



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Ciudad de México, 23 de febrero de 2026.

Formación de imágenes biomédicas por resonancia magnética y aplicaciones novedosas

Palabras Clave

Metamateriales, antenas RF, imagenología por resonancia magnética preclínica, guías de onda, detección remota.

Responsable(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dr. Alfredo Odón Rodríguez González, Profesor de Tiempo Completo	30 hrs.

Participante(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dra. Jelena Zinnanti. Instituto Max Planck Stuttgart, Alemania.	10 hrs.
Dr. Sergio Solís Nájera. Departamento de Física de la Facultad de Ciencias, UNAM.	15 hrs.
Fis. Bio. Saúl Rivera de la Luz (estudiante de posgrado)	25 hrs.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Área responsable

Área: No aplica
Departamento: Ing. Eléctrica

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar investigación en la formación de imágenes biomédicas (1): a) principios físicos de la adquisición y transmisión de la señal, b) dispositivos de radio frecuencia para la transmisión/recepción de la señal, la codificación espacial y temporal de la señal. Los dispositivos de RF son los directamente responsables de la generación y recepción de la señal. Por este motivo, resulta un tema muy importante estudiar la física bajo la que operan estos dispositivos.

Objetivos particulares

Previamente mostramos que esta guía de onda ofrece una alternativa para su uso tanto en IRM de humanos como en modelos animales, debido a su configuración sencilla y facilidad de construcción y para el modo principal. Estamos interesados en validar experimentalmente el uso de metasuperficies dentro de la guía de ondas para mejorar la calidad de la imagen a frecuencias mayores a 300 MHz, a través de la adquisición de imágenes de fantoma inicialmente. El arreglo experimental aparece en la Figura. Es necesario mencionar que será necesario construir antenas para las diferentes frecuencias de resonancia magnética en el intervalo: [300, 900] MHz, además de los fantomas esféricos y cilíndricos en función del tamaño del túnel del sistema. La disponibilidad de los sistemas determinará la frecuencia de las antenas que habremos de usar y construir. La Figura muestra el arreglo experimental y la configuración de la metasuperficie.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica

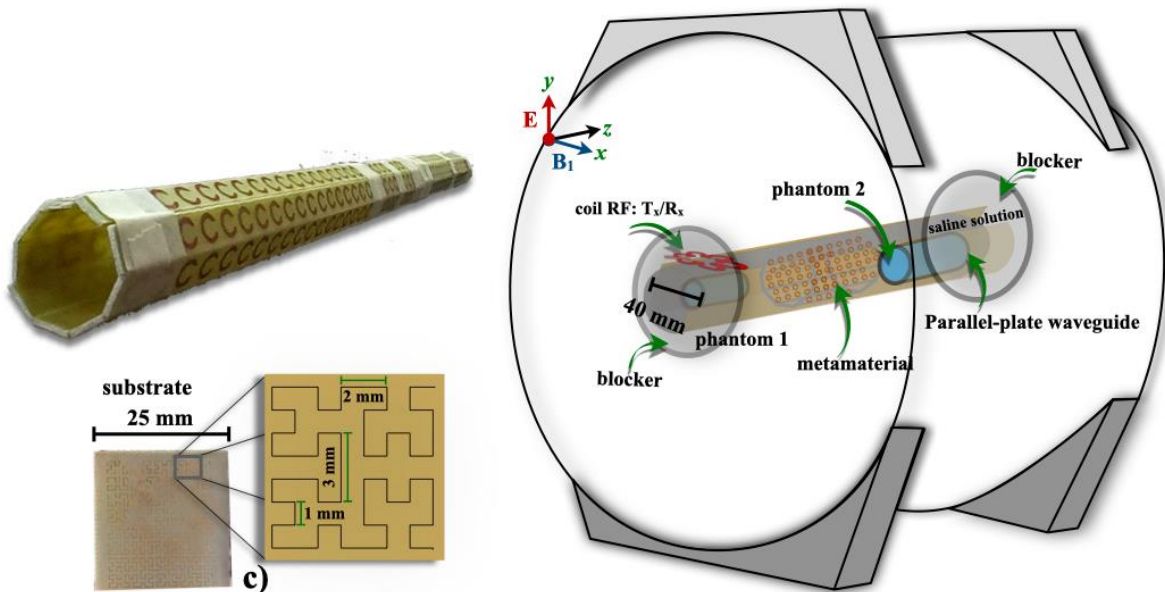


Figura. **Izquierda:** metasuperficie con un arreglo de unidades C de forma nanogonal y metasuperficie del tipo curva de Hilbert de orden 4 para emitir las radiación RF. **Derecha:** arreglo experimental para adquirir imágenes con detección remota, empleando una guía de onda de placas paralelas y la metasuperficie nanogonol dentro de la guía.

Los siguientes experimentos se proponen para la adquisición de las imágenes de fantoma que contiene una solución salina y la metasuperficie:

- con antenas superficiales con el metamaterial integrado operando como transeptoras obtendremos imágenes, además de otros experimentos con un metamaterial dentro de la guía de onda (ver Fig. **Izquierda**) detección remota.
- estudiar la interacción con el imán del sistema (imán: B_0) y los gradientes de campo magnético, respectivamente (guía de onda con antena correspondiente: B_1) y el metamaterial).
- optimización de: a) cociente señal a ruido, b) cociente contraste ruido, c) uniformidad del B_1 generado por la antena y d) resoluciones espacial y temporal.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Descripción del proyecto

La calidad de las imágenes a altos campos magnéticos se degrada debido al patrón de onda estacionaria que aparece a altos campos magnéticos ($<7T$). Los arreglos de antenas transceptores son una alternativa para resolver este problema y esquema de adquisición en paralelo. Esta solución no es usada ampliamente por sus altos costos. Las guías de onda abiertas representan una alternativa por qué su frecuencia de corte es cero para el modo principal. Nuestro grupo ha mostrado previamente la viabilidad y carácter universal de este enfoque. Las imágenes adquiridas poseen una baja calidad con los métodos empleados hasta el momento. Junto con esta guía de onda y una antena superficial con una metasuperficie integrada pretendemos obtener imágenes con una calidad mejorada a intensidades de campo magnéticos mayor o iguales a 7 T. Nos interesa mostrar su factibilidad con la adquisición de imágenes de un fantoma esférico o cilíndrico que contenga una solución salina. Estos resultados habrán de sentar las bases para mejorar la calidad de las imágenes de fantoma por el uso en cualquier sistema para generar imágenes por resonancia magnética a ultra altos campos magnéticos con detección remota.

Indicadores de desempeño

De este trabajo de investigación es posible obtener los siguientes productos:

Los resultados obtenidos podrán someterse para su posible participación en la reunión anual de la ESMRMB 2024/2025/2026 (<https://www.esmrmb.org>) y/o www.ismrm.org.

Posibles colaboraciones:

- a) Dra. Jelena Zinnanti (<https://is.mpg.de/person/zinnanti>)
- b) Dr. Noam Shemesh (<https://twitter.com/ShemeshL>)
- c) Dr. Lucio Frydman (https://www.weizmann.ac.il/chembiophys/Frydman_group/home) nos ha manifestado su interés para establecer una colaboración de investigación en desarrollo hardware para modelos animales. Estos experimentos podrán servir como inicio para una posible colaboración.



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA

División de Ciencias Básicas e Ingeniería

Departamento de Ingeniería Eléctrica



departamento de ingeniería eléctrica

Continuar la colaboración con los profesores: Dr. Sergio Solís Nájera, Dra. Jelena del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias, UNAM e Instituto Max Planck Stuttgart, Alemania, respectivamente. Pretendemos desarrollar:

- a) varios prototipos de antenas RF para las frecuencias de 300 MHz, 650 MHz y 900 MHz para aplicaciones con sistemas preclínicos tanto para obtener imágenes de campo cercano como campo lejano con el enfoque de onda viajera,
- b) metodología para medir el desempeño de las antenas para el caso de la onda viajera, adquirir imágenes a las diferentes frecuencias de resonancia,
- c) desarrollar dos tipos diferentes de metamateriales para ser usados para la adquisición de imágenes.

Proyectos de investigación para servicio social, proyecto terminal, tesis de licenciatura y/o posgrado para alumnos. Planeamos graduar un alumno de maestría y próximamente otro grado de doctorado. En este momento estamos preparando dos alumnos de licenciatura para realizar trabajo con nosotros. Por otro lado, una alumna del posgrado de Física Médica está por presentar su examen de grado sobre el tema de metamateriales. Consideramos que los proyectos pueden dividirse en el estudio de los materiales y nuevos diseños de antenas. Cada proyecto puede aceptar hasta tres alumnos de manera simultánea. Aquellos estudiantes que cursen o hayan cursado carreras de ingeniería o ciencias básica pueden encontrar en este tipo de investigación, una oportunidad para aplicar sus conocimientos adquiridos.

Resultados preliminares para sustentar y elaborar una posible solicitud de fondos para su uso en IRM de humanos a los siguientes fondos: Ciencia de Frontera (SCHTI) y/o Newton Fund y/o Ciencia e Innovación (Reino Unido) y/o Proyectos Científicos, de Desarrollo Tecnológico e Innovación y Divulgación para la Atención de Problemas Específicos de la Ciudad de México.

Resumen de cambios

- 1.- En la lista de Participantes se incluyeron a los investigadores Dra. Jelena Zinnanti del Instituto Max Planck Stuttgart, Alemania. Dr. Sergio Solís Nájera. Departamento de Física de la Facultad de Ciencias, UNAM. Fis. Bio. Saúl Rivera de la Luz.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



departamento de ingeniería eléctrica

- 2.- Se extendieron los objetivos particulares.
- 3.- Se actualizó la descripción del proyecto.
- 4.- Se actualizaron los indicadores de desempeño.



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Ciudad de México, 23 de febrero de 2026.

Monitoreo y análisis de datos con sensores

Palabras Clave: Sensores, Sistemas embebidos, Reconocimiento de patrones, Sensores en red, Microcontroladores.

Responsable

Nombre	Actividades principales dentro de la investigación	Tiempo de dedicación
Dr. Luis Martín Rojas Cárdenas, Profesor de Tiempo Completo, Depto. Ing. Eléctrica	Proponer y evaluar sistemas que tengan que ver con sensores, la transmisión de sus datos y el reconocimiento de patrones.	10 hrs

Participantes

Nombre	Actividades principales dentro de la investigación	Tiempo de dedicación
M. en C. Gonzalo Victor Rojas Cárdenas, Depto. de Física	Desarrollo de algoritmos para el análisis de datos y el reconocimiento de patrones en señales de sensores inerciales	5 hrs
Dr. César Jalpa Villanueva Depto. de Ingeniería Eléctrica	Proponer y evaluar sistemas que tengan que ver con sensores, la transmisión de sus datos	5 hrs

Área del responsable

Departamento: Ingeniería Eléctrica

UNIDAD IZTAPALAPA

Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco 186, Col. Leyes de Reforma 1ª. Sección, Iztapalapa, CDMX, CP 09340, Oficina T-163

 55 5804 4630

 jdie@xanum.uam.mx



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Objetivo general

Desarrollar algoritmos y dispositivos para la adquisición, comunicación y procesamiento de datos en dispositivos embebidos móviles dotados con sensores y medios de comunicación.

Objetivos particulares

- Construir sistemas basados en microcontroladores y sensores para efectuar tareas tales como: el reconocimiento de patrones, el telemonitoreo, el control, etc.
- Implantar algoritmos para el pre-procesamiento de datos provenientes de sensores, tales como métodos de fusión de datos, filtros u otros.
- Proponer técnicas o protocolos de comunicación para facilitar el transporte de datos en dispositivos dotados con sensores.

Antecedentes del proyecto

Actualmente se trabaja en el área de las redes de pequeños procesadores dotados de sensores y conectados en red. Algunos de estos dispositivos ya están presentes en nuestras vidas como lo son las cámaras de telemonitoreo, los teléfonos celulares, etc. Estos dispositivos estarán enriquecidos con métodos de procesamiento local que son capaces de medir el estado, no solo de las cosas, sino también de seres vivos, el medio ambiente, etc.

Una de las tecnologías que aborda todos los detalles para que esto sea posible recibe el nombre de Internet de las cosas, en inglés IOT (Internet of Things). Esta tecnología representa la convergencia de los avances en la miniaturización, la conectividad inalámbrica, el incremento en la capacidad de los medios de almacenamiento y las pequeñas fuentes de energía. Sin embargo, todo esto no sería posible sin los sensores. Estos elementos detectan y miden cambios de posición, de temperatura, de movimiento, de intensidad luminosa, recogen informaciones sonoras, etc. y son quienes de hecho permiten que un objeto se convierta en una “cosa” generadora de datos que puede reportar su estado y en algunos casos interactuar con el medio ambiente.

Descripción del proyecto

Nuestro proyecto de investigación se desarrolla en el contexto descrito en la sección anterior y gira al rededor del desarrollo de dispositivos embebidos que permiten analizar datos provenientes de diversos tipos de sensores, tales como aquellos de captura de imágenes, información inercial, etc. Con los datos capturados por estos dispositivos se desarrollarán, en algunos casos, algoritmos para el reconocimiento de patrones, o bien métodos para obtener medidas físicas más precisas, etc. Por otra parte, otro

UNIDAD IZTAPALAPA

Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco 186, Col. Leyes de Reforma 1ª. Sección, Iztapalapa, CDMX, CP 09340, Oficina T-163



55 5804 4630



jdie@xanum.uam.mx



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica

aspecto interesante son las funcionalidades de comunicación que deben soportar los dispositivos con sensores. De esta manera, abordaremos los aspectos ligados al transporte de los datos, la fiabilidad, el manejo de la movilidad, el manejo de grandes grupos de sensores, las técnicas para el enrutamiento de datos provenientes de numerosas fuentes, los problemas ligados a la señalización, la disponibilidad del ancho de banda, el reconocimiento de patrones, etc.

Recursos disponibles para el desarrollo del proyecto

Infraestructura disponible

- 4 Cámaras para tele-monitoreo IP marca AXIS.
- 2 Cámaras de tipo “camcorder” SONY de alta resolución.
- 1 Cámara Fotográfica
- 2 Computadoras de escritorio
- 3 Laptops
- 10 sistemas embebidos Rabbit, DIGI y RaspberryPI con cámara de alta resolución
- 4 computadoras embebidas Industriales MOXA
- 1 Osciloscopio/Analizador de estados Lógico
- 1 Estación de soldadura
- 1 CNC para la construcción de circuitos impresos
- Diversos equipos de comunicaciones como Switches, routers y Access Points.
- Diversos materiales y herramientas para la construcción de prototipos como son microcontroladores PIC, transmisores RF bluetooth, wifi, Zigbee, etc., taladros de banco, cortadoras de metal, herramientas de medición, etc.
- Diferentes sensores, a saber: de presión, temperatura, CCD, humedad, Corriente eléctrica, giroscopios, acelerómetros, pantallas LCD, etc.
- licencias de compiladores para PIC de las empresas SourceBoost y MikroC.

Fuentes de financiamiento

No contamos con financiamiento externo.

UNIDAD IZTAPALAPA

Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco 186, Col. Leyes de Reforma 1ª. Sección, Iztapalapa, CDMX, CP 09340, Oficina T-163

 55 5804 4630

 jdie@xanum.uam.mx



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Resultados obtenidos

1. Patente 351759, SISTEMA DE DETECCION TEMPRANA DE INCENDIOS EN FLUJOS DE VIDEO COMPRIMIDO, Luis Martín Rojas Cárdenas, Gilberto Gustavo Romero Hernández, Leonardo Israel Millán García, 2017.
2. Patente 375711, DISPOSITIVO IDENTIFICADOR DE LIBERACIONES Y OCUPACIONES INTEMPESTIVAS EN CIRCUITOS DE VÍA Y SISTEMA QUE LO COMPRENDE, Luis Martín Rojas Cárdenas; Juan Luis Espinoza Sierra; Rubén Dario García González; Néstor López Montiel, 2016.
3. Artículo en revista : Josué Vicente Cervantes-Bazán, Alma Delia Cuevas-Rasgado, Luis Martín Rojas-Cárdenas, Saúl Lazcano-Salas, Farid García-Lamont, Luis Arturo Soriano, José de Jesús Rubio, and Jaime Pacheco, Proactive Cross-Layer Framework Based on Classification Techniques for Handover Decision on WLAN Environments, Electronics, MDPI, 2022.
4. Cuarto Premio a la innovación tecnológica “Ing. Juan Manuel Ramírez Carraza”, Otorga el Gobierno de la Ciudad de México, 2017.
5. Tesis de Maestría, “INTEGRACIÓN DE UN MECANISMO DE AUTENTICACIÓN TOTP EN UN AMBIENTE MQTT PARA DISPOSITIVOS DE GAMA BAJA”, Rubén Dario García González, Universidad Autónoma Metropolitana, 2025.
6. Registro en trámite del Software ante INDAUTOR, “INTEGRACIÓN DE UN MECANISMO DE AUTENTICACIÓN TOTP EN UN AMBIENTE MQTT PARA DISPOSITIVOS DE GAMA BAJA”, Rubén García González, Luis Martín Rojas Cárdenas, 2025.
7. Registro en Trámite del Software ante INDAUTOR, “Editor y convertidor de imágenes JPG, y otros formatos, en código C para microcontroladores de gama baja dotados de un display monocromático”, Luis Martín Rojas Cárdenas, 2025.
8. Registro en Trámite de un procesador ante INDAUTOR, “Módulos para construir procesadores de 8 bits al estilo LEGO orientado a la enseñanza de la arquitectura de computadoras”, Luis Martín Rojas Cárdenas, 2025.
9. Se está concluyendo la tesis de Maestría, “Desarrollo e implementación de un microcontrolador para IoT basado en arquitectura RISC-V para investigación y docencia”, UAM Iztapalapa, 2025.

UNIDAD IZTAPALAPA

Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco 186, Col. Leyes de Reforma 1ª. Sección, Iztapalapa, CDMX, CP 09340, Oficina T-163

 55 5804 4630

 jdie@xanum.uam.mx



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Resultados esperados

Dentro de los resultados esperados se encuentran principalmente:

- Formación de alumnos de licenciatura, maestría y doctorado.
- Artículos en revistas indexadas.
- Artículos en Conferencias.
- Creación de prototipos dotados de sensores.
- Registro de ante derechos de autor de software y librerías software
- Convenios patrocinados.
- Servicio Social

Duración del proyecto

Indefinida

Resumen de cambios

Se integra al proyecto el Dr. César Jalpa Villanueva, del departamento de Ingeniería Eléctrica, de la UAMI y el M. en I Joel Ricardo Jiménez Cruz dejará de participar.

Bibliografía

[1] B. Nikolic, Z. Radivojevic, J. Djordjevic, and V. Milutinovic, “A Survey and Evaluation of Simulators Suitable for Teaching Courses in Computer Architecture and Organization,” *IEEE Trans. Educ.*, vol. 52, no. 4, pp. 449–458, Nov. 2009, [doi:10.1109/TE.2008.930097](https://doi.org/10.1109/TE.2008.930097).

[2] R. Hasan and S. Mahmood, “Survey and evaluation of simulators suitable for teaching for computer architecture and organization Supporting undergraduate students at Sir Syed University of Engineering & Technology,” in *Proceedings of 2012 UKACC International Conference on Control, Cardiff, United Kingdom*: IEEE, Sep. 2012, pp. 1043–1045. [doi:10.1109/CONTROL.2012.6334776](https://doi.org/10.1109/CONTROL.2012.6334776).

[51] E. Toé, D. F. Somé, y T. Yélémou, “Lightweight and robust MQTT protocol authentication model suitable for connected portals”, en *2023 IEEE Multi-conference on Natural and Engineering Sciences for Sahel’s Sustainable Development (MNE3SD)*, feb. 2023, pp. 1–7. [doi:10.1109/MNE3SD57078.2023.10079830](https://doi.org/10.1109/MNE3SD57078.2023.10079830).

UNIDAD IZTAPALAPA

Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco 186, Col. Leyes de Reforma 1ª. Sección, Iztapalapa, CDMX, CP 09340, Oficina T-163

 55 5804 4630

 jdie@xanum.uam.mx



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Ciudad de México, 23 de febrero de 2026.

Ingeniería de Software

Palabras Clave

Desarrollo de sistemas de software, arquitectura de software, vinculación con la industria, arquitectura de software, Ingeniería de software basada en búsqueda, Ingeniería de software automatizada.

Responsable(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dr. Humberto Gustavo Cervantes Maceda, Profesor de Tiempo Completo, CyS	10 hrs

Participante(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Ing. Luis Fernando Castro Careaga, Profesor de Tiempo Completo, CyS	10 hrs
Dr. Eduardo Filemón Vázquez Santacruz, UAM-C	10 hrs
M. en C. Omar Lucio Cabrera Jiménez, CyS	10 hrs
Dr. Eduardo Rodríguez Flores, CyS	10 hrs



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Área responsable

Área: Computación y Sistemas
Departamento: Ing. Eléctrica

Objetivos

Objetivo general

Generar y/o aplicar conocimiento en las distintas áreas de la ingeniería de software buscando la sistematización de procesos, de la construcción y aplicación de la tecnología y de las herramientas pertinentes, apoyando la formalidad de la disciplina.

Objetivos particulares

- Consolidar la conformación del grupo de Ingeniería de software, para atender con alta calidad, eficacia y eficiencia las diversas demandas relacionadas con los proyectos en diferentes líneas de investigación y desarrollo.
- Formar recursos humanos de alto nivel en ingeniería de software, a nivel licenciatura, maestría y doctorado, para hacer frente a las demandas del mercado laboral y académico.
- Comprobar la aplicabilidad del conocimiento generado, a través de proyectos de investigación y desarrollo vinculados a la industria y/o a otras áreas de conocimiento en el ámbito académico
- Diseminar el conocimiento generado y la experiencia obtenida, participando en eventos especializados y publicando resultados en revistas de alto impacto académico.
- Impulsar la transferencia de tecnología basada en software a través de mecanismos de vinculación entre la academia y la industria
- Promover la protección de la propiedad intelectual de los productos resultantes del ejercicio de la ingeniería de software
- Fortalecer la vinculación entre la academia e industria



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Descripción del proyecto

En la década de los 80's del siglo pasado, surgió la Ingeniería de Software como respuesta a una profunda crisis en las técnicas para el desarrollo del software. Sus objetivos principales son el estudio y creación de las mejores prácticas para obtener productos de software con la calidad y los costos pertinentes a las demandas del mercado. Ante el incremento en el tamaño y complejidad de los proyectos de desarrollo de software, ha sido necesario abordar los diversos retos que ofrece el desarrollo de software desde diferentes disciplinas.

Este proyecto de investigación se enfoca en generar conocimiento en las siguientes disciplinas de la Ingeniería de Software:

- **Arquitectura de software:** La arquitectura de software se enfoca en la forma en que los sistemas de software se estructuran para satisfacer los requerimientos, particularmente los atributos de calidad del sistema. Dentro de esta especialidad, el enfoque de investigación es en la propuesta y evaluación de nuevas metodologías de diseño arquitectónico que asistan a los arquitectos de software en la toma de mejores decisiones de diseño.
- **Ingeniería de software basada en búsqueda:** Esta disciplina se enfoca en combinar aspectos relacionados con la optimización y la ingeniería de software para resolver problemas de la ingeniería de software. Un ejemplo de ello es la replaneación de proyectos.
- **Ingeniería de software automatizada:** Dado que hoy en día los sistemas de software son largos y complejos, resulta indispensable crear herramientas con un enfoque de automatización que permitan el desarrollo y evolución de estos sistemas mediante estrategias económicas. Nuestra aportación en este contexto se centra en estudiar, analizar y crear nuevas propuestas que permitan disminuir los costos durante la construcción, implantación y mantenimiento de los sistemas referidos

Todas estas especialidades están interrelacionadas por lo que es posible realizar trabajos de investigación tanto a nivel de las disciplinas individuales como en colaboración.

