

NOTA IMPORTANTE:

La entidad sólo puede hacer uso de esta norma para si misma, por lo que este documento NO puede ser reproducido, ni almacenado, ni transmitido, en forma electrónica, fotocopia, grabación o cualquier otra tecnología, fuera de su propio marco.

ININ/ Oficina Nacional de Normalización

PRINCIPIOS DEL CONTROL METROLOGICO DE EQUIPOS USADOS PARA LA VERIFICACION [OIML D 23: 1993, IDT]

Principles of metrological control
of equipment used for verification

ICS: 17.020

1. Edición

Marzo 2002

REPRODUCCION PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana.
Teléf.: 830-0835 Fax: (537) 33-8048 E-mail: nc@ncnorma.cu

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La preparación de las Normas Cubanas se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. La aprobación de las Normas Cubanas es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en evidencias de consenso.

Esta norma:

- Ha sido elaborada por el NC/CTN – 2 de Metrología, en el que están representada las siguientes instituciones:

Ministerio de la Alimentación
Ministerio del Azúcar
Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias
Ministerio de la Industria Sidero Mecánica
Instituto Superior Politécnico “José A. Echeverría”
Oficina Territorial de Normalización de Villa Clara
Instituto Nacional de Investigaciones de Metrología
La Oficina Nacional de Normalización.

- Esta norma es una adopción idéntica por el método de traducción de la Recomendación Internacional OIML D23 “**Principles of metrological control of equipment used for verification**”, edición 1993, versión en inglés.
- Las referencias normativas que aparecen en el texto con respecto a la norma OIML se sustituyen por las relativas a las normas cubanas que correspondan con dichas normas, en los casos en que éstas existan.

© NC, 2002

Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por alguna forma o medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias o microfilmes, sin el permiso previo escrito de:

**Oficina Nacional de Normalización (NC).
Calle E No. 261 Ciudad de La Habana, Habana 3. Cuba.**

Impreso en Cuba

Indice

1 Introducción	1
2 Patrones de medición	2
3 Instrumentos de medición auxiliares	4
4 Equipo auxiliar (metrológico y técnico)	5
5 Control metrológico general del equipo de verificación	7
Tabla 1 Ejemplos de equipo de verificación	11
Tabla 2 Ejemplos de períodos de validez (valores máximos) para patrones de trabajo e instrumentos de medición auxiliar donde el periodo excede de un año.....	13
Bibliografía	16

Preámbulo

Este Documento Internacional está propuesto como una guía para las organizaciones interesadas en el control metrológico de todo tipo de aparatos e instalaciones de medición usadas para la verificación de instrumentos de medición. Estos controles se aplican con el fin de asegurar que el equipo de verificación funcione correctamente y que los patrones de trabajo estén calibrados apropiadamente; este procedimiento puede incluir la emisión de un documento que establece que los ensayos requeridos se han efectuado, si las regulaciones nacionales así lo requieren. En el marco de estos controles tales equipos pueden ser, por ejemplo, calibrados, revisados o certificados oficialmente. Los términos usados por países individuales para estas operaciones no están definidos de manera uniforme internacionalmente todavía y deben ser aclarados en un documento separado. Para la ejecución de las tareas metrológicas se requiere de una autorización por parte de una organización nacional.

Como se plantea en el título, este Documento se ocupa de los principios de control metrológico de los “equipos usados para la verificación”. Cada vez que se utilice el término “equipo de verificación” en lo adelante debe entenderse como “equipo usado para la verificación”.

El Documento está propuesto fundamentalmente para los servicios de metrología legal y para las organizaciones oficialmente aprobadas para los servicios de calibración, pero puede encontrarse útil generalmente en laboratorios para la calibración de instrumentos de medición y materiales de medición.

En vistas de la gran diversidad de equipos de verificación (diferentes magnitudes medibles y magnitudes influyentes, diversos tipos de instrumentos de medición y métodos de calibración, diferentes rangos de medición, etc.), este Documento comprende solamente principios generales, reglas y métodos que son comunes para varios o todos los casos de la aplicación propuesta. Los objetivos del Documento son proporcionar una base para la armonización internacional de regulaciones especiales existentes, ayudar al desarrollo de otras nuevas, y facilitar la calibración donde tales regulaciones especiales no existen todavía. En casos concretos se pueden obtener más detalles de regulaciones especiales a tener en cuenta para tipos específicos de equipos de verificación.

