Comunicaciones Militares por Satélite

I. Presentación

Aunque por ahora son pocos los países que los poseen, los satélites de comunicaciones constituyen desde hace dos décadas el principal medio de transmisión y distribución de información de ámbito mundial. A través de satélite se transportan más de dos tercios de los circuitos telefónicos internacionales y todos los enlaces intercontinentales de televisión *"en directo"*.

Cualquiera de nosotros, cuando efectuamos una llamada telefónica internacional, podemos estar enviando nuestra voz hasta un satélite situado a una distancia de casi seis veces el radio de la Tierra, sin ser conscientes de ello.

En el campo de las comunicaciones por satélite no militares, nos encontramos actualmente en un momento sumamente dinámico, con cambios que van desde las normas que regulan la explotación de estos medios y que previsiblemente conducirán al fin de los monopolios que los Gobiernos vienen ejerciendo en el campo de las telecomunicaciones, hasta la implantación de nuevas tecnologías, como la difusión, desde satélite, de televisión de alta definición y la de sonido digital de alta fidelidad o como la instalación de redes privadas VSAT (Very Smalll Aperture Terminal).

El valor estratégico y táctico de las comunicaciones militares por satélite es enorme, y ha quedado demostrado en el reciente conflicto del Golfo, donde no hubiera sido posible organizar un despliegue de fuerzas tan considerable, en una zona tan carente de infraestructura de comunicaciones, sin el apoyo de un gran volumen de comunicaciones por satélite, instantáneas, fiables, protegidas y seguras, entre los diversos Mandos y Cuarteles Generales de la zona y entre estos Mandos y sus metrópolis respectivas.

Además de la organización del despliegue de las fuerzas, las comunicaciones por satélite permitieron enviar rápidamente a la zona de combate grandes volúmenes de información vital para el desarrollo de las operaciones, tales como gráficos sobre la entidad y el despliegue de fuerzas hostiles, ubicación de sistemas de armas, y otras informaciones que se obtuvieron desde retaguardia, por ejemplo a partir de los satélites de observación.

Los planes de operaciones, con las acciones previstas para el día siguiente, que sumaban grandes volúmenes de información, eran transmitidos con total seguridad y de forma inmediata a través de los satélites de comunicaciones.

La importancia táctica de estos medios se comprende cuando se comprueba que las Unidades pueden maniobrar sin ninguna restricción de movimiento que pudiera derivarse de la necesidad de mantener el enlace con el Puesto de Mando de la Unidad superior, ya que, por mucho que se separen las Unidades, se puede conseguir dicho enlace de forma directa, rápida, segura y fiable, utilizando terminales tácticos de comunicaciones por satélite.

Comparados con las comunicaciones en HF, los enlaces vía satélite son de gran calidad y capacidad y con una disponibilidad permanente las 24 horas del día.

Las comunicaciones por satélite permiten disponer de medios que responden admirablemente a las actuales exigencias operativas de disponer de unas fuerzas con gran movilidad y capacidad de reacción. Para apoyar a estas fuerzas, resulta necesario disponer de terminales tácticos de comunicaciones por satélite.

Autor:
José Luis Gil Ruíz
Comandante (Ingenieros) DEM. Ingeniero Industrial Geodesta Militar Destinado en la Jefatura de Telecomunicaciones de Defensa (JETELDET) Representante en los Grupos de Satélites de Comunicaciones de la OTAN. Representante de la JETELDEF en la Oficina del Programa SECOMSAT

II. Las Comunicaciones No Militares por Satélite

Los principales usuarios de la órbita geoestacionaria son las tres organizaciones internacionales de cobertura mundial: INMARSAT, INTERSPUTNIK e INTELSAT. Hay algunas otras organizaciones de cobertura regional como ARABSAT y EUTELSAT.

Estas organizaciones tienen carácter público. Sus miembros son los países signatarios de sus acuerdos constitutivos. Tomemos como ejemplo el caso más relevante, el de la Organización Internacional de Comunicaciones por Satélite, INTELSAT.

INTELSAT se creó en 1964 como un nuevo modelo de organización internacional, determinado por dos acuerdos internacionales: el acuerdo internacional de INTELSAT lo firman Estados soberanos, mientras que el acuerdo operacional lo firman, bien Gobiernos, bien aquellas entidades de telecomunicaciones, públicas o privadas, que sean designadas en cada nación por el respectivo Gobierno. Estos acuerdos hacen que INTELSAT sea, al mismo tiempo, una organización internacional y una corporación internacional de carácter comercial.

En la práctica, los 121 países signatarios del acuerdo internacional de INTELSAT están normalmente representados en la Junta de Gobernadores (el órgano supremo de decisión) por las respectivas entidades estatales en el área de las comunicaciones. En el argot internacional se las conoce como las PTTs (Post Telegraph and Telecom), como la Bundespost por Alemania, o la Telefónica en España. Sin embargo hay algunos países que, debido a la ausencia de entidades estatales que ostentaran la titularidad pública, designaron a una empresa privada como signataria de INTELSAT. Por ejemplo EE.UU. designó como entidad signataria a la empresa privada COMSAT.

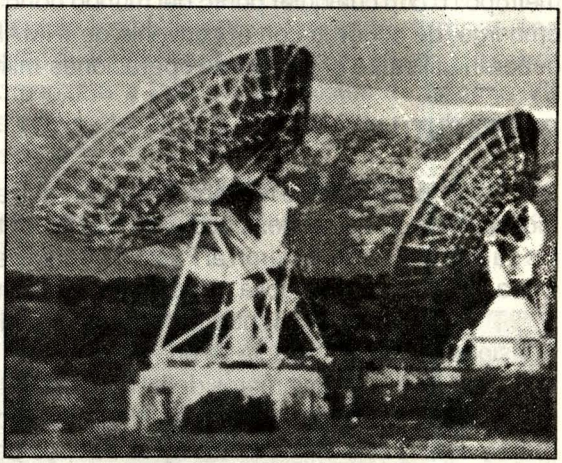
La organización INTELSAT es la propietaria y la gestora del *"segmento espacial"* del sistema de satélite INTELSAT, compuesto por los satélites y las instalaciones de control en tierra. Cada signatario de INTELSAT aporta capital y recibe el beneficio correspondiente a su inversión.La aportación y el beneficio están

determinados por el principio de *"participación en la inversión"*. La inversión del signatario es proporcional al uso que hace del segmento espacial de INTELSAT.

El beneficio de las empresas signatarias no radica en los dividendos que distribuye INTELSAT, ya que son inferiores a lo que se paga al consorcio, sino en las tarifas que cada PTT cobra a los usuarios, ya sean éstos los usuarios comunes de la red telefónica internacional, cadenas de televisión u otras empresas de telecomunicaciones.

A diferencia de las organizaciones de carácter público, hay otras redes de satélite que corresponden a la iniciativa privada, como PANAMSAT y ORION, que son sistemas privados de ámbito mundial, o como ASTRA (Luxemburgo), cuya única actividad es la difusión de televisión para el espacio europeo.

Por último, hay redes de comunicaciones por satélite de ámbito nacional. Son las conocidas como redes domésticas (DOMSAT) y sus propietarios son normalmente los Gobiernos, aunque en casos como Estados Unidos o Japón podemos encontrar redes domésticas privadas.



Vista de algunas de las antenas de 30 mts. de diámetro del Centro de Comunicaciones por Satélite de Buitrago (Madrid)

SISTEMAS DE COBERTURA MUNDIAL

INMARSAT (International Maritime Satellite Organization)

Es la más joven de las redes de satélite de cobertura mundial. Se creó el 16 de julio de 1979, a instancias de la Organización Marítima Internacional.

Los fines originales de la organización consistían en ofrecer enlaces por satélite entre terminales sobre buques y estaciones costeras para mejorar las comunicaciones marítimas, pero recientemente ha modificado sus acuerdos con el fin de suministrar comunicaciones móviles terrestres (para terminales portátiles terrestres) y comunicaciones aeronáuticas.

Los usuarios del sistema INMARSAT son, entre otros, los petroleros, los barcos cargueros y de contenedores, los pesqueros, los buques de pasajeros y de investigación. Cualquier buque equipado con un terminal de INMARSAT puede obtener, a través de satélite, acceso a la red telefónica internacional.

El sistema se utiliza también con terminales portátiles terrestres para aplicaciones tales como emergencias, desastres humanos y catástrofes naturales, es decir, para situaciones en las que no se dispone de acceso a la red telefónica.

INMARSAT comenzó a dar servicio en 1982, alquilando capacidad de INTELSAT y de los satélites MARISAT de la US Navy. El éxito de esta organización ha quedado de manifiesto por un crecimiento espectacular de la demanda. En 1988

había ya más de 6,000 barcos equipados con terminales INMARSAT, y en 1990 más de 13,000. Es de señalar que la Unión Soviética, que no ha querido integrarse en INTELSAT hasta el año 1991, es el segundo accionista de INMARSAT (14%) detrás de EE.UU. (23%).

Entre 1990 y 1991 INMARSAT habrá lanzado cuatro satélites de su segunda generación. Estos nuevos satélites se situarán sobre el océano Indico, el Pacífico y dos de ellos sobre el Atlántico, con lo que se pasará de un plan de tres grandes regiones oceánicas a otro de cuatro, desglosando la antigua región del Atlántico en dos, este y oeste. La tercera generación de satélites está ya en fase de desarrollo.

Gran número de buques de guerra en todo el mundo van equipados con un terminal INMARSAT, que les proporciona un medio alternativo de enlace con su metrópoli o con cualquier punto del mundo donde llegue la red telefónica pública .Sin embargo, de acuerdo con el convenio de INMARSAT, estos enlaces por satélite no deberán utilizarse en apoyo de operaciones militares.

INTERSPUTNIK

Con sólo quince miembros, esta organización, fundada en 1971 y con sede en Moscú, ha pretendido, con poco éxito, ser la contrapartida de INTELSAT. Además de los países que pertenecieron al Pacto de Varsovia, son miembros de INTERSPUTNIK: Cuba, Nicaragua, Mongolia, Afganistán, Vietnam, Yemen del Sur, Siria y Laos.

INTERSPUTNIK utiliza como segmento espacial dos satélites soviéticos Statsionar de gran potencia, lo que permite usar estaciones terrenas más pequeñas.

Aunque los miembros de INTERSPUTNIK son sólo 15, más de 40 países se sirven de sus servicios: telefonía, telegrafía, facsímil, intercambio de programas de radio y TV, transmisión de datos y otros tipos de información.

Es de esperar que las nuevas Repúblicas de la Comunidad de Estados Independientes, CEI, se constituyan en nuevos miembros de INTERSPUTNIK, para continuar disfrutando de estos servicios de telecomunicaciones, cuyo control pasará probablemente a la Federación rusa.

INTELSAT

Cuenta con 121 países miembros. El último en incorporarse ha sido la Unión Soviética, que lo hizo en 1991. Además de contar con un número tan elevado de miembros, INTELSAT proporciona servicios de telecomunicaciones a unos 190 países, lo que refleja hasta qué punto es la única red de satélite de ámbito verdaderamente mundial.

La Organización Internacional de Telecomunicaciones por Satélite INTELSAT es propietaria, y explota, los sistemas de comunicaciones comerciales por satélite que dan servicio a las redes públicas de todos los países que lo soliciten, sean miembros o no.

Estos servicios fueron, en un principio, enlaces internacionales, pero a partir de 1975 se inició, con Argelia, la práctica de proporcionar también enlaces domésticos a países con deficiente infraestructura de comunicaciones. Hoy unos treinta Estados,

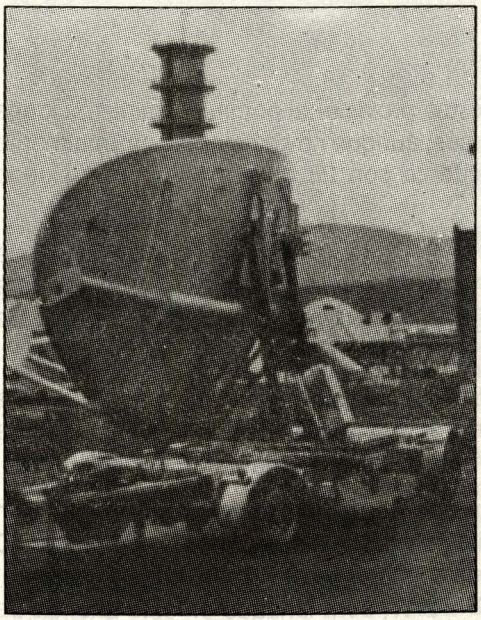
normalmente en vías de desarrollo, utilizan el sistema INTELSAT para comunicaciones domésticas.

INTELSAT se creó en 1964 con 19 países signatarios, y su primer satélite, el Early Bird (Intelsat-I), lanzado en abril de 1965, fue el primero en utilizar comercialmente la órbita geoestacionaria. El primer satélite geoestacionario, el Syncom-2 de la NASA, había sido lanzado en julio de 1963.

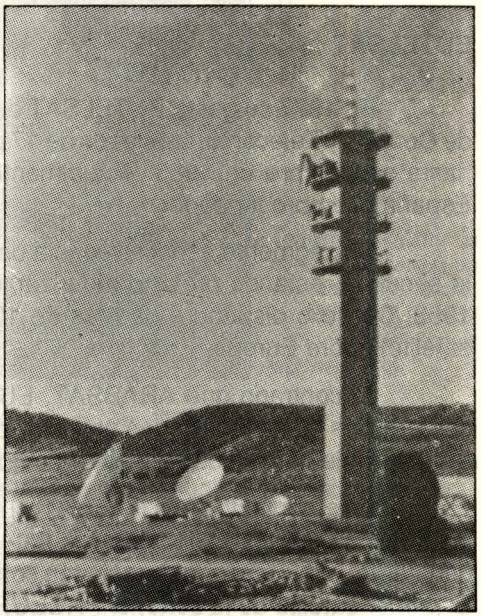
El crecimiento de la demanda de este tipo de comunicaciones ha sido ciertamente espectacular. Se ha pasado de los 150 circuitos telefónicos a tiempo completo que se prestaban en 1965 a 125,000 circuitos en 1990, y de las 80 horas-canal de televisión hasta las casi 73,000 horas en 1991. Por contra, el precio anual de un canal telefónico vía satélite en 1965 era de 32,000 $ USA, mientras que en 1990 era sólo de 1,000 $ USA.

INTELSAT dispone actualmente de 15 satélites que despliegan en tres grupos de posiciones orbitales: 7 sobre la región atlántica, 4 sobre el océano Indico, y 4 sobre el Pacífico (7+4+4). En 1993 se comenzará a lanzar los satélites de la serie VII (actualmente en construcción), y se prevé absorber la creciente demanda con un despliegue (9+4+4) para el final de esta década.

También en el caso de INTELSAT se puede alquilar capacidad del segmento espacial para comunicaciones en apoyo de elementos militares, bien a través de los terminales fijos o de los transportables.



Terminal de Telefónica transportable sobre shelter, con antena de una pieza, de 4 mts. de diámetro. Configurado sólo para TV.



