



PREMIO EITP'98 PARA LAS ANTENAS FRACTALES

Carlos Prieto¹, Carlos Puente², Jordi Romeu³ y Ángel Cardama⁴

¹Becario del Dpto. de TSC y estudiante de la ETSETB,

^{2,3,4}Grup d'Enginyeria Electromagnètica i Fotònica del Departament de TSC de la UPC,

¹prieto@voltor.upc.es, ²puente@tsc.upc.es, ³romeu@tsc.upc.es, ⁴cardama@tsc.upc.es

El pasado año 1998, la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) conjuntamente con la empresa Sistemas Radiantes Francisco Moyano S.A (SRFM), fueron galardonados con uno de los premios más prestigiosos en el ámbito de las Tecnologías de la Información a nivel europeo, obteniendo uno de los tres grandes premios del EITP'98 (European Information Technology Prize, 1998).

Nuestro equipo de investigadores ha sido el primer equipo de una universidad europea, además del primer grupo español, que ha sido galardonado con uno de los tres grandes premios de este certamen, pues hasta entonces, en los cuatros años de vida de estos premios, nunca un grupo español había sido preseleccionado entre los 25 ganadores que podían optar a uno de los tres grandes premios, siendo otorgados siempre a equipos de compañías y empresas europeas.

Dicho galardón fue fruto del desarrollo de antenas basadas en la tecnología fractal, que trabajan simultáneamente en las bandas de frecuencia utilizadas por los sistemas de telefonía móvil GSM 900 y DCS 1800.

¿QUÉ ES EL EUROPEAN IST PRIZE?

El "European IST Prize" (European Information Society Technologies Prize) es el principal galardón para productos innovadores en el mundo de las tecnologías de la información, teniendo como una de las bases del concurso el premiar "productos novedosos con un alto contenido en Tecnologías de la Información y un mercado potencial evidente". Estos premios han sido creados para todas las contribuciones encaminadas a generar y convertir ideas innovadoras y resultados de I+D en productos comerciales. Estos productos deben ser como mínimo un prototipo demostrable y, si ya han sido comercializados, estos deben haber sido introducidos en el mercado después del 1 de junio de dos años atrás.

El principal objetivo de estos premios es promover la investigación y el avance tecnológico, y

recompensar el esfuerzo y los excelentes resultados obtenidos en el campo de las tecnologías de la información, además de estimular las relaciones empresariales, la innovación y la competitividad en la industria.

Este premio se distingue por la calidad de sus participantes, por su clara objetividad y su inmediata relevancia en los negocios y en la sociedad. Este galardón concede la más clara marca de distinción a sus ganadores, un reconocimiento que aporta pos sí mismo una importante referencia para todos los inversores, desde los grandes financieros hasta los consumidores.

El criterio de selección incluye un contenido innovador, potencial para mejorar la competitividad, potencial de mercado, capacidad para generar empleo abriendo nuevos mercados o abriendo nuevas compañías, contribución a aumentar la aceptación y el entendimiento de las tecnologías de la información por la sociedad, y contribución de beneficios a la sociedad.

Organizado juntamente por Euro-CASE (European Council of Applied Sciences and Engineering) y el programa Esprit (European Information Society Technologies Programme), el EITP fue creado en 1995. La intención de estos premios es la de dar reconocimiento a los productos innovadores dentro de las tecnologías de la información con un excelente potencial de mercado. Los ganadores deben demostrar creatividad y buen sentido de los negocios en el uso de las tecnologías de la información para generar desarrollo y empleo. En 1998, una lista de 25 compañías fueron seleccionadas de entre cerca de 300 candidatas de 27 países europeos e Israel, siendo solamente 3 de estas 25 compañías galardonadas con el Gran Premio.

Los productos que reciben este premio no contribuyen únicamente a aumentar la competitividad europea en un sector industrial de vital importancia sino que además mantienen a Europa dentro de los líderes en este sector.



