

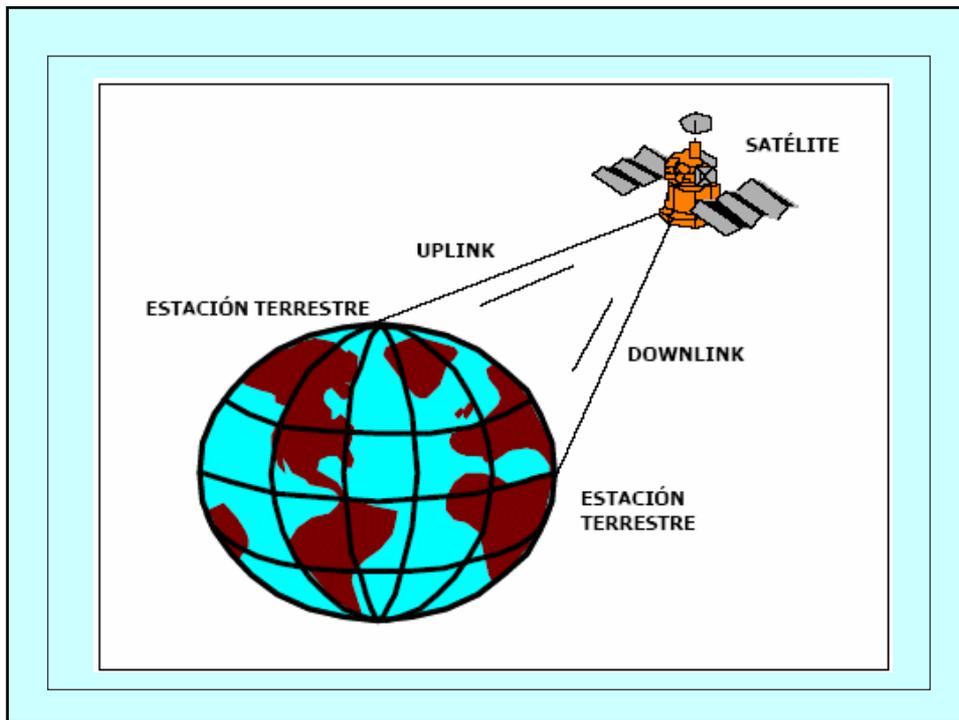
TELEVISIÓN VÍA CABLE Y VÍA SATÉLITE

Capítulo I:

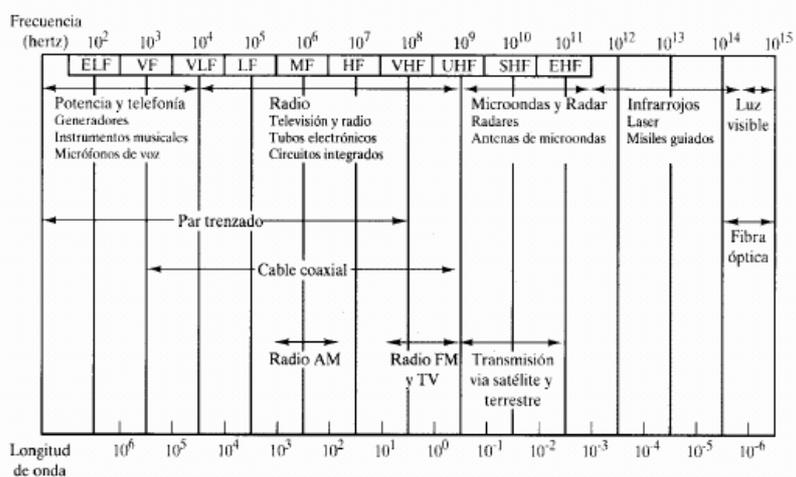
Televisión Vía Satélite

Definición de Comunicaciones por Satélite

- Sistema de telecomunicaciones que utilizan uno o más satélites, para lograr la reflexión de señales en la banda de microondas, generadas por una estación transmisora con el objeto de hacerla llegar a otra estación receptora.
- Generalmente, ambas estaciones están situadas en puntos geográficos distantes, sin alcance visual



Distribución del espectro electromagnético



Historia de las Comunicaciones Vía Satélite

Inicio de las comunicaciones vía satélite

* La era de los satélites de Telecomunicaciones apareció poco después de la II Guerra Mundial y gracias al descubrimiento del transistor en 1947.

* Arthur C. Clarke, escritor inglés de ciencia ficción fue el primero que expuso la idea de la utilización de satélites en órbitas geoestacionaria para las comunicaciones.

* Los primeros experimentos de utilización del espacio para propagación de radiocomunicaciones lo realizó el ejército americano en 1951 y en 1955 utilizando nuestro satélite natural, la luna, como reflector pasivo.

* El primer satélite espacial el Sputnik 1, lanzado en octubre de 1957 por la Unión Soviética, llevaba a bordo un radiofaro el cual emitía una señal en las frecuencias de 20 y 40 Mhz. Esta señal podía ser recibida por simples receptores. Solo estuvo en órbita tres semanas

4 de Octubre de 1957

Sputnik I (U.R.S.S.):

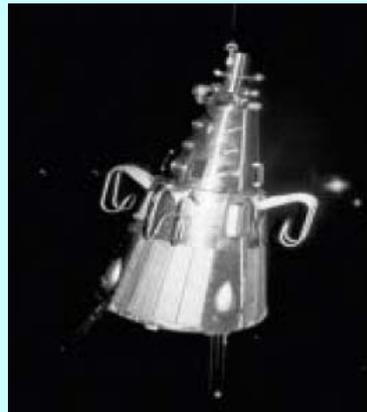
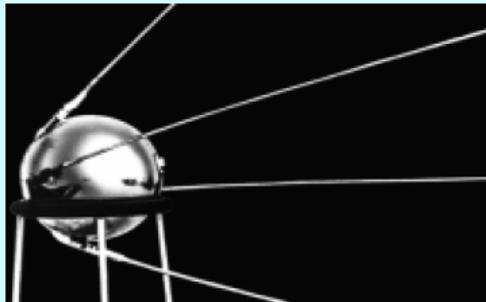


Órbita baja

58 cm de diámetro

Señales de radio de 31,5 MHz

Orbitaba la Tierra 16 veces cada 24 horas



Satélites SPUTNIK-I y II

Inicio de las comunicaciones vía satélite

* El primer satélite de comunicaciones verdadero, el Telstar 1, fue lanzado a una órbita terrestre baja, de 952 x 5632 km. El Telstar 1 se lanzó el 10 de julio de 1962. Tenía una capacidad para 600 canales telefónicos o un canal de televisión

* Un año después le siguió el Telstar 2. Las estaciones terrestres estaban situadas en Andover (Estados Unidos), Goonhilly Downs (Reino Unido) y Pleumeur-Bodou (Francia).

* Primer satélite GEOESTACIONARIO (26-7-64)

Syncom I (14-2-63) no llegó a colocarse en órbita

Syncom II (26-7-64)

syncom III (A principios de agosto del 64) . El 19 de agosto de 1964 se retransmitieron en directo las ceremonias de apertura de los juegos olímpicos en Japón. "En directo vía satélite":

Inicio de las comunicaciones vía satélite

- En 1964 Molniya (URSS)
Transmitía señales de televisión
Utilizaba una Órbita elíptica

Inicio de las comunicaciones vía satélite

- En julio de 1964 se aprueba la Resolución nº1721 de Naciones Unidas en la que se formó el consorcio Intelsat (International Telecommunications Satellite Organization = Organización Internacional de Telecomunicaciones por Satélite).
- Tiene por finalidad la explotación comercial de los satélites para el establecimiento de comunicaciones transoceánicas internacionales
- Lo formaban 75 países.
- El primer satélite lanzado por este consorcio fue el Intelsat 1, más conocido como Early Bird, que entró en servicio regular el 28 de junio de 1965, con 240 circuitos telefónicos. Era un cilindro de 0'72 metros de anchura por 0'59 metros de altura, y su peso era tan solo de 39 kg. Enlazaba EE UU y Europa
- En la actualidad la constelación Intelsat consta de 32 satélites cubriendo todo el globo.

Inicio de las comunicaciones vía satélite

1971 Segundo consorcio internacional
INTERSPUTNIK

1979 Tercer consorcio internacional
International Maritime Satellite Organization
INMARSAT

Pretendían proveer de comunicaciones móviles a escala mundial con fines comerciales, especialmente orientados a comunicaciones marítimas

1995 International Mobile Satellite Organization
Añadiendo a sus finalidades las comunicaciones móviles por aire y tierra y otros aspectos relacionados con la seguridad

Redes regionales de telecomun. por sat.

* El primer país que contó con un sistema interior fue Canadá que lanzó el Anik 1 (mediante un cohete norteamericano) en noviembre de 1972. España cuenta con su propio sistema de satélites, el sistema Hispasat.

* La red nacional más extensa de satélites fue desarrollada por la Unión Soviética a partir de abril de 1965.

* Los ingenieros soviéticos han perfeccionado también una estación terrestre móvil llamada Mars, transportable en tres contenedores. se ideó para la recepción de televisión en directo.

Otras Redes regionales

*ARABSAT: Organización árabe para comunicaciones por satélite.

*AUSSAT: Corporación australiana de satélites.

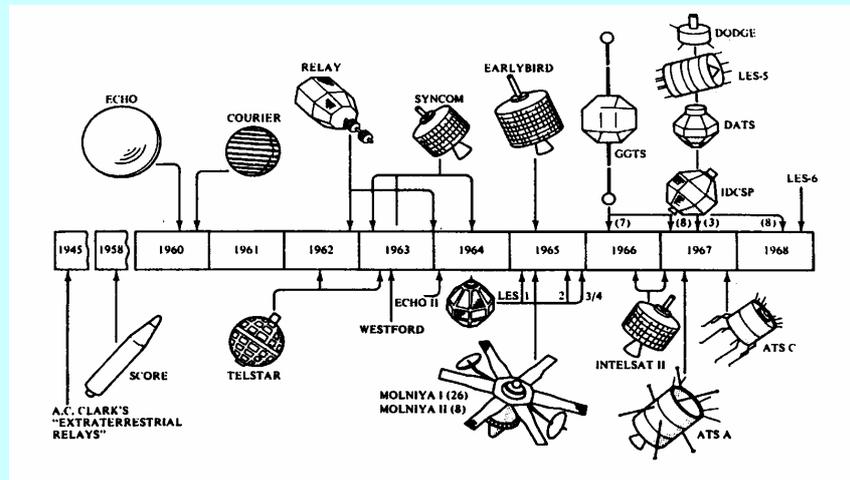
*EUTELSAT: Organización europea de telecomunicaciones por satélite.

*ASIASAT: Organización asiática de satélites.

*PANAMSAT: Empresa privada para la transmisión de televisión a Iberoamerica.

*HISPASAT: Sociedad española de satélites.

Inicio de las comunicaciones vía satélite



Lanzadores

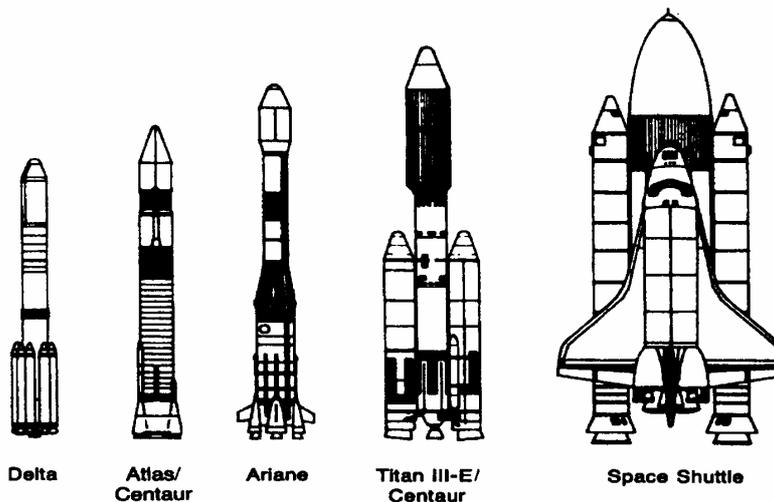
- Son los encargados de colocar a los satélites en su órbita correspondiente.
- Su elección dependerá del tipo de órbita, masa del satélite, coste tiempo de espera, etc
- Los diferentes lanzadores pueden clasificarse en.
 - Vehículos lanzadores no reutilizables:
 - » Terrestres
 - » Aerotransportables
 - Sistemas de transporte espacial STS
 - » (transbordadores)

Primeros Lanzadores

* Paralelamente al desarrollo de los satélites se avanzaba en la tecnología de los lanzadores.

Lanzador	País	Masa total (Ton)	Capacidad en baja órbita (kg)	Capacidad en órbita geostacionaria (Kg)
Pegasus	USA	18.5	325	-
ASLV	India	35	150	-
SCOUT	USA	22	230	55
M3 SII	Japón	62	770	60
Lance Cosmos C1	Rusia	-	700	-
N-II	Japón	135	2.000	720
Delta 3920	USA	190	3.000	1.247
Long March CZ-3	China	202	3.800	1.400
Delta II	USA	220	5.040	1.820
Atlas Centaur II	USA	163	6.100	2.300
H-II	Japón	256	10.000	4.000
Ariane	Europa	376	5.000	4.400
Titan III	USA	680	14.800	5.000
Proton	Rusia	700	20.000	5.000
STS	USA	2.000	29.000	8.800

Lanzadores operacionales a principios de los años 90
(no incluye transbordadores)



Evolución de los vehículos lanzadores



Lanzador ARIANE V

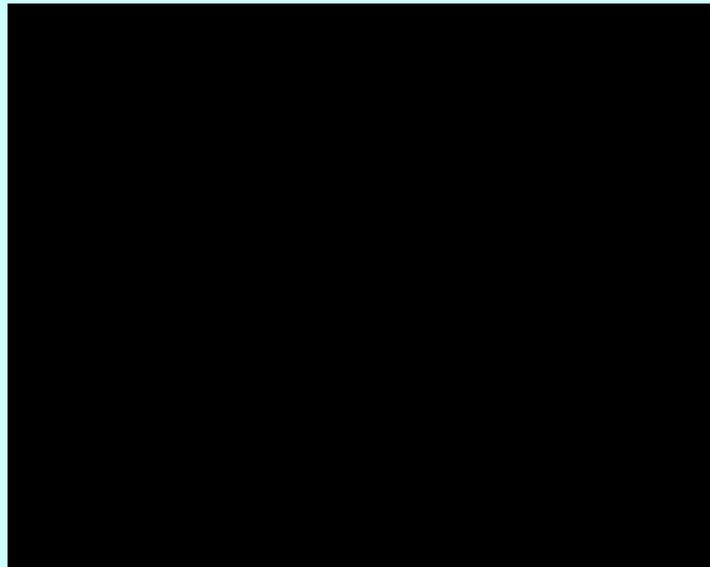


Transbordador espacial americano



Lanzador Pegasus

Lanzamiento
de un satélite



Composición del satélite

- **Plataforma espacial:** Conjunto de elementos necesarios para la operación y control del satélite.
- **Carga de Pago:** Equipamiento específico para la aplicación para la cual se ha diseñado el satélite: equipos de comunicaciones, militares, experimentos científicos, etc.



Satélite científico español MINISAT-01

**Satélite de
teledetección
ERS**

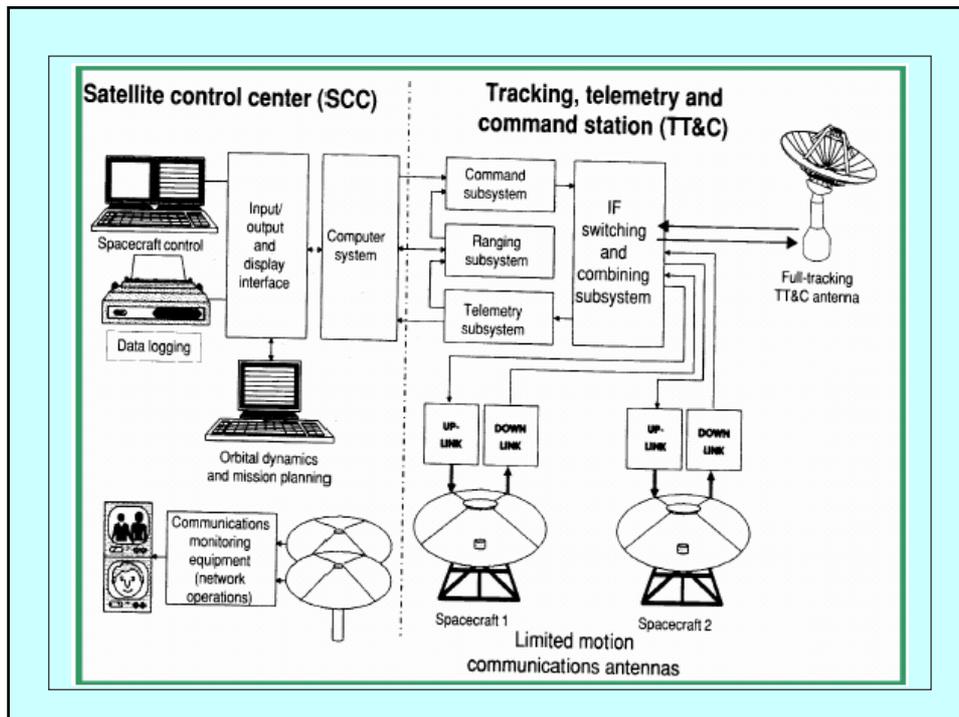




Satélite científico EURECA

Segmento terreno

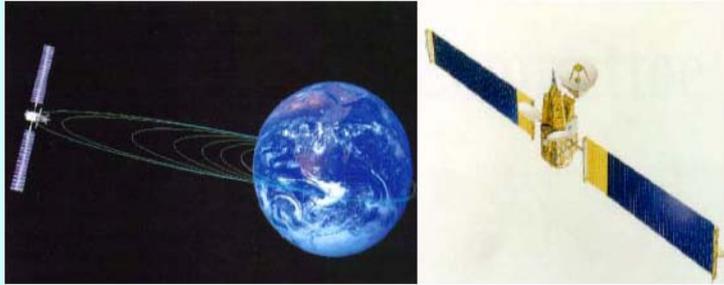
- Esta compuesto por:
 - **Centro de control del satélite:** Se encarga del control y análisis de la órbita y estado del satélite. También planifica las actividades a realizar
 - **Estaciones terrenas:** Son el interfaz con el satélite y existen dos tipos:
 - **Estaciones TT&C:** Están asociadas al de control y se encargan de intercambiar órdenes y datos para el control de la misión
 - **Estaciones receptoras:** Encargadas de la recepción de la información de interés proveniente del satélite



Aplicaciones

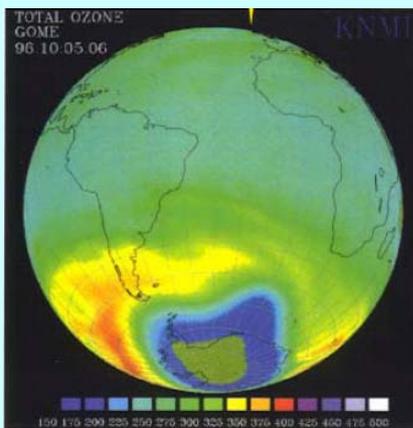
- Servicio de radiodifusión
- Servicio de comunicaciones fijas y móviles
- Servicio de radionavegación
- Servicio de exploración de la tierra mediante teledetección
- Servicio de localización de emergencias
- Aplicaciones científicas
- Aplicaciones tecnológicas
- Aplicaciones militares

