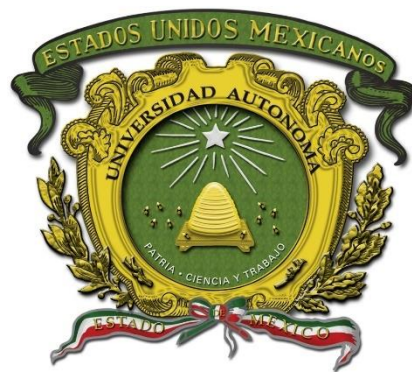


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

**UNIDAD ACADÉMICA PROFESIONAL
TIANGUISTENCO**



**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
METROLOGÍA**

**PROGRAMA EDUCATIVO: INGENIERIA DE PRODUCCION
INDUSTRIAL**

ELABORÓ: IBQ MARÍA VICTORIA ARROYO GONZÁLEZ

REVISÓ: ACADEMIA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

REVISÓ: SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA

JULIO, 2017

Contenido

| | |
|---------------------------|----|
| PRESENTACIÓN..... | 1 |
| REGLAS DE SEGURIDAD | 2 |
| Practica No. 1 | 4 |
| Practica No. 2..... | 8 |
| Practica No. 3..... | 12 |
| Practica No. 4..... | 17 |
| Practica No. 5..... | 23 |
| Practica No. 6..... | 27 |
| Practica No. 7 | 30 |
| Practica No. 8..... | 33 |

PRESENTACIÓN

El presente manual, tienen como objetivo de que el alumno tenga las habilidades prácticas profesionales, que refuercen el conocimiento adquirido en el aula.

El manual está integrado por ocho prácticas las cuales están vinculadas a la parte teórica y que el estudiante de la Licenciatura de Ingeniería de Producción Industrial debe conocer y aplicar para una adecuada comprensión y aplicación de los conocimientos. Además, presentan el inicio de la ingeniería inversa respaldada por la metrología geométrica; la cual es actualmente utilizada a gran escala en un mundo globalizado y dinámico; donde se deben ofertar cada día mejor y mayor variedad de productos.

El desarrollo de cada una de las prácticas permitirá comprender paso a paso la generación, recopilación, análisis y presentación de datos experimentales, a través de tablas de datos, gráficos, como de dibujos de la ingeniería del producto.

La evaluación de las prácticas será a través de la obtención e interpretación de los resultados obtenidos y los planos DG&T, además de un reporte final y la aplicación de un examen práctico.

REGLAS DE SEGURIDAD

1. En el laboratorio se trabajará con orden, limpieza y disciplina
2. Está restringido entrar con alimentos
3. Los estudiantes tendrán una tolerancia de 15 minutos para ingresar al laboratorio y verificar su kit de medición
4. Una vez iniciada la explicación de la práctica nadie podrá entrar al laboratorio
5. Es obligatorio el uso de bata o camisa institucional de algodón para protección
6. Es obligatorio el uso de guantes y zapato de piso durante la estancia en el laboratorio
7. Es responsabilidad del estudiante traer la práctica impresa con anterioridad a la sesión de trabajo. En caso de NO traer la práctica se restringirá la entrada al laboratorio
8. Los aparatos y el material deben usarse siguiendo al pie de la letra las instrucciones de él (la) profesor (-a).
9. La mesa de trabajo debe mantenerse limpia, libre de cualquier material extraño a la práctica.
10. El KIT de material y equipos del laboratorio son responsabilidad de los integrantes de cada equipo, llenando la requisición correspondiente por cada sesión de trabajo realizada. En caso de ocurrir algún daño a estos, se deberá reponer en dos semanas de lo contrario se cancelará el derecho de examen.
11. Se deberá cumplir con las normas de seguridad
12. Al término de la práctica el alumno deberá ordenar y guardar el material utilizado
13. Emplear los instrumentos y equipos de medición, exclusivamente como está indicado por el maestro
14. Apegarse a los procedimientos y métodos de medición indicados por el maestro
15. En caso de siniestro seguir las indicaciones del instructor. Respetando las rutas de evacuación señaladas
16. Los guantes para desecho serán depositados exclusivamente en los contenedores de pasillos exteriores.

Observaciones: el material del laboratorio es muy delicado y costoso procura cuidarlo.

EVALUACIÓN

PRIMERA EVALUACIÓN

| Evidencia | Instrumento | Porcentaje |
|----------------------|-----------------|-------------|
| Practica 1 (reporte) | Rúbrica | 12% |
| Practica 2 (reporte) | Rúbrica | 12% |
| Practica 3 (reporte) | Rúbrica | 12% |
| Practica 4 (reporte) | Rúbrica | 12% |
| | | |
| Examen practico | Lista de cotejo | 52% |
| | | 100% |

SEGUNDA EVALUACIÓN

| Evidencia | Instrumento | Porcentaje |
|----------------------|-----------------|-------------|
| Practica 5 (reporte) | Rúbrica | 10% |
| Practica 6 (reporte) | Rúbrica | 10% |
| Practica 7 (reporte) | Rúbrica | 10% |
| Practica 8 (reporte) | Rúbrica | 10% |
| Planos de diseño | Rúbrica | 10% |
| Examen practico | Lista de cotejo | 50% |
| | | 100% |

EVALUACIÓN ORDINARIA

| Evidencia | Instrumento | Porcentaje |
|------------------------------|------------------|------------|
| PROMEDIO DE EVALUACIÓN 1 Y 2 | MEDIA ARITMÉTICA | 100% |
| | | 100% |

Practica No. 1 Manejo de Instrumentos Básicos en Metrología

Objetivo

Medir correctamente diferentes objetos utilizando los instrumentos de medición básica.

