

## **ACCIONES DE RECONOCIMIENTO ELECTRÓNICO POR SATÉLITE**

POR FERNANDO DAVARA RODRÍGUEZ  
y LUIS IZQUIERDO ECHEVARRÍA

### **Introducción**

La expansión del empleo de la electrónica en los sistemas de armas, generalizada en el decenio de los años ochenta, alcanza ya en estos comienzos de la última década del siglo, tal grado de importancia que debe considerarse como un factor decisivo a la hora de evaluar el potencial militar de una nación moderna. El gran desarrollo de la informática ha permitido que muchos sistemas electrónicos, hayan podido integrarse en los mencionados sistemas de armas, a la vez que se han automatizado gran parte de las tareas a desarrollar por ellos.

Todo lo anterior ha contribuido a la generalización en el uso de la electrónica, tanto en los medios de transmisión como en los de vigilancia, observación, tratamiento de la información y explotación de la misma, etc., lo que implica que a su vez se haya extendido el empleo de los medios y procedimientos de la EW, que ha pasado a ser un elemento de capital importancia, que debe desarrollarse desde tiempo de paz, dado que una de sus características principales es la continua evolución.

Precisamente debido a este dinamismo la EW no ha podido permanecer ajena a la explotación del Espacio, campo en el que sus aplicaciones van extendiéndose gradualmente y en el que actualmente destacan los sistemas de escucha electromagnética a los que se dedica el presente estudio.

## **Perspectiva general del reconocimiento electrónico**

Antes de desarrollar el tema, parece necesario hacer una breve presentación, del marco en el que se encuadran estos sistemas espaciales de escucha electromagnética, dando que existen diferencias a la hora de definirlos y clasificarlos.

Con pequeñas diferencias los países occidentales acostumbran a definir la EW como un conjunto de acciones militares, destinadas a utilizar la energía electromagnética para impedir, reducir o prevenir el uso del espectro electromagnético por parte del enemigo y para proteger el uso de dicho espectro por parte de las fuerzas propias. Esto supone la exploración de las diferentes emisiones electromagnéticas del adversario, para obtener información sobre su capacidad e intenciones, así como el empleo de medidas encaminadas a proteger nuestra utilización de dicho espectro, reduciendo a su vez la eficacia de sus sistemas de comunicaciones.

Una síntesis de todo ello podría expresar que la EW pretende la neutralización de los sistemas de mando y control adversario, a la vez que asegura el mantenimiento de la capacidad operativa de los propios.

Estos conceptos aunque son de difícil clasificación, dada la mencionada evolución de la EW, es costumbre reunirlos, con fines prácticos, en tres grandes grupos, denominados ESM, ECM y ECCM:

- ESM o medidas electromagnéticas de apoyo, es decir aquéllas que comprenden acciones de búsqueda, detección, análisis, identificación y localización de fuentes de energía radiante, para conocer los dispositivos adversarios y su estado de preparación y alerta.
- ECM o contramedidas electromagnéticas, destinadas a prevenir y reducir el empleo del espectro por parte del enemigo, a la vez que se limita la información que podría obtener a nuestra costa, bien ocultándola o bien falseándola.
- ECCM o contra-contramedidas, con las que se pretende evitar las contramedidas adversarias, asegurándonos el uso del mencionado espectro electromagnético.

Es precisamente en el primer grupo ESM donde se centra nuestra atención al considerar la búsqueda de emisiones electromagnéticas, cuya principal tarea está constituida por la obtención de información, como una operación previa indispensable para la posterior definición, desarrollo y empleo de las contramedidas, tanto de ECM como de ECCM. Pero esta misión de búsqueda sería prácticamente ineficaz, sino se acompañara del correspondiente análisis, identificación y posible localización de la fuente, completando así el conjunto de medidas ESM.

