

¿Qué es...?

La historia de los satélites de comunicaciones es relativamente reciente, no llega a 50 años.

Historia de los satélites de comunicaciones

La primera referencia a lo que son hoy los satélites la hizo en octubre de 1945 el escritor británico de ciencia ficción *Arthur C. Clarke* quién publicó en la revista británica *Wireless World* el artículo titulado “*Extra Terrestrial Relays*” en el cual incluía la propuesta de un sistema de comunicación global utilizando estaciones espaciales hechas por el hombre. Clarke es autor también de la novela *2001: una odisea espacial* (1968). Esta propuesta, básicamente, era:

“Un satélite artificial a la distancia apropiada de la tierra puede hacer una revolución cada 24 horas, esto es, podría parecer estacionario sobre un punto de la superficie de la Tierra, y tendría un rango óptico de casi la mitad de la superficie terrestre. Tres estaciones repetidoras, con una separación de 120°

entre sí, pueden dar cobertura de señales de radio y microondas a todo el planeta”.

Esta idea comenzó a transformarse en realidad con el desarrollo del primer satélite artificial: el SPUTNIK 1 (*compañero de viaje* en ruso), que fue lanzado por la URSS el 4 de octubre de 1957 en una órbita elíptica de baja altura.

Este satélite sólo emitía un tono intermitente, y estuvo en funcionamiento durante 21 días, marcando así el inicio de la era de las comunicaciones vía satélite. Investigadores de la Universidad Johns Hopking comprobaron la posibilidad de determinar con gran precisión la órbita del satélite a partir del desplazamiento Doppler sufrido por la señal portadora de frecuencia 20 MHz que emitía (como

consecuencia del movimiento del satélite) y del conocimiento preciso de la posición del receptor que la sintonizaba, sentando la base tecnológica de los actuales sistemas de navegación GPS.

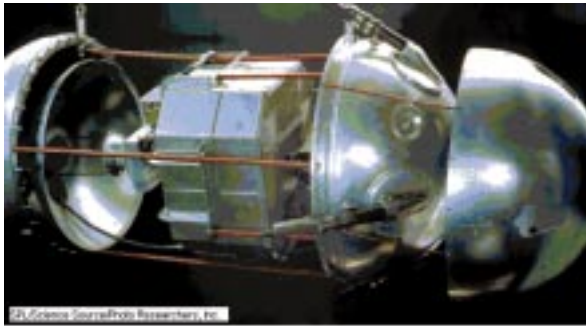
El SPUTNIK 1 era una esfera de aluminio de 58 cm de diámetro y con un peso de 83 kilogramos. Tardaba 96,2 minutos en dar la vuelta a la Tierra y describía una órbita elíptica que alcanzaba su apogeo a una altura de 946 km y su perigeo a 227 km.

Contaba con instrumentos que durante 21 días enviaron información a la Tierra sobre radiación cósmica, meteoritos y sobre la densidad y temperatura de las capas superiores de la atmósfera. Al cabo de 57 días orbitando la Tierra el satélite entró en la atmósfera terrestre y se destruyó por efecto del calor debido al rozamiento aerodinámico.

El año siguiente, el 31 de enero de 1958, los Estados Unidos lanzaron desde Cabo Cañaveral el EXPLORER y crearon la NASA, en plena época de la Guerra Fría. En ese momento se encontraba en órbita el SPUTNIK 2, con la perrita Laika a bordo, que duró 162 días en órbita. El EXPLORER era una nave cilíndrica de 14 kg de peso, 15 cm de diámetro y 2 metros de longitud, que estuvo transmitiendo mediciones de radiación cósmica y micrometeoritos durante 112 días, y aportó los primeros datos desde un satélite que llevaron al descubrimiento de los cinturones de radiación de Van Allen.

