

PV-001

**PROCEDIMIENTO PARA LA VERIFICACIÓN
DE MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA
ESTÁTICOS CLASES 1 Y 2 Y
ELECTROMECAÁNICO CLASE 2**

Edición 0

**PROCEDIMIENTO PARA LA VERIFICACIÓN DE MEDIDORES DE ENERGÍA
ELÉCTRICA ESTÁTICOS CLASES 1 Y 2 Y A INDUCCIÓN CLASE 2
PV-001**

© INACAL
Instituto Nacional de Calidad

Dirección: Calle Las Camelias 815 - San Isidro, Lima, PERÚ
Teléfono: 640 8820
Web site: www.inacal.gob.pe

Publicación editada por la Dirección de Metrología del INACAL.

Prohibida la reproducción total o parcial de este procedimiento por cualquier medio,
sin autorización del INACAL.

Edición 0 – Agosto 2015

Las sugerencias y comentarios pueden ser remitidas al Servicio Nacional de
Metrología del Indecopi por teléfono (51 – 01) 6408820 anexo 8601.

Impreso en Perú – Printed in Perú

1. OBJETIVO

Este procedimiento establece los pasos a seguir por personal técnico para efectuar la verificación de medidores de energía eléctrica activa estáticos y electromecánicos, en laboratorio.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

El procedimiento se limita a la verificación de medidores de energía eléctrica activa estáticos clases 1 y 2 y a inducción clase 2, en corriente alterna a la frecuencia de 60 Hz, tanto en sistema monofásico como trifásico, para las tensiones y corrientes establecidas en la NMP 014 2012.

Este procedimiento podrá aplicarse para la contrastación de medidores en laboratorio para atender reclamos de usuarios según la norma DGE “Contrastación del sistema de medición de energía eléctrica”.

3 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

VIM:	Vocabulario Internacional de Metrología – Conceptos fundamentales y generales, y Términos Asociados (VIM)” (JCGM 200:2008). Traducción al español de la 3ª edición del VIM 2008, Servicio Nacional de Metrología – Indecopi - Perú.
VIML (2000):	International Vocabulary of Terms in Legal Metrology – OIML (Vocabulario Internacional de Términos en Metrología Legal).
NMP 014:	Equipos de medida de la energía eléctrica (c.a.). Requisitos generales, ensayos y condiciones de ensayo. Equipos de medida.
NMP 015:	Equipos de medida de la energía eléctrica (c.a.) Requisitos particulares. Medidores estáticos de energía activa (clases 1 y 2).
UNE-EN 61358:	Control de aceptación de los contadores estáticos de energía activa para corriente alterna y conexión directa (clases 1 y 2) (Eqv. IEC 61358).
NMP 007:	Inspección de aceptación de medidores de energía activa para corriente alterna de la clase 2.
UNE 21-378-86:	Equipo de ensayo de contadores de energía eléctrica (Eqv. Reporte técnico IEC 736-82).

4 DEFINICIONES

4.1 Clase de exactitud [VIM 4.25]: Clase de **instrumentos** o **sistemas de medición** que satisfacen requisitos metrológicos determinados destinados a mantener los **errores de medición** o las **incertidumbres instrumentales** dentro de los límites especificados, bajo condiciones de funcionamiento dadas.

Nota 1: Una clase de exactitud habitualmente se indica mediante un número o un símbolo adoptado por convención.

Nota 2: El concepto de clase de exactitud se aplica a las **medidas materializadas**.

4.2 Error máximo permitido [VIM 4.26]: Valor extremo del **error de medición**, con respecto a un **valor de referencia** conocido, permitido por especificaciones o reglamentaciones, para una **medición, instrumento o sistema de medición** dado.

Nota 1: En general los términos “errores máximos permitidos” o “límites de error” se utilizan cuando existen dos valores extremos.

Nota 2: No es conveniente utilizar el término “tolerancia” para asignar el “error máximo permitido”.

4.3 Verificación de un instrumento de medición [VIML 2.13]: Procedimiento (distinto al de aprobación de modelo), que incluye el examen y marcado y/o la emisión de un certificado de verificación, que comprueba y confirma que el instrumento de medida cumple con los requisitos legales.

4.4 Verificación inicial [VIML 2.15]: Verificación de un instrumento de medición que no ha sido verificado previamente.

4.5 Error (de indicación) de un instrumento de medición [VIM 2.16]: Valor medido de una magnitud menos un valor de referencia.

