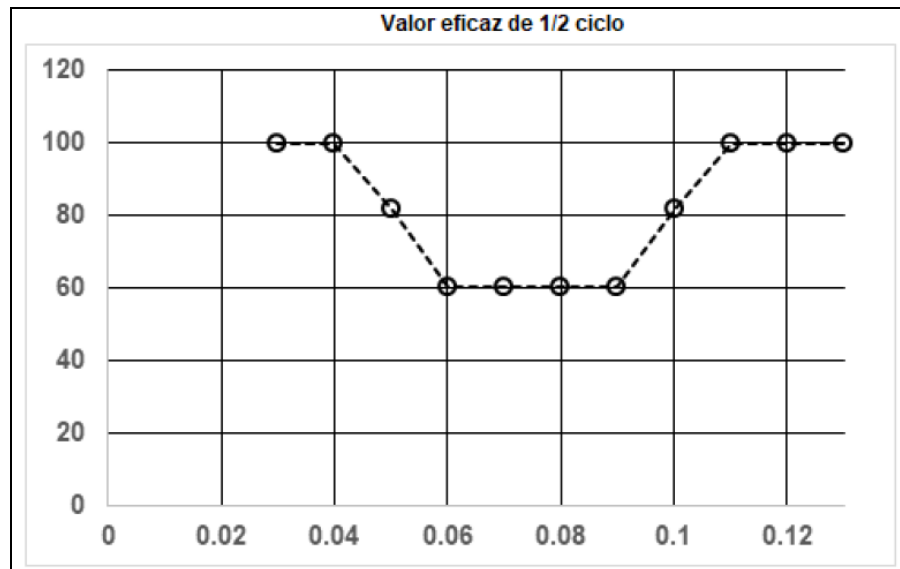


Figura 4.5- Detalle 2 de la forma de onda para la prueba de decrementos de tensión de acuerdo a la prueba 4.1.2

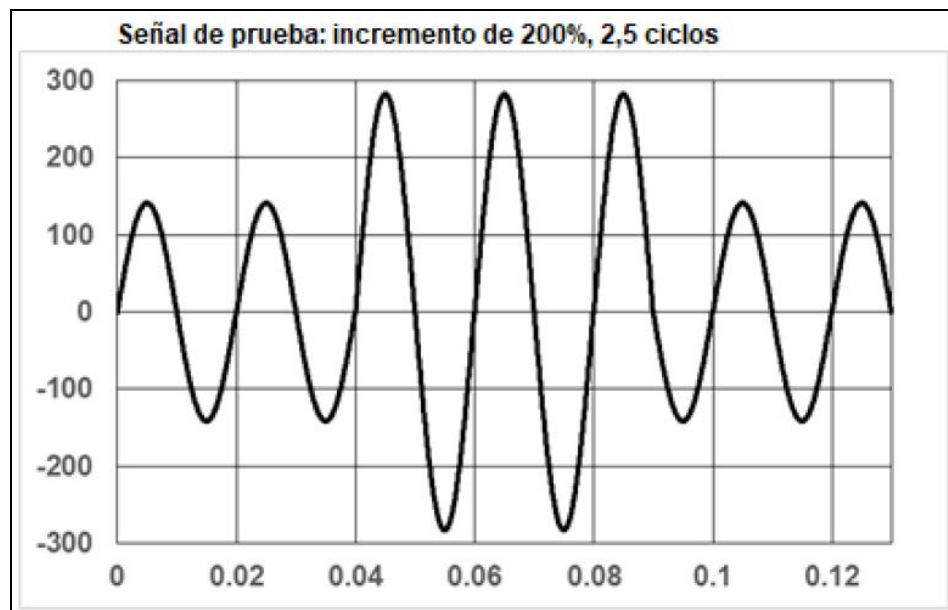


Figura 4.6- Detalle 1 de la forma de onda para la prueba de incrementos de tensión de acuerdo a la prueba 4.1.2

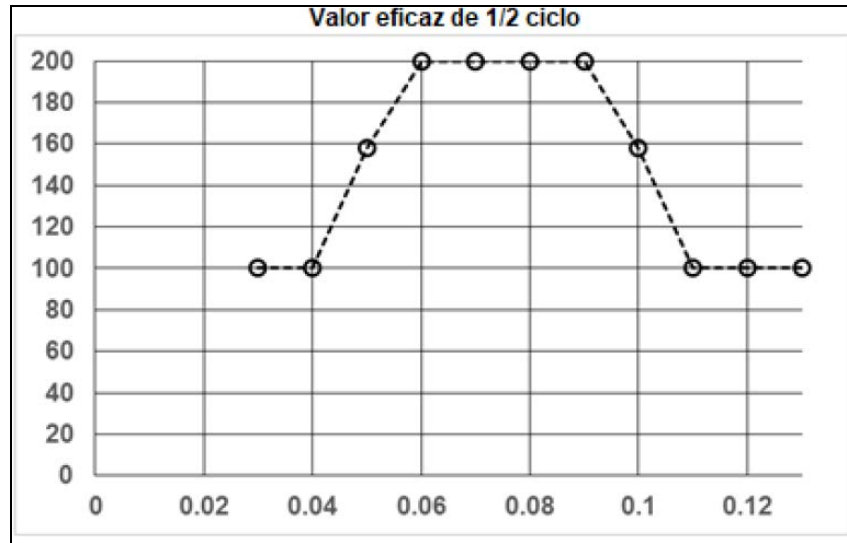


Figura 4.7- Detalle 2 de la forma de onda para la prueba de incrementos de tensión de acuerdo a la prueba 4.1.2

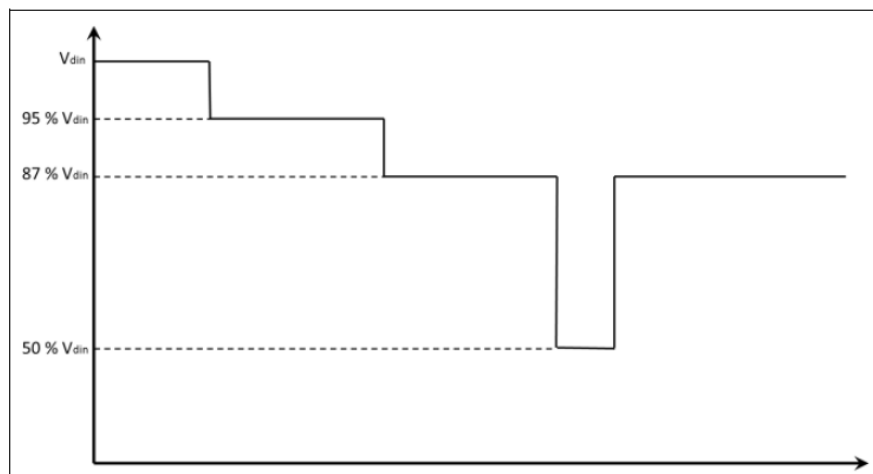


Figura 4.8-Prueba de la tensión de referencia de deslizamiento

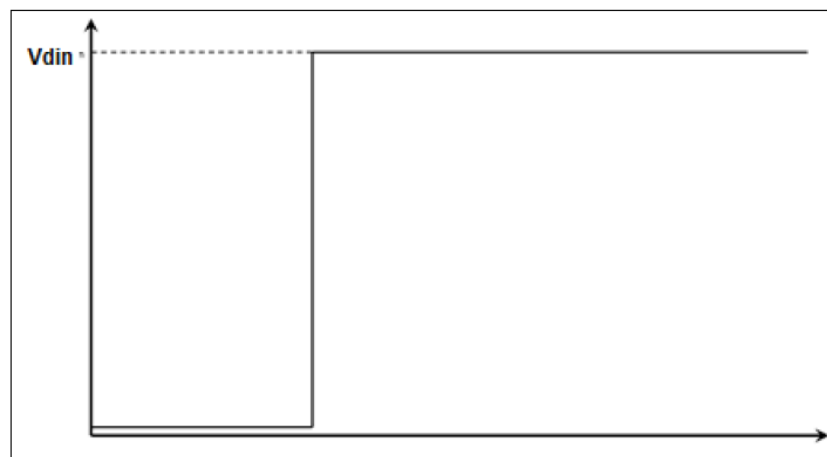
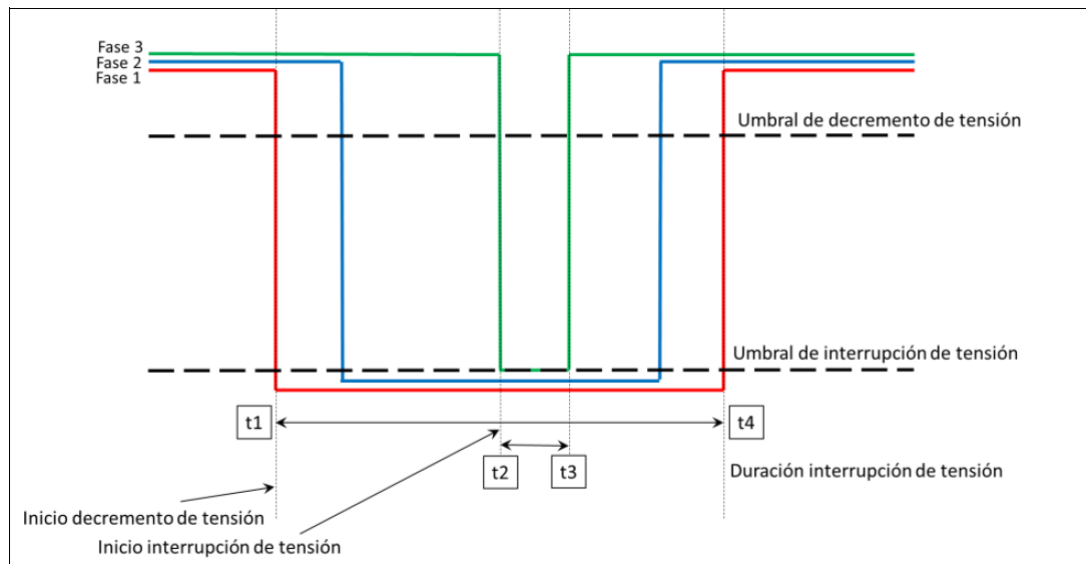


Figura 4.9-Condición de arranque de la referencia deslizante

Tabla 4.42-Comprobación de decrementos/interrupciones de tensión en sistema polifásico

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
4.2.1	Comprobar que los decrementos y las interrupciones de tensión se detectan correctamente en un sistema polifásico, aplicando una sola prueba con una perturbación no síncrona de 3 fases que contiene tanto un decremento como una interrupción.	P4 para frecuencia por lo menos 15 s^c Umbral de decremento = 90% U_{din}; histéresis = 2% U_{din}. Umbral de interrupción = 10% U_{din}; histéresis = 2% U_{din} El paso de tensión debe hacerse en el cruce por cero para cada fase.	Esta prueba no requiere de generador sincronizado. Inicio de la prueba con las tres fases puestas en U_{din}. En t1 (sincronizado al cruce por cero en la fase 1) inyectar 0% U_{din} en la fase 1. En t1 + 1 ciclo (sincronizado al cruce por cero en la fase 2) inyectar 0% U_{din} en la fase 2. En t2 (sincronizado al cruce por cero en la fase 3) inyectar 0% U_{din} en la fase 3. En t3 (sincronizado al cruce por cero en la fase 3) inyectar 100% U_{din} en la fase 3. En t3 + 1 ciclo (sincronizado al cruce por cero en la fase 2) inyectar 100% U_{din} en la fase 2. En t4 (sincronizado al cruce por cero en la fase 1) inyectar 100% U_{din} en la fase 1. Ver Figuras 4.10, 4.11 y Tabla 4.43	Para cada canal, verificar que la secuencia de $U_{eficaz(1/2)}$ en el instrumento cumple con la secuencia definida en la Figura 4.1 Comprobar que la duración del decremento de tensión polifásica se indica correctamente como 6.5 ciclos (dentro de la exactitud de tiempo definida en la NMX-J-610/4-30-ANCE). Comprobar que la duración de la interrupción de tensión polifásica se indica correctamente como 1.5 ciclos (dentro de la exactitud de tiempo definida en la NMX-J-610/4-30-ANCE). Comprobar que la tensión remanente para el decremento de tensión se reporta correctamente como 0% U_{din} (dentro de la exactitud de la amplitud definida en la NMX-J-610/4-30-ANCE).

**Figura 4.10-Detalle 1 de la forma de onda para la prueba de decrementos/interrupciones de tensión polifásicos**

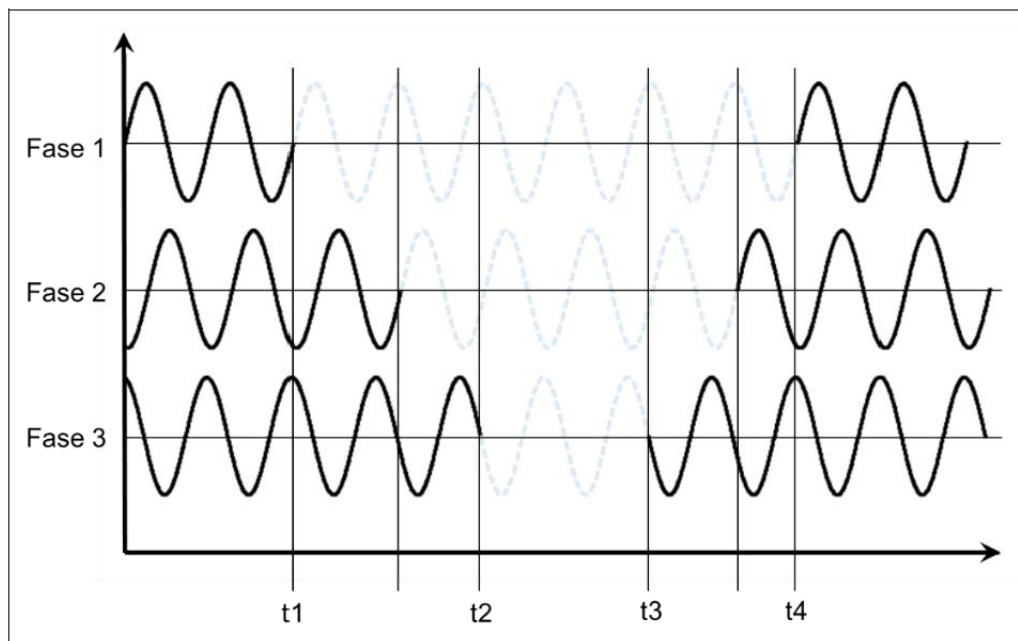


Figura 4.11-Detalle 2 de la forma de onda para la prueba de decrementos/interrupciones de tensión polifásicos

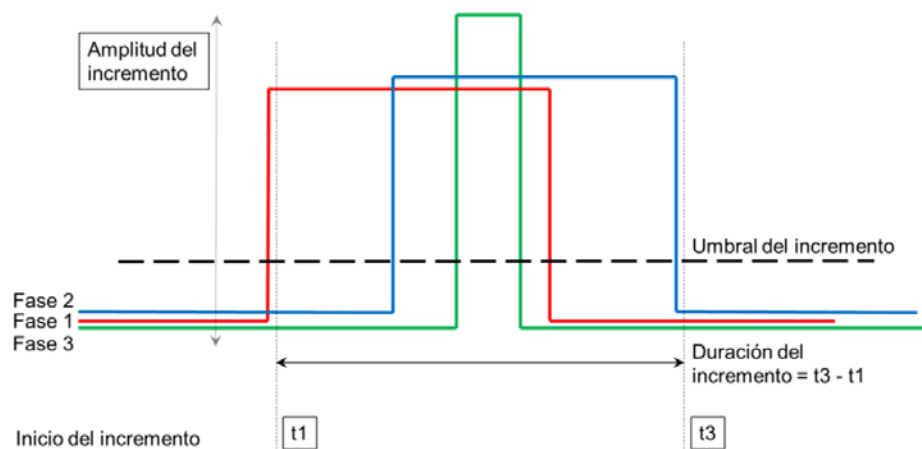
Cuando aplique, deberán seguirse los siguientes criterios:

Tabla 4.43-Detalle 3 de la forma de onda para la prueba de decrementos/interrupciones de tensión polifásicos

Fase	$U_{\text{eficaz}(1/2)}$ N	$U_{\text{eficaz}(1/2)}$ N + 1 Inicio del decremento de tensión	$U_{\text{eficaz}(1/2)}$ N + 2	$U_{\text{eficaz}(1/2)}$ N + 3	$U_{\text{eficaz}(1/2)}$ N + 4	$U_{\text{eficaz}(1/2)}$ N + 5	$U_{\text{eficaz}(1/2)}$ N + 6 Inicio de la interrupción de tensión	$U_{\text{eficaz}(1/2)}$ N + 7
Fase 1	100	70	0	0	0	0	0	0
Fase 2	100	100	100	70	0	0	0	0
Fase 3	100	100	100	100	100	70	0	0
Fase	$U_{\text{eficaz}(1/2)}$ N + 8	$U_{\text{eficaz}(1/2)}$ N + 9 Final de la interrupción de tensión	$U_{\text{eficaz}(1/2)}$ N + 10	$U_{\text{eficaz}(1/2)}$ N + 11	$U_{\text{eficaz}(1/2)}$ N + 12	$U_{\text{eficaz}(1/2)}$ N + 13	$U_{\text{eficaz}(1/2)}$ N + 14 Final del decremento de tensión	$U_{\text{eficaz}(1/2)}$ N + 15
Fase 1	0	0	0	0	0	70	100	100
Fase 2	0	0	0	70	100	100	100	100
Fase 3	0	70	100	100	100	100	100	100

Tabla 4.44- Comprobación de incrementos de tensión en sistema polifásicos

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 2	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
4.3.1	Comprobar que los incrementos de tensión se detectan correctamente en un sistema polifásico, aplicando una sola prueba con una inyección de incremento de tensión no síncrona de 3 fases.	P4 para frecuencia por lo menos 15 s^c Umbral de incremento = 110% V_{din}, histéresis = 2% V_{din}. El paso de tensión debe hacerse en el cruce por cero para cada fase.	Esta prueba no requiere de generador sincronizado. Inicio de la prueba con las tres fases puestas en V_{din}. En t1 (sincronizado al cruce por cero en la fase 1) inyectar 130% V_{din} en la fase 1. En t1 + 1 ciclo (sincronizado al cruce por cero en la fase 2) inyectar 130% V_{din} en la fase 2. En t1 + 2 ciclos (sincronizado al cruce por cero en la fase 3) inyectar 150% V_{din} en la fase 3. En t1 + 4 ciclos (sincronizado al cruce por cero en la fase 1 y en la fase 3) inyectar 100% V_{din} tanto en la fase 1 como en la fase 3. En t3 (sincronizado al cruce por cero en la fase 2) inyectar 100% V_{din} en la fase 2. Ver Figuras 4.12 y 4.13	Para cada canal, verificar que la secuencia de $V_{eficaz}(1/2)$ en el instrumento cumple con la secuencia definida en la Figura 4.13. Comprobar que la duración del incremento de tensión polifásica se indica correctamente como 6.5 ciclos (dentro de la exactitud tiempo definida en IEC 61000-4-30). Comprobar que la duración de la interrupción de tensión polifásica se indica correctamente como 150% V_{din} (dentro de la exactitud del valor definido en IEC 61000-4-30).

**Figura 4.12-Detalle 1 de la forma de onda para la prueba de incrementos de tensión polifásicos**

	$V_{\text{eficaz}}(1/2)$ N	$V_{\text{eficaz}}(1/2)$ N + 1 Inicio del incremento de tensión	$V_{\text{eficaz}}(1/2)$ N + 2	$V_{\text{eficaz}}(1/2)$ N + 3	$V_{\text{eficaz}}(1/2)$ N + 4	$V_{\text{eficaz}}(1/2)$ N + 5	$V_{\text{eficaz}}(1/2)$ N + 6	$V_{\text{eficaz}}(1/2)$ N + 7
Fase 1	100	116	130	130	130	130	130	130
Fase 2	100	100	100	116	130	130	130	130
Fase 3	100	100	100	100	100	127	150	150

	$V_{\text{eficaz}}(1/2)$ N + 8	$V_{\text{eficaz}}(1/2)$ N + 9	$V_{\text{eficaz}}(1/2)$ N + 10	$V_{\text{eficaz}}(1/2)$ N + 11	$V_{\text{eficaz}}(1/2)$ N + 12	$V_{\text{eficaz}}(1/2)$ N + 13	$V_{\text{eficaz}}(1/2)$ N + 14 Final del incremento de tensión	$V_{\text{eficaz}}(1/2)$ N + 15
Fase 1	130	116	100	100	100	100	100	100
Fase 2	130	130	130	130	130	116	100	100
Fase 3	150	127	100	100	100	100	100	100

Figura 4.13- Detalle 2 de la forma de onda para la prueba de incrementos de tensión polifásicos

12.4.5. Desbalance de tensión de suministro

Para la realización de estas pruebas, debe utilizarse una fuente de alimentación de c.a. de 3 canales que cumpla o supere el parámetro de estabilidad tensión $\pm 0.05 \%$, bajo las condiciones de referencia de la Tabla 4.22

- a) El método, incertidumbre e intervalo de medición, debe realizarse como se indica en la Tabla 4.45

Tabla 4.45-Método de medición, incertidumbre de medición e intervalo de medición

Número	Objetivo de la prueba	Condiciones de prueba	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
5.1.1	Comprobar exactitud de la medición de desbalance	Conecte una fuente de alimentación de CA de 3 canales y ajústela. Canal 1 (L1 a N) a 100% de U_{din} Canal 2 (L2 a N) a 100% de U_{din} Canal 3 (L3 a N) a 100% de U_{din}	---	Comprobar si u_0 y u_2 están entre 0 % y 0.15 %.
5.1.2	Comprobar exactitud de la medición de desbalance	Conecte una fuente de alimentación de CA de 3 canales y ajústela. Canal 1 (L1 a N) a 73% de U_{din} Canal 2 (L2 a N) a 80% de U_{din} Canal 3 (L3 a N) a 87% de U_{din}	---	Comprobar si u_0 y u_2 están entre 4.9 % y 5.2 %.
5.1.3	Comprobar exactitud de la medición de desbalance	Conecte una fuente de alimentación de CA de 3 canales y ajústela. Canal 1 (L1 a N) a 152% de U_{din} Canal 2 (L2 a N) a 140% de U_{din} Canal 3 (L3 a N) a 128% de U_{din}	---	Comprobar si u_0 y u_2 están entre 4.8 % y 5.1 %.
5.1.4	Comprobar exactitud de la medición de desbalance con desplazamiento de fase con un sistema de 4 hilos.	Conecte una fuente de alimentación de CA de 3 canales y ajústela. Canal 1 (L1 a N) a 100% de U_{din} , 0° Canal 2 (L2 a N) a 90% de U_{din} , -122° Canal 3 (L3 a N) a 100% de U_{din} , $+118^\circ$	---	Comprobar si $u_2 = 2.47\% \pm 0.15\%$ y $u_0 = 4.52\% \pm 0.15\%$

- b) Agregación. Debe comprobarse que los valores agregados son proporcionados por el equipo bajo prueba. No se requiere una prueba de exactitud de los valores agregados.

12.4.6. Armónicas de tensión

- a) Los métodos de medición de las armónicas de tensión deben durar al menos 10 s de acuerdo con la Tabla 4.46.

Tabla 4. 46- Método de medición de armónicas de tensión

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a las Tablas 4.23 y 4.24	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
6.1.1	Comprobar que los intervalos de medición de 12 ciclos son sin espacios y sin superposiciones.	Se debe realizar una prueba de acuerdo con los requerimientos del numeral 12.4.7 b).		
6.1.2	Comprobar que las mediciones de 12 ciclos utilizan la medición de subgrupo armónico ($U_{sg,n}$) de la NMX-J-610/4-7-ANCE.	Aplicar las condiciones de referencia, más P1 para las armónicas (verificar la medición de subgrupo básico)	---	CP12(inc)-arm para la 2ª armónica (la 2ª armónica está presente al 5%)
		Aplicar las condiciones de referencia, más P1 para interarmónicas.	---	CP12(inc)-arm para la 2ª armónica (no se detecta ningún contenido significativo)
		Aplicar las condiciones de referencia, más S4 para interarmónicas.	---	CP12(inc)-arm para la 2ª armónica (la 2ª armónica está presente al 4%)
6.1.3	Comprobar que las mediciones se llevan a cabo por lo menos hasta el 50º orden	---	---	Verificar que el dispositivo bajo prueba proporciona al menos hasta la 50ª armónica.
6.1.4	Si se calcula la distorsión armónica total, comprobar que es la distorsión armónica total del subgrupo (THDS) de la NMX-J-610/4-7-ANCE.	Aplicar las condiciones de referencia más P5 para armónicas	---	CP180(inc)-thd (se detecta una distorsión significativa)
		Aplicar las condiciones de referencia más P5 para interarmónicas	---	CP180(inc)-thd (no se detecta una distorsión significativa)
6.1.5	Comprobar que un factor de cresta de al menos 2 es soportado por el dispositivo.	Aplicar las condiciones de referencia más S1 para armónicas (factor de cresta de 2)	---	CP180(inc)-arm para todas las 50 armónicas
6.1.6	Comprobar que se utilice en el dispositivo bajo prueba un filtro anti-aliasing adecuadamente diseñado, proporcionando (en combinación con el sobremuestreo) una atenuación de más de 50 dB para cualquier frecuencia que produzca un alias por debajo o hasta la 50ª armónica.	Aplicar las condiciones de referencia más 10% de U_{din} a $75.0 \times$ la frecuencia fundamental	---	CP180(inc)-arm para todas las 50 armónicas (no se detecta aliasing)
		Aplicar las condiciones de referencia más 10% de U_{din} a $150.0 \times$ la frecuencia fundamental	---	CP180(inc)-arm para todas las 50 armónicas (no se detecta aliasing)
		Aplicar las condiciones de referencia más 10% de U_{din} a $501.0 \times$ la frecuencia fundamental	---	CP180(inc)-arm para todas las 50 armónicas (no se detecta aliasing)

b) Mediciones sin vacíos de amplitud de tensión y armónicas

b.1) Propósito de la prueba: comprobar la duración exacta de la ventana de tiempo básica de 12 ciclos, así como la eficiencia de la implementación de las mediciones sin vacíos ni traslapes.

b.2) Implementación de la prueba:

- La prueba no se debe hacer sobre un límite de 10 minutos, porque causará una condición de traslape debido al algoritmo de agregación.
- La prueba se debe desarrollar con un U_{din} donde se tenga la mejor relación señal a ruido.
- El equipo bajo prueba debe proporcionar cada valor eficaz de 12 ciclos y el valor de armónicas con una estampa de tiempo con una profundidad histórica de por lo menos 100 valores.
- La prueba se puede correr de forma separada para armónicas y amplitud de tensión si el dispositivo no es capaz de producir valores de 12 ciclos de manera simultánea de armónicas y amplitud de tensión.

b.3) Armónicas

Debe aplicarse al equipo bajo prueba, la señal siguiente, la cual debe cumplir con la Tabla 4.37.

$$s_H(t) = V_1 \sqrt{2} \cos(2\pi f_1 t + \varphi_1) \times (1 + A_m \cos(2\pi f_m t + \varphi_m)) \times V_M \sqrt{2} \cos(2\pi M f_1 t + \varphi_M)$$

Los requerimientos de la señal de prueba están indicados en la Tabla 4.45:

Tabla 4. 47-Requerimientos de la señal de prueba

Requerimiento	Valor	Exactitud
Frecuencia fundamental (f_1)	60 Hz	50×10^{-6}
Amplitud de la componente fundamental (V_1)	U_{din}	0.5 %
Frecuencia de modulación (f_m)	2.3 Hz	100×10^{-6}
Amplitud de modulación (A_m)	0.3	1 %
Número de armónica (M)	Cualquier valor	NR
Amplitud de la componente armónica (V_M)	$0.1 \times U_{din}$	1 %
Fases ($\varphi_1, \varphi_m, \varphi_M$)	NR	NR

b.4) Evaluación del resultado:

Los valores de las armónicas de 12 ciclos para el número de armónica M construyen una secuencia $H(0, M), \dots, H(100, M)$. A partir de esta secuencia, se deben calcular los siguientes valores:

$$B(N, M) = \left\| \frac{1}{50\sqrt{2}} \sum_{k=0}^{99} H(k, M) e^{\frac{-j2\pi N k}{100}} \right\| \quad \text{para } N = 45, 46, 47$$

Nota: La doble barra indica que se trata de un módulo complejo

$$Q_H(M) = \sqrt{\frac{B(46, M)^2}{B(45, M)^2 + B(47, M)^2}}$$

Se debe conseguir los siguientes requerimientos:

- $Q_H(M) > 20$;
- $13.5 \% < B(46, M)/V_M < 16.5 \%$;
- Estampa de tiempo ($H(100, M)$)-estampa de tiempo ($H(0, M)$) = $20 \text{ s} \pm 6 \text{ ms}$

c) Incertidumbre e intervalo de medición: Estas pruebas deben realizarse de acuerdo a la Tabla 4.48, bajo condiciones de referencia; deben durar al menos 10 s.

Tabla 4. 48-Incertidumbre bajo condiciones de referencia

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
6.2.1	Comprobar la incertidumbre de medición-sólo una armónica par	Condiciones de referencia más P1 para armónicas	---	CP180(inc)-arm para las armónicas aplicables
6.2.2	Comprobar la incertidumbre de medición-sólo una armónica impar	Condiciones de referencia más P2 para armónicas	---	CP180(inc)-arm para las armónicas aplicables
6.2.3	Comprobar la incertidumbre de medición-sólo una armónica alta	Condiciones de referencia más P3 para armónicas	---	CP180(inc)-arm para las armónicas aplicables
6.2.4	Comprobar la incertidumbre de medición-extremo inferior	Condiciones de referencia más P4 para armónicas	---	CP180(inc)-arm para las armónicas aplicables
6.2.5	Comprobar la incertidumbre de medición-extremo superior	Condiciones de referencia más P5 para armónicas	---	CP180(inc)-arm para las armónicas aplicables

Nota: Se seleccionan los valores de 180 ciclos para estas pruebas para facilitar la extracción de los datos. Será necesario extraer datos de medición para todas las 50 armónicas y esto es más fácil de hacer en una ventana de 3 segundos que en una más corta.

d) Variaciones debidas a una sola magnitud de influencia: debe realizarse como se indica en la Tabla 4.49 y cada prueba debe durar al menos 10 s.

Tabla 4. 49-Variaciones debidas a una sola magnitud de influencia

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias de acuerdo a la Tabla 4.24	Criterio de prueba (si es aplicable)
6.3.1	Comprobar la influencia de la frecuencia en la incertidumbre de medición	Condiciones de referencia más P1 para armónicas (orden de armónica más bajo)	S1 para frecuencia (frecuencia más baja)	CP180(inc)-arm para todas las 50 armónicas
		Condiciones de referencia más P3 para armónicas (orden de armónica más alta)	S3 o S4 para frecuencia (frecuencia más alta)	CP180(inc)-arm para todas las 50 armónicas
6.3.2	Comprobar la influencia del valor de tensión en la incertidumbre de medición	Condiciones de referencia más P2 para armónicas	S1 para el valor de tensión (tensión más baja)	CP180(inc)-arm para todas las 50 armónicas
		Condiciones de referencia más P2 para armónicas	S3 para el valor de tensión (tensión más alta)	CP180(inc)-arm para todas las 50 armónicas
Número	Nota: Se seleccionan los valores de 180 ciclos para estas pruebas para facilitar la extracción de los datos. Será necesario extraer datos de medición para todas las 50 armónicas y esto es más fácil de hacer en una ventana de 3 segundos que en una más corta.			

e) Evaluación de la medición: No aplica.

f) Agregación de la medición: deben realizarse las pruebas de agregación que se indican en los siguientes incisos.

f.1) A doce ciclos con sincronización de 10 minutos: cada prueba debe durar al menos 11 minutos y debe contener al menos dos marcas consecutivas de reloj de tiempo real (RTC real time clock) de 10 minutos, de acuerdo con la tabla 4.50.

Tabla 4.50-Agregación de medición

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
6.4.1	Comprobar la superposición de agregación 1	Condiciones de referencia más P2 para armónicas	$f = 59.99 \text{ Hz}$ Duración de la prueba = 11 minutos	Probar la etiqueta de tiempo y el número de secuencia de bloques para la 3ª armónica.
La marca de 10 minutos debe aparecer en medio del intervalo de tiempo de 12 ciclos, número 3000. Nota: $59.99 \text{ Hz} = (2999.5/600) \times 12$.				

f.2) Ciento ochenta ciclos con sincronización de 10 minutos: cada prueba debe durar al menos 11 minutos y debe contener al menos dos marcas consecutivas de reloj de tiempo real (RTC real time clock) de 10 minutos, de acuerdo con la Tabla 4.51.

Tabla 4. 51-Sincronización de 10 minutos

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
6.5.1	Comprobar la superposición de agregación 2	Mantener las condiciones de referencia (incluyendo una componente fundamental constante) y agregar contenido armónico variable como se describe: Empezar en P2 para armónicas Disminuir el contenido armónico a un ritmo de 1 %/s hasta alcanzar el 0% Aumentar el contenido armónico a un ritmo de 1 %/s hasta alcanzar las condiciones de P2 Repetir el proceso	$f = 60.15 \text{ Hz}$	CP180(inc)-arm para la 3ª armónica, con la agregación correcta de los valores de 12 ciclos para cada uno de los dos intervalos de agregación de 180 ciclos que se superponen.
La marca de 10 minutos debe aparecer en medio del intervalo de tiempo de 180 ciclos, número 201. Nota: $60.15 \text{ Hz} = (200.5/600) \times 180$.				

f.3) Agregación de 10 minutos: cada prueba debe durar al menos 11 minutos y debe contener al menos dos marcas consecutivas de reloj de tiempo real (RTC real time clock) de 10 minutos, de acuerdo con la Tabla 4.52.

Tabla 4.52-Agregación de 10 minutos

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
6.6.1	Comprobar la agregación de 10 minutos	Mantener las condiciones de referencia (incluyendo una componente fundamental constante) y agregar contenido armónico variable como se describe: Empezar en P2 para armónicas Disminuir el contenido armónico a un ritmo de 1 %/s hasta alcanzar el 0% Aumentar el contenido armónico a un ritmo de 1 %/s hasta alcanzar las condiciones de P2 Repetir el proceso	$f = 59.99 \text{ Hz}$ Duración de la prueba = 11 minutos	CP10-min(inc)-arm para la 3ª armónica, con la agregación correcta de los valores de 12 ciclos basados en los números de secuencia de bloque.
Número	La marca de 10 minutos debe aparecer en medio del intervalo de tiempo de 12 ciclos, número 3000. Nota: $59.99 \text{ Hz} = (2999.5/600) \times 12$			

f.4) Agregación de 2 horas: Cuando aplique, la prueba se debe llevar a cabo de acuerdo a la Tabla 4.53 siguiente:

Tabla 4. 53-Agregación de 2 h

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
6.7.1	Comprobar la agregación de 2 horas	Se verificará que el valor de agregación de 2 horas sea proporcionado por el equipo bajo prueba.		

12.4.7. Inter armónicas de tensión

- a) Método de medición: las pruebas de inter armónicas deben durar al menos 10 s, de acuerdo con la Tabla 4.54.

Tabla 4. 54-Inter-armónicas de tensión al menos 10 segundos

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
7.1.1	Comprobar que los intervalos de medición de 12 ciclos son sin espacios y sin superposiciones.	Se deberá realizar una prueba de acuerdo con los requerimientos de 12.4.7 inciso b)		
7.1.2	Comprobar que las mediciones de 12 ciclos utilizan la medición de subgrupo interarmónico (Uisg.h) de la NMX-J-610/4-7-ANCE.	Aplicar las condiciones de referencia, más P1 para armónicas	---	CP12(inc)-interarm para las dos interarmónicas que rodean la 2ª armónica (ningún contenido significativo en cualquier interarmónica).
		Aplicar las condiciones de referencia, más P1 para interarmónicas.	---	CP12(inc)-interarm para la interarmónica entre la fundamental y la 2ª armónica (se presenta interarmónica)
7.1.3	Comprobar que las mediciones se llevan a cabo por lo menos hasta el 50º orden	---	---	Verificar que el dispositivo bajo prueba proporciona al menos hasta la 50ª armónica.

b) Medición sin vacíos de amplitud de tensión y armónicas

b.1) Propósito de la prueba: comprobar la duración exacta de la ventana de tiempo básica de 12 ciclos, así como la eficiencia de la implementación de las mediciones sin vacíos ni traslapes.

b.2) Implementación de la prueba:

- La prueba no se debe hacerse sobre un límite de 10 minutos, porque causará una condición de traslape debido al algoritmo de agregación.
- La prueba se debe desarrollar con un U_{din} donde se tenga la mejor relación señal a ruido.
- El equipo bajo prueba debe proporcionar cada valor eficaz de 12 ciclos y el valor de armónicas con una estampa de tiempo con una profundidad histórica de por lo menos 100 valores.
- La prueba se puede correr de forma separada para armónicas y amplitud de tensión si el dispositivo no es capaz de producir valores de 12 ciclos de manera simultánea de armónicas y amplitud de tensión.

b.3) Interarmónicas: se debe aplicar al equipo bajo prueba la siguiente señal de prueba:

$$s_H(t) = V_1 \sqrt{2} \cos(2\pi f_1 t + \varphi_1) \times (1 + A_m \cos(2\pi f_m t + \varphi_m)) \times V_M \sqrt{2} \cos(2\pi(M + 0.5)f_1 t + \varphi_M)$$

Se presentan los requerimientos de la señal de prueba en la Tabla 4.55:

Tabla 4. 55-Requisito de la señal de prueba

Requisito	Valor	Exactitud
Frecuencia fundamental (f_1)	60 Hz	50×10^{-6}
Amplitud de la componente fundamental (V_1)	U_{din}	0.5 %
Frecuencia de modulación (f_m)	2.3 Hz	100×10^{-6}
Amplitud de modulación (A_m)	0.3	1 %
Número de armónica (M)	Cualquier valor	NR
Amplitud de la componente armónica (V_M)	$0.1 \times U_{din}$	1 %
Fases (ϕ_1, ϕ_m, ϕ_M)	NR	NR

b.4) Evaluación del resultado:

Los valores de las interarmónicas de 12 ciclos para el número de interarmónica M construyen una secuencia $IH(0, M), \dots, IH(100, M)$. A partir de esta secuencia, se deben calcular los siguientes valores:

$$C(N, M) = \left\| \frac{1}{50\sqrt{2}} \sum_{k=0}^{99} IH(k, M) e^{-\frac{j2\pi Nk}{100}} \right\|$$

para $N = 45, 46, 47$

Nota: La doble barra indica que se trata de un módulo complejo

$$Q_{IH}(M) = \sqrt{\frac{C(46, M)^2}{C(45, M)^2 + C(47, M)^2}}$$

c) Incertidumbre e intervalo de medición: las pruebas de Incertidumbre bajo condiciones de referencia deben durar al menos 10 segundos, de acuerdo con la Tabla 4.56.

Tabla 4. 56-Incertidumbre bajo condiciones de referencia

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
7.2.1	Comprobar la incertidumbre de medición-sin interarmónicas	Condiciones de referencia	---	CP180(inc)-interarm para todas las 50 interarmónicas
7.2.2	Comprobar la incertidumbre de medición-una sola interarmónica de bajo orden	P1 para interarmónicas	---	CP180(inc)-interarm para todas las 50 interarmónicas
7.2.3	Comprobar la incertidumbre de medición-una sola interarmónica de orden intermedio	P2 para interarmónicas	---	CP180(inc)-interarm para todas las 50 interarmónicas
7.2.4	Comprobar la incertidumbre de medición-una sola interarmónica de orden alto	P3 para interarmónicas	---	CP180(inc)-interarm para todas las 50 interarmónicas
7.2.5	Comprobar la incertidumbre de medición-extremo bajo	P4 para interarmónicas	---	CP180(inc)-interarm para todas las 50 interarmónicas
7.2.6	Comprobar la incertidumbre de medición-extremo alto	P5 para interarmónicas	---	CP180(inc)-interarm para todas las 50 interarmónicas

Los valores de 180 ciclos se seleccionan para estas pruebas para facilitar la extracción de datos, ya que será necesario extraer datos de medición para las 50 interarmónicas, y esto es más fácil de hacer en una ventana de 3 s que en una más corta.

d) Variaciones debidas a una sola magnitud de influencia: Cada prueba debe durar al menos 10 segundos y deben realizarse conforme a la Tabla 4.57

Tabla 4.57-Variaciones debidas a una sola magnitud de influencia

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias de acuerdo a la Tabla 4.24	Criterio de prueba (si es aplicable)
7.3.1	Comprobar la influencia de la frecuencia en la incertidumbre de medición	P1 para interarmónicas (orden de interarmónica más bajo)	S1 para frecuencia (frecuencia más baja)	CP180(inc)-interarm para todas las 50 interarmónicas
		P3 para interarmónicas (orden de interarmónica más alta)	S4 para frecuencia (frecuencia más alta)	CP180(inc)-interarm para todas las 50 interarmónicas
7.3.2	Comprobar la influencia del valor de tensión en la incertidumbre de medición	P2 para interarmónicas	S1 para el valor de tensión (tensión más baja)	CP180(inc)-interarm para todas las 50 interarmónicas
		P2 para interarmónicas	S3 para el valor de tensión (tensión más alta)	CP180(inc)-interarm para todas las 50 interarmónicas
Se seleccionan los valores de 180 ciclos para estas pruebas para facilitar la extracción de los datos. Será necesario extraer datos de medición para todas las 50 interarmónicas y esto es más fácil de hacer en una ventana de 3 s que en una más corta.				

e) Evaluación de la medición: No aplica

f) Agregación de la medición: deben realizarse las pruebas de agregación que se indican en los siguientes incisos.

f.1) Doce ciclos con sincronización de 10 minutos: cada prueba debe durar al menos 11 minutos y contendrá al menos dos marcas consecutivas de reloj de tiempo real (RTC real time clock) de 10 minutos, de acuerdo a la Tabla 4.58

Tabla 4.58-Agregación de medición

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
7.4.1	Comprobar la superposición de agregación 1	P2 para interarmónicas	f = 59.99 Hz Duración de la prueba = 11 minutos	Probar la etiqueta de tiempo y el número de secuencia de bloques para la interarmónica en $7.5 \times$ la frecuencia fundamental.
La marca de 10 minutos debe aparecer en medio del intervalo de tiempo de 12 ciclos, número 3000.				
Nota: $59.99 \text{ Hz} = (2999.5/600) \times 12$.				

f.2) A ciento ochenta ciclos con sincronización de 10 minutos: cada prueba debe durar al menos 11 minutos y contendrá al menos dos marcas consecutivas de reloj de tiempo real (RTC real time clock) de 10 minutos, de acuerdo a la Tabla 4.59.

Tabla 4.59-Ciento ochenta ciclos con sincronización de 10 minutos

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
7.5.1	Comprobar la superposición de agregación 2	Mantener las condiciones de referencia (incluyendo una componente fundamental constante) y agregar contenido interarmónico variable como se describe: Empezar en P2 para interarmónicas Disminuir el contenido interarmónico a un ritmo de 1 %/s hasta alcanzar el 0% Aumentar el contenido interarmónico a un ritmo de 1 %/s hasta alcanzar las condiciones de P2 Repetir el proceso	f = 60.15 Hz	CP180(inc)-interarm para la interarmónica en $7.5 \times$ la frecuencia fundamental, con la agregación correcta de los valores de 12 ciclos para cada uno de los dos intervalos de agregación de 180 ciclos que se superponen.
La marca de 10 minutos debe aparecer en medio del intervalo de tiempo de 180 ciclos, número 201.				
Nota: $60.15 \text{ Hz} = (200.5/600) \times 180$.				

f.3) Agregación de 10 minutos: cada prueba debe durar al menos 11 minutos y contendrá al menos dos marcas consecutivas de reloj de tiempo real (RTC real time clock) de 10 minutos, de acuerdo a la Tabla 4.60.

Tabla 4.60-Agregación de 10 minutos

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
7.6.1	Comprobar la agregación de 10 minutos	Mantener las condiciones de referencia (incluyendo una componente fundamental constante) y agregar contenido interarmónico variable como se describe: Empezar en P2 para interarmónicas Disminuir el contenido interarmónico a un ritmo de 1 %/s hasta alcanzar el 0% Aumentar el contenido interarmónico a un ritmo de 1 %/s hasta alcanzar las condiciones de P2 Repetir el proceso	f = 59.99 Hz Duración de la prueba = 11 minutos	CP10-min(inc)-interarm para la interarmónica en $7.5 \times$ la frecuencia fundamental, con la agregación correcta de t. CP180(inc)-interarm para todas las 50 interarmónicas, con la agregación correcta de los valores de 12 ciclos basados en los números de secuencia de bloque.
La marca de 10 minutos debe aparecer en medio del intervalo de tiempo de 12 ciclos, número 3000.				
Nota: $59.99 \text{ Hz} = (2999.5/600) \times 12$				

f.4) Agregación de 2 horas: cuando aplique, la prueba se debe llevar a cabo de acuerdo a la Tabla 4.61.

Tabla 4.61-Agregación de 2 horas

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
7.7.1	Comprobar la agregación de 2 horas	Se verificará que el valor de agregación de 2 horas sea proporcionado por el equipo bajo prueba.		

12.4.8. Tensión de señalización en la red eléctrica

a) Los métodos de medición para la tensión de señalización deberán llevarse a cabo de acuerdo con la Tabla 4.62.

Tabla 4.62-Tensión de señalización en la red eléctrica

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
8.1.1	Comprobar que el usuario pueda especificar la frecuencia portadora para monitorear, hasta 3 kHz.	---	---	El producto permite al usuario configurar las frecuencias portadoras de monitoreo hasta 3 kHz.
8.1.2	Comprobar que el usuario puede especificar el umbral de detección (por arriba de 0.3% U_{din}) y la duración del periodo de registro (hasta por 120 s)	---	---	El producto permite al usuario configurar el umbral de detección y el periodo de registro como se especifica.
8.1.3	Si el método 1 ^a está implementado, comprobar la adecuada implementación	Configurar el producto para monitorear una frecuencia portadora de 1 060 Hz.	---	---
		Se aplican los siguientes puntos de prueba para la tensión de señalización en la red eléctrica, cada uno de los cuales aplica dos frecuencias interarmónicas simultáneamente en la misma señal bajo condiciones de referencia.		
		Solamente bin de 1060 Hz (debe contar para la tensión de señalización en la red eléctrica): P3 en 1060 Hz.	---	CP12(inc), donde el valor esperado es la tensión eficaz para el componente en solamente 1060 Hz.
		Dos bins adyacentes (no deben contar para la tensión de señalización en la red eléctrica) P3 en 1055 Hz y P3 en 1065 Hz	---	CP12(inc), donde el valor esperado es la tensión eficaz para el componente en solamente 1060 Hz.

