

**DOCTORADO EN INGENIERÍA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
MICROCURRÍCULO**

INFORMACIÓN DE LA ASIGNATURA

Programa académico	Doctorado en Ingeniería
Nombre de la asignatura	Ampliación de Motores de combustión interna
Código de asignatura	DV1F29
Semestre y año en que se imparte la asignatura	Segundo semestre del 2022
Profesor de la asignatura	Carlos Alberto Romero Piedrahita
Afiliación institucional del profesor	Facultad de Tecnología
Correo electrónico del profesor	cromero@utp.edu.co

DESCRIPCIÓN

1. Descripción y justificación de la asignatura

La asignatura persigue profundizar en los conceptos cursados en los cursos regulares de máquinas de combustión en los programas de Ingeniería Mecánica, teniendo como hilo conductor el diagnóstico de la combustión a partir de la presión medida en la cámara del motor, la asignatura aborda de forma detallada diversos aspectos, a nivel detallado fundamental, relativos a las técnicas (tanto teóricas como experimentales) de estudio de los Motores de combustión interna alternativos – MCIA. En particular se estudian:

- *Diferentes técnicas experimentales de medida en MCIA, con especial hincapié en la adquisición de la señal de presión en cámara.*
- *El tratamiento de señales instantáneas para su uso en el diagnóstico de la combustión.*
- *El modelado de diversos aspectos termofluidodinámicos en MCIA como son los procesos de inyección, formación de chorro y combustión y renovación de la carga.*
- *Aspectos avanzados de transmisión de calor en motores (medida y modelado de flujos térmicos).*
- *Ajuste de incertidumbres del motor-instalación mediante procedimientos termodinámicos.*

Con ello, se proporciona al alumno una visión amplia y fundamental, a la altura del estado del arte, de la problemática de la investigación en el campo de los MCIA.

2. Objetivo de la asignatura

3.

Se espera que al finalizar este curso el estudiante esté en la capacidad de explicar los procesos energéticos en los MCIA, aplicando los fundamentos termodinámicos, fluidicos, mecánicos y analíticos de predicción y diagnóstico, siendo capaz de caracterizar y procesar las señales medibles dentro de la cámara de combustión y en los sistemas y mecanismos de los MCIA, relacionando éstas con los parámetros de explotación del motor (particularmente las revoluciones, la carga, el tipo de combustible, la relación aire-combustible y las variables del sistema de encendido). En un contexto práctico, se pretende realizar mediciones de variables en los mecanismos y sistemas en el Laboratorio, en los bancos de ensayos.

Competencias específicas y genéricas

Genéricas

- *Capacidad para el análisis y síntesis de resultados*
- *Conocimientos generales ingenieriles*
- *Habilidades informáticas medias*
- *Capacidad crítica y autocrítica*
- *Trabajo en equipo*
- *Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica*
- *Comunicación oral y escrita en la propia lengua*
- *Motivación por la calidad del trabajo*

- *Habilidad para trabajar de forma autónoma*

Específicas

- *Afianzar los distintos aspectos básicos de la termofluidodinámica que son de interés para comprender los procesos físicos que ocurren en un MCI.*
- *Profundizar en los aspectos termofluidodinámicos claves en un MCI.*
- *Conocer los fundamentos que justifican las soluciones tecnológicas que hoy se utilizan en el campo de los MCI y capacidad para analizarlas, criticarlas, contrastar distintas soluciones y compararla.*
- *Conocer los aspectos metodológicos más relevantes de las tareas experimentales y de modelado teórico asociadas al estudio de los MCI.*
- *Conocer los equipos empleados para la medida de señales en MCI y las incertidumbres principales del proceso de medida.*
- *Conocer las herramientas empleados para el modelado de los diferentes procesos termofluidodinámicos en un MCI, adquiriendo una actitud crítica ante estos modelos que les permita valorar su capacidad y fiabilidad.*
- *Realizar trabajos de síntesis donde apliquen los conocimientos teóricos específicos adquiridos para el modelado de diversos aspectos termofluidodinámicos en un MCI.*
- *Identificar aspectos de funcionamiento, tecnologías, desarrollos o nuevas ideas que requieran una mayor profundización en el conocimiento de los MCI.*

