

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO INGENIERIA MECANICA

Profesor(es) Patrocinante(s):
Cristian Canales Cárdenas
Emilio Dufeu Delarze

Análisis termomecánico de cargas de calibración para proyecto LLAMA

Sergio Andrés Flores Salazar

Informe de Memoria de Título
para optar al Título de

Ingeniero Civil Mecánico

Enero - 2021

RESUMEN

Esta investigación nace dentro del Proyecto Cargas de Calibración que esta siendo desarrollado por un equipo perteneciente al Centro Para la Instrumentación Astronómica, CePIA, del departamento de Astronomía de la Universidad de Concepción para el radiotelescopio LLAMA, el Proyecto contempla cargas de 2 tamaños diferentes las cuales se utilizaran para caracterizar el receptor de potencia total y calibrar los datos obtenidos por el radiotelescopio.

El objetivo del trabajo es estudiar los parámetros físicos que se fijan como requisito para las cargas de calibración en los radiotelescopios del proyecto LLAMA, a través de un método de análisis conocido como termo mecánico, cuyos principales parámetros de estudio se describen y analizan respecto a los requerimientos necesarios para el correcto funcionamiento de este instrumental astronómico.

La metodología utilizada para alcanzar el objetivo del presente documento contempla el uso de antecedentes técnicos sobre cargas de calibración gestionadas por LLAMA, antecedentes técnicos sobre cargas de calibración gestionadas por CePIA, Equipo remoto para simulaciones en condiciones de laboratorio para comparar resultados respecto a los obtenidos empíricamente, con el fin de contrastar su correcto funcionamiento.

Dentro de los principales análisis para el correcto desarrollo de un modelo que ajuste al comportamiento real de estos equipos, se encuentra las correcciones debidas a la geometría característica del cuerpo negro, como impacta su superficie piramidal a la radiación emitida, junto con los efectos que produce el comportamiento de las partículas de aire confinado en la transferencia energética al medio.

La conclusión principal del trabajo es el resultado se ha de analizar por separado para cada carga, pues para la carga de calibración pequeña los resultados se encuentran en su totalidad dentro de los requisitos impuestos por el proyecto, por otra parte, la carga de calibración grande, donde muestra un comportamiento que converge con el modelo planteado, con la temperatura siempre en el rango de medición válido, pero tanto experimentalmente como los resultados de simulación arrojan una desviación superior a los requisitos del proyecto, esto puede mejorarse ajustando el dominio de lectura del receptor a un diámetro menor o reduciendo la convección de la superficie lateral de polipropileno, validando de esta manera los resultados para la carga pequeña.

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	i
CAPITULO 1: Marco General	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Objetivos.....	4
1.3. Metodología.....	4
CAPITULO 2: Modelo Teórico.....	5
2.1 Estado del Arte.....	5
2.2. Marco Teórico	10
2.2.1 Convección y sus coeficientes.....	12
2.2.1.1 Coeficiente convectivo método de aproximación para aire confinado.....	14
2.2.2 Radiación Superficie a superficie y al ambiente.....	16
2.2.3 Análisis Estructural.	20
2.2.4 Análisis Transiente.....	21
CAPITULO 3: Modelo Numérico	22
3.1. Modelado geométrico	22
3.2. Grilla computacional	24
3.3. Condiciones de borde.....	25
3.4. Configuración de ANSYS	26
3.5 Sección Estructura Carga Calibración:	27
CAPITULO 4: Resultados.....	28
4.1. Validación	28
4.2 Distribución Temperaturas CCP, régimen estacionario.....	28
4.2.1 Distribución Temperaturas Exterior CCP, régimen estacionario, Caso I II y III.	28
4.2.2 Distribución Temperaturas y flujo CCP Zona de interés, régimen estacionario, Caso I	29
4.2.3 Distribución Temperaturas y flujo CCP Zona de interés, régimen estacionario, Caso II	31
4.2.4 Distribución Temperaturas y flujo CCP Zona de interés, régimen estacionario, Caso III	32
4.3 Distribución Temperaturas CCP, régimen estacionario, sin mylar.....	34
4.4 Distribución Temperaturas CCG, régimen estacionario	35
4.4.1 Distribución Temperaturas Exterior CCG, régimen estacionario, Caso I II y III.	35