8.1.4	Si el método 2 ^b está implementado, comprobar la adecuada implementación	Configurar el productor para monitorear una frecuencia portadora de 316.67 Hz. Se aplican los siguientes puntos de prueba para la tensión de señalización en la red eléctrica, cada uno de los cuales aplica dos frecuencias interarmónicas simultáneamente en la misma señal bajo condiciones de referencia.	---	---
		En medio de dos bins (ambos deben contar para la tensión de señalización en la red eléctrica) P3 en 315 Hz y P3 en 320 Hz	---	CP12(inc), donde el valor esperado es la raíz de la suma de cuadrados para los cuatro bins más cercanos solamente a la frecuencia monitoreada: 310 Hz 315 Hz 320 Hz 325 Hz
		Dos bins exteriores (ambos deben contar para la tensión de señalización en la red eléctrica) P3 en 310 Hz y P3 en 325 Hz	---	CP12(inc), donde el valor esperado es la raíz de la suma de cuadrados para los cuatro bins más cercanos solamente a la frecuencia monitoreada: 310 Hz 315 Hz 320 Hz 325 Hz
		Dos bins adyacentes al intervalo de cálculo (no deben contar para la tensión de señalización en la red eléctrica) P3 en 305 Hz y P3 en 330 Hz	---	CP12(inc), donde el valor esperado es la raíz de la suma de cuadrados para los cuatro bins más cercanos solamente a la frecuencia monitoreada: 310 Hz 315 Hz 320 Hz 325 Hz
8.1.5	Si tanto el método 1 ^a y el método 2 ^b están implementados y el fabricante afirma seleccionar dinámicamente el método basado en la frecuencia especificada por el usuario (la IEC 61000-4-7 le llama a esto el modo "preferido"), comprobar que el producto utiliza el método apropiado.	Las mismas pruebas que 8.1.3 y 8.1.4, de esta tabla, pero aplicadas secuencialmente sin intervención manual (aparte de especificar la frecuencia portadora)	---	El producto pasa tanto la prueba 8.1.3 como la 8.1.4, de esta tabla, sin intervención manual.
8.1.6	Comprobar que el producto indica cuando una señal excede el umbral de detección.	Configurar el producto para usar un umbral de detección del 0,5% y monitorear una frecuencia portadora de 316,67 Hz, luego aplique las dos pruebas siguientes.	---	---

		(a) Aplicar P1 para la tensión de señalización en la red eléctrica (frecuencia portadora de 316.67 Hz)	---	El producto <u>no</u> indica que la señal ha excedido el umbral de detección.
		(b) Aplicar P2 para la tensión de señalización en la red eléctrica (frecuencia portadora de 316.67 Hz)	---	El producto <u>indica</u> que la señal ha excedido el umbral de detección.
8.1.7	Comprobar que el producto puede registrar los valores de tensión de la señal de 12 ciclos durante el período de registro que sigue a la detección, para dar el nivel máximo de la tensión de la señal durante este tiempo.	ConFigurar el producto para utilizar un periodo de registro de 120 s y entonces aplicar la misma prueba 8.1.6 b).	---	El nivel máximo de la tensión de la señal durante el periodo de registro de 120 s se puede determinar a partir de los valores de 12 ciclos registrados.
a	El método 1 se refiere al método basado en “el correspondiente valor eficaz de 12 ciclos del bin interarmónico.”			
b	El método 2 se refiere al método basado en “la raíz de la suma de los cuadrados de los 4 valores eficaces más cercanos de 12 ciclos de los bins interarmónicos.”			

- b) Incertidumbre e intervalo de medición: las pruebas de Incertidumbre bajo condiciones de referencia deben durar al menos 1 segundo, de acuerdo con la Tabla 4.63.

Tabla 4.63-Incertidumbre e intervalo de medición

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
8.2.1	Comprobar la incertidumbre de medición para una frecuencia portadora de 316.67 Hz	P2 para la tensión de señalización en la red eléctrica (frecuencia portadora de 316.67 Hz)	---	CP12(inc) para el método seleccionado
		P3 para la tensión de señalización en la red eléctrica (frecuencia portadora de 316.67 Hz)	---	CP12(inc) para el método seleccionado
		P4 para la tensión de señalización en la red eléctrica (frecuencia portadora de 316.67 Hz)	---	CP12(inc) para el método seleccionado
		P5 para la tensión de señalización en la red eléctrica (frecuencia portadora de 316.67 Hz)	---	CP12(inc) para el método seleccionado
8.2.2	Comprobar la incertidumbre de medición para una frecuencia portadora de 1 060 Hz	P2 para la tensión de señalización en la red eléctrica (frecuencia portadora de 1 060 Hz)	---	CP12(inc) para el método seleccionado
		P3 para la tensión de señalización en la red eléctrica (frecuencia portadora de 1 060 Hz)	---	CP12(inc) para el método seleccionado
		P4 para la tensión de señalización en la red eléctrica (frecuencia portadora de 1 060 Hz)	---	CP12(inc) para el método seleccionado
		P5 para la tensión de señalización en la red eléctrica (frecuencia portadora de 1 060 Hz)	---	CP12(inc) para el método seleccionado
8.2.3	Comprobar la incertidumbre de medición para una frecuencia portadora de 2 975 Hz	P2 para la tensión de señalización en la red eléctrica (frecuencia portadora de 2 975 Hz)	---	CP12(inc) para el método seleccionado
		P3 para la tensión de señalización en la red eléctrica (frecuencia portadora de 2 975 Hz)	---	CP12(inc) para el método seleccionado
		P4 para la tensión de señalización en la red eléctrica (frecuencia portadora de 2 975 Hz)	---	CP12(inc) para el método seleccionado
		P5 para la tensión de señalización en la red eléctrica (frecuencia portadora de 2 975 Hz)	---	CP12(inc) para el método seleccionado

- c) Variaciones debidas a una sola magnitud de influencia: cada prueba debe durar al menos 1 segundos, y debe realizarse de acuerdo a la Tabla 4.64.

Tabla 4.64-Variaciones debidas a una sola magnitud de influencia

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias de acuerdo a la Tabla 4.24	Criterio de prueba (si es aplicable)
8.3.1	Comprobar la influencia de la frecuencia en la incertidumbre de medición	P3 para la tensión de señalización en la red eléctrica (frecuencia portadora de 2 975 Hz)	S1 para frecuencia	CP12(inc) para el método seleccionado
		P3 para la tensión de señalización en la red eléctrica (frecuencia portadora de 1 060 Hz)	S3 para frecuencia	CP12(inc) para el método seleccionado
		P3 para la tensión de señalización en la red eléctrica (frecuencia portadora de 316.67 Hz)	S4 para frecuencia	CP12(inc) para el método seleccionado
8.3.2	Comprobar la influencia del valor de tensión en la incertidumbre de medición	P3 para la tensión de señalización en la red eléctrica (frecuencia portadora de 316.67 Hz)	S1 para el valor de tensión	CP12(inc) para el método seleccionado
		P3 para la tensión de señalización en la red eléctrica (frecuencia portadora de 316.67 Hz)	S3 para el valor de tensión	CP12(inc) para el método seleccionado
8.3.3	Comprobar la influencia de las armónicas en la incertidumbre de medición	P3 para la tensión de señalización en la red eléctrica (frecuencia portadora de 316.67 Hz)	S1 para armónicas	CP12(inc) para el método seleccionado
		P3 para la tensión de señalización en la red eléctrica (frecuencia portadora de 1 060 Hz)	S1 para armónicas	CP12(inc) para el método seleccionado

- c) Evaluación de la medición: No aplica.

- d) Agregación: No aplica

12.4.9. Medición de los parámetros de subdesviación y sobredesviación

- a) Método de medición: Las pruebas se especifican en la Tabla 4.65, para los valores de 12 ciclos solamente. (la agregación se especifica en una sección posterior).

La NMX-J-610/4-30-ANCE vigente describe el método de medición para $U_{\text{sub-eficaz},i}$ y $U_{\text{sobre-eficaz},i}$ basado en el valor eficaz de 12 ciclos $U_{\text{eficaz-200ms},i}$, donde i denota el intervalo de 12 ciclos específico. Sin embargo, la subdesviación (U_{sub}) y la sobredesviación (U_{sobre}) solamente se describen dentro de la sección de agregación. La Tabla 4.65 asume que U_{sub} y U_{sobre} pueden ser calculadas para cada intervalo de 12 ciclos, utilizando la misma fórmula de la sección de agregación para agregar un único valor de 12 ciclos.

Para el intervalo de 12 ciclos, un dispositivo debe poner a disposición al menos uno de U_{sub} y $U_{\text{eficaz-sub}}$, y al menos uno de U_{sobre} y $U_{\text{eficaz-sobre}}$. Todos los valores que se ponen a disposición deberán cumplir con los requisitos indicados en la Tabla 4.65. Cada prueba debe durar al menos 1 segundo.

Tabla 4. 65 (parte 1 de 2)-Medición de los parámetros de subdesviación y sobredeviación.

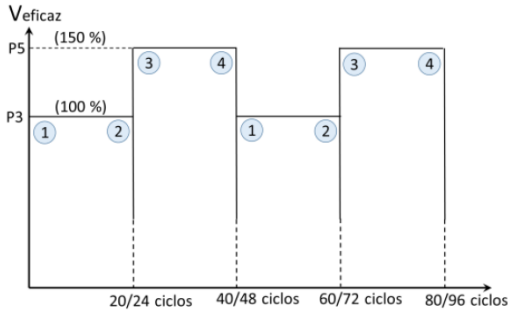
Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
9.1.1	Prueba de estado estacionario-comprobar el cálculo apropiado de $U_{\text{eficaz-sub}}$, U_{sub} , $U_{\text{eficaz-sobre}}$ y U_{sobre} cuando $U_{\text{eficaz-200ms}} > U_{\text{din}}$	P5 para el valor de la tensión de alimentación (la tensión es 150% de U_{din})	---	Para cada valor de 12 ciclos: $U_{\text{eficaz-sub}} = U_{\text{din}}$ $U_{\text{sub}} = 0 \%$ $U_{\text{eficaz-sobre}} = U_{\text{eficaz-200ms}}$ $U_{\text{sobre}} = (U_{\text{eficaz-sobre}} - U_{\text{din}}) / U_{\text{din}}$ [aproximadamente 50%]
9.1.2	Prueba de estado estacionario-comprobar el cálculo apropiado de $U_{\text{eficaz-sub}}$, U_{sub} , $U_{\text{eficaz-sobre}}$ y U_{sobre} cuando $U_{\text{eficaz-200ms}} = U_{\text{din}}$	Condiciones de referencia (el valor de la tensión de alimentación $U_{\text{din}} \pm 1\%$)	---	Para cada valor de 12 ciclos: $U_{\text{eficaz-sub}} = U_{\text{din}}$ o $U_{\text{eficaz-200ms}}$, el que sea más bajo $U_{\text{sub}} = (U_{\text{din}} - U_{\text{eficaz-sub}}) / U_{\text{din}}$ [aprox. 0 %] $U_{\text{eficaz-sobre}} = U_{\text{din}}$ o $U_{\text{eficaz-200ms}}$, el que sea más alto $U_{\text{sobre}} = (U_{\text{eficaz-sobre}} - U_{\text{din}}) / U_{\text{din}}$ [aproximadamente 0%]
9.1.3	Prueba de estado estacionario-comprobar el cálculo apropiado de $U_{\text{eficaz-sub}}$, U_{sub} , $U_{\text{eficaz-sobre}}$ y U_{sobre} cuando $U_{\text{eficaz-200ms}} < U_{\text{din}}$	P1 para el valor de la tensión de alimentación (la tensión es 10% de U_{din})	---	Para cada valor de 12 ciclos: $U_{\text{eficaz-sub}} = U_{\text{eficaz-200ms}}$ (el valor de la tensión de alimentación) $U_{\text{sub}} = (U_{\text{din}} - U_{\text{eficaz-sub}}) / U_{\text{din}}$ [aprox. 90 %] $U_{\text{eficaz-sobre}} = U_{\text{din}}$ $U_{\text{sobre}} = 0\%$
9.1.4	Prueba no estacionaria-Comprobar que todos los valores de 12 ciclos son calculados sin espacios.			Secuencia de los valores esperado: Los valores de 12 ciclos se repetirán en grupos de cuatro estados: $U_{\text{sub}} = 0 \%$ $U_{\text{sub}} = 0 \%$ $U_{\text{sub}} = 50 \%$ $U_{\text{sub}} = 50 \%$ Nota: Esos valores pueden desviarse dependiendo de la exactitud de sincronización de los 12 ciclos.

Tabla 4. 65 (parte 2 de 2)-Medición de los parámetros de subdesviación y sobredesviación.

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
9.1.5	Prueba no estacionaria- Comprobar que todos los valores de 12 ciclos son calculados sin espacios.			Secuencia de los valores esperado: Los valores dje 12 ciclos se repetirán en grupos de cuatro estados: 5. $U_{sub} = 0 \%$ 6. $U_{sub} = 0 \%$ 7. $U_{sub} = 90 \%$ 8. $U_{sub} = 90 \%$ Nota: Esos valores pueden desviarse dependiendo de la exactitud de sincronización de los 12 ciclos.
9.1.6	Comprobar el número de valores producidos	No Aplica	---	En sistemas monofásicos, 1 valor se proporciona por cada uno de $U_{eficaz-sub}$ y $U_{eficaz-sobre}$ En sistemas trifásicos de 3 hilos, 3 valores se proporcionan por cada uno de $U_{eficaz-sub}$ y $U_{eficaz-sobre}$ En sistemas trifásicos de 4 hilos, se proporcionan 6 valores o tres valores por cada uno de $U_{eficaz-sub}$ y $U_{eficaz-sobre}$

c) Incertidumbre e intervalo de medición

c.1) Para subdesviaciones y sobredesviaciones, los valores calculados dependen de los valores eficaces de 12 ciclos subyacentes, como se especifica para la amplitud de tensión de alimentación. Las pruebas pertinentes en

c.2) Se consideran necesarias y suficientes para comprobar la incertidumbre y el intervalo de medición, como se describe a continuación.

c.3) La Incertidumbre bajo las condiciones de referencia, está cubierto por el inciso b) de 12.4.8.

c.4) Es suficiente comprobar que los cálculos de 12 ciclos subyacentes para el valor de tensión de alimentación se encuentran dentro de los requerimientos de exactitud e intervalo.

c.5) Variaciones debidas a una sola magnitud de influencia, está cubierto por el inciso c) de 12.4.8.

Es suficiente comprobar que los cálculos de 12 ciclos subyacentes para el valor de tensión de alimentación se encuentran dentro de los requerimientos de exactitud e intervalo.

d) Evaluación de la medición: No aplica

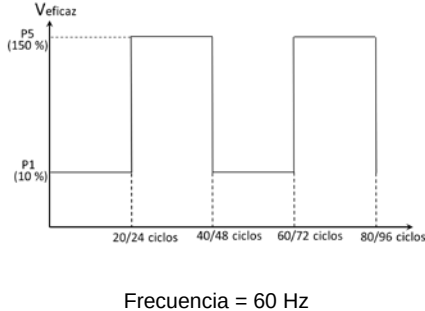
e) Agregación de medición

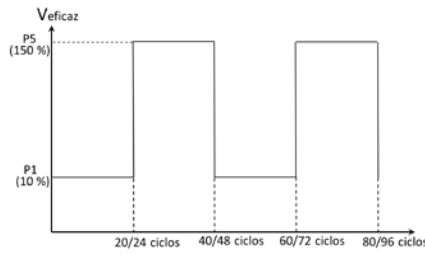
En la NMX-J-610/4-30-ANCE vigente o la que la sustituya, se especifica el método de agregación para subdesviación y sobredesviación de una manera un poco diferente que para otros parámetros. Las pruebas siguientes están destinadas a comprobar que estos métodos de agregación están implementados adecuadamente.

e.1) A Doce ciclos con sincronización de 10 minutos, de acuerdo a lo que se indica en 12.4.5. En esta prueba es suficiente comprobar que los cálculos de 12 ciclos subyacentes para el valor de tensión de alimentación están adecuadamente sincronizados en la marca de 10 minutos.

e.2) Agregación de 180 ciclos con sincronización de 10 minutos, de acuerdo a la Tabla 4.66

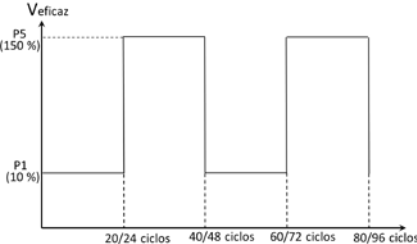
Tabla 4.66-Agregación de 180 ciclos con sincronización de 10 minutos

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
9.2.1	Comprobar la agregación adecuada de U_{sub} y U_{sobre} para el intervalo de 180 ciclos (NMX-J-610/4-30-ANCE): $V_{\text{sub}} = \frac{V_{\text{din}} - \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_{\text{eficaz-sub},i}^2}{n}}}{V_{\text{din}}}$ $V_{\text{sobre}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_{\text{eficaz-sobre},i}^2}{n}} - V_{\text{din}}}{V_{\text{din}}}$	 Frecuencia = 60 Hz La prueba deberá durar al menos 10 segundos		Los valores eficaces de 12 ciclos se repetirán en grupos de cuatro, según 9.1.3. Estos valores eficaces de 12 ciclos deben registrarse y sincronizarse con los valores de 180 ciclos asociados para U_{sub} y U_{sobre}. Los valores de 180 ciclos deben ser consistentes con los valores teóricos derivados de los valores eficaces de 12 ciclos, usando las ecuaciones NMX-J-610/4-30-ANCE.

9.2.2	Comprobar que las agregaciones de 180 ciclos para U_{sub} y U_{sobre} están re-sincronizadas en la marca de 10 minutos.	 Frecuencia = 60.15 Hz La prueba deberá durar al menos 11 minutos y debe contener por lo menos dos marcas consecutivas de 10 minutos de RTC (real time clock).	Los valores eficaces de 12 ciclos se repetirán en grupos de cuatro, según 9.1.3. Estos valores eficaces de 12 ciclos deben registrarse y sincronizarse con los valores de 180 ciclos asociados para U_{sub} y U_{sobre}. El valor final de 180 ciclos en un intervalo de 10 minutos y el primer (re-sincronizado) valor de 180 ciclos en el siguiente intervalo de 10 minutos deben ser consistentes con los valores teóricos derivados de los valores eficaces de 12 ciclos, utilizando las ecuaciones de la NMX-J-610/4-30-ANCE.
La marca de 10 minutos debe ocurrir en medio del intervalo de tiempo de 180 ciclos número 201. Nota $60.15 \text{ Hz} = (200.5 / 600) \times 180$			

- e.4)** Agregación de 10 minutos: cada prueba debe durar al menos 11 minutos y contendrá al menos dos marcas consecutivas de reloj de tiempo real (RTC real time clock) de 10 minutos, de acuerdo a la Tabla 4.67

Tabla 4. 67-Agregación de 10 minutos

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
9.3.1	Comprobar la agregación adecuada de U_{sub} y U_{sobre} para el intervalo de 10 minutos (de acuerdo a la ecuación 6 y 7 de la IEC 61000-4-30:2008): $V_{sub} = \frac{V_{din} - \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_{eficaz-sub,i}^2}{n}}}{V_{din}}$ $V_{sobre} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_{eficaz-sobre,i}^2}{n}}}{V_{din}}$	 Frecuencia = 60 Hz Cada prueba durará al menos 11 minutos y contendrá al menos dos marcas consecutivas de RTC de 10 minutos.		Los valores eficaces de 12 ciclos se repetirán en grupos de cuatro, según 9.1.3. Estos valores eficaces de 12 ciclos deben registrarse para todo el intervalo de 10 minutos y alineado con los valores asociados de 10 minutos para U_{sub} y U_{sobre}. Los valores de 10 minutos deben ser consistentes con los valores teóricos derivados de los valores eficaces de 12 ciclos, usando las ecuaciones de la NMX-J-610/4-30-ANCE.

- e.5)** Agregación de 2 horas: cuando aplique, la prueba se debe llevar a cabo de acuerdo a la siguiente Tabla 4.68.

Tabla 4.68-Agregación de 2 horas

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
9.4.1	Comprobar la agregación de 2 horas	Se verificará que el valor de agregación de 2 horas sea proporcionado por el equipo bajo prueba.		

- 12.4.10.** Abanderamiento (de los datos): deben realizarse de acuerdo a la Tabla 4.69

Tabla 4.69-Abanderamiento (de los datos)

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba	Criterio de prueba (si es aplicable)
10.1.1	Comprobar que el abanderamiento no se activa cuando las condiciones de abanderamiento no se alcancen.	Esta prueba debe incluir por lo menos 1 intervalo completo de 2 horas. Nota: Esta prueba puede ser combinada con otra prueba que no incluya condiciones de abanderamiento.	Comprobar que no hay abanderamiento en todos los intervalos agregados.
10.1.2	Abanderamiento en un sistema polifásico causado por un decremento de tensión. Para fluctuaciones de tensión P_{LT}	Decremento de tensión: 70% de U_{din} , 1 canal, L2, Duración: 100 ms Esta prueba debe incluir por lo menos 1 intervalo completo de 2 horas.	Cada uno de los parámetros listados a continuación están abanderamientos dentro de cada uno de los intervalos de medición correspondientes que contienen decrementos/incrementos/interrupciones (como se ilustra en la Figura 4.19): - Fluctuaciones de tensión (P_{LT} de 2 horas) Nota: Por razones de eficiencia, esta prueba solamente examina el abanderamiento de fluctuaciones (Valores PLT de 2 horas), sin embargo otros valores de 2 horas también se espera que se marquen.
10.1.3	Abanderamiento en un sistema polifásico causado por un decremento de tensión. ^a	Decremento de tensión: 70% de U_{din} , 1 canal, L2, Duración: 100 ms	Cada uno de los parámetros listados a continuación están abanderamientos dentro de cada uno de los intervalos de medición correspondientes que contienen decrementos/incrementos/interrupciones (como se ilustra en la Figura 4.13): - Frecuencia (10 segundos) - Valor de tensión (12 ciclos, 180 ciclos, 10 minutos) - Fluctuaciones (P_{ST} de 10 minutos) - Desbalance de la tensión de suministro (12 ciclos, 180 ciclos, 10 minutos) - Armónicas de tensión (12 ciclos, 180 ciclos, 10 minutos) - Interarmónicas de tensión (12 ciclos, 180 ciclos, 10 minutos) - Tensión de señalización en la red eléctrica (12 ciclos) - Subdesviacion y sobredesviación (12 ciclos, 180 ciclos, 10 minutos)
10.1.4	Abanderamiento en un sistema polifásico causado por un incremento de tensión. ^a	Incremento de tensión: 120% de U_{din} , 2 canales, L1+L3, Duración: 100 ms	
10.1.5	Abanderamiento en un sistema polifásico causado por una interrupción de tensión. ^a	Interrupción de tensión: 0% de U_{din} , 3 canales, L1+L2+L3, Duración: 100 ms	
El decremento/el incremento/la interrupción de 100 ms debe comenzar y terminar dentro del mismo intervalo de 12 ciclos y dentro del mismo intervalo de 10 s para frecuencia.			
Para los instrumentos que utilizan el método de polifase para el abanderamiento de datos, la marca se aplica a todas las fases medidas. Para los instrumentos que utilizan el método de canal por canal, la marca se aplica solamente a la(s) fase(s) que contienen(en) el evento de decremento/incremento/interrupción. El método de polifase y el método de canal por canal están definidos en la IEC 62586-1			
Nota: Ver explicación en la Figura 4.19			

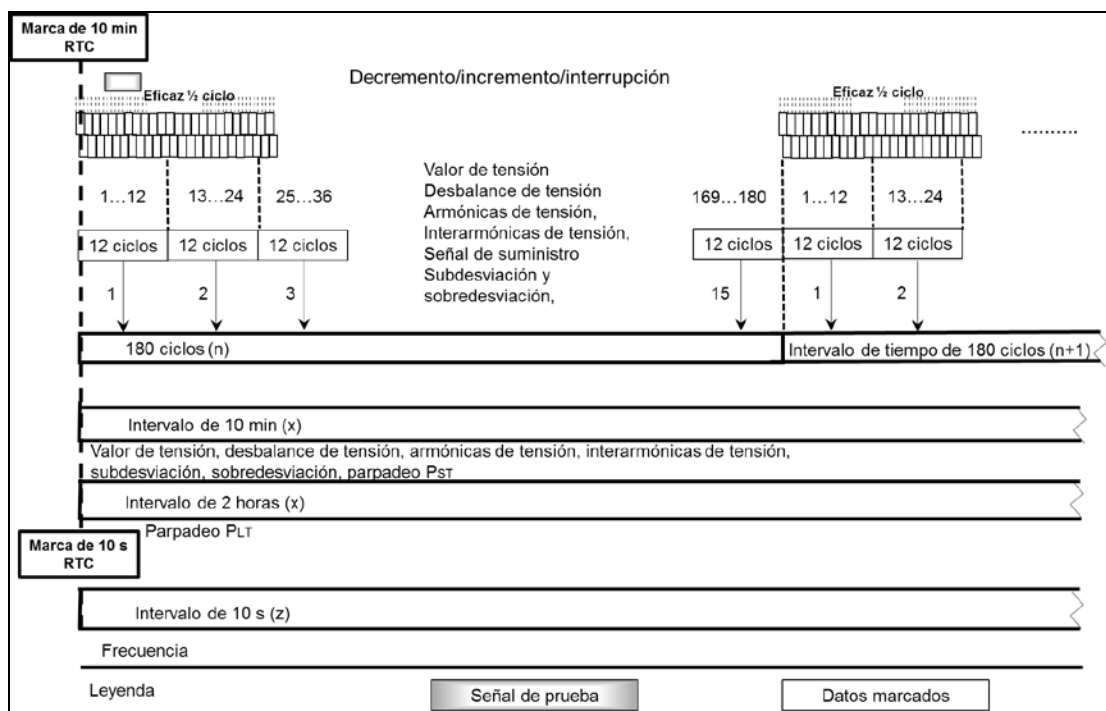


Figura 4.14-Prueba de abanderamiento para la clase A

12.4.11. La prueba de incertidumbre de reloj: deberá ser de acuerdo con la Tabla 4.70.

Tabla 4.70-incertidumbre del reloj

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 2	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
11.1.1	Comprobar la incertidumbre del reloj	1) Se verificará que el instrumento está operando con sincronización del reloj (verificar el estado del dispositivo). 2) Inyectar una interrupción de duración fija con un generador de señales sincronizado y registrar la hora de inicio de la interrupción T1start. 3) Verificar que el instrumento ha detectado una interrupción y registrar la hora de inicio medida (lectura) T1start_mes. Verificar la exactitud de T1start_mes, éste debe ser $T1start \pm 1$ ciclo. 4) Desconectar o deshabilitar la sincronización y dejar el instrumento de medición por al menos 24 horas. Nota: Durante ese tiempo el dispositivo está disponible para ser usado por cualquier prueba que no requiera sincronización. 5) Inyectar una interrupción de duración fija con un generador de señales sincronizado y registrar la hora de inicio de la interrupción T2start. 6) Verificar que el instrumento ha detectado una interrupción y registrar la hora de inicio medida (lectura) T2start_mes. 7) Verificar la exactitud del reloj:		

Nota 1-La interrupción inyectada 2) y 5) tendrá una duración arbitraria (por ejemplo 1 s).

Nota 2-T1start_mes y T2start_mes tienen una resolución de ± 20 ms.

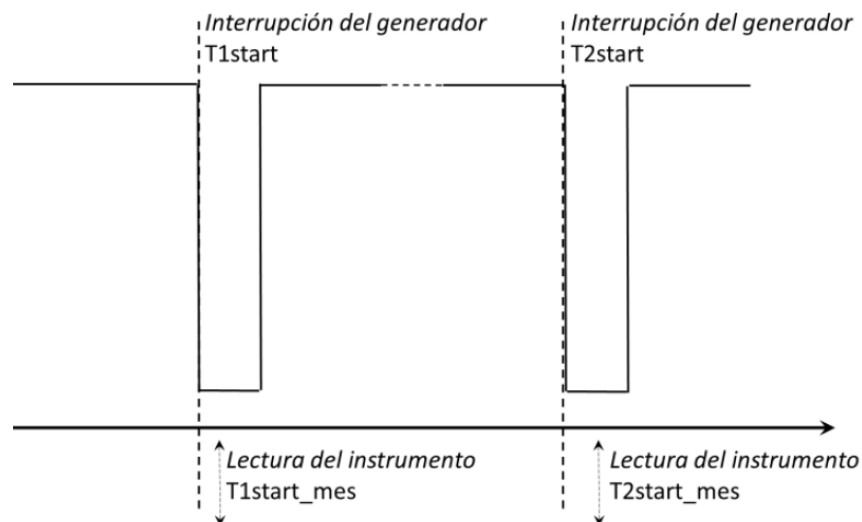


Figura 4.15-Prueba de la incertidumbre del reloj

12.4.12. Variaciones debidas a magnitudes de influencia externas

Las variaciones solamente deben ser comprobadas para la medición de frecuencia y para la medición de tensión.

- a) Influencia de la temperatura: debe durar al menos 1 minuto, de acuerdo con la Tabla 4.71.

Tabla 4. 71-Influencia de la temperatura

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias de acuerdo a la Tabla 4.25	Criterio de prueba (si es aplicable)
12.1.1	Comprobar la influencia de baja temperatura	P1 para frecuencia	ET1	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 10 s cumple con los límites (por ejemplo Figura 2)
		P2 para frecuencia	ET1	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 10 s cumple con los límites (por ejemplo Figura 2)
		P3 para frecuencia	ET1	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 10 s cumple con los límites (por ejemplo Figura 2 de la IEC 62586-1)
		P1 para el valor de tensión	ET1	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 12 ciclos cumple con los límites (por ejemplo Figura 2)
		P3 para el valor de tensión	ET1	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 12 ciclos cumple con los límites (por ejemplo Figura 2)

		P5 para el valor de tensión	ET1	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 12 ciclos cumple con los límites (por ejemplo Figura 2)
		Incertidumbre del reloj (verificar la deriva en un periodo de 8 horas)	ET1	Menor que 333 ms
12.1.2	Comprobar la influencia del peor caso de temperatura	P1 para frecuencia	ET2	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 10 s cumple con los límites (por ejemplo Figura 2)
		P2 para frecuencia	ET2	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 10 s cumple con los límites (por ejemplo Figura 2)
		P3 para frecuencia	ET2	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 10 s cumple con los límites (por ejemplo Figura 2)
		P1 para el valor de tensión	ET2	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 12 ciclos cumple con los límites (por ejemplo Figura 2)
		P3 para el valor de tensión	ET2	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 12 ciclos cumple con los límites (por ejemplo Figura 2)
		P5 para el valor de tensión	ET2	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 12 ciclos cumple con los límites (por ejemplo Figura 2)
		Incertidumbre del reloj (verificar la deriva en un periodo de 8 horas)	ET2	Menor que 333 ms
12.1.3	Comprobar la influencia de alta temperatura	P1 para frecuencia	ET3	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 10 s cumple con los límites (por ejemplo Figura 2)
		P2 para frecuencia	ET3	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 10 s cumple con los límites (por ejemplo Figura 2)

		P3 para frecuencia	ET3	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 10 s cumple con los límites (por ejemplo Figura 2)
		P1 para el valor de tensión	ET3	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 12 ciclos cumple con los límites (por ejemplo Figura 2)
		P3 para el valor de tensión	ET3	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 12 ciclos cumple con los límites (por ejemplo Figura 2)
		P5 para el valor de tensión	ET3	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 12 ciclos cumple con los límites (por ejemplo Figura 2)
		Incertidumbre del reloj (verificar la deriva en un periodo de 8 horas)	ET3	Menor que 333 ms

b) Influencia de tensión de alimentación, deberá ser de acuerdo con la Tabla 4.72.

Tabla 4. 72-Influencia de la tensión de alimentación

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias de acuerdo a la Tabla 4.26	Criterio de prueba (si es aplicable)
12.2.1	Comprobar la influencia de baja tensión de alimentación	P1 para frecuencia	EV1	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 10 s cumple con los límites
		P2 para frecuencia	EV1	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 10 s cumple con los límites
		P3 para frecuencia	EV1	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 10 s cumple con los límites
		P1 para el valor de tensión	EV1	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 12 ciclos cumple con los límites
		P3 para el valor de tensión	EV1	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 12 ciclos cumple con los límites
		P5 para el valor de tensión	EV1	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 12 ciclos cumple con los límites

12.2.2	Comprobar la influencia de alta tensión de alimentación	P1 para frecuencia	EV2	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 10 s cumple con los límites
		P2 para frecuencia	EV2	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 10 s cumple con los límites
		P3 para frecuencia	EV2	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 10 s cumple con los límites
		P1 para el valor de tensión	EV2	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 12 ciclos cumple con los límites
		P3 para el valor de tensión	EV2	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 12 ciclos cumple con los límites
		P5 para el valor de tensión	EV2	El valor de medición se utilizará para el cálculo adicional. Verificar que cada medición de 12 ciclos cumple con los límites

12.4.13. Variaciones rápidas de tensión (RVC)

a) Los Parámetros de las variaciones rápidas de tensión y su evaluación

Un evento de variación rápida de tensión (RVC) está caracterizado por 4 parámetros:

- Hora de inicio
- Duración
- $\Delta U_{\max}$
- ΔU_{ss}

La hora de inicio de un evento RVC debe contar con estampa de tiempo con la hora a la cual la señal lógica de “tensión está en condición estable” se registró como Falsa y dio inicio el evento RVC.

La duración de un evento RVC es 120 medios ciclos más corto que la duración en que la señal lógica de “tensión está en condición estable” es falsa.

El valor $\Delta U_{\max}$ de un evento RVC es la diferencia absoluta máxima entre cualquiera de los valores de $U_{\text{eficaz}(1/2)}$ durante el evento RVC y el promedio aritmético final del valor 120 $U_{\text{eficaz}(1/2)}$ antes del evento RVC. Para sistemas polifásicos $\Delta U_{\max}$ es el mayor $\Delta U_{\max}$ en cualquier canal.

El valor ΔU_{ss} de un evento RVC es la diferencia absoluta entre el promedio aritmético final del valor 120 $U_{\text{eficaz}(1/2)}$ justo antes del evento RVC y el primer promedio aritmético del valor 120 $U_{\text{eficaz}(1/2)}$ posterior al evento RVC. Para sistemas polifásicos ΔU_{ss} es el mayor ΔU_{ss} en cualquier canal. Véase figura 4.21 ejemplo de un evento de variación rápida de tensión (RVC).

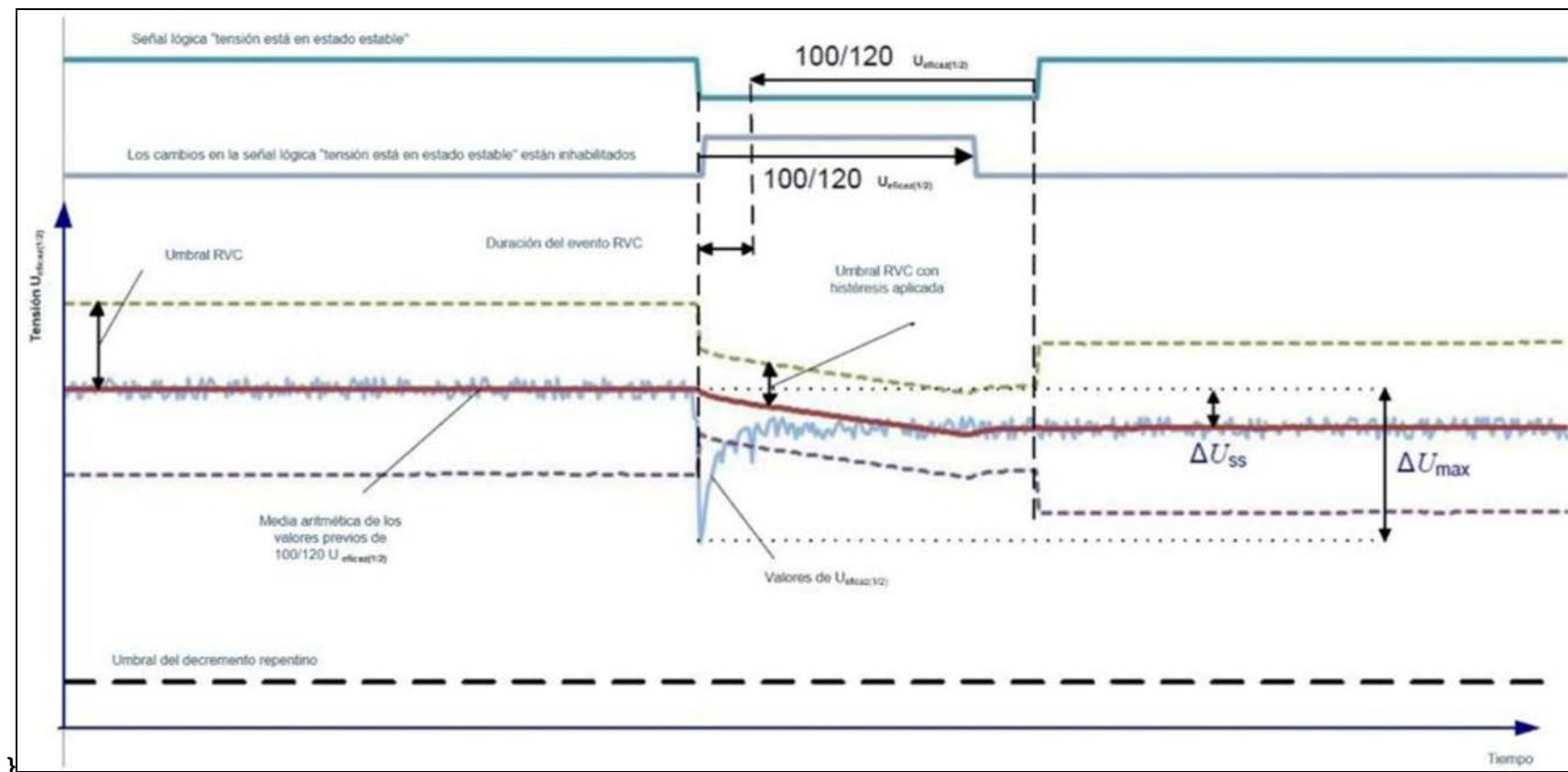


Figura 4.16-Ejemplo de un evento de variación rápida de tensión (RVC)

b) Intentos generales

En esta sección se definen las señales de prueba de tensión. Las pruebas se enfocan en cinco escenarios generales de cómo los eventos RVC pueden ser detectados mientras se pone particular énfasis en las siguientes características: amplitud, duración, hora de inicio y finalización, sistema polifásico, etc.

Se proveen también los resultados de prueba y el análisis pertinente.

c) Incertidumbre de los resultados

Valor de la incertidumbre de medición:

Para la clase A la incertidumbre de medición no debe exceder de $\pm 0.2 \% U_{din}$.

Incertidumbre de medición de la duración:

Para la clase A ± 1 ciclo, incertidumbre de comienzo (medio ciclo) más la incertidumbre de conclusión (medio ciclo)

d) Valores de configuración

- Umbral de RVC (5 %)
- Histéresis RVC (2.5 %)
- Umbral de $U_{decremento} = 90 \% U_{din}$
- Umbral de $U_{incremento} = 110 \% U_{din}$

e) Tipo de pruebas funcionales

A continuación, se especifican los siguientes tipos de pruebas:

- Pruebas sin RVC (cambio lento, cambio pequeño, cambio grande-incrementos/decrementos)
- Prueba inicial de RVC (umbral e histéresis);
- Prueba de parámetros de RVC (hora de inicio, ΔU_{max} , ΔU_{ss} , duración);
- Prueba polifásica de RVC (hora de inicio, ΔU_{max} , ΔU_{ss} , duración);
- Prueba de la regla VSS (tensión está en condición estable): todos los valores de $120 U_{eficaz(1/2)}$ que preceden (1 s) permanecen dentro de un umbral RVC, reducido por histéresis, del promedio aritmético de aquellos valores de $120 U_{eficaz(1/2)}$

Nota 1: En estas pruebas solo se han especificado los eventos RVC negativos y el VSS inicial = $100 \% U_{din}$. Sin embargo el mismo resultado se debe obtener para eventos RVC positivos y VSS inicial $>/< 100 \% U_{din}$.

Nota 2: Todas las pruebas son más cualitativas que cuantitativas. Debido a que la incertidumbre en simulación y mediciones se acepta una incertidumbre en los resultados de ± 2 medio ciclos.

f) Pruebas sin RVC; de acuerdo a la Tabla 4.73

Tabla 4.73-Pruebas “sin RVC”

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias de acuerdo a la Tabla 4.25	Criterio de prueba (si es aplicable)
13.1.1	Comprobar que no se detecta evento RVC si el valor de tensión cambia muy lentamente. Ver la Nota 1	P4 para frecuencia	La prueba se debe llevar a cabo de acuerdo a la Tabla 4.63	No se debe detectar ninguna RVC
13.1.2	Comprobar que no se detecta evento RVC si el valor de tensión cambia menos que el umbral. Ver la Nota 1	P4 para frecuencia	La prueba se debe llevar a cabo de acuerdo a la Tabla 4.64	No se debe detectar ninguna RVC

13.1.3	Comprobar que si un decremento o decremento de tensión se detecta durante un evento RVC, incluyendo los 120 medios ciclos deshabilitados, posteriormente el evento RVC deberá ser descartado y registrado como un decremento o incremento de tensión. Ver la Nota 2	P4 para frecuencia	La prueba se debe llevar a cabo de acuerdo a la Tabla 4.65	No se debe detectar ninguna RVC Se debe detectar un decremento.
--------	--	--------------------	--	--

Nota 1: Una tensión eficaz está en una condición estable si todos los 100 valores $U_{\text{eficaz}(1/2)}$ precedentes (1 s) permanecen dentro del umbral RVC a partir del promedio aritmético de los 100 valores de $U_{\text{eficaz}(1/2)}$.

Nota 2: Si un decremento o incremento de tensión se detecta durante un evento RVC, incluyendo los 100 medio ciclos deshabilitados, posteriormente el evento RVC se descarta debido a que no es un evento RVC y si un decremento o incremento de tensión.

Tabla 4.74-Especificaciones de la prueba 13.1.1

Definición de la prueba ^a	t0 = 0 (inicio de la prueba)	t1 = 100 medio ciclos (inicio de la rampa de bajada)	t2 = 300 medio ciclos	t3 = 400 medio ciclos (inicio de la rampa de subida)	t4 = 600 medio ciclos	t5 = fin de la prueba
U_{VSS}	100 % U_{din}	100 % U_{din}	92 % U_{din}	92 % U_{din}	100 % U_{din}	100 % U_{din}

^a Esta secuencia de prueba se describe en la Figura 4.23; los límites teóricos se describen en la Figura 4.24.

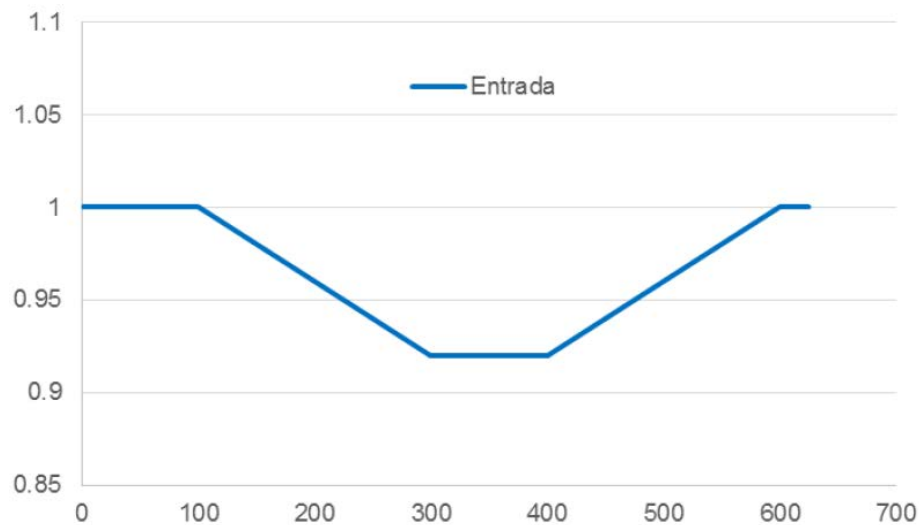


Figura 4.17-Forma de onda de la prueba 13.1.1

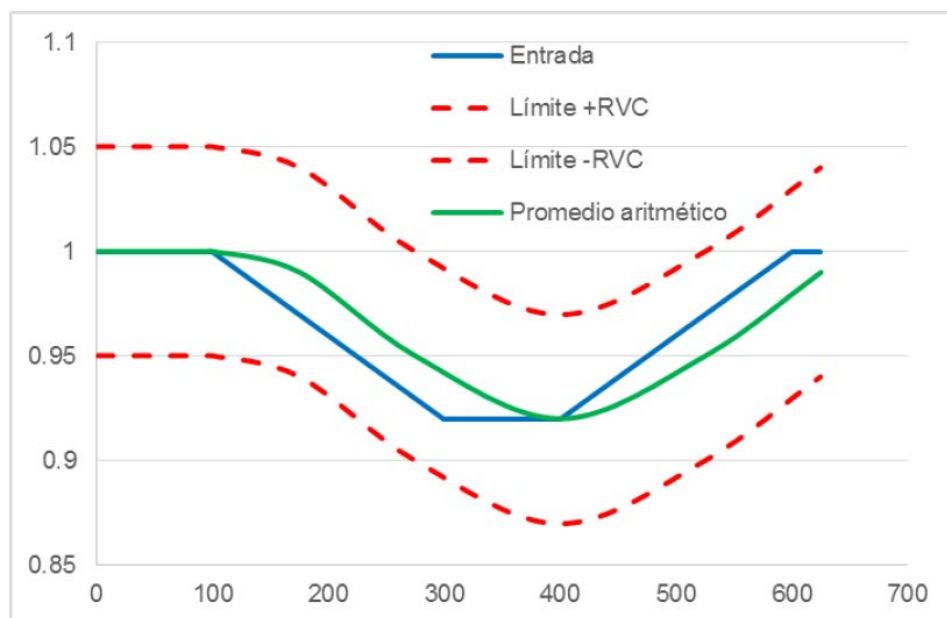


Figura 4.24-Forma de onda de la prueba 13.1.1 con límites de la RVC y promedio aritmético

Tabla 4. 18-Especificaciones de la prueba 13.1.2

Definición de la prueba ^a	t0 = 0 (inicio de la prueba)	t1 = 100 medio ciclos (de bajada)	t2 = 150 (de subida)	tfinal	NA	NA
U_{vss}	100 % U_{din}	97 % U_{din}	100 % U_{din}	100 % U_{din}	NA	NA

^a Esta secuencia de prueba se describe en la Figura 4.24; los límites teóricos se describen en la Figura 4.25.

