



SISTEMAS DE TELEFONÍA POR SATÉLITE

LA EXTINCIÓN DE FRONTERAS

Fernando Estebaranz Mesa

Con la llegada de los nuevos sistemas LEO en 1997, podrá estar en contacto con el resto del mundo, por muy remoto que sea éste lugar, por medio de un terminal «de bolsillo» similar a cualquier teléfono móvil, pero de capacidad sin precedentes en su tipo. Estos sistemas de satélites han sido concebidos para complementar a la telefonía móvil terrestre y a la telefonía fija rural en aquellas zonas en que no existe cobertura, por no existir virtuales usuarios o no ser la inversión rentable, así como servir al hombre de negocios con problemas de compatibilidad de su equipo móvil en el país visitado. Mientras se trabaja en los estándares europeos del usuario móvil personal (UMPTS) y se negocia por un espacio en el espectro, inversores privados y gigantes de las telecomunicaciones apuestan fuerte por un pedazo del pastel, que incluso compromete fortunas personales. El resultado será la conexión, esté donde esté, de una persona (ya no un terminal) a las futuras redes del 2000 (RDSI, DECT, GSM, PLMN, PSTN,...) dispo-

niendo de servicios de multimedia, voz y datos las 24 horas del día.

INTRODUCCIÓN

El estándar GSM está alcanzando cotas de popularidad en continua progresión. Su alta calidad y la ruptura que ha efectuado con el mosaico de tecnologías celulares existente en Europa, hace intuir la primera posición que muy pronto alcanzará en facturación y número de usuarios en las zonas densamente pobladas (ahora en su conquista de Europa, más tarde Asia y África). Pero queda todavía un mercado que, aunque minoritario, permanece servido por debajo de sus necesidades. Las zonas rurales de países extensos (Australia, Rusia, Estados Unidos, Canadá), el mundo subdesarrollado, con dificultades para la construcción de una infraestructura de comunicaciones (Sudeste Asiático, Latinoamérica y Europa del Este) y zonas escasamente pobladas y áridas, en las cuales no es nada rentable una red terrestre o permanente (desiertos, Amazonas, Patagonia, regiones polares) demandaban desde hace tiempo medios razonablemente portátiles: los existentes hasta ahora son, como el sistema INMARSAT-M, voluminosos, pesados y con calidad deficiente a altas latitudes, dado que se basan en satélites Geo-estacionarios, de características similares a los de transmisión DBS (difusión TV), y siendo necesarios grandes niveles de potencia para enlazar, en modo full-duplex, con unos satélites que orbitan

sobre el Ecuador a 37000 Km de altura. La solución a estos usuarios la darán las constelaciones de satélites en órbita baja (LEO) y media (MEO): auténticas nubes de satélites que, cubriendo el planeta, recuerdan el viejo modelo atómico de Rutherford.

CONSTELACIONES Y DECISIONES

A finales de 1990, la todopoderosa MOTOROLA anuncia el lanzamiento del proyecto 'Iridium', que inicialmente iba a constituir un sistema de 77 satélites (véase la correspondencia con el elemento químico Iridio, con 77 electrones orbitando en torno al núcleo). El proyecto final acabaría constituido por 66, pero la original denominación permanecerá.

El símil es verdaderamente acertado para describir este nuevo tipo de cobertura para telefonía (empleado recientemente para servicios GPS), y reproduce con exactitud el objetivo que se pretende con el núcleo atómi-

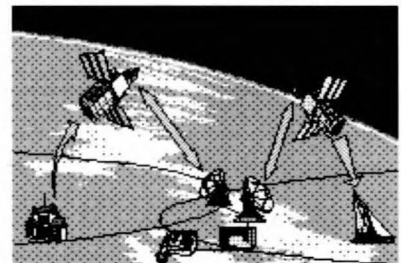


Figura 1.- Situación 2 en una comunicación en tiempo real. Será la más frecuente.

FERNANDO ESTEBARANZ MESA es Ingeniero Técnico de Telecomunicación por la U.P.M. y actualmente cursa estudios superiores en la ETSI Telecomunicación en el curso de Adaptación. Ha trabajado para el grupo de Satélites de la Universidad de Bradford (G.B.) durante los veranos en sistemas L.E.O. fmesa@pincho.etsit.upm.es

co, nuestro querido planeta Tierra: una cobertura radioeléctrica global y completa. Así, un usuario en cualquier parte del globo tendrá siempre y en visión directa, como mínimo, dos satélites para establecer su enlace con el mundo civilizado o, incluso, con ese usuario que, huido de las aglomeraciones y portador de un terminal Iridium idéntico, necesita recuperar su naturaleza social además de la animal.

