



UNIVERSIDAD DE SONORA

Unidad Regional Centro

División Ingeniería

Departamento Ingeniería Industrial

LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

Nombre de la Asignatura: Metrología Avanzada

Clave: IIS 06	Créditos: 07	Horas totales: 80	Horas Teoría: 02	Horas Práctica: 03	Horas Semana: 05
----------------------	---------------------	-----------------------------	----------------------------	------------------------------	----------------------------

Modalidad: Presencial

Eje de formación: Especializante

Elaborado por: Dr. Margarita Valenzuela Galván y Dr. Agustín Brau Avila

Antecedente: 7988 Instrumentación y Metrología, 7970 Dibujo Industrial

Consecuente:

Carácter: Optativa

Departamento de Servicio: Ingeniería Industrial

Propósito:

Esta asignatura es optativa y forma parte del eje de formación Especializante del egresado. Es una asignatura de un grupo disponible en el campo de la Ingeniería de la Calidad. Se busca formar egresados para aplicar los conocimientos de la metrología Industrial.

I. Contextualización

Introducción:

La asignatura está orientada a que el alumno conozca y aplique los conceptos básicos de la metrología legal e Industrial para calibrar equipo de medición utilizado en las líneas de producción, identificar e interpretar las especificaciones de acabado superficial, dimensionales y geométricas de una pieza a inspeccionar, así como identificar las distintas técnicas de medición dimensional utilizando equipo de alta precisión para evaluar piezas con geometría simple o compleja. Una breve descripción de lo que se cubre en cada unidad se describe a continuación.

1. Conceptos básicos y normas. Comprende la importancia de la metrología para asegurar la calidad y su integración en los procesos de producción. Se introducen conceptos básicos metrológicos como metrología industrial, calibración, incertidumbre, así como las normas a seguir para obtener medidas confiables.
2. Calibración de equipos y cálculo de incertidumbre. Se prepara al alumno para que identifique y planee las actividades requeridas para realizar un procedimiento de calibración de un equipo de medición, así como la realización del cálculo de incertidumbres de medida.
3. Tolerancias dimensionales y geométricas. Se inicia con la identificación de las normas de tolerancias dimensionales y geométricas usadas en los dibujos de ingeniería. Se revisan los conceptos básicos de dimensionamiento y tolerancias y se explica la simbología de las tolerancias dimensionales y geométricas que aparecen en los planos.
4. Metrología del acabado superficial. Se aplican los conceptos y normas de un acabado superficial. Se identifican los parámetros de rugosidad en un plano, medidas de rugosidad y los equipos utilizados. Se prepara al alumno para que realice una evaluación de la rugosidad de

una pieza mediante un rugosímetro.

5. Medición mediante un comparador óptico. Se identifican las ventajas de este tipo de equipo y se prepara al alumno para que identifique los distintos tipos de comparadores, el método de medición y las mediciones posibles a realizar. Se realiza la medición de distintas piezas utilizando un comparador óptico.
6. Medición por medio de una máquina de medir por coordenadas (MMC). Se identifican los componentes, tipos y principios de las máquinas de medir por coordenadas, así como sus aplicaciones y formas de calibración. Se prepara al alumno para que realice la medición de piezas con geometría simple y/o compleja mediante una MMC.
7. Medición por medio de un brazo articulado de medir por coordenadas (BAMC). Se identifican los componentes y principios de funcionamiento. Se analizan las diferencias y ventajas de este equipo con respecto a otros equipos de medición por coordenadas. Se adecua el método de medición con una MMC para utilizar un BAMC para piezas con geometría simple y/o compleja.

**Perfil del(los)
instructor(es):**

Estudios.

Licenciatura en algún tipo de carrera de Ingeniería Industrial como Ingeniería Industrial Administrativa, Ingeniería Industrial y de Sistemas, Ingeniería Administrativa y tener un grado académico mínimo de maestría con acentuación en Metrología y/o certificado en GD&T y/o MMC.

Experiencia

Docente cuando menos dos años impartiendo cursos del área de calidad o metrología en educación superior o
Profesional comprobado cuando menos cuatro años de ejercicio profesional en áreas afines al campo de la calidad o metrología.

II. Competencias a lograr

Competencias genéricas a desarrollar:

- Capacidad Comunicativa.
Expresa ideas y conceptos mediante representaciones lingüísticas, matemáticas o gráficas
- Pensamiento crítico.
Analiza críticamente los factores que influyen en su toma de decisiones
- Competencia Digital.
Utiliza en forma eficiente los recursos y herramientas digitales
- Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.
Elige las fuentes de información más relevantes para un propósito específico y discrimina entre ellas de acuerdo a su relevancia y confiabilidad.
- Capacidad para la toma de decisiones.
Evalúa y sopesa información importante para identificar los aspectos relevantes.
- Capacidad para realizar investigación básica y aplicada.
Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo como cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo.
Utiliza las tecnologías de la información y comunicación para procesar e interpretar información.

