

# MODELOS DE PROPAGACIÓN POR RF PARA DETECCIÓN Y COMUNICACIÓN INTEGRADAS EN ENTORNOS VEHICULARES

Propuesta para Proyecto de Tesis de Maestría en Ingeniería Electrónica

---

**MOTIVACIÓN DEL PROYECTO:** La detección y comunicación integradas (ISAC, por sus siglas en inglés: Integrated Sensing and Communication) es un concepto de diseño novedoso que busca proporcionar funcionalidades duales de comunicación y detección (C&D) empleando los mismos recursos de transmisión [1]. Un diseño ISAC es particularmente atractivo para aplicaciones de vehículos conectados y autónomos (CAVS, por sus siglas en inglés: Connected and Autonomous Vehicles), donde la sinergia de las tecnologías C&D es fundamental para prevenir accidentes viales y hacer más eficiente la navegación de los vehículos motorizados [2].

La ingeniería de sistemas ISAC para CAVS se basa en una adecuada comprensión y caracterización de los atributos del canal de propagación para radiofrecuencia, ya que esto influye en el desempeño conjunto de los subsistemas C&S. No obstante, el modelado de canales para ISAC sigue siendo un tema de investigación poco explorado, ya que la gran mayoría de los modelos de propagación existentes describen características de canales que son importantes sólo desde una perspectiva de comunicaciones o de detección [3].

Este proyecto de tesis de maestría tiene como objetivo reducir la brecha desarrollando modelos de propagación por RF para aplicaciones de ISAC en el contexto de las redes de comunicación entre vehículos. En particular, se buscará desarrollar modelos adecuados para el análisis de sistemas ISAC vehiculares basados en detección tanto activa (centralizada) como pasiva (descentralizada) [1].

---

## OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO:

El objetivo de este proyecto es desarrollar un marco de trabajo teórico y experimental adecuado para caracterizar la propagación de señales de RF en aplicaciones de ISAC para entornos vehiculares. Para alcanzar este objetivo, el proyecto contempla los siguientes objetivos particulares:

- Formular un modelo matemático de propagación de RF para un sistema ISAC vehicular basado en detección activa (centralizada) similar a la de un radar monoestático.
- Formular un modelo matemático de propagación de RF para un sistema ISAC vehicular basado en detección pasiva (descentralizada) similar a la de un radar biestático.
- Realizar una serie de mediciones de campo para validar empíricamente los modelos de propagación desarrollados siguiendo la metodología descrita en [4].
- Desarrollar algoritmos de simulación en MATLAB para los modelos de propagación desarrollados siguiendo los métodos descritos en [5].

---

## METODOLOGÍA

Con respecto a la metodología de trabajo, se seguirá una estrategia de verificación de hipótesis a través de un análisis tanto teórico como experimental. El trabajo teórico se desarrollará sobre la base de la teoría de la propagación de ondas electromagnéticas, la teoría de antenas, y la teoría de las comunicaciones.

Por otro lado, el análisis experimental se realizará empleando una plataforma de sondeo de canal basada en la transmisión y recepción de formas de onda continuas [3].

---

## MATERIAS OPTATIVAS SUGERIDAS

1. Comunicaciones Inalámbricas
2. Tópicos Selectos (Principios de Radar)

## PROPONENTES – ASESORES

### Dr. Carlos A. Gutiérrez, Asesor

Profesor-Investigador  
Facultad de Ciencias, UASLP (Oficina 204, Edificio 2)  
[carlos.gutierrez@uaslp.mx](mailto:carlos.gutierrez@uaslp.mx)  
<https://vtsociety.org/contact/carlos-gutierrez>

### Dr. Xose Rodríguez-Piñeiro, Co-Asesor

Profesor Asociado  
Tongji University, Shanghai, China  
[j.rpineiro@tongji.edu.cn](mailto:j.rpineiro@tongji.edu.cn)  
<https://est.tongji.edu.cn/d0/36/c16256a184374/page.htm>

## PERFIL DEL TESISTA

1. Tener interés en el análisis de la propagación de señales de RF, en los sistemas de comunicaciones entre vehículos y en los sistemas de detección por RF (sistemas de radar)
2. Tener capacidad para trabajar de manera individual y buena actitud para trabajar en equipo
3. Tener disposición para desarrollar trabajo tanto teórico como experimental
4. Contar con experiencia programando en MATLAB
5. Tener disposición para tomar las materias optativas sugeridas.

## CRONOGRAMA

	Estudio del Estado del Arte	Desarrollo de los modelos matemáticos de propagación	Implementación de los simuladores de los modelos de propagación desarrollados	Campaña de mediciones	Validación empírica de los modelos de propagación	Redacción de la tesis	Examen previo e implementación de correcciones	Examen de grado
Jul – 2024	X	X						
Ago – 2024	X	X						
Sep – 2024	X	X						
Oct – 2024	X	X	X					
Nov – 2024	X	X	X					
Dic – 2024	X		X					
Ene – 2025	X		X	X				
Feb – 2025	X			X	X			
Mar – 2025	X			X	X			
Abr – 2025	X				X	X		
May – 2025	X					X		
Jun – 2025	X					X		
Jul – 2025	X						X	
Ago – 2025	X							X

## REFERENCIAS

1. J. A. Zhang, M. L. Rahman, K. Wu, X. Huang, Y. J. Guo, S. Chen, and J. Yuan, "Enabling joint communication and radar sensing in mobile networks—A survey," *IEEE Commun. Surveys Tuts.*, vol. 24, no. 1, pp. 306–345, 2022.
2. J. D. Cardenas et al., "Experimental Evaluation of a Head-On Collision Warning System Fusing Machine Learning and Decentralized Radio Sensing," *IEEE Sensors Journal*, in press, 2024.
3. C. A. Gutiérrez, X. Rodríguez-Piñeiro, K. Guan, D. Matolak, M. Walter, D. B. da Costa, "Channel Modeling for Integrated Sensing and Communication in Vehicular Environments: Conceptualization and Challenges" (under review).
4. C. A. Gomez-Vega, J. Cardenas, J. C. Ornelas-Lizcano, et al., "Doppler Spectrum Measurement Platform for Narrowband V2V Channels," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 27162–27184, 2022.
5. C. A. Gutiérrez, R. A. Fabián-Rodríguez, F. R. Castillo-Soria, C. A. Azurdia-Meza, and P. Adasme, "SOC-based simulation of 3D MIMO mobile-to-mobile fading channels: A Riemann sum approach," *IEEE Open J. of Vehicular Technol.*, vol. 5, pp. 1–20, 2024.