Llegados a este punto nos encontramos con que no sólo estamos hablando de medidas de EW, sino que se está considerando, en forma parcial, la obtención de información y su tratamiento para convertirla en inteligencia. Por ello nos vemos obligados a hacer uso de otra forma de clasificación, también muy extendida, como es la que se hace de los diversos tipos de inteligencia, referida claro está, a las señales electromagnéticas. En ella se contempla la denominada SIGINT (inteligencia de señales) que tiene por objeto la obtención, evaluación, análisis, interpretación y valoración de las informaciones radiadas COMINT o emitidas ELINT, para convertirlas en inteligencia a explotar por el usuario.

En principio parece que esta SIGINT comprende los mismos conceptos que la ESM, pero la diferencia, al menos desde un punto de vista de inteligencia, es fundamental. La ESM produce un inmediato reconocimiento de la amenaza y su información se utiliza para apoyar la EW, mientras que la SIGINT necesita un proceso de análisis y tratamiento de dicha información para convertirla en inteligencia.

La artificial división de la SIGINT en sus dos ramas, las mencionadas COMINT y ELINT, es debida a la necesidad de diferenciar claramente la inteligencia obtenida, a partir de las radiaciones procedentes de sistemas de telecomunicaciones del adversario de aquélla otra cuyo origen son otro tipo de fuentes radiantes. Esta separación, cuyos límites cada día están más difuminados, dado el parcial solapamiento de ambas inteligencias (debido principalmente a la similitud de frecuencias y procedimientos), es más acusada en el campo espacial, en el que los denominados satélites ELINT están adquiriendo una importancia creciente, muy superior a la de los COMINT, de cuyas misiones suelen hacerse cargo los anteriores, que en estos casos funcionan a modo de satélite SIGINT.

Por ello el objetivo general de este estudio será el de los satélites ELINT, lo que no es óbice para que, cuando se considere de importancia, se amplíe el tema a algunos casos particulares de satélites con carga útil COMINT.

### **Bandas de frecuencia a reconocer**

El campo de la EW se extiende a la práctica totalidad del espectro electromagnético, por lo que podrían citarse los sistemas de telecomunicaciones, de identificación, de guía de misiles y sus cohetes, radares de cualquier naturaleza, dispositivos ópticos, infrarrojo, oprónicos, ayudas a la radio navegación, etc.

Pero en el caso que nos ocupa, satélites ELINT, la atención se centra principalmente en los diversos tipos de radares, tanto los de defensa aérea,

como los de control de misiles, alerta previa, localización de morteros y artillería y otros similares. Ello implica que la cobertura en frecuencia de estos sistemas debe abarcar a las de todos aquellos radares, conocidos o por identificar, lo que incluye un ancho de espectro aproximado entre los 30 MHz y los 40 GHz.

Dicho margen no se puede cubrir con un solo sistema, pero, como es habitual, se divide en una serie de bandas que, a su vez, irán limitando las posibles aplicaciones de cada sistema de satélites en particular. Entre las diversas clasificaciones en uso actualmente, emplearemos la que se suele utilizar para los sistemas espaciales de telecomunicaciones, haciendo especial mención de aquellas partes del espectro más específicas de los radares, cuadro 1.

Existe una limitación debida a la presencia en la atmósfera de moléculas gaseosas que pueden absorber parte de la energía radiada por medio de procesos rotacionales y vibratorios, dependiendo sobre todo de la longitud

**Cuadro 1.—Bandas UHF y VHF.**

<i>Longitud onda</i>	<i>Banda</i>	<i>Frecuencia radar</i>
Métrica (30-300)	VHF	138-144
	(300-1.000)	216-225
Decimétrica (300-3.000)	UHF	420-450
	(300-1.000)	890-942
	L	1.215-1.400
	(1.000-2.000)	
Centimétrica (3.000-30.000)	S	2.300-2.500
	(2.000-3.000)	2.700-3.000
	S	3.000-3.700
	(3.000-4.000)	
	C	5.250-5.925
	(4.000-8.000)	
	X	8.500-10.680
	(8.000-12.000)	
Milimétrica (30.000-300.000)	Ku	13.400-14.000
	(12.300-18.000)	15.700-17.700
	K	24.050-27.250
	(18.000-27.000)	
	Ka	33.400-36.000
(27.000-30.000)		

Todas las frecuencias están expresadas en MHz.

de onda y del tipo de moléculas presentes. La radiación que parte de la fuente evidentemente no se propaga a través del vacío en su ascensión hacia el sensor, sino que debe cruzar la atmósfera terrestre (en estos casos desde el nivel del suelo hasta la ionosfera, pasando por troposfera, estratosfera y mesosfera), interaccionando con ella.

