

# Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo  
Sustentable

Ra Ximhai  
Universidad Autónoma Indígena de México  
ISSN: 1665-0441  
México

2006

## **RETROSPECTIVA HISTÓRICA DE LOS SATÉLITES DE COMUNICACIÓN**

Francisco Sacristán Romero  
Ra Ximhai, enero-abril, año/Vol.2, Número 1  
Universidad Autónoma Indígena de México  
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 243-267

## RETROSPECTIVA HISTÓRICA DE LOS SATÉLITES DE COMUNICACIÓN

### HISTORICAL RESTORSPECTIVE OF COMMUNICATION SATELLITES

Francisco **Sacristán-Romero**

Profesor Investigador. Universidad Complutense de Madrid. Correo electrónico: fransacris@ozu.es.

---

#### RESUMEN

Este trabajo forma parte de una investigación que aborda un asunto tan complejo y en proceso como la trayectoria, desde su nacimiento como proyecto, del satélite español de comunicaciones HISPASAT. HISPASAT supone adentrarse en el fascinante mundo de las tecnologías más avanzadas con el riesgo de creer haber visto buena parte de las posibilidades que ofrece, cuando en realidad no hemos más que empezado el estudio de un plan en transición. Los investigadores que vengan detrás de nosotros ampliarán y enriquecerán la información sobre el gran legado que, ya están dejando unos recursos técnicos y humanos netamente españoles. HISPASAT ofrece la posibilidad que las lenguas y las culturas de nuestro país traspasen las fronteras internacionales y se adentren en rincones de Europa, América y África donde se tenía un superficial conocimiento de nuestras costumbres, riquezas y tradiciones más arraigadas.

**Palabras clave:** Satélites de comunicación, HISPASAT, Historia de la comunicación social.

#### SUMMARY

This article comprises of an investigation that approaches a so complex subject and in process as the trajectory, from its birth like project, of the Spanish satellite of communications HISPASAT. HISPASAT supposes to enter in the more fascinating world of the technologies out poste with the risk of believing have approval part of the possibilities that it offers, when in fact not we have begun the study of a plan in transition. The investigators that come behind us will extend and enrich the information on the great legacy which, from already, are leaving net Spanish technical and human resources. HISPASAT offers the possibility that the languages and the cultures of our country transfer the international borders and they enter in corners of Europe, America and Africa where it had a superficial knowledge of our customs, wealthy and stronger traditions.

**Key words:** Communications satellites, HISPASAT, History of the social communication.

## Alumbramiento histórico

La expresión "satélites de comunicación", tan usual en nuestros tiempos, tiene su fase de entrada en la terminología propia del universo de las telecomunicaciones hacia mediados de la década de los años 40.

La idea fue concebida en sus inicios por el escritor de ciencia ficción Arthur C. Clarke en un artículo publicado en el mes de Octubre de 1945. En este trabajo, Clarke pretendía inculcar en la mentalidad dominante de su época conceptos muy especializados en un año recordado primordialmente por el final de la Segunda Guerra Mundial.

El primero y más duro de los ataques que vivió Clarke provino del Departamento de Defensa británico que se oponía a la publicación de sus ideas. Posteriormente fueron innumerables los "expertos" que certificaron el fracaso de las disquisiciones de Clarke.

Su reflexión nuclear se apoyaba en la tesis que los satélites de comunicación eran una mezcla de la ingeniería de cohetes espaciales con la de microondas (Clarke, 1945). De este engendro saldrían unos artilugios artificiales que desde órbitas estacionarias tendrían la importante misión de servir como radio enlaces para diferentes tipos de servicios que pudiesen demandar tanto los Gobiernos y Estados Mayores militares como las empresas, instituciones, y en general, la sociedad civil.

Clarke (1945) pretendía demostrar, desde supuestos naturalmente teórico especulativos, concepciones muy avanzadas para su época. Buena muestra es el siguiente extracto de su famoso artículo de 1945 en el que exponía su particular opinión sobre la cuestión que nos ocupa:

*Comunicaciones a cualquier punto habitado de la Tierra se podrían establecer mediante una serie de estaciones espaciales con un período de 24 horas, lo que exigiría que estuviesen a 42.000 km. del centro de la Tierra. Las estaciones estarían ubicadas en el plano ecuatorial de la Tierra y, por tanto, vistas por observadores en la Tierra, permanecerían siempre fijas en los mismos puntos del cielo. Esto simplificaría enormemente el uso de receptores direccionales instalados en la Tierra.*

Una prueba que sus consideraciones tendrían éxito se puede encontrar en la última parte de este extracto: la simplificación grande de la utilización de receptores direccionales para la captación de señales.

Veinticuatro años después de las exposiciones rigurosas y detenidas de Clarke se constituía la sociedad de satélites INTELSAT-Organización Internacional para Telecomunicaciones por Satélite. El esfuerzo e investigación de los profesionales de INTELSAT dió como fruto que un año después, el 6 de Abril de 1965, se lanzase al espacio el denominado "Pájaro

Madrugador"(INTELSAT I) en una órbita geoestacionaria sobre el Océano Atlántico. La duración prevista y aproximada de su vida operativa era de dos años y sólo permitiría la transmisión de un canal de televisión o 480 de telefonía a través del Atlántico Norte. Su principal objetivo, desde la construcción del proyecto hasta su puesta en escena, era la explotación comercial de todos aquellos servicios que pudiesen ser de interés para los clientes potenciales.

En el período histórico en que se lanzó al espacio el INTELSAT I los debates sobre avances tecnológicos —no cabe ninguna duda que los satélites de comunicación lo eran— se centraban en la conveniencia o no de estimular la tecnología en todo el orbe y a unos pasos trepidantes. Se preguntaban los expertos de la época sobre los mecanismos técnicos y, especialmente, organizativos, necesarios para ponerla en movimiento y mantenerla así de manera indefinida. y es en este punto donde se debe hacer un inciso que afecta directamente a las relaciones internacionales entre los dos colosos de la guerra fría: los Estados Unidos y la Unión Soviética. Desde luego, la respuesta no se podía perfilar en el horizonte de una confrontación dura y abierta, debido a la destrucción de industrias y a las pocas salidas que presentaba el escenario dejado por la guerra.

La mejor entre todas las soluciones era la de sobrevivir en medio de un distanciamiento frío, adecuado entre dos imperios que se conocían de antemano muy bien. No sería un obstáculo que uno de ellos fuese totalmente paranoide debido al trauma producido por el ataque por sorpresa más masivo de la historia, como se recuerda de la ofensiva "Barbarossa" de Adolf Hitler a la Unión Soviética, o que el otro fuese el más próspero del mundo, gracias a los beneficios directos e indirectos de una guerra sin los daños derivados de ella (el ejemplo de los Estados Unidos de América es el más claro, por su triunfo sobre las tropas alemanas y japonesas en Europa y el Océano Pacífico, respectivamente).

Estas coyunturas específicas de la historia tuvieron notable repercusión en la industria espacial norteamericana y soviética de los satélites de comunicación. Mientras en los Estados Unidos se ponían auténticas limitaciones al trabajo y las investigaciones de los científicos espaciales alemanes en la década de los años 50, en la Unión Soviética se les otorgaban bastantes facilidades y libertad de acción.