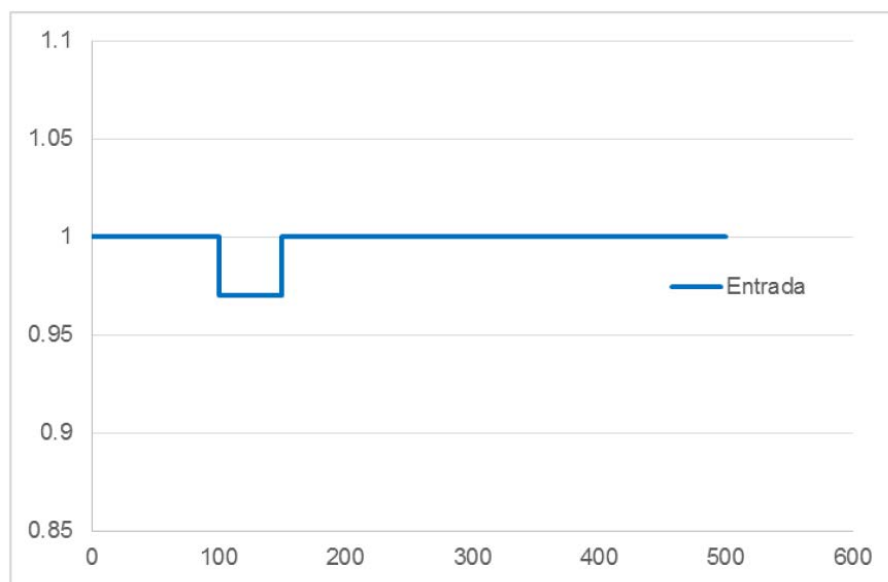


Figura 4.19-Forma de onda para la prueba 13.1.2

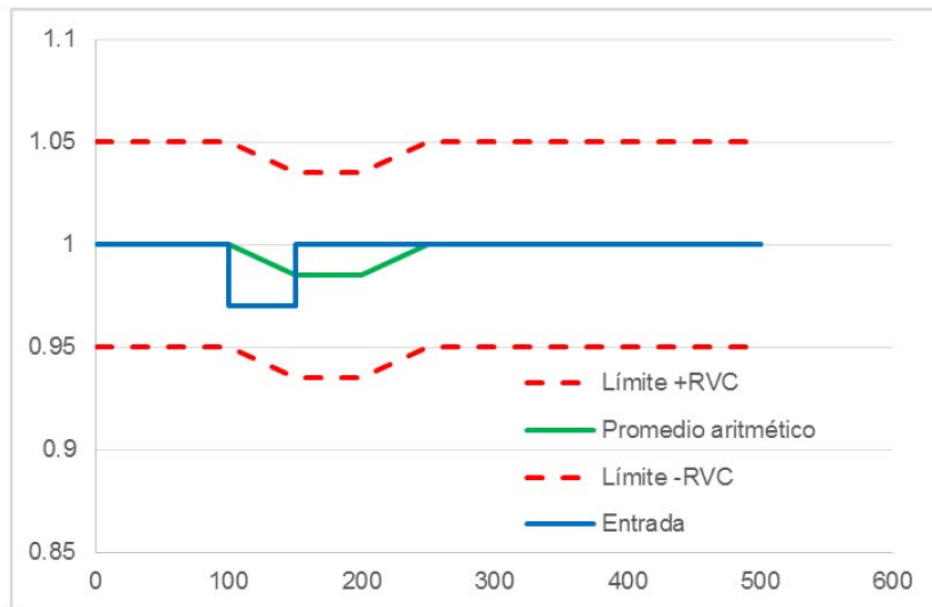


Figura 4.20-Forma de onda de la prueba 13.1.2 con límites de la RVC y promedio aritmético

Tabla 4. 76- Especificaciones de la prueba 13.1.3

Definición de la prueba ^a	t0 = 0 (inicio de la prueba)	t1 = 100 medio ciclos (primera bajada)	t2 = 150 medio ciclos (segunda bajada)	t3 = 250 medio ciclos (de subida)	tfinal	NA
U_{VSS}	100 % U_{din}	93 % U_{din}	85 % U_{din}	100 % U_{din}	100 % U_{din}	NA

^a Esta secuencia de prueba se describe en la Figura 4.26;
^b Los límites teóricos se describen en la Figura 4.27.

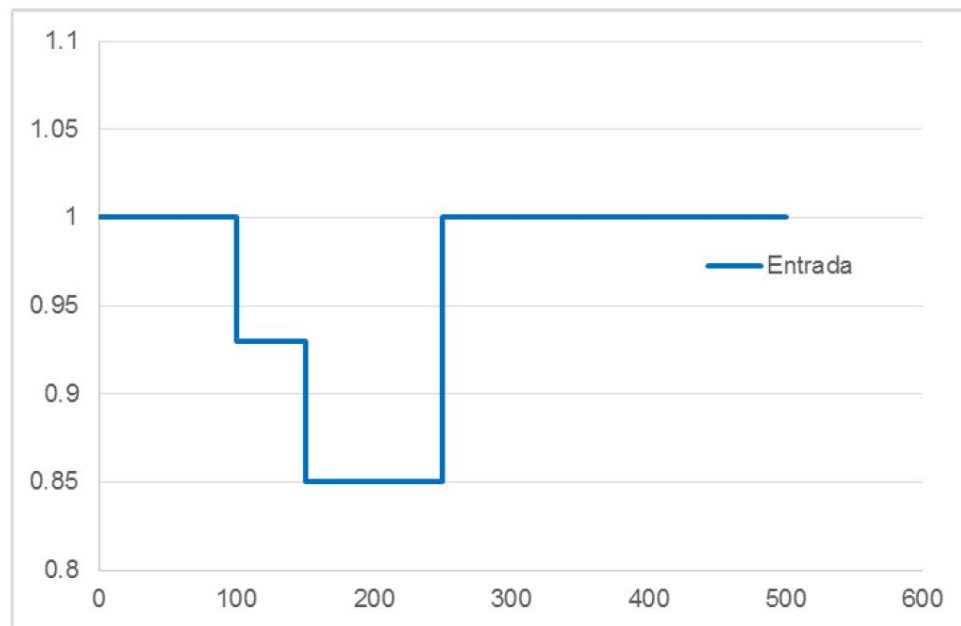


Figura 4.21-Forma de onda para la prueba 13.1.3

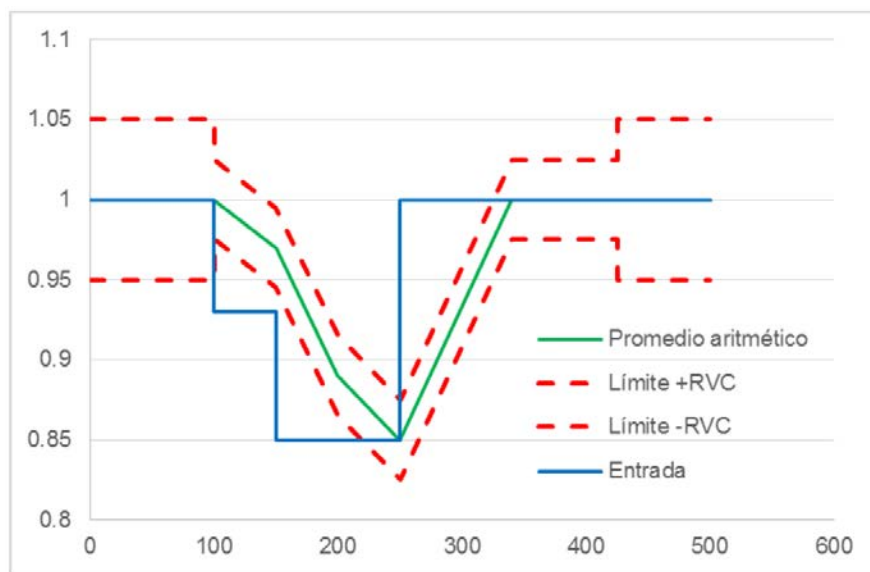


Figura 4.22-Forma de onda de la prueba 13.1.3 con límites de la RVC y promedio aritmético

g) Prueba de configuración y umbral de la RVC

La prueba de configuración y umbral de la RVC debe realizarse de acuerdo con la Tabla 4.76.

Tabla 4.77- Prueba de “configuración y umbral de la RVC”

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias de acuerdo a la Tabla 4.25	Criterio de prueba (si es aplicable)
13.2.1	Comprobar los valores de configuración de la RVC, como se especifica en 12.4.13, son válidos. El umbral de la RVC no se puede probar exactamente, pero para comprobar su veracidad cuando $\Delta U_{\max}$ de la RVC > umbral de la RVC. La histéresis de la RVC se puede medir indirectamente mediante la medición de la duración de la RVC.	P4 para frecuencia	La prueba se debe llevar a cabo de acuerdo a la Tabla 4.67	Se debe detectar una RVC: Inicio: 100 medios ciclos. $\Delta U_{\max} : 7 \% U_{\text{din}}$ $\Delta U_{\text{ss}} : 7 \% U_{\text{din}}$ Duración: 63 medios ciclos ± 2 medios ciclos.

Tabla 4.78-Especificaciones de la prueba 13.2.1

Definición de la prueba ^a	t0 = 0 (inicio de la prueba)	t1 = 100 medio ciclos (de bajada)	tfinal	NA	NA	NA
U_{vss}	100 % U_{din}	93 % U_{din}	93 % U_{din}	NA	NA	NA

^a Esta secuencia de prueba se describe en la Figura 4.28;

^b Los límites teóricos se describen en la Figura 4.29.

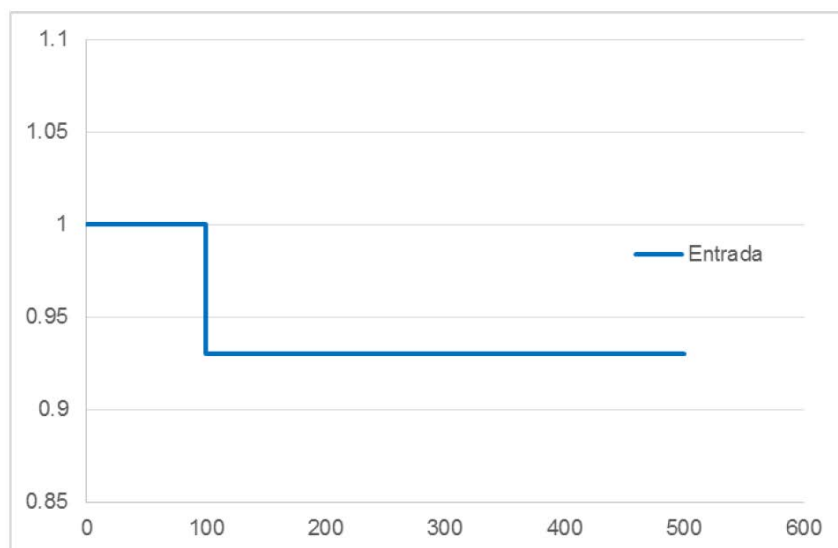


Figura 4.23-Forma de onda de la prueba 13.2.1

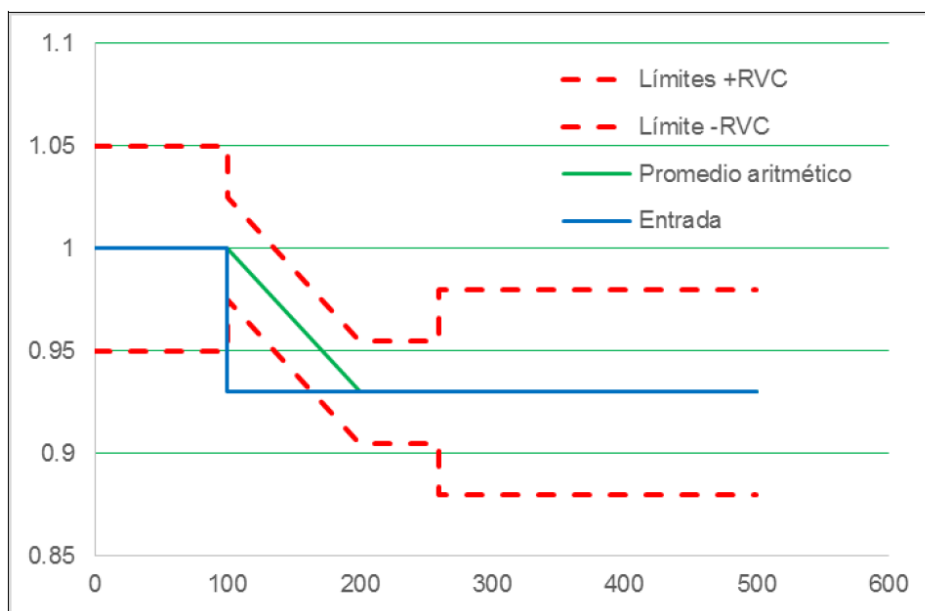


Figura 4.24-Forma de onda de la prueba 13.2.1 con límites de la RVC y promedio aritmético

h) Prueba de parámetros RVC: debe realizarse como se indica en la Tabla 4.78

Tabla 4.79-Prueba de parámetros de RVC

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias de acuerdo a la Tabla 57	Criterio de prueba (si es aplicable)
13.3.1	Comprobar que los parámetros de RVC, mencionados anteriormente, son válidos. Ver Nota.	P4 para frecuencia	La prueba se debe llevar a cabo de acuerdo a la Tabla 4.79	Se debe detectar una RVC: Inicio: 100 medios ciclos. $\Delta U_{\max} : 7 \% U_{\text{din}}$ $\Delta U_{\text{ss}} : 3 \% U_{\text{din}}$ Duración: 49 medios ciclos $\pm$ 2 medios ciclos.
Se debe probar los siguientes parámetros: - Estampa de tiempo del inicio de RVC: un evento de RVC debe tener estampado de tiempo con la hora en que la señal lógica de "tensión en condición estable" se vuelve falsa y se inicia el evento de RVC. - RVC $\Delta U_{\max}$: es la diferencia absoluta máxima entre cualquiera de los valores de $U_{\text{eficaz}(1/2)}$ durante el evento RVC y el promedio aritmético final del valor 120 $U_{\text{eficaz}(1/2)}$ antes del evento RVC. Para sistemas polifásicos $\Delta U_{\max}$ es el mayor $\Delta U_{\max}$ en cualquier canal. - RVC ΔU_{ss} : es la diferencia absoluta entre el promedio aritmético final del valor 120 $U_{\text{eficaz}(1/2)}$ justo antes del evento RVC y el primer promedio aritmético del valor 120 $U_{\text{eficaz}(1/2)}$ posterior al evento RVC. Para sistemas polifásicos ΔU_{ss} es el mayor ΔU_{ss} en cualquier canal. - La duración de RVC: es 120 medios ciclos más corto que la duración en que la señal lógica de "tensión está condición estable" es falsa.				

Tabla 4. 80-Especificaciones de la prueba de parámetros RVC

Definición de la prueba ^a	t0 = 0 (inicio de la prueba)	t1 = 100 medio ciclos (de bajada)	t2 = 150 medio ciclos (de subida)	tfinal
U_{vss}	100 % U_{din}	93 % U_{din}	97 % U_{din}	97 % U_{din}
^a Esta secuencia de prueba se describe en la Figura 4.30; ^b Los límites teóricos se describen en la Figura 4.31.				

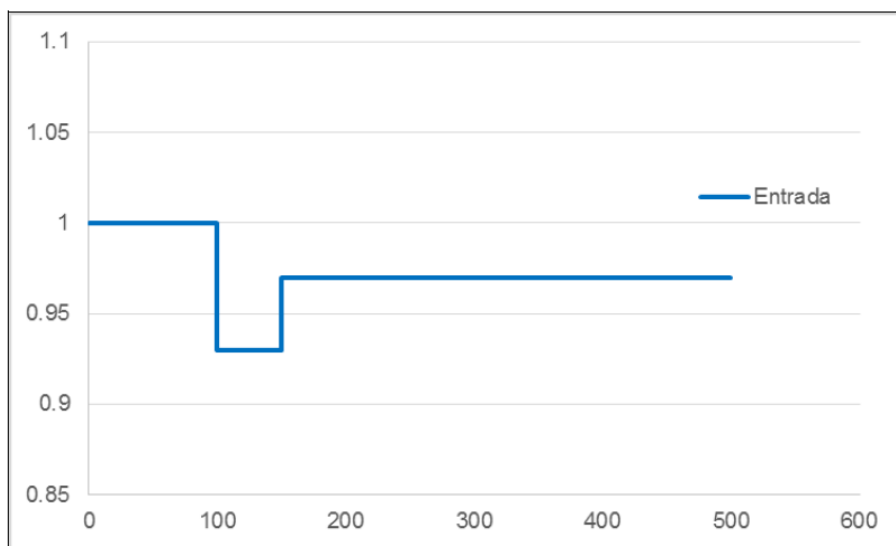


Figura 4.25-Forma de onda de la prueba 13.3.1

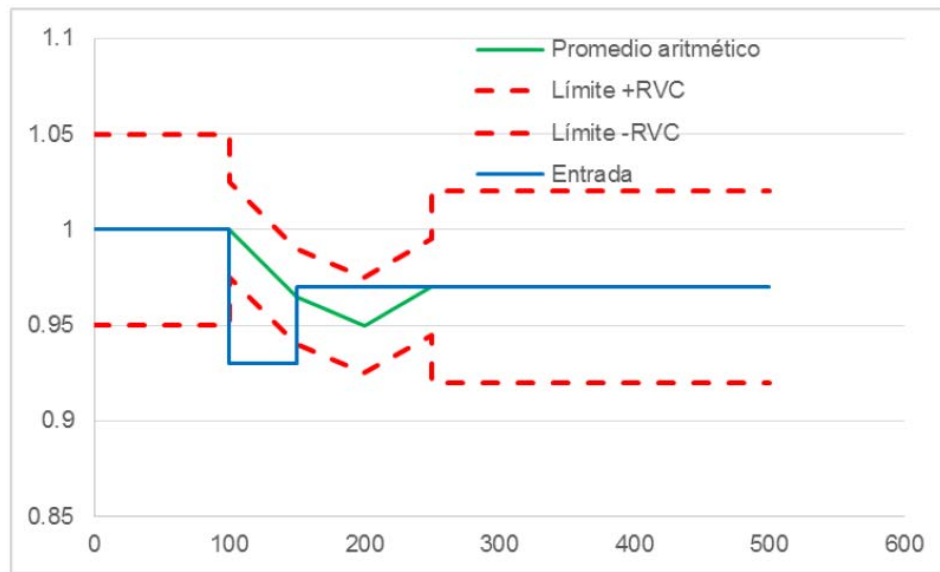


Figura 4.26-Forma de onda de la prueba 13.3.1 con límites de la RVC y promedio aritmético

Cuando aplique, los criterios de pruebas serán los siguientes:

- Se debe detectar una RVC:
- Inicio: 100 medios ciclos.
- $\Delta U_{\max}$: 7 % U_{din}
- ΔU_{ss} : 3 % U_{din}
- Duración: 49 medios ciclos $\pm$ 2 medios ciclos.

i) Pruebas “polifásicas de RVC”: debe realizarse como se indica en la Tabla 4.80.

Tabla 4.81-Pruebas “polifásicas de RVC”

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias de acuerdo a la Tabla 4.81	Criterio de prueba (si es aplicable)
13.4.1	Comprobar que en un sistema polifásico, la detección de un evento RVC depende de la señal lógica VSS (tensión en condición estable) combinada. Esta señal es el estado lógico AND de la señal lógica “tensión en condición estable” de cada fase. Ver Nota.	P4 para frecuencia	La prueba se debe llevar a cabo de acuerdo a la Tabla 4.81	Se debe detectar una RVC: Inicio: 100 medios ciclos. $\Delta U_{\max}$: 8 % U_{din} ΔU_{ss} : 4 % U_{din} Duración: 59 medios ciclos $\pm$ 2 medios ciclos.

Para sistemas polifásicos, la señal lógica combinada de la “tensión en condición estable” debe ser el estado lógico AND de la señal lógica de la “tensión en condición estable” de cada canal de tensión. Se deben probar los siguientes parámetros:

- Estampa de tiempo del inicio de RVC: un evento de RVC debe tener estampado de tiempo con la hora en que la señal lógica combinada de la “tensión en condición estable” se vuelve falsa y se inicia el evento de RVC.
- RVC $\Delta U_{\max}$: Para sistemas polifásicos, $\Delta U_{\max}$ es el mayor $\Delta U_{\max}$ en cualquier canal.
- RVC ΔU_{ss} : Para sistemas polifásicos ΔU_{ss} es el mayor ΔU_{ss} en cualquier canal.
- La duración de RVC: es 120 medios ciclos más corto que la duración en que la señal lógica combinada de la “tensión en condición estable” es falsa.

Tabla 4. 82 Especificaciones de la prueba 13.4.1

Definición de la prueba ^a	t0 = 0 (inicio de la prueba)	t1 = 100 medio ciclos	t2 = 120 medio ciclos	t3 = 140 medio ciclos	t4 = 160 medio ciclos	t5 = 180 medio ciclos
U _{vss} fase 1	100 % U _{din}	97 % U _{din}	97 % U _{din}	97 % U _{din}	97 % U _{din}	97 % U _{din}
U _{vss} fase 2	100 % U _{din}	100 % U _{din}	93 % U _{din}	93 % U _{din}	93 % U _{din}	96 % U _{din}
U _{vss} fase 3	100 % U _{din}	100 % U _{din}	100 % U _{din}	92 % U _{din}	100 % U _{din}	100 % U _{din}
Definición de la prueba ^a	t6 = 200 medio ciclos	t _{final}	NA	NA	NA	NA
U _{vss} fase 1	100 % U _{din}	100 % U _{din}	NA	NA	NA	NA
U _{vss} fase 2	96 % U _{din}	96 % U _{din}	NA	NA	NA	NA
U _{vss} fase 3	100 % U _{din}	100 % U _{din}	NA	NA	NA	NA

^a Esta secuencia de prueba se describe en la Figura 4.32.

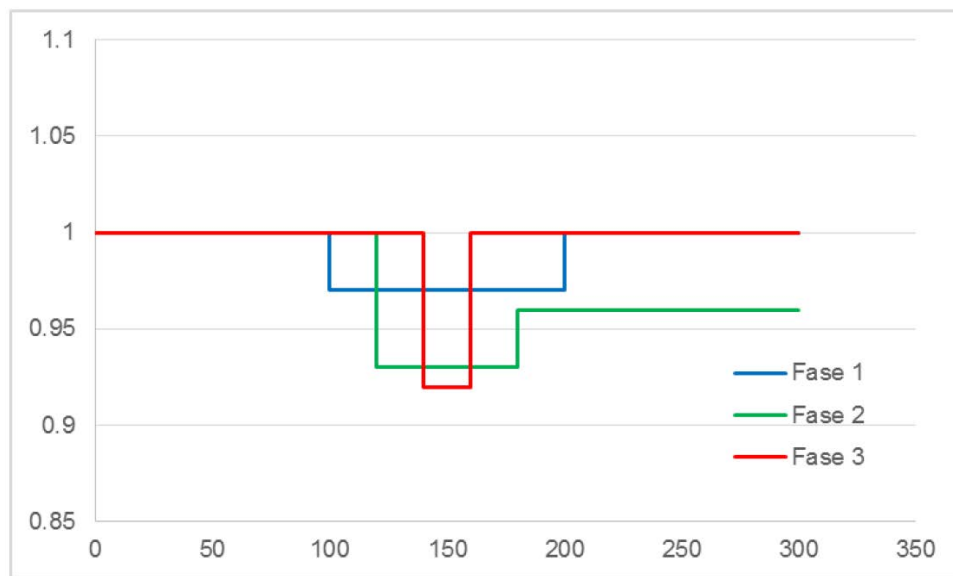


Figura 4.27-Forma de onda de la prueba polifásica de RVC

j) Pruebas de la tensión en condición estable.

Las pruebas de la tensión en condición estable deben realizarse de acuerdo con la Tabla 4.82.

Tabla 4. 83-Pruebas de “la tensión en condición estable”

Número	Objetivo de la prueba	Puntos de prueba de acuerdo a la Tabla 4.23	Condiciones de prueba complementarias de acuerdo a la Tabla 4.25	Criterio de prueba (si es aplicable)
13.5.1	Comprobar que si un segundo evento RVC comienza antes de que la señal lógica VSS (tensión en condición estable) cambie a “verdadero”, solamente se detecte un evento RVC. Comprobar que el VSS del medidor no regresa a “verdadero” si el periodo = 90 medio ciclos (<100). ^a	P4 para frecuencia	La prueba se debe llevar a cabo de acuerdo a la Tabla 4.83	Se debe detectar una RVC: Inicio: 100 medios ciclos. $\Delta U_{\max}$: 9 % U_{din} ΔU_{ss} : 6 % U_{din} Duración: 170 medios ciclos $\pm$ 2 medios ciclos. VSS > 90 medio ciclos

13.5.2	Comprobar que si un segundo evento RVC comienza después de que la señal lógica VSS (tensión en condición estable) cambia a “verdadero”, se deben detectar dos eventos RVC. Comprobar que el VSS del medidor regresa a “verdadero” si el periodo = 100 medio ciclos (>100).^b	Frecuencia 50 Hz P4 para frecuencia	La prueba se debe llevar a cabo de acuerdo a la Tabla 4.84	Se detectan dos eventos RVC: RVC 1: Inicio: 100 medios ciclos. $\Delta U_{\max} : 7 \% U_{\text{din}}$ $\Delta U_{\text{ss}} : 3 \% U_{\text{din}}$ Duración: 50 medios ciclos ± 2 medios ciclos. RVC 2: Inicio: 270 medios ciclos. $\Delta U_{\max} : 6 \% U_{\text{din}}$ $\Delta U_{\text{ss}} : 3 \% U_{\text{din}}$ Duración: 57 medios ciclos ± 2 medios ciclos. VSS < 110 medio ciclos
--------	---	--	--	--

^a Se debe detectar un solo evento RVC. Esta prueba confirmará que el VSS del medidor no regresa a “verdadero” antes de 100 medio ciclos (para la prueba se utilizan 90 medio ciclos).

^b Se deben detectar dos eventos RVC independientes. Esta prueba confirmará que el VSS del medidor regresa a “verdadero” después de 100 medio ciclos (para la prueba se utilizan 110 medio ciclos).

Tabla 4. 84-Especificaciones de la prueba 13.5.1

Definición de la prueba ^a	t0 = 0 (inicio de la prueba)	t1 = 100 medio ciclos	t2 = 150 medio ciclos	t3 = 240 medio ciclos	t4 = 270 medio ciclos	tfinal
U_{vss}	100 % U_{din}	93 % U_{din}	97 % U_{din}	91 % U_{din}	94 % U_{din}	94 % U_{din}

^a Esta secuencia de prueba se describe en la Figura 4.33;

^b Los límites teóricos se describen en la Figura 4.34.

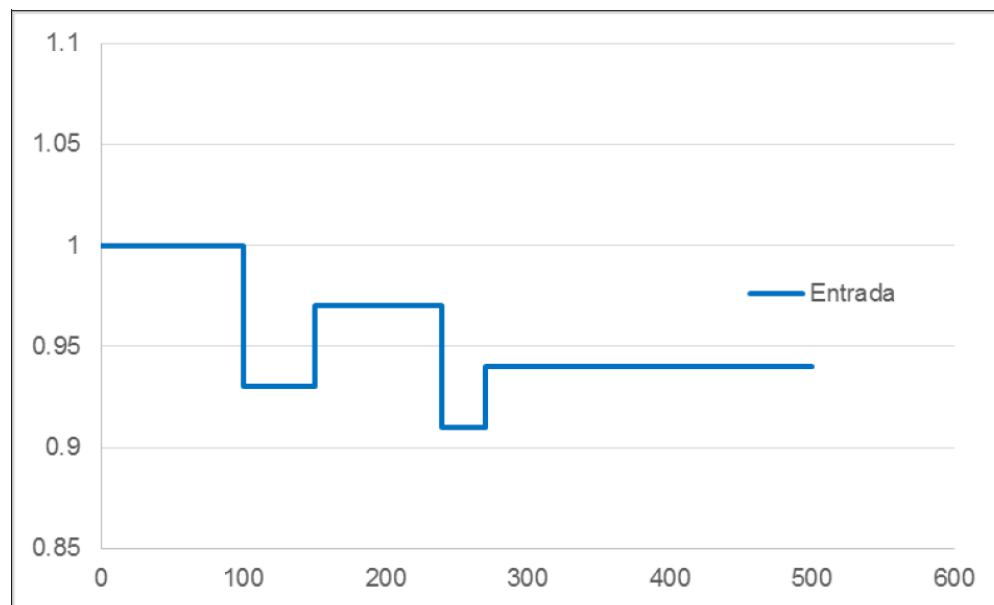


Figura 4.28-Forma de onda de la prueba 13.5.1

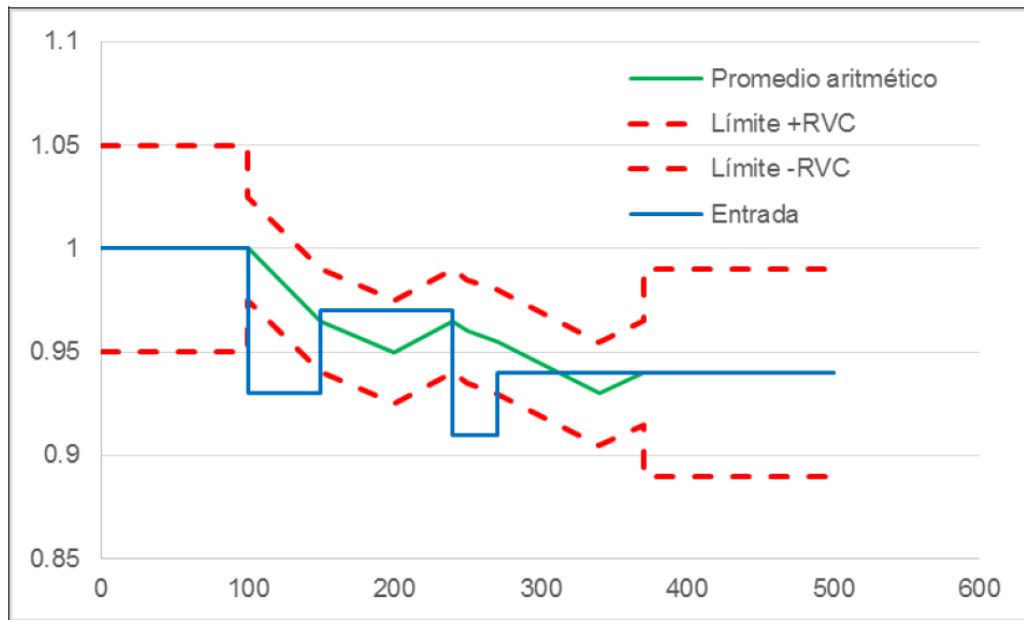


Figura 4.29-Forma de onda de la prueba 13.5.1 con límites de la RVC y promedio aritmético

Tabla 4. 85- Especificaciones de la prueba 13.5.2

Definición de la prueba ^a	t0 = 0 (inicio de la prueba)	t1 = 100 medio ciclos	t2 = 150 medio ciclos	t3 = 260 medio ciclos	t4 = 320 medio ciclos	tfinal
U _{vss}	100 % U _{din}	93 % U _{din}	97 % U _{din}	91 % U _{din}	94 % U _{din}	94 % U _{din}
^a Esta secuencia de prueba se describe en la Figura 4.35;						
^b Los límites teóricos se describen en la Figura 4.36.						

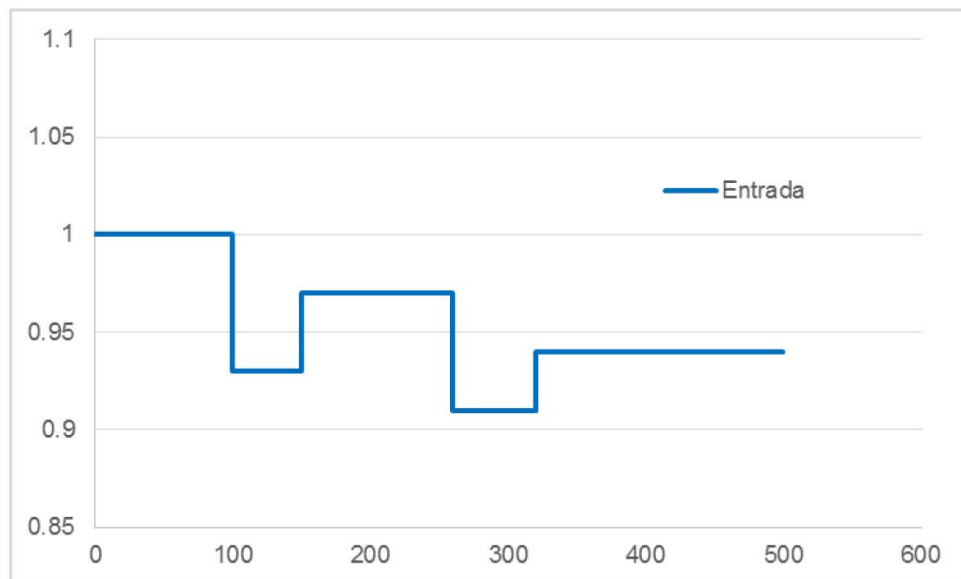


Figura 4.30-Forma de onda de la prueba 13.5.2

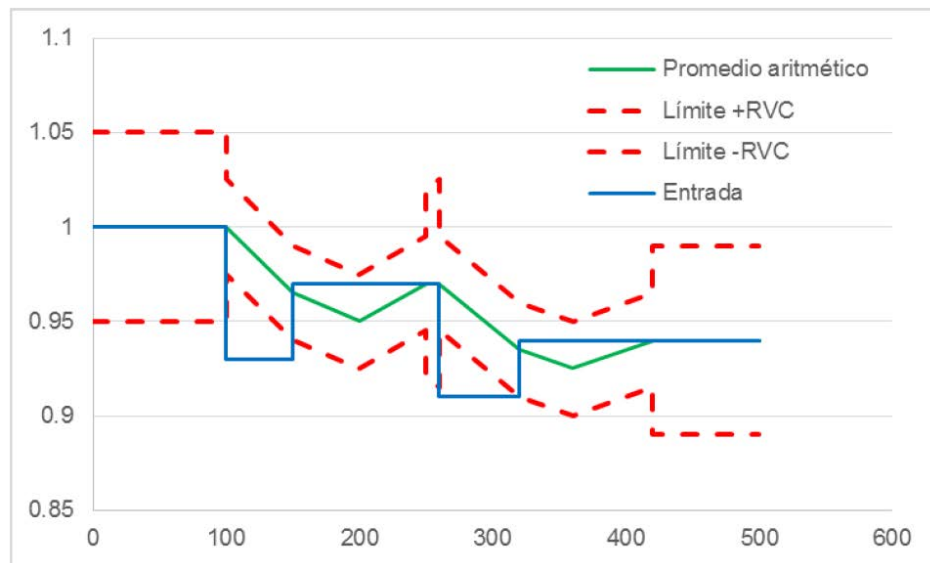


Figura 4.31-Forma de onda de la prueba 13.5.2 con límites de la RVC y promedio aritmético

12.4.14. Valor de la corriente

Se debe utilizar el procedimiento de prueba especificado en el numeral 12.4.2 (reemplazando “valor de tensión” por “valor de corriente”) en conjunto con los puntos de prueba pertinentes especificados en las Tablas 4.23 y 4.24.

12.4.15. Armónicas de corriente

Se debe utilizar el procedimiento de prueba especificado en el numeral 12.4.4 (reemplazando “valor de tensión” por “valor de corriente”) en conjunto con los puntos de prueba pertinentes especificados en las Tablas 4.23 y 4.24.

12.4.16. Inter- armónica de corriente

Se debe utilizar el procedimiento de prueba especificado en el numeral 12.4.5 (reemplazando “valor de tensión” por “valor de corriente”) en conjunto con los puntos de prueba pertinentes especificados en las Tablas 4.23 y 4.24.

12.4.17. Desbalance de corriente

- a) Se debe utilizar una fuente de poder de CA. de tres canales que cumpla o exceda las siguientes especificaciones de estabilidad bajo las condiciones de referencia: tensión $\pm 0.02\%$, ángulo de fase $\pm 0.02^\circ$.

Nota: Si I_n es mayor que 5 A, la corriente de fase se puede seleccionar en el intervalo del 20 % I_n al 100 % I_n , pero no menor que 5 A.

- b) El método aplicable para conocer la incertidumbre e intervalo de medición, deberá ser acorde a la Tabla 4.86.

Tabla 4.86-Método, incertidumbre e intervalo de medición

Número	Objetivo de la prueba	Condiciones de prueba	Condiciones de prueba complementarias	Criterio de prueba (si es aplicable)
17.1.1	Comprobar la incertidumbre de la medición de desbalance	Conectar una fuente de poder de tres canales con los siguientes ajustes: Canal 1: 100.2 % de I_n , 0.00° Canal 2: 99.9 % de I_n , -120.00° Canal 3: 99.9 % de I_n , 120.00°	NA	Verificar si i_0 e i_2 están entre 0 % y 0.35 %

17.1.2	Comprobar la incertidumbre de la medición de desbalance	Conectar una fuente de poder de tres canales con los siguientes ajustes: Canal 1: 110 % de I_n, 0.00° Canal 2: 95 % de I_n, -120.00° Canal 3: 95 % de I_n, 120.00°	NA	Verificar si i_0 e i_2 están entre 4.8 % y 5.2 %
17.1.3	Comprobar la incertidumbre de la medición de desbalance	Conectar una fuente de poder de tres canales con los siguientes ajustes: Canal 1: 100 % de I_n, 0.00° Canal 2: 100 % de I_n, -150.00° Canal 3: 100 % de I_n, 90.00°	NA	Verificar si i_0 e i_2 están entre 17.5 % y 18.1 %
17.1.4	Comprobar la incertidumbre de la medición de desbalance	Conectar una fuente de poder de tres canales con los siguientes ajustes: Canal 1: 55 % de I_n, 0.00° Canal 2: 47.5 % de I_n, -120.00° Canal 3: 47.5 % de I_n, 120.00°	NA	Verificar si i_0 e i_2 están entre 4.7 % y 5.3 %
17.1.5	Comprobar la incertidumbre de la medición de desbalance	Conectar una fuente de poder de tres canales con los siguientes ajustes: Canal 1: 105 % de I_n, 0.00° Canal 2: 97.5 % de I_n, -120.5° Canal 3: 97.5 % de I_n, 120.5°	NA	Verificar si i_0 está entre 1.8 % y 2.2 % Verificar si i_2 están entre 2.8 % y 3.2 %

13. Cálculo de la incertidumbre de medición, operativa y del sistema

13.1. Incertidumbre total de un medidor de calidad de la potencia está definida por una especificación de:

- Límites de incertidumbre sobre un intervalo de medición. En la Figura 4.37 pueden apreciarse los diferentes tipos de incertidumbre,
- Desviaciones máximas en la presencia de magnitudes de influencia (parámetros del suministro eléctrico o condiciones externas).

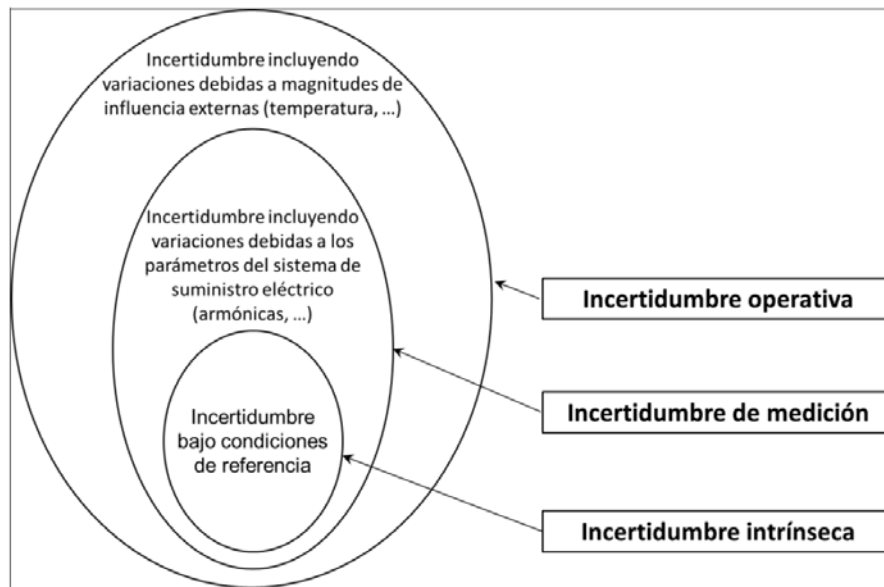


Figura 4.32-Diferentes tipos de incertidumbre

13.2. Incertidumbre de medición

La incertidumbre de medición, está definida en la IEC 61000-4-30. Dicha incertidumbre debe incluir la incertidumbre intrínseca bajo condiciones de referencia y el valor de variación máxima debido solamente a las magnitudes de influencia relevantes.

13.3. Incertidumbre operativa

La incertidumbre operativa debe incluir la incertidumbre intrínseca bajo condiciones de referencia, el valor de variación máxima debido solamente a las magnitudes de influencia pertinentes y el valor de variación máxima debido a las magnitudes de influencia externas pertinentes.

Incertidumbre Relativa

$$= \sqrt{\left(\text{incertidumbre intrínseca}\right)^2 + \frac{4}{3} \sum_{i=1}^N \left(\text{variación debida a una sola magnitud de influencia}\right)^2 + \frac{4}{3} \sum_{i=1}^M \left(\text{variación debida a la magnitud de influencia externa}\right)^2}$$

Donde:

N = es el número de magnitudes de influencia únicas pertinentes

M = es el número de magnitudes de influencia externas pertinentes.

Nota: Esta fórmula se deriva del apartado 7.22 de la ISO/IEC Guide 98-3, tomando en consideración una probabilidad de cobertura del 95 %.

La incertidumbre de medición y operativa del valor de la tensión de suministro, así como de la frecuencia deben calcularse tomando en cuenta la incertidumbre de los resultados de las pruebas en:

- Incertidumbre intrínseca
- Variaciones debidas a las magnitudes de influencia

Los cálculos para la incertidumbre de medición y operativa para el valor de tensión de suministro y la frecuencia deben tomar en consideración dos magnitudes de influencia solamente (frecuencia y armónicas para el valor de tensión de suministro; valor de tensión de suministro y armónicas para la frecuencia) y dos magnitudes de influencia externas (temperatura y tensión de alimentación en ambos casos).

A continuación, se presentan algunos ejemplos especificados tanto para la magnitud de la tensión de alimentación como para la frecuencia, estos ejemplos se basan en la Tabla 4.86.

13.3.1 Parámetro: valor de la tensión de alimentación, $U_{din} = 230 \text{ V}$, 60 Hz, intervalo de temperatura nominal -25 °C a $+55 \text{ °C}$

13.3.1.1 Cálculo 1: Para determinar la incertidumbre de medición de acuerdo a la IEC 61000-4-30

Niveles de tensión de prueba P1, P3 y P5 de acuerdo a la Tabla 4.23 bajo condiciones de referencia.

- Se selecciona la incertidumbre intrínseca más alta, por ejemplo, medido en el punto de prueba $P5 = 0.092 \text{ V}$ (0.04 % de U_{din}).
- Se utiliza P3 para determinar las influencias causadas por la frecuencia y las armónicas.
- Prueba de la influencia de la frecuencia sobre U_{din} en los puntos de prueba S1 y S3 de acuerdo a la Tabla 4.24 y se selecciona la variación más alta, por ejemplo, medido en el punto de prueba $S3 = 0.069 \text{ V}$ (0.03 % de U_{din}).
- Prueba de la influencia de las armónicas sobre U_{din} en el punto de prueba S1 de acuerdo a la Tabla 4.24 y se utiliza la variación para el cálculo = 0.046 V (0.02 % de U_{din}).

$$\text{incertidumbre de medición} = \sqrt{0.092^2 + \frac{4}{3} \times (0.069^2 + 0.046^2)} \text{ [V]}$$

$$\text{Incertidumbre de medición} = 0.133 \text{ [V]}$$

(0.06 % de U_{din} indicando que la incertidumbre de medición está dentro del 0.1 % de U_{din}).

13.3.1.2 Cálculo 2: Para determinar la incertidumbre operativa dentro del intervalo de temperatura de 0 °C a $+45 \text{ °C}$, tomando en cuenta una posible influencia causada por la variación de fuente de alimentación.

- Se selecciona la incertidumbre intrínseca más alta, por ejemplo, medida en el punto de prueba $P5 = 0.092 \text{ V}$ (0.04 % de U_{din}).
- Prueba de la influencia de la temperatura en el punto de prueba ET2 de acuerdo con la Tabla 4.25 y utilizar la variación causada por ET2 para más cálculos = 0.23 V (0.1 % de U_{din}).
- Prueba de la influencia de la fuente de alimentación en los puntos de prueba EV1 y EV2 de acuerdo a la Tabla 4.26: resultado sin variación.

$$\text{Incertidumbre operativa} = \sqrt{0.092^2 + \frac{4}{3} \times (0.069^2 + 0.046^2 + 0.23^2)} \text{ [V]}$$

$$\text{Incertidumbre operativa} = 0.297 \text{ [V]}$$

(0.13 % de U_{din} indicando que la incertidumbre de medición está dentro del 0.2 % de U_{din}).

13.3.1.3 Cálculo 3: Para determinar la incertidumbre operativa fuera de un intervalo de temperatura de 0 °C a $+45 \text{ °C}$, tomando en consideración una posible influencia causada por la fuente de alimentación.

- Se selecciona la incertidumbre intrínseca más alta, por ejemplo, medida en el punto de prueba $P5 = 0.092 \text{ V}$ (0.04 % de U_{din}).
- Prueba de la influencia de la temperatura en los puntos de prueba ET1 y ET3 de acuerdo con la Tabla 4.25 y utilizar la variación mayor para más cálculos = 0.46 V (0.2 % de U_{din}).
- Se toman los valores para la influencia de la fuente de alimentación en los puntos de prueba EV1 y EV2 del cálculo 2.

$$\text{Incertidumbre operativa} = \sqrt{0.092^2 + \frac{4}{3} \times (0.069^2 + 0.046^2 + 0.46^2)} \text{ [V]}$$

$$\text{Incertidumbre operativa} = 0.548 \text{ [V]}$$

(0.24 % de U_{din} indicando que la incertidumbre de medición está dentro de 0.3 % de U_{din}).

13.3.2 Parámetro: frecuencia de alimentación 60 Hz, intervalo de temperatura nominal -25 °C a +55 °C

13.3.2.1 Cálculo 1: Para determinar la incertidumbre de medición de acuerdo a la IEC 61000-4-30

Niveles de frecuencia de prueba P1, P2, P3 y P4 de acuerdo a la Tabla 4.23 bajo condiciones de referencia.

- Se selecciona la incertidumbre intrínseca mayor, por ejemplo, medida en el punto de prueba P4 = 4 mHz.
- Se utiliza P2 para la determinación adicional de las influencias causadas por el valor de la tensión y las armónicas.
- Prueba de la influencia del valor de la tensión en el punto de prueba S1 de acuerdo a la Tabla 4.24 es 3 mHz
- Prueba de la influencia de las armónicas en el punto de prueba S1 de acuerdo a la Tabla 4.24 es 3 mHz.

$$\text{Incertidumbre de medición} = \sqrt{4^2 + \frac{4}{3} \times (3^2 + 2^2)} \text{ [mHz]}$$

$$\text{Incertidumbre de medición} = 5.77 (< \pm 10) \text{ [mHz]}$$

13.3.2.2 Cálculo 2: Para determinar la incertidumbre operativa dentro del intervalo de temperatura de 0 °C a +45 °C, tomando en cuenta una posible influencia causada por la fuente de alimentación

- Se selecciona la incertidumbre intrínseca mayor, por ejemplo, medida en el punto de prueba P4 = 4 mHz.
- Prueba de la influencia de la temperatura en el punto de prueba ET2 de acuerdo con la Tabla 4.25 y utilizar la variación causada de ET2 para cálculos adicionales = 5 mHz.
- Prueba de la influencia de la fuente de alimentación en los puntos de prueba EV1 y EV2 de acuerdo a la Tabla 4.26: resultado sin variación.

$$\text{Incertidumbre operativa} = \sqrt{4^2 + \frac{4}{3} \times (3^2 + 2^2 + 5^2)} \text{ [mHz]}$$

$$\text{Incertidumbre operativa} = 8.165 (< \pm 20) \text{ [mHz]}$$

13.3.2.3 Cálculo 3: Para determinar la incertidumbre operativa fuera de un intervalo de temperatura de 0 °C a +45 °C, tomando en consideración una posible influencia causada por la fuente de alimentación.

- Se selecciona la incertidumbre intrínseca mayor, por ejemplo, medida en el punto de prueba P4 = 4 mHz.
- Prueba de la influencia de la temperatura en los puntos de prueba ET1 y ET3 de acuerdo con la Tabla 4.25 y utilizar la variación mayor para cálculo adicional = 15 mHz.
- Se toman los valores para la influencia de la fuente de alimentación en los puntos de prueba EV1 y EV2 del cálculo 2.

$$\text{Incertidumbre operativa} = \sqrt{4^2 + \frac{4}{3} \times (3^2 + 2^2 + 15^2)} \text{ [mHz]}$$

$$\text{Incertidumbre operativa} = 18.25 (< \pm 30) \text{ [mHz]}$$

13.3.3 Los valores resultantes para la incertidumbre operativa no deben de exceder de los límites dados en la Tabla 4.87.

