



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MORELIA

“José María Morelos y Pavón”

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TESIS

“MODELADO E IDENTIFICACIÓN EXPERIMENTAL DE
SISTEMAS TÉRMICOS MEDIANTE TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN
PARAMÉTRICA”

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PRESENTA:
GERARDO MARX CHÁVEZ-CAMPOS

DIRECTOR: HOMER SIMPSON
CODIRECTOR: JAMES CLERK MAXWELL
REVISOR: PIERRE SIMON LAPLACE
REVISOR: JEAN-BAPTISTE JOSEPH FOURIER

MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO – SEPTIEMBRE 2026 – REV 1.2

Gerardo Marx Chávez-Campos: *Modelado e Identificación Experimental De Sistemas Térmicos Mediante Técnicas De Estimación Paramétrica*, Caso de Estudio a Nivel Maestría, © Septiembre 2026

MESA DE REVISIÓN:

Homer Simpson

James Clerk Maxwell

Piere Simon Laplace

Jean-Baptiste Joseph Fourier

LOCALIDAD:

Morelia, Michoacán, México

IMPRESA:

Septiembre 2026



Instituto Tecnológico de Morelia

Subdirección Académica

División de Estudios de Posgrado e Investigación

Morelia, Mich., 20/MAYO/2026

Oficio No. DEPI/XXXX/2026

ASUNTO: Autorización de impresión
definitiva de tesis

JUAN PABLO GARCÍA CHÁVEZ
EGRESADO DE LA MAESTRÍA EN
CIENCIAS EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
PRESENTE

Le comunico que el jurado designado para que obtenga el grado de **MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA** ha informado a esta División de Estudios de Posgrado e Investigación, su aceptación para la impresión definitiva de su trabajo de tesis, el cual lleva por nombre: **"Título de la Tesis sin Cambios ni Correcciones"**. Por lo anterior se le autoriza la impresión de su trabajo, esperando que el logro del mismo sea acorde con sus aspiraciones profesionales.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®

"Técnica, Progreso de México"®

HÉCTOR JAVIER VERGARA HERNÁNDEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

C.p. Archivo
HJVH/laa





Instituto Tecnológico de Morelia
Subdirección Académica
Maestría en Ciencias de la Ingeniería Electrónica

Morelia, Michoacán, **12/mayo/2026**
Oficio No. XXX ESTE SE ASIGNA EN LA COORDINACIÓN/2026
ASUNTO: ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

HÉCTOR JAVIER VERGARA HERNÁNDEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSG. E INVEST.
DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MORELIA
PRESENTE

Por este conducto le informamos que los integrantes del Comité Revisor de Tesis de **NOMBRE DEL ALUMNO**, con número de control (ASIGNADO A ACADA UNO), de la carrera de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA**, después de revisar el trabajo de tesis de grado titulado **"TÍTULO DEFINITIVO SIN CAMBIO NI ERRORES"** hemos encontrado que se han realizado todas las correcciones y observaciones que se le indicaron, por lo que solicitamos la autorización de impresión definitiva.

Folio de Tesis del Posgrado: ESTE NUMERO SE ASIGNA EN LA COORDINACION DEL POSGRADO

Presidente
(Director)

Secretario

XXXXXXX
DOCTOR EN CIENCIAS EN INGENIERÍA
ELÉCTRICA
N° de Cédula Profesional: 000000

XXXXXXXXX
DOCTOR EN CIENCIAS EN INGENIERÍA
ELECTRÓNICA
N° de Cédula Profesional: 000000

Vocal(Co-director)

Vocal suplente

XXXXXXXXXXX
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA
ELECTRÓNICA
N° de Cédula Profesional: 000000

XXXXXXX
DOCTOR EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
N° de Cédula Profesional: 000000

c.c.p interesado
archivo/njr



2026
año de
Margarita
Maza





Instituto Tecnológico de Morelia

Subdirección Académica

Maestría en Ciencias de la Ingeniería Electrónica

Morelia, Michoacán, **18/noviembre/2026**

Oficio No. XXXXX/2026

Asunto: Constancia de actividades de retribución social

A quien corresponda:

PRESENTE:

En cumplimiento a lo establecido en el Artículo 20, Capítulo VII, “De la Conclusión de la Beca o Apoyo”, del Reglamento de Becas de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación, y en el marco de la convocatoria **Becas Nacional (Tradicional) 202X-X**. Hago constar que el **C. XXXXXXXXx**, con número de **CVU XXXXXX**, beneficiado con una beca para obtener el grado de **Maestro en Ciencias en Ingeniería Electrónica** en el programa de **Maestría en Ciencias en Ingeniería Electrónica**, que se imparte en el **Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Morelia**, realizó las actividades de retribución social que se enlistan en el documento anexo a este documento.