En la actualidad, Iridium tiene más competidores, que dependiendo del tipo servicio que ofrezcan y de la zona servida, adoptarán una u otra configuración. Sólo unos pocos alcanzarán su fase operativa.

Para una altitud dada, el objetivo de la constelación deberá ser maximizar el ángulo mínimo de recepción, en el peor punto y con el menor número de satélites (cuanto más vertical se halle el usuario con el satélite, menos riesgos de bloqueo por edificios, árboles,...).

En principio, esto se conseguirá con coberturas de constelaciones LEO (Low Earth Orbit, o de órbita baja) o MEO (Medium Earth Orbit, o de órbita media).

Ambas lo forman constelaciones de satélites que orbitan alrededor de la Tierra a grandes velocidades para no caer sobre ella (nótese su periodo orbital...de alrededor de los 100 min. para los LEO y de 6 h para los MEO). La distancia que ahora separa el satélite con el usuario y la estación terrena es relativamente pequeña si es comparada con sus primos mayores los geoestacionarios. De este modo, se consiguen, para una calidad superior de servicio, terminales realmente portátiles y personales, al ser necesaria menos potencia para establecer el enlace y, lo que es más importante, tener en visión directa a más de un satélite con diferente orientación en la cúpula celeste.

PARÁMETROS DE ÓRBITA

Necesitaremos algunos parámetros que describirán unívocamente cada satélite de nuestra constelación y sus planos orbitales

serán:

- Número de satélites (N)
- Número de planos orbitales (P)
- Distanciamiento relativo entre planos orbitales: dependerá en gran medida si los contiguos orbitan en sincronía (mismo sentido) o no
- Fase relativa entre satélites del mismo plano
- Fase relativa entre satélites de planos adyacentes
- Altura operacional (h)
- Excentricidad (e): indica el grado de naturaleza elíptica o circular de la órbita (0 - 1)
- Anomalía principal (M): describe la posición instantánea de cada satélite en su órbita
- Inclinación (i): indica el ángulo formado por la órbita descrita con respecto al plano del Ecuador.
- Argumento del nodo ascendente (OMEGA): da una idea de la orientación de la órbita (argumento del punto de corte del plano orbital con el ecuatorial, respecto al punto de referencia fijo de la esfera celestial, el primer punto de ARIES)

-Argumento del Perigeo (omega): indica la posición en la órbita del Apogeo y Perigeo. En órbitas elípticas, la órbita en el apogeo se hará coincidir con la zona a la que se desea dar cobertura (donde orbita a menor velocidad).

Estos parámetros resultarán interesantes para el usuario-astrónomo, pero el cliente convencional se interesará por otros aspectos más prácticos:

- Tiempo de retardo de la transmisión. Dependerá directamente de la altura de la órbita y de la distancia al usuario (me-

nor de 400ms por el CCIR). Ahora la latitud no influye.

-Calidad del enlace, dado en BER (tasa de bit erróneos). Es una medida exclusiva de transmisiones digitales e indica el tanto por uno de bit transmitidos e interpretados de forma errónea.

-Disponibilidad del sistema, dado en % del tiempo en que el sistema está disponible desde el inicio de la llamada al receptor.

-Coste del servicio, condicionado por la inversión (número de satélites, arquitectura de constelación, tipo de lanzador - múltiple o de baja capacidad-...), coste operacional (sustitución de satélites y control de órbitas) y el grado de recuperación de la inversión.

También le interesará saber si dispone de la cobertura concentrada localmente (p.ej. para operaciones militares), regionalmente (p.ej. Estados Unidos o únicamente el hemisferio Norte, dada la evidente distribución de población del globo) o total (incluidos los polos). Este cliente tan preguntón también querrá conocer los servicios ofrecidos, para el cual el ingeniero ha definido los llamados «escenarios», dependiendo de si la transmisión se realiza en tiempo real (telefonía o intercambio de datos) o retardado (mensajería electrónica).

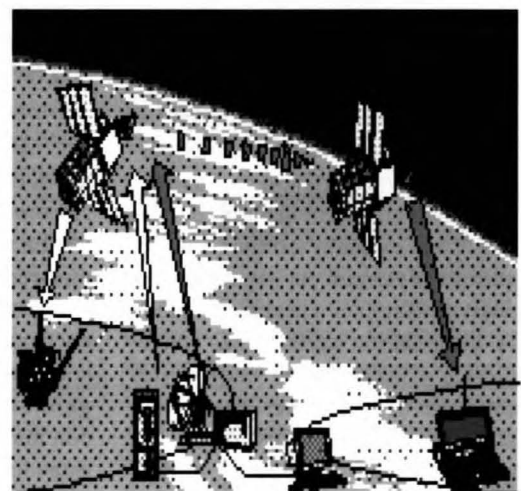


Figura 2.- En blanco, situación-1 de comunicación en tiempo real, con los usuarios en su zona. En oscuro, situación-1 para mensajería y datos. El satélite tiene capacidad de almacenaje en este último.