La inosfera se compone principalmente de gases (oxígeno, ozono, nitrógeno, argón y anhídrido carbónico) así como de vapor de agua y aerosoles. Entre todos ellos son el ozono, el anhídrido carbónico y el vapor de agua son principales responsables de la interacción con la energía electromagnética que se propaga. Los efectos de esta interacción se traducen generalmente en una pérdida de energía radiada, al actuar la atmósfera como un filtro, cuyos efectos son tales que a frecuencias bajas las radiaciones no se transmiten y, gracias a ello, las ondas de radio en lugar de perderse en el Espacio regresan a la Tierra reflejándose otra vez, aumentando al alcance de la propagación.

Pero esta conocida ventaja, en el caso de este estudio es un inconveniente, pues la propagación ascendente no llega toda al sensor. El resultado es que la atmósfera se comporta como un filtro selectivo para determinadas longitudes de onda, de tal forma que, en algunas bandas del espectro, desaparece la posibilidad de detectar, como si existieran unas pantallas que reducen el espectro utilizable por debajo de las posibilidades del espectro teórico, correspondiente a las diferentes fuentes de radiación.

Las zonas donde la transmisividad de la atmósfera es lo suficientemente fuerte se conocen con el nombre de «ventanas atmosféricas», estando claramente definidas en la mayor parte de los casos, permitiendo que los sensores se fabriquen de acuerdo con ellas.

## **Satélites ELINT**

Los sistemas de satélites de escucha, integrados por los satélites en órbita y sus correspondientes centros de tierra, son un complemento indispensable para la obtención de informaciones estratégicas, tácticas y técnicas, por su capacidad de localizar y de analizar las fuentes de emisión electromagnética, lo que permitirá un conocimiento preciso de diversos materiales, como ayuda o preparación de la EW, a la vez que se puede efectuar un seguimiento de los desplazamientos de determinado tipo de unidades.

Dicha complementariedad destaca en el caso de los satélites de observación, permitiendo mejorar sus posibilidades de detección, localización y eventual

identificación en los casos de aquellos objetivos que presenten la característica de emitir señales electromagnéticas.

Su modo normal de funcionamiento consta de varios estados simultáneos, en algunos casos superpuestos. Primero se detecta el emisor y posteriormente se localiza; los datos del mismo, bien transmitidos directamente, bien registrados a bordo y transmitidos en tiempo diferido a un centro de recepción, se someten al subsiguiente análisis, somero o detallado, y tratamiento, los que conducirán a la consecuente identificación y, caso de necesidad, a su explotación y gestión operativa, además de su redifusión selectiva.

El proceso, con pequeñas variaciones según la misión, suele ser el siguiente:

- Búsqueda e interceptación, para lo que se requiere que el receptor sintonice en la frecuencia correcta, en tiempo correcto y con la sensibilidad suficiente.
- Retransmisión de los datos obtenidos (en tiempo real o en diferido), a los centros de tierra.
- Análisis, para determinar características tales como: frecuencias de transmisión y de repetición de impulsos, anchura del impulso, modulación, etc. y proceder a los subsiguientes informes de inteligencia.
- Identificación de los sistemas radiantes y su localización.
- Explotación de dichos informes, gestión operativa de ellos y difusión a los órganos de inteligencia interesados.

Para poder llegar a obtener una buena información se necesitarán muchos «encuentros» con la señal radiada, y además la inteligencia obtenida no tendrá un gran valor si los sistemas no se complementan en su misión con otros medios de reconocimiento electrónico, para así obtener un razonable conocimiento de las capacidades y vulnerabilidades del adversario.