Las actividades de retribución social se realizaron durante el periodo del **21 de agosto de 2023 a 19 de noviembre de 2025— periodo de la beca—**, durante el cual el becario fue alumno regular de esta institución.

Asimismo, hago constar que, conforme a lo establecido en la Ley General de Archivos, la coordinación del posgrado organiza y conserva la evidencia documental de dichas actividades en caso de que el SECIHTI o cualquier otra instancia la requiera.

Sin más por el momento, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®

“Técnica, Progreso de México”®

Héctor Javier Vergara Hernández

Jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación

Ccp.Archivo

GMCC/njr





Instituto Tecnológico de Morelia

Subdirección Académica

Maestría en Ciencias de la Ingeniería Electrónica

Morelia, Michoacán, a **30/noviembre/2026**

Asunto: Anexos

Actividad 1. Presentar resultados de investigación ante grupos sociales, productivos e instituciones.

Descripción de la actividad: Se presentaron avances del trabajo de tesis en el “Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Hidalgo 2024”, con el artículo HDG162 titulado “*Introducción al Uso de ResearchKit: Innovación en Ensayos Clínicos con Tecnología Wearable*”. La actividad consistió en una presentación oral durante el congreso, un evento que reúne a académicos, investigadores y estudiantes de otras instituciones a nivel nacional. El alumno elaboró, preparó y presentó el material requerido para su exposición, bajo la supervisión de su asesor de tesis. El artículo está incluido en las siguientes publicaciones: (1) en el portal de Internet academiaJournals.com, con ISSN 1946-5351 en línea, Vol. 16, No. 10, 2024 e indexación en la base de datos Fuente Académica Plus de EBSCOHOST, Massachusetts.

Fecha de inicio de actividad: 4/12/2024

Fecha de término de actividad: 6/12/2024

Institución en la que se realizó la actividad: Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo

Nombre del responsable de supervisar la actividad: Gerardo Marx Chávez-Campos, gerardo.cc@morelia.tecnm.mx, (443) 368 9109

Descripción del impacto social de la actividad: La difusión de los avances y resultados de la investigación constituye una acción esencial de retribución social, ya que promueve el intercambio abierto de conocimientos, facilita el diálogo con diversos sectores y fortalece la creatividad y la formación integral de los estudiantes. A través de estas actividades, las instituciones comparten con la sociedad, otras comunidades académicas y el sector productivo los beneficios derivados del trabajo científico y tecnológico, garantizando que los hallazgos y desarrollos contribuyan al bienestar colectivo, a la solución de problemáticas regionales y al fortalecimiento de capacidades locales. De esta manera, la investigación pública cumple con su responsabilidad social al promover el acceso equitativo al conocimiento, a la innovación y al desarrollo sostenible.





Actividad 2. Participar en foros de intercambio de experiencias sociales/institucionales

Descripción de la actividad: Se presento resultados de su trabajo de tesis, en un encuentro internacional de investigadores. Se realizó difusión del proyecto de tesis con la finalidad de que este sea conocido y debatido por colegas del mismo campo de conocimiento del alumno, siendo esta una parte importante marcada en el programa de Maestría de nuestra institución, ya que esto asegura la calidad de los temas desarrollados. La actividad consistió en una presentación de un poster durante el 153rd Congreso internacional de Annual Meeting & Exhibition (TMS), evento que congrega a académicos, investigadores y estudiantes de instituciones nacionales e internacionales que investigan avances en todas las áreas de la ingeniería. El alumno elaboró, preparó y presentó el material requerido para su exposición, bajo la supervisión de su asesor de tesis.

Fecha de inicio de actividad: 03/03/2024

Fecha de término de actividad: 07/03/2024

Institución en la que se realizó la actividad: Orlando, Florida, USA.

