

Índice General

1.0	Introducción	
1.1	Introducción	21
1.2	Objetivos y alcances de la tesis	23
1.3	Justificación de la tesis	25
1.4	Planteamiento de la tesis	25
1.5	Referencias	27
2.0	Degradación de aceites lubricantes de MClA	
2.1	Introducción	35
2.2	Variables que afectan a la degradación	35
	2.2.1 Oxidación	35
	2.2.2 Nitración	54
	2.2.3 Contaminación	56
2.3	Referencias	66
3.0	Técnicas analíticas	
3.1	Introducción	75
3.2	Técnicas analíticas	76
	3.2.1 Técnicas Ópticas	77
	Espectroscopía infrarroja	80
	Espectroscopía atómica de emisión	105
	Fluorescencia de Rayos X (XRF)	109
	Quimiluminiscencia	110
	Oxidación química mediante colorimetría	112
	3.2.2 Técnicas electroquímicas	113
	TAN	114
	TBN	114
	Voltamperometría	116
	3.2.3 Técnicas cromatográficas	120
	Cromatografía en Columna	120
	Cromatografía de Gases (GC)	120
	Cromatografía Líquida (HPLC High Performance Liquid chromatography)	120
	3.2.4 Métodos Térmicos	121
	Calorimetría diferencial de barrido (DSC)	121
	RBOT (ASTM D 2272)	122
	TOST (ASTM D 943)	122

3.2.5	<i>Otras técnicas analíticas</i>	123
	<i>Viscosidad Cinemática</i>	123
	<i>Corrosión al Cobre (ASTM D 130)</i>	126
	<i>Insolubles</i>	127
	<i>Densidad</i>	127
	<i>Ferrografía</i>	128
3.3	<i>Referencias</i>	133
4.0	<i>Revisión metodológica para la medida de la oxidación por FT-IR</i>	
4.1	<i>Introducción</i>	141
4.2	<i>Evolución de la espectrometría infrarroja para la medida de la degradación en aceites lubricantes de MCIA</i>	144
4.3	<i>Revisión metodológica</i>	148
4.3.1	<i>ASTM E2412 "Standard Practice for Condition Monitoring of Used Lubricants by trend analysis using Fourier transform Infrared (FT-IR) spectrometry"</i>	148
4.3.2	<i>ASTM D 7214 "Standard Test Method for Determination of the Oxidation of Used Lubricants by FT-IR Using Peak Area Increase Calculation"</i>	159
4.3.3	<i>ASTM D 7414 "Standard Test Method for Condition Monitoring of Oxidation in In - Service Petroleum and Hydrocarbon Based Lubricants by Trend Analysis Using Fourier Transform Infrared (FT-IR) Spectrometry"</i>	161
4.4	<i>Propuesta Metodológica</i>	165
4.4.1	<i>Metodología de medición</i>	170
4.4.2	<i>Características de las muestras y ensayos realizados</i>	170
4.4.3	<i>Procedimientos para degradación de las muestras en laboratorio</i>	173
4.5	<i>Resultados</i>	176
4.5.1	<i>Muestras procedentes de los motores en servicio real</i>	176
4.5.2	<i>Ensayos de degradación en el laboratorio</i>	181
4.6	<i>Conclusiones</i>	186
4.7	<i>Referencias</i>	187

5.0	<i>Estudios de campo y laboratorio</i>	
5.1	<i>Introducción</i>	197
5.2	<i>Planteamiento de los estudios</i>	199
5.2.1	<i>Plan de muestreo</i>	199
5.2.2	<i>Procedimiento de toma de las muestras</i>	204
5.2.3	<i>Características de los motores</i>	206
5.2.4	<i>Características de los lubricantes</i>	211
5.3	<i>Características del sistema de lubricación en MCIA</i>	214
5.3.1	<i>Sistema general de lubricación en un MCIA</i>	214
5.3.2	<i>Características del filtro de aceite</i>	216
5.3.3	<i>Sistema automático de relleno de aceite lubricante</i>	218
5.4	<i>Programa de análisis de aceite</i>	219
5.4.1	<i>Ensayo de viscosidad cinemática</i>	219
5.4.2	<i>Ensayos de oxidación, nitración y paquetes de aditivos</i>	220
5.4.3	<i>Ensayo de TAN/TBN</i>	220
5.4.4	<i>Ensayo de RULER</i>	220
5.5	<i>Estudio 1: Análisis comparativo del comportamiento de aceites en motores GNC y Diesel en flotas de transporte urbano</i>	222
5.5.1	<i>Introducción</i>	222
5.5.2	<i>Definición de la prueba en flota</i>	224
5.5.3	<i>Resultados obtenidos</i>	226
5.6	<i>Estudio 2: Estudio comparativo de rendimiento de aceites lubricantes de tipo mineral en motores de gas natural comprimido</i>	245
5.6.1	<i>Introducción</i>	245
5.6.2	<i>Definición de prueba experimental</i>	246
5.6.3	<i>Programa de Análisis de Aceite</i>	246
5.6.4	<i>Resultados</i>	247
5.7	<i>Conclusiones</i>	255
5.8	<i>Referencias</i>	259

6.0 Conclusiones y trabajos futuros

6.1 Conclusiones 267

6.2 Trabajos futuros 269

Anexos

Publicación 1: Comparative study of engine oil performance on CNG/diesel engines on an urban transport fleet 275

Publicación 2: Proposal of a FT-IR methodology to monitor oxidation level in used engine oils: effects of thermal degradation and fuel dilution 276

Publicación 3: Revisión del proceso de la degradación en los aceites lubricantes en motores de gas natural comprimido y Diesel 277

Publicación 4: Monitoring and analyzing oil condition to generate maintenance savings: a case study in a CNG engine powered urban transport fleet. 278

Publicación 5: Comparative mineral engine oil performance test results in automotive CNG engines 279