Tecnológico De Estudios Superiores Del Oriente Del Estado De México

APUNTES DE LA ASIGNATURA DE: "METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN"

PROFESOR:

Ing. Israel Escobar Ojeda

La Paz, Estado de México a 30 de julio de 2010

Índice

Introducción

1.1. Introducción 1

1.1.1 Definición y concepto de normalización. 2

1.1.2 Filosofía de la normalización. 2

1.2. Espacio de la normalización. 5

1.3. Normas internacionales ISO e IEC 5

2.1. Esquema mexicano de normalización. 10

2.2. Fundamentos legales. 10

2.3. Ley y reglamento federal de metrología y normalización . 11

2.4. Normas oficiales mexicanas (NOM). 13

2.5. Normas mexicanas (NMX)..... 13

2.6. Organismos de normalización y certificación. 14

2.7. CONTENNSISCAL. 16

2.8. La certificación en normas técnicas de competencia laboral. 16

2.9. Normas sobre metrología. 17

2.10. Sistema metrológico y su relación con el sistema de calidad (NMX CC017 ó equivalente). 18

2.11. Acreditación de laboratorios de prueba. 19

3.1. Metrología dimensional 24

3.1.1 Conceptos básicos de la metrología dimensional. 25

3.1.2 Campo de aplicación de la metrología dimensional. 26

3.1.3 Tipos de errores en mediciones..... 27

3.1.4 Estudios de R & R y Trazabilidad. 27

3.1.5 Clasificación de instrumentos y equipos de medición. ... 28

3.2. Instrumentos de medición directa. 29

3.2.1 Calibrador o vernier. 29

3.2.2 Tornillo micrométrico. 32

3.2.3 Calibrador de alturas. 35

3.2.4 Calibrador de pasa o no pasa. 37

3.2.5 Dilatómetro. 38

3.2.6 Comparador de carátula. 38

3.3. Rugosidad 40

3.3.1 Verificación de la mesa..... 40

3.3.2 Características que definen el estado de la superficie. .. 41

3.3.3 Sistemas que existen para medir la rugosidad. 42

3.3.4 Elementos del signo del estado de la superficie. 46

3.3.5 Rugosidad obtenida por diferentes procesos y sus aplicaciones. 47

3.3.6 Promedio de rugosidad por diferentes procesos..... 48

3.4. Tolerancia y mediciones 49

3.4.1 Principios de base. 49

3.4.2 Definiciones. 49

3.4.4 Ajustes, tolerancias ISO y generales. 51

4.1. Tipos de Instrumentos de medición 54

4.1.1 Instrumentos eléctricos. 54

4.1.2 Instrumentos mecánicos. 54

4.1.3 Instrumentos hidráulicos. 55

4.1.4 Instrumentos neumáticos 56

4.2 Tipos de instrumentos de medición electrónicos. 56

4.3. Características de los instrumentos de Medición eléctricos. 57

4.4. Instrumentos de inducción. 58

4.5. Simbología de instrumentos. 58

4.6. Higrómetros y Termómetros 65

5.1 Introducción a la óptica. 68

5.2 Instrumentos ópticos. 69

5.3 Mediciones con óptica física. 72

5.4 Fotometría. 72

Bibliografía 74

Anexos 75

Introducción

La característica más sobresaliente de esta asignatura es que en ella se estudian los conceptos sobre los que se construyen las reglas que rigen nuestra vida profesional.

Esta asignatura da las bases para aplicar e interpreta normas y procedimientos a nivel nacional e internacional para afrontar con éxito la producción de bienes y servicios. A través de los instrumentos de medición de mayor aplicación apoyara en la certificación y/o acreditación con las normas vigentes. Además validara los estándares de calidad, para la administración de un sistema de calidad en las organizaciones.

En esta asignatura se dan las bases para comprender de una forma correcta la interpretación de normas, que se utilizan en los procesos de fabricación, higiene y seguridad industrial, los sistemas de manufactura y la gestión de los sistemas de calidad.

Los siguientes apuntes de la materia de metrología y normalización tienen como fin ser el apoyo didáctico de los alumnos de dicha materia. Cabe señalar que muchos de los temas que se tratan son solo introductorios, y se deberá de indagar aun más.

También se debe de destacar que estos apuntes tienen el fin de ser un apoyo para la enseñanza en competencias.

1.1. Introducción

Surgió la necesidad de contar y medir, y con ello la necesidad de equidad, para la sociedad. Solo que para esto se tuvo que hablar de lo mismo, es decir se tuvieron que poner de acuerdo en que “x” cosa fuera lo mismo para todos.

Las fechas más relevantes para esto, son las siguientes:

1870 Se llevo en París una conferencia internacional sobre longitud.

1875 Dieciséis naciones firman el Tratado Internacional de Pesos y Medidas.

1876 Se fabrican treinta y dos barras de platino (prototipo del metro).

1889 Japón recibe el prototipo veintidós custodiado por el Laboratorio Nacional de Investigaciones Metrológicas del Japón.

A México se le asigna el patrón veinticinco en custodia de la Secretaria de Fomento, ahora lo custodia la Dirección General de Normas de la Secretaria de economía (antes Secretaria de Comercio y Fomento Industrial).

1927 Se realiza la séptima Conferencia Internacional de Pesos y Medidas, donde se definió al metro como sigue:

“La longitud de onda de la luz roja Cd (cadmio)

λ Cd P = 0.64384696 μm

1m = 1553164.13 Cd R”.

Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura = 15 ºC (termómetro de hidrogeno)

Presión atmosférica = 760 mm de Hg

Ambiente = aire seco contenido 0.03% de CO

Aceleración gravitacional = 980.6665 cm/s = g

1960 Se realiza la conferencia General de Pesos y Medidas, donde se vuelve a definir el metro: “el metro es la longitud de la trayectoria recorrida por la luz en el vacio (luz emitida por la transición entre los niveles de energía del $kr^{86}2p_{10}$ y $5d_5$), durante un lapso de 1/299792458 de segundo.

Claro que durante todo este tiempo, como ya se menciono la equidad en cualquier sociedad es prioritaria, por lo que desde las primeras sociedades y, hasta nuestra actualidad se requiere una reglamentación en la vida.

1.1.1 Definición y concepto de normalización.

Normalización: La Asociación Estadounidense para Pruebas de Materiales (ASTM, por sus siglas en ingles) define la normalización como el proceso de formular y aplicar reglas para una aproximación ordenada a una actividad específica para el beneficio y con la cooperación de todos los involucrados.

Norma: La norma es la misma solución que se adopta para resolver un problema repetitivo, es una referencia respecto a la cual se juzgara un producto o una función y, en esencia, es el resultado de una elección colectiva y razonada.

Prácticamente, norma es un documento resultado del trabajo de numerosas personas durante mucho tiempo, y normalización es la actividad conducente a la elaboración, aplicación y mejoramiento de las normas.

Mientras que la ISO, define a la normalización como: El proceso de formular y aplicar reglas con el propósito de realizar en orden una actividad específica para el beneficio y con la obtención de una economía de conjunto óptimo teniendo en cuenta las características funcionales y los requisitos de seguridad. Se basa en los resultados consolidados de la ciencia, la técnica y la experiencia. Determina no solamente la base para el presente, sino también para el desarrollo futuro y debe mantener su paso acorde con el progreso.

Y a la Norma como el documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que proporciona para uso común y repetido, reglas directrices o características para ciertas actividades o sus resultados, con el fin de conseguir un grado óptimo en un contexto dado. Una norma debe ser un documento que contenga especificaciones técnicas, accesibles al público, que haya sido elaborada basando su formulación con el apoyo y consenso de los sectores claves que intervienen en esta actividad y que son fabricantes, consumidores, organismos de investigación científica y tecnológica y asociaciones profesionales.

1.1.2 Filosofía de la normalización.

Principios científicos de la normalización. La normalización, como cualquier disciplina científica y tecnológica, cuenta con sus principios, los cuales tienen como característica principal darle orientación y flexibilidad al proceso normativo para que este pueda adaptarse a las necesidades del momento y no constituir una traba en el futuro. La experiencia ha permitido tres principios, en los cuales coinciden agentes de diferentes lugares y épocas:

1. Homogeneidad. Cuando se va a elaborar o adaptar una norma, esta debe integrarse perfectamente a las normas existentes sobre el objeto normalizado, tomando en cuenta la tendencia evolutiva para no obstruir futuras normalizaciones.

2. Equilibrio. La normalización debe lograr un estado de equilibrio entre el avance tecnológico mundial y las posibilidades económicas del país o región. Una norma que establece el estado más avanzado del progreso técnico no servirá si esta no fuera de las posibilidades económicas de una empresa o país.

3. Cooperación. La normalización es un trabajo de conjunto y las normas se deben establecer con el acuerdo y cooperación de todos los factores involucrados, es decir: Interés general, compradores o usuarios y los fabricantes.

Aspectos fundamentales de la normalización. El objetivo fundamental de la normalización es elaborar normas que permitan controlar y obtener un mayor rendimiento de los materiales y de los métodos de producción, contribuyendo así a un mejor nivel de vida.

Las normas, producto de esta actividad deben comprender tres aspectos fundamentales:

1. Simplificación. Esta constituye un estudio serio y preciso que consiste en una ordenación racional y sistemática para eliminar todo lo que es fruto de la improvisación, capricho o ignorancia.

2. Unificación. La unificación significa definir las tolerancias de fabricación; unificar es definir las características dimensionales.

3. Especificación. Especificar es definir la calidad por métodos reproducibles y comprobables.

Metodología de la normalización.

1. Investigación bibliográfica e industrial.

2. Elaboración de un anteproyecto de norma basándose en los datos obtenidos.

3. Confrontación de este anteproyecto con la opinión de los sectores comprador, productor y de interés general; hasta llegar a un acuerdo.
4. Promulgación de la norma.

5. Confrontación con la práctica.

Normas de la compañía como base de las actividades empresariales

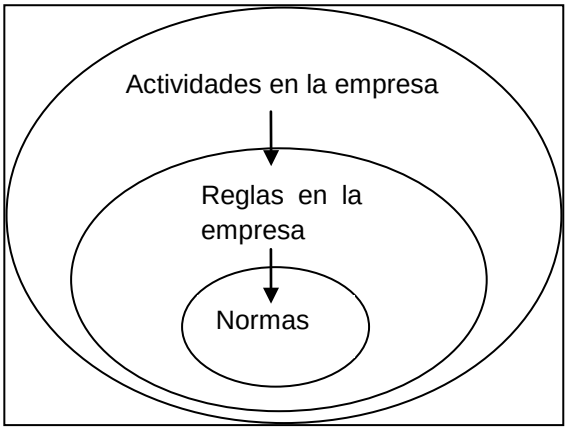


Figura 1 Normas de la compañía como base de las actividades empresariales

Metodología PHVA

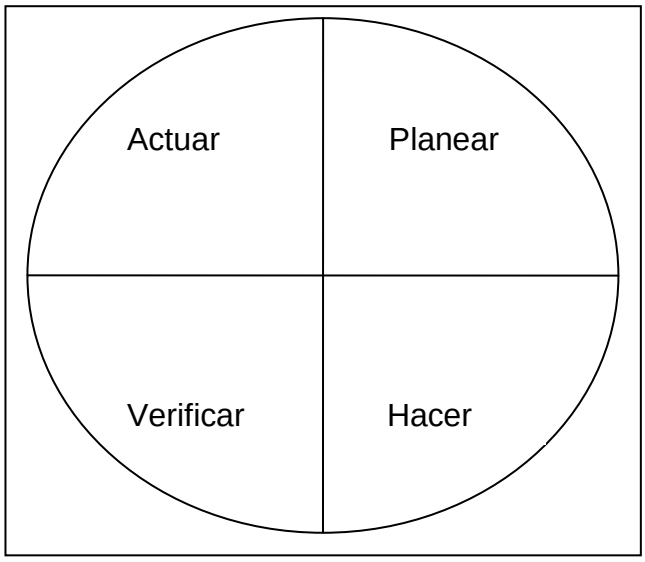


Figura 2 Normas de compañía como base del circulo de control.

1. Planear. Establece las normas de la compañía respecto a calidad, costo, tiempo límite de embarque, servicio y seguridad.

2. Hacer. Llevar a cabo, de acuerdo con las normas de la compañía.

3. Verificar. Revisa sí, se cumple con las normas de la compañía.

4. Actuar. Sí, no se cumplió el plan de acuerdo a las normas de la compañía educar y entrenar para que así sea.
   Si no se cumplió el plan de acuerdo a las normas de compañía debido a normas de compañía inapropiadas mejorar las normas de la compañía.

1.2. Espacio de la normalización.

Es donde interactúan las actividades económicas (dominio X) – los grupos de exigencias (aspecto Y) – grupo de personas que utilizan la norma (niveles Z).

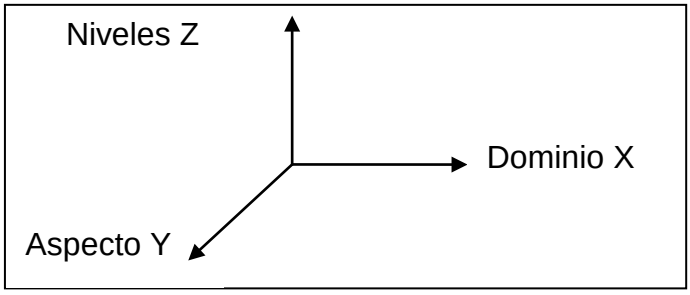


Figura 3 Espacio de la Normalización

Donde:

X	Alimentación	**Y**	Símbolos	**Z**	Internacional
	Agricultura		Nomenclatura		Regional
	Bosques		Clasificación		Nacional
	Textiles		Análisis		Asociación
	Transporte		Muestreo		empresa
	Construcción		Embalaje		
	Comercio		Especificación		
	Educación		Rotulado		
	Ingeniería				
	Ciencias				
	Química				
	Metalurgia				
	Minería				
	Celulosa				

Por lo que se tiene que definir “objeto de la normalización”: es todo aquello que puede normalizarse o merezca serlo (abarca desde conceptos abstractos hasta cosas materiales).

1.3. Normas internacionales ISO e IEC

ISO es una abreviación de International Organization for Standardization (ISO), que es la agencia especializada en estandarización. Actualmente abarca los estándares nacionales de 91 países. En los Estados Unidos, la representación se llama The American National Standards Institute (ANSI), mientras que en México es la Dirección General de Normas (DGN) de la Secretaría de Economía.

ISO comprende alrededor de 180 Comités técnicos, donde cada uno es responsable de una o más áreas de especialización.

Las normas ISO-9000 son normas para sistemas de aseguramiento de calidad. Su utilidad radica en que es un estándar para proporcionar a un consumidor, la confianza de que un producto o servicio determinado cumple con los requisitos de calidad especificados. Para un comprador, el hecho de que el sistema de aseguramiento de la calidad de una compañía cumpla con las normas ISO-9000, implica que está adquiriendo un producto cuya elaboración siguió un proceso que garantiza la calidad del mismo. Y es precisamente, en la necesidad de simplificar la labor de compra-venta en dónde tienen su origen estas normas.

Tabla 1 equivalencia-actualización ISO

Equivalencia y actualización de las normas ISO con las normas mexicanas.				
Pasado			Actual	
NORMA ISO 9000:1994	**NORMA MEXICANA NMX-CC**	**CONCEPTO**	**NORMA ISO**	**NORMA MEXICANA**
ISO 8402	NMX-CC-1	Vocabulario.		
ISO 9000	NMX-CC-2	Gestión de calidad, guía para la selección y el uso de normas de aseguramiento de la calidad.	ISO 9000:2008	NMX-CC-9000-IMNC-2000
ISO 9001	NMX-CC-3	Modelo para el aseguramiento de la calidad aplicable al proyecto, diseño, fabricación, instalación y servicio.	ISO 9001:2000	NMX-CC-9001-IMNC-2000 Única norma sujeta a certificación.
ISO 9002	NMX-CC-4	Modelo para el aseguramiento de la calidad aplicable a la fabricación e inspección.	Desaparece	
ISO 9003	NMX-CC-5	Modelo para el aseguramiento de la calidad	Desaparece	

		aplicable a la inspección y pruebas finales.		
ISO 9004	NMX-CC-6	Gestión de calidad y elementos de un sistema de calidad, directrices generales.	ISO 9004:2000	NMX-CC-9004-IMNC-2000
ISO 10011-1	NMX-CC-7	Auditorías de calidad.		
ISO 10011-3	NMX-CC-8	Calificación y certificación de auditores.		
ISO 10011-2	NMX-CC-9	Criterios generales para los organismos de certificación de sistemas de calidad.		
	NMX-CC-10	Criterios generales para los organismos de certificación de productos.		
	NMX-CC-11	Criterios generales para los organismos de certificación de personal.		
	NMX-CC-12	Criterios generales referentes a la declaración de conformidad de los proveedores.		
	NMX-CC-13	Criterios generales para la operación de los laboratorios de pruebas.		

	NMX-CC-14	Criterios generales para la evaluación de los laboratorios de pruebas.		
	NMX-CC-15	Criterios generales relativos a los organismos de acreditación de laboratorios.		
	NMX-CC-16	Criterios generales relativos a las unidades de verificación – entidades de inspección.		
	NMX-Z-109	Términos generales y sus definiciones referentes a la normalización y actividades conexas.		
			ISO 19011:2002	NMX-SAA-19011

IEC. La comisión eléctrica internacional (IEC) es la organización líder a nivel mundial en la elaboración y publicación de normas internacionales en el campo de la tecnología eléctrica, electrónica y similar. Estas conforman la base de la normalización nacional y regional y sirven de referencia al redactar concursos y contratos internacionales.

La IEC engloba todas las tecnologías de sector electrónico relacionado con la electrónica, el magnetismo y el electromagnetismo, la electroacústica, la multimedia, las telecomunicaciones y la producción y distribución de la energía eléctrica, así como las disciplinas generales asociadas tales como la terminología y los símbolos, la compatibilidad electromagnética, el funcionamiento y la medición, la contabilidad, el diseño y desarrollo, la seguridad y el medio ambiente.

Actividad (es) de la unidad I.

Actividad 1. Conteste el siguiente cuestionario.

1. Imagine que ha logrado concluir sus estudios de Ing. Industrial. En su entrevista, para su primer empleo le preguntan: ¿Qué diferencia existe entre norma y normalización? ¿Usted que contestaría?
2. ¿Por qué es importante la normalización en las empresas? ¿Cuál es su objetivo?
3. ¿De qué forma se relaciona, los objetos de la normalización con el espacio de la normalización?
4. Desarrolla la metodología PHVA a través de un ejemplo, utilizando un objeto de la normalización.
5. ¿Cuáles son los aspectos fundamentales de la normalización?
6. ¿Por qué, una norma se debe desarrollar de acuerdo a los principios científicos de la normalización?
7. Según la Secretaria De Economía ¿Cómo se clasifican las personas acreditadas?
8. Realiza un mapa mental, de lo que aprendiste en clase, según la ISO.

2.1. Esquema mexicano de normalización.

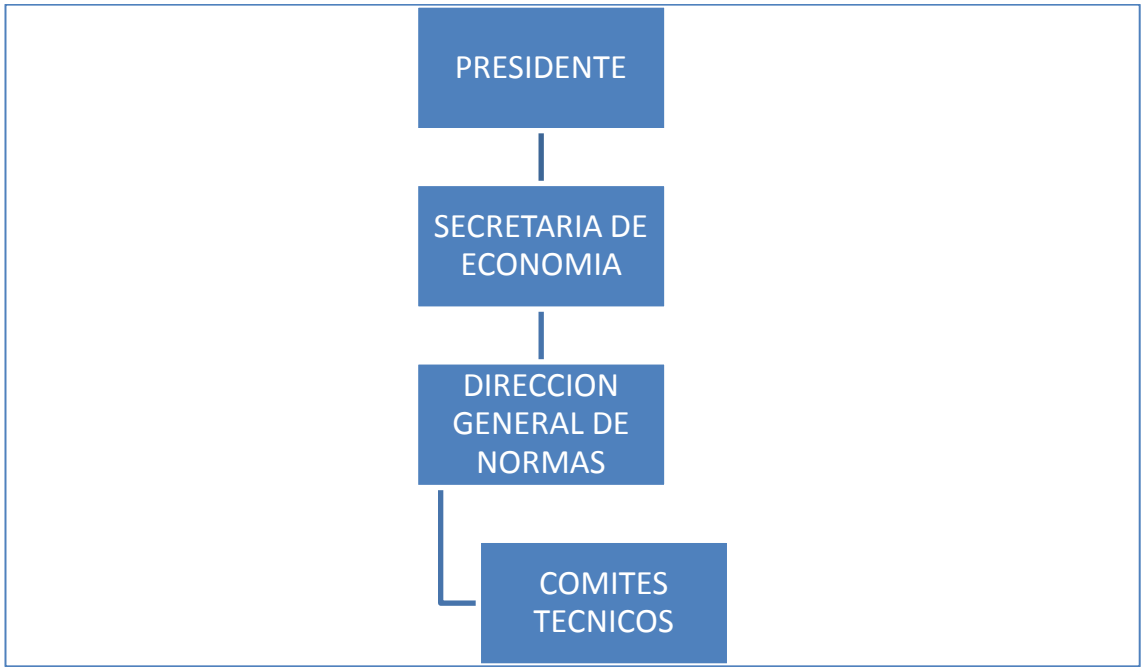


Figura 4. Esquema mexicano de normalización

2.2. Fundamentos legales.

En el diario oficial de la federación del lunes 21 de mayo de 2007 en la segunda sección de la Secretaria de Economía dice: La Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía, en su carácter de Secretariado Técnico de la Comisión Nacional de Normalización, con fundamento en los artículos 61-A de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 55, 56, 57 y 58 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 19 del Reglamento Interior de la Secretaría de Economía, y considerando que dentro de los objetivos de la presente administración, tendientes al impulso tanto económico como tecnológico de los distintos sectores de la industria y el comercio, se encuentra el fomento de la producción y prestación de bienes y servicios cada vez más eficientes y con mejores niveles de calidad y, consecuentemente, más competitivos en el mercado nacional e internacional; que bajo este esquema, el Gobierno Federal ha diseñado e implementado una serie de mejoras regulatorias en los procesos de Normalización, con el fin de satisfacer las cada vez más exigentes necesidades de los diferentes sectores económicos en esa materia; que el Programa Nacional de Normalización es el instrumento idóneo para planear, informar y coordinar las actividades de Normalización nacional, tanto en el ámbito obligatorio, como en el voluntario, por lo que se busca que el mismo sea un verdadero instrumento de información y difusión al público en materia de Normalización; que la Comisión Nacional de Normalización es el órgano que a nivel federal está encargado de coadyuvar con la política de Normalización y coordinar las actividades que en esta materia corresponde realizar a las distintas dependencias y entidades de la

Administración Pública Federal, y que habiendo dado cumplimiento a lo dispuesto por los artículos 61-A de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 58 de su Reglamento, el Secretariado Técnico de la Comisión Nacional de Normalización integró el Programa Nacional de Normalización 2007, el cual fue revisado por el Consejo Técnico de dicha Comisión y aprobado por unanimidad por esta última el 15 de febrero de 2007, ha tenido a bien publicar el siguiente: PROGRAMA NACIONAL DE NORMALIZACION 2007.

