



## El éxito del satélite

### Descripción

Los sistemas de comunicaciones por satélite están sometidos a una dinámica que, como consecuencia de su propio desarrollo tecnológico y de las condiciones en que tiene lugar la prestación de los servicios, origina una evolución constante de las aplicaciones e, incluso, del propio concepto.

De este modo, los sistemas de satélite, con cuarenta años de historia ya a sus espaldas, están viviendo en estos momentos un período extraordinariamente floreciente, tanto en lo que concierne a los sistemas tradicionales, como al surgimiento de una pléyade de nuevos sistemas y conceptos.

Estos factores de evolución tienen diferente naturaleza:

—La citada evolución tecnológica, que determina lo física y económicamente realizable es, tal vez más que en otros ámbitos de la ingeniería de telecomunicación, un factor determinante de su progreso.

—El marco regulatorio y la propia naturaleza de los servicios proporcionados (como alternativa o bypass de las redes terrestres), junto con el uso del espectro radio-eléctrico en un ámbito transnacional han impuesto durante muchos años un modelo cooperativo, excluyente de actores o soluciones alternativas.

—Por último, la competencia planteada por otras tecnologías (la más significativa es el cable de fibra óptica), que ha desplazado y reorientado la utilización de los sistemas satelitales hacia otras aplicaciones.

Durante los primeros 25 ó 30 años de existencia, las comunicaciones por satélite permanecieron muy alejadas de la percepción pública. Desde el satélite Telstar que, en órbita baja, permitió las primeras transmisiones transatlánticas, hasta las sucesivas generaciones de INTELSAT, las limitaciones en la potencia disponible para alimentar los equipos y las antenas embarcados dieron lugar a que el peso del balance de enlace lo tuvieran que soportar las estaciones terrenas.

En consecuencia, si bien intrínsecamente los satélites son capaces de conectar cualquier punto de su zona de cobertura con cualquier otro, de hecho solamente tenían acceso a ellos los nodos de comunicaciones usados para enlaces internacionales de larga distancia, incluso para el transporte de señales de televisión.

Los Juegos Olímpicos de Tokio en el año 1964 fueron el primer acontecimiento mundial transmitido al mundo por satélites de comunicaciones, cuya aparición hizo posible la transmisión internacional de

señales de televisión de forma efectiva. Así pues, si la disponibilidad de enlaces satelitales fue significativa en el desarrollo de la telefonía internacional, su importancia en el ámbito de lo audiovisual fue más determinante, si cabe.

En definitiva, durante un largo período equivalente a las tres cuartas partes de la existencia de los sistemas satelitales, su principal aplicación fue la de «cable en el cielo» que unía los lugares equipados con macroestaciones con precios del orden de centenares, o miles de millones de pesetas, por lo que solamente eran asequibles para los grandes operadores de telecomunicaciones nacionales.

## EL DESARROLLO DE LOS SISTEMAS ACTUALES

A partir del comienzo de los años ochenta, el continuo desarrollo tecnológico, junto con la aparición de nuevos actores en las telecomunicaciones y la radiodifusión, produjo un cambio cualitativo en la orientación de las aplicaciones.

Los principales factores de desarrollo a los que me refiero son:

—La aparición de plataformas estabilizadas en tres ejes que permiten la utilización de paneles solares desplegados con superficies muy superiores a las proporcionadas por satélites estabilizados en «spin».

—Como consecuencia inmediata, el aumento de la capacidad de generación de potencia, pasando de centenares a miles de vatios. Al mismo tiempo, se garantizó la operación en eclipse mediante baterías de Ni-Cd cada vez más eficientes.

—Aproximadamente en el mismo período, tiene lugar la cualitativamente importante migración desde la banda C a la banda Ku. Aunque la banda C continúa y continuará siendo usada para aplicaciones que exijan baja ganancia/baja densidad espectral de potencia, la banda Ku pasa a ser dominante en los nuevos servicios, particularmente en la difusión directa al hogar.

—Coincidente en el tiempo y asociada al uso de la banda Ku, tiene lugar una significativa mejora en la prestación de las antenas, en parte debido al menor tamaño que las frecuencias superiores exigen, pero también como consecuencia de la utilización de redes alimentadoras de haz conformado.

En paralelo con el desarrollo del segmento espacial, en el segmento terreno tuvo lugar un avance no menos significativo en los amplificadores de estado sólido, el elemento decisivo que permitió la creación de un segmento terreno accesible a todo el mundo.