Aplicaciones



Servicio de comunicaciones

Aplicaciones



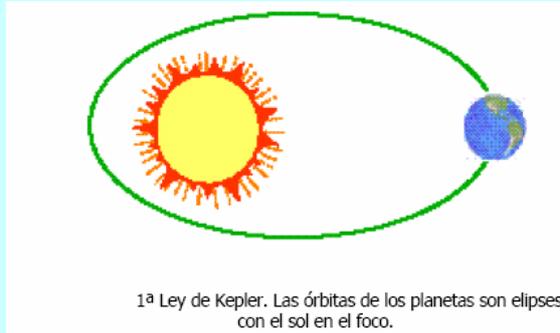
Aplicaciones de teledetección



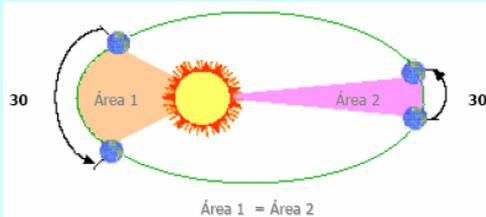
Aplicaciones de salvamento

Las órbitas

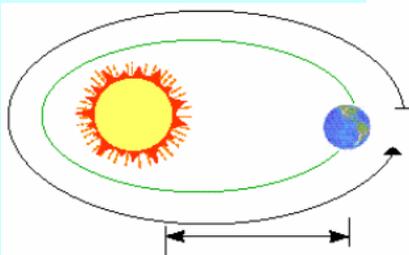
- * Se puede definir como la trayectoria que sigue el satélite en su movimiento alrededor de la tierra. Dependiendo de su misión seguirá una órbita concreta.
- * El movimiento de los satélites artificiales alrededor de la tierra sigue los mismos principios que el movimiento de los planetas alrededor del sol. Este ha sido modelado según las leyes de Kepler



Las órbitas



2ª Ley de Kepler. Las órbitas de los planetas barren áreas iguales en tiempos iguales.



3ª Ley de Kepler. El cuadrado del período es proporcional al cubo del semi-eje mayor de la elipse.

Las órbitas

* Atendiendo a la figura geométrica descrita por la trayectoria seguida por el satélite, las orbitas se pueden clasificar en:

Circulares: En este caso la altura del satélite permanece cte. respecto a la tierra y la velocidad permanece constante dentro de la órbita

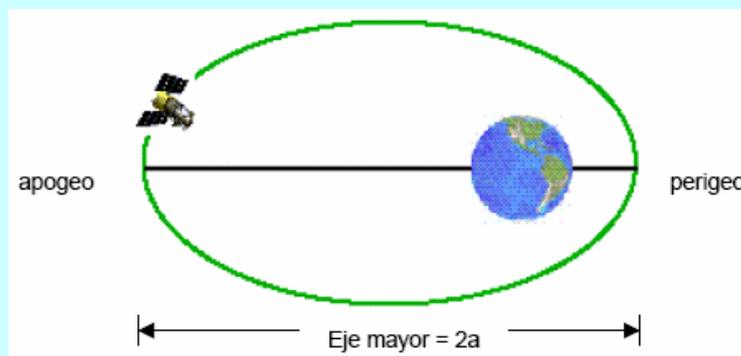
Las más usadas son:

- **Geoestacionaria:** Se encuentra a 36.000Km sobre la tierra en el plano ecuatorial
- **Polar heliosíncrona:** Son órbitas de baja altura (LEO), hasta los 1000Km

Elípticas: En este caso la altura del satélite no permanece Cte. con respecto a la tierra. Se denomina perigeo al punto al punto de la órbita mas cercana la superficie terrestre y apogeo al más alejado. La velocidad del satélite no es cte. En la órbita.

Las órbitas

- Tamaño de la órbita: queda definido por el semieje mayor, que es la mitad de la distancia entre el punto de más cercano a la tierra (perigeo) y el más alejado (apogeo)



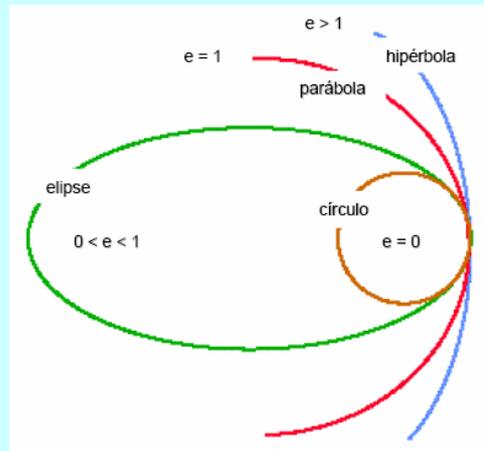
Las órbitas

- Forma de la órbita: Este viene definida por la excentricidad (e)

$$e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$$

donde *a* es el semieje mayor
b es el semieje menor

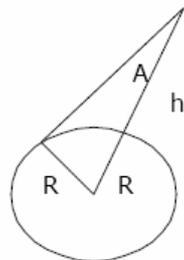
- Círculo
- Elipse
- Parábola
- Hipérbola



GEOMETRÍA ORBITAL

Órbita geoestacionaria:

- $T_s = 23h 56' 4,00954''$
- $R_s = 42165 \text{ Km}$
- $V_s = 3,0747 \text{ Km/s}$
- $e = 0$ (excentricidad)
- $i = 0$ (inclinación)
- $h = 35787 \text{ Km}$



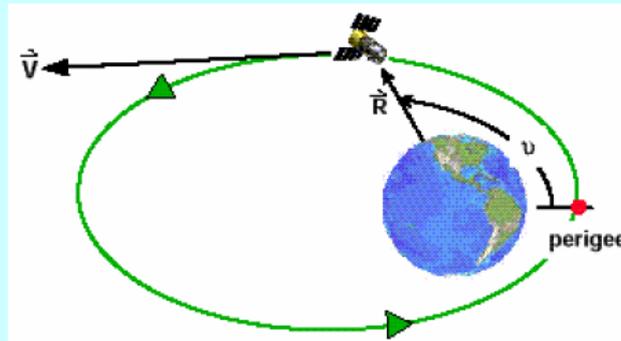
Ángulo de visibilidad (A)

$$\text{Sen } A = R / (R + h)$$

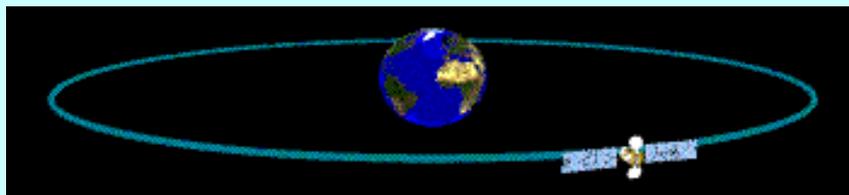
h	R	A
100		79,9 °
1000		59,8 °
10000	6378	22,9 °
35786		8,7 °

Las órbitas

- Posición del satélite: Ésta se determina midiendo el ángulo entre el perigeo y la posición del satélite en ese instante en el sentido de movimiento de éste.



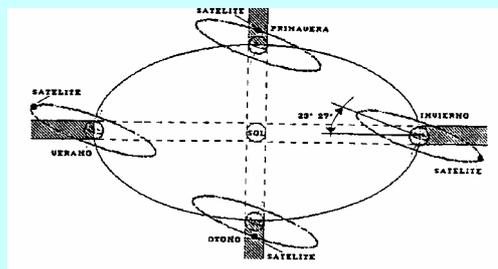
Órbitas geoestacionarias



- Una órbita geosíncrona es aquella que su período es igual al de rotación de la tierra y su inclinación y excentricidad pueden tomar cualquier valor.
- La órbita geoestacionaria es una órbita geosíncrona, circular y colocada en el plano ecuatorial
- Con estas características solo existe una sola órbita situada a 35786 Km de altura

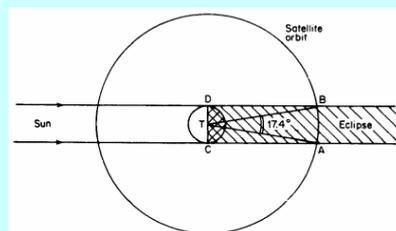
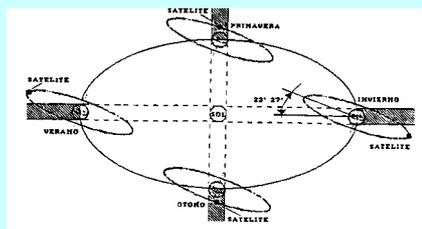
Eclipse solar

- Se trata de un eclipse solar para el satélite que se produce cuando se coloca la Tierra entre el satélite y el Sol, éste no se "ve" desde el satélite.
- Ocurre dos veces al año en las proximidades de los equinoccios de primavera y de otoño: en estos momentos los dos polos de Tierra se encuentran a la misma distancia del Sol que ilumina por igual ambos hemisferios terrestres. Entonces, en la medianoche para la longitud del satélite, éste, la Tierra y el Sol se encuentran perfectamente alineados (la Tierra en medio).



Eclipse Solar

- Este fenómeno no ocurre en otros momentos del año debido a la inclinación de la órbita geostacionaria (plano ecuatorial) con respecto a la órbita de la Tierra en torno al Sol, que es de 23 grados y 27 minutos.
- En la noche misma del equinoccio la duración del eclipse es de 73 minutos. En los días antes y después del equinoccio la duración del eclipse disminuye hasta que deja de existir 21 días antes y después del equinoccio.



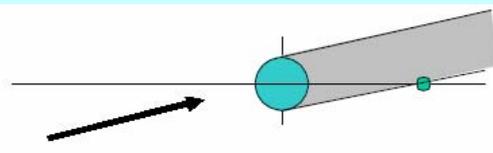
Consecuencias del Eclipse Solar

- Las células fotovoltaicas no generan energía eléctrica al satélite.
- Es necesario instalar baterías en los satélites, que suministren la energía suficiente para que los subsistemas de a bordo sigan funcionando
- Estas baterías se cargan en las horas de luz y alimentan los equipos durante el tiempo de oscuridad de los eclipses. Estos satélites de comunicaciones poseen amplificadores de entre 15 y 50 vatios, para los que bastan las baterías (cuyo peso es una parte importante del peso total del satélite).

