



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA - *Iztapalapa*

División de Ciencias Básicas e Ingeniería

Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica

Ciudad de México, a 8 de febrero de 2024.

IPH.02.1.11238/2024/2.

DR. ROMÁN LINARES ROMERO
Presidente del Consejo Divisional de C.B.I.

Presente

Por este conducto solicito a usted someter a la consideración del Consejo Divisional el Informe de Actividades del Profesor **ALEJANDRO VÁZQUEZ RÓDRIGUEZ**, del periodo sabático de 14 meses, comprendido del 10 de octubre del año 2022, al 9 de diciembre del año 2024.

Quiero hacer notar que el Fis Vázquez entregó en tiempo y forma a la jefatura de nuestro Departamento toda la documentación relacionada con su informe.

Asimismo, le comunico que después de haber revisado el Informe, encuentro que los objetivos se cumplieron satisfactoriamente.

A t e n t a m e n t e

"Casa abierta al tiempo"

DR. RODOLFO VÁZQUEZ RODRIGUEZ

Jefe del Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica

Ferrocarril San Rafael Atlixco No. 186, Col. Leyes de Reforma 1ª. Sección, C.P. 09310, Iztapalapa, CDMX.

Tel. [REDACTED]@xanum.uam.mx



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

CONSEJO DIVISIONAL DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERIA

INFORME DE PERÍODO SABÁTICO

DATOS GENERALES

Nombre del profesor: Alejandro Vázquez Rodríguez N° empleado: 11238

Departamento: Ingeniería de Procesos e Hidráulica Área: Ingeniería en Recursos Energéticos

Teléfono particular: [REDACTED] Extensión UAM-I: [REDACTED] E-mail [REDACTED]@xanum.uam.mx

DATOS DEL PERÍODO SABÁTICO SOLICITADO

N° meses solicitados: 14 Fecha de inicio: 10-10-2022 Fecha de terminación: 9-12-2023

Institución donde se realizará: Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa

Depto., Laboratorio, etc.: Laboratorio de Simulación de Reactores Nucleares Avanzados (T-365B)

Domicilio de la institución: Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco 186, Col. Leyes de Reforma 1A Sección, 09310, CDMX

Teléfono: [REDACTED] Fax: [REDACTED] E-mail [REDACTED]@xanum.uam.mx

OBJETIVOS DEL PERÍODO SABÁTICO

1.- Continuar con las líneas de investigación en el proyecto "Transferencia Térmica en Sistemas Energéticos" en colaboración del Dr. Gilberto Espinosa-Paredes.

2.- Iniciar unas notas de curso intitulada "Exergía de Procesos y Ciclos Termodinámicos" para la Lic. de Ing. en Energía como complemento de temas de las ueas de Termodinámica II, Máquinas Térmicas y Procesos Termodinámicos.

METAS ALCANZADAS EN EL PERÍODO SABÁTICO

Memorias in extenso en libro de resúmenes*

Artículos de investigación en revista indexada*

Presentaciones en congresos

libros o capítulos de libros

Grado

% Avance de estudios de posgrado

Otros (especifique): _____

* Indicar en anexo si se trata de trabajo publicado, aceptado o sometido

TIPO DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS DESARROLLADAS

(Indique aquellas relacionadas con las actividades desarrolladas)

<input checked="" type="checkbox"/> Investigación	<input type="checkbox"/> Docencia	<input checked="" type="checkbox"/> Difusión
<input type="checkbox"/> Formación académica	<input type="checkbox"/> Formación profesional	<input type="checkbox"/> Entrenamiento técnico
<input type="checkbox"/> Otros (especifique): _____		

RESUMEN DEL PLAN DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS DESARROLLADAS

(El llenado de esta sección no sustituye el informe detallado de actividades)

1 libro publicado "Exergía en Sistemas Energéticos"

2 Artículos publicados en revistas indizadas

3 Artículo publicado en memorias de congreso

4 Participaciones en congreso

PARA USO DEL JEFE DE DEPARTAMENTO

Después de haber evaluado el informe detallado de actividades del período sabático del interesado según los lineamientos establecidos para tal efecto; informo al Consejo Divisional que:

- Los objetivos SE cumplieron satisfactoriamente
- Los objetivos SE cumplieron parcialmente
- Los objetivos NO se cumplieron
- NO se cumplió el propósito del sabático

[Redacted Signature]

Firma del Jefe de Departamento

08/02/2024
Fecha

PARA USO DEL CONSEJO DIVISIONAL

El Consejo Divisional, en su Sesión No. _____ del _____ sobre el Período sabático del interesado acordó que:

- Los objetivos SE cumplieron satisfactoriamente
- Los objetivos SE cumplieron parcialmente
- Los objetivos NO se cumplieron
- NO se cumplió el propósito del sabático

Secretario del Consejo Divisional

*Además de este formato-resumen, el interesado deberá entregar su Informe detallado de actividades junto con la documentación probatoria correspondiente.



