

El radar: de dónde viene y hacia dónde va

De todos es conocida la utilización del radar en el control del tráfico aéreo y el temido control policial de la velocidad en el tráfico rodado. Pero ¿cuándo se inventó el radar, cómo ha evolucionado hasta nuestros días y qué otras aplicaciones tiene?

Aunque no puede hablarse de una fecha precisa, los orígenes del Radar se sitúan a mediados de la década de los 30 [1]. Estamos pues ante una disciplina con casi 60 años de vida, aunque existen algunos precursores anteriores. El propio Hertz en sus experimentos (1888) ya constató la perturbación que objetos de diversa naturaleza causaban en las ondas de radio. En 1904, el alemán C. Hülsmayer patentó un sistema destinado a la detección radioeléctrica de barcos [2]. No obstante, en aquella época el interés político e industrial en estos sistemas es escaso y no se va más allá de algunas experiencias aisladas. La tensión internacional existente en los albores de la segunda guerra mundial, hizo que las administraciones de todos los países con tecnología propia en radio impulsaran el desarrollo de los primeros radares. Estos sistemas radiaban señales de onda continua o pulsadas en HF, VHF, UHF siendo capaces algunos de ellos de detectar y situar aviones a distancias del orden del cente-

nar de kilómetros. A principios de los 40, dos investigadores ingleses de la Univ. de Birmingham inventan el magnetron de cavidad, capaz de generar potencias de kilovatios a frecuencias de microondas. La posibilidad de lograr directividades elevadas con antenas pequeñas impulsó fuertemente el desarrollo tecnológico en esta banda hasta el punto de que gran parte de los dispositivos pasivos de potencia de microondas tal como los conocemos en nuestros días se desarrollaron en esta década. El entonces código secreto de denominación de las bandas de microondas: L (1-2 GHz), S (2-4 GHz), C (4-8 GHz), X (8-12.5 GHz), etc. se ha consolidado como el estándar actual. En esta época el radar fue aplicado fundamentalmente a intereses militares: vigilancia y localización aérea y marítima, control de tiro, etc., siendo aplicado también como ayuda a la navegación al creciente tráfico aéreo civil.

En los años 50 se profundizó en las bases teóricas del radar, consiguiéndose determinar los límites alcanzables en la detectabilidad, determinación de posición, velocidad, etc. Algunos conceptos fundamentales como el filtro adaptado, comprensión de pulsos, teoría de la detección, etc. se desarrollan por radaristas de esta época, aplicándose posteriormente a los sistemas de telecomunicación. La disponibilidad de los klystron, válvulas de potencia capaces de amplificar linealmente en el margen de microondas permitió la utilización de señales elaboradas de larga duración y gran energía, obteniéndose resoluciones de distancia comparables a impulsos mucho más cortos. En esta

década empiezan a consolidarse algunas aplicaciones civiles del radar como ayuda a la navegación aérea y marítima, radares meteorológicos proporcionando información en tiempo real sobre precipitaciones, vientos, etc. y los radares de apertura sintética (SAR) ideados para formar imágenes de alta resolución de la superficie terrestre.

A partir de los años sesenta hasta la actualidad, el radar ha impulsado y se ha beneficiado del gran progreso tecnológico en materia de estado sólido, circuitos y procesadores digitales, amplificadores de potencia y bajo ruido, agrupaciones de antenas de fase controlada, etc. Estos avances han permitido construir sistemas altamente complejos como los radares tridimensionales capaces de situar y seguir centenares de blancos en distancia, acimut y elevación, o los radares transhorizonte que al trabajar en HF poseen alcances del orden de 2000 km. También se han desarrollado nuevos sistemas concebidos para el sondeo geológico subterráneo o radares laser (lidares) para la medida de aerosoles y contaminantes en la atmósfera.

Indudablemente los intereses de defensa han seguido iniciando y financiando el desarrollo del radar, los avances e innovaciones se han transferido en pocos años a los ámbitos civil y comercial del radar y las telecomunicaciones. Sin embargo, esta situación ha empezado a cambiar recientemente al dedicarse un creciente esfuerzo científico y dotación de recursos directamente a programas de observa-

ANTONI BROQUETAS, *Grupo Antenas, Microondas y Radar*
Depto. de Teoría de la Señal y Comunicaciones, UPC

ción de la Tierra con técnicas de teledetección. La monitorización de parámetros geofísicos en un momento de creciente preocupación por la estabilidad climática y biológica de nuestro planeta, está impulsando el desarrollo de nuevos sensores radar aerotransportados o embarcados en satélites. Aunque los sensores tradicionales utilizados en teledetección son ópticos (Meteosat, Landsat, Spot, etc.), puede afirmarse que el radar se ha convertido en el centro de atención: en los últimos dos años más de la mitad de los trabajos publicados en una de las revistas de teledetección más prestigiosas se centran en el estudio de las aplicaciones del radar.