Producción 2014-2022

El total de productos generados hasta octubre del 2022 se listan en la siguiente tabla:



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Componente	Productos de trabajo	Cantidad
Investigación	Artículos en revistas indizadas	8
	Artículos en memorias in extenso	34
	Presentaciones en congresos	24
	Capítulos de libro/libros	3/1
	Artículos de divulgación	8
Docencia	Alumnos de licenciatura	45
	Alumnos de posgrado	7
	Desarrollos tecnológicos para apoyo a docencia	4
Vinculación		3
		4

Duración del proyecto

Indefinida

Resumen de cambios

Se integran los Profesores Omar Lucio Cabrera Jiménez y Eduardo Rodríguez Flores a la plantilla.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Ciudad de México, 23 de febrero de 2026.

Gráficas y Algoritmos

Palabras Clave

Teoría de las gráficas, gap, lenguaje de programación, clanes, paquete de software, computación para matemáticas.

Responsable(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dr. Miguel Pizaña López, Profesor de Tiempo Completo, CyS	10 hrs

Participante(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dr. René Mac Kinney Romero, Profesor de Tiempo Completo, CyS	10 hrs

Área responsable

Área: Computación y Sistemas
Departamento: Ing. Eléctrica



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Objetivos

Objetivo general

Generar un paquete de software que se agregue a la plataforma GAP (Groups, Algorithm, Programming, un sistema computacional para álgebra discreta) para poder realizar cómputo en el área de teoría de las gráficas. El cual permita crear prototipos rápidos de algoritmos a fin de probar conjeturas en el área de teoría de las gráficas.

Objetivos particulares

- Crear una herramienta como paquete computacional para el manejo de gráficas.
- Crear mecanismos para la visualización de gráficas en esa herramienta.
- Hacer una biblioteca de gráficas predefinidos: gráficas completos, bipartitos, arbóreos, así como otros reconocidos en el área de teoría de las gráficas como son el de garra, el de paracaídas entre otros.
- Diseminar el software generado y la experiencia obtenida, permitiendo que se utilice para el uso académico en la investigación del área de teoría de las gráficas.
- El paquete se distribuirá como software libre con licencia GPLv3 (GNU General Public License versión 3).

Descripción del proyecto

El proyecto de investigación se enfoca en generar un sistema computacional que dote de herramientas al investigador en la teoría de las gráficas:

- Diseñar un sistema útil para la investigación sobre clanes (subgráficas completamente interconectadas). Creación, visualización y transformación de gráficas.
- Un sistema adecuado para la creación rápida de prototipos de algoritmos para gráficas, así como una manera rápida y fácil de usar para probar conjeturas que son parte fundamental del proceso de investigación.
- Ofrecer una gran variedad de funciones. Para construcción, análisis y transformación de gráficas. Asimismo, funciones para el análisis de gráficas que permitan utilizar el mecanismo de backtracking para el rápido prototipo de algoritmos.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Todas estas funcionalidades se deben proveer de tal manera que sean de fácil uso para el investigador sin necesidad de que tenga mayores conocimientos computacionales. La herramienta tendrá como nombre YAGS (Yet Another Graphic System).

Asimismo se espera que el sistema sea lo versátil posible para que sea útil para alumnos cursando el curso de Análisis de Algoritmos donde se ven muchos de los conceptos que manejará YAGS.

Producción 2019-2022

El total de productos generados hasta octubre del 2022 se listan en la siguiente tabla:

Componente	Productos de trabajo	Cantidad
Investigación	Artículos en revistas indizadas	6
	Artículos en memorias in extenso	0
	Presentaciones en congresos	17
	Capítulos de libro/libros/manuales técnicos	1
	Artículos de divulgación	0
Docencia	Alumnos de licenciatura	1
	Alumnos de posgrado	1
	Desarrollos tecnológicos para apoyo a docencia	1
Vinculación	Convenios patrocinados	1



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Duración del proyecto

Indefinida

Resumen de cambios

Se modifica el número de horas de dedicación de los integrantes.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Ciudad de México, 23 de febrero de 2026.

Diseño e implementación de aplicaciones paralelas y distribuidas

1.- Palabras Clave

Algoritmos, Diseño de aplicaciones, Aplicaciones paralelas, Aplicaciones distribuidas, Desarrollo de software, Interfaces de usuario, Lenguajes y bibliotecas de programación, Tecnologías de desarrollo de aplicaciones, Bases de datos, Seguridad informática, Servicios distribuidos básicos.

2.- Responsable(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dr. Manuel Aguilar Cornejo, Académico Titular C de Tiempo Completo del Área de Computación y Sistemas (CyS)	10 hrs

3.- Participante(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dr. Miguel Alfonso Castro García, Profesor Titular de Tiempo Completo, CyS	10 hrs
Dra. Elizabeth Pérez Cortés, Profesora Titular de Tiempo Completo, CyS	10 hrs



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Nombre	Tiempo de dedicación
Dra. Graciela Román Alonso, Profesora Titular de Tiempo Completo, CyS	10 hrs

4.- Área responsable

Área: Computación y Sistemas
Departamento: Ing. Eléctrica

5.- Objetivos

Objetivo general

Diseñar e implementar aplicaciones paralelas y/o distribuidas robustas, escalables, seguras y extensibles mediante el uso de tecnologías actuales y emergentes, con el propósito de abordar y resolver diversas problemáticas actuales.

Objetivos particulares

- Fomentar el trabajo interdisciplinario, apoyando la solución de problemas en diversas disciplinas, mediante el diseño de aplicaciones paralelas o distribuidas.
- Diseñar e implementar aplicaciones multiplataforma paralelas o distribuidas con tecnologías actuales y emergentes.
- Formar recursos humanos con bases algorítmicas sólidas, capaces de proporcionar soluciones robustas, escalables, seguras y extensibles.
- Diseñar interfaces gráficas para las aplicaciones construidas, orientadas a mejorar la experiencia del usuario.
- Promover y fomentar el uso de las aplicaciones generadas.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



6.- Antecedentes

En los setentas, las aplicaciones informáticas tradicionales (secuenciales) se encontraron con limitaciones en términos de escalabilidad y capacidad de procesamiento. Estas limitaciones impulsaron el desarrollo de arquitecturas como los multiprocesadores, multinúcleo o GPU, que en la actualidad permiten el procesamiento paralelo [4] [5]. El paradigma de la programación paralela surgió como una solución al desafío de mejorar el rendimiento de las aplicaciones, permitiendo que múltiples procesos se ejecuten simultáneamente en diferentes núcleos o procesadores de una máquina. Con estos recursos, la demanda de aplicaciones que procesan grandes volúmenes de datos y realizan cálculos complejos en tiempos razonables [1] [2] [3] se ha incrementado.

Por otro lado, la maduración de las redes de computadoras hizo posible el surgimiento de aplicaciones distribuidas cuyos componentes se ejecutan en entidades autónomas dispersas geográficamente y que están enlazadas por un medio de comunicación. Este tipo de aplicaciones ofrecen servicios que solo se pueden concebir en un ambiente distribuido, como la Web o las aplicaciones de Crowdsensing (aquellas que apelan a las multitudes para resolver tareas complejas, en general, de colecta de datos). Las aplicaciones distribuidas y las paralelas enfrentan algunos retos comunes como la gestión de la concurrencia, el balance de carga y el rendimiento. Por otro lado, las aplicaciones distribuidas enfrentan desafíos adicionales en temas de interoperabilidad, seguridad, disponibilidad y confiabilidad, entre otros. Con la emergencia de la nube y las infraestructuras de grandes datos, el diseño e implementación de estas aplicaciones debe de ser reconsiderado pues actualmente constituyen habilidades esenciales en la industria del software [6] [7].

Hoy en día nos enfrentamos a diversas problemáticas en múltiples áreas, como por ejemplo en el ámbito social y económico o en el medioambiental, científico y tecnológico. Estos problemas por su naturaleza interdisciplinaria y compleja, se acompañan de la manipulación de un diverso y gran volumen de datos a analizar, por lo que exigen soluciones apoyadas en las tecnologías de la información como las que se desarrollarán en el presente proyecto.

7.- Descripción del proyecto

Este proyecto de investigación se enfoca en generar conocimiento y productos tecnológicos en la siguiente línea:



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Diseño e implementación de aplicaciones paralelas o distribuidas: Vivimos en un entorno tecnológico en constante evolución, y es por ello que la necesidad de soluciones paralelas o distribuidas se vuelve crucial para abordar una amplia gama de desafíos. Algunos de estos desafíos son el almacenamiento y procesamiento de grandes volúmenes de datos, la gestión y desarrollo de operaciones distribuidas y la creciente demanda de soluciones científicas de alta precisión. En este contexto, el diseño e implementación de algoritmos o protocolos en aplicaciones paralelas y distribuidas es una iniciativa que busca satisfacer estas necesidades, generando aplicaciones escalables, de alta disponibilidad y con óptima utilización de recursos.

8.- Recursos disponibles para el desarrollo del proyecto

Los recursos humanos que se necesitan para el desarrollo de este proyecto son los académicos participantes. Adicionalmente, se cuenta con alumnos de la Lic. en Computación y del Posgrado en CyTI de la UAM Iztapalapa que participarán en el proyecto.

9.- Infraestructura actual en la Universidad disponible para el proyecto

La infraestructura necesaria para el proyecto se encuentra actualmente en el Laboratorio de Sistemas Distribuidos y Cómputo Paralelo (LSDyCP) en el T-169 y se lista a continuación:

- Servidor remoto Linux **pacifico.izt.uam.mx**
- Servidor remoto Linux **palancar.izt.uam.mx**
- 4 Nodos de Procesamiento Core i9 con tarjeta gráfica NVidia A5000

10.- Fuentes de financiamiento

El proyecto se va a financiar con los presupuestos personales de los académicos del proyecto.

En caso de necesitar fondos adicionales, se gestionarán ante la jefatura del departamento o se concursará en las convocatorias de proyecto de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, de CONACyT o de otras fuentes de financiamiento.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



11.- Indicadores de desempeño

El total de productos a generar en el periodo 2023-2026 se listan en la siguiente tabla:

Componente	Productos de trabajo	Cantidad (para 3 años)
Investigación	Artículos en revistas indizadas	2
	Artículos en memorias in extenso	4
	Presentaciones en congresos	4
Aplicaciones	Desarrollo de productos tecnológicos para apoyo a docencia o investigación	3
Docencia	Asesoría de proyectos terminales de licenciatura	4
	Dirección de alumnos de maestría	1
	Dirección de alumnos de doctorado	1
Preservación y difusión de la cultura	Artículos de divulgación	3
	Asesoría de servicios sociales	4

12.- Fecha de inicio, duración y planeación a tres años

Fecha de inicio: 24 de octubre de 2023

Duración: 3 años, renovable.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Planeación: Dado que el proyecto se enfoca en el desarrollo de aplicaciones paralelas y distribuidas, el calendario de actividades para cada año es el que se muestra a continuación. Dado que la naturaleza de cada aplicación es potencialmente diferente es posible que se hagan ajustes al calendario para considerar las particularidades de la misma.

Meses/Actividad	Descripción
Meses 1-2: Definición y Diseño de la Aplicación	<ul style="list-style-type: none">• Identificación de necesidades y objetivos.• Investigación y selección de herramientas y tecnologías.• Diseño de la arquitectura y del modelo de datos.
Meses 3-4: Desarrollo Inicial	<ul style="list-style-type: none">• Configuración del entorno de desarrollo.• Implementación de las principales funcionalidades.
Meses 5-6: Integración y Pruebas	<ul style="list-style-type: none">• Integración de componentes.• Pruebas unitarias• Identificación y corrección de problemas.• Elaboración de manuales de usuarios.
Meses 7-8: Optimización y Escalabilidad	<ul style="list-style-type: none">• Ajustes de rendimiento.• Implementación de características de escalabilidad.
Meses 9-10: Pruebas de Usuario y Retroalimentación	<ul style="list-style-type: none">• Lanzamiento de versión beta.• Retroalimentación.• Implementación de cambios sugeridos.
Meses 11-12: Puesta en marcha	<ul style="list-style-type: none">• Lanzamiento y monitoreo y resolución de problemas.

Bibliografía

[1] Jeffrey Dean and Sanjay Ghemawat. 2008. MapReduce: simplified data processing on large clusters. Commun. ACM 51, 1 (January 2008), 107–113.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



[2] Jin Wang, Yaqiong Yang, Tian Wang, R. Simon Sherratt, Jingyu Zhang, "Big Data Service Architecture: A Survey," Journal of Internet Technology, vol. 21, no. 2 , pp. 393-405, Mar. 2020.

[3] Usman, S., Mehmood, R., Katib, I. (2020). Big Data and HPC Convergence for Smart Infrastructures: A Review and Proposed Architecture. In: Mehmood, R., See, S., Katib, I., Chlamtac, I. (eds) Smart Infrastructure and Applications. EAI/Springer Innovations in Communication and Computing. Springer, Cham.

[4] Yokoyama, D., Schulze, B., Borges, F. et al. The survey on ARM processors for HPC. J Supercomput 75, 7003–7036 (2019).

[5] Hockney, Roger W., and Chris R. Jesshope. Parallel Computers 2: architecture, programming and algorithms. CRC Press, 2019.

[6] Sururah A. Bello, Lukumon O. Oyedele, Olugbenga O. Akinade, Muhammad Bilal, Juan Manuel Davila Delgado, Lukman A. Akanbi, Anuoluwapo O. Ajayi, Hakeem A. Owolabi, Cloud computing in construction industry: Use cases, benefits and challenges, Automation in Construction, 2021.

[7] Rashid, Aaqib, and Amit Chaturvedi. "Cloud computing characteristics and services: a brief review." International Journal of Computer Sciences and Engineering 7.2 (2019): 421-426.

Resumen de cambios

Se modifica el nombre del responsable toda vez que el Dr. José Luis Quiroz ya no forma parte de la Plantilla de la Universidad.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Ciudad de México, 23 de febrero de 2026.

Biofísica, Simulación y Control

Palabras Clave

Biofísica, Células excitables, Ingeniería de tejidos, Actividad eléctrica, Modelado computacional.

Responsable(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dr. José Rafael Godínez Fernández	30 horas

Participante(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dr. Gerardo Jorge Félix Martínez	30 horas

Área responsable

Área: Ingeniería Biomédica
Departamento: Ing. Eléctrica
División: Ciencias Básicas e Ingeniería



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Objetivos

Objetivo general

- Estudio de las células excitables empleando herramientas formales y de instrumentación. Generación de modelos matemáticos y computacionales relacionados con la diabetes mellitus tipo 2, las arritmias cardíacas y actividad eléctrica de células nerviosas. Desarrollo y evaluación de biomateriales.

Objetivos particulares

- Modelado computacional de islotes pancreáticos
- Estudio de la arquitectura de los islotes pancreáticos utilizando técnicas de microscopía por fluorescencia y procesamiento de imágenes
- Estudio experimental de la biofísica de los canales iónicos de las células del islote pancreático
- Estudio experimental y teórico de los canales iónicos en neuronas
- Estudio experimental y teórico de los canales iónicos en células del nodo SA del corazón
- Evaluación de biomateriales y nanomateriales
- Desarrollo de software e instrumentación electrónica en el campo de la biofísica de células excitables

Descripción del proyecto

En el **Laboratorio de Biofísica e Ingeniería de Tejidos** se desarrollan temas de investigación relacionados con la biofísica de células excitables a nivel experimental y teórico, la ingeniería de tejidos, la ingeniería biomédica, la instrumentación electrónica.

Biofísica de células excitables. Se estudian las propiedades eléctricas de las células nerviosas, células cardíacas y células pancreáticas secretoras de insulina, glucagon y somatostatina. En las células excitables la actividad eléctrica comanda la función celular; por tal motivo, es importante registrar y analizar sus señales eléctricas destacando su papel fisiológico. Asimismo, los datos eléctricos experimentales de las células son empleados en el modelado matemático y computacional capaz de reproducir y predecir el comportamiento eléctrico de las células. Algunos de los temas de investigación actuales son:



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



- Análisis dinámico de la actividad eléctrica de neuronas marcapaso y de las células del Nodo SA con la colaboración de profesores área y el departamento.
- Modelado matemático y de cómputo de la actividad eléctrica, interacciones eléctricas y parácrinas entre células de los islotes pancreáticos tanto de humano como de roedores.
- Modelado matemático y de cómputo de la actividad eléctrica del Nodo SA del corazón

Ingeniería de Tejidos. Se trabaja de manera estrecha con el Área de Polímeros del Departamento de Física, en donde se desarrollan nuevos biomateriales que posteriormente son evaluados en el laboratorio en cuanto a su biocompatibilidad y sus ventajas para el desarrollo de tejidos que eventualmente podrían emplearse en el tratamiento médico. Además, se evalúan materiales biocompatibles para el diseño y fabricación de electrodos de registros de actividad eléctrica de células excitables.

Instrumentación. El trabajo experimental en el laboratorio requiere de equipo especializado para la adquisición de las señales eléctricas de las células y de un software también especializado en el procesamiento y análisis de tales señales. En este rubro, participan estudiantes de la Licenciatura en Ingeniería Biomédica desarrollando diseños alternativos que mejoren a los amplificadores comerciales; asimismo, desarrollando paquetes de cómputo de calidad profesional para el procesamiento y análisis de señales electrofisiológicas a nivel celular.

Indicadores de desempeño

Indicadores de desempeño (periodo trienal 2025-2027)

Componente	Producto	Cantidad (límite inferior)
Investigación	Artículos en revistas JCR	3
	Artículos en memorias <i>in extenso</i>	3
	Presentaciones en congresos	3
	Artículos de divulgación	3
	Capítulos de libro/libros	1
Docencia	Alumnos de licenciatura	3
	Alumnos de posgrado	2
	Desarrollos de software/instrumentación para apoyo a la docencia	1



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Indicadores de desempeño (periodo trienal 2022-2025)

a. Artículos en revistas indizadas (1 por año)

1. **Félix-Martínez, Gerardo J.**; Osorio-Londoño, Diana María; **Godínez-Fernández, J. Rafael**: Impact of oxygen and glucose availability on the viability and connectivity of islet cells: A computational study of reconstructed avascular human islets. PLOS Computational Biology, vol. 20, iss. 8, pp. e1012357, **2024**, ISSN: 1553-7358.
2. Gómez-Quintero, Teresa, Roberto Olayo, Juan Morales-Corona, Omar E. Uribe-Juárez, César Millán-Pacheco, **Rafael Godínez-Fernández**, and Iris N. Serratos. "Interactions of Cardiac Proteins with Plasma-Synthesized Polypyrrole (PSPy) to Improve Adult Cardiomyocytes Culture." Polymers 16, no. 11 (**2024**): 1470.
3. **Félix-Martínez, G. J.**, A. Picones, and **J. R. Godínez-Fernández**. "Short and long-range correlations in single-channel currents from inwardly rectifying k^+ channels." Chaos, Solitons & Fractals 178 (**2024**): 114333.
4. **Félix-Martínez, Gerardo J.**, and **J. Rafael Godínez-Fernández**. "A primer on modelling pancreatic islets: from models of coupled β -cells to multicellular islet models." Islets 15, no. 1 (**2023**): 2231609.
5. **Félix-Martínez, Gerardo J.**, Aurelio Nicolás-Mata, and **J. Rafael Godínez-Fernández**. "Computational reconstruction of pancreatic islets as a tool for structural and functional analysis." Journal of Visualized Experiments (JoVE) 181 (**2022**): e63351.
6. Garza, Gabriel López, Aurelio Nicolas Mata, Graciela Roman Alonso, **Jose Rafael Godínez Fernandez**, and Miguel Alfonso Castro Garcia. "Cell-to-cell mathematical modeling of arrhythmia phenomena in the heart." Mathematics and Computers in Simulation 193 (**2022**): 153-172.
7. **Félix-Martínez, Gerardo J.**, and **J. R. Godínez-Fernández**. "Comparative analysis of reconstructed architectures from mice and human islets." Islets 14, no. 1 (**2022**): 23-35.
8. **Félix-Martínez, Gerardo J.** "IsletLab: an application to reconstruct and analyze islet architectures." Islets 14, no. 1 (**2022**): 36-39.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



departamento de ingeniería eléctrica

b. Artículos en memorias in extenso (1 por año)

1. Gómez-Quintero, Teresa, Iris Serratos-Alvarez, **Rafael Godínez**, and Roberto Olayo. "Collagen/Plasma-Polymerized Pyrrole Interaction: Molecular Docking and Binding Energy Calculations." In Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica, pp. 153-161. Cham: Springer International Publishing, **2022**.
2. Flores-Santillán, Diego Alejandro, **José Rafael Godínez-Fernández**, and **Gerardo Jorge Félix-Martínez**. "Effects of Blood Flow on Insulin Concentration: A Modelling Study." In Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica, pp. 219-224. Cham: Springer International Publishing, **2022**.
3. Valverde-Alonzo, Crystal Azucena, **Gerardo Jorge Félix-Martínez**, Virginia González-Velez, and Amparo Gil. "Role of Endogenous Ca²⁺ Buffering and the Readily Releasable Pool on Fast Secretion in Auditory Inner Hair Cells." In Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica, pp. 212-218. Cham: Springer International Publishing, **2022**.
4. Ruiz-Santiago, Sergio, **José Rafael Godínez-Fernández**, and **Gerardo Jorge Félix-Martínez**. "Simulating the loss of β -cell mass in a human pancreatic islet: Structural and functional implications." In Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica, pp. 204-211. Cham: Springer International Publishing, **2022**.

c. Presentaciones en congreso (1 por año)

1. "Computational study on the viability of encapsulated pancreatic islets for type 1 diabetes" Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica (2024)
2. "Identification of short and long correlations in simulated single-channel currents using nonlinear analysis" Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica (2024)
3. "Modelado computacional para el análisis de la encapsulación de islotes pancreáticos para el tratamiento de la diabetes tipo 1" I Congreso Nacional de Biomateriales y Medicina Regenerativa (2024)
4. "Simulating the Loss of β -cell Mass in a Human Pancreatic Islet: Structural and Functional Implications" XLV Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica 2022
5. "Effects of Blood Flow on Insulin Concentration: A Modelling Study" XLV Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica 2022 (Trabajo ganador del concurso de pósters.)



