



Centro Universitario de la Defensa  
Escuela Naval Militar de Marín

Universidad de Vigo

# Sistemas de Radiocomunicaciones Actuales

## Tema 6 Curso 2015/16





**Centro Universitario de la Defensa**  
**Escuela Naval Militar de Marín**

UniversidadeVigo

# Tema 6 - Parte 2

## Sistemas de Comunicaciones vía Satélite

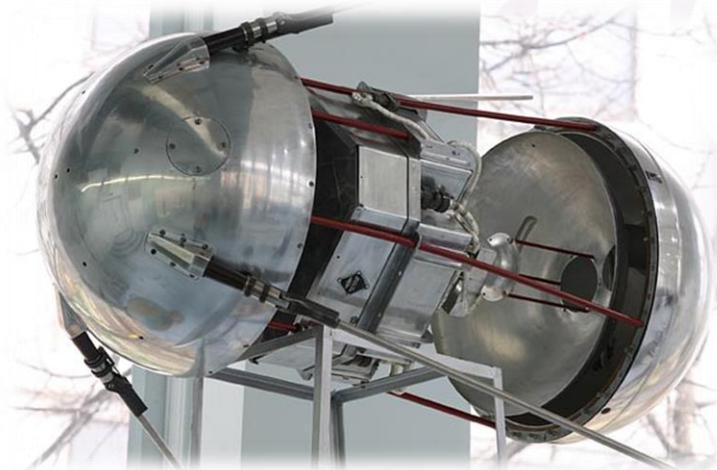
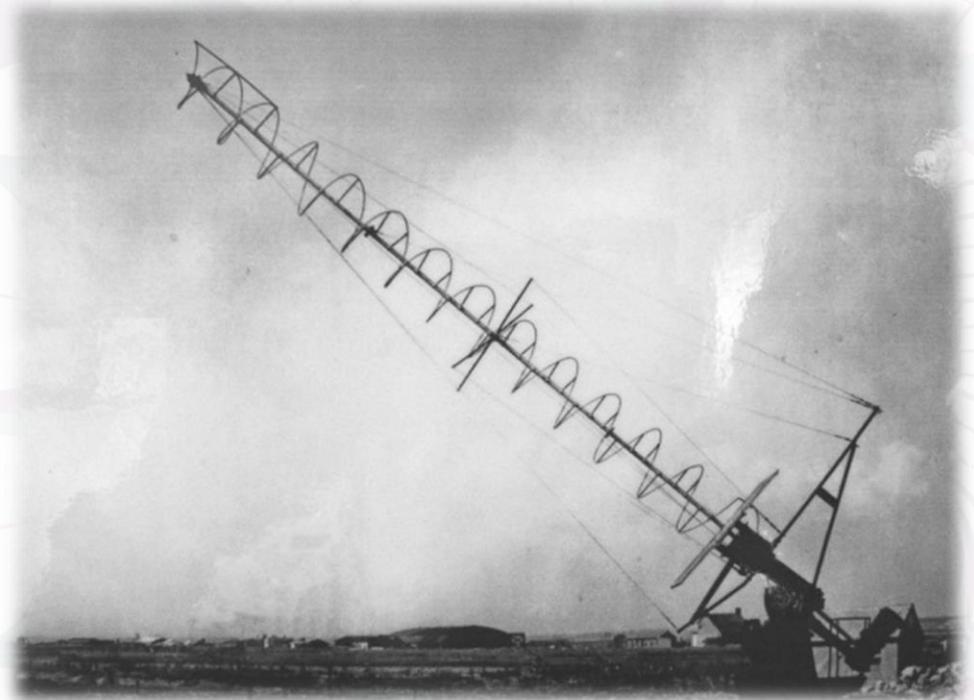




# Comunicaciones vía Satélite

## Introducción Histórica.

- Satélites de comunicaciones
  - 1957. Sputnik I, satélite que transmitía un “beep”

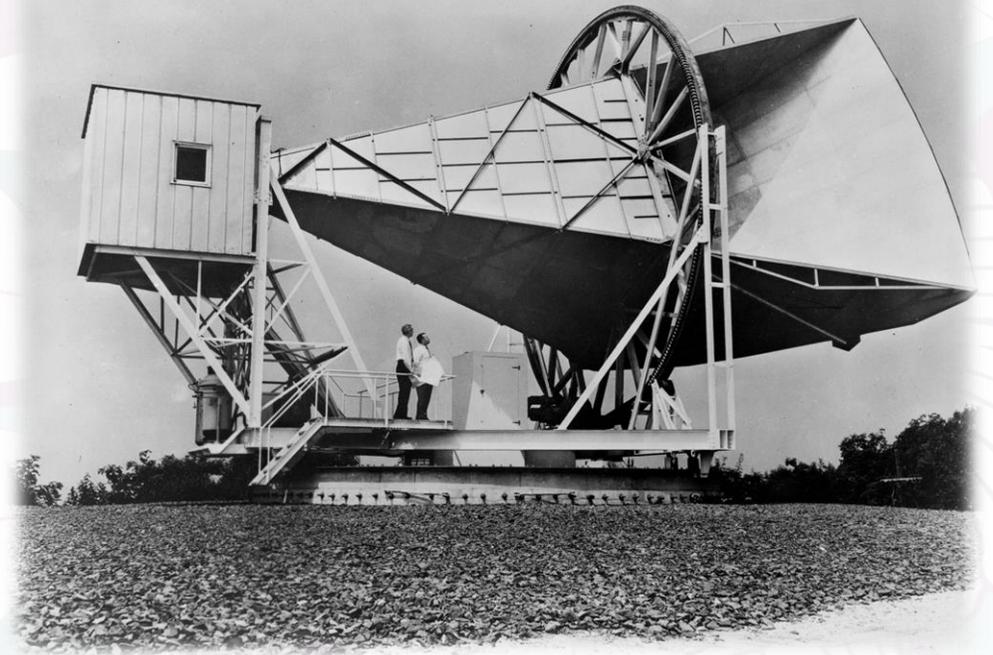
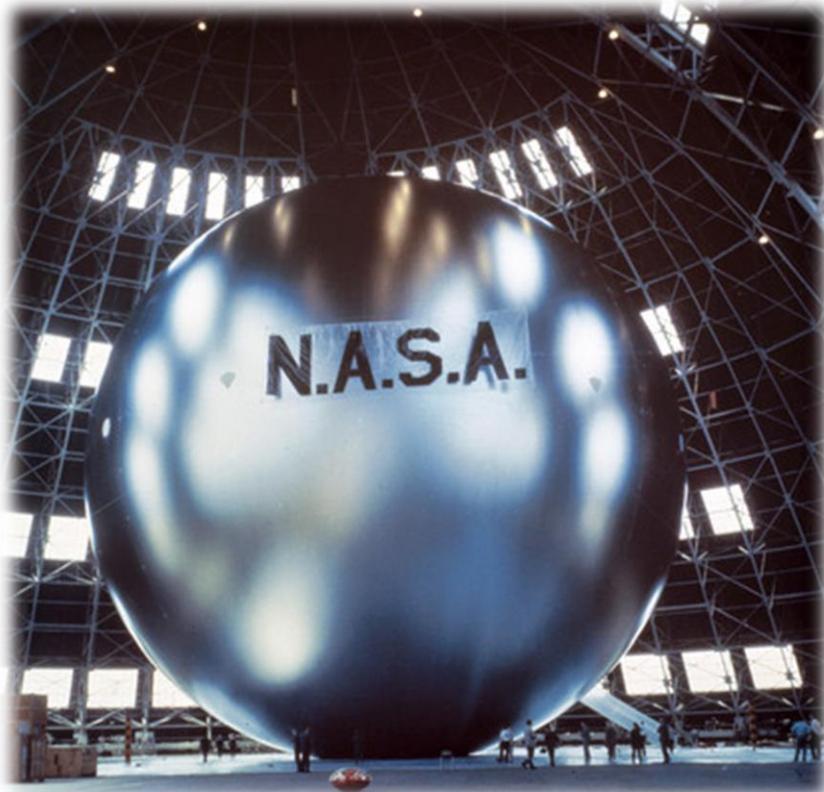




# Comunicaciones vía Satélite

## Introducción Histórica.

- Satélites de comunicaciones
  - 1960. ECHO, satélite pasivo (D=30m)

