

Sistemas espaciales

ANTONIO VALDERRABANO LOPEZ
Coronel CG Ejército del Aire

Un viaje al espacio es mucho más complicado que un viaje de Madrid a Arganda, aunque nunca se sabe cual de ellos podría, a pesar de todo, ser más placentero o arriesgado. Muchas personas han estado en el espacio y han vuelto sin novedad y sin embargo hay quien ha ido a Arganda y no ha vuelto.

La utilización del espacio no es sencilla y toda actividad que se desarrolle en el mismo requiere el soporte de todo un sistema, no solo son necesarias las naves espaciales o satélites. Todo el sistema debe estar perfectamente diseñado y evaluado, tanto en conjunto como en todas y cada una de sus partes, para que pueda llevar a cabo su misión con ciertas garantías de éxito.

El objeto de este artículo es presentar, de una forma general y resumida, la configuración de los sistemas espaciales, su estructura y sus posibilidades de empleo. Se presta especial atención a los tipos de sistemas espaciales que son operados por nuestras Fuerzas Armadas (FAS) en la actualidad.

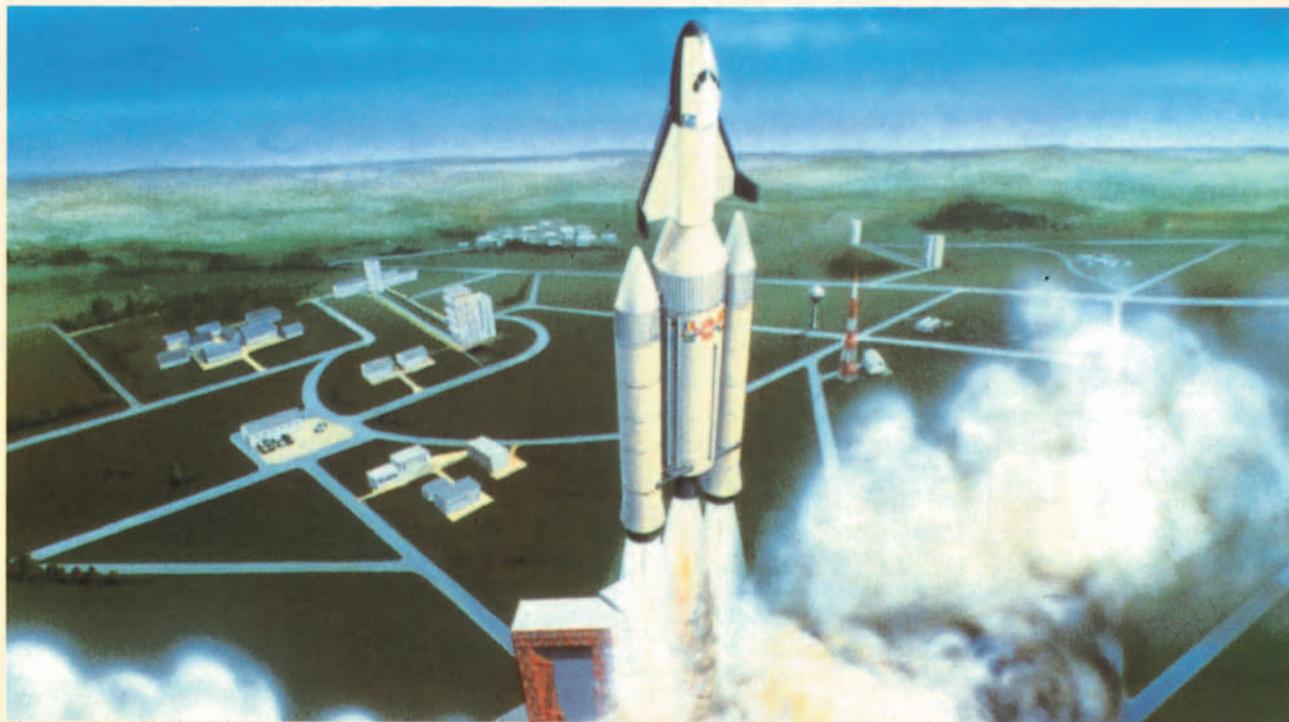
Desafortunadamente y por diversas circunstancias algunos profesionales y gran parte de nuestra socie-

dad, ni son conscientes ni conocen aún las posibilidades actuales en el terreno espacial de nuestras FAS y en particular del Ejército del Aire (EA).