Fundamento teórico:

La metrología es una ciencia que se encarga de estudiar todo lo referente a las mediciones. En nuestras sociedades existen ciertos sistemas físicos que pueden ser caracterizados por medio de la metrología. Pyzdek T (1996) hace referencia en su libro que coexisten tres clases de medidas generales; las técnicas, las científicas y las legales. Y con ellas podemos establecer las propiedades de los objetos. Por ejemplo, un producto o pieza mecanizada para cumplir con su desempeño debe apegarse a una especificación y dicha especificación contiene parámetros numéricos físicos o químicos que refieren propiedades como dureza, deformación, templado, color, intervalo de tolerancia, concentricidad, etc. la mayoría de las propiedades son escritas por medio de un número y una unidad de medida que permiten darle un sentido a la satisfacción de fabricación de la pieza que fue mecanizada.

Para los mecánicos es de gran utilidad contar con instrumentos básicos de medición como los flexómetros, reglas de acero, linternas, medidores de tuercas etc. En estos instrumentos la medición se realiza desde un punto inicial fijo sobre la escala que está alineada con un extremo de la distancia por medir, y la graduación que corresponda a la posición del otro extremo; de este modo se determinará el resultado de medida. La escala en los instrumentos de medición consiste en una serie de graduaciones uniformemente espaciadas que representan submúltiplos de la unidad de longitud. Estos Valores numéricos convenientes se encuentran marcados sobre la escala cada determinado número de graduaciones para facilitar la lectura. Los instrumentos básicos que tengan contacto con los elementos a medir deben ser colocados, de manera que la superficie de medición esté libre de rebabas; para evitar el deterioro de los elementos para medir.

Cuando se realizan mediciones es importante contar con un proceso de medición formado por tres aspectos: el método de prueba, el sistema de causas y la capacidad del control estadístico. (Pyzdek T & Berger W., 1996)

Cuestionario para profundizar conocimientos de la práctica a realizar:

El alumno desarrollará la investigación correspondiente a las siguientes preguntas guía.

- 1) Describa seis tipos de escalas existentes en las reglas de acero.
- 2) ¿Cuáles son los sistemas de unidades más usados y establece la diferencia para cada uno de ellos?

Materiales y equipo:

- Solicitados por el Maestro
- Kit de medición
- Franela
- Instrumentos de medición

Procedimiento o desarrollo experimental

Experimento 1 uso de diferentes unidades de medida

Llenar los datos solicitados en los espacios en blanco y seguir las instrucciones.

Nombre de la pieza medida _____ dimensión medida _____ Nombre del Instrumento _____ Resolución _____
Temperatura inicial _____ Temperatura final _____

Instrucciones

1. Medir tres lados diferentes de una pieza (un lado por cada integrante del equipo) con distintas unidades de medida. (cm, mm, in)
2. Anotar los resultados de las lecturas en la tabla 1
3. Determinar promedio, mediana, (ver tabla 1).

| Lecturas | Lecturas | Lecturas | Lecturas |
|----------|----------|----------|----------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| promedio | | | |
| Mediana | | | |

TABLA 1

4. Anexar al reporte las evidencias de las mediciones realizadas.
5. Discutir y analizar los resultados de las tres columnas, y de los cálculos solicitados; en caso de existir diferencias en una misma columna justificar sus posibles causas.

Experimento 2

Llenar datos solicitados en los espacios en blanco y seguir las instrucciones.

Nombre de la pieza medida _____ Magnitud medida _____ Nombre del Instrumento _____ Resolución _____
Temperatura inicial _____ Temperatura final _____

1. Medir un espesor con las linternas (cm, in)
2. Anotar los resultados en la tabla 2
3. Evaluar lo solicitado de la tabla 2
4. Anexar al reporte las evidencias de las mediciones realizadas.
5. Discutir y analizar los resultados de las dos columnas, y de los cálculos solicitados; en caso de existir diferencias en una misma columna justificar sus posibles causas.

| Lecturas | Lecturas | Lecturas |
|----------|----------|----------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| Mediana | | |
| promedio | | |

TABLA 2

Conclusiones (por persona)

Cuestionario

1. Del vocabulario internacional de Metrología responde lo siguiente:
 - a. ¿Cuál es la diferencia entre una magnitud, magnitud derivada y una magnitud base?
 - b. Unidad de medida, unidad de base y unidad derivada.
 - c. Diferencia entre medición y mensurado
 - d. Diferencia entre principio, método, procedimiento y sistema de medición
2. Realiza las siguientes conversiones
 - a. 3 oz a cm³
 - b. 5 yd a dm
 - c. 47.3 in a ft
 - d. 568905 angstrom a in

Referencias Bibliográficas

Pyzdek, T. y Berger, W. (1996). Manual de Control de la Calidad en la Ingeniería 1 (1ª ed.). México: McGraw-Hill.

Bibliografía

Escamilla, A. (2015). Metrología y sus aplicaciones (2ª ed.). México: PATRIA

REPORTE

Fecha:

Resumen de investigación documento indexado: 1 cuartilla

Resultados

Discusión de resultados

Conclusiones

Cuestionario contestado:

Comentarios

Bibliografía

Practica No. 2

Errores en las Mediciones Longitudinales

Objetivo

Diferenciar los tipos de errores que influyen en las mediciones cuantitativas; obtenidas por diversos calibradores

Fundamento teórico:

Miller J (2002) menciona que existe un principio que dice "no existen resultados cuantitativos de interés si no van acompañado de alguna estimación de errores inherentes a los mismos". Este principio quiere decir que cualquier campo de estudio donde se obtengan resultados experimentales numéricos están sujetos a contener una serie de errores ocasionados por distintos factores. Por ejemplo, las condiciones ambientales estándar para las mediciones de longitud incluyen una temperatura de 68 °F y una presión barométrica de 760 mm Hg. (Pyzdek, 1996)

Las condiciones de operación de los instrumentos de medición son monitoreadas constantemente para evitar errores de exactitud o precisión. Conceptos importantes usados por los metrologos; cuya definición de acuerdo al vocabulario internacional de metrología sería: la exactitud de la medida (Accuracy of measurement) es el grado de concordancia entre el resultado de una medición y el valor convencionalmente verdadero. (VIM, 2012) esto quiere decir:

"Para determinar si el equipo de medición puede ser utilizado, requiere ajuste, necesita reparación o debe darse de baja y reponerse con uno nuevo, será necesario conocer el error instrumental permisible (criterio de aceptación) para el equipo de medición que esté siendo verificado o calibrado. Y una manera de comprobar lo anterior es por medio del empleo de los bloques patrón". (Mitutoyo, 2014, 17)

Por lo anterior se recomienda que cuando se realicen las mediciones debemos confirmar que existe una buena precisión y deseablemente también exactitud en los resultados obtenidos. (Skoog & West, 2015) Por medio de las herramientas estadísticas para medidas repetidas, ya que nos permiten conocer la precisión de los resultados y los diferentes errores que se hacen presentes en las mediciones, tales como, los errores groseros, aleatorios y sistemáticos.