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – Iztapalapa

División de Ciencias Básicas e Ingeniería

Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica

Área de Ingeniería de Recursos Energéticos

CDMX, México, a 11 de diciembre de 2023

Dr. Rodolfo Vázquez Rodríguez
Jefe del Departamento de I. P. H.
P R E S E N T E

Por medio de la presente, deseo informarle sobre mi regreso a mi puesto como Profesor Titular "C" de Tiempo Completo a partir del 9 de diciembre de 2023, tras haber concluido mi periodo sabático, el cual abarcó desde el 10 de octubre de 2022 hasta el 9 de diciembre de 2023.

Agradezco de antemano su atención a esta notificación y solicito que se realicen los trámites administrativos correspondientes, de acuerdo con la normativa vigente.

Quedo a su disposición para cualquier aclaración adicional que pueda requerirse.

Atentamente



Fís. Alejandro Vázquez Rodríguez
"Casa Abierta al Tiempo"

ccp. Dr. Román Linares Romero, Director de la División de C. B. I.

Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco, Núm. 186, Col. Leyes de Reforma 1 A Sección, Alcaldía Iztapalapa, C.P. 09310, Ciudad de México.

Tels.

PROGRAMA DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS A DESARROLLAR DURANTE EL PERIODO SABÁTICO

I. OBJETIVOS GENERALES.

- 1.- Continuar con las líneas de investigación en el proyecto "Transferencia Térmica en Sistemas Energéticos" en colaboración con el Dr. Gilberto Espinosa Paredes, responsable del proyecto y del cual soy miembro del cuerpo académico asociado a este proyecto como colaborador.
- 2.- Iniciar unas notas de curso intitulada "Exergía de Procesos y Ciclos Termodinámicos" para la licenciatura de Ingeniería en Energía como complemento de temas de las ueas de Termodinámica II, Máquinas Térmicas y Procesos Termodinámicos.

II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Sometimiento y publicación de al menos un artículo de investigación en revista indizada.
2. Presentación de al menos un trabajo de investigación con memorias en extenso en un evento nacional o internacional.
3. Escribir las notas de curso "Exergía de Procesos y Ciclos Termodinámicos".
4. Desarrollar los programas fortran que acompañan a las notas de curso como software de apoyo y aplicación a las ueas mencionadas en los objetivos generales.

Todas las actividades se llevarán a cabo en la U.A.M. Iztapalapa en el cubículo T-260C.

Atentamente



Fis. Alejandro Vázquez Rodríguez

Plan de Actividades para el Período Sabático

Fís. Alejandro Vázquez Rodríguez
Departamento de IPH

Periodo Sabático: 10 de Octubre de 2022 al 09 de Diciembre de 2023

1. Actividades de Investigación

Unos de los principales objetivos de esta estancia sabática es la modelación termo hidráulica para el análisis de pequeños reactores denominados NuScale y Sealer, enfriado con agua y plomo, respectivamente. Este tipo de reactores constituyen elementos importantes en la transición energética y contrarrestar el cambio climático por emisiones de gases de efecto invernadero. Los aspectos tecnológicos fundamentales incluyen el entendimiento de los fenómenos integrados de generación de potencia de origen nuclear, termohidráulica del refrigerante y la transferencia de calor en el combustible nuclear.

La actividad que se realizará aquí, será alcanzar la meta de someter al menos un artículo en revista indexada para hacer el análisis de sensibilidad e incertidumbre basado en simulaciones Monte Carlo y determinar el comportamiento de los parámetros esenciales debido a los efectos del flujo de masa y la temperatura del plomo líquido en canales paralelos, para proponer alternativas de control de potencia.

