



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

SIP-15

ACTA DE EXAMEN DE GRADO DE MAESTRÍA

En la Ciudad de México, D.F., a las 10:00 horas del día 10 del mes de Marzo del año 2015 reunidos en el Aula Magna designado para tal efecto, los C. Profesores de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación: Dr. Abel López Villa, Dr. Alejandro Zacarías Santiago, Dr. Abraham Medina Ovando, Dr. René Osvaldo Vargas Aguilar y el M. en C. Carlos Alejandro Vargas.

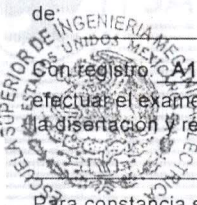
designados para integrar el Jurado de Examen de Grado de: MAESTRÍA EN CIENCIAS EN TERMOFLUIDOS

Mario Alberto Sánchez Rosas

de: Con registro CA130169 y considerando que ha cumplido con los requisitos correspondientes, se procedió a efectuar el examen en los términos que establece el Reglamento de Estudios de Posgrado. Después de concluir la disertación y réplica de rigor, el jurado deliberó, habiéndose obtenido el siguiente resultado:

Aprobado con Mención Honorífica

Para constancia se levantó la presente acta a las 11:30 horas del día 10 del mes de Marzo del año 2015, misma que Suscriben los sinodales mencionados.



UNIDAD AZCAPOTZALCO SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

PRESIDENTE

Dr. Abel López Villa

SECRETARIO

Dr. Alejandro Zacarías Santiago

1er VOCAL

Dr. Abraham Medina Ovando

2º VOCAL

Dr. René Osvaldo Vargas Aguilar

TESIS

“Deformación de plumas térmicas en medios porosos atravesados por cilindros horizontales”

3er VOCAL

M. en C. Carlos Alejandro Vargas

JEFE DE LA SECCIÓN

Dr. Manuel Faraón Carbajal Romero

UNIDAD AZCAPOTZALCO SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

Secretario de Investigación y Posgrado

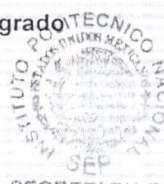
EL SUSCRITO DIRECTOR DE LA ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA - UNIDAD AZCAPOTZALCO

CERTIFICA que las firmas que anteceden son auténticas y corresponden a las personas cuyos nombres aparecen en esta acta.

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Dr. José Guadalupe Trujillo Ferrara

Ing. Ismael Jaidar Monter





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Unidad Azcapotzalco**

Sección de Estudios de Posgrado e Investigación

**Deformación De Plumas Térmicas En Medios Porosos
Atravesados Por Cilindros Horizontales**

**T E S I S PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS EN TERMOFLUIDOS
PRESENTA:**

ING. MARIO ALBERTO SÁNCHEZ ROSAS

DIRECTOR: DR. ABRAHAM MEDINA OVANDO

MÉXICO D. F. DICIEMBRE 2014





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México siendo las 20:22 horas del día 01 del mes de Diciembre del 2014 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de ESIME UA para examinar la tesis titulada:

Deformación De Plumas Térmicas En Medios Porosos Atravesados Por Cilindros Horizontales

Presentada por el alumno:

| | | |
|------------------|------------------|---------------|
| Sánchez | Rosas | Mario Alberto |
| Apellido paterno | Apellido materno | Nombre(s) |
| Con registro: | | |
| A | 1 | 3 0 1 6 9 |

aspirante al grado de:


Maestro en Ciencias en Termofluidos

Después de intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.


LA COMISIÓN REVISORA

Director(a) de tesis


 Dr. Abraham Medina Ovando
 Primer Vocal



 Dr. Abel López Villa
 Presidente


 Dr. Alejandro Zacarias Santiago
 Secretario


 Dr. Rene Osvaldo Vargas Aguilar
 Segundo Vocal


 M. en C. Carlos Alejandro Vargas
 Tercer Vocal

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES


 Dr. Manuel Faraón Carbajal Romero

INDICE GENERAL

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO I | 2 |
| ESTUDIO DEL ESTADO DEL ARTE DEL PROBLEMA | 2 |
| FUNDAMENTOS | 2 |
| 1.1 Conducción térmica | 2 |
| 1.1.1 La conductividad térmica efectiva | 3 |
| 1.1.2 Conductividad térmica global de un medio poroso | 3 |
| 1.2 Convección térmica | 3 |
| 1.2.1 Convección natural | 4 |
| 1.2.2 Convección forzada | 4 |
| 1.3 Radiación | 5 |
| 1.4 Difusividades térmica y de cantidad de movimiento | 5 |
| 1.5 Números adimensionales | 6 |
| 1.5.1 Número adimensional de Prandtl | 6 |
| 1.5.2 Número adimensional de Rayleigh | 6 |
| 1.5.3 Número adimensional de Reynolds | 7 |
| 1.5.4 Número adimensional de Peclet | 7 |
| 1.5.5 Número adimensional de Grashof | 7 |
| 1.5.6 Número adimensional de Nusselt | 8 |
| 1.6 Porosidad | 8 |
| 1.8 Ecuaciones de gobierno | 8 |
| 1.8.1 Ecuación de cantidad de movimiento: Ley de Darcy | 9 |
| 1.8.1.1 Ley de Darcy: Permeabilidad | 9 |
| 1.8.2 Ecuación de Continuidad | 10 |
| 1.8.3 Ecuación de Energía | 10 |
| ANTECEDENTES DEL PROBLEMA | 11 |
| 1.7 Convección libre sobre cilindros circulares horizontales | 12 |
| CAPÍTULO II | 15 |
| ANÁLISIS DEL TRABAJO DE AMABLE LIÑÁN Y VADIM KURDYUMOV | 15 |

| | |
|--|-----------|
| 2.1 Convección natural debido a una fuente lineal de calor | 16 |
| 2.1.2 Descripción asintótica para grandes y pequeños valores de r Liñán y Kurdyumov (2001) | 22 |
| 2.2 Convección forzada | 22 |
| 2.2.1 Formulación y descripciones de cerca y de campo lejano | 22 |
| 2.3 Solución numérica | 23 |
| CAPÍTULO III | 27 |
| EXPERIMENTACIÓN DEL PROYECTO | 27 |
| 3.1 Modelo teórico | 27 |
| 3.2 Experimentos | 28 |
| 3.2 Características experimentales para el caso caliente | 28 |
| 3.3 Isotermas alrededor de la fuente de calor | 29 |
| 3.3.1 Isotermas bajo convección libre (caso caliente) | 30 |
| 3.3.2 Isotermas bajo la acción de convección forzada (caso caliente) | 30 |
| 3.4 Isotermas bajo convección libre y forzada (fuente fría) | 34 |
| CAPÍTULO IV | 41 |
| RESULTADOS Y CONCLUSIONES | 41 |
| 4.1 Convección natural | 41 |
| 4.1.1 Caso caliente | 41 |
| 4.1.2 Caso frío | 43 |
| 4.2 Convección forzada | 44 |
| 4.2.1 Caso caliente | 44 |
| 4.2.2 Caso frío | 48 |
| CONCLUSIONES | 52 |
| APÉNDICE I | 55 |
| APÉNDICE II | 66 |