Cuestionario para profundizar conocimientos de la práctica a realizar:

El alumno desarrollará la investigación correspondiente a las siguientes preguntas guía.

- 1) ¿Cuál es la diferencia entre resultados reproducibles y repetibles?
- 2) ¿Qué se entiende por sesgo de una medida?

Materiales y equipo:

- Solicitados por el Maestro
- Kit de medición
- Franela
- Instrumentos de medición

Procedimiento o desarrollo experimental

Experimento 1

Llenar los datos solicitados en los espacios en blanco y seguir las instrucciones.

Nombre de la pieza medida _____ dimensión medida _____ Nombre del Instrumento _digital_____ Resolución _____
Temperatura inicial _____ Temperatura final _____

Instrucciones

1. Medir un lado de una pieza (mismo lado para cada integrante del equipo) en in
2. Anotar los resultados de las lecturas en la tabla 1
3. Elaborar un diagrama simple de puntos
4. Determinar promedio, mediana, dispersión, error y desviación estándar, así como el coeficiente de variación (ver tabla 1).

| Lecturas | Lecturas | Lecturas | Lecturas | comentario |
|--------------------------|----------|----------|----------|------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| promedio | | | | |
| Mediana | | | | |
| Varianza | | | | |
| Desviación estándar | | | | |
| Coeficiente de variación | | | | |

TABLA 1

5. Por cada integrante del equipo mencionar precisión y si existe sesgo; anotar en la columna de comentarios
6. Anexar al reporte las evidencias de las mediciones realizadas.
7. Discutir y analizar los resultados de las tres columnas de acuerdo a las indicaciones del profesor; en caso de existir diferencias en una misma columna justificar sus posibles causas.

Experimento 2 exactitud

Llenar datos solicitados en los espacios en blanco y seguir las instrucciones.

Nombre de la pieza medida _____ Valor verdadero: _____

Magnitud medida _____ Nombre del Instrumento ____analógico y carátula

Resolución _____ Temperatura inicial _____ Temperatura final _____

1. Medir diámetro interno o el largo de la pieza en in con ambos instrumentos (analógico y carátula)
2. Anotar los resultados en la tabla 2
3. Evaluar lo solicitado de la tabla 2

4. Discutir y analizar los resultados de cada columna primeramente su proximidad entre datos y segundo como son los valores comparados con el valor verdadero.
5. Discutir la exactitud de los valores de cada dato con respecto al valor verdadero (para cada columna) siguiendo las instrucciones del profesor
6. Elaborar un diagrama simple de puntos y hacer un análisis por medio de la gráfica de puntos
7. Describe los errores que influyen en tu sistema de medición.
8. En este experimento se habla de repetibilidad o reproducibilidad explicar y justificar la respuesta

| Lecturas | Lecturas analógico | Lecturas carátula |
|---------------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| Mediana | | |
| promedio | | |
| Varianza | | |
| Desviación estándar | | |
| Coefficiente de variación | | |

TABLA 2

9. Anexar al reporte las evidencias de las mediciones realizadas.

Cuestionario

1. Determina los errores absolutos y relativos del experimento 2 columna uno
2. ¿Cuál es la importancia del uso correcto de los calibradores?

Conclusiones (por persona)

Referencias Bibliográficas y Bibliografía

Escamilla, A. (2015). Metrología y sus aplicaciones (2ª ed.). México: PATRIA
 Miller, N: J. (2002). Estadística y Quimiometría para Química Analítica (4ª ed.). España: Prentice Hall
 Pyzdek, T. y Berger, W. (1996). Manual de Control de la Calidad en la Ingeniería 1 (1ª ed.). México: McGraw-Hill.
 VIM vocabulario internacional de metrología (2012) Centro español de Metrología (3ª. Ed.)
 Calibración de instrumentos implementando la ISO 10012-1 y la guía ISO/IEC 25 (2014) centro de capacitación del instituto de metrología MITUTOYO
 Holler, J., (2015). Fundamentos de química analítica (9ª. Ed.). México. CENGAGE Learning

REPORTE

Fecha:

Resumen de investigación documento indexado: 1 cuartilla

Resultados

Discusión de resultados

Conclusiones

Cuestionario contestado:

Comentarios

Bibliografía

Practica No. 3 El Uso de Patrones de Medición

Objetivo

Justificar la funcionalidad de los medidores de altura analógicos y electrodigitales, por medio del empleo de los bloques patrón.

Fundamento teórico:

De acuerdo al VIM la verificación se define como la aportación de evidencia objetiva de un elemento de que satisface los requisitos especificados. Dicho elemento puede ser un proceso, un procedimiento de medida, un material, un compuesto o un sistema de medida. En la verificación de un instrumento de medida se puede comprobar si las indicaciones, bajo condiciones específicas, corresponden con un conjunto dado de mensurados conocidos dentro de los límites de un diagrama de calibración determinado. (2012)

Según Llamosa (2004), menciona en su artículo ciertos aspectos que son necesarios para una calibración de instrumentos de medida con base en la norma NTC-ISO-IEC-17025; para inicial el estudio de un elemento es necesario dividir la entidad en partes para facilitar su análisis. Recomienda dar observancia principalmente a los puntos 4.1, 4.2, 4.3, 5.4 5.9, 5.10. Cumplir con los requisitos obligatorios de la política, objetivos de calidad; así como, los procedimientos para el control de documentos. La determinación de incertidumbres en los ensayos. Entre otros puntos.