Nombre del responsable de supervisar la actividad: Datos del asesor

Datos de contacto del responsable de la actividad: Teléfono y correo

Descripción del impacto social de la actividad: La difusión de información promueva el intercambio de ideas con colegas, estimula la creatividad y enriquece la experiencia de los estudiantes. Así, las tareas y los resultados de investigación que llevan a cabo las instituciones se difunden en la sociedad, en otras instituciones y en la industria.

Actividad 3. Asesorar a jóvenes de licenciatura en su formación. (Luis Eduardo)

Descripción de la actividad: Se presentaron resultados de su trabajo externo al tema de tesis, en un encuentro internacional de investigadores. Se realizó la difusión del proyecto externo al tema de tesis con la finalidad de que este sea conocido y debatido por colegas del mismo campo de conocimiento del alumno, lo cual constituye una parte importante del programa de Maestría de nuestra institución, ya que asegura la calidad de los temas desarrollados. La actividad consistió en una presentación de un poster durante el 32nd International Materials Research Congress (IMRC), evento que congrega a académicos, investigadores y estudiantes de instituciones nacionales e internacionales que investigan avances en todas las áreas de la ingeniería. El alumno elaboró, preparó y presentó el material requerido para su exposición, bajo la supervisión de su asesor tesis.

Fecha de inicio de actividad: 18/08/2024

Fecha de término de actividad: 24/08/2025



2026
año de
Margarita
Maza





Institución en la que se realizó la actividad: Cancún, Quintana Roo, México.

Nombre del responsable de supervisar la actividad: Datos del asesor

Datos de contacto del responsable de la actividad: teléfono y correo

Descripción del impacto social de la actividad: La difusión de información promueve el intercambio de ideas con colegas, estimula la creatividad y enriquece la experiencia de los estudiantes. Así, las tareas y los resultados de investigación que llevan a cabo las instituciones se difunden en la sociedad, en otras instituciones y en la industria.

Actividad 4. Elaboración de notas y artículos de difusión.

Descripción de la actividad: Se presento resultados de su trabajo de tesis en un encuentro nacional de investigadores. Se realizó difusión del proyecto de tesis con la finalidad de que este sea conocido y debatido por colegas del mismo campo de conocimiento del alumno, siendo esta una parte importante marcada en el programa de Maestría de nuestra institución, ya que esto asegura la calidad de los temas desarrollados. La actividad consistió en una presentación de un poster durante el 154th Congreso internacional de Annual Meeting & Exhibition (TMS), evento que congrega a académicos, investigadores y estudiantes de instituciones nacionales e internacionales que investigan avances en todas las áreas de la ingeniería. El alumno elaboró, preparó y presentó el material requerido para su exposición, bajo la supervisión de su asesor de tesis.

Fecha de inicio de actividad: 23/03/2025

Fecha de término de actividad: 27/03/2025

Institución en la que se realizó la actividad: Las Vegas, Nevada, USA.

Nombre del responsable de supervisar la actividad: Datos del asesor

Datos de contacto del responsable de la actividad: Teléfono y correo

Descripción del impacto social de la actividad: La difusión de información promueve el intercambio de ideas con colegas, estimula la creatividad y enriquece la experiencia de los estudiantes. Así, las tareas y los resultados de investigación que llevan a cabo las instituciones se difunden en la sociedad, en otras instituciones y en la industria.





Instituto Tecnológico de Morelia

Subdirección Académica

Maestría en Ciencias de la Ingeniería Electrónica

Actividad 5. Docencia

Descripción de la actividad: Durante los semestres Enero-Junio 2024 y Agosto-Diciembre 2024, se impartió docencia en las siguientes asignaturas:

- Física para la Licenciatura en Bioquímica, con una carga horaria de 3 horas semanales.
- Mecánica Clásica para la Ingeniería en Materiales, con una carga horaria de 3 horas semanales.

Estas actividades se realizaron de manera continua a lo largo de ambos semestres, contribuyendo a la formación científica de los estudiantes mediante clases teóricas, ejercicios prácticos y evaluaciones orientadas al desarrollo de competencias en el área de la física aplicada.

Fecha de inicio de actividad: 29/01/2024

Fecha de término de actividad: 13/12/2024

Institución en la que se realizó la actividad: Instituto Tecnológico de Morelia.

