

NOM-044-SCFI-2008

NORMA OFICIAL MEXICANA WATTHORÍMETROS ELECTROMECÁNICOS-DEFINICIONES, CARACTERÍSTICAS Y MÉTODOS DE PRUEBA.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Economía.

La Secretaría de Economía, por conducto de la Dirección General de Normas, con fundamento en los artículos 34 fracciones XIII y XXXI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 39 fracción V, 40 fracción IV, 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 19 fracciones I y XV del Reglamento Interior de la Secretaría de Economía, y

CONSIDERANDO

Que es responsabilidad del Gobierno Federal procurar las medidas que sean necesarias para garantizar que los instrumentos de medición que se comercialicen en territorio nacional sean seguros y exactos, con el propósito de que presten un servicio adecuado conforme a sus cualidades metrológicas, y aseguren la confiabilidad de las mediciones que se realicen en las transacciones comerciales;

Que con fecha 15 de julio de 2008 el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad al Usuario, Información Comercial y Prácticas de Comercio aprobó la publicación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-044-SCFI-2008 "Wathhorímetros electromecánicos-Definiciones, características y métodos de prueba", lo cual se realizó en el Diario Oficial de la Federación el 19 de agosto de 2008, con objeto de que los interesados presentaran sus comentarios;

Que durante el plazo de 60 días naturales contados a partir de la fecha de publicación de dicho proyecto de norma oficial mexicana, la Manifestación de Impacto Regulatorio a que se refiere el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización estuvo a disposición del público en general para su consulta; y que dentro del mismo plazo, los interesados presentaron sus comentarios al proyecto de norma, los cuales fueron analizados por el citado Comité Consultivo, realizándose las modificaciones procedentes;

Que con fecha 11 de noviembre de 2008 el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad al Usuario, Información Comercial y Prácticas de Comercio aprobó por unanimidad la norma referida;

Que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece que las Normas Oficiales Mexicanas se constituyen como el instrumento idóneo para la protección de los intereses del consumidor, se expide la siguiente: Norma Oficial Mexicana NOM-044-SCFI-2008 Wathhorímetros Electromecánicos-Definiciones, características y métodos de prueba.

México, D.F., a 14 de noviembre de 2008.- El Director General de Normas y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad al Usuario, Información Comercial y Prácticas de Comercio, **Francisco Ramos Gómez**.- Rúbrica.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-044-SCFI-2008, WATTHORIMETROS ELECTROMECÁNICOS-DEFINICIONES, CARACTERISTICAS Y METODOS DE PRUEBA

PREFACIO

En la elaboración de la presente Norma Oficial Mexicana participaron las siguientes empresas e instituciones:

- ASOCIACION DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION, A.C.
- CENTRO NACIONAL DE METROLOGIA
- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

Laboratorio de Pruebas de Equipos y Materiales (LAPEM)

Subdirección de Distribución

- GRUPO CONDUMEX
Centro de Investigación y Desarrollo Condumex (CIDEC)
- IUSA-GE, S. De R.L. de C.V.
Gerencia General
Laboratorio de Metrología y Pruebas
- LUZ Y FUERZA DEL CENTRO
Subdirección de Distribución y Comercialización
Microm, S.A. de C.V.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
Facultad de Ingeniería

INDICE DEL CONTENIDO

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Clasificación
5. Especificaciones generales
6. Especificaciones aplicables para wathhorímetros
7. Características eléctricas
8. Abreviaciones permisibles
9. Pruebas
10. Métodos de prueba
11. Selección y aceptación de prototipo
12. Especificaciones del mercado
13. Verificación de wathhorímetros en campo
14. Evaluación de la Conformidad
15. Vigilancia
16. Bibliografía
17. Concordancia con normas internacionales

Transitorios

1. Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana tiene como objeto establecer, las definiciones, características, eléctricas, físicas, mecánicas, empaque y marcado de los wathhorímetros tipo "S" (enchufe autocontenidos); asimismo cubre las designaciones de clase, tensión y frecuencia nominales, valores de la corriente nominal o arreglos de alambrado interno, dimensiones, marcado del rotor, requisitos del registro, pruebas y métodos de prueba, para la evaluación de los prototipos, así como las pruebas de verificación en campo de wathhorímetros, de inducción de corriente alterna.

Los wathhorímetros electromecánicos que cubre la presente Norma Oficial Mexicana se usan para la medición del consumo de energía eléctrica, con fines de facturación entre otros.

2. Referencias

Para la correcta aplicación de esta Norma Oficial Mexicana se deben aplicar las siguientes normas oficiales mexicanas y normas mexicanas:

NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 27 de noviembre de 2002.

NMX-CH-140-2002-IMNC, Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones (cancela a la NMX-CH-140-1996-IMNC), Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 17 de febrero de 2003.

NOM-Z-012/2-1987-SCFI, Muestreo para la inspección por atributos-Parte 2: Métodos de muestreo, tablas y gráficas, Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 28 de octubre de 1987.

3. Definiciones

Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana se establecen las definiciones siguientes:

3.1 Ajuste del wathhorímetro

Operación de dispositivos de ajuste para llevar el porcentaje de registración del medidor dentro de los límites especificados en esta Norma.

3.2 Base del wathhorímetro

Pieza del wathhorímetro en la que se alojan el bastidor, las terminales y sobre la cual se monta la cubierta del wathhorímetro.

3.3 Base enchufe

Es la formada por una base con terminales para conectar la acometida y la carga, mordazas para conectar el wathhorímetro e incluye un cincho o tapa para fijación del wathhorímetro y la colocación del sello de la empresa suministradora de energía eléctrica.

3.4 Bastidor

Es la parte sobre la cual se monta el elemento motor, la suspensión del rotor, el registrador, el elemento de frenado y los dispositivos de ajuste.

3.5 Caja

Conjunto formado por la base del wathhorímetro y la cubierta.

3.6 Calibración

El conjunto de operaciones que tiene por finalidad determinar los errores de un instrumento para medir y, de ser necesario, otras características metrológicas.

3.7 Carga alta

Condición de prueba de un wathhorímetro realizada a corriente y tensión nominales y factor de potencia unitario

3.8 Carga baja

Condición de prueba de un wathhorímetro realizada a tensión nominal, 10% de la corriente nominal y factor de potencia unitario

3.9 Carga inductiva

Condición de prueba de un wathhorímetro realizada a tensión y corriente nominales y factor de potencia 0,5 atrasado.

3.10 Circuito de corriente

Bobina y las correspondientes conexiones internas del wathhorímetro, a través de las cuales circula la corriente del circuito al que está conectado.

3.11 Circuito de tensión

Bobina y las correspondientes conexiones internas del wathhorímetro, alimentadas con la tensión del circuito al que están conectadas.

3.12 Comportamiento de referencia

Comportamiento bajo condiciones de referencia específicas para cada prueba. Se usa como base de comparación para el comportamiento del wathhorímetro bajo otras condiciones de prueba.

3.13 Constante del registrador

Es el multiplicador usado para convertir la lectura del registro a kilowatthoras u otras unidades adecuadas.

NOTA.- Esta constante comúnmente indicada por el símbolo Kr, toma en cuenta la constante Kh del wathhorímetro, la relación del engranaje y las relaciones de los transformadores de tensión y corriente del instrumento.

3.14 Constante del wathorímetro (Kh)

Es el registro expresado en wathoras, correspondiente a una revolución del rotor.

NOTA.- Cuando el medidor se utiliza con transformadores de instrumento la Kh se expresa en términos de los wathoras del primario.

Para una prueba con valores del secundario de tal medidor, la constante es igual a la constante en wathoras del primario (PKh) dividida por el producto de las relaciones nominales de transformación.

3.15 Corriente nominal (In) o corriente básica

Es el valor eficaz de corriente marcado en la placa de datos especificada, por el fabricante para la calibración y el ajuste principal del medidor.

3.16 Corriente máxima (I máx) o corriente de clase

Es el valor máximo de corriente eficaz marcada en la placa de datos, que admite el wathorímetro en régimen permanente y que debe satisfacer los requisitos especificados en esta Norma Oficial Mexicana.

3.17 Cubierta

Tapa de la parte anterior del wathorímetro, construida de vidrio de tal manera que pueda verse el movimiento del rotor y la lectura del registrador.

3.18 Curva de carga

Intervalo de carga en amperes a través del cual el wathorímetro opera con la exactitud especificada en esta Norma.

3.19 Designación de clase

Es la carga máxima en amperes igual a la corriente máxima.

3.20 Deslizamiento

Movimiento continuo del rotor de un wathorímetro con tensión aplicada y las terminales de corriente en circuito abierto.

3.21 Dial

Círculo concéntrico al eje de cada manecilla, impreso en la carátula del registrador, dividido en 10 partes iguales.

3.22 Imanes de freno

Imanes permanentes con su dispositivo de ajuste que producen un par de freno sobre el rotor.

3.23 Energía Eléctrica

La integral de la potencia activa con respecto al tiempo.

3.24 Eslabón de prueba

Dispositivo destinado a separar el circuito de tensión del circuito de corriente para fines de prueba.

3.25 Estator o Elemento

Es la parte activa de un wathorímetro de inducción la cual consiste en un circuito de tensión, uno o dos circuitos de corriente y un circuito magnético acoplados de tal manera que su efecto conjunto al energizar los circuitos de tensión y de corriente es ejercer un par motor por la reacción de las corrientes inducidas en un disco conductor individual o común.

3.26 Exactitud del wathorímetro

Proximidad de la concordancia entre el resultado de una medición y un valor verdadero del mensurando.

NOTAS: 1 El concepto de <exactitud> es cualitativo.

2 El término <precisión> no debe utilizarse por exactitud.

3.27 Factor de distorsión

Es la relación del valor eficaz del contenido de armónicas, entre el valor eficaz de la fundamental expresada en por ciento.

3.28 Factor de potencia

La relación entre la potencia activa a la potencia aparente.

3.29 Forma del wathorímetro

Designación alfanumérica denotando el arreglo del circuito para el cual es aplicable el medidor y su arreglo específico de terminales, definido en esta Norma.

3.30 Frecuencia nominal

Es el valor de frecuencia marcado en la placa de datos al cual se refieren las características de funcionamiento del wathorímetro.

3.31 Magnitud de influencia

Es cualquier magnitud (tensión, frecuencia, temperatura, etc.), cuyos efectos alteran los resultados de la medición.

3.32 Medidor tipo (prototipo)

Término usado para definir un medidor de un diseño especificado y que representa el producto medio de la fabricación de los medidores de ese diseño.

3.33 Par básico

Es el valor nominal del par motor a tensión nominal, corriente básica y factor de potencia unitario. Su valor debe expresarse en Nm.

3.34 Par de frenado

Es la resultante de la acción de los flujos magnéticos del elemento de frenado sobre el rotor.

3.35 Par motor

Es la resultante de la acción de los flujos magnéticos del o los estatores, sobre las corrientes inducidas en el rotor.

3.36 Patrón de Referencia.

Es el patrón de medición de energía eléctrica, en general de la más alta calidad metrológica disponible en un lugar dado o una organización determinada, del cual se derivan las mediciones de energía eléctrica realizadas en dicho lugar. Se utiliza de referencia y sus valores son tomados como base para determinar el por ciento de error de un wathorímetro bajo prueba.

3.37 Porcentaje de error

La diferencia entre su porcentaje de registración y el 100%. Si el porcentaje de registración es menor de 95% se dice que está 5% lento o que su error es -5%, si el porcentaje de registración es 105% se dice que está 5% rápido o que su error es mayor en +5%.

3.38 Porcentaje de registración

El porcentaje de registración de un wathorímetro es la relación de su registración con el valor convencionalmente verdadero en un tiempo dado, expresado en por ciento.

3.39 Por ciento de error

Es la relación entre la diferencia de la energía eléctrica registrada por el wathorímetro y el valor de energía eléctrica de referencia por el valor de energía eléctrica de referencia expresada en por ciento y que se obtiene por la fórmula siguiente:

$$\text{Por ciento de error} = \frac{\text{Energía registrada por el wathorímetro} - \text{Valor de Energía de Referencia}}{\text{Valor de Energía de Referencia}} \times 100$$

NOTA: El valor registrado por el wathorímetro patrón es el valor de energía que se toma como referencia.

3.40 Potencia activa

El promedio en el tiempo de la potencia instantánea sobre un periodo de la onda.

NOTA: Para cantidades senoidales en un circuito de 2 hilos es el producto de la tensión, la corriente y el coseno del ángulo de fase entre ellos. En un circuito polifásico es la suma de las potencias activas de las fases individuales.

3.41 Potencia aparente

Para cantidades senoidales en circuitos monofásicos o polifásicos, la potencia aparente es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las potencias activa y reactiva.

NOTA: Esto es en general, para cantidades no senoidales no es válido.

3.42 Potencia reactiva

Para cantidades senoidales en circuito de dos hilos, la potencia reactiva es el producto de la tensión, la corriente y el seno del ángulo de fase entre ellos. En un circuito polifásico es la suma de las potencias reactivas de las fases individuales.

3.43 Pruebas de aislamiento

Pruebas que se hacen para determinar la calidad de los materiales y separadores aislantes.

3.44 Reactivos o energía reactiva

La integral de la potencia reactiva con respecto al tiempo.

3.45 Registración del wathorímetro

Es la cantidad de energía eléctrica medida que pasa a través del medidor de acuerdo con la lectura del registrador. Es igual al producto de la lectura del registrador y su constante. La registración durante un periodo dado, es igual al producto de la constante del registrador y la diferencia entre las lecturas inicial y final del periodo.

3.46 Registrador

Es la parte del wathorímetro que registra e indica la energía eléctrica consumida.

3.47 Relación de engranaje (Rg)

El número de revoluciones del rotor para que el indicador de unidades dé una vuelta completa, es decir, 10 kWh.

3.48 Relación del registrador (Rr)

Es el número de revoluciones del engrane del registrador que se acopla al sinfín del rotor, para una revolución de la manecilla o tambor de las unidades.

3.49 Repetibilidad de mediciones

Proximidad de concordancia entre los resultados de mediciones sucesivas del mismo mensurando afectadas con la aplicación de la totalidad de las condiciones siguientes:

- Mismo método de medición;
- Mismo observador;
- Mismo instrumento de medición;
- Mismo lugar;
- Mismas condiciones de uso;
- Repetición en periodos cortos de tiempo.

Nota: La repetibilidad puede expresarse cuantitativamente como una característica de la dispersión de los resultados.

3.50 Rotor (disco)

Elemento móvil del wathorímetro sobre el cual actúan los flujos magnéticos del o los estatores y del elemento de frenado haciéndolo girar y a su vez accionar al registrador.

3.51 Suspensión del rotor

Conjunto de piezas destinadas a mantener el eje del rotor en posición vertical y permitir su rotación.

3.52 Temperatura de referencia

Es la temperatura ambiente especificada para condiciones de referencia.

3.53 Tensión nominal (Vn)

Es el valor eficaz de tensión marcado en la placa de datos al cual se refieren las características de operación del wathorímetro.

3.54 Transformador de instrumento

Un transformador que reproduce en su circuito secundario, en una definida y conocida proporción, la tensión o corriente de su circuito primario, con la relación de fase substancialmente conservada.

3.55 Trazabilidad

Propiedad del resultado de una medición o del valor de un patrón, tal que ésta pueda ser relacionada con referencias determinadas, generalmente patrones nacionales o internacionales, por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones, teniendo todas sus incertidumbres determinadas.

Nota: La cadena ininterrumpida de comparaciones es llamada cadena de trazabilidad.

3.56 Valor especificado.

Es aquella característica particular de cada prueba que representa un valor de especificación, que el wathorímetro debe satisfacer para una prueba dada. Entendiéndose que una prueba en particular puede tener un solo valor especificado o varios.

3.57 Variación del error debido a una magnitud de influencia

Es la diferencia entre el error del wathorímetro sujeto a una magnitud de influencia con respecto al error bajo condiciones de referencia.

3.58 Wathorímetro (Medidor de energía)

Es un instrumento o medidor de energía eléctrica que mide y registra la integral, con respecto al tiempo de la potencia activa del circuito en el cual está conectado. Esta integral de la potencia es la energía consumida por el circuito durante el intervalo en el que se realiza la integración y la unidad en la que ésta es medida, convencionalmente es el kilowatthora.

3.59 Wathorímetro autocontenido

Es un wathorímetro en el cual las terminales están arregladas para conectarse al circuito que está siendo medido sin el uso de transformadores de instrumento externo generalmente tipo "S".

3.60 Wathorímetro de inducción

Es aquel en el cual las corrientes que recorren las bobinas fijas actúan con las corrientes inducidas en el elemento móvil, lo cual causa su rotación.

3.61 Wathorímetro monofásico

Es un wathorímetro monoestator o monoelemento para medir energía eléctrica en circuitos monofásicos de 2 o 3 hilos o conductores.

3.62 Wathorímetro polifásico

Es un wathorímetro multiestator o multielemento para medir la energía eléctrica en circuitos polifásicos.

3.63 Wathorímetro tipo "S" (enchufe autocontenido)

Es aquel cuya forma y construcción permite conectar los conductores de la acometida y los de alimentación de la instalación del usuario por medio de una base enchufe y en la cual se insertan las terminales colocadas en la parte posterior del wathorímetro.

4. Clasificación

Los wathorímetros objeto de la presente Norma Oficial Mexicana se clasifican de acuerdo a lo siguiente:

4.1 Por su forma de conexión:

Tipo "S"

4.2 Por sus corrientes básica y máxima

In (A)	I máx (A)	Tipo
15	100	S
30	200	S

4.3 Por su tipo de registrador:

- De manecillas;
- De indicación digital.

5. Especificaciones generales

5.1 Construcción

Los wathorímetros deben construirse con materiales de buena calidad y con la mejor práctica posible, con el objeto de obtener estabilidad en el funcionamiento, mantener la exactitud y seguridad en la operación durante largos periodos de tiempo y bajo diferentes condiciones de operación, con un mínimo de mantenimiento. Además los materiales aislantes usados en su construcción no deben ser higroscópicos.

5.2 Caja

La caja del wathorímetro debe ser a prueba de polvo. Debe estar diseñada de tal manera que una vez colocados los sellos, las partes internas del wathorímetro sean accesibles solamente violando éstos.

5.3 Base del wathorímetro

La base debe ser de construcción rígida y no debe tener tornillos, remaches o dispositivos de fijación de las partes internas del wathorímetro, que se puedan retirar sin violar los dispositivos de sellado o precintado.

5.4 Terminales

Debe ser posible desconectar fácilmente las terminales de tensión de las terminales de entrada de corriente.

5.5 Tornillos de sujeción

Los tornillos de sujeción los cuales están sujetos a la acción de aflojar y apretar varias veces durante la vida el wathhorímetro, deben atornillarse dentro de una tuerca de metal.

5.6 Rotor (disco)

La dirección de rotación del rotor visto desde arriba del wathhorímetro debe ser inversa al giro de las manecillas del reloj. La suspensión del rotor debe ser del tipo magnético.

5.6.1 Marcado del disco

Los medidores deben ser diseñados de tal forma que provean acceso visible al disco para probarlo mediante los siguientes medios y de acuerdo a la figura 1.

5.6.1.1 Estroboscópico

El marcado radial debe colocarse sobre la superficie superior del disco, de tal manera que la prueba estroboscópica se realice a una frecuencia básica de 1500 a 3000 destellos de iluminación por minuto, a la corriente nominal, factor de potencia unitario y tensión nominal.

5.6.1.2 Visual

- a) El índice de marcas debe ser provisto sobre el disco del rotor.
- b) Deben colocarse sobre la superficie superior del disco, cien marcas radiales.
- c) Debe tener una marca en el borde del disco (ver figura. 1).

5.6.1.3 Fotoeléctrico

- a) Para wathhorímetros de un estator, deben ser provistos dos orificios separados 180° y equidistantes del centro del disco.
- b) Para wathhorímetros multiestator, uno o dos orificios como se describe en el inciso anterior.