Nota 1: El concepto de error de medición puede emplearse:

a) Cuando exista un único valor de referencia, como en el caso de realizar una calibración mediante un patrón cuyo valor medido tenga una incertidumbre de medición despreciable, o cuando se toma un valor convencional, en cuyo caso el error de medición es conocido.

b) Cuando el mensurando se supone representado por un valor verdadero único o por un conjunto de valores verdaderos, de amplitud despreciable, en cuyo caso el error de medición es desconocido.

Nota 2: Conviene no confundir el error de medición con un error en la producción o con un error humano.

4.6 Medidor electromecánico [NMP 014 - 3.1.1]: Medidor en el cual las corrientes que circulan por arrollamientos fijos reaccionan sobre las intensidades inducidas en el elemento conductor móvil, generalmente un disco, lo cual origina un movimiento proporcional a la energía a medir.

4.7 Medidor estático [NMP 014 - 3.1.2]: Medidor en el cual la corriente y la tensión aplicadas a un elemento (electrónico) de medición producen una salida proporcional a la energía a medir.

4.8 Elemento de medición [NMP 014 - 3.2.1]: Parte del medidor que produce una salida proporcional a la energía.

- 4.9 Constante (para medidor electromecánico)** [NMP 014 - 3.2.9.1]: Valor que expresa la relación entre la energía registrada por el medidor y el correspondiente número de revoluciones del rotor, por ejemplo, en revoluciones por kilovatio hora (rev/kWh) o vatios hora por revolución (Wh/rev).
- 4.10 Constante (para medidor estático)** [NMP 014 - 3.2.9.2]: Valor que expresa relación entre la energía registrada por el medidor y el valor correspondiente dado por la salida de ensayo. Si este valor es un número de impulsos, la constante será expresada en impulsos por kilovatio hora (imp/kWh) o vatios hora por impulso (Wh/imp).
- 4.11 Corriente de base (I_b)** [NMP 014 - 3.5.1.2]: Valor de la corriente en función del cual se fijan los valores de ciertas características del medidor de conexión directa.
- 4.12 Corriente asignada (I_n)** [NMP 014 - 3.5.1.3]: Valor de la corriente en función del cual se fija los valores de las características relevantes de un medidor de conexión alimentado por transformadores.
- 4.13 Corriente Máxima (I_{max})** [NMP 014 - 3.5.2]: Mayor valor de la corriente al cual el medidor debe satisfacer los requisitos de esta norma relativos a la precisión.
- 4.14 Estabilidad térmica** [NMP 014 - 3.6.13]: Se considera que se ha alcanzado la estabilidad térmica cuando la variación del error como consecuencia de los efectos térmicos es, durante 20 min, inferior a 0,1 veces el error máximo permitido para el punto de ensayo considerado.

5 MÉTODO DE VERIFICACIÓN

El método a emplear para la verificación de medidores de energía es comparación de la energía medida en el medidor a verificar con la energía medida en un contador patrón.

Las normas de aplicación para la verificación inicial son:

- Norma UNE-EN 61358 Control de aceptación de los contadores estáticos de energía activa para corriente alterna y conexión directa (clases 1 y 2) (Eqv. IEC 61358).
- Norma NMP 007 Inspección de aceptación de medidores de energía activa para corriente alterna de la clase 2.

Considerar que un medidor electromecánico también es conocido como medidor a inducción.

6 CONDICIONES DE ENSAYO

6.1 Condiciones de referencia

Los ensayos se deben llevar a cabo bajo las condiciones indicadas en las tablas 1 y 2:

Tabla 1. Equilibrio de tensión y corriente para medidores polifásicos

Condición		Tolerancias admisibles
Cada tensión entre fase y neutro y entre dos fases cualquiera no deben diferir de la tensión correspondiente media en más de		$\pm 1\%$
Todas las corrientes en los conductores no deben diferir de la corriente media en más de		$\pm 2\%$
El desfase de cada una de estas corrientes con la tensión fase neutro correspondiente no debe diferir entre ellos, independiente del ángulo de fase, en más de:	para medidores estáticos	$\pm 2^\circ$
	para medidores a inducción	$\pm 3^\circ$

La secuencia de las fases debe ser la indicada en el diagrama de conexiones.