Nombre del responsable de supervisar la actividad: Datos del asesor

Datos de contacto del responsable de la actividad: Teléfono y correo

Descripción del impacto social de la actividad: Transmitir conocimientos y fomentar valores, el pensamiento crítico y las habilidades sociales. Esto contribuye a la formación de ciudadanos capaces de participar activamente y de manera ética en la sociedad

Nombre del becario

CVU:

Nombre del asesor

Supervisor de las actividades y asesor de tesis



2026
año de
**Margarita
Maza**





COLOCAR LAS EVIDENCIAS DE LAS ACTIVIDADES MENCIONADAS

**Fotos, reconocimientos, cartas de
aceptación, artículos, póster, entre
otros**



2026
año de
**Margarita
Maza**



PUBLICACIONES

Algunas ideas y figuras han aparecido previamente en las siguientes publicaciones:

1. J. López-Regalado, G. Chávez-Campos, A. Téllez-Anguiano, M. Chávez-Báez, and M. Heras-Cervantes, “Introducción al Uso de ResearchKit: Innovación en Ensayos Clínicos con Tecnología Wearable,” *Academia Journals*, vol. 16, no. 10, 2024, ISSN 1946-5351. Presentado en el Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Hidalgo, Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo y PY-SEIIP, Hidalgo, México, Dec. 4–6, 2024.
2. J. López-Regalado, G. Chávez-Campos, and A. Téllez-Anguiano, “Modelado de Clasificadores de Actividad Física Basado en Biomarcadores Digitales que Permite el Monitoreo Temprano de la Salud Cognitiva,” póster presentado en el Congreso CNIB 2025, Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica, Monterrey, N.L., México, Sep. 2025.
3. J. López-Regalado, G. Chávez-Campos, A. Téllez-Anguiano, M. Fraga-Aguilar, and A. Morales-Cervantes, “Modelling Physical Activity Classifier with Digital Biomarkers: An Early Pathway Toward Cognitive Health Monitoring,” presentado en el IEEE International Autumn Meeting on Power, Electronics and Computing (ROPEC 2025), Ixtapa, México, Nov. 5–7, 2025.
4. J. López-Regalado, G. Chávez-Campos, A. Téllez-Anguiano, and A. Morales-Cervantes, “Enhancing Biomedical Research with ResearchKit: Digitization of IPAQ and MMSE for Sedentary Behavior and Cognitive Impairment Analysis,” *Public Health and Healthcare*, preprint, Mar. 2025, doi: 10.20944/preprints202503.0932.v1.

Ohana significa familia.
Y tu familia nunca te abandona ni te olvida.
— Lilo & Stitch —

– Dedicado en memoria de George Simon Ohm –
1789–1854

AGRADECIMIENTOS

Agregar agradecimientos aquí ...

– Gerardo Marx Chávez-Campos–

PRÓLOGO

Los documentos de tesis son un legado escrito que prevalece por los años. Este documento, dependiendo de la institución que lo emite, puede variar en la forma que se presenta. En ese mismo sentido, la estructura ha sido definida en los lineamientos emitidos por la Dirección General de Educación Superior Tecnológica (DGEST). Sin embargo, la falta de actualización, la complejidad de manejar documentos de gran capacidad por procesadores como Microsoft Word y una mayor uniformidad de tesis en la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPI). Han propiciado que el Comité Institucional de Posgrado e Investigación emitan esta primera versión de un manual/formato para la estructura de documentos como tesis, tesinas o disertación.

En esta guía/formato se presentan e identifican los elementos y tipografía basados en el ISO-7144 y la DGEST, así como su implementación en lenguaje $\text{\LaTeX}$, éste a su vez funciona como una guía para que el autor pueda redactar y estructurar adecuadamente las partes del documento.

La plantilla está configurada para ejecutarse con cualquiera de las distribuciones libres de $\text{\LaTeX}$ como $\text{\MiKTeX}$ o $\text{\TeXLive}$, además ha sido probada en **Overleaf**, **TeXPad** y muestra absoluta compatibilidad con **Mendeley** y **Plot.ly**; el código está ampliamente basado en la plantilla “**Classic Thesis Template**” del autor **Andre Miede**.

– Homer Simpson–

ABSTRACT

Add your abstract here ...

RESUMEN

Agregar resumen aquí ...