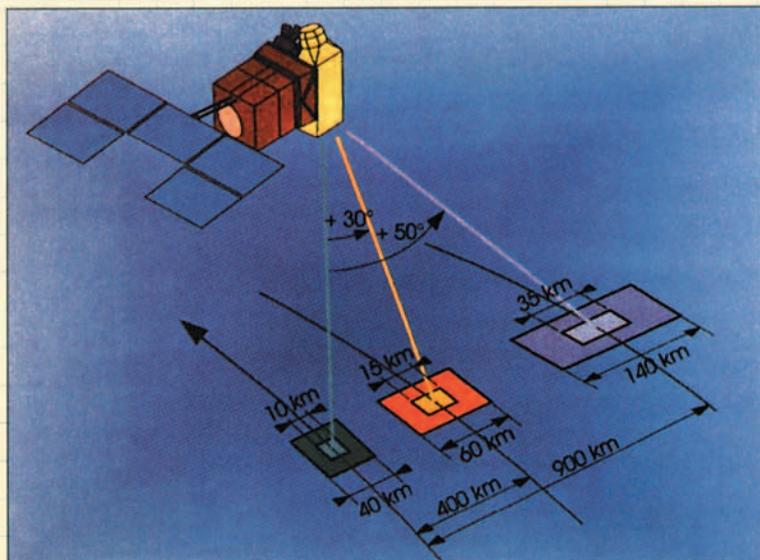
Los sistemas espaciales tienen una capacidad y una importancia de la que en realidad no somos conscientes, ni siquiera cuando oímos hablar de la participación de un ciudadano español en una misión del transbordador "Discovery", o bien que el transbordador "Endeavour" ha llevado al espacio el módulo "Unity" (EEUU) para acoplarlo al módulo "Zaria" (Rusia), o que los científicos pretenden que Marte se convierta en una "gasolinera espacial" en el año 2003. Aunque todas estas actividades tuvieron su origen en 1957 cuando se lanzó la primera nave espacial, el "Sputnik" ruso.

El espacio debería atraer nuestra atención a diario por muy diversas razones. El motivo principal debería ser que lo estamos utilizando permanentemente, en la mayoría de las ocasiones sin ser conscientes de ello.

Por otra parte, el espacio es un inmenso desconocido que nos rodea y nos infunde un gran respeto y temor. A través de él nos llega la energía solar que



Representación de un lanzamiento de un avión espacial transportado por el cohete lanzador Ariane 5.



supone un "elemento" vital para nuestra existencia y al mismo tiempo sabemos que una variación descontrolada de esa energía podría acabar con todo rastro de vida sobre la superficie de nuestro planeta azul. Por si fuera poco, la ciencia-ficción desde hace años nos presenta todo tipo de criaturas, procedentes del espacio, que unas veces ayudan a salvar nuestro planeta y otras tratan de invadirlo.

Pues bien, lo importante es que debemos de ser conscientes de que el espacio está ahí, muy cerca, que lo usamos a diario con nuestros teléfonos móviles, y que debemos prepararnos para utilizarlo aún más. El mejor medio de emplear algo es conocerlo adecuadamente y ser conscientes de sus posibilidades y también de sus peligros. Deberíamos ser conscientes de que nos encontramos a bordo de una inmensa nave espacial denominada Tierra, en la que viajamos a unos 100.000 Km./h a través del sistema Solar. En este viaje acompañamos al Sol, con el cual nos movemos a unos 900.000 Km./h por nuestra galaxia.

El espacio, debido a su naturaleza, es un medio hostil para el hombre por los riesgos y las limitaciones que nos imponen sus extremadamente bajas temperaturas, las radiaciones existentes, la ingravidez, sus enormes distancias, o las probabilidades de colisiones con otros objetos.

En cualquier caso, para adentrarse en el espacio es necesario superar en primer lugar el riesgo que implica el lanzamiento desde la tierra de cualquier "artilugio". Se requiere un gran gasto energético para vencer la atracción terrestre y sacar al espacio exterior, aunque sea por partes, las estructuras, combustible y apoyo necesario para crear y mantener una estación espacial. Este factor está siendo reducido por la variedad de medios de lanzamiento de pequeñas cargas útiles o mediante el empleo de los transbordadores espaciales que pueden situar en órbita varios satélites en la misma misión.

Una estación lunar o situada a una distancia adecuada entre la Tierra y nuestro satélite, tendría un relativamente bajo coste de mantenimiento y podría ser una buena base intermedia para misiones a grandes distancias. Finalmente, la cinemática y las Leyes de Kepler, debidamente utilizadas, podrían suponer una gran ayuda en el desplazamiento de las naves por el espacio.