Los 3 Grandes Ganadores del premio EITP'98. De izquierda a derecha, el Sr. Hirshberg de ID2 (Suècia), Mr. Kamatakis de MLS Laser Lock (Grècia) y el prof. Carles Puente i Baliarda (UPC).

GANADORES DEL GRAN PREMIO

Como ya hemos comentado, uno de los tres Grandes Premios del European Information Technology Prize 1998 fue concedido a la Universitat Politècnica de Catalunya por haber encontrado una solución revolucionaria a un problema al que se han enfrentado siempre los ingenieros que trabajan en radiocomunicaciones. Este problema es el hecho de que el comportamiento de una antena depende de su tamaño físico, relativo a la longitud de onda de la señal para la cual ha sido diseñada para trabajar - una antena, una longitud de onda.

¿Cómo realizar entonces la migración de la red celular europea de telefonía móvil del actual sistema GSM (890-960 MHz) al futuro sistema DCS (1710-1880 MHz)?. Hasta ahora, la única solución era instalar dos tipos de antenas, incrementando así masivamente tanto el coste como el impacto ambiental que supone el doblar el número de estas.

Ahora, la colaboración entre la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) y la empresa Sistemas Radiantes F. Moyano (SRFM), ha dado lugar a la aparición de las antenas multibanda Fractusâ, capaces de operar simultáneamente a ambas longitudes de onda.

En un proyecto de investigación apoyado por la Comisión Europea y el gobierno español, nuestro equipo de investigadores ha utilizado una patente de tecnología fractal para la construcción de una antena con geometría con características de autosimilitud a diferentes escalas. Este único principio de diseño tiene un enorme potencial para numerosas aplicaciones que requieren una antena multi-servicio.



El profesor Carles Puente i Baliarda (derecha), recibiendo el premio a las Tecnologías de la Información de manos del Canciller Austríaco, el Sr. Victor Klima (izquierda).

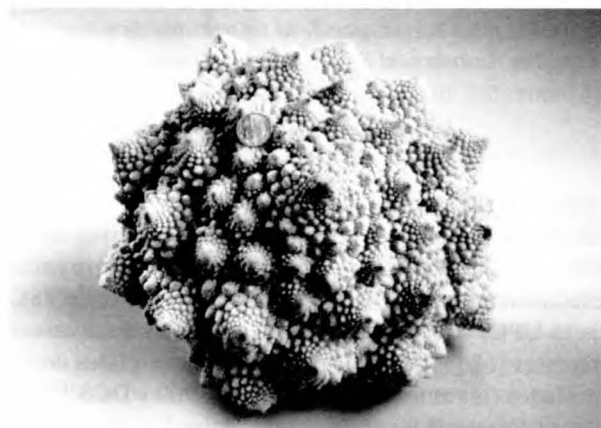
ANTENAS FRACTALES

La tecnología fractal consiste en una filosofía de diseño de antenas totalmente novedosa a nivel mundial, desarrollada por el grupo de "Enginyeria Electromagnètica i Fotònica" (EEF) del Dpto. de TSC de la UPC, y por la que la UPC es titular de diversas patentes [6]-[7]-[8]. Los productos comerciales desarrollados (las antenas fractales GSM 900 y DCS 1800, marca *Fractus*®), se han obtenido gracias al esfuerzo conjunto de la UPC y de la empresa Sistemas Radiantes F.Moyano S.A. (SRFM) de Madrid. En Octubre de 1997, la UPC y la empresa firmaron un convenio de colaboración por el cual un equipo de investigación del grupo EEF, encabezado por el Dr. Carles Puente i Baliarda (profesor del Dpto. de TSC de la UPC), proyectaría la aplicación de la tecnología fractal al diseño de antenas para las estaciones base de los sistemas de telefonía celular GSM i DCS. Durante el proyecto ha habido una estrecha colaboración entre el equipo de ingeniería de la UPC (integrado por los profesores Carles Puente, Jordi Romeu, Jordi Berenguer, Rafael Pous y Angel Cardama, y por los ingenieros doctorantes Carmen Borja, Mónica Navarro y Jaume Anguera, además de varios estudiantes de los últimos cursos de la ETSETB y la EUPBL), y el equipo de ingeniería de la empresa SRFM. Además, han colaborado en la financiación del proyecto la empresa AIRTEL, el Ministerio de Industria y Energía (programa ATYCA), la Comisión Europea a través del fondo FEDER y la Generalitat de Catalunya a través del programa de soporte a los Grupos de Investigación de Calidad.

