

Índice General

Lista de símbolos	xv
Capítulo 1. Introducción	1
1.1. Motivación.....	3
1.2. Objetivos.....	8
1.3. Antecedentes.....	9
1.4. Metodología y planteamiento.....	13
1.5. Bibliografía.....	15
Capítulo 2. Estado del arte de la transferencia de calor en los M.C.I.A.	19
2.1. Introducción.....	21
2.2. La transferencia de calor en el motor.....	22
2.3. Transferencia de calor entre los gases del cilindro y las paredes de la cámara de combustión.....	23
2.3.1. Modelos globales.....	26
2.3.2. Modelos zonales y locales.....	32
2.3.3. Modelos multidimensionales.....	46
2.3.4. Transferencia de calor radiativa.....	51
2.4. Transferencia de calor en las pipas de admisión y escape.....	62
2.5. Transferencia de calor del lado del refrigerante.....	67
2.5.1. Modelos empíricos.....	69
2.5.2. Modelado CFD.....	72
2.6. Transferencia de calor entre el aceite y el motor.....	73
2.6.1. Transferencia de calor entre el pistón y el aceite.....	73
2.6.2. Transferencia de calor entre el aceite y la estructura (bloque y culata).....	77
2.7. Transferencia de calor entre el motor y el ambiente.....	78
2.8. Conclusiones.....	81
2.9. Bibliografía.....	83

Capítulo 3. Caracterización térmica de los M.C.I.A.	95
3.1. Introducción.....	97
3.2. Proceso de combustión y flujo de calor a través de las paredes de la cámara de combustión de un motor alternativo.....	99
3.2.1. El análisis de Fourier.....	100
3.2.2. Transformada de Laplace.....	102
3.3. Balance térmico del moto.....	103
3.3.1. Balance energético del motor en estado estacionario a carga constante.....	105
3.3.2. Balance energético durante el calentamiento del motor.....	107
3.3.2.1. Consideraciones teóricas y experimentales.....	107
3.3.3. Balance energético experimental.....	117
3.3.3.1. Balance térmico del motor durante su calentamiento bajo una carga y régimen constantes, representativos del ciclo de conducción.....	118
3.3.3.2. Balance térmico del motor durante su calentamiento en su proceso de calentamiento en el ciclo de conducción NEDC...	123
3.3.3.3. Energía recuperada en el vehículo durante el ciclo de conducción.....	130
3.3.4. Observaciones.....	134
3.4. Modelado de la temperatura y los flujos de calor con un modelo predictivo.....	135
3.4.1. Breve descripción del modelo térmico.....	136
3.4.1.1. Fundamentos del modelo nodal.....	136
3.4.1.2. Interacciones y condiciones de contorno.....	138
3.4.2. Programa de cálculo.....	141
3.4.3. Predicción de las temperaturas del primer motor ante cambios en escalón de las condiciones de operación.....	143
3.4.3.1. Predicción de los flujos de calor entre los nodos del modelo.....	143
3.4.3.2. Predicción de las temperaturas y los flujos de calor en estado transitorio.....	145
3.5. Predicción de las temperaturas y los flujos de calor del segundo	

motor.....	151
3.5.1. Predicción de los flujos de calor al refrigerante.....	151
3.5.2. Predicción del comportamiento térmico del motor bajo condiciones de calentamiento.....	154
3.5.3. Observaciones.....	158
3.6. Conclusiones.....	159
3.7. Bibliografía.....	161
Capítulo 4. Consideraciones y herramientas de diseño y modelado de los sistemas de refrigeración de los motores.....	165
Resumen.....	167
4.1. Introducción.....	167
4.2. Prediseño de los sistemas de refrigeración de los motores.....	169
4.2.1. Cálculo preliminar de los componentes del sistema de refrigeración.....	170
4.2.2. Metodología de diseño de los sistemas de refrigeración.....	184
4.2.3. Cálculo de los radiadores de los sistemas de refrigeración.....	187
4.3. Modelado de los sistemas de refrigeración.....	196
4.3.1. Modelos simplificados de la temperatura del motor a nivel de sistema.....	197
4.3.2. Modelos a nivel de circuito del sistema de refrigeración del motor.....	199
4.4. Herramientas de modelado unidimensional.....	208
4.5. Conclusiones.....	212
4.6. Bibliografía.....	213
Capítulo 5. Modelado, simulación y validación del sistema de refrigeración de un motor HSDI para reducir su tiempo de calentamiento.....	217
5.1. Introducción.....	219
5.2. Modelado térmico del motor.....	221
5.2.1. Descripción y caracterización del sistema de refrigeración.....	221
5.2.2. Modelo 1D del sistema de refrigeración original del motor.....	226
5.3. Modelado de las modificaciones al sistema de refrigeración del	

motor para reducir el tiempo de calentamiento.....	231
5.4. Validación experimental de las modificaciones propuestas y valoración de su influencia sobre las emisiones y el consumo de combustible.....	236
5.4.1. Flujos de refrigerante experimentales de todas las configuraciones.....	237
5.4.2. Respuesta de temperatura del refrigerante.....	238
5.4.3. Emisiones y consumo de combustible.....	241
5.5. Conclusiones.....	243
5.6. Bibliografía.....	245
Capítulo 6. Diseño, modelado y simulación del sistema de refrigeración del motor de una locomotora.....	249
Resumen.....	251
6.1. Introducción.....	251
6.2. Definición de las especificaciones del motor y diseño preliminar del sistema de refrigeración.....	254
6.2.1. Especificaciones de diseño del sistema de refrigeración (tarea técnica).....	254
6.2.2. Cálculo preliminar de los componentes del sistema de refrigeración.....	258
6.2.3. Disposición de los componentes del sistema hidráulico y del sistema de ventilación.....	266
6.3. Modelado y simulación del sistema de refrigeración.....	269
6.3.1. Modelado y caracterización del sistema de ventilación.....	269
6.3.2. Caracterización de los componentes de los circuitos del refrigerante.....	275
6.3.3. Modelado en FlowMaster del sistema de refrigeración del motor de la locomotora.....	280
6.3.4. Alcance de resultados de los modelos.....	287
6.4. Validación experimental del sistema de refrigeración del motor de la locomotora.....	289
6.4.1. Instrumentación del sistema de refrigeración.....	290
6.4.2. Resultados de las mediciones en el sistema de refrigeración	

operando el motor a plena carga.....	294
6.4.3. Cálculos de los flujos de calor en el sistema de refrigeración operando el motor a plena carga	297
6.4.4. Comparación y análisis de las mediciones en el sistema de refrigeración operando el motor a plena carga con los resultados de la simulación 1D.....	299
6.5. Conclusiones.....	303
6.6. Bibliografía.....	304
Capítulo 7. Conclusiones y trabajos futuros.....	309
7.1. Conclusiones.....	311
7.2. Trabajos futuros.....	318
Apéndice A.....	321
A.1. Acerca de AMESim.....	321
A.2. Acerca de FlowMaster y PowerFlow.....	327
A.3. Bibliografía.....	330