Tabla 4.87- Requerimientos de incertidumbre

Requerimientos de acuerdo a los cálculos definidos en los ejemplos anteriores	Para medidores de parámetros de calidad de la potencia que cumplen con la clase A	
	Incertidumbre máxima para el valor de la tensión de alimentación	Incertidumbre máxima para la frecuencia a 60 Hz
Cálculo 1 para la incertidumbre de medición	$\pm 0.1 \% \text{ de } U_{\text{din}}^a$	$\pm 10 \text{ mHz}^b$
Cálculo 2 para la incertidumbre operativa ^e (dentro del intervalo de temperatura de 0 °C a +45 °C)	$\pm 0.2 \% \text{ de } U_{\text{din}}^c$	$\pm 20 \text{ mHz}^d$
Cálculo 3 para la incertidumbre operativa ^f (fuera del intervalo de 0 °C a +45 °C y dentro del intervalo de operación nominal)	$\pm 0.3 \% \text{ de } U_{\text{din}}^c$	$\pm 30 \text{ mHz}^d$
^a Para este cálculo, la incertidumbre intrínseca será definida como la peor incertidumbre calculada en 12.4.2 (c), las variaciones serán definidas como las peores incertidumbres calculadas en cada una de las pruebas especificadas en 12.4.2 (d). ^b Para este cálculo, la incertidumbre intrínseca será definida como la peor incertidumbre calculada en 12.4.1 (c), las variaciones serán definidas como las peores incertidumbres calculadas en cada una de las pruebas especificadas en 12.4.1 (d). ^c Para este cálculo, la incertidumbre intrínseca será definida como la peor incertidumbre calculada en 12.4.2 (c), las variaciones serán definidas como las peores incertidumbres calculadas en cada una de las pruebas especificadas en 12.4.2 (d), 12.4.11 (b) y 12.4.11(c) ^d Para este cálculo, la incertidumbre intrínseca será definida como la peor incertidumbre calculada en 12.4.1 (c), las variaciones serán definidas como las peores incertidumbres calculadas en cada una de las pruebas especificadas en 12.4.1 (d), 12.4.11(b) y 12.4.11 (c) ^e Para los medidores que cumplen con la IEC 62586-1, esta prueba se aplica a medidores PQI-x-FI1, -FI2 y -FO. ^f Para los medidores que cumplen con la IEC 62586-1, esta prueba se aplica a medidores PQI-x-FI1 y -FO, pero no se aplica a medidores PQI-x-FI2		

13.4. Incertidumbre del sistema

La incertidumbre del sistema debe incluir la incertidumbre operativa, la incertidumbre debida a la impedancia de los cables y la incertidumbre debida a los sensores.

La siguiente ecuación es una aproximación simplificada:

$$\text{Incertidumbre del sistema} = \sqrt{\left(\text{incertidumbre operativa}\right)^2 + \frac{4}{3} \sum_{i=1}^N (\text{incertidumbre del sensor} + \text{incertidumbre del cableado})^2}$$

Donde:

N = es el número de tipos de sensores externos (tensión o corriente).

Nota 1: $N = 1$ cuando solamente se utiliza un solo sensor de corriente (o de tensión), $N = 2$ cuando se utiliza un sensor de corriente y un sensor de tensión.

Nota 2: Esta fórmula se deriva de la 7.22 de la ISO/IEC Guide 98-3, tomando en consideración una probabilidad de cobertura del 95 %.

14. Controles metrológicos y pruebas de desempeño para transformadores**14.1. Aprobación de modelo****14.1.1 Documentación**

La solicitud de aprobación de modelo deberá ser presentada con la siguiente documentación:

a) Identificación del modelo:

- Nombre del fabricante.
- Designación del modelo.
- Número de serie.
- Versión del hardware.
- Esquema de la placa de datos.

b) Características metrológicas del modelo:

- Descripción del principio de funcionamiento.
- Especificaciones metrológicas como valores nominales, clase de exactitud y condiciones de operación.
- Instrucciones de operaciones a realizar antes de probar el modelo.

c) Especificaciones técnicas del modelo:

- Diagrama de bloques con descripción funcional de los componentes del modelo.
- Características nominales de los fusibles y dispositivos de protección, si los hubiera.
- Descripción y posición de sellos y otros medios de protección.
- Documentación relacionada con las características de durabilidad.
- Documentación o evidencia de que el diseño cumple los requerimientos de la norma NMX-J-615-1-ANCE.

d) Manual de usuario en español o inglés.**e) Manual de instalación, incluyendo descripciones para verificar la instalación con propósitos de identificación de averías significativas, si aplica.****f) Esquemas referidos de manera unívoca, incluyendo una declaración para efecto de que el fabricante corrobore que los dibujos u hojas de datos representan fehacientemente el equipo que se prueba. Los esquemas a entregar pueden ser de Acuerdo con la tabla 4.88:**

Tabla 4. 88- Esquemas referidos

Tipo de Esquema	Contenido (si aplica)
Diagrama del circuito	Tipo de designación de los componentes principales.
Distribución general	Dimensiones generales. Envolvente (s). Dispositivos de liberación de presión. Partes conductoras del circuito principal. Conexiones de puesta a tierra. Tipo y nivel de aislamiento en gas o en aceite. Localización y tipo de designación de los aislamientos.
Esquemas detallados de los aislamientos	Dimensiones y material de las partes principales.
Esquemas detallados de partes del circuito principal y componentes asociados	Detalles de las terminales (dimensiones, materiales primarios y secundarios).
Diagrama eléctrico de los circuitos auxiliares y de control (si aplica)	Tipo y designación de todos los componentes.

g) Si la aprobación de modelo se basa en aprobaciones de modelo existentes, la solicitud debe ser acompañada por los resultados correspondientes o por evidencia que respalde la afirmación de que el diseño y las características del modelo cumplen los requisitos de la presente norma.

h) Adicionalmente, se deberá cumplir con lo establecido en la sección 7.2.1.1 de NMX-J-615-1-ANCE.

14.1.2 Definición de modelo

Los transformadores de medida producidos por el mismo fabricante pueden formar un modelo, siempre que tengan propiedades metrológicas similares resultantes del uso de la misma construcción uniforme de piezas o de módulos que determinan las propiedades metrológicas.

Un tipo puede tener varios intervalos de corriente o tensión, así como frecuencia nominal, e incluye varios modos de conexión y varios dispositivos auxiliares.

14.1.2.1 Muestreo de modelo

- a)** Para transformadores de instrumentación, la muestra consta de 3 especímenes, los cuales deben ser sujetos a todas las pruebas y cumplir con todos los valores especificados en las mismas.
- b)** En el caso de que hubiera modificaciones en el modelo efectuadas después o durante las pruebas, que afecten únicamente a una parte del modelo, el laboratorio de ensayo podrá considerar suficiente la realización de pruebas limitadas sobre las características que puedan verse afectadas por las modificaciones.

14.1.3 Programa de pruebas

El programa de pruebas considera las establecidas por las normas NMX-J-615-1-ANCE, NMX-J-109-ANCE, NMX-J-615-3-ANCE, NMX-J-615-5-ANCE y las especiales indicadas en el Apéndice A de esta norma.

Para transformadores de corriente y transformadores inductivos de tensión las pruebas se aplicarán en el orden que se establece a continuación, teniendo en consideración que las pruebas de tipo dieléctrico deben realizarse a un mismo espécimen:

Tabla 4.89-Programa de pruebas

Prueba No.	Transformador de Corriente	Transformador Inductivo de Tensión
1	Prueba de elevación de temperatura (ver sección 14.3.1).	
2	Prueba de aguante de tensión de impulso en terminales primarias (ver sección 14.3.2).	
3	Prueba en húmedo para transformadores tipo exterior (ver sección 14.3.3).	
4	Pruebas de compatibilidad electromagnética (EMC) (ver sección 14.3.4).	
5	Prueba de exactitud (ver sección 14.3.5).	
6	Prueba de grado de protección para envoltentes (ver sección 14.3.6).	
7	Prueba de hermeticidad del envoltente a temperatura ambiente (ver sección 14.3.7).	
8	Presión para el envoltente (ver sección 14.3.8).	
9	Prueba de corriente de cortocircuito (ver sección 14.3.9).	Prueba de capacidad de aguante al corto circuito (ver sección 14.3.10).
10	Prueba de aguante a la tensión a la frecuencia del sistema en las terminales primarias (ver sección 14.3.11).	
11	Prueba de medición de descargas parciales (ver sección 14.3.12).	
12	Prueba de aguante de tensión a la frecuencia del sistema entre secciones (ver sección 14.3.13).	
13	Prueba de aguante de tensión a la frecuencia del sistema en las terminales secundarias (ver sección 14.3.14).	
14	Prueba de comprobación de exactitud (ver sección 14.3.15).	
15	Prueba de comprobación del marcado (ver sección 14.3.16).	
16	Prueba de hermeticidad del envoltente a la temperatura ambiente de rutina (ver sección 14.3.17).	
17	Prueba de presión para el envoltente (ver sección 14.3.8).	
18	Prueba de sobretensión entre espiras (ver sección 14.3.18).	-

Para transformadores capacitivos de tensión las pruebas se aplicarán en el orden que se establece en la Tabla 4.90:

Tabla 4. 90-Esquemas referidos para transformadores capacitivos de tensión

Prueba No.	Pruebas para 1 solo Transformador Capacitivo de Tensión	Pruebas para 2 Transformadores Capacitivos de Tensión	
		Pruebas para el Transformador 1	Pruebas para el Transformador 2
1	Prueba de exactitud (ver sección 14.3.5).		Prueba de elevación de temperatura (ver sección 14.3.1).
2	Prueba de elevación de temperatura (ver sección 14.3.1).	Prueba de capacitancia y factor de disipación dieléctrico (ver sección 14.3.19)	Prueba de ferresonancia (ver sección 14.3.21).
3	Prueba de capacitancia y factor de disipación dieléctrico (ver sección 14.3.19)	Prueba de pruebas de compatibilidad electromagnética (EMC-Tensiones de radio interferencia) (ver sección 14.3.4).	Prueba de capacidad de aguante al corto circuito (ver sección 14.3.22).
4	Prueba de pruebas de compatibilidad electromagnética (EMC-Tensiones de radio interferencia) (ver sección 14.3.4).	Prueba de aguante de impulsos cortados en terminales primarias (ver sección 14.3.20).	Prueba de hermeticidad del envoltente (de la unidad electromagnética) a temperatura ambiente (ver sección 14.3.7).
5	Prueba de aguante de impulsos cortados en terminales primarias (ver sección 14.3.20).	Prueba de aguante de tensión de impulso (de rayo) en terminales primarias (ver sección 14.3.2).	Prueba de exactitud (ver sección 14.3.5).
6	Prueba de aguante de tensión de impulso (de rayo) en terminales primarias (ver sección 14.3.2).	Prueba en húmedo para transformadores tipo exterior (ver sección 14.3.3).	Prueba de hermeticidad del diseño de unidades capacitivas (ver sección 14.3.23).

7	Prueba en húmedo para transformadores tipo exterior (ver sección 14.3.3).	Prueba de hermeticidad del diseño de unidades capacitivas (ver sección 14.3.23).	Prueba de capacitancia y factor de disipación dieléctrico (ver sección 14.3.19).
8	Prueba de ferresonancia (ver sección 14.3.21).	Prueba de capacitancia y factor de disipación dieléctrico (ver sección 14.3.19).	Prueba de aguante a la tensión a la frecuencia del sistema en las terminales primarias (ver sección 14.3.11).
9	Prueba de capacidad de aguante al corto circuito (ver sección 14.3.22).	Prueba de aguante a la tensión a la frecuencia del sistema en las terminales primarias (ver sección 14.3.11).	Prueba de capacitancia y factor de disipación dieléctrico (ver sección 14.3.19)
10	Prueba de hermeticidad del envoltorio (de la unidad electromagnética) a temperatura ambiente (ver sección 14.3.7).	Prueba de capacitancia y factor de disipación dieléctrico (ver sección 14.3.19)	Prueba de comprobación del marcado (de terminales) (ver sección 14.3.16).
11	Prueba de prueba de exactitud (ver sección 14.3.5).	Prueba de comprobación del marcado (de terminales) (ver sección 14.3.16).	Prueba de aguante a la tensión a la frecuencia del sistema en las terminales primarias (de la unidad electromagnética) (ver sección 14.3.11).
12	Prueba de hermeticidad del diseño de unidades capacitivas (ver sección 14.3.23).	Prueba de aguante a la tensión a la frecuencia del sistema en las terminales primarias (de la unidad electromagnética) (ver sección 14.3.11).	Prueba de aguante a la tensión a la frecuencia del sistema en las terminales primarias (en la terminal de baja tensión del divisor de tensión) (ver sección 14.3.11).
13	Prueba de capacitancia y factor de disipación dieléctrico (ver sección 14.3.19).	Prueba de aguante a la tensión a la frecuencia del sistema en las terminales primarias (en la terminal de baja tensión del divisor de tensión) (ver sección 14.3.11).	Prueba de aguante de tensión a la frecuencia del sistema en las terminales secundarias (ver sección 14.3.14).
14	Prueba de aguante a la tensión a la frecuencia del sistema en las terminales primarias (ver sección 14.3.11).	Prueba de aguante de tensión a la frecuencia del sistema en las terminales secundarias (ver sección 14.3.14).	Prueba de comprobación de ferresonancia (ver sección 14.3.24).
15	Prueba de capacitancia y factor de disipación dieléctrico (ver sección 14.3.19)	Prueba de comprobación de ferresonancia (ver sección 14.3.24).	Prueba de comprobación de exactitud (ver sección 14.3.15).
16	Prueba de comprobación del marcado (de terminales) (ver sección 14.3.16).	Prueba de comprobación de exactitud (ver sección 14.3.15).	-
17	Prueba de aguante a la tensión a la frecuencia del sistema en las terminales primarias (de la unidad electromagnética) (ver sección 14.3.11).	-	-
18	Prueba de aguante a la tensión a la frecuencia del sistema en las terminales primarias (en la terminal de baja tensión del divisor de tensión) (ver sección 14.3.11).	-	-
19	Prueba de aguante de tensión a la frecuencia del sistema en las terminales secundarias (ver sección 14.3.14).	-	-
20	Prueba de comprobación de ferresonancia (ver sección 14.3.24).	-	-
21	Prueba de comprobación de exactitud (ver sección 14.3.15).	-	-

Cuando el fabricante y el comprador acuerden la realización de pruebas especiales la secuencia de pruebas puede ser modificada.

14.2. Procedimiento de prueba para aprobación de modelo**14.2.1 Condiciones de prueba**

Las condiciones de prueba para transformadores aislados en gas, el tipo y presión del gas deberán ser los establecidos en la Tabla 4.91.

Tabla 4.91-Condiciones de prueba para transformadores aislados en gas

Prueba	Tipo de gas	Presión
Dieléctrica. Tensión de radio interferencia (Ver Nota). Exactitud. Incremento de temperatura.	Mismo fluido que en servicio.	Mínima presión funcional.
Cortocircuito. Mecánicas y de hermeticidad.	Mismo fluido que en servicio.	Presión de llenado nominal.
Sobretensiones transmitidas.	-	Presión reducida.

Nota: Para transformadores aislados en gas instalados en subestaciones GIS la prueba en húmedo y de tensión de radio interferencia no son aplicables.

Para los transformadores de corriente para GIS, las pruebas de exactitud pueden ser realizadas sin gas aislante.

Todas las pruebas deberán realizarse a una temperatura de entre 10 °C y 30 °C.

14.2.2 Pruebas para aprobación de modelo de transformadores de medida**14.2.2.1 Prueba de elevación de temperatura**

- a)** Objetivo: Comprobar cumplimiento de las especificaciones dadas en la sección 6.4 de NMX-J-615-1-ANCE y la sección 6.4 de NMX-J-615-3-ANCE.
- b)** Procedimiento de la prueba: Se siguen las instrucciones descritas en la sección 7.2.2 de NMX-J-615-1-ANCE.

Se adicionan las instrucciones descritas en la Tabla 4.92:

Tabla 4.92-Condiciones de prueba para elevación de temperatura

Transformador de Corriente	Transformador Inductivo de Tensión	Transformador Capacitivo de Tensión
Apéndice A	Sección 7.2.2 de NMX-J-615-3-ANCE	Sección 7.2.2.501 y 7.2.2.502 de NMX-J-615-5-ANCE

14.2.2.2 Prueba de aguante de tensión de impulso en terminales primarias

- a)** Objetivo:
 - Comprobar que no hay falla del asilamiento tras la aplicación de tensión de impulso por rayo en las terminales primarias del transformador.
 - Comprobar que no hay descargas disruptivas ni falla del asilamiento tras la aplicación de tensión de impulso por maniobra en las terminales primarias del transformador.
- b)** Procedimiento de la prueba:
 - Se siguen las instrucciones generales descritas en la sección 7.2.3.1 de NMX-J-615-1-ANCE.
 - Se siguen las instrucciones descritas en la sección 7.2.3.2 de NMX-J-615-1-ANCE para la aplicación de tensión de impulso por rayo.
 - Se siguen las instrucciones descritas en la sección 7.2.3.3 de NMX-J-615-1-ANCE para la aplicación de tensión de impulso por maniobra.
 - Para cada caso de tipo de tensión de impulso se adicionan las instrucciones descritas en la Tabla 4.93:

Tabla 4.93- Condiciones de prueba para aguante de tensión de impulso en terminales primarias.

Transformador de Corriente	Transformador Inductivo de Tensión	Transformador Capacitivo de Tensión
Apéndice A	Sección 7.2.3 de NMX-J-615-3-ANCE	Sección 7.2.3 de NMX-J-615-5-ANCE

14.2.2.3 Prueba en húmedo para transformadores tipo exterior

- a) Objetivo de la prueba: Comprobar cumplimiento con la norma IEC 60060-1.
- b) Procedimiento de la prueba:
- Se siguen las instrucciones descritas en la sección 7.2.4 de NMX-J-615-1-ANCE.
 - Se adicionan las instrucciones descritas en la sección 7.2.4 de NMX-J-615-5-ANCE para transformadores capacitivos de tensión.

14.2.2.4 Prueba de compatibilidad electromagnética (EMC)

- a) Objetivo:
- Comprobar cumplimiento de las especificaciones dadas en la sección 6.11.2 de NMX-J-615-1-ANCE para tensiones de radio interferencia.
 - Comprobar cumplimiento de las especificaciones dadas en la sección 6.11.3 de NMX-J-615-1-ANCE para inmunidad. Esta parte de la prueba es exclusiva para partes electrónicas de los transformadores.
 - Comprobar cumplimiento de las especificaciones dadas en la sección 6.11.4 de NMX-J-615-1-ANCE para sobretensiones transmitidas.
- b) Condiciones de prueba adicionales para tensión de radio interferencia.
- Se requiere adicionalmente tener las siguientes condiciones ambientales:
- Presión: 87 kPa a 107 kPa
 - Humedad relativa: 45 % a 75 %.
- c) Procedimiento de la prueba.
- Para tensiones de radio interferencia se siguen las instrucciones descritas en la sección 7.2.5.1 de NMX-J-615-1-ANCE-2017.
 - Para inmunidad se siguen las instrucciones descritas en la sección 7.2.5.2 de NMX-J-615-1-ANCE-2017. Esta prueba no es aplicable para transformadores inductivos de tensión.
 - Para sobretensiones transmitidas se siguen las instrucciones descritas en la sección 7.4.4 de NMX-J-615-1-ANCE-2017.

14.2.2.5 Prueba de exactitud

- a) Objetivo:
- Comprobar cumplimiento de las especificaciones de error de relación y fase dadas en la sección 5.3.2.2 de esta norma.
 - Para transformadores de corriente, comprobar adicionalmente cumplimiento de las especificaciones de factor de seguridad, el cual debe ser menor o igual a 20.
- b) Procedimiento de la prueba: Se deben seguir las instrucciones descritas en la Tabla 4.94:

Tabla 4.94- Condiciones de prueba de exactitud

Transformador de Corriente	Transformador Inductivo de Tensión	Transformador Capacitivo de Tensión
- Apéndice A. Error de relación y fase. - Sección 12.6 de NMX-J-109-ANCE para el factor de seguridad.	Sección 7.2.6.301 de NMX-J-615-3-ANCE.	Secciones 7.2.6.501 y 7.2.6.502 de NMX-J-615-3-ANCE.

Las mediciones deberán hacerse empleando un sistema de prueba que tenga suficiente exactitud para determinar que el error intrínseco de los transformadores cumple la clase de exactitud correspondiente. En particular, debe obtenerse una incertidumbre inferior a un quinto del error máximo permisible dado para el punto de prueba correspondiente, a menos que se especifique una relación de exactitud distinta.

14.2.2.6 Prueba de grado de protección para envoltentes

- a) Objetivo: Comprobar cumplimiento de especificaciones de grados de protección de acuerdo a 6.10 de NMX-J-615-1-ANCE.
- b) Procedimiento de la prueba: Se siguen las instrucciones descritas en la sección 7.2.7 de NMX-J-615-1-ANCE.

14.2.2.7 Prueba de hermeticidad de la envoltente a temperatura ambiente

- a) Objetivo: Comprobar cumplimiento de especificaciones de hermeticidad de la envoltente de acuerdo a 6.2.4.2 de NMX-J-615-1-ANCE.
- b) Condiciones de prueba particulares: Se requiere que la temperatura ambiente sea de $(20 \pm 10) ^\circ\text{C}$.
- c) Procedimiento de la prueba:
 - Se siguen las instrucciones descritas en la sección 7.2.8.1 de NMX-J-615-1-ANCE.
 - Para transformadores capacitivos de tensión se adicionan las instrucciones descritas en la sección 7.2.8.501 de NMX-J-615-1-ANCE.

14.2.2.8 Prueba de presión para el envoltente

- a) Objetivo:
 - Para transformadores de envoltente metálico aislados en gas ver sección 6.103 de la norma IEC 62271-203.
 - Para aisladores de transformadores aislados en gas ver normas IEC 62155 e IEC 61462-2.
- b) Procedimiento de la prueba: Ver sección 7.2.9 de NMX-J-615-1-ANCE.

14.2.2.9 Prueba de corriente de cortocircuito

- a) Objetivo:
 - Comprobar que el transformador de corriente tenga asignado un valor de corriente térmica de cortocircuito nominal (I_{th}). El valor normalizado de la duración de I_{th} es 1 s.
 - Comprobar que la corriente dinámica nominal (I_{dyn}) sea 2.5 veces el valor de I_{th} .
- b) Procedimiento de la prueba: Se siguen las instrucciones descritas en PEC 2.4.

14.2.2.10 Prueba de capacidad de aguante de cortocircuito

- a) Objetivo: Comprobar cumplimiento de especificaciones de acuerdo a la sección 6.301 de NMX-J-615-3-ANCE.
- b) Procedimiento de la prueba: Se deben seguir las instrucciones descritas en la sección 7.2.301 de NMX-J-615-3-ANCE.

14.2.2.11 Prueba de aguante de tensión a la frecuencia del sistema en las terminales primarias

- a) Objetivo: Comprobar cumplimiento de especificaciones de acuerdo a la sección 7.3.1 de NMX-J-615-1-ANCE y la IEC60060-1.
- b) Procedimiento de la prueba: Se siguen las instrucciones descritas en la sección 7.2.301 de NMX-J-615-1-ANCE-2017 y la IEC60060-1 y las instrucciones descritas en la Tabla 4.95:

Tabla 4.95-Prueba de aguante a la tensión a la frecuencia del sistema en las terminales primarias.

Transformador de Corriente	Transformador Inductivo de Tensión	Transformador Capacitivo de Tensión
Sección PEC 2.5 del Apéndice A	Sección 7.3.1 de NMX-J-615-3-ANCE.	Sección 7.3.1 de NMX-J-615-5-ANCE.

14.2.2.12 Prueba de medición de descargas parciales

- a) Objetivo: Comprobar cumplimiento de especificaciones de descargas parciales de acuerdo a la sección 5.3.3.1 de NMX-J-615-1-ANCE.
- b) Instrumentación y circuitos de prueba requeridos: Se requiere emplear instrumentos y circuitos acordes a la norma IEC 60270. Ejemplos de circuito de prueba se tienen disponibles en la sección 7.3.2.1 de NMX-J-615-1-ANCE.
- c) Procedimiento de la prueba.
- Se siguen las instrucciones descritas en la sección 7.3.2.2 de NMX-J-615-1-ANCE.
 - Se adicionan las instrucciones descritas en la Tabla 4.96:

Tabla 4.96- Prueba de medición de descargas parciales.

Transformador de Corriente	Transformador Inductivo de Tensión	Transformador Capacitivo de Tensión
---	Sección 7.3.2.2 de NMX-J-615-3-ANCE.	Sección 7.3.2.2 de NMX-J-615-5-ANCE.

14.2.2.13 Prueba de aguante de tensión a la frecuencia del sistema entre secciones.

- a) Objetivo:
- Comprobar que la tensión de aguante a la frecuencia del sistema del aislamiento entre secciones es de 3 kV, de acuerdo a la sección 5.3.4 de NMX-J-615-1-ANCE.

Esta prueba aplica sólo a transformadores de medida que tienen más de una sección.

- b) Procedimiento de la prueba: Se siguen las instrucciones descritas en la sección 7.3.3 de NMX-J-615-1-ANCE.

14.2.2.14 Prueba de aguante de tensión a la frecuencia del sistema en las terminales secundarias

- a) Objetivo: Comprobar que la tensión de aguante a la frecuencia del sistema en las terminales secundarias es de 3 kV, de acuerdo a la sección 5.3.5 de NMX-J-615-1-ANCE y de 5.3.5 de NMX-J-615-5-ANCE para transformadores capacitivos de tensión.
- b) Procedimiento de la prueba: Se siguen las instrucciones descritas en la sección 7.3.4 de NMX-J-615-1-ANCE.

14.2.2.15 Prueba de comprobación de exactitud

- a) Objetivo: Mismo objetivo que la prueba de exactitud (ver 14.3.5).
- b) Procedimiento de la prueba.
- Mismo procedimiento de la prueba de exactitud (ver 14.3.5), pero se permite un número reducido de puntos de medición y cargas, si la prueba de exactitud (ver 14.3.5) muestra que, en un transformador similar, tales puntos son suficientes para demostrar el cumplimiento de la prueba de exactitud (ver 14.3.5).
 - Las mediciones deben hacerse empleando un sistema de prueba que tenga suficiente exactitud para determinar que el error intrínseco de los transformadores cumple la clase de exactitud correspondiente. En particular, debe obtenerse una incertidumbre inferior a un quinto del error máximo permisible dado para el punto de prueba correspondiente, a menos que se especifique una relación de exactitud distinta.

14.2.2.16 Prueba de comprobación de marcado

- a) Objetivo de la prueba: Comprobar cumplimiento del correcto marcado de acuerdo a la sección 5.3.2.3 de esta norma.
- b) Procedimiento de la prueba: Se verifica que los transformadores de medida lleven un marcado indeleble o una placa de datos adherida con los datos indicados en la sección 5.3.2.3.

14.2.2.17 Prueba de hermeticidad de la envolvente a temperatura ambiente de rutina**a) Objetivo:**

- Comprobar cumplimiento de especificaciones de hermeticidad de la envolvente de acuerdo a la sección 6.2.4.2 de NMX-J-615-1-ANCE para sistemas de presión cerrados para gas.
- Comprobar que no existe fuga en sistemas líquidos.

b) Condiciones de prueba particulares: Para sistemas de presión cerrados para gas se requiere que la temperatura ambiente sea de (20 ± 10) °C.**c) Procedimiento de la prueba:**

- Para sistemas de presión cerrados para gas se siguen las instrucciones descritas en la sección 7.3.7.1 de NMX-J-615-1-ANCE.
- Para sistemas líquidos se siguen las instrucciones descritas en la sección 7.3.7.2 de NMX-J-615-1-ANCE.

14.2.2.18 Prueba de sobretensión entre espiras**a) Objetivo:** Comprobar que el aguante de tensión del aislamiento entre espiras es de 4.5 kV pico.**b) Procedimiento de la prueba:** Se siguen las instrucciones descritas en la sección 9.4 de NMX-J-109-ANCE.**14.2.2.19 Prueba de medición de la capacitancia y factor de disipación dieléctrico.****a) Objetivo:**

- Comprobar que la capacitancia no cambia más allá de lo especificado en la sección 7.2.501.1 de NMX-J-615-5-ANCE.
- Comprobar que el factor de disipación cumple con lo especificado en la sección 7.2.501.2 de NMX-J-615-5-ANCE.

b) Procedimiento de la prueba:

- Para la medición de capacitancia se siguen las instrucciones descritas en la sección 7.2.501.1 de NMX-J-615-5-ANCE.
- Para la medición de factor de disipación se siguen las instrucciones descritas en la sección 7.2.501.2 de NMX-J-615-5-ANCE.

14.2.2.20 Prueba de aguante de impulsos cortados en terminales primarias**a) Objetivo:** Comprobar que los transformadores de medida, diferentes de los dispositivos GIS, sean capaces de aguantar una tensión de impulso por rayo cortado entre sus terminales primarias de acuerdo a la sección 5.3.3.2 de NMX-J-615-5-ANCE.**b) Procedimiento de la prueba:** Se deben seguir las instrucciones descritas en la sección 7.4.1 de NMX-J-615-1-ANCE y de NMX-J-615-5-ANCE.**14.2.2.21 Prueba de ferresonancia****a) Objetivo:** Comprobar que el diseño y construcción de un transformador capacitivo de tensión previene oscilaciones de ferresonancia sostenidas de acuerdo a la sección 6.502 de NMX-J-615-5-ANCE.**b) Procedimiento de la prueba:** Se siguen las instrucciones descritas en la sección 7.2.503 de NMX-J-615-5-ANCE.**14.2.2.22 Prueba de capacidad de aguante de corto circuito****a) Objetivo:** Comprobar que un transformador capacitivo de tensión aguanta los efectos de un corto circuito en las terminales de sus devanados secundarios de acuerdo a las secciones 6.501 y 7.2.502 de NMX-J-615-5-ANCE.**b) Procedimiento de la prueba:** Se siguen las instrucciones descritas en la sección 7.2.502 de NMX-J-615-5-ANCE-2017.**14.2.2.23 Prueba de hermeticidad del diseño de unidades capacitivas****a) Objetivo:** Comprobar la hermeticidad del diseño de unidades capacitivas de acuerdo a las secciones 6.1.4 de NMX-J-615-5-ANCE.**b) Procedimiento de la prueba:** Se siguen las instrucciones descritas en la sección 7.4.502 de NMX-J-615-5-ANCE.

14.2.2.24 Prueba de comprobación de ferresonancia

- a) **Objetivo:** Comprobar que el diseño y construcción de un transformador capacitivo de tensión cumple con las especificaciones de la sección 7.3.501 de NMX-J-615-5-ANCE.
- b) **Procedimiento de la prueba:** Se siguen las instrucciones descritas en la sección 7.3.501 de NMX-J-615-5-ANCE.

TÍTULO SEXTO**PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD****15. Procedimiento para la evaluación de la conformidad****15.1 Introducción**

El presente procedimiento para la evaluación de la conformidad establece las directrices que deberán observar los interesados que pretendan demostrar el cumplimiento con este proyecto de norma oficial mexicana, de los medidores y transformadores de instrumento por separado o integrado en un sistema de medición objetos del mismo.

El Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al comercio de la Organización Mundial del Comercio, contempla el compromiso de sus miembros de armonizar los procedimientos de evaluación de la conformidad, en el mayor grado posible, con las orientaciones o recomendaciones referentes a los procedimientos de evaluación de la conformidad de los organismos internacionales de normalización.

Para lo anterior, la Organización Mundial de Comercio, OMC, define que un procedimiento para la evaluación de la conformidad es “todo procedimiento utilizado, directa o indirectamente, para determinar que se cumplen las prescripciones pertinentes de los reglamentos técnicos o normas”.

15.2 Objetivo y campo de aplicación

Este Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad (PEC), tiene por objeto definir las directrices que deberán observar los interesados, para demostrar con fines oficiales, el cumplimiento con la NOM; así como las que deberán observar las personas acreditadas y aprobadas que intervienen en su evaluación de la conformidad.

15.3 Referencias

Para la correcta aplicación de este PEC es necesario consultar los siguientes documentos vigentes:

Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN)

Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (RLFMN)

Ley de la Industria Eléctrica (LIE)

Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica (RLIE)

NMX-CC-9001-IMNC-2015	Sistemas de gestión de la calidad- Requisitos (cancela a la NMX-CC-9001-IMNC-2008, sistemas de gestión de calidad-requisitos), declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación en 3 de mayo de 2016
NMX-EC-17025-IMNC-2006	Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración (Cancela a la NMX-EC-17025-IMNC-2000), declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de julio de 2006.
NMX-EC-17065-IMNC-2014	Evaluación de la conformidad-Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios (Cancela a la NMX-EC-065-IMNC-2000), declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2014.
NMX-Z-12/2-1987	Muestreo para la inspección por atributos-Parte 2: Método de muestreo, tablas y gráficas, declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de octubre de 1987.

15.4 Definiciones

Para los efectos de este PEC, se entenderá por:

15.4.1 Acta circunstanciada: Documento expedido por una unidad de verificación en cada una de las visitas de verificación de los sistemas de medición, en el cual se hará constar como mínimo: hora, día, mes y año del inicio y de la conclusión de la visita de verificación; nombre, denominación o razón social del usuario, calle y número, localidad o colonia, municipio o delegación, código postal y entidad federativa, en que se encuentre ubicado el lugar en que se practique la visita de verificación; dos testigos indicando nombre y cargo de la persona con quien se entiende la diligencia; y nombre y firma de quienes la llevaron a cabo y la información relativa a las no conformidades encontradas, así como los datos relativos a la actuación y declaración del visitado, si quisiera hacerla, mismos que documenta como evidencia objetiva de la evaluación de la conformidad con la NOM.

15.4.2 Ampliación de titularidad: Extensión de la propiedad y responsabilidad que el titular del Certificado tiene y otorga, a una persona física o moral, que él designe.

15.4.3 Aprobación del modelo o prototipo: Validación de la autoridad correspondiente respecto de un diseño de producto presentado por el desarrollador con base en las especificaciones de la(s) norma(s) aplicable(s). En caso de ser rechazado, el diseño deberá ser corregido para volver a ser sometido a consideración de la autoridad. Una vez aprobado el modelo o prototipo, se podrá empezar con la fabricación o comercialización del equipo.

15.4.4 Autoridad competente: La Secretaría de Economía (SE), la Comisión Reguladora de Energía (CRE), conforme a sus atribuciones.

15.4.5 Calibración: Operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación

Nota: Frecuentemente se interpreta que únicamente la primera etapa de esta definición corresponde a la calibración.

15.4.6 Cancelación del Certificado de conformidad del producto: Acto por medio del cual el organismo de certificación de producto deja sin efectos de modo definitivo Certificado de conformidad del producto.

15.4.7 Certificado de conformidad de producto (Certificado): Documento mediante el cual, la Secretaría o un organismo de certificación de producto (OCP) en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, hace constar que un producto cumple con las especificaciones establecidas en el presente proyecto y cuya validez del Certificado está sujeta a la visita de vigilancia respectiva.

15.4.8 Certificado de conformidad de sistema de gestión de la calidad (CCSGC): Documento mediante el cual, un organismo de certificación de sistemas de gestión de la calidad, acreditado, hace constar que un fabricante determinado, cumple con las especificaciones establecidas en la norma mexicana de calidad NMX-CC-9001-IMNC-2015 o la que la sustituya o la ISO 9001:2015 o la que la sustituya, y que incluye la línea de producción del producto cuyo certificado NOM se requiera y cuya validez del Certificado está sujeta a la visita de vigilancia respectiva.

15.4.9 Declaración bajo protesta: Manifestación por escrito del interesado de decir la verdad, de que el producto que se pretende importar y/o comercializar es del mismo tipo o familia, que las variantes que pudieran tener son de carácter estético o de apariencia, pero conservan las mismas características de diseño que aseguran el cumplimiento con la NOM.

15.4.10 Dictamen de verificación: Documento que acredita legalmente los resultados de la verificación, expedido por una unidad de verificación acreditada y aprobada o por la autoridad competente.

15.4.11 Documentación técnica del producto: Conjunto de documentos que amparan el producto que se desea certificar. La documentación técnica debe estar en posesión del interesado.

15.4.12 Error relativo (expresado en %): Cociente entre el error de indicación y la indicación proporcionada por un instrumento de referencia, multiplicado por 100.

15.4.13 Evaluación de la conformidad: La determinación del grado de cumplimiento con las normas oficiales mexicanas o la conformidad con las normas mexicanas, las normas internacionales u otras especificaciones, prescripciones o características. Comprende, entre otros, los procedimientos de muestreo, prueba, calibración, certificación y verificación.

15.4.14 Fabricante: Responsable del producto y/o diseño y/o fabricación del producto, con el fin de comercializarlo en los Estados Unidos Mexicanos.

15.4.15 Familia de productos: Grupo de productos del mismo tipo, en los que las variantes son únicamente de carácter decorativo o estético, pero que conservan las características de funcionamiento y propiedades mecánicas.

Nota: Una familia de productos puede definirse en función de una configuración completa de un producto, una lista de componentes o sub-ensambles más una descripción de la forma en que cada uno de los modelos que la componen, están contruidos. Todos los modelos que están incluidos en la familia tienen típicamente un diseño, construcción, partes o ensambles esenciales comunes para asegurar la conformidad con los requisitos aplicables.

15.4.16 Importador: Persona física o moral en términos del Código Civil Federal, que introduce un producto extranjero a los Estados Unidos Mexicanos, que debe asumir las obligaciones del fabricante.

15.4.17 Informe técnico: Documentación que incluye: listas de verificación, informes de resultados y, en su caso, el informe de incumplimientos fundamentados en la NOM y las evidencias objetivas efectuadas por el usuario.

15.4.18 Informe de evaluación del sistema de calidad: Documento que elabora un organismo de certificación, para hacer constar ante la Secretaría o el OCP, que el Sistema de Gestión de Calidad (SGC) de una empresa respecto a la línea de producción del producto certificado, contempla procedimientos documentados y registros que aseguran el cumplimiento del producto certificado con la NOM.

15.4.19 Informe de pruebas: Documento que emite un laboratorio de pruebas, mediante el cual se hacen constar los resultados obtenidos de las pruebas realizadas a un producto, conforme a las especificaciones establecidas en la Norma.

15.4.20 Informe de seguimiento: Documento elaborado y firmado el personal autorizado del organismo de certificación de producto, donde se hace constar los hallazgos de cada visita de seguimiento realizada.

15.4.21 Interesado: Toda persona física o moral legalmente establecida, la cual puede tener actividades tales como: fabricante, importador, comercializador y que solicita que se evalúe la conformidad de su producto.

15.4.22 Laboratorio de pruebas (LP): Persona acreditada y aprobada, en los términos establecidos por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, que tenga por objeto realizar actividades y pruebas (ensayos), conforme a lo establecido en la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006.

15.4.23 Lote. Conjunto de unidades de producto, del cual se toma la muestra para su inspección y se determina la conformidad con el criterio de aceptación. Cada lote debe estar constituido por unidades de producto de un solo tipo, clase, tamaño y composición, fabricados esencialmente bajo las mismas condiciones en el mismo espacio y tiempo.

15.4.24 Lista de verificación: Documentos que utiliza la UVAA, en la verificación del proyecto (examen de documentos) y en cada visita de verificación, como evidencia objetiva de la evaluación de la conformidad con la NOM.

15.4.25 Plano eléctrico: Representación gráfica de las diferentes partes de una instalación eléctrica, incluyendo **el sistema de alumbrado**.

15.4.26 Muestreo: Procedimiento mediante el cual, se seleccionan diversas unidades de un lote o población, a efecto de obtener cierta probabilidad o certidumbre en relación a las características del lote analizado.

15.4.27 Organismo de certificación de producto (OCP): Persona acreditada y aprobada, en los términos establecidos por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, que tenga por objeto realizar actividades de certificación, conforme a lo establecido en la norma NMX-EC-17065-IMNC-2014.

15.4.28 Personas acreditadas y aprobadas: Los organismos de certificación de producto, laboratorios de prueba, laboratorios de calibración y unidades de verificación o inspección, acreditados ante una entidad de acreditación y aprobados por la Secretaría para la evaluación de la conformidad de esta NOM.

15.4.29 Pruebas tipo: Las realizadas a una muestra tipo para fines de certificación o seguimiento.

15.4.30 Pruebas parciales: Ciertas pruebas de las señaladas en la norma aplicable realizadas a una muestra tipo para fines de seguimiento.

15.4.31 Pruebas especiales: Las definidas en el Apéndice A de esta NOM

15.4.32 Seguimiento: Evaluación de los productos mediante inspección ocular, muestreo, pruebas, investigación de campo o evaluación del sistema de control o gestión de la calidad, posterior a la expedición del certificado, para comprobar el cumplimiento con la NOM, así como las condiciones bajo las cuales se otorgó dicho certificado.

15.4.33 Servicios de certificación: Actividad realizada por un organismo de certificación de producto para otorgar, mantener, ampliar, suspender y cancelar el Certificado.

15.4.34 Suspensión del Certificado: Acto mediante el cual el OCP interrumpe la validez, de manera temporal, parcial o total, del Certificado.

15.4.35 Trazabilidad: Propiedad de un resultado de medida por la cual el resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medida.

15.4.36 Representante legal: Persona física o moral que actúa a nombre del propietario del inmueble, poseedor o usuario del inmueble donde se ubica la instalación eléctrica, de conformidad con el poder otorgado a su favor.

15.4.37 Usuario: Persona física o moral (pública o privada) que utiliza instrumentos de medición que sirvan de base para transacciones comerciales o para determinar la tarifa de un servicio, o para determinar el cumplimiento de otras obligaciones.

15.4.38 Unidad de verificación (UVAA): persona acreditada y aprobada, en los términos establecidos por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, que tenga por objeto realizar actividades de verificación o inspección conforme a lo establecido en la norma NMX-EC-17020-IMNC-2015.

15.4.39 Validez del certificado: Los certificados de conformidad tendrán validez cuando sean emitidos por Organismos de Certificación de Producto, o bien por la Secretaría, en términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y durante su vigencia, sirvan como medio para demostrar el cumplimiento del producto con la NOM.

15.4.40 Verificación: La constatación ocular o comprobación mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorio, o examen de documentos que se realizan para evaluar la conformidad en un momento determinado.

15.4.41 Verificación inicial: La verificación que, por primera ocasión y antes de su utilización para transacciones comerciales o para determinar la tarifa de un servicio, debe realizarse respecto de las propiedades de funcionamiento y uso de los instrumentos de medición, para determinar si operan de conformidad con las características metrológicas establecidas en la presente Norma Oficial Mexicana, siendo responsabilidad del Transportista y Distribuidor, realizar dicha verificación a través de UVAA acreditadas y aprobadas.

15.4.42 Verificación extraordinaria: La verificación que se realiza derivado de incumplimientos en la (s) verificaciones periódicas o en presencia de resultados anormales; tiene por objeto comprobar las propiedades de funcionamiento y uso de los instrumentos de medición para determinar si operan de conformidad con las características metrológicas o de funcionamiento establecidas en la presente norma oficial mexicana, y puede llevarse a cabo en laboratorios acreditados y aprobados. Ésta verificación es a petición de parte, puede ser solicitada por las autoridades competentes, transportistas, distribuidores, usuarios finales o suministradores.

15.4.43 Verificación periódica: La verificación que, una vez concluida la vigencia de la inicial, se debe realizar en los intervalos de tiempo que determine la Secretaría, respecto de las propiedades de funcionamiento y uso de los instrumentos de medición para determinar si operan de conformidad con las características metrológicas establecidas en la(s) norma(s) aplicable(s), siendo responsabilidad de los usuarios y de los suministradores de servicios de los mismos.

15.4.44 Visita de verificación: La visita que se efectúe al sitio donde se encuentre instalado el medidor, transformador de corriente y/o transformador de potencial, con el objeto de verificar su cumplimiento con la NOM.

15.4.45 Visita de seguimiento: La que realiza el OCP, con el fin de constatar que el producto sigue siendo conforme con la NOM bajo la cual fue otorgado el Certificado de conformidad de producto.

15.5 Disposiciones generales

15.5.1 La evaluación de la conformidad de los productos comprendidos en el alcance del presente Proyecto de NOM se divide en las tres etapas:

- I. Aprobación del modelo o prototipo;
- II. Certificación
- III. Verificación

15.5.2 Lo indicado en 15.5.1 aplica a los medidores y su software y transformadores de instrumentación (transformador de corriente y transformador de potencial).

15.5.3 El Transportista, Distribuidor, Suministradores y usuarios, conforme a sus atribuciones, deben atender y facilitar la aplicación de este PEC a las UVAA para los medidores y su software y transformadores de instrumentación que se instalen por primera vez y cuando requieran la verificación periódica o extraordinaria.

15.5.4 La evaluación de la conformidad debe realizarse por UVAA en la NOM conforme lo dispuesto en la LFMN.

15.5.5 El usuario debe solicitar la evaluación de la conformidad con la NOM a la UV de su preferencia, cuando lo requiera para dar cumplimiento a las disposiciones legales o para otros fines de su propio interés. Se recomienda al usuario, que lleve a cabo evaluaciones periódicas de sus instalaciones, para comprobar el grado de cumplimiento con las normas aplicables.

15.6 Aprobación de modelo o prototipo.

15.6.1 El interesado debe obtener en el módulo de información de la autoridad competente, en su sitio de Internet <http://www.gob.mx/se/>, en la delegación o subdelegación correspondiente, el formato de solicitud SE-04-002 "Aprobación del modelo o prototipo de instrumentos de medición y patrones sujetos a NOM previa a su comercialización." y su instructivo, en el cual se relacionan los documentos y requisitos necesarios para que se atienda la solicitud.

15.6.2 Los fabricantes extranjeros, deben anexar a la solicitud de certificación, copia del documento de la legal constitución de la persona moral que solicite el servicio apostillada, acompañada de su correspondiente traducción al español y tratándose de personas físicas, copia apostillada de una credencial o identificación oficial con fotografía.

15.6.3 Cada medidor, transformador de corriente y transformador de potencial, debe contar con las aprobaciones vigentes del modelo o prototipo de acuerdo a los resultados de las pruebas establecidas en el Título cuarto del presente Proyecto de NOM

15.6.4 Documentación

Para la obtención de la aprobación de modelo o prototipo, se debe presentarse a la Secretaría de Economía la información que se indica a continuación, la cual debe contener: La información para la aprobación de modelo o prototipo debe ser en idioma español o inglés, proporcionada por el fabricante. Cuando el idioma de origen sea diferente a éstos, se deberá presentar traducción al español o inglés por un perito certificado.

15.6.4.1 Medidor de energía activa y reactiva.

15.6.4.1.1 La documentación indicada en el numeral 10.2.1 de este Proyecto de NOM.

15.6.4.2 Documentación para el software del medidor

15.6.4.2.1 La documentación indicada en el numeral 10.2.1 de este Proyecto de NOM.

15.6.5 Tamaño de muestras para las pruebas de modelo o prototipo.

15.6.5.1 Medidores de energía activa, reactiva y con calidad de la potencia

El muestreo indicado en el numeral 10.2.3 de este Proyecto de NOM

15.6.5.2 Transformadores de corriente y transformadores de potencial

El muestreo indicado en el numeral 15.1, Muestreo de modelo de este Proyecto de NOM

15.6.6 Pruebas de laboratorio

15.6.6.1 Validación de software de medidores

El software debe cumplir con la protección de las propiedades metrológicas descritas en 7.6 de este Proyecto de NOM

15.6.6.1.1 Procedimiento

El procedimiento de validación consiste en una combinación de métodos de análisis y pruebas como se muestra en 10.2.4

15.6.6.2 Medidores de energía activa y reactiva.**15.6.6.2.1 Métodos de prueba**

Se especifican los métodos de pruebas que se aplican durante la aprobación del modelo o prototipo. Las pruebas se enuncian en la Tabla PEC 5.1 siguiente:

Tabla PEC 5.1-Pruebas a medidores de energía activa y reactiva.