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



6. "Role of Endogenous Ca^{2+} Buffering and the Readily Releasable Pool on Fast Secretion in Auditory Inner Hair Cells" XLV Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica 2022

d. Artículos y actividades de divulgación (1 por año)

1. Omar Eduardo Uribe Juárez, Juan Morales Corona, Flor Ivon Vivar Velázquez, Roberto Olayo González, and **José Rafael Godínez Fernández**. "El potencial de la Espectroscopía Raman en la caracterización de fibras electrohiladas compuestas." Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería 139 (2024): 128-137.
2. Aída Jiménez González, Juan Manuel Cornejo Cruz, **José Rafael Godínez Fernández**, Jesús Alfonso Martínez Ortiz, Enrique Luis Hernández Matos, Norma Castañeda Villa, and Pilar Granados Trejo. "Área de investigación en Ingeniería Biomédica." Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería 127 (2023): 5-14.
3. **Godínez-Fernández, J. Rafael**, and **Gerardo J. Félix-Martínez**. "Papel de los canales iónicos de la membrana celular en la respuesta inmune." Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería 129 (2023): 39-47.
4. Félix-Martínez, Gerardo J., and J. Rafael Godínez Fernández. "Islotes pancreáticos y su papel en la regulación de la glucosa." Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería 128 (2023): 63-69.
5. Taller titulado "La chispa de la vida: electricidad en el cuerpo humano" en evento de divulgación "Instituto Graef 2024, Jóvenes hacia la Ciencia y la Ingeniería", Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.
6. Ponencia: "Investigación en el Laboratorio de Biofísica e Ingeniería de Tejidos de la UAM-I" para los estudiantes de recién ingreso a la Licenciatura en Ingeniería Biomédica, UEA Introducción a la Ingeniería Biomédica (2024).
7. Artículo de divulgación: "Hodgkin y Huxley: a 70 años del inicio de la neurociencia moderna" en la revista eek', publicada por el Consejo Zacatecano de Ciencia, Tecnología e Innovación (2023).
8. Artículo de divulgación: "Islotes pancreáticos y su papel en la regulación de la glucosa" publicado en la revista Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana (2023)



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



9. Artículo de divulgación: “Papel de los canales iónicos de la membrana celular en la respuesta inmune” publicado en la revista Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana (2023).
10. Seminario de divulgación: “Hacia un modelo computacional multiescala de los islotes pancreáticos: antecedentes y perspectivas” dirigido a las y los alumnos del posgrado en Ingeniería Biomédica de la UAM-I.
11. Seminario de divulgación: “La física en México” dirigido a las y los alumnos de recién ingreso en la Licenciatura en Física en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (2023).
12. Artículos de divulgación publicados en el sitio web del Laboratorio de Biofísica e Ingeniería de Tejidos de la UAM-I (sitio: <http://biofisica.izt.uam.mx/web/?cat=12>).

e. Alumnos de licenciatura (1 por año)

1. Rubén Ricardo Colín Reyes (Ingeniería Biomédica, 2022, 210341036). Proyecto: Implementación en Matlab del modelo Meal Simulation Model of the Glucose-Insulin System.
2. Estefanía Sánchez Mazón (Ingeniería Biomédica, 2022, 2163010000). Proyecto: Simulación de la propagación de un impulso eléctrico en una red de neuronas bidimensional y tridimensional
3. Sergio Ruiz Santiago (Ingeniería Biomédica, 2022, 2173047519). Proyecto: Modelo del acoplamiento eléctrico entre células beta pancreáticas de humano.
4. Diego Alejandro Flores Santillán (Ingeniería Biomédica, 2022, 2173050123). Proyecto: Efectos del flujo sanguíneo sobre la concentración de insulina en los islotes pancreáticos humanos: un estudio de modelado.
5. Cristal Azucena Valverde Alonso (Ingeniería Biomédica, 2023, 2113011904). Proyecto: Efecto de las propiedades de proteínas amortiguadoras de calcio en la excitosis de vesículas rápidas de células basales utilizando un modelo computacional.
6. Itzel Stephanie Pérez Palmerín (Ingeniería Biomédica, 2023, 2173048454). Proyecto: Evaluación de protocolo para inducir síndrome metabólico en ratas hembras Wistar.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



departamento de ingeniería eléctrica

7. César Martín Díaz Pérez (Ingeniería Biomédica, 2024, 2183010757). Proyecto: Análisis de un Modelo Computacional: Interacciones Paracrinas Entre las Principales Células del Islote Pancreático.

f. Alumnos de posgrado (1 cada dos años)

1. Rodolfo Misael López Labastida (Maestría en Ingeniería Biomédica, concluído). Tesis: Modelo computacional de la secreción pulsátil de insulina en islotes pancreáticos de tipo humano
2. Katerin Guadalupe Pimentel Granados (Maestría en Ingeniería Biomédica, concluído). Tesis: Caracterización de las fluctuaciones asociadas a las corrientes unitarias de canales de K⁺ de rectificación entrante en células gliales primarias.
3. Kenia Lolbeg Juayerk Herrera (Doctorado en Física, en proceso). Tesis: Modelado de corrientes iónicas unitarias y corrientes macroscópicas utilizando un sistema determinista caótico y un modelo estocástico de Markov
4. Teresa Gómez Quintero (Doctorado en Ingeniería Biomédica, en proceso). Tesis: Estudio comparativo por acoplamiento molecular de las interacciones entre las integrinas cardíacas y el polipirrol sintetizado por plasma: El rol de la diversidad química superficial para la interacción con las células y componentes de la matriz extracelular.
5. Emma Cortés Ortiz (Doctorado en Física, en proceso). Tesis: Cultivo de células beta en Matrices de Fibras Electrohiladas de PHB Recubiertas con película delgada de Polipirrol Yodo Sintetizado por Plasma para producción y liberación de insulina

g. Desarrollo tecnológico/software (1 cada trienio)

1. IsletLab, aplicación multiplataforma desarrollada para la implementación de algoritmos computacionales para la investigación de islotes pancreáticos (reconstrucción, análisis estructural, simulación). Se describe en el artículo: Félix-Martínez, Gerardo J. "IsletLab: an application to reconstruct and analyze islet architectures." *Islets* 14, no. 1 (2022): 36-39.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



h. Proyectos financiados

Además de cumplir con los rubros comprometidos, se obtuvieron recursos o financiamiento para el desarrollo de los siguientes proyectos:

- "Implicaciones funcionales del impacto de la diabetes tipo 2 en la arquitectura de los islotes pancreáticos utilizando modelos computacionales", aprobado en la convocatoria 2023-2024 de Ciencia Básica y de Frontera CONAHCYT por 3 años (2024-2026).
- "Estudio de los efectos de la diabetes tipo 2 en la sincronización de los islotes pancreáticos utilizando modelos computacionales", aprobado por la comisión evaluadora en el marco de la convocatoria publicada por el Laboratorio Nacional de Cómputo de Alto Desempeño titulada "Asignación de recursos de supercómputo Convocatoria 2023".
- "Reconstrucción de la arquitectura y simulación funcional de islotes pancreáticos", aprobado por la comisión evaluadora en el marco de la convocatoria publicada por el Laboratorio Nacional de Cómputo de Alto Desempeño titulada "Asignación de recursos de supercómputo Convocatoria 2022".

Duración del proyecto

10 años

Resumen de cambios

Se actualiza nombre del proyecto registrado ante el Consejo Divisional a "Biofísica, Simulación y Control" para que coincida con el nombre asignado en el sistema de gestión presupuestal con clave 12702019.

Se actualiza la lista de integrantes para incorporar al Dr. Gerardo Jorge Félix Martínez, quién ha sido contratado como profesor titular de tiempo completo en el Departamento de Ingeniería Eléctrica.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Ciudad de México, 23 de febrero de 2026.

Ingeniería de Fenómenos Fisiológicos Perinatales

Palabras Clave

Variabilidad de la frecuencia cardíaca; fonografía y electrocardiografía abdominal; electrohisterografía; análisis de fluctuaciones y series de tiempo; separación ciega de fuentes; neurodesarrollo; neuroplasticidad; regulación autonómica; respuesta antiinflamatoria colinérgica; sonidos cardíacos; intervalos sistólicos.

Responsable(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dr. Juan Carlos Echeverría Arjonilla (JCEA)	Tiempo Completo

Participante(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dra. Aída Jiménez González (AJG)	Tiempo Completo
M. en I.B. Jesús Alfonso Martínez Ortiz (JAMO)	Tiempo Completo
Dra. María del Rocío Ortiz Pedroza (MROP)	Tiempo Completo
Dra. María Teresa García González (MTGG)	Tiempo Completo
Dr. Miguel Ángel Peña Castillo (MAPC)	Tiempo Completo



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Área responsable

Área: Ingeniería Biomédica
Departamento: Ing. Eléctrica
División: Ciencias Básicas e Ingeniería

Objetivos generales y particulares

Objetivo general

- Ampliar el conocimiento sobre el embarazo y el desarrollo perinatal, desde la perspectiva de la ingeniería biomédica y la fisiopatología, con el propósito de contribuir a los esquemas de vigilancia materno-fetal e infantil.

Metas particulares

- Generar y evaluar métodos no invasivos para el estudio del desarrollo fetal y la valoración de la condición materno-fetal e infantil a través de la investigación de los siguientes fenómenos:
 - Fluctuaciones del periodo cardiaco
 - Sonidos cardiacos y movimientos respiratorios
 - Interacciones cardio-respiratorias y neuro-inmunes
 - Actividad uterina y electromiográfica

Descripción del proyecto

Con el proyecto de investigación “Ingeniería de fenómenos fisiológicos perinatales” perseguimos obtener un conocimiento amplio sobre el embarazo, el desarrollo fetal y el nacimiento, desde la perspectiva de la ingeniería biomédica y la fisiopatología, para poder contribuir a la atención perinatal y a los esquemas de vigilancia materno-fetales e infantiles. Para esto, hemos concentrado nuestras actividades en la indagación y análisis de un conjunto de fenómenos bioeléctricos, biomecánicos y fisiológicos que han resultado adecuados para identificar o evaluar diversos marcadores perinatales.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



De acuerdo con los resultados esperados para el trienio 2022-2025 que fueron especificados en la última actualización de nuestro proyecto (aprobada en la Sesión 633 del Consejo Divisional de CBI), consideramos que casi en su totalidad se han obtenido los diversos productos de trabajo que ahí planteamos (los detalles se encuentran en los Indicadores). En particular, queremos enfatizar que los nombres de las revistas en las que aparecen nuestras publicaciones así como los títulos de éstas, de los proyectos y de las tesis dirigidas se encuentran en coincidencia con el objetivo o perspectiva de nuestra línea de investigación y también con la exploración de los fenómenos anteriormente mencionados.

Resultaría ahora conveniente para nuestra línea de investigación poder transitar o participar en favorecer la atención y los esquemas de vigilancia perinatales. Además, estamos considerando la conveniencia de incorporar aspectos específicos relacionados con la docencia alrededor de esta temática, tales como la evaluación de tecnología médica en áreas críticas en general y para la atención perinatal en particular. Al respecto, ya se tienen vínculos y colaboraciones con diversas instituciones y entornos clínicos. Sin embargo, nos ha resultado difícil satisfacer la dedicación que demandan estas colaboraciones porque, entre distintas razones, nuestra participación y compromiso en otras actividades de la Institución ha sido extensa y recurrente en el trienio reciente y con anterioridad (ver Indicadores de desempeño).

Indicadores de desempeño

a. Artículos de Investigación

1. Salinas-Cortés MC, Reyes-Lagos JJ, Pliego-Carrillo AC, Ledesma-Ramírez CI, Abarca-Castro EA, **Echeverría JC**, **Peña-Castillo MA**, Mendieta-Zerón H. (2025). Electrohysterographic Analysis Differentiates Cervical Dilation Stages: A Non-Invasive Approach to Monitoring Labor Progress Through Frequency Bands. *Journal of Medical and Biological Engineering* 45:336-345
2. Reyes-Lagos JJ, Guzmán-Ramos K, Lomelí J, Pliego-Carrillo AC, **Peña-Castillo MA**, López-Sánchez P, Trujillo-Condes VE, Garay-Jiménez LI, **Echeverría JC**, Villegas-Zarco MF, Santiago-Fuentes LM. (2025). Diabetes alters cardiorespiratory dynamics: insights from short-term recurrence quantification analysis of pulse-respiration quotient. *Frontiers in Physiology* 16: 1584922



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



3. Piña-Martínez MM, Pliego-Carrillo AC, Ledesma-Ramírez CI, Echeverría JC, Mendieta-Zerón H, Santiago-Fuentes LM, Abarca-Castro EA, Talavera-Peña AK, Reyes-Lagos JJ. (2025). Reduced maternal–fetal cardiac coupling in moderate preterm labor: a high-resolution symbolic dynamics analysis. *The European Physical Journal Special Topics* 234(1):17-29
4. Cruz-Vega IB, Ávila-Vanzzini N, González-Gómez GH, Springall R, **Echeverría JC**, Lerma C. (2025). Dynamic Response of Heart Rate Variability to Active Standing in Aortic Valve Disease: Insights from Recurrence Quantification Analysis. *Sensors* 25(5): 1535
5. Reyes-Lagos JJ, Mendieta-Zerón H, Martínez-Madrigal M, Santiago-Nuñez JC, Reyes-Mendoza LE, Gonzalez-Reyes X, **Echeverría JC**, Abarca-Castro EA, Talavera-Peña AK, Avilés-Hernández S et al. (2025). Response to music on the nonlinear dynamics of human fetal heart rate fluctuations: A recurrence plot analysis. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, 35(2): 023121.
6. Benítez-Salgado, A., **Peña-Castillo, M. Á.**, Santiago-Fuentes, L. M., Zúñiga-Avilés, L. A., Abarca-Castro, E. A., Talavera-Peña, A. K., Avila-Gutierrez, L., Rodríguez-Arce, J., & Reyes-Lagos, J. J. (2024). Variations in Heart Rate Variability and Physiological Responses during Analog Space Missions: An Exploratory Study. *Aerospace*, 11(10), 833.
7. Lucero-Orozco, N. B., Reyes-Lagos, J. J., **Ortíz-Pedroza, M. D. R.**, Talavera-Peña, A. K., Abarca-Castro, E. A., Mendieta-Zerón, H., ... & **Peña-Castillo, M. Á.** (2024). Analysis of fetal heart rate fluctuations in women diagnosed with preeclampsia during the latent phase of labor. *Frontiers in Physiology*, 15:1340441.
8. López-Troncoso, Ó. J., Reyes-Lagos, J. J., Hadamitzky, M., **Peña-Castillo, M. Á.**, **Echeverría, J. C.**, Lückemann, L., Manfred S., & Pacheco-López, G. (2024). Assessing the effects of oxytocin in changes of core body temperature during LPS-Induced endotoxemia: A novel approach using extended Poincaré plot analysis. *Journal of Thermal Biology*, 119:103756.
9. Pichardo-Carmona, E. Y., Reyes-Lagos, J. J., Ceballos-Juárez, R. G., Ledesma-Ramírez, C. I., Mendieta-Zerón, H., **Peña-Castillo, M. Á.**, Ejay Nsugbe, Miguel Ángel Porta-García, Mina-Paz, Y. (2023). Changes in the autonomic cardiorespiratory activity in parturient women with severe and moderate features of preeclampsia. *Frontiers in Immunology*, 14:1190699.
10. Olmos-Ramírez, R. L., **Peña-Castillo, M. Á.**, Mendieta-Zerón, H., & Reyes-Lagos, J. J. (2023). Uterine activity modifies the response of the fetal autonomic nervous system at preterm active labor. *Frontiers in Endocrinology*, 13:1056679.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



11. Calderón-Juárez M, González-Gómez GH, **Echeverría JC**, Lerma C (2023). Revisiting nonlinearity of heart rate variability in healthy aging. *Scientific Reports*, 13:13185.
12. Borboa-Olivares H, Rodríguez-Sibaja MJ, Espejel-Núñez A, Flores-Pliego A, Mendoza- Ortega J, Camacho-Arroyo I, Gonzalez-Camarena R, **Echeverría-Arjonilla JC**, Estrada-Gutierrez G (2023). A Novel Predictive Machine Learning Model Integrating Cytokines in Cervical-Vaginal Mucus Increases the Prediction Rate for Preterm Birth. *International Journal of Molecular Science*, 24: 13851.
13. Ceballos-Juárez RG, Pichardo-Carmona EY, Mendieta-Zerón H, **Echeverría JC**, Reyes-Lagos JJ (2023). Multiscale asymmetry reveals changes in the maternal short-term heart rate dynamics of preeclamptic women during labor. *Technology and Health Care*, 31(1):95-101.
14. Calderón-Juárez M, Gutiérrez Alvarado DA, González Gómez, HG, **Echeverría JC**, Arellano-Martínez J, Pérez-Granados E, López-Gill S, Campos-González ID, Mariscal- Ramírez LA, Pérez-Negrete D, Lerma C (2023). Recurrence plot analysis of heart rate variability in end-stage renal disease treated twice-weekly by hemodialysis with or without intradialytic hypotension. *European Physical Journal Special Topics*, 232:99-110.
15. Calderón-Juárez M, González Gómez HG, **Echeverría JC**, Arellano-Martínez J, Gómez-Suárez VH, Campos-González ID, Lerma C (2023). Recurrence quantitative analysis of heart rate variability during intradialytic hypotension. *European Physical Journal Special Topics*, 232: 111-121.
16. **Aída Jiménez-González** and Usiel Salas-Márquez. “Time-frequency characteristics of the vibrations underlying the first fetal heart sound: A preliminary study”, *Medical and Biological Engineering and Computing*, 2023, pp. 739-756. DOI: 10.1007/s11517-022-02756-0
17. González-Sánchez, A., Reyes-Lagos, J.J., **Peña-Castillo, M.A.** et al. (2022). Vaginal Microbiota Is Stable and Mainly Dominated by *Lactobacillus* at Third Trimester of Pregnancy and Active Childbirth: A Longitudinal Study of Ten Mexican Women. *Curr Microbiol*, 79:230.
18. Rodríguez-Carbo J, Torres-Arellano JM, Avila-Vanzzini N, Springall, Bojalil R, Infante O, Lerma C, **Echeverría JC** (2022). Association of the Heart Rate Variability Response to Active Standing with the Severity of Calcific Aortic Valve Disease: Novel Insights of a Neurocardiovascular Pathology. *Journal of Clinical Medicine*, 11(16):4771.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



19. Calderón-Juárez M, González Gómez GH, **Echeverría JC**, Pérez-Grovas H, Quintanar E, Lerma C (2022). Recurrence Quantitative Analysis of Wavelet-Based Surrogate Data for Nonlinearity Testing in Heart Rate Variability. *Frontiers in Physiology*, 13:807250.

b. Artículos en Arbitraje

1. "Application of heart rate variability in clinical practice and research: a systematic review of recent years" para publicarse en *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*
2. "Insights from a Discrete Generalized Beta Distribution analysis of heart rate and blood pressure variability: An integrated approach to study end-stage renal disease" para publicarse en *Biomedical Physics & Engineering Express*

c. Formación de recursos humanos

i. Maestría en Ingeniería Biomédica:

1. "Evaluación de las interacciones cardiorrespiratorias en pacientes con cáncer de mama en tratamiento con antraciclinas y trastuzumab". María Paula León Herrera, por concluirse.
2. "Análisis de las fluctuaciones de la frecuencia cardíaca fetal en mujeres diagnosticadas con preeclampsia durante la fase latente del trabajo de parto". Nancy Berenice Lucero Orozco, 2024.
3. "Diferencias en la variación del exponente de escalamiento del periodo nocturno y en la relación noche/día de las potencias espectrales de alta y baja frecuencia de la variabilidad de la frecuencia cardíaca entre mujeres con fibromialgia y mujeres sanas". Camila Alejandra Maldonado Veas, 2024.
4. "Análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca fetal en trabajo de parto pretérmino mediante análisis Wavelet". Rocio Lizbeth Olmos Ramírez, 2022.
5. "Asociación de la función valvular con la variabilidad de la frecuencia cardíaca en sujetos con enfermedad valvular aórtica degenerativa". Jimena Rodríguez Carbó, 2022.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



6. “Asociación de los índices de escalamiento de corto plazo de la variabilidad de la frecuencia cardiaca con el intervalo RR medio en pacientes con hipertensión esencial: influencia de variables clínicas”. Jannet Guerrero Chimal, 2022.
7. “Extracción de parámetros tiempo-frecuencia-energía del primer sonido cardiaco fetal”. Salas Márquez Usiel, 2022.

ii. Maestría en Rehabilitación Neurológica (UAM-X):

1. “Variabilidad de la frecuencia cardiaca en prematuros a la edad corregida de semanas de gestación” María José García Patiño, 2023.

iii. Licenciatura en Ingeniería Biomédica:

1. “Reducción automática de artefactos en el EEG de ratones para la generación del hipnograma”. Hodwar Uriel Izquierdo Boyzo. Proyecto terminal en proceso.
2. “Separación ciega de los componentes valvulares de los sonidos cardiacos S1 y S2”. Pulido Reséndiz Amelia Edith. Proyecto terminal en proceso.
3. “Caracterización del Pulsioxímetro MH-ET Live MAX30102 para el Sistema de Oximetría HemoLAB”. Georgina Valenzuela Aparicio. Proyecto terminal, 2025.
4. “Automatización del espectrofotómetro Spectronic 20” José Guadalupe López Rentería, Proyecto terminal, 2024.
5. “Segmentación automática del ECG para detección del segmento S-T y del pico de la onda T”. Palma Rodríguez Antonio. Proyecto terminal, 2024.
6. “Análisis de la variabilidad de la frecuencia cardiaca para la búsqueda de un posible indicador de un evento de hipotensión intradialítica” Oscar Enrique González Rojano, Proyecto terminal, 2023.
7. “Detección de la apertura y cierre de la válvula aórtica mediante procesamiento digital de simulaciones de imágenes ecocardiográficas en modo M”. Pulido Campos Óscar Alejandro. Proyecto terminal, 2023.
8. “Etiquetado automático del EEG para la generación del hipnograma de ratones mediante la técnica de entropía”. Osorio Guzmán Braulio Rafael. Proyecto terminal, 2023.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



9. “Efecto del número y posición de electrodos en la extracción del ECG fetal a partir del ECG abdominal”. Acosta Guevara Kenia Indayeli. Proyecto terminal, 2022.

iv. Doctorado en Medicina (Plan de Estudios Combinados en Medicina, UNAM):

1. “Índices de recurrencia de la variabilidad de la frecuencia cardíaca en pacientes con enfermedad renal crónica terminal” Martín Calderón Juárez, 2023 (participación en comité tutor)

d. Preservación y difusión de la cultura

1. “Disección computacional del LUB-DUB, el mensaje sonoro que genera el corazón en cada latido”. Aída Jiménez González. Lunes en la Ciencia. UAM-Iztapalapa. Ciudad de México, México, 3 de noviembre de 2025.
2. “Seguimiento cardíaco mediante monitoreo electroacústico y estadística de alto orden: una propuesta metodológica”. Aída Jiménez González. En el marco de las Jornadas del 70 aniversario de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México, 2025.
3. “Aportaciones de la ingeniería biomédica: Seguimiento eléctrico y acústico del bienestar fetal”. Aída Jiménez González. Contactos, Revista de Educación en Ciencia e Ingeniería, 13: 103-114, 2024.
4. “Identificación computarizada del cierre de las válvulas cardíacas a partir de los sonidos cardíacos S1 y S2”. Amelia Edith Pulido Reséndiz y Aída Jiménez González. XXVIII Simposio del Departamento de Ciencias de la Salud, UAM-Iztapalapa. Ciudad de México, México, 2023.
5. Cardoso Martínez, Facundo Rivera Becerril, Montserrat Alvarado González, Aída Jiménez González, César Romero Rebollar y Mario A. de Leo Winkler. “Novedades científicas desde la Universidad Autónoma Metropolitana”. Revista de la Academia Mexicana de Ciencias, 2023, 74(3): 88-95.
6. “En camino a la recuperación a ciegas de información para el seguimiento de la condición cardíaca fetal: Una metodología para señales fono-electrocardiográficas”, 2023. Aída Jiménez González. Seminario de Ingeniería Biomédica, Departamento de Ingeniería Eléctrica, UAM-Iztapalapa, Ciudad de México, México.
7. Aída Jiménez González, Juan Manuel Cornejo Cruz, José Rafael Godínez Fernández, Jesús Alfonso Martínez Ortiz, Enrique Luis Hernández Matos, Norma



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Castañeda Villa y Pilar Granados Trejo. Área de investigación en Ingeniería Biomédica: Historia de nuestros laboratorios de investigación. Contactos, Revista de Educación en Ciencia e Ingeniería, 127: 5-14, 2022.

e. Proyectos patrocinados

1. Convocatoria 2024 para Proyectos de Colaboración Interinstitucional IPN - UAM – UAEMÉX Proyecto aprobado: “Correlación de la neuropatía diabética periférica con el deterioro de la función vestibular, auditiva y cardiorrespiratoria en pacientes con diabetes tipo II” Monto \$500,000. Para cada Institución.

f. Participación institucional

1. Miembro de la Comisión Dictaminadora en el Área de Ingeniería, del 18 de agosto de 2022 y hasta junio de 2024. (MAPC)
2. Miembro de la comisión del Posgrado en Ingeniería Biomédica, del 16 de septiembre de 2014 a la fecha. (MAPC)
3. Miembro de la comisión del Posgrado en Ingeniería Biomédica, del 1ro. de julio de 2020 a la fecha. (AJG)
4. Jefa del Área de Ingeniería Biomédica, del 1ro. de marzo de 2022 a la fecha. (AJG)
5. Miembro del comité de la licenciatura en Ingeniería Biomédica, del 2 de marzo de 2023 a la fecha. (MAPC)
6. Miembro de la Comisión Dictaminadora Divisional, del 28 de febrero de 2022 y hasta el 5 de julio de 2024. (JCEA)
7. Representante titular del personal académico del Departamento de Ingeniería eléctrica ante el Consejo Divisional de Ciencias Básicas e Ingeniería del 17 de abril de 2024 al 16 de abril del 2024. (MROP)
8. Coordinador de la COSIB (Coordinación de Servicios Integrados para el Bienestar) de la Unidad, marzo de 2022 a la fecha (AMO)
9. Miembro del comité de la licenciatura en Ingeniería Biomédica, del 2 de marzo de 2017 al 1ro. de febrero de 2023. (AJG)



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



10. Coordinadora de los Laboratorios de Docencia en Ingeniería Biomédica del 2 de septiembre del 2019 a la fecha (MROP)

Duración del proyecto

10 años

Resumen de cambios

No se realizaron cambios.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Ciudad de México, 23 de febrero de 2026.