Competencias específicas:

OPERACIONES

- Analiza y planea las operaciones para la calibración de equipos de medición.
- Calcula e interpreta la incertidumbre de la medición.
- Comprende e interpreta la simbología de tolerancias dimensionales y geométricas dentro de un dibujo industrial.
- Utiliza correctamente el equipo de medición.

MATEMÁTICAS Y CIENCIAS

- Comprende las ciencias físicas, matemáticas, estadísticas, sociales y computacionales en que se sustenta la metrología aplicada a la industria.

DISEÑO

- Habilidad para analizar un dibujo industrial e implementar la medición para su inspección

MODELACIÓN

- Habilidad para modelar y caracterizar las diferentes fuentes de error e incertidumbre relacionadas a un sistema de medición.

- Profesionalismo
 - Es responsable de las conclusiones y propuestas que establece.

Objetivo General:

Al finalizar el curso el alumno será capaz de inspeccionar y evaluar piezas que se elaboran bajo el concepto de intercambiabilidad, leyendo e interpretando planos y haciendo las inspecciones con equipos de medición confiables.

Objetivos Específicos:

1. Partiendo de los conceptos básicos de la metrología, identificará las normas nacionales e internacionales necesarias para obtener medidas confiables.
2. Planeará las actividades necesarias para la calibración de equipos de medición e identificará las diferentes fuentes de incertidumbre.
3. Partiendo de un escenario, interpretará planos de piezas maquinadas.
4. Partiendo de un escenario, interpretará y aplicará la medición adecuada del acabado superficial utilizando un rugosímetro.
5. Partiendo de un escenario, aplicará la alineación y medición adecuada de piezas utilizando un comparador óptico.
6. Partiendo de un escenario, aplicará la alineación y medición adecuada de piezas utilizando una MMC.
7. Partiendo de un escenario, aplicará la alineación y medición adecuada de piezas utilizando un BAMC.

Unidades Didácticas:

1. CONCEPTOS BÁSICOS Y NORMAS
2. CALIBRACIÓN DE EQUIPOS Y CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE
3. TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y GEOMÉTRICAS
4. METROLOGÍA DEL ACABADO SUPERFICIAL
5. MEDICIÓN MEDIANTE UN COMPARADOR ÓPTICO
6. MEDICIÓN POR MEDIO DE UNA MÁQUINA DE MEDIR POR COORDENADAS (MMC)
7. MEDICIÓN POR MEDIO DE UN BRAZO ARTICULADO DE MEDIR POR COORDENADAS (BAMC)

III. Didáctica del programa

Unidades Didácticas:

1. CONCEPTOS BÁSICOS Y NORMAS

Con los conocimientos generales de lo que define la metrología, identifica y comprende las normas involucradas en la determinación de piezas e instrumentos de medición aceptables. Los principales temas que se cubren son:

- 1.1 Conceptos generales de metrología, patrón, calibración, incertidumbre y la importancia de la metrología en la industria.
- 1.2 Norma para la acreditación de laboratorios de ensayo y calibración
- 1.3 Normas de verificación y calibración de equipos de medición

2. CALIBRACIÓN DE EQUIPOS Y CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Desarrolla la habilidad para realizar la calibración de equipos básicos de medición dimensional e identificación de las distintas fuentes de incertidumbre. Los principales temas que se cubren son:

- 2.1 Conceptos básicos para el cálculo de la Incertidumbre de Medición
- 2.2 Cálculo de incertidumbre: método básico
- 2.3 Calibración de equipos de medición: casos prácticos

3. TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y GEOMÉTRICAS

Desarrolla la habilidad para identificar e interpretar las tolerancias dimensionales y geométricas de los planos de piezas a inspeccionar. Los principales temas que se cubren son:

- 3.1 Introducción a conceptos básicos, normas e identificación de las tolerancias en el plano
- 3.2 Tolerancias dimensionales
- 3.3 Tolerancias geométricas

4. METROLOGÍA DEL ACABADO SUPERFICIAL

En esta unidad se explica primero los parámetros y medidas de rugosidad para después continuar con la utilización de un rugosímetro para evaluar una pieza conforme a su plano. Los principales temas que se cubren son:

- 4.1 Introducción y terminología
- 4.2 Parámetros de rugosidad
- 4.3 Medidas de rugosidad