A finales de los años cincuenta, Estados Unidos y la Unión Soviética iniciaron el desarrollo de los satélites y de los vehículos de lanzamiento necesarios para situarlos en órbita. Así, el 4 de octubre de 1957 la desaparecida Unión Soviética lanza al espacio el satélite Sputnik I. El fin primordial de este artefacto era investigar los parámetros de las capas superiores de la atmósfera y de la ionosfera. Su forma era esférica y su órbita dibujaba una elipse. Este satélite tenía capacidad suficiente para lograr 15 giros completos alrededor de la Tierra en tan sólo 24 horas, a una velocidad aproximada de 8 Km/segundo. Como cuerpo espacial dio un total de 1.400 vueltas alrededor de nuestro planeta en 92 días.

Para no estar marginados de esta apuesta por conquistar el espacio, los Estados Unidos de América lanzaron el satélite Explorer en enero de 1985 y, poco tiempo después en diciembre de ese mismo año, los norteamericanos pusieron en órbita el primer satélite de comunicación activo del mundo, el "Score", puesto al servicio de misiones militares de Estados Unidos.

Las investigaciones en el campo de los satélites de comunicación habían estado encaminadas, desde los años 40, a vencer un enorme desafío: aumentar la altura de los satélites aproximadamente a 36.000 kilómetros de la Tierra, donde el período de rotación alrededor del planeta fuera de 24 horas. De esta forma, cuando el satélite se ubicara sobre el plano del Ecuador, su rotación sería geosíncrona, es decir, a la par de la Tierra. El primer satélite geosíncrono o geoestacionario fue el Syncomm II, lanzado en 1963, que transmitió señales de televisión durante los Juegos Olímpicos de Tokio, en 1964 (Herrera de la Rosa, 1989).

Los estadounidenses reaccionaron más pronto de lo previsto inicialmente por los soviéticos y, en 1958, el presidente Eisenhower creaba el consorcio ARPA (Advanced Research Projects Agency, Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada), incluido en el escalón más elevado del Departamento de Estado, con una organización administrativa mínima y grandes dotaciones en recursos humanos, técnicos y económicos que hicieron que sus trabajos dejaran huella (BRAND, 1989: 151).

El lanzamiento del Sputnik actuó como espoleta que hizo que los principios de Clarke perdurasen en el tiempo y adquiriesen notoriedad pública mundial llegando consolidados a nuestra etapa actual. Algunos de los acicates más esenciales para que las elaboraciones teóricas de Clarke tuvieran éxito fueron, entre otros, el descubrimiento del transistor, en 1948, que sustituía a las tradicionales y voluminosas válvulas en los dispositivos electrónicos y el desarrollo de los sistemas computacionales que empezaron a tener notoriedad a partir de 1946.

Desde la puesta en marcha del proyecto INTELSAT I empieza una fase embrionaria y operativa, con tres consorcios comerciales de satélites de comunicación en activo: INTELSAT, INTERSPUTNIK (Unión Soviética) y TELESAT (Canadá).

A mediados de los años 70 surgieron los sistemas nacionales norteamericanos y varios países comienzan el aprovechamiento de los satélites INTELSAT para aplicaciones nacionales, como España un año antes de morir el anterior Jefe del Estado, el General Francisco Franco Bahamonde.

El decenio de los 80 es muy prolífico en el nacimiento de nuevas empresas de gestión y explotación de satélites como: Morelos (México), Sakura (Japón), Brazilsat (Brasil), Insta (India), Aussat (Australia), Eutelsat (Europa), Palapa (Indonesia), Arabsat y un largo etcétera. Es en esta década donde surgen los consorcios de mayor capacidad económica y financiera.

A finales de los años 80 se estimaban que más de 3.300 satélites (Perillán, 1989) habían sido

puestos en órbita para multitud de servicios y aplicaciones.

Ninguno de los más feroces adversarios de la idea primitiva de Clarke se podían haber imaginado un contexto como el que acontece en los años 90.

La comercialización de los servicios que ofrecen es tan apabullante que los datos se quedan pequeños y caducos de un año para otro. Baste el ejemplo que más se conoce, Estados Unidos, para tener unos datos mínimos de las cifras de negocio que se manejan en el mercado de los satélites de comunicación. Según palabras de un banquero comentadas al experto Steward Brand, "tres mil millones de dólares en antenas para satélite salieron de la nada"(Brand, 1989). Y con toda esta cantidad, tan sólo podemos estar convencidos que estamos en una fase inicial de la explotación comercial del segmento espacial.

Los planteamientos integrados que se están introduciendo ofrecen un prometedor futuro para los consorcios satelitales.

Ninguno de los científicos e investigadores más recalcitrantes imaginaba que en los apenas 50 años desde el lanzamiento del primero de los satélites de comunicación, los particulares se gastasen de 80.000 a 90.000 pesetas que a mediados de la década de los 90 solía costar en España, la instalación de una antena parabólica de 80-90 centímetros de diámetro y un equipo de amplificación de señales de televisión.

En países como Japón o Norteamérica, la saturación ha llegado a unos límites que está pillando por sorpresa a decenas de fabricantes que ya no saben lo que su competidor sacará al mercado el día siguiente. El caso es que sobre la amplia extensión territorial continental de los Estados Unidos difundían sus señales, a finales de los años 80, una treintena de satélites con una disposición de más de cien canales de televisión diferentes.

## **Delimitación conceptual y funcionamiento de los satélites**

### **Acercamiento epistemológico**

La expresión "satélite" engloba una concepción muy amplia y compleja. Es un término que habitualmente se usa con escaso conocimiento de sus orígenes y sus repercusiones tecnológicas y sociales.

Desde el punto de vista técnico, en el sector de la ingeniería de telecomunicaciones y aeronáutica se entiende que un satélite es un artefacto muy complicado y sumamente delicado, integrado por diferentes componentes: antenas, sistema de comunicaciones, potencia eléctrica, control de temperatura, posición y orientación, propulsión, seguimiento, telemetría, telemando y armazón o estructura satelital.

Cada uno de los componentes cumple funciones igualmente vitales, puesto que el más mínimo fallo en uno de ellos podría implicar la inutilidad parcial o global del conjunto de satélites. Nuestro objeto de estudio, el satélite, necesita una gran fuente de energía calorífica, corregir sus movimientos y mantenerse perfectamente en equilibrio, regular su temperatura a unos niveles adecuados y óptimos para su funcionamiento, tener resistencia al medio ambiente en el que vive, y lo más importante y para lo que está diseñado y construido: la capacidad de comunicación con la Tierra.

Desde el punto de vista legislativo, y dentro de las disposiciones generales aplicables al derecho de emisión vía satélite, en la incorporación al Derecho español de la Directiva de la Unión Europea 93/83/CEE del Consejo, de 27 de septiembre de 1993, se entiende por "satélite". "Cualquier satélite que opere en bandas de frecuencia reservadas por la legislación de telecomunicaciones a la difusión de señales para la recepción por el público o para la comunicación individual no pública. No obstante, en este último caso las circunstancias en los que se lleva a cabo la recepción individual de las señales deberán ser comparables a las que se aplican en el primer caso". Es, de alguna forma, una muestra conceptual similar a la que se produce con otros servicios y aspectos de las telecomunicaciones.

Siguiendo con la legislación española, se entiende que la "comunicación al público vía satélite" es el acto de introducir, bajo el control y la responsabilidad de la entidad radiodifusora, las señales portadoras de programas destinadas a la recepción por el público en una cadena ininterrumpida de comunicación que vaya al satélite y desde éste a la Tierra.

### **Antenas. Cargas útiles.**

Uno de los elementos más importantes en la configuración de los sistemas de satélites es el correspondiente a las antenas. Estos componentes captan las señales de RF (Radiofrecuencia) que llegan de las estaciones terrestres emisoras, y después de su procesamiento en el satélite, se transmiten de vuelta hacia la Tierra, concentradas en un haz de potencia.