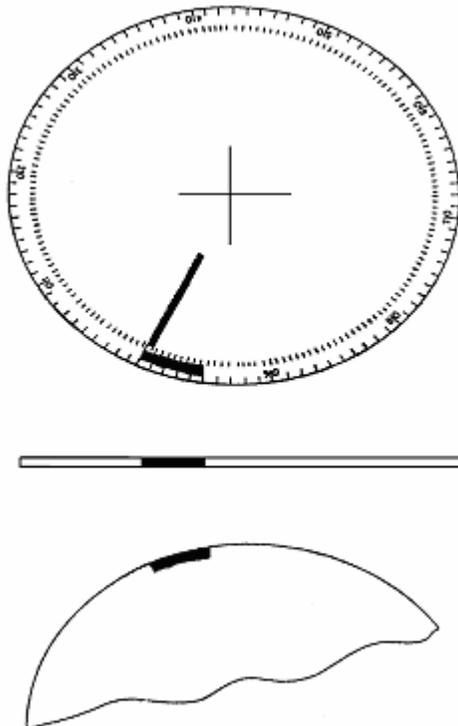


FIGURA 1.- Marcas para rotores de wathhorímetros

5.7 Dispositivos de ajuste

5.7.1 Los medios requeridos para hacer los ajustes deben ser de fácil acceso.

5.7.2 La dirección de los dispositivos de ajuste deben ser marcados con la letra "R" para rápido y la letra "L" para lento.

5.7.3 Todos los dispositivos de ajuste deben ser inalterables con el transcurso del tiempo o por los golpes o vibraciones a que están sometidos los waththorímetros en su transporte, manejo y servicio normales.

5.7.4 No son necesarios los dispositivos de ajuste para carga inductiva en los waththorímetros que tengan compensación permanente calibrada en fábrica para este fin. Los márgenes de los ajustes no deben ser menores de:

- ± 3% con 10% In, Vn Fp 1,0 (carga baja)
- ± 2% con 100% In, Vn Fp 1,0 (carga alta)
- ± 1% con 100% In, Vn Fp 0,5 (carga inductiva)

5.8 Registradores

5.8.1 Deben ser de manecillas o digitales.

5.8.2 Cada waththorímetro que esté provisto con un registrador tipo manecilla debe tener un dial por cada manecilla. Las divisiones deben ser numeradas de 0 a 9 empezando desde arriba. El engranaje del registrador debe ser tal que los movimientos relativos de las manecillas adyacentes estén en direcciones opuestas y en relación de 10:1, de derecha a izquierda es decir 1, 10, 100, 1 000, 10 000 kWh/ división.

5.8.3 El movimiento de la manecilla de menor valor del registrador debe ser en sentido del giro de las manecillas del reloj.

5.8.4 El acabado de la carátula del registrador debe ser opaco y de color blanco, aluminio o equivalente.

5.8.5 La impresión de los diales, el grabado de los números y las manecillas deben ser de color negro.

5.8.6 Los centros de los diales deben estar sobre una línea recta horizontal.

5.8.7 El diámetro de los diales debe ser de 15 mm como mínimo.

5.8.8 La relación del registrador debe ser claramente marcada en una posición visible, sin remover la cubierta, de preferencia en el frente del registrador y con números no menores de 3 mm de altura.

5.8.9 La palabra kilowattthora o la abreviación kWh debe aparecer inmediatamente arriba o abajo de los diales o en el frente del registrador.

5.8.10 Los registradores para waththorímetros deben ser provistos con cuatro o cinco diales de relación tal que no requiera un multiplicador.

5.8.11 Constante de registrador (multiplicador)

En el caso de registradores con 4 diales, cuando se requiera, la constante de registrador o multiplicador debe ser de diez, indicándose con el texto "MULTIPLICAR POR 10", localizado arriba o abajo de los diales.

5.9 Acabado

Las partes susceptibles a la corrosión, bajo condiciones normales de trabajo, deben estar protegidas contra la acción atmosférica y cuando existan acabados protectores, éstos no se deben deteriorar durante su manipulación normal, ni sufrir detrimento por exposición a la atmósfera, en condiciones normales de servicio. Los materiales empleados, incluso pinturas y otros acabados superficiales deben ser resistentes, indeformables e indelebles. También deben resistir la acción de las técnicas normales usadas en los procesos de limpieza.

Todos los waththorímetros deben cumplir con los requerimientos de las pruebas de intemperismo y rocío salino, indicados en esta Norma Oficial Mexicana.

6. Especificaciones aplicables para waththorímetros

6.1 Dimensiones

Las dimensiones para asegurar el montaje y la intercambiabilidad de las conexiones deben ser como se indica en las figuras de la 2 a la 6.

Nota: Todas las dimensiones indicadas dentro de las figuras son en milímetros y deben ser redondeadas a una décima de milímetro en valores máximos al inmediato superior y en valores mínimos al inmediato inferior.

6.2 Oreja de sujeción

El wathorímetro debe contar con una oreja de sujeción sobre la parte posterior de su base.

6.3 Ventilación

La disipación de calor interno del wathorímetro debe hacerse a través de ventanas con filtros adecuados que eviten la entrada de elementos extraños.

6.4 Apartarrayos.

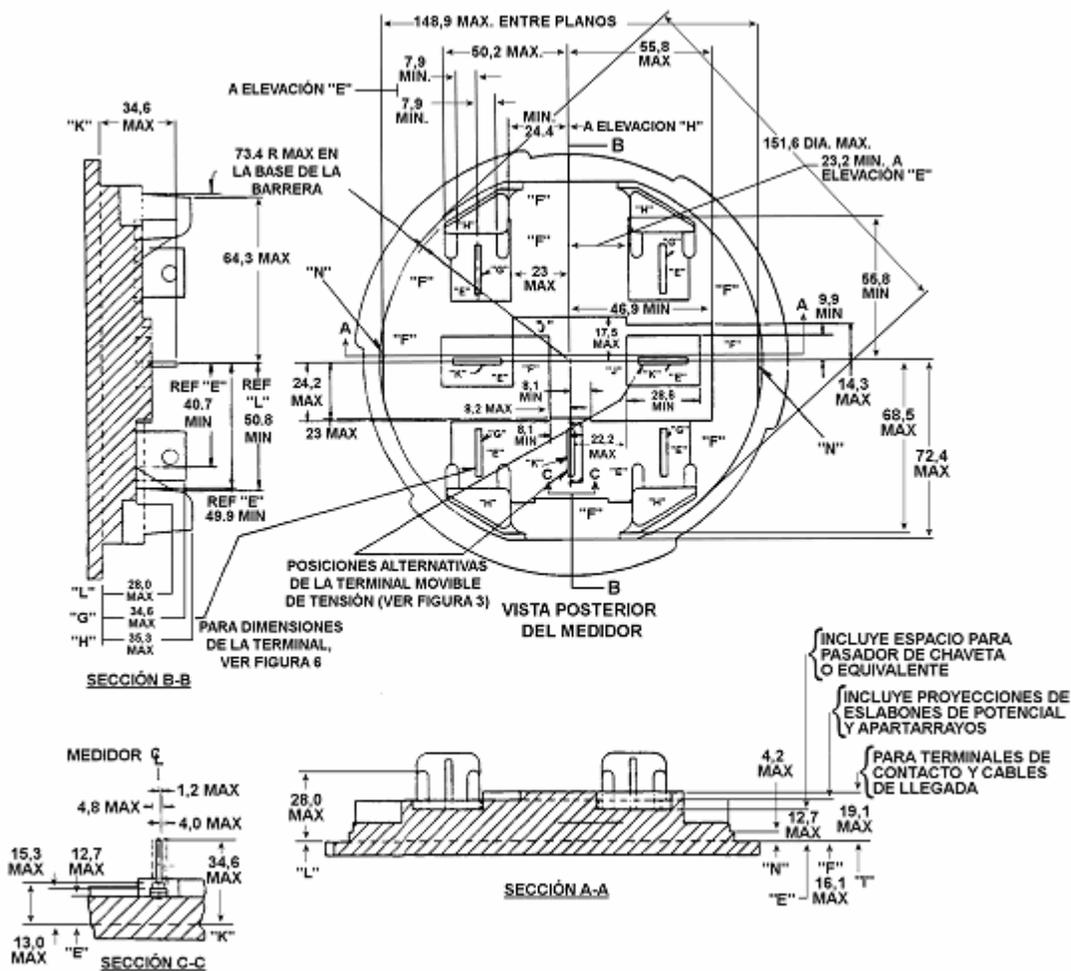
El wathorímetro debe contar con un apartarrayo por cada bobina de corriente.

6.5 Sellado.

El wathorímetro debe contar con los orificios necesarios para la colocación de un sello entre su base y el arillo de su cubierta. La base del mismo debe estar diseñada de tal manera que el sello instalado no estorbe ni se dañe al momento de la instalación del wathorímetro en la base enchufe.

6.6 Conexiones.

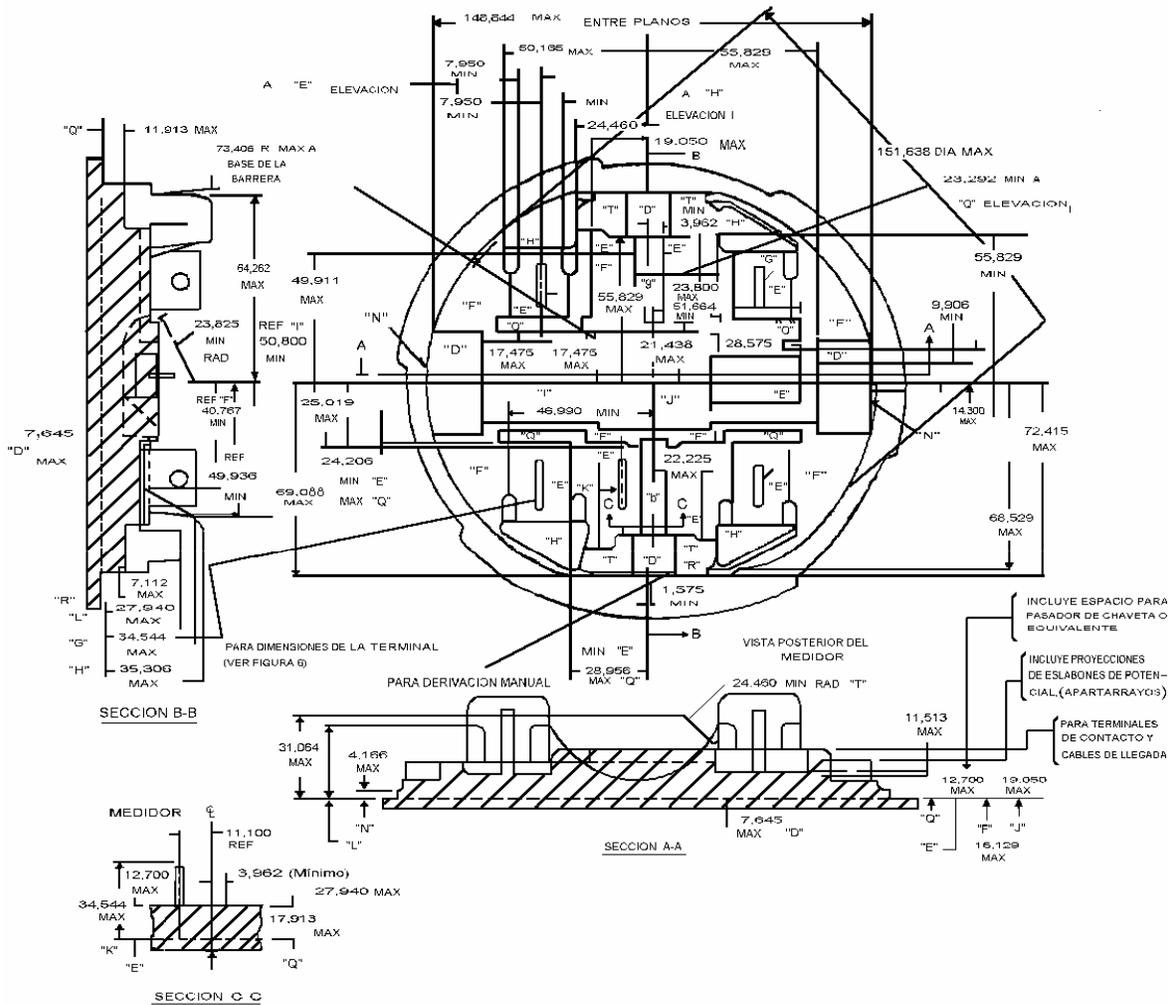
Las conexiones internas deben ser como se indica en las figuras 7 y 8.



NOTAS: (1) La simetría tiene que ser supuesta en dimensiones desde las líneas centrales a menos que se especifique otra.

(2) Para medidores de 5 terminales para uso en base enchufe de 7 terminales ver figura 3.

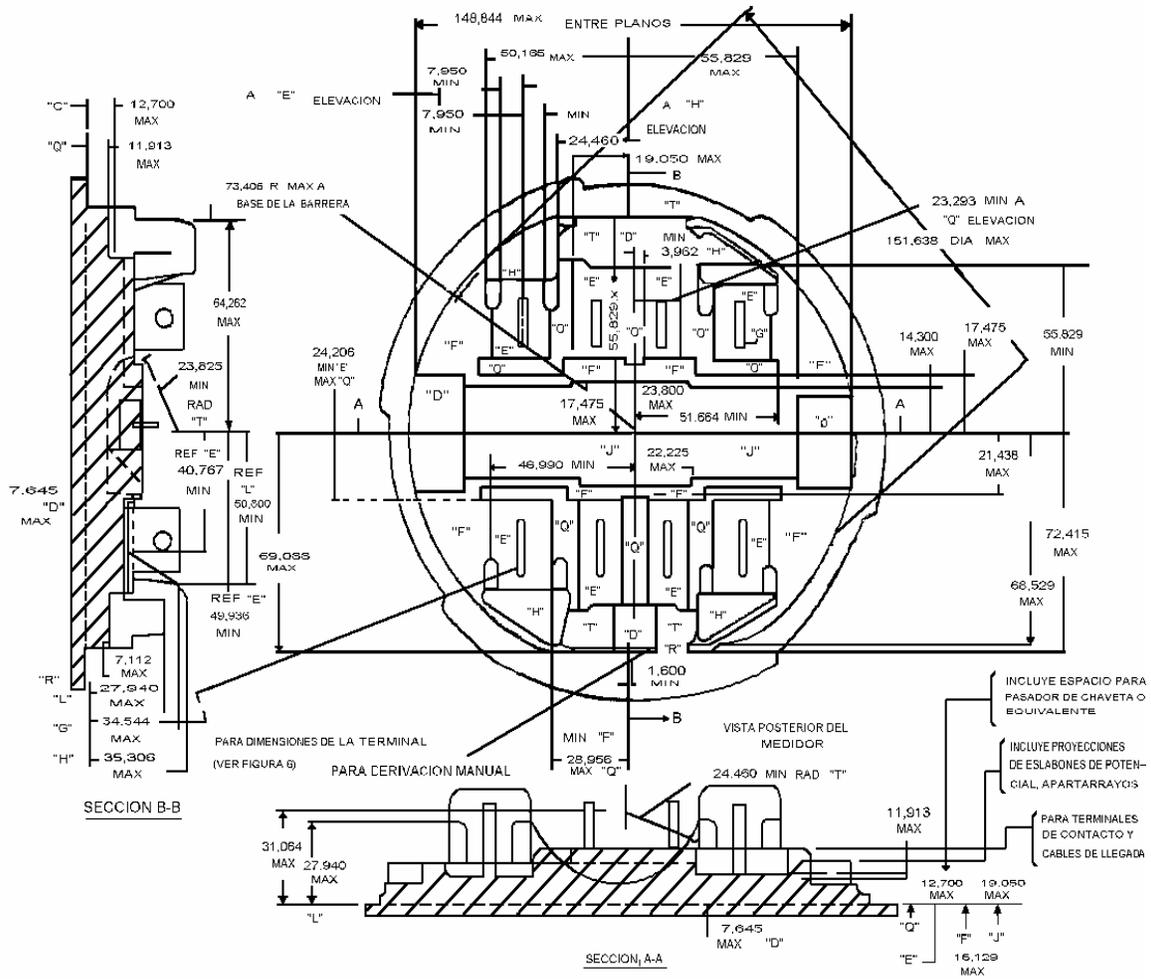
FIGURA 2.- Cubierta de superficie que se proyectan dentro de la base enchufe para medidores de 4 a 6 terminales.



NOTAS:

(1) La simetría tiene que ser supuesta en dimensiones desde las líneas centrales a menos que se especifique otra.

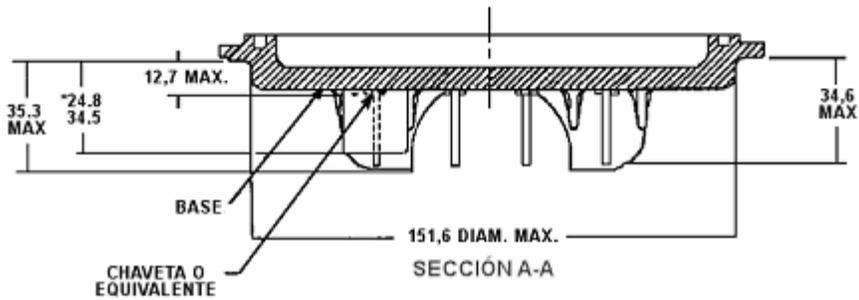
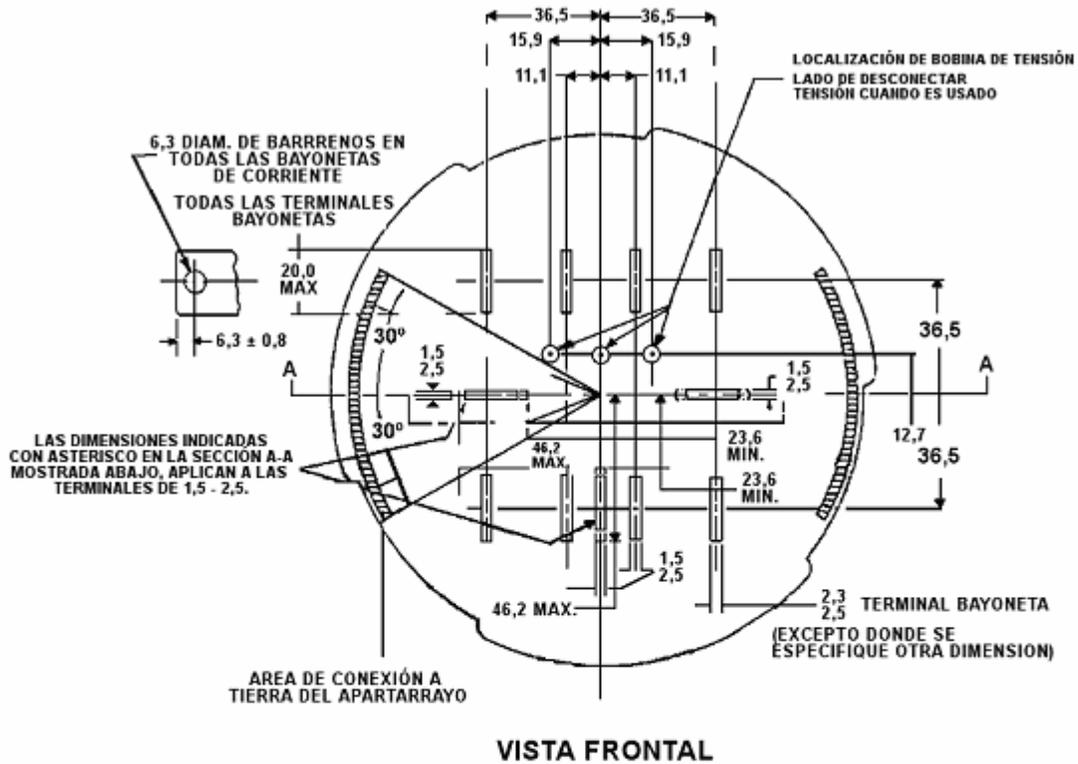
FIGURA 3.- Conjunto de superficies que se proyectan dentro de la base enchufe para medidores de 5 terminales en base enchufe de 7 terminales.



NOTAS:

(1) La simetría tiene que ser supuesta en dimensiones desde las líneas centrales a menos que se especifique otra.

FIGURA 4.- Conjunto de superficies que se proyectan dentro de la base enchufe para medidores de 7 y 8 terminales.



NOTAS: (1) Las abrazaderas a tierra de los apartarraysos deben estar dentro del ángulo mostrado en la figura y serán de suficiente longitud para prever superficies de contacto desde el radio mínimo al máximo radio.

A tierra significa que la base enchufe se extenderá sobre el ángulo completo mostrado y estará localizado en cualquier parte entre los límites del radio).