2.3. Ley y reglamento federal de metrología y normalización

Estructura de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (1992).

Título primero	
Capítulo único	Disposiciones Generales
Título segundo	Metrología
Capítulo I	Del Sistema General de Unidades de Medida
Capítulo II	De los instrumentos para Medir
Capítulo III	De la Medición Obligatoria de las Transacciones
Capítulo IV	Del Sistema Nacional de Calibración
Capítulo V	Del Centro Nacional de Metrología
Título tercero	Normalización
Capítulo I	Disposiciones Generales
Capítulo II	De las Normas Oficiales Mexicanas y las Normas Mexicanas

Capítulo III De la Observancia de las Normas

Capítulo IV De la Comisión Nacional de Normalización

Capítulo V De los Comités Consultivos Nacionales de Normalización

Capítulo VI De los Organismos Nacionales de Normalización

Título cuarto De la Acreditación y Determinación del Cumplimiento

Capítulo I De la Acreditación y Aprobación

Capítulo II De los Procedimientos para la Evaluación de la Conformidad

Capítulo III De las Contraseñas y Marcas Oficiales

Capítulo IV De los Organismos de Certificación

Capítulo V De los Laboratorios de Pruebas

Capítulo VI De las Unidades de Verificación

Capítulo VI De los Acuerdos de Reconocimiento Mutuo

Título quinto De la Verificación

Capítulo I Verificación y Vigilancia

Título sexto De los Incentivos, Sanciones y Recursos

Capítulo I Del Premio Nacional de Calidad

Capítulo II De las Sanciones

Capítulo III Del Recurso de Revisión y de las Reclamaciones

Transitorios

2.4. Normas oficiales mexicanas (NOM).

La Normalización es el proceso mediante el cual se regulan las actividades desempeñadas por los sectores tanto privado como público, en materia de salud, medio ambiente en general, comercial, industrial y laboral estableciendo reglas, directrices, especificaciones, atributos, características, o prescripciones aplicables a un producto, proceso o servicio.

Esta actividad se realiza a través de la expedición de las normas que pueden ser de 3 tipos principalmente:

a.- Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) que son las regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y las cuales están encaminadas a regular los productos, procesos o servicios, cuando éstos puedan constituir un riesgo latente tanto para la seguridad o la salud de las personas, animales y vegetales así como el medio ambiente en general.

2.5. Normas mexicanas (NMX).

b.- Las Normas Mexicanas (NMX's) que son las elaboradas por un organismo nacional de normalización, o la Secretaría de Economía, en términos de lo dispuesto por el artículo 51-A de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y tienen como finalidad establecer los requisitos mínimos de calidad de los productos y servicios de que se trate, con el objeto de brindar protección y orientación a los consumidores. Su aplicación es voluntaria, con excepción de los siguientes casos: 1) Cuando los particulares manifiesten que sus productos, procesos o servicios son conformes con las mismas, 2) Cuando en una NOM se requiera la observancia de una NMX para fines determinados, y

c.- Las que elaboran las entidades de la administración pública para aplicarlas a los bienes o servicios que adquieren, arrienden o contratan cuando

las normas mexicanas o internacionales no cubran los requerimientos de las mismas o sus especificaciones resulten obsoletas o inaplicables que se denominan normas de referencia.

Toda empresa que se quiera crear, ya sea que venda un producto u ofrezca un servicio, tiene que cumplir con ciertos lineamientos que le facilitarán un mayor posicionamiento y más seguro en el mercado, así como un incremento en la calidad del bien o servicio del que se trate.

Las normas en esencia constituyen un conjunto de prácticas que deben investigarse, con el objeto de saber cuáles son todas aquéllas que deben observarse en el giro que se propone desempeñarse. Es altamente recomendable informarse con mayor detalle al respecto, pues periódicamente surgen nuevas prácticas que tanto los prestadores de servicios como los productores deben cumplir, en especial para competir eficientemente en el mercado.

2.6. Organismos de normalización y certificación.

Hasta agosto de 2009 existen los siguientes organismos de certificación acreditados por la Dirección General de Normas, los cuales son:

- ✓ Asociación Nacional de Normalización y Certificación en el Sector Eléctrico (ANCE)
- ✓ Normalización y Certificación Electrónica (NYCE)
- ✓ Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (IMNC)
- ✓ Consejo Regulador de Tequila (CRT)
- ✓ Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación (NORMEX)
- ✓ SGS de México, S. A. de C. V.
- ✓ Organismo Nacional de Normalización y Certificación de Construcciones y Edificaciones (ONNCCE)
- ✓ Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus Derivados, A.C. (COFOCALEC)
- ✓ Organismo de Certificación de Establecimientos TIF, A.C. (OCETIF)
- ✓ Certificación Mexicana, S.C. (CERTIMEX)
- ✓ Factual Services, S.C.
- ✓ Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal, A.C. (COMERCAM)
- ✓ Centro de Normalización y Certificación de Productos, A.C. (CNCP)
- ✓ Organismo de Certificación de la Uva de Mesa de Sonora, A.C.
- ✓ Consejo Regulador del Café Veracruz, A.C.
- ✓ Consejo Mexicano de Certificación, A.C.
- ✓ Comité de Sanidad Fitopecuaria del Estado de Sonora, S. C.
- ✓ CIATEC, A. C.
- ✓ Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C.
- ✓ Primus Laboratorios de México, S. de R.L. de C.V.
- ✓ UL de México, S.A. de C.V.
- ✓ Logis Consultores, S.A. de C.V.
- ✓ Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.

Claro que existen más organismos de normalización y certificación, solo que están avalados por algunas otras dependencias como por ejemplo: ABS Quality Evaluation, Inc. y su acreditación fue otorgada por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y también tiene validez en toda la República Mexicana.

Las actividades de evaluación de la conformidad las llevan a cabo, además de las Dependencias competentes, las personas acreditadas y aprobadas para ello. Estas actividades, comprenden, entre otros, procedimientos de muestreo, prueba, calibración, certificación y verificación.

Las personas acreditadas y en su caso aprobadas, se agrupan en:

1. Organismos de Certificación. Los organismos de certificación, son personas morales que tienen por objeto realizar tareas de certificación, estos es, evaluar que un producto, proceso, sistema o servicio se ajusta a las normas, lineamientos o reconocimientos de organismos dedicados a la normalización nacional o internacional. Son instituciones de tercera parte en cuya estructura técnica funcional participan los sectores: productor, distribuidor, comercializador, prestador de servicios, consumidor, colegios de profesionales, instituciones de educación superior y científicas.

2. Unidades de Verificación. Las unidades de verificación, son personas físicas o morales, que realizan actos de verificación, esto es, llevan a cabo actividades de evaluación de la conformidad a través de la constatación ocular o comprobación, mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorio o examen de documentos en un momento o tiempo determinado, con la confianza de que los servicios que presta son conducidos con competencia técnica, imparcialidad y confidencialidad.

3. Laboratorios de Prueba. Los laboratorios de pruebas (ensayos), son aquellas instalaciones fijas o móviles que cuentan con la capacidad técnica, material y humana para efectuar las mediciones, análisis o determinar las características de materiales, productos o equipos de acuerdo a especificaciones establecidas. Pueden ser instituciones de primera, segunda y tercera parte, y pertenecer a los sectores: productor, distribuidor, comercializador, prestador de servicios, consumidor, instituciones educativas o científicas. Los laboratorios de prueba (ensayos) coadyuvan en la evaluación de la conformidad a través del desarrollo de métodos de prueba (ensayos).

4. Laboratorios de Calibración. Los laboratorios de calibración proporcionan servicios técnicos de medición y calibración por actividad específica con trazabilidad a los patrones nacionales autorizados por la Secretaría de Economía o en su caso a patrones extranjeros o internacionales confiables a juicio de esta. Los laboratorios de calibración acreditados y aprobados realizan la evaluación de la conformidad de normas oficiales mexicanas competencia de esta Secretaría, en las magnitudes que se indican a continuación, quienes garantizan dentro de su estructura administrativa y funcional que operan

con integridad, imparcialidad, confidencialidad y competencia técnica, material y humana.

2.7. CONTENNSISCAL.

Como ya se menciono antes, el gobierno federal a través del Programa Nacional De Normalización 2007 publicado en el DOF el 21 de mayo del mismo año, se creó nueve comités técnicos:

Nº	Nombre	Área en que se desempeña.
1	IMNC/CTNN9	Comité Técnico de Normalización Nacional de Sistemas de Gestión de la Calidad y Evaluación de la Conformidad.
2	IMNC/COTENNOTUR	Comité Técnico de Normalización Nacional de Turismo.
3	IMNC/COTNNMET	Comité Técnico de Normalización Nacional de Metrología.
4	IMNC/COTENNSAAM	Comité Técnico de Normalización Nacional de Sistemas de Administración Ambiental.
5	IMNC/COTENNAGRAF	Comité Técnico de Normalización Nacional de Artes Gráficas.
6	IMNC/COTENNSASST	Comité Técnico de Normalización Nacional de Sistemas de Administración de Seguridad y Salud en el trabajo.
7	IMNC/COTENNAPAR	Comité Técnico de Normalización Nacional de Autopartes.
8	IMNC/CT10	Comité Técnico de Normalización Nacional de Gestión de la Tecnología.
9	IMNC/COTENNGRUDISE	Comité Técnico de Normalización Nacional de Grúas y Dispositivos de Elevación.

Tabla 2. Comités técnicos del IMNC.

Algunos de ellos fueron creaciones nuevas, pero algunos otros, fueron mejoras para alcanzar los objetivos de normalización; tal fue el caso del Comité Técnico Nacional de Normalización en Sistemas de Calidad (COTENNSISCAL), ahora Comité Técnico de Normalización Nacional de Sistemas de Gestión de la Calidad y Evaluación de la Conformidad (CTNN9).

2.8. La certificación en normas técnicas de competencia laboral.

Competencia Laboral. Capacidad productiva de un individuo que se define y mide en términos de desempeño en un determinado contexto laboral, y no solamente de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes; estas son necesarias pero no suficientes por sí mismas para un desempeño efectivo.

Competencia Profesional. Aptitud de un individuo para desempeñar una misma función productiva en diferentes contextos y con base en los requerimientos de calidad esperados por el sector productivo. Esta aptitud se logra con la adquisición y desarrollo de conocimientos, habilidades y capacidades que son expresados en el saber, el hacer y el saber hacer.

El supuesto de base es que los individuos formados en el modelo de competencias reciben una preparación que les permite responder a los problemas que se les presenten en la práctica profesional.

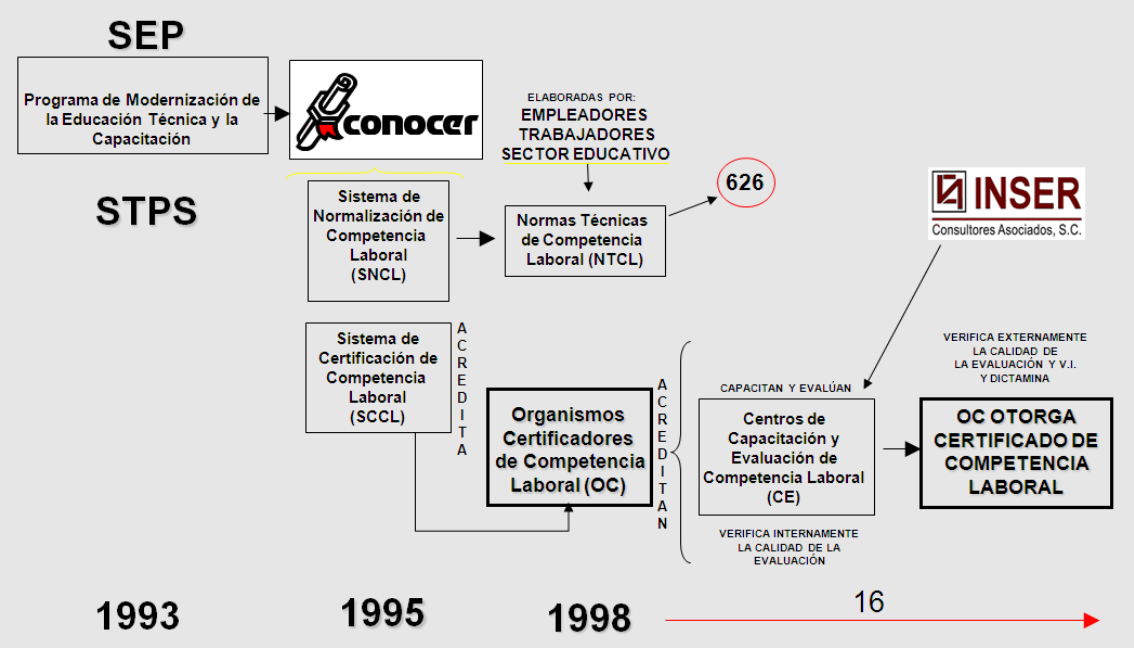


Figura 5. Programa federal de competencias laborales.

2.9. Normas sobre metrología.

Clave	Fecha	Descripción
NMX-CH-040-1983	05/08/1983	METROLOGIA-INSTRUMENTOS DE MEDICION - TACOGRAFOS CON GRAFICA CIRCULAR
NMX-CH-041-1983	16/02/1983	METROLOGIA-INSTRUMENTOS DE MEDICION - TACOMETROS ELECTRICOS DE USO AUTOMOTRIZ
NMX-CH-11843-5-IMNC-2009	09/07/2009	CAPACIDAD DE DETECCION-PARTE 5: METROLOGIA EN LOS CASOS DE CALIBRACION LINEAL Y NO LINEAL
NMX-CH-146-IMNC-	19/06/2008	METROLOGIA-CARROTANQUES Y AUTOTANQUES-CLASIFICACION,

Clave	Fecha	Descripción
2008		CARACTERISTICAS, VERIFICACION Y METODOS DE CALIBRACION (CANCELA A LA NMX-CH-146-IMNC-1999).
NMX-CH-152-IMNC-2005	13/12/2005	METROLOGIA EN QUIMICA-VOCABULARIO.
PROY-NMX-CH-240-IMNC-2008	19/06/2009	METROLOGIA-INSTRUMENTOS DE MEDICION-TACOGRAFOS CON GRAFICA CIRCULAR.
PROY-NMX-CH-341-IMNC-2008	19/06/2009	METROLOGIA-INSTRUMENTOS DE MEDICION-TACOMETROS ELECTRICOS DE USO AUTOMOTRIZ.
PROY-NMX-Z-155-IMNC-2008	27/03/2009	METROLOGIA-VOCABULARIO DE TERMINOS FUNDAMENTALES Y GENERALES.

2.10. Sistema metrológico y su relación con el sistema de calidad (NMX CC017 ó equivalente).

Clave	Fecha	Descripción
NMX-CC-10012-IMNC-2004	27/07/2004	SISTEMAS DE GESTION DE LAS MEDICIONES-REQUISITOS PARA LOS PROCESOS DE MEDICION Y LOS EQUIPOS DE MEDICION (CANCELA A LA NMX-CC-017/1-1995-IMNC).

La norma NMX-CC-10012-IMNC-2004 menciona en su introducción que: un sistema eficaz de gestión de las mediciones asegura que el equipo y los procesos de medición son adecuados para su uso previsto y es importante para alcanzar los objetivos de la calidad del producto y gestionar el riesgo de obtener resultados de medición incorrectos. El objetivo de un sistema de gestión de las mediciones es gestionar el riesgo de que los equipos y procesos de medición pudieran producir resultados incorrectos que afectan a la calidad del producto de una organización. Los métodos utilizados para el sistema de gestión de las mediciones van desde la verificación del equipo básico hasta la aplicación de técnicas estadísticas en el control del proceso de medición.

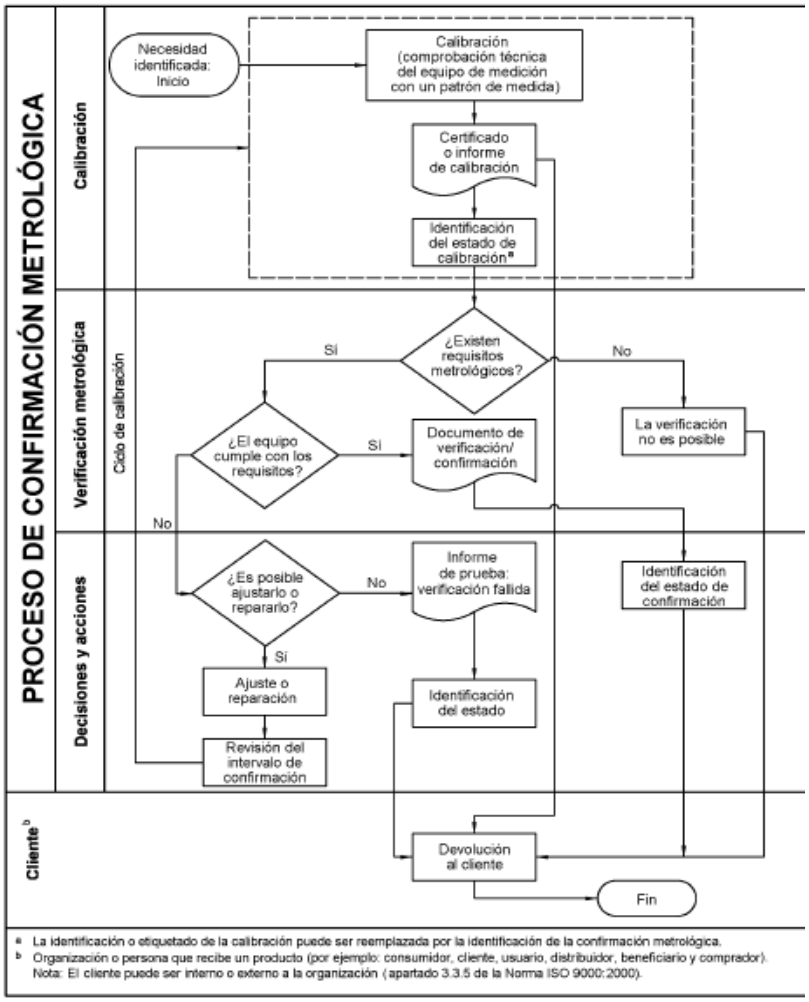


Figura 6. Proceso de confirmación metrológica.

2.11. Acreditación de laboratorios de prueba.

Para saber lo que se necesita para la acreditación de laboratorios de prueba citaremos nuevamente la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización:

ARTÍCULO 68. La evaluación de la conformidad será realizada por las dependencias competentes o por los organismos de certificación, los laboratorios de prueba o de calibración y por las unidades de verificación acreditados y, en su caso, aprobados en los términos del artículo 70.

La acreditación de los organismos, laboratorios y unidades a que se refiere el párrafo anterior será realizada por las entidades de acreditación, para lo cual el interesado deberá:

I. Presentar solicitud por escrito a la entidad de acreditación correspondiente, acompañando, en su caso, sus estatutos y propuesta de actividades;

II. Señalar las normas que pretende evaluar, indicando la materia, sector, rama, campo o actividad respectivos y describir los servicios que pretende prestar y los procedimientos a utilizar;

III. Demostrar que cuenta con la adecuada capacidad técnica, material y humana, en relación con los servicios que pretende prestar, así como con los procedimientos de aseguramiento de calidad, que garanticen el desempeño de sus funciones; y

IV. Otros que se determinen en esta Ley o su reglamento.

Integrada la solicitud de acreditación, se procederá conforme a lo dispuesto en el artículo siguiente.

ARTÍCULO 69. Las entidades de acreditación integrarán comités de evaluación, como órganos de apoyo para la acreditación y, en su caso, para la aprobación por las dependencias competentes.

Los comités de evaluación estarán constituidos por materias, sectores y ramas específicas, e integrados por técnicos calificados con experiencia en los respectivos campos, así como por representantes de los productores, consumidores, prestadores y usuarios del servicio, y por el personal técnico de las entidades de acreditación y de las dependencias competentes, conforme a los lineamientos que dicte la Secretaría, previa opinión de la Comisión Nacional de Normalización.

Cuando los comités de evaluación no cuenten con técnicos en el campo respectivo la entidad de acreditación lo notificará al solicitante y adoptará las medidas necesarias para contar con ellos.

El comité de evaluación correspondiente designará a un grupo evaluador que procederá a realizar las visitas o acciones necesarias para comprobar que los solicitantes de acreditación cuentan con las instalaciones, equipo, personal técnico, organización y métodos operativos adecuados, que garanticen su competencia técnica y la confiabilidad de sus servicios.

Los gastos derivados de la acreditación así como los honorarios de los técnicos que en su caso se requieran, correrán por cuenta de los solicitantes, los que deberán ser informados al respecto en el momento de presentar su solicitud.

En caso de no ser favorable el dictamen del comité de evaluación, se otorgará un plazo de 180 días naturales al solicitante para corregir las fallas encontradas. Dicho plazo podrá prorrogarse por plazos iguales, cuando se justifique la necesidad de ello.

ARTÍCULO 70. Las dependencias competentes podrán aprobar a las personas acreditadas que se requieran para la evaluación de la conformidad, en lo que se refiere a normas oficiales mexicanas, para lo cual se sujetarán a lo siguiente:

I. Identificar las normas oficiales mexicanas para las que se requiere de la evaluación de la conformidad por personas aprobadas y, en su caso, darlo a conocer en el Diario Oficial de la Federación; y

II. Participar en los comités de evaluación para la acreditación, o reconocer sus resultados. No duplicar los requisitos solicitados para su acreditación, sin perjuicio de establecer adicionales, cuando se compruebe justificadamente a la Secretaría la necesidad de los mismos a fin de salvaguardar tanto el objetivo de la norma oficial mexicana, como los resultados de la evaluación de la conformidad con la misma y la verificación al solicitante de las condiciones para su aprobación.

