



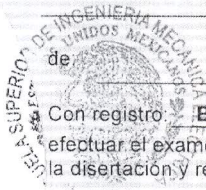
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO ACTA DE EXAMEN DE GRADO DE MAESTRÍA

SIP-15

En la Ciudad de México, D.F., a las 13:00 horas del día 28 del mes de Julio del año 2015 reunidos en el Aula Magna designado para tal efecto, los C. Profesores de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación: Dra. Guadalupe Juliana Gutiérrez Paredes, Dr. Alejandro Zacarías Santiago, Dr. Abraham Medina Ovando Dr. Abel López Villa, y el M. en C. Carlos Alejandro Vargas.

designados para integrar el Jurado de Examen de Grado de: Maestría en Ciencias en Termofluidos



Sergio De Santiago Aguilar

Con registro: B130435 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 14:27 horas del día 28 del mes de Julio del año 2015, misma que suscriben los sinodales mencionados.

PRESIDENTE

SECRETARIO

Signature of Dra. Guadalupe Juliana Gutiérrez Paredes

Dra. Guadalupe Juliana Gutiérrez Paredes

Signature of Dr. Alejandro Zacarías Santiago

Dr. Alejandro Zacarías Santiago

1er VOCAL

2º VOCAL

Signature of Dr. Abraham Medina Ovando

Dr. Abraham Medina Ovando

Signature of Dr. Abel López Villa

Dr. Abel López Villa

3er VOCAL

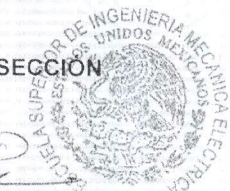
Signature of M. en C. Carlos Alejandro Vargas

M. en C. Carlos Alejandro Vargas

JEFE DE LA SECCIÓN

Signature of Dr. Manuel Faraón Carbajal Romero

Dr. Manuel Faraón Carbajal Romero



TESIS "El problema de Taylor inclinado"

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.

Secretario de Investigación y Posgrado



Dr. José Guadalupe Trujillo Ferrera

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Ing. Ismael Jaidar Monter

UNIDAD AZCAPOTZALCO DIRECCIÓN





# **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

---

---

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

**Sección de Estudios de Posgrado e Investigación**

### **EL PROBLEMA DE TAYLOR INCLINADO**

---

---

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

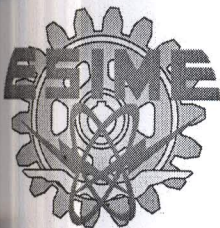
**ING. SERGIO DE SANTIAGO AGUILAR**

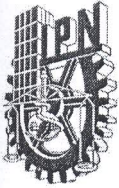
---

---

**DIRECTOR: DR. ABRAHAM MEDINA OVANDO**

**MÉXICO D. F. JULIO 2015**





# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

## ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México siendo las 12 horas del día 07 del mes de Julio del 2015 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:

### EL PROBLEMA DE TAYLOR INCLINADO

Presentada por el alumno:

De Santiago  
Apellido paterno

Aguilar  
Apellido materno

Sergio  
Nombre

Con registro: 

B	1	3	0	4	3	5
---	---	---	---	---	---	---

aspirante 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 de tesis

  
Dr. Abraham Medina Ovando  
Primer vocal

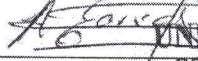
  
Dra. Guadalupe Juliana  
Gutiérrez Paredes  
Presidente

  
Dr. Alejandro Zacarías Santiago  
Secretario

  
Dr. Abel López Villa  
Segundo vocal

  
M. en C. Carlos Alejandro Vargas  
Tercer vocal

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

  
Dr. Manuel Faraón Carbajal Romero  
UNIVERSIDAD AZCAPOTZALCO  
SECCIÓN DE ESTUDIOS DE  
POSGRADO E INVESTIGACIÓN

# Contenido

Titulo.....	i
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Agradecimientos.....	vi
Dedicatorias.....	vii
Contenido.....	viii
Lista de figuras.....	x
Nomenclatura.....	xiii
<b>1 Introducción</b>	<b>1</b>
1.1 Justificación.....	1
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos particulares.....	3
1.3 Antecedentes.....	4
<b>2 Conceptos básicos de hidrodinámica y capilaridad</b>	<b>7</b>
2.1 Teoría de la lubricación.....	7
2.2 Capilaridad.....	14
2.2.1 Definición de capilaridad.....	14
2.2.2 Tensión superficial.....	14
2.2.3 Definición de presión capilar.....	15

2.2.4	Angulo de contacto.....	15
2.2.5	Definición de miscibilidad.....	16
2.3	Ley de Jurin.....	16
2.4	Imbibición capilar en tubos cilíndricos.....	17
<b>3</b>	<b>Formulación y solución numérica del problema</b>	<b>20</b>
3.1	Planteamiento del problema.....	20
3.2	Formulación teórica.....	22
3.3	Formulación numérica.....	24
3.2.1	Adimensionalización de las ecuaciones.....	25
3.4	Resultados numéricos para $\beta \geq 0$ (positiva).....	27
3.5	Resultados numéricos para $\beta < 0$ (negativa).....	30
<b>4</b>	<b>Experimentación del problema</b>	<b>33</b>
4.1	Equipo y material utilizado.....	33
4.2	Resultados experimentales para $\beta \geq 0$ (positiva).....	39
4.3	Resultados experimentales para $\beta < 0$ (negativa).....	42
4.5	Experimentación para determinar ángulo de contacto.....	46
<b>5</b>	<b>Comparación de resultados</b>	<b>48</b>
5.1	Comparación para $\beta \geq 0$ (positiva).....	48
5.2	Comparación para $\beta < 0$ (negativa).....	51
<b>6</b>	<b>Conclusiones generales</b>	<b>54</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>56</b>
<b>A</b>	<b>Programa de la solución numérica</b>	<b>58</b>
<b>B</b>	<b>Congresos y publicación</b>	<b>70</b>