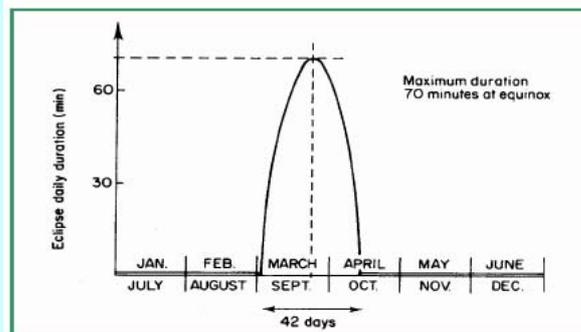
Eclipse Solar

Primer día de eclipse

SOL



Duración temporal del eclipse



Puesta en órbita Geoestacionaria

- La Operación de poner un objeto en una órbita geoestacionaria se realiza en varias etapas.
- 1.- Con la ayuda de un cohete impulsor (en el caso de Estados Unidos se usa además un transbordador) se transporta el satélite a una órbita de espera circular, a 200 ó 300 kilómetros de la Tierra.
- 2.- En un segundo paso se envía el satélite a una órbita de transferencia elíptica, cuyo apogeo se sitúa a unos 36.000 kilómetros.
- 3.- Después de varias vueltas alrededor de la Tierra, que permiten calcular con precisión la órbita actual y la geoestacionaria futura, se arranca un motor en el momento de paso por el apogeo. Con ello se pondrá el satélite en órbita casi geoestacionaria.

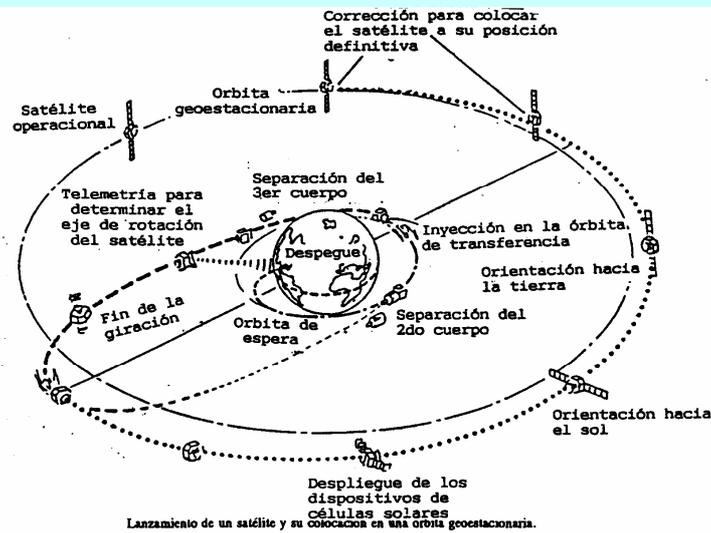


Puesta en órbita Geoestacionaria

- 4.- El satélite, que aún no se encuentra en su posición exacta, va derivando hasta que se coloca en la longitud exacta. En ese momento desde la estación terrena se da la orden de estabilización de la velocidad (a 3,0746 Km/s) y de la orientación.
- Por último, tras comprobar el correcto funcionamiento de los equipos de a bordo, se pone el satélite a disposición de la entidad encargada de su explotación.

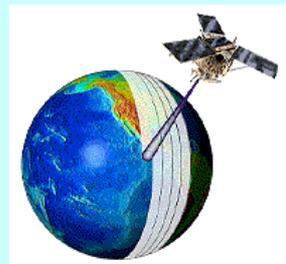
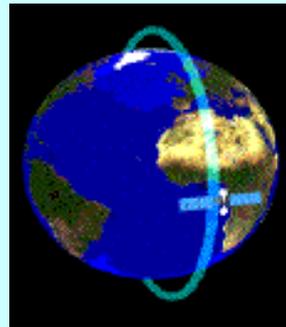


Puesta en órbita satélite geoestacionario



Órbitas Polares

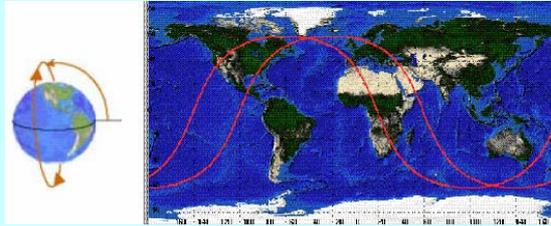
- Son órbitas circulares de baja altura, utilizadas para Teledetección, satélites que observan la tierra con fines científicos o militares.
- Parámetros característicos:
 - Periodo: $T \approx 90$ minutos
 - Excentricidad: $e \approx 0$
 - Inclinação: $i \approx 90^\circ$
 - Altura: $h \leq 1000$ km
 - Velocidad del satélite
 $V_s \approx 8$ Km/s



Orbitas Polares

• **Ventajas:**

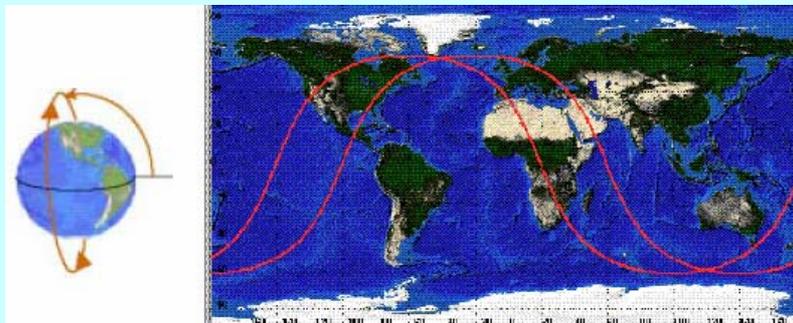
- Puede observar toda la superficie de la tierra, tras varias órbitas, debido al movimiento de rotación de la tierra
- Necesita menos potencia en los transmisores de abordo, debido a su cercanía a la tierra. Puede conseguir imágenes con altas resoluciones (metros o centímetros)
- Se suelen elegir órbitas heliosíncronas, es decir va explorando las zonas con las mismas condiciones de luz solar, cuya inclinación es algo superior a los 90°
- La puesta en órbita es más económica debido a su proximidad



Orbitas Polares

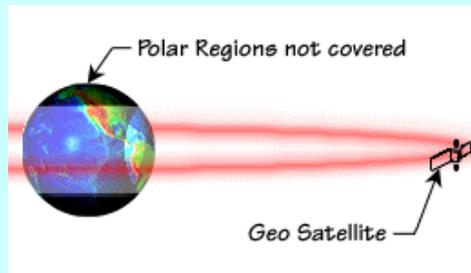
• **Desventajas:**

- Necesita una antena capaz de seguir al satélite cuando éste está visible.
- El sistema de apuntamiento de la antena es más complicado y más costoso



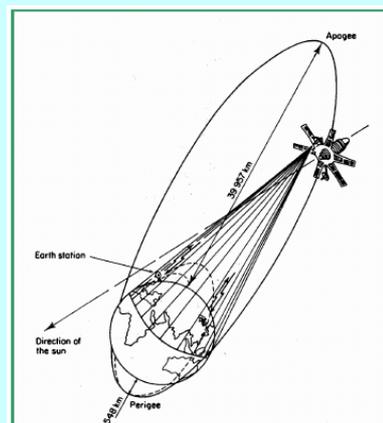
Órbitas Elípticas

- Poseen un valor de excentricidad ($0 \leq e \leq 1$). Por lo tanto, velocidad superior en el perigeo e inferior en el apogeo.
- Dentro de la órbitas elípticas existen varios tipos.

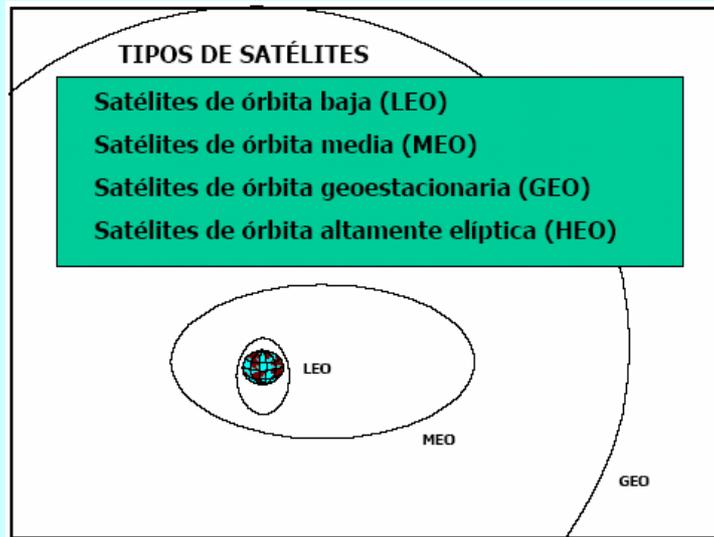


Órbitas Elípticas

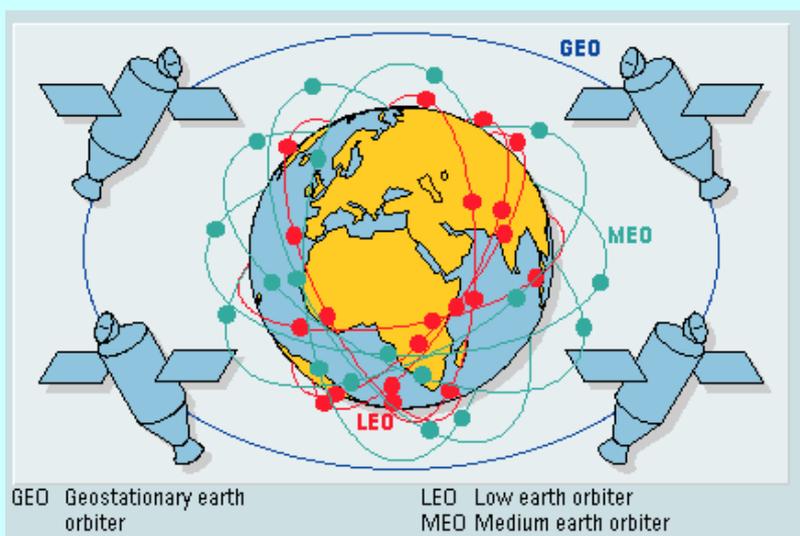
- Una de las más usadas es la "Órbita Molniya"
- Esta órbita es semisíncrona (periodo orbital 12 h)
- Sus parámetros:
 - Periodo: $T = 11\text{h } 58' 2''$
 - Excentricidad: $e = 0,71$
 - Inclinación: $i = 63,4^\circ$
 - Semieje mayor $a = 26.556\text{ Km}$
 - Altura perigeo 1250 km
 - Altura apogeo 39105 Km



Tipos de satélites por su órbita



Tipos de satélites por su órbita



Tipos de satélites por su órbita

* Satélites de Órbita Baja (LEO)

Utilizan órbitas circulares (320 - 800 Km)

Tarda 90' en dar una vuelta completa a la tierra.