- 4.4 Equipos de medición
- 4.5 Preparación de piezas
- 4.6 Medición y evaluación de la rugosidad

5. MEDICIÓN MEDIANTE UN COMPARADOR ÓPTICO

En esta unidad se explica primero las especificaciones y manejo de un comparador óptico para después continuar con la utilización de uno para evaluar piezas conforme a sus planos. Los principales temas que se cubren son:

- 5.1 Partes, especificaciones y manejo de un comparador óptico
- 5.2 Posición de la pieza y alineación de los ejes de coordenados
- 5.3 Medición y evaluación de tolerancias dimensionales y geométricas
- 5.4 Reportes

6. MEDICIÓN POR MEDIO DE UNA MÁQUINA DE MEDIR POR COORDENADAS (MMC)

En esta unidad se explica primero las especificaciones y manejo de una máquina de medir por coordenadas para después continuar con la utilización de una para evaluar piezas conforme a sus planos. Los principales temas que se cubren son:

- 6.1 Partes, tipos y especificaciones de una MMC
- 6.2 Preparación para el uso de MMC
- 6.3 Selección y calibración de palpadores
- 6.4 Tipos de alineación
- 6.5 Medición y evaluación de tolerancias dimensionales y geométricas
- 6.6 Programación de rutinas de medición
- 6.7 Reportes

7. MEDICIÓN POR MEDIO DE UN BRAZO ARTICULADO DE MEDIR POR COORDENADAS (BAMC)

En esta unidad se explica primero las especificaciones y manejo de un brazo articulado de medir por coordenadas para después continuar con la utilización de uno para evaluar piezas conforme a sus planos. Los principales temas que se cubren son:

- 7.1 Partes, tipos y especificaciones de un BAMC
- 7.2 Preparación para el uso de un BAMC
- 7.3 Selección y calibración de palpadores
- 7.4 Tipos de alineación
- 7.5 Medición y evaluación de tolerancias dimensionales y geométricas
- 6.6 Programación de rutinas de medición
- 6.7 Evaluación de piezas con respecto a CAD
- 6.7 Reportes

Crterios de desempeo:

1. Utiliza la base de datos bibliotecaria para la bsqueda de artculos de revistas cientficas relacionados con los temas de la asignatura.
2. Elabora una sntesis de una pgina de las lecturas asignadas
3. Entrega oportuna de al menos el 70% de las tareas asignadas.
4. Entrega de tareas hechas con calculadora, hoja de clculo y software estadstico.
5. Presentar los exmenes, tener calificacin aprobatoria y haber aprobado cuando menos el 50% de ellos.
6. Presentacin exitosa de un trabajo final donde se aplique correctamente parte de lo cubierto en el curso, mismo que es elaborado en equipos.

Experiencias de Enseanza / procesos y objetos de aprendizaje requeridos

1. Exposicin del maestro
2. Participacin del alumno asociando los conocimientos con su aplicacin.
3. Lectura de temas afines
4. Interaccin en clase
5. Visitas a empresas
6. Asesoría individual y grupal
7. Trabajo final

Experiencias de aprendizaje.

1. Bsqueda de artculos cientficos en base de datos bibliotecaria
2. Organizacin de referencias bibliogrficas
3. Lectura previa de los materiales
4. Elaboracin de reporte de visitas a empresas
5. Defensa de trabajos finales
6. Defensa de tareas entregadas.

Recursos didcticos y tecnolgicos (material de apoyo):

1. Laptop
2. Cañn
3. Pintarrn
4. Conexin a internet
5. Software: PowerPoint, Excel, Mendeley, Geomeasure y CAM2Measure.
6. Web con material

Bibliografa Bsica

1. Zeleny Vázquez, González González, (1999), "Metrología Dimensional, 1ª Ed." México. Mc Graw Hill.
2. Connie L. Dotson. (2016). Fundamentals of Dimensional Metrology 6th Ed. Cengage Learning.
3. Curtis Mark, Farago Francis T., (2013). Handbook of Dimensional Measuring 5th Ed. Industrial Press.
4. T. Pfeifer (2002). Production Metrology. Oldenbourg.
5. Robert J. Hocken, Paulo H. Pereira. (2011). Coordinate Measuring Machines and Systems 2nd CRC Press.
6. Jerzy A. Sladek (2016). Coordinate Metrology: Accuracy of Systems and Measurements. Springer
7. Norma ASME Y14.5M-2009. Dimensioning and Tolerancing. THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS.
8. Bruce A. Wilson (2016). GD&T Application and Interpretation Sixth Edition. G-W Publisher.
9. Russ Schultz and Larry Smith (2009). Blueprint Reading for Machine Trades Sixth Edition. Pearson Prentice Hall.
10. Alex Krulikowski (2012). Fundamentals of Geometric Dimensioning and Tolerancing Third Edition. Delmar Cengage Learning.

