

---

## Redes inalámbricas MIMO de última generación en zonas rurales

### Investigadores:

- Investigador principal: **Rafael Marcos Luque Baena**. Universidad de Extremadura. Ingeniería de Sistemas Informáticos y Telemáticos.
- Juan F. Valenzuela Valdés.
- Francisco Luna Valero.
- Victoriano Hernández Cham.
- Juan Carlos González Macías.
- Luis Arévalo Rosado.
- Juan Ángel García.

Idioma Sin definir

### Descripción:

Los sistemas inalámbricos que plantean múltiples entradas y múltiples salidas de la señal (MIMO), se basan en convertir la propagación multicamino, inicialmente considerada un problema, en la solución a las limitadas capacidades de transmisión, al posibilitar el empleo de canales de transmisión en paralelo mediante el aumento del número de antenas de transmisión y/o recepción. Al existir una creciente demanda de velocidades de transmisión en comunicaciones móviles, estos sistemas han recibido una tremenda atención científica en los últimos años, precisamente porque las primeras formulaciones ergódicas preveían incrementos de las capacidades que eran linealmente proporcionales al número de antenas empleadas, lo que provocaba eficiencias espectrales inauditas y de enorme impacto potencial. Sin embargo, el increíble número de publicaciones científicas sobre MIMO que se observan en los últimos años ha ido mejorando el conocimiento de estos sistemas, que se han revelado recientemente como bastante más complejos de lo que en principio podría parecer.

Esta técnica ha sido implementada con éxito en zonas urbanas, mediante sistemas de hasta 4x4 o incluso 8x8 en algunos casos. Sin embargo, todavía quedan muchos problemas por resolver, como la integración de las antenas en un terminal móvil con espacio reducido, la extensión de los modelos de propagación a entornos rurales, el uso de elementos multipolarizados para incrementar la capacidad, y la falta de cobertura en interiores al producirse una pérdida de señal en la transición outdoor-indoor. Además, algunos trabajos han comenzado a describir la necesidad de incorporar muchos más elementos (100 o más), para que la próxima generación de comunicaciones móviles pueda alcanzar las tan ansiadas velocidades de Gigabits por usuario. Este estado del arte hace que exista ahora mismo un nicho de investigación en los sistemas MIMO, a pesar de ser un "hot topic" en los últimos años.

### Objetivos:

La meta principal de este proyecto es extender Internet de alta velocidad a todas las zonas rurales de Extremadura. Para ello, se propone un cambio de las comunicaciones inalámbricas rurales existentes hasta ahora mismo, pasando del modelo punto a punto a un modelo que implemente tecnología MIMO. El proyecto está concebido para ejecutarlo de manera secuencial:

- El primer objetivo es la caracterización de los canales de propagación MIMO para zonas rurales. En este objetivo se incluye la caracterización de los nuevos canales para los sistemas MIMO distribuidos (sistemas MIMO en los que las distintas partes del sistema están separadas entre sí). Conociendo las características del canal se podrán diseñar más eficientemente las antenas, tanto en la estación base como en el terminal móvil, al tiempo que se podrá abordar el diseño de sistemas radiantes que permitan salvar transición outdoor-indoor.
- Además, el Instituto Tecnológico de Rocas Ornamentales y Materiales de la Construcción ([INTROMAC \[1\]](#)) integrará los sistemas radiantes en materiales de construcción. Estas mejoras en el diseño de los sistemas radiantes son el segundo objetivo del proyecto.
- Una vez realizado el cambio de modelo, el tercer objetivo es que estas redes sean muy eficientes energéticamente hablando, para lo que se abordará la mejora de la eficiencia en las redes de comunicaciones desde diversos y complementarios puntos de vista: primero la mejora de los algoritmos de enrutamiento en función del canal de propagación estudiado en el objetivo 1, segundo la implementación de algoritmos de estimación de la dirección de llegada (Direction of Arrival (DoA) en inglés), y finalmente, de algoritmos de apuntamiento selectivo o conformadores de haz (Beamforming en inglés), para que la zona radiada por las antenas sea lo más precisa posible y por tanto se reduzcan las emisiones.
- Por último, las futuras redes de comunicaciones [Samsung 2013] deberán implementar MIMO con un número alto de antenas, lo que se ha denominado "MIMO Massive". La caracterización del canal y el diseño de sistemas radiantes que tengan baja correlación entre elementos, y por tanto una alta capacidad, suponen un reto científico muy ambicioso, que constituirá el cuarto objetivo de este proyecto. Para poder realizar este reto se hará necesario una gran capacidad de cómputo, para lo cual se cuenta con el Centro Extremeño de Investigación, Innovación Tecnológica y Supercomputación ([CénitS \[2\]](#)).

### Metodología:

Se pretende lanzar simulaciones costosas para optimizar el modelado de sistemas MIMO. Se usarán metaheurísticas, especialmente secuenciales, pero también paralelas, para reducir los tiempos cómputo a valores razonables.

### Objetivos alcanzados:

Inicialmente se ha trabajado en el análisis de sistemas MIMO para tener un mejor conocimiento sobre su comportamiento y posterior extensión a entornos rurales. Paralelamente se ha trabajado también en el análisis de sistemas MIMO distribuidos.

A medida que avanzaba el proyecto, también se ha trabajado en redes de sensores, como sistemas MIMO masivos. En particular, para este tipo de redes, se ha trabajado en la mejora de su eficiencia energética, usando técnicas de conformado del haz.

**Fuentes de financiación:**

Proyecto regional IB13113.

---

**URL del envío:** <https://web.computaex.es/proyectos/redes-inalambricas-mimo-ultima-generacion-zonas-rurales>

**Enlaces**

[1] <http://www.intromac.com/> [2] <http://www.cenits.es/cenits>