

DOCUMENTOS

ILAC-G24

DOCUMENTO

OIML D 10

GUÍA

EDICIÓN 2007(E)

INTERNACIONAL

EDICIÓN 2007 (E)

***Lineamientos para la determinación de intervalos
de calibración de los instrumentos de medición***

*Guidelines for the determination of calibration intervals of
measuring instruments*

INTERNATIONAL
LABORATORY
ACCREDITATION
COOPERATION



ORGANISATION INTERNATIONALE
DE METROLOGIE LEGALE

INTERNATIONAL ORGANIZATION
OF LEGAL METROLOGY

CONTENIDO

Declaración OHA.....	3
© Copyright ILAC 2007	4
Prólogo OIML	5
PREÁMBULO.....	6
PROPÓSITO.....	6
AUTORÍA	6
1. INTRODUCCIÓN	6
2. ELECCIÓN INICIAL DE INTERVALOS DE CALIBRACIÓN	9
3. MÉTODOS PARA REVISAR LOS INTERVALOS DE CALIBRACIÓN.....	9
Método 1: Ajuste Automático o “Escalera” (tiempo-calendario)	10
Método 2: Gráfico de Control (tiempo-calendario)	10
Método 3: tiempo “en uso”	11
Método 4: Controles en servicio, o ensayo de “caja negra”	11
Método 5: Otros enfoques estadísticos	12
Comparación de Métodos	12
Bibliografía	13

Declaración OHA

El OHA tiene permiso del ILAC para la traducción al español y publicación gratuita de este documento mediante la página web del organismo.

El OHA reconoce y respeta los derechos de autor de este documento y solicita a los usuarios que utilicen este documento solo para los fines previstos.

Si existiera alguna diferencia entre alguna de las partes interesadas en la interpretación del documento debido a la traducción, la versión en inglés siempre tendrá preponderancia.

Este documento es distribuido en la página web del OHA, oha.hondurascalidad.org, junto con la versión original en inglés.

Traducción del idioma inglés: Ing. Melania Discua (OHA)

SE PROHÍBE LA VENTA PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO TRADUCIDO

Derechos de Autor (ILAC)

ILAC-G24:2007

© Copyright ILAC 2007

El ILAC fomenta la reproducción autorizada de sus publicaciones, o parte de estas, por organizaciones que desean utilizar dicho material en áreas relacionadas con la educación, normalización, acreditación, buenas prácticas de laboratorio u otros propósitos relevantes a las áreas de experiencia o trabajo del ILAC.

Organizaciones que busquen permiso para la reproducción de material de las publicaciones de ILAC, deben contactarse con la presidencia o la secretaría del ILAC, de forma escrita o electrónica, por ejemplo mediante un correo electrónico.

La petición debería detallar claramente lo siguiente:

1. la publicación ILAC, o la parte de la misma, para la que se solicita permiso;
2. donde aparecerá el material reproducido y para que será utilizado;
3. si el documento que contiene material de ILAC será distribuido comercialmente, donde será distribuido o vendido y en qué cantidades;
4. cualquier otra información de fondo que pudiera ayudar al ILAC a otorgar el permiso.

ILAC se reserva el derecho de denegar el permiso sin revelar las razones de dicha negación.

El documento en donde aparece material reproducido debe contener una declaración donde se reconozca la contribución de ILAC al documento.

El permiso de ILAC para reproducir el material se extiende únicamente en la extensión que se detalló en la solicitud inicial. Cualquier variación en uso declarado del material ILAC debe ser notificado previamente de forma escrita al ILAC para un permiso adicional.

ILAC no se hace responsable por cualquier uso de su material en otro documento. Cualquier violación del permiso previamente descrito para la reproducción o cualquier uso desautorizado del material ILAC está estrictamente prohibido y puede resultar en acciones legales.