2. Actividades de Docencia.

En coautoría con el Dr. Gilberto Espinosa Paredes se planeó un borrador en forma completa del inicio de unas notas de curso con título “Exergía de Procesos y Sistemas Energéticos”. Las actividades que se deben realizar están relacionadas con un índice temático, escritura de la teoría, solución de problemas relacionados a la teoría y desarrollo de software en lenguaje FORTRAN para simular el análisis energético y exergético de procesos y sistemas energéticos básicos que servirán como apoyo a la solución de problemas en las ueas de termodinámica II, máquinas térmicas y procesos termodinámicos dentro del programa de licenciatura de Ingeniería en Energía. Las notas del curso de exergía de procesos y sistemas energéticos se elaborarán con el siguiente contenido:

1. Fundamentos de Termodinámica

1.1 Introducción

1.2 Definición de termodinámica

1.3 Dimensión, unidad y sistema de unidades

1.4 Sistemas termodinámicos y alrededores

1.5 Límites o fronteras del sistema

1.6 Sistema abierto o volumen de control (vc)

1.7 Sistema cerrado o masa de control (mc)

- 1.8 Sistema aislado
- 1.9 Sistema adiabático
- 1.10 Propiedades termodinámicas
- 1.11 Tiempo, masa, mol y masa molar
- 1.12 Propiedades extensivas e intensivas del sistema
- 1.13 Propiedades específicas y molares
- 1.14 Flujos másico, volumétrico y molar
- 1.15 Estado y equilibrio termodinámicos
- 1.16 Proceso, trayectoria y ciclo
- 1.17 Procesos cuasiestáticos, reversibles e irreversibles
- 1.18 Flujo uniforme y no uniforme
- 1.19 Flujo estacionario y no estacionario
- 1.20 Flujo de una, dos y tres dimensiones

2. Masa

- 2.1 Conservación de la masa en un sistema abierto
- 2.2 Conservación de la masa en un sistema cerrado

3. Energía

- 3.1 Energía y formas de energía
- 3.2 Energía cinética, potencial gravitacional e interna
- 3.3 Energía de flujo
- 3.4 Entalpía
- 3.5 Cambio de energía
- 3.6 Trabajo y potencia mecánica
- 3.7 Calor y potencia térmica
- 3.8 Transferencia de masa
- 3.9 Primera ley de la termodinámica
- 3.10 Procesos no adiabáticos
- 3.11 Conservación de la energía en un sistema abierto
- 3.12 Conservación de la energía en sistemas cerrados y aislados

4. Entropía

- 4.1 Importancia de la segunda ley de la termodinámica
- 4.2 Balance de entropía en sistemas abiertos
- 4.3 Balance de entropía en sistemas cerrados
- 4.4 Balance de entropía en sistemas aislados
- 4.5 Principio de aumento de entropía

5. Exergía

- 5.1 Preliminares
- 5.3 Exergía
- 5.4 Estado muerto
- 5.5 Cero exergía
- 5.6 Máximo trabajo
- 5.7 Exergía como propiedad
- 5.8 Formas de exergía

- 5.9 Exergía de la energía cinética
- 5.10 Exergía de la energía potencial gravitacional
- 5.11 Exergía física en sistemas cerrados
- 5.12 Exergía de la energía de flujo
- 5.13 Exergía total de un sistema cerrado
- 5.14 cambio de exergía total de un sistema cerrado
- 5.15 Flujo de exergía
- 5.16 Cambio de exergía de una corriente de fluido
- 5.17 Transferencia de exergía
- 5.18 Transferencia de exergía por transferencia de calor
- 5.19 Transferencia de exergía por trabajo
- 5.20 Transferencia de exergía por transferencia de masa
- 5.21 Destrucción de exergía
- 5.22 Principio de decremento de la exergía
- 5.23 Balance de exergía de un sistema abierto
- 5.24 Balance de exergía de sistemas en flujo estacionario
- 5.25 Balance de exergía de un dispositivo adiabático
- 5.26 Balance de exergía de un sistema cerrado
- 5.27 Trabajo reversible
- 5.28 Eficiencia energética
- 5.29 Eficiencia exergética

6. Ecuaciones de balance: resumen y procedimiento

- 6.1 Ecuaciones de balance
- 6.2 Procedimiento

7. Exergía en sistemas abiertos adiabáticos

- 7.1 Procesos continuos de producción de potencia
- 7.2 Procesos continuos de consumo de potencia
- 7.3 Procesos adiabáticos sin trabajo mecánico

8. Exergía en sistemas abiertos no adiabáticos

- 8.1 Procesos no adiabáticos con trabajo mecánico
- 8.2 Procesos continuos no adiabáticos de consumo de potencia
- 8.3 Procesos no adiabáticos sin trabajo mecánico
- 8.4 Hornos

9. Exergía en sistemas cerrados y aislados

- 9.1 Transferencia de energía entre depósitos de energía térmica
- 9.2 Transferencia de energía en máquinas térmicas, refrigeradores y bombas de calor
- 9.3 Procesos en tanques rígidos adiabáticos y no adiabáticos
- 9.4 Procesos de transferencia de energía de sistemas en contacto térmico
- 9.5 Procesos energéticos de sistemas de cilindro-pistón

Durante el periodo sabático se escribirán estas notas junto con el desarrollo de software elaborado en lenguaje FORTRAN y posteriormente se someterán para su posible publicación en la UAM o en una casa editorial que pueda llevar a cabo una distribución nacional o internacional.