PRINCIPIOS DEL CONTROL METROLOGICO DE EQUIPOS USADOS PARA LA VERIFICACIÓN

1 Introducción

1.1 Este Documento trata de “equipos de verificación”, es decir equipos usados para la verificación de instrumentos de medición en el campo de la metrología legal.

El equipamiento técnico considerado para ser equipo de verificación puede variar grandemente en complejidad, tamaño, manera de instalación, transportación, etc., así como el uso de términos particulares tales como aparatos de verificación, estación de verificación, instalación de verificación, equipo de verificación automatizado, etc.

1.2 El equipo de verificación puede incluir

- patrones de medición,
- instrumentos de medición auxiliares,
- equipo auxiliar.

El equipo auxiliar consiste en una variedad de aparatos técnicos y de acuerdo con su influencia en los resultados de verificación, se subdivide entonces en

- equipo técnico auxiliar que afecta directa y significativamente el resultado (corrección) de la verificación,
- equipo técnico auxiliar cuya influencia es de una naturaleza indirecta o insignificante,
- equipo metrológico auxiliar para asegurar las condiciones establecidas (de referencia) o para el control de las magnitudes influyentes.

En la tabla 1 se brindan ejemplos de equipos de verificación. La tabla muestra las grandes diferencias en estructura, desde equipos de verificación con muchos tipos de componentes hasta equipos constituidos solamente por un patrón de medición y un equipo técnico auxiliar. Para la verificación de determinados instrumentos de medición se requiere solamente de patrones, y no hay necesidad de ningún otro tipo de equipo de verificación (por ejemplo, instrumentos medidores de área, algunas pesas, algunas máquinas de ensayo de materiales, etc.).

La tabla 1 también muestra diferencias en el montaje de componentes importantes del equipo de verificación, yendo desde montajes simples con componentes fácilmente intercambiables hasta sistemas integrados (por ejemplo, un patrón de medición y equipo metrológico auxiliar de una estación de verificación para medidores de gas).

1.3 El método de medición usado con el equipo de medición (tanto directo como indirecto) puede influir en los resultados. Por esa razón es importante que el método de medición seleccionado sea el que reúne mejor los requisitos metrológicos de los ensayos de verificación.

1.4 El control metrológico del equipo de verificación puede incluir ensayos, aprobación de modelo (si se requiere por legislación), calibración y emisión de certificados de ensayo y de calibración para

- los patrones de medición,
- los instrumentos de medición auxiliares,
- el equipo auxiliar, y
- el equipo en conjunto.

El certificado debe tener una declaración de cómo el equipo satisface los requisitos metrológicos.

El ensayo del equipo de verificación se subdivide con relación a las características técnicas en lo siguiente:

a) Ensayos funcionales (calidad y confiabilidad de la operación técnica) las cuales se aplica a:

- todos los componentes capaces de operar de forma independiente,
- el equipo de verificación en conjunto.

Sin embargo, es posible prescindir de algunos ensayos funcionales de componentes individuales cuando ellos hayan sido ensayados correctamente (por ejemplo, por el fabricante) o cuando es evidente que ellos operan correctamente. El ensayo funcional del equipo de verificación en conjunto es siempre necesario.

b) Revisión de las características metrológicas.

1.5 El equipo usado por las autoridades de verificación para la verificación de instrumentos de medición (tanto los propios de las autoridades como los de los fabricantes, compañías de reparación o usuarios) debe estar ya sea en posesión de las autoridades de verificación, guardado bajo llave que mantendrán en su poder, o será revisado o probado por ellos inmediatamente antes de usarlo si lo consideran necesario.

2 Patrones de medición

2.1 Los patrones de medición usados para la verificación de instrumentos de medición, y que consecuentemente son parte del equipamiento de verificación, son clasificados como patrones de trabajo, a pesar de sus niveles intrínsecos. Ellos deben ser calibrados y certificados.

Los patrones deben ser tratados y mantenidos con especial cuidado, y deben ser revisados a intervalos apropiados para asegurar que sean lo suficientemente exactos para sus propósitos a la hora de usarlos. Luego de ciertos períodos de tiempo o de uso, los patrones de trabajo se comparan con patrones de mayor alcance en el esquema jerárquico de patrones (ver también los Documentos Internacionales de la OIML D6 y D8). En la calibración de los patrones de trabajo, los errores del patrón de referencia se deben tener en cuenta solo si lo exigen las regulaciones.

