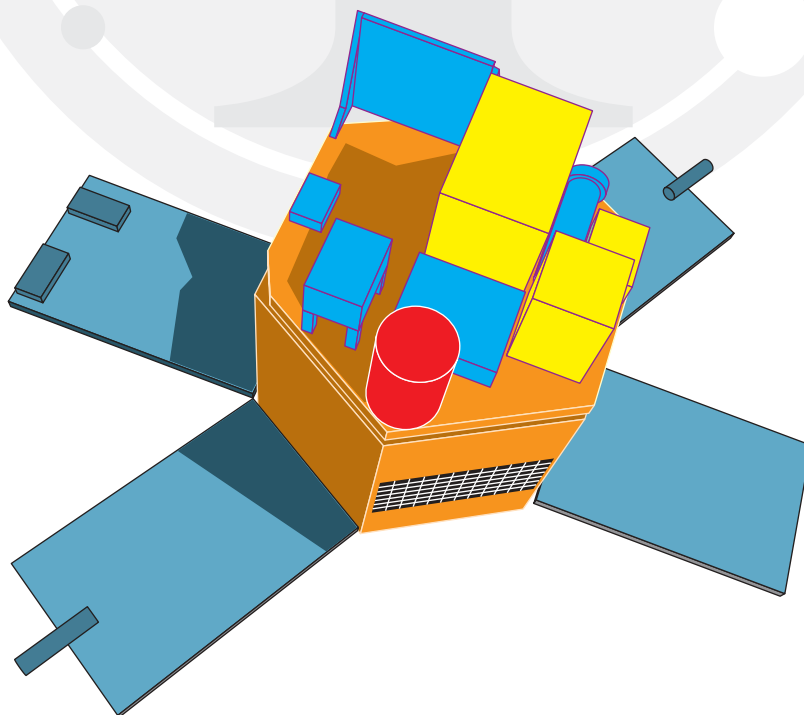


MINISAT - 01

El día 21 de abril de 1997 era lanzado al espacio el MINISAT 01, primer satélite de diseño y fabricación totalmente españoles, y, también, primer vehículo puesto en órbita desde España. Durante su misión, MINISAT completó miles de rotaciones a la Tierra, y se mantuvo en contacto permanente y simultáneo con el Centro de Control de la Misión, situado en el INTA, en Torrejón de Ardoz, y la Estación de Seguimiento de Maspalomas, en Gran Canaria.

Al hito científico y tecnológico que representó el lanzamiento —por primera vez esta operación de integración, lanzamiento y posterior seguimiento se realizaba desde territorio español— le sucedió la cotidianidad, el envío periódico de datos relativos a los experimentos que el satélite llevaba a bordo, y que eran minuciosamente analizados por el Centro de Operaciones Científicas, situado en las instalaciones del INTA en Villafranca del Castillo, Madrid.

La incertidumbre que conlleva todo nuevo reto científico, fue reemplazada por la satisfacción por el éxito completo de la misión, superior si cabe a las expectativas más optimistas. El perfecto funcionamiento del satélite y la utilidad de los datos aportados por los diferentes experimentos han justificado el interés creciente por el Programa MINISAT en otros países.



Junio de 1990

Empezó a gestarse el que sería el proyecto más ambicioso del sector aeroespacial en España. Durante los meses siguientes, muchas fueron las reuniones, conversaciones, intercambio y aporte de ideas, y numerosas las personas e instituciones, organismos y empresas que en ellas tomaron parte. El proceso no fue fácil ni rápido, y, dentro de él, no podemos olvidar un proyecto que aspiró a «ser», pero que nunca llegó a ver la luz: el Proyecto Santa María. El Programa MINISAT fue abriéndose camino en discusiones acerca de la plataforma, la carga útil, los costes y los beneficios de lo que hubiese constituido el Santa María.

Se tuvo conciencia desde el comienzo de que el interés del programa no residía sólo en lanzar el primer MINISAT, sino, también, en mantener vivo un programa de más larga duración, que se estructuraría en tres futuras generaciones de minisatélites para tres tipos distintos de misiones: de uso científico, de observación de la Tierra o del espacio y de comunicaciones, respectivamente. Sin embargo, la credibilidad de todo ello pasaba necesariamente por la puesta en órbita del que debería ser el «MINISAT 01».