Vista de algunas de las antenas del Centro de Comunicaciones por Satélite de Guadalajara (la más próxima de 18 mts.). Este centro proporciona todo tipo de servicios (telefonía, teletipo, TV, datos) a través de los distintos satélites EUTELSAT

SISTEMAS DE COBERTURA REGIONAL

Se constituyeron siguiendo el modelo de INTELSAT, para atender a requerimientos de ámbito regional. El establecimiento de estos sistemas regionales supuso un golpe a los intereses de INTELSAT. Sin embargo, estos nuevos sistemas no fueron los primeros en buscar soluciones fuera de INTELSAT. Previamente ya habían roto el fuego algunas naciones: la primera fue Canadá en 1972, y a continuación Estados Unidos.

De los sistemas regionales destacan dos: ARABSAT y EUTELSAT.

ARABSAT

La Organización Arabe de Comunicaciones por Satélite se constituyó en 1976; los países signatarios fueron los 22 miembros de la Liga Arabe (incluyendo la OLP).

El segmento espacial de ARABSAT consta de 2 satélites situados en la órbita geoestacionaria a 19° este y a 26° este. El sistema proporciona enlaces entre las capitales árabes, comunicaciones para las áreas rurales, e intercambio de programas de televisión. Hay finalidades claramente políticas en ARABSAT, como la reducción de la dependencia de INTELSAT y el refuerzo de los sentimientos de constituir una sola nación árabe.

EUTELSAT

En 1977 se gesta EUTELSAT de forma provisional por las Administraciones de Correos y Telecomunicaciones de 17 países, aunque no se establece formalmente hasta septiembre de 1985. Actualmente cuenta con 28 países miembros, siendo España miembro fundador.

Su segmento espacial consta de 4 satélites de la primera generación, y 2 de la segunda, estando previsto el lanzamiento de 4 satélites más de esta serie para 1993. Con ello dispondrá de más de 100 traspondedores (repetidores a bordo de satélite) sobre Europa.

Al contrario que ARABSAT, EUTELSAT parece responder más a criterios comerciales que a finalidades políticas, como lo demuestra el hecho de estar abierta a nuevos miembros. Los últimos en incorporarse han sido Rumanía y Polonia, en 1991.

En el contexto de EUTELSAT, aunque como proyecto especial, se encuentran los nuevos satélites EUROPESAT. Este sistema de satélites podrá proporcionar 40 canales de televisión que se recibirán con una sola antena de 40 a 60 cm. de diámetro. El primer satélite de la serie, el PREEUROPESAT, será lanzado en este año. Es de sañalar que el 70% de los ingresos de EUTELSAT, por servicios prestados, corresponden a servicios de transporte o de distribución de televisión.

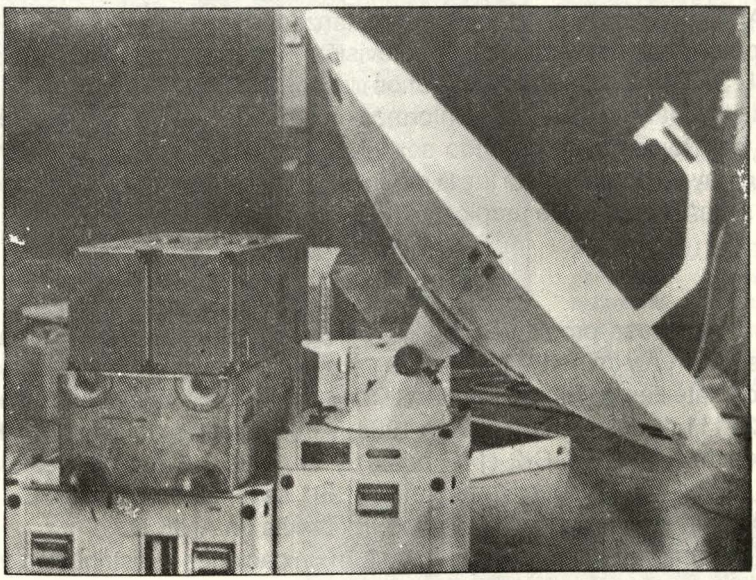
Otras redes regionales son: PALAPA (Asociación de Naciones del Sudeste de Asia), TELE-X (Suecia, Noruega y Finlandia) y ASIA-SAT.

SISTEMAS NACIONALES

A principios de los años 70 varios países desarrollados decidieron que para atender a sus crecientes necesidades de comunicaciones, precisaban de redes de satélite nacionales o domésticas (DOMSAT).

Es un hecho constrastado que entre el número de teléfonos per cápita y el producto nacional bruto hay una correlación del 80%, y que la relación coste/eficacia de las inversiones en infraestructura de telecomunicaciones puede alcanzar rendimientos de hasta el 100 por uno para países desarrollados.

Para las comunicaciones por satélite no cuentan las distancias, siempre que las estaciones terrenas estén dentro de la cobertura (campo de visión) de las antenas del satélite. Por ello, los sistemas de comunicaciones por satélite son un medio muy idóneo para países extensos como Australia, China, Canadá o Brasil, ya que permiten obviar la carencia de infraestructuras que existe en grandes zonas de los territorios de estos países.



Terminal de Telefónica portátil con antena de una pieza, de 1,9 mts. de diámetro. Todo el equipo cabe en 7 cajas y pesa 300 kg.

Fue Canadá precisamente la primera que, en 1972, estableció una red de comunicaciones por satélite nacional o doméstica, y a partir de ese momento algunos países signatarios de INTELSAT comenzaron a buscar soluciones nacionales.

En este contexto es interesante conocer qué países disponen de estos medios y cuáles no los tienen. Por eso se relacionan a continuación sucintamente los casos más significativos. La enumeración que se hace, sin ser exhaustiva, es bastante completa.

ALEMANIA

El sistema KOPERNIKUS consta de dos satélites: El DFS-1 (en 23,5° este) y el DFS-2 (en 28,5° este).

El DFS-1 se utiliza exclusivamente para la distribución de programas radiofónicos y de televisión. El DFS-2 proporciona servicios de comunicaciones de importancia fundamental para los cinco nuevos Estados de Alemania, después de la reunificación.

Además de los DFS, Alemania dispone del TV-SAT 2, situado en 19° oeste, para la difusión directa de televisión.

AUSTRALIA

El sistema AUSSAT consta de 3 satélites AUSSAT-A1, A2 y A3, en 160°, 156° y 164° este, respectivamente, que proporcionan servicios de telecomunicaciones y de difusión de televisión.

BRASIL

El Sistema Brasileño de Telecomunicaciones por Satélite (SBTS) consta de 2 satélites, los BRASIL-SAT 1 y 2, en 70° y 65° este, lanzados en 1985 y 1986, que proporcionan telecomunicaciones y difusión de televisión.

Los BRASIL-SAT 1 y 2 poseen además unos traspondedores para uso militar. Durante la guerra de las Malvinas (Ref. 3) la información cursada a través de satélite por la Royal Navy del Reino Unido no pudo ser interceptada ni por Brasil, ni por Argentina ni por Uruguay. Al parecer. ésta fue la razón por la que el Gobierno brasileño decidió adquirir un sistema de satélite propio.

CANADA

Telesat es la empresa propietaria de los satélites ANIK. Desde 1972 ha lanzado tres satélites ANIK A y un ANIK B que están ya fuera de servicio. Actualmente están operativos dos satélites del tipo "D", el ANIK D-1 (104,5° oeste) , lanzado en 1982, y el ANIK D-2 (111,1° oeste) , lanzado en 1984, y tres satélites del tipo "C", el ANIK C-1 (114,9° oeste) , el ANIK C-2 (110° oeste) y el ANIK C-3 (118,7° oeste) lanzados en 1985, 1983 y 1982 respectivamente. En 1991 se lanzaron los ANIK E-1 y ANIK E-2 para sustituir cada uno de ellos a un ANIK C más un ANIK D.

Los servicios que proporcionan son los de comunicaciones y distribución y difusión de televisión.

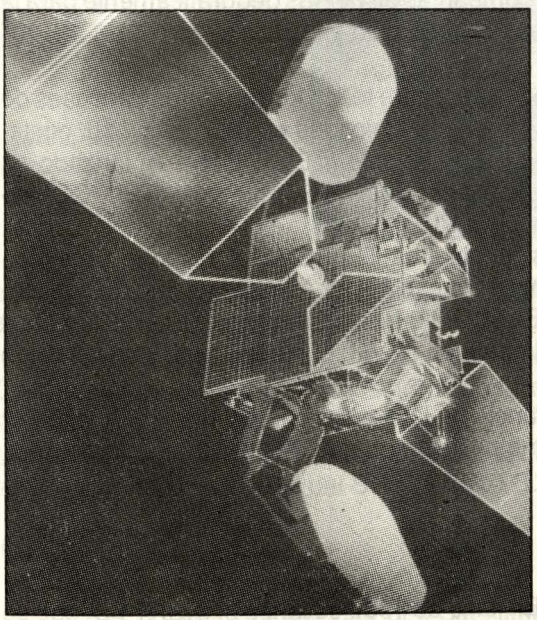
CHINA

Tras lanzar con éxito dos satélites experimentales STW-1 y STW-2 en 1984 y 1985 respectivamente, China ha lanzado otros tres satélites, los CHINASAT 1,2 y 3 situados por este orden en 87,5°, 110,5° y 98° este. Estos satélites proporcionan todo tipo de servicios en el ámbito nacional reduciendo la dependencia de INTELSAT.

ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

En 1970 se produjo la decisión de *"abrir los cielos"* (open sky policy) , que

permitió,a toda entidad cualificada, el establecimiento y explotación de redes de satélite domésticas. Como consecuencia de ello, los EE.UU. poseen hoy más satélites domésticos que ningún otro país. Aunque es muy difícil conocer qué satélites están operativos en cada momento (debido a que se producen fallos en los satélites, se lanzan otros nuevos, y se activan o desactivan según las necesidades) , parece que en 1989 los EE.UU. disponían en el arco geoestacionario, de 29 satélites de comunicaciones en estado operativo, que se encontraban situados aproximadamente entre los 60° de longitud oeste y los 130° de longitud oeste.



Algunas de estas redes de satélite son las siguientes:

SATCOM, de la RCA.
COMSTAR, de la AT & T.
WESTAR, de la Western Union.
SBS, G-STAR, de la GTE.

Estas redes se utilizan ampliamente para proporcionar todo tipo de servicios de telecomunicaciones, complementando la red terrena telefónica. Además son elemento fundamental para enlace con Hawai, Puerto Rico y Alaska.

Satélite EUTELSAT de la segunda generación. Se pueden observar los dos reflectores de antena de 1,6 mts. y enfrente de cada antena dos alimentadores de antena. Cada par alimentador-reflector se traduce en una cobertura diferente sobre la superficie terrestre.



Una de las coberturas del satélite EUTELSAT II, situado en 7° este.

FRANCIA

Francia decide en 1979 establecer la red nacional por satélite TELECOM 1 para cumplir tres objetivos importantes:

1. Las comunicaciones entre la metrópoli, los Departamentos franceses del Caribe (Guayana, Martinica, Guadalupe) , Saint Pierre y Miquelon, y las islas del océano índico (La Reunión, Mayotte).
2. La distribución en el territorio metropolitano de cadenas de televisión y radiofónicas.
3. Proporcionar un servicio comercial a compañías dispersas geográficamente para la transmisión de datos internos y señales de videofonía y telefonía.

Para conseguir la cobertura necesaria sobre todos los territorios franceses de ultramar se precisaba que los satélites estuvieran ubicados entre 5° este y 10° oeste. Las posiciones finalmente adoptadas fueron 8° oeste (TELECOM 1-A, lanzado en agosto de 1984) , 5° oeste (TELECOM 1-B, lanzado en 1985) y 3° este (TELECOM 1-C , lanzado en 1988).

Además de las misiones comerciales, el sistema TELECOM 1 dispone de varios traspondedores en la banda X (8/7 Ghz) para uso militar (el sistema SYRACUSE I).

La segunda generación, los TELECOM 2 sustituirían a los TELECOM 1, con aumento de las prestaciones, especialmente en el ámbito audiovisual, y en la misión militar en banda X.

Además de los TELECOM, Francia ha lanzado dos satélites TDF 1 y TDF 2 (ambos situados en 19° oeste, la misma posición que el TV-SAT 2 alemán) para la difusión directa de televisión.

INDIA

Dispone del sistema INSAT I. En junio de 1990 se lanzó el INSAT I-D, que es el que está actualmente operativo. Ofrece no sólo telecomunicaciones y distribución de TV, sino que también realiza observación sinóptica de la Tierra y retransmisión de los datos meteorológicos.

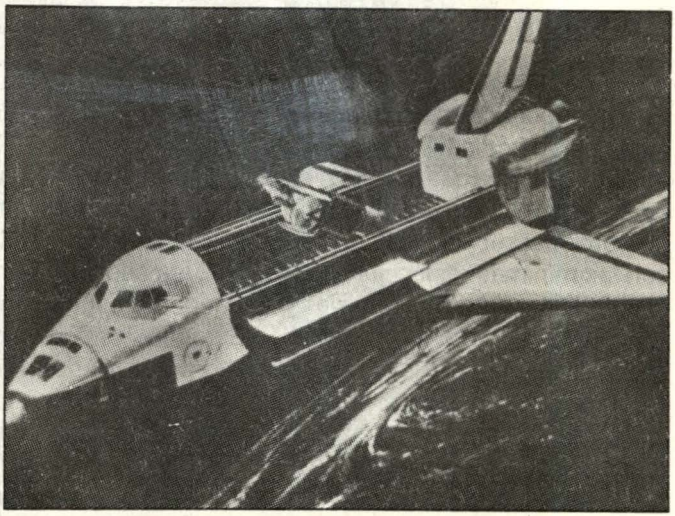
Estaba previsto el inicio de los lanzamientos de la segunda generación de satélites, los INSAT II.

ITALIA

Dispone del satélite ITALSAT, lanzado en 1990 y situado en una longitud de 13° este. Se trata de un satélite preoperacional, prototipo de los futuros satélites italianos de comunicaciones, que han de entrar en servicio antes de fin de siglo en el contexto de la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) italiana.

JAPON

Japón es otro gran consumidor de comunicaciones por satélite. En el ámbito público dispone de dos satélites el CS-3a (132° este) y el CS-3b (136° este) , lanzados



La lanzadera espacial Shuttle portando un satélite INTELSAT V, a punto de dejarlo en órbita.

ambos en 1988, que son explotados principalmente por la corporación pública Nippon Telegraph and Telephone.

Además existen varias redes de satélite privadas como la JCSAT de la Japan Communications Satellite Company con dos satélites, el JCSAT 1 (150° este) lanzado en 1989 y el JCSAT 2 (154° este) lanzado en 1990; o como los SUPERBIRD, cuyo primer satélite, el SUPERBIRD A (158° este) , lanzado en 1989, se averió en 1990, y se preparó el lanzamiento del SUPERBIRD B.

LUXEMBURGO

La Société Européenne des Satéllites (SES) , lanzó el satélite ASTRA en 1988, que se ubica a 19,2° oeste y se dedica únicamente a la distribución y difusión de televisión en Europa.

MEXICO

Dispone de red de satélite con dos satélites: uno principal, el MORELOS I (113,5° oeste) , lanzado en junio de 1985, y el otro de reserva, el MORELOS II (116,5° oeste) , lanzado en noviembre de 1985.