Para obtener permiso o para mayor información, por favor contactarse con:

The ILAC Secretariat
PO Box 7507
Silverwater NSW 2128
Australia
Fax: +61 2 9736 8373
E-mail: ilac@nata.asn.au

Prólogo OIML

La Organización Internacional de Metrología Legal (OIML) es una organización mundial, intergubernamental, cuyo principal objetivo es armonizar las regulaciones y controles metrológicos aplicados por los servicios metrológicos nacionales, u organizaciones afines, de sus Estados Miembros. Las categorías principales de publicaciones de la OIML son:

- **Recomendaciones Internacionales (OIML R)**, reglamentos modelos que establecen las características metrológicas que requieren ciertos instrumentos de medición y que especifican métodos y equipos para el control de su conformidad. Los Estados Miembros del OIML deben implementar estas recomendaciones en la mayor medida posible;
- **Documentos Internacionales (OIML D)**, documentos de carácter informativo y que están destinados a armonizar y mejorar el trabajo en el campo de la metrología legal;
- **Guías Internacionales (OIML G)**, que también son de carácter informativo y que están destinados a dar directrices para la aplicación de ciertos requisitos a la metrología legal; y
- **Publicaciones Básicas Internacionales (OIML B)**, documentos que definen las reglas de operación de las distintas estructuras y sistemas del OIML.

Las Recomendaciones de Borradores, Documentos y Guías del OIML son desarrollados por los Comités Técnicos o Subcomités que integran representantes de los Estados Miembros. Ciertas instituciones internacionales y regionales también participan con carácter consultivo. Se han establecido acuerdos de cooperación entre la OIML y ciertas instituciones, como la ISO y la IEC, con el objetivo de evitar requisitos contradictorios. En consecuencia, los fabricantes y los usuarios de los instrumentos de medición, laboratorios de ensayo, etc. pueden aplicar simultáneamente las publicaciones de la OIML y las de otras instituciones.

Recomendaciones internacionales, documentos, guías y publicaciones básicas se publican en Inglés (E) y traducidas al francés (F) y están sujetos a revisión periódica.

Además, la OIML publica o participa en la publicación de **Vocabularios (OIML V)** y periódicamente comisiona a expertos de metrología legal a escribir **Informes de Expertos (OIML E)**. Los Informes de Expertos tienen como objetivo proporcionar información y asesoramiento, y están escritos exclusivamente desde el punto de vista de su autor, sin la participación de un comité técnico o subcomité, ni la de la CIML. Por lo tanto, no necesariamente representan los puntos de vista de la OIML.

Esta publicación - Referencia ILAC-G24 / OIML D 10, Edición 2007 - fue desarrollada por el Comité de Acreditación ILAC y por la OIML TC 4 *Patrones de medición y dispositivos de calibración y verificación*. Esta versión reemplaza la OIML D 10 (Edición 1984). Su publicación final fue aprobada para por ILAC en noviembre de 2005 y por el Comité Internacional de Metrología Legal en 2002.

Las publicaciones del OIML se pueden descargar desde el sitio web de la OIML en forma de archivos PDF. Información adicional sobre las publicaciones de la OIML se puede obtener a través de la sede de la Organización:

Bureau International de Métrologie Légale

11, rue Turgot 75009 Paris - Francia
Teléfono: 33 (0)1 48 78 12 82
Fax: 33 (0)1 42 82 17 27
E-mail: biml@oiml.org
Sitio web: www.oiml.org

Lineamientos para la determinación de intervalos de calibración de instrumentos de medición

PREÁMBULO

Este documento guía es una revisión de la OIML D 10. Fue redactada por ILAC (Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios) y la OIML (Organización Internacional de Metrología Legal) como un proyecto conjunto y se publica como tal.

Es importante señalar que:

- No es la responsabilidad de los organismos de acreditación enseñarles a los laboratorios cómo manejar su negocio.
- Es responsabilidad de cada laboratorio elegir implementar alguno o ninguno de los métodos descritos en este documento, basado en sus necesidades individuales y su evaluación de riesgos.
- Es también la responsabilidad del laboratorio evaluar la eficacia del método que opta por aplicar y asumir la responsabilidad por las consecuencias de las decisiones tomadas como resultado del método elegido.

PROPÓSITO

El propósito de este documento es dar a los laboratorios, sobre todo mientras establecen su sistema de calibración, orientación en la forma de determinar los intervalos de calibración. Este documento identifica y describe los métodos que están disponibles y son conocidos para la evaluación de los intervalos de calibración.

AUTORÍA

Esta publicación fue desarrollada por la OIML e ILAC como un proyecto conjunto y como una revisión del OIML D 10. Dentro de ILAC el punto focal ha sido el Comité de Acreditación.