4.4.2 Distribución Temperaturas y flujo CCG Zona de interés, régimen estacionario, Caso I.....	36
4.4.3 Distribución Temperaturas y flujo CCG Zona de interés, régimen estacionario, Caso II.....	37
4.4.4 Distribución Temperaturas y flujo CCG Zona de interés, régimen estacionario, Caso III.....	38
4.5 Distribución Temperaturas CCG, régimen estacionario, sin mylar.	39
4.6 Resultados superficie superior polipropileno, mylar, régimen transiente.	41
4.7 Resultados térmicos respecto a requisitos del proyecto	43
4.8 Resultados estructurales zonas de interés	44
CAPITULO 5: Conclusiones y perspectivas	46
Bibliografía.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Figura 01: Espectro Electromagnético.	1
Figura 02: Ubicación Proyecto LLAMA.	2
Figura 03: Genérico radiotelescopio propuesta LLAMA.	3
Figura 04: Relación entre longitud de onda, temperatura y radiación emitida.	5
Figura 05: Esquema carga calibración.	6
Figura 06: relación potencia receptor vs temperatura carga.....	8
Figura 08: Comportamiento viscoelástico TK-RAM.....	12
Figura 09: Posiciones de referencia entre el receptor y la carga de calibración.....	13
Figura 10: Posiciones de la carga en convección natural.....	13
Figura 11: Líneas de flujo para recintos cerrados en convección.....	15
Figura 12: parametrización coeficientes convectivos espacio confinado CCP.	15
Figura 12: parametrización coeficientes convectivos espacio confinado CCG.	16
Figura 13: Comparación de cuerpo negro y una real superficie de emisión, respecto a su distribución de espectro y direccional.....	17
Figura 14: Esquema Cálculo Factores de Forma.	17
Figura 15: Estructura propiedades térmicas mylar.	19
Figura 16: Eje de giro para las cargas de calibración en su posicionamiento con el receptor.	20
Figura 17: Fases de posicionamiento de las cargas de calibración respecto al receptor.....	20
Figura 18: Vista anterior generica carga calibración grande (200mm).	22
Figura 19: Vista anterior genérica carga calibración pequeña (120 mm).	22
Figura 20: Modelo TK-RAM grande espesor base de 9.5mm.	23
Figura 21: modelo TK-RAM pequeña sección espesor base de 5.7mm.	24
Flujos 22: Flujos energéticos presentes en la carga de calibración.	25
Figura 23: Esquema Simulaciones térmicas para las cargas de calibración.....	26
Figura 24: Distribución Masa Carga Calibración Grande (CCG).	27
Figura 25: Distribución Masa Carga Calibración Pequeña (CCP).	27
Figura 26: Resultados Superficie Exterior para la CCP con Mylar caso 1.	28
Figura 27: Resultados Superficie Exterior para la CCP con Mylar caso 2.	29
Figura 28: Resultados Superficie Exterior para la CCP con Mylar caso 3.	29
Figura 29: Resultados sección piramidal de la CCP posición 1.	29
Figura 30: Resultados sección transversal para las distintas capas de la CCP posición 1.	30
Figura 31: Resultados de flujo sección cuerpo negro de la CCP posición 1.....	30
Figura 32: Resultados sección piramidal de la CCP posición 2.....	31
Figura 33: Resultados sección transversal para las distintas capas de la CCP posición 2.	31
Figura 34: Resultados de flujo sección cuerpo negro de la CCP posición 2.....	32
Figura 35: Resultados sección piramidal de la CCP posición 3.	32
Figura 36: Resultados sección transversal para las distintas capas de la CCP posición 3.	33
Figura 37: Resultados de flujo sección cuerpo negro de la CCP posición 3.....	33
Figura 38: Resultados sección piramidal de la CCP posición 3.....	34
Figura 39: Resultados sección transversal para las distintas capas de la CCP posición 3.....	34

Figura 40: Resultados de flujo sección cuerpo negro de la CCP posición 3.....	34
Figura 41: Resultados Superficie Exterior para la CCG con Mylar Caso 1.....	35
Figura 42: Resultados Superficie Exterior para la CCG con Mylar Caso 2.....	35
Figura 43: Resultados Superficie Exterior para la CCG con Mylar Caso 3.....	36
Figura 44: Resultados sección piramidal de la CCG posición 1.	36
Figura 45: Resultados de flujo sección cuerpo negro de la CCP posición 1.....	37
Figura 46: Resultados de flujo sección cuerpo negro de la CCG posición 1.	37
Figura 47: Resultados sección piramidal de la CCG posición 2.	37
Figura 48: Resultados de flujo sección cuerpo negro de la CCG posición 2.	38
Figura 49: Resultados de flujo sección cuerpo negro de la CCG posición 2.	38
Figura 50: Resultados sección piramidal de la CCG posición 3.	38
Figura 51: Resultados de flujo sección cuerpo negro de la CCG posición 3.	39
Figura 52: Resultados de flujo sección cuerpo negro de la CCG posición 2.	39
Figura 53: Resultados sección piramidal de la CCG sin mylar posición 3.....	39
Figura 54: Resultados sección transversal para las distintas capas de la CCP sin mylar posición 3.....	40
Figura 55: Resultados de flujo sección cuerpo negro de la CCG sin mylar posición 3.....	40
Figura 56: Curva experimental promedio sensores ubicados en calefactor CCG.	41
Figura 57: Curva transiente para superficies superiores de mylar y polipropileno CCG.	42
Figura 58: Curva transiente para superficies superiores de mylar y polipropileno CCP.....	42
Figura 59: Histograma temperaturas para CCG.	43
Figura 60: Histograma temperaturas para CCP.....	44
Figura 61: Torque selección servomotor por velocidad apertura.	45
Figura 62: Comparación de flujo entre superficies de polipropileno CCP.	46
Figura 63: Distribución Temperatura interior fluido confinado CCG.	47
Figura 64: Distribución de velocidades al interior fluido confinado CCG.	48
Figura 65: Distribución densidades interior fluido confinado CCG.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Requisitos funcionamiento cargas de calibración:.....	8
Tabla 02: Detalle elementos constitutivos carga calibración.	10
Tabla 03: Parámetros Adimensionales y coeficiente de convección para régimen estacionario.	14
Tabla 04: Elementos finitos por estructura.....	24
Tabla 05: Condiciones de solución, Fuente: elaboración propia.....	26
Tabla 06: Resultados térmicos según requerimientos proyecto CCG.	43
Tabla 07: Resultados térmicos según requerimientos proyecto CCP.	43
Tabla 05: Condiciones de solución, Fuente: elaboración propia.....	45
Tabla 09: Principales resultados en régimen estacionario para posición de laboratorio.....	46