Como la mayoría de las redes de satélite domésticas, proporciona servicios de telecomunicacion nacionales, incluida la transmisión de datos para las grandes compañías mexicanas, y la distribución de programas de televisión y radio.

SUECIA

El sistema TELE-X consta de un satélite ubicado en 5° este. Fue lanzado en 1989 y es explotado por la Swedish Space Corporation. Transmite datos y televisión para clientes de Suecia, Noruega y Finlandia.

SITUACION ACTUAL

El Libro Verde de las Comunicaciones por Satélite, elaborado por la Comisión Europea, postula una liberalización del sector, eliminando los monopolios ejercidos hasta ahora por las Administraciones Públicas o por las PTTs, y dando paso al sector privado, de forma que cualquier empresa cualificada en el campo de las comunicaciones por satélite pueda alquilar recursos de los segmentos espaciales disponibles y proporcionar servicios a los usuarios, ya sean éstos empresas o individuos particulares, con las mínimas restricciones precisas para asegurar la homologación de equipos y la coordinación de los servicios que pueden prestarse en el ámbito paneuropeo.

En el futuro Mercado Unico Europeo, las comunicaciones por satélite tienen intrínsecamente un carácter paneuropeo, por razón de sus coberturas multinacionales, y constituirán un recurso básico en el que se apoyará la ampliación del ámbito de acción de muchas empresas nacionales, ya usuarias de estos servicios, sobre los territorios de los países vecinos.

Desde el punto de vista militar, hay que señalar que algunos sistemas de satélite nacionales disponen de unos traspondedores (repetidores a bordo del satélite) para uso exclusivamente militar, como es el caso de Francia y España; son los llamados satélites multimisión (civil-militar). Con carácter general, todos los satélites comerciales, ya sean domésticos o internacionales, pueden prestar servicios de telecomunicaciones (y, efectivamente, se han prestado en el pasado) en apoyo de aquellas necesidades de la Defensa Nacional que no presenten requerimientos especiales de resistencia a ataques electrónicos, nucleares o físicos.

De hecho, la posibilidad del uso sistemático, por fuerzas u organizaciones militares, de capacidades de comunicaciones por satélite en los sistemas civiles se está considerando muy seriamente por parte de la OTAN, ya que, a través de INTELSAT, EUTELSAT e INMARSAT, se podría satisfacer un volumen considerable de necesidades de enlace de tipo general, tanto entre terminales fijos, como transportables y móviles, a un coste interesante.

III. Comunicaciones Militares por Satélite

LOS SATELITES MILITARES

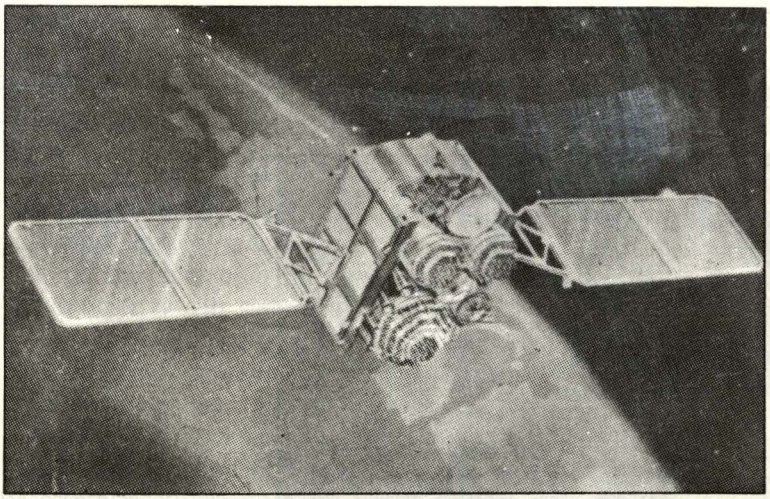
Las Comunicaciones Militares por Satélite (CMS) constituyen uno de los principales campos de actividades dentro del conjunto de los sistemas espaciales de la Defensa. Sin embargo, hay que precisar que no es el único campo de interés dentro de estos sistemas, y puede que ni siquiera el más importante, ya que comparte este título con los sistemas de observación de la Tierra desde satélite.

Parece, pues, conveniente, antes de presentar el caso de los satélites de comunicaciones, citar otras interesantes aplicaciones militares de los satélites.

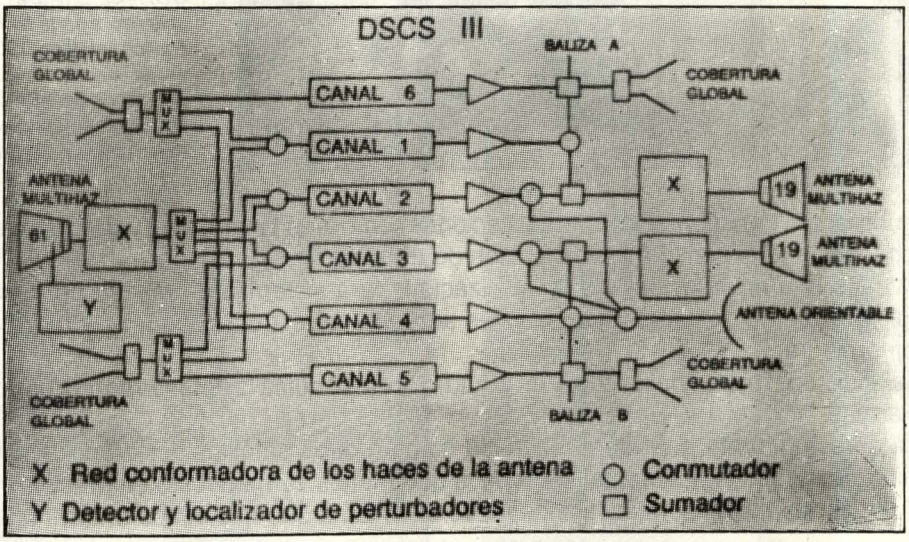
El empleo de satélites ha sido impulsado por las potencias, tras reconocer las grandes ventajas tanto técnicas como operativas que estos ingenios proporcionan.

Entre las ventajas de tipo técnico de los satélites cabe resaltar:

A) Se dispone de energía solar inagotable, que se puede transformar en



Una vista del satélite DCSC III de los EE.UU. Se pueden observar las dos antenas multihaz de 19 elementos y la antena multihaz de 61 elementos



energía eléctrica y permite que los ingenios espaciales alcancen actualmente una vida útil superior a los diez años.

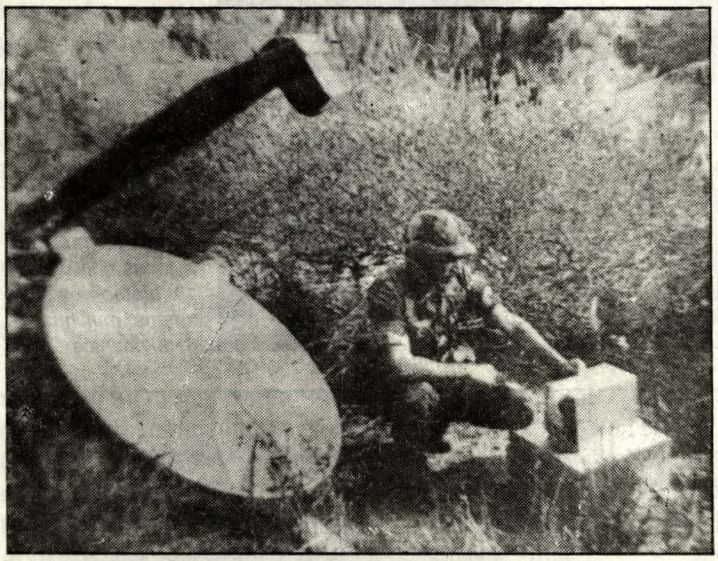
B) No existe rozamiento que frene el desplazamiento de la nave, una vez puesta en órbita, manteniéndose el movimiento de forma indefinida, siguiendo las leyes de gravitación universal.

C) Basta una pequeña cantidad de energía para hacer regresar una nave en órbita a la Tierra, y la atmósfera se encarga de frenar la nave en su regreso a la superficie.

D) El espacio es ingrávido e isótropo, lo que facilita, una vez superada la inicial adaptación al medio, la maniobrabilidad de las naves y de las personas fuera de ellas. Pensemos cuánto más complejo puede ser maniobrar en el fondo del mar.

Como ventajas operativas de los satélites se destacan:

A) La visibilidad o dominio visual de los territorios, crucial para muchas actividades como:



Receptor de comunicaciones por satélite AN/GSR–42. Para ser utilizado, a partir de 1991, con los satélites DSCS III en la banda SHF. Su antena es de 91,4 cm. y puede recibir un canal de emergencia a 75 bits/s.

- La vigilancia y observación y sus aplicaciones como alerta avanzada, vigilancia naval, reconocimiento y apoyo a la verificación de tratados.
- Ayudas a la navegación, y a la localización, para sistemas de guiado de misiles, posicionamiento de plataformas navales aéreas y terrestres, búsqueda y rescate, y meteorología.
- Detección de misiles balísticos, y en el futuro, incluso quizá la defensa contra este tipo de armas.
- La agresión, tanto a territorio enemigo como a otros satélites. Esta aplicación ha tenido desarrollo experimental, pero es la que menos se ha puesto en práctica.
- Y por supuesto las comunicaciones, que es el tema que nos ocupa ahora.

B) La extraterritorialidad, que se traduce en la libertad e impunidad con que se puede actuar en el espacio exterior. Esta libertad es beneficiosa para todos los usarios actuales, y, quizá por ello, hasta ahora se han evitado las acciones que pudieran ser entendidas como agresión directa.

Sin embargo, en el campo militar se han desarrollado dispositivos de ataque a satélites enemigos y, paralelamente, procedimientos de autodefensa de los satélites propios. Hay tres tipos básicos de ataque a los satélites del adversario:
- Ataque nuclear, mediante explosiones a gran altitud.
- Ataque físico, mediante armas antisatélite (ASAT).
- Perturbación e interceptación, ataques puramente electrónicos. La interceptación es una actividad que se desarrolla normalmente en tiempo de paz, mientras que la

perturbación, dependiendo de cómo se efectúe, es una agresión de carácter más o menos limitado.

La prueba de que el espacio es importante para la defensa es que la mayor parte de los satélites que orbitan en torno a la Tierra son de carácter militar.

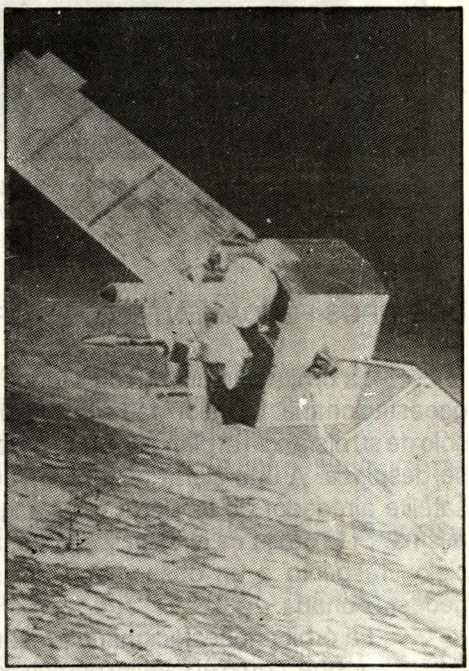
Sin embargo, a pesar de sus indudables ventajas sólo las grandes potencias, y en particular Estados Unidos y la Unión Soviética, destacan claramente como usuarios del espacio, seguidos a gran distancia por algunas potencias europeas como el Reino Unido y Francia. El resto de los países, con la salvedad de Alemania y Japón, carece de tecnología relevante y por ello deben acudir a estos países para la adquisición de sus sistemas nacionales.

Los campos de actividad de la defensa en el espacio se han centrado en:

- Vigilancia y observación.
- Comunicaciones.
- Ayudas a la navegación aérea y marítima.
- Investigación científica de interés militar.
- Sistemas defensivos/ofensivos.
- Sistemas de búsqueda y rescate.



Terminal de comunicaciones por satélite AN/TSC-124 SCOTT. Producido para ser utilizado con los satélites MILSTAR en la banda EHF. Su antena es de 1,67 mts. de diámetro. Proporciona 4 canales de 2,4 Kbps. El tiempo de montaje y puesta en funcionamiento es menor de 30 minutos.

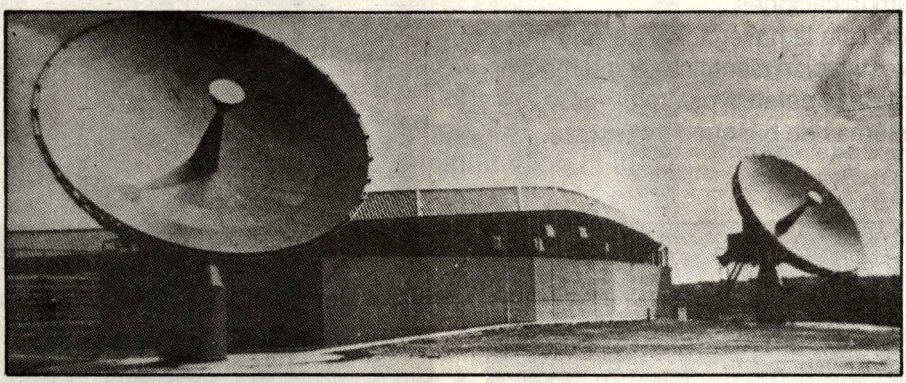


Satélite SKYNET 4/NATO IV. Un segmento espacial británico para el Ministry of Defence del Reino Unido, que ha adquirido también la OTAN.

LOS SATELITES MILITARES DE COMUNICACIONES

Los satélites de comunicaciones son, en principio, estupendos sistemas *"repetidores"* , que reciben las señales hacia ellos enviadas por los terminales terrenos, y que retransmiten esas señales de nuevo hacia la Tierra, tras su amplificación y traslación de las frecuencias empleadas.

Para estos cometidos los satélites disponen de unas antenas, que apuntan a la superficie terrestre, abarcando áreas más o menos amplias. La zona *"iluminada"* por cada antena se llama *"cobertura"*, y cada satélite puede tener varias coberturas (global, regional amplia, y de *"pincel"*) , las coberturas de pincel pueden ser, bien fijas, o bien orientables.



Estación de control de los SKYNET en OAKHANGER (Hampshire). Protegida contra el Impulso Electromagnético (EMP).

DOS TIPOS FUNDAMENTALES DE ORBITAS

La órbita que utilizan casi todos los satélites de comunicaciones es la órbita geoestacionaria. La velocidad a la que gira un satélite alrededor de la Tierra depende sólo de su distancia al planeta. Cuanto más lejos está situado el satélite, más despacio se desplaza. A una cierta altura, 35,786 km., la velocidad angular de rotación del satélite alrededor de la Tierra resulta igual a la de la rotación de la Tierra sobre si misma. Si la órbita es circular y ecuatorial, el satélite parece estar estacionario en el cielo respecto a un observador terrestre, y pór ello se la conoce como órbita geoestacionaria.