MODODEOPERACION. SERVICIOS

Para comunicaciones en tiempo real, tal y como puede presentarse una conversación telefónica normal, nos encontraremos tres situaciones. La primera de ellas consiste en una comunicación requerida a nivel local, es decir, cuando el usuario que inicia la llamada y el que la recibe se hallen en el mismo área de cobertura. En este caso, el satélite actuará como mero repetidor de modo transparente.

Señalemos aquí una diferencia con respecto a los sistemas celulares terrenos: en éstos las células (áreas de cobertura) permanecen fijas, y es el móvil el que cambia de una a otra, siendo necesario el llamado «handoff» o traspaso de control entre células adyacentes. En nuestro caso, es el satélite el que se mueve sobre la superficie de la Tierra y el que provocará el «handoff» (o cambio de control) entre el satélite que queda fuera de visión y el que se aproxima a la zona. El tiempo entre dos consecutivos dependerá de la constelación (de media o baja altitud) y su velocidad, localización del usuario (en los bordes se producirán con mayor frecuencia) y como no, de la antena de a bordo. Para un LEO se sitúa entre 2 y 4 min.

Una segunda, y probablemente la más frecuente en su vida operativa, consiste, supuesta siempre una estación de seguimiento como mínimo en cada área de cobertura, en un enlace entre nuestros usuarios furtivos, estaciones terrenas o una combinación de ambos. Cada estación terrena (o de seguimiento) tendrá en seguimiento a dos o tres satélites a la vez, enrutando la información hacia el más conveniente, y actuando de nuevo éstos como meros repetidores. Este enlace se repetirá tantas veces como sea necesario hasta alcanzar su destino final. Las estaciones estarán conectadas a la Red Local Pública de Telefonía (del país donde esté emplazada), dando la tan necesaria posibilidad de que el usuario terminal esté conectado a la red fija.

La tercera y más espectacular es la basada en enlaces espaciales entre satélites contiguos (ISL), bien en tecnología láser o bien vía radio. Ahora se complican algo los equipos de a bordo, dado que se incorporan mecanismos de conmutación y se realiza cierto procesado y enrutamiento en el satélite (aunque podría traspasarse las decisiones a la Tierra), evitando la reentrada de la señal en la atmósfera terrestre hasta su bajada final. Esto implica un continuo y preciso conocimiento de la posición de cada satélite. El sistema Iridium es el único, de los provistos de licencia previa hasta ahora, que hace uso de esta tecnología.

Es evidente la necesidad de un sistema de cobertura permanente ya que así no se producirán cortes en la llamada en ningún momento.

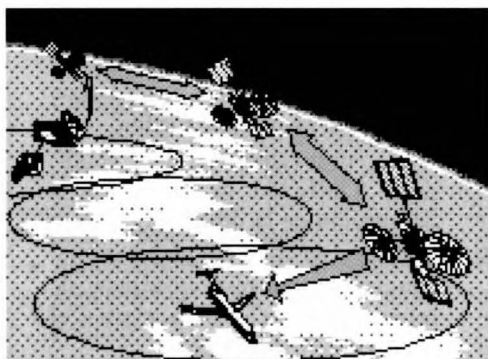


Figura 3.- Utilización de enlaces entre satélites en situación-3. En este caso, se forma una red real en el espacio, con capacidad de procesado y enrutamiento a bordo.

Para comunicaciones retardadas (mensajería), y de forma breve, las situaciones son ligeramente diferentes. En una primera el usuario-transmisor envía los datos, que son almacenados a bordo del satélite hasta que encuentra al usuario receptor bajo su cobertura, momento en el cual descarga la información. La segunda cuenta con los usuarios en la misma zona, estando provista la estación terrena de capacidad de almacenamiento; los datos se almacenan hasta tener a la vista un satélite con cobertura sobre el receptor. Una tercera, finalmente, de nuevo hace uso de los ISLs, almacenándose los datos a bordo has-

ta tener un nuevo satélite a la vista más próximo al receptor del mensaje final.

