

Agradecimientos:

A la Dra. M^a Dolores Bermúdez Olivares, por dirigir este proyecto y por su constante dedicación, revisión y total disposición.

A la Dra. Ana Eva Jiménez Ballesta, por su apoyo desde el principio en el laboratorio de I+D y enseñarme el uso de la instrumentación necesaria. Sin su paciencia e innumerables consejos este proyecto no hubiera sido posible

Al Departamento de Ingeniería de Materiales y Fabricación de la Universidad Politécnica de Cartagena, por poner a mi disposición los medios necesarios para la realización de este proyecto.

A mi familia, por su ayuda y por su comprensión en los momentos más duros de la carrera; y en especial a mis padres, por brindarme todo aquello que ellos no pudieron tener.

A todos mis amigos, por la confianza demostrada y el ánimo depositado durante todos estos años de estudio.

A mis compañeros de clase, tanto de Ingeniería Técnica Industrial, como de Ingeniería Industrial, porque sólo ellos conocen el esfuerzo necesario para poder llegar hasta aquí.

A todos ellos, gracias por estar ahí.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN

1. Tribología	2
2. Fricción	2
3. Desgaste	3
4. Relación entre fricción y desgaste	4
5. Daño superficial	5
5.1. Introducción	5
5.2. Tipo de daño superficial	6
6. Lubricación	8
6.1. Principios de lubricación	8
7. Aceites lubricantes	11
7.1. Aceites base	12
7.1.1. Aceites minerales	12
7.1.2. Aceites sintéticos	13
8. Líquidos iónicos	15
8.1. Introducción	16
8.2. Propiedades físico-químicas	16
8.3. Estructura y organización de los LI	17
8.3.1. Estructura de los LI puros.....	17
3.3.1.1. Organización estructural en estado sólido.....	17
3.3.1.2. Organización estructural en estado líquido	18
8.3.2. Estructura de los LI en disolución	19
3.3.2.1. Influencia de la presencia de agua.....	19
8.4. Aplicaciones de los LI como materiales “verdes” en ingeniería ..	20
8.5. Propiedades lubricantes de los LI	23
9. Aleaciones de Níquel	26
9.1. Evolución histórica	26
9.2. Aplicaciones de las aleaciones de Níquel	30
9.3. Inconel 600 y sus aplicaciones	30
10. Objetivos	32

II. MATERIALES, MÁQUINAS Y PROCEDIMIENTOS

1. Materiales utilizados en la experimentación	34
1.1. Inconel 600	34
1.2. Punzón de acero	36

2. Lubricantes usados en la experimentación	37
2.1. Lubricante mineral	37
2.2. Líquido iónico L-108	39
2.3. Líquido iónico L-P106	41
3. Equipos utilizados en la experimentación	42
3.1. Tribómetro	42
3.2. Cortadora de precisión	43
3.3. Rugosímetro	44
3.4. Microscopia óptica	45
3.5. Microscopia electrónica de barrido (SEM)	45
3.6. Espectrofotómetro infrarrojo	47
3.6. Espectroscopia de fotoelectrones de rayos X	48
4. Procedimiento experimental de los ensayos de fricción y desgaste	49
4.1. Preparación de las probetas	50
4.2. Presión de contacto	51
4.3. Medida de los coeficientes de fricción	51
4.4. Medida del volumen de desgaste	51
4.5. Ensayos de fricción y desgaste con lubricación por LI	52
III. DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS TRIBOLÓGICOS	
1. Introducción	53
2. Ensayos de fricción y desgaste con lubricación mediante líquidos iónicos	54
2.1. Resultados de fricción	54
2.2. Resultados de desgaste	57
3. Mecanismo de desgaste e interacción superficial	59
3.1. Lubricación con aceite mineral	59
3.2. Lubricación con líquido iónico L-108	61
3.3. Lubricación con líquido iónico L-P106	68
IV. CONCLUSIONES	79
V. BIBLIOGRAFÍA	81

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS UTILIZADOS

AM.....	Aceite mineral
BL.....	Lubricación límite
d.....	Anchura de la huella de desgaste
EDS.....	Espectrometría de rayos X por energías dispersivas
EHL.....	Lubricación elastohidrodinámica
F_f	Fuerza de fricción
F_n	Fuerza normal
HDL.....	Lubricación hidrodinámica
K.....	Tasa de desgaste
L-102.....	Tetrafluoroborato de 1-etil, 3-metilimidazolio
L-106.....	Tetrafluoroborato de 1-hexil, 3-metilimidazolio
L-108.....	Tetrafluoroborato de 1-octil, 3-metilimidazolio
L-P106.....	Hexafluorofosfato de 1-hexil, 3-metilimidazolio
LI.....	Líquido iónico
PIB.....	Producto Interior Bruto
r.....	Radio esférico del punzón
R.....	Radio de giro de la huella de desgaste
SEM.....	Microscopía electrónica de barrido
SLM.....	Membranas líquidas soportadas
TFL.....	Lubricación de película fina
XPS.....	Espectrometría fotoelectrónica de rayos X
v.....	Velocidad de deslizamiento
W.....	Volumen de desgaste

η **Viscosidad dinámica**
 μ **Coefficiente de fricción**
 ν **Viscosidad cinemática**