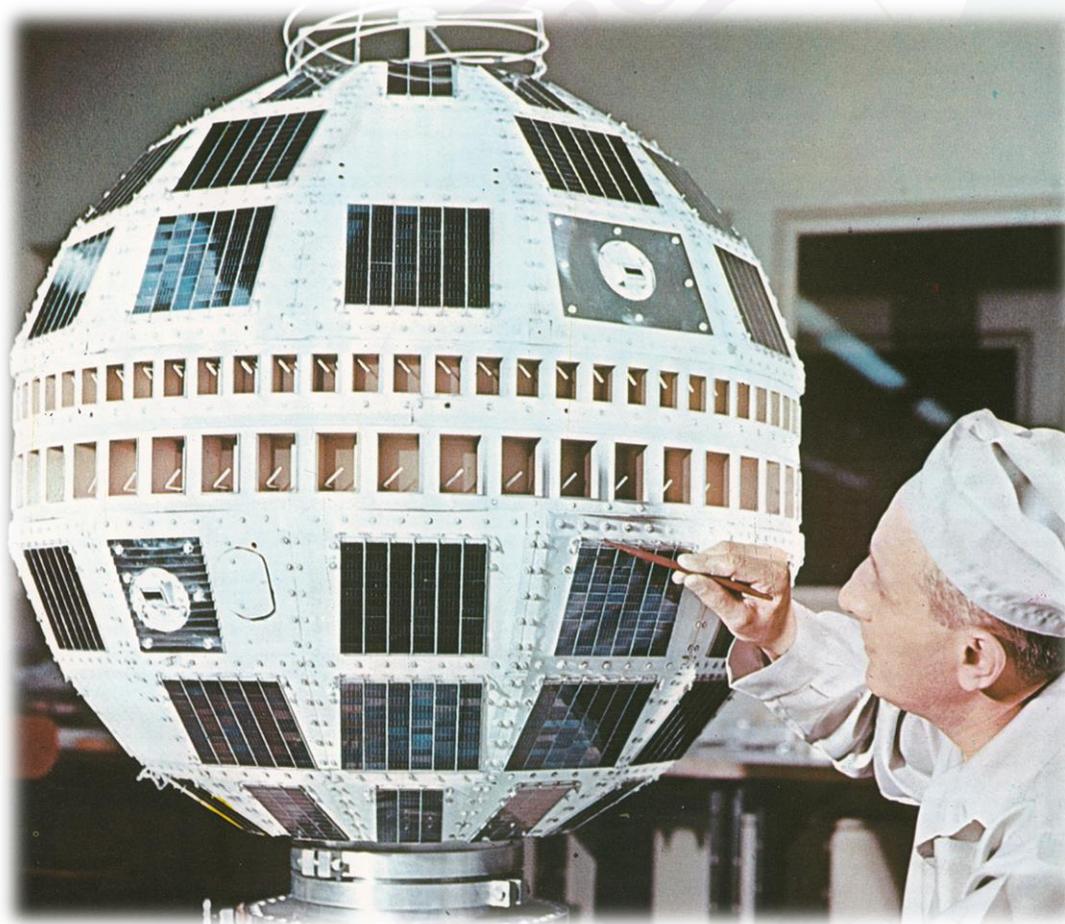




# Comunicaciones vía Satélite

## Introducción Histórica.

- Satélites de comunicaciones
  - 1962. TELSTAR. Satélite de baja órbita para TV y TLF. Bandas 4 y 6 GHz. (diámetro 87 cm, peso en órbita 85 Kg)





# Comunicaciones vía Satélite

## Introducción Histórica.

- Satélites de comunicaciones
  - 1963-64. SYMCOM. Satélite de órbita geoestacionaria
  - 1965. INTELSAT 1 (Early Bird). Primer satélite comercial en orbita geoestacionaria (240 canales telefónicos o 1 de TV)





# Comunicaciones vía Satélite

## Introducción Histórica.

- Satélites de comunicaciones
  - 1971. INTELSAT IV.  
(6.000 canales telefónicos o 12 de TV)

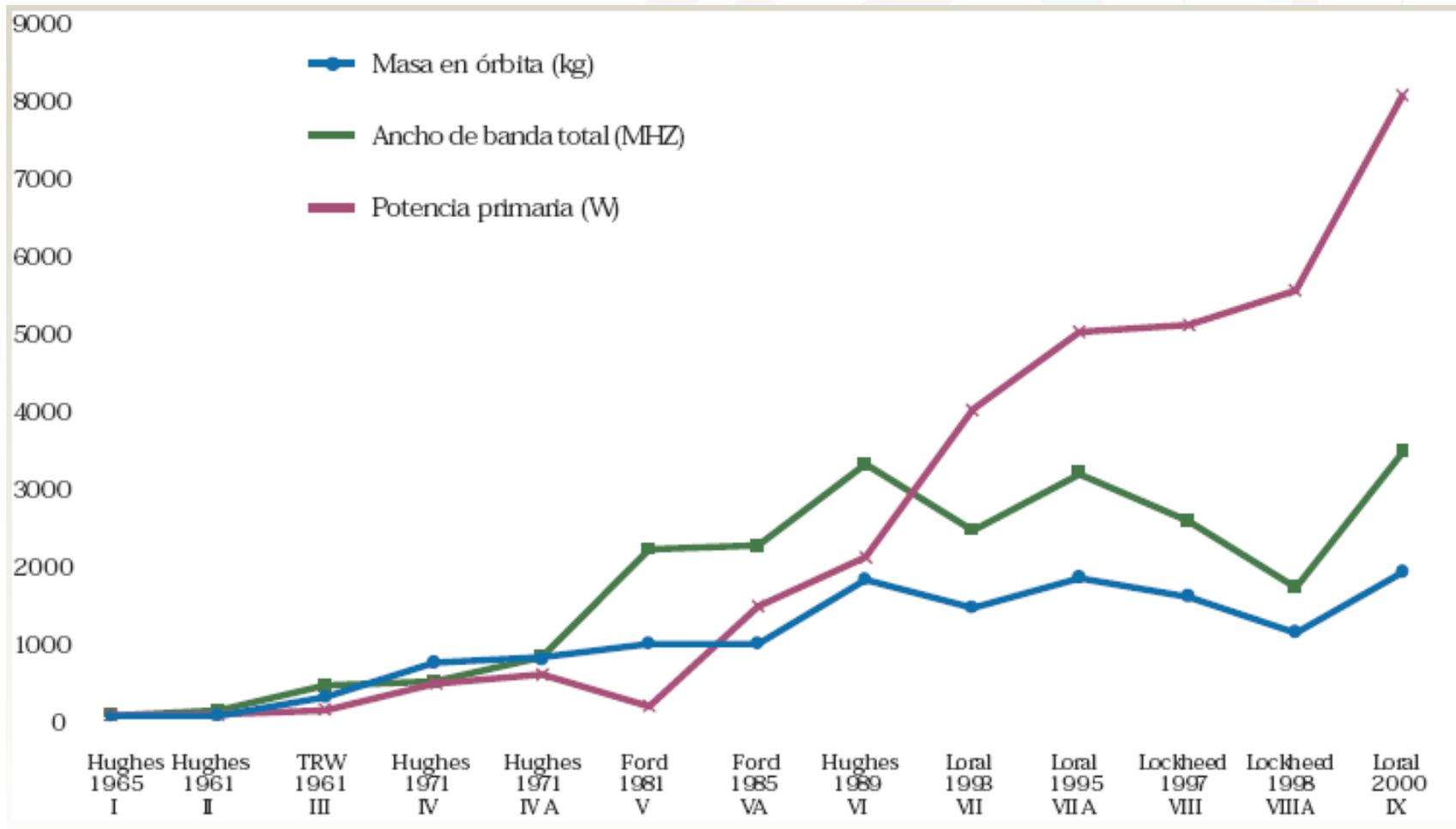




# Comunicaciones vía Satélite

## Introducción Histórica.

- Satélites de comunicaciones
  - Evolución de los satélites INTELSAT





# Comunicaciones vía Satélite

## Introducción Histórica.

- Satélites de comunicaciones
  - Satélite HISPASAT AMAZONAS

### Plataforma

Tipo	Eurostar 3.000s
Fabricante	Astrium
Dimensiones de la estructura principal	Altura: 5,8 m. Longitud: 2,4 m. Anchura: 2,9 m.
Longitud	36,10 m.
Masa	4.605 kg.
Potencia eléctrica	7.000 W CC

### Carga útil

Nº de repetidores	36 transpondedores en banda Ku 27 transpondedores en banda C
Polarización	Horizontal y Vertical
Frecuencias	banda C y banda Ku
Máxima PIRE	52 dBW (Brasil)
Procesado a bordo	Sistema Amerhis
Nº antenas	5



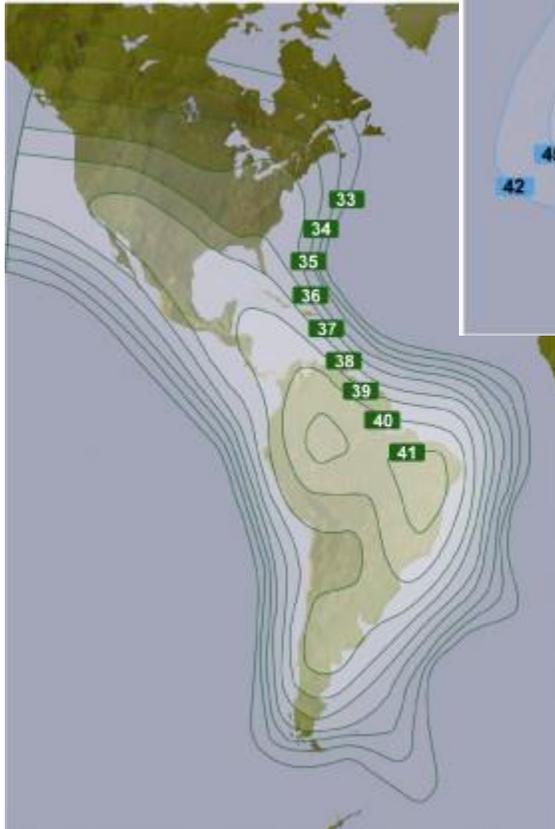


# Comunicaciones vía Satélite

## Introducción Histórica.

- Satélites de comunicaciones
  - Satélite HISPASAT AMAZONAS

Cobertura América  
(Banda C)



Cobertura Europa  
(Banda Ku)