Como se ha dicho, se tratarán en este artículo los Sistemas Espaciales de Comunicaciones y de Observación de la Tierra que son los empleados operativamente en la actualidad por nuestras Fuerzas Armadas. Estos sistemas constituyen la espina dorsal de los Sistemas de Mando, Control, Comunicaciones e Información, e irán en el futuro aumentando progresivamente su importancia para en algún momento constituir la base de los Sistemas de Defensa.

ELEMENTOS DE UN SISTEMA ESPACIAL

Los sistemas espaciales pueden tener muy diversas aplicaciones, pero todos ellos tienen algunos elementos o actividades comunes, como son:

- El lanzamiento.
- Una o más estaciones terrestres para el control del sistema.
- Una o más estaciones terrestres para la explotación del sistema.
- Plataformas espaciales o satélites.

Cada uno de estos elementos es de una naturaleza y complejidad muy diferente. El lanzamiento de un gran satélite o de un minisatélite no tienen la misma complejidad pero en ambos casos pueden tener unos riesgos y problemática similares. Las plataformas básicas o estructura de determinados satélites pueden ser muy similares, pero su configuración, manejo, y explotación pueden ser diferentes.

Es indudable que cualquier sistema es complejo y costoso, pero por otra parte determinados componentes podrían ser desarrollados para su aplicación en diversos tipos de sistemas, por lo que su producción podría suponer un importante ahorro económico. Dentro de los satélites de observación de la Tierra, por ejemplo, existen plataformas prácticamente comunes, como ocurre con los sistemas Helios y Spot. Los minisatélites, para sus diversas aplicaciones, posiblemente podrán utilizar la misma plataforma.

En el futuro es posible que existan sistemas integrados que pudieran permitir una explotación simultánea y común en algunos aspectos, de forma que se podría lograr además de una reducción de costes un ahorro en personal. Por ejemplo, un mismo Centro de Control puede dirigir y verificar el funcionamiento de varios satélites.

El Ministerio de Defensa (MD) en la actualidad opera satisfactoriamente Sistemas Espaciales de

Comunicaciones y de Observación de la Tierra, como son el Hispasat (como parte del SECOMSAT) y el Sistema Helios.

Existe actualmente en las empresas españolas del sector espacial, un nivel tecnológico suficiente como para desarrollar y mantener determinadas partes de los citados componentes/actividades de los sistemas espaciales. El lanzamiento es una actividad que en principio no parece rentable desarrollar en España, puesto que existen grandes empresas internacionales, que pueden ser contratadas, y que abastecen adecuadamente a un mercado que por el momento es limitado. Para esta actividad se hace preciso disponer de unas instalaciones adecuadas, en una situación geográfica lo más próxima posible al Ecuador para facilitar los lanzamientos.

SISTEMAS DE COMUNICACIONES

Los Sistemas de Comunicaciones, desde el punto de vista militar, permiten el enlace de los Cuarteles Generales (C.G.s) entre sí y de estos con las unidades situadas en sus bases o desplegadas en diferentes escenarios.

Sus aplicaciones militares actuales son, entre otras, los enlaces precisos para los sistemas de: Mando y Control, Defensa Aérea, Comunicaciones Aire/Tierra, Tierra/Aire y Tierra/Tierra necesarios para los tres Ejércitos. La transmisión de bases de datos y de otras informaciones o imágenes es un requisito pre-

visto para los futuros sistemas ya que consumen una gran cantidad de recursos.