Audiología

Palabras Clave

Ototóxicos, Auxiliar Auditivo, Potenciales Evocados Auditivos, Implante Coclear, Audición Eléctrica.

Responsable(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Juan Manuel Cornejo Cruz, Profesor de Tiempo Completo	Tiempo Completo

Participante(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Norma Castañeda Villa	Medio Tiempo
Ma. del Pilar Granados Trejo	Medio Tiempo

Área responsable

Área: Ingeniería Biomédica
Departamento: Ing. Eléctrica
División: Ciencias Básicas e Ingeniería



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Objetivos

Objetivos generales y particulares del proyecto

- Desarrollo de pruebas objetivas del funcionamiento de la vía auditiva.
- Respuesta electro-fisiológica del paciente hipoacúsico en el uso de una prótesis acústica o electroacústica.

Descripción del proyecto

Investigación y desarrollo de técnicas y dispositivos para la detección, diagnóstico, seguimiento y rehabilitación del paciente pediátrico hipoacúsico.

Indicadores de desempeño

a. Publicaciones

1. A Comparative Study on the Interaction of an Ototoxic and an Otoprotective with the Megalin Receptor Associated with Hearing Loss. PUBLICACION: IFMBE Proceedings. 2022/10/24. VOLUMEN: 86. PAG. INICIAL: 145. PAG. FINAL: 152. PAIS: Switzerland. IDIOMA: Inglés. COAUTOR(ES): Gerardo David Hernández Cornejo, Iris Natzielly Serratos Álvarez, César Millán-Pacheco, Jonathan Osiris Vicente-Escobar, Norma Castañeda Villa.
2. Enhancing Electrical Cochlear Response Quality in Cochlear Implant Apical Electrodes Using Empirical Mode Decomposition. 2023 IEEE EMBS R9 Conference. 2023/10/05. 2024/05/15. PAG. INICIAL: 1. PAG. FINAL: 4. 10.1109/IEEECONF60929.2023.10525274 COAUTOR(ES): P. Granados-Trejo, JM. Cornejo-Cruz, Norma Castañeda Villa.
3. Effect of Acoustic Intensity on Multichannel Cortical Auditory Evoked Potential Elicited by Spanish Words in Adults with Normal Hearing. IFMBE Proceedings. 2024/01/04. VOLUMEN: 99. PAG. INICIAL: 53. PAG. FINAL: 60. PAIS: Brasil. IDIOMA: inglés. COAUTOR(ES): Granados-Trejo, P., Cornejo-Cruz, J.M., Norma Castañeda Villa.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



4. Análisis del comportamiento de los distintos tipos de fibras del nervio auditivo. Memorias del XLII Congreso Anual de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica. 2024/10/04. 2024/11/13. PAG. INICIAL: 97. PAG. FINAL: 100.COAUTOR(ES): V. González Vélez, A. Gil, Norma Castañeda Villa.
5. “Implanted Cochlea Sensitivity to Electrical Current and Loudness Percept”. 29th IERASG Symposium 2025. Boulder, CO. June 15-18, 2025. Cornejo JM, Castañeda N & Granados P.
6. “Oír con un implante Coclear” Juan Manuel Cornejo, Norma Castañeda, María del Pilar Granados, Lizzete Carranco Hernández. CONTACTOS, Revista de educación, ciencias e ingeniería. 3ª Época, No. 137, Número Especial, 50 Aniversario, No. 137, diciembre 2024.

b. Proyecto Terminal de Licenciatura IB

1. Uso de EEMD para reducir el tamaño del artefacto presente en las EOAET simuladas. Alumno Juan José Retana Díaz, matrícula 2163009481, diciembre 2022
2. Simulación de la pérdida auditiva oculta y sus potenciales evocados auditivos del tallo cerebral. Alumno Oscar Gómez Becerril, matrícula 2163047669, diciembre 2022.
3. Modelado de la pérdida auditiva producida por los ototóxicos Gentamicina y Kanamicina. Alumno Gerardo David Hernández Cornejo, matrícula 2133012434, enero 2023.
4. Desarrollo de una aplicación de escritorio para medir la inteligibilidad del habla en ruido en niños. Alumno Luis Ángel Manríquez Ramírez, matrícula 2153046258, febrero de 2023.
5. Simulación de Alteraciones en Potenciales Evocados Auditivos de Tallo Cerebral inducidas por Antibióticos Aminoglucósidos Cocleotóxicos. Alumna Betzabet del Carmen Mera Espinoza, septiembre 2024.

Duración del proyecto

5 años



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Resumen de cambios

No se realizaron cambios.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA –
IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Ciudad de México, 23 de febrero de 2026.

Instrumentación Médica Electrónica

Palabras Clave

Instrumentación Médica, Diseño de Instrumentación Médica, Instrumentación Médica Electrónica, Aplicación de la Instrumentación Médica Electrónica y Óptica.

Responsable(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Donaciano Jiménez Vázquez. Profesor Titular C.	Tiempo Completo

Participante(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Ing. Dipl. Enrique Luis Hernández Matos, Profesor Titular C.	Tiempo Completo
M. en C. Miguel Ángel Bautista León, Profesor Titular C.	Tiempo Completo
M. en C. Jacqueline Vidal Rosado, Profesor Asociado D.	Tiempo Completo



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA –
IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Área responsable

Área: Ingeniería Biomédica
Departamento: Ing. Eléctrica
División: Ciencias Básicas e Ingeniería

Objetivos generales y particulares

Objetivo general

- Diseñar y construir Sistemas Electrónicos Analógicos y Digitales que contribuyan al desarrollo de la Instrumentación Médica.

Objetivos particulares

- Vinculación de la Ingeniería Biomédica con el sector salud público y privado.
- Formación de recursos humanos en el campo de la Instrumentación Médica Electrónica.
- Mejorar la bibliografía empleada en los programas de estudio de Ingeniería Biomédica.
- Fortalecer los temas de investigación vigentes.
- Incrementar la colaboración interdisciplinaria con grupos de investigación de la UAM-I y de otras instituciones.
- Desarrollo de prototipos experimentales aplicables al campo de trabajo de la instrumentación médica.
- Publicación de libros que se basen en los programas de estudio de las ueas para la licenciatura, referidas a la instrumentación médica.
- Publicación de artículos en revistas relacionadas y participación en congresos relacionados con la instrumentación médica.

Descripción del proyecto

El grupo de Instrumentación imparte esencialmente las UEA que corresponden al bloque de instrumentación médica de la licenciatura en Ingeniería Biomédica, así como las UEA de electrónica analógica y digital de las licenciaturas de Ingeniería Biomédica y Electrónica



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA –
IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



de nuestro departamento, formando y graduando profesionistas en el campo de la instrumentación médica.

Temas de Investigación vigentes:

- LASER de baja potencia en el espectro visible e infrarrojo como factor de regeneración celular.
- Determinación de la oxigenación cerebral de forma indirecta aplicando radiación óptica en el infrarrojo cercano.
- Evaluación de la calidad del agua a través de electrónica aplicada a la instrumentación.
- Investigación y desarrollo en la rama de Biosensores.
- Experimentación con espectroscopía RAMAN en células cancerosas. Para este proyecto: Se desarrollarán experimentos con fibroblastos para determinar los espectros Raman y compararlos con los reportados en las investigaciones. Estos experimentos se llevarán a cabo con y sin sustancias fisiológicas, para comparar los resultados obtenidos en estas dos condiciones. Posteriormente, se determinarán los espectros Raman de los adipositos derivados de los fibroblastos. Si no es posible la determinación de los espectros Raman de forma directa, se utilizará técnica SERS, que permite tener mayor sensibilidad y selectividad.

Indicadores de desempeño

A continuación, se mencionan los productos del grupo desde el año 2022 a la fecha.

a. Libros

1. Caupolicán Muñoz Gamboa, **Donaciano Jiménez Vázquez**. TITULO: Los Sistemas Electrónicos de la Instrumentación Biomédica. Publicación: mayo 2022. Editorial: CBI UAM
2. **Bautista León Miguel Ángel, Vidal Rosado Jacqueline**. Problemas de Circuitos Eléctricos. Publicado en Diciembre de 2023.
3. Vidal Rosado Jacqueline. Arbitraje de libro "Análisis de sistemas de medición de señales bioeléctricas". Noviembre de 2024.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA –
IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



b. Proyectos Terminales

1. Donaciano Jiménez Vázquez. Proyecto Terminal. Desarrollo, Diseño e Implementación de un Sistema Mínimo de Radiocirugía Con Transistores Bipolares Para Radiofrecuencia. Alumna: Brenda Carreola Morales, Licenciatura Ingeniería Biomédica. Abril 2022.
2. Donaciano Jiménez Vázquez. Proyecto terminal. Inversor de corriente de alta eficiencia. Alumno: Bautista Girón José Antonio. Licenciatura Ingeniería Electrónica, Febrero 2024.
3. Donaciano Jiménez Vázquez. Proyecto terminal. Desarrollo e Implementación de una Pantalla Touch Screen Para Equipos de Electrocirugía. Octubre 2024, licenciatura Ingeniería Biomédica.
4. Donaciano Jiménez Vázquez. Proyecto terminal. Diseño y construcción de un vectocardiógrafo. Alumnos: Castañeda Ramírez Joel Alberto, Cruz Grande Carlos Miguel, Licenciatura Ingeniería Biomédica. Noviembre 2024.
5. Donaciano Jiménez Vázquez. Proyecto terminal. Generación de señales de corte y coagulación mediante técnicas de electrónica básica. Alumna: Marina Jazmín Romero Latisnere, Mayo 2025, Licenciatura Ingeniería Biomédica.
6. Donaciano Jiménez Vázquez. Proyecto terminal. Estación De Poder Portátil. Alumnos: Alcacio Hernández Ezequiel, Flores Sánchez Yenifer, Ramírez Merino Osvaldo. Enero 2025. Licenciatura Ingeniería Electrónica.
7. Donaciano Jiménez Vázquez. Proyecto terminal. Diseño de electro coagulador portátil de baja potencia, dirigido a cirugías menores y procedimientos veterinarios y odontológicos. Alumnos: Daniela Cleris García, Ángel Mauricio Velasco Salazar, Agosto 2025.

c. Asesoría de Servicio Social

1. Donaciano Jiménez Vázquez. Alumna: Aura Gabriela Estrada Madariaga, septiembre 2022, licenciatura en Ingeniería Biomédica.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA –
IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



2. Donaciano Jiménez Vázquez. Alumno: Juan Manuel Surian Matus, Octubre 2022. Licenciatura Ingeniería Electrónica.
3. Donaciano Jiménez Vázquez. Alumna: Bárbara Cortés de la Rosa, febrero 2024. Licenciatura Ingeniería Electrónica.
4. Donaciano Jiménez Vázquez. Alumnos: Héctor Miguel Martínez García, Jiménez Flores Juan Marcos, Villa Pérez José Alfredo. Septiembre 2023. Licenciatura Ingeniería Electrónica.
5. Donaciano Jiménez Vázquez. Alumna: Bárcenas Montes Ariadna Alejandra, agosto 2024. Licenciatura Ingeniería Biomédica.
6. Donaciano Jiménez Vázquez. Alumna: Jiliany Azul Flores Almaraz, febrero 2025, licenciatura Ingeniería Biomédica.
7. Donaciano Jiménez Vázquez. Alumna: Marina Jazmín Romero Latisnere, Abril 2025, licenciatura Ingeniería Biomédica.
8. Donaciano Jiménez Vázquez. Alumno: Edgar Adrián Ríos González, Julio 2025. Licenciatura Ingeniería Electrónica.
9. Donaciano Jiménez Vázquez. Alumna: Durán Negrete Stephanie Yazmin, enero 2025, licenciatura Ingeniería Biomédica.
10. Donaciano Jiménez Vázquez. Alumnos: Trejo Tenorio Bryan, Diego Armando De la Cruz Cortes, Oscar Humberto Agustinián Pérez, Licenciatura Ingeniería Electrónica. Por la licenciatura de Ingeniería Biomédica Daniela Cleris García. Octubre 2025.

d. Financiamiento

1. Aprobación de propuesta de proyecto PEAPDI 2024. Proyecto: Rango de frecuencia válido para la medición en los sensores del dispositivo de monitoreo de calidad del agua. apoyo presupuestal de \$100,000.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA –
IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



e. Participación Universitaria

1. Donaciano Jiménez Vázquez. Coordinador de los Laboratorios de Docencia de Ingeniería Electrónica desde Octubre de 2015 a la fecha (2025).

Duración del proyecto

Indefinida

Resumen de cambios

Se actualiza nombre del proyecto registrado ante el Consejo Divisional a “Instrumentación Médica Electrónica” para que coincida con el nombre asignado en el sistema de gestión presupuestal con clave 12702020.

Se actualiza la lista de integrantes para eliminar a los profesores Agustín Suárez Hernández y Caupolicán Muñoz Gamboa, que se jubilaron en los años 2023 y 2024 respectivamente.

.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Ciudad de México, 23 de febrero de 2026.

Monitoreo fetal anteparto mediante fonografía abdominal

Palabras Clave

Fonografía y electrocardiografía abdominal; separación ciega de fuentes; seguimiento fetal, sonidos cardiacos, intervalos sistólicos.

Responsable(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dra. Aída Jiménez González (AJG)	Tiempo Completo

Participante(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dra. María del Rocío Ortiz Pedroza (MROP)	Tiempo Completo

Área responsable

Área: Ingeniería Biomédica
Departamento: Ing. Eléctrica
División: Ciencias Básicas e Ingeniería



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Objetivos generales y particulares

Objetivo general

- En colaboración con el Laboratorio de Ingeniería de Fenómenos Fisiológicos Perinatales, ampliar el conocimiento sobre el embarazo y el desarrollo perinatal, desde la perspectiva de la ingeniería biomédica y la fisiopatología, con el propósito de contribuir a los esquemas de vigilancia materno-fetal e infantil.

Metas particulares

Generar y evaluar métodos no invasivos para el seguimiento fetal a través de la investigación de los siguientes fenómenos:

- a) Electrocardiograma abdominal
- b) Fonograma abdominal
- c) Sonidos cardiacos e intervalos sistólicos

Descripción del proyecto

Antecedentes

Un problema reconocido en el ámbito del monitoreo fetal anteparto es el bajo desempeño de los métodos tradicionalmente usados en la clínica para evaluar el bienestar fetal (i.e., la calidad de oxigenación fetal), definir si un embarazo debe ser clasificado como de bajo o alto riesgo y, en consecuencia, establecer el mejor tratamiento a seguir. En los últimos 50 años esto se ha reflejado en una muy pequeña reducción en el porcentaje de muertes fetales, siendo el grupo clasificado como de bajo riesgo el caso en que la mayoría de las pérdidas fetales “inesperadas” se presenta. Esta situación ha llevado a pensar que los problemas de identificación del riesgo fetal pueden deberse a factores como error humano, el posible desconocimiento de ciertos mecanismos fisiológicos involucrados en la respuesta fetal a la hipoxemia o incluso la falta de sensibilidad en las herramientas de diagnóstico. En cualquier caso, esto ha indicado que aún a la fecha es necesario trabajar en métodos que coadyuven a la identificación correcta de fetos en riesgo, especialmente en aquellos embarazos que aparentan ser de bajo riesgo.

En un intento por incrementar la eficiencia en las herramientas de diagnóstico, y considerando que un feto puede pasar a un estado hipoxémico riesgoso en cualquier etapa del embarazo, se han destinado esfuerzos hacia el monitoreo a largo-plazo de parámetros



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



fisiológicos sensibles al nivel de oxigenación fetal. Dichos parámetros, conocidos como la frecuencia cardíaca fetal (FCF), los movimientos “respiratorios” fetales (MRF), y los movimientos corporales fetales (MF), pueden medirse en forma no-invasiva mediante el uso de transductores pasivos que detectan señales bioeléctricas (electrocardiografía abdominal), biomagnéticas (magnetocardiografía abdominal) o sonoras (fonografía abdominal).

Con esta idea en mente, y con el propósito de estudiar ampliamente el desarrollo fetal y de valorar la condición materno-fetal, en el Laboratorio de Ingeniería en Fenómenos Fisiológicos Perinatales (LIFFPper) – del cual formo parte– se han enfocado los esfuerzos en la generación y evaluación de métodos no-invasivos que permitan estudiar parámetros como la FCF, los sonidos cardíacos fetales, los MRF, los MF, y la actividad electromiográfica uterina.

En particular, este proyecto se ha enfocado en el análisis del fonograma y del electrocardiograma abdominales, señales obtenidas de forma pasiva al colocar un transductor sensible sobre el abdomen materno y que permiten el acceso no-invasivo a parámetros fisiológicos fetales de interés como la FCF latido-a-latido (cuyas variaciones son la respuesta fetal más temprana a la hipoxemia y reflejan la madurez de sistema nervioso autónomo fetal), los MRF y MF, los sonidos cardíacos fetales (cuya morfología refleja el estado de las válvulas cardíacas fetales y sus eventos de cierre y apertura durante el ciclo cardíaco y cuyas características espectrales y energéticas parecen depender de la madurez cardíaca fetal) y, recientemente, de los intervalos sistólicos (que son indicadores de la contractilidad cardíaca), pero completamente enmascarados por interferencias maternas y ambientales cuyas características en amplitud y frecuencia dificultan que los métodos tradicionales de procesamiento de señales extraigan información fetal confiable (Jiménez-González & James 2009, Jiménez-González & James 2013). El principal problema de estos métodos, desde el punto de vista de este proyecto, es que al enfocarse en la extracción de un solo parámetro mediante el uso de criterios rígidos, son poco adaptables a las variaciones que naturalmente caracterizan a las señales biológicas (ya sea entre sujetos o a lo largo del tiempo) y desaprovechan la riqueza de información fisiológica existente en las mismas.

Alternativamente, este proyecto considera al fonograma y al electrocardiograma abdominales como una combinación de señales de interés que, al provenir de diferentes fuentes (e.g., materna, fetal o ambiental), serían estadísticamente independientes. De esta manera, al asumir independencia estadística en los componentes de las señales, sería posible “separarlos” por medio del análisis por componentes independientes (ICA, por sus siglas en inglés), pero adecuado para trabajar con registros con muy pocos canales. El método, basado en estadística de alto orden, ya había sido estudiado por Davies & James (2007) en registros con un solo canal (single-channel ICA, SCICA) y aplicado exitosamente



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



en la separación de los componentes de señales biomédicas como el electroencefalograma y el magnetoencefalograma, pero nunca en el fonograma o en el electrocardiograma abdominal (con pocos canales o un solo canal de registro).

Objetivo particular

Extraer información confiable para evaluar el bienestar fetal mediante el uso de SCICA (e ICA espaciatiempo, o STICA por sus siglas en inglés) como métodos alternativos para la descomposición del fonograma y del electrocardiograma abdominales.

Observaciones

Resultaría ahora conveniente para esta línea de investigación aumentar su difusión para involucrar a más estudiantes de licenciatura y posgrado. Además, estamos considerando la conveniencia de incorporar aspectos específicos relacionados con la docencia alrededor de esta temática, tales como la evaluación de tecnología médica en áreas críticas en general y para la atención perinatal en particular. Al respecto, ya se tienen vínculos y colaboraciones con diversas instituciones y entornos clínicos. Sin embargo, nos ha resultado difícil satisfacer la dedicación que demandan estas colaboraciones porque, entre distintas razones, nuestra participación y compromiso en otras actividades de la Institución ha sido extensa y recurrente en el trienio reciente y con anterioridad (ver Indicadores).

