



UNIVERSIDAD DE SONORA
Unidad Regional Centro
División Ingeniería
Departamento Ingeniería Industrial
LICENCIATURA INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

Nombre de la Asignatura: METROLOGÍA DE ALTA PRECISIÓN.

Clave:	Créditos:	Horas totales:	Horas Teoría:	Horas Práctica:	Horas Semana:
	6	80	1	4	5

Modalidad: Presencial

Eje de formación: Especializante

Elaborado por: RAMÓN ALBERTO LUQUE MORALES Y AGUSTÍN BRAU AVILA

Antecedente: 9933 Metrología y
Normalización
Dibujo Industrial II

Consecuente:

Carácter: Optativa

Departamento de Servicio: Ingeniería Industrial

Propósito:

Esta asignatura es optativa y forma parte del eje de formación Especializante. El curso busca formar egresados para aplicar los conocimientos de la metrología industrial. Asimismo, entender la ciencia de las mediciones y sus aplicaciones, incluye los aspectos teóricos y prácticos de la medida, para efectos de saber de la tecnología que se ocupa de las mediciones de los sistemas de unidades y de los instrumentos usados para efectuarlas e implementarlas.

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.

En la unidad I, 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 metroológicos como metrología industrial, calibración, incertidumbre, así como las normas a seguir para obtener medidas confiables.

En la unidad II, 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.

En la unidad III, 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.

En la unidad IV, 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.

En la unidad V, 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.

En la unidad VI, 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.

En la unidad VII, 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):	Poseer 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 y desarrollo profesional comprobado cuando menos de dos años en áreas afines al campo de la calidad o metrología. Contar con experiencia docente de al menos dos años a nivel superior.
--	--

II. Competencias a lograr

Competencias genéricas a desarrollar:

- **Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.** Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana.
- **Trabajo colaborativo.** Asume una actitud constructiva, congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.
- **Capacidad para la toma de decisiones.** Evalúa y sopesa información importante para identificar los aspectos relevantes. Define la prioridad para la solución del problema en términos de impacto y urgencia.
- **Capacidad para realizar investigación básica y aplicada.** Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos.
- **Competencia Digital.** Aplica herramientas digitales para el pensamiento reflexivo, la creatividad y la innovación.

Competencias específicas:

- CAPACIDAD PARA DISEÑAR Y GESTIONAR, PRODUCTOS Y PROCESOS MECATRÓNICOS.
 - Conocer como calibrar equipos y desarrollar sistemas adecuados de medición de variables de un proceso industrial.
- HABILIDAD PARA DESARROLLAR SISTEMAS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN.
 - Comprender la relación entre automatización y los sistemas de medición y calibración.
- CAPACIDAD PARA ANALIZAR LA VARIACIÓN DE PARÁMETROS EN EQUIPOS Y SISTEMAS MECATRÓNICOS Y EMITIR DIAGNÓSTICOS DE EFICIENCIA DE LOS MISMOS.
 - Definir y operar las técnicas de conservación de equipo industrial y de la sustentación del servicio que presta el equipo para apoyar al logro de una alta productividad con calidad.
- HABILIDAD PARA ELABORAR HOJAS DE ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS Y COMPONENTES PARA SU CORRECTA IMPLEMENTACIÓN EN PROCESOS INDUSTRIALES.
 - Elaborar sistemas de registro automáticos de mediciones del proceso de fabricación.

- CAPACIDAD PARA APLICAR LA MANUFACTURA COMPUTARIZADA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MECANISMOS Y COMPONENTES MECATRÓNICOS.

➤ Describir los métodos de medición y calibración de equipos.

Objetivo General:

Obtener la capacidad 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. Conocer: los tipos de patrones, de instrumentos; procedimientos de calibración de los instrumentos; la trazabilidad de las medidas; proceso de acreditación de laboratorios.

Objetivos Específicos:

1. Identificar las normas nacionales e internacionales necesarias para obtener medidas confiables.
2. Planear las actividades necesarias para la calibración de equipos de medición e identificará las diferentes fuentes de incertidumbre.
3. Interpretar planos de piezas maquinadas.
4. Interpretar y aplicar la medición adecuada del acabado superficial utilizando un rugosímetro.
5. Aplicar la alineación y medición adecuada de piezas utilizando un comparador óptico.
6. Aplicar la alineación y medición adecuada de piezas utilizando una MMC.
7. Aplicar la alineación y medición adecuada de piezas utilizando un BAMC.

