

Índice general

1. Planteamiento de la tesis	1
1.1. Introducción y antecedentes	3
1.2. Motivación	5
1.3. Objetivos y metodología	7
1.4. Estructura de la tesis doctoral	9
Bibliografía	9
2. Técnicas láser aplicadas al diagnóstico del proceso de inyección-combustión	15
2.1. Introducción	17
2.2. El proceso de combustión en un motor Diesel	18
2.2.1. Fases de la combustión Diesel	20
2.2.2. Modelo clásico del proceso de combustión Diesel	22
2.2.3. Modelo actual del proceso de combustión Diesel	24
2.2.4. Comparación entre el modelo clásico y el modelo conceptual de la combustión Diesel	28
2.3. Implementación de técnicas láser en la cámara de combustión de un MEC	29
2.3.1. Caracterización de la inyección Diesel	31
2.3.1.1. Fases líquida y vapor	32
2.3.1.2. Medidas de velocidad y tamaño de gotas	42
2.3.2. Diagnósticos de la combustión Diesel	44
2.3.2.1. Diagnósticos de hollín	45

2.3.2.2. Medidas de temperatura y emisiones	47
2.4. Resumen y conclusiones	51
Bibliografía	54
3. Aplicación de LII en MCIA	65
3.1. Introducción	67
3.2. Conceptos sobre partículas de hollín	67
3.2.1. Morfología y estructura del hollín	68
3.2.2. Proceso de formación de hollín	71
3.2.3. Proceso de oxidación del hollín	74
3.3. Interacción entre partículas de hollín y la luz	75
3.4. Definición de incandescencia inducida por láser (LII)	78
3.5. Estudios preliminares de la técnica	78
3.5.1. Modelo teórico	79
3.5.1.1. Balance de energía	81
3.5.1.2. Balance de masa	90
3.5.2. Relación entre la señal de LII y la fracción volumétrica de hollín	91
3.5.3. Descripción del sistema experimental	93
3.5.4. Consideraciones especiales para la aplicación de LII	94
3.5.4.1. Longitud de onda y energía de excitación láser	94
3.5.4.2. Perfil de intensidad láser	96
3.5.4.3. Región espectral de detección	97
3.5.4.4. Ancho de ventana de detección y tiempo	98
3.6. Medida de concentraciones de hollín en la cámara de com- bustión	99
3.7. Resumen y conclusiones	100
Bibliografía	101

4. Medida de la concentración de hollín en la cámara de combustión	113
4.1. Introducción	115
4.2. Incandescencia inducida por láser (LII)	115
4.3. Sistema experimental principal	117
4.3.1. Motor térmico	117
4.3.2. Sistema de inyección	119
4.3.3. Sistema óptico	120
4.4. Sistema experimental auxiliar	125
4.4.1. Quemador de llama difusiva	125
4.4.2. Sistema óptico para el método de extinción de luz	126
4.5. Calibración del sistema	126
4.5.1. Interpretación de la señal de incandescencia	127
4.5.2. Caracterización de la señal de incandescencia	129
4.5.2.1. Espectro de incandescencia de las partículas de hollín	129
4.5.2.2. Tiempo de vida medio de la radiación de incandescencia	130
4.5.3. Métodos de calibración y procedimientos de corrección	132
4.5.3.1. Método de extinción de luz	132
4.5.3.2. Corrección de la lámina láser	137
4.5.4. Criterios para establecer la constante de calibración	140
4.6. Pre-procesado, segmentación y procesado de la información	146
4.7. Aplicación de los procedimientos de corrección para la combustión turbulenta	148
4.7.1. Consideraciones acerca de la repetibilidad del fenómeno	150
4.7.2. Mapas de probabilidad de concentración de hollín	152
4.7.3. Corrección por absorción	152
4.7.4. Corrección por auto-absorción	155
4.7.5. Corrección por presión y temperatura del gas ambiente	155
4.8. Medidas simultáneas de LII y LES	158

4.8.1. Cálculo de mapas de diámetro relativo de partícula . . .	161
4.8.2. Cálculo de mapas de número relativo de partículas . . .	161
4.9. Sensibilidad de la técnica	162
4.9.1. Efecto de la potencia láser sobre la señal de LII	163
4.9.2. Interferencias espectrales	164
4.9.3. Sensibilidad al tamaño de partícula	165
4.10. Resumen y conclusiones	166
Bibliografía	169
5. Análisis experimental de la concentración de hollín en llamas Diesel	179
5.1. Introducción	181
5.2. Estudio experimental	181
5.2.1. Técnicas básicas implementadas	182
5.2.2. Medidas de concentración de hollín	183
5.3. Influencia de la presión de inyección	189
5.4. Influencia de las condiciones termodinámicas del aire	201
5.5. Influencia del diámetro de tobera	210
5.6. Resumen y conclusiones	223
Bibliografía	226
6. Conclusiones y desarrollos futuros	229
6.1. Conclusiones	231
6.2. Desarrollos futuros	237