4. Contenido de la asignatura

Tema 1. Técnicas para el estudio de MCI (2 horas)

- 1.1. *Introducción*
- 1.2. *Metodología de la investigación*
- 1.3. *Clasificación de las técnicas*
- 1.4. *Técnicas experimentales*
- 1.5. *Modelado en MCI*
 - 1.5.1. *Modelos predictivos*
 - 1.5.2. *Modelos de diagnóstico*

Tema 2. Diagnóstico de la combustión a partir de la presión (2 horas)

- 2.1. *Introducción*
- 2.2. *Proceso de diagnóstico*
- 2.3. *Incertidumbres principales*

Tema 3. Instalación experimental (2 horas)

- 3.1. *Introducción*
- 3.2. *La celda de ensayo*
- 3.3. *El motor*
 - 3.3.1. *Tipología de motores*
 - 3.3.2. *Parámetros relevantes para el diagnóstico*

Tema 4. Adquisición y tratamiento de señales (4 horas)

- 4.1. *Introducción*
- 4.2. *Señales instantáneas*
 - 4.2.1. *Presión en cámara*
 - 4.2.2. *Señal de inyección (encendido)*
- 4.3. *Variables medias*

Tema 5. Modelo termodinámico de diagnóstico (4 horas)

- 5.1. *Introducción*
- 5.2. *Cálculo del volumen instantáneo*
- 5.3. *Balance de masa instantánea*
- 5.4. *Propiedades termodinámicas*
- 5.5. *Balance de energía en arrastre y combustión*

5.6. *Cálculo de la temperatura adiabática y de productos quemados*

Tema 6. Ajuste de incertidumbres (3 horas)

- 6.1. *Introducción*
- 6.2. *Métodos de ajuste*
- 6.3. *Caracterización del motor-instalación*
 - 6.3.1. *Selección de incertidumbres*
 - 6.3.2. *Procedimiento de ajuste*
 - 6.3.3. *Obtención de parámetros medios*
 - 6.3.4. *¿Cuándo caracterizar?*

Tema 7. Cálculo de la masa atrapada y pérdidas por blow-by (2 horas)

- 7.1. *Introducción*
- 7.2. *Modelo de llenado-vaciado*
- 7.3. *Modelo de blow-by*

Tema 8. Inyección y encendido provocado (2 horas)

- 8.1. *Introducción*
- 8.2. *Fenomenología del proceso de inyección (encendido provocado)*
- 8.3. *Simulación de la tasa de inyección*
- 8.4. *Modelado de la de atomización – evaporación y de la formación de la mezcla*

Tema 9. Transmisión de calor (4 horas)

- 9.1. *Introducción*
- 9.2. *Técnicas experimentales para el estudio de la TC*
- 9.3. *Transmisión de calor por convección*
 - 9.3.1. *Modelado de la TC en el cilindro*
 - 9.3.2. *Modelado de la TC en múltiples de admisión y escape*
- 9.4. *Transmisión de calor por radiación*
- 9.5. *Cálculo de la temperatura de las paredes*

Tema 10. Diagnóstico de las pérdidas mecánicas (2 horas)

- 10.1. *Introducción*
- 10.2. *Diagrama indicado*
- 10.3. *Cálculo de las pérdidas por bombeo, fricción y auxiliares*

Tema 11. Aplicación al análisis del proceso de combustión Diesel y de encendido provocado (4 horas)

- 11.1. *Introducción*
- 11.2. *Modelado de la combustión (ACT)*
- 11.3. *Análisis a partir de la ley de liberación de calor*
 - 11.3.1. *Descripción de la sucesión temporal de procesos*
 - 11.3.2. *Parametrización del proceso de combustión*
 - 11.3.3. *Relación con formación de contaminantes y prestaciones*
 - 11.3.4. *Procesos de combustión no convencionales*
- 11.4. *Potencial y limitaciones*

Tema 12. Control del motor basado en la presión en cámara (2 horas)