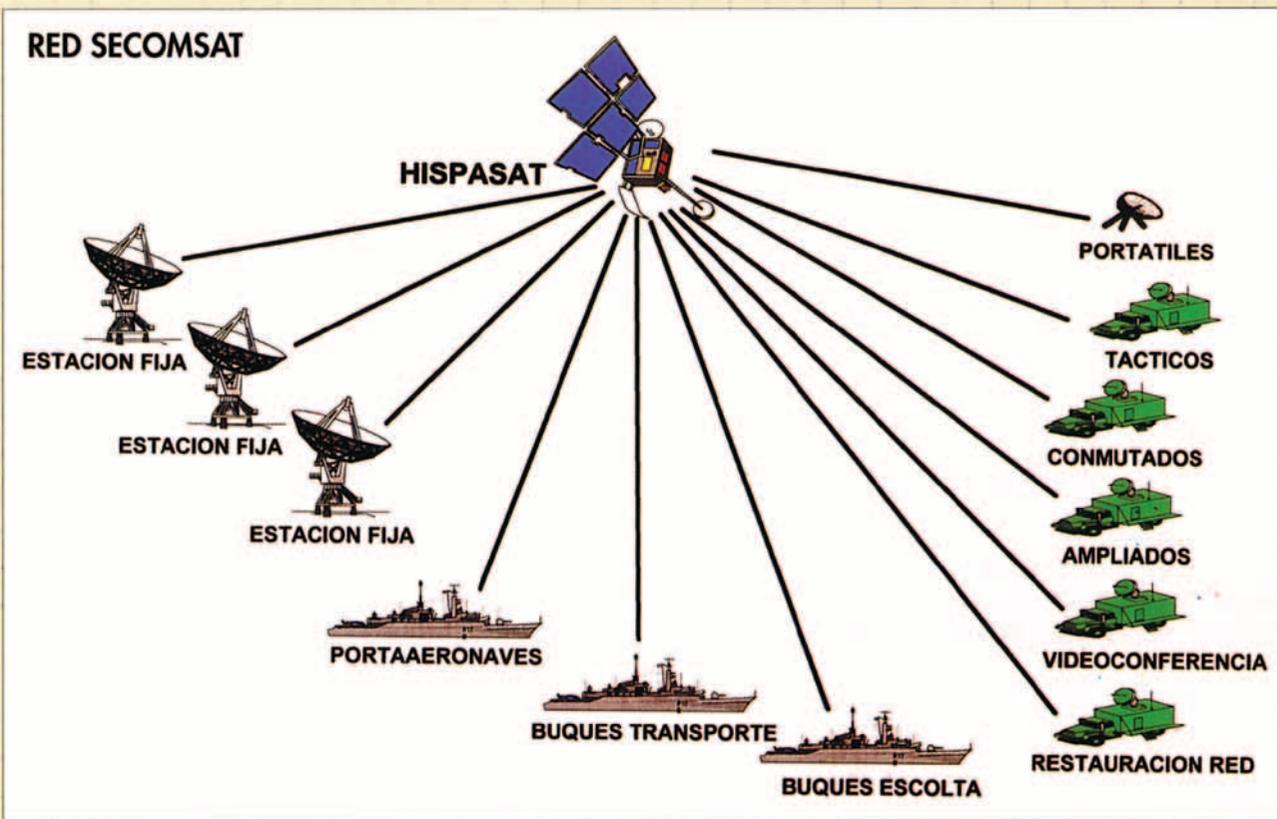
Estos sistemas se diseñan de forma que permiten los enlaces dentro de las zonas geográficas que se determinen, para de este modo cubrir las apropiadas necesidades operativas. En el caso de España, las áreas más importantes podrían ser las de la Península, Canarias, y aquellas en las que pudieran desplegar nuestras Fuerzas Armadas.

Las principales características de estos sistemas son, entre otras: Seguridad, flexibilidad, facilidad de reconfiguración, alta disponibilidad, interoperabilidad con otros sistemas aliados y usos militares, gran capacidad, y difíciles de perturbar.

Estos sistemas utilizan normalmente grandes satélites en órbitas geoestacionarias situadas a unos 36.000 Km. de la superficie terrestre, aunque estos sistemas también pueden estar basados en constelaciones de minisatélites, situados en órbitas entre 300 y 500 Km. de altura, de forma que siempre pueda existir contacto directo desde la estación transmisora/receptora con al menos uno de ellos.

El Secomsat, Sistema Espacial de Comunicaciones Militares por Satélite, forma parte del Sistema Conjunto de Telecomunicaciones Militares (SCTM) del Ministerio de Defensa, y utiliza, junto con otros ministerios, como componente espacial del sistema los satélites Hispasat (carga gubernamental).

De los diferentes satélites Hispasat el Ministerio de Defensa (MD) ha participado en los Hispasat A y B,



no lo hizo en el C que se lanzará este año, y tiene previsto volver a hacerlo en el D caso de que se llegue a un acuerdo o bien emplear minisatélites geostacionarios.

Aunque su obtención suponga un esfuerzo económico, los sistemas espaciales de comunicaciones son de indudable utilidad y necesidad para unas Fuerzas Armadas (FAS) modernas y profesionales como las nuestras, que actúan en escenarios geográficamente muy distantes. Este sistema militar tiene un carácter conjunto tanto en su financiación como en su operatividad, por lo que también constituye un ejemplo de modernidad y economía de medios.

HISPASAT

Hispasat, es el primer satélite Español de Comunicaciones, contratado a la empresa Matra por un grupo de empresas e institutos nacionales, para la obtención de un servicio público de telecomunicaciones. Presenta ventajas de tipo estratégico, técnico y económico. La primera se debe a que el Gobierno español puede garantizar la continuidad y estabilidad de las comunicaciones cursadas por satélite, evitando así la dependencia de las organizaciones interestatales. Por ello, además de incorporar las más altas tecnologías, es el soporte de comunicaciones espaciales para la Defensa Nacional.

