

NANOSATÉLITES, MICROSATÉLITES Y MINISATÉLITES: UNA ALTERNATIVA DE FUTURO

José Torres Riera

Director del Departamento de Programas Espaciales y Ciencias del
Espacio. Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)

En los comienzos de la era espacial, todos los satélites lanzados eran de pequeño tamaño. Entre otras razones, porque la capacidad de los lanzadores para ponerlos en órbita era muy limitada. La microelectrónica y las nuevas tecnologías emergentes como las micro-nanotecnologías y los microsistemas electromecánicos, hacen que hoy en día los mini y microsátélites tengan unas prestaciones comparables o incluso superiores a las grandes plataformas de hace una década y además posibilitan una nueva clase de pequeños satélites, por debajo de los 10 kgs. de masa, que se conocen como Nanosatélites. En los últimos años se ha producido un auge espectacular en la aplicación de los microsátélites, entre 10 y 50 kgs., y se espera que ocurra algo parecido en el rango de los Nanosatélites, que se beneficiarán de la producción en serie y de los lanzamientos múltiples. Debido a su reducido tamaño y potencia, las prestaciones de un Nanosatélite aislado son modestas, siendo las más usuales las comunicaciones en diferido, la medida de parámetros ionosféricos o magnetosféricos y la experimentación y demostración en órbita de nuevas tecnologías, componentes y dispositivos. Será en las constelaciones o enjambres con multitud de Nanosatélites donde desarrollarán todo su potencial en el futuro, dando lugar a los sistemas distribuidos con posibilidades superiores, en algunos casos, a las grandes plataformas aisladas. España, el INTA en particular, apostó desde los comienzos por esta clase de satélites. En 1974 se lanzó el INTASAT, un Microsatélite de 25 Kg, en 1997 el MINISAT un minisatélite de 200 Kg, y en 2004 el Nanosat con 18 kg. de peso.

En esta charla se hace un repaso histórico de estos proyectos y unas consideraciones sobre el futuro que nos espera en su desarrollo y sus aplicaciones.

MINISATÉLITES, MICROSATÉLITES Y NANOSATÉLITES: La denominación de los satélites se debe a un factor de escala en relación con la masa. Así, por debajo de una tonelada se les llama minisatélites, por debajo de 100 Kg microsátélites y por debajo de 10 nanosatélites. Pero estas fronteras no son rígidas y en muchas referencias encontraremos microsátélites hasta 150 Kg o nanosatélites hasta 20 Kg. Dado que en España y en particular en el INTA, tenemos la experiencia de haber desarrollado este tipo de satélites, hago una breve descripción de cada uno de ellos.

El MICROSATÉLITE INTASAT: El desarrollo del primer satélite español, el INTASAT, tuvo por finalidad capacitar al INTA y a las empresas del sector español en las tecnologías espaciales, entonces emergentes. Para ello se hicieron acuerdos de colaboración con empresas inglesas y norteamericanas. El número de empresas españolas con capacidad para entrar en este campo se reducía a dos o tres. Actualmente son más de treinta, algunas con peso internacional. El proyecto INTASAT duró 5 años, desde 1969 hasta 1974, y fue lanzado el 15 de noviembre de 1974 como carga auxiliar en un cohete Delta americano funcionando satisfactoriamente durante los dos años de su vida útil programada. La carga útil consistió en un faro ionosférica transmitiendo 200 mW de potencia a las frecuencias de 40 y 41 MHz, para medir la concentración de electrones en la ionosfera. Otro experimento consistía en probar el comportamiento en órbita de la entonces recientemente introducida tecnología CMOS para componentes electrónicos, pero lo más importante era la apuesta tecnológica que supuso el acometer todos los subsistemas de la plataforma.

El MINISATÉLITE MINISAT: El INTASAT fue un éxito como experiencia tecnológica pero no tuvo continuidad. Bien es cierto que posibilitó a la entonces incipiente industria espacial española para acometer proyectos dentro de la Agencia Espacial Europea, de la que España es miembro fundador, pero hubo que esperar 23 años para que España lanzara otro satélite propio, el MINISAT, aunque hay que mencionar que dos años antes, en 1995, la Universidad Politécnica de Madrid lanzó un Microsatélite de 50 Kg. con fines educacionales para los alumnos: el UPMSAT.

