

# FACULTAD DE INGENIERÍA

## CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO



**Nombre de la materia:** TÉCNICAS EXPERIMENTALES  
AVANZADAS

**Clave Facultad:**

**Clave U.A.S.L.P.:**

**No. de créditos:** 8

**Horas/Clase/Semana:** 4

**Horas totales/Semestre:** 64

**Horas/Práctica (y/o Laboratorio):**

**Prácticas complementarias:**

**Trabajo extra-clase Horas/Semana:** 4

**Carrera/Tipo de materia:** Posgrado en Ingeniería Mecánica  
Optativa común

**No. de créditos aprobados:**

**Fecha última de Revisión Curricular:** Marzo 2020

**Materia y clave de la materia requisito:**

### JUSTIFICACIÓN DEL CURSO

En esta materia se prepara al alumno en la metodología necesaria para el diseño y planeación de experimentos. También se le instruye en el manejo de las técnicas más convenientes para la medición de las diversas variables que se presentan en los experimentos de la ingeniería.

Las técnicas experimentales proporcionan una herramienta muy poderosa para que el alumno comprenda y analice sistemas, pero para utilizarlas es

indispensable que el alumno sea capaz de decidir acerca de la conveniencia de una técnica de medición en particular y sea capaz de determinar los errores inherentes a la técnica de experimental seleccionada. Por ello, es de fundamental importancia que el alumno de posgrado sepa decidir sobre las técnicas experimentales existentes, y pueda interpretar los resultados en función de la precisión experimental esperada.

### OBJETIVO DEL CURSO

1. Evaluar los errores experimentales esperados en función de la confiabilidad de las mediciones y el manejo estadístico de los experimentos.
2. Propiciar el manejo de las herramientas experimentales para el análisis de problemas de ingeniería.
3. Que el alumno aprenda a utilizar una técnica experimental en particular para cada una de las mediciones requeridas.
4. Que el estudiante desarrolle sistemas de medición experimental de esfuerzos, y transductores con base a medidores de deformación.

### CONTENIDO TEMÁTICO

- |               |        |                           |         |
|---------------|--------|---------------------------|---------|
| 1. MEDICIONES | 4 Hrs. | 2. DISEÑO DE EXPERIMENTOS | 12 Hrs. |
|---------------|--------|---------------------------|---------|
- Objetivo: Análisis de la naturaleza de la propiedad a medir, las mediciones y el estudio probabilístico y estadístico de los errores experimentales.
- 1.1. Variación estadística en la propiedad a medir.
  - 1.2. Trazabilidad.
  - 1.3. Errores en las mediciones.
  - 1.4. Concepto de Incertidumbre.
  - 1.5. Teoría de probabilidad en mediciones.
  - 1.6. Medidas de confiabilidad de mediciones
  - 1.7. Estudio de repetibilidad y reproducibilidad.
- Objetivo: Conocer las bases estadísticas para la comprensión del diseño de experimentos. Comprensión de un método para comparar dos condiciones o tratamientos.
- 2.1. Conceptos básicos
    - 2.1.1. Conceptos básicos estadísticos.
    - 2.1.2. Muestreo y distribuciones muestrales.
    - 2.1.3. Inferencia sobre las diferencias de medias; diseños aleatorizados y diseño de comparación por pares.
    - 2.1.4. Inferencias sobre las varianzas de distribuciones normales.

- 2.2. Experimentos con un solo factor
  - 2.2.1. Análisis de varianza (ANOVA).
  - 2.2.2. Análisis del modelo de efecto fijo.
  - 2.2.3. Comparación de medias de tratamientos individuales.
  - 2.2.4. Modelo de efectos aleatorios.
- 2.3. Bloques Aleatorizados, Cuadrados Latinos y Bloques Incompletos
  - 2.3.1. Diseños aleatorizados por bloques completos.
  - 2.3.2. Diseño de cuadrado latino.
  - 2.3.3. Diseño por bloques incompletos balanceados.
- 2.4. Diseño Factorial  $2^k$ 
  - 2.4.1. El diseño  $2^2$ .
  - 2.4.2. El diseño  $2^3$ .
  - 2.4.3. El diseño general  $2^k$ .

### 3. SISTEMAS BASICOS DE MEDICION ELECTRICA. 4 Hrs.

Objetivo: Comprensión de los principios utilizados por los equipos para mediciones eléctricas.

- 3.1. Medidores analógicos básicos.
- 3.2. Medidores digitales básicos.
- 3.3. Amplificadores.
- 3.4. Voltímetros.
- 3.5. Osciloscopios.
- 3.6. Los transductores en las mediciones.

### 4. ADQUISICION Y PROCESAMIENTO DE DATOS 10 Hrs.

Objetivo: Análisis y síntesis de los algoritmos y procedimientos utilizados para procesar información experimental haciéndola más útil para usos prácticos.