Los patrones de trabajo pueden ser recalibrados después de un período de un año, a menos que esté estipulado de otra manera (en la tabla 2 se dan ejemplos). El período de validez de los patrones depende de un número de factores; los patrones mecánicos y electrónicos de alta precisión, por ejemplo, pueden estar influenciados en su exactitud por muchos factores, resultando que la

exactitud de sus mediciones pueda estar garantizada solamente para un relativamente corto período de tiempo. El uso del operador es también un factor importante; una manipulación torpe puede conducir a un cambio de características metrológicas. Otros patrones, por ejemplo, medidas materializadas, son comparativamente fuertes, por tanto se indican períodos de validez más prolongados.

Los patrones deben ser recalibrados luego de cada reparación si las propiedades de medición se hubieran afectado.

2.2 El equipo de verificación que utiliza un método de medición directo incluye al menos un patrón de la misma magnitud como magnitud a medir (algunas veces varios patrones de diferente valor nominal o diferentes rangos de medición).

El equipo de verificación que utiliza un método de medición indirecto incluye al menos dos o más patrones de magnitudes diferentes de la magnitud a medir. Los errores individuales deben considerarse al computar el error total de la instalación.

2.3 Durante la calibración y certificación de patrones, se deben tener en cuenta los siguientes principios (ver también el Documento Internacional OIML D 9).

2.3.1 Los patrones deben ser calibrados exclusivamente por instituciones y personal Competentes y autorizados a encargarse de patrones de un tipo y nivel jerárquico dado (nivel de exactitud).

2.3.2 El nivel de exactitud asignado a cada patrón usado en el equipo de verificación debe estar conforme con el esquema de jerarquía válido para la magnitud a medir o para los instrumentos de medición de la misma categoría como aquella del instrumento a ser verificado. Cuando un método de verificación indirecto es usado y el equipo de verificación incluye patrones de diferentes magnitudes, cada uno de esos patrones deben ser clasificados en conformidad con su propio esquema de jerarquía. En ausencia de esquemas de jerarquía apropiados y si la exactitud del patrón no se especifica por regulación, esta debe ser tal que la exactitud de la verificación misma esté asegurada. Todos los errores influyen y todas las incertidumbres de medición deben ser tomadas en cuenta.

2.3.3 Para patrones portátiles, es preferible la calibración en un laboratorio autorizado por autoridades nacionales a la calibración **in situ**.

2.3.4 Durante la calibración del propio patrón se deben cumplir con los requisitos metrológicos oficiales de categoría y nivel de jerarquía correspondientes. Además, pueden surgir requisitos adicionales partiendo del uso del patrón en o con el equipo de verificación (ver también el Documento Internacional OIML D 8).

2.3.5 Cuando se usan materiales de referencia como patrones de medición, éstos deben estar certificados si es posible.

2.3.6 En ausencia de regulaciones apropiadas es recomendable cumplir con los principios generales para el reconocimiento oficial de patrones incluido en algunas regulaciones nacionales, y también en el Documento Internacional OIML D 8.

2.3.7 El certificado de cada patrón debe incluir

- todos los datos sobre las características metrológicas importantes resultantes de la calibración, incluyendo cualquier método específico en uso,
- el nivel de exactitud (clasificación de acuerdo con el esquema de jerarquía apropiado),
- el período de validez (un número de ejemplos de períodos de validez de patrones como se aplica en algunos países se presentan en la tabla 2 - ver también el Documento Internacional OIML D 10),
- si es aplicable, una declaración de que el patrón está destinado para usarlo en o con el equipo de verificación específico.

Es recomendable consultar el Documento Internacional OIML D 6 donde se especifican otros detalles de documentos que deben acompañar a los patrones

2.4 Algunas veces pueden requerirse regulaciones para el uso y conservación de cada patrón de medición incluido en un equipo de verificación. Estas regulaciones pueden ser:

- únicas para cada patrón,
- común para una categoría, grupo o serie de patrones en particular,
- incluido en instrucciones para el uso y conservación del equipo de verificación.

Los objetivos y principios generales para la preparación de tales regulaciones aparecen en el Documento Internacional OIML D 8.

