

1 INTRODUCCIÓN.

1.1 Motivación.

El avance de las telecomunicaciones, gracias al desarrollo y evolución de las nuevas tecnologías, ha permitido que en estas últimas dos décadas hayan cambiado radicalmente las formas de comunicación y de acceso a la información en el mundo. Estos cambios han influido decisivamente en el desarrollo de la sociedad, hasta el punto de haber sido considerada como la Sociedad de la Información y actualmente como la Sociedad del Conocimiento. Dicha evolución tecnológica es responsable del cambio entre la realidad social actual, basada fundamentalmente en el paso de disponer una única red de comunicaciones fija usada exclusivamente para conversaciones de voz, a tener dos o tres comunicaciones, fija y móvil, que permiten conexiones de voz y, cada vez más, de datos, sobre todo con la evolución y popularización de la red Internet.

Analizando detenidamente esos cambios, tenemos que con la red fija original de hace 20 años pero con la introducción de diferentes tecnologías, se ha conseguido pasar de usar exclusivamente esta red para llamadas de voz a, en una primera fase, alternar sobre la misma red esas llamadas de voz con comunicaciones de datos a baja velocidad y, en una segunda fase, a compartir en esta red de forma simultánea tanto llamadas de voz como comunicaciones de datos a alta velocidad. Este afán por las comunicaciones de datos se debe, fundamentalmente, al cambio que se sometió Internet, pasando de ser una red de uso exclusivo del ejército americano para funciones de seguridad, a convertirse en una red de libre acceso en la que se encuentra gran parte del conocimiento mundial y a la que cada día acceden millones de personas para consultar e intercambiar información, trabajar o divertirse. Para que este cambio haya sido posible, también ha sido clave la evolución tecnológica que han sufrido durante estos años los ordenadores, terminales usados en estas

redes para intercambiar información y acceder a los contenidos. Estos equipos han reducido sus tamaños, han aumentado de forma notable sus prestaciones y han mejorado considerablemente su coste, hasta el punto de ser hoy en día más económicos que algunos electrodomésticos. De hecho con la aparición del ordenador portátil, su expansión y posterior popularización en estos últimos años, el PC convencional ha rebajado bastante su precio y mejorado sus prestaciones hasta el punto de que no sólo no ha perdido terreno en el mercado con respecto a este último si no que más bien lo ha ganado, hasta ser actualmente parte del equipamiento básico dentro del hogar.

Por otro lado la aparición de una nueva red de comunicaciones móviles, pensada para realizar llamadas de voz en movimiento desde/hacia cualquier punto de un territorio fijo o móvil ha tenido un efecto brutal en la sociedad, convirtiéndose no sólo en la herramienta de trabajo de muchos profesionales, sino también en la opción principal para realizar llamadas de voz a nivel mundial. Así en poco menos de 20 años, diferentes tecnologías de comunicaciones han hecho que la telefonía móvil haya pasado de no existir a convertirse en la primera forma de comunicación entre las personas, ya sea mediante llamadas de voz, mensajes de texto (SMS) o mensajes multimedia (MMS). En este tiempo la evolución sufrida por los terminales que permiten el acceso a esta red ha sido enorme, pasando de los primeros dispositivos que eran simplemente aparatos telefónicos de un tamaño considerable a la actual variedad de terminales, de menor tamaño, que incorporan numerosas aplicaciones adicionales (cámaras de foto, correo electrónico, video llamada, etc..). Tantas son las posibilidades que cada vez es mayor la demanda de dispositivos con altas prestaciones como PDA's, Blackberry, iPhone, HTC..., que permitan intercambiar datos por la red móvil, red que ha tenido que evolucionar tecnológicamente para poder ofrecer este servicio, puesto que como ya se ha dicho, la red móvil se diseñó exclusivamente para comunicaciones de voz.

La fiebre por las comunicaciones sin cables se ha visto incrementada los últimos años por las posibilidades que ofrece la tecnología WiFi basada en el estándar IEEE 802.11, que permite el acceso a Internet a través de conexiones

inalámbricas de banda ancha con puntos de acceso a la red fija. El impulso que la tecnología WiFi ha dado a la popularización del acceso a Internet sin cables, unido a las posibilidades que ofrece la propia Red, ha abierto una carrera de fondo por desarrollar la tecnología que consiga acceso a Internet de banda ancha sin hilos y en movimiento. En este contexto es en el que aparece WiMAX, tecnología basada en la familia de estándares IEEE 802.16 que trata de dar un paso más en el desarrollo de las comunicaciones inalámbricas, uniendo sobre una misma red, dos de los conceptos tecnológicos más importantes de la actualidad: banda ancha y movilidad. Pero WiMAX, apoyada por las multinacionales tecnológicas más importantes, no está sola en la consecución de ese objetivo, sino más bien todo lo contrario, ya que distintas evoluciones de los estándares en los que se basa la tecnología celular que han permitido el despliegue y posterior expansión de las comunicaciones móviles (GSM, GPRS, UMTS., y ahora HSDPA), intentan sin demasiado éxito de momento, conseguir el objetivo ansiado por WiMAX. Por ahora, las distintas evoluciones tecnológicas desarrolladas con el objetivo de poder ofrecer comunicaciones móviles de datos no han conseguido los resultados técnicos esperados, ni tampoco han conseguido una acogida por parte de la sociedad acorde con las inversiones realizadas.

