



UNIVERSIDAD DE SONORA

Unidad Regional Centro

División Ingeniería

Departamento Ingeniería Industrial

LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

Nombre de la Asignatura: Instrumentación y Metrología

Clave: 7988	Créditos: 06	Horas totales: 64	Horas Teoría: 02	Horas Práctica: 02	Horas Semana: 04
--------------------	---------------------	-----------------------------	----------------------------	------------------------------	----------------------------

Modalidad: Presencial

Eje de formación: Profesionalizante

Elaborado por: Agustín Brau Avila y Margarita Valenzuela Galván

Antecedente: 7986 Control de Calidad

Consecuente:

Carácter: Obligatoria

Departamento de Servicio: Ingeniería Industrial

Propósito:

Esta asignatura es obligatoria y forma parte del eje de formación Profesionalizante del egresado. Es una de las asignaturas disponibles dentro del campo de la Ingeniería de la Calidad. En esta asignatura se busca desarrollar en el alumno los conocimientos necesarios para estudiar y evaluar los sistemas de medición utilizados en el sector industrial, con base en los requerimientos de normas nacionales e internacionales.

I. Contextualización

Introducción:

La asignatura está orientada a que el alumno se familiarice con los conocimientos básicos relativos a la metrología, normalización y sus implicaciones para los sistemas de gestión de la Calidad dentro del sector industrial. Además, que le permitan el uso y selección adecuada de los diferentes instrumentos y estrategias de medición en función de los requerimientos de las características de calidad del producto. Una breve descripción de lo que se cubre en cada unidad se describe a continuación.

1. Entorno de la metrología. Se explica al alumno los diferentes tipos de metrología y su importancia en todos los aspectos de la vida diaria y los beneficios en el correcto uso e interpretación de las mediciones en todos los ámbitos de la sociedad.
2. Conceptos generales de metrología. Se familiariza al alumno con los conceptos y términos generales de la metrología de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades, Vocabulario Internacional de Términos de Metrología y a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
3. Normalización, certificación y acreditación. Se prepara al alumno para identificar las exigencias legales, técnicas y administrativas, relativas a las unidades de medida, los métodos de medición y los instrumentos de medir dentro del sector industrial.
4. Instrumentos de medición. Se identifican y conocen los instrumentos de medición más comúnmente utilizados dentro del sector industrial, así como el procedimiento para realizar mediciones confiables en función de las tolerancias del producto.
5. Evaluación de los sistemas de medición. Aquí se aplican diferentes métodos para evaluar las características deseables de los instrumentos de medición.

6. Introducción a la estimación de incertidumbre básica. Se prepara al alumno para estudiar y estimar la incertidumbre básica asociada a un sistema de medición.
7. Introducción a instrumentos de medición avanzados. Se introduce al alumno a los instrumentos de medición avanzados utilizados en la industria aeroespacial, máquina herramienta y automotriz tales como máquina de medir por coordenadas, brazo articulado de medir por coordenadas y comparador óptico.

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

Estudios:

Poseer Licenciatura en algún tipo de carrera de Ingeniería Industrial como Ingeniería Industrial Administrativa, Ingeniería Industrial y de Sistemas, Ingeniería Administrativa o de Gestión y tener un grado académico mínimo de maestría con acentuación en Metrología.

Experiencia

Profesional comprobada. Al menos de dos años en áreas afines al campo de la metrología.

Docente. Contar con experiencia docente de al menos un año a nivel superior.

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.
Hace uso de herramientas y medios digitales en su desarrollo profesional.
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.
Construye hipótesis y diseña y aplica modelos para probar su validez.
Utiliza las tecnologías de la información y comunicación para procesar e interpretar información.