(2) A menos que se especifique otro, las tolerancias serán $\pm 0,4$ mm en dimensiones únicas y $\pm 0,8$ mm en dimensiones acumuladas.

FIGURA 5.- Montaje y dimensiones de terminal para wathhorímetros desmontables de un estator y varios estatores con 4 y 8 terminales.

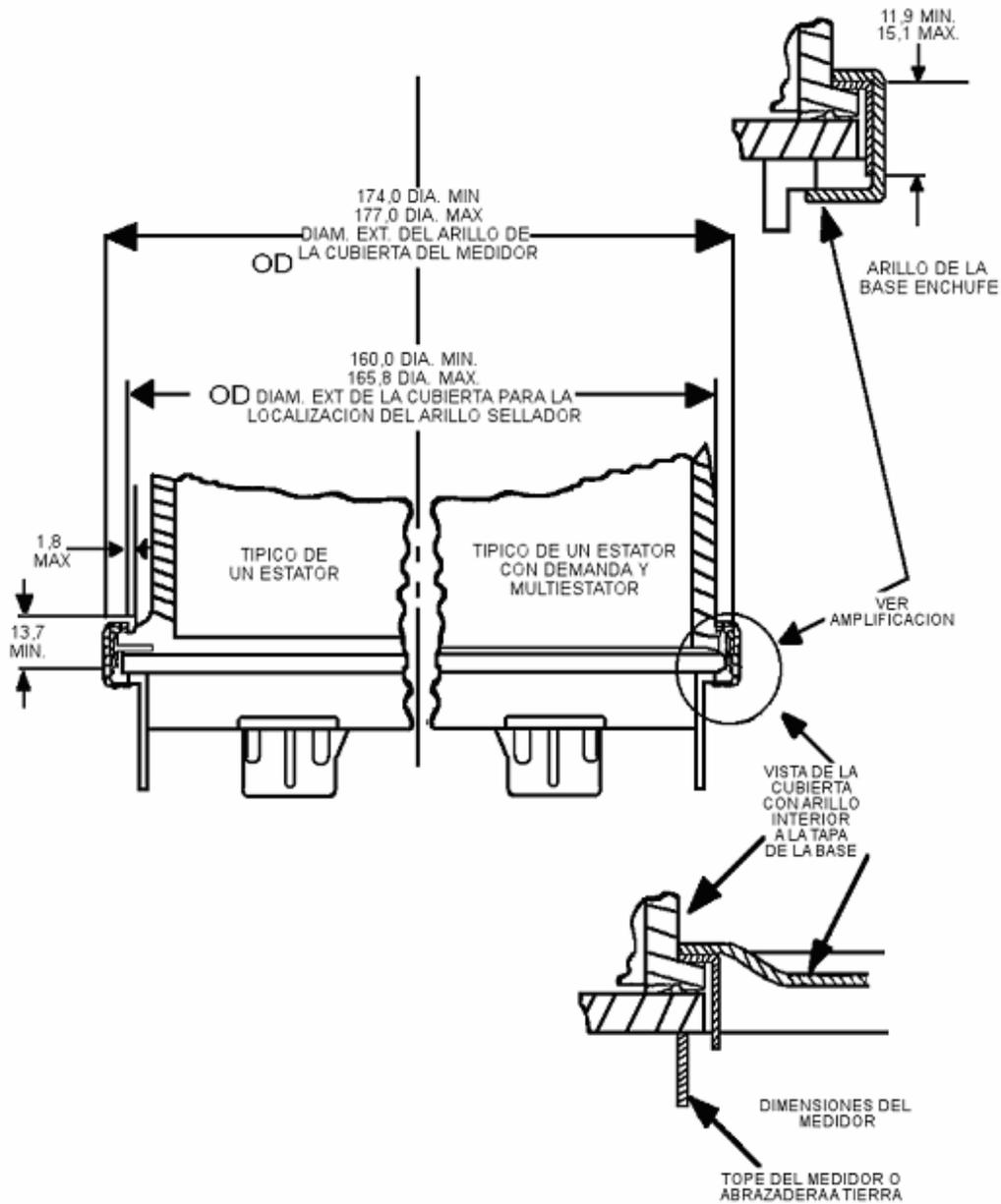


FIGURA 6.- Conjunto de cubiertas redondas para wathorímetros tipo "S" de un estator y varios estatores.

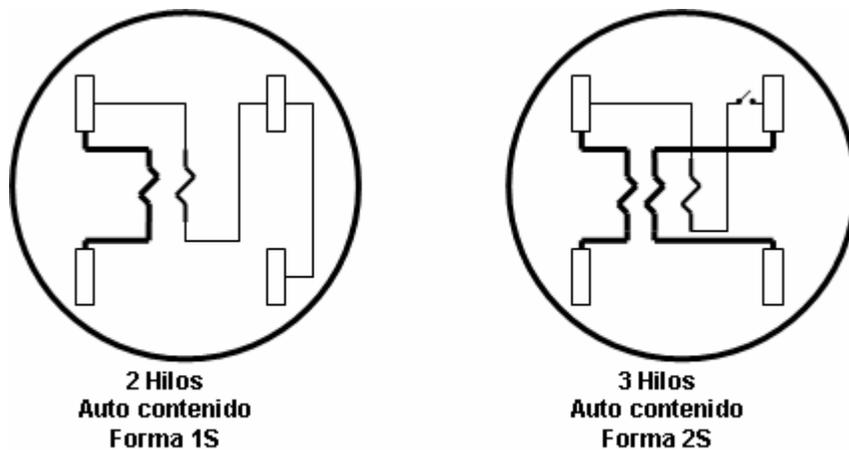


FIGURA 7.- Conexiones internas para wathhorímetros tipo "S" monofásicos (vistas frontales).

NOTA:

Estos diagramas son esquemáticos. No implican ninguna dirección específica de movimiento o conexión del eslabón de potencial cuando abre

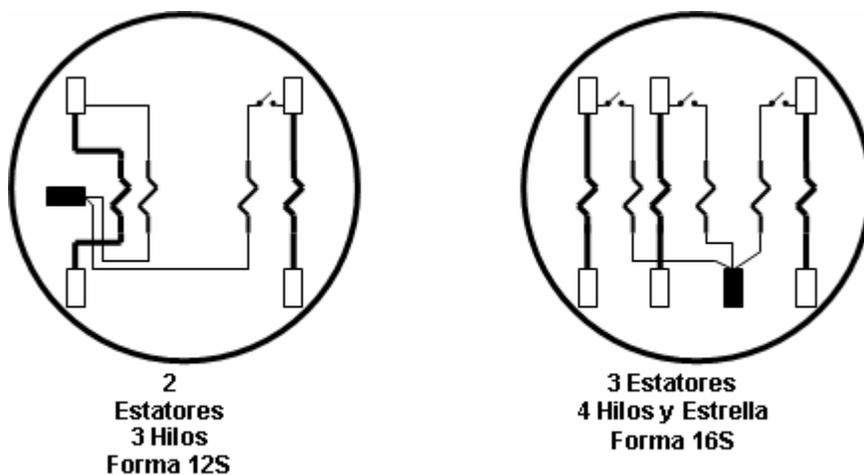


FIGURA 8.- Conexiones internas para wathhorímetros, autocontenidos tipo "S" de varios estatores (vistas frontales).

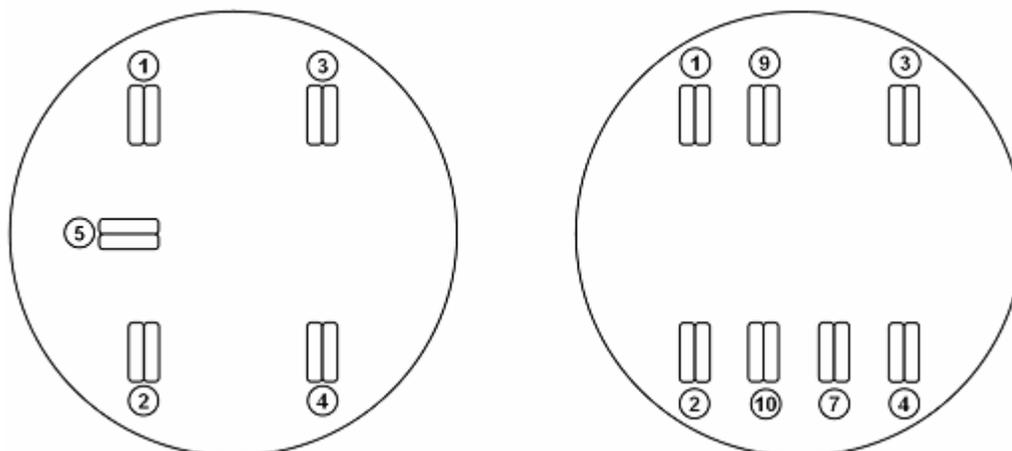


FIGURA 9.- Identificación de la posición de las mordazas de la base enchufe (vista frontal de la base).

7. Características eléctricas

7.1 Tensión y frecuencia.

La tensión y frecuencia nominales deben ser las siguientes:

120, 127 o 240 V, 60 Hz.

7.2 Corrientes de prueba.

Deben ser las siguientes:

CORRIENTE MAXIMA (I máx o Clase) A	CORRIENTE NOMINAL (In) A	CORRIENTE DE CARGA BAJA A
100	15	1,5
200	30	3,0

7.3 Designaciones de la forma típica.

Las designaciones de la forma típica de los wathorímetros se indican en la Tabla 1.

DESIGNACION DE LA FORMA	ESTADORES	CIRCUITO DE CORRIENTE	NUMERO DE HILOS DEL CIRCUITO	FIG.
1 S	1	1	2	7
2 S	1	2	3	7
12 S	2	2	3	8
16 S	3	3	4 estrella	8

TABLA 1.- Designación de la forma típica

8. Abreviaciones permisibles

FM - forma

CL - código de lote

V - volts

H - hilos o conductores

Hz - Hertz

In - corriente nominal

Kh - constante del wathorímetro

A - amperes

F - fases

CM - código del medidor

Y – estrella

E – estator o elemento

9. Pruebas

9.1 Pruebas prototipo

Para verificar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en esta Norma Oficial Mexicana, los wathorímetros deben cumplir con las pruebas siguientes:

9.1.1. Verificación dimensional e inspección visual

9.1.2. Prueba de los apartarrayos

9.1.3. Prueba de aislamiento

9.1.4. Pérdidas internas del circuito de tensión

9.1.5. Pérdidas internas del circuito de corriente

9.1.6. Incremento de temperatura

9.1.7. Marcha en vacío (deslizamiento)

9.1.8. Corriente de arranque

- 9.1.9. Verificación de la relación de engranaje (Rg)
- 9.1.10. Verificación de la constante del disco (Kh)
- 9.1.11. Verificación de los ajustes
- 9.1.12. Funcionamiento bajo carga
- 9.1.13. Efecto de variación del factor de potencia
- 9.1.14. Influencia de la variación de tensión
- 9.1.15. Influencia de la variación de frecuencia
- 9.1.16. Influencia del cambio de posición de los wathorímetros
- 9.1.17. Influencia del campo magnético de origen externo
- 9.1.18. Influencia de autocalentamiento
- 9.1.19. Influencia de la variación de la temperatura ambiente
- 9.1.20. Influencia del rozamiento del registrador
- 9.1.21. Influencia de sobrecorriente de corta duración
- 9.1.22. Estabilidad con carga baja
- 9.1.23. Igualdad de los circuitos de corriente
- 9.1.24. Independencia de los estatores
- 9.1.25. Intemperismo
- 9.1.26. Rocío salino
- 9.1.27. Efecto de la humedad relativa
- 9.1.28. Prueba de impacto
- 9.1.29. Caída durante el transporte
- 9.1.30. Prueba de vibración
- 9.1.31. Efecto de vibración durante la transportación
- 9.1.32. Lluvia
- 9.2 Condiciones Generales de Prueba
- 9.2.1 Preparación

Antes de iniciar las pruebas, los wathorímetros deben someterse a una inspección visual para verificar que no sufrieron daños o deterioro por manejo o transporte y que las características indicadas en la placa de datos coincidan con las especificaciones de los prototipos.

Cuando aplique, los wathorímetros deben ajustarse para que el error no sea mayor de $\pm 0,5\%$ en los puntos indicados en la Tabla 2.

Corriente	Factor de potencia	Tensión
In	1	Nominal
In	0,5 ind.	Nominal
10 % In	1	Nominal

TABLA 2.- Pruebas de calibración

9.2.2 Montaje.

Para realizar las pruebas los wathorímetros deben montarse con la cubierta y el registrador colocados, a menos que se especifique lo contrario en alguna prueba.

Debe contarse con una mesa de pruebas con soportes y accesorios para fijar los wathorímetros en la posición de prueba.

9.2.3 Acondicionamiento.

Antes de iniciar cualquier ciclo de prueba, los wathorímetros deben permanecer durante una hora a la tensión y frecuencia nominales. En las pruebas que involucren la verificación de varios puntos o condiciones, el wathorímetro debe permanecer en la nueva condición durante 10 min. antes de realizar las determinaciones del error.

9.2.4 Condiciones de referencia.

- a) Temperatura ambiente: $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- b) Posición de operación: La que corresponda, con una tolerancia de $\pm 0,5^{\circ}$ referido al eje del disco

- c) Tensión: La que corresponda, con una tolerancia de $\pm 1\%$
- d) Frecuencia: La que corresponda, con una tolerancia de $\pm 0,5$ Hz
- e) Factor de distorsión en la forma de onda senoidal de tensión y corriente: No mayor de 3%
- f) Factor de Potencia: El que corresponda, con una tolerancia en su ángulo correspondiente de $\pm 2^\circ$ eléctricos.
- g) Corriente de prueba: La que corresponda, con una tolerancia de $\pm 1\%$
- h) Inducción magnética de referencia de origen externo, que no cause una variación en el error mayor de $\pm 0,3\%$.

Para cumplir con esta condición, es necesario verificar los errores del wathorímetro, primero conectado éste en forma normal a la fuente y posteriormente invirtiendo las conexiones de la alimentación, tanto al circuito de corriente como al de tensión. La mitad de la diferencia entre los dos errores es el valor de la variación del error. Puesto que se desconoce la fase del campo externo, la prueba debe realizarse con 0,1 de corriente básica y factor de potencia unitario y 0,2 de corriente básica con factor de potencia 0,5 atrasado.

- i) Humedad relativa 50% \pm 15%.
- j) Debido a posibles errores en las mediciones y en los patrones empleados, debe aplicarse una tolerancia a los límites especificados de desviación en por ciento, para cualquier prueba que involucre una determinación de exactitud de un wathorímetro. Un wathorímetro debe ser considerado dentro de los límites permitidos si la desviación de las mediciones no excede la desviación máxima especificada con respecto a la referencia en 0,1%, o en una décima de la máxima desviación establecida, lo que sea mayor. El punto de referencia deberá ser lo más cercano posible a un error de cero y en ningún caso el error deberá exceder el 0,5%.

9.2.5 Incertidumbre de la medición.

La exactitud de los equipos e instrumentos utilizados en la realización de las pruebas, deben ser tales que la incertidumbre de la medición no sea mayor de 0,3% calculada conforme a lo establecido en la NMX-CH-140-2002-IMNC (véase 2 Referencias).

La temperatura ambiente durante la realización de cada prueba debe registrarse con un termómetro con alcance de medición de 0 a 50°C con resolución mínima de 1°C.

La humedad relativa del ambiente, durante la realización de cada prueba, debe registrarse con un higrómetro con alcance de 20 a 100% con una resolución mínima de $\pm 1\%$.

9.2.6 Conexiones de los wathorímetros.

Cuando se prueban varios wathorímetros simultáneamente, o al probar wathorímetros que contengan más de una bobina de corriente y/o tensión, se deben conectar sus circuitos de corriente en serie y sus circuitos de tensión en paralelo de tal forma que todos los circuitos queden energizados, a menos que se especifique otra cosa.

9.2.7 Determinación del error de los wathorímetros

La determinación del error de los wathorímetros se realiza por el método de comparación con un wathorímetro patrón. Este método consiste en conectar el wathorímetro de prueba y el wathorímetro patrón, a un circuito de carga de potencia constante y medir simultáneamente el número de revoluciones del rotor de ambos. El error del wathorímetro se obtiene mediante la fórmula siguiente:

$$\% \text{ de error} = \left[\frac{K_h \cdot N - K_p \cdot n \cdot R_{tc} \cdot R_{tp} \cdot c}{K_p \cdot n \cdot R_{tc} \cdot R_{tp} \cdot c} \right] \cdot 100$$

Donde:

- Kh Es la constante del wathorímetro bajo prueba.
- Kp Es la constante del wathorímetro patrón.
- N Es el número de revoluciones del wathorímetro bajo prueba.
- n Es el número de revoluciones del wathorímetro patrón.
- R_{tc} Es la relación del transformador de corriente del patrón.
- R_{tp} Es la relación del transformador de potencial del patrón.
- c Es la cantidad de bobinas de corriente energizadas del wathorímetro bajo prueba.

NOTAS:

- 1 Cuando no se use transformador de corriente y/o potencial.

$$R_{tc} = 1 \text{ y/o } R_{tp} = 1$$

- 2 Todos los aparatos y equipos indicados en los diagramas, así como el arreglo y disposición de los circuitos de prueba, se mencionan a nivel de recomendación debido a la diversidad de circuitos y elementos que pueden ser utilizados para realizar las pruebas.
- 3 Los instrumentos de medición que se usen en las pruebas deben contar con dictámenes de calibración vigentes expedidos por laboratorios de calibración acreditados y, en su caso aprobados.
- 4 La fórmula indicada en este inciso, para el por ciento de error, es equivalente a la indicada en el inciso 3.39.

10. Métodos de prueba

10.1 Verificación dimensional e inspección visual.

A).- Dimensional

10.1.1 Objetivo.

Verificar que las dimensiones y par de apriete de los wathhorímetros cumplan con lo establecido en esta Norma Oficial Mexicana y detectar si existen defectos en los wathhorímetros o sus componentes, así como en el acabado y ensamble de los mismos.

10.1.2 Aparatos y equipos.

- Calibrador Vernier con escala de 0 mm a 60 mm con aproximación de 0,05 mm;
- Regla graduada en mm con aproximación de 1 mm;
- Torquímetro con alcance máximo de medición de 0 Nm a 0,5 Nm;
- Torquímetro con alcance máximo de medición de 0 Nm a 2,5 Nm;

10.1.3 Procedimiento.

Con la regla graduada, y el vernier se cuantifican las dimensiones del wathhorímetro.

A continuación se retira la cubierta y utilizando el torquímetro adecuado se verifica que al aplicar el momento de torsión especificado en la tabla 3, el tornillo no gire, aflojándose.

Finalmente sin retirar el registrador, se mide el diámetro de la circunferencia del dial de cada manecilla.

B).- Inspección Visual

10.1.4 Objetivo.

Observar si hay defectos en las piezas del wathhorímetro, su acabado y ensamble, realizando una inspección completa del wathhorímetro retirándole la cubierta, de acuerdo a la relación de la Tabla 3.

NOTA.- Esta tabla se proporciona a manera de guía, ya que pueden existir defectos que no están contemplados en ella pero que sí deben ser considerados como tales.

10.1.5 Resultado.

Para cada wathhorímetro la prueba se considera satisfactoria si no existen más de 2 condiciones no cumplidas según lo establecido en la Tabla 3 o no existen más de 2 dimensiones no cumplidas según lo indicado en esta Norma Oficial Mexicana. En caso de que lo anterior no se cumpla, se suspenderán las pruebas.

10.2 Prueba de los apartarrayos.

10.2.1 Objetivo.

Verificar que los apartarrayos de los wathhorímetros funcionen adecuadamente para protegerlos de sobretensiones de corta duración debido a descarga atmosférica.

10.2.2 Aparatos y equipo.

Equipo de prueba de alta tensión variable, a frecuencia nominal, capaz de proporcionar de 0 a 5 kV mínimo, con un voltmetro que indique la tensión eficaz de prueba, con clase de exactitud de $\pm 1,0\%$ o mejor, y que cuente con un dispositivo de protección para corto circuito.

10.2.3 Preparación de la muestra.

Igual a lo indicado en el punto 9.2.3.