Para la calibración y verificación es importante emplear los patrones adecuados. un patrón de medida es la realización de la definición de una magnitud dada, con un valor determinado y una incertidumbre de medida asociada, tomada como referencia. (VIM, 2012) los patrones son utilizados habitualmente para verificar instrumentos de medición. Por ejemplo, las verificaciones que se realizan a los instrumentos de medición proveen una serie de resultados que muestran desviaciones entre ellos o con respecto al patrón. Se recomienda tener mediciones con errores pequeños. Pudiéndose apreciar en una gráfica de control con su respectivo índice de estabilidad, así como su compatibilidad. (Barbier, P.)

los bloques patrón para poder ser usado en las calibraciones deben de cumplir con ciertos requisitos como (Zeleny J, 2001)

- a. Exactitud dimensional y geométrica; longitud, paralelismo y planitud.
- b. Capacidad de adherencia con otros bloques. Buen acabado superficial.
- c. Estabilidad dimensional a través del tiempo.
- d. Duros y resistentes al desgaste
- e. Coeficientes de expansión térmica cercano al de los metales comunes
- f. Resistencia a la corrosión.

Cuestionario para profundizar conocimientos de la práctica a realizar:

El alumno desarrollará la investigación correspondiente a las siguientes preguntas guía.

1. Describa como deben ser empleados los patrones de longitud
2. Describe como se realizan las gráficas de control

Materiales y equipo:

- Solicitados por el Maestro
- Kit de medición
- Franela
- Instrumentos de medición

Procedimiento o desarrollo experimental

Experimento 1 Condiciones del instrumento

Llenar los datos solicitados en los espacios en blanco y seguir las instrucciones.

Nombre del Instrumento _____ Resolución _____
Temperatura inicial _____ Temperatura final _____

Instrucciones

- 1) Realizar una verificación de las condiciones en las que se encuentran los instrumentos. Llenar tabla 1

| Verificación del instrumento | A | NA | Tipo de defecto | Observaciones |
|---|---|----|-----------------|---------------|
| Condiciones generales | | | | |
| Condiciones del trazador | | | | |
| Grabados y graduaciones de escala principal y vernier | | | | |
| Tornillos de fijación y dispositivo de ajuste fino | | | | |
| rugosidad de la superficie de referencia de la base | | | | |
| Sujetador del trazador | | | | |
| Otros | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Criterio de aceptación | | | | |

TABLA 1

Experimento 2 verificación en mm

2) Realzar con el instrumento las siguientes mediciones formadas por los bloques patrón

| Dimensión mm | Lectura 1 | Lectura 2 | Lectura 3 | promedio |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 0 | | | | |
| 50 | | | | |
| 110 | | | | |
| 200 | | | | |
| | | | | |

TABLA 2

- 3) Determinar promedio, mediana, dispersión, error absoluto y relativo, desviación estándar, así como el coeficiente de variación (ver tabla 2).
- 4) Realizar una gráfica de control encontrando los límites de confianza.
- 5) Discutir y analizar los resultados obtenidos del coeficiente de variación y comparar este con el criterio de aceptación indicado por el docente.

Experimento 3 verificación en pulgadas

6) Realzar con el instrumento las siguientes mediciones formadas por los bloques patrón

| Dimensión in | Lectura 1 | Lectura 2 | Lectura 3 | promedio |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 1' | | | | |
| 8' | | | | |
| 14' | | | | |
| 22' | | | | |
| | | | | |

TABLA 3

- 7) Determinar promedio, mediana, dispersión, error absoluto y relativo, desviación estándar, así como el coeficiente de variación de los resultados obtenidos (ver tabla 3).
- 8) Anexar al reporte las evidencias de las mediciones realizadas.
- 9) Realizar una gráfica de control encontrando los límites de confianza.
- 10) Discutir y analizar los resultados obtenidos del coeficiente de variación y comparar este con el criterio de aceptación indicado por el docente.

En todos los experimentos anexar las evidencias de la realización

Conclusiones (por persona)

Cuestionario

- 11) Del vocabulario internacional de Metrología responde lo siguiente:
- ¿Cuál es la diferencia entre una magnitud, magnitud derivada y una magnitud base?
 - Unidad de medida, unidad de base y unidad derivada.
 - Diferencia entre medición y mensurado
 - Diferencia entre principio, método, procedimiento y sistema de medición

Referencias Bibliográficas

VIM vocabulario internacional de metrología (2012) Centro español de Metrología (3ª. Ed.)
Zeleny, J. y González, C. (2001). Metrología Dimensional (1ª ed.). México: McGraw-Hill.
Barbier P. College Métrologie, Mouvement Français pour la Qualité, 6 allée de la Lyre, 33160 Saint Alubin D
Medoc, Français pour la Qualité, 6 allée de la Lyre, 33160 Saint Alubin De Medoc, France
Gallego, A., Llamosa L., Meza L (agosto, 2004) Aspectos fundamentales para el diseño de procedimientos de
calibración para laboratorios de metrología con base a la norma NTC-ISO-IEC-17025. *Scientia et Technica*, 25,
251-256.

Bibliografía

Escamilla, A. (2015). Metrología y sus aplicaciones (2ª ed.). México: PATRIA
Zeleny, J. y González, C. (2001). Metrología Dimensional (1ª ed.). México: McGraw-Hill.

