

SIMULACIÓN DE CANAL PARA EL ANÁLISIS DE TÉCNICAS DE CONFORMACIÓN DE HAZ EN COMUNICACIONES VEHICULARES

Propuesta para Proyecto de Tesis de Maestría en Ingeniería Electrónica

MOTIVACIÓN DEL PROYECTO: Se espera que la quinta generación (5G) de sistemas de radiocomunicaciones móviles admita aplicaciones novedosas como comunicaciones masivas de máquina a máquina (M2M), vídeo 3D, trabajo y juego en la nube, realidad virtual y aumentada, servicios médicos remotos, y vehículos conectados [1]. Para lograr este ambicioso objetivo, la capa física (PHY) de los sistemas 5G y más allá de 5G (B5G, *beyond 5G*) emplearán tecnologías de transmisión con una alta eficiencia espectral. Los arreglos de antenas de gran escala (LSAA, *large-scale antenna arrays*) para conformación de haz (beamforming) ocupan un papel preponderante entre las tecnologías que buscan garantizar una alta calidad de servicio y una alta calidad de experiencia. Sin embargo, el ecosistema 5G considera enlaces de comunicaciones en tres dimensiones (3D) capaces de soportar una alta movilidad de los usuarios, e.g., vehículos transitando por caminos de alta velocidad (mayor a los 100 km/h). Esto contrasta con los enlaces bidimensionales (2D) estáticos o de muy baja velocidad que comúnmente se consideran para el diseño de conformadores de haz para radiocomunicaciones.

Un escenario 3D de comunicaciones móviles hace necesario considerar las variaciones en tiempo y la dependencia espacial total de las características de radiación de la antena. Además, recientemente se ha demostrado que el canal de radio móvil presenta características no estacionarias a medida que aumenta el ancho de banda de la señal transmitida [2]. Por lo tanto, para el diseño de dichos conformadores de haz es fundamental contar con modelos matemáticos de propagación y algoritmos de simulación que describan tanto la dependencia espacial del patrón de radiación y la polarización de la antena, como las características no estacionarias del canal de radio móvil de banda ancha.

OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO:

El objetivo de este proyecto es desarrollar un simulador computacional para el análisis de sistemas radiocomunicaciones móviles 5G considerando LSAA para conformación de haz. En concreto, el proyecto tiene como objetivo formular un simulador de canal por trazado de rayos para comunicaciones entre dos vehículos, cada uno equipado con un LSAA que realice tareas de beamforming.

Para alcanzar el objetivo general, se plantean los siguientes objetivos particulares:

- Formular un modelo matemático de propagación de RF en un enlace de comunicaciones vehiculares considerando dos LSAA caracterizadas por patrones arbitrarios de campo y polarización.
- Implementación de un algoritmo de simulación en software (MATLAB) del modelo de propagación desarrollado.
- Evaluar las prestaciones del simulador en términos de su precisión para reproducir las características espectrales del modelo de propagación de referencia.

METODOLOGÍA

Con respecto a la metodología de trabajo, se seguirá una estrategia de verificación de hipótesis a través de un análisis tanto teórico como numérico. 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 numérico se realizará empleando una plataforma de simulación basada en técnicas de sumas de cisoides como las que se describen en [3].

MATERIAS OPTATIVAS SUGERIDAS

1. Comunicaciones Inalámbricas
2. Antenas y Propagación

PROPONENTE – ASESOR

Dr. Carlos A. Gutiérrez, Asesor

Profesor-Investigador

Facultad de Ciencias, UASLP (Oficina 204, Edificio 2)

carlos.gutierrez@uaslp.mx

<https://vtsociety.org/contact/carlos-gutierrez>

PERFIL DEL TESISTA

1. Tener interés en la capa física de los sistemas de comunicaciones móviles y en la propagación de radio señales
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 empleando herramientas de simulación
4. Contar con experiencia programando en MATLAB
5. Contar con bases sólidas de señales y sistemas
6. Tener disposición para tomar las materias optativas sugeridas.

CRONOGRAMA

	Estudio del Estado del Arte	Desarrollo del modelo matemático de propagación considerando LSAA para conformación de haz	Implementación del simulador del modelo de propagación desarrollado	Campaña de simulaciones y análisis de resultados	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					
Nov – 2024	X	X	X				
Dic – 2024	X		X				
Ene – 2025	X		X				
Feb – 2025	X		X	X			
Mar – 2025	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. C. A. Gutiérrez, O. M. Caicedo-Rendon, and D. U. Campos-Delgado "5G and beyond: Past, present and future of the mobile communications," IEEE Latin America Transactions, vol. 19, no. 10, pp. 1702-1736, 14, Oct. 2021.
2. C. A. Gutiérrez, M. Pätzold, N. M. Ortega, Cesar Azurdia-Meza, and F. M. Maciel-Barbosa, "Doppler Shift Characterization of Wideband Mobile Radio Channels," IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 68, no. 12, pp. 12375-12380, Dec. 2019.
3. 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.