10.2.4 Procedimiento.

La prueba debe efectuarse bajo las condiciones de referencia especificadas en 9.2.4 realizando lo siguiente para cada uno de los apartarrayos del wathhorímetro.

Se aplica la tensión entre la bobina de corriente y la terminal de tierra del apartarrayo respectivo, aumentándola gradualmente desde cero hasta el valor en que se produzca la descarga en el apartarrayo.

10.2.5 Resultado.

Para cada wathhorímetro la prueba se considera satisfactoria si todos sus apartarrayos operan entre 2 y 4 kV.

10.3 Prueba de aislamiento.

10.3.1 Objetivo.

Verificar que los aislamientos de los wathorímetros son capaces de soportar los esfuerzos dieléctricos provocados por las sobretensiones a que están sujetos.

10.3.2 Aparatos y equipo.

- Equipo de prueba de alta tensión variable, a frecuencia nominal, capaz de proporcionar de 0 a 5 kV mínimo, con un voltmetro que indique la tensión eficaz de prueba, con clase de exactitud de $\pm 1,0\%$ o mejor, y que cuente con un dispositivo de protección para corto circuito.
- Cronómetro o reloj con graduación mínima de 1 s.

<p>1) Generales</p> <p>a) Carátula y placa de datos diferentes al plano.</p> <p>2) De la base de baquelita</p> <p>a) Sin filtro</p> <p>b) Sin empaque</p> <p>c) Sin empaque en las terminales</p> <p>d) Apartarrayos mal remachados</p> <p>3) De la cubierta de cristal y arillos</p> <p>a) Cubierta fuera de dimensiones que frene el disco</p> <p>b) Arillo fuera de dimensiones</p> <p>4) Del registro y la carátula</p> <p>a) Manecilla holgada</p> <p>b) Tinta de impresión se borra por frotamiento</p> <p>c) Círculos de lecturas fuera de dimensiones</p> <p>d) Eje de algún engrane fuera de su chumacera</p> <p>e) Que se salga de su sitio algún engrane</p> <p>f) Registro desengranado</p> <p>5) Del rotor</p> <p>a) Que los barrenos para prueba fotoeléctrica impidan el paso del haz luminoso</p> <p>b) Graduación ilegible del disco</p> <p>6) Del estator</p> <p>a) Cuchillas sin biselar</p> <p>7) De los tornillos</p> <p>a) De sujeción de la base, par mínimo para afloje: 0,75 Nm.</p> <p>b) De sujeción registro, par mínimo para afloje: 0,2 Nm.</p> <p>c) Tornillo de sujeción de las terminales de la bobina de potencial, par mínimo para afloje: 0,2 Nm.</p> <p>d) Tornillo de sujeción del imán, par mínimo para afloje: 0,2 Nm.</p> <p>e) Tornillo de sujeción de los pivotes, par mínimo para afloje: 0,2 Nm.</p>

TABLA 3.- Descripción de defectos

10.3.3 Preparación de la muestra.

Igual a lo indicado en el inciso 9.2.3

10.3.4 Procedimiento.

La prueba debe efectuarse bajo las condiciones de referencia especificadas en 9.2.4.

A continuación se aplica una tensión de 2,5 kV a 60 Hz durante 1 minuto, entre los circuitos de tensión y corriente conectados en corto circuito, y el bastidor conectado a tierra. La tensión se aplica aumentándola gradualmente desde cero al valor de prueba en un tiempo no mayor de 15 segundos.

10.3.5 Resultado.

Para cada wathorímetro la prueba se considera satisfactoria si no se produce flameo, perforaciones o descargas disruptivas durante el tiempo en que se aplica la tensión.

10.4 Pérdidas internas del circuito de tensión.

10.4.1 Objetivo.

Verificar que las pérdidas de cada circuito de tensión se encuentren dentro de los límites especificados en 10.4.5

10.4.2 Aparatos y equipo

- Fuente de alimentación de corriente alterna como la descrita en el inciso 10.8.2.

- Wátmetro de corriente alterna para bajo factor de potencia, con alcance de medición de 0 a 10 W mínimo y clase de exactitud de $\pm 0,5 \%$.
- Vóltmetro de corriente alterna con un alcance de medición mínimo de 0 a 150 V y clase de exactitud de $\pm 0,5 \%$.
- Miliampérmetro de corriente alterna con un alcance de medición mínimo de 0 a 100 mA y clase de exactitud de $\pm 0,5 \%$.

10.4.3 Preparación de la muestra.

Igual a lo indicado en el inciso 9.2.3.

10.4.4 Procedimiento.

Para cada circuito de tensión se realiza lo siguiente:

10.4.4.1 Medición de corriente y tensión para el cálculo de voltamperes (figura 10).

Colocado el wathorímetro en el circuito de prueba, se ajusta la salida de la fuente de alimentación al valor de la tensión nominal y el circuito de corriente se deja desconectado, a continuación se toma la lectura del miliampérmetro y se verifica que la temperatura esté dentro de lo especificado en las condiciones de referencia.

10.4.4.2 Medición de watts (figura 11).

Conectado el wathorímetro en el circuito de prueba, se ajusta la salida de la fuente de alimentación al valor de la tensión nominal y el circuito de corriente se deja desconectado, a continuación se toma lectura del wátmetro y se verifica que la temperatura esté dentro de lo especificado en las condiciones de referencia.

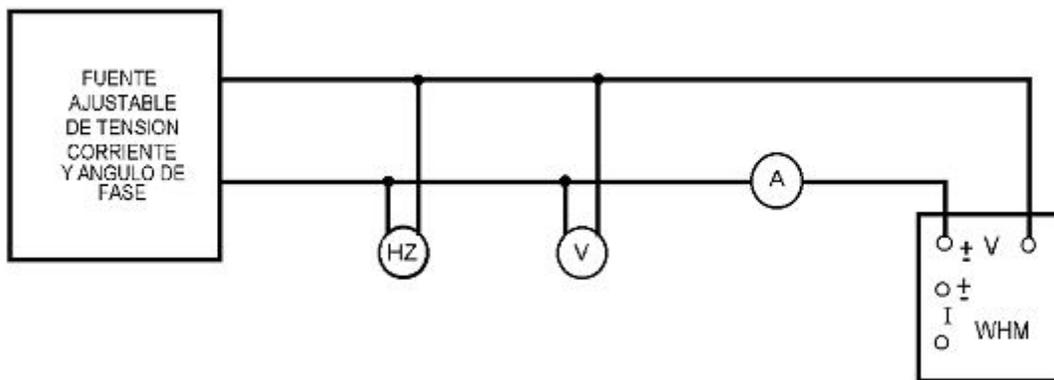


FIGURA 10.- Medición de corriente y tensión para cálculo de voltamperes

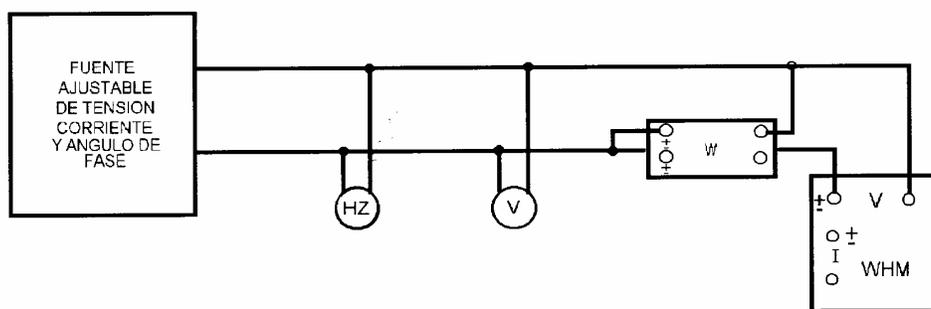


FIGURA 11.- Medición de watts

10.4.5 Resultado.

Previa corrección de la potencia consumida por los instrumentos para cada medición, la prueba se considera satisfactoria si el valor de pérdidas leído en el wátmetro no excede de 2 W y el valor en voltamperes calculado no excede de 10 VA.

10.5 Pérdidas internas del circuito de corriente.

10.5.1 Objetivo.

Verificar que las pérdidas de cada circuito de corriente se encuentren dentro de los límites especificados en 10.5.5.

10.5.2 Aparatos y equipo.

- Fuente de alimentación de corriente de 0 a 50 A, como la indicada en el inciso 10.8.2;
- Milivóltmetro de corriente alterna con alcance de medición de 0 V a 1 V, clase de exactitud de $\pm 0,5 \%$;

El circuito de pruebas debe ser similar al indicado en el diagrama de bloques de la figura 12.

10.5.3 Preparación de la muestra.

Igual a lo indicado en el inciso 9.2.3

10.5.4 Procedimiento.

Una vez conectado el wathorímetro, se ajusta la corriente al valor de la corriente nominal. Se registra la lectura del milivóltmetro de corriente alterna, se verifica que la temperatura y la frecuencia estén dentro de lo especificado en las condiciones de referencia.

Las terminales del circuito de tensión permanecen desconectadas durante la prueba.

10.5.5 Resultado.

La prueba se considera satisfactoria si el valor calculado en voltamperes es menor o igual a 1,0 VA.

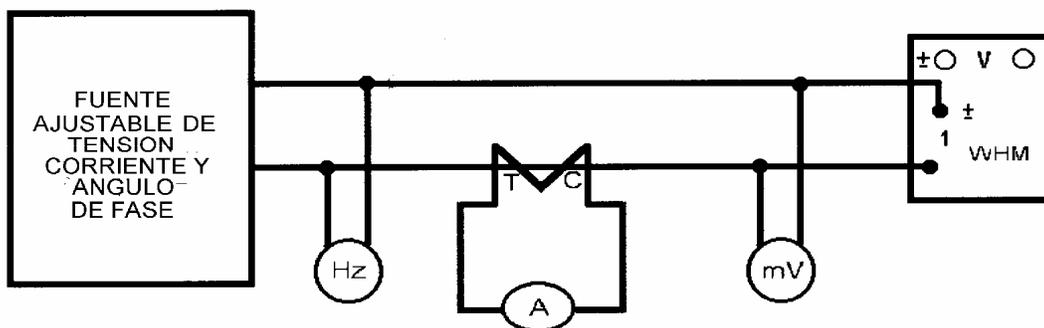


FIGURA 12.- Pérdidas en el circuito de corriente

10.6 Incremento de temperatura.

10.6.1 Objetivo.

Verificar que el incremento de temperatura de los wathorímetros, sobre la temperatura ambiente esté dentro de los límites especificados en 10.6.3.

10.6.2 Aparatos y equipo.

- Los indicados en el inciso 10.8.2
- Termopares asociados a un potenciómetro de corriente continua para la medición de temperatura.

10.6.3 Preparación de la muestra.

La prueba debe realizarse en una habitación libre de corrientes de aire, el wathorímetro debe tener la cubierta en su sitio, debe alimentarse la tensión y frecuencia nominales y la corriente especificada aplicada a todos los circuitos de corriente en serie aditiva y la temperatura ambiente debe ser de $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$

Se coloca el medidor en la posición de funcionamiento y se alambra la bobina de entrada y la de salida de corriente del wathorímetro con no menos de 120 cm de cable aislado del diámetro de la sección transversal indicado en la tabla 16; en los wathorímetros con más de una bobina de corriente los puentes entre bobinas deben ser de 240 cm de longitud.

En los wathorímetros tipo "S" las aberturas entre la base enchufe en los conductores y cualquier otra abertura debe cerrarse o taparse con material adecuado para impedir corrientes de aire.

El incremento de temperatura de cualquiera de las partes conductoras de corriente no debe exceder de 55 °C, excepto que los materiales aislantes utilizados permitan un incremento de temperatura mayor cuando se aplica al wathorímetro la corriente máxima correspondiente de acuerdo a su clase, lo cual se debe de mostrar con las especificaciones de los aislantes utilizados.

10.6.4 Procedimiento.

La prueba de incremento de temperatura para wathorímetros clase 100 y 200, debe hacerse por medio de detectores de temperatura en contacto íntimo con el metal del circuito de corriente, localizados aproximadamente en el centro eléctrico de las bobinas de corriente.

El incremento de temperatura de los circuitos de corriente será la diferencia en °C entre la temperatura estabilizada y la temperatura ambiente.

Para wathorímetros tipo "S" la instalación de prueba debe estandarizarse usando un medidor simulado como se especifica en las figuras 13 y 14. El medidor simulado debe tener la misma cubierta y número de barras puente de corriente, como circuitos de corriente del medidor bajo prueba. Debe determinarse el incremento de temperatura en el medidor simulado aplicando la corriente máxima a todas las barras puente en serie hasta que la temperatura indicada por el detector de temperatura, se haya estabilizado (Una temperatura se considera estable cuando el cambio de temperatura en un periodo de 30 minutos no sea mayor de 1 °C. Esta temperatura debe registrarse y el medidor simulado debe reemplazarse por el medidor bajo prueba. La prueba de incremento de temperatura debe efectuarse sobre el medidor bajo las condiciones de prueba especificadas en 10.6.3.

Cuando la temperatura de los circuitos del wathorímetro se haya estabilizado debe medirse para calcular el incremento empírico de temperatura de los circuitos de corriente del wathorímetro como sigue:

$$\text{Incremento empírico de temperatura} = \varnothing m - (\varnothing_s - 55 \text{ °C})$$

Donde:

$\varnothing m$ es el incremento de temperatura final, medido en los circuitos de corriente del medidor bajo prueba.

\varnothing_s es el incremento de temperatura final, medido en las barras puente del medidor simulado, para la misma fase de corriente.

NOTA: Las pruebas procedentes no se consideran concluyentes si \varnothing_s excede 65 °C.

10.6.5 Resultado.

La prueba se considera satisfactoria si el incremento de temperatura del devanado de corriente cumple con lo especificado en 10.6.3 y la superficie externa de la cubierta, próximo a la bobina de corriente, no excede de 25 °C sobre de la temperatura ambiente.

10.7 Marcha en vacío (deslizamiento)

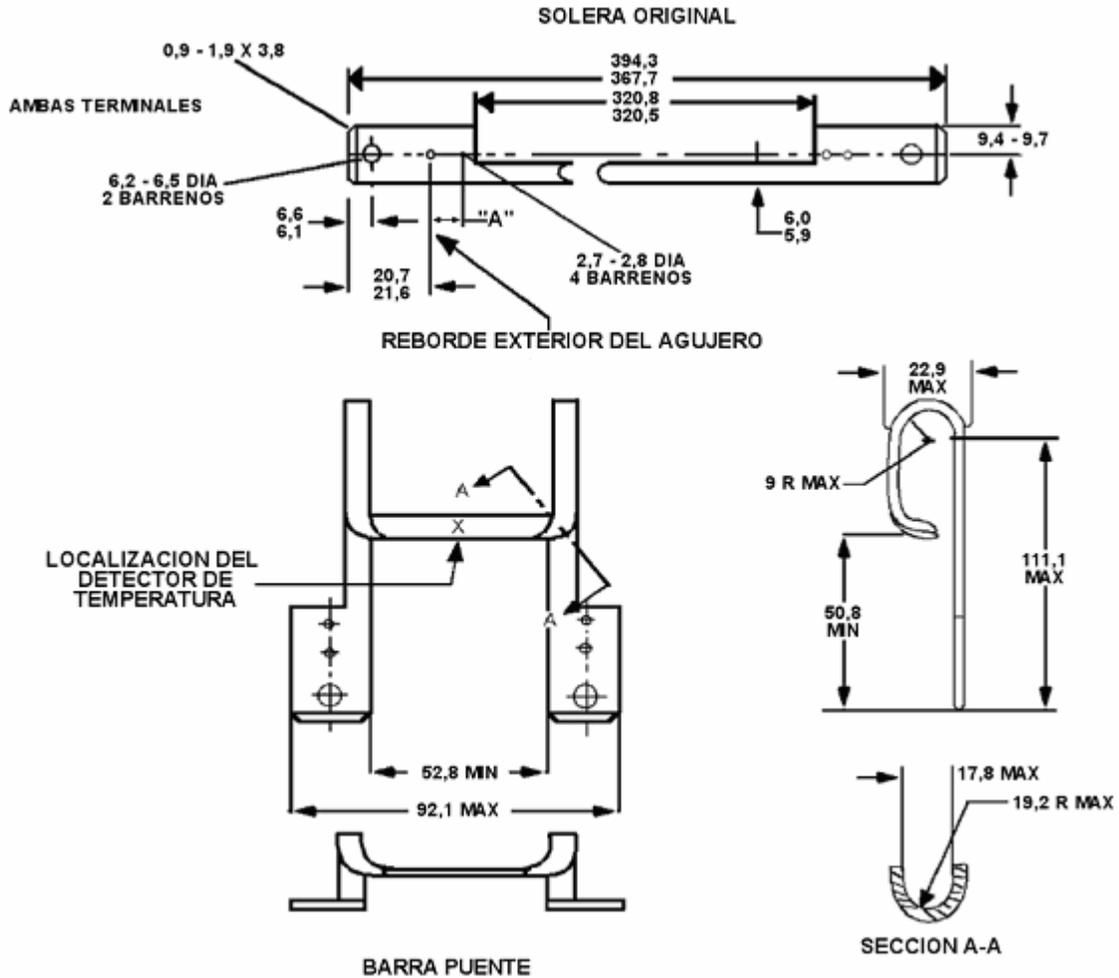
10.7.1 Objetivo.

Verificar que los discos de los wathorímetros no completen una revolución bajo las condiciones establecidas en 10.7.4

10.7.2 Aparatos y equipo.

a) Una fuente de alimentación de corriente alterna, con capacidad suficiente para proporcionar el valor de tensión de prueba a la frecuencia nominal, que contenga por lo menos lo siguiente:

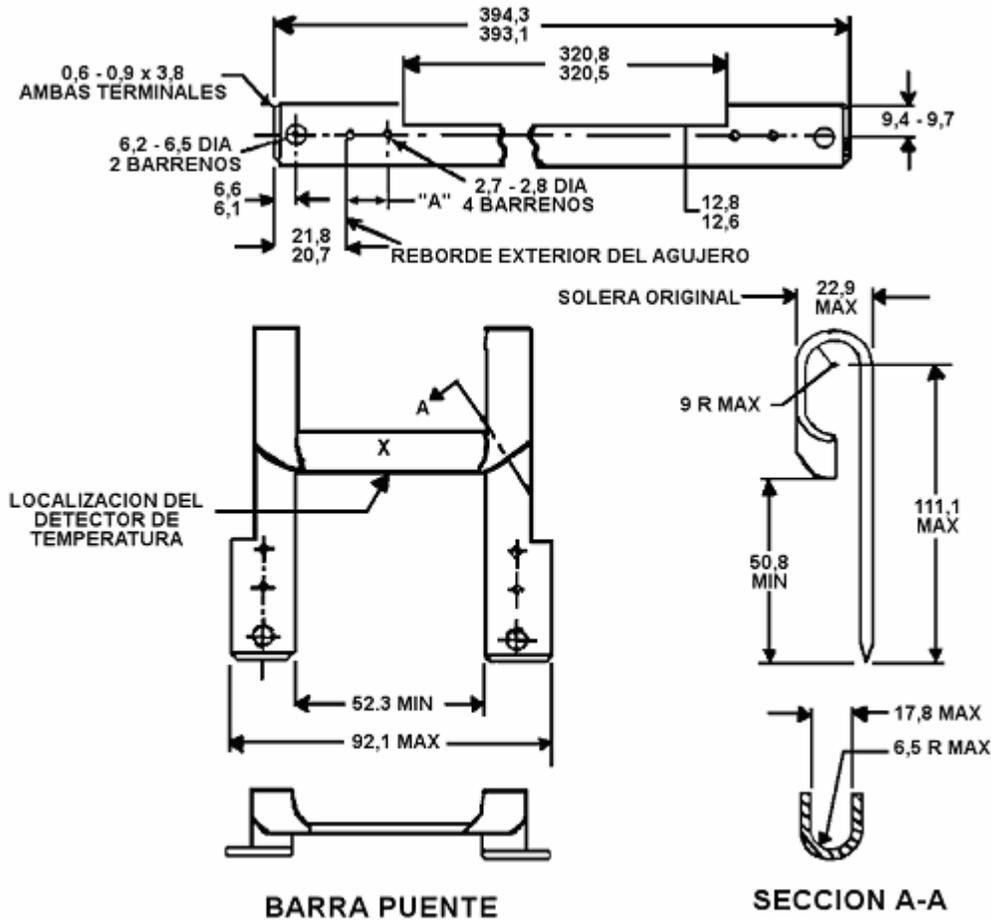
- Un control para ajuste de la tensión de prueba;
- Un voltmetro con escala adecuada clase 1,0 o mejor;
- Un frecuencímetro con escala de 55 Hz a 65 Hz clase 1,0 o mejor;
- Termómetro de mercurio con escala de 0 °C a 50 °C con graduación mínima de 1 °C;
- Mesa de pruebas con soportes y accesorios para fijar los wathorímetros en la posición de prueba.



