



PROGRAMA EDUCATIVO DE MECÁNICA ÁREA INDUSTRIAL

MANUAL DE PRÁCTICAS:

METROLOGÍA

(Basado en Competencias Profesionales)

ELABORADO POR:

CUERPO COLEGIADO DE DIRECTORES Y PROFESORES

Diciembre, 2017

ÍNDICE

Página

Introducción	1
Práctica 1: Selección de normas	2
Práctica 2: Estudio de Repetibilidad y reproducibilidad (R&R)	5
Práctica 3: Medición de piezas mecánicas con vernier	9
Práctica 4: Medición de piezas mecánicas con micrómetro	13
Práctica 5: Medición de la superficie con indicador de caratula	16
Práctica 6: Calibración de un vernier	19

INTRODUCCIÓN

El presente manual es una herramienta en el desarrollo del curso de metrología impartida en el primer cuatrimestre de la carrera de técnico superior universitario en mecánica área industrial. Cuyo objetivo es que el alumno realice mediciones lineales o angulares utilizando diversos instrumentos aplicando normas indicadas para ello, tales como ISO, ASTM, ASME, DIN ,JIS ,NOM ,etc. Se hace especial énfasis en el uso de micrómetros y calibradores vernier por la trascendencia en la industria manufacturera y metalmecánica, sin descartar otros instrumentos como son medidores de alturas, rugosímetros, mesas de granito, indicadores de carátula ,reglas , compases, etc. Además el conocimiento de la importancia del cálculo de los errores en las mediciones, estudios de repetibilidad y reproducibilidad (R&R), así como la incertidumbre en mediciones son herramientas muy útiles que fortalecen el perfil del alumno.

Autores

Programa educativo: Mecánica área Industrial

Unidad	1(Normas y normalización)	Asignatura:	Metrología
Práctica N°:	1	Nombre de la práctica:	Selección de normas
Nombre Integrante(s):			
Introducción:	La normativa en cuanto a las variables de metrología es muy extensa, las normas utilizadas dimensionalmente abarcan ISO, DIN, JIS, NOM, etc. Así mismo hay otras variables a medir como masa, temperatura, volumen, viscosidad que incorporan normas nacionales como las PEMEX o CFE e internacionales como las ya mencionadas.		
Objetivo:	Establecer las normas adecuadas a las mediciones dimensionales realizadas a elementos mecánicos.		

Marco Teórico:

Conceptos básicos de medición.

Medida de una magnitud. Es la comparación con la unidad de su misma Especie para determinar cuántas veces está se halla contenida en aquélla.

Medición directa. Cuando el valor de la medida se obtiene directamente de Los trazos o divisiones de los instrumentos.

Medición indirecta. Cuando para obtener el valor de la medida es necesario Compararla con alguna referencia.

Repetibilidad. Variación de mediciones consecutivas cuando las realiza la misma persona, sobre la misma pieza, mismo instrumento y en el mismo Mismo ambiente.

Resolución efectiva. Es la medida real legible que se reporta.

Incertidumbre. Diferencia entre el valor máximo y mínimo obtenidos en la Mediciones.

Equipo/material:

Equipo: Computadora, internet

Material:

Procedimiento:

1. Especificar una función de algún elemento mecánico, el cual se tenga que realizar una medición de una variable dimensional (Longitud, espesor, altura).
2. Investigar la norma aplicada en la medición antes mencionada.
3. Relacionar las especificaciones de la norma con la medición del elemento mecánico.

(Alumno: Explicar cada uno de los pasos efectuados, Agregar fotografías)

Cuestionario:

- 1.- ¿Qué es una medición?
- 2.- ¿Qué es una norma?
- 3.- Mencionar cinco normas internacionales aplicadas en México
- 4.- Mencionar tres normas nacionales utilizadas en México
- 5.- ¿Cuál es la trascendencia de utilizar una norma o no en una medición de una variable?