Este conjunto de avances dio lugar a lo que se podría denominar «la democratización» de las comunicaciones por satélite: el satélite pasó a enlazar o a difundir señales a estaciones de un tamaño compatible con su instalación y uso por empresas y familias.

Las mejoras tecnológicas introducidas en los ochenta tuvieron la virtud de convertir en realidad las ventajas específicas de los sistemas satelitales. De ellas, sin lugar a dudas, la más significativa la constituye la capacidad de difusión. Es difícil imaginar un método más eficiente para hacer llegar a todo un país o a un continente un conjunto de señales de radio o de televisión, que un emisor en el espacio con cobertura optimizada para cubrir la zona deseada.

Gracias a la tecnología satelital, la televisión digital vía satélite ha conseguido, en poco más de tres

años, entre 7 y 8 millones de suscriptores en todo el mundo, lo que demuestra la gran flexibilidad de los sistemas geoestacionarios para adaptarse a los nuevos servicios. Un buen ejemplo lo tenemos en los propios satélites HISPASAT IA e HISPASAT IB, dotados de transpondedores transparentes, que han permitido implementar una amplia oferta de televisión digital, aunque este servicio ni siquiera existía cuando ambos satélites fueron lanzados.

Hoy en día, un cuarto de millón de hogares españoles están suscritos a las emisiones que se realizan a través del Sistema HISPASAT y las previsiones de Vía Digital indican que a fin de año habrá cerca de 600.000, y que en el año 2000 excederán el millón. Todo ello, utilizando un segmentó espacial que, según normativa del año 92, sólo podría ser utilizado para emisiones analógicas, es decir en PAL o en MAC.

Y es que también las barreras regulatorias se han ido desmoronando para las comunicaciones espaciales, más o menos al mismo ritmo a que ha tenido lugar este fenómeno en otras áreas y para otros servicios de telecomunicaciones.

Los papeles reservados a instituciones específicas, como la de operador de servicios por satélite, o proveedor de segmento espacial, no hace mucho privilegio de unos pocos «signatarios», han visto cómo la normativa europea, por una parte, y la irrupción de la empresa privada, por otra, han erosionado sus parcelas de actuación. En general, esta erosión ha sido sólo relativa, ya que el gran crecimiento del uso de satélites de telecomunicación que ha tenido lugar a lo largo de toda la década ha permitido a organizaciones como INTELSAT o EUTELSAT seguir creciendo en términos absolutos.

## **LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y SU IMPACTO EN LAS NUEVAS ARQUITECTURAS DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN POR SATÉLITE**

El futuro viene en buena medida determinado por los planes anunciados por una serie de operadores y compañías de poner en servicio una serie de nuevos sistemas que implican en muchos casos cambios revolucionarios en la forma y uso de los satélites. Estos sistemas de los que trataré primero son al mismo tiempo acompañados por adelantos tecnológicos, que afectan a los sistemas que actualmente se encuentran en explotación, asunto en el que me detendré más adelante.

En parte debido a los desarrollos tecnológicos de doble uso que tuvieron lugar en los años ochenta, y en parte debido al empuje tecnológico proporcionado por el programa ACTS de la NASA, un conjunto muy significativo de compañías ha desarrollado una serie de conceptos, en su mayoría con alcance global, que representan una alternativa a la provisión terrestre de dos tipos de servicio: telefonía móvil (pequeños LEOs<sup>1</sup>) y redes de banda ancha (LEOs y GEOs<sup>2</sup>).

Es interesante constatar que, si bien algunos de estos sistemas, particularmente los GEO de banda ancha, proponen incluir entre sus servicios la difusión directa, no existe ningún desarrollo genuinamente radical en la manera en la que estos servicios, me refiero a la radiodifusión directa, se prestarán en el futuro.

Las compañías que se han embarcado en esta experiencia tienen diversos intereses estratégicos que hacen más entendible su posicionamiento en tanto en cuanto se dan sinergias con otros productos o servicios por ellos proporcionados.

Desde el punto de vista tecnológico, los principales elementos comunes a estos sistemas son los

siguientes:

—Empleo de antenas multihaz como mecanismos para mejorar las prestaciones y la capacidad de los sistemas, al concentrar la ganancia en haces muy pequeños (normalmente de tamaño inferior a  $0.3^\circ$ ); reutilización múltiple de frecuencias, bien en banda L (en los sistemas orientados a móviles), bien en banda Ka.