Por último, hay que señalar que estos sistemas necesitan que el adversario a escuchar «coopere», es decir, que emita, por lo que son totalmente inoperativos cuando el objetivo está en silencio. Esta característica sirve como medida de protección contra la acción de estos satélites, aunque la realidad difiere bastante de la teoría, dada la dificultad en la localización de la posición de estos objetos.

### *Órbitas*

Entre los grandes tipos o familias de órbitas los satélites ELINT suelen situarse con preferencia en dos de ellas: en las denominadas órbitas bajas

polares con gran inclinación, circulares o débilmente elípticas, y en las conocidas como órbitas geoestacionarias.

Los satélites de baja altitud colocados sobre órbitas circulares, entre 600 y 1.000 km de altura, sobrevuelan los puntos de la superficie terrestre con una cadencia de 4 a 10 veces por día, dependiendo de la latitud del punto sobrevolado, lo que supone que no se pueda asegurar una escucha permanente. Por el contrario, estas órbitas bajas permiten una localización muy precisa, hasta el punto de que triangulando (con 3 antenas a bordo) se pueden obtener unos márgenes de error próximos al kilómetro, dependiendo de la frecuencia. Esta misma característica orbital permite que el análisis de la señal captada se puede hacer con mucha precisión, con la consiguiente ventaja de una mejor identificación de la señal.

La selección de estas órbitas se hace con vistas a optimizar el uso de los sensores a bordo de la plataforma espacial, y la elección de la inclinación más o menos polar dependerá de las zonas de la Tierra que quieran cubrirse, pero al situarse tan próximos a la superficie terrestre su vida útil es muy pequeña, comparada con la de los geoestacionarios, y además necesitan correcciones continuas de su órbita, pues aunque las variaciones son pequeñas, deben rectificarse en tiempos muy pequeños.

Los geoestacionarios se denominan así debido al hecho de que colocados sobre una órbita ecuatorial, a 36.000 km de altura, presentan la propiedad de permanecer inmóviles con respecto al Ecuador terrestre, dado que se desplazan con la misma velocidad de rotación que la Tierra, por lo que su velocidad relativa es cero.

Dada esta característica de inmovilidad con respecto a determinadas zonas de la Tierra su escucha es permanente, pero con la desventaja de que la zona abarcada no es tan amplia como en el caso de los de órbitas bajas. Esto implica que la discriminación sea más difícil, obligando a transportar antenas de gran tamaño, para obtener grandes ganancias. Lógicamente esta es una característica restrictiva, pues los volúmenes admitidos para las cargas útiles limitan considerablemente las dimensiones de las antenas.

Al estar situados a gran altura su vida útil es mayor que la de los de órbitas bajas, pero se encuentran sometidos a diversas perturbaciones, como vientos solares, atracción de la Luna, disminución del campo gravitatorio terrestre, etc., lo que obliga a mantener un continuo estado de corrección de la órbita.

Una somera comparación de algunas de las características de ambos tipos de sistemas denota una igualdad en los aspectos de contramedidas y

posibilidad en todo tiempo, y una ventaja de los de órbitas bajas sobre los geostacionarios en los apartados de resolución, facilidad en el tratamiento de los datos, facilidad en la medida, coste y realización, lo que supone una considerable «superioridad» de este tipo de satélites situados en órbitas bajas.

Por ello, aunque en teoría el reconocimiento electrónico debería ocupar órbitas ligeramente más altas que las de los satélites de observación, en la realidad esto no se cumple, dado que a mayores alturas la sensibilidad de los sensores se reduce apreciablemente y, aunque la vida del satélite se alarga, se reduce considerablemente la carga que el lanzador puede transportar. Ante estas razones y las expuestas anteriormente, la mayoría de los satélites ELINT se sitúan en órbitas bajas, entre 300 y 400 km, dependiendo su mayor o menor vida de las baterías y células solares, así como de los complejos sistemas de recepción y equipos de grabación y almacenamiento de datos.

En el caso concreto de radares de vigilancia, los sistemas de órbitas bajas detectan sin dificultad este tipo de radares, mientras que los geostacionarios no consiguen una fácil selección.