Julio de 1990

Dio comienzo la fase A, con el Estudio de Viabilidad del Proyecto, aprobado en Noviembre del mismo año por la Comisión Permanente Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT).

Año 1991

Desarrollo de la fase B o de «Definición de un Sistema de Minisatélites», que sería aprobada por la CICYT en Diciembre del mismo año.

Año 1992

El Programa MINISAT había conseguido su incorporación al Plan Nacional del Espacio.

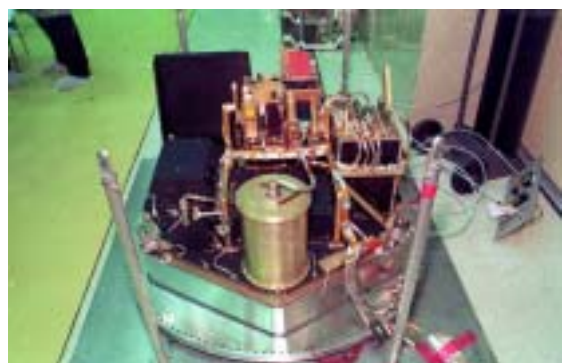
Junio de 1994

Después de superar satisfactoriamente el examen de diseño, se entraba en la última y definitiva fase de «Diseño de Detalle y Fabricación», la cual era aprobada el 21 de Junio de 1994 por la CICYT.

El Programa Integrado MINISAT, propuesto en origen por el INTA, se había venido desarrollando hasta entonces con la colaboración de diversas empresas del sector aeroespacial, y contaba con la ayuda de una Comisión de Seguimiento, creada al efecto, cuya presidencia recayó en el Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI).

Julio de 1994

Comienzan los trabajos de construcción del MINISAT. El número de empresas interesadas en participar en el desarrollo y fabricación de la plataforma prácticamente se había duplicado con respecto al inicio del programa. Era una ocasión



única de aunar esfuerzos, desarrollar capacidades, adquirir y ponerse al día en las más altas tecnologías, e incorporar a España, de forma decidida y por la puerta grande, al sector y el mercado del espacio.



Bajo la dirección técnica y de gestión del INTA, y con el apoyo e impulso del Ministerio de Defensa, Construcciones Aeronáuticas (CASA) asumía el papel de contratista principal, y se responsabilizaba de la construcción de la plataforma del satélite. Tan ambicioso proyecto pretendía involucrar al mayor número posible de empresas españolas que trabajaban en el sector. En este sentido, CRISA (encargada de las unidades electrónicas del subsistema de potencia eléctrica), INDRA (encargada de la telemida y telecomando), SENER (encargada del control de asiento del satélite), TGI e INSA, intervinieron como empresas colaboradoras y subcontratistas.

La construcción del MINISAT planteaba nuevos problemas a la ciencia y la tecnología de nuestro país. Se trataba de tener a punto un satélite, para ponerlo en órbita en tan sólo 18 meses. Además, nunca antes en España se había diseñado, fabricado, integrado y ensayado un satélite completo. Sólo hubo pequeños retrasos producidos por causas de fuerza mayor, como por ejemplo la entrega de las células de los paneles solares fotovoltaicos, que se fabricaron en la ciudad de Kobe, gravemente afectada por el terremoto que sacudió Japón.

Al mismo tiempo, comenzó a considerarse cuál sería la carga útil que habría de portar MINISAT en su primera misión. Desde el principio no hubo lugar para la duda. Con el fin de poder facilitar una amplia participación española, y para no introducir implicaciones de tipo comercial, el contenido del primer minisatélite (MINISAT 01), tendría un carácter exclusivamente científico, y estaría constituido por tres experimentos:

- EURD** Espectrógrafo para medir la radiación difusa en el rango ultravioleta extremo.
- CPLM** Dispositivo para estudiar el comportamiento de puentes líquidos en microgravedad.
- LEGRI** Detector de rayos gamma basado en nuevas tecnologías de Ioduro de Mercurio.

A estos instrumentos se añadió una experiencia tecnológica, **ETRV**, que estudiaría el comportamiento en órbita de un nuevo regulador de velocidad para el despliegue de grandes reflectores y mástiles.

Octubre de 1994

Se firmaba en el INTA el contrato entre este Organismo y la empresa norteamericana Orbital Science Corp. (OSC), para la puesta en órbita, mediante el lanzador «Pegasus», desarrollado por esa firma, del satélite MINISAT 01.