Bibliografía Complementaria

1. Ley Federal sobre Metrología y Normalización, Secretaría de Economía.
2. Sistema General de Unidades de Medida, Secretaría de Economía.
3. Vocabulario Internacional de Metrología, 2008, BIPM.
4. Guía para Estimar la Incertidumbre de Medición, 2000, CENAM.
5. NMX-EC-17025-IMNC-2006.
6. Página oficial del CENAM.

IV. Evaluación Formativa de las Competencias

#	Tipo* (C,H,A)	Evidencias a evaluar	Criterios de evaluación	*Técnicas e Instrumentos de Evaluación	Ponderación %
1	C	Conceptos	Se evaluará los conocimientos adquiridos de las unidades 1 y 2	Primera parte de examen parcial escrito. Objetivo, tipo opción múltiple o falso y verdadero	05 %
	C, H	Habilidad para obtener la incertidumbre de medida de un instrumento	Se evaluará la habilidad para resolver ejercicios de cálculo de incertidumbre de medida	Segunda parte de examen parcial escrito abierto	10 %
	C, H	Síntesis de lecturas Ejercicios de práctica	Entrega de trabajos solicitados para evaluar la habilidad del estudiante para analizar los datos relacionados con la calidad para implementar métodos y prácticas de mejora de la calidad.	Tareas y trabajos asignados	05 %
2	C	Conceptos	Se evaluará los conocimientos adquiridos en la unidad 3	Primera parte de examen parcial escrito. Objetivo, tipo opción múltiple o falso y verdadero	05 %
	C, H	Habilidad para interpretar tolerancias dimensionales y geométricas	Se evaluará la habilidad para distinguir e interpretar: (1) tolerancias dimensionales y (2) tolerancias geométricas	Segunda parte de examen parcial escrito abierto	10 %
	C,H	Ejercicios de práctica	Entrega de trabajos solicitados para evaluar la habilidad del estudiante para interpretar tolerancias dimensionales y geométrica	Tareas asignadas	05 %

#	Tipo* (C,H,A)	Evidencias a evaluar	Criterios de evaluación	*Técnicas e Instrumentos de Evaluación	Ponderación %
3	C	Conceptos	Se evaluará los conocimientos adquiridos en las unidades 4, 5, 6 y 7	Primera parte de examen parcial oral abierto.	05 %
	C,H, A	Habilidad para evaluar una pieza con respecto a su plano	Planteamiento de escenarios para evaluar (1) tolerancias dimensionales y (2) tolerancias geométricas y generar reportes	Segunda parte de examen parcial escrito abierto	20%
	C,H	Síntesis de lecturas	Entrega de trabajos solicitados para evaluar la habilidad del estudiante para analizar las lecturas asignadas durante la asignatura.	Tareas y trabajos asignados	05%
4	C,H, A	Proyecto final	Evaluar los, conocimientos, habilidades y actitudes adquiridas definiendo un plano e inspeccionando la pieza del plano.	Entrega del trabajo realizado y evaluación de la pieza entregada	20 %
5	C,H, A	Prácticas de Laboratorio	Evaluar la habilidad del estudiante en el uso correcto de los instrumentos de medición estudiados en clase y la calibración de instrumentos	Entrega de las prácticas del laboratorio de metrología	10 %
Total					100 %

*

C: Conocimientos H: Habilidades A: Actitudes

Tareas. Ejercicios, preguntas de conceptos, trabajos de síntesis, lectura y comprensión de artículos serán utilizados para evaluar la **habilidad** del estudiante en el manejo de los **conocimientos** para evaluar tolerancias dimensionales y geométricas y calibración de equipos.

Exámenes. Comprensión y de aplicación. Serán utilizados para evaluar del alumno (1) el grado de **comprensión** de los conceptos de la metrología y (2) la **habilidad** para extraer conclusiones de tolerancias dimensionales y geométricas de una pieza.

El proyecto final será utilizado para evaluar sus, **conocimientos, habilidades y actitudes** adquiridas. Consiste en que un equipo de estudiantes encuentre una pieza a inspeccionar conforme a un plano presentado y entreguen sus resultados.

Prácticas de laboratorio serán utilizadas para evaluar sus, **conocimientos, habilidades y actitudes** adquiridas en el uso de los instrumentos de medición y en la calibración de equipos básicos con que cuenta el laboratorio de metrología del Departamento de Ingeniería Industrial.