Como se indicará más adelante, los Estados Unidos y la Unión Soviética utilizan para sus satélites ELINT órbitas bajas, entre 600 y 900 km, aunque en algunos casos los Estados Unidos y últimamente la Unión Soviética usan órbitas geostacionarias.

Finalmente es necesario hacer mención a un tipo de órbita, la MOLNIYA, no usual en satélites de reconocimiento electrónico, pero que se utiliza por los Estados Unidos para un caso muy particular de sistemas ELINT. Es del tipo no circular, describiendo elipses que se caracterizan por su apogeo, o punto de mayor altitud, y su perigeo, o punto de menor altitud, con un período de doce horas, una inclinación con respecto al Ecuador de  $63^\circ$  y velocidades variables según el punto de la elipse (bajas en el apogeo y altas en el perigeo). Todo ello permite orbitar a gran altura sobre el hemisferio Norte, facilitando la escucha sobre las zonas más alejadas del norte de la Unión Soviética.

### *Sensores*

Como se ha indicado, estos satélites deben transportar equipos destinados a buscar y detectar señales electromagnéticas generadas por las actividades militares del adversario, como por ejemplo las procedentes de radares de alerta temprana, de radares de defensa aérea o de los utilizados para el



control de misiles o las procedentes de la telemetría generada por misiles, incluso las señales emitidas por nuevos tipos de radares durante su calibrado y pruebas, etc. Esto significa que el reducido número de países que pueden concebir sistemas de este tipo, no permiten que se acceda fácilmente a las características de unos elementos tan importantes para la obtención de su inteligencia electrónica y, por lo tanto, los datos de que se dispone sobre los sensores situados a bordo de estos satélites ELINT son escasos.

Tampoco es fácil conocer la sensibilidad de dichos sensores de escucha electrónica, pero en este caso pueden hacerse estimaciones a partir de los dispositivos usados en experimentos científicos. Por ejemplo, se han utilizado satélites para seguir el rastro de animales a los que se les han situado transmisores de señales de una potencia relativamente baja. Receptores colocados a bordo de esos satélites, orbitando alrededor de 800 km (órbitas bajas), han seguido los desplazamientos de camellos, ciervos, ballenas y focas, con un error de unos 500 m, a la vez que se obtenían y grababan datos tales como la temperatura de su cuerpo y los latidos de su corazón.

Así, por ejemplo, los soviéticos emplean un receptor de selenio para el reconocimiento de banda ancha, el cual mide la frecuencia de la emisión, así como la duración y secuencia del impulso de los equipos radar, para identificar a la fuente según su tipo.

Finalmente, y tal como se indicó en el apartado de las bandas de frecuencia, la interacción con la atmósfera limita el empleo de los sensores, a la vez que facilita su selección, orientada a las zonas del espectro donde existen «ventanas atmosféricas».

### *Misiones*

Entre los sistemas actualmente conocidos destacan principalmente dos tipos de misiones; la puramente ELINT y la de escucha electrónica para vigilancia de océanos.

La primera, como su nombre indica, está orientada a la detección de emisiones electromagnéticas, principalmente de radar, para a partir de ellas llevar a cabo un completo proceso de inteligencia que proporcione informaciones sobre situación, características, vulnerabilidades, etc. de sistemas y unidades.

La segunda está encaminada a conocer la situación, rumbo, velocidad, etc. de las unidades navales del adversario, así como sus características,

determinadas a partir de la obtención y análisis de sus emisiones electromagnéticas.

### **Sistemas de reconocimiento electrónico por satélite**

La inteligencia que se obtiene a partir de los datos proporcionados por este tipo de medios espaciales es de vital importancia para sus poseedores, por lo que, el reducido número de países que cuentan con ellos, se preocupan mucho de impedir la difusión de cualquier característica que pueda indicar hacia qué zonas están orientados o qué clase de materiales son capaces de identificar.