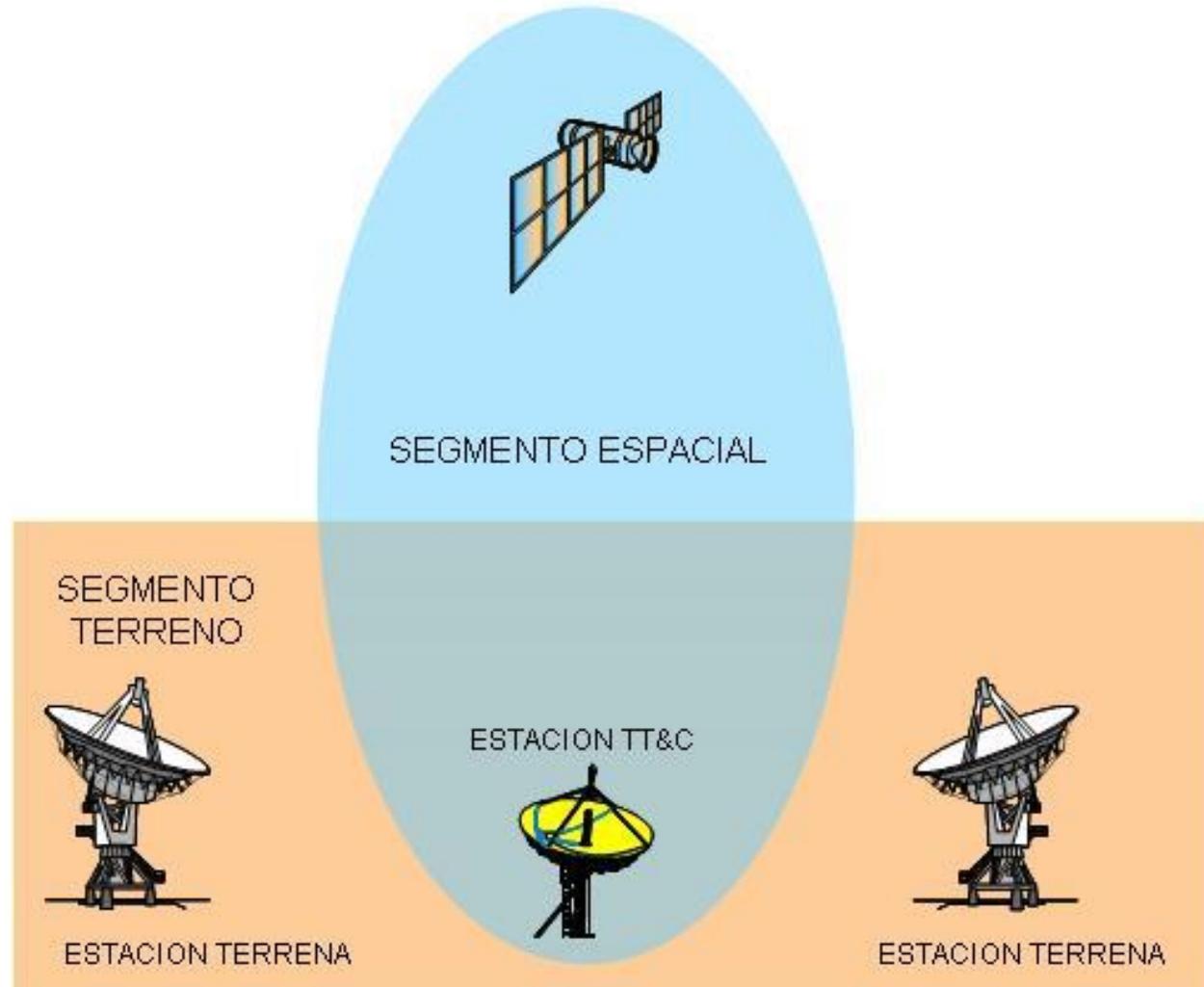




# Comunicaciones vía Satélite

## Estructura.

- Estructura de un sistema de comunicación por satélite

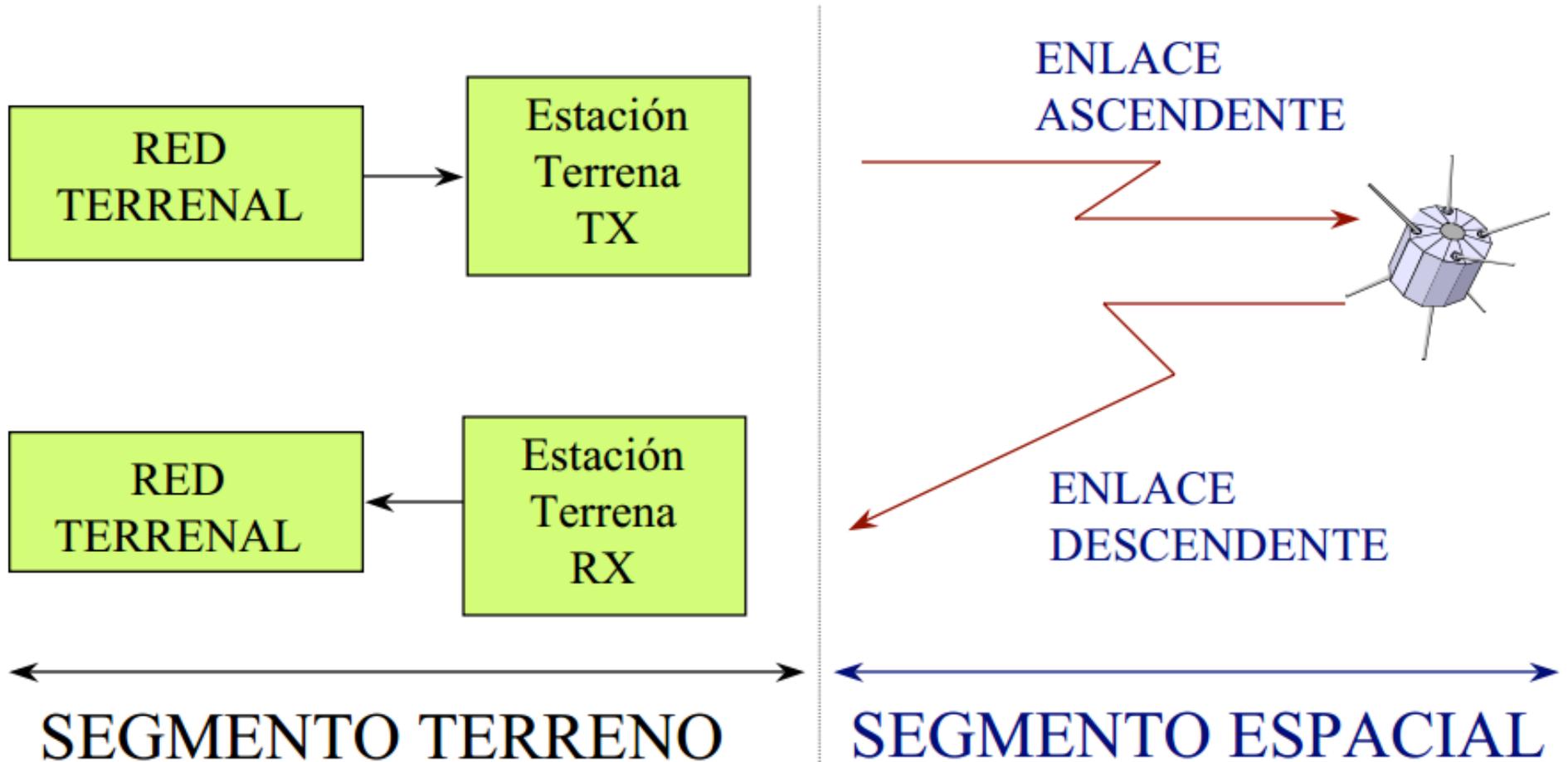




# Comunicaciones vía Satélite

## Estructura.

- Estructura de un sistema de comunicación por satélite





# Comunicaciones vía Satélite

## Estructura. Elementos I.

- Estación terrena TX
  - Se envía una señal dúplex (MDF o MDT) o simplex (difusión)
  - Potencias elevadas: antenas de gran directividad ( $\approx 1\text{m}-15$  de diámetro)
  - Portadora continuamente activa o por petición
  - Seguimiento (del satélite para apuntar la antena)
  
- Segmento espacial
  - Enlace ascendente (tierra-espacio) y descendente (espacio-tierra)
  - Propagación en condiciones de espacio libre
    - Atenuación proporcional al cuadrado de la distancia y frecuencia
    - Atenuación adicional por lluvia y gases atmosféricos
    - Interferencias
  - Márgenes de desvanecimiento reducidos: no hay multitrayecto
  - Notable valor de retardo en la propagación: ecos



### ■ Satélite

- Estación repetidora que amplifica, cambia de banda y retransmite
- 4 secciones
  - Recepción: Antena y amplificador de bajo ruido
  - Conversión: Cambio de frecuencias del enlace ascendente al descendente
  - Transmisión: La conversión va seguida de una amplificación
  - Conmutación: Establece el encaminamiento de la señal y asignación de transpondedores

### ■ Estación terrena RX

- Antena muy directiva (la misma que para Tx)
- Sistema receptor de muy bajo factor de ruido
  - Amplificación
  - Conversión FI
  - Demodulación
  - Tratamiento múltiplex
  - Seguimiento



# Comunicaciones vía Satélite

## Clasificación de satélites.

### ■ Por la altura orbital

- LEO
- MEO
- GEO

### ■ Por la aplicación

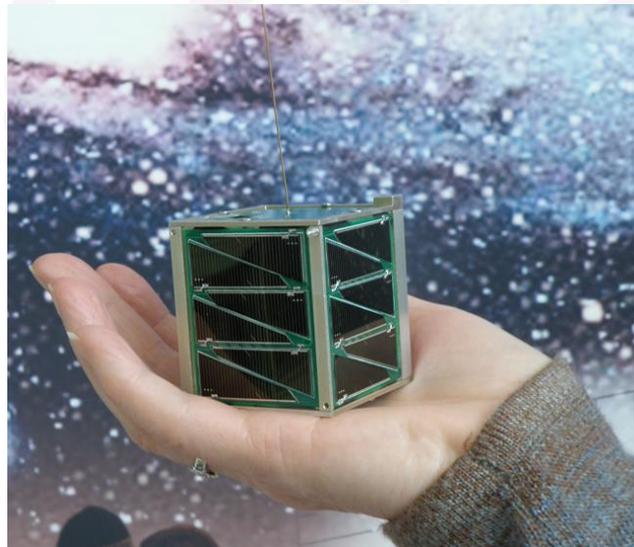
- Exploración
- Comunicaciones
- Navegación
- Observación
- ...