1. INTRODUCCIÓN

Un aspecto importante para mantener la capacidad de un laboratorio de producir resultados de medición trazables y fiables, es la determinación del plazo máximo que se debería permitir entre calibraciones sucesivas (recalibraciones) de la referencia o patrón de trabajo y de los instrumentos de medición utilizados. Diversas normas internacionales toman en cuenta este aspecto, por ejemplo:

OHN-ISO/IEC 17025:2005 [1] contiene los siguientes requisitos:

Punto 5.5.2	<i>“Se deben establecer programas de calibración para las magnitudes o los valores esenciales de los instrumentos cuando dichas propiedades afecten significativamente a los resultados.”</i>
-------------	---

Punto 5.5.8	<i>“Cuando sea posible, todos los equipos bajo el control del laboratorio que requieran una calibración, deben ser rotulados, codificados o identificados de alguna manera para indicar el estado de calibración, incluyendo la fecha en la que fueron calibrados por última vez y su fecha de vencimiento y el criterio para la próxima calibración.”</i>
Punto 5.6.1	<i>“Todos los equipos utilizados para los ensayos o las calibraciones, incluidos los equipos para mediciones auxiliares (por ejemplo, de las condiciones ambientales) que tengan un efecto significativo en la exactitud de o en la validez del resultado del ensayo, de la calibración o del muestreo, deben ser calibrados antes de ser puestos en servicio. El laboratorio debe establecer un programa y un procedimiento para la calibración de sus equipos.”</i>
Nota	<i>Es conveniente que dicho programa incluya un sistema para seleccionar, utilizar, calibrar, verificar, controlar y mantener los patrones de medición, los materiales de referencia utilizados como patrones de medición, y los equipos de ensayo y de medición utilizados para realizar los ensayos y las calibraciones.</i>

OHN-ISO 9001:2000 [10] contiene el requisito:

Punto 7.6	<p><i>“Cuando sea necesario asegurarse de la validez de los resultados, el equipo de medición debe</i></p> <p><i>a) calibrarse o verificarse a intervalos especificados o antes de su utilización, comparado con patrones de medición trazables a patrones de medición nacionales o internacionales; cuando no existan tales patrones debe registrarse la base utilizada para la calibración o la verificación;”</i></p>
-----------	--

Nota: Este documento se enfoca en la determinación de los intervalos de calibración de instrumentos de medición. Los métodos descritos pueden ser utilizados de una manera apropiada para patrones de referencia, patrones de trabajo, etc., los cuales estén bajo el control del laboratorio.

De acuerdo a la terminología del VIM [11], el término “instrumento de medición” se utiliza en lugar de “equipo de medición” en este documento.

El propósito general de una calibración periódica es:

- Mejorar la estimación de la desviación entre el valor de referencia y el valor obtenido utilizando un instrumento de medición, y la incertidumbre de su desviación, en el momento mismo que se utilice.

- confirmar la incertidumbre que se puede lograr con un instrumento de medición; y
- Confirmar si ha habido o no alguna alteración en el instrumento de medición que pudiera introducir alguna duda en los resultados emitidos en el periodo transcurrido.

Una de las decisiones más significativas en relación a la calibración es “¿Cuándo realizarla?” y “¿Con qué frecuencia realizarla?”. Un gran número de factores influyen en el intervalo de tiempo que debería ser permitido entre calibraciones y se deberían tener en cuenta por el laboratorio. Los factores más importantes son:

- incertidumbre de la medición requerida o declarada por el laboratorio;
- el riesgo que un instrumento de medición exceda los límites máximos permitidos de error al utilizarlo;
- costo de las medidas de corrección cuando se encuentra que un instrumento no era adecuado por un periodo largo de tiempo;
- tipo de instrumento;
- tendencia al desgaste y a la deriva;
- recomendación del fabricante;
- extensión y severidad del uso;
- condiciones ambientales (condiciones climáticas, vibraciones, radiaciones iónicas, etc.);
- datos de tendencias obtenidos de los registros de calibraciones previas;
- historial de mantenimiento y servicio;
- frecuencia de verificación cruzada contra otros patrones de referencia o dispositivos de medición;
- frecuencia y calidad de las verificaciones intermedias en el ínterin;
- arreglos de transporte y riesgo; y
- grado de capacitación del personal de servicio.