ARTÍCULO 70-A. Para operar como entidad de acreditación se requiere la autorización de la Secretaría, previa opinión favorable de la mayoría de los miembros de la Comisión Nacional de Normalización a que se refiere la fracción I del artículo 59, y cumplir con lo siguiente:

I. Acreditar la capacidad jurídica, técnica, administrativa y financiera, para lo que se deberá acompañar:

a) Estatutos sociales o proyecto de éstos, detallando órganos de gobierno, y la estructura técnica funcional de la entidad donde conste la representación equilibrada de los organismos productivos, comerciales y académicos interesados, a nivel nacional, en el proceso de acreditación;

b) Relación de los recursos materiales y humanos con que cuenta, o propuesta de los mismos, detallando grado académico y experiencia en la materia de éstos últimos; y

c) Documentos que demuestren su solvencia financiera para asegurar la continuidad del sistema de acreditación;

II. Demostrar su capacidad para atender diversas materias, sectores o ramas de actividad;

III. Acompañar, en su caso, sus acuerdos con otras entidades similares o especializadas en las materias a que se refiere esta Ley; y

IV. Señalar las tarifas máximas que aplicaría en la prestación de sus servicios.

Integrada la documentación la Secretaría emitirá un informe y lo someterá a las dependencias competentes para su opinión.

ARTÍCULO 70-B. La entidad de acreditación autorizada deberá:

I. Resolver las solicitudes de acreditación que le sean presentadas, emitir las acreditaciones correspondientes y notificarlo a las dependencias competentes;

II. Cumplir en todo momento con las condiciones y términos conforme a los cuales se le otorgó la autorización;

III. Permitir la presencia de un representante de las dependencias competentes que así lo soliciten en el desarrollo de sus funciones;

IV. Integrar y coordinar los comités de evaluación para la acreditación conforme a los lineamientos que dicte la Secretaría, así como integrar un padrón nacional de evaluadores con los técnicos correspondientes;

V. Revisar periódicamente el cumplimiento por parte de las personas acreditadas de las condiciones y requisitos que sirvieron de base para su acreditación;

VI. Resolver las reclamaciones que presenten las partes afectadas por sus actividades, y responder sobre su actuación;

VII. Salvaguardar la confidencialidad de la información obtenida en el desempeño de sus actividades;

VIII. Participar en organizaciones de acreditación regional o internacional para la elaboración de criterios y lineamientos sobre la acreditación y el reconocimiento mutuo de las acreditaciones otorgadas;

IX. Facilitar a las dependencias y a la Comisión Nacional de Normalización la información y asistencia técnica que se requiera en materia de acreditación y presentar semestralmente un reporte de sus actividades ante la misma; y

X. Mantener para consulta de cualquier interesado un catálogo clasificado y actualizado de las personas acreditadas.

ARTÍCULO 70-C. Las entidades de acreditación y las personas acreditadas por éstas deberán:

I. Ajustarse a las reglas, procedimientos y métodos que se establezcan en las normas oficiales mexicanas, las normas mexicanas y, en su defecto, las internacionales;

II. Prestar sus servicios en condiciones no discriminatorias y observar las demás disposiciones en materia de competencia económica;

III. Evitar la existencia de conflictos de interés que puedan afectar sus actuaciones y excusarse de actuar cuando existan tales conflictos;

IV. Resolver reclamaciones de cualquier interesado; y

V. Permitir la revisión o verificación de sus actividades por parte de la dependencia competente, y además por las entidades de acreditación en el caso de personas acreditadas.

Cuando una entidad de acreditación o persona acreditada y aprobada tenga poder sustancial en el mercado relevante de acuerdo a la Ley Federal de

Competencia Económica, la Secretaría estará facultada para establecer obligaciones específicas relacionadas con las tarifas, calidad y oportunidad del servicio.

Actividad (es) de la unidad II.

Actividad 2. Investigar cuales son las secretarias de gobierno, y cuál es su función.

Actividad 3. Leer el artículo 3 y el 70 de la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización.

Actividad 4. Actividad: Leer los requisitos para operar como organismo de normalización marcados en los artículos 65 y 69 de la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización.

Actividad 5. Realizar la Práctica # 1: Elaboración de una lista de productos que cumplen con las NOM y NMX (ver anexos).

Actividad 6. Realizar la Práctica # 2: Organismos De Normalización Y Certificación (ver anexos).

Actividad 7. Conteste el siguiente cuestionario.

1. ¿Cuáles son los errores más comunes que se cometen al medir?
2. El vocabulario internacional de metrología tiene su equivalencia en una NOM. ¿Cuál es?
3. ¿Qué es trazabilidad?
4. ¿Cuáles son las recomendaciones que se hacen en la NOM-008-SCFI-2002?
5. ¿Cuándo las NMX se vuelven obligatorias?

3.1. Metrología dimensional

La metrología dimensional incluye la medición de todas aquellas propiedades que se determinen mediante la unidad de longitud, como por ejemplo distancia, posición, diámetro, redondez, planitud, rugosidad, etc. La longitud es una de las siete magnitudes base del Sistema Internacional de Unidades (SI).

Figura 7. CENAM.

Esta especialidad es de gran importancia en la industria en general pero muy especialmente en la de manufactura pues las dimensiones y la geometría de los componentes de un producto son características esenciales del mismo, ya que, entre otras razones, la producción de los diversos componentes debe ser dimensionalmente homogénea, de tal suerte que estos sean intercambiables aun cuando sean fabricados en distintas máquinas, en distintas plantas, en distintas empresas o, incluso, en distintos países.

La división de Metrología Dimensional tiene la tarea y la función de:

- Establecer, mantener y mejorar el patrón nacional de longitud.
- Establecer, mantener y mejorar el patrón nacional de ángulo.
- Ofrecer servicios de calibración para patrones e instrumentos de longitud y ángulo.
- Asesorar a la industria en la solución de problemas específicos de mediciones y calibraciones dimensionales.
- Realizar comparaciones con laboratorios homólogos extranjeros con objeto de mejorar la trazabilidad metrológica.
- Apoyar al Sistema Nacional de Calibración (SNC) en actividades de evaluación técnica de laboratorios.
- Elaborar publicaciones científicas y de divulgación en el área de medición de longitud.
- Organizar e impartir cursos de metrología dimensional a la industria.

Áreas De La Metrología Dimensional.

Existen una gran diversidad de aplicaciones de la magnitud dimensional, la clasificación puede realizarse desde diferentes criterios, uno podría ser la de aplicación que son las longitudes, ángulos, acabado superficial, formas:

- LONGITUDES: Exteriores, Interiores, Profundidades, Alturas.
- ÁNGULOS: Exteriores, Interiores.
- ACABADO SUPERFICIAL: Rugosidad.
- FORMAS: Forma por elementos aislados, Rectitud, Planitud.
- Cilindricidad. Forma de una línea, Forma de una superficie.
- Orientación por elementos asociados. Paralelismo, Perpendicularidad, Angularidad o inclinación.
- Posición por elementos asociados. Localización, Concentricidad, Coaxialidad.

Otra tipo de clasificación puede realizarse desde los tipos de instrumentos y su método de medición.

Medidas lineales, que a su vez son:

- Medición directa. Con trazos o divisiones, metro, cinta de medición, regla graduada, calibradores, medidor de altura con vernier, medidor de profundidad con vernier, con tornillo micrométrico, todo tipo de micrómetros, cabezas micrométricas, dimensión fija, bloques patrón, calibradores de espesor (lainas), calibradores de límite (pasa – no pasa).
- Medición indirecta. Comparativa, comparadores mecánicos, comparadores ópticos, comparadores neumáticos, comparadores electromecánicos, máquina de medición de redondez, medidor de espesor de recubrimiento, trigonometría, esferas o cilindros, máquina de medición por coordenadas, relativa, niveles, reglas ópticas, rugosímetros.

Medidas angulares, que a su vez son:

- Medida directa. Con trazos o divisiones, transportador simple, goniómetro, escuadra de combinación, dimensión fija, escuadras, patrones angulares, calibradores cónicos.
- Medida indirecta. Trigonometría, falsas escuadras, regla de senos, mesa de senos, máquina de medición por coordenadas.

3.1.1 Conceptos básicos de la metrología dimensional.

ISO. La ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (miembros ISO). La labor de preparación de normas internacionales es normalmente llevada a cabo a través de los comités técnicos de ISO.

Magnitud. Propiedad de un fenómeno, cuerpo o sustancia, que puede expresarse cuantitativamente mediante un número y una referencia.

Magnitud de base, magnitud básica. Magnitud de un subconjunto elegido por convenio, dentro de un sistema de magnitudes dado, de tal manera que

ninguna magnitud del subconjunto pueda ser expresada en función de las otras.

Sistema Internacional de Magnitudes (ISQ2). Sistema de magnitudes basado en las siete magnitudes básicas: longitud, masa, tiempo, corriente eléctrica, temperatura termodinámica, cantidad de sustancia e intensidad luminosa.

Sistema internacional de Unidades (Sistema SI). Sistema de unidades basado en el Sistema Internacional de Magnitudes, con nombres y símbolos de las unidades, y con una serie de prefijos con sus nombres y símbolos, así como reglas para su utilización, adoptado por la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM).

Medición. Proceso que consiste en obtener experimentalmente uno o varios valores que pueden atribuirse razonablemente a una magnitud.

Metrología. Ciencia de las mediciones y sus aplicaciones.

Mensurando. Magnitud que se desea medir.

Método de medida. Descripción genérica de la secuencia lógica de operaciones utilizadas en una medición.

Exactitud de medida (exactitud). Proximidad entre un valor medido y un valor verdadero de un mensurando.

Precisión de medida (precisión). Proximidad entre las indicaciones o los valores medidos obtenidos en mediciones repetidas de un mismo objeto, o de objetos similares, bajo condiciones especificadas.

Calibración. Operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación.

Instrumento de medida. Dispositivo utilizado para realizar mediciones, solo o asociado a uno o varios dispositivos suplementarios.

3.1.2 Campo de aplicación de la metrología dimensional.

Este Vocabulario pretende ser una referencia común para científicos, ingenieros, físicos, químicos, médicos, biólogos, así como para profesores, estudiantes y todo aquel, implicado en la planificación o realización de mediciones, cualquiera que sea el campo de aplicación y el nivel de incertidumbre de la medida. Pretende también ser una referencia para organismos gubernamentales e intergubernamentales, asociaciones empresariales, comités de acreditación, entidades reguladoras y asociaciones profesionales.

La metrología dimensional se aplica en la medición de longitudes (exteriores, interiores, profundidades, alturas) y ángulos, así como de la evaluación del acabado superficial.

3.1.3 Tipos de errores en mediciones.

Existen varios tipos de errores, sin embargo los más comunes son el error de paralaje y el error de Abbe.

Error de paralaje. Cuando una escala y su línea índice no se encuentran en el mismo plano, es posible cometer un error de lectura debido al paralaje, como es mostrado abajo. Las direcciones de visión (a) y (c) producirán este error, mientras que la lectura correcta es la vista desde la dirección (b).

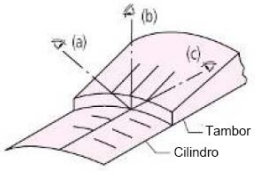


Figura 8. Error de paralaje.

Error de Abbe. El principio de Abbe establece que la exactitud máxima es obtenida cuando los ejes de la escala y de medición son comunes. Esto es debido a que cualquier variación en el ángulo relativo (q) de la punta de medición de un instrumento, tal como la de un micrómetro tipo calibrador causa desplazamiento que no es medido sobre la escala del instrumento y esto es un error de Abbe (e=I-L en el diagrama). El error de rectitud del husillo o variación de la fuerza de medición pueden causar que q varié y el error se incrementa conforme lo hace R.

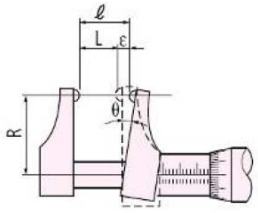


Figura 9. Error de Abbe.

3.1.4 Estudios de R & R y Trazabilidad.

Repetibilidad de medida (repetibilidad). Precisión de medida bajo un conjunto de condiciones de repetibilidad.

Condición de repetibilidad de una medición (condición de repetibilidad). Condición de medición, dentro de un conjunto de condiciones que incluye el mismo procedimiento de medida, los mismos operadores, el mismo sistema de medida, las mismas condiciones de operación y el mismo lugar, así como

mediciones repetidas del mismo objeto o de un objeto similar en un periodo corto de tiempo.

Reproducibilidad de medida (reproducibilidad). Precisión de medida bajo un conjunto de condiciones de reproducibilidad.

Condición de reproducibilidad de una medición (condición de reproducibilidad). Condición de medición, dentro de un conjunto de condiciones que incluye diferentes lugares, operadores, sistemas de medida y mediciones repetidas de los mismos objetos u objetos similares.

Para un correcto estudio de R&R es aconsejable revisar la norma mexicana NMX-CH-5725/2-IMNC-2006 exactitud (veracidad y precisión) de resultados y métodos de medición, parte 2: método básico para la determinación de la repetibilidad y la reproducibilidad de un método de medición normalizado; o bien su equivalente ISO-5725-2 ó UNE 82009-2.

Trazabilidad metrológica. Propiedad de un resultado de medida por la cual el resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medida.

La trazabilidad actualmente, puede demostrarse a través de certificados de calibración, emitidos por laboratorios acreditados en otro país por la entidad acreditadora de ese país que este incluida en los acuerdos de reconocimiento mutuo (MRA) de organizaciones internacionales o regionales tales como ILAC (Internacional Laboratory Accreditation Cooperation). Especialmente útil cuando se adquiere equipo nuevo de otro país.

3.1.5 Clasificación de instrumentos y equipos de medición.

Lineal	*Directa*	*con Divisiones*	*Metro* *Regla Graduada* *Calibres con Vernier*
		con Tornillo Micrométrico	*Micrómetros* *Cabezas Micrométricas*
		con Dimensión Fija	*Bloques Patrón* *Calibres de Espesores* *Calibres Pasa - No pasa*
	Indirecta	*Comparativa*	*Comparadores Mecánicos* *Comparadores Ópticos* *Comparadores Neumáticos* *Comparadores Electromecánicos*
		Trigonométrica	*Esferas o Cilindros* *Máquinas de Mediciones por Coordenadas*
		Relativa	*Niveles* *Reglas Ópticas* *Rugosímetros*
Angular	*Directa*	*con divisiones*	*Transportador Simple* *Goniómetro* *Escuadra de Combinación*
		con Dimensión Fija	*Escuadras* *Patrones Angulares* *Calibres Cónicos*
	Indirecta	*Trigonométrica*	*Falsas Escuadras* *Regla de Senos* *Mesa de Senos* *Máquina de Medición por Coordenadas*

Tabla 3. Clasificación de instrumentos y equipo de medición.

3.2. Instrumentos de medición directa.

Regla de acero. Se usan como mecanismo de medición lineal y la longitud se lee directamente. Las reglas de acero pueden estar graduadas en pulgadas o milímetros, e inclusive existen reglas graduadas en ambas unidades, milímetros a un lado y pulgadas al otro. Estas reglas suelen tener un número en sus extremos que índica las divisiones que tiene cada pulgada, usualmente cuartos, octavos, dieciseisavos, treintaidosavos y sesentaicuatroavos.

Calibrador universal. Es un instrumento de precisión usado para medir pequeñas longitudes (décimas de milímetros), de diámetros externos, internos y profundidades, en una sola operación. Fue elaborado para satisfacer la necesidad de un instrumento de lectura directa que pudiera brindar una medida fácilmente, en una sola operación. El calibrador típico puede tomar 3 tipos de mediciones: exteriores, interiores y profundidades, pero algunos además pueden realizar mediciones de peldaño y ángulos. Forma y partes que lo componen (ver el punto 3.2.1).

Patrón de medida (patrón). Realización de la definición de una magnitud dada, con un valor determinado y una incertidumbre de medida asociada, tomada como referencia.

Micrómetro (ver el punto 3.2.2).

Calibrador de alturas (ver el punto 3.2.3).

Calibrador de pasa o no pasa (ver el punto 3.2.4).

Dilatómetro (ver el punto 3.2.5).

Comparador de carátula (ver el punto 3.2.6).

3.2.1 Calibrador o vernier.

Es un instrumento para medir longitudes que permite lecturas en milímetros y en fracciones de pulgada, a través de una escala llamada Nonio o Vernier.

Está compuesto por una regla fija que es donde están graduadas las escalas de medición ya sea en milímetros, en pulgadas o mixtas.

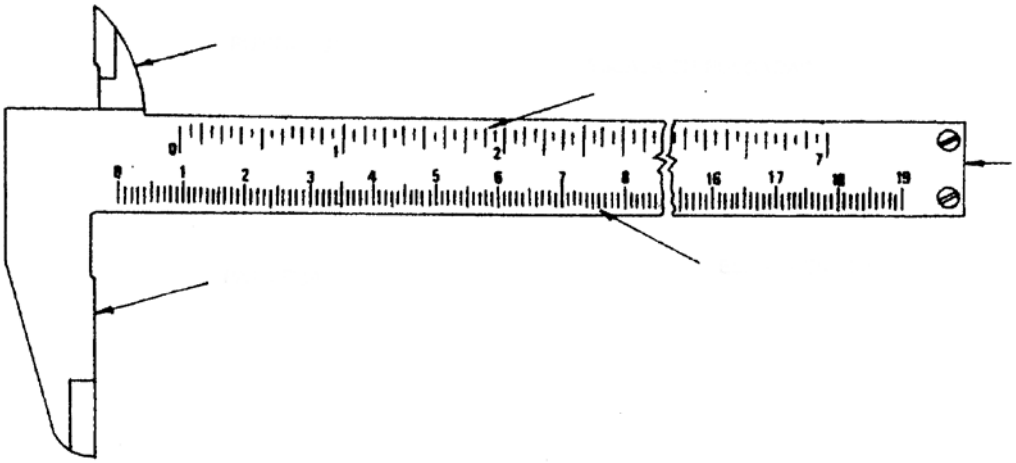


Figura 10. Regla fija.

En ésta están también formando el mismo cuerpo las puntas para medir diámetros interiores o ancho de acanaladuras, sobre esta regla fija desliza la regla móvil que lleva consigo la graduación correspondiente del vernier o vernieres según las escalas de medición que tenga el pie de metro. En la parte superior de la regla móvil generalmente tiene un tornillo que es para fijarla en una medida determinada.

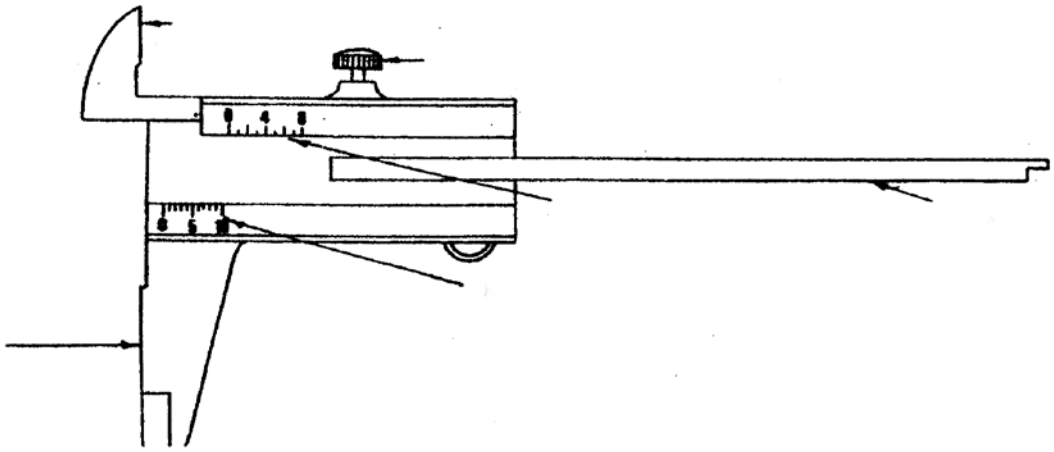


Figura 11. Tornillo de fijación para la toma de lectura.

Simultáneamente al mover la regla móvil se desplaza la varilla que sirve para medir profundidades de acanaladuras, etc.

Las partes del pie de metro son:

- Regla: Graduada en los sistemas métrico e inglés.
- Pata fija: Con superficie de contacto a la pieza para medir exteriormente.
- Pata móvil: Con superficie de contacto móvil a la pieza para medir exteriormente.
- Punta fija: Parte fija de contacto con la pieza, para medir interiormente.

- Punta móvil: Parte móvil de contacto con la pieza para medir interiormente.
- Impulsor: Apoyo del dedo pulgar para desplazar el cursor.
- Tornillo de fijación o freno: Fija la medida obtenida actuando sobre la lámina de ajuste.
- Nonio: Escala que otorga la precisión del instrumento según su cantidad de divisiones.
- Reglilla de profundidad: Está unida al cursor y sirve para tomar medidas de profundidad.

Tipos de calibrador vernier.

Calibrador con indicador de carátula (o cuadrante). En este calibrador se ha sustituido la escala graduada por un indicador de carátula o cuadrante operado por un mecanismo de piñón y cremallera logrando que la resolución sea aún mayor logrando hasta lecturas de 0,01 mm. Se disponen de calibradores desde 100 mm hasta 2 000 mm y excepcionalmente aún más largos.

Calibradores digitales. Estos calibradores utilizan un sistema de defección de desplazamiento de tipo capacitancia, tienen el mismo tamaño, peso y alcance de medición que los calibradores estándar, son de fácil lectura y operación, los valores son leídos en una pantalla de cristal líquido (LCD), con cinco dígitos y cuentan con una resolución de 0,01 mm, que es fácil de leer y libre de errores de lectura.

Figura 12. Vernier digital.

Calibradores con ajuste fino. Se diseñan de modo que las puntas de medición puedan medir superficies externas solamente, o bien permitir solo mediciones internos con un alcance útil desde 600 hasta 2000 mm cuenta con un mecanismo de ajuste para el movimiento fino del cursor.

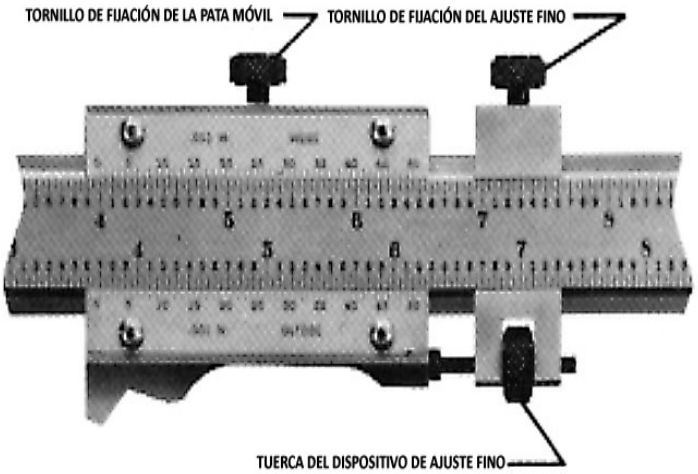


Figura 13. Vernier con ajuste fino.

Calibrador con palpador ajustable de puntas desiguales. Este tipo de calibrador facilita mediciones en planos a diferente nivel en piezas escalonados donde no se puedan medir con calibradores estándar, cuento con un mecanismo de ajuste vertical del punto de medición.

