



7º Congreso Argentino de Ingeniería Aeronáutica



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

Análisis termo-mecánico de motor cohete Tatu-19 de 1400kg de empuje para banco de ensayo alimentado con LOx y LCH₄

V. Mathieu (1), J. Paladini (1), A. Patanella (1)

(1) Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ingeniería, La Plata, Argentina.

CTA – Centro Tecnológico Aeroespacial, Universidad Nacional de La Plata Calle 116 e/47 y 48 (1900) La Plata, Argentina. <http://www.cta.ing.unlp.edu.ar>

Autor principal: valentin.mathieu@alu.ing.unlp.edu.ar

Palabras claves: FEM, “SWIRL”, MOTOR, BANCO DE ENSAYO.

Resumen

El presente trabajo involucra una parte del proyecto Ve-CTA el cual consiste en el diseño, fabricación y lanzamiento de un vehículo lanzador experimental de 3,5 toneladas de empuje. Particularmente durante la etapa de diseño y validación del motor principal, se realizan en simultáneo desarrollos y pruebas de motores con cabezales de inyección y cámaras de empuje en menor escala con la finalidad de verificar el funcionamiento, parámetros críticos del ciclo y el comportamiento de los materiales en pruebas realizadas en un banco de ensayo. Es por este motivo que se lleva a cabo un análisis transitorio termo-mecánico de un motor de prueba de 19 inyectores tipo “swirl-swirl” alimentado con sistema de presurización en tanques y tobera (no refrigerada) durante la operación en banco. En este tipo de motor se utilizan propelentes líquidos, oxígeno para el oxidante y metano como combustible.

Para el análisis termo-mecánico del motor se realizan etapas de cálculo, tanto analítico como simulaciones numéricas para verificar que los valores de tensiones, deformaciones y temperaturas se encuentren dentro de un rango admisible durante el funcionamiento, donde finalmente en el ensayo se verifican los cálculos realizados. El trabajo está enfocado en la etapa de cálculo, especialmente en la simulación por elementos finitos del cabezal de inyectores, cámara de combustión y tobera. Cuando se realiza una simulación, se pretende obtener variables de salida (deformaciones, tensiones, reacciones, temperaturas, flujos de calor) que se aproximen a los valores reales, por lo tanto, se requieren todas las variables de entrada posibles (dependientes e independientes) del tipo físicas, mecánicas y térmicas para que la simulación se aproxime a las condiciones de ensayo. Las distintas partes que conforman el sistema de inyección de propelente se encuentran solicitadas, ya sea en régimen estacionario o transitorio, a distintas cargas mecánicas (presión de gases y fluidos, pretensado, vinculaciones, vibraciones, cargas externas) y cargas térmicas (convección del oxidante y combustible, convección y radiación de los gases calientes) que en conjunto originan una distribución de tensiones y temperaturas compleja que requiere un proceso de cálculo extenso utilizando métodos numéricos.

La secuencia de cálculo se debe aproximar al proceso real desde la puesta en marcha, que comprende desde el montaje del motor en el banco de ensayo hasta la finalización de la prueba que tiene una duración de 5 segundos. Los resultados que se obtienen por simulación FEM ayudan a visualizar las regiones del motor que están más solicitadas, para luego verificar si las propiedades del material utilizado en el diseño (tensión admisible y temperatura máxima/mínima de servicio) verifican los valores de simulación.

Con el fin de validar los cálculos y la simulación, al momento de realizar el ensayo, se utilizan dispositivos de medición para determinar deformaciones (strain gage), reacciones de vínculo (celdas de carga), presiones (sensores de presión) y temperaturas en regiones específicas del motor (termocuplas).