No.	Prueba	Numeral
1	Determinación del error intrínseco inicial	10.3.1
2	Autocalentamiento.	10.3.2
3	Corriente de arranque	10.3.3
4	Prueba de estado sin carga.	10.3.4
5	Constantes del medidor	10.3.5
6	Pruebas para las magnitudes de influencia	10.4
7	Dependencia con la temperatura	10.4.1
8	Balance de carga.	10.4.2
9	Variación de tensión.	10.4.3
10	Variación de frecuencia.	10.4.4
11	Armónicos en los circuitos de tensión y corriente.	10.4.5
12	Variaciones de tensión severa.	10.4.6
13	Interrupción de una o dos fases	10.4.7
14	Subarmónicos en el circuito de corriente de C.A.	10.4.8
15	Armónicas en el circuito de corriente de C.A.	10.4.9
16	Secuencia de fase invertida (dos fases intercambiadas)	10.4.10
17	Inducción magnética continua de origen externo.	10.4.11
18	Campo magnético de origen externo.	10.4.11
19	Campo electromagnético radiados.	10.4.13
20	Disturbios conducidos, inducidos por campos de radiofrecuencia.	10.4.14
21	Señal de corriente continua en el circuito de corriente alterna.	10.4.15
22	Armónicos de orden alto	10.4.16
23	Campo magnético de origen externo.	10.5.2
24	Descargas electrostáticas.	10.5.3
25	Transitorios rápidos.	10.5.4
26	Decrementos súbitos de tensión e interrupciones de tensión.	10.5.5
27	Campos electromagnéticos de RF radiados.	10.5.6
28	Sobretensiones en líneas eléctricas de C.A.	10.5.7
29	Prueba de inmunidad de ondas oscilatorias amortiguadas.	10.5.8
30	Sobre-corriente de corta duración.	10.5.9
31	Tensión de impulso.	10.5.10
32	Falla a tierra.	10.5.13
33	Operación de dispositivos auxiliares.	10.5.14
34	Vibraciones.	10.6.1
35	Impacto.	10.6.2
36	Protección contra la luz solar.	10.6.3
37	Protección contra la entrada de polvo.	10.6.4
38	Temperaturas extremas-calor seco.	10.7.1
39	Temperaturas extremas-frío.	10.7.2
40	Calor húmedo	10.7.3
41	Calor húmedo, cíclico (condensado) para clases de humedad H2 y H3	10.7.4
42	Prueba de agua.	10.7.5
43	Prueba de durabilidad	10.7.6
45	Prueba de la condición sin carga	11.2.4
46	Arranque	11.2.5
47	Armónicas	11.4.2
48	Sobre-corriente de corta duración	11.5.1

15.6.6.3 Medidores con Calidad de la Potencia**15.6.6.3.1 Métodos de Prueba.**

Se especifican los métodos de pruebas que se aplican durante la aprobación del modelo o prototipo establecidas en este Proyecto de NOM. Las pruebas se enuncian en la Tabla PEC 5.2 siguiente:

Tabla PEC 5.2-Pruebas a medidores con calidad de la potencia

No.	Prueba	Numeral
1	Frecuencia	12.4.1
2	Valor de la tensión de suministro	12.4.2
3	Fluctuaciones de tensión (parpadeo)	12.4.3
4	Interrupciones, decrementos e incrementos repentinos en la tensión de suministro	12.4.4
5	Desbalance de la tensión de suministro	12.4.5
6	Armónicos de tensión	12.4.6
7	Inter-armónicas de tensión	12.4.7
8	Tensión de señalización en la red eléctrica	12.4.8
9	Medición de los parámetros de subdesviación y sobredesviación	12.4.9
10	Abanderamiento (de los datos)	12.4.10
11	Prueba de incertidumbre del reloj	12.4.11
12	Variaciones debidas a magnitudes de influencia externas	12.4.12
13	Variaciones rápidas de tensión	12.4.13
14	Valor de la corriente	12.4.14
15	Armónicas de corriente	12.4.15
16	Inter armónicas de corriente	12.4.16
17	Desbalance de corriente	12.4.17

15.6.6.4 Transformadores de potencial inductivo**15.6.6.4.1 Métodos de prueba**

15.6.6.4.1.1 Deben realizarse las pruebas establecidas en la Tabla 4.76 del numeral 14 de este Proyecto de NOM.

15.6.6.5 Transformadores de potencial capacitivo

15.6.6.5.1 Deben realizarse las pruebas establecidas en la Tabla 4.77 del Capítulo 14 de este Proyecto de NOM.

15.6.6.6 Transformadores de corriente

15.6.6.6.1 Deben realizarse las pruebas establecidas en la Tabla 4.76 del numeral 14 de este Proyecto de NOM.

15.6.6.6.2 Pruebas especiales.

Las definidas en el Apéndice normativo A

15.7 Certificación**15.7.1 Fase preparatoria.**

Para obtener el certificado de la conformidad del producto por un OCP, se estará a lo siguiente:

1. El interesado debe solicitar al OCP los requisitos o la información necesaria para iniciar con la prestación del servicio.
2. El OCP debe proporcionar al interesado y tener disponible cuando se le solicite, ya sea a través de publicaciones, medios electrónicos u otros medios, lo siguiente:
 - a) Solicitud de servicios de certificación;
 - b) Información acerca de las reglas y procedimientos para otorgar, mantener, ampliar, suspender y cancelar la certificación;
 - c) Información acerca del proceso de certificación relacionado con cada esquema de certificación de producto;
 - d) El listado completo de los laboratorios acreditados y aprobados con el presente Proyecto de NOM;
 - e) Contrato de prestación de servicios de certificación.

3. Con base en la información proporcionada por el OCP, el interesado debe elegir un laboratorio de pruebas, con objeto de someter a pruebas de laboratorio una muestra tipo. Las pruebas se realizarán bajo la responsabilidad del laboratorio de pruebas y del organismo de certificación de producto que reconozca los informes.
4. Una vez que el interesado ha analizado la información para la certificación proporcionada por el OCP debe presentar la solicitud debidamente documentada, una vez que haya firmado el contrato de prestación de servicios de certificación que celebre con el OCP, firmado en original por duplicado. El contrato debe ser firmado por el representante legal o apoderado de la empresa titular del certificado. Para acreditar dicha representación se debe presentar copia simple del acta constitutiva o poder notarial de dicho representante, y copia de identificación oficial.
5. El interesado es responsable de asegurar que el producto a comercializarse en los Estados Unidos Mexicanos, esté diseñado y fabricado, para cumplir los requisitos señaladas por el presente Proyecto de NOM.
6. Los interesados de otros países deben anexar a la solicitud de certificación, el contrato de prestación de servicios que celebre con el OCP, copia simple del documento legal que acredite la constitución de la persona moral que solicite el servicio acompañada de su correspondiente traducción al español y, tratándose de personas físicas, copia simple de una credencial o identificación oficial con fotografía.

15.7.2 Fase de certificación inicial

Para obtener el certificado de la conformidad del producto inicial por un OCP, se estará a lo siguiente:

15.7.2.1 Las pruebas de rutina se deben realizar al cien por ciento (100%) de los medidores, transformadores de corriente y de potencial que se pretendan comercializar para instalarse en el sistema eléctrico nacional.

15.7.2.2 Para el caso de medidores, el interesado debe entregar al OCP la documentación técnica de cada modelo del producto que integre la familia de acuerdo con lo establecido en el Apéndice B.

15.7.2.3 Para el caso de transformadores de corriente y potencial, el interesado debe entregar al OCP la documentación técnica de cada modelo del producto que integre la familia de acuerdo con lo establecido en el numeral B.3 del Apéndice B.

15.7.2.4 El OCP debe revisar que se presente la información completa, en caso de detectar alguna deficiencia en la misma, debe devolver al interesado la documentación, junto con una constancia en la que se indique con claridad la deficiencia que el interesado debe subsanar.

15.7.2.5 Agrupación de familias

15.7.2.5.1 Para la evaluación de la conformidad, los medidores de energía eléctrica se clasifican y agrupan por familia, de acuerdo con los criterios siguientes:

Mismo uso

- Centrales eléctricas
- Centros de carga
- Puntos de intercambio entre la RNT y la RGD

Mismo tipo de conexión

- Conectado directamente
- Conectado a través de transformador

Mismo tipo de medidor

- Medidor de energía activa y reactiva
- Medidor con calidad de la potencia

Misma instalación

- Interior
- Exterior

Mismo número de fases

- Monofásicos de dos hilos
- Bifásico de tres hilos
- Trifásico de cuatro hilos

Misma clase de exactitud

Misma frecuencia nominal

Mismo Intervalo de factor de potencia

- Desde 0,5 atrasado a 1
- Desde 0,5 adelantado a 1

Misma clase de ambiente

- H1
- H2
- H3

15.7.2.5.2 Para la evaluación de la conformidad, los transformadores de potencial se clasifican y agrupan por familia, de acuerdo con los criterios siguientes:

Mismo tipo de transformador de potencial

- Capacitivo
- Inductivo

Misma categoría de temperatura

- -25/40
- -25/55

Mismo sistema de puesta a tierra

- Neutro aliado
- De tierra resonante
- Con neutro sólidamente puesto a tierra
- Con neutro puesto a tierra a través de una impedancia

Misma clase de exactitud

Tabla PEC 5.3-Clase de exactitud, transformadores de potencial inductivo

Transformador de potencial	Clase de exactitud
Inductivo	0,2
Capacitivo	0,2

Misma frecuencia nominal

Misma tensión máxima de equipo

- 0,72 kV
- 1,2 kV
- 3,6 kV
- 7,2 kV
- 12 kV
- 17,5 kV
- 24 kV
- 36 kV
- 52 kV
- 72,5 kV
- 100 kV
- 123 kV
- 145 kV
- 170 kV
- 245 kV
- 300 kV
- 362 kV
- 420 kV
- 550 kV
- 880 kV

15.7.2.5.3 Para la evaluación de la conformidad, los transformadores de corriente se clasifican y agrupan por familia, de acuerdo con los criterios siguientes:

Mismo tipo de transformador de corriente

- Pedestal
- Boquilla o dona (bushing)
- Ventana

Misma clase de exactitud

- 0,2
- 0,2S
- 0,2RE

Misma tensión nominal del sistema

- 13.8 kV
- 23 kV
- 34.5 kV
- 69 kV
- 115 kV
- 138 kV
- 161 kV
- 230 kV
- 400 kV

Mismo tipo de servicio

- Interno
- Externo

15.7.2.6 Tamaño de la muestra

15.7.2.6.1 Para medidores, transformadores de corriente y transformadores de potencial, aplica el muestreo indicado en numeral 15.6.3.2

15.7.2.6.2 Sobre los especímenes que conforman la muestra tipo, se deben realizar las pruebas iniciales.

15.7.2.7 Pruebas iniciales.

15.7.2.7.1 Medidores.

Para los medidores de energía activa y reactiva las pruebas iniciales para fines de certificación son las establecidas en la Tabla PEC 5.4.

Tabla PEC 5.4-Pruebas iniciales aplicables a medidores de energía activa y reactiva.

No.	Prueba	Numeral
1	Determinación del error intrínseco inicial	10.3.1
2	Autocalentamiento.	10.3.2
3	Corriente de arranque	10.3.3
4	Prueba de estado sin carga.	10.3.4
5	Constantes del medidor	10.3.5
6	Pruebas para las magnitudes de influencia	10.4
7	Dependencia con la temperatura	10.4.1
8	Balance de carga.	10.4.2
9	Variación de tensión.	10.4.3
10	Variación de frecuencia.	10.4.4
11	Armónicos en los circuitos de tensión y corriente.	10.4.5
12	Variaciones de tensión severa.	10.4.6
13	Interrupción de una o dos fases	10.4.7
14	Subarmónicos en el circuito de corriente de C.A.	10.4.8
15	Armónicas en el circuito de corriente de C.A.	10.4.9
16	Secuencia de fase invertida (dos fases intercambiadas)	10.4.10

17	Inducción magnética continua de origen externo.	10.4.11
18	Campo magnético de origen externo.	10.4.12
19	Campo electromagnético radiados.	10.4.13
20	Disturbios conducidos, inducidos por campos de radiofrecuencia.	10.4.14
21	Señal de corriente continua en el circuito de corriente alterna.	10.4.15
22	Armónicos de orden alto	10.4.16
23	Campo magnético de origen externo.	10.5.2
24	Descargas electrostáticas.	10.5.3
25	Transitorios rápidos.	10.5.4
26	Decrementos súbitos de tensión e interrupciones de tensión.	10.5.5
27	Campos electromagnéticos de RF radiados.	10.5.6
28	Sobretensiones en líneas eléctricas de C.A.	10.5.7
29	Prueba de inmunidad de ondas oscilatorias amortiguadas.	10.5.8
30	Sobre-corriente de corta duración.	10.5.9
31	Tensión de impulso.	10.5.10
32	Falla a tierra.	10.5.13
33	Operación de dispositivos auxiliares.	10.5.14
34	Vibraciones.	10.6.1
35	Impacto.	10.6.2
36	Protección contra la luz solar.	10.6.3
37	Protección contra la entrada de polvo.	10.6.4
38	Temperaturas extremas-calor seco.	10.7.1
39	Temperaturas extremas-frío.	10.7.2
40	Calor húmedo	10.7.3
41	Calor húmedo, cíclico (condensado) para clases de humedad H2 y H3	10.7.4

15.7.2.7.2 Medidores con calidad de la potencia.

Para los medidores de energía con calidad de la potencia las pruebas iniciales para fines de certificación son las establecidas en la Tabla PEC 5.5.

Tabla PEC 5.5-Pruebas iniciales aplicables a medidores con calidad de la potencia

No.	Prueba	Numeral
1	Frecuencia	12.4.1
2	Valor de la tensión de suministro	12.4.2
3	Fluctuaciones de tensión (parpadeo)	12.4.3
4	Interrupciones, decrementos e incrementos repentinos en la tensión de suministro	12.4.4
5	Desbalance de la tensión de suministro	12.4.5
6	Armónicos de tensión	12.4.6
7	Inter-armónicos de tensión	12.4.7
8	Tensión de señalización en la red eléctrica	12.4.8
9	Medición de los parámetros de subdesviación y sobredesviación	12.4.9
10	Abanderamiento (de los datos)	12.4.10
11	Prueba de incertidumbre del reloj	12.4.11
12	Variaciones debidas a magnitudes de influencia externas	12.4.12
13	Variaciones rápidas de tensión	12.4.13
14	Valor de la corriente	12.4.14
15	Armónicas de corriente	12.4.15
16	Inter armónicas de corriente	12.4.16
17	Desbalance de corriente	12.4.17

15.7.2.7.3 Transformadores de corriente y potencial.

Para los transformadores de corriente las pruebas iniciales para fines de certificación, son las establecidas como pruebas prototipo del inciso 7.1 de la norma mexicana NMX-J-109-ANCE-2017 o la que la sustituya y las establecidas en el Apéndice normativo A.

Para los transformadores de potencial las pruebas iniciales para fines de certificación son las establecidas como pruebas prototipo en el inciso 7.2 de la norma mexicana NMX-J-615/1-ANCE-2017 o la que la sustituya.

Para los transformadores de potencial inductivos las pruebas iniciales para fines de certificación son las establecidas como pruebas prototipo en la Tabla 10 de la norma mexicana NMX-J-615/3-ANCE-2017 o la que la sustituya.

Para los transformadores de potencial capacitivos las pruebas iniciales para fines de certificación son las establecidas como pruebas prototipo en la Tabla 10 de la norma mexicana NMX-J-615/5-ANCE-2017 o la que la sustituya.

15.7.2.8 Pruebas parciales aplicables.**15.7.2.8.1 Medidores**

Para los medidores de energía activa y reactiva las pruebas parciales para fines de seguimiento son las establecidas en la Tabla PEC 5.6.

Tabla PEC 5.6-Pruebas parciales aplicables a medidores de energía activa y reactiva

No.	Prueba	Numeral
1	Determinación del error intrínseco inicial	10.3.1
2	Prueba de estado sin carga.	10.3.4
3	Constantes del medidor	10.3.5
4	Pruebas para las magnitudes de influencia	10.4
5	Variación de tensión.	10.4.3
6	Variación de frecuencia.	10.4.4
7	Armónicos en los circuitos de tensión y corriente.	10.4.5
8	Armónicas en el circuito de corriente de C.A.	10.4.9
9	Inducción magnética continua de origen externo.	10.4.11
10	Campo magnético de origen externo.	10.4.12
11	Campo electromagnético radiados.	10.4.13
12	Disturbios conducidos, inducidos por campos de radiofrecuencia.	10.4.14
13	Señal de corriente continua en el circuito de corriente alterna.	10.4.15
14	Armónicos de orden alto	10.4.16
15	Campo magnético de origen externo.	10.5.2
16	Descargas electrostáticas.	10.5.3
17	Transitorios rápidos.	10.5.4
18	Decrementos súbitos de tensión e interrupciones de tensión.	10.5.5
19	Campos electromagnéticos de RF radiados.	10.5.6
20	Sobretensiones en líneas eléctricas de C.A.	10.5.7
21	Prueba de inmunidad de ondas oscilatorias amortiguadas.	10.5.8
22	Sobre-corriente de corta duración.	10.5.9
23	Tensión de impulso.	10.5.10
24	Falla a tierra.	10.5.13

Para los medidores de energía con calidad de la potencia las pruebas parciales para fines de seguimiento son las establecidas en la Tabla PEC 5.7.

Tabla PEC 5.7-Pruebas parciales aplicables a medidores con calidad de la potencia

No.	Prueba	Numeral
1	Frecuencia	12.4.1
2	Valor de la tensión de suministro	12.4.2
3	Fluctuaciones de tensión (parpadeo)	12.4.3
4	Desbalance de la tensión de suministro	12.4.5
5	Armónicos de tensión	12.4.6
6	Inter-armónicos de tensión	12.4.7
7	Tensión de señalización en la red eléctrica	12.4.8
8	Medición de los parámetros de subdesviación y sobredeviación	12.4.9
9	Prueba de incertidumbre del reloj	12.4.11
10	Variaciones debidas a magnitudes de influencia externas	12.4.12
11	Variaciones rápidas de tensión	12.4.13
12	Armónicas de corriente	12.4.16
13	Desbalance de corriente	12.4.17

15.7.2.8.2 Transformadores de corriente y potencial.

Para los transformadores de corriente las pruebas parciales para fines de seguimiento, de acuerdo con el esquema de certificación aplicable, son las establecidas como pruebas prototipo del inciso 7.1 de la norma mexicana NMX-J-109-ANCE-2017 o la que la sustituya.

Para los transformadores de potencial las pruebas parciales para fines de seguimiento, de acuerdo con el esquema de certificación aplicable, son las establecidas como pruebas prototipo del inciso 7.2 de la norma mexicana NMX-J-615/1-ANCE-2017 o la que la sustituya.

Para los transformadores de potencial inductivos las pruebas parciales para fines de seguimiento, de acuerdo con el esquema de certificación aplicable, son las establecidas como pruebas prototipo en la Tabla 10 de la norma mexicana NMX-J-615/3-ANCE-2017 o la que la sustituya.

Para los transformadores de potencial capacitivos las pruebas parciales para fines de seguimiento, de acuerdo con el esquema de certificación aplicable, son las establecidas como pruebas prototipo en la Tabla 10 de la norma mexicana NMX-J-615/5-ANCE-2017 o la que la sustituya.

15.7.2.8.3 Tiempo de respuesta a la solicitud de los servicios de certificación será en un plazo máximo de siete días hábiles, contados a partir del día hábil siguiente a la fecha de ingreso de la solicitud de certificación.

15.7.2.8.4 El OCP debe informar al interesado, a través de comunicados, las desviaciones detectadas durante el proceso de certificación. El tiempo de respuesta para que el OCP analice las acciones derivadas de los comunicados, a fin de atender las desviaciones detectadas que ingrese el solicitante, será de siete días hábiles. Los tiempos de respuesta serán contados a partir del día hábil siguiente a la fecha de ingreso de las correcciones derivadas del comunicado.

15.7.2.8.5 En caso de que el OCP emita un comunicado en el que se informe de desviaciones en la documentación ingresada, el interesado tendrá un plazo de 90 días naturales, a partir del día siguiente en que el interesado haya sido notificado para subsanar las deficiencias manifestadas, en caso de no hacerlo, en el plazo establecido, el OCP genera un documento en el cual manifieste el motivo por el cual no otorgó la certificación y lo notificará al interesado, dando por terminado el trámite.

15.7.2.8.6 Los OCP deben mantener permanentemente informada a la autoridad competente de los certificados de la conformidad de producto que expidan.

15.7.3 Esquemas de certificación de la conformidad del producto.

Para obtener el CCP, el interesado puede optar por los esquemas de certificación de producto señalados a continuación:

15.7.3.1 Puede optar por los esquemas de certificación, con base a pruebas iniciales, señalados en 15.7.5.1 y 15.7.5.2;

15.7.3.2 Puede optar por el esquema de certificación con base a la gestión del producto y del proceso de producción, señalados en 15.7.5.3;

15.7.3.3 En caso de un lote de productos, debe aplicar el esquema de certificación señalado en 15.7.5.4.

15.7.4 Vigencia del certificado de la conformidad del producto.

La vigencia los certificados de la conformidad del producto estará sujeta al cumplimiento y mantenimiento de las condiciones bajo las cuales fue otorgado. Con base en lo anterior, se establece lo siguiente:

15.7.4.1 La vigencia de los certificados de la conformidad del producto obtenidos mediante el esquema 15.7.5.1 es de un año y podrán ser renovados por el mismo periodo, con base en el seguimiento correspondiente a éste.

15.7.4.2 La vigencia de los certificados de la conformidad del producto obtenidos mediante el esquema 15.7.5.2 es de dos años y podrán ser renovados por el mismo periodo, con base en el seguimiento correspondiente a éste.

15.7.4.3 La vigencia de los certificados de la conformidad del producto obtenidos mediante el esquema 15.7.5.3 es de tres años y podrán ser renovados, con base en el seguimiento correspondiente.

15.7.4.4 La vigencia de los certificados de la conformidad del producto obtenidos mediante el esquema 15.7.5.4 es únicamente mientras se comercialice el lote certificado, y no podrán ser renovados.

Los términos de la vigencia del certificado de la conformidad del producto deberán señalarse en el mismo.

15.7.5 Esquemas de certificación de producto.

El presente PEC debe aplicarse con apego a los esquemas de certificación de producto que se señalan a continuación.

15.7.5.1 Esquema de certificación con seguimiento del producto en punto de distribución.

Se basa en el procedimiento de pruebas de laboratorio tanto para la certificación inicial como en los seguimientos del producto, que se realizan en la bodega o punto de distribución.

15.7.5.1.1 Los requisitos a cumplir para ingresar la solicitud de certificación de producto son los siguientes:

- a) Documentación técnica correspondiente, de acuerdo con el Apéndice normativo B, según corresponda;
- b) Informe de pruebas tipo emitido por laboratorio de pruebas conforme al número de muestras 15.6.3.1 o 15.6.3.2;
- c) Carta compromiso en la que se señale y se asuma la responsabilidad de que la muestra tipo presentada es representativa de la familia de productos a certificar. El interesado es responsable de informar de cualquier cambio en el producto, una vez que esté certificado;
- d) El interesado puede optar por presentar muestras tipo por duplicado para su uso como muestra testigo para ser utilizadas en caso de duda o para realizar nuevamente las pruebas tipo;
- e) Solicitud de certificación.

15.7.5.1.2 Con base en los requisitos establecidos en 15.7.5.1.1, el OCP inicia con el proceso de certificación de producto, para lo cual, debe llevar a cabo lo siguiente:

- a) Determinación de los requisitos por medio de las pruebas de tipo y evaluación;
- b) Evaluación del informe de pruebas tipo;
- c) Decisión sobre la certificación;
- d) Autorización de uso del certificado de la conformidad del producto;
- e) Se hacen al menos dos seguimientos con pruebas tipo durante la vigencia del certificado probando una muestra tipo del producto certificado; el primero debe iniciarse antes del sexto mes y el segundo antes del décimo mes a partir de que se emite el certificado de conformidad.

Para el caso de una familia de equipos o sistemas, debe probarse al menos un modelo representativo de ésta, que no sea el mismo modelo que se sometió a pruebas tipo en la certificación inicial, la muestra tipo se toma al azar en la bodega o punto de distribución del titular del certificado.

15.7.5.2 Esquema de certificación con seguimiento del producto en fábrica.

Abarca el proceso de producción y se basa en el procedimiento de pruebas tipo tanto en la certificación inicial como en el seguimiento el cual se realiza en fábrica.

15.7.5.2.1 Los requisitos a cumplir para ingresar la solicitud de certificación de producto son los siguientes:

- a) Documentación técnica correspondiente, de acuerdo con el Apéndice normativo B, según corresponda;
- b) Homogeneidad de la producción conforme a lo establecido en Apéndice normativo C;

- c) Informe de pruebas tipo emitido por laboratorio de pruebas conforme al número de muestras 15.6.3.1 o 15.6.3.2;
- d) Carta compromiso en la que se señale y se asuma la responsabilidad de que la muestra tipo presentada es representativa de la familia de producto a certificar. El interesado será responsable de informar de cualquier cambio en el producto, una vez que esté certificado;
- e) El interesado podrá optar por presentar muestras tipo por duplicado para su uso como muestra testigo para ser utilizadas en caso de duda o para realizar nuevamente las pruebas tipo;
- f) Solicitud de certificación.

15.7.5.2.2 Con base en los requisitos establecidos en 15.7.5.2.1, el OCP inicia con el proceso de certificación de producto, para lo cual debe llevar a cabo lo siguiente:

- a) Determinación de los requisitos por medio de pruebas de tipo y evaluación;
- b) Evaluación del informe de pruebas tipo;
- c) Decisión sobre la certificación;
- d) Autorización de uso del certificado de la conformidad del producto;
- e) El interesado debe optar por una de las opciones de seguimiento del OCP, durante la vigencia del certificado de conformidad, siguientes:
 - Un seguimiento con pruebas de tipo, éste debe realizarse antes del décimo quinto mes a partir de que se emite el certificado de conformidad.
 - Dos seguimientos con pruebas parciales, probando una muestra tipo, el primero debe iniciarse antes del décimo mes y el segundo antes del décimo quinto mes a partir de que se emite el certificado de conformidad.

Para el caso de una familia de equipos o sistemas, debe probarse al menos un modelo representativo de ésta, que no sea el mismo modelo que se sometió a pruebas tipo en la certificación inicial, la muestra tipo se toma al azar en la bodega o fábrica del titular del certificado

15.7.5.3 Esquema de certificación con gestión del proceso de producción.

Abarca la fase de producción y se basa en el procedimiento de pruebas tipo, con evaluación y aprobación de las medidas tomadas por el fabricante para el control de la calidad de los procesos de producción.

15.7.5.3.1 Los requisitos a cumplir para ingresar la solicitud de certificación de producto son los siguientes:

- a) Documentación técnica correspondiente, de acuerdo con el Apéndice normativo B, según corresponda;
- b) Informe de pruebas tipo emitido por laboratorio de pruebas conforme al número de muestras 15.6.3.2;
- c) Carta compromiso en la que se señale y se asuma la responsabilidad de que la muestra tipo presentada es representativa del producto a certificar. El interesado será responsable de informar de cualquier cambio en el producto, una vez que esté certificado;
- d) El interesado podrá optar por presentar muestras tipo por duplicado para su uso como muestra testigo para ser utilizadas en caso de duda o para realizar nuevamente las pruebas tipo;
- e) Certificado vigente del sistema de gestión del proceso de producción;
- f) Informe de validación del sistema de gestión del proceso de producción (en los términos señalados en el Apéndice normativo E);
- g) Solicitud de certificación.

15.7.5.3.2 Con base en los requisitos establecidos en 15.7.5.3.1, el OCP inicia con el proceso de certificación de producto, para lo cual debe llevar a cabo lo siguiente:

- a) Determinación de los requisitos por medio de pruebas de tipo y evaluación;
- b) Evaluación inicial del sistema de gestión del proceso de producción por parte del OCP. Se genera el Informe de evaluación del sistema de gestión de la calidad de la línea de producción, en el Apéndice normativo E;
- c) Evaluación del informe de pruebas tipo e informe de evaluación;
- d) Decisión sobre la certificación;

- e) Autorización de uso del certificado de la conformidad del producto;
- f) Se evalúa anualmente el sistema de gestión de la calidad de la línea de producción;
- g) Se hace al menos dos seguimientos con pruebas parciales, durante la vigencia del certificado probando una muestra tipo, el primero debe iniciarse antes del décimo mes y el segundo antes del décimo quinto mes a partir de que se emite el certificado de conformidad.

Para el caso de una familia de productos, debe probarse un modelo representativo de ésta, preferentemente que no sea el que se sometió a pruebas en la certificación inicial.

Se toman muestras tipo en fábrica, seleccionadas de la producción del fabricante antes de su expedición.

Para efectos del seguimiento las pruebas parciales al producto se aplicarán, siempre y cuando éste no haya presentado cambios al diseño originalmente certificado;

15.7.5.4 Esquema de certificación por lote

Abarca la fase de producción o comercialización con evaluación y aprobación de un lote de productos con muestreo estadístico e identificación de cada producto del lote.

15.7.5.4.1 Los requisitos a cumplir para ingresar la solicitud de certificación de producto son los siguientes:

- a) Documentación técnica correspondiente, de acuerdo con el Apéndice normativo B, según corresponda;
- b) Informe de pruebas tipo emitido por un laboratorio de pruebas, acreditado y aprobado de las muestras tipo tomadas por el OCP;
- c) Solicitud de certificación;
- d) Declaración del alcance de lote mediante identificación única de los productos a certificar.

15.7.5.4.2 Con base en los requisitos establecidos en 15.7.5.4.1, el OCP inicia con el proceso de certificación de producto, para lo cual debe llevar a cabo lo siguiente:

- a) Determinación de los requisitos por medio de pruebas de tipo y evaluación;
- b) Decisión sobre la emisión del certificado del lote;
- c) Autorización de uso del certificado cumplimiento;
- d) El muestreo de producto deberá sujetarse a lo indicado en la Norma Mexicana NMX-Z-12-2 o la que la sustituya, de la cual se tomará como base el plan de muestreo sencillo para inspección normal y considerando lo siguiente:
 - Para productos nuevos el muestreo que se lleve a cabo deberá ser con un Nivel de Inspección Especial S-1 y un nivel de calidad aceptable (NCA) de 2,5;
 - Para productos no nuevos el muestreo que se lleve a cabo deberá ser con un Nivel de Inspección Especial S-3 y un nivel de calidad aceptable (NCA) de 2,5.
- e) El certificado de la conformidad del producto debe identificar cada uno de los números de serie o datos de identificación de los productos del lote certificados;
- f) En este procedimiento no se considera el seguimiento a menos que haya una denuncia que evidencie incumplimiento, o que la autoridad solicite que se lleve a cabo una verificación al producto.

15.7.6 Seguimiento

15.7.6.1 Los certificados de la conformidad del producto otorgados y las ampliaciones de titularidad estarán sujetos a la visita de seguimiento por parte de la autoridad competente o el OCP de acuerdo con los esquemas de certificación de producto señalados en el inciso 15.7.5.

15.7.6.2 El OCP debe tener procedimientos para re-evaluar, en caso de cambios que afecten significativamente el diseño o especificación del producto o cambios en las normas aplicables al producto certificado en los términos que señala la NMX-EC-17065-IMNC-2014 o la que la sustituya.

15.7.6.3 De cada visita de seguimiento realizado por el OCP o la autoridad competente se expedirá un informe de seguimiento, sea cual fuere el resultado, que será firmado por el representante del OCP, y el titular del certificado si hubiere intervenido. La falta de participación del titular en el seguimiento o su negativa a firmar el informe, no afectará su validez.

15.7.6.4 Las visitas de seguimiento que lleve a cabo la autoridad competente y el OCP, se practicarán únicamente por personal autorizado correspondiente.

15.7.6.5 El titular del certificado tendrá la obligación de permitir el acceso y proporcionar las facilidades necesarias al personal de la autoridad competente o del OCP, en los términos del contrato de prestación de servicio que hayan suscrito con el OCP.

15.7.6.6 En los informes de seguimiento se hará constar:

- a)** Nombre, denominación o razón social del titular del certificado;
- b)** Hora, día, mes y año en que inicie y en que concluya el seguimiento;
- c)** Calle, número, población o colonia, municipio o delegación, código postal y entidad federativa en que se encuentre ubicado el lugar en que se practique la visita;
- d)** Número y fecha del oficio de comisión que la motivó;
- e)** Nombre y cargo de la persona con quien se entendió la visita de seguimiento;
- f)** Datos relativos a los productos relacionados en el seguimiento y en su caso las muestras tipo seleccionadas para envío a pruebas;
- g)** Datos relativos a la actuación;
- h)** Declaración del visitado, si quisiera hacerla, y
- i)** Nombre y firma de quienes intervinieron en la diligencia, incluyendo los de quien la llevó a cabo.

15.7.6.7 En caso de denuncia que evidencie algún incumplimiento de un producto certificado, se deben efectuar los seguimientos necesarios adicionales para evaluar el cumplimiento de dicho producto.

15.7.7 Toma de muestras tipo

15.7.7.1 Durante las visitas de seguimiento, se recabarán las muestras tipo en la cantidad necesaria, conforme a lo establecido en 15.7.2.6.1.

15.7.7.2 Las muestras tipo se seleccionarán al azar y por personal autorizado del OCP.

15.7.7.3 Los especímenes se guardarán o asegurarán, en forma tal que no sea posible su violación sin dejar huella.

15.7.7.4 Las muestras tipo podrán recabarse de los establecimientos en que se realice el proceso de fabricación o alguna fase del mismo, invariablemente previa orden por escrito o previo escrito de comisión, y de acuerdo con el esquema de certificación.

Si las muestras tipo se recabasen en punto de venta se notificará al titular del certificado para que, si lo desean, presencie la toma de muestras y las pruebas tipo que se efectúen.

15.7.7.5 Durante la visita de seguimiento y en caso de ser requerido por el titular del certificado las muestras tipo podrán recabarse por duplicado, quedando, en su caso, éstas en resguardo del titular del certificado visitado, de acuerdo a lo establecido en 15.7.7.3.

15.7.7.6 Sobre un tanto de la muestra tipo, se harán las pruebas tipo o parciales de seguimiento, cuyo informe debe ser presentado al OCP a más tardar 30 días naturales posteriores a la emisión del mismo y dentro de la vigencia del certificado de la conformidad del producto, si de ésta muestra se desprende que el producto cumple con el presente Proyecto de NOM quedará sin efecto el otro tanto de la muestra tipo y a disposición del titular del certificado.

15.7.7.7 De contar con otro tanto de la muestra tipo recabada en la visita de seguimiento, requerida por el titular del certificado y en caso de incumplimiento del primer tanto de la muestra tipo, se podrán repetir las pruebas tipo o parciales sobre la segunda muestra previa aprobación de la autoridad competente o del OCP, dentro del término de cinco días hábiles siguientes al comunicado del OCP, de no solicitarse se ratifica el resultado de la primera evaluación.

15.7.7.8 Podrán efectuarse estas segundas pruebas, bajo la responsabilidad del OCP y a elección del interesado en el mismo laboratorio o en otro acreditado y aprobado. Si en estas segundas pruebas se demostrase que el producto cumple satisfactoriamente con el presente Proyecto de NOM se tendrá por desvirtuado el primer resultado. Si no las cumple, por confirmado.

15.7.7.9 De los resultados del seguimiento correspondiente de acuerdo a cada esquema de certificación, el OCP determinará la suspensión, cancelación o renovación del certificado de la conformidad del producto.

15.7.7.10 El OCP mantendrá permanentemente informadas a las autoridades correspondientes sobre los certificados de la conformidad del producto que renueven, suspendan o cancelen y de los seguimientos que realicen.

15.7.7.11 Los gastos que se originen por los servicios de certificación y seguimiento, y por las pruebas de laboratorio, por actos de evaluación de la conformidad, serán a cargo de la persona a quien se efectúe ésta conforme a lo establecido en el artículo 91 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

15.7.7.12 La autoridad competente o el OCP según corresponda, mensualmente debe elaborar de forma confidencial su programa de seguimiento, determinando aleatoriamente las fechas en que deben efectuarse las visitas de seguimiento.

15.7.7.13 Las visitas de seguimiento aleatorias deben efectuarse los días programados sin aviso previo y en caso de que al momento de la toma de muestras se hace sobre producto que se encuentre en punto de venta y de no encontrarse, se acuerda con los titulares de los certificados una fecha para realizar la visita de seguimiento, misma que no debe exceder de 1 mes a partir de ese momento.

15.7.8 Suspensión, cancelación y renovación del certificado de la conformidad del producto.

Sin perjuicio de las condiciones contractuales de la prestación del servicio de certificación, las autoridades competentes y los OCP deben aplicar los supuestos siguientes para suspender o cancelar un certificado de la conformidad del producto.

15.7.8.1 Se procederá a la suspensión del certificado de la conformidad del producto:

- a) Por incumplimiento con aspectos de marcado o información comercial.
- b) Cuando el seguimiento no pueda llevarse a cabo por causas imputables al titular del certificado.
- c) Cuando el titular del certificado no presente al OCP el informe de pruebas derivado de las visitas de seguimiento, 30 días naturales contados partir de la fecha de emisión del informe de pruebas y dentro la vigencia del certificado de la conformidad del producto.
- d) Por cambios o modificaciones a las especificaciones o diseño de los productos certificados que no hayan sido evaluados por causas imputables al titular del certificado.
- e) Cuando la autoridad competente lo determine con base en el artículo 112, fracción V de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 102 de su Reglamento.
- f) Cuando se cuente un segundo tanto de la muestra tipo para corroborar o desvirtuar el resultado de la primera evaluación.

15.7.8.1.1 Sin perjuicio de lo dispuesto en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, la suspensión debe ser notificada al titular del certificado, otorgando un plazo de 30 días naturales para hacer las aclaraciones pertinentes o subsanar las deficiencias del producto o del proceso de certificación. Pasado el plazo otorgado y en caso de que no se hayan subsanado los incumplimientos, la autoridad competente o el OCP procederá a la cancelación inmediata del certificado de la conformidad del producto.

15.7.8.1.2 En cualquiera de los supuestos establecidos en 15.7.8.1, se procederá con la suspensión de los certificados de la conformidad del producto de los titulares y los certificados derivados de las ampliaciones de titularidad.

15.7.8.2 Se procederá a la cancelación inmediata del certificado de la conformidad del producto:

- a) En su caso, por cancelación o pérdida de vigencia del certificado del sistema de gestión de la calidad de la línea de producción, cuando aplique.
- b) Cuando se detecte falsificación o alteración de documentos relativos a la certificación.
- c) A petición del titular de la certificación, siempre y cuando se hayan cumplido las obligaciones contraídas en la certificación, al momento en que se solicita la cancelación.
- d) Cuando se incurra en declaraciones engañosas en el uso del certificado de la conformidad del producto.
- e) Por incumplimiento con especificaciones del presente Proyecto de NOM aplicable, que no sean aspectos de marcado o información comercial y en caso de no contar con otro tanto de la muestra tipo, a que se refiere el inciso f) de 15.7.8.1.
- f) Una vez notificada la suspensión, no se corrija el motivo de ésta en el plazo establecido
- g) Cuando la autoridad competente lo determine con base en el artículo 112, fracción V de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 102 de su Reglamento.
- h) Se hayan efectuado modificaciones al producto sin haber notificado al OCP correspondiente.
- i) No se cumpla con las características y condiciones establecidas en el certificado.
- j) Los informes de prueba pierdan su utilidad o se modifiquen o dejen de existir las circunstancias que dieron origen al mismo, previa petición de parte.

15.7.8.2.1 En cualquiera de los supuestos establecidos en 15.7.8.2, se procederá a la cancelación inmediata de los certificados de la conformidad del producto de los titulares y los certificados derivados de las ampliaciones de titularidad.

15.7.8.2.2 En todos los casos de cancelación se procede a dar aviso a las autoridades correspondientes, informando los motivos de ésta. El OCP mantendrá el expediente de los productos con certificados de la conformidad del producto cancelados por incumplimiento con el presente Proyecto de NOM correspondiente, durante 5 años.

15.7.8.2.3 Cuando un certificado de la conformidad del producto sea cancelado, todo tipo de ampliaciones que se derivan de éste deben ser canceladas.

15.7.8.2.4 Cuando un certificado de la conformidad del producto sea cancelado, se debe retirar la contraseña oficial tanto del producto como de todo el material de propaganda en que se haga referencia a la certificación y la autoridad competente o el OCP según corresponda, deben requerir la devolución del certificado en original autógrafo, en caso de no contar con él, una declaración del titular del certificado, en la que se haga constar que es responsable del mal uso que pueda darse al certificado de la conformidad del producto cancelado.

15.7.8.2.5 Cuando un certificado de la conformidad del producto sea cancelado por alguno de los casos contemplados en el presente apartado y el titular del certificado desee hacer un nuevo trámite de certificación relativo al producto que estuvo amparado por el certificado cancelado, se debe ajustar a un plan de muestreo obligatorio de acuerdo con lo establecido en el inciso e) del numeral 15.7.5.5.2, realizado por la autoridad competente o el OCP según corresponda, para la aplicación de cualquiera de los esquemas de certificación de producto contemplados en este documento.

15.7.9 Renovación del certificado de la conformidad del producto.

Para obtener la renovación de un certificado de la conformidad del producto en el esquema de certificación que resulta aplicable, excepto para el esquema de certificación por lote, se procederá conforme a lo siguiente.

15.7.9.1 Deberán presentarse los documentos siguientes:

- a) Solicitud de renovación.
- b) Actualización de la información técnica debido a modificaciones en el producto en caso de haber ocurrido.

15.7.9.2 La renovación estará sujeta a lo siguiente:

- a) Haber cumplido en forma satisfactoria con los seguimientos y pruebas correspondientes.
- b) Que el OCP compruebe que se mantienen las condiciones del esquema de certificación, bajo la cual se emitió el certificado de la conformidad del producto inicial.

15.7.9.3 Una vez renovado el certificado de la conformidad del producto, se estará sujeto a los seguimientos indicados en los esquemas de certificación de producto bajo los cuales se renovó, así como las disposiciones aplicables del presente PEC.

15.7.10 Ampliación, modificación o reducción del alcance del certificado de la conformidad de producto.

Los titulares del certificado pueden solicitar a las autoridades competentes y a los OCP, sin perjuicio de las especificaciones del presente Proyecto de NOM, la ampliación, modificación o reducción del alcance y titularidad del certificado de la conformidad de producto, y se estará a lo siguiente:

15.7.10.1 Ampliación, modificación o reducción del alcance del certificado de la conformidad de producto.

15.7.10.1.1 Una vez otorgado el certificado de la conformidad del producto se puede ampliar, reducir o modificar su alcance, esquema de certificación a petición del titular del certificado, siempre y cuando se demuestre que se cumple con los requisitos del presente Proyecto de NOM aplicable, o bien, con los requisitos del nuevo esquema de certificación. Esto puede realizarse mediante análisis documental y, de ser el caso, pruebas tipo o parciales.

15.7.10.1.2 El titular del certificado puede ampliar, modificar o reducir los alcances de los certificados de la conformidad del producto, modelos, marcas, especificaciones técnicas o domicilios, países de origen o procedencia, entre otros, siempre y cuando se cumpla con los criterios generales en materia de certificación y correspondan a la misma familia de productos.

15.7.10.1.3 Los certificados de la conformidad del producto que se expidan por solicitud de ampliación serán vigentes hasta la misma fecha que los certificados de cumplimiento a que correspondan.

15.7.10.1.4 Para ampliar, modificar o reducir el alcance del certificado de la conformidad del producto, se deben presentar los documentos siguientes:

- a) Información técnica que justifique los cambios solicitados y que demuestre el cumplimiento con las especificaciones establecidas en el presente Proyecto de NOM, con los requisitos de agrupación de familia y con el esquema de certificación correspondiente.

- b) En caso de que el producto sufra alguna modificación, el titular del certificado deberá notificarlo al OCP correspondiente, para que se compruebe que continúa cumpliendo con el presente Proyecto de NOM.

Nota: Para propósitos de la evaluación de la conformidad como una familia de productos, se deben consultar las características de agrupación establecidas en el inciso 15.7.2.6.1.

15.7.10.2 Ampliación de titularidad del certificado de la conformidad del producto.

15.7.10.2.1 El titular del certificado podrá ampliar la titularidad de los certificados de la conformidad del producto a los interesados que designe. Para obtener una ampliación de titularidad, tanto los titulares como los beneficiarios de la ampliación de dichos certificados deberán aceptar su corresponsabilidad. Asimismo, los beneficiarios deberán establecer un contrato con el OCP, en los mismos términos que el titular del certificado.

15.7.10.2.2 Los certificados de la conformidad de producto emitidos como consecuencia de una ampliación de titularidad quedarán con la responsabilidad compartida que se derive del certificado ampliado.

15.7.10.2.3 Los certificados de la conformidad de producto emitidos como consecuencia de una ampliación de titularidad podrán contener la totalidad de modelos y marcas del certificado del que derivan, o bien una parcialidad de éstos.

15.7.10.2.4 Los certificados de la conformidad de producto que se expidan por ampliación de titularidad serán vigentes hasta la misma fecha que el certificado del que derivan.

15.7.10.2.5 La vigencia de los certificados de la conformidad de producto que se expidan por ampliación de titularidad estará sujeta al resultado de la visita de seguimiento del certificado titular y de los ampliados, de acuerdo a lo establecido en el inciso 15.7.6.4 del este PEC.

15.7.10.2.6 Los documentos que debe presentar el interesado, para fines de una ampliación de titularidad, son:

- a) Copia de certificado de la conformidad de producto.
- b) Solicitud de ampliación.
- c) Declaración escrita con firma autógrafa del titular del certificado en la que señale ser responsable solidario del uso que se le da al certificado de la conformidad de producto solicitado y, en su caso, que informará oportunamente a la autoridad competente al OCP, cualquier anomalía que detecte en el uso del certificado por sus importadores, distribuidores o comercializadores.

15.7.10.2.7 El titular del certificado debe notificar a la autoridad competente o al OCP según corresponda, por escrito, cuando cese la relación con sus importadores, distribuidores y comercializadores para la cancelación de los certificados de las ampliaciones de titularidad respectivas y adjuntar una declaración del titular del certificado, en la que se haga constar que es responsable del mal uso que pueda darse a los certificados cancelados o bien la devolución de los originales, a más tardar 10 días naturales posteriores al cese de la relación.

15.8 Verificación

15.8.1 Generalidades

15.8.1.1 Es obligatoria la verificación de los instrumentos de medición que se utilicen en transacciones comerciales, en toda la República Mexicana.

Los Transportistas y Distribuidores deberán verificar a través de UVAA, cuando menos una vez cada tres años, los instrumentos de medición instalados para asegurar que se ajusten a la exactitud establecida en la norma oficial mexicana.

Esta verificación se llevará a cabo de manera presencial a una muestra de la población, para lo cual se aplicará la metodología indicada en el numeral 15.8.6.1.

15.8.1.2 Se considerando como criterio de homogeneidad lotes por cada año de fabricación.

15.8.1.3 La verificación inicial y periódica debe llevarse a cabo únicamente por UVAA, ante quienes los Transportistas, Distribuidores, Suministradores y usuarios deberán presentar la solicitud correspondiente.

15.8.1.4 Las verificaciones extraordinarias de los instrumentos de medición, deben llevarse a cabo únicamente por UVAA, ante quienes los usuarios o suministradores de servicio deben presentar la solicitud correspondiente.

El acto de verificación debe realizarse en condiciones que no afecte la continuidad de un servicio de suministro eléctrico o la inyección de potencia por parte de centrales eléctricas.