Los dispositivos de alimentación, llamados "alimentadores", son generalmente antenas de bocina comunicadas a guías de onda, que irradian energía hacia un reflector parabólico, o bien la recogen procedente del reflector para dársela a los equipos de recepción de señal.

Un error insignificante en el subsistema de antenas podría llevar a la imposibilidad de transmitir correctamente desde el satélite sin recibir las señales provenientes de las estaciones terrestres.

Las antenas cumplen, simultáneamente, la misión de ser el punto de entrada y de salida del interior del satélite. Constituyen el mecanismo básico de transformación entre las señales electromagnéticas que circulan por el espacio y las señales que pululan dentro de diferentes subsistemas del satélite.

La experimentación en el campo de las antenas ha dado como resultado que una parabólica pequeña sea capaz de recibir y transmitir dentro de una extensión territorial muy amplia, mientras que una antena más grande que trabaje a la misma frecuencia, sólo puede hacerlo dentro de una zona geográfica más reducida territorialmente.

La dimensión eléctrica de una antena es igual a su dimensión física dividida entre lo que mide la longitud de onda a la frecuencia de operación, es decir, es el número de longitudes de onda que cabrían alineadas en su apertura o boca.

Existen algunos satélites que disponen de diferentes antenas con características distintas y con objetivos también no idénticos. Así, el INTELSAT V dispone de ocho antenas para poder cubrir una amplísima extensión territorial y establecer una plena intercomunicación al menor coste económico posible. De las ocho antenas, dos son de tipo global, dos hemisféricas, dos de zona y dos puntuales.

Existe en el universo terminológico de los satélites una expresión que ha sido generadora de muchos problemas en multitud de transmisiones vía satélite: la "huella de iluminación", que es "la intersección del haz radiado por la antena con la superficie de la Tierra"(Neri, 1991).

Además de las antenas cuya misión es la intercomunicación de puntos geográficos remotos, existen antenas de "telemetría y telemando" encargadas de recibir señales que incluyen directrices emitidas por el centro de control en la Tierra, para que se corrija algo abordo. Estas antenas también tienen la misión de enviar al centro de control señales que contienen información esencial sobre el estado de operación de todo el satélite, con el objetivo que en la Tierra se sepa qué sucede en su interior, dónde y cómo está su funcionamiento en general.

Las antenas de telemando y telemetría no tienen una estructura parabólica ni de bocina, ya que estas últimas son muy direccionales.

Por lo general, se trata de antenas bicónicas, cuyas radiaciones son casi omnidireccionales, o sea, que su emisión en todas las direcciones se realiza más o menos con igual intensidad. Esto trae como resultado que en el caso que el satélite varíe radicalmente de orientación, su comunicación con el centro de control no se corte y se sigue teniendo control sobre el mismo.

### **Redes de comunicaciones**

Toda la variada e ilimitada tipología de señales de comunicaciones (telefonía, televisión, datos, voz, etc.) recibidas por el satélite entran a través de las antenas, y ellas son las que tienen la función de reenviar toda esa información hacia la Tierra, después de un riguroso y paciente procesamiento de las señales.

El entramado de comunicaciones tiene como misiones esenciales el amplificar las señales a

unos rangos de potencia adecuados, para que se puedan captar con buena calidad y el cambio de frecuencia con el objetivo que las señales salgan por el conjunto de antenas sin posibilidad de interferencia con las señales que estén llegando de forma simultánea.

Los elementos básicos en los que se asienta esta complicada plataforma de comunicaciones son filtros, amplificadores, convertidores de frecuencia, conmutadores y multiplexores. Dentro del campo de las comunicaciones del satélite debemos hacer referencia a unos conceptos que son imprescindibles para manejarse con cierta soltura entre la lexicografía técnica:

**Traspondedor:** es la trayectoria completa de cada repetidor, que comprende todos sus equipos desde la salida de la antena receptora hasta la entrada de la antena transmisora. Por ello, el subsistema de comunicaciones dispone de muchos traspondedores, y su número depende del diseño del satélite.

**Ancho de banda:** Es la gama de frecuencias que hay entre la más baja y la más alta de las que se emiten.

Cuanto más amplio es el ancho de banda de un equipo, éste tendrá más capacidad de trabajo de igual forma dentro de un mayor rango de frecuencia.

**Espacio:** Es el porcentaje de la potencia total del amplificador y el porcentaje de su ancho de banda que son utilizados por cada señal.

**Ruido:** Es un efecto que se origina por el calentamiento propio de los equipos electrónicos. Se usa para la identificación de las señales nuevas, de diferentes frecuencias, que son generadas interna y aleatoriamente por el dispositivo electrónico.

**Amplificador de bajo ruido:** Es el primer aparato electrónico importante con el que topan las señales recibidas por la antena. Genera internamente muy poco ruido, que se suma a las señales originales que entran a él para amplificación.

**Convertidor de frecuencia:** Es un oscilador local que multiplica las señales que entran por otra generada internamente. Las señales de salida del equipo son parecidas a las de entrada, en cuanto a la información pertinente, pero se han visto desplazadas a frecuencias de rango más bajo en el espectro radioeléctrico.

**Demultiplexor:** Es un dispositivo que separa en grupos o bloques a los distintos paquetes de señales. Entra la información completa con un determinado ancho de banda, y en su interior, mediante sistemas de filtros, se realiza la división en bloques con frecuencias iguales para cada uno.

**Atenuador:** Es una resistencia variable cuya misión nuclear es servir para la reducción o control remoto, y en diferente grado, la intensidad del paquete de señales que entra a cada

amplificador de potencia, o a la primera etapa de amplificación en el caso de haber varias.

Frecuencia portadora: Es una frecuencia asignada que viene representada por una señal sinusoidal de muy alta frecuencia (Frecuencia portadora) que es modulada por la información que se desea transmitir o portar sobre ella.

Una vez realizadas todas estas aclaraciones de términos que son esenciales en el mundo de los satélites de comunicación vamos a hacer referencia a una técnica que evite que no suceda ningún tipo de conflicto entre las señales que llegan al mismo tiempo al satélite.

Acceso múltiple. Dentro de esta técnica se distinguen tres tipologías diferentes:

a.-Acceso múltiple por división de frecuencia. La clave de funcionamiento reside en que cada señal se origina en una población diferente y tiene su frecuencia portadora asignada.

En la terminología anglosajona esta técnica se conoce con las siglas FDMA (Frequency-division multiple access).

Cuando el flujo de señales que se genera en los puntos geográficos que comparten un transpondedor es intermitente y esporádico se requiere la variante del acceso múltiple por división en frecuencia con "asignación por demanda".

Esta técnica de acceso múltiple DAMA posibilita el aprovechamiento máximo de los segmentos de frecuencia y la potencia satelital cuando el flujo de señales que genera cada estación es esporádico, ya que los segmentos se asignan a las estaciones terrestres sólo durante el tiempo que las necesitan para establecer comunicación.

b.-Acceso múltiple por división en el tiempo. Se conoce en la terminología anglosajona con las siglas TDMA. Es una técnica exclusivamente digital en la que varias estaciones terrestres acceden u ocupan un transpondedor o una porción de él. Con esta variante, todo un bloque de estaciones tiene asignado el mismo segmento con un cierto ancho de banda fijo, y se comparte entre ellas de forma secuencial en el tiempo. Cada estación tiene la asignación de un período "T" para emitir lo que quiera dentro del segmento, y cuando T se acaba debe dejar de transmitir para que lo hagan las estaciones a la espera en la secuencia.

c.-Acceso múltiple por diferencia de código. En esta técnica un transpondedor completo es ocupado por diferentes estaciones que transmiten la misma frecuencia a la vez.