Noviembre de 1996

Una anomalía en los sistemas de potencia eléctrica del cohete Pegasus frustró el vuelo número 14 de este propulsor. Esta circunstancia aconsejó el aplazamiento de la puesta en órbita del MINISAT.

Febrero de 1997

La operación de lanzamiento del MINISAT 01 fue presentada a los medios de comunicación por el Ministro de Defensa.

Marzo de 1997

El avión Lockheed, con el cohete lanzador en su panza, llegaba a la base de Torrejón y se trasladaba a las instalaciones del INTA, donde se integraría con el satélite.

Abril de 1997

Finalizada la integración, el día 21 MINISAT 01 era enviado al espacio desde cielo canario, con el cohete Pegasus, lanzado desde el avión Lockheed TriStar L-1011, a 11.000 m de altura, y a una velocidad superior a 0,8 mach. Toda la operación fue ampliamente divulgada en los medios.

Una hora y media más tarde alcanzaba su órbita, a 600 km de altitud, con una inclinación de 28,5 grados sobre el plano ecuatorial.

La operación resultó un éxito absoluto.

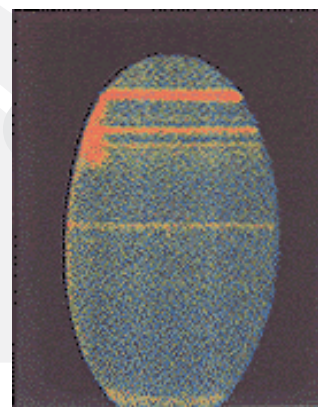


La carga útil del primer MINISAT, tenía un carácter exclusivamente científico y estaba constituida, como se ha dicho, por tres instrumentos: **EURD**, **CPLM** y **LEGRI**. A ellos se añadió una experiencia tecnológica, **ETRV**.

Cuando se había completado más de 5.000 vueltas alrededor de la Tierra, lo que prácticamente representaba la mitad de la vida útil del MINISAT 01, todos los instrumentos seguían respondiendo a pleno rendimiento, enviando periódicamente una cantidad ingente de datos, de cuyo análisis se dedujeron valiosas informaciones, algunas sorprendentes y relevantes, superando en algunos casos las expectativas más optimistas manejadas en un principio.

Resultados científicos notables, un año después del lanzamiento

Imagen del detector de longitud de onda larga, con algunas líneas de brillo atmosférico. El espectro de una estrella en la parte superior izquierda



EURD

El Espectrógrafo Ultravioleta extremo de Radiación Difusa fue fruto de la colaboración entre la Universidad de California, en Berkeley, y el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA). El centro de control y análisis de los datos se encuentra en el Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental (LAEFF), perteneciente al INTA, donde el equipo dirigido por la Dra. Carmen Morales (investigadora principal) interpreta los datos aportados por el MINISAT.

El EURD incorporaba en su diseño tecnología avanzada, con una sensibilidad 100 a 1.000 veces mayor y una resolución espectral 10 veces mejor que cualquiera de los instrumentos previos en este rango del espectro (350÷ 1.100 Åmstrong).

Las observaciones del EURD se desarrollaban durante la «noche orbital», cuando la intensa emisión del Sol está bloqueada por la Tierra, y la dirección de observación era siempre contra el astro, permaneciendo en el cono de sombra proyectado por nuestro planeta. De esta forma, cuando se cumplía un año de misión, se había barrido la totalidad del plano de la eclíptica. Los datos de actitud del satélite, proporcionados diariamente por el Centro de Control de la Misión del MINISAT 01, junto con la información que acompañaba a cada fotón (posición, tiempo, filtro y coincidencia con rayo cósmico), permitían analizar la variación de intensidad de las líneas espectrales observadas a lo largo de la noche orbital, así como llevar a cabo la identificación de las estrellas cuya emisión se detectaba en el espectrógrafo de longitud de onda larga.

Los objetivos científicos del EURD incluían el estudio de la radiación difusa en el ultravioleta extremo, proveniente, fundamentalmente, de la fase caliente del medio interestelar, del brillo atmosférico nocturno y de la emisión producida por la desintegración de los neutrinos, los cuales pudieran constituir la materia oscura del universo. El experimento observaba, además, los espectros de las estrellas brillantes que se interponen en nuestra dirección de observación y, también, cada mes, el espectro de la Luna llena.