—El fraccionamiento de la cobertura que introducen los haces exige proporcionar una solución al problema de la interconexión entre los mismos. Dada la dimensión que alcanza el número de posibles relaciones de conectividad, la solución más comúnmente adoptada es la demodulación de cada una de las portadoras y su conmutación/reencaminamiento a los respectivos enlaces descendentes. Esto es lo que genéricamente se conoce como Procesado A Bordo (OBP).

—Otro elemento tecnológico fundamental en el desarrollo de los nuevos sistemas (en su mayor parte con vocación de provisión global de servicios) son los enlaces entre satélites: *Inter Satellite Links* (ISL's). Estos enlaces permiten encaminar flujos de tráfico de manera óptima, bien a telepuertos conectados a las redes terrestres, bien a otros abonados, utilizando rutas que se encaminan a través de otros satélites del mismo sistema.

—Aunque no de forma exclusiva, una buena parte de los nuevos sistemas propuestos está basada en la utilización de órbitas no-geoestacionarias. Esta decisión ofrece algunas ventajas, como la reducción del tiempo de propagación de la señal, la mejora del enlace y la casi automática globalización del servicio, al distribuir más o menos uniformemente las coberturas de los satélites sobre todo el planeta.

Esta elección no está exenta, sin embargo, de desventajas significativas: en particular, impide el uso de antenas con apuntamiento fijo y gran ganancia, lo que, a su vez, reduce sensiblemente las prestaciones de los enlaces. Además, la propia naturaleza de los sistemas LEO (*Low Earth Orbit*) y MEO (*Medium Earth Orbit*) impide optimizar la cobertura del sistema. Por ejemplo, con un sistema LEO, digamos de 100 satélites, nos podemos encontrar con que el 5% de los mismos que sobrevuelan zonas con demanda alta está totalmente saturado, mientras que en el 95% restante la capacidad esta vacía, al estar sobre océanos o desiertos.

Un rápido repaso a algunos de los principales sistemas LEO/MEO para móviles permite identificar al menos a: ODYSSEY, GLOBALSTAR, ELLIPSO, CONSTELLATION, ICO/P21, IRIDIUM; este último es el más representativo.

En efecto, ya sea por su atractivo nombre o por el hecho de estar respaldado por MOTOROLA, compañía que no solamente es un protagonista fundamental en la provisión de terminales para sistemas móviles, sino también la que desarrolló los sistemas de procesado a bordo para el satélite experimental de la NASA ACTS (*Advanced Communication Test Satellite*), el sistema LEO es probablemente el más conocido.

IRIDIUM está en estos momentos en una fase muy avanzada de implementación, por lo que tal vez sea injusto considerarlo un sistema futuro, si bien este argumento se invierte si es considerado desde el punto de vista del negocio (el negocio es todo futuro, salvo tal vez para alguno de sus proveedores).

El sistema consiste en 66 satélites situados en 6 planos cuasi-polares, con órbitas de 780 Km. de altura. Cada satélite genera 48 haces en banda L, incluyendo la reutilización de frecuencias. La

comunicación entre los terminales de los usuarios del satélite tiene lugar con acceso en tiempo compartido a 4 Kbits/seg., incorpora enlaces entre satélites en banda Ka, y permite de este modo el encaminamiento de las llamadas hacia las estaciones terrestres de acceso a la red pública.

En estos momentos, se ha completado el lanzamiento de 60 de los 66 satélites que constituyen el sistema. Faltan 6 de respaldo. La fecha prevista de entrada en servicio es septiembre próximo.

Con posterioridad al desarrollo de los sistemas móviles en órbita baja, ha tenido lugar una verdadera avalancha de anuncios de lanzamiento de sistemas orientados a servicios interactivos en banda ancha, basados fundamentalmente en el uso de la banda Ka con haces muy pequeños, por lo que para cubrir un continente como Europa son necesarias varias decenas de estos haces.

El desarrollo inicial de estos conceptos tuvo lugar para satélites en órbita geoestacionaria, y los primeros prototipos, tanto europeos como norteamericanos, parten de esta base. Sin embargo, el entusiasmo por los LEOs se ha hecho extensivo a estos sistemas, por lo que hoy en día, tomando una muestra (limitada por necesidad) de los diversos sistemas en banda Ka propuestos, puede comprobarse la variedad de las propuestas presentadas en las que en todos los casos se dan las mencionadas características: utilización de la banda Ka, OBP, reutilización de frecuencias, etc.