Resultados(alumno)**Conclusiones(alumno)****Bibliografía**

- [1] González, C. y Zeleny, R. (2007).Metrología. México: Mc Graw Hill.
- [2] Chavalier, A. (1979), Dibujo Industrial, Montaner y Simón
- [3] Jensen, C. (2004), Dibujo y diseño en Ingeniería. Mc Graw Hill
- [4] Ferrer, M. y López, J. (2009). Manual de equipo de medición, inspección-prueba. México. UTSOE

Programa educativo: Mecánica área Industrial

Unidad	2 (Errores dimensionales)	Asignatura:	Metrología
Práctica N°:	2	Nombre de la práctica:	Estudio de Repetibilidad y reproducibilidad (R&R)
Nombre Integrante(s):			
Introducción:	El concepto de error es muy importante en el estudio de la metrología ya que implica el grado de distorsión de las mediciones realizadas en una prueba determinada. Existen diversos métodos para cuantificar el impacto de las condiciones de medición, el instrumento de medición, el operador, tal como el estudio de repetibilidad y reproducibilidad (R&R).		
Objetivo:	Realizar un estudio de Repetibilidad y reproducibilidad (R&R), a un elemento mecánico utilizando una regla rígida.		

Marco Teórico:

Para realizar un estudio de Repetibilidad y reproducibilidad (R&R), se deberán utilizar no menos de diez piezas a medir, al menos dos intentos de medición por cada pieza a medir , así como no menos de dos operadores que realicen dichas mediciones.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- 1) Cálculo de la variación del equipo (VE)

$$VE = R * k_1 \dots\dots\dots(1)$$

Donde R es el rango de las mediciones, y k₁ es un factor relacionado por el número de intentos

Número de Intentos	k ₁
2	0.8862
3	0.5908

Tabla 1. Factor para número de intentos

- 2) Variación del operador (VO)

$$VO = \sqrt{(DR * k_2)^2 - \frac{VE^2}{nr}} \dots\dots\dots (2)$$

Donde DR es la diferencia de los promedios, k₂ es un factor relacionados con el número de operadores, n es el número de piezas y r es el número de intentos.

Número de operadores	
2	0.7071
3	0.5231

Tabla 2. Factor para número de operadores

Y entonces la Repetibilidad y reproducibilidad (R&R) se calcula :

$$R\&R = \sqrt{(VE)^2 + (VO)^2} \dots\dots (3)$$

Así mismo los criterios de aceptación son:

- Error menor al 10% = el sistema de medición es aceptado en las condiciones de operación actuales.
- Error de 10% y hasta 30% = el sistema puede ser aceptable y depende del costo del instrumento de medición, de la importancia de su aplicación y del costo de reparación.
- Error mayor al 30% = el sistema es rechazado por los que se deberán tomar acciones inmediatas para corregirlo.

Equipo/material:

Equipo: Regla rígida de acero, computadora, software Excel

Material: Diez soleras de 10 cm de longitud

Procedimiento:

- 1) Preparar la pieza a medir (solera 10 cm)
- 2) Realizar las mediciones con la regla rígida
- 3) En una hoja de Excel vaciar los valores de las mediciones obtenidas
- 4) Aplicar las ecuaciones propuestas anteriormente
- 5) Estimar el R&R resultante

6) Aplicar los criterios de aceptación

(Alumno: Explicar cada uno de los pasos efectuados, Agregar fotografías)

Cuestionario:

1.- ¿Qué es un estudio Repetibilidad y reproducibilidad (R&R)?

2.- ¿Cuál es el criterio de aceptación resultante del ejercicio?

3.- ¿Cómo se puede utilizar en la práctica un estudio R&R?

4.- ¿Cuáles son las condiciones adecuadas para realizar una medición de un mensurando?

5.- ¿Un estudio Repetibilidad y reproducibilidad puede arrojar si un instrumento necesita ser reparado?

Resultados(alumno)

Conclusiones(alumno)

Bibliografía

[1] González, C. y Zeleny, R. (2007). Metrología. México: Mc Graw Hill.

[2] Chavalier, A. (1979), Dibujo Industrial, Montaner y Simón

[3] Jensen, C. (2004), Dibujo y diseño en Ingeniería. Mc Graw Hill

[4] Ferrer, M. y López, J. (2009). Manual de equipo de medición, inspección-

prueba. México. UTSOE

Programa educativo

Unidad	3(Instrumentos de medición)	Asignatura:	Metrología
Práctica N°:	3	Nombre de la práctica:	Medición de piezas mecánicas con vernier
Nombre Integrante(s):			
Introducción:	El Calibrador escala vernier o comúnmente llamado vernier es un instrumento de medición de piezas mecánicas con una tolerancia mínima. Puede medir exteriores, interiores así como profundidades de piezas.		
Objetivo:	Dimensionar elementos mecánicos utilizando el calibrador tipo vernier.		