REPORTE

Fecha:

Resumen de investigación documento indexado: 1 cuartilla

Resultados

Discusión de resultados

Conclusiones

Cuestionario contestado:

Comentarios

Bibliografía

Practica No. 4 Métodos de Medición y la Inducción al Estudio R & R

Objetivo

Analizar estadísticamente la variabilidad que existen en las mediciones por medio del método de medias y rangos; aplicado a diferentes micrómetros

Fundamento teórico:

De acuerdo con Llamosa L, (2007) En la metrología, las aplicaciones del estudio de Repetibilidad y reproducibilidad pueden ser:

- a) La evaluación de ensayos de aptitud
- b) La validación de métodos de calibración
- c) El análisis de comparaciones interlaboratorio.
- d) La evaluación de cartas de control
- e) La variabilidad de las mediciones e instrumentos**
- f) La evaluación de la deriva de instrumentos

Los cuales cuantifican de diferente forma la variabilidad del sistema de medición. Llamosa L, 2007

Existen diferentes fuentes de variación en un procedimiento y sistema de medición, como son:

1. Variación del proceso
 - a. Variación actual del proceso
 - i. Variación del proceso a largo plazo
 - ii. Variación del proceso a corto plazo
 - iii. Variación dentro de la muestra
 - b. Variación de la medición
 - i. Variación dentro de la muestra
 - ii. Variación debida al proveedor
 - iii. Variación debida al instrumento
 1. Repetibilidad
 2. Calibración
 3. Estabilidad
 4. Linealidad

Con respecto a las características de un producto para establecer una crítica de calidad a través de un conjunto de datos se puede emplear el estudio de Repetibilidad y reproducibilidad ya sea por atributos o datos que son representados por una variable: (Chávez M, 2007, pp. 35)

- 1) Atributos
 - a) Reevaluación experta
 - b) Round robin
 1. Sin réplica
 2. Justificando las causas
 3. Con réplica
- 2) Variables
 - a) Método corto (método de rangos)
 - b) Método largo (media y rango)
 - c) ANOVA

Los cuales cuantifican de diferente forma la variabilidad del sistema de medición. Llamosa L, 2007

Cuestionario para profundizar conocimientos de la práctica a realizar:

El alumno desarrollará la investigación correspondiente a las siguientes preguntas guía.

1) ¿Cuáles son los pasos a seguir para realizar un estudio ANOVA?

Materiales y equipo:

- Solicitados por el Maestro
- Kit de medición
- Franela
- Instrumentos de medición

Procedimiento o desarrollo experimental

1. Verificar que los instrumentos de medición estén ajustados
 - a. Realizar ajuste
 - b. Si obtienen el porcentaje solicitado, se continua con el punto 2
2. Medir las 10 piezas respetando el orden y medidas de confiabilidad.
 - a. Hacer dos pruebas por cada operador y por cada instrumento-
 - b. Anotar la temperatura en la que están realizando las mediciones.
 - c. El alumno que haya terminado sus pruebas (dos por instrumento), evitará compartir sus resultados de las mediciones.
 - d. Continuar las mediciones hasta que hayan medido todos los integrantes de los equipos.
 - e. Por medio de Excel concentrar las pruebas realizadas por cada alumno.
3. Completar espacios y las tablas 1 y 2
 - a. Hacer las correcciones de las medidas experimentales de acuerdo con las temperaturas. En caso de que la diferencia entre la temperatura inicial y final sea mayor de un grado centígrado
 - b. Determinar media del operador A, error absoluto, relativo, medio y exactitud relativa.
 - c. Determina la precisión del proceso de medición a través de la desviación estándar absoluta, relativa y media (ideal es menor del 0.01 %) para los instrumentos de medición.
4. Determinar los estadísticos del estudio r& R, por instrumento de medición.
 - a. EV, AV, R&R, PV, TV
 - b. PORCIENTOS
 - c. Repetibilidad y reproducibilidad
5. Concluir los Resultados

Instrumento de medición usado _____ Valor teórico de la Pieza _____ Resolución del instrumento de medición usado _____

| prueba | Nombre del estudiante | p1 | p 2 | p 3 | p 4 | p 5 | p 6 | p 7 | p 8 | p 9 | p 10 |
|--------|-----------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 1 | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

TABLA 1

Instrumento de medición usado _____ Valor teórico de la Pieza _____ Resolución del instrumento de medición usado _____

| prueba | Nombre del estudiante | p1 | p 2 | p 3 | p 4 | p 5 | p 6 | p 7 | p 8 | p 9 | p 10 |
|--------|-----------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 1 | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

TABLA 2

6. Terminar de Llenar formatos del estudio R&R empleando las fórmulas del Anexo I. hacer formato para el micrómetro digital y el micrómetro analógico. Se deben llenar los espacios de los promedios, la media de los rangos, la media de las medias, etc. Vistos en clase
7. Determinar si el sistema de medición es aceptable
8. Anexar evidencias del estudio que se llevó a cabo.
9. Analizar los resultados.
10. Escribir las conclusiones con respecto al resultado RR.

Conclusiones (por persona)

Cuestionario

- 1) Desarrollar un estudio por rangos, empleando un ejemplo.

Referencias Bibliográficas

Botero, M., Llamasa L., Meza L (agosto, 2007) Estudio de Repetibilidad y reproducibilidad utilizando el Método de Promedios y Rangos para el aseguramiento de la calidad de los resultados de calibración de acuerdo con la norma técnica NTC-ISO/IEC 17025. *Scientia et Technica*, 35, 455-460.

Chávez, M. (2007) Notas de la Materia: Instrumentación y Metrología recuperado de <https://es.scribd.com/document/232452993/Notas-Metrologia-1>

Bibliografía

Pyzdek, T. y Berger, W. (1996). Manual de Control de la Calidad en la Ingeniería 1 (1ª ed.). México: McGraw-Hill.

Chávez, M. (2007) Notas de la Materia: Instrumentación y Metrología recuperado de <https://es.scribd.com/document/232452993/Notas-Metrologia-1>

Anexo I

| | | | |
|--|------------------|---|-------------------------|
| Repetibilidad-Variaciones de equipo (EV) | | $\%EV = 100 \left(\frac{EV}{TV} \right)$ | |
| $EV = R * K_1$ | Pruebas | K1 | |
| | 2 | 0.8862 | |
| | 3 | 0.5968 | |
| Reproducibilidad-Variación de operadores (AV) | | $\%AV = 100(AV/TV)$ | |
| $AV = \sqrt{(X_{dif} * K_2)^2 - \left(\frac{EV^2}{nr}\right)}$ | | | |
| Operarios | 2 | 3 | |
| K2 | 0.7071 | 0.5231 | |
| Repetibilidad y Reproducibilidad (R&R) | Datos | K3 | |
| | 2 | 0.7071 | |
| | 3 | 0.5231 | |
| | 4 | 0.4467 | |
| | 5 | 0.403 | |
| | 6 | 0.3742 | |
| | 7 | 0.3534 | |
| Variación por partes (PV) | 8 | 0.3375 | |
| | 9 | 0.2490 | |
| | 10 | 0.3146 | |
| | $PV = R_p * K_3$ | | $\%R\&R = 100(R\&R/TV)$ |
| | | $\%PV = 100(PV/TV)$ | |

| | |
|---|--|
| Variación total (TV) $TV = \sqrt{R\&R^2 + PV^2}$ | |
| Resultado del estudio: Subrayar lo obtenido y emitir sus criterios de aceptación del estudio Criterios para aceptar $R\&R < 10\%$; $10\% < R\&R < 30\%$: $R\&R > 30\%$ | |