ARQUITECTURA

El ejemplo más general de arquitectura, y utilizado en los pliegos de solicitud de licencias, consta de cuatro segmentos: espacial, de usuario, terreno y de red.

SEGMENTOESPACIAL

Abarca todo lo concerniente al satélite (subsistemas de propulsión, alimentación, comunicaciones y telemetría,...), diseño de la constelación y lanzadores (normalmente múltiples).

Podrán enviarse a cotas LEO (500-2000 Km) o MEO (10000 - 20000 Km) y el número de satélites, para una cobertura global, dependerá de su altura operacional (mayor altura, mayor área cubierta por satélite y menor número necesario). Del mismo modo, cuanto más baja sea su órbita, menos potencia requerirán para conectar con el usuario y más ligeros y simples serán (y menos complejos).

Es común disponer en órbita de satélites de reserva, de modo que ante un eventual fallo de un elemento, pueda sustituirse en pocas horas bajo control terrestre. En caso de no disponer de ninguno, los satélites tratarán de suplir el hueco dejado por su congénere, distanciándose ligeramente y abarcando más Km. El usuario notará una ligera degradación en la calidad, pero se evita una ausencia total de servicio en un período, hasta su restablecimiento.

Si el satélite cubre solamente el Ecuador su órbita será ecuatorial (inclinación = 0°), mientras que a medida que abarca latitudes más altas, su inclinación se va incrementando. Para cubrir los polos las órbitas serán polares, de inclinación 90°.

En una aproximación hacia el diseño celular se dota al satélite de una antena tipo «multi-haz», de modo que cada uno cubre varias áreas de influencia. Para mantener la simetría se trata de utilizar las llamadas «coronas». Los diferentes haces son diseñados para que las células sean idénticas en tamaño, y el conjunto es com-

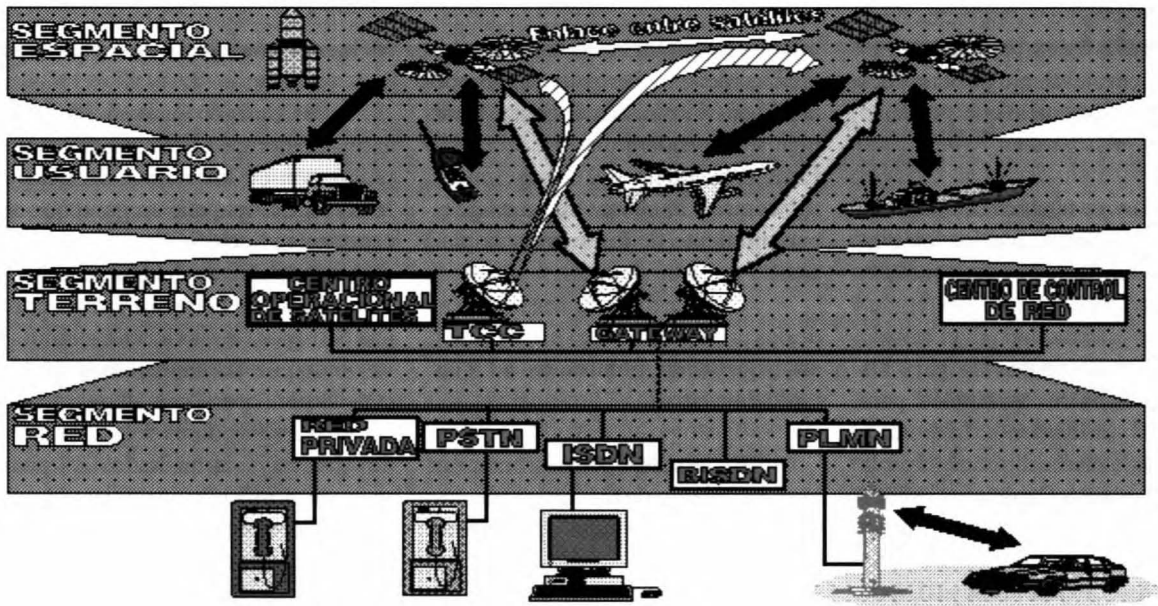


Figura 4.- Esquema general de un sistema MSS por medio de satélites LEO / MEO (telefonía). Cada satélite mantendrá cuatro tipos de enlaces: de usuario (oscuro), de telemetría y control (rayado), enlaces entre satélites (blanco) y de estaciones terrenas (trazo grueso).

pensando en potencia entre las centrales (de más potencia) con las más externas (de menor y más distancia al satélite), para que un usuario no note diferencias según el satélite pasa sobre él.

La vida operativa de nuestro amigo LEO (o MEO) acaba con la orden terrena de pasar a una órbita más baja, donde el rozamiento hace que regrese a la Tierra.

