

SOBRE LA INGENIERÍA ESPACIAL

José Meseguer

Director del Instituto Universitario de Microgravedad "Ignacio Da Riva"
de la Universidad Politécnica de Madrid (IDR/UPM)

Un ingenio espacial es una máquina que debe realizar ciertos cometidos y que debe hacer su trabajo en un ambiente extremadamente agresivo como es el espacial, que se caracteriza principalmente por un elevado vacío, gradientes de temperatura muy acusados, entorno microgravitatorio y altas dosis de radiación. Cada uno de estos entornos impone sus requisitos al diseño y delimita un marco de restricciones que no son habituales en otras ramas de la ingeniería. Así, por poner algunos ejemplos, el elevado vacío, superior a cualquiera alcanzable en un laboratorio terrestre, condiciona la elección de los materiales; las diferencias tan acusadas de temperaturas entre las partes iluminadas por el Sol y las que están en sombra, todo ello en un espacio reducido, obliga al control térmico estricto de todas las partes del satélite. El entorno microgravitatorio es otra fuente de problemas, sobre todo si hay que manejar líquidos, pues en órbita su comportamiento no está gobernado por la aceleración de la gravedad terrestre sino por las fuerzas capilares (piénsese en lo molesto que puede ser no saber donde está el líquido en una botella medio llena). El entorno de alta radiación es terriblemente pernicioso para los materiales, pues es causa de envejecimiento prematuro y de modificación de las propiedades, y es sobre todo nocivo para los componentes electrónicos, tanto más cuanto más avanza el proceso de miniaturización.

Fste es el ambiente en que deben funcionar estas máquinas, por una parte conceptualmente sencillas y por otra terriblemente sofisticadas. Pero si de desmitificar se trata, llevando la simplificación a un extremo quizás desmesurado, se puede decir que en el fondo un satélite no es más que un ordenador que hace algo, aunque para que haga ese algo hay que rodearlo de aditamentos que le ayuden a cumplir su función satisfactoriamente. Desde este punto de vista funcional un satélite, al igual que el modesto ordenador personal que tenemos en nuestras mesas, está articulado en torno a un microprocesador que controla diversos periféricos, algunos en cierto sentido independientes (las cargas de pago o cargas útiles) y otros integrados en el propio sistema.

Dada la complejidad de un sistema espacial, éste se suele dividir en subsistemas, responsables cada uno de ellos de cumplir los requisitos específicos que le atañen. El núcleo del satélite es el subsistema de gestión de datos, que se encarga de tomar los datos, procesarlos, almacenarlos, gobernar las comunicaciones y efectuar el control de todos los demás subsistemas activos de acuerdo con el programa incluido en las memorias y con los comandos enviados desde tierra.

La vida en servicio de un satélite arranca con el lanzamiento y la posterior puesta en órbita; aunque una vez en órbita las cargas sobre el satélite suelen ser pequeñas, el lanzamiento constituye una etapa tremendamente traumática en la vida de cualquier ingenio espacial, en la que durante un corto periodo de tiempo está sometido a un entorno de aceleración, vibración, ruido y choque que habrá de superar sin que resulte afectada su integridad. La misión del subsistema



estructural es precisamente ésa: asegurar la integridad del sistema espacial durante las etapas de transporte, lanzamiento y separación sin penalizar en exceso la masa total del sistema (pues poner en órbita baja terrestre un kilogramo de masa cuesta más de dos millones de pesetas con el presupuesto más optimista) y teniendo en cuenta además que los materiales a emplear habrán de permanecer durante largo tiempo en el espacio.

El funcionamiento del ordenador embarcado, de las cargas útiles y de los otros subsistemas, requieren el consumo de energía eléctrica que ha de suministrar el subsistema de gestión de energía, que consta de elementos generadores (paneles solares), elementos de acumulación que aseguren el funcionamiento en eclipse o en los picos de demanda (baterías) y elementos

responsables de la distribución. El subsistema de control térmico tiene como misión mantener a los equipos y componentes a temperaturas dentro sus intervalos óptimos de funcionamiento, independientemente de que el satélite esté iluminado por el Sol o en eclipse.

Como en todo ordenador, el satélite habrá de tener una interfase de comunicaciones con los usuarios, sean humanos u otros ordenadores. Esta interfase es el subsistema de comunicaciones, con sus etapas de tratamiento de señales, transmisión/recepción y antenas. Normalmente será preciso que las antenas adopten una cierta orientación respecto a tierra, y también será preciso conocer con cierta exactitud la orientación del satélite respecto a un determinado sistema de ejes de referencia, funciones que son competencia del subsistema de control

de actitud, responsable no sólo de suministrar información sobre la orientación del satélite, sino también de modificar ésta de acuerdo con las instrucciones almacenadas a bordo o recibidas desde tierra.

También tiene entidad propia en un vehículo espacial el cableado, donde se engloba todo el conexionado eléctrico y electrónico entre los diversos equipos que componen el satélite y que se suele considerar como un subsistema independiente. Otros subsistemas a considerar son el de propulsión (si lo hay) y el de separación, cuya misión es, como su propio nombre indica, asegurar que una vez alcanzada la órbita el satélite se despegue de la última etapa del lanzador y se convierte en un sistema autónomo.

El conjunto de todos estos subsistemas constituye lo que se conoce como el segmento de vuelo de un sistema espacial, que se completa con el segmento de tierra, donde hay que contabilizar los equipos de soporte mecánico y eléctrico necesarios para la integración, ensayos y lanzamiento del satélite y, obviamente, la estación de tierra que sirve como centro de enlace con el satélite una vez en órbita.

Esta descripción necesariamente simplificada de lo que es un sistema espacial define un producto de tecnología muy avanzada así como un modo específico de hacer ingeniería que se caracteriza por el hecho de que se debe asegurar el funcionamiento del producto en desarrollo desde la etapa misma de diseño, pues es evidente que una vez en órbita, salvo en raras y contadas excepciones, no es posible la corrección de fallos.