El sistema lo componen actualmente dos satélites en vuelo, un Centro de Control del satélite y dos Centros de Control de la carga útil. La posición nominal de los satélites está en la órbita geoestacionaria en una longitud de 31º Oeste como corresponde a la asignación española para el Servicio de Radiodifusión Directa.

Tiene una vida útil prevista de unos 10 años para cada uno de los satélites. La masa total de cada uno de ellos es de 2.150 Kg. Y se garantiza el mantenimiento de la posición orbital con gran precisión. Tiene como misiones:

- Garantizar la radiodifusión directa en 5 canales de televisión.
- Mantener un servicio fijo de comunicaciones con 16 transpondedores.
- Enlazar con los países hispanohablantes del continente americano.
- Mantener las comunicaciones gubernamentales con dos transpondedores en banda X.

SISTEMAS DE OBSERVACIÓN

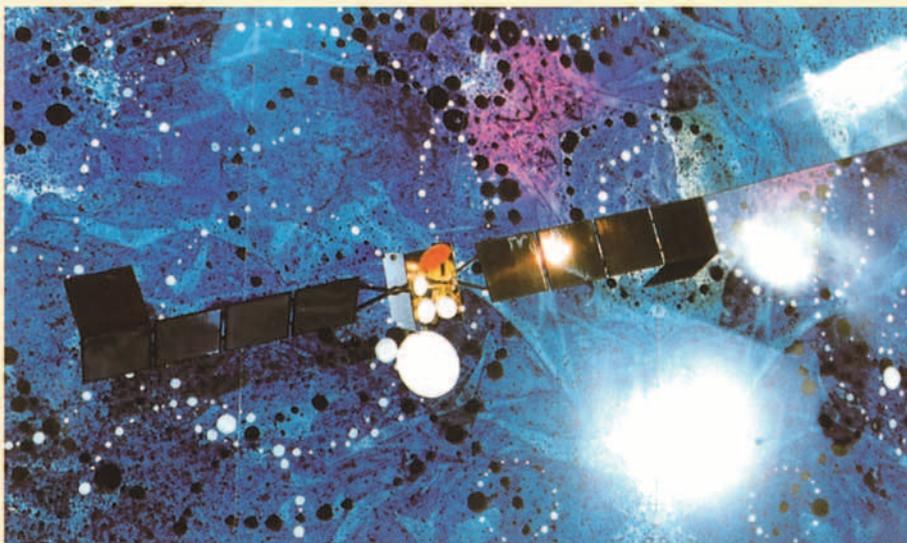
Los Sistemas Espaciales de Observación de la Tie-

rra (SEOT) constituyen el medio más seguro, pacífico y efectivo de obtener información. Estos sistemas están prácticamente compuestos de los mismos elementos que los sistemas de comunicaciones que se han descrito anteriormente. La complejidad de los sistemas de apuntamiento y orientación de los satélites de observación así como la necesidad de una gran capacidad de tratamiento de datos son factores que complican este tipo de sistemas.

Los Sistemas de Observación de la Tierra se pueden diferenciar entre sí por los tipos de sensores que pueden llevar a bordo. Los sensores más utilizados actualmente son los ópticos, infrarrojos y radar. Los diferentes sensores, durante los últimos años, han visto reducido su tamaño y mejorada su resolución gracias a los avances tecnológicos.

Los sistemas dotados de un único tipo de sensores tienen una gran limitación puesto que siempre es necesario contrastar la información que proporcionan. Por ello, en la actualidad todos los sistemas en desarrollo contemplan la utilización de sensores ópticos debidamente combinados con sistemas de tipo multispectral e hiperspectral.

El empleo de los sensores radar tiene aún una limitación técnica mayor, debido al gran tamaño que han de tener los paneles solares necesarios para poder suministrar la cantidad de energía que requieren para su utilización, por ello no se han desarrollado aún con la misma profusión que los sistemas anteriormente expuestos. De cualquier forma, se tiende a los denominados "sistemas globales" que combinarán diferentes tipos de sensores sobre uno o varios satélites. Tanto si los sensores van montados sobre una única plataforma como si se utilizan varios satélites, todos deben estar debidamente coordinados, para que se obtenga una información que pueda ser fusionada



Hispasat, satélite español de comunicaciones.

y por lo tanto sea lo más precisa y contrastada posible

Los satélites que componen estos sistemas suelen estar situados en órbitas entre 650 y 850 Kmts. de altura y requieren una programación diaria de sus misiones. Una vez que han realizado la toma de las imágenes previstas realizan su descarga en las estaciones de tierra según una secuencia prevista.