ÍNDICE GENERAL

Publicaciones	I
Agradecimientos	V
Prólogo	VII
Abstract	IX
Resumen	XI
1. Introducción	1
1.1. Semblanza del problema	1
1.2. Revisión del estado del arte	2
1.3. Solución propuesta	2
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos particulares	3
1.5. Hipótesis	3
1.6. Metodología	3
2. Marco teórico	5
2.1. Figuras y gráficas	5
2.2. Ecuaciones	6
2.3. Acrónimos	6
2.3.1. Tipos de acrónimos	6
2.4. Secciones de código	7

A. Anexo o Apéndice	9
Declaración de originalidad y derechos de autor	15

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ADC Analog-to-Digital Converter. [6](#), [7](#)

DAQ Data Acquisition. [6](#)

MCU Microcontroller Unit. [6](#)

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1. Ejemplo de como insertar figuras sencillas.	5
2.2. Using <code>subfigures</code> package.	6

ÍNDICE DE TABLAS

1.1. PRUEBAS REALIZADAS.	3
----------------------------------	---

LISTADO DE CÓDIGOS

2.1. Ejemplo de código en Python.	7
---	---

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Semblanza del problema

La metalurgia es un área primordial para el desarrollo de diversos sectores como el aeroespacial, automotriz, de construcción, entre otros. Por ejemplo, la industria aeroespacial ha aumentado sus ventas hacia varios billones de dólares debido al crecimiento que ha tenido durante los últimos años.

Los tratamientos térmicos son esenciales para crear componentes aeroespaciales de alta calidad, por lo que la industria ha puesto en marcha programas para mejorar el rendimiento de las aleaciones e identificar los procesos apropiados para aplicaciones aeroespaciales [1].

Existe una tendencia creciente en utilizar acero convencional en vehículos y en construcciones, ya que es un metal ligero y cumple con requerimientos estrictos con respecto al ahorro de combustible y de emisiones [2].

Los tratamientos térmicos son procesos que modifican las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los materiales. Éstos están formados por un conjunto de operaciones que tienen como objetivo alcanzar distintas temperaturas en procesos de calentamiento y enfriamiento a diferentes velocidades [3].

Los tratamientos térmicos se efectúan para aumentar la resistencia y dureza, mejorar la ductilidad, mejorar la facilidad de trabajo, liberar esfuerzos, endurecer y modificar las propiedades eléctricas y magnéticas de los materiales. Se tratan térmicamente no sólo las piezas semiacabadas, sino también las piezas terminadas y las herramientas con el fin de proporcionarles las propiedades definitivas y exigidas [4]. Todos los procesos antes mencionados tienen como finalidad realizar cambios en la estructura de los materiales, lo que es conocido como transformaciones.

Cuando se tienen contenidos menores del 2% de carbono en el hierro se obtiene acero, el cual presenta una serie de transformaciones en función de la temperatura [4]. El acero es, por mucho, la aleación más ampliamente utilizada debido a su flexibilidad en los trabajos con metales y en los tratamientos térmicos para producir una gran variedad de propiedades [5].

El contenido de carbono influye en la temperatura a la que ocurren las transformaciones. El porcentaje de carbono también afecta la estructura reticular resultante al finalizar el tratamiento térmico. Por lo que varían también las propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas, etc. del material [4].

Es importante conocer el material para especificar el procedimiento del tratamiento térmico que producirá el efecto deseado. Por lo tanto, se deben identificar los parámetros del sistema para establecer las velocidades de calentamiento y enfriamiento.

Existen diversos procedimientos, métodos y sistemas para determinar estos parámetros. Sin embargo, con el objetivo de desarrollar tecnológicamente los estudios y optimización de los tratamientos térmicos, el posgrado en Electrónica y Metalurgia desarrollaron en conjunto un sistema para análisis y estudios térmicos.

El sistema que se muestra en la fig controla la temperatura de una probeta, con el cual se pueden estudiar los tratamientos térmicos a pequeña escala.

Los parámetros del sistema cambian en base al material, en este caso al contenido de carbono, para su funcionamiento óptimo es necesario que se determinen los parámetros.

Es necesario tener un modelo para predecir el comportamiento térmico de la probeta. Un modelo térmico-eléctrico es simple y efectivo para analizar procesos de transferencia de calor.