En inglés se conoce con las siglas CDMA y su mayor ventaja está en las transmisiones íntimas o con alto grado de sensibilidad a las interferencias. Es una técnica totalmente digital-como el TDMA y las antenas terrestres transmisoras y receptoras pueden ser muy pequeñas, sin que importe que sus ganancias sean bajas y sus haces de radiación muy amplios.

## **Subsistemas de potencia eléctrica**

El funcionamiento correcto de todo sistema de satélites depende ineludiblemente de un caudal de potencia eléctrica ininterrumpido y sin cambios bruscos en la tensión y la intensidad de corriente. Las cantidades de potencia requerida por cada satélite suelen oscilar entre los 500 y 2, 000 watos.

La red de potencia eléctrica se basa en tres componentes esenciales: una fuente primaria, una fuente secundaria y un adaptador de potencia.

Excepto en las primeras horas de su lanzamiento, en las que la energía eléctrica necesaria es suministrada por baterías, la fuente primaria de energía del satélite está formada por paneles de células solares. Estos últimos elementos apoyan su trabajo en el principio del efecto fotovoltaico: relación directa entre la densidad de flujo de la radiación solar y la electricidad generada por las células solares.

La intensidad de la radiación solar sobre las células es variable, ya que el satélite se arrima o se distancia del Sol junto con la Tierra alrededor de él, completando una vuelta en 365 días. En lo que se refiere al tipo de baterías más empleado en los satélites geoestacionarios de comunicaciones, hay que referirse a la preponderancia de las de níquel-cadmio en donde su eficacia en la relación potencia/peso es baja, pero se opta por ellas porque tienen una alta fiabilidad y una larga vida. Existen satélites, como INTELSAT V y SPACENET, que emplean baterías de níquel-hidrógeno, que comportan importantes ventajas tecnológicas sobre las anteriores y que poco a poco se irán imponiendo sobre las de níquel-cadmio.

## **Control de temperatura**

Su participación para el buen funcionamiento del satélite es vital ya que trabaja para que se mantengan óptimos niveles de equilibrio.

La principal contribución de calor generado de forma constante por el satélite en su interior depende de la calidad de los amplificadores de potencia. Otros factores básicos son las energías absorbidas por el Sol y la Tierra.

El control térmico es especialmente importante cuando se originan los fenómenos de los eclipses, debido al enfriamiento brusco del satélite por la oscuridad producida.

Los materiales de construcción del satélite son una parte indispensable para que el control térmico se realice con unas mínimas exigencias de calidad. Por todo ello, los módulos del interior del satélite, así como las antenas que van en el exterior, están cubiertos con alguna clase de material plástico aislante que los protege del calor o de los cambios bruscos de temperatura.

La variada gama de colores presente en la fabricación de satélites es también un factor importante, y que muchas veces pasa desapercibido para los neofitos y no tan novatos de la cuestión que estudiamos.

El color blanco, por ejemplo, absorbe la radiación infrarroja de la Tierra, pero rechaza el flujo solar. El color negro tiene un poder emisor muy alto pero también una gran capacidad de absorción.

## **Posición y orientación**

Para que las misiones de los satélites de comunicación se realicen con alta fiabilidad y seguridad es vital el mantenimiento estable de una cierta orientación de la estructura del satélite con respecto a la superficie terrestre, que se consigue con las técnicas de "estabilización por giro" o de "estabilización triaxial".

Con la primera, una parte o la globalidad del satélite gira para la conservación del imprescindible equilibrio del conjunto, y a la vez las antenas permanecen orientadas hacia la Tierra.

Con la segunda, los satélites no giran, y de modo aparente permanecen estáticos con sus largos paneles solares extendidos en el vacío y sus antenas apuntando hacia la Tierra.

En la fijación de la orientación del cuerpo del satélite respecto a la superficie terráquea se pueden usar un amplio abanico de sensores, entre los que destacan los de Sol y los de Tierra. Los de Sol son elementos fotovoltaicos en los que se genera una corriente eléctrica cuya magnitud depende de la dirección de la radiación solar sobre ellos.

Los de Tierra realizan la medición de los rayos infrarrojos emitidos por el planeta, empleando un dispositivo sensible al calor, llamado "bolómetro" o "termopila".

El método que se usa para la evaluación y corrección de la posición y orientación del satélite está basada en la comparación de los resultados de las mediciones de los sensores con algunos valores referenciales que se tienen como correctos, el cálculo de las correcciones que se deben realizar para la reducción de las diferencias y ejecutarlas a través de la operación de algún actuador o bloque de actuadores instalados en el satélite.

## **Propulsión**

Tiene su principio teórico de funcionamiento en la tercera Ley de Newton. Arrojar materia a gran velocidad y alta temperatura a través de las toberas o conductos escapatorios se obtienen fuerzas de empuje en sentido contrario.

Existen básicamente dos clases de propulsores: los químicos y eléctricos. Los que más se utilizan son los primeros debido a que producen niveles de propulsión cientos o miles de veces más grandes que los eléctricos.

Los propulsores químicos tienen su punto de arranque en la generación de gases a una elevadísima temperatura en el interior de una cámara mediante la reacción química de propulsantes. Los gases se aceleran cuando pasan por un conducto de escape cuya boquilla va

reduciéndose progresivamente en su área transversal.

Los propulsores de tipo eléctrico se basan en el axioma teórico de generación de un empuje cuando se acelera una masa ionizada dentro de un campo electromagnético.

### **Seguimiento, telemetría y telemando**

Su misión es que se permita el conocimiento por control remoto de la operación y posición del satélite, así como el envío de órdenes para que se produzca alguna transformación. Los equipos telemétricos disponen de diferentes claves de sensores instalados en multitud de puntos de prueba, que realizan la medición de magnitudes como tensiones, intensidades de corriente, presiones, posición de interruptores y temperaturas, etc...

Las lecturas realizadas por los sensores son convertidas en una señal digital que el satélite transmite hacia la Tierra con una velocidad baja, entre dos y 1.000 bits por segundo.

Las operaciones de seguimiento se concretan a través de la transmisión de varias señales sonoras standard, llamados "tonos", desde la estación terrestre de control hacia el satélite.

Las anteriores operaciones se llevan a cabo mediante un mismo amplificador en el interior del satélite.

Las señales de telemando tienen la función de permitir realizar las correcciones en la operación y funcionamiento del satélite por control remoto, como el cambio de la ganancia de los amplificadores, cerrar algún interruptor, permutar de transpondedor, modificación de la orientación de la estructura, etc...

### **Subsistema estructural**

La estructura satelital debe tener como cualidades más importantes la resistencia, ligereza y larga duración.

Es el soporte de todos los dispositivos que forman el satélite y da la seguridad suficiente para contrarrestar las fuerzas y aceleraciones a las que se ve sujeto el satélite desde el momento en que deja la superficie terrestre.

En las fases orbitales finales, los satélites se encuentran con multitud de obstáculos como impactos de meteoritos, presiones de radiación de las antenas, fuerzas de atracción de la Tierra, la Luna y el Sol, y empujes producidos por el propio subsistema de propulsión.

La masa de la estructura puede tener una gama que varía entre el 10 y el 20 por 100 del total de la masa del satélite.

