

ESTUDIO PRELIMINAR DE PRESTACIONES DE ANTENAS INTELIGENTES PARA UMTS

Ramón Martínez, Davide Trosa, Leandro de Haro, Miguel Calvo

Grupo de Radiación. Departamento de Señales Sistemas y Radiocomunicaciones.
Universidad Politécnica de Madrid

E.T.S.I. Telecomunicación. Ciudad Universitaria s/n 28040 Madrid (ESPAÑA)
Tel. : +34 91 549 57 00 Ext. 397. Fax : +34 91 543 20 02. E-mail : ramon@gr.ssr.upm.es

RESUMEN

Los nuevos servicios para los sistemas emergentes de comunicaciones móviles 3G (acceso a Internet, transmisión de datos con tasas de bit elevadas, ...) requieren técnicas capaces de aumentar la capacidad de estos sistemas para dar servicio al mayor número posible de usuarios.

En este trabajo se presenta un estudio realizado para comprobar las mejoras obtenidas al utilizar antenas inteligentes en los nuevos sistemas de comunicaciones móviles de Tercera Generación (UMTS). En particular, se presentan resultados de simulaciones obtenidos para un entorno de despliegue rural macrocelular [1] con distintas tecnologías de antenas inteligentes.

1. INTRODUCCIÓN

Los nuevos Sistemas de Comunicaciones Móviles de Tercera Generación (UMTS) basados en CDMA requieren la aplicación de nuevas técnicas para dar servicios multimedia a un gran número de usuarios. Dos métodos para dar cabida a más usuarios serían la asignación de más bandas de frecuencia o la reducción del tamaño de las celdas del sistema. Sin embargo, estas dos soluciones no serán suficientes a largo plazo.

Una posible solución para mejorar la capacidad de los sistemas WCDMA (Wideband CDMA) sería discriminar a los usuarios por su posición espacial utilizando antenas inteligentes en las estaciones base. Esta tecnología se basa en la reconfiguración dinámica del diagrama de radiación de la antena, dependiendo del entorno. Las ventajas aportadas por el uso de antenas inteligentes son la extensión de la zona de cobertura y la disminución de la interferencia procedente de usuarios no deseados. Esta última característica es muy importante en los sistemas CDMA, donde la capacidad del sistema está limitada por interferencia.

En este trabajo se presentan resultados obtenidos para dos tipos de antenas inteligentes: antenas de haces conmutados (sección 2) y antenas adaptativas (sección 3). Finalmente, en la sección 4 se exponen las conclusiones alcanzadas.

2. ANTENAS DE HACES CONMUTADOS

Frente a las antenas adaptativas que requieren un procesamiento de señal complejo en el receptor, el funcionamiento de las antenas de haces conmutados es mucho más simple. Disponen de un

conjunto fijo de haces para dar cobertura a cada sector o celda de 120° (típicamente, 4 haces de 30°). El receptor de la estación base asignará a cada móvil el mejor haz de acuerdo con algún criterio de optimización (mayor potencia de señal recibida, reducción de interferencias, ...). Los haces deben cruzarse a un cierto nivel para evitar fluctuaciones excesivas de potencia. En el caso de utilizar redes de Butler, los haces son ortogonales entre sí y se cortan a un nivel de -4dB respecto del máximo de radiación [2]. En la figura 1 se muestran los valores de relación C/I para interferencia intracelda, extracelda y total en el enlace ascendente obtenidos con antenas sectoriales de 120° y con antenas de haces conmutados para el entorno rural definido en [1]. Las simulaciones se han hecho para diferentes densidades de usuarios de voz (8 kbps); modelos de propagación, canal Rayleigh y desvanecimiento lento, así como algoritmos de control de potencia y handover entre celdas se han considerado. Como se desprende de la figura, aumenta la relación C/I (reducción de interferencias), haciendo posible la aparición de un mayor número de usuarios.

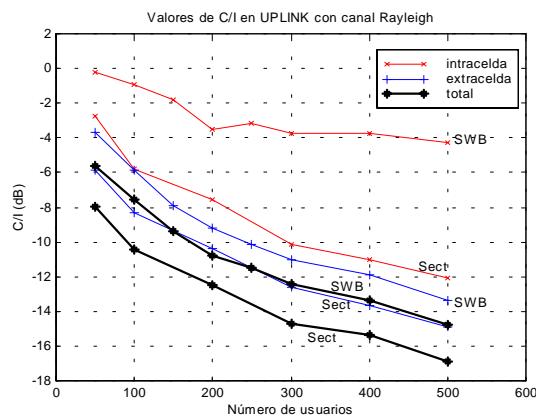


Figura 1. Valores medios de C/I (enlace ascendente).

3. ANTENAS ADAPTATIVAS

Las antenas adaptativas son un paso más en las tecnologías de antenas inteligentes. El control del diagrama de radiación se hace por medio de un algoritmo adaptativo que pretende minimizar una señal de error generada a partir de una referencia en el receptor de la estación base. Para ello, es necesario definir un modelo de canal que tenga en cuenta todas las características del

canal. El modelo de señal utilizado es el presentado en [3], donde se consideran dispersión temporal y angular. El vector de señales recibidas en cada elemento del array procedente de N usuarios con $Ntaps$ multitrayectos puede expresarse como:

$$\underline{Y}(t) = \sum_{i=1}^N \sum_{l=1}^{Ntaps} c(\phi_i + \Delta\phi_{il}) \alpha_{il} \exp(j2\pi v_{il} t) u_i(t - \tau_{il}) + \underline{N}(t) \quad (1)$$