La órbita geoestacionaria presenta dos ventajas fundamentales (Ref, 1). La primera es que, como el satélite parece estar inmóvil en el cielo, los usuarios terrestres no precisan de sistemas de seguimiento del satélite, lo que reduce considerablemente la complejidad de los terminales terrenos. En segundo lugar, tal y como predijo el *"profeta de los satélites de comunicaciones"*, Arthur C. Clarke, en 1945, es teóricamente posible alcanzar una cobertura de todo el planeta (excepto las zonas polares) por medio de tres satélites geoestacionarios separados entre sí 120º.

Sin embargo, en la práctica, la cobertura no alcanza a las regiones de latitud mayor de 70°, debido a la gran atenuación causada por la atmósfera. Si se quiere proporcionar comunicaciones fiables por encima de 70° de latitud, se precisa otra órbita. La URSS tiene una gran zona de su territorio por encima de 70°, por lo que ha impulsado la órbita Molniya y es su principal usuario.

La órbita Molniya es muy elíptica y tiene una inclinación de 63° respecto al ecuador. Su perigeo (punto más próximo) está a sólo 500 km. de la Tierra, mientras que su apogeo (punto más lejano) está a unos 40,000 km. Un satélite en órbita Molniya pasa a máxima velocidad por su perigeo, y luego va frenándose al alejarse de la Tierra camino a su apogeo. Al llegar a su apogeo parece casi inmóvil (zona útil para comunicaciones) y después va acelerándose progresivamente conforme se acerca de nuevo al perigeo. El periodo de esta órbita es de 12 horas, por lo que cada satélite pasa por su apogeo dos veces al día. El primer apogeo está sobre la Unión Soviética y el satélite puede usarse durante 8 horas, mientras que el segundo pasa sobre Canadá, pero aun así puede ser usado durante 6 horas por la URSS. Situándolos con acierto, tres satélites pueden proporcionar una cobertura de 24 horas/día, pero la URSS utiliza 4 satélites en cada sistema.

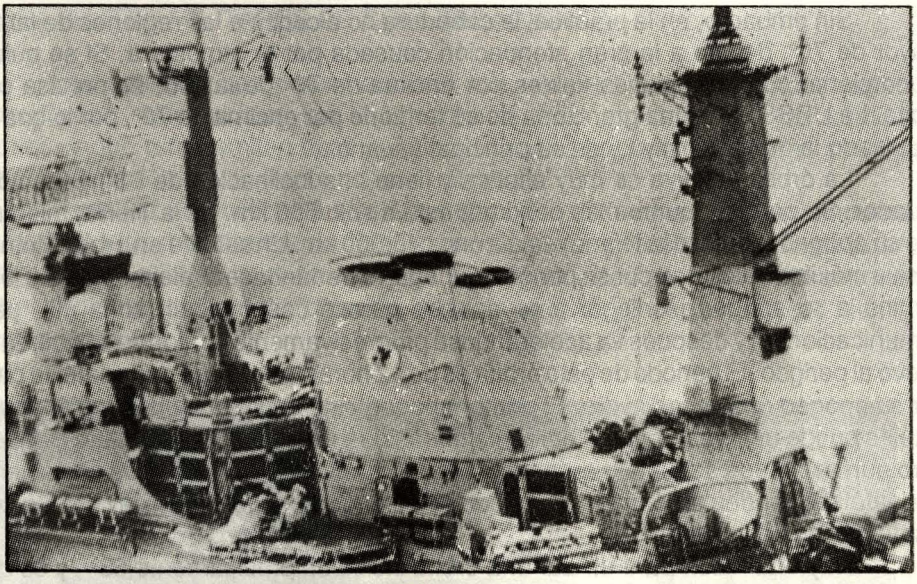
Hay una razón para utilizar una órbita inclinada precisamente 63° , y es que al no ser la Tierra exactamente redonda, se produce sobre la órbita una rotación de su eje mayor, es decir, que el punto de su apogeo no es fijo, sino que se va desplazando sobre la órbita. Este giro depende únicamente de la inclinación del plano de la órbita respecto al plano ecuatorial. La rotación es máxima en el plano ecuatorial, en uno de los sentidos, y en el plano polar, en el sentido opuesto, y resulta nula en un plano intermedio que es precisamente el de 63,4° de inclinación, que es la llamada órbita con apogeo de latitud constante.

Otro sistema que opera en la órbita Molniya es el SDS Satellite Data System, que proporciona comunicaciones a la Fuerza Aérea de los EE.UU.

VENTAJAS OPERATIVAS

Las comunicaciones por satélite, además de las cualidades de los satélites en general, ofrecen otras muchas ventajas entre las que se cuentan:

- Cobertura mundial, con coste independiente de las distancias.
- Comunicación con áreas aisladas o carentes de infraestructura de telecomunicaciones.
- Facilidad de instalación en nuevos emplazamientos, con terminales altamente transportables.
- Gran fiabilidad de los enlaces, que alcanzan valores del 99.9% del tiempo de servicio.
- Permiten gran volumen de tráfico, del orden de decenas, e incluso centenas de MHz, mucho mayor que el que permite la banda HF o los enlaces tropo, y además, con una disponibilidad permanente las 24 horas del día.
- Permiten enlaces más allá de la línea de horizonte para plataformas móviles (barcos y aviones).
- Permiten enlaces troncales entre Unidades separadas en una zona de



Terminal naval SCOT 1 instalado sobre el buque HMS Cardiff de la Royal British Navy. Pueden verse las dos antenas, en ubicaciones a estribor y a babor, que buscan a la vez la altura y la no interferencia sobre el resto de los sistemas de la plataforma naval. Los equipos de comunicaciones van instalados en una cabina sobre cubierta

conflicto, de forma mucho más ágil y rápida que una cadena de radioenlaces terrestres, lo que tiene gran aplicación en las actividades de Unidades terrestres, muy móviles en el entorno estratégico actual, con mucha menor vulnerabilidad y riesgo de interrupción por avería que dichas cadenas, que son caminos críticos a lo largo de todo su recorrido.

Como inconvenientes podemos citar que:

- Debido a sus ventajas, la demanda de comunicación por satélite es muy grande, y sin embargo, las bandas de espectro electromagnético destinadas a los enlaces por satélite son limitadas y están muy ocupadas.
- La órbita geoestacionaria está muy poblada por todo tipo de satélites de comunicaciones, también por los de carácter militar.
- La plataforma espacial tiene un coste elevado
- El hecho de que el satélite constituya un nodo, que es punto de paso obligado para todos los enlaces, confiere a la red una particular vulnerabilidad.

BANDAS DE FRECUENCIA

Los satélites de comunicaciones usan unas determinadas bandas de frecuencia, que han sido designadas para este fin por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (Ref. 5). De estas bandas, hay una que se ha dedicado desde el principio para uso militar o gubernamental; se trata de la llamada banda X, que comprende 500 MHz (de 7,900 a 8,400 MHz) para el enlace ascendente (Tierra > satélite) , y otros 500 MHz (de 7,250 a 7,750 MHz) para el enlace descendente (satélite > Tierra). En el ámbito

militar se la conoce como banda de 8/7 GHz, o como banda X (de la nomenclatura de las bandas radar), y también como banda SHF (por estar comprendida entre 3 y 30 GHz).

Esta es la banda más usada por los satélites de telecomunicaciones militares. Sin embargo hay otras dos bandas fundamentales:

- La banda UHF, que va desde 225 MHz hasta 400 MHz. Esta banda es de uso exclusivo militar en los países de la OTAN, por lo tanto se utiliza, no sólo para enlaces por satélite, sino también para todo tipo de enlaces tácticos.
- La banda EHF, que utiliza 2 GHz (de 43.5 GHz a 45.5 GHz) para enlace ascendente y 1 GHz (de 20.2 a 21.2 GHz) para el enlace descendente.

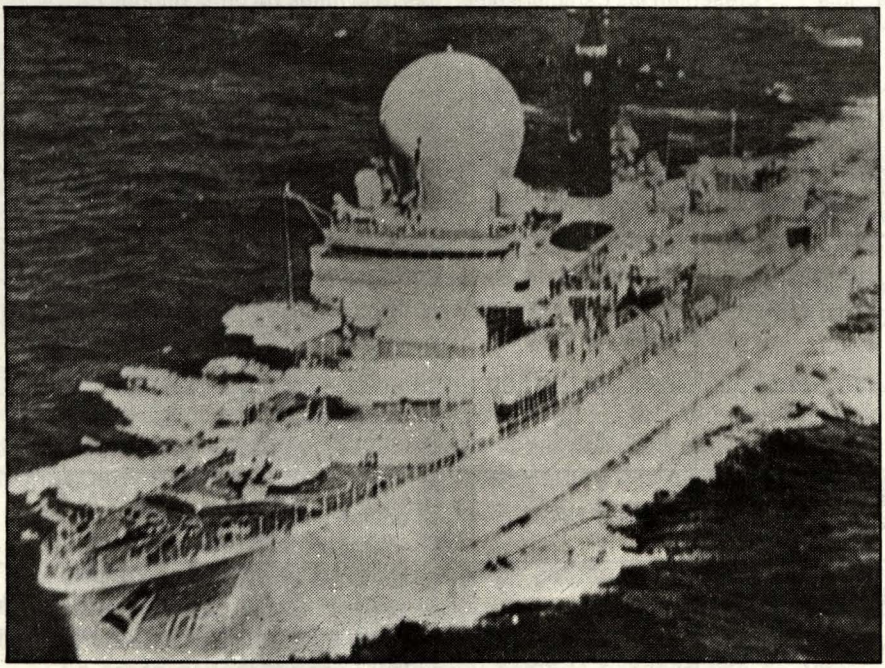
En la tabla 1 se presentan las características más relevantes de otras bandas de frecuencia.

BANDA	UHF	SHF	EHF
FRECUENCIAS	225 - 400 MHz	Enlace descendente 7250-7750 MHz Enlace ascendente 7900-8400 MHz	Enlace descendente 20,2-,21,2 GHz Enlace ascendente 43,5-45,5 GHz
CAPACIDAD DE TRAFICO	BAJA Decenas de canales con repetidores de 25 Khz	ALTA 400 MHz útiles con repetidores de 20 a 135 MHz	ALTA Cuatro veces más banda que en SHF pero mayor ensanchamiento de espectro
COSTE	BAJO	MEDIO	ALTO
RESISTENCIA A LA PERTURBACION	MUY BAJA	ALTA con equipamiento adecuado	MUY ALTA
RESISTENCIA A LA INTERCEPTACION	NO	LIMITADA Función del diseño y del despliegue de los terminales	ALTA Función del diseño y del despliegue de los terminales
DISEÑO	Sencillo y robusto Pocos problemas de puntería hacia el satélite	Complejidad por empleo de SHF y por tipo y volumen de tráfico. Puntería hacia el satélite con precisión de 0,1° a 0,5°	Gran complejidad por empleo de EHF y por una puntería mucho más exigente. Antenas más reducidas. Empleo de satélites geoestacionarios y no geoestacionarios
UTILIZACION	Enlaces de muy baja capacidad Terminales tácticos Terminales navales Terminales sobre aeronaves	Enlaces estratégicos de gran capacidad Terminales tácticos Terminales navales	Enlaces que requieran gran robustez y supervivencia en todos los niveles de conflicto.

PRINCIPALES REDES Y SISTEMAS EXISTENTES

Son realmente muy pocos los países que disponen de satélites de comunicaciones para uso exclusivo militar. En el entorno occidental y europeo encontramos tan solo cuatro: Estados Unidos, Unión Soviética, Reino Unido y la OTAN. Italia tendrá el sistema SICRAL para 1994 y Francia tiene los satélites multimisión (que atienden a uso civil y militar) TELECOM I y II, que disponen de unas cargas útiles o traspondedores en la banda de 8/7 GHz.

En otros continentes encontramos el SISCOMIS de Brasil, el SUPERBIRD de Japón y el ACSAT de Australia.



Terminal naval SCOT 1D instalado sobre una fragata de la Royal Netherlands Navy. En el modelo 1D los equipos de comunicaciones se instalan en un compartimento interior del buque.

En la tabla del anexo están relacionados los sistemas de satélite que utilizan las bandas de frecuencia militares. Esta tabla puede constituir una base de datos que sirva para comprender las redes hoy en servicio.

Esta lista de satélites geoestacionarios se ha confeccionado en base a los datos publicados por la Junta Internacional de Registro de Frecuencias (IFRB), y refleja las solicitudes presentadas para su homologación internacional. Hay que hacer tres aclaraciones importantes:

- El hecho de coordinar y registrar una red de satélite no supone que la red exista realmente. Se da el caso de satélites que sólo existen *"sobre el papel"*, aunque

la nación que tiene registrado un satélite de este tipo mantiene los derechos a usar esa posición orbital.

- Muchos de estos satélites están en su fase de proyecto y desarrollo, por lo que a pesar de haber solicitado la coordinación de su sistema con los sistemas ya registrados, no están aún en órbita, mientras que otros satélites han sido ya notificados a la Junta (IFRB), y están operativos, a no ser que se trate de posiciones de reserva o de satélites de *"papel"*.

- Se carece de datos fiables sobre la utilización de satélites de comunicaciones para fines militares en la URSS (hoy CEI). Por eso, no se han recogido en esta tabla redes como la TOR, con 26 satélites registrados en EHF, o VOLNA, con 25 satélites registrados en la banda UHF.



Terminal transportable MARTLET de la red SKYNET IV, con antena de 4,5 metros.

REDES DE ESTADOS UNIDOS

Los EE.UU. son la primera potencia en comunicaciones militares por satélite. Del repaso de sus redes podemos aprender sobre los problemas y posibilidades de estos medios.

-DEFENSE SATELLITE COMMUNICATIONS SYSTEM. DSCS

Se trata de la red fundamental de comunicaciones por satélite del Departamento de Defensa, que atiende también a requerimientos del Departamento de Estado y de otros Departamentos.

Ha habido tres generaciones de DSCS (pronunciado DisKes) :

DSCS I

La primera fase comenzó a dar servicio en 1966 (Ref. 4). Bajo el programa Initial Defense Communications Satellite Program (IDCSP) se lanzaron 26 satélites no geoestacionarios de corta vida, que tuvieron un papel importante en las comunicaciones entre EE.UU. y las fuerzas destacadas en Vietnam.

DSCS II

Fue el comienzo de sus redes geoestacionarias. Cuatro satélites proporcionaban cobertura mundial: Pacífico este (135° oeste), Atlántico (12° oeste), Indico (60° este) y Pacífico oeste (175° este). Con otros dos satélites en reserva en 57° este y 180° este.

Los dos primeros satélites se lanzaron el 2 de noviembre de 1971, y quedaron fuera de servicio a los pocos meses por averías. Los dos siguientes se lanzaron el 13 de diciembre de 1973. En total se han lanzado 15, el último de ellos en octubre de 1982, conjuntamente con el primero de la serie DSCS III. Su objetivo de vida era de cinco años, pese a lo cual durante el conflicto del Golfo (1991), aún se encontraban operativos dos satélites DSCS II (Ref. 2) que habían superado ampliamente sus previsiones de vida operativa. En total, esta generación ha durado 20 años.

Los satélites son cilíndricos, con 3,95 m. de altura y 2,75 m. de diámetro; su peso es de 590 kg. Los paneles solares para generar electricidad envuelven la superficie lateral del satélite, con lo que la iluminación solar directa que reciben dichos paneles equivale a sólo un tercio de la que recibirían si la superficie del cilindro estuviera desplegada sobre un plano y apuntando hacia el sol. La potencia eléctrica que proporcionan es de 531 watios.