Clase 100 A

- NOTAS:** (1) El material es de cobre con $2,4 \pm 0,1$ por $19,1 \pm 0,1$ mm con filos redondeados, estañado electrolítico con espesor de 0,005 a 0,013 mm.
- (2) Seleccione la dimensión "A" y las chavetas para adaptarla a la base (de baquelita) del wathorímetro utilizado.
- (3) El detector de temperatura debe estar sujeto y puede ser de tal tipo que su presencia no afecte apreciablemente el incremento de la temperatura de las barras puente.
- (4) Todas las dimensiones están dadas en milímetros.

FIGURA 13.- Dimensiones para barras puente del medidor para la prueba simulada de incremento de temperatura para medidores monofásicos y polifásicos.



Clase 200 A

- NOTAS:** (1) El material es de cobre con $2,4 \pm 0,1$ por $19,1 \pm 0,1$ mm con filos redondeados, estañado electrolítico con espesor de 0,005 mm a 0,013 mm.
- (2) Seleccione la dimensión "A" y las chavetas para adaptarla a la base (de baquelita) del wathorímetro utilizado.
- (3) El detector de temperatura debe estar sujeto y puede ser de tal tipo que su presencia no afecte apreciablemente el incremento de la temperatura de las barras puente.
- (4) Todas las dimensiones están dadas en milímetros.

FIGURA 14.- Dimensiones para barras puente del medidor para la prueba simulada de incremento de temperatura para medidores monofásicos y polifásicos

10.7.3 Preparación de la muestra.

Antes de iniciar la prueba se debe cumplir con lo indicado el inciso 9.2.3 empleando un circuito similar al indicado en la figura 15.

10.7.4 Procedimiento.

Se conectan los wathorímetros en la mesa de pruebas con su circuito de corriente desconectado y se ajusta el valor de la tensión aplicada al 110 % de la tensión nominal. Se verifica la temperatura ambiente.

10.7.5 Resultado.

Para la prueba de marcha en vacío (deslizamiento), la prueba se considera satisfactoria, si el disco del wathorímetro no completa una revolución en 10 minutos y ninguna revolución adicional dentro de los 20 min. siguientes.

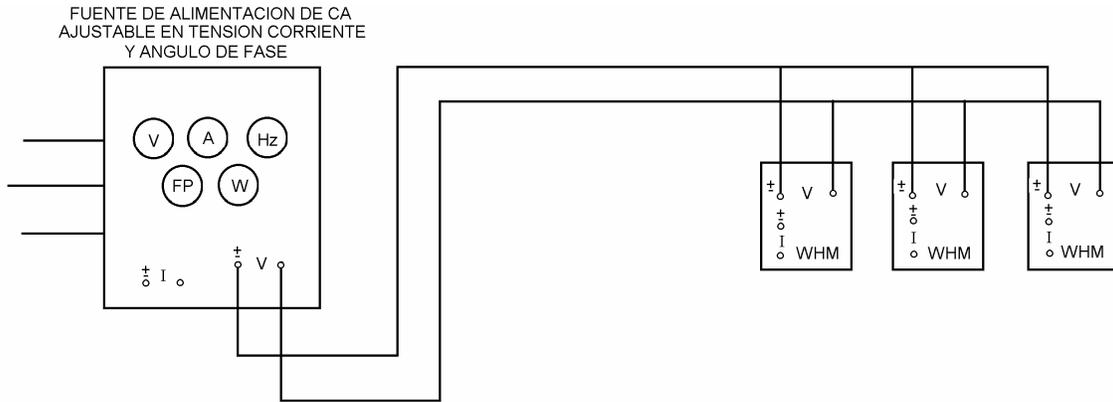


FIGURA 15.- Prueba de marcha en vacío (deslizamiento)

10.8 Corriente de arranque.

10.8.1 Objetivo.

Verificar que los discos de los wathhorímetros giren continuamente bajo las condiciones establecidas en 10.8.4

10.8.2 Aparatos y equipo.

a) Fuente de alimentación de corriente alterna con capacidad suficiente para proporcionar los valores eficaces de la tensión y corriente de prueba a la frecuencia nominal que contenga por lo menos lo siguiente:

- Un control para ajuste de la tensión de prueba;
- Un control para ajuste de la corriente de prueba;
- Un control del factor de potencia de prueba;
- Un voltmetro con escala adecuada clase 1,0 o mejor;
- Un ampermetro con escala adecuada clase 1,0 o mejor;
- Un wáttmetro con escala adecuada clase 1,0 o mejor o un fasímetro clase 1,0 o mejor;
- Un frecuencímetro con escala de 55 Hz a 65 Hz clase 1,0 o mejor;
- Un transformador de corriente adecuado clase 0,2 o mejor;
- Un wathhorímetro patrón clase 0,2 o mejor;
- Mesa de pruebas con soporte y accesorios para fijar los wathhorímetros en la posición de prueba.

10.8.3 Preparación de la muestra.

Antes de iniciar la prueba se debe cumplir con lo indicado en el inciso 9.2.3 empleando un circuito similar al de la figura 16.

10.8.4 Procedimiento.

Se alimentan los wathhorímetros con los valores de tensión nominal, factor de potencia unitario y de corriente especificados en la Tabla 4 y después observar que los discos de los medidores giren.

10.8.5 Resultado.

La prueba se considera satisfactoria si los discos giren continuamente completando más de una revolución.

CORRIENTE MAXIMA (Imax o Clase) Amperes	CORRIENTE (Amperes)
100	0,150
200	0,300

TABLA 4.- Prueba de corriente de arranque

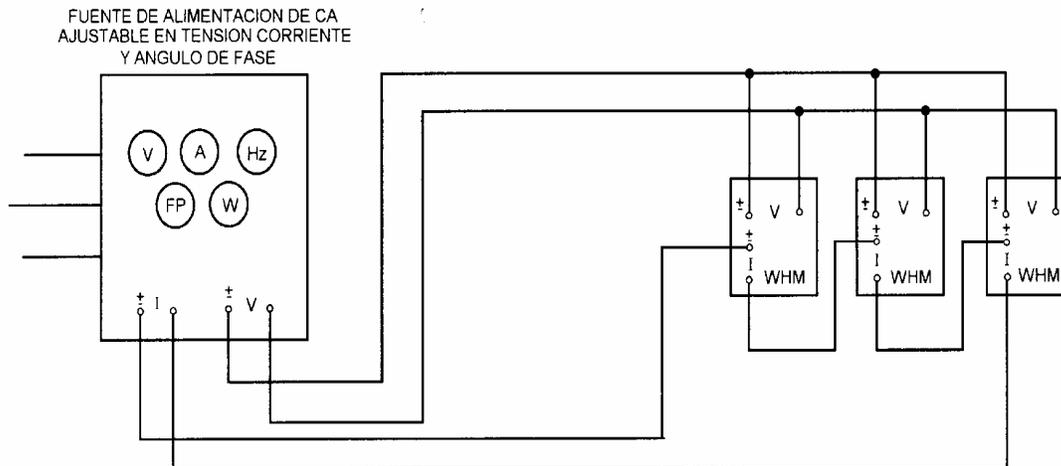


FIGURA 16.- Prueba de corriente de arranque.

10.9 Verificación de la relación de engranaje (R_g)

10.9.1 Objetivo.

Verificar que la relación de engranaje del registrador cumple con lo especificado en 10.9.5.

10.9.2 Aparatos y equipo.

- Los indicados en el inciso 10.8.2.
- Contador fotoeléctrico de revoluciones;
- Lente de aumento.

10.9.3 Preparación de la muestra.

Igual a lo indicado en el inciso 9.2.3.

10.9.4 Procedimiento.

Se verifica que las manecillas indicadoras del registrador coincidan con el cero de sus circunferencias de la carátula.

Empleando un circuito similar al indicado en la figura 17, se aplica a los wathorímetros una corriente de 0,5 de corriente máxima a tensión nominal y factor de potencia unitario. Al momento en que la manecilla indicadora de las unidades coincide con la marca de 5 kWh, se inicia la cuenta con el contador fotoeléctrico del número de revoluciones del disco hasta que las manecillas de las unidades del registro completen diez revoluciones.

Se cuenta el número de dientes del engrane acoplado al sinfín o piñón del rotor y se determina la relación de engranaje por medio de la fórmula siguiente:

$$R_g = R_r \cdot \frac{NDE}{NDC}$$

Donde:

R_g: Es la relación de engranaje.

R_r: Es la relación del registro (se obtiene de la placa de datos).

NDE: Es el número de dientes del engranaje que se acopla al rotor (engrane de mando).

NDC: Es el número de cuerdas del sinfín del rotor.

NOTA.- Si el wathorímetro utiliza engranaje de acoplamiento del registro, éste debe considerarse para el cálculo de R_g.

10.9.5 Resultado.

La prueba se considera satisfactoria si el número de revoluciones del rotor dividido entre diez coincide con la relación de engranaje especificada y la posición de las manecillas del registrador corresponden a una lectura de 105 kWh.

10.10 Verificación de la constante del disco (Kh).

10.10.1 Objetivo.

Verificar que la constante del disco cumple con lo especificado en 10.10.3

10.10.2 Procedimiento.

Después de realizada la prueba de relación de engranaje se calcula la constante del disco por medio de la fórmula siguiente.

$$Kh = \frac{Kr \bullet 10\ 000}{Rr \bullet NDE}$$

Donde:

Kh Es la constante del wathhorímetro bajo prueba;

Kr es la constante del registrador;

Rr es la relación del registrador;

NDE es el número de dientes del engrane de ataque;

Los valores de estas constantes se obtienen de la placa de datos.

10.10.3 Resultado.

La prueba se considera satisfactoria si la Kh calculada coincide con la Kh marcada en la placa de datos del wathhorímetro.

10.11 Verificación de los dispositivos de ajuste.**10.11.1 Objetivo.**

Verificar que la influencia de los ajustes se encuentran dentro de los límites especificados en esta Norma Oficial Mexicana.

10.11.2 Aparatos y equipo.

Los indicados en el inciso 10.8.2

10.11.3 Preparación de la muestra.

Igual a lo indicado en el inciso 9.2.3

10.11.4 Procedimiento.

Se aplica la tensión, frecuencia nominal para las corrientes y factores de potencia indicados en esta Norma Oficial Mexicana, determinando con cinco lecturas, el promedio de error en por ciento el cual se considera como condición de referencia, en cada caso.

Posteriormente se acciona el dispositivo de ajuste correspondiente a sus posiciones extremas obteniendo para cada caso el error en por ciento respectivo. A continuación se regresa el ajustador a su posición de referencia de tal forma que nuevamente el error no sea mayor de $\pm 0,5\%$.

10.11.5 Resultado.

La prueba se considera satisfactoria si, para cada carga, los valores de ajuste determinados por la variación del promedio del error en cada posición extrema del dispositivo de ajuste con respecto al obtenido en la condición de referencia, cumplen con lo especificado en 5.7.4 de esta Norma Oficial Mexicana.

10.12 Funcionamiento bajo carga.**10.12.1 Objetivo.**

Verificar que el error de los wathhorímetros se conserve dentro de los límites especificados a diferentes corrientes de carga y factores de potencia indicados en 10.12.4.

10.12.2 Aparatos y equipo.

Los aparatos y equipo utilizados para esta prueba deben ser a los descritos en el inciso 10.8.2.

10.12.3 Preparación de la muestra.

Antes de iniciar la prueba se debe cumplir con el inciso 9.2.3, empleando un circuito similar al indicado en la Figura 17.

10.12.4 Procedimiento.

Se alimentan los wathhorímetros al valor de tensión nominal y el factor de potencia unitario y de acuerdo con las condiciones indicadas en la tabla 5 se ajusta el valor de corriente que corresponda.

Se verifica la temperatura ambiente. Se toman cinco lecturas para cada condición de carga y se obtiene el promedio del error en por ciento.

10.12.5 Resultado.

La prueba se considera satisfactoria, si para cada condición de prueba el promedio de error en por ciento es menor o igual al valor especificado en la Tabla 5.

Condición	Clase de medidor (Corriente en amperes)		Desviación Máxima sobre la referencia en por ciento
	100	200	
1	1	2	± 2
2	1,5	3	± 1
3	3	6	± 1
4	10	20	± 1
5	15	30	± 0,5
6	30	60	± 1
7	50	100	± 1,5
8	75	150	± 2
9	90	180	± 2
10	100	200	± 2

TABLA 5.- Prueba de funcionamiento bajo carga

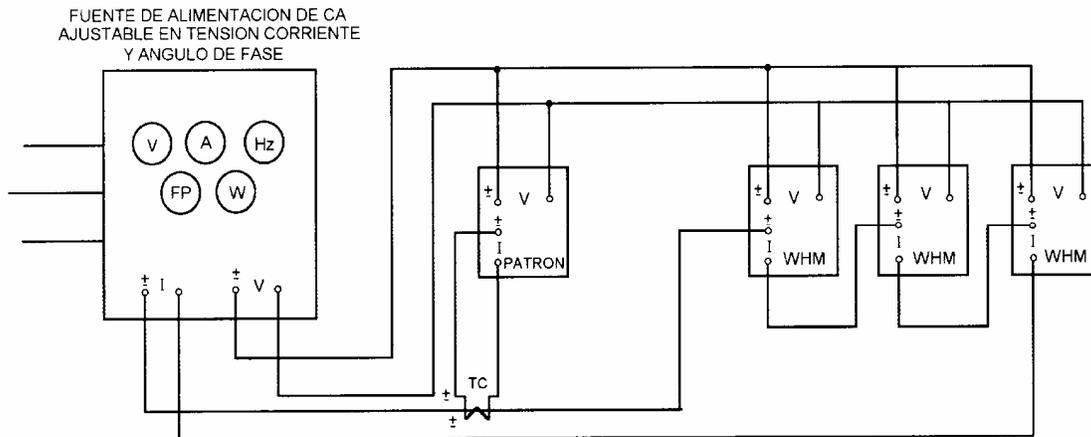


FIGURA 17.- Prueba de funcionamiento con carga.

10.13 Prueba del efecto de variación del factor de potencia.

10.13.1 Objetivo.

Verificar que el error de los wathorímetros en condiciones de variación del factor de potencia se conserve dentro de lo especificado 10.13.5.

10.13.2 Aparatos y equipo.

Similar a los indicados en el inciso 10.8.2.

10.13.3 Preparación de la muestra.

Igual a lo indicado en el inciso 10.12.3.

10.13.4 Procedimiento.

La prueba se realiza a la tensión nominal, frecuencia nominal y variando la corriente de prueba y el factor de potencia según las condiciones especificadas en las tablas de la 6 a la 9 de acuerdo al tipo de wathorímetro que se esté probando; cada estator de un medidor multiestator debe probarse como un wathorímetro monofásico excepto que todas las bobinas de potencial deben estar energizadas.

Se toman cinco lecturas para cada condición de prueba y se obtiene el promedio del error en por ciento, verificando la temperatura ambiente.

10.13.5 Resultado.

La prueba se considera satisfactoria si para cada condición la variación del error no excede los límites especificados en las tablas 6 a 8.

Condición	Clase de medidor (Corriente en amperes)			Desviación máxima de la condición de referencia en %
	100	200	FP	
Ref. para la condición 1	1,5	3	1	----
Condición 1	3	6	0,5 Ind	± 2
Ref. para la Condición 2	50	100	1	----
Condición 2	50	100	0,5 Ind	± 2
Ref. para la Condición 3	100	200	1	----
Condición 3	100	200	0,5 Ind	± 2

TABLA 6.- Efecto de la variación del factor de potencia en wathhorímetros de un estator.

Condición	Clase del medidor (Corriente en amperes)		F.P.	Desviación máxima del valor de referencia en %
	100	200		
Ref. para las condiciones 1 y 2	6	12	1	-----
Condición 1	6	12	0,866 adelantado	± 2
Condición 2	12	24	0,5 atrasado	± 2
Ref. para la condición 3	30	60	1	-----
Condición 3	30	60	0,866 adelantado	± 1
Ref. para las condiciones 4 y 5	100	200	1	-----
Condición 4	100	200	0,866 adelantado	± 1
Condición 5	100	200	0,5 atrasado	± 1,5

TABLA 7.- Efecto de la variación del factor de potencia para medidores de 2 estatores, Network, tres fases, 3 hilos; tres fases 4 hilos, delta y 2 fases, 5 hilos.

Condición	Clase de medidor (Corriente en amperes)		F.P.	Desviación máxima de valor de referencia en %
	100	200		
Ref. para la condición 1	3	6	1	-----
Condición 1	6	12	0,5 atrasado	± 2
Ref. para la condición 2	50	100	1	-----
Condición 2	50	100	0,5 atrasado	± 1,5
Ref. para la condición 3	100	200	1	-----
Condición 3	100	200	0,5 atrasado	± 2

TABLA 8.- Efecto de la variación del factor de potencia para medidores de 3 estatores, 3 fases, 4 hilos, conexión estrella.

10.14 Influencia de la variación de tensión.

10.14.1 Objetivo.

Verificar que el error de los wathorímetros se conserve en condiciones de variación de la tensión, dentro de los límites especificados en 10.14.5.

10.14.2 Aparatos y equipo.

Los indicados en el inciso 10.8.2.

10.14.3 Preparación de la muestra.

Igual a lo indicado en el inciso 10.12.3.

10.14.4 Procedimiento.

Se alimenta la tensión, corriente y factor de potencia unitario de acuerdo con las condiciones indicadas en la Tabla 9, se toman cinco lecturas para cada condición, se obtiene el promedio del error en por ciento y se verifica la temperatura ambiente.

10.14.5 Resultado.

La prueba se considera satisfactoria si para cada condición de prueba la variación del error no excede los límites especificados en la Tabla 9.

Condición	Por ciento de la tensión Nominal	Clase de medidor (Corriente en amperes)		Desviación máxima de la condición de referencia en por ciento
		100	200	
Condición 1 Ref. para las Cond. 2 y 3	100	1,5	3	-----
Condición 2	90	1,5	3	± 1
Condición 3	110	1,5	3	± 1
Condición 4 Ref. para las Cond. 5 y 6	100	15	30	-----
Condición 5	90	15	30	± 1
Condición 6	110	15	30	± 1

TABLA 9.- Influencia de la variación de tensión

10.15 Influencia de variación de frecuencia.

10.15.1 Objetivo.

Verificar que el error en por ciento de los wathorímetros se conserve en condiciones de variación de frecuencia dentro de los límites especificados en (10.15.5)

10.15.2 Aparatos y equipo.

Los indicados en el inciso 10.8.2 excepto que la fuente de alimentación debe ser de frecuencia variable para proporcionar las diferentes frecuencias de prueba.

10.15.3 Preparación de la muestra.

Igual a lo indicado en el inciso 10.12.3.

10.15.4 Procedimiento.

Se ajusta la tensión nominal y a continuación se varía la frecuencia de la fuente de alimentación, la corriente y el factor de potencia de acuerdo a lo indicado en el Tabla 10.

Se toman cinco lecturas para cada condición de prueba y se obtiene el promedio del error en por ciento. Se verifica la temperatura ambiente.

10.15.5 Resultado.

La prueba se considera satisfactoria si para cada valor de corriente, la variación del error promedio determinado, variando la frecuencia con respecto al obtenido en la condición de referencia, cumple con los límites especificados en la Tabla 10.

Condición	Porcentaje de la frecuencia	Clase de medidor	Desviación máxima de la condición de
		(Corriente en amperes)	

	nominal	100	200	referencia en %
Condición 1	100	1,5	3	-----
Ref. para las Cond. 2 y 3				
Condición 2	98	1,5	3	± 1
Condición 3	102	1,5	3	± 1
Condición 4	100	15	30	-----
Ref. para las Cond. 5 y 6				
Condición 5	98	15	30	± 1
Condición 6	102	15	30	± 1

TABLA 10.- Influencia de la variación de frecuencia

10.16 Influencia del cambio de posición de los wathorímetros.

10.16.1 Objetivo.

Verificar que la variación del error por cambio de posición de los wathorímetros se conserve dentro de los límites especificados en 10.16.5.