## **Servicios y Aplicaciones**

La viva y activa trayectoria que en los últimos años han tenido los servicios y aplicaciones de los satélites de comunicación ha sido tan ininterrumpida que sólo podemos hacer aquí un esbozo de lo que se conoce a mediados de la década de los 90. No cabe ninguna duda que en el futuro inmediato los servicios se multiplicarán desde perspectivas llenas de imaginación y contenido.

Los servicios de primer orden son los fijos de telefonía y televisión, y progresivamente están aumentando de forma considerable los servicios empresariales y móviles. Son importantes también los servicios de localización marítima, al igual que las informaciones de recursos naturales (Perillán, 1989).

Este campo es muy dinámico y en el umbral del siglo XXI aparecerán con seguridad nuevas posibilidades de negocio en el mercado, así como la división de los ya existentes, que da un espectro muy amplio de ejecuciones para los satélites de telecomunicaciones comerciales.

### **Servicio fijo por satélite**

#### **Aplicaciones convencionales**

Abarcan todas aquellas aplicaciones que están sostenidas por los conjuntos de instalaciones públicas de telecomunicaciones. Entre los primitivos y más esenciales servicios de los satélites de comunicación está el de asistir al transporte de información, como un medio de transmisión adicional de los operadores de telecomunicación en competencia con el resto de las infraestructuras terrestres, como son, los sistemas de transmisión que utilizan cableado coaxial terrestre o bajo el mar, tecnología de fibra óptica terrestre, submarina, o radio enlaces de microondas (Ros, 1991).

En la década de los 90 han tenido un vertiginoso incremento las comunicaciones por satélite, respecto a las usuales por cable o radio enlaces. Así, por ejemplo, las comunicaciones de voz transcontinentales entre Europa y América se sirven más del satélite (INTELSAT) que del cable de fibra óptica submarino (sistemas TAT). Esto no imposibilita una variación temporal en el reparto relativo de la ocupación de las dos clases de tecnología, según los respectivos costes por servicio realizado. En 1991, la tecnología vía satélite en las comunicaciones transcontinentales comprendía hasta el 60% de la telefonía internacional.

En aquellos momentos, las previsiones de expertos mercantiles apuntaban a una reducción durante los años venideros, debido a que la capacidad de los nuevos cables submarinos (TAT-8 y sucesivos) iba a crecer de forma exponencial, y ello conllevaría un precio más accesible en el coste de sus servicios.

Realizado este primer inciso, debemos matizar que algunos de los servicios que los satélites pueden prestar no tienen excesiva competencia, debido a su capacidad para movilizar rápidamente, equipos de telecomunicaciones dispuestos para la atención de emergencias causadas por catástrofes naturales o por negligencia en las acciones del hombre

Con el aumento en los últimos años de eventos mundiales retransmitidos en directo, se han recurrido sistemáticamente a los satélites de comunicación ya que estos servicios no precisan de una infraestructura permanente de comunicaciones allí donde se producen estos actos con trascendencia para todo el planeta.

Otros ámbitos de aplicación de los satélites se han orientado a servicios de comunicación en zonas con mayoría de campesinos, de población muy dispersa, en países en vías de desarrollo y subdesarrollados que aspiran al nacimiento y consolidación de una red básica de telecomunicaciones para satisfacer las necesidades más apremiantes de los habitantes. Otra meta crucial es el desarrollo y consolidación de sistemas de comunicaciones para la defensa y seguridad del territorio nacional para constituir un nexo de unión con las embajadas y consulados en el extranjero, cuando el uso de medios tradicionales terrestres no resulta adecuado a determinadas misiones por su carácter de confidencialidad.

Haciendo un resumen, se pueden dividir en tres bloques los tipos de servicios que se dan a través de las infraestructuras públicas de los satélites de comunicación:

#### 1.-Telefonía internacional.

La tecnología satelital permite el establecimiento de circuitos, punto a punto o conmutados, a través de la red de telefonía pública internacional, para la transmisión en doble dirección de señales de voz, datos, fax, facsímil, télex y otros más que han ido apareciendo y que surgirán en el futuro más inmediato.

El primer satélite INTELSAT lanzado al espacio en 1965 sirvió para fijar una línea telefónica permanente llamada "línea caliente"(hot line) entre los gobiernos soviético y norteamericano en la etapa de la guerra fría y cuando hacía pocos años se había desatado la crisis de los misiles de Cuba. INTELSAT en 1991 usó las dos terceras partes de sus infraestructuras en prestar servicios a las comunicaciones de telefonía internacional.

#### 2.-Televisión y vídeo internacionales.

La transmisión de programas de televisión siempre ha constituido uno de los pilares básicos en los servicios ejecutados por la tecnología satelital. Por ejemplo, uno de los primeros experimentos del nostálgico "Pájaro Madrugador" fue un servicio de televisión en tiempo real desde los Estados Unidos a Europa. Las transmisiones televisivas de eventos con repercusión mundial fueron uno de los puntos fuertes en el entramado comercial de la industria audiovisual de los años 60 y 70. En el decenio de los 90 el número de canales de satélite dedicados a la

televisión experimenta un aumento espectacular en todo el mundo. De esta forma, no es aventurado afirmar que a partir de 1995 es raro el día que no aparece un nuevo canal de televisión en el barrido rutinario que realiza un usuario con antena parabólica.

El servicio de televisión vía satélite permite el alquiler permanente, parcial o para empleos coyunturales, de parte o todo un transpondedor completo, de forma ininterrumpida o no, con el objetivo de emitir programas y noticias por televisión o documentales grabados en vídeo.

Desde los años 70 a los 90, la mayor parte de los servicios de emisión internacional de señales de televisión se realizaba a través de la sociedad INTELSAT. Así, por ejemplo, uno de los hechos más trascendentales de nuestro siglo, como fue el aterrizaje del Apolo XI en la Luna en 1969, se retransmitió en directo a todo el mundo.

A mediados de los años 90 son frecuentes las emisiones en vivo de eventos deportivos internacionales como los Juegos Olímpicos de invierno y verano, Mundiales de fútbol, las vueltas ciclistas más importantes, acontecimientos culturales y conflictos, guerras y todo tipo de hechos que forman parte de la actualidad informativa.

En Europa, se constituyó hace tiempo la UER(Unión Europea de Radiodifusión) con participación de todas las televisiones públicas de Europa Occidental y Mediterránea, que utilizó para sus servicios en sus inicios dos transpondedores del satélite EUTELSAT I-F2 para los intercambios diarios de noticias de Eurovisión y los flashes esporádicos que pudiese ofrecer a las televisiones asociadas.

### **Servicios Nacionales**

Las esperanzadoras posibilidades técnicas del satélite tienen amplia utilidad en la prestación de servicios de carácter oficial o público en aquellos países con grandes extensiones territoriales en los que es muy difícil la atención exclusiva vía terrena. Además, razones para un mejor y más efectivo ejercicio activo de la defensa y seguridad nacional de los países hacen que el satélite sea uno de los medios más efectivos para la preservación de tales características nacionales.

### **Redes empresariales**

En plena vorágine de la sociedad de la información, los negocios empresariales grandes, medianos o pequeños no podían quedar fuera de la órbita de influencia de los satélites. La puerta abierta a las nuevas tecnologías de las empresas dejó de ser un coto exclusivo de los operadores, las grandes multinacionales y las sociedades financieras, con redes de comunicación internas de sobresaliente calidad y con un abundante flujo de información desde y hacia exterior, transformándose, por la vía de la mundialización de las relaciones

internacionales, en una posibilidad inmensa para multitud de empresas.