3 Instrumentos de medición auxiliares

Los instrumentos de medición auxiliares en el equipo de verificación deben ser ensayados y revisados regularmente. Los requisitos para estos ensayos pueden variar en dependencia de la importancia del instrumento de medición individual. Por ejemplo, una regulación puede prescribir una verificación oficial, o una calibración, o simplemente un ensayo funcional para ser efectuado por el usuario. Si los requisitos para estos ensayos no se especifican en los requisitos metrológicos primarios, estos pueden ser incluidos en los requisitos específicos del equipo de verificación en particular.

Un instrumento debe estar acompañado por un documento que brinde la siguiente información:

- a) sus características metrológicas,
- b) la forma de uso en la aplicación específica,
- c) si el instrumento es usado permanente y regularmente u ocasionalmente bajo ciertas condiciones o para ciertos propósitos,
- d) los ensayos a aplicar regularmente,
- e) datos de identificación.

4 Equipo auxiliar (metrológico y técnico)

4.1 De los tres subgrupos de equipos auxiliares relacionados en 1.2, el más importante es el equipo metrológico. El tratamiento del equipo metrológico auxiliar es muy similar al de los patrones de medición o de los instrumentos de medición auxiliares, aunque no sean instrumentos de medición. La similitud se debe a los siguientes requisitos que están estipulados frecuentemente:

- a) evaluación y aprobación de modelo,
- b) examen y ensayo de cada componente individual del equipo,
- c) evaluación de los errores adicionales introducidos por este equipo durante la verificación usando el equipo de verificación. En otras palabras, la evaluación del error de transferencia de la unidad de medida desde el patrón al instrumento verificado, estimación de los errores de comparación, etc.,
- d) emisión de un certificado, marcaje o sellado,
- e) ensayo periódico,
- f) regulaciones concernientes al uso y conservación.

4.2 La selección del equipo metrológico auxiliar, de sus propiedades y características importantes, de los parámetros a examinar y la incertidumbre general introducida durante la verificación se realiza de acuerdo con:

- a) el esquema de jerarquía apropiado a la magnitud a medir (o a los instrumentos a ser verificados),
- b) las regulaciones para la verificación de los instrumentos involucrados,
- c) las regulaciones concernientes para la calibración del tipo de equipo de verificación,
- d) las regulaciones especiales concernientes para la calibración del tipo de equipo metrológico auxiliar.

Los requisitos de diferentes fuentes deben ser tomados en cuenta y armonizados, si es posible,

Notas y ejemplos

- a) Los esquemas de jerarquía de instrumentos de medición introducidos en diferentes países incluyen algunas especificaciones o limitaciones aplicadas al equipo de comparación e incertidumbres permisibles de comparación, así también, hasta cierto punto, el Documento Internacional OIML D 5. También puede ser añadida una incertidumbre de comparación permisible a la incertidumbre específica para el nivel en el esquema de jerarquía correspondiente.
- b) Ver los ejemplos en las Recomendaciones Internacionales OIML R 7, R 37, R 38, R 39 y R 49.
- c) Ver un ejemplo en la Recomendación Internacional OIML R 5.
- d) Ver las regulaciones para la calibración de balanzas de brazos iguales patrones existentes en varios países.

4.3 El ensayo del equipo metrológico auxiliar es de igual importancia al de la calibración de patrones usados en el equipo de verificación; por tanto este ensayo debe considerarse una operación de un nivel más alto que el de la verificación de instrumentos de medición comunes. Debe ser ejecutado solamente por personal competente de un Servicio de Metrología Legal o de una organización autorizada.

4.4 El equipo técnico auxiliar requerido para los propósitos de la verificación es de varios tipos. Hay equipo de uso general para los fines siguientes:

- suministro de energía y material de trabajo,
- limpieza e instalación de los instrumentos a verificar,
- observación mejorada de las indicaciones,
- evaluación y registro de los resultados,
- automatización de los procedimientos,
- sellado o marcado de instrumentos verificados, etc.,

En la tabla 1 aparecen algunos ejemplos de equipos técnicos auxiliares específicos.

4.5 El equipo técnico auxiliar es sometido a ensayo funcional (ver 1.4) con el objetivo de asegurar que éste opere correcta y confiablemente. Algunos aspectos específicos se revisan usualmente, tales como:

- posible influencia en los resultados de verificación, etc.,
- filtraciones, impurezas (dentro, fuera) y todo tipo de contaminación ambiental,
- confiabilidad,
- efectividad.