El 17 de marzo de 1958, los Estados Unidos lanzaron su segundo satélite, el VANGUARD 2 que





estuvo transmitiendo señales durante más de 6 años; a éste le siguió el satélite estadounidense EXPLORER 3, lanzado el 26 de marzo de 1958, y el soviético SPUTNIK 3, lanzado el 15 de mayo de ese mismo año. Este último, que pesaba 1.327 kg, efectuó mediciones de la radiación solar, la radiación cósmica, los campos magnéticos y otros fenómenos, hasta que dejó su órbita en abril de 1960. También, el 18 de diciembre de 1958 se lanzó el satélite SCORE que, con un peso de 70 kg puede considerarse, de alguna manera, como el primer satélite de “comunicaciones” aunque pasivo, pues disponía de un transmisor que radiaba la información contenida en un magnetófono, constituida por el mensaje de felicitación de Navidad del Presidente Eisenhower. Probablemente el primer satélite repetidor totalmente activo fue el COURIER, lanzado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos en octubre de 1960. Este transmitía conversaciones y telegrafía, pero solo duró 70 días. Fue el primer satélite de comunicaciones que usó paneles solares para obtener la energía que necesitaba.

El 10 de julio de 1962 se lanzó el TELSTAR 1, el primer satélite en transmitir señales de Televisión entre Estados Unidos y Europa. El SYNCOM 3 fue el primer satélite de órbita geostacionaria, lanzado por la NASA en 1963. Entre otras aplicaciones, se utilizó para transmitir los Juegos Olímpicos de Tokio en agosto del año 1964. El INTELSAT 1 mejor conocido como Pájaro Madrugador o *Early Bird* fue el primer satélite internacional de órbita geosíncrona, lanzado por el consorcio internacional INTELSAT desde los Estados Unidos el 6 de abril de 1965 y que, colocado sobre el Océano Atlántico, proporcionaba una capacidad de 240 circuitos de voz para uso comercial. El sistema MONLNIYA (*relámpago* en ruso) fue la primera red satelital doméstica, y fue lanzado en 1967 por la Unión Soviética; consistía en una serie de 4 satélites en órbitas elípticas con una cobertura de 6 horas por satélite. La Agencia Espacial Europea (ESA) comenzó sus lanzamientos (programa Eutelsat) en el año 1982 desde un centro espacial en la Guayana Francesa;

anteriormente, y como precursor experimental, se había lanzado en 1978 el Orbital Test Satellite (OTS), que aportó una valiosa experiencia sobre la utilización de las bandas de frecuencias de 14 GHz y 11 GHz. Estos satélites utilizando tecnología digital cubrían el servicio de televisión internacional de la Unión Europea de Radiodifusión (URE). El resto es historia reciente y en la actualidad hay satélites artificiales de comunicaciones, navegación, militares, meteorológicos, de estudio de recursos terrestres y científicos, de ayuda a la navegación, etc. cientos de ellos operativos y en distintas órbitas.

BANDAS DE FRECUENCIAS y ÓRBITAS

Las bandas de frecuencias habituales que se utilizan para las comunicaciones por satélite son las bandas de microondas, desde 1 a 40 GHz. Su denominación se da en la siguiente tabla. Aproximadamente tres cuartas partes del costo de un satélite

está asociado a su lanzamiento y a su mantenimiento en órbita. Una vez que el combustible para mantener la posición del satélite (correcciones de órbita) se agota, se acaba su vida útil y se convierte en chatarra espacial o cae de nuevo a la Tierra, desintegrándose.

La mecánica orbital, aplicada a los satélites artificiales, está basada en la mecánica celeste, una rama de la física clásica, que comenzó con dos gigantes de la física: Kepler y Newton durante el siglo XVII. Lagrange, Laplace, Gauss, Hamilton, y muchos otros, también contribuyeron al refinamiento matemático de la teoría, empezando con las nociones básicas de la gravitación universal, las leyes de Newton del movimiento y los principios de conservación de la energía.