10.16.2 Aparatos y equipo.

- Los indicados en el inciso 10.8.2.
- Transportador metálico con graduación mínima de un grado.

10.16.3 Preparación de la muestra.

Igual a lo indicado en el inciso 10.12.3.

10.16.4 Procedimiento.

Se conectan los wathorímetros, se ajustan los valores de tensión y frecuencia nominal y se varía la corriente con un factor de potencia unitario según lo indicado en la Tabla 11.

Previamente con el transportador graduado se ajusta la posición y la orientación del wathorímetro.

Se toman cinco lecturas y se determina el promedio del error en por ciento; se verifica la temperatura ambiente.

10.16.5 Resultado.

La prueba se considera satisfactoria, si para cada posición y cada valor de corriente y la variación del promedio del error con respecto a la condición de referencia cumple con los límites indicados en la Tabla 11.

Condición	Posición	Clase de medidor		Desviación máxima de la condición de referencia en %
		(Corriente en amperes)		
		100	200	
Condición 1 Ref. para las Cond. 2, 3 y 4	Vertical	1,5	3	-----
Condición 2	4° hacia adelante	1,5	3	± 1
Condición 3	4° hacia atrás	1,5	3	± 1
Condición 4	4° hacia la izquierda	1,5	3	± 1
Condición 5	4° hacia la derecha	1,5	3	± 1
Condición 6 Ref. para las	Vertical	15	30	-----

condiciones 7, 8, 9 y 10				
Condición 7	4° hacia adelante	15	30	± 0,5
Condición 8	4° hacia atrás	15	30	± 0,5
Condición 9	4° hacia la izquierda	15	30	± 0,5
Condición 10	4° hacia la derecha	15	30	± 0,5

TABLA 11.- Influencia del cambio de posición de los wathhorímetros

10.17 Influencia de campo magnético de origen externo.

10.17.1 Objetivo.

Verificar que el por ciento de error de los wathhorímetros se conserve en condiciones de operación con influencia de campos magnéticos de origen externo dentro de lo especificado en 10.17.5.

10.17.2 Aparatos y equipo.

- Los indicados en el inciso 10.8.2.
- Bobina cuadrada de 1,8 m por lado utilizando un conductor de cobre.
- Soporte para la o las bobinas.
- Fuente de alimentación de corriente alterna con capacidad suficiente para proporcionar la corriente de la bobina.
- Transformador de corriente con capacidad suficiente para reducir los valores de la corriente de la bobina a valores convenientes para lectura.
- Ampérmetro (Am) de corriente alterna con escala de 0 A a 5 A.

El diagrama de bloques del arreglo y disposición del circuito de la bobina debe ser similar al indicado en la Figura 18.

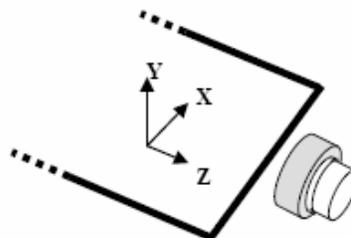
10.17.3 Preparación de la muestra.

Antes de iniciar la prueba, debe cumplirse con el inciso 9.2.3.

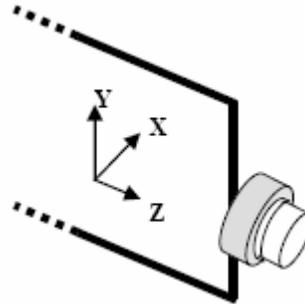
10.17.4 Procedimiento.

La prueba debe ser realizada con el medidor colocado en su posición normal de operación, en cada condición establecida en la Tabla 12 y se le aplica un campo magnético externo producido por una bobina cuadrada de 1,8 m por lado, cuando se le hace circular una corriente de 100 Ampere-vuelta.

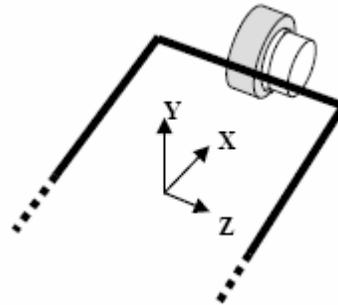
- a) Condición 1: Sin campo magnético externo.
- b) Condición 2: La parte media del conductor debe situarse en posición horizontal y paralela a la parte posterior del wathhorímetro, a una distancia de 25,4 cm a la altura del centro del medidor (Horizontal Eje X).



- c) Condición 3: La parte media del conductor debe situarse en posición vertical y paralela a la parte posterior del wathhorímetro, a una distancia de 25,4 cm a la altura del centro del medidor (Vertical Eje Y).



- d) Condición 4: La parte media del conductor debe situarse en posición vertical y paralela en el lado izquierdo o derecho del wathhorímetro, a una distancia de 25,4 cm a la altura del centro del medidor (Vertical Eje Z).



- e) Para cada condición se toman cinco lecturas y se obtiene el promedio del error en por ciento.

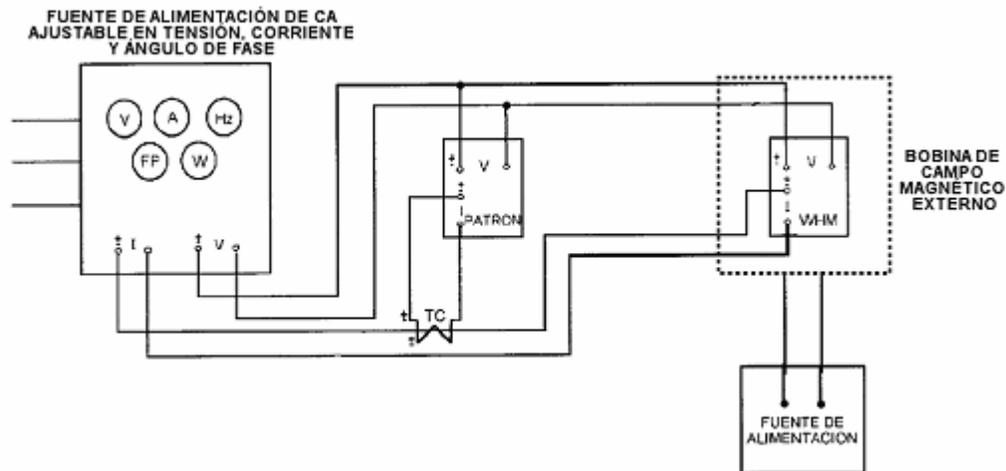


FIGURA 18.- Influencia de campo magnético de origen externo.

Condición	Corriente de Prueba		Límite de variación del error
	Clase de Medidor		
	100	200	
1	1,5	3	Referencia
2	1,5	3	± 1 %
3	1,5	3	± 1 %
4	1,5	3	± 1 %

TABLA 12.- Condiciones de verificación de la prueba de influencia de campo magnético de origen externo

10.17.5 Resultado.

La prueba se considera satisfactoria si para cada condición de prueba la variación del error medio con respecto a la referencia cumple con los límites especificados en la Tabla 12.

10.18 Influencia del autocalentamiento.

10.18.1 Objetivo.

Verificar que el por ciento de error del wathorímetro se conserve en condiciones de incremento de temperatura provocada por el propio calentamiento al circular su corriente máxima de placa, dentro de lo especificado en 10.18.5.

10.18.2 Aparatos y equipo.

Los indicados en el inciso 10.8.2.

10.18.3 Preparación de la muestra.

Igual a lo indicado en 10.12.3.

10.18.4 Procedimiento.

Se coloca el medidor en la posición de funcionamiento y se alambra con no menos de 120 cm de cable conductor, la entrada y salida de corriente del wathorímetro, si se usan puentes entre las bobinas de corriente, éstos deben ser de 240 cm de longitud del calibre indicado en la Tabla 13; en los wathorímetros tipo "S", las aberturas alrededor del conductor y cualquier otra abertura deben cerrarse o taparse con material adecuado para impedir corrientes de aire.

Se alimenta el wathorímetro con la corriente especificada para cada condición de la Tabla 14.

Al momento de iniciar la prueba se considera el tiempo cero. El promedio del error se determina tomando cinco lecturas.

Clase de medidor	Diámetro de la sección transversal del conductor de cobre en mm ² aislamiento para 60 °C	Clase de la base enchufe (para -wathorímetros Tipo "S")
100	33,6 (2 AWG)	100
200	107 (4/0 AWG)	200

TABLA 13.- Diámetro de conductores para las pruebas de autocalentamiento e incremento de temperatura

10.18.5 Resultado.

La prueba se considera satisfactoria, si la variación del promedio del error de cada condición está dentro de los límites establecidos en la Tabla 14.

Condición	Requisito	Clase de medidor (Corriente en amperes)		Desviación máxima de la condición de referencia en %
		100	200	
1 Ref. para las Cond. 4, 5 y 10		100	200	---
2 Ref. para las Cond. 6 y 8		1,5	3	---
3 Ref. para las Cond. 7 y 9		15	30	---
4	Media hora después de aplicada la corriente	100	200	± 1,0
5	Media hora después de la Cond. 4	100	200	± 1,5
6	Inmediatamente después de la Cond. 5	1,5	3	± 1,5
7	Inmediatamente después de la Cond. 6	15	30	± 1,5

8	Dos horas después de la Cond. 7 con el medidor sin corriente durante el intervalo de 2 horas	1,5	3	± 1,5
9	Inmediatamente después de la Cond. 8	15	30	± 1,0
10	Inmediatamente después de la Cond. 9	100	200	± 1,0

TABLA 14.- Influencia del autocalentamiento

10.19 Influencia de la variación de la temperatura ambiente.

10.19.1 Objetivo.

Verificar que el por ciento de error de los wathorímetros se conserve en condiciones de operación, con variaciones de temperatura dentro de los límites especificados en 10.19.5.

10.19.2 Aparato y equipo.

- Los indicados en el inciso 10.8.2.
- Cámara de temperatura con dispositivos de regulación y medición.

10.19.3 Preparación de la muestra.

En esta prueba se verifican 3 wathorímetros los cuales se conectan a su alimentación y se colocan en el interior de la cámara, si ésta los admite simultáneamente; en caso contrario, se prueban de uno en uno.

10.19.4 Procedimiento.

Para cada condición de temperatura, se ajusta el valor de la tensión nominal a la frecuencia nominal sin corriente, y se deja acondicionar por un periodo de 2 h.

Al finalizar el periodo de acondicionamiento se aplican las corrientes de prueba indicadas en la Tabla 15 y se aplica cada una de ellas a la tensión y frecuencia nominales durante 1 h, tomando al final de cada periodo 5 mediciones para obtener el promedio del error en por ciento.

10.19.5 Resultado.

La prueba se considera satisfactoria si para cada condición de prueba la variación del promedio del error con respecto a la condición de referencia (errores determinados a la temperatura de referencia) cumple con lo especificado en la Tabla 15.

Condición	TEMPERATURA AMBIENTE	FACTOR DE POTENCIA	Clase de medidor (Corriente en amperes)		Desviación máxima de la condición de referencia %
			100	200	
1 Ref. para las Cond. 7 y 13	23 °C ± 5 °C	1	1,5	3	---
2 Ref. para las Cond. 8 y 14	23 °C ± 5 °C	1	15	30	---
3 Ref. para las Cond. 9 y 15	23 °C ± 5 °C	1	50	100	---
4 Ref. para las Cond.10 y 16	23 °C ± 5 °C	0,5 atrasado	3	6	---
5 Ref. para las Cond. 11 y 17	23 °C ± 5 °C	0,5 atrasado	15	30	---
6 Ref. para las Cond. 12 y 18	23 °C ± 5 °C	0,5 atrasado	50	100	---
7	50 °C ± 5 °C	1	1,5	3	± 2
8	50 °C ± 5 °C	1	15	30	± 1
9	50 °C ± 5 °C	1	50	100	± 1

10	50 °C ± 5 °C	0,5 atrasado	3	6	± 3
11	50 °C ± 5 °C	0,5 atrasado	15	30	± 2
12	50 °C ± 5 °C	0,5 atrasado	50	100	± 2
13	-20 °C ± 5 °C	1	1,5	3	± 3
14	-20 °C ± 5 °C	1	15	30	± 2
15	-20 °C ± 5 °C	1	50	100	± 2
16	-20 °C ± 5 °C	0,5 atrasado	3	6	± 4
17	-20 °C ± 5 °C	0,5 atrasado	15	30	± 3
18	-20 °C ± 5 °C	0,5 atrasado	50	100	± 3

TABLA 15.- Influencia de la variación de la temperatura ambiente

10.20 Influencia de rozamiento del registrador.

10.20.1 Objetivo.

Verificar que la influencia del rozamiento del registrador se mantiene dentro de los límites especificados en 10.20.5.

10.20.2 Aparatos y equipo.

Los indicados en el inciso 10.8.2.

10.20.3 Preparación de la muestra.

Igual a lo indicado en el inciso 9.2.3.

10.20.4 Procedimiento.

Se aplica la tensión y frecuencia nominal, y factor de potencia unitario, se determina con cinco lecturas el promedio del error en por ciento con una corriente de 0,1 In, el cual se considera como condición de referencia.

A continuación se desmonta el registrador y se repite el procedimiento para obtener el promedio del error sin el registrador.

10.20.5 Resultado.

La prueba se considera satisfactoria si la variación del promedio del error sin registrador con respecto a la condición de referencia no excede en ± 0,5 %.

10.21 Influencia de sobrecorriente de corta duración.

10.21.1 Objetivo.

Verificar que la variación del error en por ciento de los wathhorímetros cumpla con lo indicado en la Tabla 16, después de soportar una sobrecorriente simétrica de corto circuito de 7000 Amperes pico a 60 Hz con duración no menor a 1 ciclo ni mayor a 6 ciclos (0,1 s).

Para esta prueba, los circuitos de corriente del wathhorímetro deben de estar conectados en serie aditiva.

Condición	Clase del medidor		Desviación Máxima en porcentaje de la condición de referencia
	100	200	
1	15	30	Referencia Cond. 3
2	1,5	3	Referencia Cond. 4
3	15	30	±1.5 %
4	1,5	3	±1.5 %

TABLA 16. Prueba de Sobrecorriente

10.21.2 Aparatos y equipo.

- Los indicados en el inciso 10.8.2.

- Una fuente de alimentación de corriente alterna con capacidad suficiente para proporcionar la corriente de cortocircuito.

- Un oscilógrafo para registrar la sobrecorriente cuya rapidez de registro sea como mínimo 0,6m/s, o un osciloscopio con memoria que registre los seis ciclos de 60 Hz.
- Un relevador de tiempo con valores de ajuste de 0,05 s a 1 s.
- Un relevador auxiliar instantáneo.
- Transformador de corriente de relación adecuada para medición y registro de la corriente de alimentación al oscilógrafo.
- Transformador de alta corriente para proporcionar la corriente de cortocircuito con autotransformador para ajuste.
- Cuchillas desconectoras.
- Contador de ciclos o instrumento equivalente.
- Fusibles para la protección del equipo de prueba.
- Cables aislados de cobre suave de 600 V o equivalente para conexión de los diversos elementos del circuito de prueba.
- Conectores reductores necesarios para la alimentación del wathhorímetro.
- Rectificador para alimentación de las bobinas de los relevadores. El arreglo y disposición del circuito de pruebas para la aplicación de sobrecorriente debe ser similar al indicado en la figura 19.

NOTA.- Todos los aparatos y equipos indicados en los diagramas, así como el arreglo y disposición de los circuitos de prueba, se mencionan a nivel de recomendación.

10.21.3 Preparación de la muestra.

Igual a lo indicado en el inciso 9.2.3.

10.21.4 Procedimiento.

Antes de iniciar la prueba se determina el error promedio de cinco lecturas a tensión y frecuencia nominal, factor de potencia unitario y corriente básica, el cual se considera condición de referencia. En la figura 20, con la cuchilla del interruptor I_2 abierta, se cierra el interruptor de navajas I, y el relevador "A" ajustado con el mínimo de tiempo y se empieza a ajustar el tiempo de prueba dado en 10.21.1.

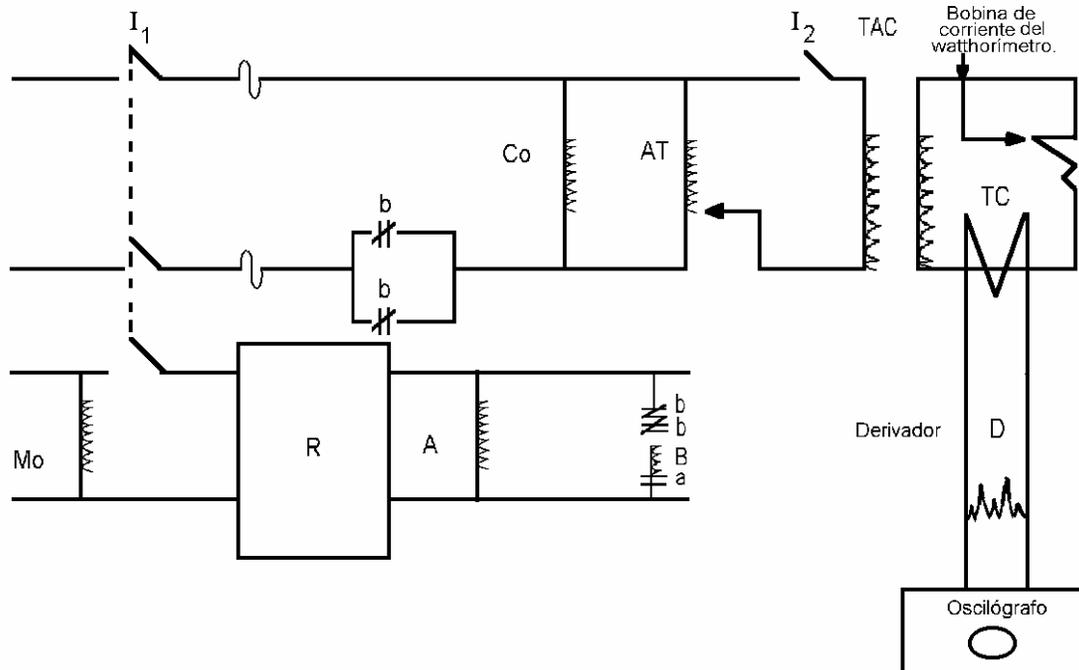


FIGURA 19.- Arreglo para determinar el error promedio.

- O - Oscilógrafo.
- R - Rectificador de corriente alterna para alimentar bobinas.
- B - Relevador instantáneo con bobina "B" de accionamiento de contactos "b".
- A - Relevador de tiempo con ajuste de 0,05 s a 1,0 s, con bobina "A" de accionamiento de contacto "a".

- Co - Contador de ciclos con motor Mo asociado.
- AT - Autotransformador para ajuste de la corriente de cortocircuito.
- TAC - Transformador de alta corriente.
- D - Derivador para proporcionar la caída de tensión necesaria para alimentar el oscilógrafo.
- TC - Transformador de corriente con clase de exactitud 0,3.
- I₁ - Interruptor de 3 polos un tiro.
- I₂ - Interruptor de 1 polo un tiro.

A continuación se conecta una bobina similar a la de corriente del wathorímetro.

Se cierra el interruptor I₂ y se procede ajustar la corriente de prueba dada.

La corriente de prueba se ajusta con el autotransformador y el oscilógrafo.

Ajustada la corriente se abren los interruptores "I₁" e "I₂" y se conecta la bobina de corriente del wathorímetro bajo prueba. A continuación se cierra el interruptor I₂. Después se cierra el interruptor I₁ y el relevador "A" empieza a funcionar, transcurrido el tiempo de prueba el contacto "a" se cierra y se energiza el relevador "B" interrumpiendo la corriente de prueba y también la corriente que circula por el relevador "B" evitando que éste se dañe.

Después de la aplicación de la corriente de prueba se deja que el wathorímetro regrese a su temperatura inicial con el circuito de tensión energizado durante una hora. Al finalizar dicho periodo se hace la determinación del error del wathorímetro.

10.21.5 Resultado.

La prueba se considera satisfactoria si la variación del promedio del error determinado al finalizar la prueba con respecto al obtenido en la condición de referencia cumple con lo indicado en 10.21.1.

10.22 Estabilidad con carga baja.

10.22.1 Objetivo.

Verificar que la variación del error de los wathorímetros en condiciones de operación con carga baja se encuentren dentro de los límites especificados en 10.22.5.