Aunque el costo de la calibración normalmente no puede ser ignorado al determinar los intervalos de calibración, el incremento en las incertidumbres o un mayor riesgo en términos de calidad y de servicios de medición, que surjan a consecuencia de intervalos más largos, podría ser mitigante contra el aparente alto costo de la calibración.

El proceso para determinar los intervalos de calibración es un proceso matemáticamente y estadísticamente complejo, que requiere datos exactos y suficientes tomados durante el proceso de calibración. Hasta el momento, no parece existir un único mejor método universalmente aplicable para establecer y ajustar los intervalos de calibración. Esto ha creado la necesidad de una mejor comprensión de la determinación de intervalos de calibración. Como no hay un único método idealmente adecuado para el rango completo de los instrumentos de medición, algunos de los métodos más simples para la asignación y revisión de los intervalos de calibración y de su idoneidad para los diferentes tipos de instrumentos, son cubiertos en este Documento. Los métodos han sido publicados con mayor detalle en algunas normas (ej. [2]), o por organizaciones técnicamente reconocidas (ej. [5], [6], [7]), o en revistas científicas relevantes.

Los métodos pueden ser utilizados para la selección inicial de los intervalos de calibración y para el reajuste de estos intervalos sobre la base de la experiencia. Métodos desarrollados por el

laboratorio o métodos adoptados por el laboratorio también podrían ser utilizados si son apropiados y si han sido validados.

El laboratorio debería seleccionar métodos apropiados y documentar aquellos utilizados. Los resultados de calibración deberían ser recopilados como datos históricos, como base para decisiones futuras sobre los intervalos de calibración de instrumentos.

Independientemente de los intervalos de calibración determinados, el laboratorio debería tener un sistema apropiado para asegurar el funcionamiento apropiado y el estado de calibración de los patrones e instrumentos de medición utilizados entre calibraciones (ver cláusulas 5.5.10 y 5.6.3.3 de la norma OHN-ISO/IEC 17025:2005).

2. ELECCIÓN INICIAL DE INTERVALOS DE CALIBRACIÓN

La decisión inicial para la determinación de intervalos de calibración se basa en los siguientes factores:

- la recomendación del fabricante del instrumento;
- el uso esperado y la severidad del mismo;
- la influencia del medio ambiente;
- la incertidumbre requerida del instrumento;
- errores máximos permisibles (ej. por autoridades de metrología legal);
- ajuste de (o cambio en) un instrumento individual;
- influencia de la cantidad medida (ej. efecto de la alta temperatura en termopares); y
- datos agrupados o publicados sobre instrumentos iguales o similares.

La decisión debería ser tomada por una o varias personas con experiencia general en mediciones, o en los instrumentos particulares a calibrar, y preferentemente también con conocimiento de los intervalos utilizados en otros laboratorios. Un estimado debería hacerse, para cada instrumento o grupo de instrumentos, sobre la duración del tiempo en el que el instrumento posiblemente se mantenga dentro del error máximo permisible después de la calibración.

3. MÉTODOS DE REVISIÓN DE LOS INTERVALOS DE CALIBRACIÓN

Una vez se ha establecido la calibración sobre una base rutinaria, deberían ser posibles los ajustes de los intervalos de calibración; a manera de optimizar el balance de riesgos y costos como se indicó en la introducción. Es probable que se encuentre que los intervalos seleccionados inicialmente no dan los resultados óptimos deseados, debido a una serie de razones, por ejemplo:

- los instrumentos podrían ser menos confiables de lo esperado;
- el uso podría no ser como se anticipó;
- podría ser suficiente llevar a cabo una calibración limitada a ciertos instrumentos en lugar que una calibración completa; y
- la deriva determinada por la recalibración de los instrumentos podría mostrar que periodos de calibración más largos podrían ser factibles sin incrementar los riesgos, etc.

Una gama de métodos está disponible para la revisión de los intervalos de calibración. El método elegido es diferente dependiendo de si:

- los instrumentos son tratados individualmente o grupalmente (por ejemplo: por modelo de fabricante o por tipo);
- los instrumentos exceden la calibración por la deriva con el tiempo o por el uso;
- los instrumentos muestran diferentes tipos de inestabilidades;
- los instrumentos son sometidos a ajustes; y
- los datos disponibles y la importancia dada al historial de calibración de los instrumentos.