Calibrador para espesores de paredes tubulares. Estos calibradores tienen un palpador cilíndrico para medir el espesor de la pared de tubos de diámetro interior mayores de 3 mm, el palpador se acopla perfectamente a la pared interna del tubo facilitando y haciendo más confiable la medición.

Calibrador de baja presión con fuerza constante. Estos calibradores son utilizados paro medir materiales fácilmente deformables cuentan con una unidad sensora que sirve para regular una presión baja y constante de los palpadores sobre la pieza a medir.

Calibrador con palpador ajustable y puntas cónicas. Este diseño permite realizar mediciones de distancias entre centros, o de borde a centro que se encuentren en un mismo plano o en planos desiguales.

Calibrador KAFER. Medidor de espesor para plásticos, papel, cartón, hilos, cuerdas y alambres. Son portátiles, digitales o análogos.

3.2.2 Tornillo micrométrico.

Inventado en el siglo 18, el micrómetro inicialmente requería ser usado sobre una mesa. Con el tiempo, nuevos diseños permitieron hacerlos lo suficientemente compactos para que pudieran ser usados con una mano, proporcionando la exactitud requerida para muchas aplicaciones. El principio de operación es bastante simple, un tornillo que al ser girado dentro de una tuerca avanza o retrocede según el sentido de giro. Si estas dos partes son montadas en un lado de un arco y un tope en el otro, es medir partes introducidas entre el tope y el tornillo. Para tomar lecturas, un cilindro sobre el

que se graba una línea de referencia y graduaciones que corresponden a un giro de 360º del tornillo (husillo),es fijado también al arco, cubriendo el tornillo y la tuerca, sobre el cilindro gira un tambor sujetado mediante un pequeño tornillo al husillo. El borde del tambor, permite leer los giros completos (avance de 0,5mm) y sobre el perímetro del tambor se graban 50 graduaciones uniformemente distribuidas que representan 0,01mm de avance del husillo cada una.

Con el paso del tiempo se agregaron el freno o aislante térmico en el arco, mecanismo (trinquete) para controlar la fuerza de medición, posibilidad de ajustar el cero y tuerca de ajuste para el juego entre tornillo y tuerca.

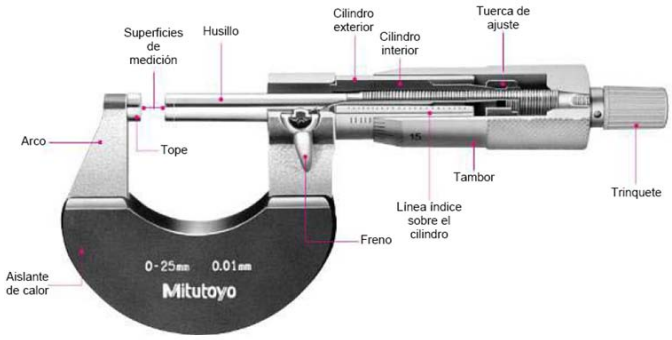


Figura 14. Partes de micrómetro.

Posteriormente surgieron los micrómetros digitales con contador y los digitales electrónicos estos últimos aunque siguen utilizando el principio básico descrito antes, incorporan codificadores rotatorios o lineales para poder detectar el desplazamiento del husillo y mostrarlo en una pantalla con resolución de 0,001mm.

Figura 15. Partes de micrómetro digital.

Existen en la actualidad una gran variedad de micrómetros para aplicaciones muy diversas, incluyendo variedad de tamaños y superficie de medición adaptables a diversas geometrías de piezas.

Algunas aplicaciones de micrómetros para propósito especial se muestran en la figura siguiente:

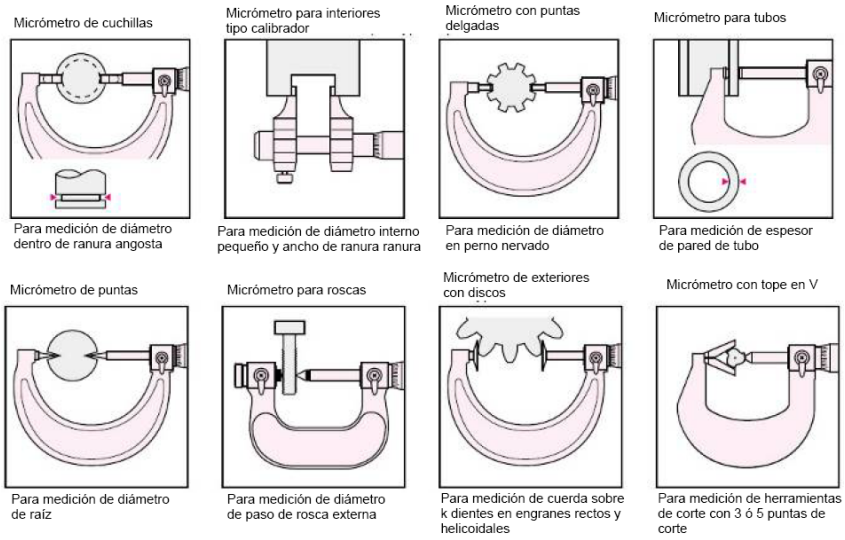


Figura 16. Diferentes aplicaciones del micrómetro.

Para la obtención de la medida con un micrómetro, es necesario saber la escala, tal y como se muestra en la siguiente figura:

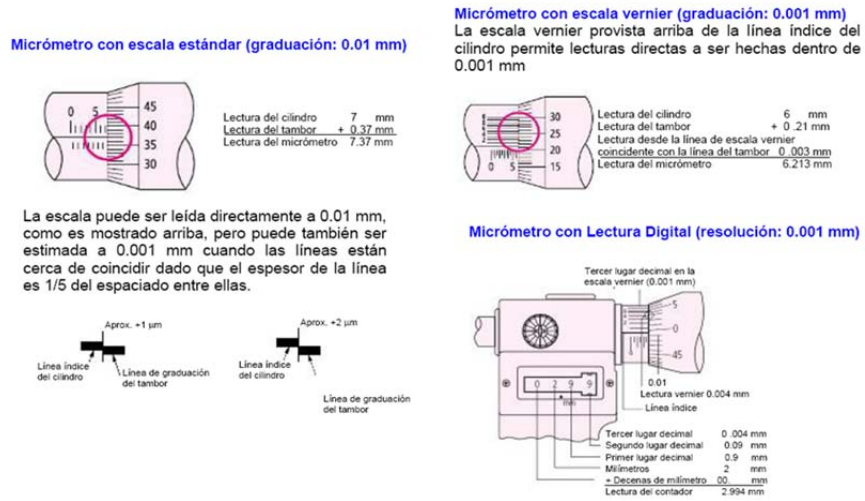


Figura 17. Lectura con micrómetro.

3.2.3 Calibrador de alturas.

Los medidores de alturas han sido ampliamente utilizados en la industria durante muchos años, el original con escala vernier (como se muestra en la figura) puede encontrarse en la actualidad con diversas variantes, ya sea utilizando una carátula en vez de la escala vernier, modelo generalmente limitado en la altura máxima, el medidor de alturas con caratula y contador, y el medidor de alturas digital electrónico.

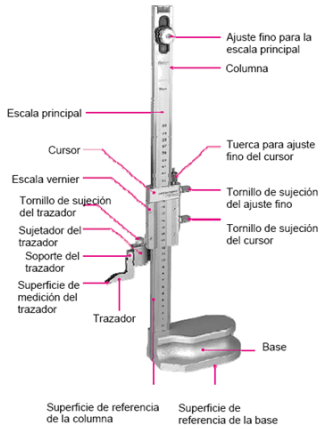


Figura 18. Partes del calibrador de alturas.

Los medidores de alturas normalmente se utilizan sobre una superficie plana de referencia hecha de granito, sobre la que se establece el cero de las mediciones realizadas con los medidores de alturas. Para asegurar mediciones exactas las mesas de granito deben tener una planitud adecuada para las tolerancias de las piezas a medir, que debe ser calibrada periódicamente.

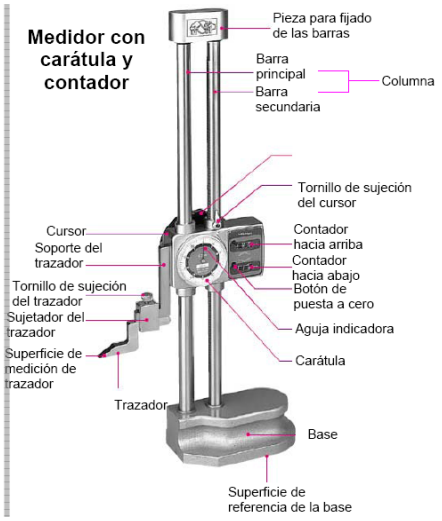


Figura 19. Medidor con carátula y contador.

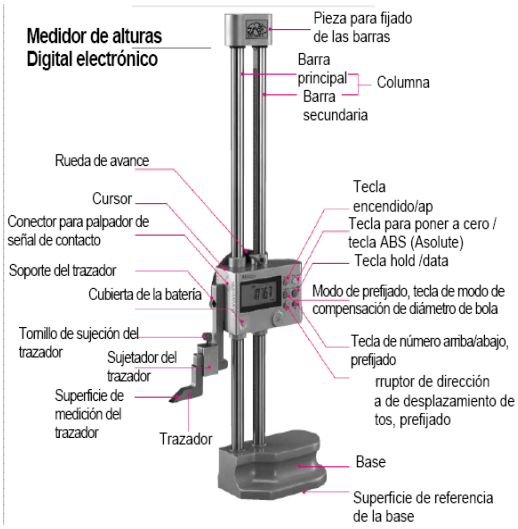


Figura 20. Medidor de alturas digital electrónico.

Notas generales sobre el uso de medidores de altura:

1. Asegúrese de que la base este libre de rebabas que pudieran afectar adversamente la estabilidad del trazado y medición.
2. Mantenga limpios el mecanismo del cursor y la cara de referencia de la escala principal. Polvo acumulado puede causar deslizamiento pobre.
3. Apriete el tornillo de sujeción del cursor para prevenir que el cursor se mueva durante el trazado.
4. El borde del trazador puede moverse hasta 0,01mm cuando el tornillo de sujeción del cursor es apretado. Verifique el movimiento usando un indicador de carátula de tipo palanca.
5. El paralelismo entre el sujetador del trazador, cara de medición del trazador, y superficie de referencia de la base es 0,01mm ó menos. Evite mover el trazador hacia delante o hacia atrás durante la medición dado que el movimiento puede causar errores.
6. Use la alimentación fina para asegurar ajuste exacto en la posición final.
7. Esté consciente del posible error de paralaje en instrumentos con escala vernier y siempre lea las escalas desde la dirección normal.

Los medidores de alturas digitales electrónicos han evolucionado para convertirse en los denominados sistemas de medición vertical que permiten mediciones de diámetros de agujeros con gran facilidad así como la determinación de alturas máximas y mínimas o la diferencia entre ellas, también se pueden realizar con facilidad la medición de anchos de de ranuras o salientes, hacer cálculos estadísticos y determinar si los elementos medidos están dentro o fuera de los limites de tamaño especificados.

Figura 21. Sistema de medición vertical.

3.2.4 Calibrador de pasa o no pasa.

Este es uno de los métodos más rápidos para medir roscas externas y consiste en un par de anillos roscados pasa-no pasa, como se muestra en la figura.

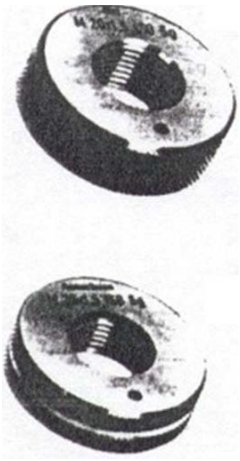


Figura 22. Calibrador pasa no pasa.

Estos calibres se fijan a los límites de la tolerancia de la parte. Su aplicación simplemente es atornillarlos sobre la parte. El de pasa debe entrar sin fuerza sobre la longitud de la rosca y el de no pasa no debe introducirse más de dos hilos antes de que se atore.

Estos calibres sólo indican si la parte inspeccionada está dentro de tolerancia o no. Ellos no especifican cual es el tamaño real de la parte roscada.

También hay calibres roscados pasa-no pasa para la inspección de roscas internas. Estos trabajan bajo el mismo principio de pasa y no pasa; en este caso, el calibre de no pasa entrará una vuelta cuando más, pero no otra. Este es quizá el método más práctico para medir roscas internas, ya que aunque existen instrumentos que proporcionan datos variables, éstos no están disponibles para los diámetros más pequeños.

3.2.5 Dilatómetro.

Éste es un instrumento que sirve para medir el alargamiento que experimenta un cuerpo al incrementar la temperatura. La medición ayuda a encontrar el coeficiente de contracción o dilatación de un material en particular, a diferentes temperaturas. Es utilizado en control de calidad de materiales y en producción.

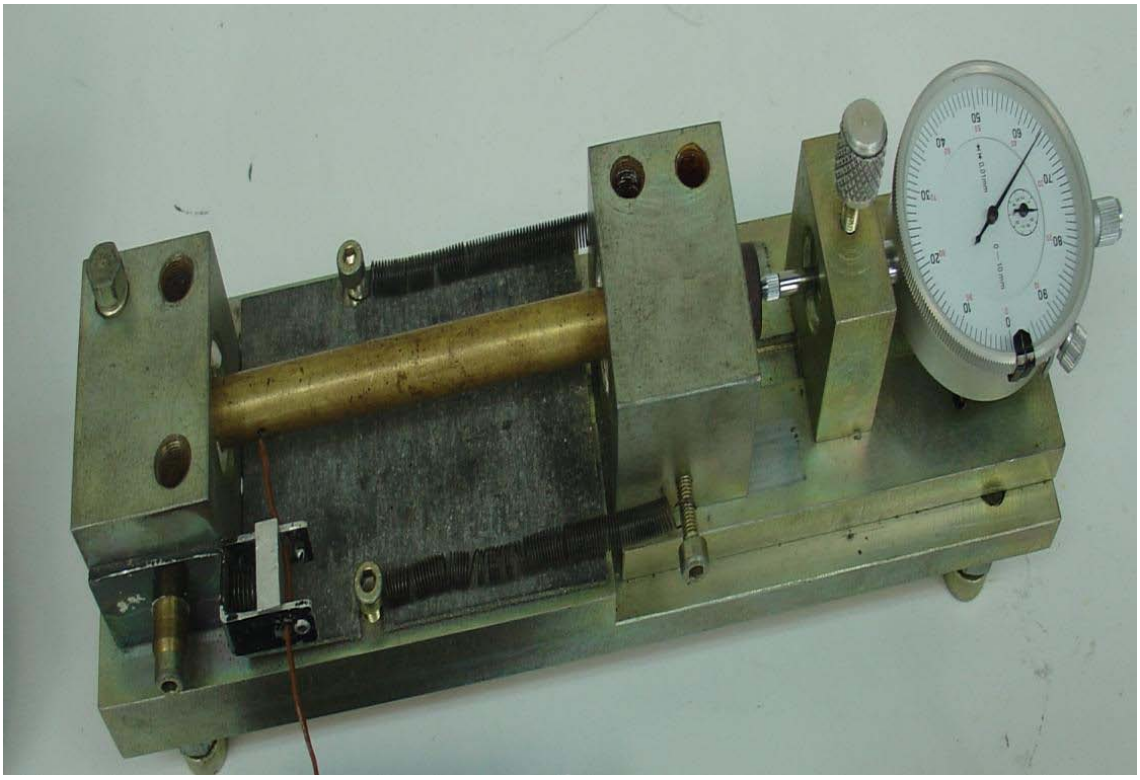


Figura 23. Dilatómetro.

3.2.6 Comparador de carátula.

Los indicadores de carátula (comparador de carátula) son instrumentos de uso muy extendido en la industria para mediciones muy diversas, siendo una aplicación, su utilización en dispositivos de medición que permiten una medición muy rápida de piezas producidas en serie.

Exige una gran variedad de modelos para adecuarse a diferentes aplicaciones, una variedad es, en el intervalo de medición, otra es el valor de la mínima graduación, existiendo los indicadores de carátula y los indicadores tipo palanca. Existen indicadores que dan lectura en milímetros y otros que las dan en pulgadas.

Existe variedad de las puntas de contacto, disponibles con geometrías diversas para una variedad de aplicaciones. Estas pueden ser usadas con extensiones. Para poder realizar mediciones los indicadores tienen que ser

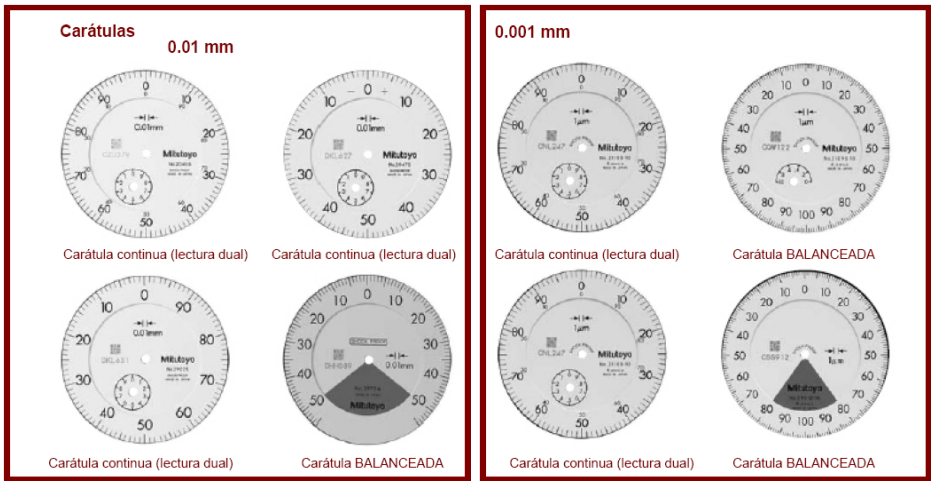


Figura 24. Diferentes carátulas de los indicadores de carátula.

montados en una base soporte.

En la actualidad, están disponibles una gran variedad de modelos de indicadores digitales, con funciones diversas como la salida de datos, conversiones mm/in, prefijados, cero absoluto, cero incremental y otras que facilitan el trabajo aumentando la confiabilidad de las mediciones.

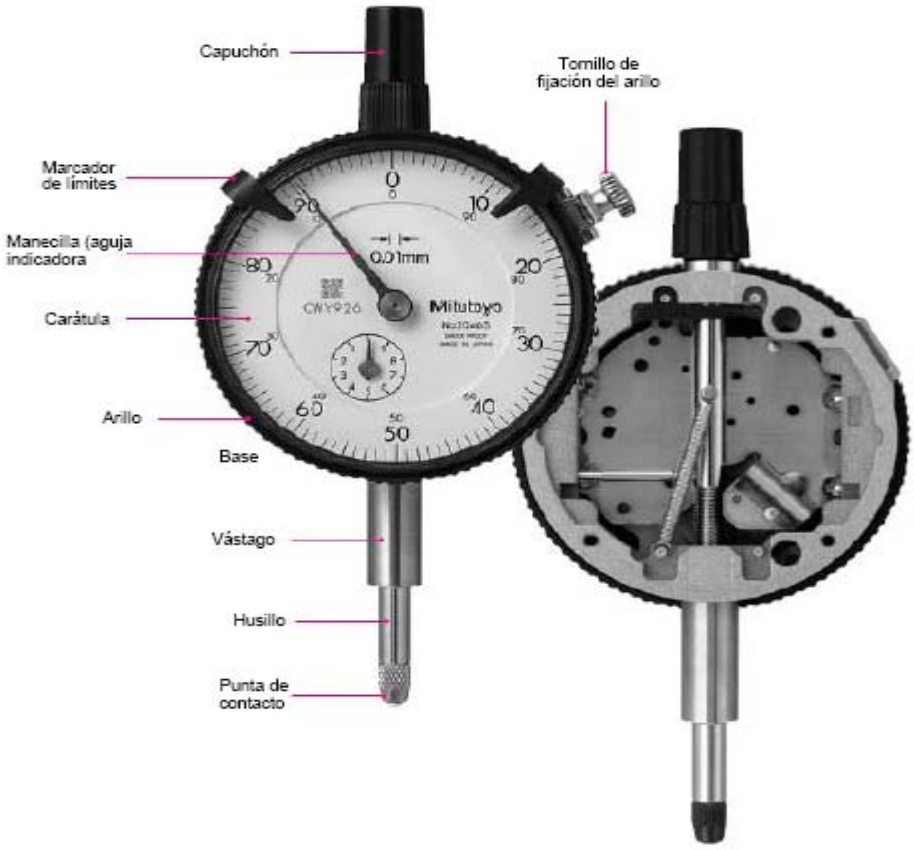


Figura 25. Partes del indicador de carátula.

3.3. Rugosidad

El tema del acabado superficial incluye las irregularidades microgeométricas conocidas como ondulación y rugosidad. Ambas se generan durante el proceso de fabricación; la ondulación resulta de la flexión de la pieza durante el maquinado, la falta de homogeneidad del material, liberación de esfuerzos residuales, deformaciones por tratamientos térmicos, vibraciones, entre otros. **La rugosidad (que es la huella digital de una pieza) son irregularidades provocadas por la herramienta de corte o elemento utilizado en su proceso de producción, corte, arranque y fatiga superficial.**

3.3.1 Verificación de la mesa.

Las superficies planas para medicion conocidas generalmente como mesas de granito son usadas frecuentemente como superficie de referencia para hacer mediciones sobre ellas, por ejemplo, con medidores de alturas. Para tal proposito la superficie de referencia debe ser lo suficientemente plana para proporcionar una superficie de referencia confiable. El uso de estas mesas por periodos prolongados de tiempo puede ocasionar desgaste de la superficie haciendolas inadecuadas para lograr la exactitud deseadaen las mediciones realizadas sobre ellas.

Una mesa de asegurar la planitud de la superficie de referencia es calibrandola periódicamente, esto puede realizarse utilizando niveles electrónicos, uno de ellos es utilizado para hacer mediciones a lo largo de ocho lineas sobre la superficie de la mesa, el otro es colocado en una posicion fija en un arreglo diferencial con el primero para compensar errores originados por ejemplo, por vibraciones en el lugar en el que esta instalada la mesa. Las lecturas en diferentes posiciones de cada una de las lineas son mostradas en una pantalla y transmitidas a una PC para que en un software apropiado haga los calculos requeridos para determinar cuanto esta fuera de planitud la mesa calibrada.

Figura 26. Mesa de granito.

Una gráfica es obtenida mostrando las irregularidades de la superficie, la incertidumbre de la medición es estimada, y un informe de calibracion es elaborado. Si la planitud de la mesa esta dentro de los limites especificados para el grado original de la mesa esta puede seguir siendo utilizada sin problema, caso contrario puede ser destinada a un uso que requiera menos exactitud.