La teoría de la geometría fractal fue desarrollada hacia finales de los años 70, principalmente gracias a las contribuciones del profesor Benoit B. Mandelbrot. En su famoso libro "La Geometría Fractal de la Naturaleza", Mandelbrot describía geoméricamente una serie objetos que bautizó con el nombre de fractales y que a menudo



huían de los tradicionales principios matemáticos de la geometría Euclídea, geometría que es la base de las ciencias matemáticas desde la época de los griegos hasta la actualidad. A menudo clasificados como ‘monstruos’ matemáticos o casos ‘patológicos’ por sus particulares propiedades geométricas, en realidad los fractales se encuentran entre las formas más comunes en la naturaleza (de aquí el título del libro del autor del neologismo ‘fractal’). Los ríos, las costas naturales, las nubes, las montañas, las coliflores, así como la distribución de capilares en el cuerpo humano son algunos de los ejemplos típicos de formas naturales de las cuales encontramos su marco descriptivo idóneo en la teoría fractal.



Las coliflores, son ejemplos de estructuras fractales naturales. En la fotografía, una coliflor de la variedad romanesco, donde se observa claramente la propiedad de autosimilitud de los fractales.

Entre las particularidades que más resaltan en la geometría fractal, encontramos la autosimilitud [1]-[9]. A grandes rasgos, decimos que un objeto es autosimilar cuando está compuesto por diversas copias de sí mismo en una multitud de escalas diferentes. Por lo tanto, los fractales son objetos en los que el todo y cada una de sus partes tienen la misma forma. Cuando dividimos un fractal en pequeños trozos, cada uno de estos trozos contiene una infinidad de copias del fractal original, pero a tamaños reducidos.

El diseño de antenas multifrecuencia, es decir, antenas que trabajan a diversas longitudes de onda (diversas bandas), ha sido siempre problemático. La limitación principal está en que el funcionamiento de una antena depende fuertemente de la relación entre su tamaño, y el tamaño de la longitud de onda de trabajo. Típicamente, muchas antenas se diseñan de manera que su tamaño total sea del orden de media longitud de onda. El problema de trabajar a diversas longitudes de onda a la vez reside por lo tanto, en que la antena tendría que ser capaz también de tener diversos tamaños simultáneamente. Desde el punto de vista de la geometría clásica, no es fácil imaginar un

objeto que mantenga la misma forma a diversos tamaños, y es en este sentido en el que los fractales ofrecen una infinidad de posibilidades en el diseño de antenas. El mencionado equipo de la UPC fue el primero en demostrar que antenas con una forma fractal autosimilar ideal, presentan exactamente el mismo comportamiento en un conjunto arbitrariamente grande de longitudes de onda (es decir, el mismo comportamiento en diversas bandas o frecuencias). También fue el primero en construir una antena fractal real que mantuviera el mismo comportamiento a diversas frecuencias.