Se necesita más de 40 satélites para la cobertura total.

Utilizan Bajas potencias de transmisión

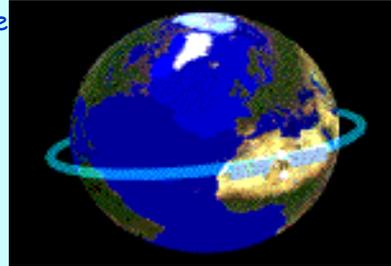
Bajo Consumo

Estaciones terrestres de menor coste

Utilizan antenas omnidireccionales

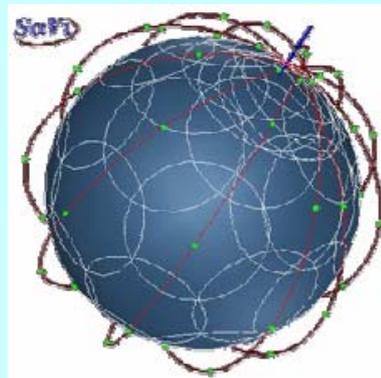
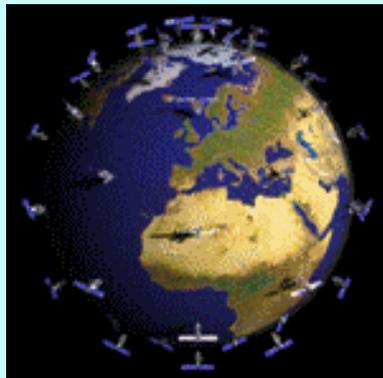
La puesta en órbita es de bajo coste

Bajo retardo en la señal (≈ 10 ms).



Tipos de satélites por su órbita

* Satélites de Órbita Baja (LEO)



Sistema IRIDIUM
66 satélites en 6 órbitas

Tipos de satélites por su órbita

* Satélites de Orbits Media (MEO):

Utilizan órbitas elípticas(4000 - 15000 Km)

Tardan entre 6 y 8 horas en dar la vuelta a la tierra

Se necesitan de 10 a 15 satélites para abarcar toda la Tierra.

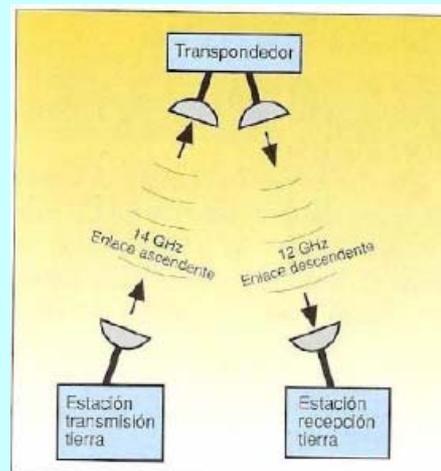
Utilizan potencias de transmisión medias. Mayor consumo que LEO

Puesta en órbita de mayor coste que LEO

Retardo en la señal < 70 ms

Componentes de un sistema de comunicaciones por satélite

- Segmento espacial:
Satélite
- Segmento terreno:
Estaciones terrestres
- Una **Sistema Satelital** se comporta como una **estación repetidora situada en el espacio**, al que se conectan **estaciones terrestres por medio de enlaces de microondas**.



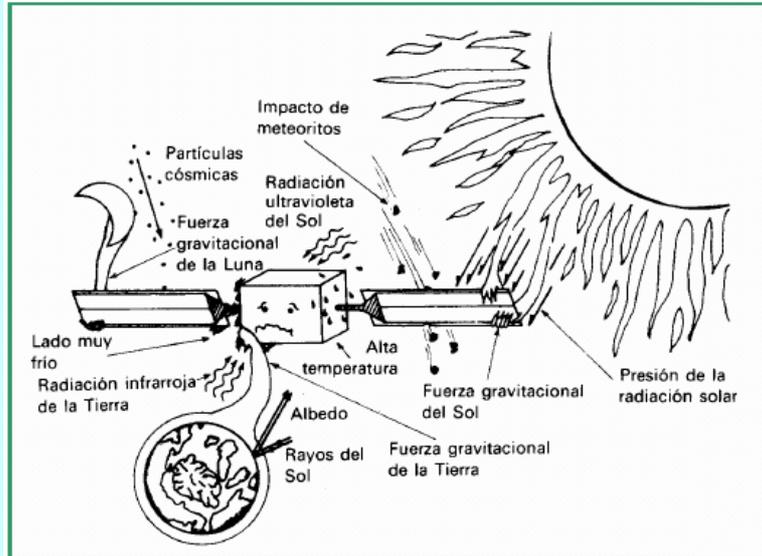
Segmento Espacial: Satélite

- Estación retransmisora de telecomunicaciones situada en el espacio por un tiempo limitado (vida útil del satélite 8 -18 años), que recibe señales de telecomunicaciones de voz, datos y video desde la tierra, las amplifica, cambia de frecuencia y las transmite a otras estaciones terrestres.
- Está compuesto por:
 - Estructura del satélite
 - Subsistema de comunicaciones
 - Subsistema de generación y distribución de potencia
 - Subsistema de estabilización
 - Subsistema de control de temperatura

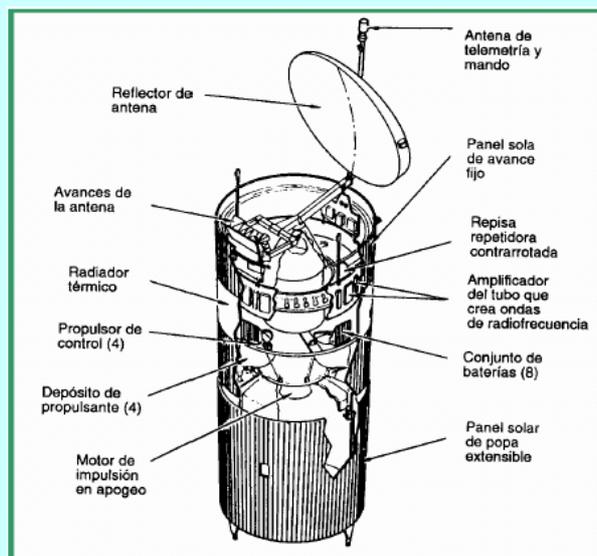
Estructura del satélite

- Es el armazón que sostiene a todos los equipos que forman al satélite, que le dan la rigidez necesaria para soportar las fuerzas y aceleraciones a las que se ve sometido desde el momento en que abandona la superficie de la tierra.
- Cuando llega a su posición orbital final, el satélite se ve afectado por impactos de micrometeoritos, presiones de radiación de las antenas, fuerzas de atracción de la Tierra, la Luna y el Sol y empujes generados por su propio subsistema de propulsión.
- Los materiales más comunes para este fin son aluminio, magnesio, titanio, berilio, acero y varios plásticos reforzados con fibra de carbono; de estos el berilio es el más caro.
- Debe ser:
 - Duradero
 - Resistente
 - Ligero

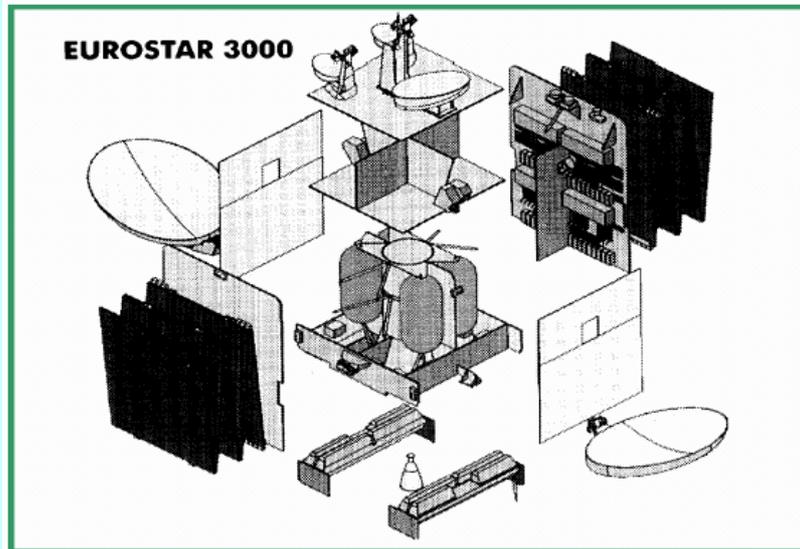
Influencias sobre el satélite



Estructura cilíndrica



Estructura cúbica



Segmento Espacial: Satélite

- Estación retransmisora de telecomunicaciones situada en el espacio por un tiempo limitado (vida útil del satélite 8 -18 años), que recibe señales de telecomunicaciones de voz, datos y video desde la tierra, las amplifica, cambia de frecuencia y las transmite a otras estaciones terrestres.
- Está compuesto por:
 - Estructura del satélite
 - **Subsistema de comunicaciones**
 - Subsistema de generación y distribución de potencia
 - Subsistema de estabilización
 - Subsistema de control de temperatura