Donde α_{il} , τ_{il} y v_{il} son la amplitud, retardo y frecuencia Doppler del trayecto l -ésimo, $u_i(t)$ es la señal de datos en banda base del usuario i -ésimo, y $\underline{N}(t)$ es el ruido térmico; ϕ_i es el ángulo incidente en azimut del trayecto principal del usuario i -ésimo y $\Delta\phi_{il}$ es la dispersión acimutal respecto de ϕ_i ; la respuesta del array viene dada por el steering vector de cada uno de los M elementos

$$c(\phi) = [1 \quad \dots \quad \exp(-j(M-1)\pi \sin\phi)]^T.$$

La señal de referencia en el receptor se genera a partir de los códigos CDMA usados por los diferentes usuarios. Con esta señal obtendremos los pesos apropiados del array para reducir la interferencia recibida de usuarios no deseados y seguir a la señal deseada. Por tanto, se trata de un esquema de referencia temporal. Se supondrá que cada usuario utiliza códigos OSVF (Orthogonal Variable Spreading Factor). Gracias a la ortogonalidad entre los códigos de los diferentes usuarios, puede generarse una señal de error $e(t)$ cuya potencia se minimizará con el procesado adaptativo (figura 2). Esta señal estará compuesta de la interferencia de otros usuarios y por ruido. Para cada usuario, se correla la señal recibida con el código correspondiente, se filtra para eliminar la interferencia del resto de usuarios, y se vuelve a correlar la señal filtrada con el mismo código. Esta es la señal de referencia que luego se utilizará para obtener $e(t)$. El algoritmo genera un vector de pesos \underline{w} , que minimizará la potencia del error $e(t)$ en un número de iteraciones dado, con lo que el haz se conformará adecuadamente para maximizar la relación señal frente a interferencias (SIR).

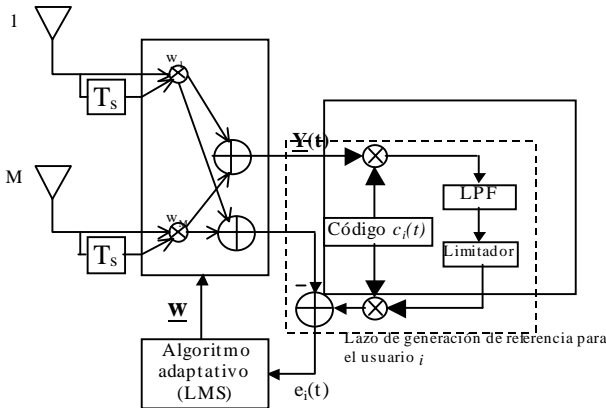


Figura 2. Diagrama de bloques del receptor de la estación base y lazo de generación de la referencia.

Las simulaciones realizadas se han hecho con el algoritmo LMS normalizado [4], señales moduladas en BPSK, y elementos del array equiespaciados media longitud de onda. La dispersión angular se genera siguiendo una distribución laplaciana, con 1.8 y 4.5° de dispersión acimutal, típicos de entornos rurales. En la figura 3 se muestran los diagramas de radiación obtenidos para un array de 10 elementos y 20 usuarios, cada uno de los cuales alcanza el receptor con un número de trayectos igual a $Ntaps=6$.

Puede verse cómo aparecen nulos en las direcciones de las interferencias y máximos hacia el usuario deseado. La mejora en el valor de la SIR para el usuario deseado es mayor para el caso de menor dispersión angular (17 dB frente a 11 dB).

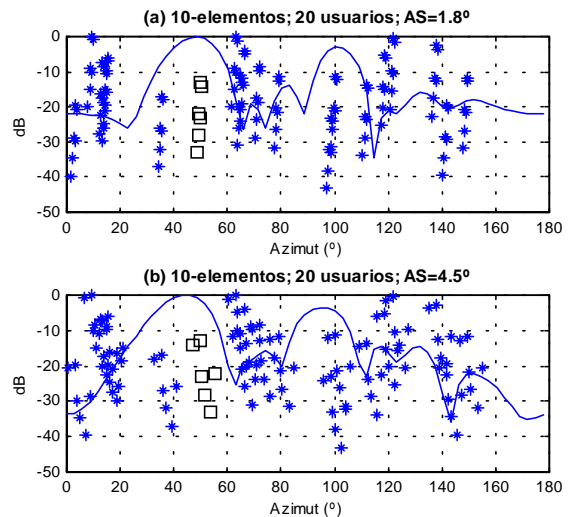


Figura 3. Diagramas de radiación conformados de un array de 10 elementos diferentes dispersiones angulares (AS). (20 usuarios; □ usuario deseado; * interferentes).

4. CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos para los dos tipos de antenas inteligentes estudiados, se desprende que en ambos casos pueden conseguirse mejoras importantes de capacidad en sistemas WCDMA para UMTS. Si bien las antenas de haces conmutados son más fácilmente desplegables, ofrecen prestaciones inferiores a las que se obtienen con antenas adaptativas y podrían ser una primera generación de antenas inteligentes para las estaciones base de UMTS.

5. REFERENCIAS

- [1] ETSI, "Universal Mobile Communications Systems (UMTS); Selection procedures for choice of radio transmission technologies for UMTS", UMTS Technical Report 30.03, v. 3.2.0., Nov. 1997.
- [2] J.C. Liberti, T.S. Rappaport, *Smart Antennas for Wireless Communications: IS-95 and Third Generation CDMA Applications*, Prentice Hall, 1999.
- [3] R. Martínez, D. Trosa, L. de Haro, M. Calvo, "Smart Antennas Performance Evaluation and Capacity Increase for UMTS", IEEE Vehicular Technology Spring Conf. 2001, Rhodes, Greece.
- [4] S. Haykin, *Adaptive Filter Theory*, 2ª ed. Prentice Hall International, London, 1993.