### ■ Por el carácter

- Militar
- Civil
- Mixto

### ■ Por el tamaño

- Large
- Medium-size
- Small
  - Minisatélites
  - Microsatélites
  - Picosatélites
  - Femtosatélites





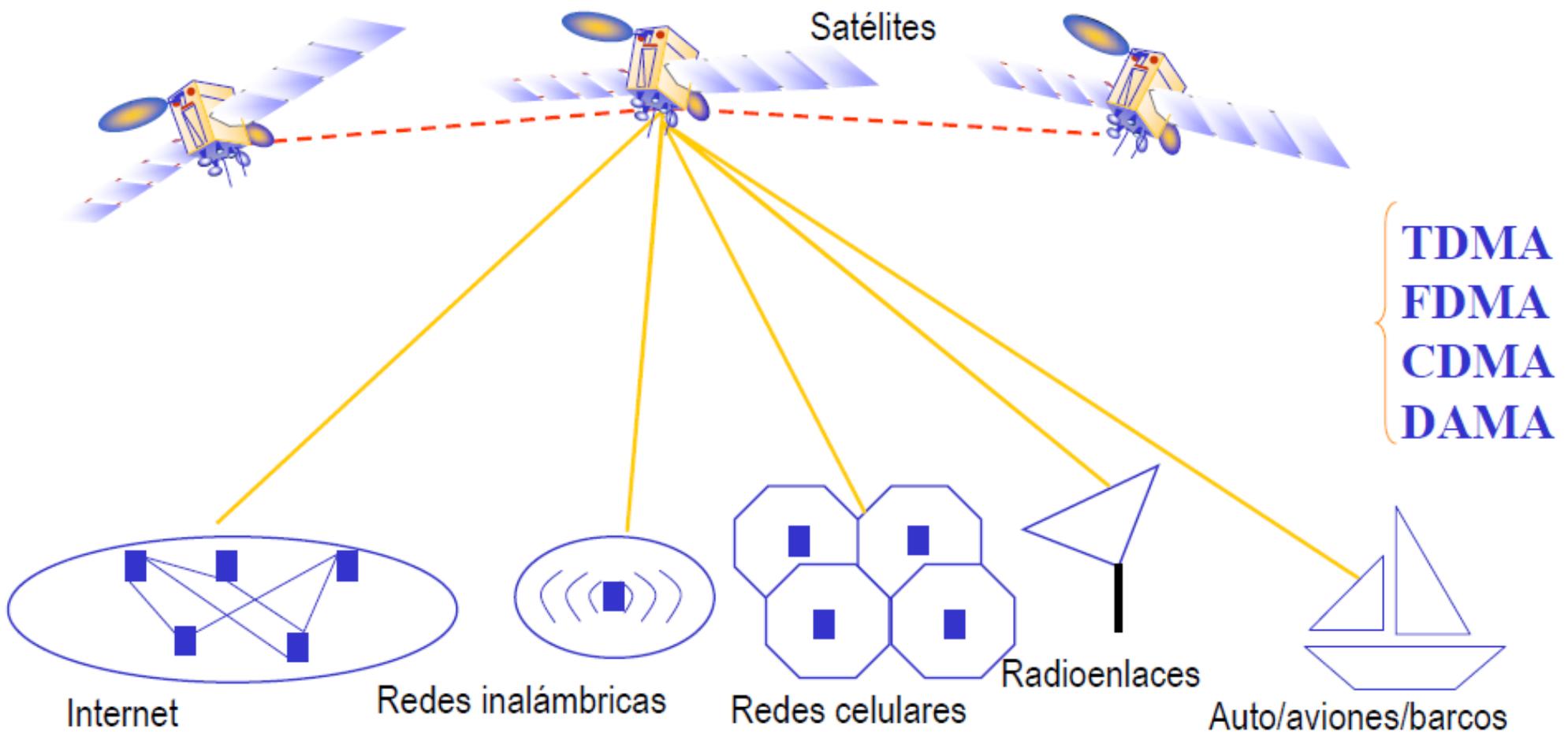
¿Con qué elementos se cuenta en una comunicación vía satélite?  
(Elementos geométricos y radioeléctricos del sistema)

- **Conectividad:** permite efectuar enlaces vía satélite entre estaciones terrenas. Es función de la capacidad del satélite y de las técnicas de acceso múltiple.
- **Órbita:** la elección de la órbita condiciona buena parte del diseño técnico-operativo del satélite.
- **Cobertura:** depende fundamentalmente del tipo y anchura de haz de la antena.
- **Bandas:** porciones de espectro asignadas
- **Potencia:** depende de la capacidad del satélite y la cobertura asignada a los haces de antena.
- **Acceso múltiple:** posibilidad ofrecida a las estaciones terrenas de interconectarse simultáneamente a través de un satélite que actúa como repetidor compartido por todas las estaciones.



# Comunicaciones vía Satélite

## Recursos: Conectividad



- TDMA
- FDMA
- CDMA
- DAMA



# Comunicaciones vía Satélite

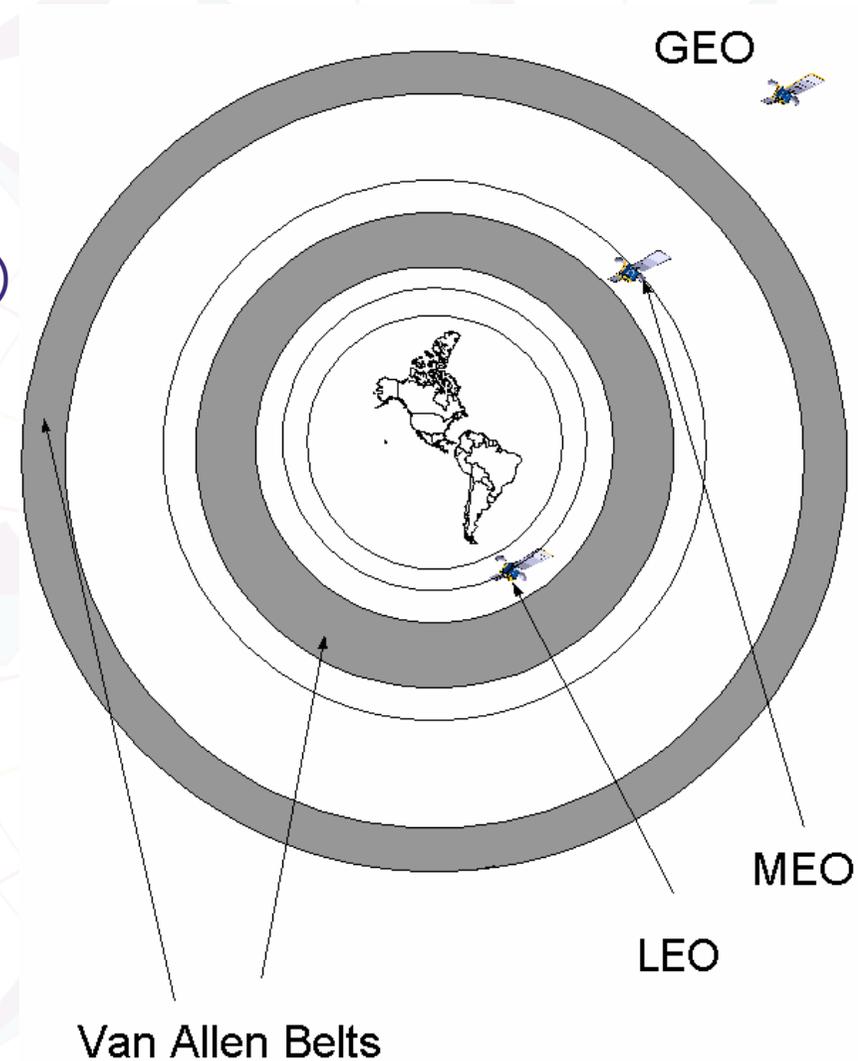
## Recursos: Conectividad.

- Difusión de TV y radio
- Datos
  - Redes corporativas
  - VSAT (Very Small Aperture Terminal)
  - Internet Direct To Home (DTH)
- Movilidad
  - Comunicaciones móviles
    - Servicios marítimos
  - Retransmisión de eventos especiales
- Telefonía
  - Telefonía rural
  - Telefonía privada