4.6 El equipo auxiliar para el suministro y estabilización de las condiciones de referencia, tales como:

- temperaturas ambientales y de trabajo ¹
- aislamiento contra vibración y choque (pasivo y activo),
- presión, temperatura, composición del medio de trabajo,
- voltaje, frecuencia, ausencia de altas componentes armónicas en la corriente eléctrica, etc.,

está asociado con magnitudes influyentes. No obstante, si la magnitud a ensayar es la magnitud a medir del equipo de verificación, el equipo auxiliar forma parte del equipo metrológico (debido a los efectos directos y significativos en el resultado de la verificación).

El equipo auxiliar para el suministro de las condiciones de referencia es sometido a ensayos funcionales:

- a) con los mismos objetivos y aspectos dados en 4.5 para equipos técnicos auxiliares, y además,
- b) con el objetivo de asegurar y revisar que la desviación² y fluctuación³ de las magnitudes de referencia permanezcan dentro de los límites (aceptables) permisibles.

El aseguramiento metrológico para ensayos funcionales según b) se transfiere a los instrumentos de medición de control, los cuales pertenecen a la categoría de instrumentos de medición que deben ser verificados o periódicamente ensayados.

¹ Temperaturas de trabajo: temperaturas de las instalaciones, patrones, instrumentos a verificar, etc.

² Desviación = valor medido – valor de referencia (de la magnitud influyente)

³ Fluctuación = valor medido en el momento – media de los valores medidos (de la magnitud influyente).

4.7 Las condiciones de referencia son especificadas usualmente como valores de referencia (de magnitudes influyentes) o como rangos de referencia (de magnitudes influyentes). Los valores de referencia preferidos para las magnitudes influyentes deben ser especificados dentro de los límites de un rango de referencia de valores. Al calibrar el equipo de verificación debe hacerse una distinción entre:

- a) un rango de referencia para el cual el efecto de la magnitud influyente en el resultado de verificación es o requiere ser insignificante. Los límites de este rango de referencia son también especificados como los límites permisibles para las fluctuaciones,
- b) un rango nominal de uso dentro del cual la aplicación de las correcciones a los valores de la indicación es permitida. Una corrección se computa como una función de la diferencia entre el valor simple o valor medio de la magnitud influyente y el valor de referencia. No es permisible el uso del equipo de verificación fuera de este rango de referencia.

Las condiciones de referencia son:

- o las prescritas por regulaciones, o
- no dadas por regulaciones, y el objetivo del ensayo es determinarlas para el equipo de verificación que está siendo ensayado.

5 Control metrológico general del equipo de verificación

5.1 El ensayo de un equipo de verificación en conjunto comprende:

- un examen administrativo externo,
- un ensayo funcional,
- un examen metrológico,
- calibración.

5.2 El objetivo del examen administrativo externo es confirmar que el equipo de verificación cumpla con los requisitos legalmente establecidos y esté listo para el examen metrológico. Durante el examen administrativo se revisan principalmente los siguientes puntos:

- a) legalidad, conformidad con el modelo aprobado si se prescribe, y la idoneidad para el uso previsto,
- b) integridad del equipo,
- c) forma correcta de la ubicación, instalación y montaje,
- d) que hayan culminado los ensayos preliminares y parciales, exámenes y calibraciones requeridos (ver también los capítulos anteriores),
- e) integridad y forma correcta de los documentos requeridos,
- f) autoridad de la institución y del personal para verificar el equipo (a menos que sea obvio), asumiendo la responsabilidad personal para el uso y conservación del equipo de verificación en cuestión.

5.3 El objetivo de los ensayos funcionales es comprobar a través de experimentos seleccionados que el equipo de verificación en conjunto opere correcta y confiablemente. A veces también puede ser útil combinar los ensayos operacionales con el examen metrológico; sin embargo, se requiere con frecuencia de algunos ensayos adicionales, por ejemplo bajo condiciones extremas.

5.4 El examen metrológico del equipo de verificación en conjunto es muy importante y debe ser realizado siempre; este no puede ser reemplazado por ningún grupo de exámenes parciales, no obstante lo extenso. Los ensayos deben ser seleccionados para alcanzar objetivos específicos del examen metrológico.