Un año después de la puesta en órbita del MINISAT, la observación de la radiación procedente del brillo atmosférico nocturno había dado resultados espectaculares y muy relevantes, gracias a la detección de nuevas líneas que facilitaban el estudio de la física de la atmósfera terrestre. Debido a la alta sensibilidad de los dos espectrógrafos del EURD, se logró el mejor espectro del brillo nocturno conocido. Se detectó la serie de Lyman completa del hidrógeno, componente mayoritario de la atmósfera a alturas superiores a la de la órbita del MINISAT, así como la casi totalidad de dicha serie del helio y varias líneas del oxígeno. Estos resultados fueron presentados en diversos congresos científicos, y enviados para su publicación en revistas internacionales especializadas.

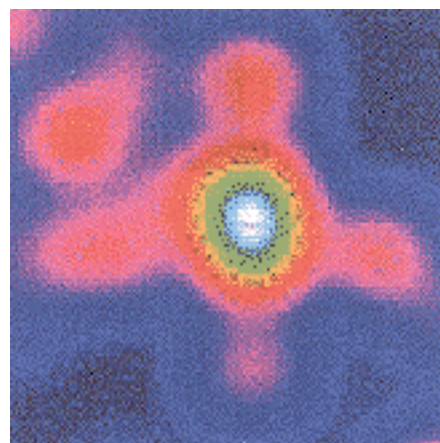
Para detectar la radiación del medio interestelar y la línea teórica de desintegración de los neutrinos se necesita un mayor tiempo de observación, nunca inferior a 1.000–2.000 horas de tiempo real. Con anterioridad al EURD, había muy pocos espectros estelares observados en este rango del espectro y, debido a las diferentes calibraciones, los flujos obtenidos para las estrellas comunes presentaban grandes discrepancias. Con ayuda de las observaciones de la Luna llena, la calibración resultó de excelente calidad, por lo que era posible determinar con gran precisión el flujo intrínseco procedente de las estrellas, y compararlo con el predicho por modelos teóricos de atmósferas estelares.

Logros científicos para definir futuras misiones

LEGRI

Propuesto en 1993 por un equipo de científicos españoles, dirigido por el profesor Víctor Reglero —investigador principal—, de la Universidad de Valencia, el LEGRI (Low Energy Gamma-Ray Imager, o «cámara de imagen de rayos gamma de baja energía»), es uno de los dos instrumentos astronómicos que llevaba a bordo el MINISAT 01. Instalado en zona dedicada a la carga útil del minisatélite, el LEGRI fue concebido con la idea de ensayar la posibilidad de construir telescopios con capacidad para la obtención de imágenes y espectros en el rango

Imagen deconvolucionada de la nebulosa del Cangrejo



gamma, basados en detectores de estado sólido. El experimento fue desarrollado por un consorcio internacional, en el cual participaron investigadores del INTA, la Universidad de Valencia, el CSIC, el Ciemat, la Universidad de Birmingham, la Universidad de Southampton y el Rutherford Appleton Laboratory.

El corazón del LEGRI es un conjunto de 10x10 cristales, que conforman el plano detector. De ellos, 80 son cristales de Ioduro de Mercurio, y los 20 restantes de Teluro de Cadmio-Cinc. Asociados a un circuito de preamplificación, estos cristales se constituyen en un sistema detector, sensible en el rango entre 20 y 100 KeV, capaz de obtener y reconstruir imágenes de gran precisión. Ello se consigue por medio del sensor estelar, una pequeña cámara óptica que envía información cada pocos segundos sobre la posición de las estrellas más brillantes en el campo de visión.

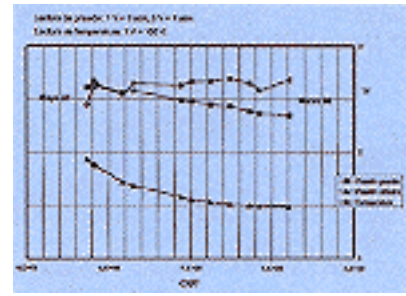
Dos eran los objetivos científicos que perseguía LEGRI: en primer lugar, la caracterización de los detectores de Ioduro de Mercurio en condiciones orbitales, estudiando su estabilidad, su resistencia a la radiación y su degradación; en segundo lugar, la realización de observaciones astronómicas en un rango de energías muy poco explorado hasta entonces, pero de un enorme interés científico. Los objetos que pueden ser estudiados por este experimento son aquellos en los cuales se producen procesos físicos violentos y generan gas a muy altas temperaturas (millones de grados). La mayor parte de estos objetos se encuentran en el plano de la galaxia, si bien, en casos concretos, se han seleccionado otros elementos de interés, como la nebulosa del Cangrejo, la cual, por su fuerte emisión de radiación X y gamma, constituye una excelente fuente de calibración y ensayo.