SEGMENTO TERRENO

El más utilizado comprende las «gateway» o pasarelas, el Centro de Control de Red (NCC) y el Centro de Control Operativo de Satélites (SOCC). Las pasarelas están conectadas, por

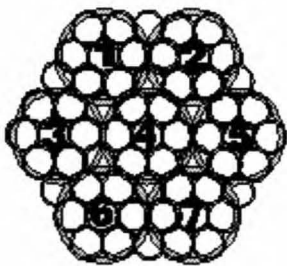


Figura 5.- División de la cobertura de la antena de usuario sobre la superficie terrestre. Cada subdivisión hace las veces de célula.

medio de una red digital dedicada, al NCC, y es éste quien distribuye la carga entre satélites (canales,...) y efectúa la tarificación y control operativo. Algunas estaciones tienen capacidad para enviar y recibir órdenes de telemetría y control de actitud, denominadas TCCs, en un canal separado (banda C). Éstas se envían al SOCC, que las procesa para adquisición, conmutación entre células o haces,... Todos los datos del NCC son enviados al SOCC, donde se controla y visualiza permanentemente cada uno de los satélites y se ordenan las correcciones pertinentes. Cada pasarela consta de la etapa RF, el control CDMA/FDMA-TDMA y el conmutador, que alterna los satélites en visión y satélites a extinguir (cada estación puede tener en seguimiento hasta cuatro satélites).

SEGMENTO DE USUARIO

Los terminales de los que dispondrá nuestro usuario-fugitivo serán de tres tipos:

- Fijos, para localizaciones rurales y residenciales.
- Transportables, para acceso de móviles.
- Personales o «de bolsillo», a veces dotado de doble funcionalidad:

tendrá acceso a la red PLMN si existiese cobertura (GSM), para conmutar al servicio de telefonía por satélite, en caso de no establecer conexión con el primero.

Con este último tipo se intuye la clara vocación de este servicio hacia las comunicaciones personales universales (PCS) y el enfoque de complementariedad para con la PLMN, más que de competencia, con que se quiere dotar al sistema.

Los terminales serán capaces de manejar voz y datos, y de proporcionar servicios de geolocalización.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SERVICIOS. TERMINALES Y TARIFAS.

Cada operador ha establecido ya sus tarifas previstas, pero con diversas modalidades. En general se tarificará en dólares por minuto de utilización, además de una cuota mensual de enganche. Iridium ha establecido su tarifa en 3 dólares el minuto, incluyendo todo tipo de extras de servicio, así como la utilización de la Red Telefónica Conmutada nacional a cualquier nivel (local, larga distancia e internacional).

El resto de contendientes ofrece precios más bajos, pero parecen no incluir el enrutamiento por las redes de telefonía fija, con lo que pueden o no resultar más baratas.

Hemos de tener en cuenta, en la fluctuación de estos precios facilitados, si están firmados los contratos con los fabricantes de satélites, comunicaciones y lanzadores. Es el mismo caso del precio propuesto para los diferentes tipos de terminales, para los cuales únicamente Iridium y GlobalStar lo han hecho con Motorola (\$2500/unidad) y Qualcomm (\$700/unidad).

LICENCIAS, POLITICA y BUROCRACIA

Inicialmente en la WARC '92 (comité encargado de distribuir el espectro a nivel mundial según utilización) en Torremolinos, se establece la primera asignación global de frecuencias para los servicios MSS:

1610-1626.5 MHz para enlaces ascendentes.

2483.5-2500MHz para enlaces descendentes.

23.18-23-38 GHz para enlaces entre satélites.

Distribuidos de forma que Iridium (TDMA/FDMA) obtiene 5.15 MHz de espectro dedicado de 1621.35 a 1626.5 MHz, mientras que el resto (CDMA) quedan alojados en 11.35 MHz, de 1610 a 1621.35 MHz, para enlaces ascendentes.

Los descendentes serán compartidos: 16.5 MHz de 2483.5 MHz a 2500 MHz.

Pero la competición real comienza con la adopción por parte del FCC Norteamericano de dicho espectro y la publicación de las condiciones para consecución de licencias de desarrollo y operación en EE.UU.