La cantidad de aplicaciones empresariales que se pueden vehicular son muchas y variadas. Algunas de las más comunes son la transferencia de datos entre computadoras, voz digitalizada, servicio de videoconferencia, impresión remota (los periódicos más pudientes tiran las ediciones locales en un punto central que envía el ejemplar vía satélite a las plantas impresoras locales), flujo de ficheros con información CAD/CAM, entrada de datos remota a ordenadores centrales, redes oficiales de los gobiernos e instituciones públicas, radiodifusión digital, etc.

Todo este tipo de servicios han crecido y desarrollado en el entorno de una tecnología experimentada y fiable, la creciente desregulación jurídica de las telecomunicaciones en algunos países, o las normativas ambiguas o indefinidas en otros.

Existen dos tipos de redes básicas utilizadas para dar cobertura a los servicios de tipo empresarial:

1. Redes abiertas.

Su característica nuclear se centra en la posibilidad de ser plenamente compatibles entre todos los usuarios del servicio por la adaptación a reglamentaciones técnicas específicas. Entre los sistemas de redes abiertas más importantes se encuentran los siguientes:

- a.- SBS, Satellite Business System (Sistema de Comunicaciones de empresa por satélite), consorcio fundado en 1975 y que cuenta con varios satélites en el espacio. Su cobertura inicial abarcaba los Estados Unidos y parte del Canadá. Esta modalidad permite una transmisión a velocidad variable de 24 Kb/s a 6,3 Mb/s. Debido a ello, son posibles los servicios de facsímil, transmisiones de datos con gran rapidez, videoconferencia, etc. Entre los clientes más importantes están grandes empresas multinacionales como Westinghouse, IBM, General Motors, etc...

- b.- IBS, INTELSAT Business Service (Servicio de Comunicaciones de empresa de INTELSAT). Permite la transmisión de datos a una alta velocidad de forma global (continental e intercontinental).

- c.- SMS, Sistema de Multiservicios por satélite, unido al consorcio EUTELSAT y basado en el alquiler de los transpondedores disponibles de esta sociedad.

Las aplicaciones más importantes de este conjunto de sistemas son el establecimiento de circuitos de única y doble direccionalidad alquilados de forma constante, enlaces alquilados a tiempo parcial y a una hora fija se usan especialmente en el envío de las crónicas puntuales de los corresponsales de medios de comunicación en el extranjero, reservas por abono, bajo

demanda, transmisiones de videoconferencia y servicios de información punto a multipunto. Uno de los servicios estrella durante los años 90 fue sin duda, el sistema de videoconferencia, que ofrece mantener sesiones de trabajo entre dos o más grupos de personas, desde puntos geográficos distantes, usando como apoyo la visualización del interlocutor en su lugar, además de una comunicación simultánea de voz y gráficos. El ahorro en costes de personal y de transporte es considerable respecto al alquiler del servicio a las compañías que explotan el sistema.

## 2.-Redes cerradas

Se conocen como redes VSAT (Very Small Aperture Terminal) en castellano, Terminales de Muy Pequeña Apertura de Antena. Sus aplicaciones se articulan en aquellos servicios en los que es preciso la transmisión desde un punto central —el ordenador de una empresa— a una multitud de puntos remotos dispersos delegaciones o usuarios de los servicios de la misma, o viceversa, no siendo necesario, en principio, comunicaciones entre los puntos remotos.

Las redes VSAT suelen utilizarse en el continente europeo en aplicaciones de difusión de datos, conversaciones en las que los terminales VSAT acceden a un ordenador central, telecontrol y teledistribución para las redes de producción y distribución de compañías de telecomunicaciones, petrolíferas, etc.

En la configuración de las redes VSAT hay una diferenciación entre dos clases de aplicaciones:

### a.-Servicios de VSAT en una dirección.

Se diversifican en dos tipos de modalidades importantes:

- "concentración", con aplicaciones en telemetría, transmisión de información de control de instalaciones en las que es básica la seguridad o en la recolección de datos meteorológicos, niveles de contaminación, acuíferos, etc. y su envío al centro encargado del procesamiento de datos.

- "difusión", en la que las aplicaciones reinas son las de distribución de noticias (usadas especialmente por las agencias internacionales de información) y de datos económicos, además de la impresión a distancia de publicaciones. Las más novedosas son la difusión de señales compuestas de imagen y sonido como cursos formativos a distancia, campañas de publicidad, seminarios y congresos especializados en determinadas materias, etc...

### b.- Servicios de VSAT en doble dirección.

Este tipo de redes estaban muy vírgenes en la Europa rica y próspera del Oeste en los albores

de los años 90. Una de las aplicaciones específicas más innovadora fue la comunicación de los centros bancarios alemanes occidentales tras la reunificación con sus sucursales de la R.D.A. Los sectores económicos que acogen las aplicaciones de las redes VSAT bidireccionales son muchos y variados: banca, compañías petroquímicas, consorcios de hoteles, comercio y distribución, etc. En los Estados Unidos se empezaron a utilizar con bastante antelación respecto a Europa. Algunos de los ejemplos más repetidos consisten en emplear una red VSAT para el permiso de tarjetas de crédito en la red de estaciones de servicio de las gasolineras, el control de los procesos de producción de las principales empresas automovilísticas, la ocupación en cursos de formación y campañas de promoción de multitud de productos, etc.

### **Servicio fijo y móvil**

El primer empleo del satélite como medio utilizable para servicios de comunicaciones móviles fue en el ámbito de la navegación marítima, debido a la búsqueda de una mayor seguridad y cobertura más amplia con el objetivo de mejorar notablemente las condiciones de los hombres del mar y la eficacia en la gestión de las flotas pesqueras, además de establecer servicios muy útiles de radiolocalización.

El despegue de otros dos espacios importantes del negocio de las comunicaciones móviles por satélite, como el terrestre y el aeronáutico, se inicia en Norteamérica, ya que este país cuenta con unas características geográficas y una posición dominante en el contexto del sector aeronáutico.

En 1991, las comunicaciones móviles en el continente europeo todavía estaban en sus inicios y su impulso se debió a organismos como INMARSAT, que presta tres tipos de servicios básicos (Herrera de la Rosa, 1991):

- Transmisión de televisión, voz, datos y télex para usos marítimos.
- Transmisión de voz y datos en servicios aeronáuticos, en fase de pruebas a comienzos de los años 90.
- Transmisión de datos para servicios móviles terrestres a través de los terminales tipo estándar C.

Otras sociedades y consorcios importantes en este campo son EUTELSAT o la AEE (Agencia Europea del Espacio) que se han visto relanzadas por la limitación en cuanto a coberturas de los sistemas de telecomunicación de tipo terrestre. Las ventajas de la comunicación marítima vía satélite se centra especialmente en la posibilidad de la disponibilidad inmediata de información y una gran cobertura que no permiten otras tecnologías.

Por otra parte, existen unos condicionamientos especiales en el uso de los satélites para servicios de comunicaciones móviles como son la carencia de infraestructura terrestre de

recambio para servicios móviles en toda o en gran parte de la zona donde va una persona o un vehículo y la parcial o total incompatibilidad entre diferentes redes terrestres de comunicaciones móviles en la zona de actuación.

Se pueden clasificar los servicios de comunicaciones móviles en tres clases, en función de la cobertura y tipo de satélite. Son los servicios de radiomensajería, voz y datos y por último, servicios de radiolocalización o posición.