¿Qué información puede ofrecer el radar sobre nuestro entorno? Al margen de algunas aplicaciones ya consolidadas como la meteorología radar, sondeo ionosférico y del subsuelo, etc., los trabajos de I+D actuales se centran en tres tipos de sensores embarcados en satélite: altímetros, radares de apertura sintética (SAR) y dispersómetros [3].

Los altímetros permiten determinar con una precisión del orden del centímetro la superficie promedio de mares y océanos (geoide), de la que puede obtenerse por ejemplo la topografía submarina a escala mundial.

Los radares de apertura sintética permiten formar, mediante un elaborado procesado de la señal radar, imágenes de la superficie planetaria con resoluciones del orden de algunos metros. Las aplicaciones potenciales de estos sistemas son innumerables: cartografía de zonas de alta nubosidad (inaccesibles mediante sensores ópticos), obtención de modelos topográficos a escala mundial de alta precisión, exploración de otros planetas o satélites con atmósfera, determinación de recursos hídricos, vegetación, clasificación de cultivos, etc.

Los dispersómetros permiten obtener información sobre la naturaleza de las superficies observadas o del viento sobre el mar a partir de la medida precisa de la reflectividad radar.

En 1978 la NASA lanzó el Seasat, un satélite destinado fundamentalmente a la observación del mar dotado de los tres sensores radar citados. La vida del satélite quedó reducida a tres meses debido a una avería en su sistema energético, sin embargo el enorme volumen de datos suministrado (aún hoy en día no ha concluido su análisis) permitió evaluar las aplicaciones previstas e idear otras nuevas. En estos últimos años todas las administraciones espaciales están dedicando inversiones considerables al desarrollo de sensores radar: los EEUU han utilizado su lanzadera para realizar varias campañas de medidas SAR: SIR A, SIR B y la próxima SIR C. La misión SAR del Magallanes (Magellan) a Venus ha cartografiado con éxito la totalidad del planeta. En paralelo están desarrollando una gran plataforma espacial (El Earth Observation System) dotada de sensores de variada naturaleza entre ellos el radar. La Agencia Espacial Europea (ESA) está explotando desde 1991 el satélite ERS-1 dotado como el Seasat de los tres tipos de sensores, y se dispone a lanzar próximamente una versión mejorada: el ERS-2, a la vez que ya está diseñando nuevos sistemas de concepción más avanzada.

Japón puso en órbita en JERS-1 en 1992 un satélite SAR dedicado fundamentalmente a aplicaciones geológicas. Hacia finales de 1994 Canadá pondrá en órbita su satélite RADARSAT con un SAR especializado en monitorización de hielos y zonas forestales. Rusia posee tam-

bién dos satélites SAR Almaz I y II, y curiosamente está comercializando los datos obtenidos a través de una agencia en EEUU.

¿Qué vamos hacer con todos estos datos?, ¿Como van a afectar la vida del ciudadano de a pie? En primer lugar la explotación comercial de estos sistemas aún en fase de investigación es aún limitada. Se espera una utilización progresiva de estas técnicas en los próximos años por parte de las administraciones medioambientales, de planificación de recursos, territorio, etc. que a su vez tomarán decisiones políticas que nos afectarán a todos. En el ámbito de la ciencia y la ingeniería el desarrollo de estas técnicas se traduce en oportunidades de trabajo en la industria de alta tecnología y espacial y también en el sector de servicios añadidos derivados de los datos.

En el grupo de Antenas, Microondas y Radar del Depto. de TSC estamos trabajando en varios aspectos de la teledetección radar y en este ámbito participamos en varios proyectos de investigación nacionales e internacionales. En este número encontréis un artículo sobre dispersometría radar y nuestra aportación a la investigación en este campo.

¿Oye, podremos esquiar todavía? ¡claro!, el SNOWSAR está detectando aún 40 cm de nieve primavera en Andorra...

[1] "Special issue on radar", Proceedings del IEEE, Febrero 1985.

[2] S.S.SWORDS, "Technical history of the beginnings of radar", IEE History of Technology Series 6, Peter Peregrinus, London, 1986

[3] C.ELACHI, "Spaceborne radar remote sensing: applications and techniques", IEEE Press, New York, 1988.