

Radiopropagation Performance Analysis Simulations of Massive MIMO Configurations in 28 GHz

Javier Enrique Arévalo Peña
Universidad Autónoma de Colombia
Bogotá D.C., Colombia
javier.arevalo@fuac.edu.co

Ricardo Alirio González Bustamante
Universidad Autónoma de Colombia
Bogotá D.C., Colombia
gonzalez.ricardo@fuac.edu.co

Abstract

Massive MIMO multiantenna systems hope to be incorporated in the next fifth generation networks (5G) as one of the technologies that will support the high demand of mobile services through wide bandwidths in millimeter wave frequencies (mmWaves). This paper presents the results of radiopropagation simulations of Massive MIMO 64x64 and 128x128 configurations operating at 28 GHz operating frequency in an outdoor urban area located in the historic downtown of Bogotá D. C. city (Colombia). ICS Telecom EV software is used on high resolution digital cartography to perform the SNIR (Signal to Noise and Interference Radio) coverage analysis and throughput coverage analysis and simulation parameters proposed for the 5G networks are used. The Massive MIMO systems performance over the conventional MIMO systems is demonstrated in 28 GHz.

1. Introducción

Alrededor del año 2020 gran parte de la cobertura inalámbrica disponible seguirá siendo proporcionada por LTE (Long Term Evolution) y LTE - Advanced y es importante para las empresas prestadoras de servicios de telecomunicaciones con redes de cuarta generación (4G) que tengan la oportunidad de transición otras porciones de espectro radioeléctrico para incorporar nuevas tecnologías de acceso inalámbrico especialmente las enfocadas a introducir capacidades 5G [METIS15], [5GAméricas15]. Al mismo tiempo, es esencial la evolución de las tecnologías LTE hasta un punto en el que sea miembro pleno de la familia de interfaces 5G, sobre todo porque el despliegue inicial de nuevas interfaces aéreas puede no funcionar en las mismas bandas. La red 5G permitirá la doble conectividad entre LTE que opera

dentro de bandas por debajo de 6 GHz y la nueva interfaz aérea en banda de ondas milimétricas dentro del rango de 6 GHz a 100 GHz [5GAméricas15], [Osserein16], [Rappaport15].

Por otra parte, es importante mencionar que los sistemas MIMO (Multiple Input Multiple Output) aunque han sido introducidos en 4G se pretenden implantar de forma más robusta y avanzada en 5G a través de los sistemas MIMO Masivo [Oestges13]. El gran número de antenas de estación base en relación con el número de dispositivos de usuario da como resultado una respuesta de canal que es casi ortogonal y tiene el potencial de producir enormes ganancias en la eficiencia espectral. Tales condiciones permitirían que muchos dispositivos más se sirvan con la misma frecuencia y recursos de tiempo dentro de una celda dada en comparación con los sistemas 4G actuales [Agrado15], [Cox12].

El artículo se presenta de la siguiente manera. En la sección 2 se indica la metodología de simulación, en la sección 3 se presentan y analizan los resultados de las simulaciones y en la última parte se presentan las conclusiones.

2. Metodología de simulación

Para el desarrollo de las simulaciones se emplea el software ICS Telecom EV, una herramienta de altas capacidades para el diseño y planeación de redes de telecomunicaciones desarrollada por la empresa ATDI [ATDI15]. También es indispensable utilizar cartografía digital de alta resolución para realizar los estudios, la cual fue provista por la empresa TES América Andina Ltda.

2.1 Escenario de estudio

Se establece como escenario de estudio un área urbana densa ubicada en el centro histórico de la ciudad de Bogotá, mostrado en la Figura 1. En la cartografía digital de alta resolución se ubicaron siete puntos de estaciones base cada uno con una sectorización de 120°, es decir, se cuenta con 21 transmisores, para cubrir una área total de 1.352 Km².

Copyright © by the paper's authors. Copying permitted only for private and academic purposes.

In: Proceedings of the IV School of Systems and Networks (SSN 2018), Valdivia, Chile, October 29-31, 2018. Published at <http://ceur-ws.org>.

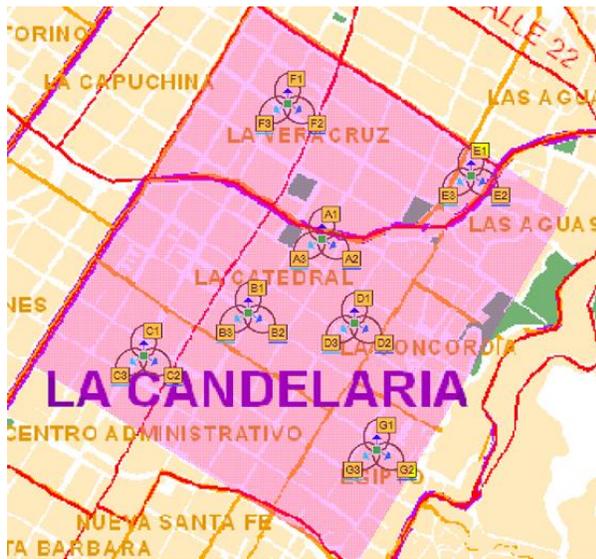


Figura 1: Escenario de estudio centro histórico de Bogotá D.C.