### ■ Órbitas

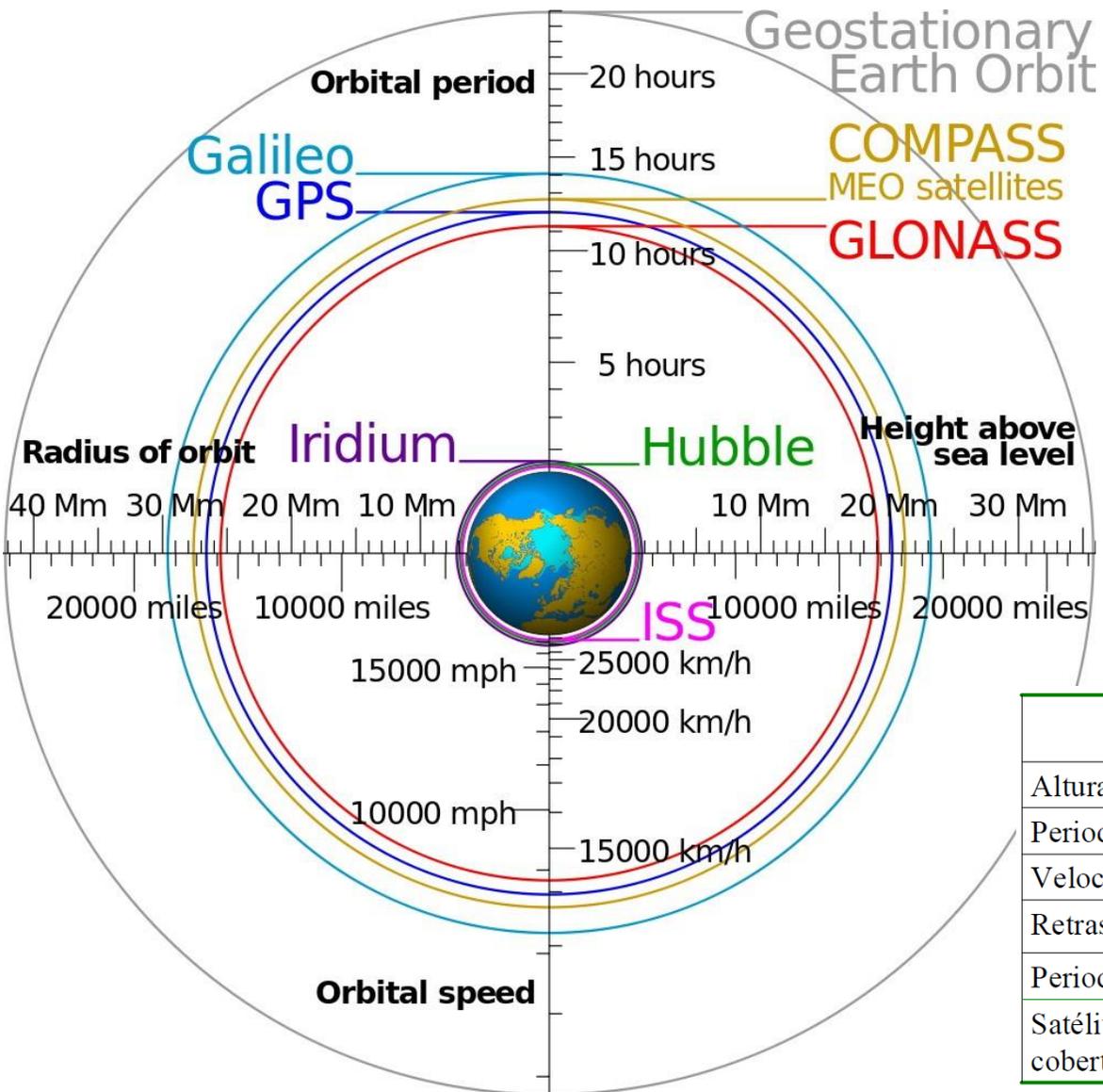
- GEO: Geostationary Earth Orbit (~36.000 Km)
  - Cobertura global con 3 satélites
  - Retardo (eco) ~ 250 ms
  - Alta potencia
  - Intelsat, Eutelsat, Hispasat, etc.
- MEO: Medium Earth Orbit (6.000 – 12.000 Km)
  - Voz y comunicaciones móviles
  - Navegación (GPS, Galileo y Glonass)
  - Cobertura global con 10-12 satélites
- LEO: Low Earth Orbit (<3.000 Km)
  - Cobertura global con más de 50 satélites
  - Servicios móviles
  - Seguimiento atmosférico (NOAA)
  - Rescate y vigilancia (Landsat y SPOT)
  - Comunicaciones (Globalstar, Orbcomm, Iridium)





# Comunicaciones vía Satélite

## Recursos: Órbitas



	GEO	MEO	LEO
Altura (km)	36000	6000-12000	200-3000
Periodo Orbital (hr)	24	5-12	1.5
Velocidad (Km/hr)	11000	19000	27000
Retraso (ida y vuelta) (ms)	250	80	10
Periodo de visibilidad	Siempre	2-4 hr	< 15 min
Satélites necesarios para cobertura global	3	10-12	50-70



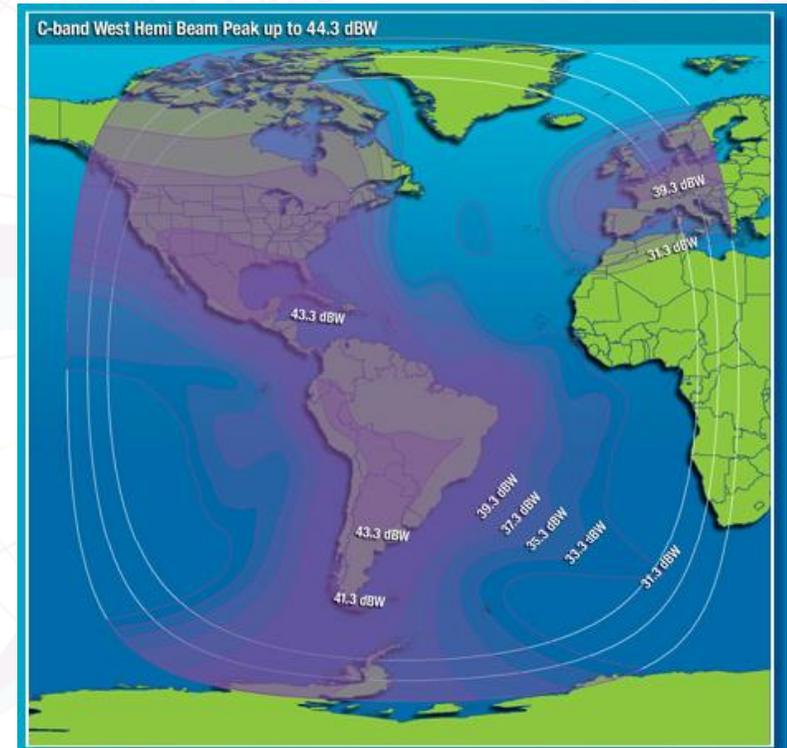
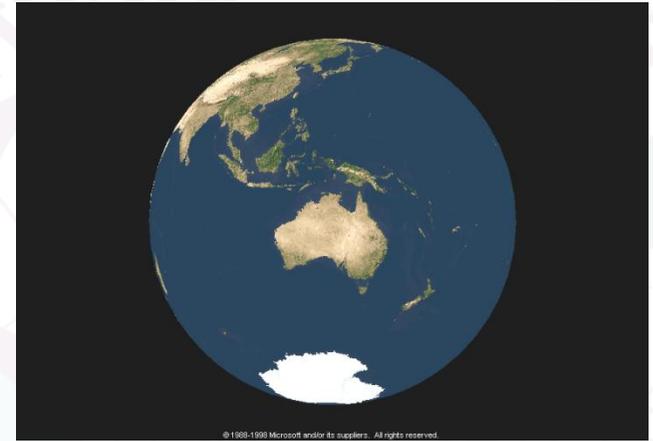
- MEO y LEO
  - Ventajas
    - Menores costes de lanzamiento
    - Menores potencias de Tx-Rx: posibilitan terminales móviles
    - Menores retrasos
  - Inconvenientes
    - Necesario seguimiento de satélites
    - Visibilidad breve
    - Menor cobertura
- GEO
  - Ventajas
    - Satélites para cobertura global
    - Virtualmente fijos: posición relativa a la tierra no cambia
      - Seguimiento se reduce a pequeñas correcciones
  - Inconvenientes
    - No dan cobertura a polos



# Comunicaciones vía Satélite

## Recursos: Cobertura (footprint)

- Cobertura geométrica
  - Parte de la superficie terrestre que se ve desde el satélite  
(la tierra vista desde 36.000 Km)
- Cobertura radioeléctrica
  - La geométrica reducida, ya que las antenas de las estaciones terrenas han de tener un mínimo ángulo de elevación de  $5^\circ$ , para evitar obstáculos y ruido terrestre
- VISIBILIDAD  $\neq$  COBERTURA