En el contexto actual de evolución de los distintos estándares que compiten por lograr el acceso de banda ancha con movilidad, en este estudio se centra la atención en la tecnología WiMAX y en la familia de estándares en los que ésta se basa.

Existen muchos avances en las antenas que han sido incorporadas al estándar WiMAX. Entre estos avances se debe tener en cuenta el de antenas inteligentes (*smart antennas*), que se basan en la conformación de haces directivos desde la estación base. Otro avance es la utilización de sistemas MIMO, que utilizan múltiples antenas tanto para recibir como para transmitir.

Las antenas microstrip, por otro lado, son buenas candidatas para formar parte de comunicaciones inalámbricas, donde el tamaño, el peso, el coste de fabricación y la facilidad de instalación, pueden ser limitaciones.

Las antenas microstrip son de bajo perfil, adaptables a superficies planares y no planares, muy simples, robustas mecánicamente y muy baratas de fabricar, usando las nuevas tecnologías de circuito impreso. También presentan mucha versatilidad a la hora de sintonizar la frecuencia de resonancia, adaptarlas en impedancia y diseñar un determinado patrón de radiación.

Por lo tanto, si queremos construir una antena para una aplicación WiMAX, una buena elección será utilizar una antena microstrip debido a que se presentan unas determinadas características que cumplan a la perfección con las especificaciones demandadas.

1.2 Objetivos del Proyecto.

El objetivo de este proyecto se ha centrado en el diseño de una agrupación de antenas microstrip para aplicaciones WiMAX. Se le presta una especial atención al diseño del elemento simple y a la configuración de la agrupación de antenas, así como al diseño de la red de alimentación de la agrupación. Por razones de extensión, la problemática del ancho de banda se considera que cae fuera del alcance del trabajo realizado. Se preferirá la utilización de elementos simples y una geometría sencilla para la red de alimentación.

La mayoría de los fabricantes parece coincidir en el desarrollo de soluciones comerciales para las bandas de 3.5GHz y 5.8GHz. El array desarrollado en este proyecto operará en la banda de 3.5GHz.

Teniendo en cuenta que microstrip es una tecnología de bajo perfil, el uso de esta agrupación estará orientado a estaciones suscriptoras.

1.3 Estructura de la Memoria.

Para la consecución de los objetivos, se presenta la siguiente memoria estructurada por capítulos que detallaremos a continuación. Se parte de lo

general, estudiando el mecanismo de radiación de las antenas microstrip, hasta concretar un modelo, del cual se obtiene unas características teóricas y se efectúa un diseño asistido por ordenador.

Capítulo 2

En este capítulo se presenta una visión global de los sistemas WiMAX. Se tratarán sus características fundamentales, sus aplicaciones y se remarcarán las ventajas de WiMAX frente a otras tecnologías como WiFi. En segundo lugar se explicarán sus características técnicas, como la repartición de su espectro, se introducirán conceptos como *Smart Antenas* y MIMO y finalmente se analizarán las antenas usadas en esta tecnología.

Capítulo 3

En este capítulo se presentan generalidades sobre las antenas microstrip. Empezaremos proporcionando una definición de dicha antena, enumerando las ventajas e inconvenientes y sus aplicaciones más habituales. A continuación se explicarán los mecanismos de radiación de las antenas microstrip. Luego se presentan las configuraciones geométricas usadas en dichas antenas y las diferentes técnicas para alimentarlas. Finalmente se exponen los dos modelos más extendidos de las antenas parche microstrip: el modelo de línea de transmisión y el modelo de cavidad.

Capítulo 4

Es el capítulo dedicado a las agrupaciones de antenas. Se comenzará con una introducción donde se explican las principales características de las agrupaciones tanto planas como lineales, se describirá el diagrama de radiación de las agrupaciones planas, el margen visible, la directividad y por último el ancho del haz de dichas agrupaciones.

Capítulo 5

En este capítulo se entra en detalle en los distintos elementos que suelen utilizarse en la tecnología microstrip para la implementación de las redes de alimentación de las agrupaciones. En primer lugar se definirán los divisores de potencia, los acopladores direccionales y los acopladores híbridos. Finalmente se explicarán las características principales de las matrices Butler.

Capítulo 6

En este capítulo nos encontraremos con tres partes claramente diferenciadas. Se comenzará con un estudio teórico del diseño del parche microstrip, la agrupación de las antenas y la red de alimentación. Se comentarán las decisiones tomadas para cada diseño. En la segunda se muestra la herramienta utilizada para el diseño y simulación de nuestro prototipo. Y en la última parte se irán detallando todos los pasos seguidos para la obtención del diseño final, desde el diseño del parche básico hasta la obtención del conjunto array-red de alimentación, utilizando la herramienta descrita anteriormente.

Capítulo 7

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos por simulación de nuestro prototipo final, la agrupación de cuatro antenas con la red de alimentación.

Capítulo 8

Se presentan las conclusiones del proyecto, planteando algunas líneas futuras y aspectos a mejorar en el diseño.