2.2 Parámetros de simulación

La herramienta de simulación ICS Telecom EV cuenta con la caracterización para simular la transmisión 5G dentro de sus opciones de configuración. En la Tabla 1 se presentan los principales parámetros de simulación.

Tabla 1 : Parámetros de simulación estación base

Parámetro	Valor
Potencia de transmisión	10 W
Ganancia de antena	18 dBi
Arreglo MIMO Masivo	64x64 y 128x128
Frecuencia de operación	28 GHz
Ancho de banda de canal	100 MHz
Modulación	64 QAM
Máximo DL	1 Gbps
Máximo UL	0.5 Gbps

De igual forma, el software tiene un número significativo de modelos de simulación empleados para los cálculos entre se escogió el modelo determinístico ITU – R 525/526 ajustado con el modelo de geometría de difracción y el modelo de atenuación de subtrayectoria Delta Bullington. También, debido a que la frecuencia de operación de 28 GHz los efectos climáticos son significativos, se realizan ajustes en ICS

Telecom EV en los cálculos de propagación referidos a los efectos de gases con la norma ITU – R 676, los efectos de la niebla con la norma ITU – R 840, y los efectos de la lluvia con la norma ITU – R 838/530 [ATDI14].

2.3 Procedimiento de simulación

Después de ubicar los puntos de estaciones base en la cartografía digital de Bogotá, se procede a configurar los parámetros de las estaciones base primero con un sistema MIMO 4x4, luego con un sistema MIMO Masivo 64x64 y finalmente con un sistema MIMO Masivo 128x128. Se realizan simulaciones de cobertura del nivel de potencia recibido a partir de las cuales se obtienen simulaciones de cobertura SNIR y cobertura Throughput en el área de estudio con las configuraciones establecidas.

3. Resultados de simulaciones

3.1 Simulaciones SNIR

En la Figura 2 se muestra la simulación de cobertura SNIR para el arreglo de 64 elementos y en la Figura 3 se presenta la simulación de cobertura SNIR para el arreglo de 128 elementos.



Figura 2: Mapa de cobertura SNIR para el arreglo de 64 elementos.



Figura 3: Mapa de cobertura SNIR para el arreglo de 128 elementos.

Tomando en cuenta métricas empleadas por los sistemas LTE/LTE-A se tienen los siguientes rangos de referencia para la cobertura SNIR [ATDI16].

- Si el valor de SNIR es menor a 10 dB, puede haber una pérdida de servicio de más del 70%.
- Si el valor de SNIR está entre 10 dB y 15 dB las pérdidas de servicio estarán entre el 70% y el 20%.
- Si el valor del SNIR es mayor a 15 dB las pérdidas de servicio serán menores al 20%.

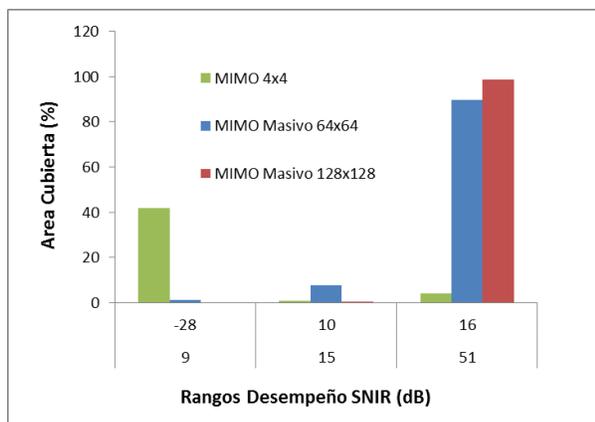


Figura 4: Resultado simulaciones cobertura SNIR.

En la Figura 4 se observa que para el sistema MIMO 4x4 convencional el 41.71 % del área cubierta habrá una pérdida de servicio de más del 70%, contrario a los sistemas MIMO Masivo en los cuales las pérdidas de servicio serán menores al 20% en el 89.79 % del área cubierta para el arreglo 64x64 y del 98.71 del área cubierta % para el arreglo 128x128.

3.2 Simulaciones Throughput

En la Figura 5 se muestra la simulación de cobertura throughput para el arreglo 64 elementos y en la Figura 6 se presenta la simulación de cobertura throughput para el arreglo de 128 elementos.

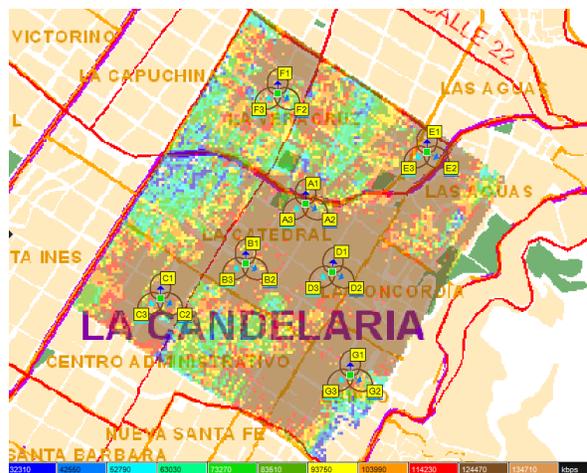


Figura 5: Mapa de cobertura throughput para el arreglo de 64 elementos.