Tabla 2. Condiciones de referencia

Magnitud de influencia	Valor de referencia	Tolerancias admisibles
Temperatura ambiente ¹⁾	Temperatura de referencia o, en su ausencia, 23 °C	$\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$
Posición ²⁾	Vertical	$\pm 1^\circ$
Tensión	Tensión de referencia	$\pm 1,5\%$
Frecuencia	Frecuencia de 60 Hz	$\pm 0,5\%$
Forma de la onda de tensión y corriente	Sinusoidal	Factor de distorsión $\leq 5\%$
Inducción magnética de origen exterior, a la frecuencia de referencia ³⁾	Inducción magnética nula	Valor de la inducción que no produzca variación de error superior al $\pm 0,3\%$, pero debe ser, en todo caso, inferior a 0,05 mT

1) Para cualquier valor de la temperatura ambiente fuera del intervalo de 21 °C a 25 °C, pero dentro del intervalo de 15 °C a 30 °C, se admite efectuar una corrección con relación a la temperatura de referencia de 23 °C, utilizando el coeficiente de temperatura medio indicado por el fabricante, para el tipo de medidor considerado.

2) Solo aplicable a los medidores a inducción:

El medidor debe ser construido y ensamblado de tal manera que se asegure la posición vertical correcta (con relación al plano vertical "anterior-posterior", "izquierda-derecha"), cuando:

- La base del medidor está apoyada contra una pared vertical y
- Un borde de referencia (tal como el borde inferior de la caja de bornes) o una línea de referencia marcada en la envolvente del medidor, es horizontal.

3) El método de ensayo para realizar esta verificación consiste:

- a) En el caso de un medidor monofásico, en determinar los errores primero, con el medidor normalmente conectado a la red, y a continuación, después de haber invertido las conexiones de los circuitos de corriente y de tensión. La mitad de la diferencia entre los dos errores es el valor de la variación del error. Como la fase del campo exterior no es conocida, el control debe efectuarse a $0,1 I_b$ con factor de potencia 1, y a $0,2 I_b$ con factor de potencia 0,5.
- b) En el caso de un medidor trifásico, en hacer tres medidas a $0,1 I_b$ con factor de potencia 1; después de cada medición, las conexiones de los circuitos de corriente y de tensión se permutan 120° , sin cambiar la secuencia

PV- 001 PROCEDIMIENTO PARA LA VERIFICACIÓN DE MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA ESTÁTICOS CLASES 1 Y 2 Y A INDUCCIÓN CLASE 2

de las fases. La mayor de las diferencias entre cada uno de los errores así medidos y su media, es el valor de la variación del error.

Para el caso de humedad relativa considerar que no debe haber condensación.

6.2 Tapa y sello

Los medidores deben ser inspeccionados y ensayados con la tapa puesta y con los sellos del fabricante intactos.

7. PROCESO DE VERIFICACIÓN

7.1 Equipos y materiales

Para realizar la verificación descrita en este procedimiento es necesario disponer de los siguientes equipos:

- Un equipo de ensayo de medidores (EEM) que cumpla con la incertidumbre de medición indicada en el punto 7.2 y con lo establecido en la norma UNE 21-378-86 Equipo de ensayo de contadores de energía eléctrica (ver tabla 3); no se permiten correcciones por error del EEM. El EEM debe poseer un certificado de calibración en vigencia, el cual habrá sido emitido por un laboratorio acreditado en el ámbito de su acreditación o por el Servicio Nacional de Metrología - SNM, esto asegura la trazabilidad de las mediciones. El EEM puede estar constituido por una fuente de potencia constante y un contador patrón, en este caso el conjunto que conforma el sistema de medición deberá estar calibrado y deberá cumplir con lo señalado al inicio del presente párrafo.

El EEM por lo general cuenta con varios puestos de medición para la verificación de medidores; si cada puesto de medición proporciona directamente el error del medidor ensayado, entonces cada puesto deberá estar calibrado e indicado en el respectivo certificado de calibración del EEM.

Tabla 3. Límites de error admitidos en porcentaje para los EEM

Clase del medidor	1			2		
	1	0,5 Inductivo	0,5 Capacitivo	1	0,5 Inductivo	0,5 Capacitivo
Error máximo (E_{max})	$\pm 0,20$	$\pm 0,30$	$\pm 0,40$	$\pm 0,30$	$\pm 0,45$	$\pm 0,50$

- Un generador de tensión alterna de 60 Hz, con potencia no menor a 500 VA y que permita aplicar una tensión de ensayo de 2 kV y 4 kV.
- Termómetro con error máximo permisible de $\pm 0,5$ °C. con el se tomarán los valores de la temperatura a la que se realiza la verificación.