### **Radiomensajería**

En este tipo de servicios se diferencian dos clases:

1ª-En una sola dirección.

La difusión de los datos puede estar dirigida a un solo móvil (servicios de radio búsqueda), o a bloques de ellos (servicios de llamada ampliada de grupo).

El servicio de radio búsqueda más común es el servicio Skypaging de la compañía norteamericana MTEL. Este sistema emplea el satélite sólo en una primera etapa de distribución de la señal (a puntos fijos), desde donde es propagada a los receptores a través de emisores terrestres.

El satélite de usos marítimos INMARSAT empezó en el bienio 1991-92 un servicio de radio búsqueda, empleando la infraestructura y el protocolo del estándar C.

Los servicios especiales de llamada ampliada se proyectan para dar cobertura a necesidades coyunturales de grupos de móviles. Entre los más utilizados se encuentra el servicio FleeNet para remitir mensajes y gráficos, y el servicio Safety Net para la coordinación de salvamento durante las emergencias, pudiendo enviar los mensajes hacia una zona geográfica específica.

2ª-En doble dirección.

Este tipo de servicios bidireccionales son los que más interés concentran en los usuarios por su cualidad importante de interactividad y por la posibilidad de transmitir datos, facsímil, télex y mensajes breves.

La emisión de los datos se realiza en tiempo real, a través de su previo almacenamiento y retransmisión. La velocidad de transmisión varía entre los 130 y 2.400 bits/segundo.

Existe la opción de ofrecer un servicio abierto cuando todos los móviles pueden acceder y recibir llamadas desde las redes públicas fijas, o servicio cerrado, en el caso que los móviles de cada grupo sólo puedan comunicarse con los terminales fijos de sus bases.

En los albores de los años 90, los principales sistemas bidireccionales de radiomensajería se concentraban en el Estándar C de INMARSAT (con cobertura mundial), Euteltracs (Europa) y Omnitrac (Estados Unidos), usando los dos últimos la misma tecnología.

El Estándar C tiene cobertura marítima y terrestre, y está especialmente dirigido a los servicios de mensajería en formato télex, y de datos en general, a velocidades no superiores a 600 bit/segundo en redes, indistintamente, abiertas o cerradas. Los móviles tienen la opción de introducir la prestación de posicionamiento a través de un sistema autónomo como el GPS, Global Position System (Sistema de posición global) o el Loran C.

El Euteltracs que en 1991 se encontraba en su fase embrionaria en diferentes naciones de Europa es un sistema regional europeo que usa dos satélites del consorcio EUTELSAT y presta servicios de transmisión de mensajes cortos a 150 bit/segundo para grupos cerrados de móviles. Ofrece además un sistema de radiolocalización sin necesidad de emplear, como pasa en el Estándar C, un receptor autónomo de GPS.

En Norteamérica, existe un equivalente al sistema europeo que es el Omnitrac, que empezó su andadura en 1989.

Cabe citar también al sistema Geostar, como el primero en ofrecer servicios de mensajería en los Estados Unidos y a su homólogo europeo Locstar.

En 1988 iniciaron importantes inconvenientes financieros debido a los fallos ocasionados en la puesta en órbita de dos satélites de Geostar. Eso motivó que el consorcio gestor internacional entrase en quiebra en los inicios de los años 90. Una consecuencia derivada de lo anterior fue la suspensión de pagos de la sociedad europea Locstar.

## **Voz y Datos**

Una de las primeras sociedades de satélites en ofrecer este tipo de servicios fue INMARSAT que comenzó sus trabajos en 1982.

El sistema bidireccional de INMARSAT conocido como Estándar. Ofrece servicios de voz y télex con apreciable calidad, posibilitando aplicaciones de facsímil y transmisión de datos hasta los 2.400 bit/segundo.

Sus características especiales de tamaño y peso en el terminal y algunas limitaciones de naturaleza administrativa hacen que sus principales servicios se produzcan en el ámbito marítimo. Posteriormente nacieron los servicios estándar B y Estándar M.

El sistema Estándar B es digital y permite las mismas prestaciones que el Estándar A, pero con

velocidades mayores (16 Kbit/segundo) y con unos costos inferiores.

El servicio Estándar M ofrece igualmente servicios de voz a 4.800 bit/segundo y datos a 2.400 bit/segundo, con el proyecto de dar cobertura a un gran conjunto de usuarios móviles que quieran comunicaciones con unas tarifas todavía más reducidas respecto al estándar B.

INMARSAT también tiene, para el servicio móvil de correo público con aeronaves, un sistema llamado Estándar Aéreo, que se conoce con los nombres publicitarios de Skyphone y SITA, comercializados por los consorcios internacionales de igual nombre. Permite la transmisión de voz en banda estrecha y de datos de baja velocidad, para comunicaciones aire-satélite-tierra.

### **Radiolocalización**

Con este tipo de servicios se pueden llegar a tener las coordenadas exactas del posicionamiento de un móvil. Cuando los datos van dirigidos al móvil, se le conoce como servicio de "radionavegación" y en el supuesto que se dirija a un tercero se llama "radiodeterminación".

En la radiolocalización existen los llamados servicios "activos" o "pasivos". En los primeros el terminal móvil puede transmitir y recibir, siendo el sistema de comunicaciones por satélite el que manda a la correspondiente sede central los datos de posición del móvil. Algunos de los más usuales servicios activos son el Euteltracs y Geostar.

En la segunda clase de servicios, los pasivos, el terminal móvil sólo dispone de la posibilidad de recepción de las señales procedentes de los satélites, calculando mediante esta información su propia posición.

Algunos ejemplos de servicios pasivos son el sistema GPS, que ofrece las tres coordenadas geográficas por comparación de señales en el receptor, con una precisión de 15 metros en aplicaciones militares y de 100 metros en las civiles.

Existe un sistema, denominado Transit, que obtiene los datos requeridos a partir de medidas de efecto Doppler sobre un mismo satélite. Su precisión se sitúa en torno a los 600 metros.

### **Estado actual de la cuestión**

En este último punto realizaremos un recorrido panorámico de la situación, en este recién comenzado año de 2005 de la flota de satélites de la sociedad HISPASAT así como de los productos más relevantes que contribuyen a confirmar las posibilidades operativas en el futuro más inmediato del sistema de satélites españoles en pleno siglo XXI.

Comenzando esta andadura por la actual flota de satélites, en primer lugar es necesario centrarse en las potencialidades del Hispasat 1C, satélite que dispone de un máximo de 24 transpondedores con la capacidad de operar de manera flexible tanto en enlaces ascendentes y descendentes en los continentes de Europa y América.

Esta capacidad proporciona un nivel operativo compatible con la puesta a disposición del usuario de servicios de radiodifusión directa, analógica o digital, en Europa, distribución de canales de televisión analógicos o digitales tanto en Europa como en América, y otros servicios de telecomunicaciones como las denominadas redes VSAT.

El satélite Hispasat 1C dispone de dos capacidades. La primera, denominada Iberia/Europa, se refiere al número de transpondedores que ofrecen una cobertura total a los territorios de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias, Azores, Madeira, y la mayor parte del continente Europeo, visible desde la posición orbital de 30° oeste.

Esta capacidad proporciona hasta 20 canales de transmisión, con un mínimo de 12, y hasta 24 canales de recepción, con un mínimo de 12, de acuerdo al plan de frecuencias que en su momento fue elaborado por los comités técnicos de apoyo. La segunda de las capacidades, denominada América, se refiere al número de transpondedores que cubren la mayor parte del extenso continente americano visible desde la posición orbital de 30° oeste, desde Canadá hasta la Patagonia. Proporciona un máximo de 12 canales, tanto en transmisión como en recepción, con un mínimo de 4 canales, de acuerdo al plan de frecuencias asignado previamente al lanzamiento del satélite.