Marco Teórico:

El vernier es un instrumento utilizado para medir exteriores, interiores y profundidades, consta de una escala principal o regla graduada , donde se efectuará la primera lectura , ver figura 1; esto es de acuerdo al cero marcado por el cursor deslizante, así mismo en el mismo cursor deslizante se encuentra la escala vernier , y ahí se sumará la segunda parte de la

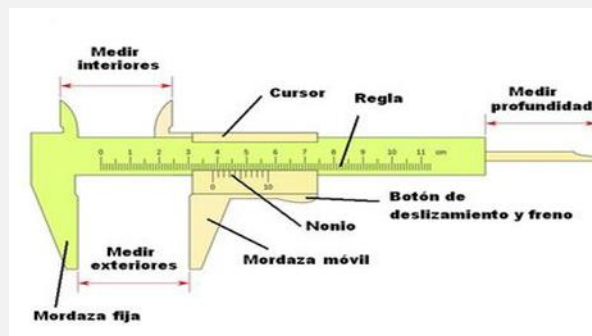


Figura 1. Partes de un vernier

medición, esto es cuando el cero del curso coincida con un de las líneas de la escala Principal de la manera más vertical posible.

Equipo/material:

Vernier milimétrico o pulgadas, piezas mecánicas

Procedimiento:

- 1) Verificar el instrumento que este mecánicamente apto para hacer la medición.
- 2) Especificar que la pieza a medir este en milímetros o pulgadas.
- 3) Efectuar dos mediciones a cada pieza, con dos operadores diferentes utilizando el vernier.
- 4) Realizar un croquis a mano alzada de la pieza medida (mensurando) , así como las vistas necesarias del dibujo.
- 5) Realizar un estudio R&R de 10 piezas medidas.

Cuestionario:

- 1.- ¿Cómo explicar el concepto de medición?
- 2.- ¿Cuál es la diferencia entre medir y calibrar?
- 3.- ¿Cuáles son las partes de un vernier?
- 4.- ¿Una vez teniendo las mediciones que se puede observar de las mismas?
- 5.- ¿Cuándo se efectúa una medición como se debe colocar el instrumento respecto al operador?

Resultados(alumno)**Conclusiones(alumno)****Bibliografía**

- [1] González, C. y Zeleny, R. (2007).Metrología. México: Mc Graw Hill.
- [2] Chavalier, A. (1979), Dibujo Industrial, Montaner y Simón

[3] Jensen, C. (2004), Dibujo y diseño en Ingeniería. Mc Graw Hill

[4] Ferrer, M. y López, J. (2009). Manual de equipo de medición, inspección- prueba. México. UTSOE

Programa educativo

Unidad	3(Instrumentos de medición)	Asignatura:	Metrología
Práctica N°:	4	Nombre de la práctica:	Medición de piezas mecánicas con micrómetro
Nombre Integrante(s):			
Introducción:	El micrómetro es uno de los instrumentos más utilizados en la industria metalmecánica. Este dispositivo mide el desplazamiento de un husillo cuando es movido mediante el giro de un tornillo, lo que convierte el movimiento giratorio de un tambor en el movimiento lineal del husillo. El tambor tiene graduaciones en su circunferencia, mismas que permiten ver un cambio pequeño en la posición del Husillo.		
Objetivo:	Dimensionar elementos mecánicos utilizando el calibrador tipo micrómetro		

Marco Teórico:

Para efectuar la lectura en un micrómetro se localiza las graduaciones que tiene el cilindro, son dos, en la parte inferior se lee el número marcado, ver figura 2, enseguida se ubica la escala superior, y en el caso de que aparezca en esta última una línea se sumara a la anterior. Posteriormente se hace la lectura del tambor que tendrá un máximo de 0,5 mm, siendo de esta manera la línea del tambor deberá coincidir con la línea principal del cilindro, finalmente se suman las tres lecturas.