El MINISAT, un minisatélite de 200 Kg, era más ambicioso. El objetivo era potenciar las capacidades nacionales para el diseño, desarrollo, calificación, fabricación, integración y operación de sistemas espaciales. En el proyecto participaron casi la totalidad de las industrias del sector. La primera misión se diseñó para calificar la plataforma proporcionando una oportunidad de vuelo a varios instrumentos científicos. Los requisitos a la hora de seleccionar estos instrumentos fueron su interés científico y tecnológico, la disponibilidad dentro

del calendario de la misión, la compatibilidad y complementariedad con otros experimentos y la relevancia para el programa científico de la ESA. Después de un análisis de varios candidatos y teniendo en cuenta el requisito de una órbita de baja inclinación, la selección final fue para dos instrumentos astronómicos, EURD y LEGRI junto a un experimento de microgravedad CPLM. También se montó un experimento mecánico de demostración de un mecanismo de despliegue, ETRV.

El diseño modular de MINISAT permitió la integración independiente del módulo de servicio con sus subsistemas y de la carga útil con los instrumentos para acoplarlos posteriormente. El módulo de servicio se integró en las instalaciones de CASA Espacio y la carga útil en el INTA.

El objetivo del Espectrógrafo para el Ultravioleta Extremo, EURD, era el estudio de la Radiación Difusa en la banda del ultravioleta extremo, entre 300 y 1050 Angstroms, para analizar la naturaleza del medio interestelar galáctico, la luminiscencia debida a las reacciones químicas en la alta atmósfera y la búsqueda de neutrinos masivos que pudieran contribuir a la masa oscura del Universo. El espectrógrafo EURD, una colaboración entre el INTA y la Universidad de California-Berkeley, permitía estas observaciones con una resolución muy superior a la conseguida hasta entonces.

El instrumento para la Observación de los Rayos Gamma de Baja Energía, LEGRI, (10-100 KeV) experimentaba unos detectores de nueva generación de Ioduro de Mercurio desarrollados por el CIEMAT en colaboración con la Universidad de Valencia, responsable del instrumento, y otras instituciones y universidades internacionales.

El experimento para el Comportamiento de Puentes Líquidos en Microgravedad, CPLM, fue una colaboración entre el INTA y la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos de Madrid.

El MINISAT fue puesto en órbita el 23 de abril de 1997 por un lanzador Pegasus a 566 Km de altura y una inclinación de 150°. Estuvo funcionando nominalmente hasta su reentrada en la atmósfera casi cinco años después.

El NANOSATÉLITE NANOSAT: Existe un enorme interés y una creciente actividad en los países a la cabeza de la tecnología Espacial, liderados por Estados Unidos, en desarrollar Nanosatélites por debajo de los 10 kg., centrándose la mayor parte de las realizaciones actuales en la aplicación de las tecnologías avanzadas a la miniaturización de los microsátélites con pesos comprendidos entre 11-20 Kg. entre los cuales se encuentra el proyecto Nanosat español.

Durante los últimos años el INTA ha liderado el proyecto de un Nanosatélite español como motor de nuevas actividades de I+D en el

campo de las nanotecnologías y el uso de componentes comerciales en el espacio, en colaboración con otras instituciones nacionales (Centro Nacional de Microelectrónica del CSIC, CNM, Universidad Politécnica de Madrid, ETSIT, Centro de Materiales de Madrid, CSIC/UAM, y en estrecha relación con ESA/ESTEC, el CNES y los laboratorios TIMA del CNRS francés).

El proyecto ha culminado con un prototipo de Nanosatélite que incorpora nanosensores desarrollados enteramente dentro del proyecto, un MODEM digital basado en un DSP comercial, dispositivos optoelectrónicos para comunicaciones ópticas en el interior del nanosatélite, además de una nueva filosofía de diseño para una nanoplataforma. A lo largo del estudio se ha identificado y demostrado la potencialidad de las comunicaciones ópticas no guiadas para enlaces de datos intrasatélite sustituyendo los mazos de cables y los conectores. El nanosatélite implementa esta tecnología para demostración en órbita.

En todos los países situados a la cabeza del desarrollo tecnológico, cobran cada día más relevancia las investigaciones en el campo de las Nanotecnologías como el paso siguiente a la revolución que ha supuesto la microelectrónica. La tecnología espacial, con sus condicionantes de ahorro en peso y energía, es uno de los sectores que puede verse beneficiado y por tanto convertirse en uno de los motores que dinamice la investigación en este sentido. Las micro-nanotecnologías emergentes, como la micromecanización en tres dimensiones y los sistemas microelectro-mecánicos prometen importantes beneficios en proyectos espaciales en curso y para el futuro. Los Microinstrumentos Integrados de Aplicación Específica son un elemento que integra los campos tecnológicos más importantes para crear microinstrumentos independientes que combinan potencia, comunicaciones, proceso de datos, sensores y actuadores.