REPORTE

Fecha:

Resumen de investigación documento indexado: 1 cuartilla

Resultados

Discusión de resultados

Conclusiones

Cuestionario contestado:

Comentarios

Bibliografía

Practica No. 5

La Prueba Q para el Rechazo de Mediciones

Objetivo

Relacionar la prueba de rechazo en un grupo reducido de datos experimentales, obtenidos con distintos micrómetros de interiores; para mejorar la exactitud y precisión en el proceso de medición.

Fundamento teórico:

La prueba de rechazo es aplicada en una gran cantidad de análisis químicos, sin embargo, puede ser empleada también en el área de metrología.

La prueba permite determinar si alguna medición no satisface las observaciones que son estadísticamente significativas. De acuerdo a Christian G. (2009) menciona que los riesgos que se comenten en el manejo de datos experimentales es variado; si el conjunto de datos es pequeño, entonces se pueden rechazar datos que pueden ser validos; y si es demasiado grande, entonces se retendrán mediciones erróneas en una proporción de tiempo demasiado alta.

Los micrómetros son instrumentos muy sensibles, potentes para hacer mediciones con una alta precisión. Existe una amplia variedad en este tipo de elemento de medición. De acuerdo a su tecnología (Mitutoyo) hay del tipo mecánicos, electrónicos, con normalización estándar o especial, con sistema decimal o inglés, con horquilla de sistema métrico o inglés, interior, exterior o profundidad, con topes paralelos planos, puntas cónicas para roscas, topes radiales, platillos para engranajes, exteriores de tres contactos, de diferencia de cuota, con nonio, etc. Debido a que los micrómetros son de diferentes clases se puede presentar que las mediciones estén muy próximas entre ellos o puedes ser muy distantes, a causa de una serie de errores. Por tal motivo, se recomienda un método de trabajo estandarizado y un proceso estadístico que permita encontrar y reducir los errores aleatorios y sistemáticos.

Cuestionario para profundizar conocimientos de la práctica a realizar:

El alumno desarrollará la investigación correspondiente a las siguientes preguntas guía.

1. Describe por medio de un mapa cuales son los pasos para realizar la prueba Q en selección de datos experimentales

Materiales y equipo:

- Solicitados por el Maestro
- Kit de medición
- Franela
- Instrumentos de medición

Procedimiento o desarrollo experimental

Experimento 1 Condiciones del instrumento

Llenar los datos solicitados en los espacios en blanco y seguir las instrucciones.

Nombre del Instrumento _____ Resolución _____
Temperatura inicial _____ Temperatura final _____

Instrucciones

- 1) Realizar una verificación de las condiciones en las que se encuentran los instrumentos. Llenar tabla 1

| Verificación del instrumento | A | NA | Tipo de defecto | Observaciones |
|---|---|----|-----------------|---------------|
| Condiciones generales | | | | |
| Grabados y graduaciones de escala principal y vernier | | | | |
| Tornillos de fijación y dispositivo de ajuste fino | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Criterio de aceptación | | | | |

TABLA 1

Experimento mediciones con micrómetros exteriores

- 2) Realzar con el instrumento mediciones y analizar cada una de ellas

| Instrumento: micrómetro | Lectura 1 | Lectura 2 | Lectura 3 | Lectura 4 | Lectura 5 | promedio |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Exterior mm | | | | | | |
| Exterior in | | | | | | |
| Exterior <6 in | | | | | | |
| Exterior < 12 in | | | | | | |
| Interior 1 | | | | | | |
| Interior 2 | | | | | | |
| Interior 3 | | | | | | |

TABLA 2

- 3) Determinar promedio (ver tabla 2)
- 4) Aplicar la prueba Q en los datos que aplique y justificar
- 5) Realizar una gráfica de control encontrando los límites de confianza.
- 6) Discutir y analizar los resultados obtenidos por medio de una gráfica de puntos y comparar este con el criterio de aceptación indicado por el docente.
- 7) Anexar al reporte las evidencias de las mediciones realizadas.

Conclusiones (por persona)

Cuestionario

- 1) Del vocabulario internacional de Metrología responde lo siguiente:
 - a. ¿Cuál es la diferencia entre una magnitud, magnitud derivada y una magnitud base?
 - b. Unidad de medida, unidad de base y unidad derivada.
 - c. Diferencia entre medición y mensurado
 - d. Diferencia entre principio, método, procedimiento y sistema de medición

Referencias Bibliográficas y Bibliografía

Calibración de instrumentos implementando la ISO 10012-1 y la guía ISO/IEC 25 (2014) centro de capacitación del instituto de metrología MITUTOYO
Christian, G. (2009) Química Analítica (6ªed.) México McGraw Hill

REPORTE

Fecha:

Resumen de investigación documento indexado: 1 cuartilla

Resultados

Discusión de resultados

Conclusiones

Cuestionario contestado:

Comentarios

Bibliografía

Practica No. 6

Mediciones con Goniómetro y Comparador Óptico

Objetivo

Realizar mediciones pertenecientes a diferentes piezas; a través de dos instrumentos de medición con distinto principio de medida.

Fundamento teórico:

De acuerdo con Zeleny J. un comparador óptico es un equipo de medición empleado para medir piezas pequeñas a través de la visualización de su imagen amplificada sobre una pantalla traslúcida. Los comparadores ópticos se clasifican, por el tipo de iluminación de contorno que emplean, horizontal, vertical ascendente y vertical descendente. Los comparadores cuentan con iluminaciones de superficies y contorno que les permite hacer mediciones y verificar las condiciones de la pieza a dimensionar. (2001) Los comparadores también puede medir ángulos pertenecientes a las piezas.