La nave dispone de tres antenas: una de cobertura global (CG), que abarca todo el hemisferio visible desde el satélite, otra orientable de cobertura estrecha (CE), y la tercera orientable de cobertura amplia (CA).

Tiene dos traspondedores en la banda X: el primero, con dos canales de 50 y 125 MHz, recibe por la cobertura global (CG) y transmite por las tres coberturas (CG, CE y CA); el segundo, con dos canales de 50 y 185 MHz recibe por la CE y transmite también por cualquiera de las tres coberturas. Es decir, se dispone de 410 MHz útiles sobre un total de 500 MHz disponibles en la banda, ya que hay que dejar unas "bandas de guarda" en los intervalos entre canales adyacentes.

Los sistemas de comunicaciones por satélite DSCS II han proporcionado comunicaciones fiables, seguras, con cobertura mundial, a una gran variedad de usuarios en los campos diplomático, estratégico, táctico y de defensa nuclear.

Para operar con los satélites DSCS II se han fabricado una gran variedad de terminales terrenos de diferentes tipos y tamaños que se encuentran desplegados en las instalaciones de EE.UU. por todo el mundo (130 terminales em 1981). Desde los terminales fijos AN/FSC-78 con antenas de 18 metros de diámetro y 10 Kw de potencia, hasta los tácticos AN/TSC-85 con antenas de 2,4 metros y 500 watios de potencia.

Como se aprecia, el tamaño de los terminales pequeños es aún bastante grande. Hay una razón para esto: la potencia con que debe emitir el satélite depende fundamentalmente del tamaño de la antena del terminal terrestre que debe recibir dicha señal. Cuanto más pequeña sea la antena más potencia debe emitir el satélite. Por esta razón, dado que la potencia eléctrica a bordo del satélite es muy limitada, ya que se obtiene de los paneles solares, el sistema no admite un número elevado de usuarios tácticos, con terminales pequeños.

Otro inconveniente del DSCS II es su reducida capacidad para hacer frente a las agresiones electromagnéticas (perturbación). Para mejorar estas deficiencias se

inició en 1974 el programa DSCS III, que había de incorporar, en sucesivas etapas, notables mejoras como consecuencia de la experiencia obtenida y de los avances técnicos.

DSCS III

Las redes DSCS III son las que están hoy plenamente operativas. En principio se planeó una constelación de 4 satélites para reemplazar a los DSCS II en sus mismas posiciones. Las previsiones fueron construir 14 satélites DSCS III, para poder operar en nuevas posiciones orbitales como Atlántico oeste (52,5° oeste) y Atlántico medio (42,5° oeste). Estas posiciones muestran claramente un reforzamiento del interés norteamericano en su enlace con el escenario europeo.

Los satélites DSCS III tienen forma cúbica, pesan unos 1,040 kilogramos, y poseen estabilización en los tres ejes (el DSCS II solo la posee en un eje). Esto permite que los paneles solares se desplieguen a manera de unas alas que quedan permanentemente orientadas hacia el sol. La potencia que pueden suministrar es de 1,200 watios, lo que se traduce directamente en mayor capacidad para admitir usuarios tácticos.

Las antenas del DSCS III proporcionan una sustancial mejora en la resistencia a agresiones electrónicas. Para recepción hay una avanzada antena orientable multihaz (MHR), compuesta por 61 lentes elementales, y para transmisión hay otras dos antenas orientables multihaz (MHT) con 19 elementos cada una. Las zonas de cobertura de estas antenas se pueden reconfigurar desde tierra de forma que puede crear nulos en la dirección en que llegan las señales que identifica como agresoras o no deseadas, mientras que refuerza la ganancia en la dirección de las señales deseadas.

Además de estas tres antenas multihaz, hay otras dos antenas con cobertura global (CG), y una antena orientable de gran ganancia, esta última para atender a las comunicaciones de la Casa Blanca, a las contingencias del Estado Mayor Conjunto y a los requerimientos tácticos del Ejército, los Marines y la Fuerza Aérea.

Canal	Ancho de banda	Potencia
1	60 MHz	40 w
2	60 MHz	40 w
3	85 MHz	10 w
4	60 MHz	10w
5	60 MHz	10 w
6	50 MHz	10 w

Los satélites están protegidos contra el impulso electromagnético originado por una explosión nuclear en el espacio.

Cada satélite DSCS III dispone de seis traspondedores cuyos anchos de banda y potencias son los del cuadro adjunto.

Como se observa, el ancho de banda total es de 375 MHz, menor que los 410 MHz de los DSCS II, sin embargo, en el esquema de conexiones de sus traspondedores podemos observar cómo es mucho más flexible. Por ejemplo, la antena multihaz de recepción (MHR) puede conectarse a los cuatro primeros canales, e igualmente estos cuatro canales pueden transmitir por cualquiera de las dos antenas multihaz (MHT), eligiendo la combinación más conveniente en cada momento.

Los terminales terrenos utilizados con el DSCS III son, en parte, versiones mejoradas de los modelos anteriores, y además aparecen nuevos terminales portátiles como el AN/GSR-42 con antena de 91,4 cm. y 54 kg. de peso o el terminal naval AN/WSC-6 que ha supuesto el inicio de la US Navy en el campo del SHF. Hay que tener en cuenta que la Navy ha venido utilizando, como medio fundamental para comunicaciones por satélite, la banda UHF.

Los satélites DSCS III tienen un objetivo de vida de 10 años, y es de esperar que esta generación permanezca en servicio hasta el fin de siglo. Para el año 2,000 deberá estar preparada una nueva generación de satélites en la banda SHF, pero hasta el momento no ha trascendido ninguna decisión a este respecto.

Con independencia de lo que se decida sobre la generación que vaya ser continuación del DSCS III (banda SHF), se está trabajando ya sobre otra banda de frecuencias que va a disputar el liderazgo a la SHF. A principios de los 80, se tomó la decisión de iniciar una nueva generación de satélites en la banda EHF: los MILSTAR.

- LOS SATELITES TACTICOS EN UHF : FLEETSATCOM Y LEASAT

El programa de comunicaciones para la Fleet (Armada) de EE.UU. fue aprobado en 1971 con el objetivo principal de proporcionar comunicaciones en UHF entre los buques y los Puestos de Mando de la US Navy, siendo también utilizado por los bombarderos y centros de control de lanzamientos de la US Air Force, así como por todos los Puestos de Mando Aéreos y por algunos elementos del Ejército con capacidad nuclear.

A consecuencia de varios retrasos en la fabricación de los satélites, se alquiló una parte del satélite MARISAT de COMSAT, desde 1976 hasta 1981. Esta parte militar de MARISAT recibió el nombre de GAPSAT (gap=intervalo). Recordemos que la parte civil de MARISAT estuvo alquilada por el consorcio INMARSAT al principio de su andadura, y que COMSAT es la empresa designada como signatario representante de EE.UU. en INTELSAT e INMARSAT.

Entre 1978 y 1981 se lanzaron 5 satélites de los que 4 resultaron operativos y se situaron sobre los tres océanos: en el Pacífico este (100° oeste), sobre el Atlántico (23° oeste), sobre el Indico (75° este), y sobre el Pacífico oeste (172° este).

Cada satélite proporciona 23 canales en la banda de 244 a 400 MHz. De ellos 9 son de 25 KHz de ancho de banda (7 de baja potencia y 2 de alta), que emplea la Armada, otros 12 canales tienen sólo 5 KHz y son utilizados por la Fuerza Aérea. Hay

un canal con 500 KHz para uso de las autoridades del Mando Nacional, y un último canal de 25 KHz para radiodifusión de mensajes a la Flota. Esta última señal sube hacia el satélite en la banda de 8/7 GHz, con el fin de conferirle mayor resistencia frente a perturbaciones.

La vida operacional de estos satélites era de cinco años o, como máximo, siete años, de modo que con la anticipación necesaria el Congreso de los EE.UU. decidió en 1977 que el sistema que debía continuar la tarea del FLEETSATCOM había de ser un sistema alquilado, de forma que una empresa norteamericana debía construir y lanzar cuatro satélites, y además ocuparse del control del sistema. En 1978 Hughes Communications Inc. obtuvo el contrato del sistema LEASAT (lease = alquilar).

Los LEASAT, con algunos canales menos que los FLEETSATCOM, no han aportado ninguna mejora sobre estos últimos, limitándose a constituir una prolongación de los mismos. Cinco satélites LEASAT se han puesto en órbita entre 1984 y 1990. El LEASAT 4 falló una vez en órbita geoestacionaria, mientras que se da el caso curioso de que el LEASAT 3, que presentaba una avería en los controles de tiempo y se había quedado en una órbita baja, pudo ser reparado por la misma tripulación de la lanzadera espacial que acababa de poner en órbita al LEASAT 4. El LEASAT 3 goza hoy de buena salud.

Los LEASAT ocupan las siguientes posiciones orbitales: Pacífico este (105° oeste), Atlántico este (15° oeste), Indico (77° este) y Pacífico oeste (178° este). Como se observa, estas posiciones, aunque estén próximas, no coinciden con las posiciones de los FLEETSATCOM.

Con independencia del programa LEASAT, en 1983 se decide adquirir 3 nuevos satélites FLEETSATCOM con el añadido de una carga útil experimental en la banda EHF, que debía servir como banco de prueba para el diseño de los MILSTAR. Estos satélites se lanzaron en 1986, 1987 y 1989. El segundo resultó destruido durante el lanzamiento.

Los satélites militares pueden permanecer en reserva y ser activados cuando convenga, como cualquier satélite civil, y además pueden desplazarse desde su posición orbital a otra posición cuando sea preciso (sin considerar la problemática legal ante la Junta Internacional de Registro de Frecuencias) , bien como consecuencia del fallo de algún satélite o bien para reforzar un escenario determinado. Sentada esta precaución, se estima que hoy están operativos cuatro satélites FLEETSATCOM y los cuatro LEASAT.

- EL SISTEMA DE LA FUERZA AEREA AFSATCOM

Hasta ahora no hemos mencionado que cualquier sistema de comunicaciones por satélite se compone de tres segmentos:

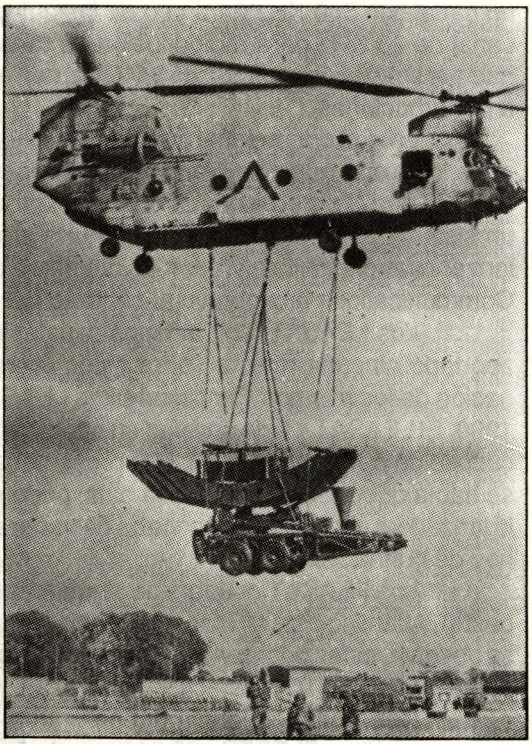
- Un segmento espacial,compuesto por los satélites y por las estaciones terrenas encargadas de mantenerlos en posición y perfectamente controlados.
- Un segmento terreno, compuesto por los terminales de los usuarios. Estos terminales son los que utilizan la carga útil (traspondedores) de comunicaciones.
- Un segmento de control de las comunicaciones, encargado de asignar canales y potencia del satélite a los usuarios. En el caso de sistemas militares este

segmento adquiere mayor importancia, dada la frecuente variación en el número y necesidades de enlace de los usuarios y suele subdividirse en varios sistemas de control para atender a las distintas familias de dichos usuarios.

Esta realidad es la base del sistema de comunicaciones por satélite de la Fuerza Aérea de los EE.UU.: el AFSATCOM.

No hay ningún satélite dedicado a atender especialmente a la US Air Force, pero sí hay varios satélites de distintas redes que ceden capacidad del segmento espacial para las redes AFSATCOM.La Air Force pone sus propios subsistemas de control de sus comunicaciones y tiene su propio segmento terreno.

En realidad la Fuerza Aérea tiene asignada la adquisición y operación del segmento espacial de todos los satélites del DOD de los EE.UU., excepto los alquilados, mientras que el Army y la Navy se ocupan de definir sus requerimientos y de la adquisición de sus segmentos terrenos y de control.



Antena TRADESMAN (Transportable Rapid Deployment Steerable Mount Antenna) de Siemens. Con 7 metros de diámetro puede ser transportada sobre C–130 o por un Chinook. La ganancia de esta antena es 13 veces mayor que la del terminal UK/VSC–501 y 135 veces mayor que la del terminal UK/PSC–505

El AFSATCOM hace uso de tres constelaciones de satélites:

- Los FLEETSATCOM, de los que utiliza los 12 canales de 5 KHz y el canal de 500 KHz, todos en la banda UHF.
- Los Satellite Data System (SDS) , que operan en la órbita Molniya, inclinada 63°, que proporcionan varios canales en la banda de UHF.
- Los DSCS III llevan también un canal AFSATCOM en la banda UHF, similar a los que lleva el FLEETSATCOM, y además proporcionan enlaces entre bases aéreas en la banda SHF.

Los canales en la banda UHF se utilizan para comunicaciones tácticas con unidades en vuelo.

En un futuro próximo los usuarios de los sistemas FLEETSATCOM, podrán pasar a utilizar los sistemas MILSTAR.

- EL FUTURO : LOS MILSTAR

El programa MILSTAR (Military Strategic Tactical and Relay) surgió como consecuencia del anuncio que el presidente Reagan hizo el 2 de octubre de 1981 sobre el refuerzo de las fuerzas estratégicas.

En 1983 el Departamento de Defensa de los EE.UU. asignó a la Lockhees Missiles and Space Company un contrato por valor de 1,000 millones de dólares, para el desarrollo de la primera generación de satélites militares de comunicaciones en la banda EHF. Teniendo en cuenta que el plazo de planeamiento y desarrollo de un satélite es de unos 10 años, el lanzamiento del primer satélite está previsto para 1993.

No se conoce mucho sobre las prestaciones de estos Satélites Militares Estratégicos, Tácticos y Retransmisores, pero sí se pueden avanzar algunos datos interesantes:

Por usar la banda EHF (44 GHz enlace ascendente, 20 GHz enlace descendente), con longitudes de onda (del orden de 7 mm) menores que en SHF, se podrá prescindir de las grandes estaciones con antenas de 12 ó 18 metros y se podrán emplear antenas muy pequeñas que emitirán unos haces muy estrechos y, en consecuencia, permitirán el empleo de estos terminales en situaciones en las que hasta ahora había que mantener el silencio radio. Además serán tan portátiles como una radio HF, pero con una disponibilidad de 24 horas al día (Ref. 3).