La influencia del equipo de verificación debe ser determinada por el examen metrológico. Si, durante la verificación de un instrumento de medición, éste ocasiona un error, debe ser considerado en consecuencia.

Los objetivos fundamentales del examen metrológico son:

- a) comprobar las interacciones entre los componentes del equipo de verificación, y sus posibles influencias en el resultado de la verificación (exactitud),
- b) comprobar las interacciones entre el equipo de verificación y los instrumentos que están siendo verificados (transparencia),
- c) comprobar si el equipo funciona correctamente bajo las condiciones de referencia prescritas (algunos ensayos deben ser efectuados con combinaciones desfavorables de valores de las magnitudes influyentes), o determinar las condiciones de referencia para el equipo de verificación calibrado (ver 4.7),
- d) determinar cualquier característica importante de comportamiento dinámico del equipo de verificación, con sus posibles influencias en la exactitud de la verificación, y además determinar los requisitos resultantes en relación con los períodos para calentamiento, conexión, etc.
- e) comprobar experimentalmente la incertidumbre general del equipo de verificación y de la verificación,
- f) comprobar el equipo por completo para asegurar que durante la verificación se mantengan todas las condiciones requeridas,
- g) comprobar la ausencia de histéresis significativas.

NOTA: Si el equipo de verificación es fabricado de acuerdo a un modelo prescrito o bien definido, puede ser suficiente efectuar solo algunos ensayos en el modelo (puede que no haya necesidad de repetir todos los ensayos en cada equipo individual). Si el equipo de verificación es un instrumento de medición aceptable para la verificación, se efectuarán todos los ensayos prescritos para la aprobación de modelo. Sin embargo, debe asegurarse que se satisfagan los requisitos mínimos para los instrumentos de medición y patrones necesarios para el ensayo del equipo de verificación.

5.5 El examen metrológico comprende:

- a) una serie de mediciones en el equipo de verificación de acuerdo a un programa prescrito o seleccionado. Los elementos del programa, es decir mediciones individuales, son combinaciones específicas de valores de variables seleccionados (factores). Las cuestiones principales a ser consideradas son:
 - la magnitud a medir (magnitud medida por el equipo de verificación),
 - las magnitudes influyentes,
 - el número de instrumentos que está siendo verificado al mismo tiempo,
 - las posiciones de estos instrumentos,
 - algunas veces el número, la combinación y las posiciones posibles de los patrones e instrumentos auxiliares utilizados para medir las magnitudes influyentes más importantes.

- b) la evaluación de las mediciones, la estimación de parámetros importantes, errores, incertidumbre y limitaciones,
- c) la emisión de un certificado de calibración.

Los aspectos metodológicos del examen del equipo de verificación (métodos de medición, procedimientos, etc.) están estrechamente relacionados con los objetivos y situaciones individuales. Sin embargo, aunque no siempre aplicable o efectivo, el método de medición directo, basado en la sustitución de patrones, o instrumentos especialmente calibrados del mismo tipo para instrumentos que están siendo verificados, y comparando sus indicaciones con aquellas del equipo de verificación, es uno de los más frecuentemente aplicado y preferido.

5.6 Los problemas especiales aparecen durante la calibración del equipo de verificación cuando los valores de la magnitud a medir difiere de la de los patrones. En tal caso, deben observarse los siguientes principios:

- a) no se permite la extrapolación más allá de los límites del rango de valores reproducidos por los patrones; solo se permite la interpolación,
- b) los medios de interpolación deben ser estudiados y seleccionados con particular cuidado y debida consideración a la trazabilidad,
- c) debe incluirse en el examen metrológico del equipo de verificación en conjunto una comprobación de algunos valores interpolados.

5.7 El equipo de verificación con microprocesadores integrados requiere de ensayos especiales. Además de la computadora y sus interfaces, el software debe ser ensayado para demostrar que las funciones no deseadas no puedan ser solicitadas.

- a) Ensayo del software

El software puede ser almacenado en localizaciones de sólo lectura (es decir PROM). En este caso son suficientes un ensayo del programa y un ensayo funcional. En el caso de computadoras libremente programables, no sólo debe ensayarse el software, sino comprobar que ninguna función no deseada causada por mala operación manual durante el uso sea o reconocida como tal o que no pueda ocurrir. Además debe existir un sistema de comprobación para que no ocurran modificaciones del software. Es recomendable proteger el programa de ensayo (con respecto al hardware y software) de manera que sea imposible el acceso por personas no autorizadas.