- 12.1. *Introducción*
- 12.2. *Principios del control*
- 12.3. *Estrategias de control*
 - 12.3.1. *Control de la renovación de la carga*
 - 12.3.2. *Control de la inyección-combustión*
- 12.4. *Potencial y limitaciones*

Práctica 1. Simulación de ciclos reales (2 horas)

Práctica 2. Sistema de adquisición de datos (2 horas)

Práctica 4. Sensibilidad del diagnóstico de la combustión a incertidumbres (2 horas)

Práctica 3. Caracterización del motor-instalación (2 horas)

Práctica 5. Modelado de temperatura de paredes (2 horas)

Práctica 6. Análisis de la combustión (2 horas)

Prácticas de aula y trabajos tutelados: trabajo en pequeños grupos para la elaboración de un modelo completo de diagnóstico de la combustión o desarrollo detallado de submodelos específicos

5. Requisitos

Recomendable: Conocimientos recomendados para el aprendizaje de la asignatura

Asignaturas previas:

- *Mecánica Teórica*
- *Mecánica de maquinaria*
- *Mecánica de fluidos*
- *Termodinámica*
- *Fenómenos de transporte de masa y energía*
- *Máquinas de combustión interna*

6. Evaluación de la asignatura

La evaluación se realiza mediante la presentación de pruebas escritas y trabajos prácticos que cubren cada una de las grandes áreas de estudio. Se realiza además trabajos de indagación y profundización.

- *Evaluación 1 (15 %): capítulos 1-4.*
- *Evaluación 2 (15 %): capítulos 5-8.*
- *Evaluación 3 (15 %): capítulos 9-12.*

Trabajos en laboratorio y proyectos

- *Diseño de una maqueta de sistema de encendido y análisis de los circuitos primario, secundario, realizando modificaciones de componentes (15%)*
- *Diseño de un sistema básico de diagnóstico de combustión (15%)*
- *Evaluación de las prácticas (25%)*

7. Recursos

Herramientas técnicas de soporte para la enseñanza

- *Presentación de trabajos relacionados con los temas transitados en clase*
- *Presentación y discusión de bancos de ensayos*
- *Valoración de la funcionalidad de los bancos de ensayos*
- *Presentación de trabajo de investigación formativa, aplicación al área de investigación.*
- *Se cuenta con presentaciones y archivos de soporte a clase dispuestos por el profesor*

Recursos bibliográficos, herramientas computacionales y recursos en línea.

- *Libros de texto*

- [1] *Notas facilitadas por el profesor*
- [2] *Internal combustion engines: A detailed introduction to the thermodynamics of spark and compression ignition engines, their design and development. Benson, Rowland Seider. 1979*
- [3] *Internal combustion engine fundamentals. Heywood, John B. Mc Graw Hill, 2018*
- [4] *Motores de combustión interna alternativos. Muñoz Torralbo, Manuel. Universidad Politécnica de Valencia, 2011.*
- [5] *Internal combustion engine modeling. Ramos, J.I.*
- [6] *Internal combustion engine handbook: basics, components, systems, and perspectives. Schäfer, Fred; Basshuysen, Richard van. SAE International, 2016.*
- [7] *Introduction to internal combustion engines. Stone, Richard. Society Automotive Engineers, 1993.*
- [8] *The internal-combustion engine in theory and practice. Taylor, Charles Fayette. John Wiley & Sons: New York & London, 1960.*

- [9] An introduction to computational fluid dynamics: the finite volume methods Versteeg, H.K., Malalasekera W. Pearson Education Limited, 2007
- [10] Turbocharging the internal combustion engine. Watson, N, Janota, M. S. The McMillan Pres LTD, 1982.
- [11] Aportación al diagnóstico de la combustión en motores Diesel de inyección directa. Martín, J. Tesis doctoral, UPV, 2007.
- [12] Contribución al conocimiento del comportamiento térmico y la gestión térmica de los motores de combustión interna alternativos. Romero, P. C. A. Tesis doctoral, UPV, 2009.
- Herramientas computacionales
 - Python
 - Matlab™
 - Herramientas ofimáticas
 - Recursos en línea
 - Bases de datos suscritas por la Universidad Tecnológica de Pereira