- 4.1. Sistemas de adquisición de datos.
- 4.2. Frecuencia de muestreo y criterio de Nyquist
- 4.3. Acondicionamiento de señales.
- 4.4. Conversión analógica a digital y viceversa.
- 4.5. Almacenamiento de datos.
- 4.6. Plataforma LabView y alternativas
- 4.7. Ejemplo práctico de adquisición y procesamiento de datos.

### 5. DEPENDENCIA EN TIEMPO DE LAS MEDICIONES EXPERIMENTALES. 8 Hrs.

Objetivo: Análisis de las cantidades que describen las características de las mediciones dependientes del tiempo.

- 5.1. Relaciones armónicas simples.
- 5.2. Frecuencia cíclica y temporal.
- 5.3. Relaciones complejas.
- 5.4. Espectro de frecuencia.
- 5.5. Análisis de Fourier.
- 5.6. Formas de onda.

### 6. MEDICIONES DE PRESION Y FLUJO 6 Hrs.

Objetivo: Análisis de dispositivos medidores de presión y flujo para poder seleccionar los mejores dispositivos que se pueden requerir en una aplicación específica.

- 6.1. Instrumentos de presión elásticos.
- 6.2. Transductores de presión.
- 6.3. Medición de presión de vacío.
- 6.4. Medición de presión de fluidos en movimiento.
- 6.5. Sistemas de medición de velocidad en fluidos.
- 6.6. Medidores de presión diferencial.
- 6.7. Medidores de flujo de inserción: turbina, magnético, vortex, rotámetro.
- 6.8. Medidores de flujo másico.
- 6.9. Medidores ultrasónicos.
- 6.10. Mediciones ópticas.
- 6.11. Métodos de visualización de flujo.

### 7. MEDICIONES DE TEMPERATURA 4 Hrs.

Objetivo: Análisis de dispositivos medidores de temperatura y evaluación de dispositivos que se pueden requerir en una aplicación específica.

- 7.1. Mediciones de temperatura por expansión térmica
- 7.2. Termómetros de resistencia eléctrica.
- 7.3. Mediciones de temperatura por efectos termoelectrónicos.
- 7.4. Mediciones de temperatura por efectos radiativos.

### 8. MECANICA EXPERIMENTAL 16 Hrs.

Objetivo: Comprender los métodos experimentales para determinar estados de esfuerzo, y sus aplicaciones.

- 8.1. Conceptos clave de la teoría de elasticidad, plasticidad y mecánica de la fractura.
- 8.2. Mediciones dimensionales.
- 8.3. Propiedades de sistemas de medición dimensional.
- 8.4. Principios de medición dimensional: ópticos, mecánicos, eléctricos y acústicos.
- 8.5. Medidores de deformación por resistencia.
- 8.6. Circuitos eléctricos para deformación: puente de Wheatstone.
- 8.7. Instrumentación para los medidores de deformación.
- 8.8. Aplicaciones en transductores: celdas de carga, torquímetros, diafragmas de presión.
- 8.9. Análisis de los datos de deformación.
- 8.10. Acelerómetros
- 8.11. Condicionamiento para medición de carga eléctrica y transductores tipo IEPE
- 8.12. Medición de impactos, vibraciones, ruido
- 8.13. Medición de posición y velocidad por acelerómetros

## METODOLOGÍA

Exposición de temas, análisis de conceptos teóricos, análisis de tecnologías disponibles y trabajo grupal e individual en laboratorio y proyectos.

## EVALUACIÓN

Tres exámenes parciales	70%	Total	100%
Tareas, trabajos de laboratorio y proyectos	30%		

## BIBLIOGRAFÍA

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:**

BARRY A., Errors in Practical Measurement in Science, Engineering, and Technology. John Wiley & Sons Inc., U.S.A., 1978.

CRANDALL K.C., SEABLOOM R.W., Engineering Fundamentals in Measurements, Probability, Statistics and Dimensions, McGraw-Hill Engineering Series, U.S.A., 1970.

DALLY J. W., RILEY W. F., Experimental Stress Analysis, Third Edition, McGraw-Hill Inc., USA, 1991.

FIGLIOLA R.S., BEASLEY D.E., Theory and Design for Mechanical Measurements, Sixth Edition, John Wiley & Sons, U.S.A., 2014.

HOLLMAN J.P., Experimental Methods for Engineers, Seventh Edition, McGraw-Hill Inc., U.S.A., 2000.

MILLER I.R., FREUND J.E., JOHNSON R. Probabilidad y Estadística para Ingenieros. Octava Edición, Pearson México 2011.

MONTGOMERY, D.C. Diseño y análisis de experimentos, Segunda Edición, Limusa-Wiley México, 2004.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:**

DOYLE J. F., Modern Experimental Stress Analysis: completing the solution of partially specified problems, First Edition, John Wiley / Sons, Ltd, U.S.A. 2004.