3.3.2 Características que definen el estado de la superficie.

Una pieza prefecta es una abstracción matemática la cual adicionalmente a las irregularidades microgeométricas contiene irregularidades macrogeométricas que son errores de forma asociados con la variación de tamaño de la pieza, paralelismo entre superficies, planitud, conicidad, redondez y cilindricidad.

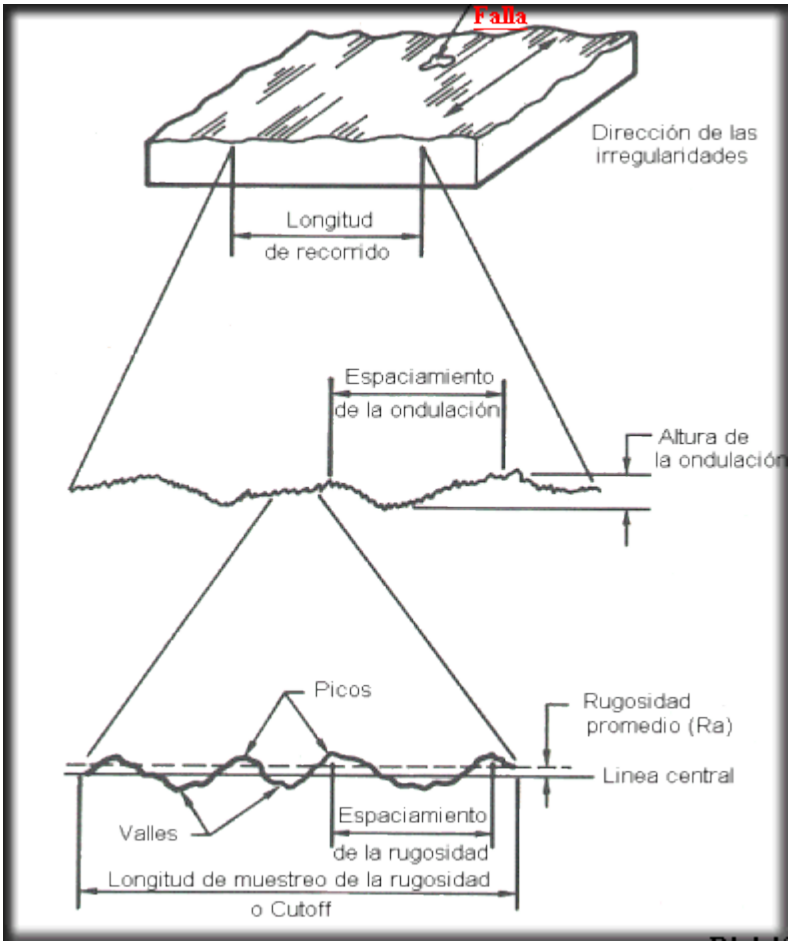


Figura 27. Características de la superficie.

No basta con saber que existen irregularidades en una superficie sino que tales irregularidades se le debe poner un número y con esta finalidad se han definido diferentes parámetros que caracterizan una superficie, los parámetros se designan con:

R para Rugosidad

W para Ondulación

P para el Perfil Primario

Y dentro de estos se subdividen en parámetros de amplitud, de espaciamiento y los parámetros híbridos que son una combinación de los dos anteriores.

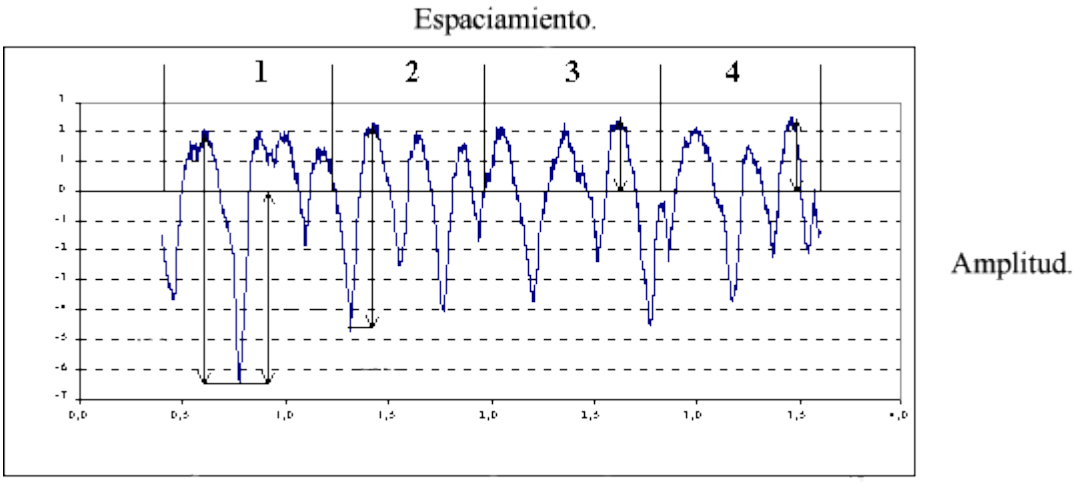


Figura 28. Grafica de un Perfilómetro.

Para cumplir con las mediciones se utiliza un equipo de medición, llamado Perfilómetro.

3.3.3 Sistemas que existen para medir la rugosidad.

Generalmente el Perfilómetro cuenta con un palpador inductivo y unidad de recorrido de 120 mm (eje x), columna motorizada con alcance de 450 mm (eje z) y las siguientes resoluciones en función del alcance de medición del palpador inductivo:

Alcance de medición del palpador mm	Resolución nm
1	16
0,2	2
0,04	0,6

Esfera patrón de 25 mm de diámetro

Patrón de escalones entre 0,03 µm y 10 µm de altura.

Patrones de rugosidad con perfiles periódicos e irregulares.

Palpadores cónicos, esféricos y toroidales con radio de la punta entre 2 µm y 10 µm

El Método para la medición es: Comparación

Incertidumbre:

Patrones de rugosidad:	U = ± (10 + 20 P)
Patrones de escalón	U = ± (15 + 5 h)
Rugosímetros	U = ± (0,1)
Donde:	P: es valor nominal del parámetro de rugosidad en µm h: es la altura del escalón en µm

La incertidumbre expandida U está en nm. El nivel de confianza del 95 % aproximadamente.

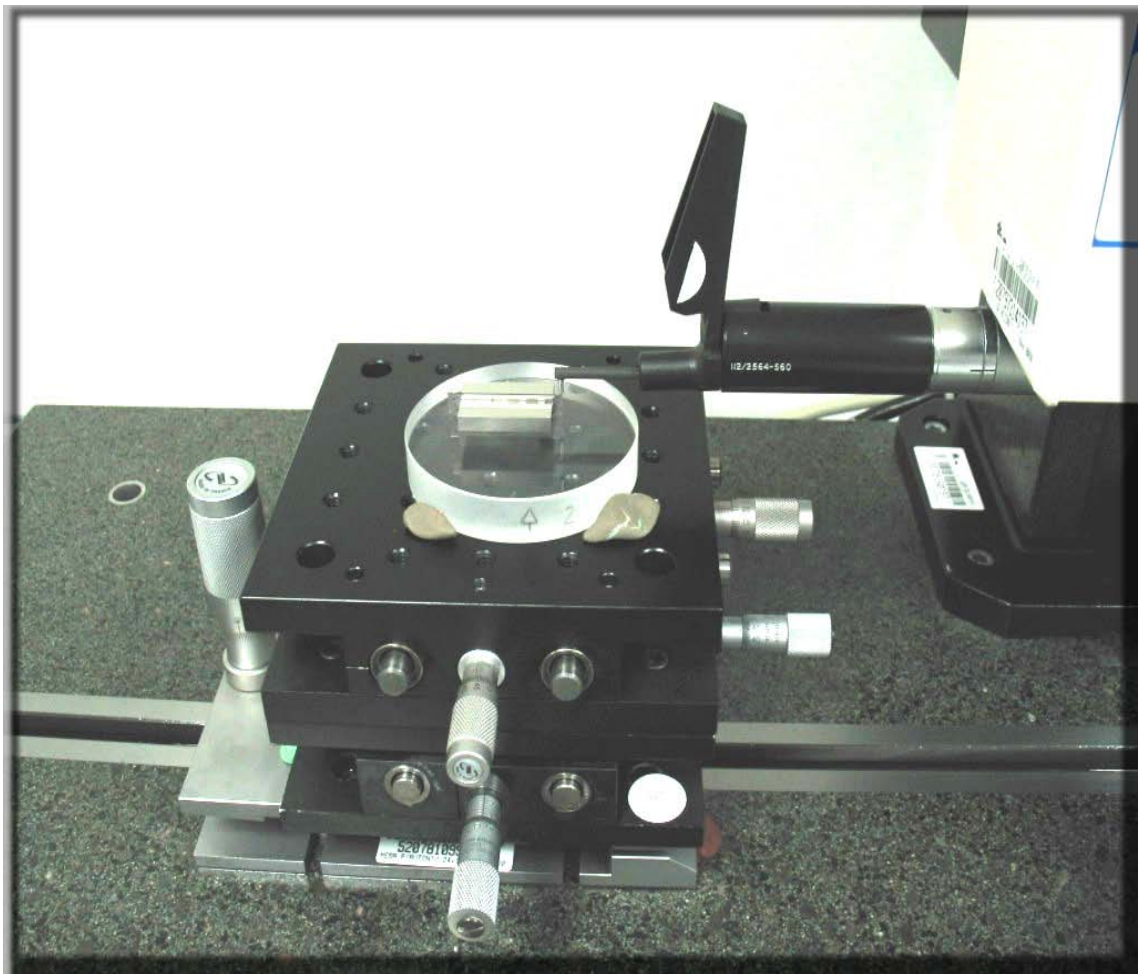


Figura 29. Perfilómetro.

Rugosímetros

Los rugosímetros sirven para determinar con rapidez la rugosidad de las superficies. Los rugosímetros muestran la profundidad de la rugosidad media Rz y el valor de rugosidad medio Ra en µm. Los rugosímetros facilitan la rápida determinación de la superficie de un componente, por otro lado la realización de la medición de la rugosidad es muy sencilla. Los rugosímetros entran en contacto con la superficie en cuestión de segundos y muestran la rugosidad directamente en Ra o en Rz. Nuestros rugosímetros se entregan en maletines donde se incluyen placas de control, protectores para los palpadores, acumuladores y cargadores. Las siguientes normas se ocupan del control de la rugosidad: DIN 4762, DIN 4768, DIN 4771, DIN 4775, el alcance de la rugosidad de superficies lo encontrará en DIN 4766-1.

Figura 30. Rugosímetros.

Ra: valor de rugosidad medio en µm es el valor medio aritmético de los valores absolutos de las distancias y del perfil de rugosidad de la línea media dentro del tramo de medición. El valor de rugosidad medio es equiparable a la altura de un rectángulo cuya longitud es igual al tramo total lm y que tiene la misma superficie que la superficie situada entre el perfil de rugosidad y la línea media.

Rz: la profundidad de la rugosidad media en µm es la media aritmética de las profundidades de rugosidad por separado de cinco diferentes tramos de medición colindantes.

3.3.4 Elementos del signo del estado de la superficie.

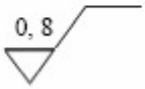
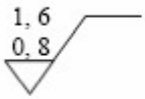
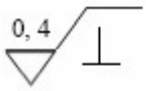
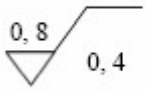
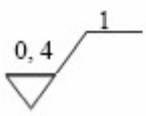
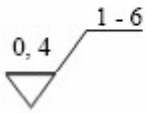
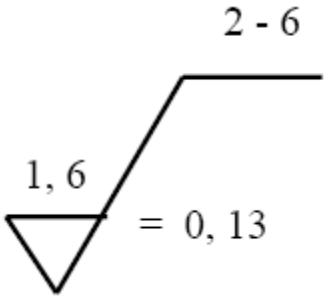
SÍMBOLO	ORIENTACIÓN DE LA RUGOSIDAD	EJEMPLO	RUGOSIDAD
=	Paralela a la línea representativa de la superficie sobre la que el símbolo va indicado.		Rugosidad máxima Ra = 0, 8 µm.
⊥	Perpendicular a la línea representativa de la superficie sobre la que el símbolo va indicado.		Rugosidad comprendida entre Ra = 0, 8 µm y Ra = 1, 6 µm.
X	Cruzado respecto a la línea representativa de la superficie sobre la que el símbolo va indicado.		Rugosidad máxima Ra = 0, 4 µm en la orientación.
M	Multidireccional.		Rugosidad máxima Ra = 0, 8 µm con paso de la rugosidad de 0, 4 mm.
C	Aproximadamente circular respecto al centro de la superficie sobre la que el símbolo va indicado.		Rugosidad máxima Ra = 0, 4 µm con altura de 1 mm.
R	Aproximadamente radial respecto al centro de la superficie sobre la que el símbolo va indicado.		Rugosidad máxima Ra = 0, 4 µm con altura de 1 mm y paso de la ondulación de 6 mm.

Tabla 4. Elementos del signo del estado de la superficie.

Por ejemplo:



1, 6 es el valor Ra de la rugosidad en µm.

2 es el valor de la altura de la ondulación (no necesario).

6 es el valor del paso de la ondulación en mm (no necesario).

= es la orientación de la rugosidad (en este caso paralela a la línea).

0,13 es el paso de la rugosidad en µm (no necesario).

3.3.5 Rugosidad obtenida por diferentes procesos y sus aplicaciones.

	Clase de Ra	Estado superficial	Procedimiento de fabricación	Aplicaciones
Sin sobremedida para mecanizado y sin arranque de viruta		Basto, sin eliminación de rebabas	Forja Fundición Corte con soplete	Bastidores de máquinas agrícolas (cultivadores, gradas, etc.)
	N12 N11	Basto, aunque sin rebabas	Forja, fundición y oxicorte de calidad	Maquinaria agrícola en general
Con sobremedida para mecanizado y arranque de viruta	N10 N9	Desbastado Marcas apreciables al tacto y visibles	Lima Torno Fresadora	Agujeros, avellanados, superficies no funcionales, ajustes fijos
	N8 N7	Marcas ligeramente perceptibles al tacto, aunque visibles	Lima, torno o fresadora con mayor precisión	Ajustes duros Caras de piezas para referencia o apoyo
	N6 N5	Acabado muy fino Marcas no visibles ni perceptibles al tacto	Preparación previa en torno o fresadora para acabar con rasqueteado, escariado, etc.	Ajustes deslizantes Correderas Aparataje de medida y control
	N4 N3 N2 N1	Acabado finísimo, especular Marcas totalmente invisibles	Acabado final mediante lapeado (acabado con abrasivo), bruñido o rectificado de calidad	Calibres y piezas especiales de precisión

Tabla 5. Rugosidad obtenida por diferentes procesos y sus aplicaciones.

3.3.6 Promedio de rugosidad por diferentes procesos.

Una superficie perfecta es una abstracción matemática, ya que cualquier superficie real por perfecta que parezca, presentará irregularidades que se originan durante el proceso de fabricación. La siguiente tabla, muestra los rangos típicos de valores de rugosidad superficial que pueden obtenerse mediante métodos de fabricación.

Rugosidad promedio en micrómetros - Ra µm													
Proceso	50	25	12.5	6.3	3.2	1.6	0.80	0.40	0.20	0.10	0.05	0.025	0.012
Arenado													
Aserrado													
Brochado													
Bruñido													
Cepillado													
Cizallado													
Corte con soplete													
Corte electroquímico													
Corte láser													
Electroerosión													
Estampado													
Esmerilado													
Extrusión													
Forjado													
Fresado													
Fundición a cera perdida													
Fundición a presión													
Fundición en arena													
Fundición en coquilla													
Granallado													
Laminado en caliente													
Laminado en frío													
Lapidado													
Limado													
Mandrilado													
Mortajado													
Oxicorte													
Pulido													
Recalcado													
Rectificado													
Superacabado													
Taladrado													
Torneado													
Trefilado													
	Aplicación frecuente									Aplicación menos frecuente			

Tabla 6. Promedio de rugosidad por diferentes procesos.

3.4. Tolerancia y mediciones

Las tolerancias geométricas se utilizan ampliamente en diversas industrias particularmente la automotriz estadounidense. Las principales normas utilizadas en diferentes países son la ASME Y14.5-2009 y la ISO 1101.

3.4.1 Principios de base.

El acabado de piezas que ensamblan en un principio se lograba mediante prueba y error hasta lograr un ajuste adecuado. En la actualidad, las crecientes necesidades de intercambiabilidad y producción de grandes volúmenes imponen un análisis cuidadoso para lograr, desde el diseño, la eliminación de problemas de ensamble.

Todas las piezas de un tamaño determinado deberían ser exactamente iguales en sus dimensiones, sin embargo, diversos factores calentamiento de la maquinaria, desgaste de las herramientas, falta de homogeneidad de los materiales, vibraciones, etcétera, dificultan alcanzar este ideal, por lo que deben permitirse variaciones de la dimensión especificada que no perturben los requerimientos funcionales que se pretende satisfacer.

3.4.2 Definiciones.

Cuando se observan dibujos con tolerancias geométricas, estos parecen ser solo una variedad de símbolos, sin embargo, es en realidad una filosofía de diseño que se ha ido desarrollando a través de los años y que en realidad son instrucciones de manufactura y verificación de partes fabricadas utilizando esos dibujos.

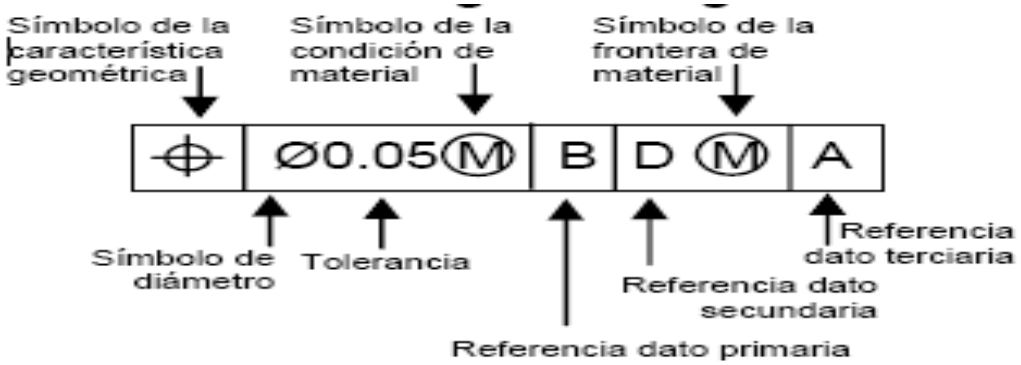
Los símbolos fundamentales son los de las características geométricas como se indica en la siguiente tabla.

	Rectitud
	Planitud
	Redondez
	Cilindricidad
	Perfil de una Línea
	Perfil de una Superficie
	Angularidad
	Perpendicularidad
	Paralelismo
	Posición
	Concentricidad
	Simetría
*	Cabeceo Circular
*	Cabeceo Total

Tabla 7. Características geométricas de las tolerancias.

Las tolerancias geométricas se clasifican en tolerancias de forma, de perfil, de orientación, de localización y de cabeceo (runout); correspondiendo cada una de estas a las separaciones horizontales de la tabla anterior.

Las tolerancias se indican en un marco de control de elemento como el de la siguiente figura.



Se especifica la zona de tolerancia cilíndrica igual a la del elemento controlado.

Existen otros símbolos modificadores, (algunos se muestran en la tabla de abajo) algunos están siendo utilizados.

Ⓜ	En condición de máximo material (cuando es aplicado a un valor de tolerancia). En frontera de máximo material (cuando es aplicado a una referencia dato).
Ⓛ	En condición de mínimo material (cuando es aplicado a un valor de tolerancia). En frontera de mínimo material (cuando es aplicado a una referencia dato).
Ⓛ	Zona proyectada de tolerancia
Ⓕ	Estado libre
Ⓣ	Plano tangente
Ⓤ	Perfil desigualmente dispuesto
Ⓘ	Independencia

Tabla 8. Símbolos modificadores de las tolerancias.

Para que un lenguaje se vuelva universal debe ser entendido y respetado por todos. En el marco de control de elemento anterior las referencias dato están colocadas en un orden determinado definido por el diseñador. El dato B (primario) es el más importante seguido en importancia por el dato D (secundario) y el menos importante es A (terciario), obsérvese que el orden alfabético no tiene importancia, lo realmente importante es cual está colocado primero y cual después. Estas referencias dato nos dicen cómo debemos colocar la pieza para maquinarla o verificarla. En el marco de

referencia dato, la pieza se debe colocar primero sobre la superficie que sirva para simular el dato primario, luego sin perder el contacto ya establecido hacer contacto con el simulador del dato secundario y finalmente con el simulador del dato terciario. Una vez colocada la pieza como se indica en el dibujo las mediciones tienen que ser hechas desde los datos. El marco de referencia dato tiene que establecerse físicamente, por ejemplo usando una mesa de granito y unas escuadras.

Las dimensiones de localización del elemento a las que se aplica el marco de control de elemento deben ser indicadas como dimensiones básicas y la tolerancia aplicable será la indicada en el marco de control de elemento. El medio simbólico para indicar una dimensión básica es encerrando la dimensión en un rectángulo por ejemplo 55 indica que la dimensión de 55 es una dimensión básica.

La M encerrada en un círculo después de la tolerancia en el marco de control de elemento indica que la tolerancia especificada sólo se aplica cuando el elemento esta en condición de máximo material. Si el elemento controlado se aleja de su condición de máximo material hacia su condición de mínimo material se permite un incremento en la tolerancia, igual a la cantidad de tal alejamiento.

La M encerrada en un círculo después de la referencia dato D proporciona tolerancia extra por alejamiento de la condición de máximo material del elemento dato a través de movimiento relativo de un patrón de elementos. Al verificar piezas se puede usar un patrón funcional que se hará cargo de determinar si la pieza es aceptable o no, mientras que la medición con instrumentos o con máquina de medición por coordenadas requiere mayor profundidad de análisis.

3.4.4 Ajustes, tolerancias ISO y generales.

Al ensamblar piezas ocurre un ajuste, el cual es la cantidad de juego o interferencia resultante de tal ensamble.