Desde su puesta en marcha, LEGRI funcionó de manera satisfactoria, enviando una ingente cantidad de datos a la Tierra. Su análisis detallado ha requerido mucho tiempo. Los datos recibidos se transfirieron al Centro de Operaciones Científicas de MINISAT, en el LAEFF (Villafranca del Castillo). Allí fueron sometidos a un primer tratamiento antes de ser reenviados al centro científico de LEGRI, ubicado en la Universidad de Valencia.

A lo largo del primer año de observaciones, se había podido determinar con precisión las características de fondo de radiación en este rango de energías, un parámetro de suma importancia de cara a la definición de futuras misiones. Al mismo tiempo, se había ensayado con éxito diferentes técnicas de obtención de imágenes codificadas, tal y como se observa en la imagen de la nebulosa del Cangrejo, y se acumuló un registro de datos de todos los detectores, con el fin de evaluar su comportamiento a largo plazo.

Además de estos logros científicos, LEGRI constituyó una formidable escuela de formación para un buen número de astrofísicos e ingenieros españoles, que pudieron adquirir, de esta manera, una considerable experiencia en el desarrollo de instrumentación espacial, la cual, en parte, ya está siendo aprovechada en proyectos más ambiciosos, como es el caso de INTEGRAL, el nuevo observatorio espacial de radiación X y gamma de la ESA, puesto en órbita en 2004.

Funcionamiento satisfactorio



CPLM, evolución de datos de supervisión

CPLM

Uno de los experimentos principales que llevó al espacio el primer MINISAT fue el denominado «Comportamiento de Puentes Líquidos en Microgravedad», desarrollado por la Universidad Politécnica de Madrid.

El objetivo fundamental del experimento era la obtención de datos acerca del comportamiento de un puente líquido en condiciones de gravedad reducida o «microgravedad». Se pretendía estudiar las deformaciones producidas por la aceleración residual sobre la plataforma, y las perturbaciones introducidas voluntaria o involuntariamente sobre la misma en dicho puente líquido. Para ello, se añadió al puente líquido todo una serie de dispositivos de medición (puente líquido, medida óptica de deformaciones, control de motor, unidad de acelerómetros, fuente de alimentación, sensores de temperatura y de presión). Construidos y desarrollados en diversos laboratorios de la UPM, todos ellos iban integrados en un cilindro presurizado.

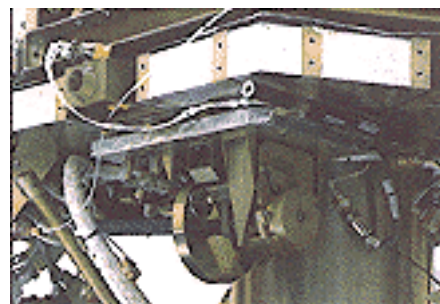
La comunidad científica internacional manifestó interés en el estudio que propuso la UPM, dadas sus potenciales aplicaciones industriales, en campos como el de la microelectrónica y el farmacéutico, entre otros. Por este motivo, un experimentado equipo de investigadores, desarrolló este experimento, habiendo realizado anteriormente importantes estudios sobre este mismo tema, tanto en tierra (simulación de Plateau y puentes milimétricos), como en vuelo (misiones del spacelab, cohetes de sondeo TEXUS, etc.). También habían participado en el proyecto y desarrollo del satélite universitario UPM/Sat 1.

El equipo empleado en el MINISAT era una versión modificada de una carga útil ya desarrollada y utilizada en microsátélites como el UPM/Sat 1, lanzado con éxito al espacio a bordo de un cohete Ariane IV, el 7 de julio de 1995. El experimento se realizaba periódicamente, durante la vida útil del satélite, enviando los datos al centro de control para su análisis, de acuerdo con la planificación de la misión.