Así, en órbita baja tenemos los sistemas: TELEDESIC, CELESTRI, SKYBRIDGE, y en órbita geoestacionaria a SPACEWAY, GE\*STAR, ASTROLINK.

Entre los LEO de banda ancha, tal vez por la espectacularidad de la propuesta, o por el prestigio de quienes la respaldan, el sistema más conocido es TELEDESIC. Se trata de un sistema LEO con 288 satélites (12 planos x 24 satélites/plano), con múltiples haces que ofrecen hasta 500 Mbit/s por haz. Los usuarios podrán transmitir bajo demanda hasta 2 Mbit/s, mientras que la tasa binaria en el enlace descendente es de 64 Mbit/s.

Las antenas de los usuarios se entiende que serán de un tamaño comparable a la de los servicios DTH (es decir, de unos 50 cm), aunque su complejidad será superior, por tratarse de antenas eléctricamente apuntables mediante la síntesis de un haz por un array de elementos radiantes.

Respecto a los elementos principales de configuración de la red, nada extraordinario desde el punto de vista del usuario. Si acaso, es significativo subrayar el interés mostrado por TELEDESIC en enfatizar la intercomunicación con operadores/portadores de servicios en la red terrestre.

Aunque esto es totalmente razonable, no parece extraño sospechar que la anunciada función *by-pass* global que TELEDESIC parecía enunciar en la génesis del sistema haya sido atemperada por las dificultades percibidas para alcanzar determinados mercados por una compañía que viene acompañada de la fama de Bill Gates.

## **LA ADECUACIÓN DE LOS SISTEMAS TRANSPARENTES A LA EVOLUCIÓN DE LAS FUTURAS NECESIDADES**

Frente a esta plétora de desarrollos globales, algunos menos increíbles que otros, ¿cuál puede ser la actitud de un operador de un sistema en expansión, basado en tecnología llamémosla «convencional»? ¿Debemos preocuparnos y lanzarnos a una aventura tecnológica o empresarial? Obviamente, tal vez alguno de estos sistemas pueda convertirse en una máquina de ganar dinero,

pero es muy probable que muchos de estos proyectos se queden en el camino o produzcan grandes pérdidas. Se impone, pues, la prudencia.

Desde nuestro punto de vista, las modalidades de servicio donde la supremacía de los sistemas de satélite es indudable, son las asociadas a la difusión de contenidos en todas sus formas; televisión, radio, datos.... Para estos servicios, la configuración de los sistemas geoestacionarios como HISPASAT es poco menos que idónea. Si no existiesen, habría que inventarlos. El uso de antenas fijas pasivas, orientadas a un punto a todos efectos fijo en el espacio, permite la comercialización de productos con un precio totalmente compatible con el mercado de consumo. El sistema así creado es una red de entrega de banda ancha extraordinariamente eficiente, en la cual se pueden incluir todo tipo de contenidos.

Y esta idoneidad es tanto mayor en tanto en cuanto los avances tecnológicos que permitieron el salto cualitativo a que me refería antes han continuado.

Esto significa que las plataformas hoy disponibles son estructuralmente capaces de soportar mayores masas de carga útil y subsistemas de potencia con mayores capacidades de generación, lo que permite activar un mayor número de transpondedores. La utilización de impulsores de control orbital más eficientes ha permitido aumentar la vida útil de forma notable (15 años en el caso de HISPASAT IC), y es de esperar que los anunciados sistemas de propulsión iónica extiendan aún más este factor. La Habilidad de los componentes activos mejora sistemáticamente, por lo que es posible establecer una relación mejor entre los subsistemas activos y los de respaldo.

Por último, los propios lanzadores han aumentado significativamente su capacidad. Un ejemplo de ello es la transición desde las 4 toneladas que es capaz poner en órbita de transferencia GEO Ariane 4, hasta las más de 7 toneladas que anuncia Ariane 5.

## NOTAS

- 1 • Low earth orbit satellites
- 2 • Geoestationary earth orbit satellites

### **Fecha de creación**

30/08/1998

### **Autor**

Gabriel Barrasa