El goniómetro es un instrumento de medición de ángulos, utilizados cuando la precisión de medida requerida no es grande. Existen diferentes tipos de goniómetros con precisiones varias; por ejemplo: goniómetro común su escala es de grado en grado, el de sistema limbo vernier es de 10, 5, 6 segundos; óptico es de 10 segundos, microscopio goniómetro va de un segundo en un segundo, etc.

Hay otro goniómetro que es muy utilizado denominado escuadra universal, dentro de cual gira un disco graduado en grados y dividido en dos partes. La lectura se toma con respecto a una línea de referencia. Grupo tecnología mecánica (s. f., pág. 8,9)

Cuestionario para profundizar conocimientos de la práctica a realizar:

El alumno desarrollará la investigación correspondiente a las siguientes preguntas guía.

- 1) Describe diferentes modos de medición con el goniómetro común.

Materiales y equipo:

- Solicitados por el Maestro
- Kit de medición
- Franela
- Instrumentos de medición

Procedimiento o desarrollo experimental

Llenar datos solicitados en los espacios en blanco y seguir las instrucciones.

Nombre de la pieza medida _____ Magnitud medida _____
Nombre del Instrumento _____ Resolución _____ Temperatura
inicial _____ Temperatura final _____

1. Dimensionar la pieza solicitada, anotando los valores en la tabla 1
2. Determinar la precisión de las mediciones angulares, de acuerdo con las indicaciones del docente
3. Anexar al reporte las evidencias de las mediciones realizadas

| Lecturas | Lecturas | Lecturas | Lecturas |
|---------------------------|----------|----------|----------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| promedio | | | |
| Error medio | | | |
| Exactitud relativa | | | |
| Desviación estándar | | | |
| Coefficiente de variación | | | |

TABLA 1

Determinación de errores en el análisis del sistema de medición.

- a. Determina los sesgos
- b. Determina la precisión del procedimiento empleado.

Discutir y analizar los resultados de las mediciones

Conclusiones (por persona)

Cuestionario

- 1) ¿Qué son los dispositivos de iluminación y describe a detalle dos de sus escalas?

Referencias Bibliográficas y Bibliografía

GRUPO TECNOLOGÍA MECÁNICA-PROCESOS DE FABRICACIÓN (s. f.) Medición de ángulos. Recuperado de <http://www3.fi.mdp.edu.ar/tecnologia/archivos/TecFab/07.pdf>

Zeleny, J. y González, C. (2001). Metrología Dimensional (1ª ed.). México: McGraw-Hill.

REPORTE

Fecha:

Resumen de investigación documento indexado: 1 cuartilla

Resultados

Discusión de resultados

Conclusiones

Cuestionario contestado:

Comentarios

Bibliografía

Practica No. 7

Indicadores de Carátula y su Relación con la Metrología Geométrica

Objetivo

Promover el aprendizaje de los alumnos con respecto al uso de los indicadores de carátula para ser aplicado a la metrología geométrica por medio de las mediciones obtenidas de diferentes piezas.

Fundamento teórico:

El indicador de carátula es llamado también comparador de carátula, es ampliamente usado en las mediciones de superficies de piezas, por medio del movimiento de un husillo que amplifica la señal mediante un tren de engranes que mueven en forma angular una aguja indicadora sobre la carátula del dispositivo. (Escamilla A. 2015) El Indicador o Comparador de carátula es un instrumento de medición que transforma movimientos lineales de un husillo móvil en movimientos circulares de un puntero. Puede hacer mediciones tomando en cuenta el plano de referencia de la pieza ayudado con un sujetador.

Este instrumento no entrega valores de mediciones, sino que entrega variaciones de mediciones (de ahí su nombre) su exactitud está relacionada con el tipo de medidas que se desea comparar, suelen medir rangos de 0,25 mm a 300 mm (0,015 a 12,0) con resoluciones de 0,001 mm a 0,01 mm o de 0,00005 a 0,001. (Ecured 2017)

El indicador de carátula se emplea para controlar errores en la hechura de piezas mecanizadas, estos errores son estudiados con la teoría de la metrología geométrica; por medio de las tolerancias geométricas.

TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS

Cualquier pieza o cuerpo tiene tres dimensiones: ancho, largo y alto, delimitadas por planos que se cortan y que definen sus caras y aristas. Las superficies de piezas empleadas en la industria metal mecánica son mecanizadas con o sin arranque de viruta y deben reunir unas determinadas particularidades; no solo la característica dimensional, también es importante la función que deben desempeñar. La norma UNE-EN ISO 1302 (UNE 1037-83), hacen alusión a determinadas definiciones técnicas del acabado superficial

Los datos experimentales obtenidos en los mecanizados de las piezas intercambiables deben figurar la medida nominal de cada dimensión junto con las tolerancias dimensionales necesarias. En algunos casos, esta información es insuficiente y debe acompañarse de las tolerancias geométricas. Estas **expresan el error admisible en la forma y en la posición** de las superficies que delimitan la pieza y aseguran, al igual que las tolerancias dimensionales, su funcionalidad e intercambio.

Materiales y equipo:

- Solicitados por el Maestro
- Kit de medición
- Franela
- Instrumentos de medición

Cuestionario para profundizar conocimientos de la práctica a realizar:

El alumno desarrollará la investigación correspondiente a las siguientes preguntas guía.

1. Escribe dos clasificaciones de las tolerancias geométricas

Procedimiento o desarrollo experimental

Llenar datos solicitados en los espacios en blanco y seguir las instrucciones.

