



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 11:00 horas del día 21 del mes de Enero del año 2011 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. Lorenzo Alberto Martínez Suástegui, Dr. Abraham Medina Ovando, Dr. Abel López Villa, y el Dr. Erick Emanuel Luna Rojero.

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

Andrés Pérez Terrazo

Con registro: A090561 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

Para constancia se levantó la presente acta a las 12:16 horas del día 21 del mes de Enero del año 2011, misma que Suscriben los sinodales mencionados.



TESIS

"GOTEO EN TUBOS"

PRESIDENTE

Dra. Guadalupe Juliana Gutiérrez Paredes

1er VOCAL

Dr. Abraham Medina Ovando

3er VOCAL

Dr. Erick Emanuel Luna Rojero

SECRETARIO

Dr. Lorenzo Alberto Martínez Suástegui

2º VOCAL

Dr. Abel López Villa

JEFE DE LA SECCIÓN

Dr. Jaime Pacheco Martínez

Secretario de Investigación y Posgrado

Dr. Jaime Álvarez Gallegos

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. Emmanuel Alejandro Merchán Cruz



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

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

Sección de Estudios de Posgrado e Investigación

“GOTEO EN TUBOS”

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS EN TERMOFLUIDOS

PRESENTA:

ANDRÉS PÉREZ TERRAZO

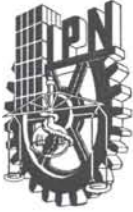
DIRECTORES:

DR. ABRAHAM MEDINA OVANDO

DR. ABEL LÓPEZ VILLA



MÉXICO D. F. ENERO DE 2011



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México siendo las 10:00 horas del día 05 del mes de Enero del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de ESIME UA para examinar la tesis titulada:

"GOTEO EN TUBOS"

Presentada por el alumno:

Pérez

Apellido paterno

Terrazo

Apellido materno

Andrés

Nombre(s)

Con registro:

A	0	9	0	5	6	1
---	---	---	---	---	---	---

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

Directores de tesis

Dr. Abraham Medina Ovando
1er. Vocal

Dr. Abel López Villa
2do. Vocal

Dra. Guadalupe Juliana Gutiérrez Paredes
Presidente

Dr. Lorenzo Alberto Martínez Suástegui
Secretario

Dr. Erick Emmanuel Luna Rojero
3er. Vocal

Dr. René Osvaldo Vargas Aguilar
Suplente

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

Dr. Jaime Pacheco Martínez



Índice general

Índice de figuras	IV
1. Introducción	1
2. Fenómenos capilares	6
2.1. Tensión superficial	7
2.1.1. Trabajo de superficie	10
2.2. Presión capilar	11
2.3. La presión de Laplace	12
2.3.1. Esfera	12
2.3.2. La adhesión capilar	16
2.4. Ángulo de contacto	17
2.5. Radios de curvatura	20
3. Modelo teórico	22
3.1. Ecuación de Young-Laplace	22
3.2. El problema	27
3.3. Ecuaciones adimensionales	30
4. Soluciones asintóticas	34
4.1. Solución asintótica para $Bo \ll 1$	34
4.2. Solución asintótica para $Bo \gg 1$ y $H/R \ll 1$	36
4.3. Solución asintótica para buen mojado ($d\zeta/d\xi \ll 1$)	39
5. Solución numérica	41
5.1. Introducción	41
5.2. Método numérico Runge-Kutta	43
5.2.1. Método de Runge-Kutta de segundo orden	44
5.2.2. Exactitud del método de Runge-Kutta de segundo orden	45
5.3. Perfiles de gotas	46
6. Experimentos	50

7. Conclusiones	67
Bibliografía	69
A. Código numérico	73