Subsistema de Comunicaciones

- Está formado por:
 - Antenas:
 - Permiten captar señales provenientes de la Tierra, a través de los enlaces ascendentes (uplink) y retransmitir hacia ella a través de los enlaces descendentes (downlink).
 - Transpondedor
 - Cambian la frecuencia de la señal recibida y la retransmiten a la Tierra
 - Amplificador de potencia
 - Amplifican las señales del enlace ascendente

Tipos de Antenas

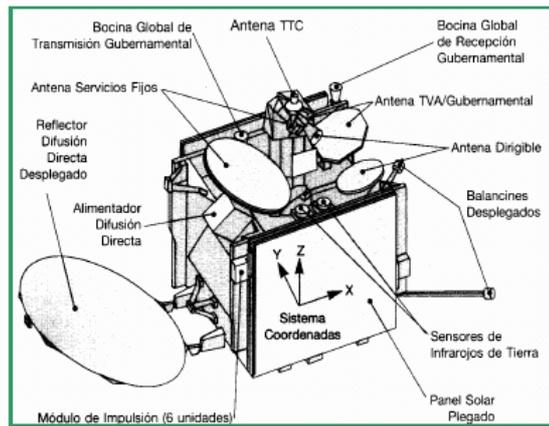
- El diseño de las antenas está condicionado por la aplicación y la cobertura requerida.
- Se pueden distinguir 4 tipos básicos de antenas más utilizadas:
- **Antenas de hilo:** Monopolos y dipolos usados en bajas frecuencias con cobertura omnidireccional y aplicado entre otros al sistema de TT&C
- **Antenas de bocina:** Suele usarse en coberturas globales o como alimentador de reflectores en aplicaciones de coberturas más directivas.
- **Antenas con reflectores parabólicos:** Son ampliamente usadas en aplicaciones de comunicaciones y radiodifusión.
- **Array de antenas:** Grupos de antenas para lograr coberturas conformadas

Tipos de Antenas

TIPOS DE ANTENAS

Antenas reflectoras

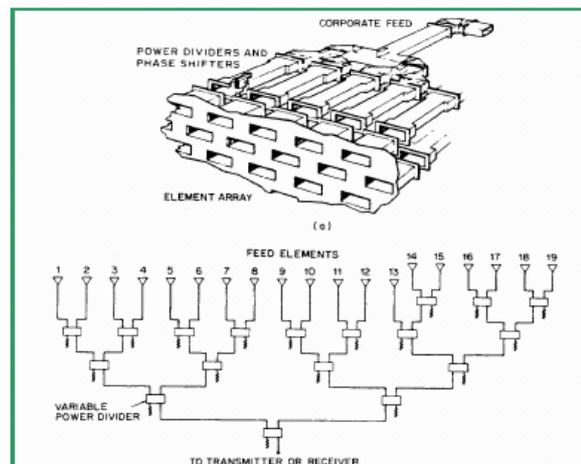
Antenas de bocina



Tipos de Antenas

TIPOS DE ANTENAS

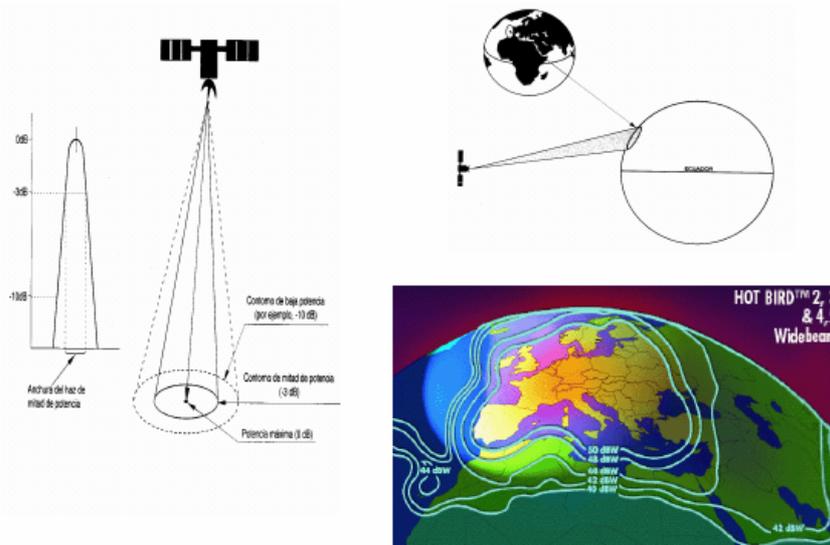
Antenas phased array



Tipos de Antenas

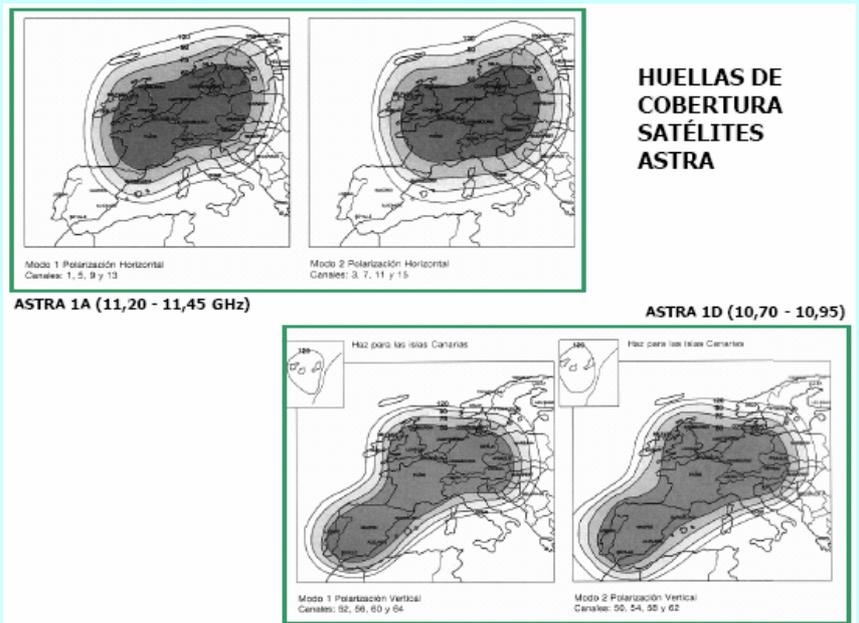
- Atendiendo a la cobertura pueden clasificarse en los siguientes grupos:
- **Antenas de haz global:** El diagrama de radiación cubre una amplia zona terrestre.
- **Antenas de haz puntual (spot):** El diagrama de radiación cubre una zona muy restringida.
- **Antenas de haz conformado:** El diagrama de radiación toma la forma de un patrón para cubrir las zonas de interés. Suelen lograrse dichos diagramas mediante uso de reflectores conformados, alimentadores multibocinas o arrays de antenas.
- **Antenas multihaz:** Es una variante de la anterior, donde el diagrama de radiación tiene varios haces cubriendo zonas independientes entre sí.

Huella del satélite sobre la Tierra



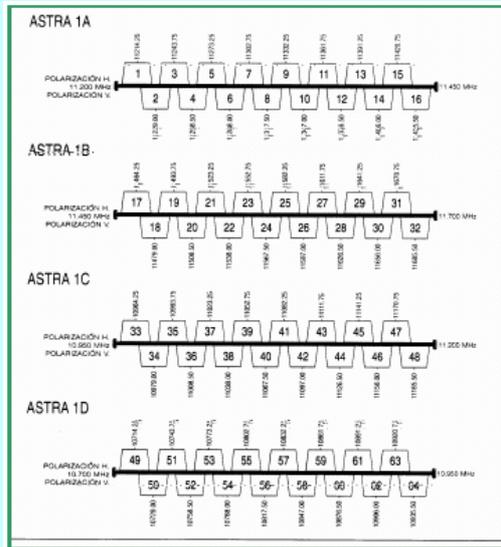
Cobertura de un satélite

- Es la zona de la superficie terrestre delimitada por un contorno de densidad de flujo de potencia constante, que permite obtener la calidad deseada de recepción en ausencia de interferencias. Viene determinada por la configuración de la antena emisora.
- La cobertura de un satélite es una de las informaciones principales acerca del mismo, para saber la zona desde la que se puede conectar con él. Esta zona de cobertura se puede definir en función de la potencia radiada por el satélite o bien en función de la densidad superficial de potencia que genera en la tierra.
- La zona de cobertura máxima, o cobertura radioeléctrica, se alcanzaría con una antena de haz global que radia para cubrir el máximo de superficie (se alcanzaría una cobertura aproximada de un 42.2% de la superficie terrestre).



