

DESEMPEÑO DE LA PROBABILIDAD DE CORTE EN SISTEMAS CON MÚLTIPLES ANTENAS

STALIN. D. RAMÍREZ. E¹, GUSTAVO. X. ACONDA².

^{1,2}Facultad de ingeniería Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador (e-mail: stalin.ramirez@epn.edu.ec, gustavo.aconda@epn.edu.ec)

ABSTRACT Through this document, the performance of the cutoff probability in multiple-input multiple-output (MIMO) systems is investigated assuming Rayleigh-type fading. Through the use of the Matlab simulation tool, a simulation is performed in a MIMO system assuming transmit antenna selection (TAS) and maximal ratio combining (MRC) as transmission and reception techniques respectively, these simulations are presented below graphically for the cases of cutoff probability by varying the number of transmitting and receiving antennas and by varying the threshold value.

INDEX TERMS Rayleigh, MIMO (Sistemas de multiples entradas y multiples salidas), MRC (Maximal ratio combining), TAS (Transmit antenna selection),

I. INTRODUCCIÓN

A. IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS MIMO EN LAS COMUNICACIONES INALÁMBRICAS

Con el uso de la tecnología MIMO la cual fue creada para mejorar toda comunicación que sea sin cables, la cual esta especializada en tres grandes áreas de las aplicaciones inalámbricas que son:

- 1) Sistemas de comunicación móviles
- 2) Sistemas WMAN (Wireless Metropolitan Area Networks)
- 3) Sistemas WLAN (Wireless Local Area Network)

Con el estudio de estas aplicaciones se mejora el rendimiento de cualquier sistema de comunicación inalámbrico, multiplicando su eficiencia espectral, generando beneficios para la red o dispositivos, los cuales estén usando MIMO, entre las principales características beneficiadas está la transmisión simultanea de múltiples tramas de datos, en donde la tecnología MIMO multiplica la tasa de transmisión sin consumir mas espectro, por otro lado gracias a MIMO se puede incrementar el número de usuarios que podrán conectarse simultáneamente a una red en un mismo canal de frecuencia, gracias a esta tecnología la cobertura alcanzará distancias mayores sin aumentar la potencia de transmisión y siendo beneficiados solamente por un punto de acceso, debido al uso de sus múltiples antenas en transmisión y recepción la fidelidad aumenta permitiendo que el error en transmisión sea considerablemente más bajo y como consecuencia de esto los costos de implementación de la red serán significativamente

más bajos, ya que como se ha comentado la potencia es la misma pero su alcance es mucho mayor.

B. PROCEDIMIENTO DEL PROYECTO

Mediante este documento se presentará el procedimiento a realizar en el proyecto, el cual nos permitirá acceder a un conocimiento adecuado acerca del desempeño de la probabilidad de corte en sistemas MIMO (multiple-input multiple-output). Como punto principal se simulara en Matlab la probabilidad de corte asumiendo TAS (transmit antenna selection) como técnica de transmisión y MRC (maximal ratio combining) como técnica de recepción

II. MARCO TEÓRICO

A. PROBABILIDAD DE CORTE - PC

Es la probabilidad de que la tasa de información denotada por C sea menor que un determinado umbral denotado por R_{th} . Acorde a Shannon, la formulación para C esta establecida como:

$$C = \log_2(1 + \gamma) \quad (1)$$

γ : representa la relación señal ruido recibida en el receptor (del inglés, signal-to-noise-ratio-SNR). Ahora, con la ayuda de la definición de C en (1), la PC matemáticamente puede ser expresada como:

$$PC = Prob(C < R_{th}) \quad (2)$$

$$PC = Prob\{\log_2(1 + \gamma) < R_{th}\} \quad (3)$$

donde:

Prob: denota probabilidad.

A seguir, se muestra como calcular la SNR de recepción, es decir γ en (2), a través del uso de las técnicas de TAS y MRC en los lados de transmisión y recepción, respectivamente.