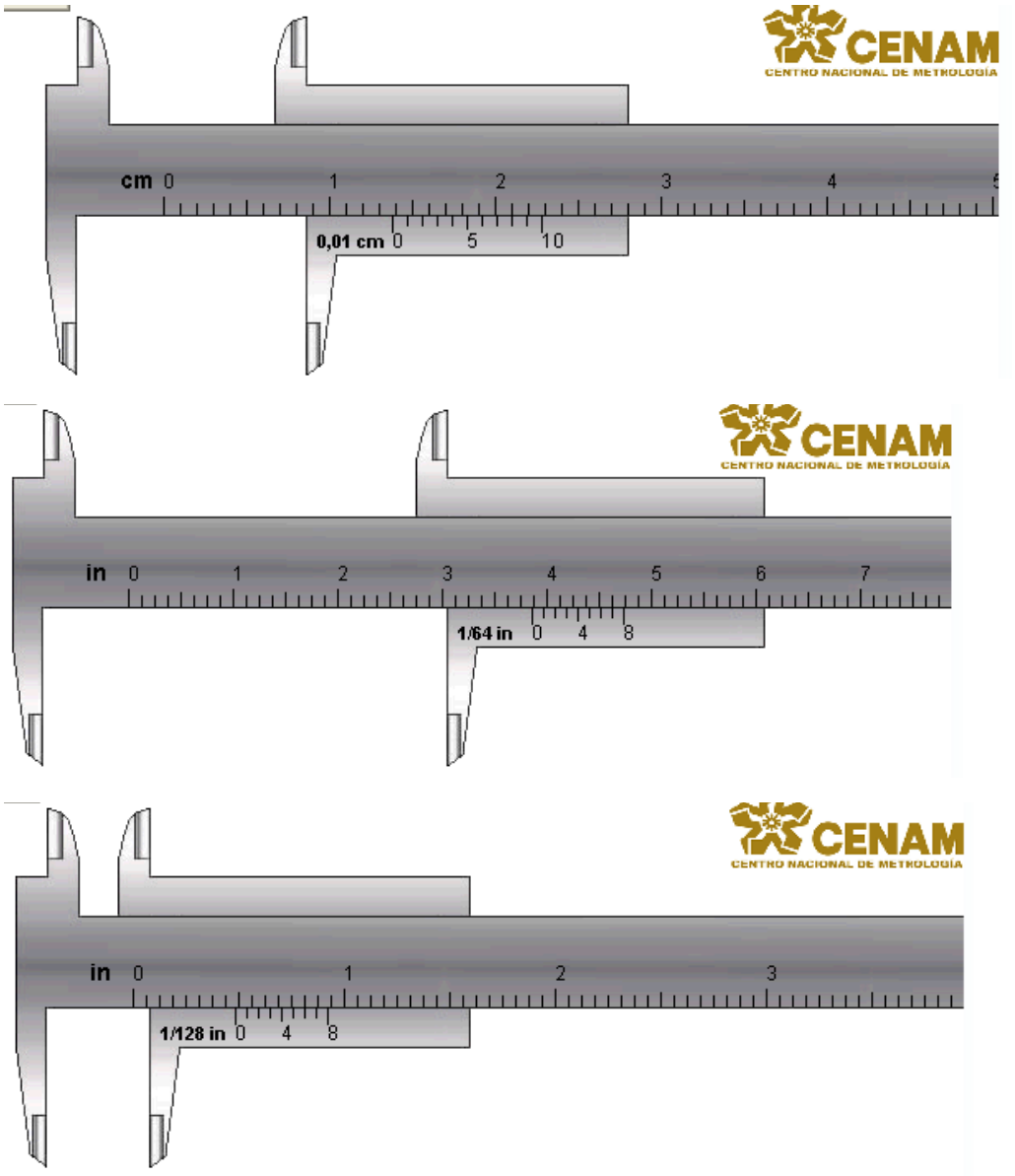
Los ajustes pueden clasificarse como:

- Con juego.
- Indeterminado o de transición.
- Con interferencia, forzado o de contracción.

El ajuste se selecciona con base en los requerimientos funcionales; por ejemplo, si se desea que una pieza se desplace dentro de la otra se utilizará un ajuste con juego, pero si se desea que las dos piezas queden firmemente sujetas se utilizará un ajuste forzado. El ajuste deseado se logrará aplicando tolerancias adecuadas a cada una de las partes por ensamblar.

Actividad (es) de la unidad III.

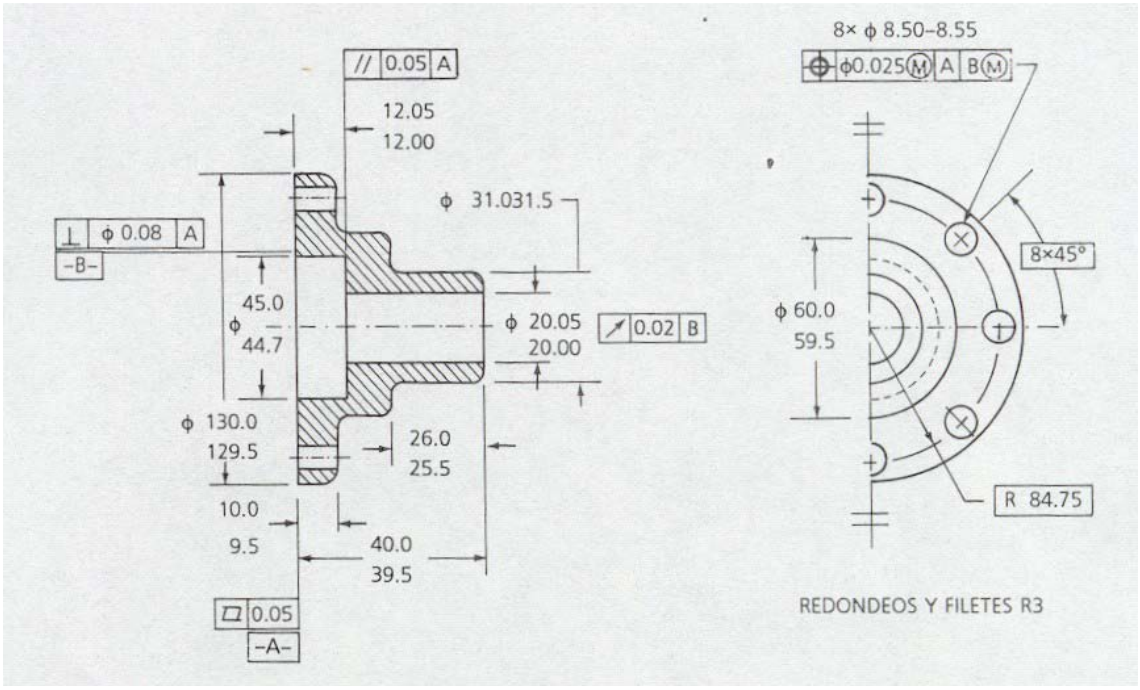
Actividad 8. Coloca la medida correcta.



Actividad 9. Realizar la Práctica # 3: Mediciones con Vernier (ver anexos).

Actividad 10. Realizar la Práctica # 4: Mediciones con Micrómetro (ver anexos).

Actividad 11. De la siguiente figura identifica y redacta en tu cuaderno, lo que significa la simbología.



Actividad 12. Realizar la Práctica # 5: Estudio de R&R a través de las mediciones con _____, para la determinación de un intervalo de aceptación (ver anexos).

4.1. Tipos de Instrumentos de medición

En física, química e ingeniería, un instrumento de medición es un aparato que se usa para comparar magnitudes físicas mediante un proceso de medición. Como unidades de medida se utilizan objetos y sucesos previamente establecidos como estándares o patrones y de la medición resulta un número que es la relación entre el objeto de estudio y la unidad de referencia.

En general los parámetros que caracterizan un fenómeno pueden clasificarse en Analógicos y Digitales, se dice que un parámetro es analógico cuando puede tomar todos los valores posibles en forma continua, por ejemplo: el voltaje de una batería, la intensidad de luz, la velocidad de un vehículo, la inclinación de un plano, etc.

Por otra parte se dice que un parámetro es digital cuando solo puede tomar valores discretos, por ejemplo: el número de partículas emitidas por un material radioactivo en un segundo, el número de moléculas, en un volumen dado de cierto material, el número de revoluciones de un motor en un minuto, etc.

4.1.1 Instrumentos eléctricos.

Los multímetro son una herramienta de prueba y de diagnostico invalorable para los técnicos electricistas, técnicos en mantenimiento, aire acondicionado y refrigeración.

Multímetro Analógico: Es el instrumento que se utiliza en su funcionamiento los parámetros del amperímetro, el voltímetro y el óhmetro.

4.1.2 Instrumentos mecánicos.

Rugosímetros o Perfilómetro (ver el punto 3.3.3).

Bloques patrón (ver el punto 3.2).

Comparadores (por ejemplo el comparador de caratula, ver el punto 3.2.6)

Comparadores de ampliación mecánica: También conocidos como comparadores de contacto como los tipos más corrientes son: los de ampliación por engranes y los de ampliación por palanca.

Manómetro.

Micrométrico (ver el punto 3.2.2).

Niveles de burbuja: Esta formado básicamente por un tubito de vidrio curvado determinado. El tubo está lleno de un liquido muy fluido (éter o alcohol), dejando una burbuja de 20 a 30 ml de longitud.

Regla de acero (ver el punto 3.2).

Calibrador (ver el punto 3.2.1).

4.1.3 Instrumentos hidráulicos.

Anemómetros Laser: Permiten medir el valor de las variaciones de interés en forma directa o indirecta del agua.

Anemómetros De Hilo Caliente: Los tipos son: ecosondas, de resistividad, de membrana de presión.

Limnimetros: Sirve para medir los niveles del agua.

Medidores De Cantidad: En esta clase de instrumentos, se mide la cantidad total que fluye en el tiempo dado y se obtiene un gasto promedio dividiendo la cantidad total entre el tiempo. Se usa para medir el flujo tanto de líquidos como de gases.

Medidores De Gasto: En estos instrumentos se mide el gasto real.

1.- Medidores de obstrucción
- De orificio
- De tobero
- Venturi
- Medidores de área variable

2.- Sondas de velocidad:
- Sondas de presión estática
- Sondas de presión total

3.- Métodos especiales
- Medidores del tipo de tubería
- Medidores del gasto magnético
- Medidores de gasto sónico
- Anemómetros de alambre/película caliente
- Anemómetro láser

Sondas Eléctricas: Funciona bajo el principio de resistividad para medir las características de las olas (altura y periodos) .

Sondas De Resistividad: Sirve para medir molinetes y niveles, para medir velocidades en secciones de control y otras de interés.

4.1.4 Instrumentos neumáticos.

Comparadores De Amplificación Neumática: En estos aparatos la amplificación está basada en los cambios de presión que se producen en una cámara en la que entra un gas a una velocidad constante al variar las condiciones de salida del gas por un orificio.

El más conocido es el denominado comparador solex o micrómetro solex; probablemente es la realización francesa más notable en el campo de la amplificación. Este método ha sido puesto a punto por la Sociedad Solex, que lo utilizo primeramente para la verificación de las secciones de inyectores de carburadores; luego fueron puestas a punto las aplicaciones metrológicas hacia 1931 en colaboración con la precisión macanique.

La amplificación puede alcanzar 100 000 en los aparatos construidos especialmente para los laboratorios de metrología.

Micrómetro Solex: Es un comparador neumático de baja presión constante de 2 secciones principales, la fuente de aire: compresor de aire con dispositivo regulador de aire, filtro y dispositivo de aire. La sección de medición: Plano de revisión, escala de comparación, palpadores intercambiables. A este efecto, los aparatos empleados pueden subdividirse en 2 grupos, que comprenden:

Los aparatos de válvula, los cuales se conectan al manómetro y en los que el palpador se apoya sobre la pieza a medir; la variación de cota de la pieza arrastra la variación de la abertura de la válvula, la cual determina el escape del aire.

El otro grupo corresponden los aparatos de surtidores, tales como el esferómetro, en los cuales el escape de aire está determinado por la distancia entre el surtidor y la superficie misma de la pieza.

La tendencia es preferir el empleo de los aparatos de válvula, pues en los de surtidor el caudal del surtidor de salida está influido por el estado de superficie de la pieza controlada, lo que no ocurre en los aparatos de válvula.

4.2 Tipos de instrumentos de medición electrónicos.

Un multímetro, es un instrumento de medida, el cual es capaz de medir tensión eléctrica (voltaje) tanto en corriente alterna, como corriente directa; también mide corriente, la cual tiene como unidad de medida el Amper, al igual que el voltaje, en corriente alterna y directa; mide resistencia con una unidad de medida conocida como el Ohm; otros multímetros pueden llegar a probar capacitores, diodos, bobinas, pero esto dependerá de la marca y el modelo del multímetro.

Multímetro Digital: Es el instrumento que puede medir el amperaje, el voltaje y el óhmetro obteniendo resultados numéricos-digitales. Trabaja con los tipos de corriente.

Figura 31. Multímetro.

Un osciloscopio es un instrumento de medición electrónico para la representación gráfica de señales eléctricas que pueden variar en el tiempo. Es muy usado en electrónica de señal, frecuentemente junto a un analizador de espectro.

Figura 32. Osciloscopio.

Presenta los valores de las señales eléctricas en forma de coordenadas en una pantalla, en la que normalmente el eje X (horizontal) representa tiempos y el eje Y (vertical) representa lo que se está midiendo (como por ejemplo la tensión).

4.3. Características de los instrumentos de Medición eléctricos.

El uso del multímetro analógico no es tan complicado como parece, si se tiene en cuenta lo siguiente:

- Siempre debes utilizar la escala más alta para empezar una medición de DCV-ACV-ACA-DCA.

- En la medición de voltaje continuo DCV (no así en alterna ACV), conectarlo siempre la punta roja a positivo y la punta negra a negativo, sino golpeara la aguja ya que no tiene posibilidad de marcar el error de

polaridad como los digitales, de no estar seguro de la polaridad toca donde deseas medir rápidamente con las puntas y si la aguja tiende a subir (hacia la derecha), es la polaridad correcta, de lo contrario invierte las puntas.

- Para medir corriente continua DCA, es igual que en punto 2 pero lógicamente conectándolo en serie.

- Para leer los valores tendrás que elegir la escala del cuadrante más apropiada a la selección realizada en la llave selectora. Podrás fijarte que no es tan difícil ya que entre ambas encontraras un submúltiplo. Ejemplo en la escala de 120 del cuadrante podrás leer todas las mediciones seleccionadas por la llave en 12-120-1200,(no importa si es DCV-ACV-ACA-DCA ojo polaridad y conexión) en 30 las de 3-30-300 sea volt-amp. Las escalas varían según el modelo y marca del multímetro.

- Para medir resistencia deberás utilizar la escala más alta e ir disminuyendo, se lee de derecha a izquierda, tendrás que poner a cero la aguja (cada vez que modifiques la escala) tocando ambas puntas y con el potenciómetro que debe tener a la vista llevar la aguja al cero de la escala (si no llega deberás cambiar las pilas del multímetro). Una vez hecho esto y suponiendo que la lectura está del lado derecho deberás multiplicar lo que estás leyendo por lo que indica la llave selectora. Ejemplo si estás leyendo 22 y estas en X1 serán 22 ohm, X10 220 ohm, X1K 22000 ohm o 22k y así con otras mediciones.

4.4. Instrumentos de inducción.

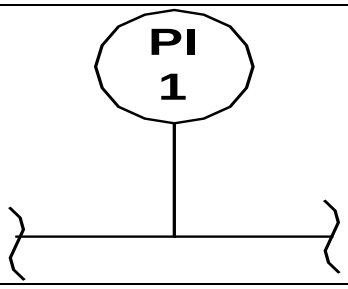
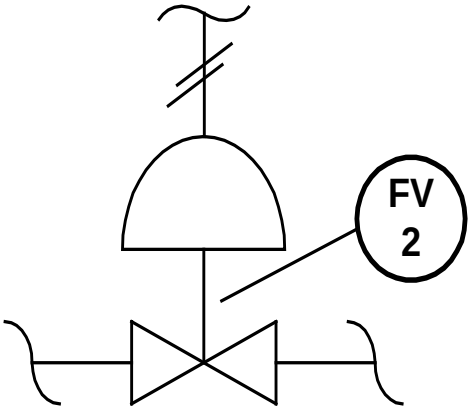
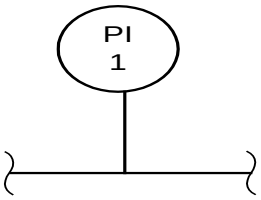
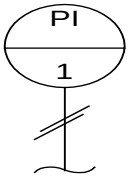
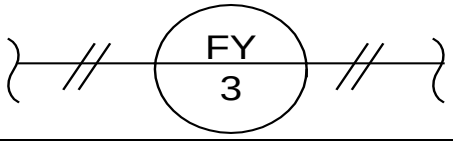
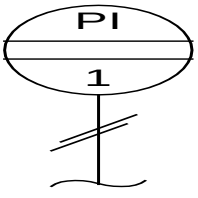
Motor de inducción. Es un motor eléctrico en el cual solamente una parte, el rotor o el estator, se conecta a la fuente de energía y la otra trabaja por inducción electromagnética.

4.5. Simbología de instrumentos.

La aplicación de la instrumentación, medición y control de Procesos debe ser un punto importante para la representación por símbolos para indicar lo realizado.

El simbolismo es un proceso abstracto en el cual las características salientes de los dispositivos o funciones son representados de forma simple por figuras geométricas como círculos, rombos, triángulos y otros para escribir caracteres como letras y números identificando la ubicación y el tipo de instrumento a ser utilizado.

Las figuras geométricas son usadas para representar funciones de medición y control en el proceso, así como dispositivos y sistemas.

El Círculo se usa para indicar la presencia de un instrumento y como elemento descriptor; como símbolo de un instrumento representa, el concepto de un dispositivo o función. En la figura, se muestra un dispositivo indicador de Presión (PI).	
Como elemento descriptor es usado para proporcionar información acerca de otro símbolo. En la figura, se muestra una válvula para el control de Flujo (FV). La diferencia entre ambos usos está en la inclinación de la línea saliente del círculo y en el trazo incompleto para el caso del descriptor. El elemento descriptor suele llevar además un código proporcionando información adicional sobre el tipo de instrumento y el tipo de variable medida.	
Ninguna línea para instrumentos montados en planta (o campo)	
Una línea sólida dividiendo el círculo para instrumentos montados en paneles de salas de control (de fácil acceso para el operador)	
Una línea entrecortada dividiendo el círculo para instrumentos montados detrás de paneles o gabinetes (de fácil acceso para el operador	
Una línea sólida doble dividiendo el círculo para instrumentos montados en paneles auxiliares o secundarios	
Líneas entrecortadas dobles	

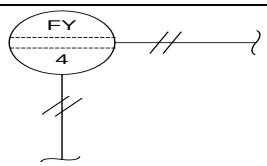
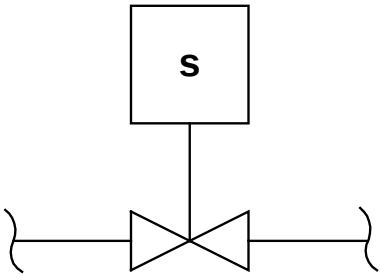
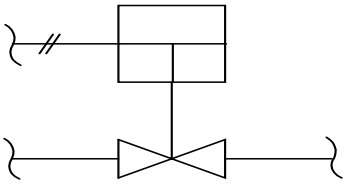
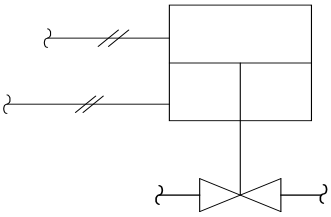
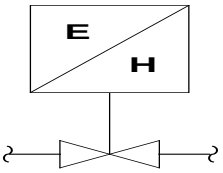
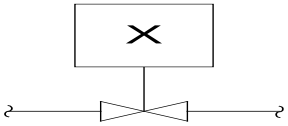
dividiendo el círculo para instrumentos montados detrás de paneles secundarios	
Uno de los primeros usos de los cuadrados pequeños es la representación de actuadores del tipo solenoide, en este uso se prefiere dibujar el cuadrado con una letra S inscrita en él .	
Los cuadrados pequeños son también usados para representar actuadores de pistón dibujando para esto una pequeña T representando el pistón y líneas simples y dobles para pistones de simple y doble acción respectivamente.	Representación de un actuador de pístón  Representación de un actuador de pístón de doble acción 
Otros actuadores, se pueden representar inscribiendo un cuadrado con la combinación E/H para indicar actuadores electrohidraulicos o con una X para representar actuadores no clasificados.	 

Tabla 9. Simbología de instrumentos.

	LOCALIZACIÓN PRIMARIA NORMALMENTE ACCESIBLE PARA EL PROGRAMADOR	MONTADO EN CAMPO	LOCALIZACIÓN AUXILIAR NORMALMENTE ACCESIBLE PARA EL OPERADOR
INSTRUMENTOS DISCRETOS			
CONTROL MECANICO			
FUNCION DE COMPUTADOR			
CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE			

Tabla 10. Simbolismo de instrumentos

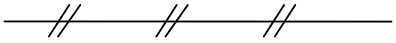
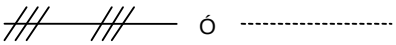
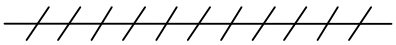
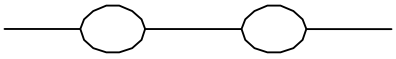
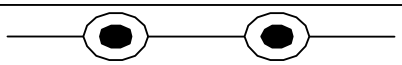
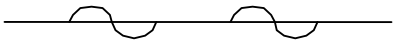
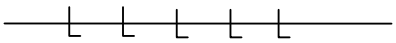
Conexión de proceso o suministro	
Señal Neumática	
Señal Eléctrica	 Ó
Tubo Capilar	
Señal Indefinida	
Línea de Software	
Línea Mecánica	
Señal electromagnética o de sonido	
Señal Hidráulica	
El símbolo de señal neumática es usado de esta forma cuando se trata de aire.	AS aire suministrado ES Suministro eléctrico GS Suministro de Gas HS Suministro Hidráulico NS Suministro de Nitrógeno SS Suministro de vapor WS Suministro de agua

Tabla 11. Simbolismo de señales.

Nº	FUNCIÓN	SIMBOLO	Nº	FUNCIÓN	SIMBOLO
1	SUMATORIA	∑	11	FUNCIÓN NO LINEAL	f(x)
2	PROMEDIO	∑/n	12	FUNCIÓN TIEMPO	f(t)
3	DIFERENCIA	△	13	MAYOR	>
4	PROPORCIONAL	K 1:1 2:1	14	MENOR	<
5	INTEGRAL	∫	15	LIMITE ALTO	⩾
6	DERIVADA	d/dt	16	LIMITE BAJO	⩽
7	MULTIPLICACIÓN	X	17	PROPORCIONAL REVERSIBLE	- k
8	DIVISIÓN	÷	18	LIMITE DE VELOCIDAD	∀
9	EXTRACCIÓN DE RAÍZ	n√	19	CONVERSIÓN	*/*
10	EXPONENCIAL	X^n	20	SEÑAL DEL MONITOR	**H **L **HL

Tabla 12. Simbolismo de funciones.

Identificación De Elementos.

La identificación de los símbolos y elementos debe ser alfa numérica, los números representan la ubicación y establecen el lazo de identidad, y la codificación alfabética identifica al instrumento y a las acciones a realizar.