El tiempo de transmisión de los datos a tierra depende principalmente de la velocidad de descarga, que estará de acuerdo con la capacidad de recepción. Posteriormente los datos serán tratados para obtener la imagen en el soporte que se considere necesario.

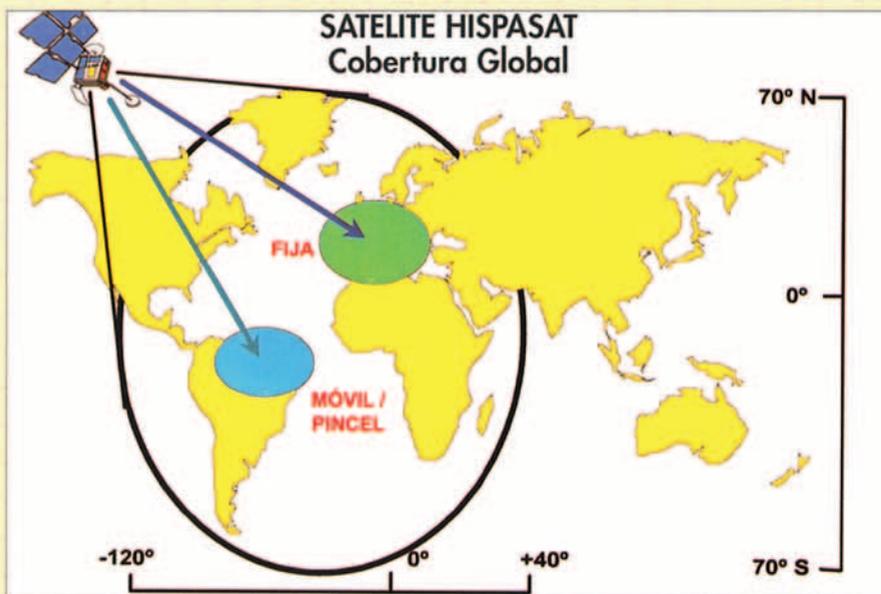
Estos satélites no son geoestacionarios como pretenden las películas de James Bond (Agente 007), ni pueden seguir continuamente un objeto sobre la superficie terrestre, ni cambiar fácilmente de situación orbital en un momento dado, ni tienen muchas otras características que se les atribuyen gratuitamente.

Uno de estos satélites se desplaza por su órbita a unos 7 Km./s y puede tener unas muy limitadas posibilidades de ajuste de la altura orbital. Su empleo es principalmente de carácter estratégico, pues el empleo de un solo satélite requiere cierto tiempo para el empleo de la información que transmite. De cualquier forma proporcionan gran cantidad de información, que también depende de la naturaleza (óptico, infrarrojo, radar) y la resolución de sus sensores.

Si se dispusiera de una cantidad suficiente de satélites, podría ser posible situarlos en órbita de forma que, entre todos ellos, podrían constituir un sistema de carácter táctico. Si además se llevara a cabo una adecuada coordinación en su utilización con los sistemas de comunicaciones podrían proporcionar una información en tiempo próximo al real. Este es un objetivo primario de nuestras FAS para el futuro de los sistemas espaciales de observación y de comunicaciones.

Nuestras FAS utilizan operativamente el Sistema Helios desde finales de 1995, mediante el empleo del satélite Helios IA, y con el Centro Principal Helios Español (CPHE), que participa diariamente en la programación del satélite y que efectúa el tratamiento y explotación de las imágenes obtenidas, y el Centro de Recepción de Imágenes (CRIE) donde se reciben una parte de las imágenes que el satélite transmite a la Tierra.

Estos Centros, CPHE y CRIE, dependen operati-



vamente del Estado Mayor de la Defensa y administrativamente del Ejército del Aire, a través del Mando Aéreo del Centro y del Mando Aéreo de Canarias respectivamente.

Por su dependencia operativa, el control del sistema recae en el Grupo Operativo Helios de la Sección de Imágenes de la División de Inteligencia del Estado Mayor Conjunto (EMACON). Todos los organismos de las FAS que tengan la "necesidad de conocer" pueden tener acceso, a través del Ministerio de Defensa o de los respectivos Estados Mayores, a la utilización de la información que se obtiene. Para el empleo de este sistema es necesario tomar las oportunas medidas de seguridad por su nivel de clasificación.

A finales de este año se lanzará el satélite Helios IB, al que se situará en una órbita apropiada para la mejor explotación total del Sistema Helios, y que aumentará ostensiblemente nuestra capacidad operativa. Este satélite mejora las prestaciones técnicas de su antecesor, principalmente en cuanto al almacenamiento y transmisión a Tierra de las imágenes obtenidas.