Competencias específicas:

- 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 el diseño de un sistema de medición en función de las características de calidad del producto.
- Modelación
 - Habilidad para modelar y caracterizar las diferentes fuentes de error e incertidumbre relacionadas a un sistema de medición.
- Profesionalismo
 - Es responsable de las acciones que realiza

Objetivo General:

Al finalizar el curso el alumno será capaz de seleccionar, diseñar y evaluar los sistemas de medición para el aseguramiento metrológico en los procesos de producción industrial, en base a los requerimientos de normas nacionales e internacionales.

Objetivos Específicos:

1. Partiendo de la explicación de la importancia de la metrología en nuestra sociedad, el alumno identificará los beneficios y costos de medir correcta e incorrectamente en la toma de decisiones.
2. Utilizará correctamente los conceptos y términos relacionados con la metrología industrial, metrología legal y metrología científica.
3. Será capaz de identificar la diferencia entre normalización, acreditación y certificación así como los requerimientos técnicos y legales relativos a las unidades de medida, los métodos de medición y los instrumentos de medir dentro del sector industrial.
4. Partiendo de un escenario, será capaz de identificar y seleccionar el instrumento de medición adecuado en función de las características de calidad a evaluar y las prestaciones del instrumento de medición, tales como resolución, precisión, repetibilidad, etc.
5. Partiendo de un escenario, evaluará la confiabilidad de las mediciones de un sistema de medición por medio de diferentes métodos estadísticos.
6. Partiendo de un escenario, identificará las diferentes fuentes de incertidumbre de un sistema de medición.
7. Conocerá el funcionamiento general y principales aplicaciones industriales de los instrumentos de medición avanzada tales como máquinas de medir por coordenadas, brazo articulado de medir por coordenadas y comparador óptico.

Unidades Didácticas:

1. ENTORNO DE LA METROLOGÍA
2. CONCEPTOS GENERALES DE LA METROLOGÍA
3. NORMALIZACIÓN, CERTIFICACIÓN Y ACREDITACIÓN
4. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y EL PROCESO DE MEDICIÓN
5. EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN
6. INTRODUCCIÓN A LA ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE BÁSICA
7. INTRODUCCIÓN A INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN AVANZADOS

III. Didáctica del programa

Unidades Didácticas:

1. ENTORNO DE LA METROLOGÍA

El conocimiento general de las diferentes definiciones de la metrología y su importancia en la toma de decisiones en nuestra vida diaria, así como un bosquejo histórico del desarrollo de la metrología a través del tiempo. Los principales temas que se cubren son:

- 1.1 Importancia de la metrología
- 1.2 Antecedentes de la metrología
- 1.3 Aplicación de la metrología
- 1.4 Tipos de metrología: Metrología industrial, legal y científica

2. CONCEPTOS GENERALES DE LA METROLOGÍA

Se prepara al alumno para utilizar correctamente los conceptos y términos relacionados con la metrología industrial, metrología legal y metrología científica. Los principales temas que se cubren son:

- 2.1 Conceptos básicos de metrología
- 2.2 Vocabulario internacional de metrología
- 2.3 Uso correcto del Sistema Internacional de Unidades
- 2.4 Conversión de unidades con respecto a otros Sistemas de Unidades
- 2.5 Sistema Metrológico Nacional
- 2.6 Trazabilidad e incertidumbre

3. NORMALIZACIÓN, CERTIFICACIÓN Y ACREDITACIÓN

El alumno será capaz de identificar las exigencias legales, técnicas y administrativas, relativas a las unidades de medida, los métodos de medición y los instrumentos de medir. Los principales temas que se cubren son:

- 3.1 Introducción y definiciones
- 3.2 Tipos de normas y su generación
- 3.3 Normas oficiales obligatorias y voluntarias
- 3.4 Organismos y entidades normalizadoras
- 3.5 Organismos y entidades de certificación y acreditación
- 3.6 La metrología como factor de calidad: ISO 9000:2015, IATF 16949:2016 y AS9100

4. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y EL PROCESO DE MEDICIÓN

Identificar y seleccionar el instrumento de medición básico en función de las características de calidad a evaluar y las prestaciones del instrumento de medición. Los principales temas que se cubren son:

- 4.1 Instrumentos de medición básicos
- 4.2 Prestaciones de los instrumentos de medición: resolución, precisión, etc.
- 4.2 Proceso de medición
- 4.3 Errores de medición

5. EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN

Evaluará la confiabilidad de las mediciones de un sistema de medición por medio de diferentes métodos estadísticos. Los principales temas que se cubren son:

- 5.1 Introducción a la evaluación de los sistemas de medición
- 5.2 Sesgo
- 5.3 Histéresis
- 5.4 Estabilidad
- 5.5 Sensibilidad
- 5.6 Linealidad
- 5.7 Repetibilidad y Reproducibilidad: método corto
- 5.8 Repetibilidad y Reproducibilidad: método largo (promedios y rangos)
- 5.9 Repetibilidad y Reproducibilidad: método ANOVA
- 5.10 Repetibilidad y Reproducibilidad por atributos

6. INTRODUCCIÓN A LA ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE BÁSICA

Reconocerá los principales pasos para la estimación de la incertidumbre en un proceso de medición de acuerdo a la Guía para la estimación de la incertidumbre de medición (GUM). Los principales temas que se cubren son:

- 6.1 Repaso de conceptos básicos de estadística
- 6.2 Errores e incertidumbre de medición
- 6.3 Estimación de la incertidumbre de acuerdo a la GUM (procedimiento básico)
- 6.4 Ejemplos prácticos

7. INTRODUCCIÓN A INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN AVANZADOS

Descripción general y principales aplicaciones industriales de los instrumentos de medición avanzada. Los principales temas que se cubren son:

- 7.1 Máquina de medir por coordenadas: Configuraciones, tipos de errores, aplicaciones industriales
- 7.2 Brazo articulado de medir por coordenadas: Configuraciones, errores de medición, aplicaciones industriales

7.3 Comparador óptico: Configuraciones, errores de medición, aplicaciones industriales

Criterios de desempeño:

1. Utiliza base de datos bibliotecaria para la búsqueda de artículos de revistas científicas relacionada 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 y software estadístico (MINITAB).
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. Se entregará trabajo escrito y exposición frente al grupo.

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 y citas de trabajos utilizando aplicación de Mendeley.
3. Lectura previa de los materiales
4. Elaboración de reporte de visitas a empresas
5. Exposición 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, MINITAB, Mendeley.
6. Web con material

Bibliografía Básica

1. Montgomery, D.C., (2013), "Introduction to Statistical Quality Control 7th Ed.", John Wiley and Sons. New York.
2. Curtis Mark, Farago Francis T., (2013). Handbook of Dimensional Measuring 5th Ed. Industrial Press.
3. Connie L. Dotson. (2016). Fundamentals of Dimensional Metrology 6th Ed. Cengage Learning.
4. Gutiérrez Pulido, H. R. De La Vara Salazar. (2013). "Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma, 3^a Edición" México .Mc Graw Hill.
5. T. Pfeifer (2002). Production Metrology. Oldenbourg.
6. Robert J. Hocken, Paulo H. Pereira. 2011. Coordinate Measuring Machines and Systems 2nd CRC Press.
7. Ammar Grous (2011). Applied Metrology for Manufacturing Engineering. Wiley.
8. Jerzy A. Sladek (2016). Coordinate Metrology: Accuracy of Systems and Measurements. Springer.
9. Stephen B. Vardeman, J. Marcus Jobe. Statistical Methods for Quality Assurance. Springer.
10. Charles P. Quesenberry. SPC Methods for Quality Improvement. John Wiley & Sons.
11. Thomas P. Ryan. Statistical Methods for Quality Improvement. 2nd Edition. Wiley.

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. Ford Motor Company (2010). Análisis de Sistemas de Medición 4th Ed. AIAG.
6. Jay L. Devore (2016). Probability and Statistics for Engineering and the Sciences, 9th Ed. Cengage Learning.