Otra de las innovaciones de los MILSTAR es que tendrán proceso de señal a bordo. Hasta ahora los satélites han sido repetidores de las señales que llegaban, limitándose a retransmitir en dirección descendente lo que recibían en sentido ascendente, efectuando, como es obvio, la correspondiente traslación de frecuencias para evitar el solape entre ambas direcciones.

En los MILSTAR, en cambio, las señales ascendentes, que serán de espectro ensanchado, para resistir a posibles interferencias serán *"des-ensanchadas"*, demoduladas y decodificadas, recuperándose la información original. La señal original es entonces nuevamente codificada, modulada y ensanchada para su transmisión hacia la Tierra. Este proceso independiza los caminos ascendentes y descendentes y permite eliminar completamente el efecto de las interferencias recibidas en el canal ascendente con lo que toda la potencia de los amplificadores del satélite se aplica a la señal propia (Ref. 3).

Otra cualidad de los MILSTAR es que dispondrán de enlaces satélite-satélite, probablemente en la banda de 60 GHz. Los 60 GHz son una frecuencia muy especial. Debido a fenómenos de resonancia de las moléculas de oxígeno de la atmósfera, la atenuación que experimentan las ondas electromagnéticas presenta un sensacional pico a 60 GHz. Esta atenuación impide que la información de estas señales, que se intercambia entre satélites en órbita, sea recibida en la Tierra.

Hasta ahora cuando se quería enlazar por satélite dos terminales que no coincidieran dentro del campo visual (cobertura) del satélite, era preciso efectuar un doble salto, a través de un terminal terreno intermedio y de un segundo satélite, con lo que el recorrido aumentaba en 72,000 km. (la órbita geoestacionaria está a unos 36,000 km. del ecuador), y en la misma proporción se incrementaban dos aspectos negativos: el tiempo empleado en el trayecto y la degradación de la señal.

Los MILSTAR podrán pasarse el tráfico entre satélites, y no sólo el tráfico de información, sino también las órdenes necesarias para mantener la salud del satélite. Es decir, un satélite podrá ser controlado desde otros satélites, y la red podrá mantenerse en funcionamiento aunque sea destruída alguna estación de control terrena. (Ref. 1).

Se prevé que un satélite pueda mantenerse operativo durante 6 meses en ausencia de apoyo desde una estación terrena. Es interesante destacar que la red de posicionamiento global, Global Positioning System GPS NAVSTAR, utiliza este mismo sistema de enlaces entre satélites, para conseguir una gran capacidad de supervivencia e independencia de los sistemas en Tierra.

Los MILSTAR dispondrán de componentes electrónicos resistentes al impulso electromagnético originado por explosiones nucleares en el espacio. Asimismo podrán soportar ataques con armas láser.

Para aumentar la resistencia a la perturbación que proporciona el empleo de la banda EHF, se utilizarán varias técnicas. Por ejemplo, las antenas de los satélites serán de un diseño muy avanzado a base de componentes de estado sólido: los Monolithic Microwave Integrated Circuit (MMIC), que permitirán seleccionar entre las señales que le llegan desde la tierra, eliminando las señales interferentes (Ref. 1). Por otra parte se emplearán modems de espectro ensanchado de tercera generación.

El empleo de tantos componentes electrónicos a bordo, con tanta inteligencia, va a precisar el uso de chips aún más pequeños y con menor consumo de energía.

Los tres Ejércitos han participado en el proyecto con gran interés, y se han venido desarrollando nuevos terminales terrenos en EHF, tanto portátiles, como sobre buque y avión. Para el Ejército de Tierra, Magnavox ha producido 15 prototipos AN/ TSC-124 SCOTT (Single Channel Objective Tactical Terminal), que proporcionan 4 canales a 2,4 kbps.

A pesar de los recortes en el presupuesto del DOD, el primer satélite MILSTAR fue lanzado en 1992 y existiendo en total ocho satélites en órbita, 4 geoestacionarios y otros cuatro en órbita Molniya, para proporcionar cobertura sobre las zonas de alta latitud.

REDES DE SATELITE DE LA UNION SOVIETICA MOLNIYA

Dada la situación geográfica de la Unión Soviética, se comprende que utilicen prioritariamente la órbita Molniya, ya comentada en este artículo, para sus comunicaciones civiles y militares.

En 1965 fue lanzado el primer Molniya 1-1 y desde entonces (Ref. 1) 120 naves de ese tipo han sido puestas en órbita para atender a las comunicaciones de la URSS. Ha habido tres generaciones de satélites Molniya, y en 1975, su momento de máximo auge, había en órbita 33 de la serie Molniya -1 (iniciada en 1965), 15 de la serie Molniya -2 (iniciada en 1971) y los 4 satélites de que constaba la constelación Molniya-3 (desde 1974). En la actualidad sólo permanecen las series 1 y 3. En la tabla adjunta se muestran algunas características significativas de los Molniya 1 y 3.

Hasta hace poco, los Molniya -3 proporcionaban una de las dos líneas calientes entre Washington y Moscú, la otra utiliza un satélite INTELSAT. Actualmente

(Ref. 1) se ha cambiado aquélla al satélite soviético geoestacionario Gorizont.

Según la publicación **Jane's** (Ref. 3), hay ciertas evidencias de que la constelación Molniya se esté usando para aplicaciones gubernamentales y militares, ya que desde 1976 la antena parabólica de los Molniya -3 fue reemplazada por un conjunto de cuatro antenas helicoidales.

Se cree que se utilizan para aplicaciones de la Defensa otras redes como la Volna, geoestacionaria en UHF, o Gorizont en SHF.

	MOLINYA - 1	MOLINYA - 3
BANDA DE FRECUENCIA	UHF 1 TRASPONDEDOR EN LA BANDA 1/0,8 GHz	SHF 3 TRASPONDEDORES ENLA BANDA 6/4 GHz
SEPARACION ENTRE LOS PLANOS DE ORBITAS CONSECUTIVAS	45º	90º
TIEMPO ENTRE EL PASO DE DOS SATELITES CONSECUTIVOS SOBRE UN MISMO PUNTO	3 HORAS	6 HORAS
SATELITES A LA VISTA DESDE LA MAYORIA DE LAS ESTACIONES TERRENAS	3 SATELITES	1 SATELITE

REDES DEL REINO UNIDO. SKYNET

El Reino Unido reclama el honor de haber lanzado en noviembre de 1969 el primer satélite militar geoestacionario de comunicaciones, el SKYNET-1 que estuvo operativo sobre el océano Indico hasta 1974 proporcionando 23 circuitos de voz y 250 canales telegráficos entre el Reino Unido y el Oriente medio y lejano.

El SKYNET-1 fue sustituido por la segunda generación de satélites. El SKYNET -2A se perdió durante el lanzamiento, a comienzos de 1974, debido a un fallo en el vehículo de lanzamiento, pero el 2B fue puesto en órbita en noviembre de 1974 y ha estado operacional hasta 1988, aunque un fallo en la señal de telecomando (señal que transmite las órdenes al satélite) dejó a la nave fuera de control, vagando en la órbita geoestacionaria entre el meridiano de Greenwich y las Filipinas (Ref. 1). El SKYNET -2B disponía de dos canales en la banda X (8/7 GHz), uno de 20 MHz y otro de 2 GHz.

La tercera generación de SKYNET comenzó su fase de definición en 1972, pero el programa fue cancelado en 1974, coincidiendo con la retirada de las bases británicas al este del canal de Suez. Las comunicaciones con las fuerzas al "*este de Suez*" eran una parte fundamental de los requerimientos operativos para el sistema SKYNET.

Las fuerzas británicas, y en especial su Royal Navy sentían la necesidad de disponer de comunicaciones por satélite, por lo que el Reino Unido tuvo que alquilar capacidad espacial en los satélites de la OTAN y de los EE.UU.

En 1980, convencidos de la necesidad de una nueva generación de satélites, se inicia la definición del programa SKYNET -4. La producción se inicia en 1982, siendo contratistas principales dos empresas británicas: British Aerospace y Marconi Space and Defence.

Tres satélites SKYNET -4 se han puesto felizmente en órbita. El SKYNET -4A que debía haberse lanzado por la lanzadera espacial en junio de 1986, tuvo que retrasar su lanzamiento debido a la tragedia del *Challenger* en enero de 1986. El SKYNET -4B fue el primero en lanzarse, en diciembre de 1988, ocupando la posición orbital de 1° oeste; hasta el presente está operativo al 100%. El SKYNET -4A fue lanzado en octubre de 1989 y fue situado en 6° este. El SKYNET -4C fue lanzado en agosto de 1990.

Parece que el SKYNET -4B, que disponía de gran reserva de combustible, fue desplazado en agosto de 1990 a la posición de 53° este, que es la posición nominal del SKYNET -4C. Un simple vistazo al mapa nos muestra que el meridiano de 53° este pasa próximo a Riad. Por su parte, el SKYNET -4C, lanzado en ese mismo mes, pasaba a ocupar la posición dejada por el 4B en 1° oeste.

Por su parte el SKYNET -4A, con algunos problemas en los traspondedores de UHF, va a desplazarse a la posición orbital del Atlántico en 34° oeste o en 35° oeste, en función de la posición final en que pueda ubicarse el HISPASAT -1. La cuestión consiste en que se desea una separación mínima de 4° entre ambos satélites. El satélite español tiene asignada la posición de 31° oeste, y está intentando resolver los problemas de coordinación para desplazarse 1° hacia el este y situarse en 30° oeste.

En caso de que todo evolucione según lo esperado, las posiciones finales serían : HISPASAT -1 en 30° oeste y SKYNET -4A en 34° oeste. De este modo el Reino Unido dispondrá de una constelación de tres satélites con cobertura sobre una amplia zona que alcanza desde el continente americano hasta el lejano Oriente.

Los satélites de la serie SKYNET-4 tienen como carga útil principal cuatro traspondedores en la banda de 8/7 GHz (banda X) con anchos de banda de 135,85,60 y 60 MHz, con un total de 340 MHz. También tiene dos canales de 25 KHz en la banda UHF (225-400 MHz), y un receptor experimental para investigación en la banda de 43,5 a 45,5 GHz.

Al igual que los DSCS III los satélites SKYNET -4 están estabilizados en los tres ejes, y disponen de paneles solares montados sobre unas alas de 6 metros de longitud, que pueden suministrar 1,200 watios. Su objetivo de vida es de 7 años, con lo que se espera que permanezcan operativos hasta casi el fin de siglo. En todo caso, está previsto el lanzamiento de los 4D y 4E (versiones mejoradas de la serie SKYNET -4) en los años 1997-1998 si las circunstancias lo aconsejan.

Para los dos canales en UHF dispone de una larga antena helicoidal. Para la banda X dispone de cuatro antenas: una con cobertura global (todo el hemisferio visible desde el satélite), otra con cobertura amplia sobre la zona del Atlántico Norte, otra con cobertura menos amplia sobre Europa y la cuarta con cobertura de pincel sobre Centroeuropa.

Para luchar contra la interferencia sobre el enlace ascendente, los SKYNET -4 disponen de una antena que, orientada hacia las potenciales fuentes de interferencia, puede producir nulos sobre la dirección de llegada de las mismas.

Complementariamente, el satélite dispone de un receptor capaz de *"desensanchar"* dos canales ascendentes que suben hacia el satélite con ensanchamiento de espectro, lo que permite asegurar algunas funciones vitales del sistema.

Por lo demás, los traspondedores son transparentes, es decir no disponen de proceso de señal. Estos traspondedores funcionan linealmente, es decir, cuanto más intensa es la señal que llega al satélite, más amplificación experimenta, dicho de otra forma, son canales abiertos a posibles perturbaciones. Por esta razón la red SKYNET -4 está estrechamente controlada desde la estación de la Fuerza Aérea (RAF) en Oakhanger (Hampshire).

Esta estación de Oakhanger está dotada de protección contra el impulso electromagnético y de protección antimisil. No obstante, es notoria la vulnerabilidad de este tipo de instalaciones frente a una agresión directa. Para aumentar la supervivencia de la red, se han construido nuevas instalaciones fijas de control en diversos puntos del Reino Unido (Defford, Colerne), suplementadas por terminales transportables tipo MARTLET, con antena de 7 metros, que puedan hacerse cargo del control de la red en caso necesario. Todas estas estaciones están conectadas a las redes de comunicaciones terrestres, tanto a la red civil Megastream, como a la militar Boxer.

En cuanto al segmento terreno, hay que decir que el primer usuario del SKYNET es la Royal Navy con más de 50 buques de guerra equipados con terminales SCOT de Marconi. Este terminal es el más experimentado (más unidades vendidas) entre los de su género.

Para el Ejército de Tierra existen una variedad de terminales. Se destacan el MARTLET, de Marconi, con antena de 4,5 metros, que ha sido utilizado para las pruebas en órbita del NATO IV A; el UK/VSC -501 de Racal, sobre vehículo CLTT 3/4, con antena de 1,9 metros, muy adecuado para fuerzas móviles; y el UK/PSC -505 que pesa sólo 17 kg. y es un terminal Manpack.

Para uso sobre avión hay un modelo experimental, el MASTER de Marconi.

- SKYNET -5 0 EUMILSATCOM

El Reino Unido ha realizado estudios sobre la próxima generación de SKYNET, los SKYNET -5, que se encuadran en el conjunto de sistemas Post-2000. Paralelamente está participando en el proyecto EUMILSATCOM, ambiciosa iniciativa que contempla el diseño y producción conjunta, entre varios países europeos, de la próxima generación de satélites militares europeos para su adquisición por las naciones que lo requieran.

La decisión sobre cuál de las dos opciones se adoptará deberá tomarse, en cualquier caso, antes de 1994, para que dé tiempo al largo proceso que supone la puesta en funcionamiento de un sistema de comunicaciones por satélite.

REDES DE FRANCIA. EL SISTEMA SYRACUSE

El sistema SYRACUSE es el sistema de comunicaciones militares por satélite

(CMS) de las Fuerzas Armadas francesas. Como segmento espacial utiliza una parte de la carga útil de los satélites TELECOM 1 y 2.

Los sistemas multimisión como el TELECOM-SYRACUSE francés, o como el próximo HISPASAT-SECOMSAT español, presentan las ventajas derivadas de compartir los costes del segmento espacial entre los promotores de las comunicaciones de tipo general y el Ministerio de Defensa francés, pero también plantean algunas servidumbres a la hora de decidir las prioridades en la utilización de recursos comunes.

Los sistemas TELECOM 1 y 2 fueron ya mencionados al hablar de las redes civiles de Francia. El sistema SYRACUSE I, en servicio desde finales de 1984, utiliza dos traspondedores en la banda X, con 40 MHz de ancho de banda cada uno, a bordo de los satélites TELECOM 1, y proporcionó enlace en un principio a tres estaciones fijas con antena de ocho metros (Brest, París y France Sud), nueve estaciones transportables con antena de 3 metros, tres terminales tácticos con antena de 1,3 metros y once estaciones navales, con antena de 1,5 metros.

La cobertura de ambos canales es global, alcanzando a los territorios franceses de ultramar, desde el Caribe (Guayana, Martinica, Guadalupe), hasta el océano Indico (La Reunión, Mayotte).