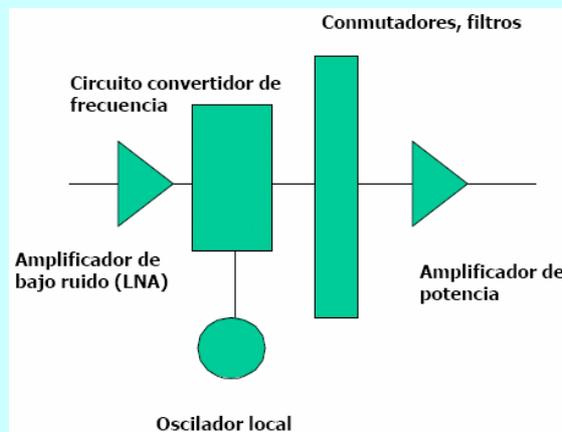
Polarización

- Para incrementar la capacidad de comunicaciones suele usarse el reuso de frecuencias mediante el uso de polarizaciones ortogonales, lo que exige que la antena disponga de dos reflectores, uno para cada polarización, aunque incorporados sobre la misma estructura física

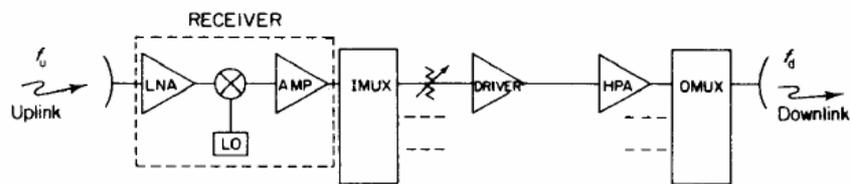


Transpondedor

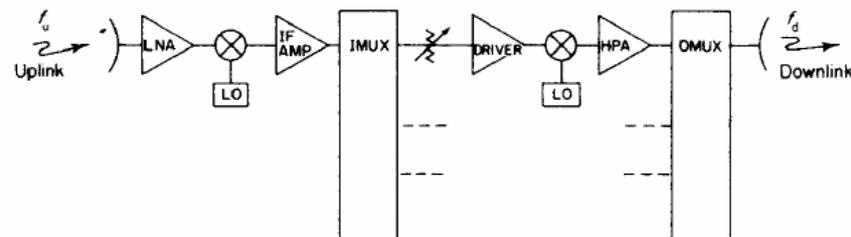
- Su estructura a nivel de bloques puede ser la siguiente:



Transpondedor



(a) Single frequency conversion



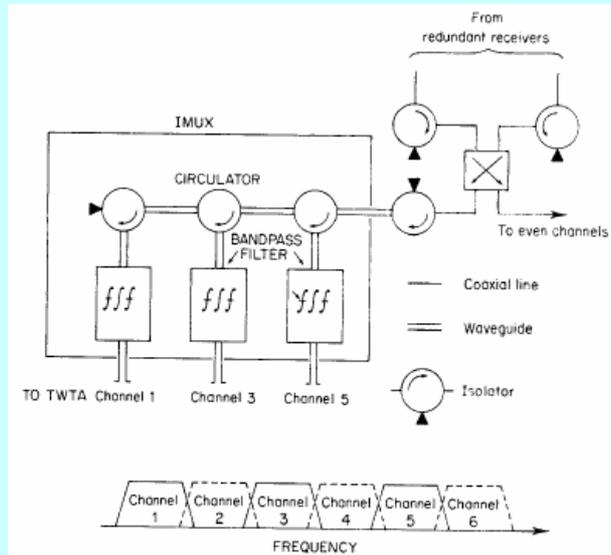
(b) Dual frequency conversion

Multiplexores de entrada salida

- Son elementos pasivos, los multiplexores de entrada dividen el ancho de banda total en diferentes subbandas (canales) mientras que los de salida se encargan de combinar las señales de los diferentes canales en una única salida.
- Los diferentes canales no son completamente contiguos y se separan ligeramente (banda de guarda) para disminuir el efecto de la interferencia asociada al canal adyacente.
- Las ventajas que ofrece la canalización son:
 - El número de portadoras por canal se reduce, lo que disminuye los efectos de los productos de intermodulación.
 - Permite obtener el nivel de potencia del enlace descendente a cada canal por separado.

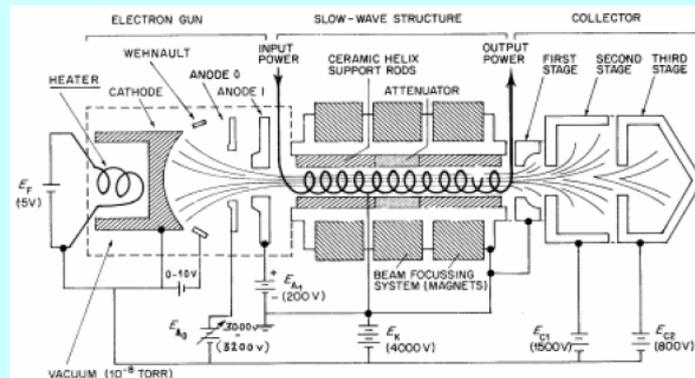


Multiplexor de entrada



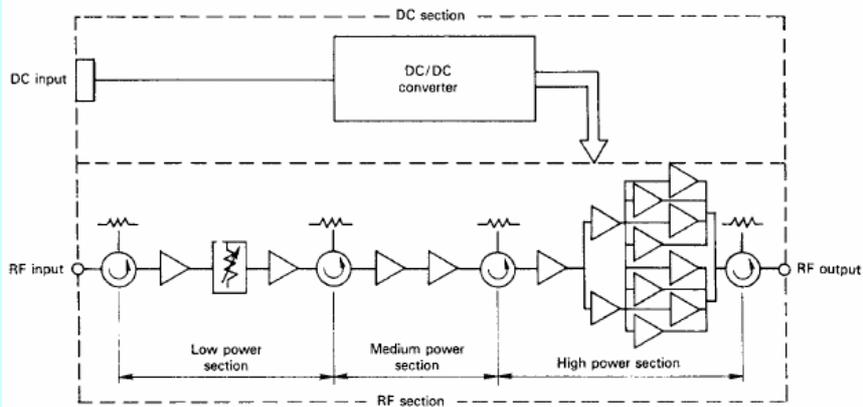
Amplificador de Potencia

- Las tecnologías actuales para la amplificación de alta potencia se basan en el uso de tubos de ondas progresivas (TWT Traveling Wave Tubes) y amplificadores de estado sólido.



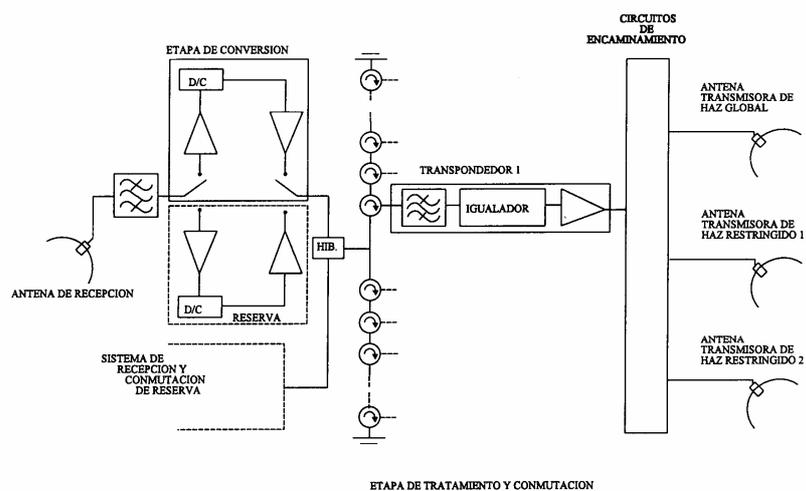
Configuración de un tubo de ondas progresivas (TWT)

Amplificador de Potencia



Configuración de un amplificador de estado sólido

Estructura del satélite de comunicaciones



Segmento Espacial: Satélite

- Estación retransmisora de telecomunicaciones situada en el espacio por un tiempo limitado (vida útil del satélite 8 -18 años), que recibe señales de telecomunicaciones de voz, datos y video desde la tierra, las amplifica, cambia de frecuencia y las transmite a otras estaciones terrestres.
- Está compuesto por:
 - Estructura del satélite
 - Subsistema de comunicaciones
 - **Subsistema de generación y distribución de potencia**
 - Subsistema de estabilización
 - Subsistema de control de temperatura

Subsist. de generación y distribución de potencia

- **Paneles solares:** Están formados por células solares del alto rendimiento(20%)
- **Baterías:** Son del tipo níquel/cadmio, proporcionan corriente durante el lanzamiento y posteriormente almacenan energía de los paneles solares y la proporcionan al satélite durante los eclipses
- **Circuitos de protección y acondicionamiento:** para dar corrientes adecuadas a cada subsistema

Segmento Espacial: Satélite

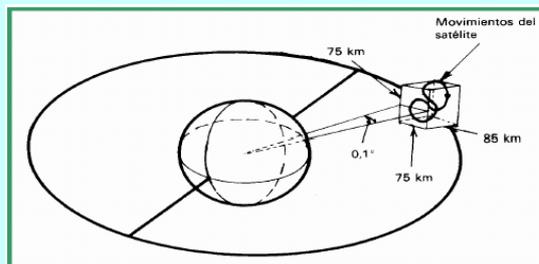
- Estación retransmisora de telecomunicaciones situada en el espacio por un tiempo limitado (vida útil del satélite 8 -18 años), que recibe señales de telecomunicaciones de voz, datos y video desde la tierra, las amplifica, cambia de frecuencia y las transmite a otras estaciones terrestres.
- Está compuesto por:
 - Estructura del satélite
 - Subsistema de comunicaciones
 - Subsistema de generación y distribución de potencia
 - **Subsistema de estabilización**
 - Subsistema de control de temperatura

Subsistemas de estabilización

- Los satélites deben ser estabilizados en sus órbitas
- Para los GEO un desplazamiento de 1° en la dirección de una de sus antenas transmisoras supone que la huella se desplaza 700Km sobre la Tierra.
- Varios factores tienden a variar la posición correcta de un satélite: La presión de las partículas solares (el viento solar), la diferencia de densidad entre las distintas partes de la Tierra, y la variación de su diámetro. Pero el más importante es la influencia gravitatoria del Sol y de la Luna
- La norma exige un error $\pm 0,1^\circ$ longitud
- El control de la posición se realiza cada segundo de la vida del satélite: **Telemetría**

Subsistemas de estabilización

- Para evitar variaciones muy importantes, las estaciones de control y telemetría situadas en la superficie de la Tierra, envían órdenes de estabilización al satélite, que posee los oportunos depósitos de gas (generalmente hidracina) que por medio de "thrusters" pueden modificar la velocidad orbital y la orientación.
- Pero al cabo de un cierto tiempo el gas se acaba, lo que corresponde al fin de la vida útil del satélite