B. SISTEMA MIMO.

En un sistema MIMO, la técnica TAS selecciona la antenna más robusta de todas las antenas usadas para realizar la transmisión, es decir, aquella antenna que maximice la SNR de recepción. Ahora con respecto del lado del receptor, MRC es la técnica óptima para combinar todas las señales que arriban a las diferentes antenas del receptor. En base a la configuración TAS/MRC previamente descrita, el índice de la antenna seleccionada en el transmisor denotada por, k^* , es determinada por:

$$k^* = \max_{1 \leq k \leq N_{tx}} \sum_{n=1}^{N_{rx}} |h_{k,i}|^2 \quad (4)$$

donde:

N_{tx} : el número de antenas en transmisión

N_{rx} : el número de antenas en recepción

$|x|$: representa el valor absoluto de x .

k^* : es el índice de la antenna seleccionada (óptima) para realizar la transmisión

k es el índice de cualquier antenna (no óptima) en transmisión

$h_{k,i}$ es el coeficiente de canal tipo Rayleigh correspondiente k -th antenna en transmisión y a la i -th antenna en recepción.

Finalmente, con la ayuda de las definiciones previas, la SNR recibida en el receptor se calcula por:

$$\gamma = P_t/N_0 \sum_{n=1}^{N_{rx}} |h_{k,i}|^2 \quad (5)$$

donde:

P_t : es la potencia en transmisión

N_0 : es la densidad espectral de potencia del ruido

1) Técnica TAS (Transmit antenna selection).

Es una forma eficaz de mejorar el rendimiento del sistema de modulación. Sin embargo, en el caso de la configuración de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) a gran escala, la complejidad computacional de TAS en SM a gran escala será extremadamente alta

2) Técnica MRC (maximal ratio combining).

La combinación de relación máxima es un método combinado de diversidades en las que se agregan las señales de cada canal, la ganancia de cada canal es proporcional a la señal RMS y es inversamente proporcional al nivel de ruido cuadrado promedio en este canal

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES:

En la Figure 1. se aprecia el comportamiento del modelo de Probabilidad de Corte en el cual se varían los parámetros del

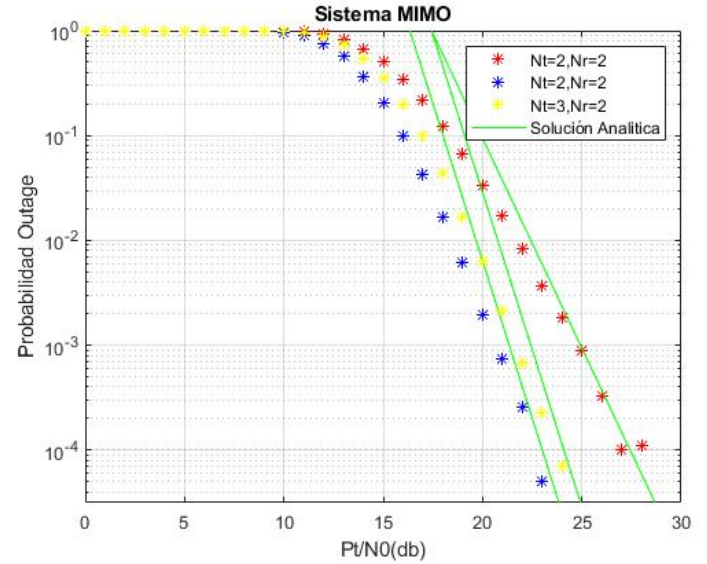


FIGURE 1. Probabilidad de corte variando los parámetros del número de antenas en transmisión y recepción

número de antenas en transmisión y recepción, para el primer caso se utilizó dos antenas para transmitir y recibir, donde su potencia de transmisión sobre la densidad espectral de la potencia tiene el valor más alto, si lo comparamos a cuando se transmite con dos antenas y se recibe con 3 que presenta un menor valor, por último se tiene el valor medio que representa cuando transmitimos por tres antenas y se recibe por dos, con lo cual se aprecia que aumentar las antenas en recepción disminuyen el P_t/N_0 .