Las misiones del sistema SYRACUSE son las típicas de un sistema militar de comunicaciones por satélite: proporcionar enlace entre los buques de guerra y los centros de mando navales, así como entre las bases militares de la Francia metropolitana y las autoridades militares de los territorios franceses de ultramar o las fuerzas desplegadas fuera del territorio francés. Además sirve como sistema de reserva para la red militar nacional de comunicaciones, y la red táctica de comunicaciones del campo de batalla.

El objetivo de vida de los satélites TELECOM -1 es de siete años, por lo que la segunda generación, los TELECOM -2, estaba prevista para finales de 1991.

El SYRACUSE II proyectado para apoyarse en los satélites multimisión TELECOM -2 responde al éxito obtenido por el SYRACUSE I, ya que ha probado ser un sistema altamente fiable y útil, y por ello los requerimientos de los usuarios han aumentado sensiblemente respecto a la versión inicial.

El programa SYRACUSE II se inició en enero de 1987 y fue previsto el lanzamiento del primero de los tres nuevos satélites TELECOM -2 en 1992.

Las principales mejoras del SYRACUSE II son:

- Gran aumento de la capacidad de comunicaciones, ya que consta de cinco traspondedores con anchos de banda de 60, 40, 40, 40 y 80 MHz, es decir, un total de 360 MHz, frente a los 80 MHz del SYRACUSE I.
- Aumento significativo del número de estaciones terrenas.
- Tres coberturas (Global, Centroeuropa y Orientable de haz estrecho), más ajustadas a los requerimientos. La conectividad entre canales y antenas figura en el cuadro adjunto.
- Nuevas estaciones más ligeras. Así a la estación transportable sobre shelter, con antena de 3 metros, que pueda ser aerotransportada sobre C-130, y la estación táctica ligera con antena de 1,3 metros ajena al vehículo (VLR 4 x 4 o equivalente) y que puede ser fácilmente transportada sobre avión C-130, se une la estación Vehículo Ligero sobre vehículo tipo CLTT 3/4, con antena de 0,9 metros. En el ámbito naval, al terminal

naval con dos antenas de 1,5 metros estabilizadas en los tres ejes (para asegurar la visibilidad directa del satélite, por ai menos una de las dos antenas, desde cualquier posición del buque), se suma el terminal naval ligero, con una sola antena de 1 metro de diámetro, para buques de bajo tonelaje (desde 800 Tm.) , y un terminal muy singular, el terminal sobre submarino tipo Dauphin con antena periscópica estabilizada en dos ejes.

- Un sistema de gestión automática de los recursos del sistema.
- Mayor objetivo de vida, 10 años, lo que le confiere una vida útil que alcanza, al menos, al año 2002.

Canal	Ancho de banda	Recibe por la antena	Transmite por la antena
1	60 MHz	CENTRO EUROPA	CENTRO EUROPA
2	40 MHz	GLOBAL	GLOBAL
3	40 MHz	CENTRO EUROPA	GLOBAL
4	40 MHz	ORIENTABLE	ORIENTABLE
5	80 MHz	GLOBAL	GLOBAL

-TELECOM -5 o EUMILSATCOM

Francia es, junto con el Reino Unido, otro gran impulsor del proyecto EUMILSATCOM, en el que cree firmemente. Para las Fuerzas Armadas francesas, puede suponer el paso de satélites multimisión a satélites puramente militares. En todo caso, y hasta que no haya una decisión firme sobre este asunto, se mantienen los estudios correspondientes a la opción de una tercera generación de satélites multimisión TELECOM 3.

REDES DE LA OTAN. NATO SATCOM.

- NATO SATCOM I

La OTAN comenzó a participar en actividades de comunicaciones por satélite en 1966, apoyándose en satélites del programa Initial Defense Communications Satellite Programme (IDSCP, ver DSCS I) de los EE.UU. Para ello alquiló dos terminales transportables con antena de 4,5 metros, con los que estableció un circuito de voz y dos telegráficos entre los Cuarteles Generales de SHAPE, en Bélgica, y

AFSOUTH en Italia. El SATCOM I continuó en operación hasta 1972, cuando fue reemplazado por el SATCOM II.

- NATO SATCOM II

A partir de esta experiencia, se puso en marcha el SATCOM II, con dos satélites basados en los SKYNET -1, cada uno con dos traspondedores (20 y 2 MHz), que proporcionaban 22 MHz en la banda X. El SATCOM IIA fue lanzado en marzo de 1970, pero falló tras un año de vida operativa. El SATCOM IIB fue lanzado en febrero de 1971 y permaneció operativo durante 6 años, claramente después de que el primer SATCOM III estuviera disponible a mediados de 1976.

El segmento terreno estuvo compuesto por 12 terminales fijos, con antena de 12,8 metros, situados en las capitales de cada nación, excepto las de Francia, Luxemburgo e Islandia. La finalidad inicial fue proporcionar comunicaciones para consultas de alto nivel entre las naciones, sin embargo se aumentó la efectividad del sistema proporcionando enlaces para uso estratégico militar.

- NATO SATCOM III

La tercera generación del SATCOM III, con una larga vida operativa, que ha abarcado desde 1976 hasta octubre de 1991, ha comprendido cuatro satélites SATCOM IIIA, B, C, y D, construídos por Ford Aerospace (hoy Loral). Los tres primeros se lanzaron bastante seguidos, SATCOM IIIA en abril de 1976, SATCOM IIIB en enero de 1978 y SATCOM IIIC en noviembre de 1978.

El cuarto y último de la serie, el SATCOM IIID (una versión mejorada), se lanzó en noviembre de 1984, para asegurar el intervalo entre el final de la vida útil de los SATCOM III y el primer SATCOM IV.

La carga útil de cada satélite SATCOM II constaba de tres traspondedores con 17,85 y 50 MHz, y dos tipos de antena. Una con cobertura amplia, sobre la zona del Atlántico Norte y otra con cobertura más estrecha sobre el teatro europeo. Los canales primero y tercero, con 17 y 85 MHz, utilizaron la cobertura estrecha sobre Europa, mientras los 50 MHz del segundo canal atendían a la cobertura amplia atlántica.

El segmento terreno fue ampliado con nuevos terminales terrenos fijos, con antena de 13,4 metros y terminales transportables de varios tamaños, todos ellos propiedad de la OTAN. También fueron admitidos como usuarios unos pocos terminales sobre buque, de algunas naciones. En total el sistema SATCOM III proporcionó varios centenares de circuitos de voz y telegráficos, y ha sido un instrumento extraordinariamente útil dentro del Sistema de Comunicaciones Integrado de la OTAN (NICS).

- NATO SATCOM IV

Para reducir gastos en desarrollo, riesgos técnicos y aumentar la interoperabilidad, se decidió que la nueva generación de satélites había de estar basada en los SKYNET -4. Los SATCOM IV se han diseñado para tener una mejor

supervivencia y poder cumplir los Requerimientos Militares Minimos (MMR) en un ambiente hostil.

En 1987 la OTAN ordenó a British Aerospace y Marconi Space System la construcción de dos satélites NATO SATCOM IV, por un importe de 100 millones de libras.

Los satélites están estabilizados en los tres ejes y tienen un objetivo de vida de 7 años como mínimo.

Al igual que los SKYNET -4, en la banda SHF (8/7 GHz) y como principal carga útil cada SATCOM IV dispone de cuatro traspondedores con anchos de banda de 135, 85, 60 y 60 MHz, es decir un total de 340 MHz. Cada canal dispone de una potencia de 40 watios, aunque los canales 2 y 4 comparten el mismo amplificador.

El satélite tiene cuatro antenas diferentes para transmisión hacia la Tierra junto con tres antenas para recibir las señales ascendentes hacia el satélite. Las coberturas de transmisión son: 1. Global, 2. Amplia OTAN, 3. Europea y 4. Centroeuropa. Las dos últimas utilizan el mismo reflector. Las coberturas para recepción son: 1. Global, 2. Centroeuropa y 3. Antena para producir nulos sobre posibles interferencias.

También dispone de dos canales en UHF (225-400 MHz), con un ancho de banda de 25 KHz cada uno. Estos canales UHF están acoplados a una sola antena helicoidal con cobertura global.

En cuanto al segmento terreno, se incrementarán el número y tipo de estaciones. Merecen particular mención los terminales altamente transportables (HTT), que estarán dotados de modems de espectro ensanchado que generan una forma de onda resistente a la *"scintillation"*, es decir que la señal se puede propagar adecuadamente a través de una zona cuyas características electromagnéticas hayan sufrido graves alteraciones debido a una explosión nuclear. Estos terminales están diseñados para tener un alto grado de supervivencia.

El satélite NATO SATCOM IVA fue puesto en la órbita geoestacionaria a 18° oeste, en enero de 1991, y es el que se encuentra operativo en la actualidad. El segundo satélite (IVB) de la serie está ya construído y pendiente de que se decida el momento más adecuado para su lanzamiento, que tendrá lugar, normalmente, a partir de finales de 1993, aunque pudiera retrasarse de uno a tres años, en caso de que el IVA se mantenga en buenas condiciones de operatividad.

OTROS SISTEMAS

CANADA

Canadá no posee ningún satélite militar. Sus Fuerzas Armadas disponen de algunos terminales en la banda militar X (8/7 GHz), y en las bandas comerciales. La capacidad espacial la consigue alquilando circuitos sobre SKYNET o DSCS, en la banda X, o sobre los satélites comerciales canadienses ANIK, en la banda Ku (14/11 GHz).

Para el futuro, el Departamento de Defensa tiene establecido el requerimiento de tener un segmento espacial propio, para lo que está considerando varias opciones, como participar en un satélite multimisión, adquirir un satélite, alquilar un transpondedor, o participar en algún proyecto multinacional.

ITALIA

Ha venido utilizando la banda UHF, con terminales sobre buque fabricados en Italia por Mariteleradar, y con circuitos del segmento espacial del FLEETSATCOM, alquilados a EE.UU.

Para 1994 Italia espera tener en órbita dos satélites SICRAL.

PAISES BAJOS

Holanda dispone de varios terminales SCOT (de Marconi), sobre buque, para sus fragatas. Estos terminales trabajan en la banda SHF y utilizan habitualmente circuitos alquilados a la OTAN en su sistema NATO SATCOM.

Recientemente han adquirido una nueva partida de 17 terminales sobre buque, esta vez a la firma Electrospace de EE.UU.

ALEMANIA

Dispone de varios terminales sobre buque (SCOT), y tácticos terrestres. Al igual que los Países Bajos, tiene alquilados circuitos del NATO SATCOM.

Tanto Alemania como los Países Bajos, Italia y otros países de la OTAN están siguiendo con gran interés el proyecto EUMILSATCOM, ya citado, para después del año 2000.

CONCLUSIONES

Como hemos comprobado, la demanda de CMS, y las consiguientes capacidades de enlace disponibles para las Fuerzas Armadas, han crecido de forma sostenida desde su inicio a finales de los años 60.

El valor estratégico y táctico de las comunicaciones por satélite es enorme, y ha quedado demostrado en el reciente conflicto del Golfo, donde no hubiera sido posible organizar un despliegue de fuerzas tan considerable, en una zona tan carente de infraestructura de comunicaciones, sin el apoyo de un gran volumen de comunicaciones por satélite, instantáneas, fiables, protegidas y seguras, entre los diversos Mandos de la zona y entre estos Mandos y sus metrópolis respectivas.

La importancia táctica de estos medios se comprende cuando se comprueba que las Unidades pueden maniobrar sin ninguna restricción de movimiento que pudiera derivarse de la necesidad de mantener el enlace con el Puesto de Mando de la Unidad superior, ya que, por mucho que se separen las Unidades, se puede conseguir dicho enlace de forma directa, rápida, segura y fiable, utilizando terminales tácticos de comunicaciones por satélite.

Con respecto a las comunicaciones en HF, las comunicaciones por satélite permiten mucha más capacidad de tráfico, y con una disponibilidad y fiabilidad permanente, las 24 horas del día.

En el escenario actual, y sin considerar a la URSS (hoy CEI) por falta de suficientes datos fiables, hay que reconocer que EE.UU. es el líder mundial de las

CMS, seguido a gran distancia por el Reino Unido y por Francia. Los EE.UU. no sólo disponen de más capacidad de comunicaciones que todos los demás países juntos, sino que además poseen los mejores sistemas de protección física y electrónica de sus satélites.

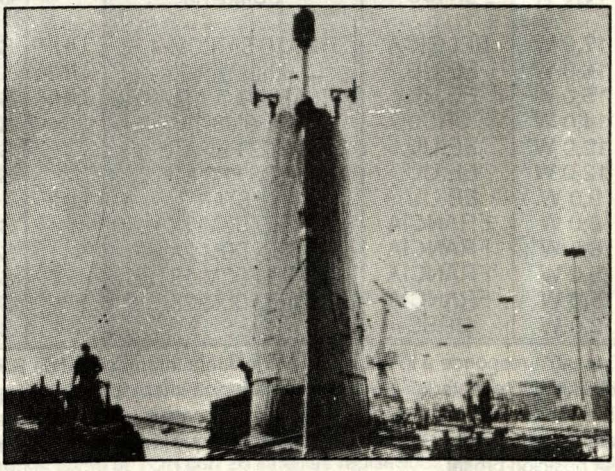
Un país que quiera procurarse un segmento espacial para las CMS, dispone de varias opciones. La más cara y la que ofrece un mayor grado de independencia es la adquisición directa de un satélite. Hay otra opción menos costosa que es el alquiler de capacidad espacial, bien en un satélite militar de un país aliado, bien en un satélite nacional multimisión (caso de Francia y España).

En cuanto a lo que nos espera en el futuro, pueden adivinarse algunos de los retos tecnológicos repasando el programa MILSTAR.

Con el empleo de la banda EHF, las antenas adaptativas, los modems de espectro ensanchado de tercera generación, la resistencia al impulso electromagnético y a las armas antisatélite, incluidos los rayos láser, los MILSTAR van a conseguir una considerable robustez frente a ataques de todo tipo. Los enlaces directos entre satélites en órbita van a proporcionar, por otra parte, una gran independencia de los satélites respecto a las correspondientes estaciones terrenas de control.

No es descabellado pensar en la utilización, en un futuro no lejano, de rayos láser para las CMS. El láser presenta dos ventajas. Primero, una enorme capacidad de comunicaciones debido a las increíblemente altas frecuencias que utiliza (del orden de 10,000 veces mayor que la banda de 44 GHz). En segundo lugar, los rayos láser producen un haz muy estrecho. Un haz láser típico, que llegase a la Tierra procedente de un satélite geoestacionario, iluminaría una zona no mayor de 500 metros. Esto dificultaría enormemente la interceptación y la perturbación.

Han quedado expuestos los sistemas de CMS más relevantes, y también se han esbozado los sistemas que pueden servir para continuar o mejorar los mismos. En el ámbito europeo, el futuro no está ni mucho menos decidido. Hay un gran debate actualmente que surge del gran interés que se tiene en este tipo de medios, y de la necesidad de conseguirlos al mínimo coste.La utilización de medios comerciales y el proyecto EUMILSATCOM son algunos de los puntos en discusión.



Sistema SYRACUSE. Prototipo de la antena instalada sobre submarino tipo Dauphin.