Como materiales y/o equipos auxiliares se requiere:

- Cables adecuados para las conexiones entre el EEM o el sistema de suministro de energía y los medidores a verificar. Cables de sección de diámetro grande y longitud corta para las conexiones de la fuente de corriente. Para el caso de la fuente de tensión, de igual manera, la sección y la longitud han de ser tales que no produzcan una caída de tensión.
- Conectores y adaptadores apropiados según el modelo de medidor a verificar. Es necesario que los medidores tengan sus propios cables y conectores.

7.2 Incertidumbre de medición

- La calidad del EEM o del patrón y demás aparatos que conforman el sistema de medición, debe ser tal que permitan que la incertidumbre de medición en cada punto de ensayo no supere los valores indicados en la tabla 4:

Tabla 4. Incertidumbre de medición

Clase del medidor		Factor de Potencia
1	2	
0,2 %	0,4 %	1
0,3 %	0,6 %	0,5 inductivo

- El equipo para los ensayos con tensión alterna debe ser tal que permita mantener el valor de ensayo dentro del $\pm 1\%$ del valor especificado de ensayo.

Lo señalado en los puntos 7.1 y 7.2 permitirá asegurar que siguiendo el presente procedimiento la incertidumbre de la medición más el error del EEM no exceda de 1/4 del límite de error en porcentaje para los puntos de ensayo indicados en la tabla 7.

7.3 Ensayos preliminares

Antes de iniciar los ensayos se comprobará que:

- Los medidores pertenecen al mismo modelo (tipo), que el marcado en la placa de características y bornes es correcto, que contienen el número de serie y que ninguno de los medidores muestra señales de daños.
- Debe contar con su esquema de conexión en la caja de bornes o placa de características.
- Solo para el caso de los medidores a inducción se realizará una inspección mecánica a una muestra de 5 medidores tomados de un grupo no mayor a 100 medidores; para ello se retira la tapa y se inspecciona lo siguiente:

PV- 001 PROCEDIMIENTO PARA LA VERIFICACIÓN DE MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA ESTÁTICOS CLASES 1 Y 2 Y A INDUCCIÓN CLASE 2

- El engranaje del integrador. Debe estar centrado y no presentar roturas o rajaduras.
- Las soldaduras. Deben fijar bien los cables y no presentar falsos contactos.
- El ajuste de tornillos. Deben estar bien presionados.
- Viruta, limaduras y polvo metálico especialmente en el entre hierro(s) del imán(es) del freno. No debe presentar ninguna de las partículas señaladas.
- Cualquier otro punto que se considere necesario y que pueda obstruir el buen funcionamiento del medidor.

Se considerará medidor defectuoso si no cumple con lo señalado en cada punto inspeccionado.

Concluida la inspección, si alguno de los medidores incumplió con uno de los requisitos inspeccionados, se tendrá que inspeccionar el 100% de los medidores correspondiente al grupo de la muestra. Los medidores que no cumplan con los requisitos de inspección mecánica serán rechazados y solo serán sometidos a los ensayos siguientes los medidores que cumplen con los requisitos. De requerirse, se taparán los medidores para realizar los siguientes ensayos, de no ser así al finalizar los ensayos deberán ser tapados; adicionalmente deberá colocarse el o los respectivos precintos o sellos de seguridad.

- Antes de iniciar los ensayos, el medidor deberá ser energizado a la tensión de referencia y:
 - para medidores estáticos de conexión directa, con el fin de alcanzar la estabilidad térmica, el valor de la corriente debe ser de $0,1 I_b$ a factor de potencia 1.
 - para medidores a inducción, con el fin de verificar que los rotores giren y precondicionar los medidores, el valor de la corriente debe ser $0,1 I_b$, a factor de potencia 1 durante 30 minutos.
 - También se podrá considerar que se alcanza la estabilidad térmica (medidores estáticos) o se logra verificar los rotores y precondicionar el medidor (medidor a inducción), si durante 10 minutos se aplica una corriente con valor $0,5 I_b$ a la tensión de referencia y factor de potencia 1.
- Los ensayos se realizarán conectando el medidor de acuerdo a su esquema de conexión. Las conexiones y desconexiones se llevarán a cabo con los circuitos de tensión y de corriente sin energía.
- El manejo del EEM y sensores ópticos se realizará según su manual de operación.
- El orden de los ensayos es el siguiente:
 - Ensayo nº 1: Ensayo con tensión alterna (propiedad dieléctrica).
 - Ensayo nº 2: Marcha en vacío.
 - Ensayo nº 3: Arranque
 - Ensayo nº 4 a 9: Ensayos de exactitud.