10.22.2 Aparatos y equipo.

Los indicados en el inciso 10.8.2.

10.22.3 Preparación de la muestra.

Igual al inciso 9.2.3.

10.22.4 Procedimiento.

Empleando un circuito como el indicado en la figura 17, se aplica a los wathorímetros una corriente de 0,1 I_n, durante 336 h, a la tensión y la frecuencia nominal y factor de potencia unitario.

Al iniciar la prueba se toman cinco lecturas y se obtiene el promedio del error en por ciento, el cual se considera como condición de referencia. A continuación se determina el promedio del error en intervalos sucesivos de 24 h, hasta terminar el periodo de 336 h. En cada determinación se toman cinco lecturas.

10.22.5 Resultado.

La prueba se considera satisfactoria si la variación del promedio del error de cada determinación, con respecto a la condición de referencia no excede en $\pm 1\%$.

10.23 Prueba de igualdad de los circuitos de corriente.

10.23.1 Objetivo.

Verificar que el error de los wathorímetros esté balanceado entre todos los circuitos de corriente del mismo.

10.23.2 Aparatos y equipo.

Los indicados en el inciso 10.8.2.

10.23.3 Preparación de la muestra.

Igual a lo indicado en el inciso 10.12.3.

10.23.4 Procedimiento.

Se ajusta la tensión nominal, frecuencia nominal y 100% de factor de potencia, variando la corriente de prueba y alimentando los diferentes circuitos de corriente según las condiciones establecidas en las tablas 17 y 18, de acuerdo al tipo de wathorímetro que se esté probando.

En los wathorímetros de un estator, se compara el error de cada uno de los circuitos de corriente, contra el obtenido, alimentando ambos circuitos de corriente.

10.23.5 Resultado.

La prueba se considera satisfactoria si para cada condición, la variación del error no excede los límites especificados en las tablas 17 y 18.

Condición	Conexión de los circuitos de corriente	Clase del medidor		Desviación máxima del valor de referencia en %
		(Corriente en amperes)		
		100	200	
Ref. para Cond. 1 y 2	ambos	1,5	3	---
Condición 1	sólo circuito A	3	6	± 1
Condición 2	sólo circuito B	3	6	± 1
Ref. para cond. 3 y 4	ambos	15	30	---
Condición 3	sólo circuito A	30	60	± 1
Condición 4	sólo circuito B	30	60	± 1

TABLA 17.- Igualdad de los circuitos de corriente en medidores de un estator

Condición	Conexión de los circuitos de corriente	Clase del medidor		Desviación máxima del valor de referencia en %
		(Corriente en amperes)		
		100	200	
Ref. para Cond. 5, 6, 7, 8, etc.	Todos los circuitos	1,5	3	---
Condición 5	sólo circuito A	1,5n	3n	± 1,5
Condición 6	sólo circuito B	1,5n	3n	± 1,5
Cond. 7, 8 etc.	Sólo circuitos C, D, etc.	1,5n	3n	± 1,5
Ref. para Cond. 9, 10, 11, 12, etc.	Todos los circuitos	15	3	---
Condición 9	sólo circuito A	15	3	± 1,5
Cond. 10	sólo circuito B	15	3	± 1,5
Cond. 11, 12, etc.	sólo circuitos C, D, etc.	15	3	± 1,5

* n representa el número de estatores del medidor.

TABLA 18.- Igualdad de los circuitos de corriente para medidores multiestatores

10.24 Prueba de independencia de los estatores.

10.24.1 Objetivo.

Verificar que no exista una influencia excesiva en el funcionamiento entre los diferentes estatores de un wathorímetro multiestator.

10.24.2 Aparatos y equipo.

Similar a los indicados en el inciso 10.8.2 con la particularidad que la fuente de alimentación deberá ser trifásica con un wathorímetro patrón en cada una de sus fases.

10.24.3 Preparación de la muestra.

Igual a lo indicado en el inciso 10.12.3.

10.24.4 Procedimiento.

10.24.4.1 Medidores de 2 estatores.

La prueba debe ser hecha en circuito de 2 fases, a la tensión y frecuencia nominales y factor de potencia unitario. A través de la prueba de los circuitos de tensión y corriente de un estator (estator "A" del medidor) deben conectarse a la fase 1 del circuito de 2 fases.

Para las condiciones de prueba (1) a (6), el circuito de corriente del otro estator (estator "B") no debe estar conectado. El circuito de tensión del estator "B" debe conectarse como sigue:

REFERENCIA FASE 1 DIRECTA

CONDICIONES (1) Y (2) FASE 1 INVERTIDA

CONDICIONES (3) Y (4) FASE 2 DIRECTA

CONDICIONES (5) Y (6) FASE 2 INVERTIDA

Para las condiciones de prueba (7) a (12) se debe aplicar corriente al estator "B". Las corrientes en los estatores "A" y "B" deben ser iguales en magnitud y cada una debe estar substancialmente en fase con la tensión aplicada al estator respectivo. Para estas condiciones de prueba, tanto los circuitos de tensión como los de corriente del estator "B" deben conectarse como sigue:

REFERENCIA FASE 1 DIRECTA

CONDICIONES (7) Y (8) FASE 1 INVERTIDA

CONDICIONES (9) Y (10) FASE 2 DIRECTA

CONDICIONES (11) Y (12) FASE 2 INVERTIDA

10.24.4.2 Medidores de 3 estatores.

La prueba debe ser hecha en un circuito de 3 fases, 4 hilos, conexión estrella, a la tensión y frecuencia nominales, factor de potencia unitario.

A través de la prueba, los circuitos de tensión y corriente de un estator (estator "A" del medidor), deben conectarse a la fase 1 del circuito trifásico.

Para las condiciones de prueba (1) a (4), los circuitos de corriente de los demás estatores ("B" y "C") no deben conectarse.

El circuito de tensión de los estatores "B" y "C" debe conectarse como sigue:

REFERENCIA ESTADORES "B" Y "C" FASE 1 DIRECTA

CONDICIONES (1) Y (2) ESTATOR "B" FASE 2 DIRECTA

ESTATOR "C" FASE 3 DIRECTA

CONDICIONES (3) Y (4) ESTATOR "B" FASE 3 DIRECTA

ESTATOR "C" FASE 2 DIRECTA

Para las condiciones de prueba (5) a (8) se aplican corrientes a los circuitos de corriente de los estatores "B" y "C". Estas corrientes deben ser iguales en magnitud que la corriente aplicada al estator "A" y cada una de ellas debe estar substancialmente en fase con la tensión aplicada al estator respectivo. Para estas condiciones de prueba, los circuitos de tensión y corriente de los estatores "B" y "C" deben conectarse como sigue:

REFERENCIA ESTADORES "B" Y "C" EN FASE 1 DIRECTA

CONDICIONES (5) Y (6) ESTATOR "B" FASE 2 DIRECTA

ESTATOR "C" FASE 3 DIRECTA

CONDICIONES (7) Y (8) ESTATOR "B" FASE 3 DIRECTA

ESTATOR "C" FASE 2 DIRECTA

10.24.5 Resultado.

La prueba se considera satisfactoria si la variación del error bajo las condiciones de prueba especificadas, con respecto al de las condiciones de referencia, no excede los límites establecidos en las tablas 19 y 20.

Condición	Clase de medidor (Corriente en amperes)		Desviación máxima del error de referencia en %
	100	200	
Referencia para Cond. 1, 3 y 5	6	12	-----
Referencia para Cond. 2, 4 y 6	30	60	-----
Condición 1	6	12	± 1
Condición 2	30	60	± 1
Condición 3	6	12	± 1
Condición 4	30	60	± 1
Condición 5	6	12	± 1
Condición 6	30	60	± 1
Referencia para Cond. 7, 9 y 11	3	6	
Referencia para Cond. 8, 10 y 12	15	30	
Condición 7	3	6	± 1
Condición 8	15	30	± 1
Condición 9	3	6	± 1
Condición 10	15	30	± 1
Condición 11	3	6	± 1
Condición 12	15	30	± 1

TABLA 19.- Prueba de independencia de los estatores en wathorímetros de 2 estatores.

Condición	Clase de medidor (Corriente en amperes)		Desviación máxima del error de referencia en %
	100	200	
Referencia para Cond. 1 y 3	9	18	
Referencia para Cond. 2 y 4	45	90	
Condición 1	9	18	± 1
Condición 2	45	90	± 1
Condición 3	9	18	± 1
Condición 4	45	90	± 1
Referencia para Cond. 5 y 7	3	6	
Referencia para Cond. 6 y 8	15	30	
Condición 5	3	6	± 1
Condición 6	15	30	± 1
Condición 7	3	6	± 1
Condición 8	15	30	± 1

TABLA 20.- Prueba de independencia de estatores en wathorímetros de 3 estatores.

10.25 Prueba de intemperismo.

10.25.1 Objetivo.

Verificar la resistencia de los wathorímetros a los efectos de la intemperie.

10.25.2 Aparatos y equipo.

Un intemperímetro con accesorios para colocación de los wathorímetros.

10.25.3 Preparación de la muestra.

Deben probarse 3 wathorímetros, los cuales deben ser colocados en el interior del intemperímetro en su posición de operación.

10.25.4 Procedimiento.

Se ajusta al intemperímetro para aplicar ciclos consecutivos alternativos de exposición de rayos ultravioleta y rocío de agua fresca en el frente y en la parte superior de los wathorímetros.

La aplicación de rayos ultravioleta debe realizarse durante 102 min y la aplicación del rocío de agua fresca durante 18 min, para un total de tiempo de ciclo de 2 h.

La duración de la prueba debe ser de 336 h, con 168 ciclos alternativos.

La fuente de iluminación debe de ser provista con una lámpara de arco de xenón utilizando filtros ópticos interiores y exteriores de borosilicato para simular la distribución de potencia espectral de la luz de día natural. La irradiancia medida a 340 nm debe ser mantenida a $0,35 \text{ W/m}^2$ durante la prueba. Durante el periodo donde únicamente se aplique luz, la temperatura del panel negro debe ser mantenida a 63°C .

10.25.5 Resultado.

Para cada wathorímetro la prueba se considera satisfactoria si no hay evidencia de corrosión o acción electrolítica en las terminales o en alguna otra parte que afecte el funcionamiento del medidor en más de $\pm 2\%$ de error porcentual absoluto en cada una de las condiciones establecidas en la tabla 2, y además, no debe presentar evidencias de decoloración o debilitamiento perjudicial de los acabados y/o materiales.

Adicionalmente la cubierta del wathorímetro debe poder retirarse sin esfuerzo adicional al comúnmente aplicado.

10.26 Prueba de rocío salino.

10.26.1 Objetivo.

Verificar la resistencia de los wathorímetros a la acción de atmósferas corrosivas.

10.26.2 Aparatos y equipo.

El aparato requerido para efectuar la prueba consiste esencialmente de una cámara de niebla con los accesorios siguientes:

(ver figura 20)

- Recipiente de solución salina;
- Alimentación de aire comprimido;
- Humidificador de aire;
- Boquillas de atomización de plástico o hule duro;
- Soporte para colocación de los wathorímetros;
- Dispositivos de control y regulación de temperatura de la cámara;
- Colectores de niebla.

Las dimensiones y los detalles de construcción del aparato son opcionales, siempre que las gotas de solución acumuladas sobre el techo o paredes de la cámara, no caigan sobre los wathorímetros en prueba, y que las gotas de solución que caigan de los wathorímetros regresen al recipiente de solución para repulverizarse.

Los materiales de construcción de la cámara no deben afectar el grado de corrosión de la niebla.

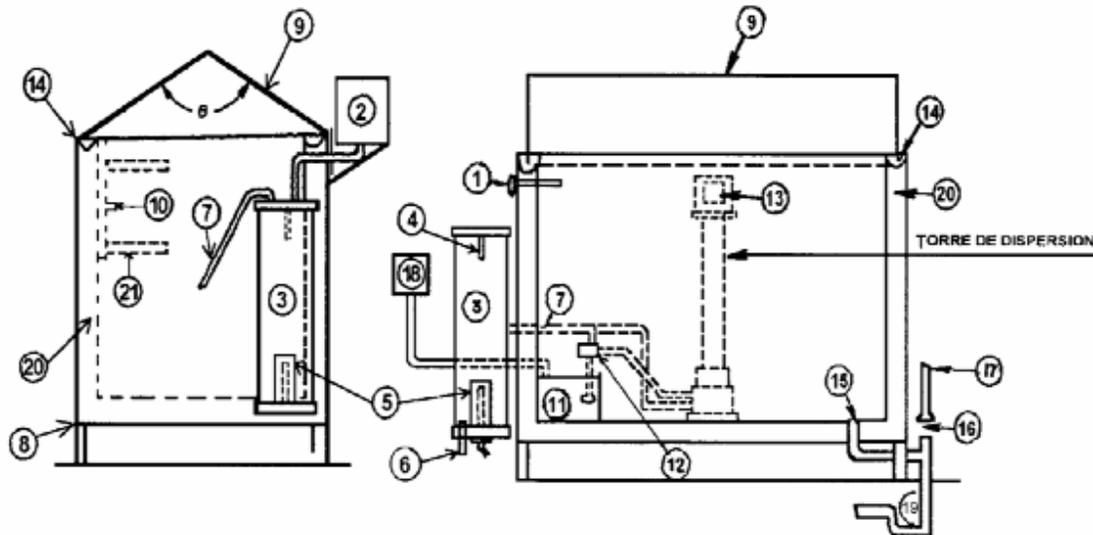


FIGURA 20.- Cámara típica rocío salino.

- Ø El ángulo de la tapa, 90° a 120°
 - 1 Termómetro y termostato para controlar el calentador (8) de faja en la base
 - 2 Dispositivo de nivel automático para agua
 - 3 Torre de humidificación
 - 4 Regulador automático de temperatura para controlar calentador
 - 5 Calentador de inmersión, inoxidable
 - 6 Entrada de aire, aberturas múltiples
 - 7 Tubo de aire para la tobera del vaporizador
 - 8 Calentador de faja en la base
 - 9 Goznes superiores, operados hidráulicamente o contrabalanceados
 - 10 Brazos de barra para el soporte de los wathorímetros o mesa de pruebas
 - 11 Depósito de agua interno
 - 12 Tobera del vaporizador arriba del depósito de agua adecuadamente diseñado, localizado y simulado
 - 13 Boquilla del pulverizador alojado en la torre de dispersión, localizado preferentemente en el centro del gabinete
 - 14 Sello de agua
 - 15 Combinación de drenaje y salida desagüe en caras opuestas del espacio de prueba de la tubería del vaporizador (12), pero preferentemente en combinación con drenaje, trampa de desechos y tubo de desperdicios de tiro forzado (16, 17, 19)
 - 16 Separación completa entre el tubo de desechos de tipo forzado (17) y la combinación de drenaje y salida (14 y 19) para evitar succión indeseable o presión de reversa
 - 17 Tubo de desperdicios de tipo forzado
 - 18 Dispositivo de nivelación automática para el depósito
 - 19 Trampa disipadora
 - 20 Espacio de aire o camisa de agua
 - 21 Mesa o marco de prueba, con pozo debajo de área techada
- 10.26.3 Materiales y reactivos.

La solución salina debe prepararse disolviendo 5 partes \pm 10% en masa de cloruro de sodio (NaCl) en 95 % \pm 10% partes en peso de agua destilada o agua que contenga como máximo 200 ppm de sólidos.

Una solución con densidad relativa de 1,025 a 1,040 determinada a 25°C cubre los requisitos de concentración. El cloruro de sodio debe estar sustancialmente libre de cobre y níquel, su contenido en base seca de yoduro de sodio (NaI) no debe ser mayor de 0,1% y el contenido de impurezas totales no debe ser mayor de 0,3% (cloruro de sodio grado reactivo). El pH de la solución salina debe ser tal que cuando se atomice a 35°C, la solución colectada esté dentro de un pH de 6,5 a 7,2.

El pH puede medirse electrométricamente a la temperatura de 25°C usando un electrodo de cristal con un puente de cloruro de potasio (KCl) saturado o colorimétricamente usando azul de bromotimol como indicador. El pH debe ajustarse por adición de soluciones diluidas de ácido clorhídrico (HCl) o hidróxido de sodio (NaOH) químicamente puro.

Antes de atomizar la solución debe verificarse que esté libre de sólidos en suspensión. La solución salina preparada debe filtrarse o decantarse antes de verterla al recipiente o, el extremo del tubo que alimenta la solución al atomizador debe ser filtrado con una capa doble de manta de cielo para prevenir la obstrucción del conducto de la boquilla.

10.26.4 Preparación de la muestra.

Deben probarse 3 wathorímetros nuevos, los cuales deben colocarse en su posición vertical de operación dentro de la cámara de rocío salino, de tal manera que en cada wathorímetro se deposite libremente la niebla salina, teniendo cuidado que no exista contacto entre los wathorímetros o con cualquier otra superficie metálica capaz de producir un efecto galvánico.

La solución salina no debe escurrir de un wathorímetro a otro. Los medidores deben ser probados en una base enchufe normal con su arillo o tapa de seguridad y con todas las aberturas de la base enchufe tapadas contra humedad.

10.26.5 Condiciones de operación de la cámara.

La temperatura de la cámara debe mantenerse a 35°C \pm 2°C. El aire comprimido utilizado para atomizar la solución salina a través de la o las boquillas, debe estar libre de aceite o impurezas y mantenerse a una presión entre 588,4 Pa y 1686,7 Pa (60 kgf/m² y 172 kgf/m²). El aire comprimido debe filtrarse para liberarlo de aceite y suciedad antes de burbujearlo en la torre humidificadora de aire.

Deben colocarse por lo menos 2 colectores de niebla dentro de la zona de trabajo evitando que las gotas de solución de los especímenes o cualquier otra fuente sean captadas. Los colectores deben colocarse en la proximidad de los especímenes de prueba, uno muy cerca y otro muy lejos de las boquillas, la niebla debe ser tal, que para cada 80 cm² de área colectora horizontal, se capte en cada colector de 1 a 2 ml de solución por hora basados en un periodo de prueba de por lo menos 16 h. La concentración del NaCl de la solución captada debe ser 5 \pm 1% en masa, y su pH debe ser de 6,5 a 7,2.

La concentración también puede determinarse con el procedimiento siguiente:

Se diluyen 5 ml de solución colectada en 100 ml de agua destilada y se mezclan perfectamente. Se extraen 10 ml de esta solución y se colocan en una cápsula de evaporación, se añaden 40 ml de agua destilada y 1 ml de solución al 1% de cromato de potasio (K₂CrO₄) y se valora con una solución de 0,1 N de nitrato de plata (AgNO₃) hasta que aparezca una solución roja permanente.

Si para adquirir la coloración requiere entre 3,4 y 5,1 ml de solución 0,1 N de nitrato de plata, ésta cumple los requisitos de concentración.

10.26.6 Procedimiento.

Los wathorímetros deben ser expuestos a la prueba de rocío salino durante un periodo de 500 h. El suministro de niebla salina por las boquillas debe dirigirse en tal forma que se evite el choque directo del flujo sobre los wathorímetros.

Al terminar la prueba los wathorímetros deben sacarse cuidadosamente de la cámara, observando a través de la cubierta que no haya indicios de corrosión en las partes interiores.

A continuación para quitar los depósitos de sal de la superficie se enjuagan con agua corriente limpia y tibia a una temperatura no mayor de 38°C y se secan inmediatamente con chorro de aire comprimido limpio. Posteriormente se destapa y separa el conjunto de componentes de la base utilizando, si procede, el mismo procedimiento de limpieza.

Si es necesario, los productos de la corrosión pueden eliminarse con un cepillo de cerdas suaves para observar cualquier corrosión del metal base.

10.26.7 Resultado.

Para cada wathorímetro la prueba se considera satisfactoria si no hay evidencia de corrosión o acción electrolítica en cualquier parte y no se ve afectado el funcionamiento del medidor en más de \pm 2% de error porcentual absoluto en cada una de las condiciones establecidas en la tabla 2.

Adicionalmente la cubierta del wathorímetro debe poder retirarse sin esfuerzo adicional al comúnmente aplicado.

10.27 Efecto de la humedad relativa.

10.27.1 Objetivo

Verificar que los medidores operen correctamente sin que se presente condensación en sus partes internas.

