

# APLICABILIDAD Y PRESTACIONES DE ANTENAS ADAPTATIVAS EN UMTS

*David Rodríguez Rodrigo*

Dpto. de Tecnologías de las Comunicaciones...  
Universidad Carlos III de Madrid  
Avda. Universidad 30 28911 Leganés, Madrid  
[drodriago@tsc.uc3m.es](mailto:drodriago@tsc.uc3m.es)

*Daniel Segovia Vargas*

Dpto. de Tecnologías de las Comunicaciones...  
Universidad Carlos III de Madrid  
Avda. Universidad 30 28911 Leganés, Madrid  
[dani@tsc.uc3m.es](mailto:dani@tsc.uc3m.es)

## ABSTRACT

New adaptive (smart) antenna arrays can enhance the performance of CDMA and UMTS systems. An study of the performance of traditional three sector antennas in front of switching beam antennas and fully adaptive antennas is presented to show the improvement in capacity and range for UMTS systems.

## 1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, el mundo de la telefonía móvil ha experimentado un crecimiento notable. Esta gran aceptación en el uso de terminales móviles ha desembocado en la creación de una mayor oferta de servicios a través del terminal móvil con el objetivo de integrar las comunicaciones móviles en la nueva sociedad de la información. Esto significa que se deberá proporcionar un acceso móvil a los servicios de transmisión de voz, datos y multimedia para una gran variedad de entornos. Los sistemas propuestos para llevar a cabo estos nuevos servicios han sido, entre otros, el IMT2000 (International Mobile Telecommunication) en América y el UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) en Europa.

El significado de todo esto, desde el punto de vista técnico, es incuestionable, es necesario incrementar la eficiencia espectral de las redes radio. El aumento de las demandas hace que sea imprescindible el aprovechamiento de todas las potencialidades del sistema. A este respecto resulta interesante la multiplicidad de canales que surgen debido a que cada usuario móvil ocupa una posición espacial. Esto hace posible un filtrado de usuarios en el dominio espacial, que puede ayudar a separar señales solapadas espectral y/o temporalmente procedentes de múltiples usuarios móviles. De esta forma la diversidad espacial puede explotarse como una especie de técnica de acceso híbrida que complemente las tradicionales técnicas de acceso por división en frecuencia (FDMA, Frequency Division Multiple Access), por división en tiempo (TDMA, Time Division Multiple Access) o por división en código (CDMA, Code Division Multiple Access). Esta nueva técnica de acceso se conoce como acceso múltiple por división en espacio (SDMA, Space Division Multiple Access).

Para implementar SDMA se pueden utilizar varios tipos de antenas. En este estudio se simulan antenas de haces conmutados, arrays pasivos y antenas adaptativas, con el objetivo de comparar las prestaciones obtenidas con cada una de ellas.

## 2. ENTORNO DE SIMULACIÓN

Las simulaciones se han realizado en el enlace ascendente basándonos en el estudio realizado en el capítulo 8 de [1]. Este estudio muestra que, considerando una portadora de 10 W por sector, la cobertura estará limitada por el enlace ascendente y la capacidad por el descendente, debido a que la potencia transmitida por la estación base es fija y se debe repartir entre los usuarios. Sin embargo, si se utilizan dos portadoras de 10 W por celda el límite impuesto por el enlace descendente en cuanto a capacidad se duplica. Si se considera una antena adaptativa que despliegue dos haces, el resultado será el mismo. Esto se debe a que se crean dos canales radio diferentes. Si la antena adaptativa forma un número mayor de haces, tanto la cobertura como la capacidad estarán limitadas por el enlace ascendente.

Para realizar las simulaciones se han considerado seis estaciones base con tres sectores cada una, resultando un total de dieciocho celdas. Se han realizado las siguientes suposiciones:

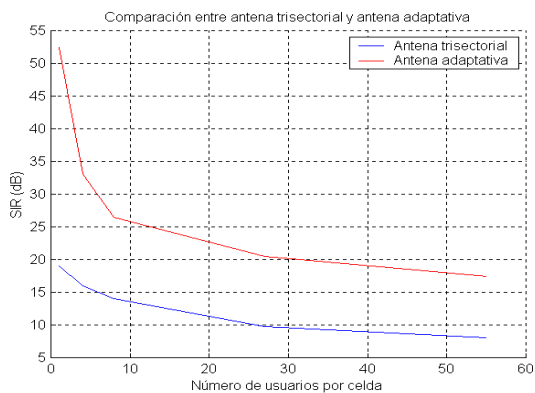
- Los usuarios no se mueven.
- La distribución de los usuarios es uniforme.
- Los tipos de usuarios considerados son:
  - Usuarios de voz que transmiten a 12,2 kbps y con una potencia máxima de 21 dBm. (0.125 W). El factor de actividad vocal es 0,5.
  - Usuarios de datos pueden transmitir a varias velocidades, y la potencia máxima es 24 dBm (0.25 W).
- Se utiliza una frecuencia de portadora de 2000 MHz.
- La velocidad de chip es 3.84 Mcps.
- Se emplean códigos OVVSF para realizar el spreading.
- Se realiza un control de potencia perfecto.
- Los valores de SIR presentados son medias, es decir, son valores superados por el 50% de los usuarios.

En las simulaciones realizadas se presenta, en primer lugar, una comparativa entre las prestaciones conseguidas con antenas adaptativas, con antenas trisectoriales (ya que son las que se emplean en los sistemas actuales) con antenas de haces conmutados y con arrays pasivos.