Para mantener dicha continuidad, se debe considerar lo siguiente:

- a) Centrales eléctricas y Centros de carga interconectadas y conectadas en tensiones iguales o superiores a 69 kV, el Cenace, el Transportista y la UVAA, se coordinarán para establecer las fechas en que realizarán la verificación considerando los periodos de mantenimiento preferentemente.

Nota: La regulación técnica vigente emitida por la Comisión en materia de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad del Sistema Eléctrico Nacional, establece las obligaciones y coordinación que deben mantener las centrales eléctricas, centros de carga, Transportistas y Distribuidores con el Cenace para el correcto control operativo del Sistema Eléctrico Nacional.

- b) Centrales eléctricas y Centros de carga interconectadas y conectadas en tensiones superiores a 1 kV y menores a 69 kV, el Cenace, el Distribuidor y la UVAA, se coordinarán para establecer las fechas en que realizarán la verificación considerando los periodos de mantenimiento preferentemente.

15.8.1.5 Centrales eléctricas y Centros de carga interconectadas y conectadas en tensiones inferiores a 1 kV, la UVAA, realizará la verificación con la posible presencia del Distribuidor.

15.8.1.6 Cuando el usuario final considere que el medidor que le instaló el Transportista y Distribuidor por cuenta del Suministrador no mide adecuadamente, podrá solicitar al suministrador o Transportista, según corresponda, que efectúe las verificaciones que procedan en su presencia o de la persona que para tal efecto designe dicho usuario final.

15.8.1.7 La UVAA y personal del Transportista y Distribuidor necesario para la realización de la verificación al medidor, transformador de corriente y transformador de potencial instalados en campo, deben tener libre acceso a los inmuebles, locales e instalaciones de los usuarios a fin de dar cumplimiento con la orden de visita y será obligación de los usuarios, consumidores o propietarios correspondientes, en su caso, prestar todas las facilidades para que se practique dicha visita de verificación, y dar las instrucciones a sus representantes o personal a su cargo, para que no opongan obstáculo alguno a dicha verificación.

El método a utilizar para la verificación a los medidores en campo, es el de comparación con un patrón de trabajo con calibración vigente, con el medidor a verificar con trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, haciendo uso de una carga artificial para proporcionar una corriente eléctrica de valor determinado en la Tabla PEC 5.6, la cual debe hacerse circular a través de las bobinas de corriente eléctrica del patrón de trabajo y medidor bajo prueba.

15.8.2 Seguridad

Las siguientes actividades de manera enunciativa, mas no limitativa, deben realizarse en la realización de los actos de verificación por parte una UVAA.

15.8.2.1 Antes de iniciar los trabajos, el personal de la UVAA y personal participante deben planear la maniobra, observando las medidas preventivas de seguridad e higiene que establecen los Reglamentos y las Normas Oficiales Mexicanas expedidas por las autoridades competentes además de las de los Transportistas, Distribuidores o Contratistas¹, así como las que se indiquen para la prevención de riesgos de trabajo, siendo obligatorio utilizar el equipo de seguridad personal completo: ropa de trabajo, guantes, gafas protectoras, casco con barboquejo, botas dieléctricas y deben abstenerse de portar objetos metálicos personales.

15.8.2.2 Realizar una revisión ocular general que incluya al medidor, 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.

15.8.2.3 Se debe constatar que en el área de trabajo no existan condiciones inseguras que pongan en riesgo la integridad física del personal de la UVAA o instalaciones en el transcurso de los trabajos que se realicen.

15.8.2.4 Guardar las distancias de seguridad respecto a partes energizadas.

15.8.2.5 Donde existan transformadores de corriente, se deben extremar precauciones para evitar dejar abierto el circuito secundario de éstos.

15.8.2.6 Se debe delimitar el área de trabajo con conos, cinta, barreras que impidan el paso a personas o vehículos ajenos, para garantizar que ninguna persona cruce por el área acordonada y pueda ocasionar o sufrir un accidente.

¹ Contratista en términos de la Ley de la Industria Eléctrica

15.8.3 Sellos físicos

15.8.3.1 El Transportista y Distribuidor a través de sus procedimientos de control de medidores y sellos, instalará por primera vez, retirará y sustituirá, según corresponda, los sellos físicos que aseguran la integridad del medidor y la conexión a su base. Deben llevar a cabo el registro y control de los sellos instalados por primera vez, retirados y sustituidos cuando así ocurra en las verificaciones. En el informe técnico de la verificación, se asentará el código o número de los sellos físicos instalados por primera vez, retirados y sustituidos.

15.8.3.2 El Transportista y Distribuidor a través de su sistema de numeración y codificación de medidores registrará y mantendrá trazabilidad de los medidores verificados, ya sea en la verificación inicial, periódica o extraordinaria, y los tendrá disponibles a la Secretaría de Economía y la Comisión.

15.8.3.3 El Transportista, coordinará junto con el Cenace, el programa de verificaciones para centrales eléctricas y centros de carga instalados en tensiones igual o superiores a los 69 kV.

15.8.3.4 Deberán reportar de manera anual a la Secretaría de Economía y a la Comisión el registro de los medidores y sellos que han sido retirados y su correspondiente destino final.

15.8.4 Requisitos para el acta circunstanciada

Se debe emitir un acta circunstanciada por cada medidor que sea verificado por una UVAA. El acta deberá contener como mínimo la siguiente información:

- i. número de identificación inequívoco
- ii. la dirección o lugar en el cual el medidor fue verificado;
- iii. la fecha de la verificación;
- iv. los números de identificación del medidor;
- v. el nombre del fabricante del medidor;
- vi. la clase, el tipo o el diseño del contador;
- vii. descripción e identificación de todos los aparatos de medición utilizados para verificar el medidor;
- viii. el nombre y la dirección del propietario del medidor;
- ix. los errores, si los hay, del medidor en todos los puntos probados,
- x. el nombre y la firma de la persona que expida el acta circunstanciada.

15.8.4.1 La verificación de un medidor que se haya hecho por medios estadísticos sobre la base del muestreo, el acta expedido debe incluir, además de la información requerida en el numeral 15.8.4.1, una identificación o listado de

- a. del lote, y
- b. los medidores probados.

15.8.4.2 De conformidad con lo dispuesto en 15.8.4.1 y 15.8.4.2, se debe incluir la siguiente información en el dictamen de la verificación:

- a) Si el medidor se sometió a una verificación inicial o periódica.
- b) En el caso de los medidores equipados con iniciadores de pulsos, el valor del pulso asociado con el pulso de salida para cada iniciador, así como el tipo o forma de pulso.
- c) El estado de conformidad del medidor con respecto a los requerimientos de este Proyecto de NOM.
- d) El año en que el medidor se debe verificar nuevamente.
- e) Todos los parámetros operacionales, incluidos los siguientes:
 - (i) multiplicador de medidor (o multiplicadores, si se aplican multiplicadores diferentes para diferentes funciones)
 - (ii) Tensión nominal
 - (iii) Corriente nominal
- f) cuando la verificación se realice por el método de muestreo:
 - (i) el número de identificación del lote
 - (ii) el número de medidores del lote
 - (iii) los valores estadísticos determinados a partir de los errores de los medidores de la muestra
 - (iv) el estado de conformidad

- g) Tipo de medidor de demanda.
- h) Configuración del elemento.
- i) Una lista o referencia a una lista de los parámetros metrológicos que hubiera sido alterado del estado de funcionamiento normal del medidor para facilitar la verificación eficiente.
- j) Una lista o referencia a una lista de las funciones aprobadas para las cuales el medidor ha sido programado.
- k) Revisión del firmware.

15.8.4.3 El acta circunstanciada debe servir como registro formal del estado de verificación del medidor y será mantenido por el Transportista y Distribuidor.

15.8.5 Verificación inicial

15.8.5.1 Se debe considerar lo establecido en el numeral 15.6.1. Para asegurar el correcto registro de la energía que se consume o inyecta al sistema eléctrico, todos los medidores deben ser calibrados por un laboratorio acreditado y aprobado, antes de su instalación, con el propósito de comprobar que los medidores cumplen con su clase de exactitud exigida en los requerimientos metrológicos de los Títulos Segundo, Tercero y Cuarto de este Proyecto de NOM.

15.8.5.2 Para el caso de medidores monofásicos y bifásicos que se instalan en suministros de baja tensión, la calibración consiste en la calibración de una muestra estadística del lote de medidores previamente seleccionado por el Transportista y Distribuidor, con el propósito de asegurar que se conservan las condiciones metrológicas al ser recibidos por el Transportista y Distribuidor. La selección de muestras y el plan de muestreo indexado se muestra en 15.8.6.2

15.8.5.3 Para el caso de medidores trifásicos, las calibraciones se deben llevar a cabo en todos los medidores que reciba el Transportista y Distribuidor.

15.8.5.4 Medidores

15.8.5.4.1 Documental

15.8.5.4.1.1 La verificación se debe llevar a cabo en forma individual. En todos los casos, los medidores deben cumplir con los requisitos establecidos en el presente Proyecto de NOM y los errores máximos permitidos base de la Tabla 1.5.

15.8.5.4.1.2 La revisión de la información documental tiene por objetivo que la UVAA verifique que la información siguiente está completa:

15.8.5.4.2 Pruebas para el medidor de energía activa, reactiva y de calidad de la potencia

15.8.5.4.2.1 Estado de calibración

La unidad de verificación debe contar con un sistema de medición trazable a los patrones nacionales, con la incertidumbre suficiente (de al menos cuatro veces mejor) para verificar los medidores bajo prueba y cuya vigencia de la calibración sea válida.

15.8.5.4.2.2 Comprobación de la conformidad

Se debe comprobar que los medidores hayan sido fabricados de conformidad con las pruebas del Título quinto de este Proyecto de NOM y que se cuenta con la documentación de aprobación de modelo o prototipo.

15.8.5.4.2.3 Calentamiento

Es necesario calentar el medidor antes de la operación completa. La duración del periodo de calentamiento depende del modelo del medidor y se debe determinar de antemano. Durante la prueba del error intrínseco inicial, se debe permitir que el medidor se estabilice en cada nivel de corriente antes de la toma de las mediciones por un periodo no superior a los 5 minutos. El orden de los puntos de prueba debe ser 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 será de 10 min, incluido el tiempo de estabilización.

15.8.5.4.2.4 Programa mínimo de pruebas para energía activa.

El programa consiste en:

- a) Comprobación sin carga;
- b) Comprobación de la corriente inicial (arranque);
- c) Dependencia de la corriente;
- d) Comprobación del registro.

Se deben utilizar las salidas de prueba (pulsos) para las pruebas de los requerimientos de exactitud, se debe realizar una prueba para asegurar que la relación entre el registro de energía básica y la(s) salida(s) de prueba correspondiente cumple con la especificación del fabricante.

La prueba debe realizarse pasando una cantidad de energía E por el medidor, donde $E \geq E_{\min}$, según se indica en 10.3.5.

La energía que pasa por el medidor debe calcularse utilizando el número de pulsos de la salida de prueba; se determinar la diferencia relativa entre esta energía y la energía registrada. Esta diferencia relativa no debe ser mayor que un décimo del error máximo permitido base.

Esta prueba se realizará a una única corriente arbitraria $I \geq I_{tr}$.

15.8.5.4.2.5 Pruebas para el medidor de energía reactiva

a) Comprobación sin carga

Para esta prueba, no debe existir corriente en el circuito de corriente. La prueba se debe realizar en U_{nom} .

Para medidores con salida de prueba, la salida del medidor no debe producir más de un pulso.

El periodo mínimo de prueba Δt debe ser el especificado en 11.2.4.

Un medidor con más de un modo de conexión se probará en todos los modos. Sin embargo, si la prueba se realiza en sitio en un medidor instalado, sólo se debe probar el modo real de conexión.

Para medidores operados con transformador con registros nominales primarios donde el valor de k (y, posiblemente, U_{nom}) están dados como valores del primario, la constante k (y U_{nom}) debe(n) ser recalculados para que correspondan a valores del secundario (de tensión y de corriente).

b) Comprobación de la corriente de arranque

La prueba se debe realiza en I_{st} y factor de potencia unitario.

Para la verificación inicial de los medidores producidos por otros medios, bastará con que el medidor opere continuamente cuando se aplica la corriente de arranque (véase el procedimiento de prueba del punto 11.2.5).

Un medidor con más de un modo de conexión se probará en todos los modos. Sin embargo, si la prueba se realiza en sitio en un medidor instalado, sólo se debe probar el modo real de conexión.

c) Dependencia de la corriente.

Los medidores deben cumplir con los requerimientos de exactitud de la Tabla 1.7. Como mínimo, éstos se deben verificar a las siguientes corrientes:

- $I_{\min}$, $\text{seno}(\varphi) = 1$;
- $10\% I_b$ o $10\% I_n$, $\text{seno}(\varphi) = 1$;
- $10\% I_b$ o $10\% I_n$, $\text{seno}(\varphi) = 0.5$
- $10\% I_b$ o $10\% I_n$, $\text{seno}(\varphi) = -0.5$
- $100\% I_b$ o $100\% I_n$, $\text{seno}(\varphi) = 1$;
- $100\% I_b$ o $100\% I_n$, $\text{seno}(\varphi) = 0.5$
- $100\% I_b$ o $100\% I_n$, $\text{seno}(\varphi) = -0.5$
- $I_{\max}$, $\text{seno}(\varphi) = 1$;
- $I_{\max}$, $\text{seno}(\varphi) = 0.5$
- $I_{\max}$, $\text{seno}(\varphi) = -0.5$

Para los medidores con modos de conexión alternativos, como las conexiones monofásicas para medidores de fase polifásica o medidores que se utilizan como medidores bifásicos, esta prueba se debe realizar por separado para cada modo de conexión.

d) Comprobación del registro

Cuando se utilizan la(s) salida(s) de prueba (pulsos) para las pruebas de los requerimientos de exactitud, se debe realizar una prueba para asegurar que la relación entre el registro de energía básica y la(s) salida(s) de prueba correspondiente cumple con la especificación del fabricante.

15.8.5.4.2.6 Pruebas para el medidor con calidad de la potencia.

- a)** Calidad de la potencia en tensión;
- b)** Distorsión armónica total (DAT) de tensión y
- c)** Medición de armónicos de tensión hasta el armónico de orden 50:

La fuente de tensión debe ser programada de acuerdo a los valores individuales de amplitud de las Armónicas de la 1 a la 50 (ver Tabla PEC 5.8). El medidor bajo prueba debe ser sometido a pruebas de medición de amplitud individual de armónica y de DAT.

Criterio de cumplimiento: El medidor bajo prueba debe tener un error relativo de amplitud de tensión y de DAT menor que el establecido en la Tabla PEC 5.8 siguiente:

Tabla PEC 5.8. Valores individuales de amplitud de las Armónicas de la 1 a la 50

Armónicos	Frecuencia	Desviación máxima del error relativo de Amplitud durante la Verificación	Desviación máxima del error relativo de DAT durante la Verificación
(n)	(Hz)	(%)	(%)
1	60	1.0	1.0
2	120	1.0	
3	180	1.0	
4	240	1.0	
5	300	1.0	
6	360	1.0	
7	420	1.0	
8	480	1.0	
9	540	1.0	
10	600	1.0	
11	660	1.0	
12	720	1.0	
13	780	1.0	
14	840	1.0	
15	900	1.0	
16	960	1.0	
17	1020	1.0	
18	1080	1.0	
19	1140	1.0	
20	1200	1.0	
21	1260	1.0	
22	1320	1.0	
23	1380	1.0	
24	1440	1.0	
25	1500	1.0	
26	1560	1.0	
27	1620	1.0	
28	1680	1.0	
29	1740	1.0	
30	1800	1.0	
31	1860	1.0	
32	1920	1.0	
33	1980	1.0	
34	2040	1.0	
35	2100	1.0	
36	2160	1.0	
37	2220	1.0	
38	2280	1.0	

39	2340	1.0
40	2400	1.0
41	2460	1.0
42	2520	1.0
43	2580	1.0
44	2640	1.0
45	2700	1.0
46	2760	1.0
47	2820	1.0
48	2880	1.0
49	2940	1.0
50	3000	1.0

15.8.5.4.3 Requerimiento de patrones de medición a usarse en la verificación en campo

15.8.5.4.3.1 Características básicas.

- Una relación de exactitud respecto al medidor bajo prueba mínima de 4 a 1; y
- 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.

15.8.5.4.3.2 Capacidades del medidor patrón.

Se deben considerar las capacidades de los patrones de medición a utilizarse siguientes:

- Simultáneamente en dos canales separados: Tensión a 120 V 60 Hz, Corriente en el intervalo de 1 A a 30 A 60 Hz, ángulo de fase 0° a 360° (para medición de energía “entregando” y “recibiendo”).
- Armónicos en tensión hasta el armónico 50 de acuerdo a la Tabla PEC 5.8. Componente fundamental de tensión igual a 120 V, 60 Hz
- Distorsión armónica total en tensión de acuerdo a la Tabla PEC 5.8.
- Medir cuatro cuadrantes, por el método de medición de energía por pulsos, con incertidumbre relativa de calibración vigente máxima de 0.05%, con capacidad de operar de +15°C a +35°C, cuando se realicen mediciones en ambiente cerrado dentro de una subestación a temperatura ambiental de 23°C ± 5°C.
- Calidad de la potencia en tensión, medición de armónicos de tensión hasta el armónico de orden 50 de acuerdo a la Tabla PEC 5.8 con Incertidumbre menor o igual a 1.0 %.
- Distorsión armónica total (DAT) de tensión de acuerdo a la Tabla PEC 5.8 con Incertidumbre menor o igual a 1.0 %.

15.8.5.4.4 Criterio general de aceptación.

15.8.5.4.4.1 Generalidades

En la verificación, el resultado de las pruebas debe comprobarse la conformidad del medidor, transformador de potencial o transformador de corriente, se examina por medio de mediciones para comprobar si un medidor cumple o no cumple con los requerimientos especificados.

Para el caso de la verificación inicial, el requerimiento es del 1.0 % para medidores de la clase 0.5 y del 0.4 % para medidores de la clase 0.2 en las pruebas manifestadas para las mediciones de energía activa y reactiva.

El Proyecto de NOM, establece las pruebas de conformidad se realicen con el procedimiento de dos etapas, tal y como se recomienda en la norma NMX-CH-10576-1-IMNC-2007.

Cuando se lleva a cabo un procedimiento de dos etapas, deben tenerse los procedimientos apropiados para evaluar la consistencia de los resultados de medición de las dos etapas, considerando la incertidumbre del resultado de medición. Esto implica que la contribución de la incertidumbre de todas las etapas en el proceso de medición debe tomarse en consideración.

El intervalo de incertidumbre del resultado de medición utilizado para determinar la conformidad de los requerimientos debe basarse en una cobertura de al menos el 95%. El resultado de la medición deberá corregirse para todos los equipos de prueba o las tendencias o derivas de los patrones de medición antes de determinar la conformidad.

15.8.5.4.4.2 Procedimiento de dos etapas.**Etapas 1**

Realizar el procedimiento de medición y calcular la incertidumbre de los resultados de medición.

La conformidad para los requisitos puede asegurarse si, y solo si, el intervalo de la incertidumbre de medición está dentro de la región de valores permisibles.

La segunda etapa de la prueba debe realizarse si, y solo si, el intervalo de la incertidumbre de medición obtenida en la primera etapa incluye a uno de los límites de la región de valores permisibles.

Etapas 2

Realizar el procedimiento de medición una vez más y determinar una combinación apropiada de los dos resultados de medición para conformar el resultado final de medición junto con la incertidumbre de dicho resultado.

La conformidad de los requisitos puede asegurarse si, y solo si, el intervalo de incertidumbre del resultado final de la medición está dentro de la región de valores permisibles.

Si la conformidad puede asegurarse, después de la primera o de la segunda etapa, puede sostenerse lo establecido en 15.8.5.4.4.2.1.

Nota 1: El intervalo de incertidumbre se puede considerar también dentro de la región de valores permisibles cuando uno de los límites del intervalo de incertidumbre coincide con uno de los límites de la región de valores permisibles.

Si el intervalo de incertidumbre para el resultado de la medición está incluido completamente en la región de valores no permisibles, ya sea después de la primera etapa o después de la segunda etapa, entonces la no conformidad con los requisitos puede sostenerse de acuerdo a lo establecido en 15.8.5.4.4.2.2.

Nota 2: El intervalo de incertidumbre se puede considerar también dentro de la región de valores no permisibles cuando uno de los límites del intervalo de incertidumbre coincide con uno de los límites de la región de valores permisibles.

Cuando el valor del intervalo de incertidumbre determinado después de la etapa 2 incluye un límite de la región de valores permisibles, el resultado de la prueba de conformidad no es concluyente y puede sostenerse lo establecido en 15.8.5.4.4.3.3.

Nota 3: Los procedimientos de medición utilizados en las dos etapas no necesariamente tienen que ser idénticos. La combinación apropiada de los resultados a partir de la primera y la segunda etapa, también incluye situaciones donde, por ejemplo, solo el resultado de la segunda etapa se utiliza como resultado final de la medición.

15.8.5.4.4.3 Acta de resultados del aseguramiento de la conformidad

Una afirmación con base en mediciones puede ser incorrecta, debido a la variabilidad en las mediciones. El diseño del procedimiento de medición y el procedimiento de prueba deberán tomar esto en cuenta dentro del acta de la verificación.

Cuando se reporta el resultado de la verificación, las expresiones cualitativas de garantía de la conformidad, de la no conformidad o de una prueba no concluyente proporcionadas en 15.8.5.4.4.3.1, 15.8.5.4.4.3.2 y 15.8.5.4.4.3.3 deben complementarse con toda la evidencia técnica que sostiene la expresión cualitativa empleada.

15.8.5.4.4.3.1 Garantía de conformidad

Siempre que el intervalo de incertidumbre de los resultados de las mediciones esté dentro de la región de valores permisibles (véase 15.8.5.4.4.1 y 15.8.5.4.4.2) puede asegurarse la conformidad.

15.8.5.4.4.3.2 Garantía de no conformidad

Siempre que el intervalo de incertidumbre de los resultados de las mediciones esté dentro de la región de valores no permisibles (véase 15.8.5.4.4.1 y 15.8.5.4.4.2), puede asegurarse la no conformidad.

15.8.5.4.4.3.3 Resultados no concluyentes

Siempre que no sea posible asegurar la conformidad ni la no conformidad con los requisitos de acuerdo con 15.8.5.4.4.1 o 15.8.5.4.4.2, el resultado de la prueba de conformidad será no concluyente.

15.8.5.5 Pruebas para los transformadores de corriente y transformadores de potencial.

Tiene como objetivo comprobar que los transformadores de corriente y transformadores de potencial recién instalados y aquellos que hayan sido reparados o cambiados, cumplen los requisitos de exactitud para propósitos de facturación de energía eléctrica. Adicionalmente, asegura que su funcionamiento es el adecuado para entrar en funcionamiento.

El programa de verificación consta de la realización de las siguientes pruebas:

- a) Prueba de comprobación de exactitud conforme a 14.3.5 de este Proyecto de NOM.
- b) Prueba de resistencia de aislamiento conforme a 15.8.5.5.1 de este Proyecto de NOM.

15.8.5.5.1 Prueba de resistencia de aislamiento.

Objetivo de la prueba.

Comprobar que la resistencia de aislamiento de los transformadores de corriente y transformadores de potencial sea de al menos 50 GΩ para asegurar su operación.

Procedimiento de la prueba.

Se cortocircuitan las terminales del devanado primario y secundario en forma independiente conforme a las figuras 5.1 y 5.2 del numeral 15.8.6.7.

Empleando un equipo probador de aislamiento, que aplique una tensión de prueba de 2.5 kV, se medirá la resistencia de aislamiento entre:

- a) Las terminales primarias y las terminales secundarias.
- b) Las terminales primarias y tierra.
- c) Las terminales secundarias y tierra.

Las lecturas obtenidas deberán ser iguales o mayores a 50 GΩ.

15.8.5.6 Verificación del firmware

Se debe comprobar que el firmware del medidor sea idéntico a la versión identificada y declarada en la aprobación de modelo o prototipo.

Los medidores aprobados con software modificable o parámetros legalmente relevantes serán verificados para asegurar que el código hash generado por el medidor sea idéntico al identificado en la aprobación de modelo o prototipo.

15.8.5.7 Verificación del software legalmente relevante.

Se debe verificar en sitio, la identificación del software durante el funcionamiento del medidor, la validez del ajuste y la conformidad con el modelo aprobado. La verificación del software al menos incluirá:

- Un examen de la conformidad del software con la versión aprobada (p. ej. la verificación del número de versión y de la suma de comprobación);
- Un examen de la compatibilidad de la configuración con la configuración mínima declarada, si así consta en el certificado de aprobación;
- Un examen de la configuración correcta de las entradas/salidas del instrumento de medida en el software cuando su asignación sea un parámetro específico de dispositivo;
- Un examen para verificar si los parámetros específicos del dispositivo (especialmente los parámetros de ajuste) son correctos.

15.8.5.8 Condiciones de referencia para las calibraciones y verificaciones iniciales, periódicas o extraordinarias en un laboratorio.

Las condiciones de referencia y las condiciones de carga para las calibraciones, verificaciones iniciales, periódicas o extraordinarias en un laboratorio de calibración, están dadas en las Tablas PEC 5.9 y PEC 5.10.

Tabla PEC 5.9- Condiciones de referencia y sus tolerancias para las calibraciones, verificaciones iniciales, periódicas y extraordinarias.

Cantidad	Condiciones de referencia	Tolerancia
Tensión	U_{nom}	$\pm 2 \%$
Temperatura Ambiente	23 °C	$\pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$
Frecuencia	f_{nom}	$\pm 0,5 \%$
Forma de Onda	Sinusoidal	$d \leq 2 \%$
Inducción magnética de origen externo a la frecuencia de referencia	0T	$B \leq 0.1 \text{ mT}$
Campos electromagnéticos de radiofrecuencia 30 kHz-6 GHz	0 V/m	$< 2 \text{ V/m}$
Secuencia de fase para medidores polifásicos	L1, L2, L3	-
Balance de carga	La misma corriente en todos los circuitos de corriente	$\pm 5 \%$ y $\pm 5^{\circ}$ (ángulo de fase)

Tabla PEC 5.10- Condiciones de carga y sus tolerancias en las pruebas para las verificaciones iniciales y subsiguientes.

Condición	Rango	Tolerancias
Corriente(s)	Rango de corriente del dispositivo bajo prueba	Clase C, D: $\pm 10 \%$
Factor de Potencia	Rango de factor de potencia del dispositivo bajo prueba	Diferencia de fase de corriente a voltaje $\pm 5^{\circ}$

15.8.5.9 Sellado

Se debe verificar en el medidor la operación de los sellos del software. Una vez finalizadas las pruebas y si los resultados fueron satisfactorios debe proceder al sellado físico del medidor de acuerdo con 15.8.3.

15.8.6 Verificación periódica.

Se debe llevar a cabo una verificación periódica con el propósito de extender el periodo de validez de la verificación de los medidores de energía, por parte de la entidad legalmente responsable de los medidores. Deberá solicitar a las UVAA el servicio de verificación, notificando a la CRE, DGN y CENACE del programa anual de verificación periódica.

La verificación periódica por muestreo se debe realizar en tiempo antes de la expiración del periodo de validez de la verificación inicial para que, en caso de incumplimiento de los requerimientos expuestos en el Título segundo del presente Proyecto de NOM, todos los medidores que formen parte del lote puedan ser retirados de la red antes de la expiración del periodo de validez de la verificación y sean sustituidos por medidores calibrados.

La selección de los medidores de la muestra y la verificación de los mismos sólo podrán ser efectuadas por el Transportista y Distribuidor.

Con el propósito de contar con un control sobre los medidores el Transportista y Distribuidor deberán tener disponible en todo momento la información relevante de los medidores (el número de serie del medidor, su lugar donde está instalado y toda la información necesaria), así como la fecha de vigencia de su verificación.

15.8.6.1 Procedimiento general.**15.8.6.1.1 Del Transportista y Distribuidor.**

Adicional al proceso indicado en el Reglamento de Ley de la Industria Eléctrica, Capítulo III, el Transportista y Distribuidor deben:

- a) Solicitar las licencias, libranzas y permisos operativos ante Cenace, llevar a cabo las maniobras necesarias que permitan realizar la verificación en condiciones operativas seguras.

- b) Realizar las actividades de control antes del inicio de la verificación. Las actividades de control están dirigidas a recabar los datos básicos de los elementos del sistema de medición con el fin de asegurar que los trabajos se desarrollen de manera ordenada, considerando lo siguiente:
 - i. Número de medidor y sus lecturas de consumos y demandas;
 - ii. Código de medidor (debiendo constatar la congruencia respecto al sistema de medición y a la tarifa aplicable y a las funcionalidades de la Tablas 1.1 y 1.2 de la presente norma.
 - iii. Multiplicador de lecturas (relación de transformación de los transformadores de instrumento) debiendo cotejar con el registro de facturación;
 - iv. Revisar condiciones de los sellos conforme a 15.8.3, constatando que los números, en su caso, correspondan con los instalados inicialmente de la última revisión y prueba efectuada.
- c) En su caso, mantener habilitado y operando en medidor de respaldo.
- d) Retirar sellos físicos del medidor, registrando este retiro en su sistema de administración de sellos físicos.
- e) Verificar ocularmente la instalación y reportar la existencia de anomalías o instalaciones no permitidas.
- f) Atestiguar la verificación del medidor donde tenga que estar presente.
- g) Realizar las maniobras operativas, desconexiones, conexiones necesarias de las tablillas de conexiones asociadas al transformador de corriente y transformador de potencial.
- h) Una vez finalizada la verificación, instalar nuevos sellos físicos al medidor, así como su respectivo registro y control.
- i) Realizar las maniobras necesarias que permitan restaurar el servicio de suministro eléctrico o de inyección de potencia en condiciones operativas seguras.

Cuando por causas de seguridad o instrucción del Cenace, no sea posible realizar la verificación, el Transportista y Distribuidor atestiguaran las causas en el Informe técnico de la UVAA.

15.8.6.1.2 De la unidad de verificación

Antes de iniciar la verificación en campo de un medidor y de transformadores de corriente o transformadores de potencial, la UVAA con la posible presencia del Distribuidor o Transportista, debe llevar a cabo las siguientes actividades:

- a) Presentarse ante la persona con la que se atiende la diligencia identificándose con documento oficial que lo acredita como UVAA, así también el representante del Transportista y Distribuidor lo hará con su gafete, así mismo presentará la solicitud a petición de parte o el oficio de comisión, deberá recabar la firma de conformidad de los citados representantes;
- b) Debe requerirle a la persona con la que se atiende la diligencia que considere la presencia de dos testigos o personas mayores de edad que crea conveniente. En caso de que ésta, no los nombre, los podrá nombrar la UVAA.
- c) Coordinar en conjunto con el Transportista y Distribuidor las actividades requeridas para la ejecución de la verificación en apego al presente PEC considerando principalmente los siguientes aspectos:
 - 1. Comprobar que el equipo de prueba cuente con certificado de calibración vigente.
 - 2. En alta y media tensión, atestiguar las mediciones y pruebas que efectuó el Transportista y Distribuidor asegurando que éstas se lleven a cabo en apego al presente PEC
 - 3. Elaboración de la documentación de la verificación asentando resultados de las pruebas efectuadas debiendo elaborar los cálculos correspondientes para emitir su dictamen técnico.

15.8.6.2 Selección de muestras

Los medidores a ser verificados, se seleccionarán al azar para conformar la muestra, esta selección se llevará a cabo utilizando un programa de muestreo aleatorio autorizado por la CRE y el CENACE.

El tamaño de la muestra será el que se obtenga de la Tabla PEC 5.11 de acuerdo a las instrucciones de muestreo proporcionadas por este procedimiento.

Tabla PEC 5.11-Plan de muestreo indexado por el límite de calidad (CL)

Tamaño del lote	Límite de calidad (CL) = 5 %	
	Tamaño de la muestra (n)	Elementos aceptados no conformes (Ac)
16 a 25	25 ^a	0
25 a 50	28 ^a	0
51 a 90	34	0
91 a 150	38	0
151 a 280	42	0
281 a 500	50	0
501 a 1 200	80	1
1 201 a 3 200	125	3
3 201 a 10 000	200	5
10 001 a 35 000	315	10
35 001 a 150 000	500	18
150 001 a 500 000	500	18
> 500 000	500	18

^a Cuando n es mayor que el tamaño del lote se debe utilizar el 100 % de los elementos de la muestra con un valor Ac=0.

15.8.6.2.1 Requerimientos de homogeneidad de la muestra

Los medidores de una muestra deben ser homogéneos con respecto a un tiempo de uso similar. Para que un medidor de una muestra se considere homogéneo con respecto a un tiempo de uso similar, los medidores que conforman el lote debieron haber sido puestos en servicio en un intervalo de tiempo no mayor a un año.

El Transportista y Distribuidor serán responsables de asegurar que los medidores incluidos en la muestra cumplan los siguientes criterios:

- a) el medidor identificado es uno que está actualmente instalado en servicio;
- b) los parámetros metrológicos del medidor identificado no se han ajustado ni reparado después de su instalación;
- c) el medidor identificado es homogéneo con respecto a los criterios del numeral 15.8.6.2.

Se incluirán todos los medidores y sus resultados asociados a las pruebas, a menos que se identifiquen y denuncien pruebas convincentes de exclusión de acuerdo con los requisitos en 8.1.

Los medidores que hayan sido excluidos como medidores de la muestra como resultado de no satisfacer los requisitos de los incisos (a), (b) y (c) anteriores dejarán de pertenecer al lote original. Estos medidores deben ser contabilizados por el Transportista y Distribuidor y las razones de la exclusión deberán ser documentadas y, a petición, disponibles para la revisión del CENACE y de la CRE. La exclusión deliberada o de contabilidad inadecuada pueden descalificar los resultados del análisis de la muestra.

15.8.6.3 Criterios para la identificación y delimitación de un lote

Sólo los medidores que cumplan los mismos requerimientos mínimos se pueden agrupar en un lote. Para la identificación y delimitación de un lote se debe considerar la siguiente información mínima:

- tipo de medidor, es decir conectado directamente (autocontenido) o conectado por transformador
- fabricante;
- tipo o modelo del medidor;
- número de serie o año de producción;
- clase de exactitud
- funciones de medición (por ejemplo, magnitudes de medición, energía, demanda)

- versión del firmware
- configuración (es decir número de elementos, estrella, delta o configuración automática);
- número o identificación de la aprobación de modelo o prototipo;
- fecha de la verificación inicial o periódica.

Además, las siguientes características deben ser idénticas en todos los medidores de energía:

- Tensión nominal U_{nom} ;
- corriente de transición I_{tr} ;
- corriente máxima I_{max} ;
- corriente básica I_b (para medidores conectados directamente) hasta 30 A;
- capacidad de carga (relación I_{max} / I_b);
- corriente nominal I_n (para medidores conectados con transformador);
- la misma clase de exactitud;

El año de fabricación o el año de la última verificación no debe ser mayor de un año. Los medidores de una muestra deben ser homogéneos con respecto a un tiempo similar de uso. Estos medidores deben tener un número o identificación única de aprobación de modelo o prototipo. Las condiciones nominales de funcionamiento de todos los medidores deben ser las mismas.

15.8.6.3.1 Actividades de la Verificación periódica.

Tienen como objeto, comprobar la correcta medición e integración de la energía eléctrica, para lo cual, es preciso considerar los puntos aplicables en la Tabla PEC 5.12, en función del elemento del sistema de medición, el medidor, transformador de potencial o transformador de corriente del sistema de acuerdo a lo siguiente:

- a) Medidor con TC y TP instalados en media y alta tensión;
- b) Medidor en baja tensión con TC, y
- c) Medidor instalado en baja tensión con medidor autocontenido.

Tabla PEC 5.12-Actividades durante la verificación

	Actividad	TC y TP	TC	Medidor polifásico autocontenido en baja tensión
I	Interacción con el usuario.	Si	Si	Si
II	Actividades de seguridad y control.	Si	Si	Si
III	Verificación del medidor, transformador de potencial y transformador de corriente del sistema de medición.	Si	Si	Si
IV	Prueba de integración de energía.	(1)	(1)	No
V	Determinación del error relativo del medidor.	Si	SI	Si
VI	Detección de anomalías.	(2)	(2)	(2)
VII	Sellado.	Si	Si	Si
VIII	Documentación de la revisión.	Si	Si	Si
(1) Se efectúa cuando la carga medida presenta variabilidad superior al 10% de acuerdo al numeral 15.10.6.2.3. (2) 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 verificación medidor, transformador de potencial y transformador de corriente del sistema de medición por parte del Transportista y Distribuidor.				

I. Interacción con el usuario.

Antes de iniciar la verificación 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, de acuerdo con este capítulo 15.

II. Actividades de seguridad y control.

De acuerdo con 15.8.2 y 15.8.2

III. Verificación del medidor, transformador de potencial y transformador de corriente del sistema de medición.

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 15.10.6.2.

IV. Prueba de integración de energía.

Esta prueba consiste en la comparación de la integración de energía activa y reactiva entre un medidor bajo prueba y un analizador de redes o equipo similar durante un periodo de tiempo establecido. Esta prueba debe realizarse en apego al numeral 15.10.6.2.2, cuando la carga medida presente variaciones súbitas mayores al 10%.

V. Determinación del error relativo del medidor.

Las pruebas deben realizarse en:

- a) Carga alta;
- b) Carga inductiva;
- c) Carga baja;
- d) Varh cuadrante 1, y
- e) Varh cuadrante 3.

Dicha determinación del error relativo, se debe llevar a cabo conforme a lo indicado en el numeral 15.8.6.4.4.

VI. Detección de anomalías.

Esta actividad es obligatoria al Transportista y Distribuidor, aplica cuando, en el transcurso de la verificación del medidor, transformador de potencial y transformador de corriente del sistema 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.

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.

VII. Sellado.

Una vez que se haya concluido la verificación del medidor, transformador de potencial y transformador de corriente, se deben instalar sellos en apego al numeral 15.8.3.

VIII. Documentación de la verificación medidor, transformador de potencial y transformador de corriente del sistema de medición.

Deben anotarse todos los datos de las verificaciones realizadas, así como sus resultados en los registros que documenten el Transportista y Distribuidor.

15.8.6.3.2 Equipos de prueba, equipo de seguridad y herramientas con los que deben contar las UVAA.

Los instrumentos de medición deben contar con certificado de calibración vigente.

- a) Medidor patrón monofásico portátil;
- 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) Volt-ampermetro digital de gancho (RCM verdadero);
- g) Cronómetro;

- h) Ampermetro para media y alta tensión;
- i) Computadora portátil con software propietario de medidores de la misma versión que la del medidor a probar;
- j) Monitor de condiciones ambientales, y
- k) Analizador de circuitos polifásicos con capacidad de medir parámetros de calidad de la potencia.

15.8.6.3.3 Accesorios con los que deben contar las UVAA.

Adicional a los equipos de prueba, de forma enunciativa mas no limitativa, se debe disponer 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 patrón portátil;
- h) Interface para contar pulsos y paro de patrón de referencia medidor patrón;
- i) Adaptador base enchufe (socket, por sus palabras en inglés) para medidor;
- j) Extensión multi-contacto polarizada para 120/127 V, para alimentar los instrumentos y equipos;
- k) Tablilla de prueba compatible con el dispositivo de prueba (testing block, por sus palabras en inglés) del medidor o similar;
- l) Lector óptico para interconexión de medidor y equipo de cómputo portátil.

15.8.6.3.4 Herramientas.

- a) Equipo de seguridad personal como son: casco con barbiquejo, guantes de carnauba, 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.

15.8.6.4 Pruebas de verificación periódica del medidor instalado en campo

15.8.6.4.1 Prueba de secuencia de fases.

Esta prueba tiene por objeto comprobar el orden secuencial de las fases que alimentan a la carga y al sistema de medición.

15.8.6.4.2 Prueba de Integración de energía

Esta prueba consiste en la comparación de la integración de energía activa y reactiva entre un medidor bajo prueba y un analizador de redes o equipo similar durante un periodo de tiempo establecido. Esta prueba debe realizarse en apego al numeral 15.8.6.6.2, cuando la carga medida presente variaciones súbitas mayores al 10%.

15.8.6.4.3 Prueba de demanda

La prueba de demanda tiene por objeto comprobar que el medidor bajo prueba mide la potencia de manera adecuada y ésta es registrada correctamente, y se debe realizar conforme a 15.8.6.6.3.

15.8.6.4.4 Determinación del error relativo (calibración).

Esta prueba tiene por objeto comprobar que el medidor mantiene las condiciones metrológicas de exactitud para su operación en campo.

15.8.6.5 Pruebas de verificación a transformadores de potencial y transformadores de corriente instalados en campo.

Estas pruebas de verificación tienen como objetivo comprobar que los transformadores de potencial y transformadores de corriente, operan satisfactoriamente y mantienen el cumplimiento de los requisitos de exactitud tras haber sido puestos en operación, reparados o sustituidos.

El programa consta de la realización de las siguientes pruebas:

- a) Prueba de carga (burden) conforme a 15.8.6.6.5 de este Proyecto de NOM.
- b) Prueba de relación de transformación conforme a 15.8.6.6.5.2 de este Proyecto de NOM.

15.8.6.5.1 La aplicación del programa de verificación periódica a transformadores de potencial y transformadores de corriente instalados en campo será realizada cada 3 años. A este programa de verificación se le adicionará la prueba de comprobación de exactitud, de acuerdo a lo señalado en 14.3.15 de este Proyecto de NOM, en periodos de 9 años.

15.8.6.6 Métodos de prueba.

15.8.6.6.1 Secuencia de fases.

15.8.6.6.1.1 Se conectan las terminales fase A, fase B y fase C del secuenciómetro en sus correlativas fases en la base socket o tablilla de pruebas.

15.8.6.6.1.2 Se acciona el botón de prueba y se observa el giro o indicador del probador.

15.8.6.6.1.3 El resultado posible será secuencia positiva (ABC) o secuencia negativa (ACB).

15.8.6.6.2 Prueba de integración

15.8.6.6.2.1 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 5.17 y 5.18 de este PEC, según corresponda.

15.8.6.6.2.2 Activar el medidor en modo prueba para un periodo de al menos 30 minutos.

15.8.6.6.2.3 Asegurar que las lecturas iniciales de kWh y kVarh del medidor bajo prueba y analizador de redes sean cero.

15.8.6.6.2.4 Mediante los mecanismos adecuados en la tablilla de pruebas, se hace pasar tanto al medidor 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.

15.8.6.6.2.5 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 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 cuando el error obtenido es igual o menor a $\pm 3\%$.

15.8.6.6.3 Prueba de demanda

15.8.6.6.3.1 Se debe interconectar el medidor en disposición serie-paralelo con una carga artificial y el medidor patrón de referencia de acuerdo a como se indica en las Figuras 5.4, 5.6, 5.8, 5.10, 5.12 o 5.15 de este PEC, según el tipo de medidor.

15.8.6.6.3.2 Se debe activar en el medidor el modo prueba.

15.8.6.6.3.3 Se alimenta el medidor bajo prueba, la carga artificial y el medidor patrón a la tensión y corriente nominal del medidor bajo prueba a factor de potencia unitario.

15.8.6.6.3.4 Para iniciar la prueba, se acciona en el medidor bajo prueba el mecanismo de restablecer a ceros la integración de demanda, y de manera simultánea, se activa el inicio de medición del patrón.

15.8.6.6.3.5 Al término de 5 minutos de prueba, de manera simultánea se detiene la integración del patrón y se baja la corriente inyectada a cero.

15.8.6.6.3.6 Se toma la lectura de energía registrada en el medidor patrón y la lectura de demanda registrada en el medidor 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_{pat} Energía registrada por el medidor 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 a prueba (conectados en serie).

15.8.6.6.4 Pruebas para la determinación del error relativo (calibración)

15.8.6.6.4.1 El método a utilizar para la determinación del error relativo de un medidor de energía es el de comparación respecto a un medidor 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:

La bobina o sensor de corriente del medidor patrón y todas las bobinas o sensores de corriente del medidor bajo prueba, se deben conectar en serie respecto a la alimentación de corriente de la carga artificial. De acuerdo al diagrama para determinación del error relativo de medidores autocontenidos, mostrado de la Figura 5.4 a la 5.9; o bien para sistemas de medición con transformadores de instrumento, las Figuras 5.10 y 5.12 en el caso de conexión estrella, y las Figuras 5.15 y 5.17 para el caso de conexión delta.

15.8.6.6.4.2 Antes de iniciar el proceso de determinación del error relativo se debe activar el medidor a modo de prueba y registrar la hora de inicio de la prueba.

15.8.6.6.4.3 El alcance de la determinación del error relativo considera una prueba de medición de wathoras y una prueba de Var-horas cuando se trate de medidores unidireccionales. Para el caso de medidores bidireccionales se deben realizar adicionalmente las mismas pruebas, pero con la corriente invertida en el medidor bajo prueba.

15.8.6.6.4.4 El proceso de determinación del error relativo 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 PEC 5.6, y se debe considerar la cantidad de corridas establecidas en dicha tabla de acuerdo al sistema de medición que se esté revisando y probando.

15.8.6.6.4.5 Para el caso de medidores bidireccionales, al término de las corridas de determinación del error relativo que se indican en el numeral 15.10.6.4.5.7 es necesario invertir el sentido de la corriente eléctrica en las terminales del medidor bajo prueba, según se indica en el diagrama de las Figuras 5.5, 5.7, 5.9, 5.11, 5.13 y 5.16 de este PEC, dependiendo del sistema que se trate, para posteriormente volver a realizar el mismo tren de pruebas bajo esta nueva condición (energía recibida).

15.8.6.6.4.6 El proceso de determinación del error relativo con potencia reactiva para un medidor unidireccional se lleva a cabo bajo una sola condición denominada Varh cuadrante 1 conforme se indica en la Tabla PEC 5.6, debiendo realizar la cantidad de corridas establecidas en dicha tabla de acuerdo al sistema de medición que se esté revisando y probando.

15.8.6.6.4.7 Para el caso de medidores bidireccionales se considerará una segunda determinación del error relativo con potencia reactiva denominada Varh cuadrante 3, según se especifica en la Tabla PEC 5.13. Para este caso será necesario invertir el sentido de la corriente eléctrica en las terminales del medidor bajo prueba, según se indica en el diagrama de las Figuras 5.10, 5.13 y 5.16 de este PEC dependiendo del sistema que se trate. La cantidad de corridas están establecidas en la Tabla PEC 5.13, de acuerdo al sistema de medición que se esté probando.

Tabla PEC 5.13-Criterios para efectuar la determinación del error relativo.

Determinación del error relativo con:	Corriente	Tensión	Ángulo	Pulsos	Corridas de acuerdo al sistema de medición con:		
					TC y TP	TC	Autocontenido
Carga alta.	100% I_{nom}	100% ⁽¹⁾	0°	10	3	1	1
Carga inductiva.	100% I_{nom}	100% ⁽¹⁾	300°	10	3	1	1 ⁽²⁾
Carga baja.	10% I_{nom}	100% ⁽¹⁾	0°	2	3	1	1
Varh cuadrante 1.	100% I_{nom}	100% ⁽¹⁾	30°	5	3	No aplica.	No aplica.
Varh cuadrante 3.	100% I_{nom}	100% ⁽¹⁾	330°	5	3	No aplica.	No aplica.

En donde:

I_{nom}	Corriente nominal del medidor bajo prueba.
V_{nom}	Tensión nominal del medidor bajo prueba.
Ángulo de prueba	Ángulo de desfaseamiento entre la tensión y corriente del medidor patrón.
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.

15.8.6.6.4.8 Determinación del error relativo con carga alta, carga inductiva, carga baja, Varh cuadrante 1 y Varh cuadrante 3.