Posición orbital	País	Estación Espacial	Bandas de frecuemcia			Observaciones
			UHF	SHF	EHF	
177,0 W	EE.UU.	FLTSATCOM-A WEST PAC	UHF	SHF		
170,0 W	URSS	GALS-4		SHF		
148,0 W	EE.UU.	MILSTAR -12	UHF		EHF	
145,0 W	EE.UU.	FLTSATCOM-A PACIFIC	UHF	SHF		
135,0 W	EE.UU.	DSCS PH2 EAST-PAC		SHF		
135,0 W	EE.UU.	DSCS PH3 EAST-PAC		SHF		
130,0 W	EE.UU.	DSCS PH2 EAST-PAC-2		SHF		
130,0 W	EE.UU.	DSCS PH3 EAST-PAC-2		SHF		
120,0 W	EE.UU.	MILSTAR -6	UHF.		EHF	
109,0 W	EE.UU.	DSCS PH4 EAST-PAC-1			EHF	
105,0 W	EE.UU.	FLTSATCOM-A EAST-PAC	UHF	SHF		
100,0 W	EE.UU.	FLTSATCOM E PACIFIC	UHF	SHF		
100,0 W	EE.UU.	FLTSATCOM-B EAST-PAC			EHF	
90,0 W	EE.UU.	MILSTAR -1	UHF		EHF	
70,0 W	BRASIL	SISCOMIS -3		SHF		
70,0 W	EE.UU.	FLTSATCOM-B WEST ATL			EHF	
68,0 W	EE.UU.	MILSTAR -8	UHF		EHF	
65,0 W	BRASIL	SISCOMIS-2		SHF		
61,0 W	BRASIL	SISCOMIS-1		SHF		
60,0 W	BELGICA	NATO SATCOM PHASE-3B		SHF		
52,5 W	EE.UU.	DSCS PH3 WEST ATL		SHF		Coordinado con Hispasat-1
42,5 W	EE.UU.	DSCS PH3 MID ATL		SHF		Coordinado con Hispasat-1
42,5 W	EE.UU.	DSCS PH4 ATLANTIC-3			EHF	
39,0 W	EE.UU.	DSCS PH4 ATLANTIC-2			EHF	
35,0 W	EE.UU.	DSCS PH4 ATLANTIC-1			EHF	
33,0 W	REINO UNIDO	SKYNET 4D	UHF	SHF	EHF*	(*) EHF experimental. Coordinado con Hispasat-1
31,0 W	ESPAÑA	HISPASAT-1		SHF		Satélite multimisón
26,5 W	URSS	GALS-1		SHF		Coordinado con Hispasat-1
25,0 W	URSS	GALS-9		SHF		Coordinado con Hispasat-1
23,0 W	EE.UU.	FLTSATCOM ATLANTIC	UHF	SHF		Coordinado con Hispasat-1
23,0 W	EE.UU.	FLTSATCOM-B EAST-ATL			EHF	Coordinado con Hispasat-1
18,0 W	BELGICA	NATO SATCOM PHASE-3		SHF		Posición principal de la red NATO SATCOM
18,0 W	URSS	GOMS-1M		SHF		Satélite meteorológico que usa la banda militar
17,8 W	BELGICA	NATO SATCOM-4	UHF	SHF	EHF	
16,0 W	EE.UU.	MILSTAR-3	UHF		EHF	
15,0 W	EE.UU.	FLTSATCOM-A ATLANTIC	UHF	SHF		
14,0 W	URSS	GOMS-1		SHF		
12,0 W	EE.UU.	DSCS PH2 ATL		SHF		
12,0 W	EE.UU.	DSCS PH3 ATL		SHF		
9,0 W	EE.UU.	MILSTAR-2	UHF		EHF	
8,0 W	FRANCIA	TELECOM-1A		SHF		Satélite multimisión
8,0 W	FRANCIA	TELECOM-2A		SHF		Satélite multimisión
5,0 W	FRANCIA	TELECOM-1B		SHF		Satélite multimisión
5,0 W	FRANCIA	TELECOM-2B		SHF		Satélite multimisión
3,0 W	URSS	GALS-11		SHF		

Esta tabla responde a lo publicado por la Junta Internacional de Registro de Frecuencias (IFRB), y refleja las solicitudes presentadas para su homologación internacional. Hay que hacer tres aclaraciones importantes:

- El hecho de coordinar y registrar una red de satélite no supone que la red exista realmente. Se da el caso de satélites que sólo existen "sobre el papel", aunque la nación que lo tiene registrado mantiene los derechos a usar esa posición orbital.
- Los satélites que están en fase de publicación anticipada están, por lo general, en fase de proyecto o desarrollo,

Posición orbital	País	Estación Espacial	Bandas de frecuemcia			Observaciones
			UHF	SHF	EHF	
1,0 W	REINO UNIDO	SKYNET 4A	UHF	SHF	EHF*	(*) EHF experimental
1,0 E	URSS	GALS-15		SHF		
3,0 E	FRANCIA	TELECOM-1C		SHF		Satélite multimisión
3,0 E	FRANCIA	TELECOM-2C		SHF		Satélite multimisión
4,0 E	EE.UU.	MILSTAR-13	UHF		EHF	
6,0 E	REINO UNIDO	SKYNET 4B	UHF	SHF		
8,0 E	URSS	GALS-7		SHF		
12,0 E	URSS	GALS-17		SHF		
15,0 E	URSS	GALS-12		SHF		
16,0 E	ITALIA	SICRAL-1A	UHF	SHF	EHF	
19,0 E	EE.UU.	MILSTAR-9	UHF.	SHF		
22,0 E	ITALIA	SICRAL-1B	UHF	SHF	EHF	
23,0 E	URSS	GALS-8		SHF		
30,0 E	EE.UU.	MILSTAR-10	UHF		EHF	
35,0 E	URSS	GALS-6		SHF		
45,0 E	URSS	GALS-2		SHF		
49,0 E	URSS	GALS-13		SHF		
53,0 E	REINO UNIDO	SKYNET-4C	UHF	SHF	EHF*	(*) EHF experimental
55,0 E	EE.UU.	MILSTAR-4	UHF		EHF	
57,0 E	EE.UU.	DSCS PH2 INDOC-2		SHF		
57,0 E	EE.UU.	DSCS PH3 INDOC-2		SHF		
58,0 E	EE.UU.	DSCS PH4 INDOC-2	UHF		EHF	
60,0 E	EE.UU.	DSCS PH2 INDOCHINA		SHF		
60,0 E	EE.UU.	DSCS PH3 INDOCHINA		SHF		
69,0 E	URSS	GALS-14		SHF		
70,0 E	URSS	GALS-16		SHF		
72,0 E	EE.UU.	FLTSATCOM INDOCHINA	UHF	SHF		
72,0 E	EE.UU.	FLTSATCOM-B INDOCHIN	UHF		EHF	
75,0 E	EE.UU.	FLTSATCOM INDOCHINA		SHF		
77,0 E	EE.UU.	FLTSATCOM-A INDOCHIN	UHF	SHF		
85,0 E	URSS	GALS-3		SHF		
90,0 E	EE.UU.	'MILSTAR-5			EHF	
128,0 E	URSS	GALS-10	UHF	SHF		
130,0 E	URSS	GALS-5	UHF	SHF		
133,0 E	EE.UU.	MILSTAR-7	UHF		EHF	
150,0 E	EE.UU.	MILSTAR-15			EHF	
152,0 E	EE.UU.	MILSTAR-11			EHF	
158,0 E	JAPON	SUPERBIRD-A		SHF		Satélite multimisión
160,0 E	AUSTRALIA	ACSAT-1		SHF		
162,0 E	JAPON	SUPERBIRD-B	UHF	SHF		Satélite multimisión
164,0 E	AUSTRALIA	ACSAT-2		SHF		
172,0 E	EE.UU.	FLTSATCOM WEST PAC		SHF		
172,0 E	EE.UU.	FLTSATCOM-B WEST PAC			EHF	
175,0 E	EE.UU.	DSCS PH2 WEST PAC	UHF	SHF		
175,0 E	EE.UU.	DSCS PH3 WEST PAC		SHF		
177,5 E	EE.UU.	MILSTAR-14			EHF	
180,0 E	EE.UU.	DSCS PH2 WEST PAC-2		SHF		
180,0 E	EE.UU.	DSCS PH3 WEST PAC-2		SHF		

Satélite Multimisión Dispone de traspondedores en las bandas militares y en las bandas no militares

mientras que los que están ya notificados pueden estar operativos, a no ser que se trate de posiciones de reserva o de satélite de "papel".

- Se carece de datos fiables sobre la utilización de satélites de comunicaciones para fines militares en Rusia. Por eso no se han recogido en esta tabla redes como la TOR con 26 satélites registrados en EHF, o VOLNA con 25 satélites registrados en la banda UHF.

SIGLAS UTILIZADAS

ARABSAT: Organización Arabe de Comunicaciones por Satélite.
ASAT: Anti Satellite weapons.
AT & T: American Telegraph and Telecom.
AUSSAT: Australian Satellite.
CAMR-77: Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones de 1997.
CMS: Comunicaciones Militares por Satélite.
COMSAT: Empresa de EE.UU. que fabrica y explota sistemas de comunicaciones por satélite, y que es la signataria de INTELSAT en representación de EE.UU.
DCA: Defense Communications Agency. En 1991 ha cambiado su nombre por el de DISA.
DISA: Defense Information System Agency.
DoD: Departamento de Defensa de los EE.UU.
DOMSAT: Domestic Satellite. Se dice de las redes de satélite que operan en el ámbito de una sola nación.
DFS: Deutscher Fernmelde satellit Kopernikus. Sistema nacional de satélites de Alemania.
DSCS: Defense SatelliteCommunications System. Red de satélites de EE.UU.
EHF: Extremely High Frecuency. Banda de frecuencias entre 30 y 300 GHz.
ESPECTRO ENSANCHADO: Técnica para luchar contra la perturbación, que consiste en extender la señal sobre un ancho de banda mucho mayor (unas 1,000 veces mayor) de lo necesario.
EUTELSAT: European Telecommunications Satellite Organization.
FLTSATCOM: Fleet Satellite Communications. Sistema de comunicaciones por satélite para la Armada de los EE.UU.
GAPSAT: Ver MARISAT. Parte de los satélites lanzados por COMSAT General Corporation que la Marina de los EE.UU. alquiló a esta empresa.
GEOESTACIONARIO: Se dice de las órbitas en el plano ecuatorial, que por estar a una distancia de la Tierra de 35,786 km., giran con la misma velocidad angular que la Tierra y parecen inmóviles para un observador terrestre.
GHz : GigaHertzio = 10^9 hertzios.
HTT: High Transportable Terminal. Terminal muy transportable.
INMARSAT: International Maritime Satellite Organization.
INTA: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial.
INTELSAT: International Telecommunications Satellite Organization.
INTERSPUTNIK: Organización de Usuarios de Telecomunicaciones por Satélite.
JCSAT: Japan Communications Satellite Company.
LEASAT: Leased Satellite. Programa que enlaza dos generaciones del FLTSATCOM.
MARISAT: maritime Satellite. Nombre dado a la parte civil (en la banda de 1,5 GHz) de los tres satélites civiles-miltares, que la Marina de los EE.UU. promovió en 1976. Fueron fabricados por COMSAT y la parte militar se conoció como GAPSAT.
MHz:MEGAHERTZIO = 16^6 Hertzios.
MILSTAR: Military Strategic Tactical and Relay Satellite Communications System. Nuevo sistema de comunicaciones por satélite de los EE.UU. para mediados de los 90

y post-2,000.
MORELOS: Sistema Nacional de Satélites de México.
PALAPA: Sistema de Satélites de Indonesia.
RDSI: Red Digital de Servicios Integrados.
SDS: Satellite Data System. Red de EE.UU. que presta servicios a la Fuerza Aérea de EE.UU.
SBS: Satellite Business Systems (Consorcio formado por IBM, Aetna Life Insurance y, hasta 1984, por COMSAT).
SBTS: Sistema Brasileño de Telecomunicaciones por Satélite.
SECOMSAT: Sistema Español de Comunicaciones Militares por Satélite.
SES: Société Européenne des Satéllites.
SHF: Super High Frecuency. Banda de frecuencias entre 3 y 30 GHz.
SYRACUSE: Système de Radio Communications Utilisant un Satellite. Red militar francesa de comunicaciones por satélite.
TRASPONDEDOR: Parte de la carga útil de un satélite de comunicaciones que efectúa la función de repetidor sobre una banda de frecuencias, amplificando las señales que se envían desde una estación terrena y reenviándolas hacia la Tierra. Puede constar de uno o más canales (esto último cuando varios canales se amplifican conjuntamente). A pesar de esta distinción, muchas veces se identifica traspondedor con canal.
UEO: Unión Europea Occidental.
UHF: Ultra High Frecuency. Banda de frecuencias entre 300 y 3,000 MHz.
UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones.
VSAT: Very Small Aperture Terminal.

BIBLIOGRAFIA

1.- Dutton, Lyn et. alt. MILITARY SPACE. Brassey's (UK) London 1990.
2.- Furniss, Tim. STORM SUPPORT FROM SPACE. Flight International, Vol 4261, núm. 139, 3,9 abril 1991, págs. 48-51
3.- JANE'S MILITARY COMMUNICATIONS. Jane's Publishing. Couisdon, Surrey, 1991.
4.- Paschall, Lee M. AIR AND SATELLITE COMMUNICATIONS. AFCEA International Press, Washington DC. 1985.
5.- Unión Internacional de Telecomunicaciones. Manual de Telecomunicaciones por Satélite. Servicio Fijo por Satélite. Comité Consultivo Internacional de Telecomunicaciones. Ginebra 1988.

¡ UN ANHELO DE 50 AÑOS HECHO REALIDAD !



PERUANISCHE HAFEN? DIE PREISGÜNSTIGSTE !

ペルーの港
安い港





PERUVIAN PORTS? THE CHEAPEST!

هي الأرخص
الموانئ البيروانيه؟





ΤΑ ΠΕΡΟΥΒΙΑΝΑ ΛΙΜΑΝΙΑ
ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΦΘΗΝΟΤΕΡΑ

EN TODOS LOS IDIOMAS LOS PUERTOS PERUANOS SON AHORA LOS MAS BARATOS *

√80% DE REBAJA CON LA PRIVATIZACION DEL TRABAJO MARITIMO (D.L. Nº 645)
√45% DE REBAJA EN SERVICIOS A CONTENEDORES (R.M. 1057 – 92 TCC/15.13)
√28% DE REBAJA CON LA ANULACION DEL "USO DE PUERTO" (D.L. 25988)

Y DESDE HOY... 60% DE REBAJA EN SERVICIOS A LAS NAVES
(R.M. 130-93-TCC/15.13)

*TARIFAS DE ENAPU S.A. INFERIORES A GUAYAQUIL, ARICA, IQUIQUE Y VALPARAISO



NUESTRO EMBLEMA SIGUE SIENDO UN MUELLE, UNA NAVE Y LA AMARRA QUE LOS UNE, SIMBOLIZANDO QUE EN EL COMERCIO MARITIMO VAN JUNTOS, PUERTOS BARATOS Y FLETES BAJOS; NOSOTROS YA CUMPLIMOS...

enapu S.A.
SECTOR TRANSPORTES, COMUNICACIONES, VIVIENDA Y CONSTRUCCION

¡ MODERNIDAD SIN MITOS NI TABUES !