1.2 Revisión del estado del arte

Para la identificación de parámetros, en este caso específicamente parámetros térmicos, se han utilizado varios métodos.

Por ejemplo, en [6] se realiza la identificación de los parámetros térmicos por medio de una técnica basada en un algoritmo de optimización estocástico llamado evolución diferencial (Differential Evolution, DE), con la cual se determinan los coeficientes de transferencia de calor exactos para realizar un modelo térmico que simule el comportamiento térmico de un transformador. El objetivo del algoritmo es alcanzar la mejor concordancia posible entre los valores de temperatura medidos y los del modelo.

En [7] se establece un modelo térmico radial en ecuaciones de estado para calcular la variación de temperatura radial en un conductor, los parámetros son identificados utilizando el método de regresión lineal. Se implementa una plataforma para medir la temperatura radial del conductor y para verificar el modelo propuesto.

En [8] es posible estimar el estado y los parámetros desconocidos del sistema dado un sistema de ecuaciones diferenciales que describen el comportamiento dinámico de un motor de corriente directa. Se estima el estado y los parámetros de un sistema lineal usando la estimación de estados estocásticos.

En los artículos revisados se obtienen los parámetros que describen el comportamiento térmico de la pieza que se analiza. Sin embargo, no se reporta o se hacen pruebas con otras piezas de geometría similar pero con materiales diferentes, para determinar la influencia de la composición química en los parámetros.

1.3 Solución propuesta

Relacionar los parámetros por medio de un modelo térmico-eléctrico, a través de sus curvas de calentamiento. Inyectando corriente de distintas magnitudes a probetas diseñadas, hechas de acero al carbono pero con porcentajes de carbono diferente.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar los parámetros de probetas metálicas en procesos de calentamiento óhmico a través de un modelo térmico-eléctrico, utilizando ajuste de curvas no lineales.

1.4.2 Objetivos particulares

- Obtener un modelo análogo térmico-eléctrico que describa el calentamiento de las probetas al inyectar un escalón de corriente.
- Determinar los parámetros térmicos de las probetas de forma analítica utilizando el modelo e ingresando la geometría de la probeta, propiedades del material y corriente eléctrica de la fuente.
- Realizar pruebas con las probetas de acero al carbono con porcentajes de carbón bajo, medio y alto. Existen tres probetas para cada concentración de carbono.
- Determinar los parámetros térmicos de las probetas por medio de un ajuste de curvas no lineales, el cual busca reducir la diferencia entre la temperatura medida en las pruebas y la calculada con el modelo.
- Hacer una clasificación del material de las probetas en función de los parámetros identificados.

1.5 Hipótesis

La hipótesis del trabajo se basa en la composición química particular en cada material, consecuentemente al obtener varias respuestas térmicas y modelos de impedancia térmica es posible crear una base de datos para clasificar y determinar composiciones químicas/mecánicas basadas en los datos térmicos obtenidos durante los experimentos de tratamiento térmico.

1.6 Metodología

En la [Tabla 1.1](#) se muestran las pruebas realizadas a las nueve probetas de acero al carbono, de las cuales tres probetas son de acero medio carbono, tres de ABC¹ y las tres restantes de AAC².

Tabla 1.1: PRUEBAS REALIZADAS.

	155A	160A	165A	170A	175A	177A	180A	185A	190A	193A	195A	198A
Probeta 1 ABC	X	X	X	X	X							
Probeta 2 acero de bajo carbono			X	X	X		X	X	X			
Probeta 3 acero de bajo carbono	X	X	X	X	X	X	X					
Probeta 1 acero de medio carbono							X	X	X			
Probeta 2 acero de medio carbono							X	X	X			
Probeta 3 acero de medio carbono					X		X	X	X	X		
Probeta 1 acero de alto carbono				X	X		X	X	X		X	
Probeta 2 acero de alto carbono					X		X	X	X		X	X
Probeta 3 acero de alto carbono					X		X	X	X			

¹Acero de Bajo Carbono

²Acero de Alto Carbono

CAPÍTULO 2

MARCO TEORÍCO

2.1 Figuras y gráficas

Agregar la cantidad de capítulos que se requieran. En la [Figura 2.1](#) se muestra la letra A.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