En segundo lugar en este apartado de la actual flota de satélites, centramos la atención en el Hispasat 1D, que se posiciona en la ventana orbital 30° oeste. Incorpora 28 nuevos transpondedores en banda Ku al sistema de satélites Hispasat. El objetivo fundamental de este satélite es asegurar la continuidad de las misiones civiles (banda Ku) de los satélites 1A y 1B en la posición 30° oeste y, por ende, facilitar la permanencia de los servicios prestados a los clientes actuales, puesto que estos satélites tenían previsto finalizar su vida útil en 2003 pero por razones técnicas y quizás más propiamente logísticas se han alargado en el tiempo. Conviene mencionar que la vida útil media de los primeros satélites Hispasat 1A y 1B, lanzados en 1992 y 1993, se hallaba en los diez años, por lo que ya en pleno 2005 podemos afirmar que su rendimiento en estos años transcurridos ha sido del todo óptimo respecto a los objetivos que se marcaron de entrada los responsables técnicos del sistema de satélites español.

Hispasat 1D proporciona una capacidad adicional de crecimiento de 6 transpondedores con conectividad americana y transatlántica, lo que permite atender el segmento de mercado en el que se espera mayor incremento de la demanda para la posición orbital 30° oeste.

En esta línea de actuación hay que enmarcar la decisión de incorporar un haz sobre oriente

próximo a la cobertura del satélite 1D, lo que permite, mediante un doble salto, el acceso a los satélites asiáticos a los clientes americanos y europeos de HISPASAT (y viceversa), logrando prácticamente una conectividad global.

Por último y siguiendo en este apartado de la actual flota de satélites nos referimos al proyecto Amazonas, quinto satélite en órbita de HISPASAT. La sociedad española, a través de su filial brasileña HISPAMAR, obtuvo en septiembre del 2000 la adjudicación de la posición orbital brasileña sobre el continente americano 61° oeste, tras ganar el concurso público convocado por el órgano regulador de Brasil. Este satélite fue lanzado con éxito y sin ningún contratiempo de tipo técnico en agosto de 2004 y constituye en la actualidad la principal apuesta de HISPASAT para su expansión en el continente americano. Sobre la anterior posición orbital se ubicó el satélite iberoamericano Amazonas que da cobertura, con capacidades transatlántica y panamericana, a todo el continente americano, Europa y Norte de África. Asimismo, permite complementar la cobertura del sistema HISPASAT en el oeste de Estados Unidos, incluyendo el importante Estado de California para los intereses especialmente lingüísticos y culturales de España. De esta forma, en la actualidad la expansión de centros del Instituto Cervantes, institución encargada de dar a conocer la lengua y cultura españolas por el mundo, se aprovecha de los recursos tecnológicos de Hispasat para ofrecer sus servicios en distintos Estados y ciudades de Norteamérica.

El satélite Amazonas se presenta como el proyecto más avanzado de HISPASAT en su expansión geográfica hacia los relevantes mercados audiovisuales de Iberoamérica.

Amazonas tiene una vida útil de al menos 15 años y una capacidad de 63 transpondedores equivalentes de 36 MHz con frecuencias operativas en banda Ku y en banda C.

Pasando al apartado de los productos actuales que ofrece el sistema de satélites HISPASAT, es fundamental hablar del producto estrella, enfocado al servicio de la Televisión.

HISPASAT es en 2005 el operador de referencia en la distribución por satélite de las programaciones de cadenas de televisión y radio y en la difusión de contenidos de las plataformas de televisión digital en los mercados español, portugués y americano.

Las principales cadenas de televisión y radio españolas, tales como RTVE, Antena 3 TV, Telecinco, Canal +, cadenas autonómicas y locales, RNE, Onda Cero, SER, COPE, etc. realizan en la actualidad sus transmisiones en abierto y a través de la modalidad de pago por visión (pay per view en la terminología anglosajona) a través de los satélites HISPASAT.

Además, HISPASAT distribuye los contenidos de las principales plataformas de TV Digital de España (Digital +) y Portugal (TV CABO). Conviene en este punto hacer una reflexión

sobre el papel que en el futuro más inmediato tendrá la televisión digital vía satélite, dado el importante impulso que el Gobierno del PSOE, a través del acuerdo de Consejo de Ministros de 4 de febrero de 2005, ha dado a la implantación de la televisión digital terrestre, adelantando a 2010 el denominado “apagón analógico”, momento en que todas las emisiones de las cadenas de televisión públicas y privadas españolas deberán realizarse con tecnología digital. Esto supone en la práctica que muchos de los canales actuales de los grandes grupos de comunicación españoles que hoy emiten vía satélite sus programaciones, en breve período de tiempo emitirán esas mismas programaciones a través de la televisión digital terrestre, conocida con las siglas convencionales de TDT. Además, supone importantes cambios también en cuanto a la adaptación de los actuales receptores analógicos de televisión.

La señal de Hispasat es distribuida por la mayoría de las redes de cable y también recibida directamente en DTH (que alude a los términos anglosajones de Direct to Home) en los hogares gracias a la alta potencia y configuración de sus satélites. Su capacidad de transmitir con gran potencia sobre América le ha convertido en el operador de satélites transatlántico que mejor y más amplia cobertura ofrece para acercar la programación europea al continente americano.

HISPASAT también ofrece la utilización de la capacidad espacial para usos no permanentes. Estos servicios incluyen los empleos ocasionales de los satélites para enlaces de contribución, transmisiones de eventos ocasionales en cualquiera de las conectividades disponibles en los satélites (Europa-Europa, Europa-América, América-Europa y América-América).

#### LITERATURA CITADA

Brand, S. 1989. **El Laboratorio de los Medios. Inventando el futuro en el M.I.T.** Ed. FUNDESCO, Madrid. pp.151-171.

Clarke, A. C.1945. **Extra-Terrestrial Relays.** In: Wireless World, Nueva York.

Herrera de la Rosa, C. 1989. **Organizaciones Internacionales de Comunicaciones por Satélite.** In: TELECOMUNICACIONES 1989/Tendencias.Informes Anuales de FUNDESCO, Ed. FUNDESCO, Madrid. pp. 85-173.

Herrera de la Rosa, C.1991. **Organizaciones Internacionales de Comunicaciones por satélite.** In: Informes anuales de TELECOMUNICACIONES 91/TENDENCIAS, Ed. FUNDESCO, Madrid.

Neri Vela, R. 1991. **Satélites de comunicaciones,** Ed. Mc Graw-Hill/Interamericana, S.A. de

España, Arávaca (Madrid). pp.29.

Perillán, L. 1989. **Satélites de Telecomunicación**. *In*: TELECOMUNICACIONES 1989/Tendencias. Informes Anuales de FUNDESCO, Ed. FUNDESCO, Madrid. pp. 171-182.

Ros, F. 1991. **Aplicaciones y servicios de Telecomunicación a través de satélite** .*In*: Informes Anuales de TELECOMUNICACIONES 91/TENDENCIAS, Ed. FUNDESCO, Madrid. pp. 31.

**Francisco Sacristán Romero**. Doctorado en Ciencias de la Comunicación por la Universidad Complutense de Madrid. Licenciado en Ciencias de la Información y Licenciado en Psicología por la Universidad Complutense de Madrid.