## 3. RESULTADOS Y COMENTARIOS

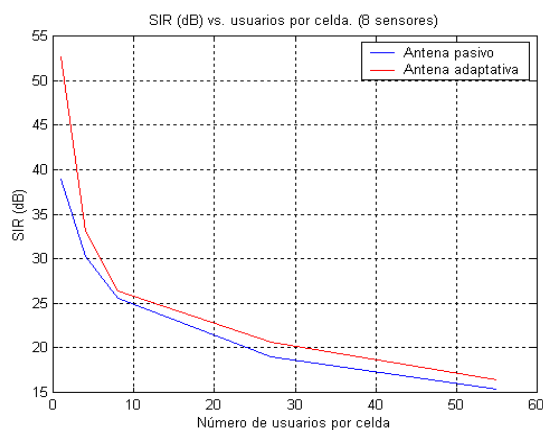
Los resultados muestran la relación entre la señal y la interferencia (considerando el ruido incluido en esta), después de hacer el despreading de la señal WCDMA recibida.

En primer lugar comparamos los resultados obtenidos empleando una antena adaptativa de 8 elementos y una antena trisectorial con usuarios de voz uniformemente distribuidos.



**Figura 1.** Prestaciones de SIR obtenidas para una antena adaptativa y otra trisectorial.

Se ve que la antena adaptativa ofrece unas prestaciones muy superiores a la antena trisectorial. Sin embargo, si comparamos con antenas de haces conmutados o con arrays pasivos, los resultados son diferentes. En la figura 2 se muestra el resultado de comparar con un array pasivo del mismo número de elementos.



**Figura 2.** Prestaciones de SIR obtenidas para una antena adaptativa y un array pasivo (ambos de 8 elementos).

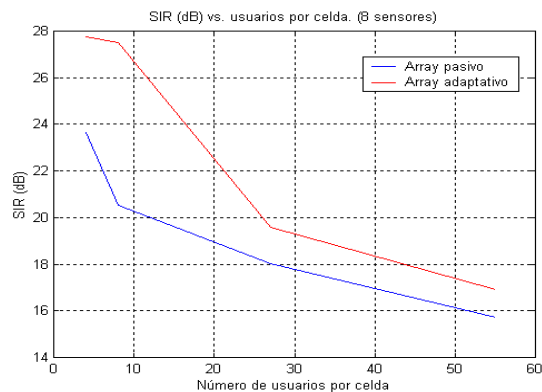
Debido a que la distribución de usuarios y servicios es uniforme no se aprecian grandes diferencias entre la utilización de un array adaptativo frente a uno convencional. Para finalizar se ha simulado un sistema formado por usuarios de voz en el que existen dos usuarios de datos, resultando la figura 3. En este caso, se observa que la antena adaptativa ofrece mejores resultados que la pasiva.

### 3. CONCLUSIONES

Los resultados de estas simulaciones muestran que, bajo los supuestos empleados, las prestaciones conseguidas con estos tres tipos de antenas son bastante parecidas, por lo que no parece muy apropiado, por su mayor complejidad, utilizar antenas adaptativas. Sin embargo, se ha comprobado que cuando la

interferencia recibida no está uniformemente distribuida (figura 3) la antena adaptativa mejora las prestaciones de los arrays pasivos. La diferencia se debe a que las antenas adaptativas, como su nombre indica, se adaptan al entorno. Esto significa que tienen en cuenta tanto las señales deseadas como las interferentes. El array pasivo sólo considera la señal deseada. Este es el motivo por el que las antenas adaptativas ofrecerían mejores prestaciones que los arrays conmutados en dos situaciones:

- En presencia de multirrayecto. Cuando la señal deseada llega por más de una dirección, la antena adaptativa considerará, para formar su respuesta, todas las copias de la señal deseada.
- Cuando la distribución de usuarios no es uniforme. En las simulaciones realizadas se ha supuesto que la distribución de usuarios es uniforme. Por esto el empleo de antenas adaptativas no aporta ningún valor, debido a que en estas situaciones el óptimo de Wiener viene dado precisamente por el que proporciona el array pasivo correspondiente.



**Figura 3.** Prestaciones de SIR obtenidas para una antena adaptativa y un array pasivo con dos usuarios de datos

En vista de estos resultados se puede concluir que en las etapas previas de UMTS, en las que la mayor parte de usuarios transmitirá voz, el empleo de antenas adaptativas no estará justificado debido a su mayor coste y complejidad. Sin embargo, cuando el número de usuarios de datos sea importante, el uso de antenas adaptativas sí supondrá un incremento importante en las prestaciones del sistema, especialmente cuando se presente este tipo de tráfico en puntos o zonas muy localizadas y no de forma uniforme.

### 4. REFERENCIAS

- [1] Holma, H. and Toskala, A., "WCDMA FOR UMTS. Radio Access For Third Generation Mobile Communications", Ed. Wiley & Sons.
- [2] Buehrer R.M. (et. al), "Intelligent Antennas for Wireless Communications – Uplink", Bell Labs Technical Journal, July-September 1999.
- [3] Prasad, R. and Ojampera, T. "An overview of CDMA evolution toward Wideband CDMA", IEEE Communications Surveys.
- [4] Haas and Winters "Simulation Results of the Capacity of Cellular Systems", IEEE Transaction on Vehicular Tech., Vol. 46, No. 4, Nov. 1997