Tipos de órbitas

Existen varios tipos de órbitas de los satélites artificiales, que se clasifican de acuerdo a su distancia de la Tierra (*geosíncrona*, *geostacionaria*, de *baja altura*, de

BANDAS DE FRECUENCIAS PARA LAS COMUNICACIONES POR SATÉLITE

Bandas	Rango de Frecuencias (GHz)	Servicio	Principales Usos
VHF	30-300 MHz	Fijo	Telemetría
UHF	300-1.000 MHz	Móvil	Navegación, Militar
L	1 - 2	Móvil	Emisión de audio, radiolocalización
S	2 - 4	Móvil	Navegación
C	4 - 8	Fijo	Voz, datos, imágenes, TV
X	8 - 12	Fijo	Militar
Ku	12 - 18	Fijo	Voz, datos, imágenes, TV
K	18 - 27	Fijo	TV, comunicación intersatélite
Ka	27 - 40	Fijo	TV, comunicación intersatélite

media alturay excéntricas), su plano orbital con respecto al Ecuador (*ecuatorial, inclinada y polar*), la trayectoria orbital que describen (*circular y elíptica*).

Órbita Geosíncrona: Es una órbita circular con un periodo de un día sideral. Para tener este periodo la órbita debe tener un radio de 42.164,2 km (desde el centro de la Tierra).

Órbita Geoestacionaria (GEO): Este tipo de órbita posee las mismas propiedades que la geosíncrona, pero debe tener una inclinación de cero grados respecto al ecuador y viajar en la misma dirección en la cual rota la Tierra. Un satélite geoestacionario aparenta estar en la misma posición relativa respecto a algún punto sobre la superficie de la Tierra, lo que lo hace muy atractivo para las comunicaciones a gran distancia.

Órbita de Baja Altura (LEO): Estas órbitas se encuentran en el rango de 640 km a 1.600 km entre las llamadas región de densidad atmosférica constante y la región de los cinturones de Van Allen. Los satélites LEO son muy usados en sistemas de comunicaciones móviles.

Órbitas de Media Altura (MEO): Son las que van desde 9.600 km hasta la altura de los satélites geosíncronos. Los satélites de órbita media son muy usados también en las comunicaciones móviles.

Órbita Ecuatorial: En este tipo de órbita la trayectoria del satélite sigue un plano paralelo al ecuador, es decir tiene una inclinación de cero grados. El ángulo entre el plano orbital y el ecuador se denomina inclinación de la órbita.

Órbitas Inclinada: En este curso la trayectoria del satélite sigue un plano con un cierto ángu-



Los satélites de comunicaciones constituyen un medio maduro y fiable para la difusión de información, de cualquier tipo

lo de inclinación respecto al ecuador.

Órbitas Polar: En esta órbita el satélite sigue un plano paralelo al eje de rotación de la Tierra pasando sobre los polos nor-

te o sur y perpendicular al ecuador.

Órbitas circulares: Se dice que un satélite posee una órbita circular si su movimiento alrededor de la Tierra es precisamente una

trayectoria circular. Este tipo de órbita es la que usan los satélites geosíncronos.

Órbitas elípticas (Molniya): Se dice que un satélite posee una órbita elíptica si su movimiento alrededor de la Tierra es precisamente una trayectoria elíptica. Este tipo de órbita poseen un perigeo (distancia mínima) y un apogeo (distancia máxima). En las órbitas elípticas la velocidad varía, siendo mayor en el perigeo y menor en el apogeo. Las órbitas elípticas pueden descansar en cualquier plano que pase por el centro de la Tierra.

En definitiva, los satélites de comunicaciones constituyen un medio, maduro y fiable, imprescindible para alcanzar aquellos puntos de la superficie terrestre de difícil acceso, para cubrir grandes distancias y para la difusión de información, de cualquier tipo, a un amplio conjunto de receptores, con gran capacidad y a un coste relativamente bajo. También, presentan inconvenientes como le sucede a cualquier otro sistema de comunicaciones por medios guiados o no guiados, destacando entre ellos la latencia que presenta la señal debido a la gran distancia que ha de recorrer, pero son una de las opciones a considerar para construir un sistema de radio-comunicaciones de banda ancha y un buen complemento de muchos otros. 🌸

José Manuel Huidobro

• Ingeniero Superior de Telecomunicación
• Marketing Information Manager. Ericsson España, S.A.