Esta defensa implica que el conocimiento que se tiene de ellos es muy limitado y, en muchas ocasiones, está también fuertemente protegido por medio de clasificaciones de seguridad de alto nivel. Por ello es difícil presentar los sistemas empleados hasta la fecha sin hacer estimaciones que completen los datos ya confirmados.

Lo que sí puede asegurarse es que al ser los Estados Unidos y la Unión Soviética las únicas potencias que disponen de medios que abarcan todo el espectro de sistemas militares de utilización del Espacio, lógicamente mantienen en órbita y utilizan satélites de reconocimiento electrónico. Del resto de potencias espaciales sólo puede hacerse estimaciones sobre sus posibilidades y posibles realizaciones en el sector.

#### *Estados Unidos*

Los Estados Unidos hacen uso de satélites de reconocimiento electrónico desde el 15 de mayo del año 1962, fecha en que comenzaron con el Programa FERRET, primero de ellos conocido. Normalmente se situaban en órbitas circulares a una altitud de 500 km (en algunos casos a 1.000) con la misión de localizar radares enemigos y vigilancia electrónica en general.

A continuación, desde marzo del año 1973, comenzaron su actividad los satélites del tipo RHYOLITE, situados en órbitas geoestacionarias (36.000 km) orientados en principio, a las zonas de lanzamiento de misiles soviéticos de Tyuratán (Baikonur) y Plesetsk y posteriormente, hacia el cuerno de África y océano Índico.

Los últimos en entrar en actividad, al menos que se conozca, a partir de principios de los años ochenta, han sido los VORTEX o CHALET y los MAGNUM. Los primeros están dedicados fundamentalmente a la escucha de comunicaciones, mientras que los MAGNUM tienen por objeto detectar

las señales procedentes de radares y misiles, los cambios de frecuencia y el crecimiento del tráfico de comunicaciones, con la característica de realizar a bordo un tratamiento selectivo, para no transmitir a los centros de tierra nada más que las informaciones consideradas importantes, según criterios preprogramados. Además, al igual que los COSMOS, pueden desplazarse fuera de órbita, lo que, a pesar de acortar su vida, por el consumo elevado de potencia, aumenta sus posibilidades de utilización.

También se ha puesto en órbita algún satélite de una serie denominada JUMPSEAT destinada específicamente a llevar a cabo acciones de reconocimiento electrónico en las lejanas regiones del norte de la Unión Soviética, para lo que sitúa sus plataformas en órbitas tipo MOLNIYA.

Hasta el mes de enero del año 1990 los Estados Unidos mantenían operativos un mínimo de seis satélites ELINT, dos tipo CHALET (CHALET 3 o VORTEX 3, lanzado en el año 1981 y CHALET 6 o VORTEX 6, lanzado en el año 1989), otros dos tipo MAGNUM (MAGNUM 1 y 2), lanzados en los años 1985 y 1989, este último usando el SHUTTLE y dos del tipo JUMPSEAT, situados en órbita en los años 1985 y 1987.

El CHALET 3, si permanece activo, ha superado con creces su vida útil, estimada en cinco años.

Respecto a la vigilancia oceánica, en su aspecto de reconocimiento electrónico, la actividad espacial de los Estados Unidos comenzó a principios de los años setenta con el Programa NOSS (*Navy's Ocean Surveillance Satellites*) o *White Cloud*.

Los satélites de este sistema se sitúan en órbitas circulares bajas a unos 1.100 km, con 63° de inclinación, en las que «sueltan» cada uno tres satélites, presumiblemente unidos al nodriza por medio de cables de gran longitud, que les mantienen a distancia fija del primero (varios cientos de kilómetros) y a la vez sirven como soporte de transmisión de los datos. Este conjunto se emplea para localizar emisores por triangulación y para identificar unidades a partir del análisis de los parámetros de transmisión de los emisores. El satélite madre pesa unos 450 kg y los hijos 45 kg.

El sistema completo lo forman tres grupos iguales (total tres nodrizas y nueve hijos) con órbitas separadas 120°, lo que asegura una gran cobertura y repetitividad en la recepción de las señales emitidas por los buques a reconocer. Cada uno de ellos consta de un sistema de escucha para asegurar la recepción de señales de comunicaciones y emisiones radar, además de transportar un radar pasivo y otro activo y medios infrarrojo para asegurar el seguimiento todo tiempo de la Flota soviética.