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 1 , 2 y 3	Primera parte de examen parcial escrito. Objetivo, tipo opción múltiple o falso y verdadero	10 %
	C, H	Habilidad para utilizar el sistema internacional de unidades y conversiones entre sistema de unidades	Se evaluará la habilidad para trabajar con el sistema internacional de unidades y otros sistemas de unidades.	Segunda parte de examen parcial escrito abierto	10 %
	C, H	Síntesis de lecturas de artículos científicos Ejercicios de práctica	Entrega de trabajos solicitados para evaluar (1) la habilidad del estudiante para analizar las lecturas asignadas durante la asignatura y (2) la habilidad de trabajar con el sistema internacional de unidades.	Tareas y trabajos asignados	06%
2	C	Conceptos	Se evaluará los conocimientos adquiridos en la unidad 4 y 5.	Primera parte de examen parcial escrito. Objetivo, tipo opción múltiple o libre respuesta.	05 %
	C, H	Habilidad para seleccionar y utilizar la herramienta adecuada	Planteamiento de escenarios para evaluar (1) uso adecuado de los instrumentos de medición (2) la habilidad para extraer conclusiones de los resultados de la evaluación de los instrumentos de medición.	Segunda parte de examen parcial escrito abierto	15%

#	Tipo* (C,H,A)	Evidencias a evaluar	Criterios de evaluación	*Técnicas e Instrumentos de Evaluación	Ponderación %
	C,H	Síntesis de lecturas Ejercicios de práctica	Entrega de trabajos solicitados para evaluar la habilidad del estudiante para analizar los datos relacionados con el uso de los instrumentos de medición y la evaluación de los sistemas de medición.	Tareas y trabajos asignados	07%
3	C	Conceptos	Se evaluará los conocimientos adquiridos en las unidades 7 y 8.	Primera parte de examen parcial escrito. Objetivo, tipo opción múltiple o falso y verdadero.	05 %
	C, H	Habilidad para seleccionar y utilizar la herramienta adecuada	La habilidad del estudiante de interpretar el cálculo de la incertidumbre de medición básica de un sistema de medición.	Segunda parte de examen parcial escrito abierto	15 %
	C,H	Síntesis de lecturas Ejercicios de práctica	Entrega de trabajos solicitados para evaluar la habilidad del estudiante para analizar los datos relacionados con el cálculo de la incertidumbre de medición básica de un sistema de medición.	Tareas y trabajos asignados	07%
4	C,H, A	Proyecto final	Evaluar los, conocimientos, habilidades y actitudes adquiridas analizando y evaluando un sistema de medición de alguna industria de la región	Entrega del trabajo realizado y defensa ante el grupo de su trabajo realizado	10 %

#	Tipo* (C,H,A)	Evidencias a evaluar	Criterios de evaluación	*Técnicas e Instrumentos de Evaluación	Ponderación %
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 el análisis de datos para la evaluación práctica de un sistema de medición, por medio de los métodos estadísticos aprendidos en la asignatura.	Entrega de los problemas de los manuales de 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 analizar los datos relacionados con el uso de instrumentos de medición y métodos estadísticos para la evaluación de los sistemas de medición y cálculo de incertidumbre básica.

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 los datos analizados estadísticamente.

El proyecto final y prácticas de laboratorio serán utilizados para evaluar sus, **conocimientos, habilidades y actitudes** adquiridas. El trabajo final consiste en que un equipo de estudiantes encuentre una empresa donde identifiquen áreas de oportunidad relacionadas con los aspectos metrológicos aprendidos en clase. Además, en lo que respecta a las prácticas de laboratorio, se evaluará la habilidad del estudiante en el uso de los instrumentos de medición y la evaluación de un sistema de medición de los equipos básicos con que cuenta el laboratorio de metrología del Departamento de Ingeniería Industrial.