Indicadores de desempeño

a. Artículos de Investigación

1. Aída Jiménez-González and Usiel Salas-Márquez. "Time-frequency characteristics of the vibrations underlying the first fetal heart sound: A preliminary study", Medical and Biological Engineering and Computing, 2023, pp. 739-756. DOI: 10.1007/s11517-022-02756-0

b. Formación de recursos humanos

i. Maestría en Ingeniería Biomédica:



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



1. “Extracción de parámetros tiempo-frecuencia-energía del primer sonido cardiaco fetal”. Salas Márquez Usiel, 2022.

ii. Licenciatura en Ingeniería Biomédica:

1. “Reducción automática de artefactos en el EEG de ratones para la generación del hipnograma”. Hodwar Uriel Izquierdo Boyzo. Proyecto terminal en proceso.
2. “Separación ciega de los componentes valvulares de los sonidos cardiacos S1 y S2”. Pulido Reséndiz Amelia Edith. Proyecto terminal en proceso.
3. “Segmentación automática del ECG para detección del segmento S-T y del pico de la onda T”. Palma Rodríguez Antonio. Proyecto terminal, 2024.
4. “Detección de la apertura y cierre de la válvula aórtica mediante procesamiento digital de simulaciones de imágenes ecocardiográficas en modo M”. Pulido Campos Óscar Alejandro. Proyecto terminal, 2023.
5. “Etiquetado automático del EEG para la generación del hipnograma de ratones mediante la técnica de entropía”. Osorio Guzmán Braulio Rafael. Proyecto terminal, 2023.
6. “Efecto del número y posición de electrodos en la extracción del ECG fetal a partir del ECG abdominal”. Acosta Guevara Kenia Indayeli. Proyecto terminal, 2022.

c. Preservación y difusión de la cultura

1. “Disección computacional del LUB-DUB, el mensaje sonoro que genera el corazón en cada latido”. Aída Jiménez González. Lunes en la Ciencia. UAM-Iztapalapa. Ciudad de México, México, 2025.
2. “Seguimiento cardiaco mediante monitoreo electroacústico y estadística de alto orden: una propuesta metodológica”. Aída Jiménez González. En el marco de las Jornadas del 70 aniversario de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México, 2025.
3. “Aportaciones de la ingeniería biomédica: Seguimiento eléctrico y acústico del bienestar fetal”. Aída Jiménez González. Contactos, Revista de Educación en Ciencia e Ingeniería, 13: 103-114, 2024.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



4. “Identificación computarizada del cierre de las válvulas cardiacas a partir de los sonidos cardiacos S1 y S2”. Amelia Edith Pulido Reséndiz y Aída Jiménez González. XXVIII Simposio del Departamento de Ciencias de la Salud, UAM-Iztapalapa. Ciudad de México, México, 2023.
5. Cardoso Martínez, Facundo Rivera Becerril, Montserrat Alvarado González, Aída Jiménez González, César Romero Rebollar y Mario A. de Leo Winkler. “Novedades científicas desde la Universidad Autónoma Metropolitana”. Revista de la Academia Mexicana de Ciencias, 2023, 74(3): 88-95.
6. “En camino a la recuperación a ciegas de información para el seguimiento de la condición cardiaca fetal: Una metodología para señales fonoelectrocardiográficas”, 2023. Aída Jiménez González. Seminario de Ingeniería Biomédica, Departamento de Ingeniería Eléctrica, UAM-Iztapalapa, Ciudad de México, México.
7. Aída Jiménez González, Juan Manuel Cornejo Cruz, José Rafael Godínez Fernández, Jesús Alfonso Martínez Ortiz, Enrique Luis Hernández Matos, Norma Castañeda Villa y Pilar Granados Trejo. Área de investigación en Ingeniería Biomédica: Historia de nuestros laboratorios de investigación. Contactos, Revista de Educación en Ciencia e Ingeniería, 127: 5-14, 2022.

d. Participación institucional

1. Miembro de la comisión del Posgrado en Ingeniería Biomédica, del 1ro. de julio de 2020 a la fecha. (AJG)
2. Jefa del Área de Ingeniería Biomédica, del 1ro. de marzo de 2022 a la fecha. (AJG)
3. Representante titular del personal académico del Departamento de Ingeniería eléctrica ante el Consejo Divisional de Ciencias Básicas e Ingeniería del 17 de abril de 2024 al 16 de abril del 2025. (MROP)
4. Miembro del comité de la licenciatura en Ingeniería Biomédica, del 2 de marzo de 2017 al 1ro. de febrero de 2023. (AJG)
5. Coordinadora de los Laboratorios de Docencia en Ingeniería Biomédica del 2 de septiembre del 2019 a la fecha (MROP)



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Duración del proyecto

10 años

Resumen de cambios

No se realizaron cambios.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Ciudad de México, 23 de febrero de 2026.

Optimización

Palabras Clave

Optimización multiobjetivo, Metaheurísticas, Redes complejas, Sustentabilidad, Programación borrosa.

Responsable(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dr. Miguel Ángel Gutiérrez Andrade, Profesor de Tiempo Completo, OIA	20 horas

Participante(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dr. Sergio Gerardo de los Cobos Silva, Profesor de Tiempo Completo, OIA.	20 horas
Dr. Pedro Lara Velázquez, Profesor de Tiempo Completo, OIA.	20 horas
Dr. Eric Alfredo Rincón García, Profesor de Tiempo Completo, OIA.	20 horas
Dr. Román Anselmo Mora Gutiérrez, Profesor de Tiempo Completo, UAM-A, Departamento de Sistemas, OIA.	10 horas
Dr. Edwin Montes Orozco, Profesor de Tiempo Completo, Universidad de las Américas Puebla.	10 horas



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Área responsable

Área: Optimización e Inteligencia Artificial (OIA)

Departamento: Ing. Eléctrica

División: Ciencias Básicas e Ingeniería

Objetivo general

Investigar y crear algoritmos de propósito general y algoritmos hechos con técnicas heurísticas para problemas de optimización que surgen en diferentes ramas del conocimiento como ingeniería, economía, etc., y que pertenecen a la clase NPCCompleta.

Objetivos particulares

- Desarrollar modelos de optimización con aplicaciones en áreas como economía, diseño de zonas, coloración robusta, rutas de vehículos, entre otras.
- Ampliar la gama de investigación en los métodos de optimización.

Descripción del proyecto

Los métodos de optimización abordan cada vez un mayor número de aplicaciones en diversos campos del conocimiento. Tanto en ingeniería como en economía, geografía, etc., con frecuencia se presentan situaciones que pueden analizarse como un problema de optimización donde el compromiso entre la solución y sus costos se resuelve mediante la aplicación de técnicas como programación lineal, programación cuadrática, modelos multiobjetivo, o métodos novedosos como los heurísticos.

Los problemas de optimización se dividen de manera natural en dos categorías: problemas de optimización con variables continuas y problemas de optimización con variables discretas, también llamados problemas de optimización combinatoria. En los problemas de tipo continuo se busca la solución sobre un conjunto de números reales con ciertas propiedades de continuidad y generalmente de convexidad; en los problemas de optimización combinatoria se busca la solución sobre un conjunto finito o infinito numerable de objetos para los que se pueda definir una función que evalúe la “calidad” de cada objeto. Ambos tipos de problemas presentan retos diferentes y los métodos que se utilizan para resolverlos son diversos.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Durante años se han desarrollado esfuerzos para resolver problemas de optimización combinatoria. Hay problemas para los que existen algoritmos rápidos y eficientes como los de programación lineal, flujo en redes, acoplamiento, etc. Sin embargo, existen muchos problemas de optimización combinatoria para los que no se conocen algoritmos eficientes que los resuelvan cuando el tamaño del problema es de mediana o gran escala, por ejemplo, el problema del agente viajero, el problema de asignación cuadrática, el problema de particionamiento, etc. Este tipo de problemas tienen más de 60 años de ser atacados, en la mayoría de los casos, por algoritmos desarrollados especialmente para el problema específico, y usando una diversidad de técnicas tales como planos de corte, ramificación y acotamiento, enumeración implícita, programación dinámica, relajación lagrangeana, etc., o combinaciones de las técnicas antes mencionadas. Sin embargo, no se ha podido dar soluciones eficientes. Asimismo, existe la necesidad de desarrollar métodos de aplicaciones generales y flexibles para problemas de optimización combinatoria que obtengan soluciones en tiempo razonable.

A la fecha no se conocen algoritmos que resuelvan en tiempo polinomial los problemas de optimización en la clase NP-Dura. Es por esto, que en las últimas décadas se ha trabajado en el desarrollo de algoritmos de tipo heurístico para resolver instancias grandes de problemas que pertenecen a esta clase. Estos algoritmos no necesariamente encuentran la mejor solución al problema, pero en general se pueden obtener “buenas” soluciones cuando se aplican; aquí se entiende “buena” solución en términos de cercanía al valor óptimo. La ventaja principal de esta clase de algoritmos es que son rápidos y se ejecutan en tiempo polinomial.

Un proyecto de investigación en el tema permitirá explorar las alternativas de la manera de optimizar un problema bajo diferentes condiciones de restricción y limitantes.

Indicadores de desempeño

	2022	2023	2024
Artículos de investigación	2	3	8
Artículos de divulgación			3
Memorias	1		
Alumnos (licenciatura)	0	2	1
Alumnos (maestría)	1	1	1
Alumnos (Doctorado)	2		1
Arbitraje de artículos		1	
Organización de eventos de divulgación		1	3



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Duración del proyecto

Indefinida.

Resumen de cambios

No se hicieron modificaciones.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Ciudad de México, 23 de febrero de 2026.

Reconocimiento de Patrones

Palabras Clave

Aprendizaje maquina, clasificadores, agrupamiento, aprendizaje profundo, aplicaciones.

Responsable(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dra. Fabiola Martínez Licona, Profesora de Tiempo Completo, OIA	20 horas

Participante(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
M.C. Alma Edith Martínez Licona, Profesora de Tiempo Completo, OIA	5 hrs
Dr. Juan Carlos Axayacatl Morales Guadarrama, Profesor de Tiempo Completo, CI3M	5 hrs
Dr. Raúl E. Molina Salazar, Profesor de Tiempo Completo, Departamento de Economía	3 hrs

Área responsable

Área: Optimización e Inteligencia Artificial (OIA)

Departamento: Ing. Eléctrica



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Objetivo general

Generar y/o aplicar conocimiento en las distintas áreas del reconocimiento de patrones.

Objetivos particulares

- Formar recursos humanos de alta calidad en reconocimiento de patrones, a nivel licenciatura, maestría y doctorado, para hacer frente a la demanda en el mercado laboral y académico.
- Investigar y proponer técnicas para aprendizaje supervisado y no supervisado.
- Utilizar, evaluar y desarrollar técnicas de reconocimiento de patrones para problemas de clasificación y agrupamiento aplicados a problemas específicos.
- Diseminar el conocimiento generado y la experiencia obtenida, participando en eventos especializados y publicando resultados en revistas de alto impacto académico.

Descripción del proyecto

A partir del estudio de las técnicas de reconocimiento de patrones basadas en aprendizaje maquina, se desarrollarán metodologías para las diferentes aplicaciones a través de las siguientes actividades:

- Actualización del estado del arte sobre reconocimiento de patrones.
- Desarrollo e implementación de algoritmos para el reconocimiento de patrones.
- Desarrollo, implementación y aplicación de las técnicas de reconocimiento de patrones a problemas específicos.
- Participación con otras áreas y/o grupos de investigación que desarrollan técnicas de reconocimiento de patrones.
- Participación en la formación de recursos humanos en las maestrías y doctorados de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.
- Desarrollo y publicación de trabajos especializados de investigación y difusión.
- Desarrollo de material didáctico alrededor de los temas de reconocimiento de patrones.
- Asistencia a eventos especializados de alto impacto y participación en diferentes foros de difusión.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Indicadores de desempeño

	2022	2023	2024
Artículos de investigación	1	1	3
Artículos de divulgación	2	1	5
Memorias	3		2
Alumnos (licenciatura)	6	1	2
Alumnos (maestría)	1		
Arbitraje de artículos		11	8
Organización de eventos de investigación		1	3

Duración del proyecto

Indefinida.

Resumen de cambios

No se hicieron modificaciones.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Ciudad de México, 23 de febrero de 2026.

Procesamiento de señales biomédicas

Palabras Clave

Señales electroencefalográficas, señales cardiovasculares, señales cardiorespiratorias, análisis lineal y no-lineal, análisis univariado y multivariado, filtrado adaptable, representación tiempo-frecuencia.

Responsable(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dr. Angel Tomás Aljama Corrales, Profesor de Tiempo Completo, área PDSIB	10 horas
Dr. Joaquín Azpiroz Leehan, Profesor de Tiempo Completo, área PDSIB	10 horas

Participante(s)

Nombre	Horas a la semana
Dra. Norma Pilar Castellanos Ábrego, Profesora de Tiempo Completo, área PDSIB	10
Dra. Sonia Charleston Villalobos, Profesora de Tiempo Completo, área PDSIB	10
Dr. Alejandro Guzmán De León, Profesor de Tiempo Completo, área PDSIB	10



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Nombre	Horas a la semana
Dr. Juan Ramón Jiménez Alaniz, Profesor de Tiempo Completo, área PDSIB	10
M. en C. Alfonso Martínez Martínez, Profesor de Tiempo Completo, área PDSIB	10
Dra. Verónica Medina Bañuelos, Profesora de Tiempo Completo, área PDSIB	10
Dr. Juan Carlos Axayácatl Morales Guadarrama, Profesor de Tiempo Completo, área PDSIB	10
Dra. Martha Refugio Ortiz Posadas, Profesora de Tiempo Completo, área PDSIB	10
M. en I. B. Oscar Yáñez Suárez, Profesor de Tiempo Completo, área PDSIB	10
Dra. Raquel Valdés Cristerna, Profesora de Tiempo Completo, área PDSIB	10

Área responsable

Área: Procesamiento Digital de Señales e Imágenes Biomédicas (PDSIB)

Departamento: Ing. Eléctrica

División: Ciencias Básicas e Ingeniería

Objetivos generales y particulares

Objetivo general

- Desarrollo de sistemas de análisis en los campos de la neurología, la cardiología y el sistema respiratorio, entre otros, mediante el procesamiento de señales que permita un mejor entendimiento de los fenómenos fisiológicos involucrados en los diferentes sistemas del cuerpo humano en sujetos sanos y en sujetos con alteraciones patológicas.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Objetivos particulares

- Procesamiento de señales en y fuera de línea.
- Aplicación del procesamiento lineal y no lineal de señales.
- Aplicaciones del procesamiento univariado y multivariado.
- Colaborar con investigadores de otras instituciones nacionales e internacionales para el análisis de señales biomédicas.

Descripción del proyecto

El procesamiento de señales es una disciplina que se relaciona con la extracción y la manipulación de la información presente en diversas variables físicas que en general son variantes con el tiempo o con el espacio, como por ejemplo, las producidas por el cuerpo humano. Aun y cuando en el campo del procesamiento de señales ha existido un desarrollo importante, es vigente la necesidad del desarrollo y la aplicación de algoritmos eficientes para la extracción y la caracterización óptima de la información asociada con los diferentes sistemas fisiológicos de un sujeto sano o con alteraciones patológicas. Se espera que la extracción y caracterización óptima de la información conlleven a un mejor entendimiento de los fenómenos fisiológicos involucrados. El avance del conocimiento ha permitido evolucionar del procesamiento de señales unicanales a multicanales, de señales deterministas a señales estocásticas y caóticas, del procesamiento lineal al no lineal, de la extracción de información en el dominio de la frecuencia al dominio del tiempo-frecuencia, etc. Los miembros del área de PDSIB se han especializado en diversas técnicas del procesamiento de señales como el procesamiento adaptable, la estimación espectral, las representaciones tiempo-frecuencia, el procesamiento no lineal como análisis de fluctuaciones y la dinámica simbólica, entre otras. Mediante el procesamiento de señales se pretende resolver problemas en campos de investigación como la neurología, el sistema respiratorio y el desarrollo de interfaces cerebro-computadora, entre otros. El proyecto de investigación “Procesamiento de señales biomédicas” del Área de Procesamiento Digital de Señales e Imágenes Biomédicas contempla realizar investigación básica y aplicada así como el desarrollo y adaptación de tecnología médica.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Indicadores de desempeño

Componente	Productos de trabajo	Cantidad
Investigación	Artículos indizados	Uno por año
	Artículos in extenso	Uno por año
	Presentaciones en congresos	Una por año
Docencia	Alumnos de licenciatura	Uno por año
	Alumnos de posgrado	Uno por año
Vinculación	Convenios patrocinados	Uno cada 3 años

Duración del proyecto

Indefinida

Resumen de cambios

La lista de participantes ya no contiene el nombre del Dr. Emilio Sacristán Rock por motivo de jubilación.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Ciudad de México, 23 de febrero de 2026.

Procesamiento y síntesis de imágenes médicas

Palabras Clave

Imagenología médica anatómica y funcional, Procesamiento de imágenes, Análisis y síntesis de imágenes, Inteligencia Artificial aplicada a imágenes, Procedimientos médicos asistidos por imágenes

Responsable(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dra. Raquel Valdés Cristerna, Profesora de Tiempo Completo, área PDSIB	10 horas

Participante(s)

Nombre	Horas a la semana
Dr. Angel Tomás Aljama Corrales, Profesor de Tiempo Completo, área PDSIB	10
Dr. Joaquín Azpiroz Leehan, Profesor de Tiempo Completo, área PDSIB	10
Dra. Norma Pilar Castellanos Ábrego, Profesora de Tiempo Completo, área PDSIB	10
Dra. Sonia Charleston Villalobos, Profesora de Tiempo Completo, área PDSIB	10



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Nombre	Horas a la semana
Dr. Alejandro Guzmán De León, Profesor de Tiempo Completo, área PDSIB	10
Dr. Juan Ramón Jiménez Alaniz, Profesor de Tiempo Completo, área PDSIB	10
M. en C. Alfonso Martínez Martínez, Profesor de Tiempo Completo, área PDSIB	10
Dra. Verónica Medina Bañuelos, Profesora de Tiempo Completo, área PDSIB	10
Dr. Juan Carlos Axayácatl Morales Guadarrama, Profesor de Tiempo Completo, área PDSIB	10
Dra. Martha Refugio Ortiz Posadas, Profesora de Tiempo Completo, área PDSIB	10
M. en I. B. Oscar Yáñez Suárez, Profesor de Tiempo Completo, área PDSIB	10

Área responsable

Área: Procesamiento Digital de Señales e Imágenes Biomédicas (PDSIB)

Departamento: Ing. Eléctrica

División: Ciencias Básicas e Ingeniería

Objetivos generales y particulares

Objetivo general

- Adquisición, síntesis y análisis de imágenes para generar información que apoye el diagnóstico médico e investigación en las áreas médicas y biológicas.

Objetivos particulares



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



- Desarrollar métodos computacionales y algoritmos para analizar y cuantificar información de imágenes biomédicas.
- Colaborar con investigadores en el campo del procesamiento de imágenes de otras instituciones nacionales e internacionales, tanto de educación superior, investigación o del Sector Salud, para el análisis y visualización de la información de problemas de investigación biomédicos.
- Desarrollar herramientas robustas, tanto en hardware como en software, para el análisis y evaluación de imágenes médicas.
- Transferir aplicaciones de métodos y técnicas de procesamiento para la solución de necesidades específicas en instituciones de salud y centros de investigación.

Descripción del proyecto

Los avances en la tecnología médica en el campo de la imagenología son constantes, esto ha permitido que las instituciones de salud generen imágenes médicas para fines clínicos o de investigación en una cantidad y diversidad de modalidades muy extensas. La cantidad de información que el personal médico tiene a su alcance es formidable, por lo que es indispensable la asistencia de métodos automáticos de tratamiento de las imágenes para la recuperación de información, para la detección temprana de diversas condiciones médicas o bien, para el seguimiento médico de algún tratamiento o condición de salud. La robustez y precisión de los métodos automáticos para asistir al diagnóstico o tratamiento son condiciones necesarias para su incorporación a la tecnología médica. En este sentido, el procesamiento de imágenes consiste en la transformación de una imagen en otra con el propósito de eliminar o resaltar algunas características, mientras que el análisis representa un paso más en el estudio de las imágenes al extraer diversos parámetros de la información espacial o espectral. La posibilidad de analizar grandes volúmenes de imágenes multimodalidad para mejorar la precisión de los métodos de diagnóstico es una de las actividades de investigación más relevantes actualmente en el campo del análisis de imágenes médicas. Finalmente, la síntesis de imágenes permite crear nuevas imágenes para evaluar el desempeño de diferentes técnicas de procesamiento o bien para representar información novedosa para los especialistas.

El proyecto de investigación “Procesamiento y síntesis de imágenes médicas” del Área de Procesamiento Digital de Señales e Imágenes Biomédicas contempla realizar investigación básica y aplicada, así como el desarrollo, adaptación y transferencia de tecnología médica. Los integrantes del área de PDSIB, con propósitos de apoyo al diagnóstico médico, han enfocado sus esfuerzos en el análisis y procesamiento de imágenes anatómicas y



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



funcionales en los campos de la neurología, cardiología, mastografía y el sistema respiratorio, entre otros.

Indicadores de desempeño

Componente	Productos de trabajo	Cantidad
Investigación	Artículos in extenso	Dos por año
	Presentaciones en congresos	Tres por año
Docencia	Alumnos de licenciatura	Dos por año
	Alumnos de posgrado	Uno por año
	Curso sobre la temática de análisis y síntesis de imágenes médicas	Uno por año
Vinculación	Convenios patrocinados	Uno cada 3 años
	Convenios de colaboración	Uno cada 3 años

Duración del proyecto

Indefinida

Resumen de cambios

Actualización de participantes

Actualización de objetivos y descripción del proyecto

Actualización de indicadores

Inclusión de términos clave



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Ciudad de México, 23 de febrero de 2026.

Desarrollo de sistemas de diagnóstico automatizado

Palabras Clave

Vector de características, clasificadores lineales y no-lineales, inferencia estadística, algoritmos de agrupamiento, reconocimiento de patrones, índices de desempeño, sistemas expertos.

Responsable(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dra. Sonia Charleston Villalobos, Profesora de Tiempo Completo, área PDSIB	10
M. en I. B. Oscar Yáñez Suárez, Profesor de Tiempo Completo, área PDSIB	10

Participante(s)

Nombre	Horas a la semana
Dra. Norma Pilar Castellanos Ábrego, Profesora de Tiempo Completo, área PDSIB	10
Dr. Joaquín Azpiroz Leehan, Profesor de Tiempo Completo, área PDSIB	10



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Nombre	Horas a la semana
Dr. Alejandro Guzmán De León, Profesor de Tiempo Completo, área PDSIB	10
Dr. Juan Ramón Jiménez Alaniz, Profesor de Tiempo Completo, área PDSIB	10
M. en C. Alfonso Martínez Martínez, Profesor de Tiempo Completo, área PDSIB	10
Dra. Verónica Medina Bañuelos, Profesora de Tiempo Completo, área PDSIB	10
Dr. Juan Carlos Axayácatl Morales Guadarrama, Profesor de Tiempo Completo, área PDSIB	10
Dra. Martha Refugio Ortiz Posadas, Profesora de Tiempo Completo, área PDSIB	10
Dr. Angel Tomás Aljama Corrales, Profesor de Tiempo Completo, área PDSIB	10
Dra. Raquel Valdés Cristerna, Profesora de Tiempo Completo, área PDSIB	10

Área responsable

Área: Procesamiento Digital de Señales e Imágenes Biomédicas (PDSIB)

Departamento: Ing. Eléctrica

División: Ciencias Básicas e Ingeniería

Objetivos generales y particulares

Objetivo general

- Generación de sistemas de diagnóstico médico automatizados que apoyen la toma de decisiones médicas en los campos de la neurología, la cardiología y el sistema respiratorio, entre otros.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Objetivos particulares

- Desarrollo de base de datos o conocimiento que contengan información de parámetros clínicos, de imagen médica y de señales biomédicas.
- Aplicación de técnicas de selección de características, de reconocimiento de patrones y de evaluación para el desarrollo de sistemas orientados al diagnóstico médico y a la investigación
- Colaborar con investigadores de otras instituciones nacionales e internacionales para el desarrollo de SDA

Descripción del proyecto

En general, los sistemas de diagnóstico automatizado (SDA) se diseñan para apoyar al médico y a otros profesionales de la salud con la tarea de toma de decisiones al realizar el diagnóstico de un paciente con base a datos clínicos, de imagen y/o fisiológicos, entre otros. En la práctica hospitalaria, la cantidad de información que se puede obtener de un paciente es cada día mayor debido a la evolución de la tecnología médica, por lo que establecer un diagnóstico de forma automatizada es una tarea compleja. En consecuencia, es relevante generar SDA para relacionar las observaciones realizadas en una valoración clínica con el conocimiento fisio-patológico e influir en las decisiones médicas con el objetivo de mejorar el cuidado de la salud. Además, los sistemas de diagnóstico automatizado han surgido cada vez con mayor fuerza intentando estandarizar técnicas de procesamiento y clasificación con el fin de apoyar las actividades clínicas y de investigación. La generación de SDA incluye tres fases: la obtención de una base de datos o conocimiento, el proceso de inferencia (PI) y la generación de formas de comunicación de resultados. El trabajo interdisciplinario entre los profesionales de la medicina y los miembros del área de PDSIB es fundamental para llevar a cabo la primera y tercera fase, mientras que el desarrollo del PI se realiza por los miembros del área de PDSIB. Para generar el PI, los miembros del área se han especializado en los conceptos y técnicas del campo del reconocimiento de patrones como las redes neuronales, las máquinas de soporte vectorial, técnicas Bayesianas, técnicas de clasificación no supervisadas, entre otras. El proyecto de investigación “Desarrollo de sistemas de diagnóstico automatizado” del Área de Procesamiento Digital de Señales e Imágenes Biomédicas contempla realizar investigación básica y aplicada así como el desarrollo y adaptación de tecnología médica.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Indicadores de desempeño

Componente	Productos de trabajo	Cantidad
Investigación	Artículos indizados	Uno por año
	Artículos in extenso	Uno por año
	Presentaciones en congresos	Una por año
Docencia	Alumnos de licenciatura	Uno por año
	Alumnos de posgrado	Uno por año
Vinculación	Convenios patrocinados	Uno cada 3 años

Duración del proyecto

Indefinida

Resumen de cambios

La lista de participantes ya no contiene el nombre del Dr. Emilio Sacristán Rock por motivo de jubilación.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Ciudad de México, 23 de febrero de 2026.