Para cualquiera de los criterios de la Tabla PEC 5.13, éstos deben iniciar con la integración simultánea de la energía en el medidor patrón y el medidor bajo prueba, finalizando dicha integración al momento que se contabilicen en el medidor bajo prueba, los pulsos indicadas en la Tabla PEC 5.13, según la determinación del error relativo.

Nota: Para contabilizar los pulsos en el medidor bajo prueba, se debe disponer de algún equipo automatizado que esté sincronizado por un medio adecuado con el medidor en el transcurso de la determinación del error relativo.

Al término de la integración de energía se efectúan los cálculos correspondientes para determinar el error relativo del medidor bajo prueba, para lo cual deben considerar los pulsos observados en el medidor patrón y las previamente consideradas para el medidor bajo prueba. Las fórmulas que aplican son las de la Tabla PEC 5.14.

En donde:

Wh_{pat}	Wattthoras medidos por el medidor patrón.
Wh_{med}	Wattthoras medidos por el medidor bajo prueba.
kh_{pat}	Wattthoras por pulso del medidor patrón.
Kh_{med}	Wattthoras por pulso del medidor bajo prueba.
rev_{pat}	Número de pulsos registradas por el medidor patrón.
rev_{med}	Son los pulsos definidas para el medidor bajo prueba.
C	Número de bobinas o sensores de corriente del medidor bajo prueba conectados en serie.
Wh_{prom}	El promedio de los wattthoras medidos en cada una de las tres corridas.
Wh_1^{CA}	Wattthoras registrados por medidor patrón en la primera corrida.
Wh_2	Wattthoras registrados por medidor patrón en la segunda corrida.
Wh_3	Wattthoras registrados por medidor patrón en la tercera corrida.

Tabla PEC 5.14-Fórmulas para la determinación del error relativo.

Determinación del error relativo con:	Energía integrada en medidor bajo prueba	Energía integrada en medidor patrón.		Registro relativo (%)	Error relativo (%)
		Por cada determinación del error relativo	Promedio		
Carga alta.	$Wh_{med} = kh_{med} * pul_{med}$ CA	$Wh_{pat} = kh_{pat} * pul_{pat} * C$	$Wh_{prom} = \frac{(Wh_1 + Wh_2 + Wh_3)}{3}$ CA	$\%RR_{CA} = \frac{Wh_{pat}}{Wh_{prom}} * 100$	$\%ER_{CA} = \%RR_{CA} - 100$
Carga baja.	$Wh_{med} = kh_{med} * pul_{med}$ CB	$Wh_{pat} = kh_{pat} * pul_{pat} * C$	$Wh_{prom} = \frac{(Wh_1 + Wh_2 + Wh_3)}{3}$ CB	$\%RR_{CB} = \frac{Wh_{pat}}{Wh_{prom}} * 100$	$\%ER_{CB} = \%RR_{CB} - 100$
Carga inductiva.	$Wh_{med} = kh_{med} * pul_{med}$ CI	$Wh_{pat} = kh_{pat} * pul_{pat} * C$	$Wh_{prom} = \frac{(Wh_1 + Wh_2 + Wh_3)}{3}$ CI	$\%RR_{CI} = \frac{Wh_{pat}}{Wh_{prom}} * 100$	$\%ER_{CI} = \%RR_{CI} - 100$
Varh cuadrante 1.	$varh_{med} = kh_{med} * pul_{med}$ C-1 varh	$varh_{pat} = kh_{pat} * pul_{med}$ C-1 varh varh	$varh_{prom} = \frac{(varh_1 + varh_2 + varh_3)}{3}$ C-1	$\%RR_{varh} = \frac{varh_{pat}}{varh_{prom}} * 100$ C-1	$\%ER_{varh} = \%RR_{varh} - 100$ C-1 C-1
Varh cuadrante 3.	$varh_{med} = kh_{med} * pul_{med}$ C-3 varh varh	$varh_{pat} = varh_{pat} * pul_{med}$ C-3 varh varh	$varh_{prom} = \frac{(varh_1 + varh_2 + varh_3)}{3}$ C-3	$\%RR_{varh} = \frac{varh_{pat}}{varh_{prom}} * 100$ C-3	$\%ER_{varh} = \%RR_{varh} - 100$ C-3 C-3

Donde:

$\%RR_{CA}$	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 patrón.
$varh_{med}$	Varhoras medidos por el medidor bajo prueba.
$kh_{pat\ varh}$	Varhoras por pulso del medidor patrón.
$Kh_{med\ varh}$	Varhoras por pulso del medidor bajo prueba.
$varh_1$	Varhoras registrados por medidor patrón en la primera corrida.
$Varh_2$	Varhoras registrados por medidor patrón en la segunda corrida.
$Varh_3$	Varhoras registrados por medidor patrón en la tercera corrida.
$\%RR_{varh}$	Registro relativo varh C1.
C1	
$\%ER_{varh}$	Error relativo varh C1.
C-1	
$\%RR_{varh}$	Registro relativo varh C3.
C-3	
$\%ER_{varh}$	Error relativo varh C3.
C-3	

15.8.6.6.4.9 El error relativo promedio ($\%ER_{prom}$) se obtiene de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$\%ER_{prom} = \frac{4 * \%ER_{CA} + 2 * \%ER_{CB} + \%ER_{CI}}{7}$$

15.8.6.6.4.10 Criterio de aceptación.

Se deberá aplicar lo indicado en 15.8.5.4.4

15.8.6.6.5 Pruebas a transformadores de corriente y potencial.

15.8.6.6.5.1 Prueba de carga (burden) a transformadores de corriente y potencial.

El objetivo de esta prueba es detectar posibles daños en los circuitos de los transformadores de medida y constatar sus condiciones de saturación.

Para efectuar esta prueba a transformadores de corriente se utiliza un 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 interconectado. Para cada una de las fases, se lleva a cabo en la tablilla de pruebas o dispositivo correspondiente, lo siguiente:

- Se cortocircuita el circuito secundario del transformador en la tablilla de pruebas;
- Se inserta 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 y la bobina secundaria del transformador de corriente bajo prueba;
- Se desactiva el mecanismo del cortocircuito secundario para permitir que fluya la corriente, y se registra la medición indicada en el probador de daños de transformadores de corriente (lectura A);
- Mediante el control correspondiente del probador, se adiciona una carga en serie de $4\ \Omega$ para transformadores de corriente de media o alta tensión y, de $2\ \Omega$ para transformadores de baja tensión, y se registra una segunda medición bajo esta condición (lectura B);

Criterio de aceptación:

La diferencia entre las lecturas A y B, respecto a la lectura A, no debe exceder 10 %.

Nota: Por seguridad, la carga sólo se adiciona durante un máximo de 5 s. Si se requiere realizar una segunda prueba al mismo transformador se debe esperar un mínimo de 5 minutos para evitar esfuerzo electrodinámico. Es importante asegurarse que en el transcurso de esta prueba el circuito secundario de corriente no se abra en ningún momento.

Para transformadores de tensión 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 la tablilla de pruebas, dispuesto en conexión fase-neutro de acuerdo a lo siguiente:

- a) Una terminal del probador de campo para transformadores de potencial se conecta al borne neutro de la tablilla de pruebas, y la 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 60Ω mediante el control del probador durante un tiempo máximo de 5 s, y bajo esta condición se toma una nueva lectura del probador (lectura B).

Criterio de aceptación:

La diferencia entre las lecturas A y B, respecto a la lectura A, no debe exceder 3.5 %.

Nota: Por seguridad, la carga sólo se adiciona durante un máximo de 5 s. Si se requiere realizar una segunda prueba al mismo transformador se debe esperar un mínimo de 5 minutos para evitar esfuerzo electrodinámico.

15.8.6.6.5.2 Prueba de relación de transformación.

El objetivo de esta prueba es comprobar que la exactitud del transformador no ha sufrido degradación durante su operación.

- a) Procedimiento para transformadores de corriente.
 - i. Se debe realizar la conexión del transformador de acuerdo al diagrama de conexiones de la figura 5.19 para transformadores de corriente de media y alta tensión, o la figura 5.20 para transformadores de corriente de baja tensión.
 - ii. Se debe inyectar al devanado primario 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 50 A, por un tiempo de 1 minuto. Para transformadores de baja tensión se aplican 50 A.
 - iii. De manera simultánea, se miden los valores de corriente eléctrica primaria I_P y secundaria I_S del transformador para obtener el error porcentual de relación del transformador $\varepsilon_{\%}$, respecto a la relación nominal k_r del mismo, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\varepsilon_{\%} = 100 \left[\frac{(k_r I_S) - I_P}{I_P} \right]$$

Criterio de aceptación:

El valor absoluto del error porcentual de relación del transformador debe ser menor a 0.5 %.

- b) Procedimiento para transformadores de tensión.

Se debe conectar una alimentación de 110 V en el lado primario del transformador y se procede a medir simultáneamente la tensión de las terminales del primario U_P y de las terminales del secundario U_S para obtener el error porcentual de relación del transformador $\varepsilon_{\%}$, respecto a la relación nominal k_r del mismo, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\varepsilon_{\%} = 100 \left[\frac{(k_r U_S) - U_P}{U_P} \right]$$

Criterio de aceptación:

El valor absoluto del error porcentual de relación del transformador debe ser menor a 0.5 %.

15.8.6.7 Diagramas de conexiones.

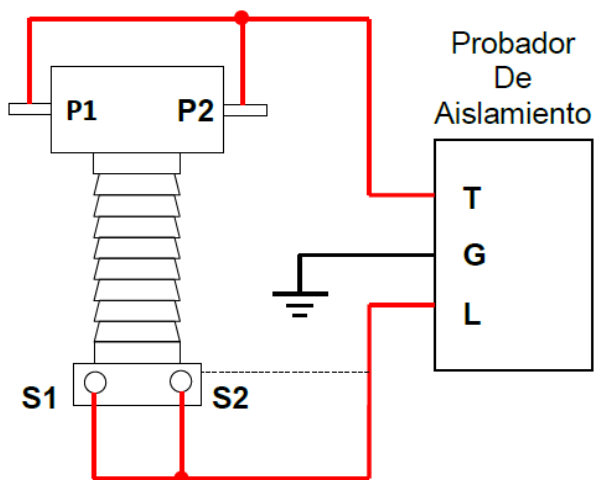


Figura 5.1-Cortocircuitado de las terminales del devanado primario y secundario en forma independiente. Transformador de corriente.

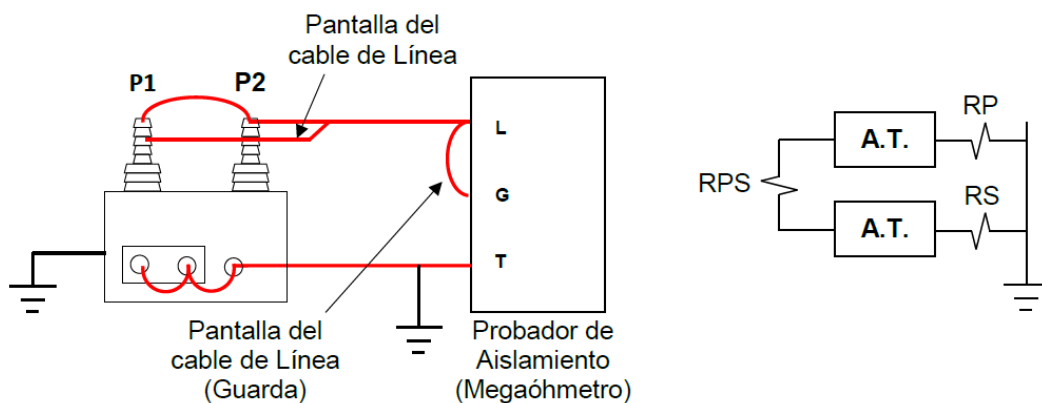


Figura 5.2-Cortocircuitado de las terminales del devanado primario y secundario en forma independiente. Transformador de potencial.

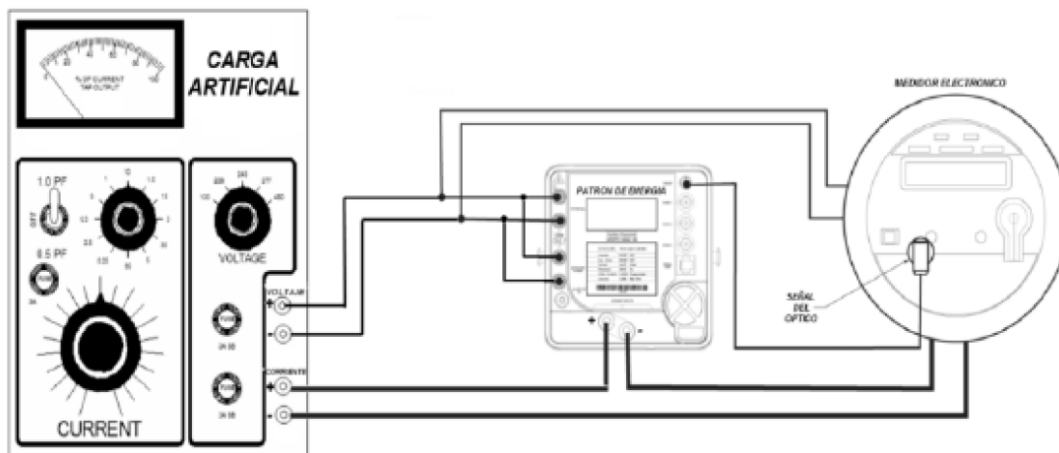


Figura 5.3-Conexión con carga artificial sistema para medidor autocontenido.

Conexión en serie de las bobinas o sensores de corriente y en paralelo para las bobinas o sensores de potencial.

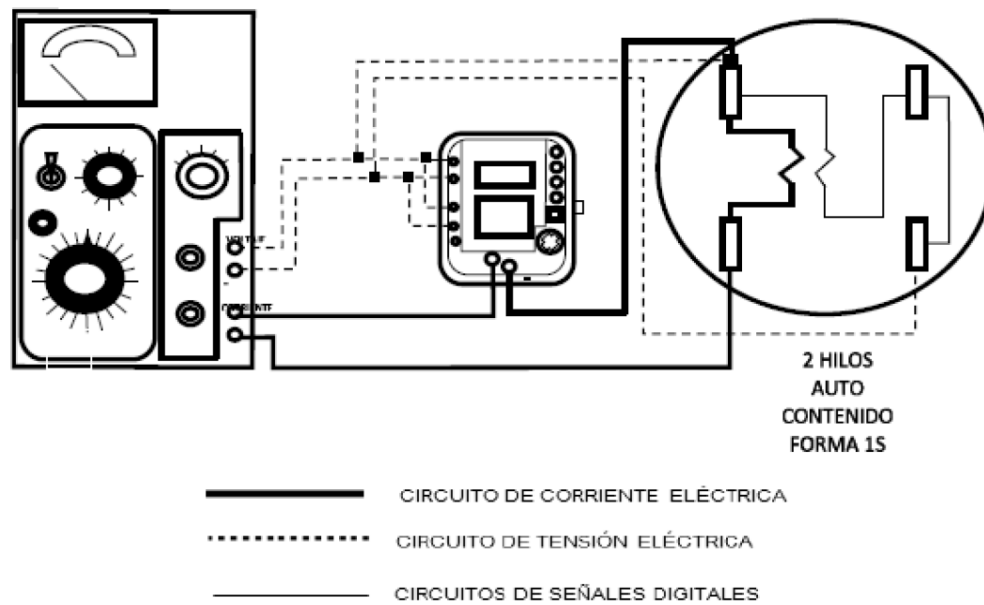


Figura 5.4-Conexión con carga artificial sistema 1 fases 2 hilos con medidor autocontenido.

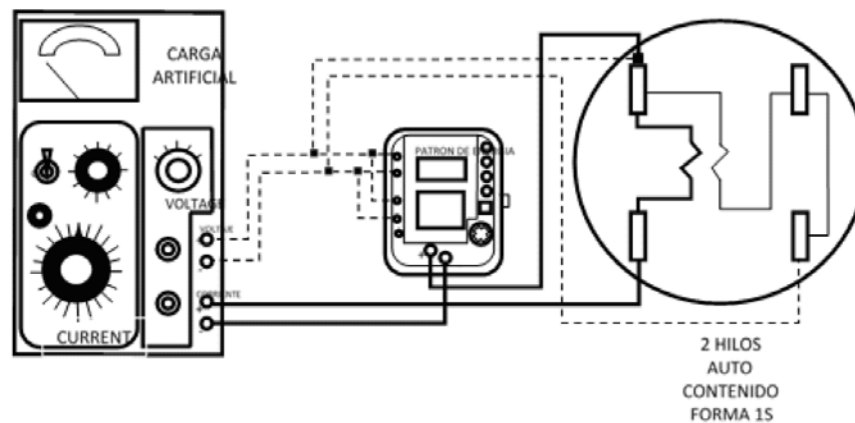


Figura 5.5-Conexión con carga artificial sistema 1 fases 2 hilos con medidor autocontenido. inverso.

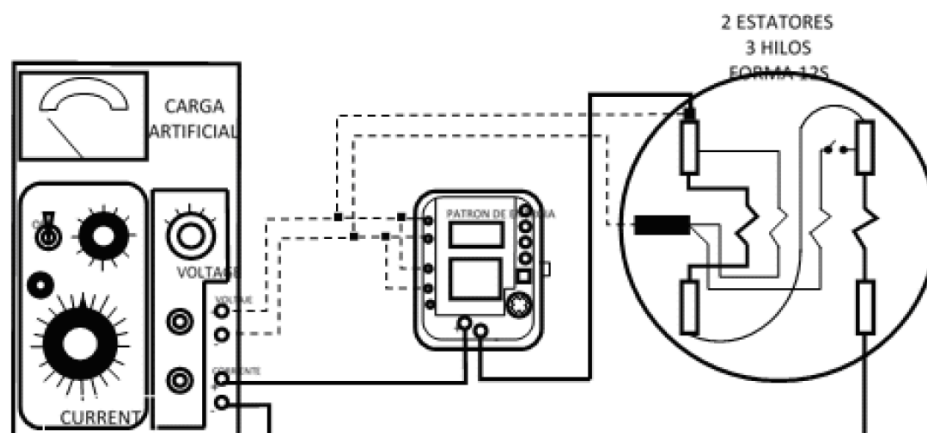


Figura 5.6-Conexión con carga artificial sistema 2 fases 3 hilos con medidor autocontenido.

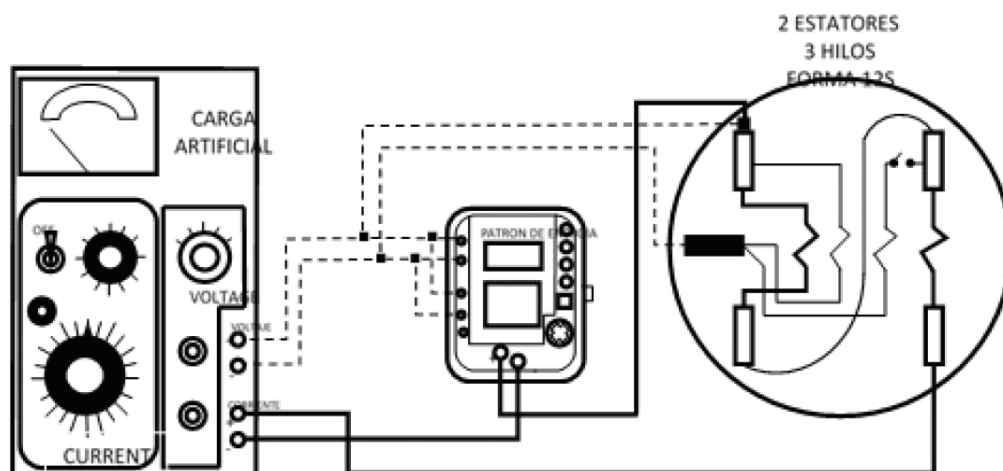


Figura 5.7-Conexión con carga artificial sistema 2 fases 3 hilos con medidor autocontenido inverso.

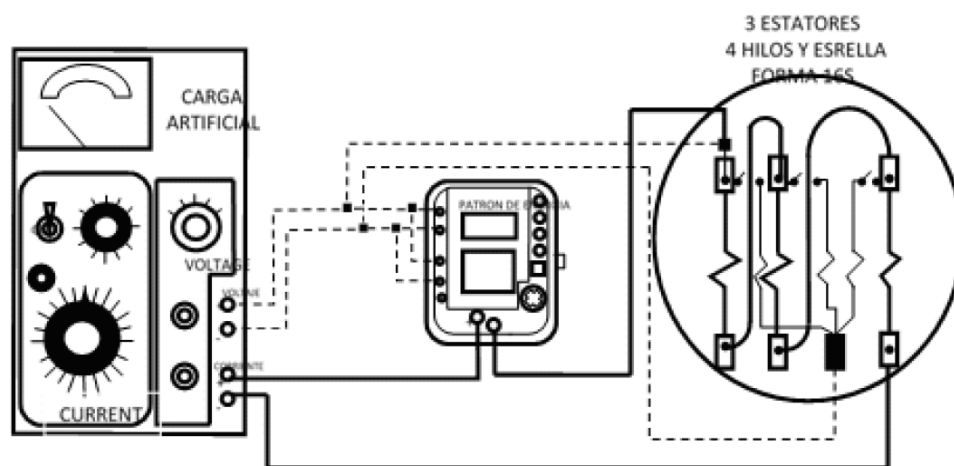


Figura 5.8-Conexión con carga artificial sistema 3 fases 4 hilos con medidor autocontenido.

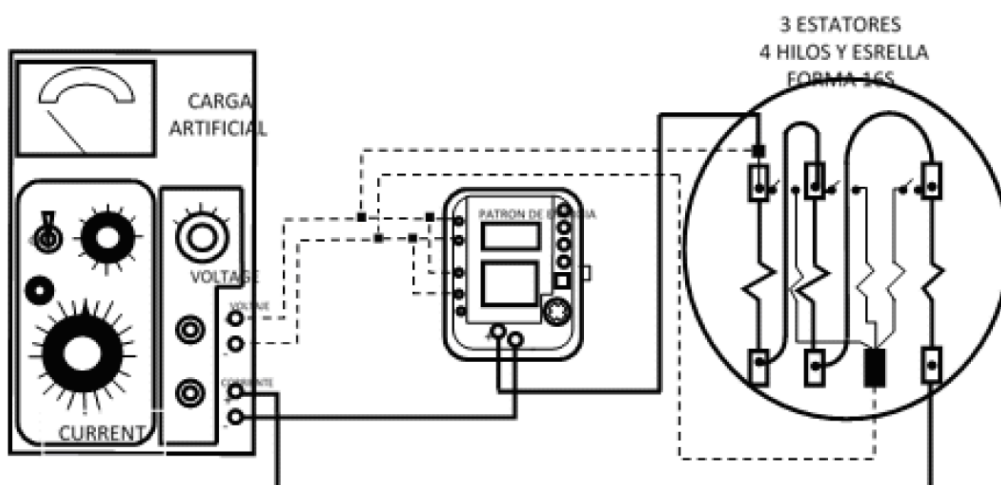


Figura 5.9-Conexión con carga artificial sistema 3 fases 4 hilos con medidor autocontenido inverso.

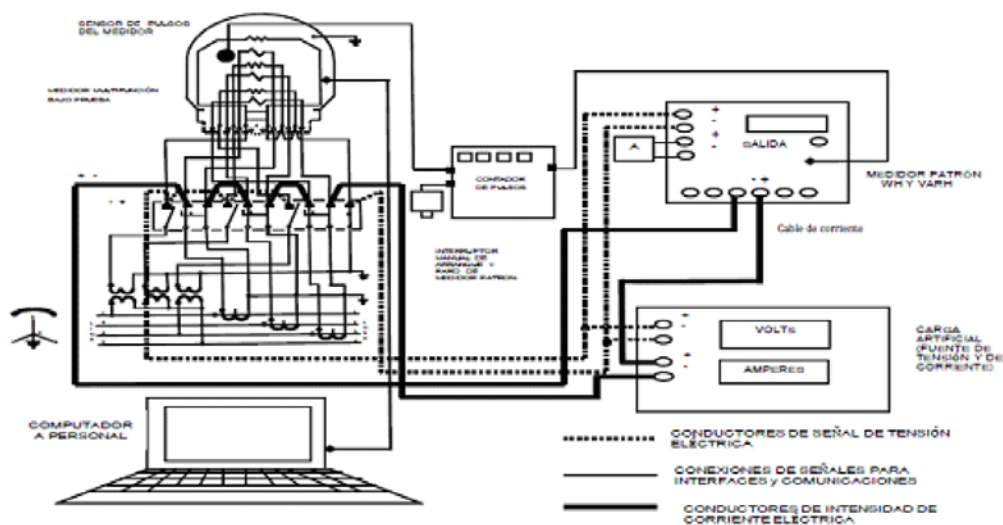


Figura 5.10-Conexión con carga artificial sistema 3 fases 4 hilos (conexión estrella). Diagrama de conexión sistema estrella (utilizando contador de pulsos).

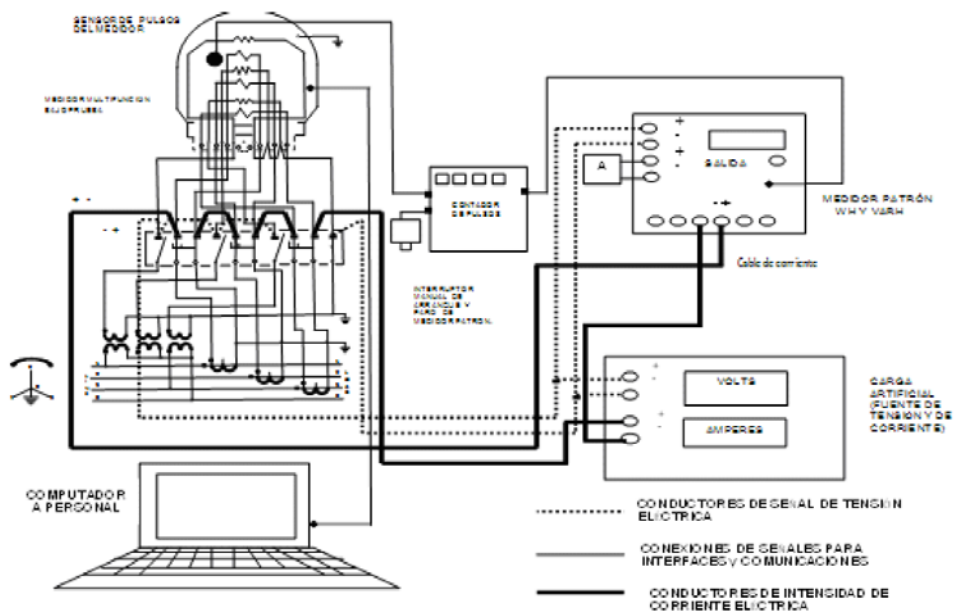


Figura 5.11-Conexión con carga artificial sistema 3 fases 4 hilos (conexión estrella). Diagrama de conexión sistema estrella (utilizando contador de pulsos) inverso.

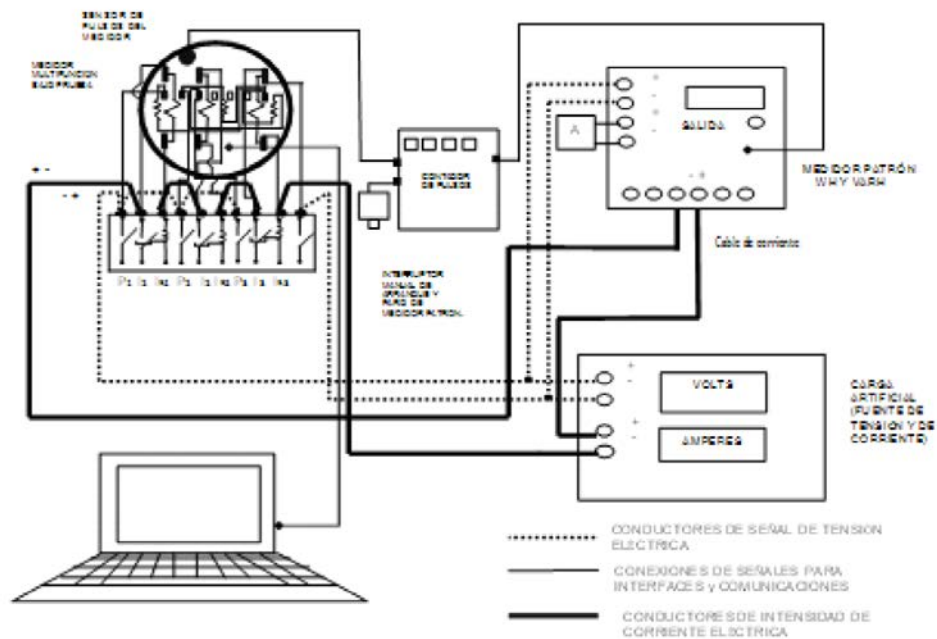


Figura 5.12-Conexión con carga artificial sistema 3 fases 4 hilos (conexión estrella). Diagrama de conexión sistema estrella (medidor tipo enchufe (socket, por sus palabras en inglés))

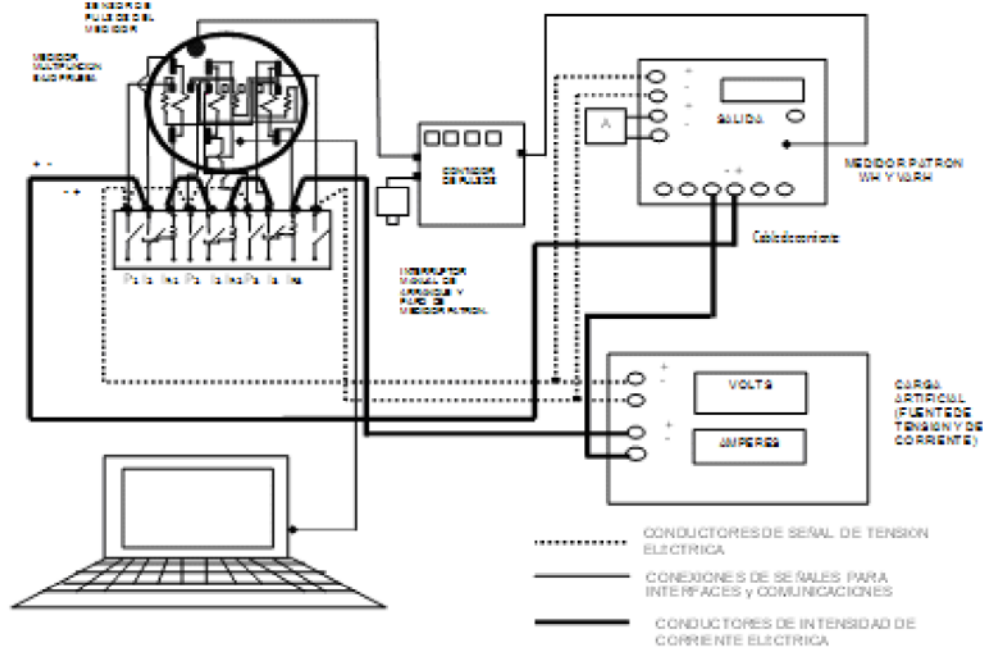


Figura 5.13-Conexión con carga artificial sistema 3 fases 4 hilos (conexión estrella). Diagrama de conexión sistema estrella (medidor tipo enchufe (socket, por sus palabras en inglés), inverso).

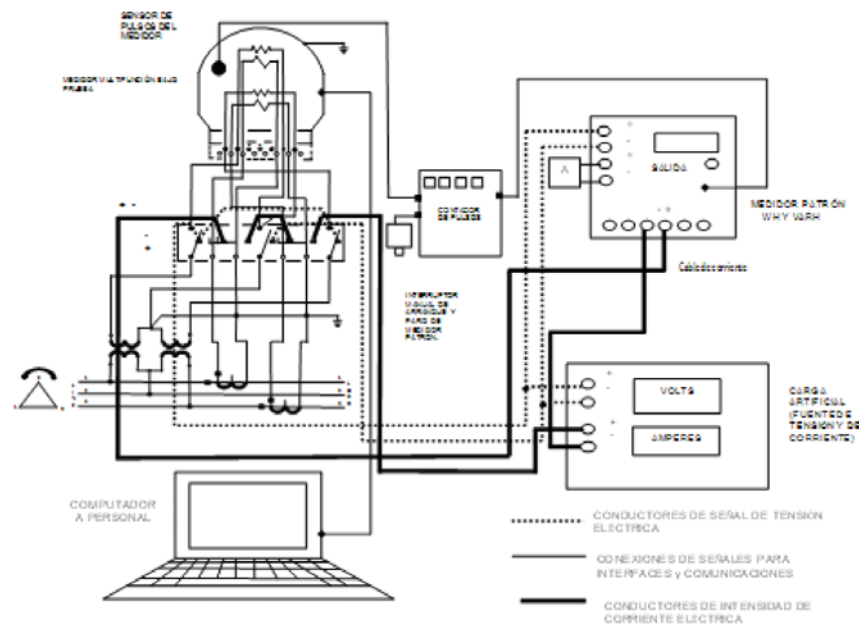


Figura 5.16-Conexión sistema delta (utilizando contador de pulsos) inverso.

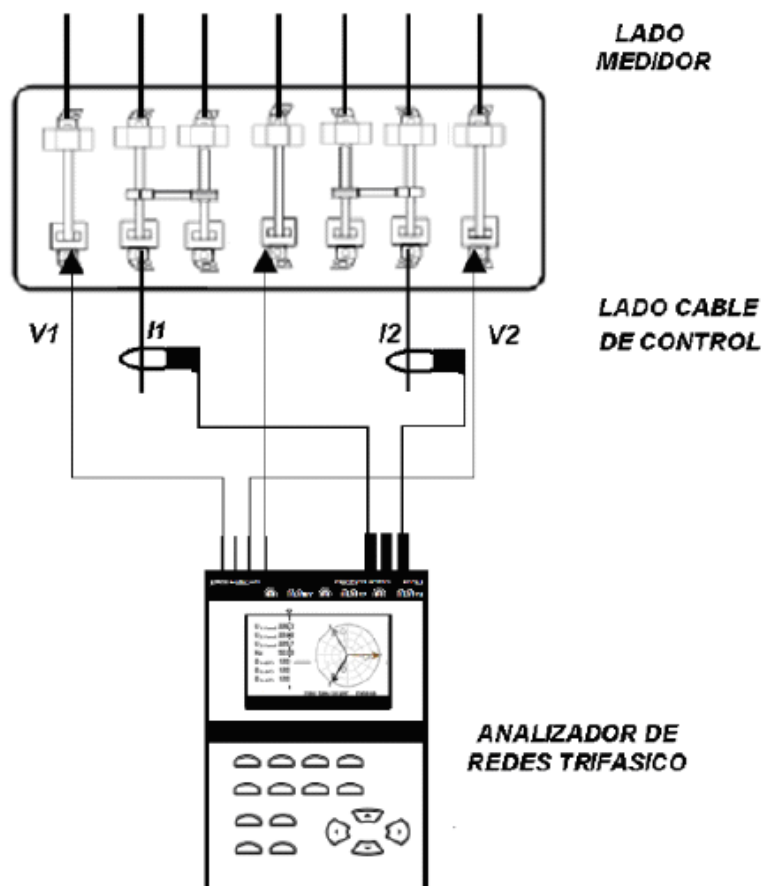


Figura 5.17-Conexiones en la tablilla de pruebas para la integración de energía con analizador trifásico sistema 3 fases 3 hilos (conexión delta).

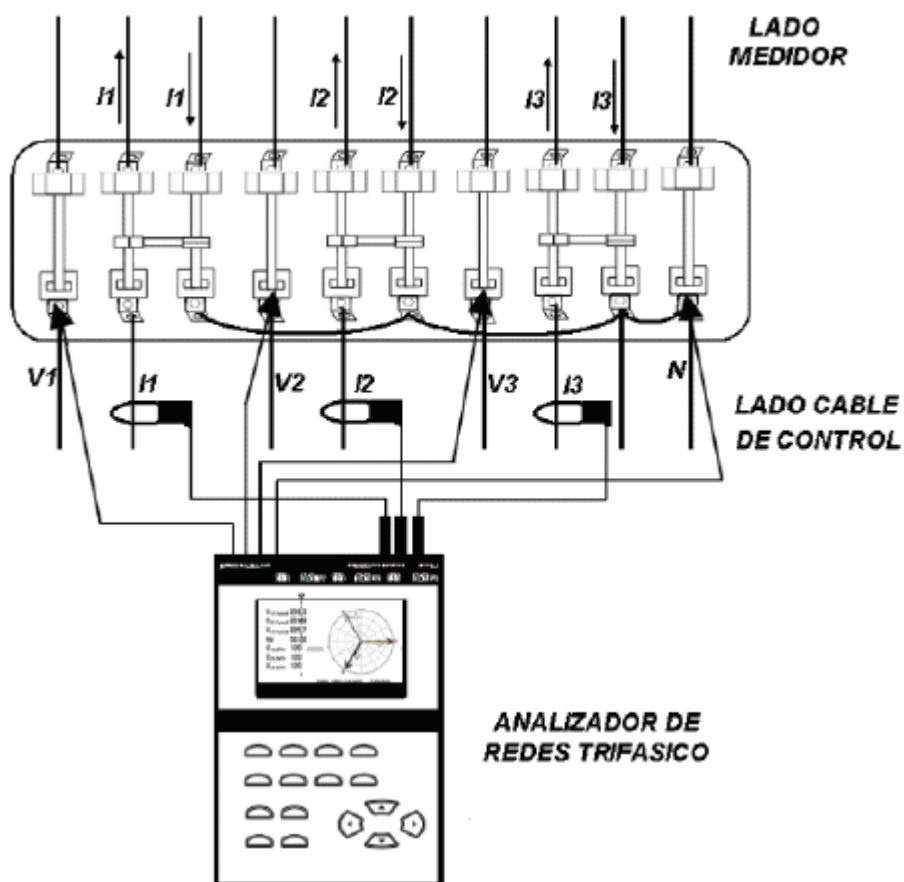


Figura 5.18-Conexiones en la tablilla de pruebas para la integración de energía con analizador trifásico sistema 3 fases 4 hilos (conexión estrella).

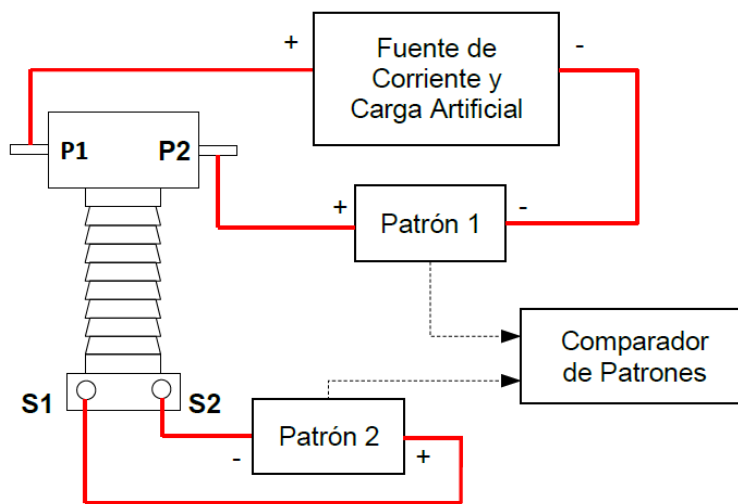


Figura 5.19-Conexiones para prueba de transformador de corriente media y alta tensión.

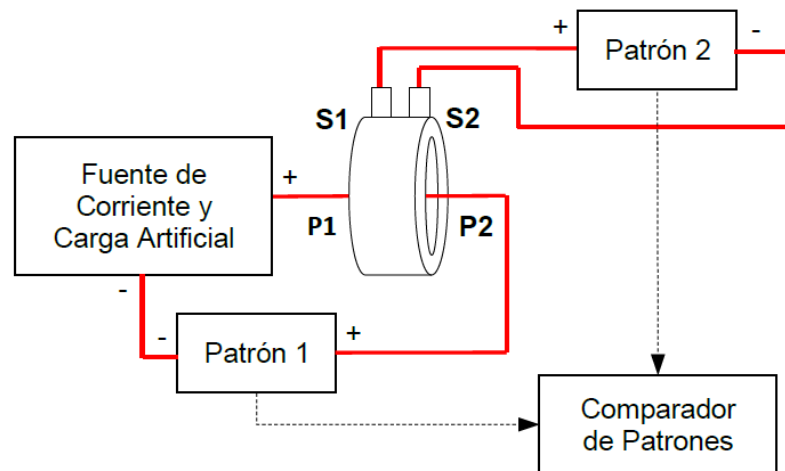


Figura 5.20-Conexiones para prueba de transformador de corriente en baja tensión.

15.8.6.8 Medidores

15.8.6.8.1 Verificación del software legalmente relevante.

Se debe verificar en sitio, la identificación del software durante el funcionamiento del medidor, la validez del ajuste y la conformidad con el modelo aprobado. La verificación del software al menos incluirá:

- Un examen de la conformidad del software con la versión aprobada (p. ej. la verificación del número de versión y de la suma de comprobación);
- Un examen de la compatibilidad de la configuración con la configuración mínima declarada, si así consta en el certificado de aprobación;
- Un examen de la configuración correcta de las entradas/salidas del instrumento de medida en el software cuando su asignación sea un parámetro específico de dispositivo;
- Un examen para verificar si los parámetros específicos del dispositivo (especialmente los parámetros de ajuste) son correctos.

15.8.6.8.2 Sellado

El medidor debe contar con los sellos de software y físicos (mecánicos) de acuerdo con 15.8.3.

Durante las actividades de verificación, se deben retirar los sellos físicos. Una vez finalizada la verificación inicial, se deben instalar los sellos físicos.

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

Las condiciones de referencia y las condiciones de carga para las verificaciones iniciales y subsiguientes en un laboratorio de calibración, están dadas en las Tablas PEC 5.9 y PEC 5.10.

TÍTULO SÉPTIMO

VIGILANCIA

La vigilancia de este proyecto está a cargo de la Comisión Reguladora de Energía y de la Secretaría de Economía-Dirección General de Normas, de acuerdo a sus atribuciones.

TÍTULO OCTAVO

BIBLIOGRAFÍA

1. ANSI C12.10, Physical aspects of watthour meters - safety standard.
2. CISPR 22, Information technology equipment - Radio disturbance characteristics- Limits and methods of measurement.
3. IEC 60068-2-1, Environmental testing - part 2-1: tests - test A: cold.
4. IEC 60068-2-2, Environmental testing - part 2-2: tests - test B: dry heat.
5. IEC 60068-2-27, Environmental testing - part 2-27: tests - test Ea and guidance: shock.
6. IEC 60068-2-30, Environmental testing - part 2-30: tests - test Db: damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle).

7. IEC 60068-2-5, Environmental testing - part 2: tests. Test Sa: simulated solar radiation at ground level.
8. IEC 60068-2-6, Environmental testing - part 2-6: tests - test Fc: vibration (sinusoidal).
9. IEC 60068-2-75, Environmental testing - part 2-75: tests - test Eh: hammer tests.
10. IEC 60529, Degrees of protection provided by enclosures (IP code).
11. IEC 60654-1, Industrial-process measurement and control equipment - Operating conditions - Part 1: Climatic conditions
12. IEC 60695-2-11, Fire hazard testing - part 2-11: glowing/hot-wire based test methods - glow- wire flammability test method for end - products.
13. IEC 60721-3-1 Classification of environmental conditions - Part 3 Classification of groups of environmental parameters and their severities - Section 1: Storage
14. IEC 60721-3-2, Classification of environmental conditions - Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities - Section 2: Transportation
15. IEC 60721-3-3, Classification of environmental conditions - Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities - Section 3: Stationary use at weatherprotected locations
16. IEC 61000-2-4, Electromagnetic compatibility (EMC) - part 2-4: environment - compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances.
17. IEC 61000-4-15, Electromagnetic compatibility (EMC) - part 4: testing and measurement techniques - section 15: flickermeter - functional and design specifications.
18. IEC 61000-4-2, Electromagnetic compatibility (EMC) - part 4-2: testing. Measurement techniques - electrostatic discharge immunity test.
19. IEC 61000-4-30, Electromagnetic compatibility (EMC) - part 4-30: testing measurement techniques - power quality measurement methods.
20. IEC 61000-4-4, Electromagnetic compatibility (EMC) - part 4-4: testing and measurement techniques - electrical fast transient/burst immunity test.
21. IEC 61000-4-5, Electromagnetic compatibility (EMC) - part 4-5: testing and measurement techniques - surge immunity test.
22. IEC 61000-4-6, Electromagnetic compatibility (EMC) - part 4-6: testing and measurement techniques - immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields.
23. 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.
24. IEC 61000-6-5, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-5: Generic standards - Immunity for equipment used in power station and substation environment
25. IEC 61010-1, Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use –Part 1: General requirements
26. IEC 61010-2-030, Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use - Part 2-030: Particular requirements for equipment having testing or measuring circuits
27. IEC 61180, High-voltage test techniques for low-voltage equipment - Definitions, test and procedure requirements, test equipment
28. IEC 61850, Communication networks and systems in substations - ALL PARTS.
29. IEC 61850-4, Communication networks and systems in substations - part 4: system and project management.
30. IEC 61850-6, Communication networks and systems for power utility automation - part 6: configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs.
31. IEC 61968, Application integration at electric utilities.
32. IEC 61970, Energy management system. Application program interface.
33. IEC 62052-11, Electricity metering equipment (A.C.) - general requirements, tests and test conditions - part 11: metering equipment.

34. 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).
35. IEC 62054-21 Electricity metering (a.c.) - Tariff and load control - Part 21: Particular requirements for time switches
36. IEC 62262, Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)
37. IEC 62325, Framework for energy market communications.
38. IEEE C.37.90.1, Standard Surge Withstand Capability (SWC) Tests for Relays and Relay Systems Associated with Electric Power Apparatus.
39. ISO/IEC 17025. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
40. ISO/IEC 17065. Conformity assessment - requirements for bodies certifying products, processes and services.
41. NMX-J-592/1-ANCE-2008, Sistemas de gestión de energía-esquemas de funcionamiento - parte 1: directrices y requisitos generales.
42. NMX-J-592/2-ANCE-2008. Sistemas de gestión de energía - esquemas de funcionamiento-parte 2: definiciones.
43. 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.
44. 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.
45. NMX-Z-012-2-1987, Muestreo para la inspección por atributos - parte 2: método de muestreo, tablas y gráficas.
46. NOM-008-SCFI-2002, Sistema general de unidades de medida.
47. OIML R 46-1/-2, International Recommendation, Edition 2012 (E).

TÍTULO NOVENO

CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

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

TÍTULO DÉCIMO

APÉNDICES NORMATIVOS

APÉNDICE A

(Normativo)

A 1. Requisitos adicionales para transformadores de medida de corriente

Con el propósito de complementar las normas mexicanas referenciadas en esta norma, se establecen los siguientes requisitos adicionales:

A 1.1 Requisitos adicionales de marcado de transformadores de medida de corriente.

A 1.1.1 Marcado de terminales.

A 1.1.1.1 Reglas generales.

El marcado de terminales debe identificar:

- a) los devanados primario y secundario;
- b) las secciones del devanado, si las hubiera;
- c) las polaridades correspondientes a los devanados y a las secciones del devanado.
- d) las tomas intermedias, si las hubiera.

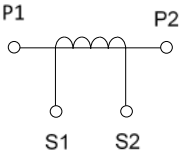
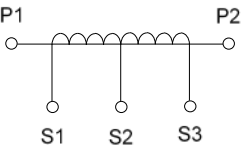
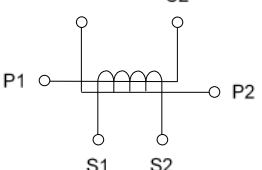
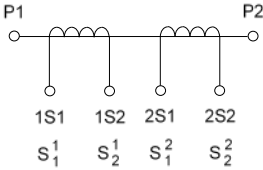
A 1.1.1.2 Método de marcado.

El marcado debe estar conformado de letras mayúsculas seguidas, o precedidas si se requiere, de números.