Ciudad de México a 6 de febrero de 2024

Dr. Rodolfo Vázquez Rodríguez
Jefe del Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica (IPH)
División de Ciencias Básicas e Ingeniería (DCBI)

ASUNTO: Informe periodo sabático: 10 de octubre de 2022
al 09 de diciembre de 2023.

Estimado Dr. Vázquez:

Como lo marcan los estatutos institucionales, me permito presentar el informe de las actividades académicas realizadas en el periodo sabático del 10 de octubre de 2022 al 09 de diciembre de 2023. Este informe es representativo porque constituye un documento importante como Profesor-Investigador, en la Lic. de Ingeniería en Energía y en el Área de Ingeniería en Recursos Energéticos, dada mi decisión de retirarme oficialmente este año de mi tarea cotidiana en nuestra casa de estudios, la UAM-Iztapalapa.

Durante este periodo sabático colaboré en las líneas de investigación del Proyecto aprobado por la DCBI "Transferencia de calor en sistemas energéticos" en el equipo del Dr. Gilberto Espinosa Paredes. Los resultados de esta colaboración son dos artículos que fueron publicados en este periodo, así como un artículo en extenso en congresos nacionales.

Otra de las actividades sustantivas fue la colaboración en la publicación de un libro cuyo título es "Exergía en Sistemas Energéticos", donde se puede destacar, además de los fundamentos presentados, la aplicación en sistemas energéticos en las áreas de nuclear, geoenergía, solar y ciclo combinado.

Las actividades planteadas para el periodo sabático fueron cumplidas en su totalidad.

Anexo encontrará los siguientes documentos:

- Formato del informe, que Ud. tiene que valorar
- Informe que resume la importancia de los logros alcanzados
- Caratulas de los artículos y libros, así como en versión electrónica

Atentamente
Casa abierta al tiempo



Fis. Alejandro Vázquez Rodríguez
Profesor-Investigador

Ccp Miembros del Consejo Divisional de CBI

Informe de actividades de Período Sabático

10 de octubre de 2022 al 09 de diciembre de 2023

Fís. Alejandro Vázquez Rodríguez
Área de Ingeniería en Recursos Energéticos, Departamento de IPH

1. Resumen de resultados

1.1 Artículo publicado en una revista indizada en el JCR

Herrera-Hernández, E. C., Pérez-Valseca, A. D., Aguilar-Madera, C. G., & **Vázquez-Rodríguez, A.** (2023). Heat transfer coefficients for bubbly molten salt nuclear reactors. *Nuclear Engineering and Design*, 414, 112549.

<https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2023.112549>

Datos de Nuclear Engineering and Design

Cuartil Q1 (Nuclear Energy and Engineering, 2022)

ISSN 00295493

Cobertura desde 1965

Índice H: 115

1.2 Artículo publicado en una revista indizada en el JCR (sin arbitraje): Difusión

Espinosa-Paredes G., Centeno-Pérez J., Núñez-Carrera A., Quezada-García S., Espinosa-Martínez E.-G., **Vázquez-Rodríguez A.** (2023). Hydrodynamics and structural mechanics of jet pumps in a boiling water reactor: CFD Analysis. *Journal of Engineering and Applied Sciences* 18(5), 516-521.

Datos de Journal of Engineering and Applied Sciences

Cuartil Q4 (Engineering, 2022; llegó a estar en Q2 en 2019)

ISSN 18196608

Cobertura desde 2009, 2011

Índice H: 31

1.3 Libro publicado

G. Espinosa-Paredes G., **A. Vázquez-Rodríguez**, Carlos G. Aguilar-Madera (2023). Exergía en Sistemas Energéticos. OmniaScience Scholar, Charleston, USA, 338 páginas.

DOI: [10.3926/oss.39](https://doi.org/10.3926/oss.39)

ISBN: 978-84-126475-3-2

Categories del libro: Chemistry, Technology and Engineering

Datos de la casa editorial

OmniaScience Scholar se especializa en la publicación de libros académicos universitarios y profesionales.