- Ensayo nº 10: Comprobación de la constante del medidor (verificación del registro)

La verificación inicial se realizará al 100 % de los medidores.

7.4 Ensayos

Ensayo nº 1: Ensayo con tensión alterna

Los ensayos con tensión alterna deben ser efectuados conforme a la tabla 5.

La tensión de ensayo debe ser prácticamente sinusoidal, de frecuencia 60 Hz, y aplicada durante 1 minuto. Durante este ensayo no debe producirse ningún contorneo, arco o perforación.

Durante los ensayos respecto a masa, los circuitos auxiliares, cuya tensión de referencia sea inferior o igual a 40 V, deberán estar conectados a masa.

Tabla 5. Ensayos con tensión alterna.

Valor eficaz de la tensión de ensayo	Puntos de aplicación de la tensión de ensayo
2 kV	Medidor a inducción: Ensayo a efectuarse entre por una parte, todos los bornes conectados entre si y, por otro, la envolvente, si es metálica, o una superficie metálica plana sobre la cual es colocado el medidor, si la envolvente es de un material aislante.
	Medidor estático: A) Ensayo a efectuar con el medidor cerrado y la tapa de bornes colocada: a) entre, por una parte, todos los circuitos de corriente y tensión así como los circuitos auxiliares cuya tensión de referencia sea superior a 40 V, conectados entre sí, y, por otra parte, masa; b) entre los circuitos que en servicio no esté previsto conectarse entre sí
Solo para el medidor estático 4 kV [para el ensayo a)] 40 V [para el ensayo c)]	B) Ensayos suplementarios en el caso del medidor con envolvente aislante de clase de protección II: a) entre, por una parte, todos los circuitos de corriente y tensión así como los circuitos auxiliares cuya tensión de referencia sea superior a 40 V, conectados entre sí, y, por otra parte masa ¹⁾ ; b) control visual c) entre, por una parte, el conjunto de las partes conductoras situadas en el interior de la envolvente, unidas entre sí y por otra parte, el conjunto de las partes conductoras externas a la envolvente, accesibles al dedo de prueba, unidas entre sí ²⁾

1) El ensayo de la posición a) de la parte B) será realizado con la envolvente cerrada y la tapa de bornes colocada.

2) El ensayo de la posición c) de la parte B) no es necesario si el ensayo de la posición b) no deja dudas.

Durante este ensayo, no se debe producir ningún contorneo, arco o perforación.

Ensayo nº 2: Marcha en vacío

El medidor a inducción es alimentado a la tensión de referencia y recorrido por una corriente de $0,001 I_b$, con un factor de potencia igual a 1, el rotor no debe dar una vuelta completa. El tiempo de ensayo no debe ser menor a 15 minutos.

En el caso de los medidores estáticos, los circuitos de corriente deberán estar abiertos y los circuitos de tensión deberán estar alimentados con una tensión del 115 % de la tensión de referencia.

La duración Δt mínima del ensayo para medidores estáticos será:

$$\Delta t = \frac{600 \cdot 10^6}{k \cdot m \cdot U_n \cdot I_{m\acute{a}x}} \quad (\text{mín.}) \text{ para medidores de clase 1}$$

$$\Delta t = \frac{480 \cdot 10^6}{k \cdot m \cdot U_n \cdot I_{m\acute{a}x}} \quad (\text{mín.}) \text{ para medidores de clase 2}$$

Dónde:

- k es el número de impulsos por kilowatt hora emitidos por el dispositivo emisor del contador (imp/kWh);
- m es el número de elementos de medida;
- U_n es la tensión de referencia en voltios;
- $I_{m\acute{a}x}$ es la corriente máxima en amperios.

Durante este ensayo el dispositivo emisor del medidor no deberá emitir más de un impulso.

Ensayo nº 3: Arranque

El medidor a inducción, es alimentado a la tensión de referencia, y recorrido por una corriente de $0,006 I_b$, con un factor de potencia igual a 1, el rotor debe arrancar y dar más de una vuelta.