Aún cuando para muchos de estos desarrollos la aplicación no es inmediata, a lo largo del proyecto se han explorado conceptos que pueden beneficiar a los proyectos espaciales y más adelante llegar a permitir la producción masiva de Nanosatélites a menor coste empleando electrónica de bajo consumo en integración de alta densidad, apropiada para fabricación automática en serie. Las perspectivas son que estos elementos se pueden implementar también en satélites en producción, para aumentar su fiabilidad y extender su vida útil, y serán clave para la producción masiva de Nanosatélites. Constelaciones de estos Nanosatélites posibilitarán sistemas espaciales de adquisición de datos a bajo precio extendiendo las posibilidades de acceso al espacio para los países en vías de desarrollo.

Otra aplicación de estas constelaciones es como sistemas distribuidos en los que los satélites de forma cooperativa constituyen una apertura o antena de dimensiones irrealizables con una única estructura.

Así pues, el término NANOSATÉLITE ha dejado de significar una mera clasificación atendiendo al peso y a la potencia para convertirse en una nueva filosofía de diseño para sistemas espaciales que algunos autores no dudan de calificar como un cambio de cultura frente a los proyectos tradicionales.

El primer nanosatélite español fue lanzado al espacio en órbita polar por el INTA el 18 de diciembre de 2004 como pasajero auxiliar en un lanzador Ariane 5 que transportaba el satélite HELIOS de observación para Defensa, además de otros 5 microsátélites de la Agencia Espacial Francesa, CNES. Actualmente se encuentra en fase de operación.

EL FUTURO Y LAS TECNOLOGÍAS EMERGENTES. La reducción de tamaño, masa y potencia en los satélites es un hecho en todas las aplicaciones con la excepción de los satélites de comunicaciones geoestacionarios. La demanda de más canales y la prolongación de la vida útil de los satélites hasta los 15 años, hacen que se sigan requiriendo grandes plataformas, en la que buena parte de la masa es combustible, para el mantenimiento en órbita del satélite, dentro de la ventana geoestacionaria asignada. En las misiones de observación de la Tierra, la tendencia es al uso de mini y microsátélites como alternativa a los grandes satélites tipo SPOT, LANDSAT o HELIOS por citar algunos de ellos. Si bien es cierto que el tamaño de algunos instrumentos viene determinado por leyes de la Física, existen recursos de ingeniería que reducen su tamaño. Por ejemplo, una cámara óptica de observación de la Tierra, para conseguir una determinada resolución, tiene que tener necesariamente una apertura y distancia focal determinadas. Nuevos diseños como las cámaras TMA con espejos dobladores reducen la distancia física entre apertura y plano focal resultando mucho más compactas. Esto hace posible el uso de microsátélites para observación de alta resolución, por debajo de los tres metros.

Además, la miniaturización de la electrónica y en un futuro inmediato de la aplicación de la nanotecnología, hacen que aumenten las prestaciones con menor masa y consumo. Las aplicaciones nanotecnológicas estarán presentes en todos los subsistemas de los satélites: en la estructura con el uso de materiales más ligeros y resistentes gracias a la incorporación de nanotubos de carbono; en mecanismos con aleaciones de memoria de forma; en control térmico con recubrimientos superficiales termocrómicos que varían sus propiedades termo-ópticas en función de la temperatura; en control de altitud con el uso de microsensores, micromotores y microruedas de inercia; en manejo de datos a bordo con dispositivos de almacenamiento masivo y microprocesadores más rápidos; en potencia con células de múltiple unión de mayor eficiencia, baterías

as de mejor relación capacidad/masa y ultracondensadores; en comunicaciones con el uso de microdispositivos electromecánicos de conmutación y otras aplicaciones. En definitiva el Espacio es uno de los grandes beneficiados de todas estas tecnologías emergentes pero también hay que tener en cuenta que el enorme coste de los desarrollos asociados implica aprovechar los recursos que se generan en los grandes mercados de consumo como la automoción, las comunicaciones o la informática.



De izquierda a derecha, D^a. Esther Enjuto, Secretaria Ejecutiva del 57th International Astronautical Congress, el General Martínez Climent, D. José Torres Riera y D. Francisco Oltra, Director de la RSEAPV, en la Sede de la Universitat de València- Estudi General.