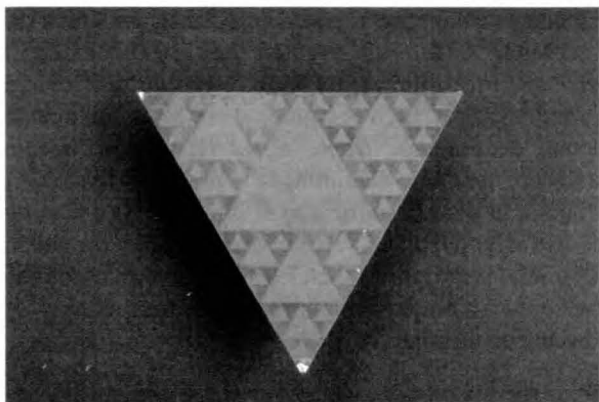
El hecho de conseguir que una sola antena pueda operar en diversas frecuencias [5] (diversas longitudes de onda) abre toda una serie de perspectivas de nuevas aplicaciones en el ámbito de las telecomunicaciones y las tecnologías de la información. Habitualmente, los diferentes sistemas de telecomunicación (radio, televisión terrena, televisión vía satélite, telefonía móvil, sistemas GPS, etc.) operan en diversas bandas frecuenciales para no interferirse mutuamente. Esto hace que utilizando la tecnología de antenas convencional, nos veamos obligados a utilizar una antena diferente para cada servicio a cada frecuencia.

Sin ir más lejos, sólo en el ámbito de la telefonía móvil, debido al creciente número de usuarios del sistema GSM, los operadores se han visto obligados a dar servicio dentro de la banda de DCS, por lo que nos encontramos actualmente con dos bandas de frecuencia diferentes operando simultáneamente, una para el sistema GSM y otra para DCS. Este último sistema comienza a implantarse actualmente, y el hecho de que trabaje a una banda diferente que la del sistema antiguo hace que sea necesaria la implantación de una infraestructura de antenas totalmente nueva, a menos que se disponga de antenas multibanda que operen simultáneamente a ambas bandas de frecuencia. El coste de la implantación de una nueva red de antenas es alto, tanto desde el punto de vista económico, como desde el punto de vista urbanístico, paisajista y medio ambiental. Es en este sentido en el que las antenas Fractus® desarrolladas conjuntamente por la UPC i SRFM, comienzan a aportar las primeras soluciones en este campo, ya que la tecnología fractal permite, en determinados casos, utilizar una única antena en lugar de dos.

FRACTUS

Esta es una nueva generación de antenas multibanda para las estaciones base de los sistemas de telefonía celulares europeos (GSM + DCS) y es gracias a ellas que la UPC ha recibido el premio EITP'98. Como ya se ha comentado, su único principio de diseño es el de la tecnología fractal, permitiendo así presentar el mismo comportamiento en ambas bandas.

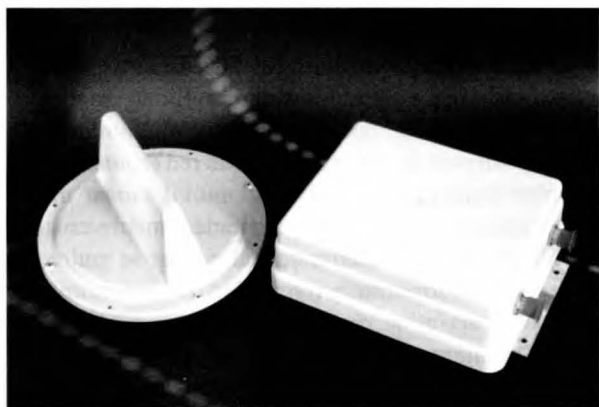
Las antenas Fractusâ premiadas son antenas de un único elemento basadas en la geometría fractal del triángulo de Sierpinski (Sierpinski gasket) [2]-[3]-[4]. Esta geometría fue a partir de la cual nuestro equipo de investigadores obtuvo resultados satisfactorios consiguiendo antenas con propiedades multibanda: la impedancia de entrada presenta una periodicidad logarítmica y los diagramas de radiación son similares en diversas bandas.