- b) Ensayos del hardware

El procesamiento controlado por computadora y transferencia de datos de medición, así como el control computarizado de los instrumentos de medición, requiere o

- microprocesadores los que han sido ensayados por su confiabilidad y exactitud, o transportadores (busses) normalizados e interfaces, o
- un programa de ensayo especial por medio del cual la seguridad del hardware pueda ser ensayado de acuerdo a los requisitos generales o aquellos para el equipo de verificación particular.

Deben seguirse los pasos apropiados para asegurar que sea imposible una alteración o pérdida de datos por el hardware.

Tabla 1
Ejemplos de equipo de verificación

No..	Tipo de equipo usado para la verificación	Método	Patrón de medición	Instrumentos de medición auxiliares	Metrológia
1	Dispositivo de verificación para cintas de medición de precisión	Directo	Cinta de medición	Termómetros	Banco de ensayo o croscopios y de tensión
2	Equipo de medición para medidas planoparalelas de clases alta exactitud	Directo	Fuentes de radiación secundarias (espectral)	Termómetros Barómetros Higrómetros	Interferómetro Placas de verificación
3	Equipo de verificación para pesas de alta exactitud	Directo	Pesas, balanza de brazos iguales	Pesas de tara, termómetro, barómetro, hidrómetro	
4	Instalación de verificación para puentes de pesar	Directo	Pesas		
5	Equipo de verificación de cronómetro	Indirecto ⁵	Generador de frecuencia, equipo contador	Consola de ensayo con mecanismo de interrupción de operación	Lupa
6	Equipo computarizado de verificación para termómetros clínicos	Directo	Termómetros de mercurio en vidrio	Escalas graduadas o calibres para el control de la dimensión	Termostato
7	Instalación de verificación para medidores de calor	Indirecto	Termómetros, medidas de masa o volumen	Flujómetros, termómetros, indicadores de presión	Mesa de ensayo termostática

⁴ Solamente se muestran algunos equipos técnicos auxiliares (especiales).

⁵ También puede ser considerado como un método directo cuando "cuenta" o "mide", o "equipo contador" e "instrumento de medición".

Tabla 1 (Continuación)
Ejemplos de equipos de verificación

No..	Tipo de equipo usado para la verificación	Método	Patrón de medición	Instrumentos de medición auxiliares	Metrológico
8	Dispositivo para la verificación de barómetros	Directo	Barómetros	Termómetros	Cámara de p
9	Equipo de verificación para metros contadores de gas con diafragma	Directo	Comprobador de campana	Termómetros, cronómetro, contadores de flujo, indicadores de presión	Stand de er equipo compe de flotabilidad comprobada campan
10	Equipo para la verificación de metros contadores de energía eléctrica	Indirecto	Contadores de potencia eléctrica, cronómetros, transductores de corriente y voltaje	Instrumentos de medición de corriente eléctrica, voltaje, fase y frecuencia	

Notas: (1) Algunos equipos de verificación pueden ser operados automáticamente.

(2) El equipo para verificación controlado por computadora puede periódicamente y regularmente vi
pausas en la operación.

⁶ Solamente se muestran algunos equipos técnicos auxiliares (especiales)

Tabla 2

**Ejemplos de períodos de validez (valores máximos)
para patrones de trabajo e instrumentos de medición auxiliar donde el período
excede de un año.**

NOTA: Los períodos relacionados a continuación son solo ejemplos aplicables a las condiciones climáticas prevalecientes en Europa Central y a los patrones que son cuidadosamente manipulados. En principios cada país debe determinar los períodos de validez apropiados después de un examen metrológico cuidadoso, e incluirlos en sus respectivas regulaciones.