Unidades Didácticas:

Unidad Didáctica I.-CONCEPTOS BÁSICOS Y NORMAS

Unidad Didáctica II.- CALIBRACIÓN DE EQUIPOS Y CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Unidad Didáctica III.- TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y GEOMÉTRICAS

Unidad Didáctica IV.- METROLOGÍA DEL ACABADO SUPERFICIAL

Unidad Didáctica V.- MEDICIÓN MEDIANTE UN COMPARADOR ÓPTICO

Unidad Didáctica VI. - MEDICIÓN POR MEDIO DE UNA MÁQUINA DE MEDIR POR COORDENADAS (MMC)

Unidad Didáctica VII.- MEDICIÓN POR MEDIO DE UN BRAZO ARTICULADO DE MEDIR POR COORDENADAS (BAMC)

III. Didáctica del programa

Unidades Didácticas:

Unidad Didáctica I.- 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:

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

Unidad Didáctica II.- 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:

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

Unidad Didáctica III.- 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:

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

Unidad Didáctica IV- 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:

- Introducción y terminología
- Parámetros de rugosidad
- Medidas de rugosidad
- Equipos de medición
- Preparación de piezas
- Medición y evaluación de la rugosidad
-

Unidad Didáctica V- 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:

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

Unidad Didáctica VI- 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:

- Partes, tipos y especificaciones de una MMC
- Preparación para el uso de MMC
- Selección y calibración de palpadores
- Tipos de alineación
- Medición y evaluación de tolerancias dimensionales y geométricas
- Programación de rutinas de medición
- Reportes

Unidad Didáctica VII- 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:

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

Criterios de desempeño:

1. Utiliza la base de datos bibliotecaria para la búsqueda de artículos de revistas científicas relacionados con los temas de la asignatura.
2. Elabora una síntesis de una página 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 cálculo y software estadístico.
5. Presentar los exámenes, tener calificación aprobatoria y haber aprobado cuando menos el 50% de ellos.

6. Presentación exitosa de un trabajo final donde se aplique correctamente parte de lo cubierto en el curso, mismo que es elaborado en equipos.

Experiencias de Enseñanza / procesos y objetos de aprendizaje requeridos

1. Exposición del maestro.
2. Participación del alumno asociando los conocimientos con su aplicación.
3. Lectura de temas afines.
4. Interacción en clase.
5. Visitas a empresas.
6. Asesoría individual y grupal.
7. Trabajo final.

Experiencias de aprendizaje.

1. Búsqueda de artículos científicos en base de datos bibliotecaria.
2. Organización de referencias bibliográficas.
3. Lectura previa de los materiales.
4. Elaboración de reporte de visitas a empresas.
5. Defensa de trabajos finales.
6. Defensa de tareas entregadas.

Recursos didácticos y tecnológicos (material de apoyo):

1. Laptop.
2. Cañón.
3. Pintarrón.
4. Conexión a internet.
5. Software: PowerPoint, Excel, Mendeley, Geomeasure y CAM2Measure.
6. Web con material

<i>Bibliografía</i>	<i>Básica o complementaria</i>
González C. and Zeleny J. (1995). Metrología. México: Edit. McGraw-Hill Interamericana.	<i>Básica</i>
Dotson C. (2016). Fundamentals of dimensional metrology. Boston, MA: Edit. Cengage Learning.	<i>Básica</i>
Curtis M. (2010). Handbook of dimensional measurement.	<i>Básica</i>
Sładek, J. (2016). Coordinate Metrology: Accuracy of Systems and Measurements. Edit. Springer	<i>Complementaria</i>

Schultz, R., & Smith, L. (2012). Blueprint reading for the machine trades. Boston: Edit. Prentice Hall.	<i>Complementaria</i>
Wilson, B. (2016). GD&T Application and Interpretation. Edit. Goodheart-Willcox Pub.	<i>Complementaria</i>
Hocken R., & Pereira, P. (2011). Coordinate measuring machines and systems. New York : Edit. Marcel Dekker.	<i>Complementaria</i>
Krulikowski A. (2012). Fundamentals of geometric dimensioning and tolerancing. Clifton Park, New York: Edit. Delmar.	<i>Complementaria</i>

4. 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 I y II	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 III	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 tolerancias dimensionales y 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 IV, V, VI y VII	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.