

FACULTAD DE INGENIERÍA

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



Nombre de la materia: TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN TERMOFLUIDOS

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 de orientación ETF

No. de créditos aprobados:

Fecha última de Revisión Curricular: Marzo 2020

JUSTIFICACIÓN DEL CURSO

La ingeniería es la aplicación de los conceptos básicos en sistemas reales. Por ello es indispensable que los graduados en ingeniería a nivel posgrado tengan conocimientos básicos en la implementación de las distintas técnicas experimentales disponibles en

termofluidos, sobre todo cuando su tema de tesis así lo requiera. Este curso trata de explotar la infraestructura disponible en el programa para la formación de los estudiantes.

OBJETIVO DEL CURSO

Que el alumno entienda los fundamentos y principios básicos de la velocimetría intrusiva y no intrusiva conociendo los alcances y limitaciones de cada técnica en

particular. Aplicar los conceptos fundamentales de la óptica a la información obtenida experimentalmente.

CONTENIDO TEMÁTICO

1. MEDICIONES DE PRESIÓN. 6 Hrs.
Objetivo: Que el alumno se familiarice con distintos métodos experimentales para medición de presión.

- 1.1. Manómetros y barómetros.
- 1.2. Sensores piezoeléctricos.

2. MEDICIONES DE TEMPERATURA 6 Hrs.
Objetivo: Que el alumno se familiarice con distintos métodos experimentales para medición de temperatura.

- 2.1. Medición de temperatura por incremento de dimensiones.
- 2.2. Termopares.
- 2.3. Termistores y RTD's
- 2.4. Sensores infrarrojos.

3. VELOCIMETRÍA POR ANEMÓMETRO DE HILO CALIENTE 8 Hrs.

Objetivo: Que el alumno entienda el principio de la velocimetría intrusiva y adquiera un respaldo teórico para que la pueda llevar a cabo.

- 3.1. Características del anemómetro de hilo caliente.
- 3.2. Ventajas y desventajas.
- 3.3. Principio de operación.
- 3.4. Principio básico de construcción.
- 3.5. Modos de operación.
- 3.6. Ecuaciones gobernantes de la prueba.
- 3.7. Calibración.
- 3.8. Sensibilidad direccional.

4. CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LA ÓPTICA 10 Hrs.

Objetivo: Que el alumno aprenda conceptos básicos de la óptica en los cuales se basan los métodos experimentales no-intrusivos.

- 4.1. Óptica básica
 - 4.1.1. Ondas electromagnéticas
 - 4.1.2. Espectro electromagnético
 - 4.1.3. Luz monocromática
 - 4.1.4. Luz coherente
 - 4.1.5. Laser
 - 4.1.6. Reflexión y refracción
 - 4.1.7. Ecuaciones de Fresnel
- 4.2. Óptica geométrica
 - 4.2.1. Lentes esféricas simples
 - 4.2.2. Aberraciones de lentes
 - 4.2.3. Combinaciones de lentes simples
 - 4.2.4. Corrección de errores en lentes compuestos
- 4.3. Interferencia y difracción
 - 4.3.1. Condiciones de interferencia
 - 4.3.2. Interferómetros por división del frente de onda
 - 4.3.3. Interferómetros por división de amplitud
 - 4.3.4. Difracción de Fraunhofer
 - 4.3.5. Difracción de Fresnel
- 4.4. Polarización
 - 4.4.1. Naturaleza de la luz polarizada
 - 4.4.2. Polarizadores y ley de Malus
 - 4.4.3. Birrefringencia
 - 4.4.4. Retardadores

5. VISUALIZACIÓN DE FLUJO 8 Hrs.

Objetivo: Que el alumno se familiarice con los métodos convencionales de visualización de flujo obteniendo patrones hidrodinámicos de naturaleza cualitativa.