Para disfrutar de una de estas licencias se han especificado diversos requisitos, como el tener un diseño LEO y capacidad para proporcionar cobertura global y servicios MSS a lo largo y ancho de EE.UU. Dichas licencias iniciales tienen una duración

de 10 años, para construcción, lanzamiento y operación de la constelación, comenzando a contar a partir de la primera transmisión realizada. También se expenderá una licencia para Estaciones Terrenas y de seguimiento y control (10 años). Así, se exige el cumplimiento de los siguientes plazos:

-Comienzo de la construcción de dos primeros satélites en el primer año, quedando finalizados no más tarde de cuatro

-En tres años deberá comenzar la construcción de los restantes, encontrándose el sistema operacional en seis.

-Todos los 30 de Junio deberá entregarse un informe con la evolución del desarrollo.

El resto de los países interesados en la cobertura global han esperado, mostrando su interés con anterioridad, a que el FCC publicase sus especificaciones para elaborar las suyas. De hecho, los contactos y negociaciones comenzaron hace unos años, y éstas han culminado con la última y esperada WARC de Nov.'95 (Geneva-SUIZA).

En ésta, irrumpió en el programa, bajo presión USA, el omnipresente Bill Gates y su fabuloso proyecto Teledesic, cuando únicamente se pretendía asignar el espectro definitivo a los sistemas LEO y MEO. Los acuerdos finales entre europeos y americanos resultó:

-Se adelanta la disponibilidad de la vital banda de 2 GHz, del 2005 inicial al 2000, a nivel global (donde operarán los otros dos contendientes «no puros»: INMARSAT-P (ó P21) y AMSC y Celsat).

-Se asignan más frecuencias para enlaces con estaciones terrenas. Esto ha sido logro de los operadores, que se sienten a punto impacientes por comenzar con el desarrollo del mercado y salvan la última traba operativa (con GLOBALSTAR a la cabeza).

-Asignación a Teledesic de 400 MHz en la banda de 19 GHz y 29 GHz

La Comisión Europea trabajaba al mismo tiempo en el borrador de la regulación de los sistemas LEO y MEO en Europa, que asegure que el espectro radioeléctrico europeo encaje con el del resto del globo, incluido el USA, con licencias ya concedidas. Se espera la publicación definitiva, junto con las condiciones de licencias para operadores de segmento espacial, proveedores del servicio y de «gateways» a mediados del presente año. La Comisión no disimula ya su predilección por el más europeo de los proyectos: PROJECT-21/INMARSAT-P (de la corporación ICO), y cuya falta de información influye en el retraso de las licencias para telefonía móvil global.

En principio, tan sólo cinco contendientes inician la lucha: Iridium, Globalstar y Odyssey, con licencias concedidas por el FCC, y Aries y Ellipso, que han debido esperar a Enero para cumplir los requisitos financieros exigidos.

El espectro designado, los sistemas abriéndose paso, las patentes registradas, pero... ¿a cuántos de ellos encontraremos en el momento del lanzamiento?

En torno a Globalstar Telecommunications Ltd. se asociaron inicialmente Loral y Qualcomm, adhiriéndose más tarde otras operadoras de diferentes países. Tiene previsto el lanzamiento del primero de los 48 satélites a finales de 1997, aunque todavía no se ha decidido el lanzador. Contará con nueve satélites más de reserva en órbita y todos ellos tendrán una vida operativa de 7.5 años.

Entre los asistentes técnicos se encuentran Space Systems/Loral y Hyundai. La cobertura queda concentrada en las zonas templadas (100% de cobertura 70°S-70°N) y además, en busca de la simplicidad, se prescinde de los ISL «puesto que la mayoría de las llamadas efectuadas terminarán en el mismo área de cobertura», según Globalstar. Ésta se prestará por medio de 16 haces (con compensación de potencia) que cubrirán un área en total

de 5760 Km de diámetro. Se utiliza la llamada «diversidad», con la que el enlace GATEWAY-usuario se establece por medio de varios satélites a la vez (como se suele tener en visión), y que evita bloqueos y sombras. A esto último contribuye la utilización del sistema CDMA, así como confidencialidad, calidad y capacidad mejoradas.

Los terminales serán fijos (3W, similares a los celulares pero con micro y software de seguimiento de satélites), portátiles (600mW pico, antena de horizonte a horizonte, microPy software) y bi-modo (compatible con tecnología terrestre celular). Se proporcionará a los portátiles con tarjetas de identificación de usuario SIM (similar a las utilizadas en GSM). Su precio: «inicialmente menos de \$700 por terminal (todavía no contratado fabricante)». El servicio costará de \$.35 a \$50, dependiendo de la hora de utilización del servicio y sin contar con el extra de la tarificación de la Red Fija.

Es, sin duda, el competidor del gran IRIDIUM.