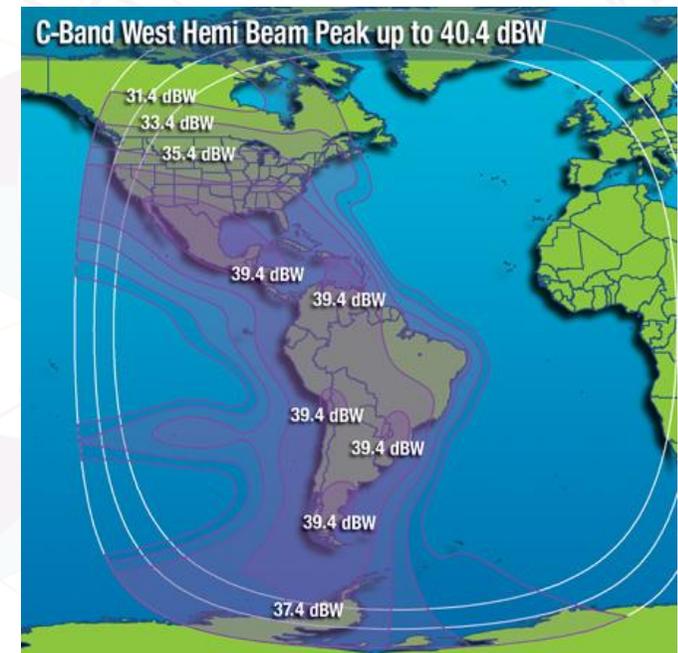
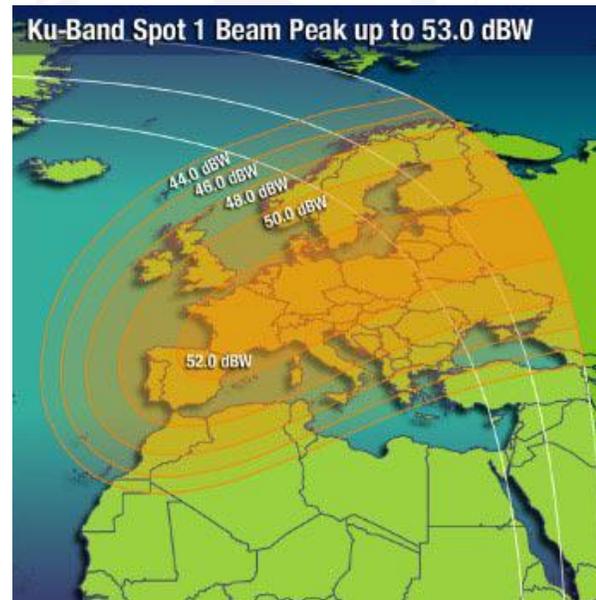
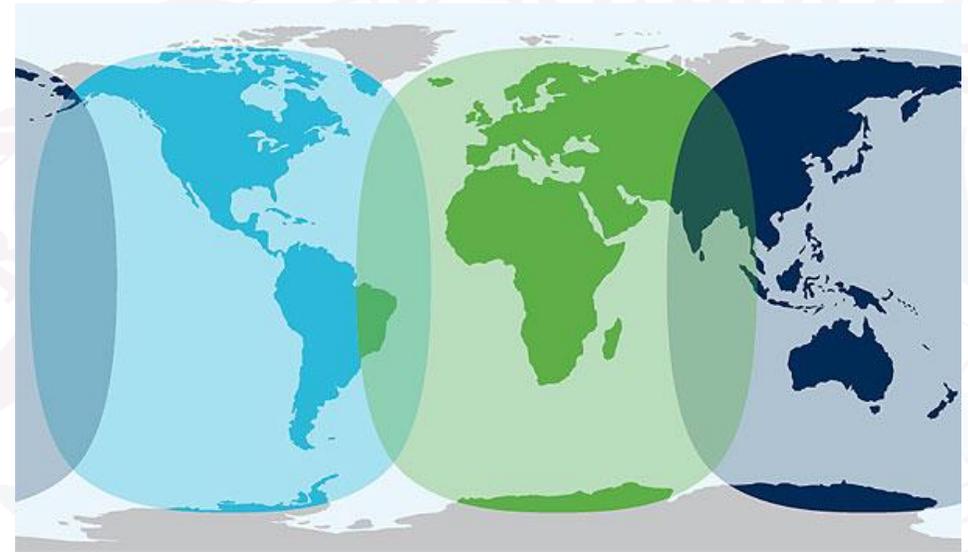


Hispasat 1C



### Cobertura GEO

- Haz global
  - Un tercio de la superficie terrestre (ancho de haz de unos  $17^\circ$ )
- Haces perfilados (Hemi-zone)
  - $\approx 1/6$  de la superficie terrestre
  - Un país, un archipiélago, etc.
- Haz puntual o restringido (Spot)
  - Hasta  $1^\circ \approx 800 \text{ Km}^2$
  - A medida





# Comunicaciones vía Satélite

## Concepto de transpondedor

- Unidad básica de amplificación y cambio (transposición) de frecuencia a bordo de un satélite
- Repetidor o Reemisor embarcado a bordo de los satélites
  - Retransmite las señales recibidas desde la estación de subida hacia un lugar de la Tierra.
  - Se le asocia a una o varias antenas de emisión, que determinan, por su forma y orientación, la potencia y la zona de cobertura del haz emitido
  - Se caracterizan por un determinado ancho de banda (valores típicos 36 y 54 MHz)
- Un satélite tiene varios transpondedores
- Permiten aumentar la capacidad de la carga útil



Azimuth & elevation in Vigo, Spain: 210.1° & 36.7°  
The EIRP values are for Spain

Hispasat 1C/1D/1E © LyngSat, last updated 2013-10-19 - <http://www.lyngsat.com/Hispasat-1C-1D-1E.html>

Freq. Tp	Provider Name Channel Name	System Encryption	SR-FEC SID-VPID	ONID-TID APID Lang.	Beam EIRP (dBW) C/N lock	Source Updated
10730 V tp 139	RTVE	DVB-S2	30000-3/4 8PSK	0-0	Europe 54-55.5 7.9	N Schlammer 130906
	RTVE promo	MPEG-4/UHD	1 512	528 Sp		
	RTVE promo	MPEG-H/UHD	2 110	120 Sp		
10730 H tp 145	RRsat Global Communications Network	A DVB-S	27500-3/4	1388-1388	Europe 54-55.5 5.5	EnoSat 130521
	God TV Europe	A F MPEG-4	1 2001	3001 E		
	Fox Sports Middle East	A MPEG-4/HD BISS	7 2007	3007 E		
10770 H tp 146	RRsat Global Communications Network	A DVB-S	27500-3/4	1389-1389	Europe 54-55.5 5.5	Onacila 130310
	[RRsat test card]		1 2001	.001		
	RRsat promo		2 2002	3002 E		
	[RRsat test card]		11 2011	3011		
	[RRsat test card]		12 2012	3012		
10810 H tp 147					Europe 54-55.5	T Viererbe 130522
	Telefonica TSA Europa TV	A DVB-S	27500-3/4	2-15		
	Record Europa	A F	1 4113	4114 P		
	Canal Parlamento	S A F	2 4129	4130 Sp		
	Telesur (Venezuela)	S A F	3 4145	4146 Sp		



# Comunicaciones vía Satélite

## Recursos: Bandas

### ■ Bandas

- A mayor frecuencia, antenas de menor diámetro, precio y peso
- La mas utilizada es la banda **C** (4-8 GHz)
  - Ejemplo: 6 GHz para uplink y 4 GHz para downlink (6/4)
- La segunda generación opera en banda **Ku** (12-18 GHz)
- Se comienza a utilizar la banda **Ka** (27-40 GHz)
- En comunicaciones móviles se trabaja en la banda **L** (1-2 GHz) y **S** (2-4 GHz)
- Para comunicaciones entre satélites y TTC\* se utiliza la banda **S** (2-4 GHz)

Bandas de frecuencias para los satélites				
Banda	Uplink (GHz)	Downlink (GHz)	Ancho de banda (MHz)	Uso típico
L	1,6	1,5	15	Servicio móvil
S	2,2	1,9	70	Servicio móvil
C	6,0	4,0	500	Servicio fijo y radiodifusión
X	8,0	7,0	500	Militar
Ku	14,0	11,0	500	Servicio fijo
Ku	17,0	12,0	500	Servicio de radiodifusión
Ka	30,0	20,0	3500	Servicio fijo intersatélite
Q/V	50,0	40,0	3000	Futuro. Servicio fijo

\* TTC (Tracking, Telemetry & Command - Seguimiento, Telemidas y Control)

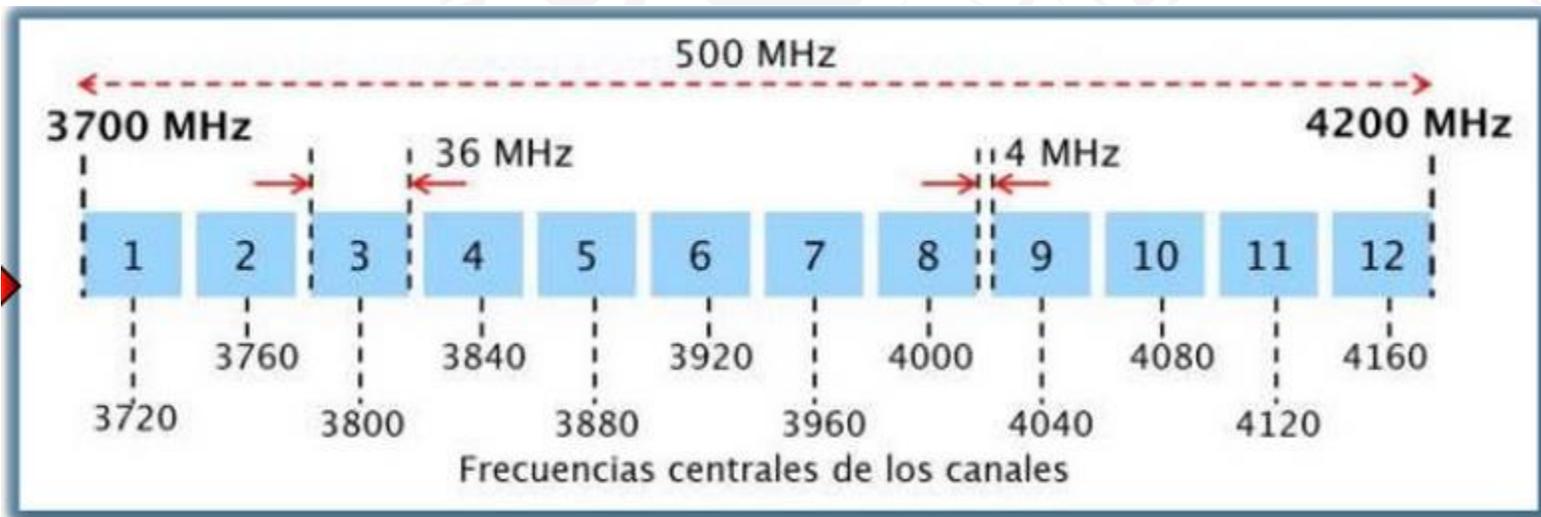


# Comunicaciones vía Satélite

## Recursos: Bandas

### ■ Ancho de banda del enlace

- Decir que 6 GHz es el enlace de subida en banda C, significa que 6 GHz es la frecuencia central del intervalo 5,925~6,425 GHz; intervalo con un ancho de banda de 500 MHz. Igualmente para el enlace descendente, 4 GHz es la frecuencia central del intervalo 3,7~4,2 GHz; también con un ancho de banda de 500 MHz
- El ancho de banda de 500 MHz se divide en 12 canales de 36 MHz de ancho de banda cada uno y 4 MHz de banda de guarda entre canales.