Metabolitos cuantificables por resonancia magnética en lesión de médula espinal implantada con polímero derivado del pirrol

Palabras Clave

Metabolitos, espectroscopía por resonancia magnética, lesión de médula espinal, polímero derivado del pirrol, síntesis por plasma.

Responsable(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dr. Juan Carlos Axayácatl Morales Guadarrama, Profesor de Tiempo Completo, área PDSIB	6

Participante(s)

Nombre	Horas a la semana
Diana Osorio Londoño, Profesora de Tiempo Completo	6
Dra. Yessica Heras Romero, Alumna de posdoctorado del posgrado en Ingeniería Biomédica	6
Melissa Ashley Puebla García, Alumna de licenciatura en Ingeniería Biomédica	6



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Nombre	Horas a la semana
Thania Ortega Cruz, Alumna de licenciatura en Ingeniería Biomédica	6
Dr. Roberto Olayo González, Profesor de Tiempo Completo, Departamento de Física, área de Polímeros	2
Dr. Juan Morales Corona, Profesora de Tiempo Completo, Departamento de Física, área de Polímeros	2

Área responsable

Área: Procesamiento Digital de Señales e Imágenes Biomédicas (PDSIB)

Departamento: Ing. Eléctrica

División: Ciencias Básicas e Ingeniería

Objetivos generales y particulares

Objetivo general

- Determinar los cambios fisicoquímicos por medio de la cuantificación de metabolitos in vivo en la evolución de la recuperación motora después de una lesión traumática de la médula espinal (LTME) implantada con polímero derivado del pirrol (PPPy).

Objetivos particulares

- Sintetizar PPPy por el método de síntesis por plasma.
- Implantar PPPy en la médula espinal de roedores a los que se les inducirá LTME.
- Dar seguimiento por ERM in vivo, mediante los metabolitos: Cho, Cr, NAA y m-Ins; así como sus relaciones.
- Dar seguimiento por imágenes por tensor de difusión (DTI) in vivo, mediante los biomarcadores: FA, ADC, RA, RD y tractografía.
- Estudiar la respuesta motora de los miembros afectados en murinos mediante la escala Basso-Beattie and Bresnahan (BBB).
- Analizar los datos obtenidos de recuperación motora, ERM y DTI. Desarrollar su estadística, como ANOVA, y determinar sus correlaciones.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Descripción del proyecto

La lesión traumática de médula espinal (LTME) causa una discapacidad neurológica grave, con gran repercusión médica y socioeconómica. En el mundo se estiman más de 2.5 millones de personas que viven con una LTME.

Se ha reportado el uso de diferentes tratamientos después de una LTME. La mayoría de las estrategias no han recuperado significativamente las funciones motoras o sensoriales de los sujetos.

Hemos reportado que modelos experimentales implantados con materiales derivados del pirrol sintetizados por plasma (PPPy) después de la LTME recuperan movimientos voluntarios. Estos experimentos se están desarrollando hacia su posible aplicación clínica. El uso de polímeros sintetizados por plasma derivados del pirrol para la neuro protección y la reconexión del sistema nervioso central cuenta con patentes de la UAM, aceptadas alrededor del mundo.

En este trabajo se implantará PPPy en una LTME, dando seguimiento a los sujetos con la evaluación de la respuesta motora (BBB), imágenes de resonancia magnética (IRM) y espectroscopía por resonancia magnética (ERM) in vivo. Se determinarán los cambios fisicoquímicos por medio de la cuantificación de metabolitos in vivo en la evolución de la recuperación motora después de una LTME implantada con PPPy y la determinación de sus propiedades viscoelásticas.

Se incorporarán estudiantes de la UAM-I de Licenciatura y Posgrado.

Se divulgarán los resultados obtenidos en foros y/o congresos nacionales e internacionales; los resultados a su vez permitirán la presentación de artículos de investigación sometidos en revistas internacionales con arbitraje estricto, y por supuesto la difusión de estos. Con dichos resultados se mostrará la viabilidad de dar seguimiento in vivo a la recuperación funcional mediante ERM e IRM. Además, presentar datos y herramientas que podrían expandir el uso de variables cuantitativas de IRM y ERM, como evaluación complementaria del diagnóstico clínico



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Indicadores de desempeño

Componente	Productos de trabajo	Cantidad
Investigación	Artículos indizados	Uno por año a partir del segundo año
	Presentaciones en congresos (póster)	Uno por año
Docencia	Alumnos de licenciatura	Dos por año
	Servicio social	Dos por año
	Taller	Dos en primer año. Uno a partir de segundo año
Otro	Video	Uno por año a partir del segundo año

Duración del proyecto

Indefinida

Resumen de cambios

No se hicieron modificaciones.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Ciudad de México, 23 de febrero de 2026.

Mecanismos de Calidad de Servicio para Redes de Comunicaciones Inalámbricas

Palabras Clave

Identificación de etiquetas en redes de radiofrecuencia (RFID), redes vehiculares, redes inalámbricas en malla, gestión del traspaso en redes inalámbricas, QoS en WLAN, gestión de interferencia en redes celulares.

Responsable(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dr. Víctor Manuel Ramos Ramos, Profesor de Tiempo Completo, RyT	10 hrs

Participante(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dr. Miguel López Guerrero, Profesor de Tiempo Completo, RyT	10 hrs

Área del responsable

Área: Redes y Telecomunicaciones

Departamento: Ing. Eléctrica



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Objetivos

Objetivo general

Proponer mecanismos de Calidad de Servicio para redes de comunicaciones inalámbricas.

Objetivos particulares

- Establecer marcos de referencia para dimensionar correctamente las arquitecturas y servicios en las redes de comunicación inalámbricas.
- Proponer mecanismos para gestionar la calidad de servicio (QoS, por sus siglas en inglés Quality of Service) en redes inalámbricas de comunicaciones

Descripción del proyecto

El desarrollo acelerado de las redes de comunicación, en general de Internet y en particular de las redes de comunicación inalámbricas de quinta y sexta generación (5G y 6G), requiere una gran atención de la comunidad científica, tanto en el aspecto cualitativo para el desarrollo de arquitecturas, protocolos, procedimientos de control y de prueba, como en el cuantitativo, que es indispensable para dimensionar correctamente esas arquitecturas y servicios. La evaluación de desempeño, la fiabilidad y la calidad de servicio son aspectos fundamentales en esta línea de investigación. Uno de los mayores problemas radica en la dificultad de ofrecer calidad de servicio (QoS) para aplicaciones que presentan restricciones de retardo, ancho de banda y variabilidad del retardo, debido al problema de la congestión. El protocolo TCP, utilizado en Internet y que se emplea en la sexta generación de redes inalámbricas, debe ser adaptado a estos nuevos requerimientos, principalmente en cuanto a sus mecanismos de control de flujo y congestión. Modificar el protocolo TCP es una tarea delicada; por otro lado, diferentes grupos de investigación han propuesto diversos enfoques para mejorar su desempeño. Aunque algunas ideas sugieren que todavía será posible sobredimensionar la red, este enfoque se revela peligroso, porque el sobredimensionamiento incita a que las aplicaciones consuman cada vez más recursos, y sobre todo, parece poco probable que ciertas redes de acceso, tales como las inalámbricas, puedan mejorar significativamente su desempeño. En efecto, un ejemplo en donde las redes sufrirán siempre en este aspecto es el de las redes inalámbricas. Además, en la quinta y sexta generación de las redes celulares, la congestión no se traduce en términos de variabilidad de retardo o de pérdidas de paquetes, sino en términos de interferencias y de potencias de emisión que deben incrementarse.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



En los años recientes, este proyecto se ha enfocado principalmente en estudiar y proponer mejores mecanismos de comunicación para una amplia gama de redes inalámbricas de comunicaciones. Ejemplos de ellos son la identificación de etiquetas en redes de radiofrecuencia (RFID: Radio Frequency Identification), las redes vehiculares, las redes inalámbricas en malla, la gestión del traspaso vertical y horizontal en redes inalámbricas, la provisión de mecanismos de calidad de servicio en redes WLAN (Wireless Local Area Networks) y la gestión de interferencia en redes celulares. La actualización de la actividad de este proyecto, entonces, estará enfocada en el análisis del desempeño de este tipo de redes y en la búsqueda de mejorar mecanismos para el funcionamiento de las mismas

Producción 2014-2022

La siguiente tabla muestra los resultados esperados para el trienio 2014-2022:

Componente	Productos de trabajo	Cantidad
Investigación	Artículos en revistas indizadas	9
	Artículos en memorias in extenso	10
	Presentaciones en congresos	9
	Artículos de divulgación	5
Docencia	Alumnos de licenciatura	10
	Alumnos de posgrado	8



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Indicadores de desempeño 2023-2025

La siguiente tabla muestra los resultados esperados para el trienio 2023-2025:

Componente	Productos de trabajo	Cantidad
Investigación	Artículos en revistas indizadas	2
	Artículos en memorias in extenso	2
	Presentaciones en congresos	2
	Artículos de divulgación	2
Docencia	Alumnos de licenciatura	3
	Alumnos de posgrado	2
	Desarrollos tecnológicos para apoyo a docencia	2

Indicadores de desempeño 2026-2028

La siguiente tabla muestra los resultados esperados para el trienio 2026-2028:

Componente	Productos de trabajo	Cantidad
Investigación	Artículos en revistas indizadas	3
	Artículos en memorias in extenso	1
	Presentaciones en congresos	1
	Artículos de divulgación	1
Docencia	Alumnos de licenciatura	5
	Alumnos de posgrado	3
	Desarrollos tecnológicos para apoyo a docencia	0



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Duración del proyecto

Indefinida

Resumen de cambios

Productividad 2014-2022

Indicadores de desempeño 2023-2025

Duración

Actualización en la descripción del proyecto 2026

Actualización en los Indicadores de desempeño 2026



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Ciudad de México, 23 de febrero de 2026.

Gestión semántica de recursos de información en sistemas de almacenamiento distribuido

Palabras Clave

Almacenamiento en la nube, datos abiertos enlazados, tecnologías semánticas, tecnología educativa.

Responsable(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dra. Reyna Carolina Medina Ramírez, Profesora de Tiempo Completo, RyT	10 hrs

Participante(s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dr. Ricardo Marcelín Jiménez, Profesor de Tiempo Completo, RyT	10 hrs
Dr. Leonardo Palacios Luengas, Profesor de Tiempo Completo, RyT	10 hrs

Área del responsable

Área: Redes y Telecomunicaciones
Departamento: Ing. Eléctrica



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Objetivos

Objetivo general

Establecer un marco general para el diseño y construcción de sistemas de almacenamiento distribuido, orientados por el significado, contexto y uso de sus contenidos documentales.

Objetivos particulares

- Proponer modelos para caracterizar y gestionar la naturaleza de la información (documentos, personas) al interior de una organización.
- Desarrollar una arquitectura para la construcción de sistemas de almacenamiento masivo sensibles al contenido (SASC).
- Diseminar el conocimiento generado y la experiencia obtenida, participando en eventos especializados y publicando resultados en revistas de impacto académico.

Descripción del proyecto

El almacenamiento distribuido (AD) es uno de los grandes temas emergentes de las tecnologías de la información (TI). Este surge en la intersección entre las telecomunicaciones y la computación. Las posibilidades que abre este campo de las TI son enormes, como lo reconocen las empresas del ramo, los analistas económicos y los académicos. Sin embargo, los retos que plantea son también muy complejos y representan una oportunidad no sólo para desarrollar un proyecto de investigación básica, sino que posibilita la generación y transferencia de tecnología original que contribuya a la solución de problemas nacionales. Se sabe, por ejemplo, que muchas instituciones públicas disponen de una infraestructura moderna de telecomunicaciones y cómputo que, sin embargo, está subutilizada. De poder coordinarse de forma cooperativa esta misma infraestructura les permitiría disponer de una capacidad de almacenamiento en el orden de los exabytes, sin incurrir en costos agregados. Se sabe también que cuando la información crece en volumen y en el número de usuarios que pueden beneficiarse de ella, no basta con la capacidad para almacenarla y recuperarla por un nombre. En muchos casos los usuarios buscan conceptos o ideas en documentos que ni siquiera saben si existen. Luego, se necesita clasificar y guardar los documentos a partir de criterios que reflejen un conjunto de nociones que articulan el conocimiento contenido en estos.

Hasta ahora, las diferentes soluciones de AD han abordado sólo la construcción de los niveles más bajos de lo que podría ser una incipiente arquitectura de almacenamiento. Para estos proyectos es transparente el tipo de datos con los que trabajan porque no existe ninguna función de interpretación de la información. Es el mismo caso de los switches y



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



gateways de Internet, que sólo conmutan datos sin atender al contenido del segmento que reexpiden, que puede ser una secuencia de voz o un fragmento de un mail (cuando los nuevos enfoques sugieren tratamientos distintos en cada caso). Aquí existe un área de oportunidad: en la posibilidad de plantear una arquitectura de almacenamiento “inteligente” (flexible, adaptable, escalable) para acomodarse lo mismo sobre una pequeña red local, que sobre una red WAN (Wide Area Network) y que igualmente sirva para guardar recursos de información heterogénea tanto en contenido como en formato: multimedia, artículos científicos, bases de datos, por mencionar algunos. De lo anterior, proponemos en este proyecto de investigación establecer un marco general para el diseño y construcción de sistemas de almacenamiento distribuido, orientados por el significado, contexto y uso de sus contenidos documentales que nos conduzca al diseño e implementación de una arquitectura de almacenamiento distribuido que reconozca todos los aspectos o dimensiones del problema y los jerarquice atendiendo a la complejidad de sus contenidos documentales y al nivel de agregación de la información que los soporta.

Producción 2014-2022

La siguiente tabla muestra los resultados esperados para el trienio 2014-2022:

Componente	Productos de trabajo	Cantidad
Investigación	Artículos en revistas indizadas	9
	Artículos en memorias in extenso	10
	Presentaciones en congresos	10
	Capítulos de libro/libros	9
	Artículos de divulgación	7
Docencia	Alumnos de licenciatura	36
	Alumnos de posgrado	8
	Desarrollos tecnológicos para apoyo a docencia	2
Vinculación	Proyectos con financiamiento externo	4



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Indicadores de desempeño 2023-2025

La siguiente tabla muestra los resultados esperados para el trienio 2023-2025:

Componente	Productos de trabajo	Cantidad
Investigación	Artículos en revistas indizadas	2
	Artículos en memorias in extenso	2
	Presentaciones en congresos	2
	Capítulos de libro	2
	Artículos de divulgación	2
Docencia	Alumnos de licenciatura	6
	Alumnos de posgrado	2
	Desarrollos tecnológicos para apoyo a docencia	1

Indicadores de desempeño 2026-2028

La siguiente tabla muestra los resultados esperados para el trienio 2026-2028:

Componente	Productos de trabajo	Cantidad
Investigación	Artículos en revistas indizadas	1
	Artículos en memorias in extenso	2
	Presentaciones en congresos	2
	Capítulos de libro	1
	Artículos de divulgación	1
Docencia	Alumnos de licenciatura	2
	Alumnos de posgrado	1
	Desarrollos tecnológicos para apoyo a docencia	1



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Duración del proyecto

Indefinida

Resumen de cambios

Lista de participantes

Productividad 2014-2022

Indicadores de desempeño 2023-2025

Duración

Lista de participantes 2026

Indicadores de desempeño 2026



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Ciudad de México, 23 de febrero de 2026.

Investigación y desarrollo en sistemas de monitorización, codificación, toma de decisiones, cooperación y aplicaciones para redes inalámbricas cognitivas

Palabras Clave

Redes de radios cognitivos, toma de decisiones, acceso al medio.

Responsable(s)

Nombre	Actividades principales	Tiempo de dedicación
Dr. Enrique Rodríguez de la Colina, Profesor de Tiempo Completo, (RyT)	Monitorización, codificación y toma de decisiones	18 hrs

Participante(s)

Nombre	Actividades principales	Tiempo de dedicación
Dr. Michael Pascoe Chalke, Profesor de Tiempo Completo, RyT	Localización espacial	10 hrs
Dr. Ricardo Marcelín Jiménez, Profesor de Tiempo Completo, RyT	Administración de aplicaciones distribuidas	10 hrs
Dr. Alfonso Prieto Guerrero, Profesor de Tiempo Completo, RyT	Procesamiento de señales para la monitorización	10 hrs



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Nombre	Actividades principales	Tiempo de dedicación
Dr. Víctor M. Ramos Ramos, Profesor de Tiempo Completo, RyT	'Handover' y cooperación en redes inalámbricas	10 hrs
Dra. R. Carolina Medina Ramírez, Profesor de Tiempo Completo, RyT	Aplicaciones para radios cognitivos	5 hrs
Dr. Miguel López Guerrero, Profesor de Tiempo Completo, RyT	Algoritmos MAC para radios cognitivos	5 hrs
Dr. Luis Alberto Vásquez Toledo, Profesor de Tiempo Completo, RyT	Teletráfico y redes IoT	10 hrs
Dr. Leonardo Palacios Luengas, Profesor de Tiempo Completo, RyT	Criptografía y seguridad informática	10 hrs
Ing. Mauricio L. Villaseñor, Profesor de Tiempo Completo, RyT	Desarrollo con antenas inteligentes	4 hrs

Área del responsable

Área: Redes y Telecomunicaciones
Departamento: Ing. Eléctrica

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar soluciones que permitan resolver el problema del acceso dinámico al espectro radioeléctrico en redes de radios cognitivos.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Objetivos particulares

- Estudiar las técnicas de control de acceso al medio con señales distribuidas y centralizadas.
- Estudiar las técnicas de codificación de las señales para trabajar en el modo sobre capa 'overlay' y de capa subyacente 'underlay' en radios cognitivos.
- Estudio de protocolos de enlace, red y transporte para redes de radios cognitivas.
- Estudiar Mecanismo de seguridad para establecer canales seguros considerando algoritmos criptográficos modernos.
- Diseñar diversas metodologías para la medición del desempeño de redes inalámbricas cognitivas.
- Realizar simulación para el estudio del acceso dinámico al espectro radioeléctrico y para la codificación de las señales transmitidas.
- Realizar experimentación que permita el análisis para el estudio del acceso dinámico al espectro radioeléctrico y para la codificación de las señales transmitidas.
- Desarrollar una propuesta de un sistema de radio cognitivo con la implementación de un banco de pruebas.
- Desarrollar y analizar esquemas de seguridad para confidencialidad, disponibilidad, autenticación, no repudio e integridad de la información.
- Estudiar y analizar los datos obtenidos para generar publicaciones nacionales e internacionales.
- Medir, estudiar y analizar las señales de control, que permitan resolver el acceso dinámico del espectro radioeléctrico.

Descripción del proyecto

La propuesta de investigación plantea el estudio y el análisis de sistemas inalámbricos que cuenten con capacidades de "inteligencia artificial" para la toma de decisiones basadas en la monitorización del espectro radioeléctrico, la codificación de las señales, la cooperación entre dispositivos de comunicación, seguridad de la información a través de algoritmos criptográficos modernos y las aplicaciones requeridas para sistemas de redes inalámbricas que puedan realizar tareas para garantizar la ocupación dinámica y eficiente del espectro radioeléctrico. Además, contempla estudios de la ocupación espectral en las distintas bandas de radiofrecuencia (RF) y propuestas para el acceso dinámico al espectro radioeléctrico considerando los distintos protocolos de las capas de: enlace, red y transporte del modelo internacional ISO/OSI. Actualmente existe una administración del espectro radioeléctrico que otorga licencias de uso exclusivo para operar en frecuencias fijas. Esta asignación fija de frecuencias ha provocado escasez de bandas de frecuencia libres para operar nuevos servicios. Esto se debe a que muchas bandas están reservadas para ciertos usos; pero en realidad no se utilizan. La optimización de la distribución del espectro se ha



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



planteado con el desarrollo de Radios Cognitivos 'Cognitive Radio Networks (CRN)', que es un modelo de las comunicaciones inalámbricas, en donde los dispositivos de comunicación adaptan sus parámetros de operación para comunicarse eficientemente, evitando interferencias con otros dispositivos [1]. Por este motivo existe una línea de investigación en redes de radios cognitivos que sugiere que el aprovechamiento óptimo del espectro se puede realizar si se implementan nuevas metodologías para el uso de las frecuencias [2]. Los dispositivos de CRN deben ser capaces de detectar frecuencias libres del espectro - espacios blancos- conocidos en la bibliografía en inglés como 'white spaces' y establecer la comunicación en esas frecuencias libres utilizando técnicas conocidas como acceso dinámico del espectro 'dynamic spectrum access' (DSA) [3]. Sin embargo, esta característica de las redes con capacidades cognitivas trae graves consecuencias de seguridad de la información, es por ello que se necesitan esquemas de seguridad adaptables para la protección de los datos en entornos hostiles. Las CRN están ya consideradas en los estándares de la IEEE, como por ejemplo: en el estándar 802.22 que propone el aprovechamiento de espacios libres en las frecuencias de espectro dedicadas a la televisión digital [4, 5]. La comunidad científica se beneficia directamente de esta investigación dados los retos científicos y tecnológicos que hay que superar para llevar esta línea de investigación a su madurez e implementación.

Trabajo previo relacionado

Se ha trabajado en el Área de RyT en la creación de un modelo de redes inalámbricas cognitivas que aproveche el espectro radioeléctrico por medio de un control de acceso al medio, distribuido. También se ha trabajado en un programa de simulación que permita el estudio de la codificación y transporte de datos en este tipo de redes. Ejemplos de publicaciones relacionadas al tema propuesto donde han participado miembros del Área:

Nov. 2014 Laura Méndez Martínez, **Enrique Rodríguez-Colina**, **R. Carolina Medina Ramírez**, "Toma de decisiones basadas en el Algoritmo de Dijkstra - Una Solución para Radios Cognitivos -," para ser publicado en: Redes de Ingeniería, ISSN 2248-762X, Vol. 4, número 2, de los índices Latindex, y presentado en: (IX CIECT) ISBN: 978-958-44-5254-2, 2013, Bogotá, Colombia.