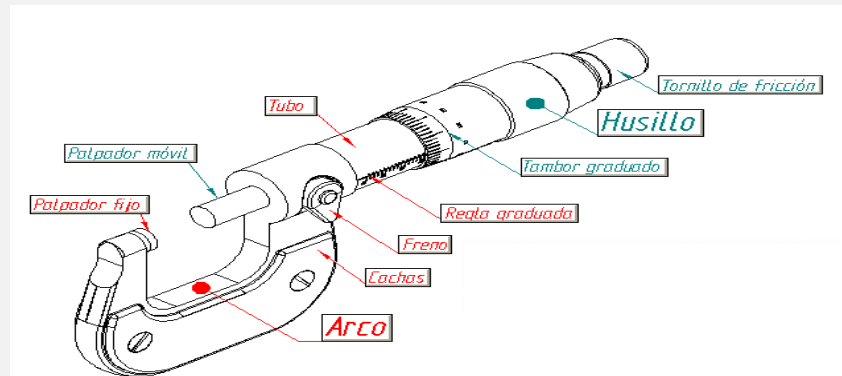


Figura 2. Partes de un micrómetro.

Equipo/material:

- 1) Micrómetro milimétrico o pulgadas
- 2) Elementos mecánicos a medir

Procedimiento:

- 1) Revisar el estado del instrumento, ver que cierre perfectamente y que no este despostilladlo ni golpeado.
- 2) Ajustar el cero del instrumento con la lleve del mismo
- 3) Realizar 5 mediciones a elementos mecánicos previamente seleccionados.

Cuestionario:

- 1) ¿Cuál es la diferencia en cuanto a uso de un vernier y un micrómetro?
- 2) ¿Cuánto es la precisión de un micrómetro?
- 3) ¿Dónde se pueden utilizar los micrómetros?
- 4) ¿Con qué instrumento podría medir el espesor de una lámina (vernier o micrómetro) , y por qué ?

Anexar fotografías del procedimiento y explicar todos los pasos

Resultados(alumno)

Conclusiones(alumno)

Bibliografía

- [1] González, C. y Zeleny, R. (2007). Metrología. México: Mc Graw Hill.
- [2] Chavalier, A. (1979), Dibujo Industrial, Montaner y Simón
- [3] Jensen, C. (2004), Dibujo y diseño en Ingeniería. Mc Graw Hill
- [4] Ferrer, M. y López, J. (2009). Manual de equipo de medición, inspección-prueba. México. UTSOE

Programa educativo

Unidad	4(Metrología dimensional)	Asignatura:	Metrología
Práctica N°:	5	Nombre de la práctica:	Medición de la superficie con indicador de caratula
Nombre Integrante(s):			
Introducción:	El indicador o comparador de caratula es un instrumento utilizado para comparar		

medidas dentro de un intervalo de control permitido que sean adecuadas a la función de operación del elemento mecánico.

Objetivo:

Realizar mediciones a un elemento mecánico con un indicador de caratula para medir las variaciones de las mismas.

Marco Teórico:

Los indicadores de caratula son instrumentos que miden las variaciones de las mediciones, las resoluciones logradas están desde una centésima de milímetro hasta una milésima de milímetro. Consta de una barra central en la que está ubicado el palpador en un extremo y en el otro posee una cremallera que está conectada a un tren de engranajes que amplifican el movimiento, finalmente este movimiento es transmitido a una aguja que se desplaza en un dial graduado. La ventaja de este instrumento es que sirve para un gran número de mediciones como por ejemplo: planitud, circularidad, cilindridad, esfericidad, concentricidad, desviación, desplazamiento, etcétera. Para fijar un comparador de carátula se emplea generalmente un brazo articulado con base magnética. Ver figura 3.

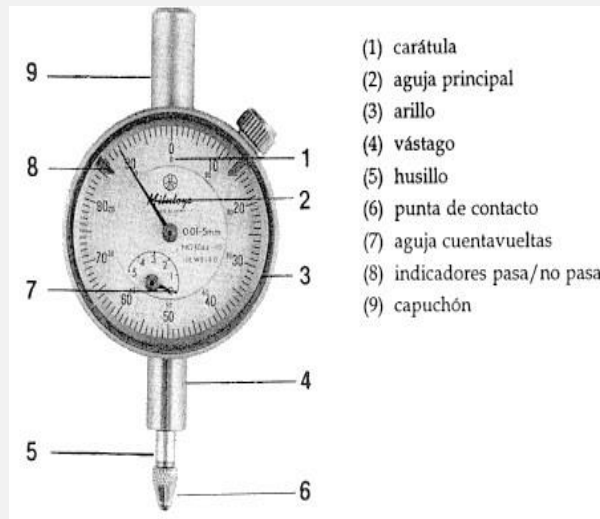


Figura 3. Partes de un indicador de caratula

Equipo/material:

- 1) Indicador de caratula
- 2) Solera de 10 cm de longitud
- 3) Prensas de soporte

Procedimiento:

- 1) Colocar la solera sobre una mesa sujetándola con las presas de soporte
- 2) Colocar sobre la superficie de la solera el indicador de caratula
- 3) Realizar las mediciones con el instrumento

Cuestionario:

- 1) ¿Por qué existen variaciones en la superficie de la solera?
- 2) ¿Qué otro uso se le podría dar al indicador de caratula?
- 3) ¿Si se puliera la superficie de la solera que tanto cambiaría las mediciones?
- 4) ¿Qué precisión tiene un indicador de caratula?

Anexar fotografías del procedimiento y explicar todos los pasos

Resultados(alumno)

Conclusiones(alumno)	
Bibliografía	<p>[1] González, C. y Zeleny, R. (2007).Metrología. México: Mc Graw Hill.</p> <p>[2] Chavalier, A. (1979), Dibujo Industrial, Montaner y Simón</p> <p>[3] Jensen, C. (2004), Dibujo y diseño en Ingeniería. Mc Graw Hill</p> <p>[4] Ferrer, M. y López, J. (2009). Manual de equipo de medición, inspección-prueba. México. UTSOE</p>

Programa educativo			
Unidad	4(Metrología dimensional)	Asignatura:	Metrología
Práctica N°:	6	Nombre de la práctica:	Calibración de un vernier
Nombre Integrante(s):			
Introducción:	El proceso de calibración es una comparación de un instrumento con un patrón. Este patrón debe tener una trazabilidad respecto a su propia calibración, todo lo anterior avalado por el centro nacional de metrología (CENAM). La calibración es muy importante en los procesos industriales, ya que asegura la confiabilidad en los		

	intervalos de tolerancias permitidas en una medición específica.
Objetivo:	Efectuar la calibración de un vernier utilizando bloques patrón
Marco Teórico:	<p>Los bloques patrón son equipos fabricados en forma rectangular o cuadrada generalmente hechos de acero, cerámica o carburo, ver figura 4. El grado de precisión de un bloque patrón es muy alto, del tal manera que para realizar su calibración se utiliza interferometría.</p> <div data-bbox="805 726 1146 1188" data-label="Image"> </div> <p>Figura 4. Bloques patrón de acero, cerámica y carburo</p> <p>Existen diversas medidas de bloques patrón desde 0.5 mm hasta 100 mm, los bloques patrón deben manejarse con extremo cuidado y conservarse en condiciones controladas de humedad y temperatura.</p>

Equipo/material:

- 1) Vernier de 200 mm
- 2) Bloques patrón milimétricos

Procedimiento:

- 1) Revisar el vernier que abra adecuadamente y cumpla sus funciones mecánicas correctamente.
- 2) Condiciones generales de oxidación ,golpes, limpieza
- 3) Medir interiores y exteriores de acuerdo a la tabla siguiente:

Dimensión patrón (mm)	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5
0					
20					
50					
100					
200					

Anexar fotografías del procedimiento y explicar todos los pasos

Cuestionario:

- 1) ¿Cuál es la diferencia entre medición y calibración?
- 2) ¿Qué parámetros se deben considerar al hacer una calibración?
- 3) ¿Se debe utilizar bloque patrón milimétrico para calibrar un vernier en pulgadas?
- 4) Mencionar la utilidad de tener un instrumento calibrado
- 5) ¿Qué norma establece el procedimiento de calibración de un vernier?

Resultados(alumno)

Conclusiones(alumno)

Bibliografía

- [1] González, C. y Zeleny, R. (2007). Metrología. México: Mc Graw Hill.
- [2] Chavalier, A. (1979), Dibujo Industrial, Montaner y Simón
- [3] Jensen, C. (2004), Dibujo y diseño en Ingeniería. Mc Graw Hill
- [4] Ferrer, M. y López, J. (2009). Manual de equipo de medición, inspección-prueba. México. UTSOE