En el caso del medidor estático, estando alimentado a la tensión de referencia debe arrancar y seguir registrando con la corriente indicada en la tabla 6.

Tabla 6. Corriente de arranque

	Clase del medidor		Factor de potencia
	1	2	
Corriente de arranque	$0,004 I_b$	$0,005 I_b$	1

Ensayo nº 4 a 9: Ensayos de exactitud

Los ensayos de exactitud para medidores monofásicos y trifásicos deben efectuarse de acuerdo con los valores de la corriente y del factor de potencia de la tabla 7, sin que sea necesario esperar a que el equilibrio térmico se alcance completamente.

Tabla 7. Puntos de ensayo y límites de errores
(Extraído de la norma NMP 007 y UNE-EN 61358 - Eqv. IEC 61358)

Ensayo nº	Valor de la corriente	Factor de potencia	Número de fases del medidor	Equilibrio de la carga para los medidores trifásicos	Límites de los errores en porcentaje para medidor de clase	
					1	2
4	0,05 I _b	1	Monofásico y polifásico	Equilibrada	± 2,5	± 3,5
5	I _b	1	Monofásico y polifásico	Equilibrada	± 1,5	± 2,5
6	I _b	0,5 inductivo	Monofásico y polifásico	Equilibrada	± 2,0	± 3,0
7	I _b	1	Polifásico	1 fase cargada	± 2,5	± 3,5
8	I _b	1	Polifásico	1 fase cargada (diferente de la del ensayo nº 7)	± 2,5	± 3,5
9	I _{máx.}	1	Monofásico y polifásico	Equilibrada	± 1,5	± 2,5

El tiempo de ensayo para cada punto de medición no debe ser menor al indicado en el manual del EEM o del contador patrón o en todo caso este tiempo de ensayo no debe ser menor a 30 s. El número de pulsos o el número de vueltas del disco (revoluciones) a programar para la verificación de los medidores debe hacerse en base al tiempo señalado. Para los medidores estáticos en el ensayo nº 4, valor de la corriente 0,05 I_b, el número de pulsos a programar puede ser 1.

Para los medidores a inducción, en el ensayo nº 4, valor de la corriente 0,05 I_b, si la comprobación de la exactitud se realiza a partir de una posición estática del disco, entonces el número de vueltas del disco a considerar no debe ser menor a 2 vueltas, esto es con el fin de disminuir el efecto de la inercia del movimiento del disco en la determinación del error, de lo contrario si el disco está en movimiento el número de vueltas del disco a considerar puede ser 1.

Se considerará como aceptable el medidor que presenta errores que no superan los límites de error en porcentaje para su clase, indicados en la tabla 7.

Ensayo nº 10: Comprobación de la constante del medidor

En los medidores a inducción el rotor debe dar un número entero de vueltas de tal manera que el rodillo que gira más rápido o la aguja del integrador pueda ser leído con

una exactitud suficiente que permita verificar la constante del medidor con grado de confianza aceptable (ver nota).

En el caso de medidores estáticos cuando se mide cierta cantidad de energía, el incremento en el visualizador y la energía calculada a partir del número de impulsos emitidos durante este ensayo desde la salida de control, no deben diferir en más de $\pm 0,2\%$. El ensayo debe efectuarse sobre cada medidor para al menos una tarifa del indicador.

Nota: La cantidad de energía empleada durante este ensayo deberá ser lo suficientemente alta como para que sea posible detectar una diferencia del $\pm 0,2\%$.

7.5 Toma y tratamiento de datos

- Para el caso de los ensayos de exactitud, en donde el EEM o patrón empleado no cuente con contador de pulsos de manera que ofrezca directamente el error entre las mediciones o aplique un software para el cálculo del error en cada puesto de medición, el cálculo del error podrá realizarse de la siguiente manera:

El error en cada punto de medición (E):

$$E = L_M - L_P \quad (1)$$

El error expresado en porcentaje ($E_r\%$), es:

$$E_r\% = \frac{L_M - L_P}{L_P} \times 100 \quad (2)$$

Donde:

L_M : Lectura del medidor a ensayar.

L_P : Lectura del patrón.

Ambas lecturas deben darse en las mismas unidades.