Monopolo Sierpinski. En esta fotografía podemos observar claramente la geometría fractal basada en el triángulo de Sierpinski aplicada a las antenas

Tales resultados iniciales dieron pie al grupo de Ingeniería Electromagnética y Fotónica (EEF) de la UPC, juntamente con la empresa de antenas Sistemas Radiantes F. Moyano S.A., a explorar la posibilidad de diseñar antenas para estaciones base multibanda que trabajan en las bandas de GSM y DCS.

El monopolo FRACTUS®-MSPK y el PANEL-01 de Fractusâ, antenas premiadas en el EITP'98, son antenas derivadas del monopolo «Sierpinski gasket» y ambas presentan un comportamiento dual en las dos bandas, GSM y DCS [7]-[9].



Las Antenas Fractus, objeto del Premio EITP'98. Los fractales se encuentran en el interior de la cubierta.

Este comportamiento dual logra que utilizando una única antena Fractus® los operadores de telefonía móvil reducirán sus costes y simplificarán los recursos necesarios para introducir el nuevo sistema DCS además de minimizar el impacto ambiental. En consecuencia, apare-

ce un amplio abanico de nuevas aplicaciones dentro del campo de las tecnologías de la información donde se requieran un servicio multisistema o una antena miniatura.

CONCLUSIONES

El esfuerzo realizado por nuestro equipo en el desarrollo de las antenas fractales, consiguiendo el diseño de dos antenas que cumplen los requisitos necesarios para trabajar simultáneamente en las bandas de GSM y DCS, ha sido recompensado con la obtención de este galardón. Ahora tenemos la magnífica oportunidad de darnos a conocer en nuestra sociedad, y que esta vea que en nuestro país y en nuestra universidad también se crea tecnología puntera capaz de competir sin complejos a nivel europeo.

REFERENCIAS

- [1] C.Puente, R.Pous, «Fractal Design of Multiband and Low Side-Lobe Arrays», IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol.44, no.5, pp.730-739, May 1996.
- [2] C.Puente, J.Romeu, R.Pous, X.Garcia, F.Benítez, «Fractal Multiband Antenna Based on the Sierpinski Gasket», IEE Electronics Letters, vol.32, no.1, pp.1-2, January 1996.
- [3] C.Puente, J.Romeu, R.Bartolomé, R.Pous, «Perturbation of the Sierpinski antenna to allocate the operating bands», IEE Electronics Letters, vol. 32, no.24, pp. 2186-2188, November 1996.
- [4] C.Puente, J.Romeu, R.Pous, A.Cardama, «On the Behavior of the Sierpinski Multiband Fractal Antenna», IEEE Trans. on Antennas & Propagation, vol.46, no.4, pp.517-524, April 1998.
- [5] C.Puente, J.Romeu, R.Pous, A.Cardama, «Multiband Fractal Antennas and Arrays», in Fractals in Engineering, J.L.Véhel, E.Lutton, C.Tricot editors, Springer, New York 1997.
- [6] C.Puente, «Fractal Antennas», Ph.D. Dissertación al Departamento de Teoría del Señal y las Comunicaciones, Universitat Politècnica de Catalunya, June 1997.
- [7] C.Puente, «Fractal AntennasTM – Fractal Shape Antennas and Arrays», http://www-tsc.upc.es/eef/research_lines/antennas/fractals/fractal_antennas.htm, April 1998.
- [8] C.Puente, R.Pous, J.Romeu, X.García, «Antenas Fractales o Multifractales», Patent d'Invenció, n°: P-9501019. Presentat a la «Oficina Española de Patentes y Marcas». Propietari: Universitat Politècnica de Catalunya, May 1995.
- [9] C.Puente, J.Romeu, M.Navarro, C.Borja, J.Anguera, «Antenas Multitriangulares Duales para Telefonía Celular GSM y DCS», Invention Patent, n°: 9800954(0). Presented at the Oficina Española de Patentes y Marcas. Owner: Universitat Politècnica de Catalunya, 1998.