Nombre de la pieza medida _____ Magnitud medida _____
 Nombre del Instrumento _____ Resolución _____ Temperatura
 inicial _____ Temperatura final _____

1. Medir las zonas especificadas por el docente para la pieza solicitada.
2. Determinar la precisión de las mediciones
3. Anexar al reporte las evidencias de las mediciones realizadas

| Lecturas | Lecturas | Lecturas | Lecturas |
|---------------------------|----------|----------|----------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| promedio | | | |
| Error medio | | | |
| Exactitud relativa | | | |
| Desviación estándar | | | |
| Coefficiente de variación | | | |

4. Determinación de errores en el análisis del sistema de medición.
 - c. Determina los sesgos
 - d. Determina la precisión del procedimiento empleado.

Discutir y analizar los resultados de las mediciones

Conclusiones (por persona)

Cuestionario

- 1) ¿Cuál es la diferencia entre las tolerancias de forma y las de orientación, ejemplifica 3 de cada una de ellas?
- 2) Describir y representar dos cilindros coaxiales.
- 3) Representar dos piezas mecanizada con dos superficies envolventes, identificar en el dibujo las dos superficies

Analiza la siguiente ilustración y describe en su totalidad la simbología mostrada, por medio de una tabla

Referencias Bibliográficas y Bibliografía

Ecured (s. f.) indicador de carátula. Recuperado de https://www.ecured.cu/Indicador_de_car%C3%A1tula

Escamilla, A. (2015). Metrología y sus aplicaciones (2ª ed.). México: PATRIA

REPORTE

Fecha:

Resumen de investigación documento indexado: 1 cuartilla

Resultados

Discusión de resultados

Conclusiones

Cuestionario contestado:

Comentarios

Bibliografía

Practica No. 8 Dimensionamiento y Tolerancia Geométrica

Objetivo

Integrar el uso de distintos instrumentos de medición con la metrología geométrica; para verificar los planos DG&T

Fundamento teórico:

Un dibujo de ingeniería de una pieza fabricada tiene por objeto transferir información del diseñador al fabricante e inspector. Debe contener toda la información necesaria para que la pieza se fabrique correctamente. También debe permitir a un inspector de calidad, determinar con precisión si la pieza es aceptable. Por consiguiente, cada dibujo debe transmitir tres tipos esenciales de información: el material a ser utilizado, el tamaño o dimensionamiento de la pieza y la forma o característica geométrica. El dibujo también debe especificar variaciones permisibles de cada uno de estos aspectos; en forma de tolerancias o límites.

Se define a la tolerancia geométrica como la variación de forma, perfil, orientación, ubicación o descentrado máximo permisible de una pieza manufacturada, y descrita en el dibujo de ingeniería además del marco de control de detalle que contiene, por lo menos, el símbolo de tolerancia geométrica y el valor de tolerancia geométrica. Un ejemplo de tolerancia geométrica es la tolerancia de forma; ya que controla la rectitud, planicidad circularidad y cilindridad; otro tipo de tolerancia es la tolerancia de orientación ya que controla la angularidad, el paralelismo y la perpendicularidad. (Jensen, C. 2004)

Los sistemas modernos de asignación de tolerancias, los cuales incluyen tolerancias geométricas y posicionales, utilizan referencias o destinos de referencia e interpretaciones precisas de tolerancias lineales y angulares, proporcionas a diseñadores y dibujantes; que permiten expresar variaciones lícitas de una manera muy precisa. Además, los métodos y símbolos son de alcance internacional. (Jensen, C. 2004)

La mayoría de los símbolos se pueden encontrar en las normas ASME Y14.5M-1994 (R 1999), ISO R1101, CAN/CSA B78.2-M91 (Jensen, C. 2004)

Cuestionario para profundizar conocimientos de la práctica a realizar:

El alumno desarrollará la investigación correspondiente a las siguientes preguntas guía.

1. Enliste las características de tolerancias geométricas y describa cada una de ellas

Materiales y equipo:

- Solicitados por el Maestro
- Kit de medición
- Franela
- Instrumentos de medición

Procedimiento o desarrollo experimental

Llenar datos solicitados en los espacios en blanco y seguir las instrucciones.

Nombre de la pieza medida _____ Magnitud medida _____

Nombre del Instrumento _____ Resolución _____ Temperatura

inicial _____ Temperatura final _____

1. Limpiar con un paño limpio la pieza a medir

2. Revisar la geometría de la pieza, y posibles rangos de medición
3. Seleccionar el instrumento de medición adecuado
4. Calibrar o ajustar los instrumentos de medición
5. Fijar o localizar la pieza a medir, para garantizar la correcta medición
6. Dimensionar la pieza solicitada
7. Registrar resultados de medición en la tabla 1
8. Elaborar dibujo de detalle de la pieza medida
9. Anexar al reporte las evidencias de las mediciones realizadas y el plano industrial de la pieza

| Lecturas | Lecturas | Lecturas | Lecturas |
|---------------------------|----------|----------|----------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| promedio | | | |
| Error medio | | | |
| Exactitud relativa | | | |
| Desviación estándar | | | |
| Coefficiente de variación | | | |

TABLA 1

Discutir y analizar los resultados de las mediciones

Cuestionario

1. Describa las ventajas principales que se obtienen con el uso de las tolerancias de forma y de orientación (GD&T).
2. En ciertas ocasiones las piezas pueden desviar de su forma verdadera y aun ser aceptables, siempre que las medidas estén dentro de los límites de tamaño. Muestra por medio de un bosquejo acotado dos variaciones de forma aceptables para alguna pieza manufacturada.
3. Conforme a la pieza evaluada, justifique el uso de las tolerancias de forma y de localización (GD&T) en los dibujos de detalle de la pieza.

Conclusiones

Referencias Bibliográficas

Jensen, C., Helsel, J., Short. Dennis., (2004). Dibujo y diseño en ingeniería (6ª ed.). México: McGraw Hill

Bibliografía

Jensen, C., Helsel, J., Short. Dennis., (2004). Dibujo y diseño en ingeniería (6ª ed.). México: McGraw Hill
Escamilla, A. (2015). Metrología y sus aplicaciones (2ª ed.). México: PATRIA

REPORTE

Fecha:

Resumen de investigación documento indexado: 1 cuartilla

Resultados

Discusión de resultados

Conclusiones

Cuestionario contestado:

Comentarios

Bibliografía