La llamada “intuición ingenieril” que fijaba los intervalos de calibración iniciales, y un sistema que mantenía intervalos fijos sin una revisión, no se considera lo suficientemente confiable y por lo tanto no es recomendada.

Método 1: Ajuste Automático o “Escalera” (tiempo-calendario)

Cada vez que un instrumento es calibrado de forma rutinaria, el intervalo posterior se extiende si, se encuentra que se está dentro de, por ejemplo, el 80% del error máximo permitido admisible para la medición; o reducido si, se encuentra que se excede el error máximo permitido. Esta respuesta “escalera” podría producir un ajuste rápido de los intervalos y es realizado fácilmente sin un esfuerzo administrativo. Cuando los registros se conservan y utilizan, se darán a conocer posibles problemas con un grupo de instrumentos indicando la necesidad de una modificación técnica o de mantenimiento preventivo.

Una desventaja de los sistemas que tratan individualmente a los instrumentos es que podría ser difícil mantener la carga de trabajo de calibración ordenada y balanceada, además que requiere una planificación anticipada detallada.

Sería inapropiado llevar un intervalo a los extremos utilizando este método. El riesgo asociado a retirar un gran número de certificados emitidos, o volver a realizar un gran número de trabajos podría ser en última instancia inaceptable.

Método 2: Gráfico de Control (tiempo-calendario)

Los gráficos de control son una de las herramientas más importantes del Control de Calidad Estadístico (SQC por sus siglas en inglés) y ha sido bien descrita en publicaciones (ej. [3], [4]). En principio, funciona de la siguiente manera: se eligen puntos de calibración significativos y los resultados se grafican en contra del tiempo. De estos gráficos, se calcula tanto la dispersión de los resultados como la deriva, la deriva siendo tanto la deriva media de un intervalo de calibración, o en el caso de instrumentos muy estables, la deriva de varios intervalos. A través de estas figuras, se podría calcular el intervalo óptimo de calibración.

Este método es difícil de aplicar (en efecto, es muy difícil de aplicar en el caso de instrumentos complejos) y prácticamente solo puede ser utilizado con un procesador de datos automático. Antes de comenzar los cálculos, se requiere un amplio conocimiento sobre la ley de la variabilidad del instrumento, o de instrumentos similares. De nuevo, es difícil lograr una carga de trabajo balanceada. Sin embargo, es permisible una variación considerable de los intervalos de calibración sin invalidar los cálculos; la confiabilidad puede ser calculada y, en teoría al menos, da un intervalo de calibración eficiente. Además, el cálculo de la dispersión de los resultados indican si los límites

especificados por el fabricante son razonables y el análisis del sesgo encontrado podría ayudar a encontrar la causa de la deriva.

Método 3: tiempo “en uso”

Este es una variación de los métodos anteriores. El método básico permanece inmutable, pero el intervalo de calibración es expresado en horas de uso, en lugar de meses calendario. Al instrumento se le equipa con un indicador de tiempo transcurrido y se manda a calibrar cuando el indicador alcanza un valor especificado. Ejemplos de estos instrumentos son termopares, utilizados a temperaturas extremas, comprobador de peso muerto para presión de gas, medidores de longitud (es decir: instrumentos que podrían ser afectados por desgaste mecánico). La ventaja teórica importante de este método es que el número de calibraciones realizadas y por consecuencia, el costo de las calibraciones, es una función directa del tiempo que se ha utilizado el instrumento.

Además, se realiza una verificación automática de la utilización del instrumento. Sin embargo, existen varias desventajas prácticas al utilizar un comprobador automático, incluyendo:

- No puede ser utilizado con instrumentos pasivos (ej. Atenuadores) o patrones (resistencia, capacitancia, etc.);
- No debería ser utilizado cuando se conoce que un instrumento tiende a la deriva o se deteriora en almacenamiento, o al manipularse, o al ser sometido a un número de ciclos cortos de encendido-apagado;
- El costo inicial de la provisión e instalación de temporizadores adecuados es alto, y, puesto que los usuarios podrían interferir con ellos, se podría necesitar de supervisión, lo que a su vez aumentaría más los costos.
- Es aún más difícil lograr un flujo de trabajo estable que con los métodos descritos anteriormente, ya que el laboratorio (de calibración) no tiene conocimiento de la fecha en que el intervalo de calibración va a terminar.