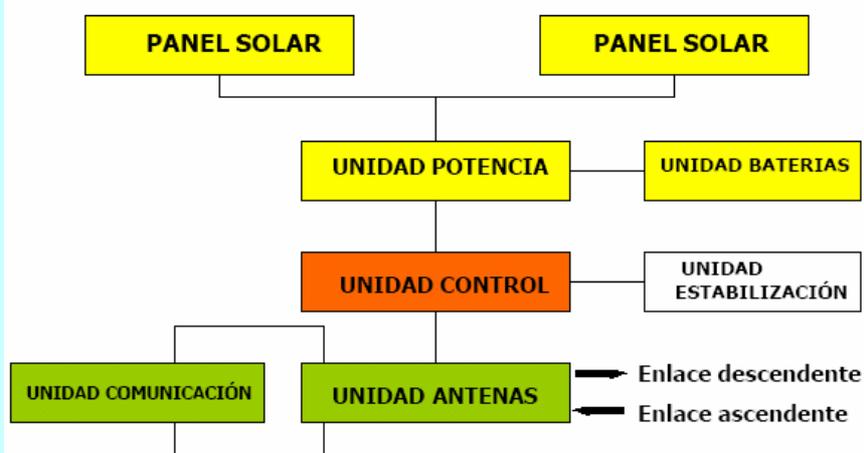
Segmento Espacial: Satélite

- Estación retransmisora de telecomunicaciones situada en el espacio por un tiempo limitado (vida útil del satélite 8 -18 años), que recibe señales de telecomunicaciones de voz, datos y video desde la tierra, las amplifica, cambia de frecuencia y las transmite a otras estaciones terrestres.
- Está compuesto por:
 - Estructura del satélite
 - Subsistema de comunicaciones
 - Subsistema de generación y distribución de potencia
 - Subsistema de estabilización
 - Subsistema de control de temperatura

Subsistema de control de temperatura

- Las distintas partes del satélite necesitan temperaturas de funcionamiento diferentes. Este subsistema se encarga de mantener un equilibrio térmico entre los diferentes componentes del satélite y el exterior (sol, Tierra, etc)
 - Células solares: -100°C , $+50^{\circ}\text{C}$
 - Baterías: 0°C , $+20^{\circ}\text{C}$
 - Tanques de combustibles: $+10^{\circ}\text{C}$, $+50^{\circ}\text{C}$
 - Equipos electrónicos y sensores
- La temperatura del satélite es el resultado del balance entre la energía recibida por la radiación de fuentes externas (sol, tierra, etc) y la energía disipada dentro del satélite

Diagrama de bloques de un satélite genérico



Bandas de frecuencia de trabajo

- Los primeros satélites de comunicaciones que se utilizaron en EEUU para transmitir señales de TV emplearon la banda C, hoy día el enlace descendente de los satélites con cobertura Europea utilizan la banda Ku (10.900-12.750 MHz).
- La difusión de señal de TV puede realizarse mediante satélites de servicio fijo (FSS) que están diseñados para difundir señal telefónica de servicio fijo y otras señales de comunicaciones, o mediante satélites pensados para difundir directamente señal de TV o radio a los usuarios (DBS, Direct Broadcast Satellite).
- La distribución dentro de la tabla Ku es la siguiente

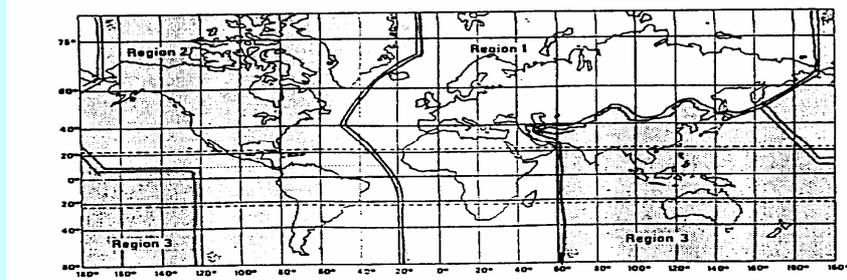
BANDA	TIPO	FRECUENCIAS (MHz)
Ku	FSS (sub-banda inferior)	10900 – 11700
	DBS	11700 – 12500
	FSS (sub-banda superior)	12500 – 12750

Difusión directa de TV satélite

- La distribución de televisión se puede realizar desde dos tipos de satélites diferentes):
- Satélites de servicio fijo; aprovecha un canal convencional de distribución de señal para difundir TV.
- Satélites de difusión directa de TV; difunden la señal de TV a través de un sistema específicamente diseñado para la distribución de este tipo de señales, de modo que las potencias de emisión, la zona de cobertura y otros parámetros están optimizados con respecto al otro tipo de emisión, y se pueden recibir con antenas de menos diámetro.
- En ambos casos la señal se puede distribuir en formato analógico, modulada en FM, o en formato digital, con una modulación final en QPSK, la diferencia radica en la densidad de potencia generada en la zona de cobertura, que en el caso DBS permite la recepción con pantallas muy pequeñas.

Asignación de frecuencias

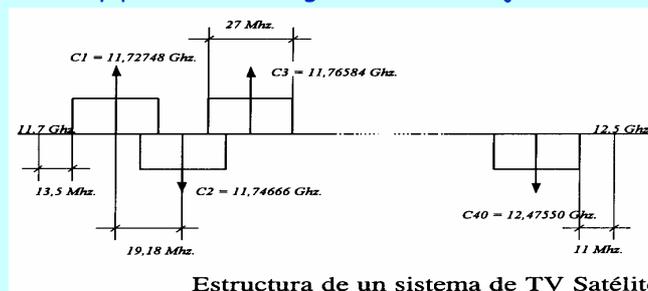
- La UIT divide al mundo en tres regiones:
 - 1ª Europa, África, La Ex-Unión Soviética y Oriente Medio.
 - 2ª Las dos Américas
 - 3ª Australia, Asia (China y Japón incluidos) y el Pacífico



Para la teledifusión directa se asignaron bandas ligeramente distintas a cada región:
 Región 1: 11,7-12,5 GHz., Región 2: 12,2-12,7 GHz,
 Región 3: 11,7-12,2 GHz,

Asignación de frecuencias

- Esta norma planifica la banda de 12 GHz. (11,7-12,5 GHz.), la divide en 40 canales de 27 Mhz. y 19,18 Mhz. de separación, que se puede conseguir gracias a las polarizaciones diferenciadas entre canales adyacentes (la norma utiliza una polarización circular para limitar las interferencias.
- Se representan a título de ejemplo los canales 1, 2, 3 y el 40 (último de la banda) indicando polarización positiva hacia arriba y polarización negativa hacia abajo.



Asignación de frecuencias

- Se asignan a cada país cinco de estos canales, situados todos ellos en la misma semibanda, con la misma polarización (para que se puedan captar con la misma antena) y con tres canales de separación.
- Se consideró un factor de mérito, G/T , de 6 dB/°K. para recepción individual y 14 dB/°K. para colectiva y una densidad superficial de flujo de potencia de -103 y -111 dBW/m² respectivamente.
- Las especificaciones que afectan a España, y que cumple el satélite Hispasat, son las siguientes:
 - Posición orbital: 31° Oeste.
 - Canales: 23,27,31,35 Y 39, en la sub-banda 12,1-12,5 Ghz.
 - Polarización: Circular negativa.

NORMATIVA PARA LA DIFUSIÓN DIRECTA POR SATELITE (CAMR-77)	
Banda de frecuencias.	11,7 - 12,5 Ghz.
Número de canales.	40
Ancho de banda por canal.	27 Mhz.
Separación entre portadoras de canales adyacentes.	19,18 Mhz.
Modulación de imagen.	FM
Modulación de sonido.	FM sobre portadoras.
Polarización.	Circular.
Densidad de radiación en el limite de la zona de cobertura.	- 103 dBW/m ² . (Instalación individual) - 111 dBW/m ² . (Instalación colectiva)
Factor de mérito (G/T).	6 dB°K. (Instalación individual) 14 dB°K. (Instalación colectiva)

Tabla 10.2

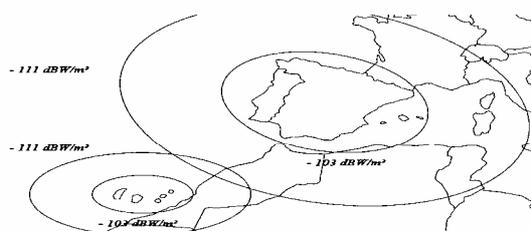


Figura 10.11.- Cobertura para el satélite DBS español.

Asignación de frecuencias

- Se asignaron otras bandas de frecuencia a otros servicios (telefonía, datos...)
- Distinguir, entre satélites de comunicaciones y de teledifusión directa. En general, están prohibidas la recepción por instalaciones domésticas de señales procedentes de satélites de comunicaciones.
- Hasta principios de los años 80 los organismos de teledifusión utilizaban principalmente la Banda C.
- Actualmente, parte de la Banda Ku está asignada a la televisión. Pero debido a la demanda de canales, se está considerando ya la utilización de la Banda Ka.
- También en la Banda S se reservan frecuencias para la teledifusión en las tres Regiones, pero con potencia muy limitada y con destino a Comunidades, Sociedades de distribución por cable, antenas colectivas, etc.

Asignación de frecuencias

- La banda entre los 22,5 y los 23 GHz se puede compartir también con las telecomunicaciones. De hecho en el Japón se emplea para la teledifusión.
- La banda de los 40,5 a 42,5 GHz está disponible para la teledifusión, pero compartida con las telecomunicaciones.
- Esta parte de espectro es muy sensible a la atenuación debida a la lluvia, la niebla...
- También entre los 84 y 86 GHz existe sitio para la teledifusión, pero también compartido y también sometido a la influencia negativa de los fenómenos meteorológicos.

¿ Por qué se utilizan frecuencias tan altas ?

- Por varias razones.
 - En primer lugar, porque las ondas electromagnéticas en su recorrido desde el satélite hasta la estación receptora en la Tierra han de atravesar la ionosfera, que es capaz de reflejar frecuencias de hasta 30 MHz.
 - Otra razón es que las microondas son menos sensibles a las perturbaciones atmosféricas (excepto lo dicho anteriormente) debidas a la actividad solar, o a las originadas por las actividades humanas.
 - Por la saturación del espectro a frecuencias inferiores
 - Por el ancho de banda que ocupan las modulaciones utilizadas para este tipo de transmisiones