El tratamiento y la interpretación de los datos obtenidos durante el primer año de vida del MINISAT pusieron en evidencia que el funcionamiento del puente era muy satisfactorio. Se estudiaba la evolución de la presión en el cilindro y dentro de la célula del puente, junto con la temperatura interior. Las dos presiones son parámetros «vitales», debido a que reflejan el estado de la atmósfera que rodea el puente líquido. Una baja presión en la célula hubiera dado lugar a la pérdida del puente. Se observó que, aunque en el cilindro se alcanzara un valor bajo, dentro de la célula, la presión todavía era suficiente para sobrevivir varios años. Por otro lado, la temperatura evolucionaba dentro de los límites previstos.

Una perfecta operación de despliegue

CASA. El ETRV montado en la bandeja superior del Módulo de Servicio del MINISAT 01



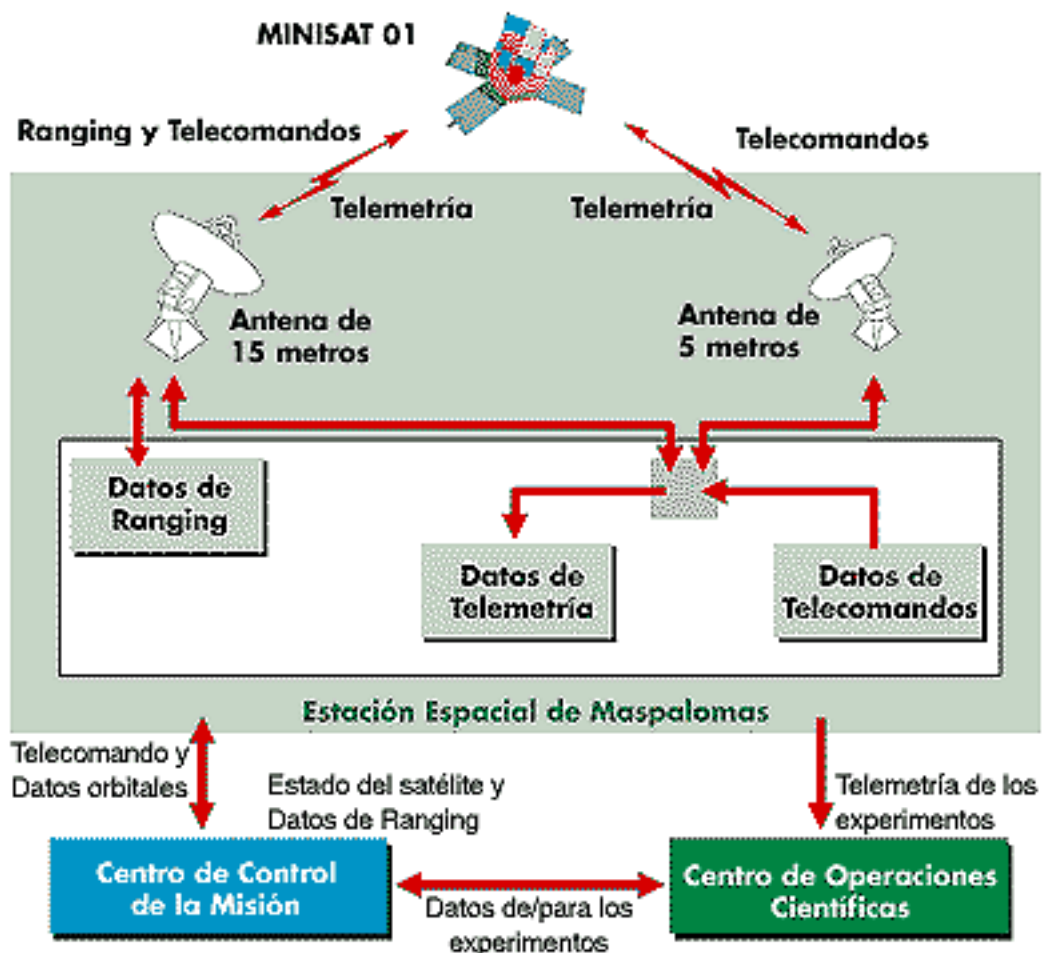
ETRV

Todos los satélites lanzados al espacio tienen apéndices que se despliegan después de su puesta en órbita: antenas, paneles solares, mástiles, etc. Durante el lanzamiento, estos apéndices viajan plegados y sujetos al cuerpo del satélite, para evitar cargas innecesarias que los puedan deteriorar y para ocupar el mínimo volumen posible en el lanzador. Su despliegue es problemático y sumamente delicado. Debe realizarse a muy baja velocidad, para evitar las cargas de impacto que se producen al llegar a sus toques de final de recorrido.