El valor de la lectura del medidor se puede obtener de las siguientes maneras:

$$L_M = \frac{1}{k1} \times n \quad (3)$$

Donde:

$k1$: Constante del medidor en rev/kWh (km) o imp/kWh.

n : Número de revoluciones del disco o número de pulsos del medidor.

Nota: Si se desea expresar la lectura del medidor en Wh se multiplicará el valor obtenido en (3) por 1000.

O también:

$$L_M = k2 \times n \quad (4)$$

Donde:

$k2$: Contante del medidor en Wh/rev (kd) o Wh/imp.

n : Número de revoluciones del disco o número de pulsos del medidor.

La lectura de energía del contador patrón es la indicada en su pantalla luego de realizado el ensayo y según las características del contador patrón se debe multiplicar este valor por su correspondiente constante según el alcance de corriente al cual se está realizando la verificación (ver ejemplo de Cálculo del Error en Anexo A).

- Los resultados de la verificación deberán registrarse en un formato apropiado, que tenga identificación única, el cual contenga por lo menos la siguiente información:
 - Datos del organismo autorizado para la verificación inicial
 - Datos del solicitante
 - Fecha de la realización de la verificación inicial
 - Especificaciones completas del medidor (debe incluir la marca de aprobación de modelo)
 - Condiciones ambientales
 - Normas de aplicación
 - Cuadro de resultados con indicación de cumplimiento o no de los requisitos
 - Campo para observaciones
 - Nombre y firma del técnico que realizó la verificación inicial y/o del responsable de la verificación inicial

8. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

El medidor ensayado debe cumplir satisfactoriamente con todos los requisitos establecidos en el presente procedimiento de verificación. En caso de no cumplir uno o más de los requisitos se deberá indicar el no cumplimiento de los mismos en el respectivo documento o certificado de verificación.

ANEXO A

EJEMPLO DE CÁLCULO DEL ERROR

Se desea verificar un medidor de energía eléctrica monofásico estático clase 1, con el fin de determinar si el error en porcentaje (E%) que presenta no supera los límites de error en porcentaje que se establecen para su clase.

Las características del medidor estático son:

Tensión nominal 220 V, corriente de base 10 A (I_b), corriente máxima 60 A (I_{max}), frecuencia 60 Hz, constante 1600 imp/kWh (k_1), clase 1.

Para el ensayo se cuenta con un contador patrón estático de clase de exactitud 0,05, constante 0,00001 Wh/imp; en su certificado de calibración se indica un error de 0,01% con una incertidumbre de medición de 0,02% en todo su alcance de corriente para factor de potencia 1 y 0,5 inductivo (ind). Se cuenta con una fuente de potencia constante la cual no incluye al contador patrón.

El patrón no tiene sensor óptico y detiene el registro de energía ya sea con su pulsador de parada (STOP) o suprimiendo la corriente de la fuente de potencia constante con la cual conforma el sistema de medición, mostrando el valor de la energía medida con una resolución de 0,0001 Wh para una indicación de 99,9999 Wh.

Antes de realizar los ensayos se debe verificar que el EEM o el sistema a emplear para la verificación cumpla con lo señalado en los puntos 7.1 y 7.2; en nuestro caso el contador patrón cumple, dado que su error e incertidumbre de medición son menores que los valores máximos establecidos, por lo tanto puede ser usado para determinar el error en porcentaje del medidor. Tener presente que no es necesario realizar correcciones debido a los errores que presenta el patrón. También se pudo considerar que el patrón cumple con las exigencias de error e incertidumbre tan sólo con considerar su exactitud, la cual es mucho menor que el error máximo permitido para los EEM (cuatro veces menor).

Realización de los ensayos

Los ensayos fueron realizados bajo las condiciones de referencia dadas en las Tablas 1 y 2 y las consideraciones dadas en los puntos 7.1, 7.2 y 7.3.

Para calcular el número de pulsos (n) del medidor para los ensayos de exactitud, se aplica la fórmula (3) indicada en 7.5, teniendo en cuenta que la tensión es 220 V, la constante del medidor 1600 imp/kWh (debe estar expresada en W y segundos) y el tiempo de ensayo de 30 s; luego, se tiene:

Corriente de ensayo	Factor de potencia	Número de pulsos (n)
0,05 I_b (5 A)	1	2
I_b (10 A)	1	30
I_b (10 A)	0,5 ind	15
I_{max} (60 A)	1	176

El número de pulsos se ha redondeado al entero superior con el fin de cumplir con el tiempo mínimo de ensayo (30 s).