10.27.2 Aparatos y Equipos

Cámara con control de humedad y temperatura.

10.27.3 Preparación de la muestra:

El medidor debe estar en su posición normal de operación, y alimentado a tensión y corriente nominales, y con la cubierta puesta.

10.27.4 Procedimiento

La prueba debe realizarse de la siguiente manera:

10.27.4.1 La duración de la prueba debe ser de 24 h a $85^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y $95\% \pm 4\%$ de humedad relativa por un ciclo, o 72 h a $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y $95\% \pm 4\%$ de humedad relativa por 3 ciclos, controlando la humedad de tal forma que no exista condensación.

10.27.4.2 La razón de cambio de temperatura no debe exceder $20^{\circ}\text{C}/\text{h}$ y la humedad relativa debe mantenerse en $95\% \pm 4\%$ durante el periodo de aplicación de la temperatura pico.

10.27.4.3 Cada ciclo de temperatura/humedad debe realizarse de la siguiente manera:

10.27.4.3.1 Eleve la temperatura ambiente hasta $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ u $85^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ en aproximadamente 3 h.

10.27.4.3.2 Mantenga la humedad relativa a $95\% \pm 4\%$ a $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ u $85^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por aproximadamente 18 h.

10.27.4.3.3 Disminuya hasta la temperatura ambiente en aproximadamente 3 h.

10.27.5 Resultado.

No debe existir condensación en cualquiera de los componentes del medidor que afecte desfavorablemente el funcionamiento del medidor en más de $\pm 2\%$ de error porcentual absoluto en cada una de las condiciones establecidas en la tabla 2.

10.28.- Prueba de impacto

10.28.1 Objetivo

Verificar que el medidor siga operando correctamente después de aplicar esta prueba.

10.28.2 Aparatos y Equipos

Mesa de vibración e impacto

10.28.3 Preparación de la muestra

El medidor se prueba sin empaque y en su posición normal de operación, no debe de estar operando y debe ser montado rígidamente en una mesa de pruebas y el punto de referencia para el acelerómetro de control se debe fijar a la superficie de la mesa.

10.28.4 Procedimiento

Debe realizarse de acuerdo a lo siguiente:

10.28.4.1 Aplicar un pulso senoidal de media onda 3 veces en cada una de las direcciones para cada uno de los 3 ejes perpendiculares para un total de 18 impactos por medidor de la muestra.

10.28.4.2 La aceleración pico debe ser de 150 m/s^2 (15 g) con una duración de 11 ms. La velocidad final de la muestra, partiendo del reposo, debe ser de $1 \text{ m/s} \pm 15\%$. La aceleración transversal máxima debe ser limitada al 30% del valor pico.

10.28.5 Resultado

No debe de haber piezas sueltas o flojas que afecten desfavorablemente el funcionamiento del medidor en más de $\pm 2\%$ de error porcentual absoluto en cada una de las condiciones establecidas en la tabla 2.

10.29.- Caída durante el transporte

10.29.1 Objetivo

Verificar que el empaque proteja a los wathhorímetros de manera adecuada al realizar la prueba.

10.29.2 Aparatos y Equipos

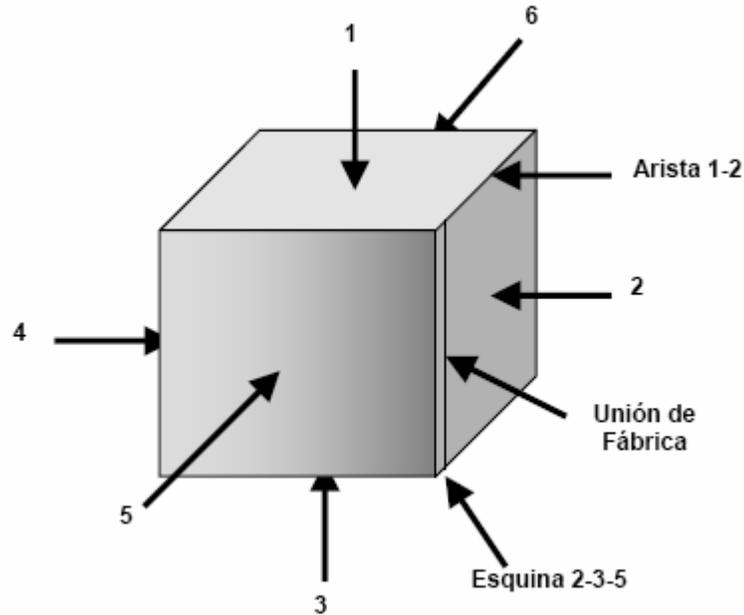
Plancha de metal o concreto

10.29.3 Preparación de la muestra

La caja de empaque debe ser final, conteniendo de 1 a 4 wathhorímetros y deberá estar sellada de manera usual.

10.29.4 Procedimiento

La caja de empaque debe someterse a 10 caídas a un piso de concreto o metálico desde una altura de 760 mm ± 5 mm en las posiciones indicadas en la figura 21.



No.	Posición	Esquina, filo o cara de impacto
1	Esquina	2-3-5
2	Arista	3-5
3	Arista	2-3
4	Arista	5-2
5	Cara	5

No.	Posición	Esquina, filo o cara de impacto
6	Cara	6
7	Cara	2
8	Cara	4
9	Cara	3
10	Cara	1

FIGURA 21.- Caída Durante el Transporte

10.29.5 Resultado

La prueba se considera satisfactoria si los medidores no sufren daño físico y no se ve afectado el funcionamiento del medidor en más de ± 2 % de error porcentual absoluto en cada una de las condiciones establecidas en la Tabla 2.

10.30. Prueba de vibración.

10.30.1 Objetivo

Verificar que el medidor siga operando correctamente después de aplicar esta prueba.

10.30.2 Aparatos y Equipos

Mesa de vibración

10.30.3 Preparación de la Muestra

El medidor se prueba sin empaque y en su posición normal de operación. La muestra no debe de estar operando y debe ser montado rígidamente en la mesa de pruebas y el punto de referencia para el acelerómetro de control se debe fijar a la superficie de la mesa.

10.30.4 Procedimiento

Debe realizarse de acuerdo a lo siguiente:

10.30.4.1 Intervalo de frecuencia: 30 Hz a 350 Hz, con una tolerancia de $\pm 1\%$ hasta 50 Hz y $\pm 2\%$ para frecuencias mayores.

10.30.4.2 Velocidad de barrido: 1 octava/min. a 5 m/s^2 (0,5 g) $\pm 10\%$ a lo largo de cada uno de los 3 ejes y por 30 min. por cada eje, limitando la aceleración transversal al 25 % del valor pico.

10.30.5 Resultado

No debe de haber piezas sueltas o flojas que afecten desfavorablemente el funcionamiento del medidor en más de $\pm 2\%$ de error porcentual absoluto en cada una de las condiciones establecidas en la Tabla 2.

10.31.- Efecto de vibración durante la transportación

10.31.1 Objetivo

Asegurar la integridad de los medidores durante su transporte.

10.31.2 Aparatos y Equipos

Mesa de vibración

10.31.3 Preparación de la muestra

Montar los medidores dentro de su caja de empaque, la cual debe estar sellada de manera usual, sobre una mesa vibratoria en su posición normal de embarque. Debe ser realizada a los mismos medidores que la prueba de caída durante el transporte y en el mismo empaque.

10.31.4 Procedimiento

Aplicar una vibración durante una hora, con una frecuencia y aceleración tal que se observe un desplazamiento definido como un rebote entre la caja y la mesa vibratoria de 1,6 mm medido con una lana.

10.31.5 Resultado

No debe de haber piezas sueltas o flojas que afecten desfavorablemente el funcionamiento del medidor en más de $\pm 2\%$ de error porcentual absoluto en cada una de las condiciones establecidas en la Tabla 2.

10.32.- Lluvia

10.32.1 Objetivo

Verificar que no penetre agua dentro de los medidores, y éstos funcionen correctamente después de la prueba.

10.32.2 Aparatos y Equipos

Aspersor de agua con sus soportes apropiados

10.32.3 Preparación de la muestra

Los medidores deben de ser montados en su posición normal de operación en una base enchufe con su arillo o tapa de seguridad y con todas las aberturas de la base tapadas contra humedad, sin corriente ni tensión.

Los medidores deben estar colocados a 1 metro del centro de los rocíos y orientados a que el agua caiga en el centro del medidor.

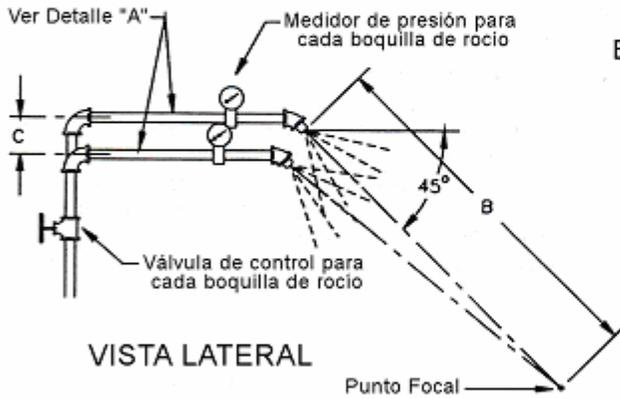
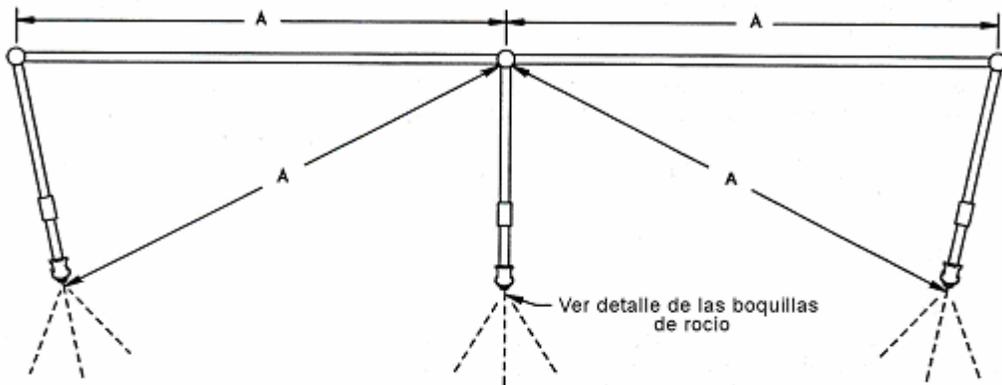
10.32.4 Procedimiento

Los medidores deben ser expuestos por una hora a un rocío de agua desde tres puntos diferentes. Cada punto de rocío debe mantener una presión de $0,35 \text{ kgf/cm}^2$ hasta completar la hora.

10.32.5 Resultado

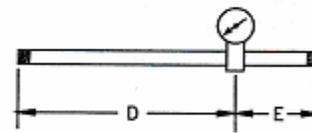
La cantidad de agua que pueda acumularse en el interior del medidor, debe de estar por debajo del nivel de las partes vivas y no debe de afectar desfavorablemente el funcionamiento del medidor en más de $\pm 2\%$ de error porcentual absoluto en cada una de las condiciones establecidas en la Tabla 2.

VISTA SUPERIOR



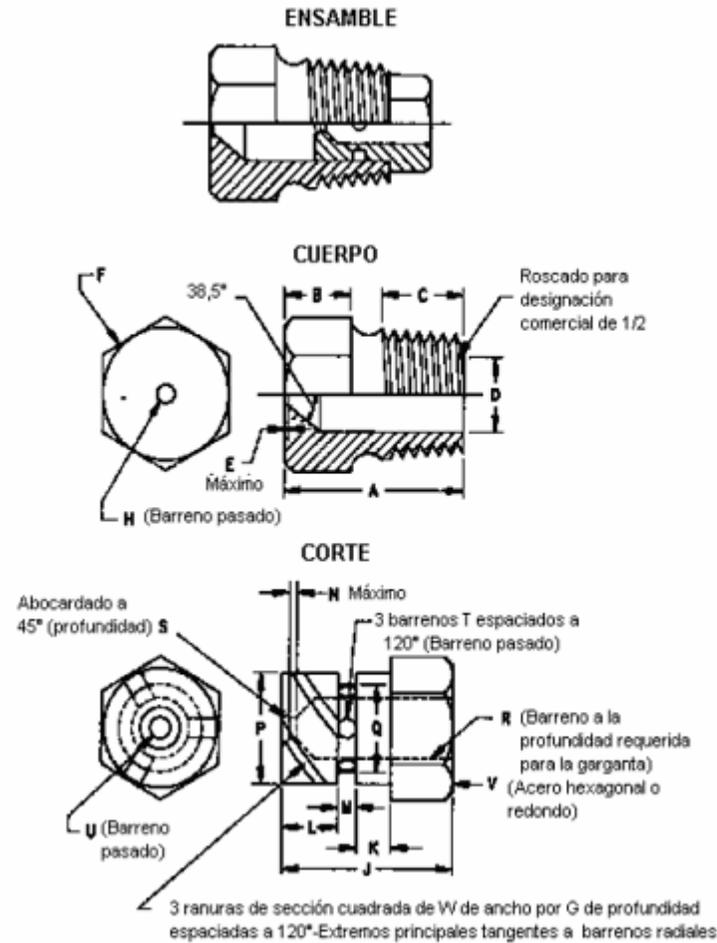
Ensamble del medidor de presión

Detalle "A"



VISTA LATERAL

Dimensión	mm
A	710
B	1400
C	55
D	230
E	75



Dimensión	mm	Dimensión	mm
A	31,00	M	2,38
B	11,00	N	0,80
C	14,00	P	14,61
D	14,68	Q	11,51
	14,73		
E	0,40	R	11,53
F	(1)		
G	1,52	S	6,35
H	5,00	T	0,80
J	18,30	U	2,80
K	3,97	V	2,50
L	6,35	W	16,00
			1,52

NOTA 1- Opcional. Para apretarse con llave.

FIGURA 22.- Diagrama general del dispositivo de prueba de lluvia y boquillas

11. Selección y aceptación de prototipo

11.1 Selección de los wathhorímetros para pruebas de aceptación del prototipo.

Deben llevarse a cabo bajo las condiciones siguientes:

- Las muestras deben ser representativas del prototipo y reproducir el producto medio comercial del fabricante.
- El fabricante debe acompañar la muestra con información de sus características generales, eléctricas, mecánicas y de funcionamiento.

11.2 El número de wathhorímetros que deben probarse son 8, a menos que se indique lo contrario en pruebas específicas, y adicionalmente podrán probarse otros 3 medidores en intemperismo y 3 más en rocío salino todos pertenecientes a la misma muestra para ser realizadas en paralelo con las demás pruebas.

11.3 Aceptación del prototipo.

11.3.1 Las reglas que gobiernan la aceptación del prototipo podrán ser las siguientes:

a) Reemplazos. Los reemplazos o reposiciones se pueden efectuar si se encuentran defectos físicos de naturaleza menor durante las pruebas.

Cuando sea factible, deben acompañarse al menos 8 wathhorímetros adicionales, a los wathhorímetros que deben someterse a pruebas para la aceptación del prototipo, para reemplazar los defectuosos o aquellos que se dañan accidentalmente.

b) Criterio de aceptación. El prototipo se debe aceptar cuando se satisfacen los requisitos siguientes:

11.3.1.1 Si en todas las pruebas realizadas a la muestra, 3 o menos wathhorímetros no cumplen con un valor especificado para una prueba dada.

Por ejemplo, en la prueba de 10.14 Influencia de la variación de tensión los valores se indican en la tabla 10.

11.3.1.2 Si en todas las pruebas realizadas a la muestra, ningún wathhorímetro individual falló en más de cinco valores especificados, para el total de las pruebas.

11.3.1.3 Si en todas las pruebas realizadas a la muestra, el número total de fallas, incluyendo todos los wathhorímetros y todos los valores especificados para una prueba dada, no excede de 16.

11.3.1.4 Si las pruebas realizadas a la muestra, ningún wathhorímetro individual falló en un valor especificado para una prueba dada para aquellas pruebas en las que se especifique en el método correspondiente una muestra de 3 wathhorímetros.

12. Especificaciones del marcado

12.1 En el wathhorímetro.

Debe contener en forma indeleble y visible desde el exterior del mismo la siguiente información:

12.1.1 Registrador:

- Nombre o marca registrada del fabricante;
- Unidad de medición del registro;
- Relación del registrador (Rr);
- Razón social o logotipo del comprador;

12.1.2 Placa de datos:

- Corriente nominal;
- Designación de la clase (corriente máxima);
- Número de fases;
- Número de hilos;
- Número de elementos;
- Tensión nominal;
- Frecuencia (Hz);
- Forma del wathhorímetro;
- Modelo;
- Código del lote;
- Código del medidor;
- Número del medidor;
- Constante del Wathhorímetro (Kh);
- Tipo de circuito al que se conecta (sólo para polifásicos);

12.1.3 En el registrador o en la placa de datos:

- Leyenda "Hecho en México" o país de origen

12.2 En el empaque individual.

El empaque individual de los wathhorímetros (conteniendo 1 o 4 de ellos), debe llevar en lugar visible lo siguiente:

- La palabra "Wathhorímetro";
- Modelo;
- Marca;
- Nombre o razón social del fabricante;
- Número de medidor;
- Código de medidor;
- Código del lote;
- Número de contrato;

12.3 En el embalaje.

El embalaje y la información necesaria que debe contener, es establecido por el comprador.

13. Verificación de wathhorímetros en campo

La determinación del porcentaje promedio de registración involucra tanto las características del medidor como la carga y el medio ambiente bajo el cual se efectúa la prueba.

La registración de los medidores en el campo está sujeta a una serie de condiciones adversas del ambiente que no pueden ser controladas y por ello no se pueden considerar las mismas tolerancias que se establecen para pruebas en el laboratorio.

Entre otras, las fuentes de incertidumbre que afectan la registración se tienen las siguientes: Vibración, factor de distorsión de la onda senoidal (armónicas), temperatura ambiente, diferencias en la amplitud de la tensión aplicada con respecto a la tensión nominal, variación de la frecuencia, inclinación del medidor bajo prueba con respecto a la vertical, influencia de campos magnéticos externos, interferencia por radiofrecuencias y humedad relativa.

13.1 Objetivo.

Comprobar la exactitud con la que está operando un wathhorímetro en el campo.

13.2 Aparatos y equipos.

Wathhorímetro patrón, con certificado de calibración vigente;

13.3 Preparación de la muestra.

Hacer una revisión ocular tanto de la instalación eléctrica en general, como la particular del wathhorímetro a verificar.

13.4 Procedimiento.

El método a utilizar para la verificación del wathhorímetro, es la comparación contra la registración de un wathhorímetro patrón.

13.4.1 Utilizando la fórmula indicada en el punto 9.2.7 de esta Norma Oficial Mexicana, determinar:

13.4.1.1 El por ciento de error del wathhorímetro en Carga Alta.

13.4.1.2 El por ciento de error del wathhorímetro en Carga Baja.

13.4.2 Determinar el porcentaje promedio de error de acuerdo al método indicado en la expresión siguiente:

Porcentaje promedio de error= $4 * \% \text{ Error en Carga Alta} + \% \text{ Error en Carga Baja}$

5

13.5 Resultado.

La prueba se considera satisfactoria si el porcentaje promedio de error no excede de $\pm 3,5\%$.

14. Evaluación de la conformidad

La evaluación de la conformidad de los wathhorímetros, objeto de la presente Norma Oficial Mexicana, se llevará a cabo por personas acreditadas y aprobadas en términos de lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.

15. Vigilancia

La vigilancia de la presente Norma Oficial Mexicana está a cargo de la Secretaría de Economía por conducto de la Dirección General de Normas y de la Procuraduría Federal del Consumidor conforme a sus respectivas atribuciones.

16. Bibliografía

ANSI-C12.1-2001 American National Standard for Electric Meters

17. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma no concuerda con ninguna norma internacional existente

TRANSITORIOS

PRIMERO.- Esta Norma Oficial Mexicana entrará en vigor 60 días naturales después de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO.- Esta Norma Oficial Mexicana cancela a la NOM-044-SCFI-1999, Instrumentos de Medición-Wathhorímetros electromecánicos-Definiciones, características y métodos de prueba, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de septiembre de 1999.

México, D.F., a 14 de noviembre de 2008.- El Director General de Normas y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad al Usuario, Información Comercial y Prácticas de Comercio, **Francisco Ramos Gómez.-** Rúbrica.