Nov. 2014 E. **Rodríguez-Colina**, **M. López Villaseñor**, O. Gandarilla Carrillo, "Monitorización y apuntamiento para radios cognitivos mediante dispositivos autónomos," para ser publicado en: Revista Visión Electrónica, ISSN 1909-9746, Vol. 13, año 8, enero-junio, 2014, Latindex y Ulrich, y presentado en: (IX CIECT) ISBN: 978-958-44-5254-2, 2013, Bogotá, Colombia.

Jul. 2013 Salvador Perez-Salgado, **Enrique Rodríguez-Colina**, **Michael Pascoe-Chalke**, **Alfonso Prieto-Guerrero**, "Underlay Control Channel using Adaptive Hybrid Spread Spectrum Techniques for Dynamic Spectrum Access," IEEE(SPECTS), en Toronto, Canada.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Nov. 2012 J. Hernández-Guillen, **E. Rodríguez-Colina**, **R. Marcelín-Jiménez**, **M. Pascoe Chalke**, “CRUAM-MAC: A Novel Cognitive Radio MAC protocol for Dynamic Spectrum Allocation,” IEEE (LATINCOM) en Cuenca, Ecuador

May. 2012 **Enrique Rodríguez-Colina**, **Víctor-M. Ramos-R.**, Gerardo Laguna-Sanchez, “Cross Layer Analysis for a Dynamic Spectrum Allocation System,” IEEE(WEA), en Bogotá, Colombia.

May. 2011 **E. Rodríguez-Colina**, C. Ramirez P. and C. Ernesto Carrillo A., Multiple Attribute Dynamic Spectrum Decision Making for Cognitive Radio Networks, en IEEE and IFIP (WOCN), Paris, Francia

Recursos disponibles para el desarrollo del proyecto

En el Área de Investigación de Redes y Telecomunicaciones se cuenta con equipo para hacer la monitorización del espectro y con equipo de pruebas de los algoritmos que serán diseñados durante esta propuesta. Dichos equipos fueron adquiridos bajo programas y presupuestos de proyectos adjudicados por miembros del Área. Estos proyectos fueron patrocinados principalmente por el PROMEP y por el CONACyT como se detallan a continuación.

➤ Cuerpo Académico PROMEP – S.E.P. UAM-CA-132

Sistemas de Comunicación Digital, # proyecto: 12711949, # convenio: 912038

“Monitorización del Espectro (Spectrum Sensing) Utilizando un enfoque de Redes Cognitivas Inalámbricas”, Responsable: Dr. Alfonso Prieto Guerrero y participantes: Drs. Gerardo Laguna Sánchez, Fausto Casco, Enrique Rodríguez de la Colina, Monto total: \$300,000.00, Institución que lo otorga: S.E.P. Fecha de inicio y terminación: octubre 2012 a septiembre 2014

➤ Programa de Apoyo al Profesorado PROMEP – S.E.P.

“Sistemas Inalámbricos Cognitivos” PROMEP/103.5/11/6670 UAM-PTC-288, Responsable: Dr. Enrique Rodríguez de la Colina, Monto total: \$463834.00. Institución que lo otorga: S.E.P. Fecha de inicio y terminación: septiembre 2011 a diciembre 2012

Además del equipo de cómputo que se tiene en los laboratorios del área se cuenta con:

Equipo	Cantidad	Proyecto de adjudicación
Analizador de espectros, portátil	1	Cuerpo académico PROMEP
Radios Programables (software defined radio (SDR))	4	Proyecto PROMEP
Dispositivos Android	4	Proyecto PROMEP
Equipo receptor de video satelital (banda C)	1	Proyecto PROMEP



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Infraestructura disponible

Los laboratorios del Área que se encuentran ubicados en el Edificio T tercer piso se utilizarían para la realización de este Proyecto. En algunos casos se utilizarán compartidos con otros proyectos que se realizan en el Área. Además se requiere del uso de la azotea del mismo edificio T por el uso de antenas satelitales.

Fuentes de financiamiento

Se buscará dentro de la ejecución de esta línea de investigación la continuidad de Proyectos patrocinados por la S.E.P. y por el CONACyT, además de buscar financiamiento de otras instituciones públicas y privadas.

Resultados esperados

Dentro de los resultados esperados se encuentran principalmente:

- la formación de recursos humanos en nuevas tecnologías inalámbricas a través de:
 - Tesis de Posgrado
 - Proyectos Terminales
 - Servicios sociales
 - Creación de proyectos para presentarse a inversionistas

- la generación de conocimiento científico-tecnológico comunicado a través de:
 - Revistas científicas indexadas
 - Congresos Internacionales de alto impacto en el área
 - Talleres y seminarios
 - Publicaciones de divulgación

- desarrollo tecnológico que pueda explotarse a través de:
 - prototipos innovadores
 - software de licencia libre
 - modelos de utilidad que resuelvan problemas sociales



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Indicadores de desempeño 2026-2028

Componente	Productos de trabajo	Cantidad
Investigación	Artículos en revistas indizadas	1
	Artículos en memorias in extenso	1
	Presentaciones en congresos	1
	Capítulos de libro	0
Docencia	Artículos de divulgación	1
	Alumnos de licenciatura	3
	Alumnos de posgrado	1
	Desarrollos tecnológicos para apoyo a docencia	1

Duración del proyecto

Indefinida

Resumen de cambios

Duración

Actualización del documento 2026

Lista de participantes 2026

Indicadores de desempeño 2026

Referencias



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



- [1] J. Mitola III and J. G.Q Maguire, "Cognitive Radio: Making Software Radios More Personal," IEEE Personal Communications (Wireless Communications), 1999.
- [2] I. F. Akyildiz, W. Y. Lee, M. C. Buran, and S. Mohanty, "A survey on spectrum management in cognitive radio networks," IEEE Communications Magazine, 2008.
- [3] I. F. Akyildiz, Won-Yeol Lee, and K. R. Chowdhury, "CRAHNS: Cognitive radio ad hoc networks " Ad Hoc Networks, ScienceDirect Elsevier, 2009.
- [4] C. Cordeiro, K. Challapali, D. Birru, and N. Sai Shankar, "IEEE 802.22: the first worldwide wireless standard based on cognitive radios," in First IEEE International Symposium on New Frontiers in Dynamic Spectrum Access Networks. DySPAN. 2005
- [5] S. Filin, H. Harada, H. Murakami, and K. Ishizu, "International standardization of cognitive radio systems," Communications Magazine, IEEE, 2011.
- [6] Akyildiz, I. F., W.-Y. Lee, et al. (2009). "CRAHNS: Cognitive radio ad hoc networks." AdHoc Networks 7(5): 810-836.
- [7] Akyildiz, I. F., Won-Yeol Lee, et al. (2009). "CRAHNS: Cognitive radio ad hoc networks "Ad Hoc Networks, ScienceDirect Elsevier 7: 810-836.
- [8] E. Rodriguez-Colina, C. Ramirez-Perez, et al. (2011). Multiple Attribute Dynamic Spectrum Decision Making for Cognitive Radio Networks. IEEE International Conference on Wireless and Optical Communications Networks, WOCN. France.
- [9] Filin, S., H. Harada, et al. (2011). "International standardization of cognitive radiosystems." Communications Magazine, IEEE 49(3): 82-89.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Ciudad de México, 23 de febrero de 2026.

Béleguí- Modelado matemático y simulación de una red de radios cognitivos con tecnología de última generación

Palabras Clave

Redes de radios cognitivos, sistemas de quinta generación (5G-NR), Acceso Múltiple No Ortogonal NOMA, Internet de las Cosas (IoT) y tarjetas SDR programables,.

Responsable(s)

Nombre	Actividades principales	Tiempo de dedicación
Dr. Luis Alberto Vásquez Toledo, (RyT)	Desarrollo de modelos matemáticos.	15 hrs

Participante(s)

Nombre	Actividades principales	Tiempo de dedicación
Dr. Enrique Rodríguez de la Colina	Implementación de algoritmos de gestión del espectro para redes CR.	10 hrs
Dr. Ricardo Marcelín Jiménez	Diseño de la base de datos y análisis de los datos generados por usuarios de la red CR.	10 hrs



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Nombre	Actividades principales	Tiempo de dedicación
Dr. Alfonso Prieto Guerrero	Desarrollo de los esquemas de operación de la red CR.	10 hrs
Dr. Miguel López Guerrero	Implementación de algoritmos que permitan optimizar la operación de NOMA.	10 hrs
Dr. Michael Pascoe Chalke	Estudio y elección de los dispositivos primarios y secundarios para la red CR.	10 hrs
Estudiantes: Balam Rodríguez González Jonathan Santiago Cuamatzin	Interfaz de la plataforma de simulación.	5 hrs

Área del responsable

Área: Redes y Telecomunicaciones
Departamento: Ing. Eléctrica

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar un modelo analítico para evaluar el desempeño y dimensionamiento de una red de CR, utilizando distintos esquemas de acceso al medio, que reduzca el tiempo computacional para lograr su implementación en los futuros sistemas de comunicaciones.

Objetivos particulares

1. Realizar un estudio detallado de las propuestas y soluciones para los sistemas de última generación, resaltando principalmente la técnica de Acceso Múltiple No Ortogonal NOMA y las redes de radio cognitivo.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



2. Proponer metodologías de análisis de teletráfico eficientes y matemáticamente tratables para la evaluación realista del desempeño de sistemas de comunicaciones de CR, usando cadenas de Markov.
3. Encontrar una solución de forma cerrada para la asignación óptima de recursos y comparar los tiempos computacionales para la viabilidad de implementación.
4. Proponer una arquitectura e implementar una red de radio cognitivo utilizando tarjetas de desarrollo SDRs.
5. Validar el modelo desarrollado mediante simulaciones..

Descripción del proyecto

Los nuevos sistemas de quinta generación (5G-NR) están impulsando el despliegue masivo de redes celulares y liderando el camino hacia las ciudades inteligentes del mañana. La cobertura y la confiabilidad en toda la ciudad es la clave para implementar cualquier ciudad inteligente exitosa. La tecnología inalámbrica es la clave y la única solución viable para el despliegue de toda la ciudad. Los operadores inalámbricos están implementando nuevos sistemas y procesos comerciales internos – para enfrentar los desafíos de construir y administrar una red 5G [1].

En la actualidad, las nuevas tecnologías de telecomunicaciones siguen una tendencia hacia la integración de toda clase de servicios, mediante una red global de comunicaciones. Actualmente, se pretende que dicha red tenga una accesibilidad total, es decir, que cualquier usuario pueda acceder a ella desde cualquier parte, sin estar atado a una red fija, simplemente mediante la utilización de un terminal móvil. Un informe de Wireless World Research, revela que el tráfico de datos móviles se duplica (al menos) cada año [2].

La introducción de nuevos servicios de comunicaciones con mayores requerimientos de ancho de banda y mejor calidad de servicio (QoS, por sus siglas en inglés), las exigencias de altas tasas de transmisión de datos y alta eficiencia espectral se vuelven cada vez más importantes en los sistemas de comunicaciones móviles. Un desafío importante para las nuevas tecnologías de telecomunicaciones será mejorar la eficiencia espectral para ofrecer altas velocidades de transferencia de datos a más dispositivos inteligentes. Una opción para lograr esta mejora es el uso de las redes de radio cognitivo (CR), que requieren algoritmos y protocolos para una gestión del espectro a partir de operaciones de detección, coordinación y cooperación entre los equipos terminales. Otra opción es utilizar nuevos esquemas de acceso al medio.

El espectro de radio frecuencias es un recurso limitado y que se encuentra prácticamente completamente asignado. Por la complejidad de estos sistemas, son necesarias



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



metodologías de análisis matemático precisas y de complejidad reducida para su evaluación.

Debido a la amplia gama de servicios y redes involucradas en los 5G-NR, es necesario considerar diferentes esquemas de transmisión de información en las redes futuras considerando los servicios en el Internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés). Debido a esto, modelar matemáticamente este tipo de redes es crucial para garantizar un funcionamiento adecuado de este tipo de servicios. Adicionalmente, dada la gran cantidad de información que se generará por este tipo de dispositivos autónomos, es necesario hacer un uso eficiente del espectro radioeléctrico, por lo que el concepto de radio cognoscitivo jugará un papel central en el diseño de las comunicaciones futuras.

En la primera etapa de este proyecto, nos centramos en desarrollar metodologías de análisis matemático que faciliten y reduzcan la complejidad computacional para la asignación de recursos para las nuevas tecnologías de telecomunicaciones que opere en una red de CR, utilizando nuevos esquemas de acceso al medio, garantizando la calidad de servicio en el sistema.

Estudios en esta dirección pueden generar aportaciones importantes en esta rama y apoyar la operación práctica de sistemas de comunicaciones móviles eficientes, confiables y de menor costo, accesibles a más amplios sectores de la población. Por esta razón, en la segunda y tercera etapa del proyecto, nos centramos en implementar una red de CR, utilizando nuevos esquemas de acceso al medio, mediante el uso de tarjetas SDR programables, para validar los modelos analíticos desarrollados en la primera etapa.

Recursos disponibles para el desarrollo del proyecto

Se cuenta con equipo de cómputo adquiridos bajo el proyecto PRODEP de apoyo a la incorporación de nuevos PTC (con folio: UAM-PTC-701) y el Programa Especial de Apoyo a Proyectos de Docencia e Investigación (2021) de la UAM, Iztapalapa. Además, se cuenta con la licencia institucional para el software MATLAB y acceso a la base de datos de revistas indexadas.

Infraestructura actual en la Universidad disponible para el proyecto

Los laboratorios del área (UAM-Iztapalapa) que se encuentran ubicados en el Edificio T, 3er piso, se utilizará para la realización de este proyecto. En algunos casos se utilizarán compartidos con otros proyectos que se realizan en el área. Cubículo de trabajo que cuente con una estación de trabajo (impresora y computadora con herramientas de simulación) y acceso a la base de datos de revistas indexadas.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Fuentes de financiamiento

Se cuenta con financiamiento adquirido en la convocatoria para Postulación de Proyectos de Investigación por Personal Académico de Ingreso Reciente (2024) (con clave de proyecto: 12704014) y el Programa Especial de Apoyo a Proyectos de Docencia e Investigación (2024) de la UAM-Iztapalapa.

Indicadores de desempeño

Durante el desarrollo de este proyecto se promoverá la colaboración con otros investigadores interesados en la línea de investigación descrita. El trabajo propuesto, será objeto de al menos los siguientes productos:

Año	Productos de trabajo	Cantidad
1er Año	Proyecto de servicio social para estudiantes de licenciatura en función de la existencia de posibles candidatos.	1
	Proyecto terminal (tesis de licenciatura) en función de la existencia de posibles candidatos.	1
2do año	Proyecto terminal (tesis de licenciatura) en función de la existencia de posibles candidatos.	1
	Proyecto para tesis de maestría en función de la existencia de posibles candidatos.	1
	Proyecto para tesis de doctorado en función de la existencia de posibles candidatos.	1
3er año	Publicaciones en una revista indexada en JCR.	2
	Publicación en congreso.	1
	Plataforma de simulación para evaluar el desempeño de una red de CR, con esquemas OMA y NOMA.	1



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA – IZTAPALAPA
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica



Duración del proyecto

Indefinida

Resumen de cambios

No se realizaron cambios



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Ciudad de México, 23 de febrero de 2026

SRIC: Evaluación e implementación de sistemas criptográficos para privacidad de la información en redes inalámbricas comunitarias

Palabras Clave: Redes inalámbricas, seguridad de la información, OpenWRT, seguridad en redes de bajo costo, criptografía ligera.

Responsable (s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dr. Leonardo Palacios-Luengas, profesor de tiempo completo, RyT	15 h

Participante (s)

Nombre	Tiempo de dedicación
Dr. Ricardo Marcelín-Jiménez, profesor de tiempo completo, RyT	15 h
Dr. Enrique Rodríguez-De-La-Colina, profesor de tiempo completo, RyT	10 h
Dr. Michael Pascoe-Chalke, profesor de tiempo completo, RyT	10 h
Ing. Mauricio López-Villaseñor, profesor de tiempo completo, RyT	10 h

Área del responsable

Área: Redes y Telecomunicaciones

Departamento: Ingeniería Eléctrica



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Objetivo general

Evaluar esquemas de seguridad en sistemas criptográficos para la privacidad de datos, a través del diseño e implementación de soluciones específicas aplicadas a redes inalámbricas comunitarias de bajo costo, particularmente en donde no se tenga una infraestructura tecnológica.

Objetivos particulares

- Analizar y revisar los requerimientos de seguridad de hardware y software de las redes inalámbricas de bajo costo.
- Evaluar los esquemas de cifrado asimétricos y simétricos ligeros para las redes inalámbricas de bajo costo.
- Proponer primitivas criptográficas ligeras para el desarrollo de un sistema criptográfico asimétrico y simétrico considerando requerimientos elementales como seguridad, rendimiento y costo.
- Diseñar e implementar un banco de pruebas con microcontroladores de gama baja, que permitan validar los algoritmos criptográficos que se desarrollen, así como probar su funcionamiento.
- Desarrollar y evaluar los sistemas criptográficos en la Intranet UAMI.

Descripción del proyecto

Las redes inalámbricas comunitarias (RIC) son redes de telecomunicaciones implementadas y gestionadas por comunidades locales. Tienen un gran potencial para proporcionar una serie de beneficios a las comunidades, que incluyen: acceso a la Internet, reducción de la brecha digital, fortalecimiento de la comunidad, creación de oportunidades económicas, mejora de la seguridad pública, educación y salud a través de la telemedicina. Sin embargo, las RIC plantean una serie de desafíos, entre los que se incluyen la privacidad y la seguridad, debido a que las RIC son redes abiertas que utilizan el espectro radioeléctrico que es un recurso público. Esto significa que cualquier persona con un dispositivo compatible puede conectarse a una RIC [5].

La privacidad de los usuarios es una necesidad, debido a que los datos transmitidos a través de una RIC pueden ser interceptados por personas no autorizadas. Lo anterior puede incluir, información personal como números de teléfono, direcciones de correo electrónico, expedientes médicos, información sensible en general por mencionar solo algunos ejemplos. Por otro lado, la seguridad de la RIC podría estar comprometida por accesos de personas no



autorizadas. Esto podría permitir a los atacantes acceder a los datos de la red o interrumpir su funcionamiento [6]. En la tabla 1, se muestra la taxonomía de diferentes amenazas a la que están expuestos los dispositivos inalámbricos, las cuales afectan la accesibilidad, integridad, identidad, disponibilidad, identificación y autenticación de la información.

Tabla 1. Taxonomía de las principales amenazas en las redes inalámbricas.

Categoría	Amenaza	Breve descripción
Ataques	Programa malicioso	Programas de cómputo diseñados para realizar acciones no deseadas y no autorizadas de manera ilegal en un sistema.
	Denegación de servicio (DDoS)	Un conjunto de sistemas o equipos que atacan a un único objetivo para saturarlo.
	Falsificación de dispositivos	Cuando un dispositivo ajeno a la red se hace pasar por algún otro dentro de una red.
	Ataques de privacidad	Roba información de usuarios de manera ilegal.
	Modificación de información	Alterar la información generalmente para beneficios económicos.
Intercepción	Ataque de hombre en el medio	Es un ataque de intercepción, en donde el atacante se posiciona en medio de la comunicación entre dos víctimas, haciéndoles creer que están hablando directamente entre sí.
	Intercepción de información	Intercepción no autorizada de los datos.
	Secuestro de sesión	Robo de conexión de datos, donde el atacante actúa como un Host legítimo para robar o eliminar los datos.
	Obtención de información	Obtención pasiva de información sobre la red.
Caídas	Fallos de dispositivos	Amenaza de fallo del hardware.
	Fallo de sistema	Amenaza de fallo de los servicios o aplicaciones de software.
Daño	Filtrado de datos	Se revelan datos confidenciales de manera intencional.
Fallos	Vulnerabilidades de software	Los dispositivos IoT son vulnerables a causa de claves débiles, errores de software y errores de configuración.
Ataques físicos	Modificación de dispositivos	Manipulación de dispositivos utilizando sus puertos de comunicaciones abiertos.



Privacidad de los datos

La privacidad de los datos se basa en estrategias que se muestran en la Figura 1. Las técnicas de anonimización desde el punto de vista de seguridad no tienen interés criptográfico. Sin embargo, se pueden utilizar para otras necesidades como proteger base de datos o coordenadas de posicionamiento de un dispositivo. Con respecto a la criptografía asimétrica y simétrica se pueden utilizar juntas para proporcionar un alto nivel de seguridad en el cifrado de datos. La combinación de estos esquemas de cifrado se conoce como cifrado híbrido.

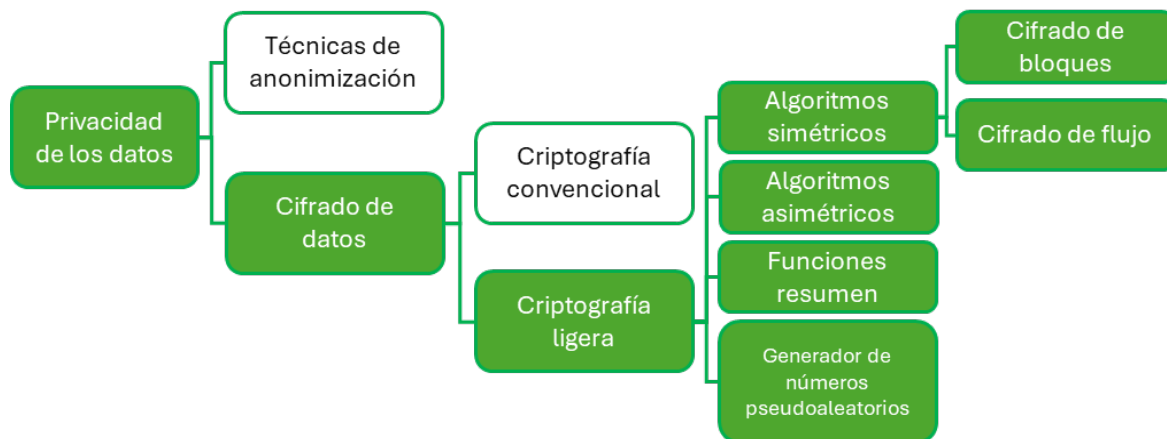


Figura 1. Soluciones para la privacidad de datos en los dispositivos de baja gama.

En la criptografía ligera se pueden aplicar diferentes mecanismos de seguridad en varias etapas de la red de comunicaciones. Con respecto a los dispositivos electrónicos, estos están experimentando un cambio significativo, ya que la mayoría de los fabricantes agregan una capa de seguridad para generar claves criptográficas, cifrado de datos y autenticación de claves [7]. Por ejemplo, la empresa “Secure Elements” realiza operaciones criptográficas en hardware, lo que permite que los algoritmos criptográficos se ejecuten de manera rápida y eficiente. Los elementos seguros también proporcionan una memoria a prueba de manipulaciones para almacenar datos criptográficos de forma segura [8]. Debido a que los microcontroladores comienzan a proporcionar operaciones criptográficas directamente en el hardware, el rendimiento de las primitivas criptográficas puede aumentar en muchos órdenes de magnitud, permitiendo que se ejecuten varias instancias del algoritmo de firma digital (DSA) de alto nivel de seguridad por segundo [9]. Por su parte ARM propone un mecanismo de hardware crítico que permite ejecuciones en un entorno de ejecución de confianza (TEE) en el que las aplicaciones esenciales pueden ejecutarse de forma segura [10].