1 Instrumentos de medición de longitud	+ Años
reglas graduadas de acero	10
reglas graduadas plásticas (como instrumentos de medición auxiliares)	2
cintas de medición de acero	5
indicadores de esfera	5
medidor de espesor con indicador de esfera	10
micrómetro para interiores, micrómetro para exteriores, o micrómetro para profundidad	5
calibrador ajustable	5
calibrador (galga) para espesores	2
calibrador de medida	5
calibrador de instrumentos para medir el peso del hectolitro del grano de cereal	5
2 Instrumentos para medición de áreas	
nivel patrón de metal	5
nivel patrón plástico o de goma	2
3 Instrumentos de medición para el volumen de los líquidos	
recipientes de vidrio usados como patrones o para la verificación	ilimitado
recipientes de metal y medidas	2
recipientes de metal y medidas estacionarios	5
recipientes de metal fijados a una vagoneta	3
equipos calibradores para barriles	2
equipos con medidor de volumen	7
instrumentos para el ensayo de butirómetros	10
instrumentos para el ensayo de pipetas capilares	10
buretas de vidrio	ilimitado

⁷ Ningún período de reensayo; no obstante, estos instrumentos de medición deben ser reensayados después de cada reparación. Los errores deben determinarse siempre antes de usarse.

pipetas de vidrio	ilimitado
cilindros de medición de vidrio	ilimitado
4 Instrumentos de medición para el volumen de gas	
verificador de campana	5
medidor de gas húmedo	5
medidores de gas de pistón rotatorio (o desplazamiento), hasta G 1000	5
medidores de gas de pistón rotatorio (o desplazamiento), mayor que G 1600	8
medidores de gas de turbina (rueda), hasta G 1000	3
medidores de gas de turbina (rueda), mayores que G 1600	5
medidores (pistón) de desplazamiento positivo	5
equipo de desplazamiento de aceite con ruedas ovales	5
5 Instrumentos para la medición de densidad de cereales	
instrumento patrón para determinar el peso del hectolitro del grano de cereal	5
6 Instrumentos de medición para densidad	
hidrómetro patrón	10
sacarímetro patrón	10
alcoholímetro patrón	10
7 Instrumentos de medición de temperatura	
termómetros como instrumentos de medición auxiliares	5
termómetros de vástago sólido o escalas incluidas	5
8 Instrumentos de medición de presión	
manómetros de líquidos	5
manómetros de pistón y pesas	5
barómetros de mercurio	5
barómetros aneroides	⁸
9 Instrumentos de medición para presión intraocular	
instrumentos de medición para tonómetros de impresión y aplanación	3

⁸ Ningún período de reensayo; no obstante, estos instrumentos de medición deben ser reensayados después de cada reparación. Los errores deben determinarse siempre antes de usarse.

10 Instrumentos de medición de electricidad

potenciómetros CD que incluyen divisores de voltaje y derivadores	8
celdas patrones	5
transformadores de corriente de precisión y transformadores de voltaje de stands de ensayo	15
equipos auxiliares para la indicación del error	5
equipo para la indicación de la simetría de voltaje	5
instrumentos de precisión para mediciones de energía eléctrica	5
amperímetros CD de precisión con derivaciones	⁹
instalaciones de medición para transformadores de voltaje y corriente	5
instrumentos de medición de carga	5
cargas patrones	5
divisores patrones de resistencia	5
divisores patrones de capacidad	5
voltímetros para el ensayo de aislamiento	
a) instrumentos de medición de principio a fin	5
b) instrumentos de medición RMS	5
transformadores patrones de corriente	16
transformadores patrones de voltaje	16

⁹ Ningún período de reensayo; no obstante, estos instrumentos de medición deben ser reensayados después de cada reparación (como todos los instrumentos de medición eléctricos)

Bibliografía

Las publicaciones de la OIML mencionadas en este Documento como referencias o como ejemplos, son las siguientes:

Recomendaciones Internacionales OIML

- R 5 Medidores para líquidos excepto el agua con cámaras de medición
- R 7 Termómetros clínicos, mercurio en vidrio con dispositivo de máxima
- R 37 Verificación de máquinas de ensayo de dureza (sistema Brinell)
- R 38 “ “ “ “ “ “ “ “ (sistema Vickers)
- R 39 “ “ “ “ “ “ “ “ (sistemas Rockwell B, F, T, C, A, N)
- R 49 Medidores de agua destinados para la medición de agua fría

Documentos Internacionales OIML:

- D 5 Principios para el establecimiento de los esquemas de jerarquía para instrumentos de medición
- D 6 Documentación para patrones de medición y dispositivos de calibración
- D 8 Principios concernientes a la selección, reconocimiento oficial, uso y conservación de los patrones de medición
- D 9 Principios de supervisión metrológica
- D 10 Guías para la determinación de intervalos de recalibración de equipos de medición usados en laboratorios de ensayo.