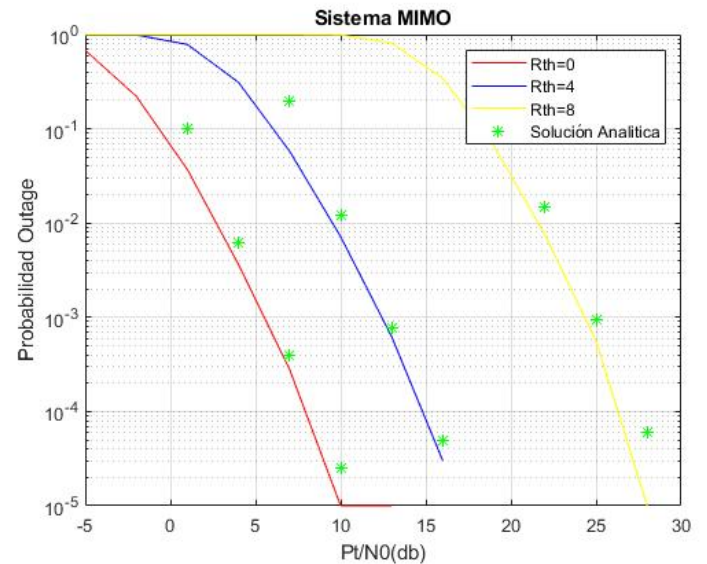


FIGURE 2. Probabilidad de corte variando el parámetro de valores de umbral

En la Figure 2. se aprecia como se comporta el parámetro de umbral en el cual se aprecia que al disminuir este valor se genera un mayor valor de P_t/N_0 mientras que al aumentar

disminuimos este parámetro con lo que se puede decir que hay que definir de una manera adecuada el umbral para evitar grandes errores o valores altos de P_t/N_0 .

IV. CONCLUSIONES:

- El análisis estadístico de la relación señal-ruido de extremo a extremo del desvanecimiento instantáneo o su ganancia de canal da un entendimiento de la selección de la antena más robusta.
- La ventaja del umbral es que se puede estudiar una tasa finita de SNR grande y tasa baja de SNR bajo,
- La selección de la antena de transmisión y la combinación de relación máxima (MRC) en el receptor, las antenas se eligen para la transmisión entre todas las antenas de transmisión disponibles y la combinación de relación máxima se realiza en el lado del receptor con lo cual la probabilidad de error del esquema se obtiene en canales de desvanecimiento Rayleigh cuasiestáticos.
- Con el uso de las técnicas TAS (Transmit antenna selection) se pudo ver que la complejidad computacional fue alta, lo que significa que la computadora tuvo un delay lo suficientemente grande como para poder notarlo en comparación con la técnica RMC (Maximal ratio combining) por tanto, con la finalidad de tener una mejor eficiencia es recomendable el uso de RMC ya que no se tendrá mayor inconveniente con la complejidad computacional y se generará mayor

V. BIBLIOGRAFIA:

- Maximum Ratio Combining (MRC) architecture simulation. GaussianWaves. Recuperado 18 de septiembre de 2021, de <https://www.gaussianwaves.com/2020/01/receiver-diversity-maximum-ratio-combining-mrc/>
- Patel, M. K. (2017, 9 enero). Maximal Ratio Combining Using Channel Estimation in Chaos Based Pilot-Added DS-CDMA System with Antenna Diversity. Maximal Ratio Combining. <https://www.hindawi.com/journals/wcmc/2017/3607167/>
- Joint transmit antenna selection and precoding for millimeter wave massive MIMO systems (2020, 1 octubre). ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1874490720302147>
- Lee, B. (2017, 18 junio) Enhanced Transmit-Antenna Selection Schemes for Multiuser Massive MIMO Systems. Transmit-Antenna Selection. <https://www.hindawi.com/journals/wcmc/2017/3463950/>
- MIMO- Multiple Input Multiple Output. (s. f.). MIMO. Recuperado 18 de septiembre de 2021, de <http://www.ipv6go.net/lte/mimo.php>
- Learn about Multiple-Input Multiple-Output. Intel. Recuperado 18 de septiembre de 2021, de <https://www.intel.com/content/www/us/en/support/articles/000005714/wireless/legacy-intel-wireless-products.html>