Sistemas de cifrado en las redes comunitarias actuales

El cifrado de datos es una parte fundamental en la seguridad de las redes comunitarias, protegiendo la privacidad e integridad de la información transmitida entre usuarios y dispositivos. A continuación, se describen algunos trabajos relevantes sobre el uso de sistemas de cifrado en redes comunitarias. Por ejemplo, el cifrado de extremo a extremo (E2EE), como la red Onion que Implementa un sistema de enrutamiento anónimo y cifrado E2EE para proteger la privacidad de la comunicación online. Con respecto a Briar ofrece una aplicación de mensajería segura y descentralizada que utiliza E2EE para proteger las comunicaciones [11]. Cifrado de punto a punto (P2P) a través de FireChat, el cual permite la comunicación offline entre dispositivos móviles cercanos mediante P2EE. Con respecto Meshnet se crea una red inalámbrica local autoorganizada y segura con cifrado P2P [12]. De igual manera existen protocolos de cifrado de la capa de transporte como el HTTPS, el cual es un protocolo estándar para la comunicación segura en la web, utilizando TLS/SSL para el cifrado [13]. Las VPNs permiten la conexión segura a redes privadas a través de Internet mediante túneles cifrados. Cifrado de datos almacenados utilizando VeraCrypt código abierto se usa para el cifrado de discos duros y archivos. En similar manera BoxCryptor es un servicio de cifrado en la nube que protege los archivos almacenados en plataformas como Dropbox o Google Drive [14]. En resumen, los sistemas de cifrado son una herramienta fundamental para garantizar la seguridad y privacidad en las redes comunitarias. La elección del sistema de cifrado adecuado dependerá de las necesidades específicas de la red, como el tipo de datos que se transmite, el nivel de seguridad requerido y la facilidad de uso. Es importante destacar que la investigación en el campo de los sistemas criptográficos para redes comunitarias continúa evolucionando, con el objetivo de desarrollar soluciones cada vez más seguras y eficientes.

Caso de estudio

El sistema de privacidad de la información propuesto considera el siguiente esquema de funcionamiento similar al de las redes convencionales de comunicaciones. Una vez iniciada la conexión, y abierta la sesión, se considera el proceso para establecer el canal de comunicaciones seguro (Figura 2). Tanto el cliente (CI) y el servidor (S) generan un par de claves denominada, clave pública (K_{pu}) y privada (K_{pr}), respectivamente. (1) realiza el intercambio de las claves públicas, tanto de CI y S, (2) mediante un generador de números pseudoaleatorios se genera la clave de sesión (K_s). (3) A partir de un esquema de cifrado asimétrico se hace el cifrado de (K_s) para realizar el intercambio entre las dos entidades. (4) Entonces, el criptograma se envía por el canal de comunicaciones, por su parte el servidor descifra el criptograma. Como se puede observar en este punto, se realizó el intercambio de la K_s entre el CI y S. (5) En este proceso de la comunicación, se puede utilizar criptografía simétrica para intercambiar la información, tanto el CI y S pueden enviar información cifrada y



cada parte puede descifrar la información correspondiente. Recordemos que, el cifrado simétrico, cifra y descifra con la misma clave.

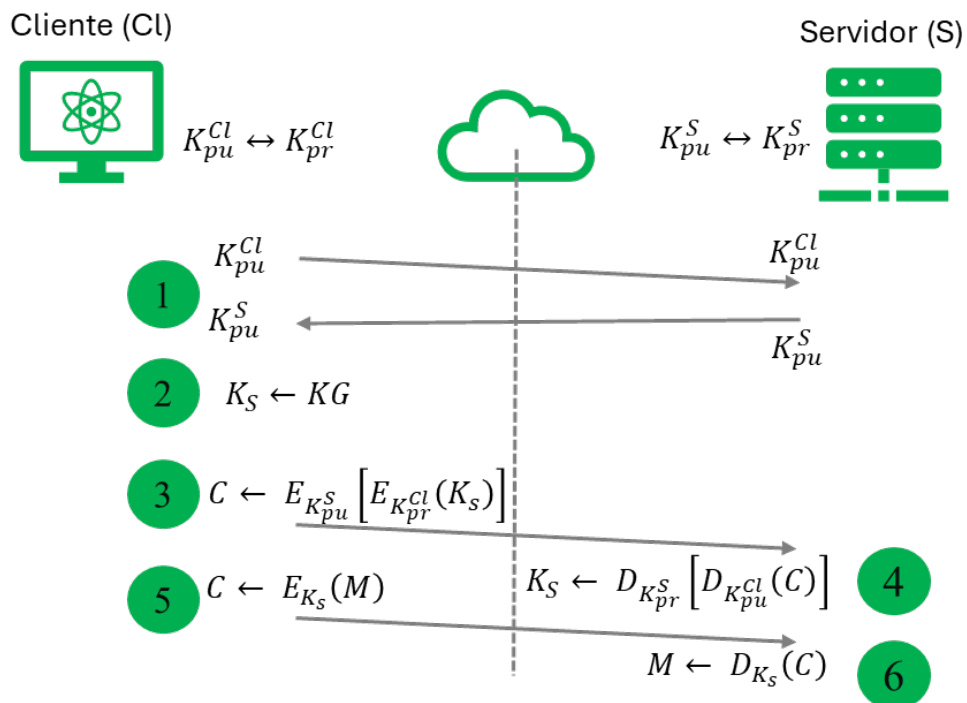


Figura 2. Esquema de cifrado híbrido propuesto.

El esquema de cifrado híbrido es considerado como la creación del canal seguro, donde inicialmente se debe compartir la una clave de sesión. La clave de sesión se debe generar a partir de un generador de número pseudoaleatorios que utiliza el sistema de cifrado simétrico.

Pregunta de investigación

¿Qué primitivas criptográficas ligeras podrán proporcionar seguridad similar que las utilizadas en las redes convencionales?

Para contestar esta pregunta tenemos que abordar las diferencias existentes entre la criptografía convencional y la criptografía ligera. Básicamente la diferencia entre estas dos criptografías es la precisión de la clave y las operaciones que se realizan [15]. En consecuencia, la criptografía convencional es más segura que la criptografía ligera debido a los tamaños de la clave. Sin embargo, de acuerdo con la tabla 1, en ambos esquemas



criptográficos se tiene algunos problemas similares de seguridad. Entonces ¿Cuáles son los problemas de los sistemas de cifrado ligero?

Al igual que los sistemas criptográficos desarrollados para la seguridad de las redes convencionales, la tecnología de bajo costo es un proceso revolucionado, se sigue explorando en los mecanismos de seguridad. Por ejemplo, la mayoría de los ataques se basan en huecos de seguridad de los esquemas criptográficos, no tanto la vulnerabilidad de los esquemas de cifrado. Por ejemplo, en la tecnología LoRaWAN, un problema de software en la limitación del contador de 16 bits en "FRMPayload" podía ser explotada para interrumpir la comunicación en redes LoRaWAN mediante la técnica de reenvío de paquetes y colisiones. Es importante tener en cuenta que este ataque se aplicaba a la versión 1.0 de LoRaWAN y se han implementado mejoras en versiones posteriores para mitigar este tipo de vulnerabilidades [16]. Otros ataques de los sistemas de cifrado ligera, se basa en que la clave de sesión permanece fija hasta que se actualice el firmware o se cambian de manera manual [17]. De igual manera, algunos sistemas criptográficos utilizan claves débiles y predeterminadas, lo cual hace una vulnerabilidad sobre el esquema de cifrado [18].

De acuerdo con lo anterior, la propuesta de este trabajo de investigación es pertinente, y conlleva la evaluación de los sistemas de cifrado simétricos y asimétricos. También, se deben considerar las siguientes acciones:

- Mejorar la seguridad del sistema de cifrado simétrico en una RIC, para ello se pueden utilizar algoritmos de cifrado robustos, los cuales son más difíciles de descifrar por ataques de fuerza bruta. Algunos ejemplos de algoritmos de cifrado robustos son AES-256 y ChaCha20 [19].
- Utilizar claves de longitud larga debido a que son más difíciles de descifrar por ataques de fuerza bruta. Se recomienda utilizar claves de al menos 256 bits.
- Implementar técnicas de autenticación, las cuales pueden ayudar a verificar la identidad de las partes que se comunican.
- Con respecto al cifrado asimétrico se pueden utilizar cifrado robustos ya que son más difíciles de descifrar por ataques de fuerza bruta. Algunos ejemplos de algoritmos de cifrado robustos son CCE y ECDSA [20].
- Utilizar claves de longitud larga de al menos 2048 bits. Además, utilizar firmas digitales para ayudar a verificar la integridad de los datos.
- También se deben implementar protocolos de seguridad robustos, los cuales incluyen medidas para proteger contra ataques comunes, como ataques de fuerza bruta, ataques de análisis de tráfico y ataques de intermediario.
- Mantener los dispositivos actualizados y educar a los usuarios sobre la Ciberseguridad. Esto puede ayudar a prevenir ataques causados por errores humanos.



En conclusión, existen una serie de técnicas que se pueden utilizar para mejorar la seguridad de los sistemas de cifrado simétricos y asimétricos en las RIC. Con base a lo descrito anteriormente, nuestra propuesta es interesante y pertinente debido a que las principales vulnerabilidades de los esquemas criptográficos se basan principalmente por defectos de diseño e implementación, entonces es importante considerar una serie de factores. En este contexto se proponen las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Puede un sistema criptográfico ligero adecuarse a las necesidades de seguridad de las redes inalámbricas comunitarias?
2. ¿Teniendo en cuenta la arquitectura de la red será posible implementar un sistema criptográfico específico a las necesidades de la red para tener un entorno seguro de los datos?
3. ¿Implementando los controles de seguridad en la RIC se pueden remediar los huecos de seguridad que se reportan en las redes IoT?

Metas

1. Realizar un análisis de los esquemas de cifrado usados en IoT que sean criptográficamente seguros de manera teórica para identificar la fortaleza de tales esquemas.
2. Revisar el protocolo de comunicación desarrollado en RIC, específicamente de la Intranet de la UAMI para conocer las posibles vulnerabilidades.
3. Proponer un banco de pruebas que permita evaluar los sistemas criptográficos y la red de comunicaciones para detectar posibles huecos de seguridad.
4. Implementar el esquema de cifrado híbrido en la Intranet UAMI, que permita validar los puntos anteriores.
5. Obtener el rendimiento de los sistemas de cifrado que se implementen en la RIC.
6. Establecer las métricas de evaluación a partir de pruebas estadísticas de Organismos internacionales sobre los criptogramas generados.
7. Publicación de los resultados en foros, revistas o congresos.

Metodología

- Para alcanzar los objetivos planteados se seguirán pasos del método científico. Además, se hará una comparación de diversas soluciones y planteamientos para su análisis, así como la selección de metodologías adecuadas basadas en la experimentación.
- Investigación: Buscará documentar toda la información necesaria para conocer el “Estado de la técnica”.



- Descriptivo: Permitirá detallar cada una de las características de las variables de interés.
- Analítico: Identificar y definir la influencia de cada una de las variables de interés en el sistema.
- Predictivo: buscará aplicar soluciones de otras situaciones al contexto de interés, y finalmente.
- Experimental: permitirá la realización de pruebas de comprobación y validez a los desarrollos y análisis efectuados.

Actividades de los participantes

Participantes	Actividad	Tiempo dedicación (h/s)
Dr. Leonardo PALACIOS-LUENGAS	Análisis y desarrollo de las primitivas criptográficas ligeras para los esquemas simétricos y asimétricos.	15
Dr. Ricardo MARCELÍN-JIMÉNEZ	Optimización de las primitivas criptográficas desarrolladas para su implementación en software.	15
Dr. Enrique RODRÍGUEZ-DE LA COLINA	Desarrollo y análisis de las pruebas estadísticas de los sistemas criptográficos desarrollados.	10
Dr. Michael PASCOE-CHALKE	Revisión de las necesidades técnicas para integración de los sistemas criptográficos en la red comunitaria, validar configuraciones y lo necesario para su funcionamiento.	10
Ing. Mauricio LÓPEZ-VILLASEÑOR	Validar las implementaciones de los esquemas criptográficos desarrollados a partir de un banco de pruebas, los cuales deben generar reportes y validar el funcionamiento con base a normas o buenas prácticas de seguridad.	10

Recursos disponibles para el desarrollo del proyecto

Se cuenta con sistemas de cómputo de uso común del área académica de redes y telecomunicaciones (RyT). De igual manera, se cuenta con una Intranet UAMI para realizar pruebas y se cuenta con paquetes computacionales de uso libre.



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Fuentes de financiamiento

Se buscará dentro de la ejecución de esta línea de investigación la continuidad de proyectos buscando patrocinadores externos. Por ejemplo, fondos LANIC-FRIDA y el CONAHCyT. Cabe destacar que la Intranet comunitaria fue beneficiada con fondos LANIC-Frida hace dos años.

Infraestructura necesaria y disponible

Se cuenta con los laboratorios del área de RyT que se encuentran ubicados en el Edificio T, 3er piso. Un cubículo de trabajo que cuente con una estación de trabajo (impresora y computadora con herramientas de simulación), así como el acceso a la base de datos de revistas indexadas de Bindani.

Pertinencia de la propuesta

Las redes inalámbricas comunitarias (RIC) son una alternativa para comunicar a poblaciones no atendidas o precariamente atendidas, inclusive en zonas rurales y/o urbanas que no cuenten con los recursos para aprovechar los beneficios de acceso a la Internet. Sin embargo, las RIC son vulnerables a una cantidad de ataques que pueden poner en riesgo la privacidad y la seguridad de los usuarios.

En la actualidad existen los siguientes problemas más comunes en las redes inalámbricas comunitarias, las cuales incluyen. Los ataques de escuchas en la red, inyección de paquetes, denegación de servicio. Debido a esta problemática, se propone un mecanismo de privacidad de los datos, a partir del cifrado de información. Esta propuesta ayudara a expandir las fronteras del conocimiento, teniendo un impacto en el desempeño de las redes de comunicación, ayudando a preservar la seguridad de los datos, mejorando la calidad de servicio para el usuario. Cabe destacar que durante el desarrollo de este proyecto se promoverá la colaboración con otros investigadores interesados en el tema. De igual manera, se buscará impulsar la generación de recursos humanos a través de estudiantes de licenciatura, maestría, doctorado y/o posdoctorado. Con el desarrollo del proyecto se busca la creación de una línea de investigación para contribuir al acceso universal del conocimiento.

Cronograma de actividades

La tabla 3 muestra el cronograma de actividades del proyecto, el cual está diseñado para desarrollarse en tres años. Durante el primer año se establecen los requerimientos del proyecto, en el segundo año el desarrollo del mismo, así como una publicación de los resultados obtenidos; mientras que durante el tercer año se tendrá otra publicación, así como la documentación necesaria para generar material didáctico referente al tema de seguridad. Siguiendo este cronograma, en noviembre del 2024 se entregó el informe de avances del primer año. Cabe mencionar que este proyecto fue sometido y aprobado en la convocatoria "Apoyo institucional al personal académico de recién ingreso 2024 ". Las actividades propuestas para los dos primeros años se apegan a la convocatoria mencionada, mientras que



el tercer año se establece para reforzar la línea de investigación que se propone permitiendo su evaluación y adecuación para darle continuidad.

Resumen de actividades	1er año												2do año											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Analizar y revisar los requerimientos de seguridad de hardware y software de las redes inalámbricas de bajo costo.																								
Evaluar los esquemas de cifrado asimétricos y simétricos ligeros para las redes inalámbricas de bajo costo.																								
Proponer primitivas criptográficas existentes para el desarrollo del sistema criptográfico asimétrico y simétrico considerando la seguridad, rendimiento, costo y sus características de implementación.																								
Diseñar e implementar un banco de pruebas con microcontroladores de gama baja, que permita validar los algoritmos criptográficos que se implementen, así como de su funcionamiento.																								
Implementar los sistemas criptográficos en las redes comunitarias desarrollada en la UAMI.																								
Validar el sistema criptográfico en la red inalámbrica de prueba que se tiene en la UAMI.																								
Resumen de actividades	3er año																							
	E	F	M	A	M	J	Ju	A	S	O	N	D												
Desarrollos tecnológicos para apoyo a docencia (Esquema de cifrado y conjunto de pruebas para evaluar su desempeño en una red inalámbrica)																								
Publicación de los resultados a través de foros de investigación, revistas o congresos.																								



Propuesta económica

Recurso	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Raspberry Pi-5 8gb de RAM	Dispositivo de pruebas para la red, antes de integrarse a la Intranet.	3	\$2,500.00	\$7,500.00
Publicaciones	Publicación de los resultados en revista de alto impacto de acceso libre.	1	\$50,000.00	\$50,000.00
Viáticos	Pago de hospedaje, alimentación y pasajes, para asistencia a congreso o eventos para difusión.	4	\$5,000.00	\$20,000.00
USRP N200	Equipo para pruebas de la red (sistemas de radio definidos por software).	1	\$60,000.00	\$50,000.00
LimeSDR	Módulos RF An SDR in a Mini PCIe form factor with an AMD Artix 7 XC7A50T-2CPG236I FPGA.	1	\$20,000.00	\$20,000.00
Accesorios	Antenas, filtro y módulo amplificador.	1	\$2,500.00	\$2,500.00
			Total	\$150,000.00

Indicadores de desempeño

La siguiente tabla muestra los resultados esperados para el trienio correspondiente

Componente	Productos de trabajo	Cantidad
Investigación	Artículos en revistas indizadas	1
	Artículos en memorias in extenso	1
	Presentaciones en congresos	1
	Capítulos de libro	0



	Artículos de divulgación	1
Docencia	Alumnos de licenciatura	2
	Alumnos de posgrado	1
	Desarrollos tecnológicos para apoyo a docencia (Esquema de cifrado y conjunto de pruebas para evaluar su desempeño en una red inalámbrica)	1

Duración o vigencia del proyecto

Indefinida

Resumen de cambios

Resumen de actividades 2026

Bibliografía

- [1] Moisés Reyes Bernabé, “Diseño de enlaces para una red inalámbrica comunitaria,” Licenciatura, Universidad Autónoma Metropolitana, México, 2014.
- [2] G. A. Z. R. Kenia López Salazar, “Diseño y logística de instalación de una red inalámbrica comunitaria,” Licenciatura, Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa, México, 2014.
- [3] D.-T. Dam, T.-H. Tran, V.-P. Hoang, C.-K. Pham, and T.-T. Hoang, “A Survey of Post-Quantum Cryptography: Start of a New Race,” *Cryptography*, vol. 7, no. 3, p. 40, Aug. 2023, doi: 10.3390/cryptography7030040.
- [4] L. Ning, Y. Ali, H. Ke, S. Nazir, and Z. Huanli, “A Hybrid MCDM Approach of Selecting Lightweight Cryptographic Cipher Based on ISO and NIST Lightweight Cryptography Security Requirements for Internet of Health Things,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 220165–220187, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3041327.
- [5] D. Christin, M. Hollick, and M. Manulis, “Security and Privacy Objectives for Sensing Applications in Wireless Community Networks,” in *2010 Proceedings of 19th International Conference on Computer Communications and Networks*, IEEE, Aug. 2010, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICCCN.2010.5560129.
- [6] A. Majeed, S. Khan, and S. O. Hwang, “A Comprehensive Analysis of Privacy-Preserving Solutions Developed for Online Social Networks,” *Electronics (Basel)*, vol. 11, no. 13, p. 1931, Jun. 2022, doi: 10.3390/electronics11131931.
- [7] A. Belous and V. Saladukha, *Viruses, Hardware and Software Trojans*. Cham: Springer International Publishing, 2020. doi: 10.1007/978-3-030-47218-4.



- [8] J. Jung, B. Kim, J. Cho, and B. Lee, "A Secure Platform Model Based on ARM Platform Security Architecture for IoT Devices," *IEEE Internet Things J*, vol. 9, no. 7, pp. 5548–5560, Apr. 2022, doi: 10.1109/JIOT.2021.3109299.
- [9] S. R. Niya, E. Schiller, I. Cepilov, and B. Stiller, "BIIT: Standardization of Blockchain-based IoT Systems in the I4 Era," in *NOMS 2020 - 2020 IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium*, IEEE, Apr. 2020, pp. 1–9. doi: 10.1109/NOMS47738.2020.9110379.
- [10] R. Stajnsrod, R. Ben Yehuda, and N. J. Zaidenberg, "Attacking TrustZone on devices lacking memory protection," *Journal of Computer Virology and Hacking Techniques*, vol. 18, no. 3, pp. 259–269, Sep. 2022, doi: 10.1007/s11416-021-00413-y.
- [11] C. Gupta, "The Market's Law of Privacy: Case Studies in Privacy and Security Adoption," *IEEE Secur Priv*, vol. 15, no. 3, pp. 78–83, 2017, doi: 10.1109/MSP.2017.57.
- [12] S. Shukla et al., "Network analysis in a peer-to-peer energy trading model using blockchain and machine learning," *Comput Stand Interfaces*, vol. 88, p. 103799, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.csi.2023.103799.
- [13] M. J. A. Baig, M. T. Iqbal, M. Jamil, and J. Khan, "Blockchain-Based Peer-to-Peer Energy Trading System Using Open-Source Angular Framework and Hypertext Transfer Protocol," *Electronics (Basel)*, vol. 12, no. 2, p. 287, Jan. 2023, doi: 10.3390/electronics12020287.
- [14] M. Bhattacharya, S. Roy, S. Chattopadhyay, A. K. Das, and S. Shetty, "A comprehensive survey on online social networks security and privacy issues: Threats, machine learning-based solutions, and open challenges," *SECURITY AND PRIVACY*, vol. 6, no. 1, Jan. 2023, doi: 10.1002/spy2.275.
- [15] M. Rana, Q. Mamun, and R. Islam, "Lightweight cryptography in IoT networks: A survey," *Future Generation Computer Systems*, vol. 129, pp. 77–89, Apr. 2022, doi: 10.1016/j.future.2021.11.011.
- [16] H. Noura, T. Hatoum, O. Salman, J.-P. Yaacoub, and A. Chehab, "LoRaWAN security survey: Issues, threats and possible mitigation techniques," *Internet of Things*, vol. 12, p. 100303, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.iot.2020.100303.
- [17] F. L. Coman, K. M. Malarski, M. N. Petersen, and S. Ruepp, "Security Issues in Internet of Things: Vulnerability Analysis of LoRaWAN, Sigfox and NB-IoT," in *2019 Global IoT Summit (GIoTS)*, IEEE, Jun. 2019, pp. 1–6. doi: 10.1109/GIOTS.2019.8766430.
- [18] R. Fajdiak et al., "Security in low-power wide-area networks: state-of-the-art and development toward the 5G," in *LPWAN Technologies for IoT and M2M Applications*, Elsevier, 2020, pp. 373–396. doi: 10.1016/B978-0-12-818880-4.00018-1.
- [19] W. Cai, H. Chen, Z. Wang, and X. Zhang, "Implementation and optimization of ChaCha20 stream cipher on sunway taihuLight supercomputer," *Journal of Supercomputing*, vol. 78, no. 3, 2022, doi: 10.1007/s11227-021-04023-9.
- [20] K. N. Devika and R. Bhakthavathalu, "Efficient hardware prototype of ECDSA modules for blockchain applications," *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, vol. 19, no. 5, 2021, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v19i5.19416.