Para mantener completo el conjunto se lanzan nuevos satélites cada vez que se producen fallos. Así a finales del año 1990 permanecían activos 16 satélites del tipo *White Cloud* (NOSS 7, febrero del año 1986, NOSS 8, mayo del año 1987, NOSS 9, septiembre del año 1988 y NOSS 10, septiembre del año 1989).

### *Unión Soviética*

Los sistemas de reconocimiento electrónico soviéticos por medio de satélites ELINT están constituidos, como prácticamente el resto de actividades espaciales, por la serie COSMOS, con sus satélites situados normalmente a unos 650 km de altura (órbitas bajas) con inclinaciones de 81,2° y en los que las variaciones entre las diferentes generaciones afectan principalmente a los sensores y al peso, salvo la última que supone un cambio a órbitas geoestacionarias.

Actualmente permanecen en órbita las tercera, cuarta y quinta generaciones. La tercera comprende siete satélites de baja altitud (COSMOS 1.805, 1.812, 1.842, 1.908, 1.933, 1.953 y 1.975), la cuarta generación la integran dos satélites de 12 tm, puestos en órbita en 1988 (COSMOS 1.943 y 1.980) y la nueva y quinta generación es un sistema de satélites geosincrónicos del tipo de los antiguos CHALET de Estados Unidos, representados por los COSMOS 1.888 y 1.894, ambos lanzados en el año 1987.

En lo que respecta al campo de la vigilancia de océanos, y más concretamente en los sistemas pasivos, la Unión Soviética cuenta con el sistema EORSAT, satélites de escucha de señales radar y de telecomunicaciones, utilizados para localizar e identificar navíos en función de su actividad emisora. Colocados en órbitas bajas, entre 400 y 450 km de altura, casi circulares, con 65° de inclinación, están compuestos por grupos de dos satélites, cada uno de los cuales, con un peso de 4.250 kg, repite la órbita del otro con una periodicidad de dos días, asegurando así una buena repetitividad en la escucha de las emisiones del adversario.

En la actualidad aparentemente se encuentran operativos los COSMOS 1.949, 2.033, 2.046 y 2.051, lanzados en los años 1988 y 1989, con la particularidad que los 2.046 y 2.051 están situados en órbitas diferentes de los otros (172°).

### *Otros*

Como se indicó anteriormente, no se conocen otros sistemas que los ya mencionados de los Estados Unidos y la Unión Soviética, pero dada la orientación de la actividad espacial de China desde el año 1975, dedicada

hacia el reconocimiento fotográfico, no se descarta que se hayan utilizado algunos satélites ELINT.

Respecto al mundo occidental, algunas informaciones han señalado que en la Gran Bretaña existía en el año 1987, un programa para desarrollar un sistema de satélites ELINT con un coste aproximado de 900 millones de dólares, el cual, aparentemente, fue cancelado.

## **Conclusiones**

Ya en la introducción se destacaba que el empleo de la electrónica en los sistemas de armas, reforzado con los grandes avances en el campo de la informática, ha obligado a considerar a esta ciencia como un factor decisivo en la evaluación de las potencialidades militares, lo que obliga, no sólo a revisar algunos conceptos, sino también a buscar la forma de adaptarse rápidamente a los nuevos procedimientos.

Pero también permanecen viejos principios y por ello el verdadero desafío es hacer convivir a éstos con aquéllos. El caso objeto de nuestro estudio puede ser un buen ejemplo para comprobar que una antigua virtud, la de la prudencia, que requiere el conocimiento de las capacidades y el potencial del adversario, se pone en práctica por medio de nuevos procedimientos, los medios espaciales, para conseguir acumular conocimientos de señales emitidas por un adversario, el cual a su vez, utiliza medios modernos, radares, emisores, etc. para aplicar viejos principios: decepción, engaño, simulación.