El equipo de CASA, diseñó un regulador de velocidad para este tipo de despliegues. Probado en tierra, aún no se había utilizado en el espacio exterior, por lo que se desconocía la posible influencia de la gravedad cero en las fricciones internas. Como el MINISAT podía transportar 500 Kg. de peso, se pensó en la posibilidad de embarcar en él una experiencia basada en este regulador, la cual, sin interferir en el funcionamiento de los experimentos principales, pudiera permitir probarlo en vuelo. A dicha experiencia se la denominó ETRV (Experiencia Tecnológica de un Regulador de Velocidad). Dadas la gran flexibilidad y la adaptabilidad del MINISAT, el ETRV se instaló cuando ya estaba muy avanzado el desarrollo del satélite, solamente un año antes del lanzamiento.

El Regulador de Velocidad consta de una parte motora (muelle de torsión) y una parte reguladora (caja de engranajes). Al Regulador de Velocidad se le añadió una rueda de inercia, un tornillo / tuerca pirotécnica —para sujetarlo en la posición inicial plegada—, varios interruptores magnéticos tipo «reed switch» —para medir la posición de la rueda de inercia durante el despliegue— y la electrónica asociada necesaria.

La operación prevista del ETRV se realizó el 24 de mayo de 1997, a las 00:37h, tras entrar el satélite en el ámbito de cobertura de la Estación de Maspalomas, y habiendo sido verificada la posición inicial correcta de la rueda de inercia, recibida por telemetría. El despliegue total duró 3 minutos, para un giro de 180 grados, desarrollándose la operación de forma totalmente satisfactoria. Los datos obtenidos sirvieron para realizar los análisis necesarios, destinados a plantear su utilización en otras aplicaciones espaciales. En fecha posterior, CASA fabricó las antenas del satélite HISPASAT 1C, las cuales incorporaban el mismo regulador de velocidad.



Minisat - Maspalomas - Madrid

Tres centros del INTA mantenían contacto con el satélite: la Estación Espacial de Maspalomas, en la Isla de Gran Canaria, el Centro de Control de la Misión (CCM), en las instalaciones del INTA, en Torrejón de Ardoz, y el Centro de Operaciones Científicas (COC), en el Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental (LAEFF), situado en Villafranca del Castillo. Cada uno de estos equipos técnicos y científicos tuvo su especial cometido.

En la Estación Espacial de Maspalomas estaban situadas las antenas de telecomando y telemetría, así como los terminales para realizar el enlace con el satélite. Paralelamente, el Centro de Control de la Misión dirigía las operaciones de planificación, el mantenimiento y la operación en tiempo real, en conexión simultánea con MINISAT, a través de la estación. Los datos recibidos por el satélite eran enviados a Villafranca del Castillo para ser analizados por los científicos.

El MINISAT daba una media de 15 vueltas diarias a la Tierra, y entraba en el campo de visión de la estación terrestre solamente de 5 a 6 veces consecutivas, con una cadencia de hora y media. «Nunca es a la misma hora», afirma el jefe del Programa, Miguel Ángel García Primo, «Lo que sí puedo asegurar es que, desde el momento que aparece por nuestras pantallas, hasta que desaparece, pasan alrededor de 8 horas, manteniéndonos operativos al 100%».

Las operaciones que se realizaban con el MINISAT 01 se pueden resumir en: seguimiento, envío de telecomandos, recepción de telemetría y medidas, así como velocidad y distancia del satélite (estos últimos imprescindibles para calcular su posición orbital).

Estación Espacial de Maspalomas

En la Estación de Maspalomas, única estación terrena para el control y seguimiento, 12 personas se ocupaban del satélite. La sala dedicada al MINISAT, llamada MER (Main Equipment Room) SUR, estaba conectada a 2 antenas parabólicas, de 15 y 5 metros, respectivamente. El satélite recibía los datos de telemetría de alta y baja velocidad; los datos de baja velocidad recogían el «estado de salud» del propio satélite y, después de cada paso, eran transmitidos al CCM para estudiar el buen funcionamiento de los equipos embarcados a bordo. Por otro lado, los de alta velocidad eran enviados por el satélite después de almacenar los resultados de los experimentos, y más se retransmitían al COC para su estudio.