Los resultados simulaciones de throughput para los sistemas MIMO 64x64 y MIMO 128x128 se presentan en la Figura 7, en los cuales en el rango de los 100 Kbps a 135 Kbps, se concentra la mayor capacidad de información ofrecida a los usuarios, correspondiendo al 74.28 % para el arreglo 64 elementos y de 93.23% para el arreglo 128 elementos. Sin embargo, en los valores de 32 Kbps a 100 Kbps aún hay capacidad de transmisión de información en valores menores y se conserva aún la posibilidad de ofrecer servicio.

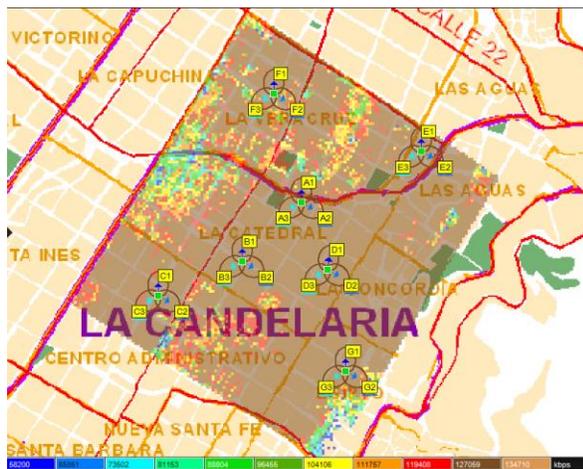


Figura 6: Mapa de cobertura throughput para el arreglo de 128 elementos.

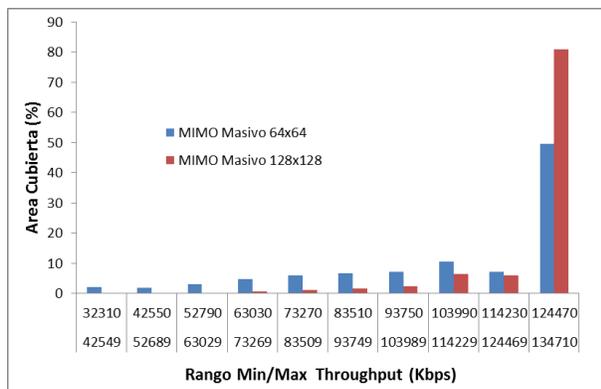


Figura 7: Resultado simulaciones cobertura throughput.

4. Conclusiones

Los resultados presentados en el artículo evidencian el desempeño de los sistemas MIMO Masivo frente a sistemas MIMO convencionales y sus beneficios en el empleo en redes móviles que operan en frecuencias de ondas milimétricas. La frecuencia de 28 GHz escogida para las simulaciones es un buen punto de referencia para revisar el comportamiento de propagación y el desempeño de los sistemas MIMO para las futuras redes 5G.

Como trabajos futuros se espera continuar con el estudio de sistemas MIMO Masivo en otras frecuencias de operación a través de procesos de simulación y de medidas de campo por medio de la implementación de banco de prueba experimental.

Referencias

- [METIS15] METIS. *METIS Final Project Report*. Ericsson AB, 2015.
- [5GAméricas15] 5GAméricas. *Recomendaciones sobre el Espectro para la 5G*. 5G Américas, 2015.
- [Osseiran16] A. Osseiran A., J. F. Monserrat y P. Marsch, *5G Mobile and Wireless Communications Technology*. Cambridge University Press, 2016.
- [Rappaport15] T. S. Rappaport, R. W. Heath Jr., R. C. Daniels y J. N. Murdock. *Millimeter Wave Wireless Communications*. Prentice Hall, 2015.
- [Oestges13] C. Oestges y B. Clerckx. *MIMO Wireless Networks: Channels, Techniques and Standards for Multi-Antenna*. Elsevier, 2013.
- [Agredo15] G. L. Agredo Mendez, P. E. Jojoa Gómez y V. Almenar Terré. Sistemas MIMO con un Elevado Número de Antenas: Clave para la 5G Inalámbrica. *Entramado*, 11(2): 250-261, diciembre 2015.
- [Cox12] C. Cox. *An Introduction to LTE: LTE, LTE-Advanced, SAE and 4G Mobile Communications*. John Wiley & Sons, 2012.
- [ATDI15] ATDI. *Manual de Inicio ICS Telecom EV*. ATDI, 2015.
- [ATDI14] ATDI. *Radio Propagation in ICS Telecom*. ATDI, 2014.
- [ATDI16] ATDI. *Tutorial LTE Network Design with ICS Telecom*. ATDI, 2016.

Agradecimientos

Los autores desean expresar sus agradecimientos al Sistema Unificado de Investigaciones – SUI de la Fundación Universidad Autónoma de Colombia por el apoyo económico para el desarrollo del proyecto y a la empresa TES América Andina Ltda., por el soporte técnico para presentar los resultados de este artículo.