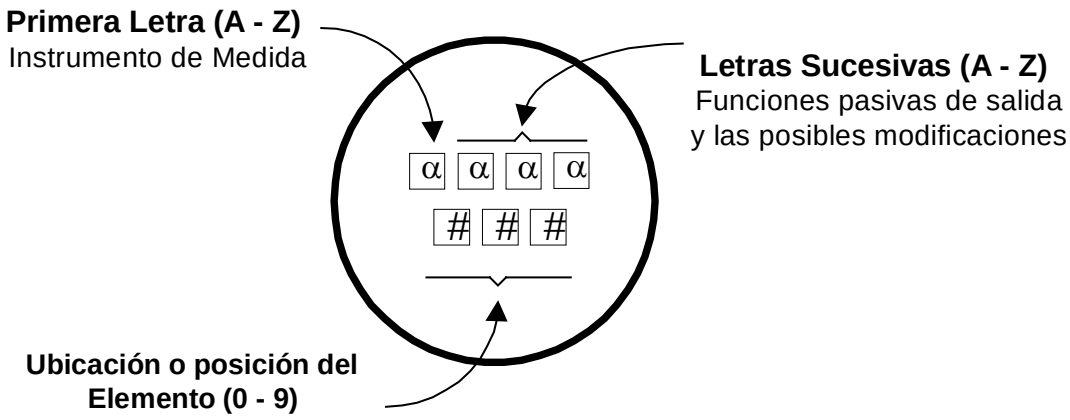


Figura 33. Identificación para instrumentros.

LETRA	PRIMERA LETRA		LETRA SUCESIVA		
	VARIABLE MEDIDA	MODIFICADO	FUNCIONES PASIVAS Ó LECTURAS DE SALIDA	FUNCIONES DE SALIDA	MODIFICADAS
A	Análisis (composición)		Alarma, incluye Inter-loook y Emergencia		
B	Combustión				
C	Conductividad, Concentración		Regulación (ON – OFF)	Control	
D	Densidad, Peso Especifico	Diferencial			
E	Voltaje		Sensor		
F	Flujo	Fracción			
G			Dispositivo de visión		
H	Mano (acción manual)				Alarma de alta
I	Corriente Eléctrica		Indicación (indicador)		
K	Tiempo	Razón del cambio de tiempo			
L	Nivel		Luz		Alarma de baja
M	Humedad				Intermedio ó Medio
N		Libre a elección	Libre a elección		
O			Orificio, restricción		
P	Presión		Punto de prueba ó conexión		
Q	Cantidad	Integrado, Totalizado			
R	Radiación		Registro		
S	Velocidad, Frecuencia	Seguridad		Interruptor	
T	Temperatura		Transmisor		
U	Multivariable		Multifunción	Multifunción	Multifunción
W	Peso (fuerza)		Pozo		
V	Vibración o Análisis Mecánico			Valvula	
X	Libre a elección	Eje X	Libre a elección	Libre a elección	Libre a elección
Y	Evento, Estado, Presencia	Eje Y		Réle, Computadora	
Z	Posición, Dimensionamiento	Eje Z		Actuador, Manejador	

Tabla 13. Letras de identificación para instrumentos.

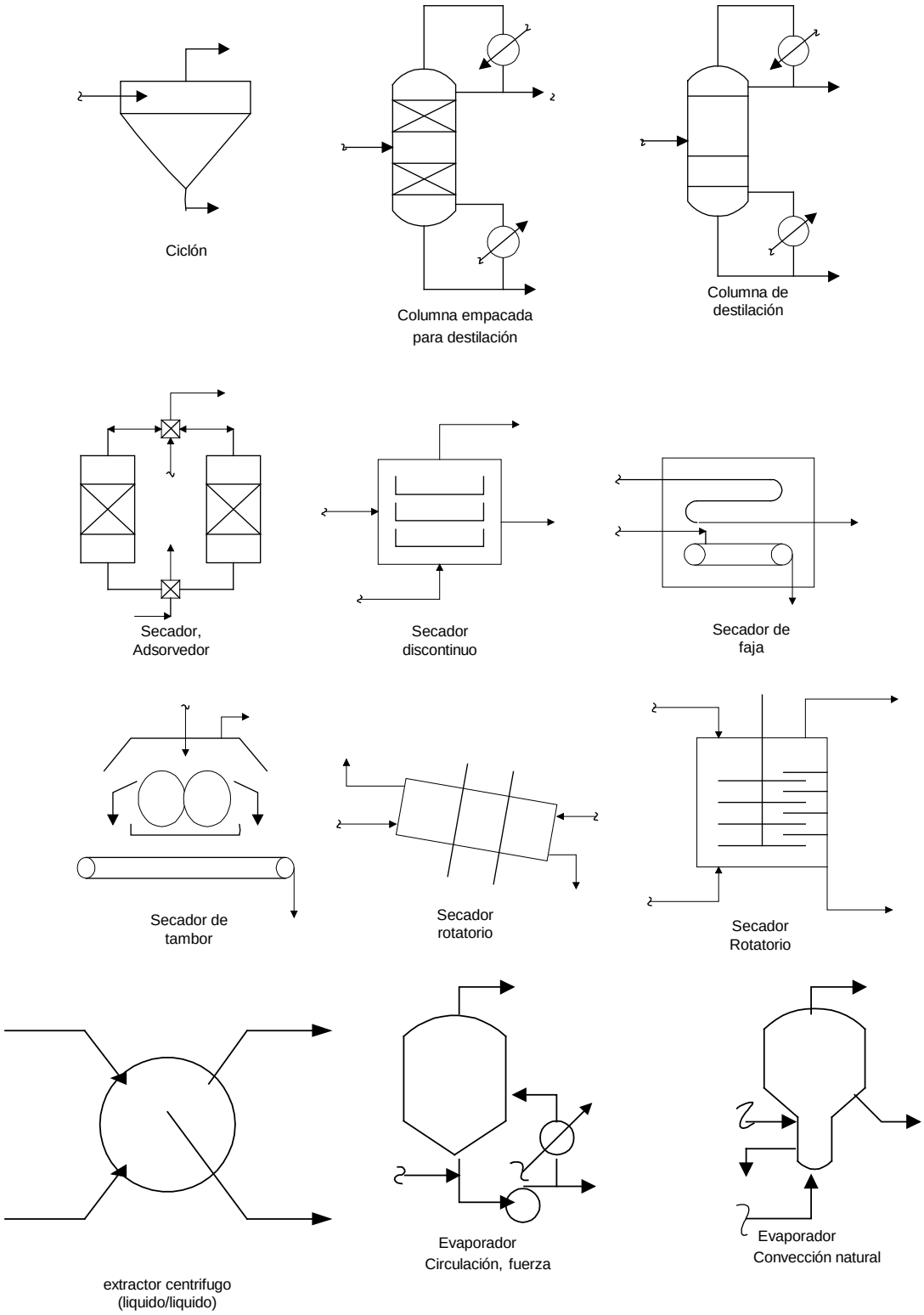


Figura 34. Instrumentos ubicados en los diagramas de procesos de equipo.

4.6. Higrómetros y Termómetros

Termómetros. La temperatura es la unidad de medida de la intensidad de calor. La temperatura desciende según aumenta la latitud, es decir, hace más calor según nos acercamos al ecuador. También desciende con la altura a razón de un grado por cada 180 metros de elevación, aproximadamente. Y las temperaturas son más suaves en la costa que en el interior de los continentes, por la cercanía del mar.

Su unidad de base es el Kelvin cuya abreviatura es K. En los estados europeos y sudamericanos se ha adoptado junto a la escala Kelvin la escala Celsius. Su unidad es el grado Celsius cuya abreviatura es ºC (grados centígrados). En meteorología se trabaja con la escala Celsius. En la escala Celsius se atribuye el valor 0º C a la temperatura del hielo fúndente (punto de hielo), y el valor 100º C al punto de ebullición del agua a la presión normal. Su magnitud es igual a Kelvin.

Para medir la temperatura del aire se utilizan diferentes termómetros, el de máxima y el de mínima, colocados en la sombra, a ser posible en la garita meteorológica.

Figura 35. Termómetro de máxima y mínima.

Termómetro de mínima: es un termómetro de alcohol que lleva un índice el cual se desplaza hacia la izquierda si la temperatura baja, sin embargo no se desplaza hacia la derecha cuando la temperatura aumenta lo que hace que podamos saber la temperatura mínima de un cierto periodo de tiempo.

Termómetro de máxima: es un termómetro de mercurio que al igual que el de mínima lleva un índice el cual funciona igual pero al revés.

Para calcular la temperatura media que ha hecho en un lugar en un cierto periodo solo hace falta sumar las dos temperaturas de ese lugar: mínima y máxima y su coeficiente dividirlas entre dos.

Higrómetros. La humedad es la cantidad de vapor de agua contenido en el aire, en un lugar e instante determinados.

La humedad atmosférica puede expresarse en valor absoluto (humedad absoluta), indicando la masa de vapor de agua contenida en un litro de aire, pero es más significativo su valor relativo, ya que la cantidad máxima posible de vapor de agua presente en el aire (saturación) es variable y depende de la temperatura.

La humedad atmosférica se expresa en función de un parámetro denominado humedad relativa.

La humedad absoluta se define como los gramos de vapor de agua contenidos en un metro cúbico de aire.

La humedad de saturación es la máxima cantidad de vapor agua que admite un metro cúbico de aire, a una determinada temperatura.

Cuando baja la temperatura, disminuye la cantidad de vapor posible en el aire. La cantidad de vapor de agua (agua en estado gaseoso) que contiene el aire en una determinada zona depende de su temperatura y de la cantidad de agua evaporable que haya.

La humedad atmosférica se mide con un sencillo instrumento denominado higrómetro. El higrómetro es un instrumento registrador de la humedad o vapor de agua en el aire.

Figura 36. Higrómetro.

Hay diferentes tipos de higrómetros, pero el más corriente, junto con el psicrómetro, es el conocido como “higrómetro de cabello”.

Este se basa en la particularidad que en cuanto un cabello se humedece su longitud aumenta ligeramente. Después de un no largo proceso el higrómetro da la humedad relativa, eso sí, en un tanto por ciento.

Actividad (es) de la unidad IV.

Actividad 13. Realiza una clasificación de los instrumentos de medición.

Actividad 14. Realizar la Práctica # 6: Manejo Del Multímetro (ver anexos).

Actividad 15. Realizar la Práctica # 7: Rugosidad (ver anexos).

5.1 Introducción a la óptica.

La óptica es la ciencia de controlar la luz. La luz es parte de un tipo de energía llamada “radiación electromagnética” (EM). La luz es la parte de las ondas EM que podemos ver y forma los colores del arcoíris.

Hablando más formal, la óptica es el campo de la ciencia y la ingeniería que comprende los fenómenos físicos y tecnologías asociadas con la generación, transmisión, manipulación, uso y detección de la luz.

La luz (viaja a 300 000km/seg) es una onda electromagnética, esto significa que es una combinación de una onda eléctrica y una onda magnética (y una onda electromagnética viaja a la velocidad de la luz).

Las ondas electromagnéticas pueden ser muchas, como se muestra en la siguiente figura:

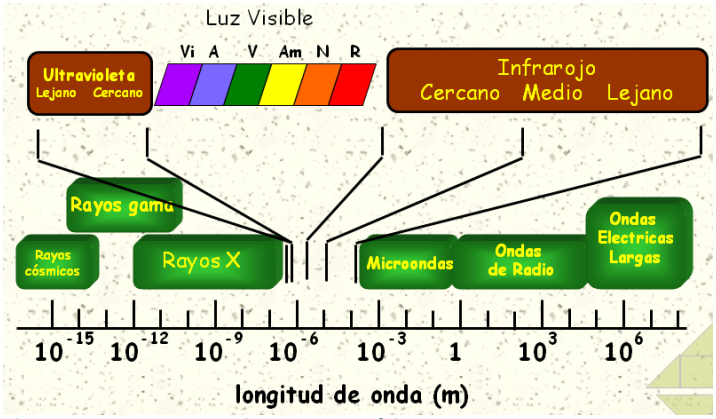


Figura 37. Espectro electromagnético.

Existen tres formas de controlar la luz:

1. Bloqueándola con algo.

2. Reflejándola (conocido como reflexión).

3. Doblándola, es decir, la luz cambia su dirección pasando de un medio transparente a otro de diferente densidad, como aire o agua (conocido como refracción).

Para nosotros los seres humanos es muy importante controlar la luz, ya que los usos que le hemos dado son tan variados, como:

- Lentes de contacto
- Fotocopiadoras
- Microscopios y lupas
- Proyectores
- Reproductores de cd
- Rayos X
- Laser (Luz Amplificada por Efecto de Radiación Estimulada)

Cabe mencionar que este último se utiliza en la industria con fines de medición, cortar, soldar, etc.

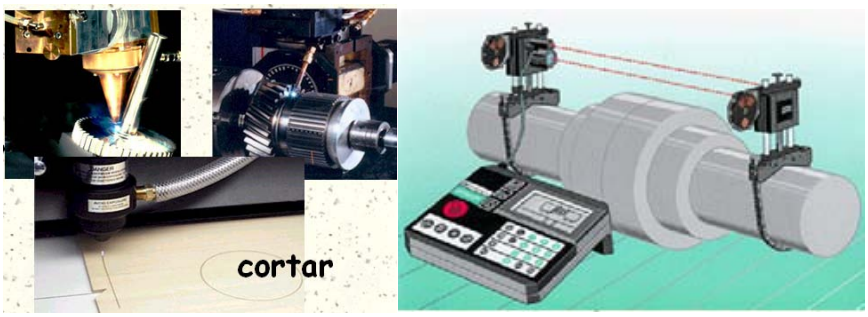


Figura 38. Utilizaciones del laser.

5.2 Instrumentos ópticos.

Espejo: Dispositivo óptico, generalmente de vidrio, con una superficie lisa y pulida, que forma imágenes mediante la reflexión de los rayos de luz. Además de su uso habitual en el hogar, los espejos se emplean en aparatos científicos; por ejemplo, son componentes importantes de los microscopios y los telescopios.

Prisma (Óptica): Bloque de vidrio u otro material transparente que tiene la misma sección transversal (generalmente un triángulo) en toda su longitud. Los dos tipos de prisma más frecuentes tienen secciones transversales triangulares con ángulos de 60 o de 45º. Los prismas tienen diversos efectos sobre la luz que pasa a través de ellos.
Cuando se dirige un rayo de luz asia un prisma, sus componentes de distintos colores son refractados (desviados) en diferente medida al pasar a través de cada superficie, con lo que se produce una banda coloreada de luz denominada espectro. Este fenómeno se conoce como dispersión cromática, y se debe al hecho de que los diferentes colores de la luz tienen distintas longitudes de onda, y son más o menos frenados al pasar a través del vidrio: la luz roja es la que resulta menos frenada, y la violeta la que más.

Fibra Óptica: Fibra o varilla de vidrio u otro material transparente con un índice de refracción alto que se emplea para transmitir luz. Cuando la luz entra por uno de los extremos de la fibra, se transmite con muy pocas pérdidas incluso aunque la fibra esté curvada. El principio en que se basa la transmisión de luz por la fibra es la reflexión interna total; la luz que viaja por el centro o núcleo de la fibra incide sobre la superficie externa con un ángulo mayor que el ángulo crítico, de forma que toda la luz se refleja sin pérdidas hacia el interior de la fibra. Así, la luz puede transmitirse a larga distancia reflejándose miles de veces. Para evitar pérdidas por dispersión de luz debida a impurezas de la superficie de la fibra, el núcleo de la fibra óptica está recubierto por una capa de vidrio con un índice de refracción mucho menor; las reflexiones se producen

en la superficie que separa la fibra de vidrio y el recubrimiento. La aplicación más sencilla de las fibras ópticas es la transmisión de luz a lugares que serían difíciles de iluminar de otro modo.

También pueden emplearse para transmitir imágenes, cada punto de la imagen proyectada sobre un extremo del haz se reproduce en el otro extremo, con lo que se reconstruye la imagen, que puede ser observada a través de una lupa. La transmisión de imágenes se utiliza mucho en instrumentos médicos para examinar el interior del cuerpo humano y para efectuar cirugía con láser, en sistemas de reproducción mediante facsímil y fotocomposición, en gráficos de ordenador o computadora y en muchas otras aplicaciones. Las fibras ópticas también se emplean en una amplia variedad de sensores, que van desde termómetros hasta giroscopios. Su potencial de aplicación en este campo casi no tiene límites, porque la luz transmitida a través de las fibras es sensible a numerosos cambios ambientales, entre ellos la presión, las ondas de sonido y la deformación, además del calor y el movimiento.

Las fibras pueden resultar especialmente útiles cuando los efectos eléctricos podrían hacer que un cable convencional resultara inútil, impreciso o incluso peligroso. También se han desarrollado fibras que transmiten rayos láser de alta potencia para cortar y taladrar materiales. La fibra óptica se emplea cada vez más en la comunicación, debido a que las ondas de luz tienen una frecuencia alta y la capacidad de una señal para transportar información aumenta con la frecuencia. En las redes de comunicaciones se emplean sistemas de láser con fibra óptica.

Microscopio: Cualquiera de los distintos tipos de instrumentos que se utilizan para obtener una imagen aumentada de objetos minúsculos o detalles muy pequeños de los mismos. El tipo de microscopio más utilizado es el microscopio óptico, que se sirve de la luz visible para crear una imagen aumentada del objeto.

El microscopio óptico más simple es la lente convexa doble con una distancia focal corta. Estas lentes pueden aumentar un objeto hasta 15 veces. Por lo general, se utilizan microscopios compuestos, que disponen de varias lentes con las que se consiguen aumentos mayores. Algunos microscopios ópticos pueden aumentar un objeto por encima de las 2000 veces.

El microscopio compuesto consiste en dos sistemas de lentes, el objetivo y el ocular, montados en extremos opuestos de un tubo cerrado. El objetivo está compuesto de varias lentes que crean una imagen real aumentada del objeto examinado. Las lentes de los microscopios están dispuestas de forma que el objetivo se encuentre en el punto focal del ocular. Cuando se mira a través del ocular se ve una imagen virtual aumentada de la imagen real. El aumento total del microscopio depende de las distancias focales de los dos sistemas de lentes.

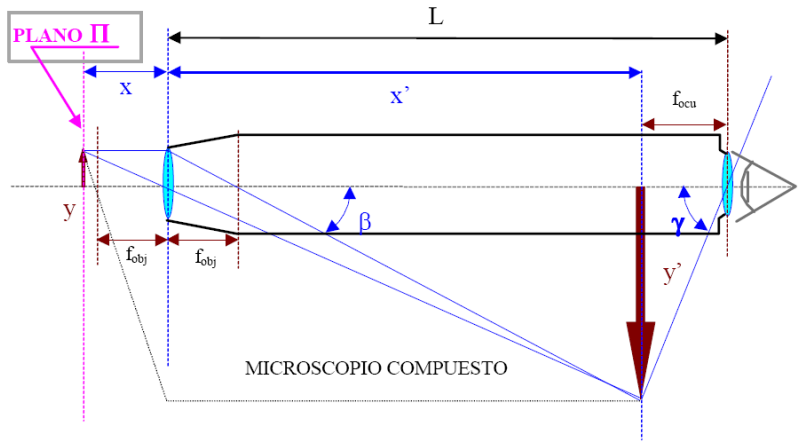


Figura 39. Microscopio compuesto.

Telescopio: Es un instrumento óptico empleado para observar objetos muy grandes que se encuentran a muy lejanas distancias como por ejemplo estrellas, cometas, planetas, entre otros.

Cristal: Porción homogénea de materia con una estructura atómica ordenada y definida y con forma externa limitada por superficies planas y uniformes simétricamente dispuestas. Los cristales se producen cuando un líquido forma lentamente un sólido; esta formación puede resultar de la congelación de un líquido, el depósito de materia disuelta o la condensación directa de un gas en un sólido. Los ángulos entre las caras correspondientes de dos cristales de la misma sustancia son siempre idénticos, con independencia del tamaño o de la diferencia de forma superficial.

Interferómetro: Instrumento que emplea la interferencia de ondas de luz para la medida ultra precisa de longitudes de onda de la luz misma, de distancias pequeñas y de determinados fenómenos ópticos. Existen muchos tipos de interferómetros, pero en todos ellos hay dos haces de luz que recorren dos trayectorias ópticas distintas determinadas por un sistema de espejos y placas que finalmente se unen para formar franjas de interferencia. Para medir la longitud de onda de una luz monocromática se utiliza un interferómetro dispuesto de tal forma que un espejo situado en la trayectoria de uno de los haces de luz puede desplazarse una distancia pequeña que puede medirse con precisión y varía así la trayectoria óptica del haz. Cuando se desplaza el espejo una distancia igual a la mitad de la longitud de onda de la luz, se produce un ciclo completo de cambios en las franjas de interferencia. La longitud de onda se calcula midiendo el número de ciclos que tienen lugar cuando se mueve el espejo una distancia determinada.

Red De Difracción: Dispositivo óptico empleado para separar las distintas longitudes de onda (colores) que contiene un haz de luz. El dispositivo suele estar formado por una superficie reflectante sobre la que se han trazado miles de surcos paralelos muy finos.

Espectroheliógrafo: Elemento importante del equipo utilizado en astronomía para fotografiar las protuberancias del Sol, como la fotosfera (la

capa interior de gases calientes más cercana a la superficie del Sol) y la cromosfera (la capa exterior más fría). El espectroheliógrafo, junto con un telescopio, fotografía el Sol en luz monocromática (con una única longitud de onda).

5.3 Mediciones con óptica física.

La flexibilidad es el tema clave en la tecnología de multisensores. La flexibilidad en el mundo de la metrología significa tener la libertad de elegir entre medición por contacto y medición óptica, con sólo un sistema de medición. Por lo tanto, un único sistema es suficiente para la medición por contacto y la medición óptica de todas las características de inspección en una pieza de trabajo.

Para la medición de materiales sensibles al tacto, la solución ideal son los sistemas de medición óptica. Estos sistemas miden de forma no destructiva y con precisión. Gracias al versátil rango de sistemas de medición ópticos disponemos de la solución correcta para cada tarea de medición.

Figura 40. Equipos de medición a través de óptica física.

5.4 Fotometría.

Se conoce por fotometría a la parte de la Física que estudia las medidas de las magnitudes que están asociadas a la luz, de la misma forma que Radiometría es la parte de la Física que estudia las medidas de las magnitudes que están asociadas con la energía radiante.

Una magnitud fotométrica es una magnitud radiométrica ponderada teniendo en cuenta la sensación visual que provoca en el ojo.

La unidad fundamental de fotometría del Sistema Internacional es la Candela.

A continuación en la siguiente tabla se resumen todas las magnitudes, tanto radiométricas como fotométricas, indicando las unidades en las que se miden, así como las relaciones entre ellas.