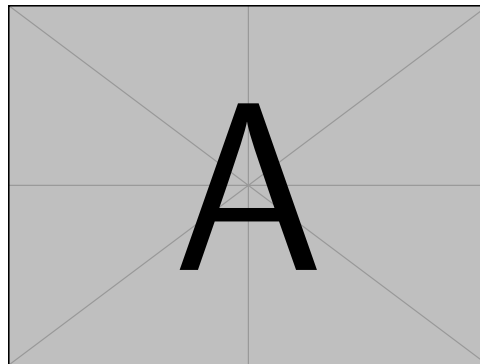
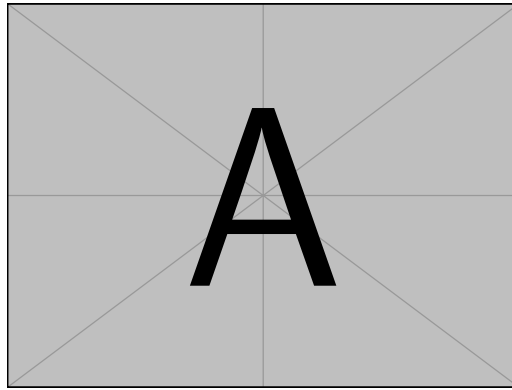


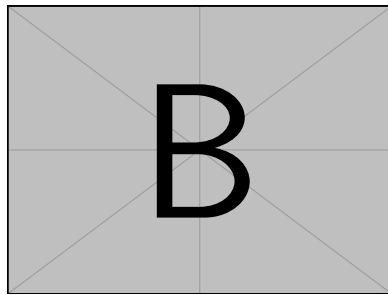
Figura 2.1: Ejemplo de como insertar figuras sencillas.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem

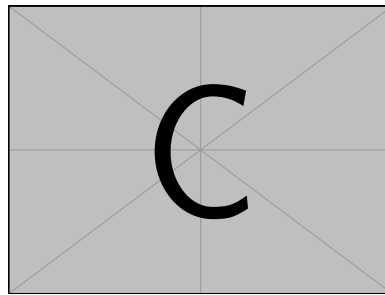
sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.



(a) Figure A



(b) Figure B



(c) Figure C

Figura 2.2: Using `subfigures` package.

Las cantidades usan comas y punto decimal correctamente para México. Es decir 1,526.00, aparece correctamente tanto como texto, como ecuación 1, 526.00, cuando se agrega el comando `decimalpoint` en la configuración; test.

2.2 Ecuaciones

Ejemplo de ecuación en línea $f(x) = \sin(x)$. Mientras que la Ecuación (2.1) es una numerada:

$$F(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)\cos(x)dx \quad (2.1)$$

2.3 Acrónimos

La señal analógica se adquiere mediante un [Analog-to-Digital Converter \(ADC\)](#). El procesamiento de los datos se realiza mediante una [Microcontroller Unit \(MCU\)](#) y los resultados se almacenan en el sistema de [Data Acquisition \(DAQ\)](#).

2.3.1 Tipos de acrónimos

Los acrónimos definidos pueden utilizarse de diferentes formas mediante los comandos proporcionados por el paquete `glossaries`. Por ejemplo, para el acrónimo `adc`:

- `\gls{adc}`: [ADC](#)
- `\Gls{adc}`: [ADC](#)
- `\glspl{adc}`: [ADCs](#)
- `\acrshort{adc}`: [ADC](#)
- `\acrlong{adc}`: [Analog-to-Digital Converter](#)
- `\acrfull{adc}`: [Analog-to-Digital Converter \(ADC\)](#)

2.4 Secciones de código

Como se muestra en el Código 2.1, se genera una señal senoidal utilizando NumPy.

Código 2.1: Ejemplo de código en Python.

```

1 import numpy as np
2
3 x = np.linspace(0, 10, 100)
4 y = np.sin(x)
5
6 print(y)