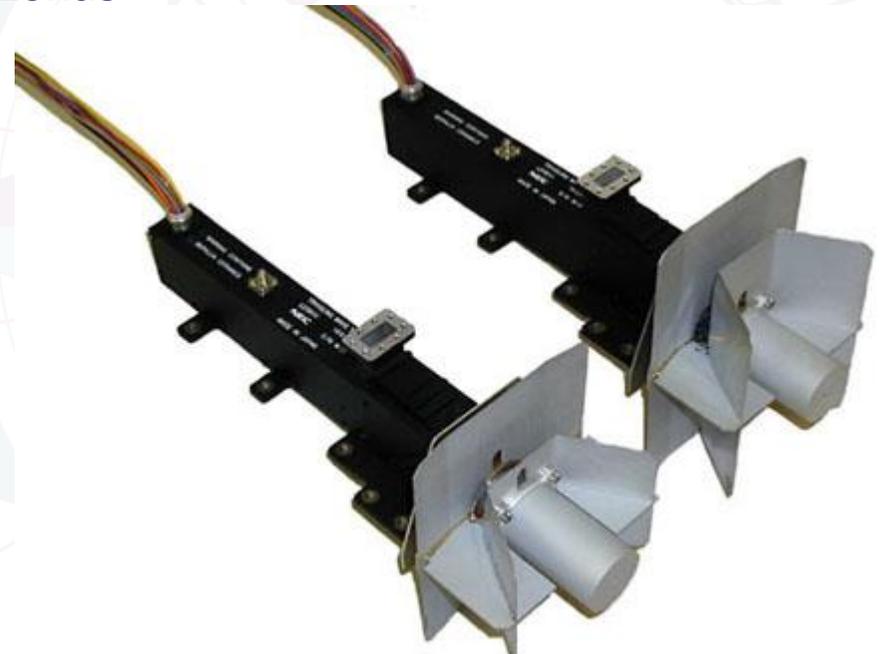


- Por lo general, hay 12 **transpondedores**, cada uno asignado a uno de los 12 canales en los que se divide el ancho de banda.



### ■ Potencia

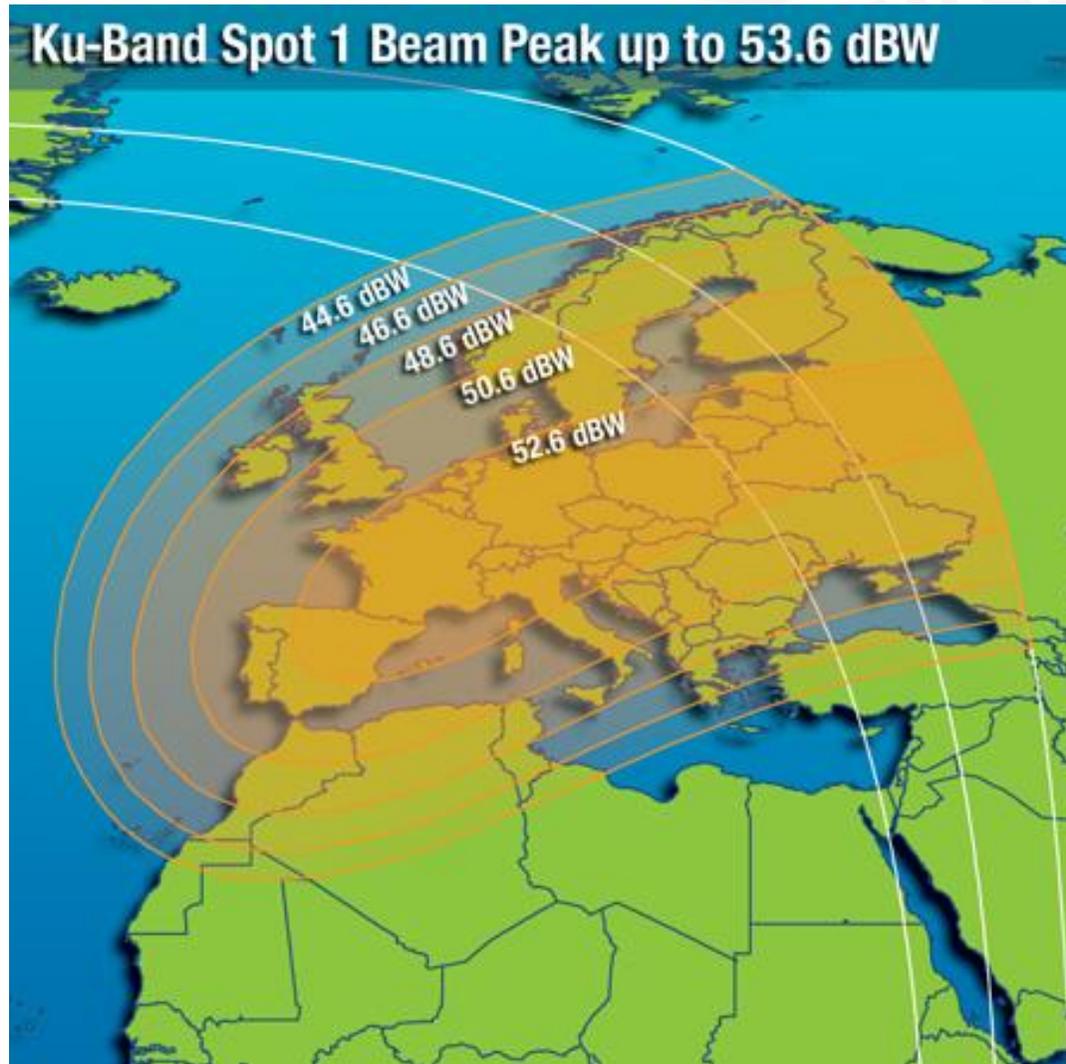
- La potencia a bordo del satélite se especifica en términos de PIRE
- Depende de la capacidad del satélite y la cobertura asignada a los haces de antena
- La limitación vienen impuesta por la energía disponible a bordo y la interferencia que el satélite pueda ocasionar sobre sistemas de radioenlaces terrenales que compartan las mismas bandas de frecuencia.
- Paneles solares y amplificadores permiten potencia suficiente
- Ejemplo: transpondedores de Hispasat Amazonas
  - Amplificadores tipo TWT
  - PIRE 50 dBW
  - Ancho de banda: 36 MHz y 54 MHz
  - Hasta 94 Mbit/s
  - 32 en Banda Ku y 19 en Banda C





# Comunicaciones vía Satélite

## Recursos: Potencia



**Mapa de PIRE Hispasat Ku**



# Comunicaciones vía Satélite

## Recursos: Acceso Múltiple

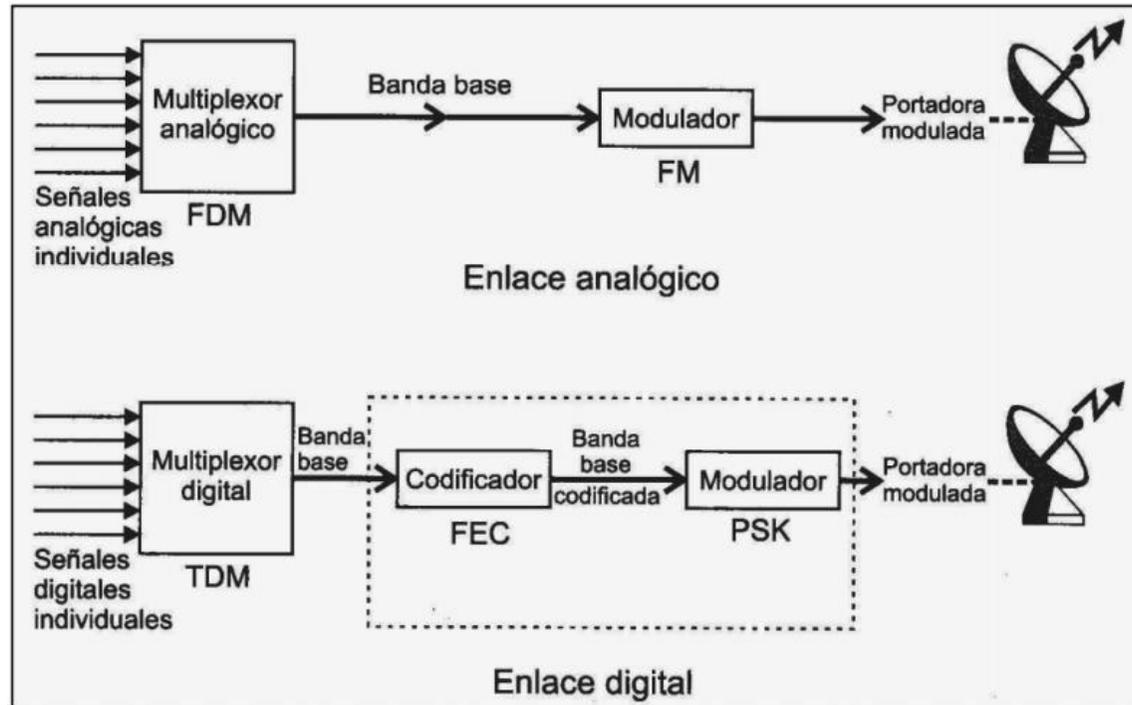
- Técnicas de Acceso Múltiple utilizadas
  - FDMA (acceso múltiple por distribución de frecuencia)
  - TDMA (acceso múltiple por división de tiempo)
  - DAMA (Demand Assignment Multiple Access)
    - Se asignan canales disponibles bajo petición y mientras dura la comunicación
  