- 5.1. Introducción a los métodos experimentales de visualización de flujo.
- 5.2. Visualización de flujo por inyección de tinta.
 - 5.2.1. Características de la tinta para la visualización
 - 5.2.2. Métodos para la inyección.
 - 5.2.3. Estructuras hidrodinámicas.
 - 5.2.4. Captura de imágenes usando inyección de tinta.
- 5.3. Visualización de flujo mediante partículas reflejantes.
 - 5.3.1. Trazadores del flujo.
 - 5.3.2. Fuentes de luz.
 - 5.3.3. Tiempo de exposición para la obtención de la estructura hidrodinámica.
 - 5.3.4. Obtención de comportamientos hidrodinámicos.
- 5.4. "Shadowgraphy" para flujos compresibles

6. VELOCIMETRÍA POR IMÁGENES DE PARTICULAS (PIV) 12 Hrs.

Objetivo: Que el alumno entienda el marco teórico de la velocimetría no intrusiva por medio de PIV adquiriendo la capacidad de obtener campos de velocidad y las operaciones sobre este.

- 6.1. Respaldo físico y técnico del PIV.
- 6.2. Técnicas de grabación digital.
- 6.3. Respaldo estadístico y matemático.
 - 6.3.1. Locación de partículas.
 - 6.3.2. Campo de intensidad de la imagen.
 - 6.3.3. Media, varianza y autocorrelación de una imagen.
 - 6.3.4. Correlación cruzada entre dos imágenes.
 - 6.3.5. Desplazamiento esperado en la correlación.
- 6.4. Técnicas de video grabación.
 - 6.4.1. Cámaras digitales para el PIV.
 - 6.4.2. Captura de un solo cuadro.
 - 6.4.3. Captura de múltiples cuadros.
- 6.5. Métodos de evaluación para el PIV.
 - 6.5.1. Correlación y Transformada de Fourier.
 - 6.5.2. Evaluación óptica del PIV.
 - 6.5.3. Evaluación digital del PIV
 - 6.5.4. Ruido y precisión del PIV.
- 6.6. Post-Procesamiento de la información.
 - 6.6.1. Validación de la información.
 - 6.6.2. Operadores del campo de velocidad.
 - 6.6.3. Cálculo de cantidades diferenciales.
 - 6.6.4. Cálculo de cantidades integrales.

7. ANEMÓMETRO LÁSER DOPPLER (LDA) 14 Hrs.

Objetivo: Que el alumno se familiarice con los fundamentos de la velocimetría no intrusiva mediante LDA, el equipo involucrado y el procesamiento de la información experimental.

- 7.1. Fundamentos del LDA
- 7.2. Propiedades del flujo turbulento
- 7.3. Principios ópticos del LDA
 - 7.3.1. Efecto Doppler
 - 7.3.2. Superposición de dos planos de luz
 - 7.3.3. Principio del LDA
 - 7.3.4. Modelo de los contornos sobre la interferencia de la luz
 - 7.3.5. Dirección del flujo (Shift Frequency Method)
 - 7.3.6. Propiedades Gaussianas sobre el haz de luz
 - 7.3.7. Cálculo del volumen
- 7.4. Equipo para el LDA
- 7.5. Métodos de procesamientos de información experimental del LDA
- 7.6. Transformación lineal de velocidades y esfuerzos turbulentos
 - 7.6.1. Transformación ortogonal lineal
 - 7.6.2. Transformación no ortogonal
 - 7.6.3. Representación gráfica de los esfuerzos turbulentos

METODOLOGÍA

Exposición en clase, trabajos de investigación y prácticas en laboratorio dando enfoque al tema de tesis.

EVALUACIÓN

Exámenes	70 %	Total	100%
Prácticas, trabajos de investigación	30%		

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

BECHWITH, THOMAS G. Mechanical Measurements, Addison Wesley, Quinta Edición, 1993.

HECHT, EUGENE, Optics, Addison Wesley, Quinta Edición, 2017.

ZHENGJI ZHANG, LDA Applications Methods: Laser Doppler Anemometry for Fluid Dynamics, Springer, 2010.

RAFFEL, C. WILLERT, S. WERELEY, J. KOMPENHANS, Particle Image Velocimetry, Springer, Segunda Edición, 2007.

CHARLES G. LOMAS, Fundamentals of Hot Wire Anemometry, Cambridge University Press, 1986.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA: