

Titulo de la Tesis: **Desarrollo e Implementación en Hardware de Nuevos Esquemas de Detección para sistemas 5G utilizando esquema de Modulación Espacial y Sistemas MIMO.**

En este proyecto se plantea el desarrollo e implementación de nuevos esquemas de detección para sistemas 5G utilizando el esquema de Modulación Espacial y Sistemas MIMO. Las comunicaciones inalámbricas presentan ciertas características que las diferencian de las comunicaciones por cable. Entre ellas, podemos destacar las siguientes:

- La alta variabilidad aleatoria de las estadísticas del canal inalámbrico.
- La escasez y regulación del espectro de frecuencias.
- Además las limitaciones de consumo de potencia, tamaño y costo de los dispositivos móviles de recepción. Todos estos factores limitan las tasas de transmisión máximas que pueden ser alcanzadas en los enlaces inalámbricos. Existe otro fenómeno denominado desvanecimiento multitrayectoria, el cual degrada de forma importante la calidad del enlace en las redes inalámbricas. Este fenómeno se debe a que las ondas de radio emitidas por el transmisor arriban al receptor por múltiples trayectorias, todas con diferente fase, lo cual puede provocar una disminución drástica en la amplitud de la señal recibida dificultando la decodificación de la información en el receptor. Uno de los retos más importantes a los que deben enfrentarse los ingenieros es el diseño de sistemas de comunicaciones inalámbricos que permitan alcanzar tasas de transmisión de información cada vez más elevadas sin necesidad de requerir más recursos de potencia o ancho de banda. Los actuales sistemas de comunicación inalámbricos Cuarta Generación (4G) o (5G), pueden alcanzar tasas de transmisión, en el rango de 20-200 Mbps [1]. Tales tasas de transferencia serán necesarias para que los 1,800 millones de usuarios de redes inalámbricas esperados para 2020 puedan disfrutar de un entorno interactivo y amigable para intercambiar una gran variedad y volumen de información. En los sistemas 4G y 5G, estos requerimientos sólo podrán satisfacerse haciendo un uso eficiente del ancho de banda disponible ofrecido por el canal de comunicación inalámbrico. Las técnicas WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) [2] y OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) [3] han contribuido de manera importante para lograr satisfacer las tasas de transferencia demandadas por

los sistemas 4G y 5G. Ambas técnicas también son fuertes candidatos para ser utilizadas hacia el cumplimiento de los requerimientos 4G y 5G. Desarrollar nuevos esquemas de detección para sistemas de transmisión monousuario que utilicen modulación espacial, evaluando su desempeño en escenarios con canales no correlacionados y proponer algoritmos de detección sub-óptimos con complejidad reducida para los mismos.

Todo lo anterior implica el diseño de algoritmos de alta carga computacional, que si se implementan en plataformas de procesamiento tradicionales (p.ej. microprocesadores, DSP), ocasionan cuellos de botella debido a su arquitectura hardware no está “ad-hoc” a la aplicación (unidades de cálculo, arquitectura de la memoria, etc). Por lo que se requiere de alternativas tecnológicas de implementación que en conjunto con herramientas de diseño modernas, permitan afrontar las dificultades mencionadas. Una opción atractiva son los FPGAs (arreglos de compuertas programables en campo), que permiten la síntesis de algoritmos DSP de manera personalizada a la aplicación, permitiendo integrar estrategias de paralelización, encauzamiento, reconfigurabilidad, sistolización, entre otras. En consecuencia es posible lograr diseños de gran rendimiento, de complejidad moderada y de bajo consumo de potencia [5].

### **Objetivos específicos**

- Modelar y simular el desempeño de un sistema MIMO-SM/QSM monousuario utilizando MatLab.
- Desarrollar y evaluar algoritmos de detección sub-óptimos con complejidad reducida para los sistemas de transmisión propuestos.
- Demostrar el rendimiento de nuestros algoritmos en una plataforma de hardware mediante métricas de desempeño (BER, SER, etc) y evaluando la eficiencia de la implementación (área, potencia, latencia, etc), mediante un esquema un entorno de cosimulación Hw/Sw.
- Corroborar que las implementaciones digitales de los algoritmos que cumplan con los parámetros de rendimiento que exigen los sistemas modernos sin comprometer la complejidad de la arquitectura. Esto permitirá llevar los resultados más allá de la

propuesta teórica.

### **Metas científicas**

- Publicar los resultados obtenidos en este proyecto en congresos, nacionales o internacionales, así como un artículo sometido a revista indizada.
  - a. 1 artículo publicado en revista indizada
  - b. 1 artículo sometido a revista indizada
  - c. 2 artículos de conferencia (nacional o internacional)

[1] M. Nagakawa and A. Jones, "TDD-CDMA for the 4th Generation of Wireless Communications", IEEE Wireless Communications Magazine, vol. 10, no. 4, pp. 8-15, 2004.

[2] Z. Wang and G. B. Giannakis, "Wireless Multicarrier Communications", IEEE Signal Processing Magazine, vol. 17, no. 3, pp. 29-48, 2000.

[3] J. Heiskala and J. Terry, OFDM Wireless LAN's: A Theoretical and Practical Guide, SAMS Publishing, USA, 2004.

[4] F. Pena-Campos, R. Carrasco-Alvarez, O. Longoria-Gandara and R. Parra-Michel, "Estimation of Fast Time-Varying Channels in OFDM Systems Using Two-Dimensional Prolate," IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 12, no. 2, pp. 898-907, 2013.

[5] A. Moore, FPGAs For Dummies Special Edition, 2<sup>nd</sup> Edición, Intel-Altera, John Wiley & Sons, Inc, 2016.