En la actualidad nos encontramos en la fase final del proceso de la decisión que se sigue por nuestras autoridades del Ministerio de Defensa a fin de decidir cual será el futuro Sistema Espacial de Observación de la Tierra (SEOT) que deberá sustituir al actual Helios I a partir aproximadamente del año 2003.

Hasta la fecha España ha estado participando con Francia en el desarrollo del programa Helios II. Nuestras FAS están listas para participar y operar el sistema que decidan nuestras autoridades, puesto que en la actualidad ya existe un núcleo de personal adecuadamente preparado para ello, por la experiencia adquirida con el empleo del Sistema Helios I

PRINCIPALES LOGROS OPERATIVOS DEL SISTEMA HELIOS I

Con el Sistema Helios I se han conseguido, entre otros, los siguientes logros operativos:

- Ha constituido el primer Sistema Espacial de Observación de la Tierra de las Fuerzas Armadas Españolas.

- Ha permitido utilizar sus imágenes en el planeamiento y desarrollo de operaciones en escenarios tan dispares como:

- Bosnia (UNPROFOR, IFOR, SFOR).
- Yugoslavia y Albania (Operación ALFA).
- Africa (Grandes Lagos).
- Kurdistán (PROVIDE CONFORT-AK).
- Centroamérica (MINUGUA, ONUSAL, MITCH-OPERACIÓN AC).

- Otros lugares (Verificación Tratados CFE, etc).
- Ha supuesto la creación de unas unidades del Ejército del Aire y de un grupo de profesionales de los tres Ejércitos que se han especializado en la operación y explotación de SEOT,s.

- Ha permitido disponer de una base de datos de más de 7.000 imágenes de la superficie terrestre.

- Se participa en la programación diaria del satélite..

- Emplear las imágenes en aplicaciones como: cartografía, simulaciones, planeamiento de misiones y otros usos operativos.

- Se ha conseguido un retorno operativo bastante superior al correspondiente a nuestra participación económica en el programa.

Muchos de ellos se podrán ver incrementados con el empleo del satélite Helios IB a partir de finales de este año.

COORDINACIÓN

El empleo de los sistemas espaciales de comunicaciones y de observación de la Tierra debe realizarse de una forma coordinada para que se logre un factor multiplicador de la eficacia de ambos sistemas.

Esta coordinación debe llevarse a cabo desde el estudio de viabilidad de cualquiera de estos sistemas, por ello es fundamental la existencia de un organismo, del Ejército del Aire, que coordine estas acciones y que todo ello se lleve a cabo bajo el amparo de una adecuada Política, Estrategia y Doctrina Espaciales.

En la actualidad existe en estudio en el Ministerio de Defensa una propuesta del Ejército del Aire para definir una Política Espacial; lo que supondrá un paso adelante para la coordinación de las actividades espaciales.

Aparte de la utilidad de carácter militar de los sistemas espaciales ya mencionadas, existen otras como la Alerta Temprana, la Vigilancia y Salvamento, que también podría ser conveniente coordinar con otras

actividades civiles, cuando sea posible, a fin de reducir costes de desarrollo y mantenimiento, así como los de personal.

El personal y las infraestructuras necesarios para operar los diferentes sistemas de comunicaciones y observación podrían llegar a ser utilizados de una forma conjunta y coordinada con el ahorro que podría suponer sobre todo en el aspecto humano, puesto que las necesidades aumentan a diario y los recursos disponibles disminuyen.

OBTENCIÓN DE LOS SISTEMAS

Los sistemas espaciales tanto de comunicaciones como de observación son caros y no solo supone un coste su desarrollo y obtención sino también su mantenimiento en condiciones operativas y su modernización. Los sistemas informáticos evolucionan muy rápidamente y se hace necesario su actualización puesto que resulta más económico un sistema nuevo que el mantenimiento de unos equipos anticuados.

La obtención de un sistema es larga y laboriosa, por lo que se requiere una relación permanente entre el usuario y las industrias que desarrollarán el sistema, para que éste cumpla los requisitos operativos descritos por el primero y asuma las posibles mejoras que el desarrollo de la tecnología permita antes de la revisión crítica de diseño. Parece difícil que en países como España exista una única empresa capaz de asumir ella sola todo el proceso, desarrollo, obtención y explotación del sistema.

Las alternativas posibles para disponer de imágenes espaciales van desde la adquisición en propiedad de un sistema, a la adquisición de imágenes comerciales en el mercado, pasando por la participación en algún programa en cooperación con otros socios. Cada una de estas alternativas tiene su ventaja y se puede adaptar a las necesidades de cada usuario. En los sistemas de comunicaciones en lugar de adquirir imágenes se dispone de tiempo de empleo o canales de comunicaciones, pero la política es muy similar.