Motorola y otros 15 socios mundiales esperan efectuar el primero de los 66 satélites en Enero de 1997. En la fabricación intervienen ya gigantes como Lockheed, Raytheon, Telespazio, Sientific Atlanta y Telesat Canada. Tiene contratados los lanzadores para su primera generación: China Great Wall Industry Corp. (2 sat). Mc Donnell Douglas (5) y Krunichev Enterprises (7) llevarán a cabo los sucesivos. Motorola ya está ultimando los terminales, con un precio estimado de \$2500.

Los 66 satélites Iridium estarán apoyados por 12 más de reserva, orbitando a 645 Km de reserva (la altitud operativa = 780 Km). Describiendo órbitas polares de 86° harán posible tener en visibilidad al menos un satélite las 24h y en cualquier punto de la Tierra a partir de 1998.

Cada satélite proporciona una cobertura con 48 haces (con capacidad de hasta 256 usuarios cada célula) y se posibilitará la desconexión de células en zonas donde solapen con otras (polos) o zonas «prohibidas» políticamente.

Iridium reduce el número necesario de Gateways gracias a los ISLs incorporados (alojados de 23.18 a 23.38 GHz).

Los equipos terminales serán bi-modo (compatibles GSM), y tendrán un puerto, para manejar datos, incorporado.

El coste del servicio global ha sido tarifado en \$3/min, incluyendo servicios de gateway, regulación en el país en cuestión y acceso y utilización de la Red Conmutada Pública nacional.

Se estudia la compatibilidad con el sistema INMARSAT.

En España se espera contar con 50000 usuarios, con plena capacidad GSM.

Cabe destacar la negativa de Telefónica a formar parte del proyecto.

Su peculiar diseño divide su cobertura global en dos zonas (cuya frontera es el Trópico de Cáncer), cada una servida por su propia constelación:

-Ellipso Borealis.- 10 satélites en órbita elíptica, en planos con inclinación de 116.5° para evitar que el apogeo gire y se traslade (es en éste y sus proximidades donde proporciona el servicio), con apogeo de 7846 Km y perigeo de 520 Km (y aquí donde recarga sus baterías).

-Ellipso Concordia.- Para cubrir los trópicos y el Ecuador. Seis satélites en órbita circular ecuatorial de 8040 Km de altitud.

El objetivo de Ellipso es proporcionar al usuario dos satélites en visión directa por encima de los 40° Sur de latitud («por debajo no hay casi terrenos ni servicio previsto», según MCH Inc.). Esta doble cobertura evitará bloqueos físicos, sombra radioeléctrica y desvanecimientos.

Los satélites (que comenzarán a ser puestos en órbita a mediados de

1997) serán meros repetidores, realizándose todo el procesado en Tierra y Estaciones de Control Terrenas (SOCC y NCC). La antena de cobertura de usuario, a bordo, divide su haz en 31 sub-haces circulares (61 cuando se encuentra más bajo que el apogeo), cada uno independiente del otro. Las señales procedentes de estos haces se cambian de frecuencia y polarización y se envían a la Estación Terrena.

El sistema, según Mobile Communications Holdings Inc., gozará de la flexibilidad suficiente para acomodar un mayor número de satélites en caso de que la demanda así lo exija.

Los terminales serán similares en tamaño y funcionamiento a los celulares convencionales y sus tipos los ya comentados: portátiles, fijos y de bolsillo. Cada uno dispondrá de funciones tal y como son información de la calidad del enlace, localización y envío de pequeños mensajes, y la llamada «activación vocal» por medio de la cual el terminal permanecerá en stand-by mientras el usuario no envíe señal vocal (reduce interferencias con otros usuarios y ahorra energía), todo ello con tecnología CDMA.

Los servicios básicos ofrecidos serán telefonía (4.15 Kbit/s), transmisión de datos vía modem-Hayes (de 300 a 9600 baudios), buscapersonas y «geolocalización». Está previsto un precio para los primeros terminales portátiles de \$100, mientras que el coste por minuto será de \$.25 para abonados fijos y \$.50 para móviles.

Entre los fabricantes del sistema están Harris Corp., Westinghouse e Israel Aircraft Industries, y ya se han firmado los contratos para los lanzadores (Ariane y Eskos), con una capacidad de hasta 6 satélites por cohete. Hay que decir que todavía quedan partes en desarrollo, sin haberse cerrado el diseño final, y parece disponer de socios financieros hasta la fecha. Su mercado está principalmente enfocado a EE.UU.

TRW/Teleglobe crearon el sistema ODYSSEY, el único con diseño MEO dentro del grupo de los grandes LEO, enfocándolo a la conexión de clientes móviles con la PSTN.