A 1.1.1.3 Utilización del marcado de transformadores de medida de corriente.

El marcado de las terminales de los transformadores de medida de corriente debe ser como se indica a continuación:

Tabla A 1-Marcado de terminales

Terminales Primarias  Terminales Secundarias	Transformador de relación simple
Terminales Primarias  Terminales Secundarias	Transformador con toma intermedia en el devanado secundario.
Terminales Primarias  Terminales Secundarias	Transformador con devanado primario de dos secciones para conexión en serie o en paralelo.
Terminales Primarias  Terminales Secundarias	Transformador con dos devanados secundarios, cada uno con su propio núcleo magnético (se muestran dos modos de marcado alternativos).

A 1.1.1.4 Indicación de polaridades relativas.

Todas las terminales marcadas como P1, S1 y C1 deben tener la misma polaridad en el mismo instante.

A 1.1.2 Marcado de placa de datos.**A 1.1.2.1 Generalidades.**

En adición al marcado definido en la norma NMX-J-615-1-ANCE-2017, las placas de datos de todos los transformadores de medida de corriente deben tener el marcado señalado a continuación:

- la corriente nominal primaria y secundaria (por ejemplo: 100/1 A);
- la corriente térmica de cortocircuito nominal (I_{th}) (por ejemplo: $I_{th} = 40$ kA);
- la corriente dinámica nominal (I_{dyn}) si difiere de $2.5 \times I_{th}$ (por ejemplo: $I_{dyn} = 85$ kA);

- d) para transformadores con dos o más devanados secundarios, el uso de cada devanado y sus terminales correspondientes;
- e) la corriente térmica continua nominal si difiere de la corriente primaria nominal.

EJEMPLO 1

Para un transformador con un único núcleo y tomas intermedias: $I_{cth} = 150 \%$
(significa el 150 % de la corriente primaria nominal para cada toma intermedia).

EJEMPLO 2

Para transformadores con distintos núcleos de diferentes relaciones,
como 300/5 A y 4000/1 A: $I_{cth} = 450$ A.
(significa que 450 A es la máxima corriente térmica continua de todos los núcleos del transformador).

EJEMPLO 3

Para transformadores con reconexión primaria (4x300/1 A): $I_{cth} = 4 \times 450$ A (significa una corriente térmica continua de 450, 900 o 1800 A, dependiendo de la reconexión primaria).

Un transformador de corriente que satisface los requerimientos de distintas combinaciones de salida y de clase de exactitud puede ser marcado de acuerdo a todas estas combinaciones.

EJEMPLO 4 5 VA cl. 0.5; 10 VA cl. 5P20

EJEMPLO 5 15 VA cl. 1; 7 VA cl. 0.5

EJEMPLO 6 5 VA CL. 1 y 5P20

A 1.1.2.2 Marcado específico de placas de datos de un transformador de corriente de medida.

La clase de exactitud y el factor de seguridad (si lo hubiera) deben ser indicados inmediatamente después de la indicación de la salida nominal correspondiente.

EJEMPLO 1 15 VA cl. 0.5

EJEMPLO 2 15 VA cl. 0.5 FS 10

Los transformadores de corriente que tengan corriente nominal extendida deben indicarla inmediatamente después de la indicación de la clase de exactitud.

EJEMPLO 3 15 VA cl. 0.5 ext. 150 % FS 10

Los transformadores de corriente que tengan un intervalo extendido de carga deben indicarlo inmediatamente antes de la indicación de la clase de exactitud.

EJEMPLO 4 1-10 VA class 0.2

(significa el intervalo de la carga de 1 a 10 VA para una clase 0.2).

Nota: La placa de datos puede contener información relativa a diferentes combinaciones de relaciones, cargas y clases de exactitud que el transformador puede satisfacer para la misma relación. En este caso, valores no normalizados de carga pueden ser usados.

EJEMPLO 15 VA class 1; 7 VA class 0.5

A 2 Requisitos y procedimientos adicionales de prueba para transformadores de medida de corriente.**A 2.1 Requisitos adicionales para la prueba de elevación de temperatura.****A 2.1.1 Montaje de la prueba.**

El transformador de corriente debe montarse de manera análoga al montaje en servicio, y los devanados secundarios deben tener una carga de acuerdo a la sección 6.4.1 de NMX-J-615-1-ANCE-2017, considerando que el incremento de temperatura en un transformador de corriente, cuando circula una corriente primaria igual a la corriente térmica continua, con una carga con factor de potencia unitario correspondiente a la salida nominal, no debe exceder el valor apropiado descrito en la tabla 5 de NMX-J-615-1-ANCE-2017.

Debido a que la posición del transformador en cada instalación de subestación puede ser diferente, el montaje del transformador para la prueba de deja a decisión del fabricante.

Para transformadores de corriente colocados en subestaciones metálicas trifásicas aisladas en gas, las tres fases deben ser probadas al mismo tiempo.

A 2.1.2 Medición de la temperatura ambiente.

Los sensores empleados para medir la temperatura ambiente deben ser distribuidos alrededor del transformador de corriente a una distancia apropiada, de acuerdo a los valores nominales del transformador, y a aproximadamente una altura media del transformador, protegidos de la radiación de calor directa.

Para minimizar los efectos de variación de temperatura por enfriamiento del aire, particularmente durante el último periodo de prueba, se deben usar los medios apropiados de disipación de calor para los sensores de temperatura, con una constante de tiempo aproximadamente igual a la del transformador.

El promedio de las lecturas de dos sensores debe ser usado para la prueba.

A 2.1.3 Duración de la prueba.

La prueba puede detenerse cuanto las siguientes condiciones se cumplan:

- a. cuando la duración de la prueba sea al menos tres veces la constante de tiempo térmica del transformador;
- b. cuando el incremento de temperatura de los devanados (y de la parte superior del aceite de transformadores inmersos en aceite) no exceda 1 K por hora durante tres lecturas consecutivas de incremento de temperatura.

El fabricante debe estimar la constante de tiempo térmica a través de alguno de los siguientes métodos:

- antes de la prueba, a través de resultados de pruebas anteriores o de pruebas hechas a diseños similares. La constante de tiempo térmica debe ser confirmada durante la prueba de elevación de temperatura.
- durante la prueba, a partir de la(s) curva(s) de incremento de temperatura o de decremento de temperatura, registradas durante la ejecución de la prueba y calculadas de acuerdo a la sección A 2.1.3.1.
- durante la prueba, como el punto de intersección entre la tangente a la curva de incremento de temperatura originada en 0 y el valor máximo de incremento de temperatura estimado.
- durante la prueba, como el tiempo transcurrido hasta el 63 % del valor máximo de incremento de temperatura estimado.

A 2.1.3.1 Técnica usada en la prueba de incremento de temperatura de transformadores inmersos en aceite para determinar la constante térmica por medio de una estimación experimental.

Lista de símbolos:

θ	Temperatura en °C.
$\theta(t)$	Temperatura del aceite en función del tiempo (esta temperatura puede corresponder a la parte superior del aceite o a un valor promedio del mismo).
θ_a	Temperatura media de enfriamiento externa (aire ambiente o agua), que se supone constante.
$\Delta\theta$	Incremento de temperatura del aceite a partir de θ_a .
$\theta_u, \Delta\theta_u$	Valores en estado estable.
$\varepsilon(t)$	Desviación remanente del valor en estado estable θ_u .
T_o	Constante de tiempo para una variación exponencial del incremento de temperatura del volumen de aceite.
h	Intervalo de tiempo entre lecturas.
$\theta_1, \theta_2, \theta_3$	Tres lecturas de temperatura sucesivas tomadas a un intervalo de tiempo h .

En principio, la prueba debiera continuar hasta lograr el estado estacionario del incremento de temperatura (del aceite).

$$\theta_u = \theta_a + \Delta\theta_u \quad (A1)$$

$$\theta(t) = \theta_a + \Delta\theta_u \left(1 - e^{-t/T_o}\right) \quad (A2)$$

Por lo tanto, la desviación remanente del valor en estado estable es:

$$\varepsilon(t) = \theta_u - \theta(t) = \Delta\theta_u \left(e^{-t/T_o}\right) \quad (A3)$$

Se considera que:

- la temperatura se mantiene tan constante como sea posible.
- la temperatura del aceite $\theta(t)$ se aproximará a un valor en estado estable siguiendo una función exponencial con una constante de tiempo T_O .
- la ecuación P2 es una buena aproximación de la curva de temperatura (ver figura A1).

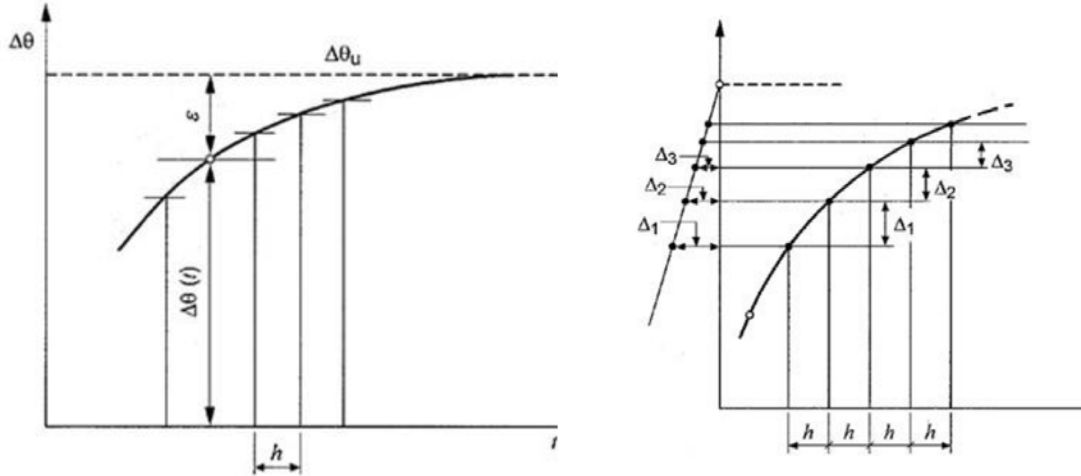


Figura A1. Extrapolación gráfica hacia el valor en estado estable del incremento de temperatura.

Dadas tres lecturas sucesivas $\Delta\theta_1$, $\Delta\theta_2$ y $\Delta\theta_3$, y que la relación exponencial de la ecuación A2 es una buena aproximación de la curva de temperatura, entonces los incrementos tendrán la siguiente relación:

$$\frac{\Delta\theta_2 - \Delta\theta_1}{\Delta\theta_3 - \Delta\theta_2} = e^{h/T_O}$$

$$T_O = \frac{h}{\ln\left(\frac{\Delta\theta_2 - \Delta\theta_1}{\Delta\theta_3 - \Delta\theta_2}\right)} \quad (A4)$$

Las lecturas también permiten una predicción del incremento de temperatura final:

$$\Delta\theta_u = \frac{(\Delta\theta_2)^2 - \Delta\theta_1 \Delta\theta_3}{2 \Delta\theta_2 - \Delta\theta_1 - \Delta\theta_3} \quad (A5)$$

Si se realizan estimaciones sucesivas, todas éstas debieran converger. Para evitar errores numéricos aleatorios grandes, el intervalo h debiera ser aproximadamente T_O , y $\Delta\theta_3/\Delta\theta_u$ no debiera ser menor a 0.95.

Un valor más exacto del incremento de temperatura en estado estable se obtiene por medio del método de mínimos cuadrados de la extrapolación de todos los puntos medidos a partir del 60% de $\Delta\theta_u$ (estimando $\Delta\theta_u$ por medio del método de los tres puntos).

Una manera diferente de hacer este cálculo es:

$$\Delta\theta_u = \Delta\theta_2 + \frac{\sqrt{(\Delta\theta_2 - \Delta\theta_1) - (\Delta\theta_3 - \Delta\theta_2)}}{\ln\left(\frac{\Delta\theta_2 - \Delta\theta_1}{\Delta\theta_3 - \Delta\theta_2}\right)} \quad (A6)$$

A 2.1.4 Temperaturas e incrementos de temperatura.

El propósito de la prueba es determinar el incremento de temperatura promedio de los devanados y, para transformadores inmersos en aceite, el incremento de temperatura de la parte superior del aceite, en estado estacionario, cuando se producen pérdidas bajo las condiciones de servicio especificadas del transformador de corriente.

La temperatura promedio de los devanados debe ser determinado por medio del método de cambio de resistencia, cuando sea práctico, pero para devanados de muy baja resistencia pueden ser empleados termómetros, termopares o sensores de temperatura apropiados.

Los termómetros o termopares deben medir el incremento de temperatura de partes del transformador distintas al devanado. La temperatura de la parte superior del aceite debe ser medida con sensores colocados en la parte superior metálica del transformador que se mantiene en contacto con el aceite.

Los incrementos de temperatura deben ser determinados a través de la diferencia respecto a la temperatura ambiente, medida como se indica en A 2.1.2.

A 2.1.5 Modalidades de prueba para transformadores de corriente con $U_m < 550$ kV.

La prueba debe ser realizada aplicando la corriente térmica continua nominal al devanado primario.

NOTA: Por acuerdo entre el fabricante y el comprador, la corriente de prueba puede aplicarse energizando uno o más devanados secundarios si la tensión en las terminales secundarias de los núcleos de energización es al menos tan alta como si estuviera conectada la carga nominal, con el devanado primario cortocircuitado y el (los) devanado(s) secundario(s) no alimentados conectado(s) a las cargas nominales.

A 2.1.6 Modalidades de prueba para transformadores de corriente inmersos en aceite con $U_m \geq 550$ kV.

La prueba debe ser realizada aplicando simultáneamente lo siguiente al transformador de corriente:

- la corriente térmica continua nominal al devanado primario;

La corriente de prueba también puede ser aplicada energizando uno o más devanados secundarios si las tensiones en las terminales secundarias de los núcleos de energización son al menos tan altas como si estuvieran conectados a la carga nominal, con el devanado primario cortocircuitado y el (los) devanado(s) secundario(s) no alimentados conectado(s) a las cargas nominales.

- la tensión más alta del equipo dividido entre $\sqrt{3}$ entre el devanado primario y tierra. Una terminal de cada uno de los devanados secundarios debe estar conectado a tierra.

A 2.2 Requisitos adicionales para la prueba de aguante de tensión de impulso en terminales primarias.

La tensión de prueba debe ser aplicada entre las terminales del devanado primario (conectadas entre ellas) y tierra. El marco, el envoltorio (si lo hubiera), el núcleo (si está prevista su conexión a tierra) y todas las terminales del (los) devanado(s) secundario(s) deben estar conectados a tierra.

Para transformadores de corriente trifásicos destinados a subestaciones aisladas en gas, cada fase debe ser probada de manera independiente. Durante la prueba de cada fase las otras fases deben ser conectadas a tierra.

Los criterios de aceptación para el caso de transformadores con envoltorios metálicos aislados en gas se encuentran en la sección 6.2.4 de la norma IEC 62271-203:2011.

A 2.3 Requisitos adicionales para comprobar cumplimiento de las especificaciones de error de relación y fase para la prueba de exactitud.

El transformador debe ser probado empleando el valor más alto y más bajo del intervalo de carga especificado.

Los transformadores que tengan un valor nominal de corriente extendido deben ser probados a la corriente nominal extendida primaria en lugar del 120 % de la corriente nominal.

A 2.4 Procedimiento para la realización de la prueba de corriente de cortocircuito.

La prueba térmica debe realizarse con el (los) devanado(s) secundarios cortocircuitados, y a una corriente I' durante un tiempo t' , de modo que:

$$I'^2 t' \geq I_{th}^2 t \quad (A7)$$

donde t es la duración especificada de la corriente térmica de corto circuito.

t' debe tener un valor entre 0.5 s y 5 s.

La prueba dinámica debe realizarse con el (los) devanado(s) secundarios cortocircuitados, y con una corriente primaria cuyo valor pico no es menor que la corriente dinámica nominal (I_{dyn}), por al menos un pico.

La prueba dinámica puede combinarse con la prueba térmica, una vez que se comprueba que el primer pico mayor de corriente de la prueba no es menor que la corriente dinámica nominal (I_{dyn}).

Se juzga que el transformador ha superado la prueba si, después de enfriarse a temperatura ambiente (entre 10°C y 40°C), satisface los siguientes requerimientos:

- a) no se visualiza daño alguno;
- b) los errores después de desmagnetización no difieren de los registrados anteriormente más allá de la mitad de los límites de error de acuerdo a la clase de exactitud del transformador;
- c) el transformador soporta las pruebas dieléctricas especificadas en las secciones 7.3.1, 7.3.2, 7.3.3 y 7.3.4, pero con las tensiones o corrientes reducidas al 90 % de las especificadas;
- d) tras examinación, el aislamiento cercano a la superficie del conductor no muestra deterioro significativo (por ejemplo carbonización).

La examinación en d) no se requiere si la densidad de corriente en el devanado primario, correspondiente a la corriente térmica de cortocircuito nominal (I_{th}), no excede:

- 180 A/mm² donde el devanado está hecho de cobre con una conductividad no menor al 97 % del valor dado en IEC 60028;
- 120 A/mm² donde el devanado está hecho de aluminio con una conductividad no menor al 97 % del valor dado en IEC 60121.

Nota: La experiencia ha mostrado que, en servicio, los requerimientos para especificaciones térmicas nominales, generalmente se cumplen para el caso del aislamiento clase A, una vez que se comprueba que la densidad de corriente en el devanado primario, que corresponde a la corriente térmica de cortocircuito nominal, no excede los valores arriba indicados.

2.5 Requisitos adicionales para la prueba de aguante a la tensión a la frecuencia del sistema en las terminales primarias.

La tensión de prueba debe ser aplicada entre el devanado primario cortocircuitado y tierra. El (los) devanado(s) secundario(s), el marco, el envolvente (si lo hubiera) y el núcleo (si hubiera una conexión especial a tierra) deben estar conectados a tierra.

APÉNDICE B

(Normativo)

Documentación técnica.

B.1 Para los instrumentos de medición se debe presentar la documentación técnica siguiente:

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, 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.
3. Las especificaciones técnicas del medidor, 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 cumple con los requisitos de esta Norma Oficial Mexicana
 - f) Frecuencias de reloj específicas, y
 - g) Consumo energético del medidor.
4. Manual de usuario;
 5. Manual de instalación; y
 6. Una descripción de la verificación de instalación para fallas significativas, si procede.

B.2 Para el software del instrumento de medición se debe presentar la documentación técnica siguiente:

1. Una descripción del software legalmente relevante y la identificación y cumplimiento de lo siguiente:
 - 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.

B.3 Para los transformadores de potencial y corriente se debe presentar la documentación técnica siguiente:

1. Identificación del transformador, incluyendo:
 - a) Nombre o denominación comercial;
 - b) Dibujo de la placa de identificación.
2. Clase de exactitud y las condiciones nominales de funcionamiento.

3. Las especificaciones técnicas del medidor, incluyendo:
 - a) Tipo de transformador;
 - b) Relación de transformación;
 - c) Un diagrama a bloques con una descripción funcional de los componentes y dispositivos;
 - d) Categoría de temperatura;
 - e) Tensión nominal;
 - f) Frecuencia nominal;
 - g) Sistema de puesta a tierra.
4. Manual de usuario;
5. Manual de instalación; y
6. Una descripción de la verificación de instalación para fallas significativas, si procede

Para el esquema de certificación de 10.7.5.2 del PEC, el interesado debe asegurar la homogeneidad de la producción, de modo que todos los productos fabricados cumplan al igual que aquel sobre el que se realizaron las pruebas para satisfacer los requisitos generales de la NOM aplicable.

Mediante este requisito, el fabricante deberá implantar en su cadena de producción una serie de controles que garanticen esta homogeneidad de la producción; pudiendo llegar a ser controles intermedios en la cadena de producción, al final del proceso o incluso durante la fase de compra de materias primas.

Nota: La implantación de un sistema de calidad suele satisfacer las necesidades de este requisito.

Para demostrar el cumplimiento de la homogeneidad de la producción el interesado puede presentar la documentación, descrita en alguna de las siguientes alternativas:

Certificado vigente del sistema de gestión de la calidad que incluya en su alcance la línea de producción o del proceso de manufactura, pudiendo ser éste de un organismo acreditado en el extranjero o país de origen.

APÉNDICE C

(Normativo)

Homogeneidad de la producción.

C.1 Para el esquema de certificación de 14.x.3.2 del PEC, el interesado debe asegurar la homogeneidad de la producción, de modo que todos los productos fabricados cumplan al igual que aquel sobre el que se realizaron las pruebas para satisfacer los requisitos generales de la NOM aplicable.

Mediante este requisito, el fabricante deberá implantar en su cadena de producción una serie de controles que garanticen esta homogeneidad de la producción; pudiendo llegar a ser controles intermedios en la cadena de producción, al final del proceso o incluso durante la fase de compra de materias primas.

NOTA: La implantación de un sistema de calidad suele satisfacer las necesidades de este requisito.

Para demostrar el cumplimiento de la homogeneidad de la producción el interesado puede presentar la documentación, descrita en alguna de las siguientes alternativas:

- Certificado vigente del sistema de gestión de la calidad que incluya en su alcance la línea de producción o del proceso de manufactura, pudiendo ser éste de un organismo acreditado en el extranjero o país de origen.
- Informe de validación del sistema de Homogeneidad de la línea de producción emitido por el OCP, OCS o personal de un organismo acreditado en el extranjero o país de origen, durante la evaluación en sitio, el cual debe considerar los incisos 8.2.2. Determinación de los requisitos para los productos y servicios, 8.4 Control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente, 8.5 Producción y provisión del servicio, 8.6 Liberación de los productos y servicios, 8.7 Control de las salidas no conformes de la norma mexicana NMX-CC-9001-IMNC-2015 o su equivalente internacional o extranjero.

APÉNDICE D**(Normativo)****Parámetros para el protocolo DNP3****D 1. Generalidades**

Las variables requeridas deben estar en concordancia con la aplicación o funcionalidad del medidor clase: A seleccionado de conformidad con la Tabla 1 Aplicaciones y funcionalidades del medidor para Centrales Eléctricas de esta norma.

D 2. Mediciones analógicas estáticas

Mediciones analógicas estáticas: el medidor de energía debe ser capaz de responder con:

- Objeto 30, Variación 1: entradas analógicas a 32 Bits con bandera
- Objeto 30, variación 2: entradas analógicas a 16 Bits con bandera

Mediciones analógicas por Evento: el medidor de energía debe ser capaz de responder con:

- Objeto 32, variación 1: entradas analógicas por evento a 32 bits con bandera y sin estampa de tiempo.
- Objeto 32, variación 2: entradas analógicas por evento a 16 bits con bandera y sin estampa de tiempo.
- Objeto 32, variación 3: entradas analógicas por evento a 32 bits con bandera y estampa de tiempo.
- Objeto 32, variación 4: entradas analógicas por evento a 16 bits con bandera y estampa de tiempo.

Tabla D 1, parte 1 de 6- Parámetros para el protocolo DNP 3.0. Instantáneos.

Punto.	Parámetro.	Comentarios.
0	V_{a^n}	
1	V_{b^n}	
2	V_{c^n}	
3	$V_{ll_{prom}}$	
4	$V_{desbalance}$	Valor en %.
5	I_a	
6	I_b	
7	I_c	
8	I_{prom}	
9	$I_{desbalance}$	Valor en %.
10	$kW3 f_{ases}$	Con signo.
11	$kvar3 f_{ases}$	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 D 1, parte 2 de 6. Parámetros para el protocolo DNP 3.0. Valores promedios (demanda).

Punto.	Parámetro.	Tiempo.
26	$V_{II(prom)}$.	10 min.
27	$V_{desbalance}$	10 min.
28	I_{prom} .	10 min.
29	$I_{desbalance}$	10 min.
30	$kW3 f_{ases}$.	10 min.
31	$kvar3 f_{ases}$.	10 min.
32	Factor de potencia.	10 min.
33	Frecuencia.	10 s.

Tabla 1, parte 3 de 6. Parámetros para el protocolo DNP 3.0. Valores máximos.

Punto.	Parámetro.	Tiempo.
34	$V_{II(prom)}$.	10 min.
35	$V_{desbalance}$	10 min.
36	I_{prom} .	10 min.
37	$I_{desbalance}$	10 min.
38	$kW3 f_{ases}$.	10 min.
39	$kvar3 f_{ases}$.	10 min.
40	Factor de potencia.	10 min.
41	Frecuencia.	10 min.

Tabla 1, parte 4 de 6. Parámetros para el protocolo DNP 3.0. Valores mínimos.

Punto.	Parámetro.	Tiempo.
42	$V_{II(prom)}$.	10 min.
43	$V_{desbalance}$	10 min.
44	I_{prom} .	10 min.
45	$I_{desbalance}$	10 min.
46	$kW3 f_{ases}$.	10 min.
47	$kvar3 f_{ases}$.	10 min.
48	Factor de potencia.	10 min.
49	Frecuencia.	10 min.

Tabla D 1, parte 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 D 1, parte 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

D 2.1 Mediciones estáticas contadores.

El medidor debe ser capaz de responder con:

- Objeto 20, variación 1: entrada de contador a 32 bits con bandera
- Objeto 20, variación 2: entrada de contador a 16 bits con bandera

D 2.2 Mediciones por evento contadores.

El medidor debe ser capaz de responder con:

- Objeto 22, variación 1: entrada de contador a 32 bits con bandera y sin estampa de tiempo.
- Objeto 22, variación 2: entrada de contador a 16 bits con bandera y sin estampa de tiempo.
- Objeto 22, variación 5: entrada de contador a 32 bits con bandera y estampa de tiempo.
- Objeto 22, variación 6: entrada de contador a 16 bits con vadera y estampa de tiempo.

Tabla D 2- Parámetros para el protocolo DNP 3.0. Contadores.

Punto.	Parámetro.	Comentario.
62	Wh entregado de la hora anterior (consumo de la hora anterior).	
63	Wh recibido de la hora anterior (consumo de la hora anterior).	
64	varh Q1 de la hora anterior (consumo de la hora anterior).	
65	varh Q2 de la hora anterior (consumo de la hora anterior).	
66	varh Q3 de la hora anterior (consumo de la hora anterior).	
67	varh Q4 de la hora anterior (consumo de la hora anterior).	
68	varh de la hora anterior (consumo de la hora anterior).	
69	kWh entregado (acumulado).	
70	kWh recibido (acumulado).	
71	kvar HQ1 (acumulado).	
72	kvar HQ2 (acumulado).	
73	kvar HQ3 (acumulado).	
74	kvar HQ4 (acumulado).	
75	<i>Sag</i> (contador de eventos acumulados) cualquiera de las 3 fases (V_a , V_b y V_c).	Límite de contador, es la capacidad del registro.
76	<i>Swell</i> (contador de eventos acumulados) cualquiera de las 3 fases (V_a , V_b y V_c).	Límite de contador, es la capacidad del registro.
77	Interrupciones (contador de eventos acumulados), trifásica.	Límite de contador, es la capacidad del registro.
78	Frecuencia fuera de límite (contador de eventos acumulados fuera de rango $\pm$).	Límite de contador, es la capacidad del registro.
79	THD (V) fuera de límite (contador de eventos acumulados).	Límite de contador, es la capacidad del registro.
80	THD (I) fuera de límite (contador de eventos acumulados).	Límite de contador, es la capacidad del registro.

**Tabla D 3 - Parámetros para el protocolo DNP 3.0. Registro de eventos
(se requiere estampado de tiempo)**

Punto.	Parámetro.	Comentarios.
0	V_{llprom} .	Valor analógico activado por superar los umbrales predefinidos (alto).
1	V_{llprom} .	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	$kW3 f_{ases}$.	Valor analógico activado por superar los umbrales predefinidos (alto).
6	$kvar3 f_{ases}$.	Valor analógico activado por superar los umbrales predefinidos (alto).
7	$kVA3 f_{ases}$.	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.	
21	Evento de calidad de la Potencia	Alarma única indicando la ocurrencia de cualquier evento de la calidad de la calidad de la Potencia (punto 0 al 13)

D 3. Perfil de dispositivo DNP3

**Tabla D 3 - Parámetros para el protocolo DNP 3.0. Registro de eventos
(se requiere estampado de tiempo)**

DNP3	
Documento de perfil para equipos de medición	
Nivel requerido:	Nivel 2
Objetos, Funciones y/o calificadores adicionalmente requeridos a los del Nivel 2: • Objeto 22, Variación 5 – evento de contador de 32 bits con estampa de tiempo • Objeto 22, Variación 6 – evento de contador de 16 bits con estampa de tiempo • Objeto 32, Variación 3 – evento analógico de 32 bits con estampa de tiempo • Objeto 32, Variación 4 – evento analógico de 16 bits con estampa de tiempo	
Tipo de conexiones soportadas:	Redes IP
Tipo de conexión con la Maestra:	Conexión TCP/IP
Número de puerto escucha TCP: (Número de puerto en el que se recibirán peticiones de conexión TCP para el caso de conexión directa con la Maestra)	20000
Soporte para recibir sincronía de tiempo:	En ningún caso la Maestra sincronizará a los equipos de medición
Dirección física o de capa de enlace de datos: (En caso de conexión directa con la Maestra)	Configurable, rango de 1 a 65519 Nota: La Maestra siempre tendrá configurada la dirección física o de capa de enlace de datos 0 (cero)
Confirmación a nivel de capa de enlace de datos: (En caso de conexión directa con la Maestra)	Sólo cuando la Maestra lo requiera
Confirmación a nivel de capa de aplicación: (En caso de conexión directa con la Maestra)	Sólo cuando el equipo de medición envíe eventos de cualquier tipo a la Maestra.
Organización del Buffer de eventos:	Los eventos de estados, analógicos y de contadores se deberán almacenar en distinto buffer
Soporte para respuestas no solicitadas: (En caso de conexión directa con la Maestra)	Nunca
Contadores Número de objeto estático: 20 Número de objeto de evento: 22	
Número de variación estática que debe reportar cuando recibe la petición de variación 0 (En caso de conexión directa con la Maestra)	Configurable: • variación 1: contador de 32 bits o • variación 2: contador de 16 bits

Número de variación de evento que debe reportar cuando recibe la petición de variación 0 Para el caso en que el equipo de medición esté conectado directamente a una UTR, la estampa de tiempo de los eventos de contador se debe originar en el equipo de medición, no en la UTR.	Configurable: • variación 1: evento de contador de 32 bits sin estampa de tiempo • variación 2: evento de contador de 16 bits sin estampa de tiempo • variación 5: evento de contador de 32 bits con estampa de tiempo • variación 6: evento de contador de 16 bits con estampa de tiempo
Modo de reportar eventos: Cuando exista más de un evento asociado a un mismo punto, el medidor de energía puede incluir todos los eventos o sólo los eventos más recientes.	Siempre incluirá todos los eventos
Los contadores se deberán incluir en una respuesta a una clase 0:	Siempre
Recuento de contadores:	Configurable: • 16 bits (65,535) • 32 bits (4,294,967,295) • Al número máximo de recuento (En caso de que el recuento sea configurable para más de 65,535 cuentas para 16-bit o más de 4,294,967,295 cuentas para 32 bits)
Número de clase predeterminada para asignación de eventos de contador: (En caso de conexión directa con la Maestra)	Clase 3 (Objeto 60, variación 4)
Analógicos Número de objeto estático: 30 Número de objeto de evento: 32	
Número de variación estática que debe reportar cuando recibe la petición de variación 0 (En caso de conexión directa con la Maestra)	Configurable: • variación 1: analógico de 32 bits con bandera o • variación 2: analógico de 16 bits con bandera
Número de variación de evento que debe reportar cuando recibe la petición de variación 0 Para el caso en que el equipo de medición esté conectado directamente a una UTR, la estampa de tiempo de los eventos analógicos se debe originar en el equipo de medición, no en la UTR.	Configurable: • variación 1: evento analógico de 32 bits sin estampa de tiempo • variación 2: evento analógico de 16 bits sin estampa de tiempo • variación 3: evento analógico de 32 bits con estampa de tiempo • variación 4: evento analógico de 16 bits con estampa de tiempo
Modo de reportar eventos: Cuando exista más de un evento asociado a un mismo punto, el medidor de energía puede incluir todos los eventos o sólo los eventos más recientes.	Siempre incluirá todos los eventos
Número de clase predeterminada para asignación de eventos analógicos: (En caso de conexión directa con la Maestra)	Clase 2 (Objeto 60, variación 3)
Los analógicos se deberán incluir en una respuesta a una clase 0:	Siempre
Soporte para configuración de bandas muertas	Sí

D 4. Implementación del protocolo DNP3 nivel 2.

La implementación del protocolo DNP3 nivel 2, debe mostrar cuales objetos, variaciones, códigos de función y calificadores soporta un medidor tanto en interrogación como en respuesta. La columna de peticiones identifica todas las interrogaciones que pueden ser enviadas por un dispositivo de telecontrol en modalidad de maestro y que deben ser procesadas por el equipo de medición. La columna de respuesta identifica todas las respuestas que pueden ser enviadas por el equipo de medición y deben ser procesadas por la Maestra. El detalle de las interrogaciones y respuestas. Para mayor detalle se debe consultar el estándar IEEE STD 1815-2012 y el perfil del dispositivo en la página electrónica <https://www.dnp.org/default.aspx>.

APÉNDICE E**(Normativo)****Informe del sistema de gestión del proceso de producción.**

En el caso de los fabricantes interesados en certificar sus productos bajo el esquema de 9.5.5.3 para la emisión del informe de validación del sistema de gestión del proceso de producción, debe verificarse que cumpla con lo siguiente:

E.1 El fabricante debe contar con un sistema de gestión de la calidad certificado por un organismo de certificación para sistemas, acreditado en el sector aplicable al producto a certificar, para que, con base en este sistema, el OCP emita el informe de validación del sistema de gestión del proceso de producción, en el que se comprueba que se contemplan procedimientos de verificación en la línea de producción. Dentro del sistema de gestión de la calidad certificado debe cumplir con los siguientes requisitos.

E.1.1 Sistema de gestión de la calidad del proceso de producción del producto a certificar. El fabricante debe establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad como medio que asegure que el producto está conforme con los requisitos de la NOM aplicable.

E.1.2 Realización del producto y prestación del servicio (Control de Proceso). El fabricante debe identificar y planear los procesos de producción que afectan directamente los aspectos de seguridad del producto y debe asegurar que estos procesos se llevan a cabo bajo condiciones controladas. Estos procesos deben asegurar que todas las partes, componentes, subensambles, ensambles, entre otros, tienen las mismas especificaciones que las de la muestra tipo que fue evaluada en el laboratorio correspondiente y que sirve como base para otorgar la certificación del producto.

E.1.3 En particular se debe poner atención en aquellas actividades que directamente tienen que ver con la seguridad del producto.

- a) Control de producto no conforme. Todos los productos no conformes deben ser claramente identificados y controlados para prevenir su entrega no intencional. Los productos reparados y/o retrabajados deben someterse a una nueva verificación ser reinspeccionados de acuerdo a las pruebas de rutina establecidas y se debe contar con registros que demuestren dicho cumplimiento.
- b) El fabricante deberá contar con evidencia de los efectos reales y potenciales de una no-conformidad sobre el producto que ya está en uso o ya ha sido entregado al cliente y tomar acciones respecto a los efectos de la no conformidad.
- c) Control de registros de calidad. El fabricante debe mantener los registros y resultados de todas las pruebas de rutina que se aplican a la producción. Los resultados de pruebas deben ser informados al responsable de la gestión de la calidad, a la dirección de la empresa y estar disponibles en todo momento para los verificadores. Los registros deben ser legibles e identificar al producto que pertenecen, así como al equipo de medición y prueba utilizado. Estos registros deben ser guardados mínimo por un año y deben ser por lo menos los siguientes:
 - Resultados de las pruebas de rutina.
 - Resultados de las pruebas de verificación de cumplimiento (en su caso).
 - Resultados de las pruebas de verificación del equipo de medición y prueba.
 - Calibración del equipo de medición y pruebas.

- d) Los registros podrán ser almacenados en medios electrónicos o magnéticos, entre otros.
- e) Auditorías internas. La organización debe tener definidos procedimientos que aseguren que las actividades requeridas son regularmente monitoreadas.

E.1.4 Seguimiento y medición del producto (Inspección y prueba).

Es necesario que los productos se verifiquen mediante pruebas específicas que permitan asegurar el cumplimiento de la norma oficial mexicana correspondiente. Estas pruebas varían según el producto, su construcción y la norma oficial mexicana con la que el producto está certificado. Estas pruebas consisten en:

- Pruebas de tipo y/o prototipo, (P.T.)
- Pruebas de rutina (P.R.)
- Pruebas de verificación de cumplimiento. (P.V.)
- Pruebas de verificación del funcionamiento del equipo de medición utilizado en las pruebas de rutina (P.M.)

Las pruebas de tipo y/o prototipo son las que se aplican a la muestra tipo que sirvió de base para otorgar la certificación inicial y no se requiere nuevamente de su aplicación, mientras las especificaciones de los componentes y materiales utilizados en la fabricación no hayan sido modificadas (para lo cual se requerirá de una revisión de planos, dibujos, materiales, composición, dimensiones, etc.).

Las pruebas de rutina son las que se aplican en la línea de producción.

Las pruebas de verificación de cumplimiento son las que se aplicarán por motivos de cambio o modificación de especificaciones de materiales y/o componentes, y por la existencia de componentes alternativos; éstas serán determinadas por el fabricante de acuerdo al cambio o modificación de que se trate. El fabricante debe informar al OCP sobre el cambio de especificaciones de materiales y/o componentes. La información debe incluir los materiales que fueron modificados, las características de los mismos y el informe de pruebas en el que se demuestre que el producto cumple con las especificaciones de la NOM.

Las pruebas de verificación del funcionamiento del equipo de medición utilizado para las pruebas de rutina son las que se realizan diariamente al equipo de medición antes de iniciar la fabricación de productos.

E.1.5 Control de los dispositivos de seguimiento y medición.

Las calibraciones realizadas en los equipos de medición y prueba deben tener trazabilidad metrológica a patrones nacionales, a través de los laboratorios de calibración acreditados y aprobados de acuerdo a lo establecido en el artículo 26 de la LFMN o en su defecto a patrones internacionales o extranjeros aprobados por la autoridad competente de acuerdo con el artículo 73 de la LFMN.

Se debe realizar la verificación documental de los informes de calibración de los equipos de medición y prueba que se utilizarán para asegurar el cumplimiento de las pruebas de rutina.

E.2 Para el caso del procedimiento de certificación con gestión del producto y del proceso de producción, el sistema de control de la calidad de los procesos de producción debe contar con un procedimiento documentado e implementado del proceso de validación del diseño el cual debe determinar:

- a) Las etapas del diseño y desarrollo,
- b) La revisión, verificación y validación, apropiadas para cada etapa del diseño y desarrollo, y
- c) Las responsabilidades y autoridades para el diseño y desarrollo.
- d) Identificar y gestionar las interfaces entre los diferentes grupos involucrados en el diseño y desarrollo para asegurarse de una comunicación eficaz y una clara asignación de responsabilidades. Los resultados de la planificación deben actualizarse, según sea apropiado, a medida que progresa el diseño y desarrollo.

Dentro de los requisitos de entrada para el diseño y desarrollo, debe contemplarse el cumplimiento con el presente proyecto de norma.

La verificación de estos requisitos deberá realizarse a través del OCP.

APÉNDICE F

ACTA CIRCUNSTANCIADA

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 3o. fracciones I, IV-A, V, VI, IX, XIV X-A, XV-A, XVII y XVIII, 68, 84, 85, 88,89, 92, 94, 97 fracción II, 98, 101, 105, 106, 112, 112-A de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, 133 y 134 de la Ley de la Industria Eléctrica; 113 de su Reglamento y demás disposiciones legales aplicables, en mi carácter de representante legal de la Unidad de Verificación con registro número:, con acreditación vigente de fecha: otorgada por la Entidad de Acreditación Autorizada y aprobación vigente de la Secretaría de Energía otorgada en oficio No. de fecha, y habiéndose aplicado el procedimiento para la evaluación de la conformidad correspondiente a las instalaciones para el uso de energía eléctrica que se describen a continuación:

I. DATOS DEL SOLICITANTE DE LA VERIFICACIÓN:

NOMBRE, DENOMINACIÓN O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE:
Actividad:
DOMICILIO DE LA INSTALACIÓN:
CALLE O AVENIDA: _____ No. (Interior y exterior): _____
COLONIA O POBLACIÓN: _____
MUNICIPIO O DELEGACIÓN: _____ CÓDIGO POSTAL: _____
CIUDAD Y ESTADO: _____
TELÉFONO(S): _____
CORREO ELECTRÓNICO: _____
NOMBRE Y CARGO DE LA PERSONA QUE ATENDIÓ LA VISITA DE VERIFICACIÓN:

II. DATOS DE LA VISITA DE VERIFICACIÓN

Objeto de la visita de verificación:
FECHA DE LA VISITA DE VERIFICACIÓN: DÍA: _____ MES: _____ AÑO: _____
HORA DE INICIO: _____ HORA DE TÉRMINO: _____
DESARROLLO DE LA VISITA DE VERIFICACIÓN.
Circunstancias en las que se efectúa la visita de verificación:
No conformidades encontradas:

Observaciones de la persona que atendió la visita de verificación:

Acciones realizadas y documentación ofrecida con respecto a lo asentado en el desarrollo de la visita de verificación.

III. FIRMAS DE LOS QUE INTERVINIERON EN LA VERIFICACIÓN

Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas: _____ No. de registro: _____	Firma: _____
Datos de la persona que atendió la visita Nombre: _____ Identificación: _____ Número o folio de la identificación: _____ Expedida por: _____ Dirección: _____	Firma: _____
Datos del testigo Nombre: _____ Identificación: _____ Número o folio de la identificación: _____ Expedida por: _____ Dirección: _____	Firma: _____
Datos del testigo Nombre: _____ Identificación: _____ Número o folio de la identificación: _____ Expedida por: _____ Dirección: _____	Firma: _____

IV. DICTAMEN DE VERIFICACIÓN DEL MEDIDOR, TRANSFORMADOR DE CORRIENTE Y TRANSFORMADOR DE POTENCIAL

Dictamen de Verificación Folio No.:		Fecha:
Nombre, Denominación o Razón Social del visitado: Registro Federal de Contribuyentes: _____		
Tensión eléctrica (entre conductores): () Baja tensión hasta 1000 V: _____ Fases: _____ Hilos: _____ () Media tensión Mayor de 1000 V y hasta 69 000 V: _____ Fases: _____ Hilos: _____ () Alta tensión mayor a 69 000 V	() Central eléctrica () Centro de Carga () Punto de intercambio de energía (RNT – RGD)	() Instalación nueva () Ampliación de una instalación existente () Modificación de una instalación existente () Subestación para cambio de tensión
Capacidad instalada: _____ Kw Alcance de la verificación _____ Kw	Fecha de la próxima verificación (clasificadas):	

NOTAS:

Datos del visitado

Domicilio:

Calle y No. exterior:

No. interior:

Colonia o Población:

Municipio o Delegación:

Ciudad y Estado:

Código Postal:

Teléfono:

Correo electrónico:

Solicitante del servicio

Nombre:

CURP:

Teléfono:

Correo electrónico:

DICTAMEN DE VERIFICACIÓN

No. Folio:

Hoja ____ de ____

No. de serie y/o id.:		Condiciones ambientales:	
Intervalo de Medida: De acuerdo a condiciones para la determinación del error relativo.		Temperatura en °C:	
Error Máx. Permitido:		% Humedad Relativa:	

MAGNITUD: ENERGÍA ACTIVA

Intervalo de medida		Lectura del Patrón en: Wh	Lectura del Instrum en: Wh	Error promedio del Instrumento en: %	Incertidumbre $k=2 \pm$ en: %
Energía entregada	Pulsos				
Carga alta (120 V 2,5 A; FP 1)					
Carga baja (120 V 0,25 A; FP 1)					
Carga inductiva (120 V 2,5 A; FP -0,5)					
Intervalo de medida		Lectura del Patrón en: Wh	Lectura del Instrumento en: Wh	Error promedio del Instrumento en: %	Incertidumbre $k=2 \pm$ en: %
Energía recibida	Pulsos				
Carga alta (120 V 2,5 A; FP 1)					
Carga baja (120 V 0,25 A; FP 1)					
C. inductiva (120 V 2,5 A; FP -0,5)					

Intervalo de medida		Lectura del Patrón en: Varh	Lectura del Instrumento en: Varh	Error promedio del Instrumento en: %	Incertidumbre $k=2 \pm$ en: %
Reactivos	Pulsos				
Cuadrante I (120 V 2,5 A; -30°)					
Cuadrante II (120 V 2,5 A; -150°)					
Cuadrante III (120 V 2,5 A; -210°)					
Cuadrante IV (120 V 2,5 A; -330°)					

Distorsión total armónicas (THD)	
Distorsión total armónica en tensión en %	
Distorsión total armónica en corriente en %	

	PATRONES EMPLEADOS			
DATOS	PATRÓN DE REFERENCIA	PATRÓN DE REFERENCIA	PATRÓN DE REFERENCIA	INSTRUMENTO
Nombre				
Marca				
Modelo				
No. Serie y/o Id.				
Error Max. Permitido				
Informe/Certificado no.				
Vigencia recomendada				

(Con las especificaciones
del fabricante)

Otro:

Cargo

TRANSITORIOS

PRIMERO. El presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana, una vez que sea publicada en el Diario Oficial de la Federación como Norma definitiva, entrará en vigor a los 60 días naturales después de su publicación.

SEGUNDO. El presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana, una vez que sea publicada en el Diario Oficial de la Federación como Norma definitiva y entre en vigor, cancelará a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SCFI-1999, Instrumentos de medición-Medidores multifunción para sistemas eléctricos-Especificaciones y métodos de prueba, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de diciembre de 1999.

TERCERO. En tanto no existan Unidades de Verificación acreditadas y aprobadas (UVAA), los Transportista y Distribuidores podrán solicitar la realización de las verificaciones en los términos del procedimiento de la evaluación de la conformidad de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, a Unidades de Inspección de la Industria Eléctrica aprobadas por la Comisión Reguladora de Energía durante un periodo no mayor a 240 días naturales contados a partir de la entrada en vigor de la misma.

CUARTO. Las características y funcionalidades excluidas en este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, se deben complementar con las características y funcionalidades que especifique el Transportista o Distribuidores a través de la regulación técnica, autorizada o emitida por la Comisión Reguladora de Energía aplicable en tanto no se contraponga con este Proyecto de Norma Oficial Mexicana.

MARCELINO MADRIGAL MARTÍNEZ, Comisionado de la Comisión Reguladora de Energía y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización Eléctrico y ALBERTO ULISES ESTEBAN MARINA, Director General de Normas de la Secretaría de Economía y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización, con fundamento en los artículos 2, fracción III, 34, fracciones XIII y XXXIII, y 43 Ter, de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 10, 15, 38, fracciones II, IV y IX, 39, fracción V, 40 fracción IV, 41, 44, 45, 47 fracción I, 62, 63 y 73 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 15, 30, 31, 33, 80 y 81 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 2, fracción II, 3, 4, 22, fracción I, II, III y XXVII, 41 fracción III, y 42 de la Ley de los Órganos Reguladores en Materia Energética; 1, 2, 12, fracciones XXXIX y LII, y 132 de la Ley de la Industria Eléctrica; 1, 42, fracción II, 80, fracción II, y 113 del Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica; y 1, 11, 18, fracciones I y XLIII, 25 fracción VII, 29, fracción VI; 32 fracciones II y IV del Reglamento Interno de la Comisión Reguladora de Energía.

Ciudad de México, a 30 de noviembre de 2017.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización Eléctrico y Comisionado de la Comisión Reguladora de Energía, **Marcelino Madrigal Martínez**.- Rúbrica.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización y Director General de Normas de la Secretaría de Economía, **Alberto Ulises Esteban Marina**.- Rúbrica.