La energía en kWh correspondiente al medidor en cada punto de ensayo se obtiene aplicando la fórmula indicada en 7.5 ($L_M = n/k_1$); para expresar dicha energía en Wh el valor obtenido se multiplica por 1000.

Realizados los ensayos, para la energía medida en el medidor en Wh correspondiente al número de pulsos programados (n), se obtuvieron las siguientes indicaciones en Wh en el patrón:

Corriente de ensayo	Factor de potencia	Numero de pulsos (n)	Lectura en el medidor - L_M (Wh)	Lectura en el patrón - L_P (Wh)
0,05 I_b (5 A)	1	2	1,25	1,24800
I_b (10 A)	1	30	18,75	18,7300
I_b (10 A)	0,5 ind	15	9,375	9,36100
I_{max} (60 A)	1	176	110	109,865

CALCULO DEL ERROR

El error en porcentaje de la medición está dado por: $E\% = \frac{L_M - L_P}{L_P} \times 100$

Por lo tanto, de los datos del cuadro anterior tenemos que el error en porcentaje (E%) del medidor para cada ensayo es:

Corriente de ensayo	Factor de potencia	Lectura en el medidor (L_M)	Lectura en el patrón (L_P)	Error en porcentaje (E%)
0,05 I_b (0,5 A)	1	1,25	1,24800	0,16
I_b (10 A)	1	18,75	18,7300	0,11
I_b (10 A)	0,5 ind	9,375	9,36100	0,15
I_{max} (60 A)	1	110	109,865	0,12

Para saber si los errores en porcentaje del medidor no son mayores a los límites de errores en porcentaje para su clase se presenta el siguiente cuadro de resultados:

Ensayo de exactitud	Corriente de ensayo (A)	Factor de potencia	Resultado (E%)	Límites de los errores en porcentaje para medidor clase 1
nº 4	0,5	1	0,16	± 2,5
nº 5	10	1	0,11	± 1,5
nº 6	10	0,5 ind.	0,15	± 2,0
nº 9	60	1	0,12	± 1,5

Por los resultados obtenidos el medidor monofásico estático no supera los límites de errores en porcentaje establecidos para la clase 1, por lo tanto cumple con los ensayos de exactitud.

**ANEXO B
EJEMPLO DE REGISTRO DE MEDICIÓN
VERIFICACIÓN INICIAL**

Pag. 1 de 1

Organismo de Inspección:	
Dirección:	
Solicitante:	
Dirección:	

Medidor de energía eléctrica

Marca:		Clase:	
Modelo:		Nº de Serie:	
Nº Fases:		Visualizador:	
Nº Hilos:		Clase de protección:	
Tensión:		Año de fabricación:	
Corriente de base (I_b):		Fabricante:	
Corriente máxima ($I_{m\acute{a}x}$):		País de fabricación:	
Frecuencia:		Aprobación de modelo:	
Constante:		Normas aprob. de modelo:	

Equipo de ensayo utilizado

Marca:	Modelo:	Serie:	Certificado:
--------	---------	--------	--------------

Resultado de Ensayos

(Los ensayos se realizaron según el procedimiento PV-001)

Condiciones ambientales:	
--------------------------	--

Ensayos preliminares

Inspección de marcas		Daños		Esquema de conexión		Pre calentamiento	
Inspección mecánica (solo para medidores a inducción)							

Ensayos				Resultado		Cumple
nº 1	Tensión alterna					
nº 2	Marcha en vacío					
nº 3	Arranque					
	Ensayos de exactitud			Número de pulsos (n)	Resultado (E%)	Límites de los errores en tanto por ciento para contador clase.....
	Corriente	Factor de potencia	Equilibrio de carga ¹⁾			
nº 4	0,05 I_b	1	Equilibrada			
nº 5	I_b	1	Equilibrada			
nº 6	I_b	0,5 ind	Equilibrada			
nº 7	I_b	1	1 fase cargada			
nº 8	I_b	1	1 fase cargada (diferente a la del ensayo nº 7)			
nº 9	$I_{m\acute{a}x}$	1	Equilibrada			
nº 10	Comprobación de la constante					

Nota.- Los ensayos nº 7 y nº 8 son sólo para medidores trifásicos.

OBSERVACIONES:

Fecha: año-mes-día

Personal responsable
(nombre, firma y sello)