La constelación consta de tan sólo 12 satélites, debido órbita de mayor altitud: 10354 Km. Cada antena está provista de 37 haces. TRW sostiene la tendencia común, con la que sus terminales tratarán de conectar primero con la red celular local, para conmutar a ODYSSEY en caso de no obtener respuesta.

A cada usuario se le asignará un código pseudo-aleatorio durante la llamada (CDMA) y empleará el haz y satélite con señal más potente. Los 19 haces por satélite soportarán un máximo de 2300 conversaciones simultáneas.

Los encargados de hacer llegar a su órbita, hacia el cuarto trimestre de 1998, serán Harris Corp., Hitachi, Northern Telecom, NEC, Mitsubishi y Stanford Telecom, entre otros.

ARIES

El sistema propuesto por CCI ofrece terminales bi-modo de dos tipos: personales y para vehículo. Éstos tratarán de conectar por medio de la portadora TDMA/CDMA y sus códigos establecidos con el usuario en lugares remotos o con el viajero mundial.

El primero de los 48 satélites será lanzado a finales de 1997. Los contratos con de los diferentes segmentos están todavía sin cerrar, pero algunas compañías como Martin-Marietta Astro Space y E-Systems ya han comenzado la construcción de prototipos.

Aún no siendo técnicamente LEOs, pero con un papel importante en el futuro de las comunicaciones globales, merecen mención:

INMARSAT-P (P21)

La organización basada en Londres, pero con capital mayormente europeo, apuesta fuerte con un sistema MEO de cobertura global de telefonía, con proyección para el año 2000. Es uno de los situados en la banda de 2GHz (autorizada para este uso a partir del 2000) y cuenta con el gigante de las comunicaciones por satélite COMSAT.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

BER - Bit Error Rate
 CDMA - Code Division Multiple Access
 DECT - Digital Cordless European Telephone
 DBS - Direct Broadcasting System
 FCC - Federal Communications Commission
 FDMA - Frequency Division Multiple Access
 GPS - Global Positioning System
 GSM - Global System for Mobile Communication
 ISL - Inter Satellite Link
 LEO - Low Earth Orbit MEO - Medium Earth Orbit
 MSS - Mobile Satellite Services
 NCC - Network Control Center
 PCS - Personal Communication Services
 PLMN - Public Land Mobile Network
 PSTN - Public Switching Telephone Network
 RDSI / ISDN - Red Digital de Servicios Integrados
 SOCC - Satellite Operation Control Center
 TDMA - Time Division Multiple Access
 UMPTS - Universal Mobile Personal Telecommunications Services
 UPT - Universal Personal Telecommunications
 WARC - World Radiocommunications Conference

Para la puesta en marcha de INMARSAT-P se ha creado la sociedad ICO Global Communications, con partícipes importantes como Hughes Electronics (grupo General Motors)

Es el más apoyado en Europa, lo que puede suponer, junto con el respaldo de INMARSAT, tener el futuro asegurado.

AMSC

De momento ofrece en sistemas globales no portátiles a partir de satélites geo-estacionarios, pero ya trabaja en un sistema MEO de 12 satélites y ha solicitado licencia de desarrollo. Ha decidido no competir de momento, a falta de cumplir los requisitos financieros del FCC.

Y, no estando diseñado para telefonía global, deberemos reseñar por su importancia.

TELEDESIC

El WARC '95 ha dado vía libre al proyecto conjunto de Bill Gates y al magnate de las comunicaciones Craig McCaw, y crean la sociedad TELEDESIC Corp.

Ambos recalcan que no es una inversión de sus respectivas

empresas (MicroSoft - McCaw Cellular Comm.) sino un proyecto personal de ambos.

El sistema constará de nada menos que 840 satélites a partir del 2001 que, con cobertura totalmente global, proporcionarán una capacidad por terminal de 2 Mbit/sg, estando enfocado a ordenadores personales y, sobre todo, a portátiles multimedia.

Se piensa que ganará el puesto a la fibra óptica en multimedia y se le está denominando 'la fibra venida del cielo'

PARA SABER MÁS

(1) G. MARAL / J-J. DE RIDDER / B. G. EVANS / M. RICHARIA, «*Low Earth Satellite Systems for communications*», International Journal of Satellite Communications Vol. 9, 209-225 (1991)

(2) LOU MANUTA, «*Big LEO Revolution*», Satellite Communication Marzo 1995

(3) J-J. DE RIDDER NOUVELLE, «*Les Systèmes futurs de télécommunications avec mobiles, par satellites*», Revue D'Aéronautique et D'Astronautique N° 4 - 1995