Método 4: Controles en servicio, o ensayo de “caja negra”

Este es una variación de los métodos 1 y 2 y es particularmente adecuado para instrumentos complejos o consolas de ensayos. Parámetros críticos son controlados frecuentemente (una vez al día o con mayor frecuencia) mediante equipo de calibración portable, o preferiblemente, por una “caja negra”, específicamente hecha para controlar los parámetros seleccionados. Si se encuentra que el instrumento esta fuera del error máximo permisible por la “caja negra”, se enviará a una calibración completa.

La principal ventaja de este método es que proporciona una disponibilidad máxima para el usuario del instrumento. Es muy adecuado para instrumentos geográficamente separados del laboratorio de calibración, ya que una calibración completa solamente se realiza cuando se sabe es necesaria. La dificultad radica en decidir los parámetros críticos y diseñar la “caja negra”.

Aunque teóricamente este método es muy confiable, es levemente ambiguo, ya que el instrumento podría estar fallando en algún parámetro no calculado por la “caja negra”. Además, las características de la “caja negra” misma podrían no permanecer constantes.

Ejemplos de instrumentos adecuados a este método son densímetros (tipo resonancia); termómetros de resistencia de platino (en combinación con métodos tiempo-calendario); dosímetros (incluyendo la fuente); sonómetros (incluyendo la fuente).

Método 5: Otros enfoques estadísticos

Un posible enfoque también son aquellos métodos basados en análisis estadísticos de un instrumento individual o un tipo de instrumento. Estos métodos están ganando más y más interés, especialmente cuando son utilizados junto a herramientas de software adecuadas. Un ejemplo de una herramienta de software tal y de su trasfondo matemático es descrito por A. Lepek [9].

Cuando un gran número de instrumentos idénticos (ej. grupo de instrumentos) van a ser calibrados, los intervalos de calibración pueden ser revisados por métodos estadísticos. Ejemplos detallados pueden ser encontrados en los trabajos de L.F. Pau [7].

Comparación de Métodos

Ningún método es idealmente adecuado para el rango completo de los instrumentos encontrados (ver tabla 1). Además, se debería notar que el método elegido será afectado si el laboratorio prevé introducir un mantenimiento planificado. Podrían existir otros factores que afecten el método elegido por el laboratorio. El método elegido a la vez, afecta la forma en que se conservan los registros.

	Método 1 "escalera"	Método 2 Gráficos de control	Método 3 Tiempo "en uso"	Método 4 "caja negra"	Método 5 ¹ Otros enfoques estadísticos
Confiabilidad	medio	alto	medio	alto	medio
Esfuerzo de aplicación	bajo	alto	medio	bajo	alto
Carga de trabajo equilibrada	medio	medio	malo	medio	malo
Aplicabilidad con respecto a ítems particulares	medio	bajo	alto	alto	bajo
Disponibilidad de los instrumentos	medio	medio	medio	alto	medio

1) Una mejor calificación se logra cuando se utiliza una herramienta de software adecuada.

Tabla 1: Comparación de métodos que revisan los intervalos de calibración.

Bibliografía

- ISO/IEC 17025:2005
- [1] Evaluación de la conformidad – Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.
- ISO 10012-1, Edición: 1992-01
- [2] Quality Assurance Requirements for Measuring Equipment; Management of Measuring Equipment
- [3] Montgomery, D.C.: Introduction to Statistical Quality Control John Wiley & Sons, 4th ed., 2000
- [4] ANSI/ASQC B1-B3-1996: Quality Control Chart Methodologies
- Methods of reviewing calibration intervals
Electrical Quality Assurance Directorate
Procurement Executive, Ministry of Defense
United Kingdom (1973)
- [5]
- [6] Establishing and Adjustment Calibration Intervals
NCSL Recommended Practice RP-1, 1996
- [7] Pau, L.F.: Périodicité des Calibrations
Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris, 1978
- [8] Garfield, F.M.: Quality Assurance Principles for Analytical Laboratories
AOAC Int., 3rd Edition, 2000
- [9] Lepek, A.: Software for the prediction of measurement standards
NCSL International Conference, 2001
- [10] ISO 9001:2000
Quality management systems – Requirements
- [11] International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology (VIM),
BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, OIML. Published by ISO, Geneva Switzerland, 2nd ed., 1993