FOTOMETRIA				RADIOMETRIA		
NOMBRE	SIMBOLO	UNIDAD	FORMULA	NOMBRE	SIMBOLO	UNIDAD
Energía luminosa	Q_v	Talbot		Energía radiante	Q_e	julios
Potencia luminosa	P_v	Lumen	dQ_v/dt	Potencia radiante	P_e	watios
Intensidad luminosa	I_v	Candela	$dP_v/d\bullet$	Intensidad radiante	I_e	wat/st
Luminancia	L_v	Nit	dI_v/dS_{ip}	Radiancia	L_e	$wat/m^2.st$
Iluminación	E_v	Lux	dP_v/dS_r	Irradiación	E_e	wat/est.
Exitancia luminosa	M_v	lum/m^2	dP_v/dS_e	Exitancia radiante	M_e	wat/m^2
Densidad espectral	$D_v(\bullet)$	D/nm	$dD/d\bullet$	Densidad espectral	$D_e(\bullet)$	D/nm
Rendimiento luminoso	$\bullet_L$	lum/w	P_v/P_e			
Curva patrón de luminosidad	$V(\bullet)$		Máximo para $\bullet$ = 555 nm			

Tabla 14. Símbolos y unidades de fotometría y radiometría.

Actividad (es) de la unidad V.

Actividad 16. Realiza una investigación acerca de fotometría.

Actividad 17. Realiza una investigación acerca del funcionamiento del laser.

Bibliografía

Metrología.
Carlos González, Ramón Zeleny
Mc Graw Hill

Mediciones mecánicas. Teoría y diseño.
3ra. Edición.
Figliola, Beasley
Alfaomega

www.diputados.gob.mx [9 de abril de 2010]

Ley federal sobre metrología y normalización.
Última reforma DOF 30-04-2009
Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.
[20 de abril de 2010]

www.economia.gob.mx [13 de abril de 2010]

www.dgn.gob.mx [20 de abril de 2010]

Nom-008-scfi-2002
Sistema general de unidades de medida

NMX-Z-55 Vocabulario Internacional De Metrología

www.ema.org.mx

Guía técnica sobre trazabilidad e incertidumbre en metrología dimensional. México, revisión 1, abril de 2008.

Guía técnica sobre trazabilidad e incertidumbre de medición en la calibración de higrómetros de humedad relativa. México, abril 2008

www.iso.org [27 de abril de 2010]

www.imnc.gob.mx [27 de abril de 2010]

NMX-cc-10012-imnc-2004 Sistemas de gestión de las mediciones-requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición.

NMX-ch-5725/2-imnc-2006 Exactitud (veracidad y precisión) de resultados y métodos de medición, parte 2: método básico para la determinación de la repetibilidad y la reproducibilidad de un método de medición normalizado

www.conocer.gob.mx

Reglas generales y criterios para la integración y operación del sistema nacional de competencias.

www.cenam.gob.mx [18 de mayo de 2010]

Mediciones confiables en la práctica de la ingeniería trabajo realizado por el centro nacional de metrología.
El Marqués, Qro., México, 31 de agosto de 2006.
Rubén J. Lazos Martínez

www.inaoe.gob.mx [6 de julio de 2010]
Presentación en PowerPoint: taller 2002
Dr. Carlos Treviño palacios.

Www.metas.com.mx [6 de julio de 2010]

Aplicación metrológica de los estudios r&R (repetibilidad y reproducibilidad). Año 03 # 11. Noviembre 2003.

Herramientas de la metrología en sistemas de calidad. Año 04 # 09. Septiembre 2004.

Calculation of repeatability and reproducibility For qualitative data.
Koji Horie, Yusuke Tsutsumi, Yukio Takao, Tomomichi Suzuki
Department of industrial administration, Tokyo University of science, 278-8510, Japan.

www.mitutoyo.com [13 de julio de 2010]

Boletín técnico nº. 1 Maquinas de medición por visión.
Mitutoyo
Octubre 2009

Boletín técnico nº. 2 Medidores de alturas
Mitutoyo
Noviembre 2009

Boletín técnico nº. 3 Proyector de perfiles.
Mitutoyo
Diciembre 2009.

Boletín técnico nº. 4 Bloques patrón
Mitutoyo
Enero 2010.

Boletín técnico nº. 5 Equipos de medición de contorno

Mitutoyo
Febrero 2010.

Boletín técnico nº. 6 Micrómetros
Mitutoyo
Marzo 2010.

Boletín técnico nº. 7 Medición de rugosidad
Mitutoyo
Abril 2010.

Boletín técnico nº. 8. Indicadores de carátula.
Mitutoyo
Mayo 2010

Dilatómetro – protocolo. Curso de materiales. Edición 2008-1
Facultad ingeniería industrial laboratorio de producción
Escuela colombiana de ingeniería.

Notas sobre rugosidad
Ricardo a. Scorza

Anexos.

Respuestas de algunas actividades.

Actividad 1.

1. La primera se refiere a un documento donde se plasman los acuerdos y la segunda es todo el proceso que se realizo para llegar a dicho documento.
2. Para que todo se haga igual y se alcancen los estándares de calidad deseados. Y su objetivo es lograr un mejor nivel de vida.
3. El objeto se desenvuelve dentro del espacio, es decir: en el espacio de normalización se encuentra todo objeto de normalización.
4. ----------
5. Simplificación, unificación y especificación.
6. Para tener un equilibrio en la sociedad, con la tecnología y además un equilibrio futuro.
7. a) organismos de certificación, b) unidades de verificación, c) laboratorios de prueba y d) laboratorios de calibración.
8. ----------

Actividad 7.

1. Paralaje y Abbe.
2. En ninguna NOM, la equivalencia es con la NMX-Z-55
3. Propiedad de un resultado de medida por la cual el resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y

documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medida.

4.

Los símbolos de las unidades deben ser expresados en caracteres romanos, en general, minúsculas, con excepción de los símbolos que se derivan de nombres propios, en los cuales se utilizan caracteres romanos en mayúsculas.
Ejemplos: m, cd, K, A

No se debe colocar punto después del símbolo de la unidad.

Los símbolos de las unidades no deben pluralizarse.
Ejemplos: 8 kg, 50 kg, 9 m, 5 m

El signo de multiplicación para indicar el producto de dos ó más unidades debe ser de preferencia un punto.

Este punto puede suprimirse cuando la falta de separación de los símbolos de las unidades que intervengan en el producto, no se preste a confusión.
Ejemplo: N•m o Nm, también m•N pero no: mN que se confunde con milinewton, submúltiplo de la unidad de fuerza, con la unidad de momento de una fuerza o de un par (newton metro).

Cuando una unidad derivada se forma por el cociente de dos unidades, se puede utilizar una línea inclinada, una línea horizontal o bien potencias negativas.
Ejemplo: m/s o ms-1 para designar la unidad de velocidad: metro por segundo

No debe utilizarse más de una línea inclinada a menos que se agreguen paréntesis. En los casos complicados, deben utilizarse potencias negativas o paréntesis
Ejemplos: m/s2 o m•s-2, pero no: m/s/s
m•kg / (s3•A) o m•kg•s-3•A-1, pero no: m•kg/s3/A

Los múltiplos y submúltiplos de las unidades se forman anteponiendo al nombre de éstas, los prefijos correspondientes con excepción de los nombres de los múltiplos y submúltiplos de la unidad de masa en los cuales los prefijos se anteponen a la palabra "gramo"
Ejemplo: dag, Mg (decagramo; megagramo)
ks, dm (kilosegundo; decímetro)

Los símbolos de los prefijos deben ser impresos en caracteres romanos (rectos), sin espacio entre el símbolo del prefijo y el símbolo de la unidad.
Ejemplo: mN (milinewton) y no: m N

Si un símbolo que contiene a un prefijo está afectado de un exponente, indica que el múltiplo de la unidad está elevado a la potencia expresada por el exponente.

Ejemplo: 1 cm3 = (10-2 m)3 = 10-6 m3
1 cm-1 = (10-2 m)-1 = 102 m-1

Los prefijos compuestos deben evitarse.
Ejemplo: 1 nm (un nanómetro)
pero no: 1 mμm (un milimicrómetro)

5.

1) Cuando los particulares manifiesten que sus productos, procesos o servicios son conformes con las mismas, 2) Cuando en una NOM se requiera la observancia de una NMX para fines determinados, y 3) c.- Las que elaboran las entidades de la administración pública para aplicarlas a los bienes o servicios que adquieren, arrienden o contratan cuando las normas mexicanas o internacionales no cubran los requerimientos de las mismas o sus especificaciones resulten obsoletas o inaplicables que se denominan normas de referencia.

Actividad 8.

a) 1,38 cm

b) $3\frac{55}{64}$ in

c) $\frac{31}{64}$ in

Práctica # 1

"Elaboración de una lista de productos que cumplen con las NOM y NMX."

Nombre de la asignatura: Metrología y Normalización.

Profesor: Ing. Israel Escobar Ojeda

Alumno: *Juan Pérez Pérez*

Fecha: *02/07/10*

Observaciones:

Índice

Se debe de colocar la tabla de contenido, es decir lo que se coloco por página, "generalmente se realiza al final".

Introducción

Como su nombre lo dice, debe de introducir al tema que trata la práctica. Por ejemplo:

La importancia del conocimiento de las NOM y NMX radica en que, al vigilar su cumplimiento estos productos alcanzan una mayor ventaja competitiva en el mercado nacional y de igual manera más seguridad para competir en el internacional.

"Generalmente se realiza al final".

Objetivo (s):

El alumno ha de:

1. Conocer las normas relacionadas con el campo de la normalización.

Justificación

Aquí deberás poner el ¿Por qué? y el ¿para qué? se va a realizar la práctica, que aportación va a tener en la formación como ingeniero industrial.

Marco Teórico

Para esta práctica se deberá poner teoría de a)Título tercero de la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización (la que este vigente), b) Normas Mexicanas y c) Norma Oficial Mexicana.

Desarrollo

Debe ser una redacción de cómo se realizo la práctica, en la cual se deben de respetar los puntos clave que el profesor indique (de acuerdo a cada practica). En el desarrollo se debe de poner materiales, equipo, dibujos; es decir, todo lo que ocupaste para poder realizar la práctica.

El desarrollo debe incluir los siguientes puntos:

1. *INGRESE A LOS CATALOGOS DE:*

Catálogo de Normas Oficiales Mexicanas

Catálogo de Normas Mexicanas

El Catálogo Mexicano de Normas es revisado y actualizado permanentemente conforme a las publicaciones relativas a las NOM y NMX que se notifican a través Diario Oficial de la Federación, como son: Declaración de Vigencia, Proyectos de Normas, Cancelaciones, modificaciones y respuestas a comentarios.

2. *Verificar por equipo diez artículos, de consumo frecuente por los miembros del equipo. Para determinar, si cumple con las NOM's o las NMX (en los empaques, embalaje y/o envases).*
3. *Verificar los mismos artículos para ver si cumple con la LFMN.*
4. *Realizar una lista, de los productos que cumplen y de los que no cumplen.*

Conclusión

Aquí debes de poner una (s) frase (s) para ver si se cumplió o no, según los objetivos.

Bibliografía

Coloca las fuentes con las que te apoyaste, para la realización de la práctica.

Práctica # 2

"Organismos De Normalización Y Certificación."

Nombre de la asignatura: Metrología y Normalización.

Profesor: Ing. Israel Escobar Ojeda

Alumno: *Juan Pérez Pérez*

Fecha: *02/07/10*

Observaciones:

Índice

Se debe de colocar la tabla de contenido, es decir lo que se coloco por página, "generalmente se realiza al final".

Introducción

Como su nombre lo dice, debe de introducir al tema que trata la práctica.

"Generalmente se realiza al final".

Objetivo (s):

1. Conocer los Organismos Oficiales Reguladores y conocer algún laboratorio acreditados

Justificación

Aquí deberás poner el ¿Por qué? y el ¿para qué? se va a realizar la práctica, que aportación va a tener en la formación como ingeniero industrial.

Marco Teórico

Para esta práctica se deberá poner teoría de a)Título cuarto de la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización (la que esté vigente), b) Título cuarto de la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización (la que esté vigente), c) Entidad Mexicana De Acreditación y d) Dirección General de Normas.

Desarrollo

Debe ser una redacción de cómo se realizo la práctica, en la cual se deben de respetar los puntos clave que el profesor indique (de acuerdo a cada practica).

En el desarrollo se debe de poner materiales, equipo, dibujos; es decir, todo lo que ocupaste para poder realizar la práctica.

El desarrollo debe incluir los siguientes puntos:

1. *Comprender que son los organismos de certificación, unidades de verificación, laboratorios de prueba y los laboratorios de calibración según la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización (Título cuarto y quinto).*
2. *Visitar la página de la Secretaria deEeconomía. Introducir cada uno de estos conceptos en su buscador.*
3. *Visitar la página de la Entidad Mexicana De Acreditación. Introducir cada uno de estos conceptos en su buscador.*
4. *Ubicar los organismos de certificación, de cada una de las páginas anteriores.*

Conclusión

Aquí debes de poner una (s) frase (s) para ver si se cumplió o no, según los objetivos.

Bibliografía

Coloca las fuentes con las que te apoyaste, para la realización de la práctica.

Práctica # 3

"Mediciones con Vernier."

Nombre de la asignatura: Metrología y Normalización.

Profesor: Ing. Israel Escobar Ojeda

Alumno: *Juan Pérez Pérez*

Fecha: *02/07/10*

Observaciones:

Índice

Se debe de colocar la tabla de contenido, es decir lo que se coloco por página, "generalmente se realiza al final".

Introducción

Como su nombre lo dice, debe de introducir al tema que trata la práctica.

"Generalmente se realiza al final".

Objetivo (s):

1. Identificar los diferentes tipos de Calibrador Vernier
2. Identificar las partes de un Calibrador Vernier
3. Obtener mediciones en SI y sistema ingles con el Calibrador Vernier
4. Identificar los pasos para el mantenimiento del Calibrador Vernier

Justificación

Aquí deberás poner el ¿Por qué? y el ¿para qué? se va a realizar la práctica, que aportación va a tener en la formación como ingeniero industrial.

Marco Teórico

Para esta práctica se deberá poner teoría de a) tipos de Calibrador Vernier, b) partes de un Calibrador Vernier, c) Mantenimiento del Calibrador Vernier, d) Sistema Internacional y e) Sistema inglés.

Desarrollo

Debe ser una redacción de cómo se realizo la práctica, en la cual se deben de respetar los puntos clave que el profesor indique (de acuerdo a cada practica).

En el desarrollo se debe de poner materiales, equipo, dibujos; es decir, todo lo que ocupaste para poder realizar la práctica.

El desarrollo debe incluir los siguientes puntos:

1. *Elegir una pieza del estuche de piezas mecánica del laboratorio de Manufactura.*
2. *Realizar el dibujo de la pieza mecánica en Autocad*
3. *Tomar y registrar 20 lecturas en mm*
4. *Tomar y registrar 20 lecturas en pulgadas*

Conclusión

Aquí debes de poner una (s) frase (s) para ver si se cumplió o no, según los objetivos.

Bibliografía

Coloca las fuentes con las que te apoyaste, para la realización de la práctica.

Práctica # 4

"Mediciones con Micrómetro."

Nombre de la asignatura: Metrología y Normalización.

Profesor: Ing. Israel Escobar Ojeda

Alumno: *Juan Pérez Pérez*

Fecha: *02/07/10*

Observaciones:

Índice

Se debe de colocar la tabla de contenido, es decir lo que se coloco por página, "generalmente se realiza al final".

Introducción

Como su nombre lo dice, debe de introducir al tema que trata la práctica.

"Generalmente se realiza al final".

Objetivo (s):

1. Identificar los diferentes tipos de micrómetros
2. Identificar las partes de un micrómetro
3. Obtener mediciones con el micrómetro
4. Identificar los pasos para el mantenimiento del micrómetro

Justificación

Aquí deberás poner el ¿Por qué? y el ¿para qué? se va a realizar la práctica, que aportación va a tener en la formación como ingeniero industrial.

Marco Teórico

Para esta práctica se deberá poner teoría de a) tipos de micrómetros, b) partes de un micrómetro, c) Mantenimiento del micrómetro y d) bloques patrón.

Desarrollo

Debe ser una redacción de cómo se realizo la práctica, en la cual se deben de respetar los puntos clave que el profesor indique (de acuerdo a cada practica).

En el desarrollo se debe de poner materiales, equipo, dibujos; es decir, todo lo que ocupaste para poder realizar la práctica.

El desarrollo debe incluir los siguientes puntos:

1. *Elegir una pieza del estuche de piezas mecánica del laboratorio de Manufactura.*
2. *Realizar el dibujo de la pieza mecánica en Autocad*
3. *Tomar y registrar 20 lecturas en mm*
4. *Tomar y registrar 20 lecturas en pulgadas*

Conclusión

Aquí debes de poner una (s) frase (s) para ver si se cumplió o no, según los objetivos.

Bibliografía

Coloca las fuentes con las que te apoyaste, para la realización de la práctica.

Práctica # 5

"Estudio de R&R a través de las mediciones con *colocar el nombre del instrumento de medición*, para la determinación de un intervalo de aceptación."

Nombre de la asignatura: Metrología y Normalización.

Profesor: Ing. Israel Escobar Ojeda

Alumno: *Juan Pérez Pérez*

Fecha: *02/07/10*

Observaciones:

Índice

Se debe de colocar la tabla de contenido, es decir lo que se coloco por página, "generalmente se realiza al final".

Introducción

Como su nombre lo dice, debe de introducir al tema que trata la práctica. "generalmente se realiza al final".

Objetivo (s):

1. Reforzar la obtención de mediciones por medio del Vernier y/o el micrómetro.
2. Determinar un intervalo de aceptación.
3. Distinguir entre Repetibilidad y Reproducibilidad.

Justificación

Aquí deberás poner el ¿Por qué? y el ¿para qué? Se va a realizar la práctica, que aportación va a tener en la formación como ingeniero industrial.

Marco Teórico

Para esta práctica se deberá poner teoría de los a) usos del vernier y el micrómetro, b) regla practica de la desviación estándar y c) R&R.

Desarrollo

Debe ser una redacción de cómo se realizo la práctica, en la cual se deben de respetar los puntos clave que el profesor indique (de acuerdo a cada practica).

En el desarrollo se debe de poner materiales, equipo, dibujos; es decir, todo lo que ocupaste para poder realizar la práctica.

El desarrollo debe incluir los siguientes puntos:

1. *Sacar todas las medidas posibles de la tapa (de acuerdo a cada instrumento de medición). Con n=10.*
2. *Calcular un intervalo de aceptación, según la (s) medida (s) critica, con la regla practica de la desviación estándar.*
3. *Medir cincuenta tapas y determinar si se aceptan o no.*

Conclusión

Aquí debes de poner una (s) frase (s) para ver si se cumplió o no, según los objetivos.

Bibliografía

Coloca las fuentes con las que te apoyaste, para la realización de la práctica.

Práctica # 6

"Manejo Del Multímetro"

Nombre de la asignatura: Metrología y Normalización.

Profesor: Ing. Israel Escobar Ojeda

Alumno: *Juan Pérez Pérez*

Fecha: *02/07/10*

Observaciones:

Índice

Se debe de colocar la tabla de contenido, es decir lo que se coloco por página, "generalmente se realiza al final".

Introducción

Como su nombre lo dice, debe de introducir al tema que trata la práctica. "generalmente se realiza al final".

Objetivo (s):

1. Saber usar el multímetro

Justificación

Aquí deberás poner el ¿Por qué? y el ¿para qué? Se va a realizar la práctica, que aportación va a tener en la formación como ingeniero industrial.

Marco Teórico

Para esta práctica se deberá poner teoría de a) ley de Hom, b) fase, neutro y c) multímetro

Desarrollo

Debe ser una redacción de cómo se realizo la práctica, en la cual se deben de respetar los puntos clave que el profesor indique (de acuerdo a cada practica). En

el desarrollo se debe de poner materiales, equipo, dibujos; es decir, todo lo que ocupaste para poder realizar la práctica.

El desarrollo debe incluir los siguientes puntos:

1. *Introducción de los principios básicos de electricidad por el profesor*
2. *Explicación por el profesor del multímetro*
3. *Medir el voltaje de una caja de energía de cualquier maquina convencional del Laboratorio de Manufactura*
4. *Identificar: el neutro, la tierra y las fases*

Conclusión

Aquí debes de poner una (s) frase (s) para ver si se cumplió o no, según los objetivos.

Bibliografía

Coloca las fuentes con las que te apoyaste, para la realización de la práctica.

Práctica # 7

"Rugosidad"

Nombre de la asignatura: Metrología y Normalización.

Profesor: Ing. Israel Escobar Ojeda

Alumno: *Juan Pérez Pérez*

Fecha: *02/07/10*

Observaciones:

Índice

Se debe de colocar la tabla de contenido, es decir lo que se coloco por página, "generalmente se realiza al final".

Introducción

Como su nombre lo dice, debe de introducir al tema que trata la práctica, "generalmente se realiza al final".

Objetivo (s):

1. Tomar lecturas con el indicador de carátula.
2. Conocer los principios básicos de la rugosidad

Justificación

Aquí deberás poner el ¿Por qué? y el ¿para qué? Se va a realizar la práctica, que aportación va a tener en la formación como ingeniero industrial.

Marco Teórico

Para esta práctica se deberá poner teoría de a) Indicador de caratula, b) rugosidad c) tolerancias geométricas y c) base magnética

Desarrollo

Debe ser una redacción de cómo se realizo la práctica, en la cual se deben de respetar los puntos clave que el profesor indique (de acuerdo a cada practica). En el desarrollo se debe de poner materiales, equipo, dibujos; es decir, todo lo que ocupaste para poder realizar la práctica.

El desarrollo debe incluir los siguientes puntos:

1. *El profesor dará un ejemplo de cómo mover la rectificadora de superficies planas para la medición de la rugosidad de un material, a través de la lectura de un indicador de caratula.*
2. *El profesor dará un ejemplo de cómo mover el tormo horizontal para la medición de la rugosidad de un material, a través de la lectura de un indicador de caratula.*
3. *El alumno medirá la rugosidad de un material plano en la rectificadora de superficies planas, a través de la lectura de un indicador de caratula. Nota: la maquina estará apagada.*
4. *El alumno medirá la rugosidad de un material cilíndrico en el tormo horizontal, a través de la lectura de un indicador de caratula. Nota: la maquina estará apagada.*
5. *El alumno indicara que acabado esta en su pieza W ó R.*

Conclusión

Aquí debes de poner una (s) frase (s) para ver si se cumplió o no, según los objetivos.

Bibliografía

Coloca las fuentes con las que te apoyaste, para la realización de la práctica.