```


APÉNDICE A

ANEXO O APÉNDICE

BIBLIOGRAFÍA

- [1] W. D. Brewer, R. Bird, and T. A. Wallace, “Titanium alloys and processing for high speed aircraft,” *Materials Science and Engineering: A*, vol. 243, no. 1, pp. 299 – 304, 1998. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921509397008186>
- [2] G. Cole and A. Sherman, “Light weight materials for automotive applications,” *Materials characterization*, vol. 35, no. 1, pp. 3–9, 1995.
- [3] P. Molera Solá, *Tratamientos térmicos de los metales*. Marcombo, 1991, vol. 51.
- [4] J. A. Perez Patiño, “Tratamientos térmicos de los aceros,” 1996.
- [5] J. L. Dossett and H. E. Boyer, *Practical heat treating*. Asm International, 2006.
- [6] A. Glotic, “Identification of Thermal Parameters for Transformer FEM model by Differential Evolution Optimization algorithm,” 2000.
- [7] K. Feng, Z. Ying, and X. Tong, “Radial thermal circuit model for overhead conductors based on parameter identification under natural convection condition,” *IEEE Power and Energy Society General Meeting*, vol. 2015-Septe, pp. 0–4, 2015.
- [8] S. R. Paz, “Application of the Kalman-Bucy Filter for system identification and optimal tracking trajectory for a DC Motor,” no. 6, pp. 1–5.

Colophon

This document was typeset using the `itmthesis` class developed by Gerardo Marx Chávez-Campos. The class was designed based on the `classicthesis` class developed by André Miede. The `itmthesis` is available for L^AT_EX in a Bitbucket repository:

<https://gmarxcc@bitbucket.org/itmthesis/the-itmorelia-thesis-class.git>,

or in a Git-Hub repository:

<https://github.com/gmarxcc/the-itmorelia-thesis-class>

Happy users of `itmthesis` class may send a real postcard, coffee mug, hoody or any kind of present to my university “Instituto Tecnológico de Morelia”, Tecnológico Avenue, Morelia city, Michoacan State, Mexico.

Colofón

Este documento fue generado usando el estilo desarrollado en la clase `itmthesis`, desarrollada por Gerardo Marx Chávez-Campos. Esta fue diseñada basada en el estilo `classicthesis` desarrollado por André Miede.

El estilo `itmthesis` y un ejemplo de su uso está disponible en repositorios para ser compilados en L^AT_EX en Bitbucket:

<https://gmarxcc@bitbucket.org/itmthesis/the-itmorelia-thesis-class.git>,

o en Git-Hub:

<https://github.com/gmarxcc/the-itmorelia-thesis-class>

Si eres un usuario agradecido con este diseño puedes mandar una postal, taza de café, sudadera de tu universidad o cualquier tipo de presente en forma de agradecimiento a la universidad de origen de tu servidor: “Instituto Tecnológico de Morelia”, Av. Tecnológico #1500, Col. Santiaguito, Morelia, Michoacán, México.

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD Y DERECHOS DE AUTOR

Yo, **Gerardo Marx Chávez-Campos**, con número de control **D01120294** declaro que el trabajo titulado: *Modelado e Identificación Experimental De Sistemas Térmicos Mediante Técnicas De Estimación Paramétrica, Caso de Estudio a Nivel Maestría*, presentado para la obtención del grado de **Maestro en Ciencias en Ingeniería Electrónica**, es resultado de mi trabajo académico y de investigación, realizado bajo la dirección y supervisión correspondientes.

Asimismo, declaro que este documento es de mi autoría y que su contenido no constituye una copia total o parcial de otro trabajo o fuente, excepto en aquellos casos en los que se han utilizado conceptos, ideas, datos, figuras, tablas, métodos, resultados u otros elementos provenientes de fuentes externas, los cuales han sido debidamente citados y referenciados de acuerdo con las normas académicas correspondientes.

Declaro que el presente trabajo fue desarrollado en el marco de las actividades académicas y de investigación del **Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico de Morelia**. Reconozco que los aspectos relacionados con la propiedad intelectual, los derechos de autor y, en su caso, la propiedad industrial derivados de este trabajo deberán sujetarse a la legislación aplicable y a la normativa institucional vigente.

De igual forma, manifiesto que la información, resultados, desarrollos, procedimientos, metodologías, documentos, códigos, diseños, prototipos y demás productos derivados de esta investigación se presentan de manera íntegra y responsable, y que cualquier elemento de terceros utilizado ha sido reconocido mediante la cita o referencia correspondiente.

Finalmente, declaro que conozco y asumo la responsabilidad académica y ética derivada de la presentación de este trabajo.

Morelia, Michoacán, México, Septiembre 2026

Gerardo Marx Chávez-Campos