Países con cierta entidad tienen sus sistemas propios, mientras que otros como España y la mayor parte de los países Europeos buscan un programa en cooperación, que les proporciona una autonomía suficiente a un coste moderado.

Otros países y organismos, como la UEO en el caso de imágenes, se ven limitados a las capacidades económicas que los diferentes países ponen a su disposición. Por otra parte, los objetivos a lograr son difíciles de acordar entre 16 miembros o más. En estas organizaciones suele ocurrir que existen claras diferencias entre unos países y otros a la hora de pagar y a la de beneficiarse del uso del sistema.

En la actualidad, España participa en la Unión Europea Occidental (UEO) y en sus actividades espaciales, con el Centro de Satélites que esta organización tiene en la Base Aérea de Torrejón. Este Centro no controla ningún satélite sino que adquiere general-

mente imágenes comerciales, de menor calidad y resolución que las militares, y a través de un MOU con los países Helios (Francia, Italia y España) adquiere de vez en cuando algunas imágenes de este Sistema que los tres países citados acuerdan poner a su disposición a un respetable coste económico.

En definitiva la obtención de un sistema de comunicaciones u observación es costoso y complicado por lo que deben estudiarse detenidamente todas las alternativas y sobre todo los posibles riesgos. El fallo del desarrollo o funcionamiento de un sistema lleva consigo una gran demora en el tiempo con las previsibles limitaciones en el servicio, lo cual puede llegar

los programas podrían estar basados en desarrollos nacionales o bien tener carácter internacional.

Los sistemas nacionales resultan mucho más costosos, por lo que es necesario estudiar detenidamente diversos factores, entre ellos los costes, y decidir si vale la pena la independencia nacional. Es necesario considerar que probablemente en el futuro, cualquier crisis en las que participen nuestras FAS, casi con toda seguridad, se realizará en el marco de alguna de las organizaciones internacionales a la que pertenece España y/o integrada en fuerzas combinadas en las que se participe con países aliados, como EEUU, que dispongan de medios de este tipo.

Es por lo tanto muy importante evaluar si merece la pena pagar los elevados costes de los sistemas espaciales por mantener una independencia que realmente es más teórica que práctica. Por la misma razón de costes, aunque es necesario que los sistemas de observación sean de uso prioritario para la Defensa Nacional, conviene que los sistemas permitan una degradación de las imágenes obtenidas para facilitar su empleo en ámbitos gubernamentales ajenos al Ministerio de Defensa.

CONCLUSIONES

Nuestras Fuerzas Armadas y el Ejército del Aire en particular deben ser conscientes de la importancia de la utilización del espacio, de momento y principalmente, en lo



a tener unas consecuencias ciertamente graves en el rendimiento operativo de las FAS.

FUTURO

En la actualidad existe una pugna entre las prioridades para la obtención de los diversos sistemas espaciales a emplear por las FAS españolas, y directamente relacionado con ello, con los tipos de satélites a emplear (grandes satélites o minisatélites).

Indudablemente en el futuro se verá el desarrollo de los minisatélites para la mayoría de las aplicaciones espaciales, debido a la continua miniaturización de los equipos, procesadores, e instrumentos. Actualmente los minisatélites quizás aún no están suficientemente probados y perfeccionados para su empleo operativo.

Es conveniente apoyar el desarrollo de los sistemas espaciales basados en minisatélites, tanto ópticos como multispectrales y en el futuro radar, que podrían estar desarrollados y convenientemente probados para mediados de la próxima década. Es-

referente a los sistemas de comunicaciones y observación de la Tierra.

La sustitución de los sistemas actuales es una decisión importante que supondrá poder continuar con las actividades ya emprendidas en la operación de los sistemas espaciales actuales. Las FAS tratarán de obtener de los nuevos sistemas, cualesquiera que sean, el mayor rendimiento operativo y aprovechar al máximo los recursos que se les asignen.

Se hace imprescindible una adecuada participación del Ejército del Aire en la dirección, coordinación y asesoramiento al Ministerio de Defensa para los futuros programas espaciales.

Existe un gran futuro en las actividades espaciales que integrarán no solamente las actividades militares, sino también aquellas gubernamentales que se considere oportuno.

El personal necesario para la definición y operación de estos sistemas constituye un factor primordial, que no se forma en un corto periodo de tiempo, por lo que es necesario mantener e incrementar en lo posible este recurso, aún conociéndose la escasez actual y previsiblemente futura de personal disponible. ■