Del CCM la estación recibía los telecomandos, para enviarlos al satélite con las órdenes que se debían ejecutar. Este centro de control proporcionaba a Maspalomas los elementos orbitales obtenidos, los cuales servían para determinar la posición del satélite en cada pase.

Centro de Control de la Misión (CCM)

Quince personas integraban el equipo dedicado al control del satélite en el centro de la misión y al estudio de ingeniería del mismo. Este grupo de técnicos y científicos analizaban los datos recibidos y estudiaban de manera minuciosa su estado de salud.

Para realizar la operación de la plataforma hay dos elementos básicos que son a la vez interlocutores entre la estación de tierra y el satélite: telecomandos y telemetría.

«Los telecomandos son el mecanismo por el cual se envían al satélite las operaciones que deseamos que éste realice, para ejecutarse de forma inmediata, o bien almacenarse y, con posterioridad, llevarlas a cabo en el instante indicado en el propio comando» señalaba García Primo.

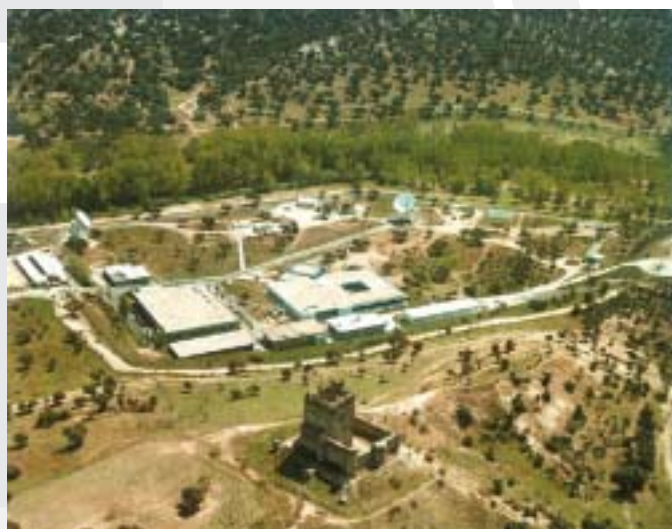
«Cada día —proseguía— se revisan las telemetrías que bajan del satélite en tiempo real, que son las más importantes, ya que indican lo que está ocu-

riendo en el satélite en el mismo momento en que se envían a la Tierra. Se analizan más de 1.000 parámetros grabados durante los períodos sin cobertura. Estos parámetros almacenados engloban tanto los datos del estado del satélite, como los de los experimentos científicos (EURD, LEGRI y CPLM)». En tiempo real la telemetría enviaba datos del estado del MINISAT durante los pases sobre la estación de tierra por el canal de baja velocidad, y almacenaba en la memoria los datos sin cobertura por el canal de alta velocidad. Para analizar todo esto, en el CCM, se establecía una planificación semanal. El principal objetivo durante la fase de operación era determinar las efemérides orbitales y obtener los eventos orbitales que se utilizaban como datos de entrada para la correcta operación del satélite. Esta operación la desarrollaba el CCM en su área de trabajo Sun Solaris, conectada mediante una red de área local al resto de los sistemas y una conexión de línea punto a punto con la Estación de Seguimiento de Maspalomas.

Centro de Operaciones Científicas (COC)

El COC no tenía contacto directo con el MINISAT en tiempo real. Un grupo de científicos, en el LAEFF, recibía los datos enviados a través del CCM, los cuales se analizaban, decodificando los datos de alta velocidad y extrayendo los datos de ingeniería.

También se realizaban los procedimientos de presentación y análisis de datos, preparando los comandos y estableciendo el programa. Para llevar a cabo estas operaciones, se estableció un plan a medio plazo —mensual y semanal— y otro a corto plazo —diario—. La secuencia de comandos se efectuaba según los requerimientos de la misión, teniendo en cuenta las predicciones orbitales del CCM para crear las ventanas de observación y añadiendo las peticiones de los usuarios de EURD, CPLM y LEGRI.



Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
INTA
Carretera de Ajalvir, km. 4
28850 Torrejón de Ardoz (Madrid)
www.inta.es

