

Índice general

1. Motivación de la Tesis y Plan de Trabajo	1
2. Modelos Matemáticos	5
2.1. Ecuaciones para Flujo de dos Fases Inmiscibles	5
2.1.1. Planteamiento general del problema	5
2.1.2. La fuerza de tensión superficial	9
2.1.3. Condición de contorno en los puntos triples	10
2.1.4. El método de Level Set – Seguimiento de la interfase	11
2.1.5. Adimensionalización	13
2.2. Ecuaciones de gobierno en lubricación hidrodinámica	16
2.2.1. Formulación general del problema	16
2.2.2. Modelado de la cavitación	18
3. Modelado Matemático-Numérico en Lubricación Incompresible	23
3.1. Introducción	23
3.2. Modelo matemático y tratamiento numérico	25
3.2.1. Ecuaciones de gobierno	25
3.2.2. Formulación discreta	25
3.2.3. Algoritmo iterativo	27
3.3. Primer ejemplo: Placas oscilantes en flujo “squeeze”	28
3.4. Extensión a problemas dinámicos	31
3.4.1. Cojinete radial	31
3.4.2. Algoritmo completo	31
3.5. Segundo ejemplo: cojinete radial con carga dinámica	33
3.6. Cojinetes con micro-texturas - Problemas estáticos	35
3.7. Resultados numéricos para cojinetes radiales micro-texturados	39
3.7.1. Nociones preliminares	39
3.7.2. Simulaciones numéricas	41
4. Problemas de Lubricación en Aros de Pistón	47
4.1. Descripción del problema	47
4.2. Un problema académico	49
4.3. Algunos resultados numéricos	53
4.3.1. Velocidad de deslizamiento constante	53
4.3.2. Velocidad de deslizamiento dependiente del tiempo	53

4.3.3.	Insuficiencia en la alimentación	54
4.3.4.	Geometría real de los aros y dinámica completa	56
4.4.	Un modelo p - θ modificado	58
4.5.	Comentarios finales	61
5.	Aspectos Numéricos de Fluido–dinámica con Superficies Libres	67
5.1.	Esquemas de Transporte	69
5.1.1.	Esquema de volúmenes finitos ENO–RK3	69
5.1.2.	Esquema de elementos finitos con estabilizacion SUPG	70
5.1.3.	Esquema de Galerkin discontinuo	71
5.2.	Esquemas de Reinicialización	76
5.2.1.	Motivación	77
5.2.2.	Formulación Numérica	80
5.2.3.	Resultados numéricos	87
5.2.4.	Experimentos Numéricos en 2D	88
5.2.5.	Experimentos Numéricos en 3D	94
5.2.6.	Conclusiones sobre la reinicialización	99
5.3.	Un nuevo espacio de presiones	106
5.3.1.	Aproximación de Elementos Finitos	107
5.3.2.	Un espacio de presiones discontinuas con las mismas incógnitas	108
5.3.3.	Rutina de Implementación	112
5.3.4.	Un método estabilizado	113
5.3.5.	Experimentos Numéricos	114
5.3.6.	Conclusiones sobre el uso del nuevo espacio de presiones	124
5.4.	Tratamiento de la fuerza de tensión superficial	128
5.4.1.	Breve introducción	128
5.4.2.	Cómputo efectivo de la fuerza de tensión superficial	128
5.4.3.	Aproximación de Laplace–Beltrami para κ	129
5.4.4.	Forma Variacional de la Condición GNBC	131
5.4.5.	Más experimentos numericos	131
5.4.6.	Conclusiones sobre el tratamiento de la tensión superficial	142
5.5.	Formulación monolítica del problema	145
5.5.1.	Introducción	145
5.5.2.	Algunos resultados numéricos más	151
5.6.	Extensión de la velocidad para el transporte	158
5.6.1.	Introducción	158
5.6.2.	Método de extrapolación de la velocidad	158
5.6.3.	Ejemplos numéricos	159
6.	Experimentos Numéricos del Problema de Lubricación en Aros de Pistón	163

6.1. Problema Idealizados	163
6.1.1. Descripción del problema	163
6.1.2. Tratamiento de la línea de contacto	164
6.1.3. Efecto de la tensión superficial	166
6.1.4. Efecto del espesor de película lubricante	166
6.1.5. Comparación con los modelos de lubricación	168
6.1.6. Insuficiencia en la alimentación	175
6.1.7. Velocidad de deslizamiento oscilante	175
6.2. Problema con la geometría real	179
6.2.1. Descripción de la geometría	179
6.2.2. Algunos resultados numéricos	179
6.2.3. Conclusiones	180
7. Conclusiones y Trabajos Futuros	183
A. Deducción de la Ecuación de Reynolds para el caso Incompresible	187