Cobertura desde 2011

1.4 Participación en congresos

2. Descripción de resultados

2.1 Coeficientes de transferencia de calor con flujo burbujeante para reactores nucleares de sales fundidas (Heat transfer coefficients for bubbly molten salt nuclear reactors)

En este trabajo de investigación colaboré con el Dr. Erik Hernández de la UASL, la Dra. Alejandría D. Pérez del Royal Institute of Technology de Suecia, y el Dr. Carlos Aguilar de la UANL, para desarrollar un modelo de transferencia de calor de un reactor nuclear de sales fundidas (MSR). El modelo se implementó en COMSOL para realizar experimentos numéricos con la idea de establecer la importancia del fenómeno de no equilibrio termodinámico, además de verificar y validar con datos de diseño, así como datos experimentales. El combustible nuclear del reactor MSR es líquido y desempeña también la función de refrigerante, el cual opera en régimen de flujo en dos fases por la presencia de flujo burbujeante de Helio. El MSR es un reactor de cuarta generación y forma parte de las 6 tecnologías que se están diseñando para un próximo despliegue de reactores nucleares pequeños (hasta 300MWe), en Europa, Asia y América principalmente. Los resultados se publicaron en *Nuclear Engineering and Design* de gran prestigio internacional en Energía Nuclear de Potencia.

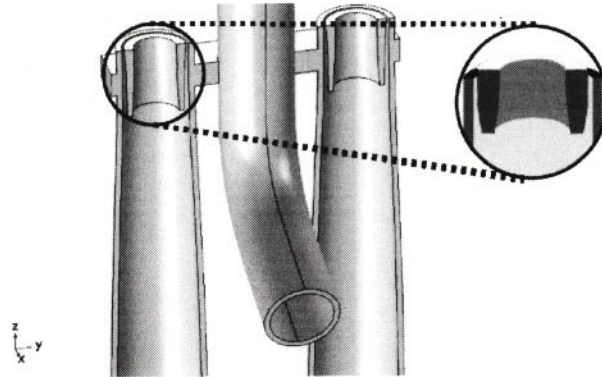
Modelar el proceso de transferencia de calor en un reactor nuclear de sales fundidas es un desafío debido a la distribución no uniforme del material combustible y el fluido refrigerante con presencia de un gas inerte. Para garantizar la seguridad del diseño del reactor, se desarrollaron herramientas teóricas para calcular parámetros efectivos y la distribución de temperatura que es esencial para garantizar la seguridad del diseño del reactor. Este modelo mejorado, que es válido para el núcleo del reactor, combina la física del transporte de calor que ocurre a microescala a través de coeficientes efectivos derivados matemáticamente. Estos coeficientes se obtuvieron resolviendo problemas de valores en la frontera relacionados. Se estudió el núcleo MSR con burbujas de gas inerte y se encontró que la condición de equilibrio entre el fluido y las burbujas se podía lograr para fracciones de volumen de burbujas pequeñas, conforme aumente la fracción volumen se observa no equilibrio termodinámico. En este trabajo presentamos los valores calculados numéricamente de los coeficientes efectivos en términos de la fracción de volumen de burbujas en condiciones de operación y proporcionamos correlaciones empíricas para facilitar su uso en códigos computacionales.

2.2 Hidrodinámica y mecánica estructural de bombas de chorro en un reactor de agua en ebullición: análisis CFD (Hydrodynamics and structural mechanics of jet pumps in a boiling water reactor: CFD Analysis).

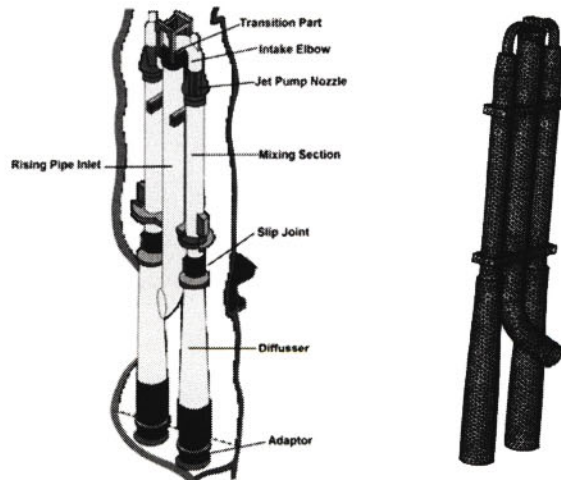
Este trabajo de investigación ataca un problema nacional relacionado con la industria nuclear. Durante el aumento de potencia extendido de los dos reactores nucleares BWR de la Central Nuclear de Laguna Verde, se identificó fuga en las bombas jet. Nuestra universidad participó con la CNSNS en el análisis del impacto en la operación de las bombas jet y en la seguridad del reactor. Para la cual formó un equipo multidisciplinario para demostrar si el daño era gradual o súbito, debido a que en la operación de los reactores estos sufren altas vibraciones inducidas por las velocidades de los flujos másico (7750Kg/s) en diferentes trayectorias del sistema de recirculación del reactor (RRS), además que las bombas de 4160HP arrancan en alta y baja frecuencia, entre otros aspectos que van generando desajustes en los componentes mecánicos.

