

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación y antecedentes básicos generales	1
1.2. Objetivos	1
1.2.1. Objetivos General	1
1.2.2. Objetivos Específicos	2
1.3. Alcances	2
1.4. Metodología del trabajo de titulación	3
1.5. Estructura del trabajo de titulación	3
2. Antecedentes generales	5
2.1. Potencial geotérmico de Aysén	5
2.2. Ciclo termodinámico Stirling	6
2.2.1. Ciclo ideal	6
2.2.2. Ciclo real	8
2.3. Motor Stirling	10
2.3.1. Tipos de motores Stirling	10
2.3.1.1. Motores cinemáticos	10
2.3.1.2. Motor termoacústico	10
2.3.1.3. Motores de pistón libre	11
2.3.1.4. Motores de pistón líquido	11
2.3.2. Componentes del motor Stirling cinemático	12
2.3.3. Clasificación de los motores Stirling cinemáticos	13
2.3.3.1. Según el arreglo de los pistones	13
2.3.3.2. Según la forma de acoplamiento del pistón	13
2.3.4. Ventajas y desventajas generales del motor Stirling	15
2.3.5. Aspectos de interés	15
2.3.5.1. Motores Stirling de baja entalpía (LTD)	15
2.3.5.2. Fluido de trabajo	16
2.3.5.3. Presión Buffer	18
2.4. Modelos termodinámicos para motores Stirling	20
2.4.1. Métodos de diseño	20
2.4.1.1. Métodos de diseño de primer orden	20
2.4.1.2. Métodos de diseño de segundo orden	21
2.4.1.3. Métodos de diseño de tercer orden	21
2.4.1.4. Métodos de características	21
3. Principios generales para la modelación de segundo orden	22

3.1.	Modelos de diseño	22
3.1.1.	Modelos isotérmico ideal	22
3.1.1.1.	Análisis de Schmidt	26
3.1.2.	Modelo Adiabático	29
3.1.3.	Modelo Simplificado	32
3.1.3.1.	Análisis del Regenerador	32
3.1.3.2.	Análisis de los intercambiadores de calor	34
3.1.3.3.	Pérdidas por bombeo	35
3.2.	Parámetros de escala y factor de fricción de Reynolds	36
3.2.1.	Diámetro hidráulico	36
3.2.2.	Número de Reynolds	36
3.2.3.	Número de Stanton	36
3.2.4.	Número de Prandtl	37
3.2.5.	Número de Nusselt	37
3.2.6.	Número de Euler	38
3.2.7.	Factores de fricción de Reynolds	38
4.	Lineamientos y bases para la modelación de segundo orden	40
4.1.	Límites de la modelación	40
4.2.	Selección de los prototipos a modelar	45
4.2.1.	Selección de las configuraciones	45
4.2.2.	Posibilidades de disposición	47
4.2.3.	Motores base para la simulación	49
4.2.3.1.	Motor β	49
4.2.3.2.	Motor γ	50
4.3.	Diseño mecánico	52
4.3.1.	Ecuaciones de equilibrio	52
4.3.2.	Volante de inercia	54
4.3.3.	Bielas y vástagos	55
5.	Modelación numérica de segundo orden	56
5.1.	Validación	57
5.1.1.	Validación motor de H. Karabulut H. Serdar, C. Çinar y F. Aksoy (Tipo β)	57
5.1.2.	Validación motor de J. Sánchez (Tipo γ)	58
5.2.	Información de entrada: Motores a modelar	59
5.2.1.	Motores β	60
5.2.2.	Motores γ	62
6.	Resultados y análisis	72
6.1.	Curvas y superficies de potencia	72
6.1.1.	Superficies para presión y rpm	72
6.1.2.	Sensibilidades	77
6.1.2.1.	Sensibilidad a cambios geométricos entre prototipos	77
6.1.2.2.	Sensibilidad a la temperatura de la fuente caliente	80
6.1.3.	Resultados y análisis para días representativos	84
6.2.	Componentes estructurales	99

7. Conclusiones	104
Bibliografía	106
Anexo A. Imágenes	108
A.1. Superficies de potencia	108
A.2. Histogramas	120
A.3. Curvas Torque vs ángulo	126
Anexo B. Tablas	137
Anexo C. Código Matlab	147