El objetivo de este trabajo es el análisis de fallos de bombas de chorro utilizando la hidrodinámica y el análisis estructural del acoplamiento en un BWR típico. El líquido en la bomba de chorro se acelera debido a la alta presión diferencial en la boquilla que induce

vibraciones en la junta deslizante del difusor. Si las vibraciones están fuera del rango de la frecuencia natural, pueden producir una fuga en la junta deslizante o una ruptura en el tubo ascendente. Como se ilustra en la figura siguiente:



Se simula una fuga en el área de la junta deslizante del 5% para estimar la frecuencia de vibración de las bombas de chorro. Los resultados muestran que a medida que aumenta la frecuencia de la vibración, el desplazamiento de la bomba de chorro y la tensión aumentan y las frecuencias superiores a 47.5 Hz exceden el límite del módulo de elasticidad del material. Para realizar el análisis CFD se modeló un par de bombas jet sumergidas en agua presurizada. En la figura siguiente se presenta un diagrama esquemático de un par de bombas jet dentro de la vasija del reactor y la nodalización para el estudio hidrodinámico y mecánico.



2.3 Libro Exergía (ISBN: 978-84-126475-3-2)

Este libro trata de la Exergía, como concepto y como una de las propiedades termodinámicas crucial para el análisis de disponibilidad energética en dispositivos ingenieriles y sistemas termodinámicos en general. Además de los principios fundamentales de la Termodinámica, se establece con claridad y sencillez que no es suficiente realizar un análisis termodinámico completo de primera y segunda leyes, a menos que se apliquen los conceptos relativos a la exergía.

Para comprender los principios básicos de la exergía se presentan soluciones de problemas a través de ejemplos y al final de cada capítulo se ha incluido una selección de preguntas y problemas propuestos para que el estudiante mejore su habilidad en la solución de problemas de cada temática. Con la idea de integrar los conceptos básicos se presenta el análisis exergético de una selección de sistemas energéticos nucleares, geotérmicos, solares y de ciclo combinado.

El libro se compone de 10 capítulos contenidos en 338 páginas:

- Capítulo 1. Fundamentos de Termodinámica
- Capítulo 2. Masa
- Capítulo 3. Energía
- Capítulo 4. Entropía
- Capítulo 5. Exergía
- Capítulo 6. Ecuaciones de balance: Resumen y procedimiento
- Capítulo 7. Exergía en sistemas abiertos adiabáticos
- Capítulo 8. Exergía en sistemas abiertos no-adiabáticos
- Capítulo 9. Exergía en sistemas cerrados y aislados
- Capítulo 10. Aplicaciones de la exergía

Las definiciones y conceptos son fundamentales para la formulación de la Termodinámica enfocada al análisis de exergía en sistemas diversos, los cuales se encuentran en el entorno del mundo en que vivimos.

Los primeros cuatro capítulos tratan de un repaso de la Termodinámica, y constituyen complementos indispensables para aquellos lectores que necesiten de una consulta rápida o para estudiantes principiantes. Los lectores con bases suficientes de

Termodinámica pueden abordar directamente el tema de la exergía presentada del Capítulo 5 al Capítulo 9. Finalmente, en el Capítulo 10 se presenta el análisis exergético de una selección de sistemas energéticos tales como nucleares, geotérmico, solar y de ciclo combinado.

2.4 Participación en congresos

Se participó en el 5º Congreso Internacional de Energía, celebrado en Zacatecas con los siguientes trabajos:

- (i) Unprotected transient analysis in Lead-Cooled fast Reactor (Poster)
- (ii) External Reactivity with Two-Phase Flow Effects in Molten Salt Reactors (Conferencia)

El Segundo trabajo se publicó en extenso.