- Otras Técnicas de Acceso Múltiple
  - CDMA (espectro ensanchado)
    - Investigación y fines militares
    - Comunicaciones móviles: Globalstar



# Comunicaciones vía Satélite

## Técnicas de Acceso Múltiple

- El Acceso Múltiple es la capacidad del satélite para operar con varias estaciones terrenas a la vez



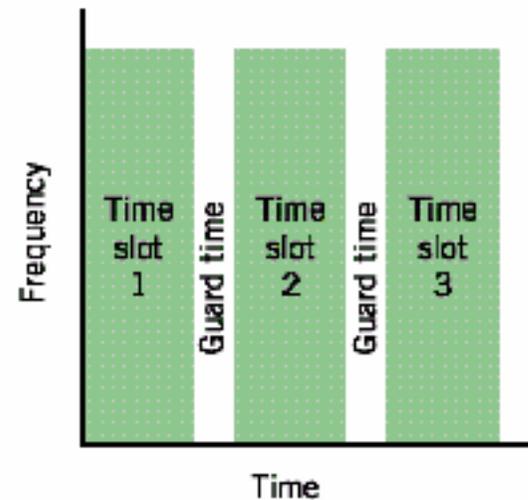
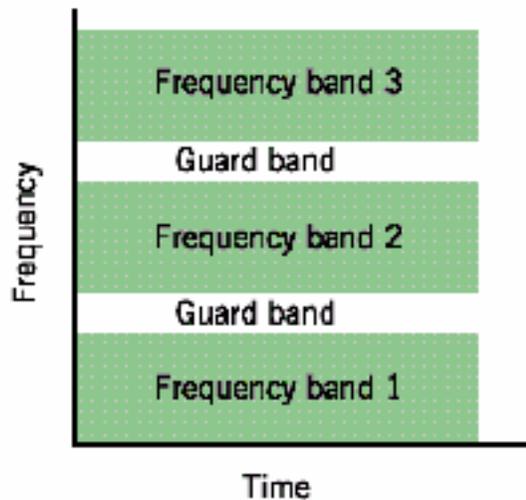
- La portadora modulada se envía al satélite, donde junto con portadoras de diferentes estaciones comparte o accede a los recursos de potencia y ancho de banda (BW) de los transpondedores
- El BW de un satélite es de 500 MHz, que se divide en 12 segmentos de 36 MHz cada uno. Cada segmento corresponde a las frecuencias de trabajo de un transpondedor.



# Comunicaciones vía Satélite

## Técnicas de Acceso Múltiple

- Técnicas de acceso principales: FDMA y TDMA
- Otras técnicas: SDMA y CDMA
- División de Frecuencia (FDMA): Asignación de sub-bandas de frecuencia
  - Se alojan diferentes usuarios en bandas de frecuencia distintas durante todo el tiempo
- División de Tiempo (TDMA): Asignación de time-slots (ranuras de tiempo)
  - Cada usuario ubica sus datos en todo el ancho espectral del transpondedor, pero solo durante un tiempo corto denominado *time slot*.

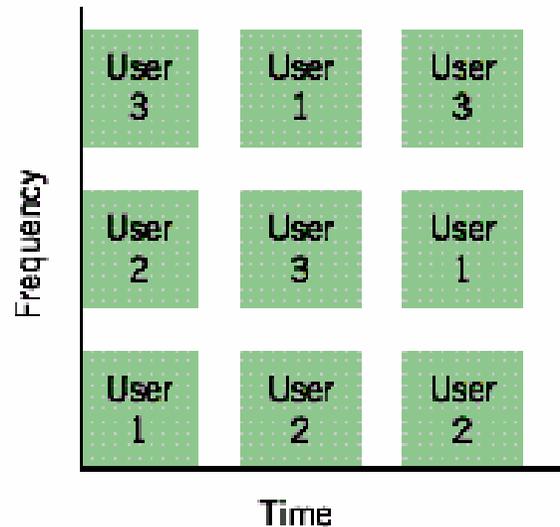




# Comunicaciones vía Satélite

## Técnicas de Acceso Múltiple

- División de Espacio (SDMA): Asignación de direcciones espaciales
  - Se trata de la explotación por separación física de las estaciones satelitales terrestres (uso de varias antenas o haces diferentes).
  - Diferentes estaciones terrestres pueden acceder al transpondedor de forma simultánea en la misma frecuencia o en el mismo time slot.
- División de Código (CDMA): Asignación de código digital para acceso al canal
  - Se transmite simultáneamente señales ortogonales de cada usuario que ocupan toda la banda de un transpondedor
  - Las comunicaciones son mucho más seguras y difíciles de interceptar (uso militar)



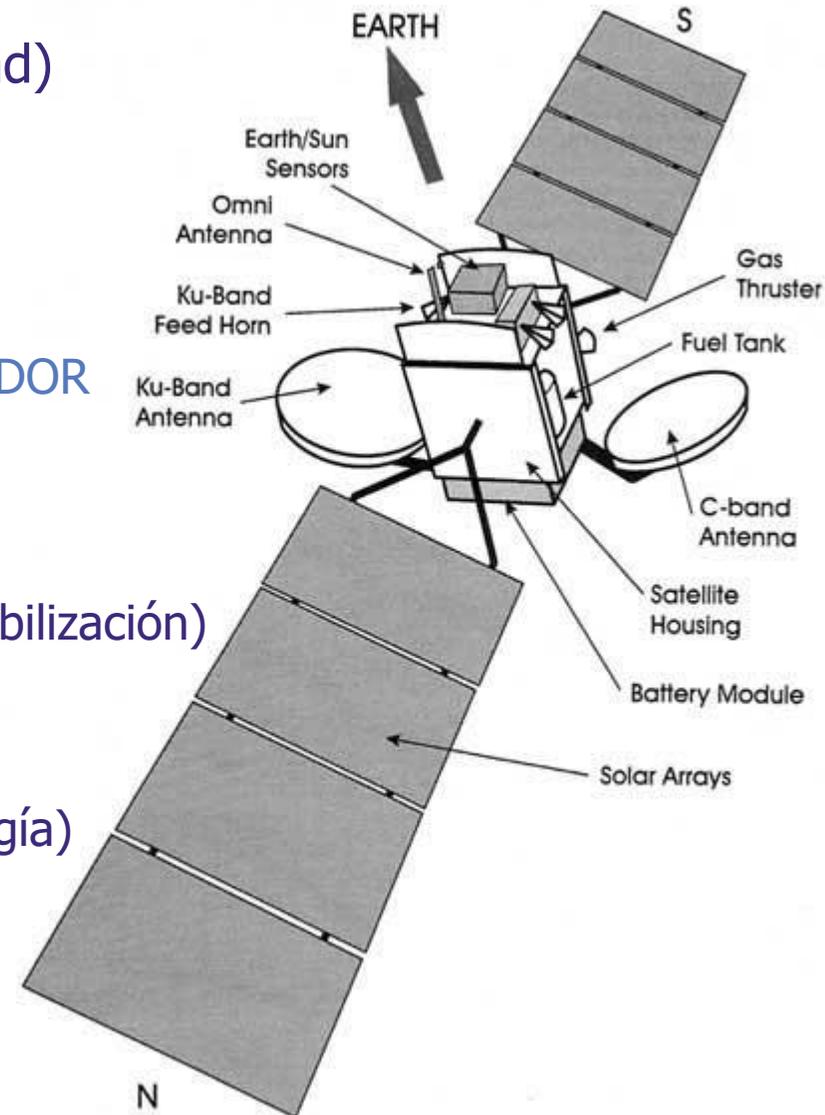


# Comunicaciones vía Satélite

## Estructura de un satélite

- Sistema de comunicaciones (carga útil o payload)
  - Es la razón de ser del satélite
  - Antenas
  - Receptores y transmisores
  - Multiplexores
  - Equipo de conmutación
  - Procesado analógico y digital
- Plataforma
  - Determinación de posición y control orbital (estabilización)
  - Telemando, telecontrol y telediagnóstico (TTC)
  - Propulsión
  - Eléctrico (generación y almacenamiento de energía)
  - Control térmico

TRANSPONDEDOR





# Comunicaciones vía Satélite

## Balance de Enlace

- Necesidad de separar el enlace ascendente del descendente
- Enlace descendente (downlink)
  - Es el más crítico por la limitación de potencia transmitida por el satélite
  - Se deben detectar señales muy débiles (alta ganancia) en ambiente muy ruidoso (temperatura de ruido alta)
  - Se asignan frecuencias más bajas para minimizar pérdidas ( $e \sim 1/f^2$ )
  - Incremento de la capacidad por reutilización de frecuencias y polarización
- Enlace ascendente (uplink)
  - Tiene menos limitaciones en potencia
- Los enlaces por satélite se dimensionan para compensar posibles pérdidas de señal (desvanecimientos o fading) debidos a la lluvia respecto del enlace en condiciones de cielo claro



# Comunicaciones vía Satélite

## Balance de Enlace

- Finalidad del balance de enlace: la señal transmitida debe llegar con una potencia suficiente para garantizar una calidad esperada, de tal forma que en el destino la relación entre la potencia de la portadora modulada respecto al ruido acumulado (C/N) tenga el valor requerido para la red considerada.
  - Para enlaces analógicos se usa el parámetro portadora a ruido C/N
  - En enlaces digitales se usa el parámetro de BER obtenido a partir de la potencia de bit a ruido  $E_b/N_0$
- Deben realizarse siempre cálculos para el enlace ascendente y el descendente

$$L = L_p + L_a$$

$L_p$  es la pérdida básica de propagación en espacio libre (del orden de 200 dB GEO)

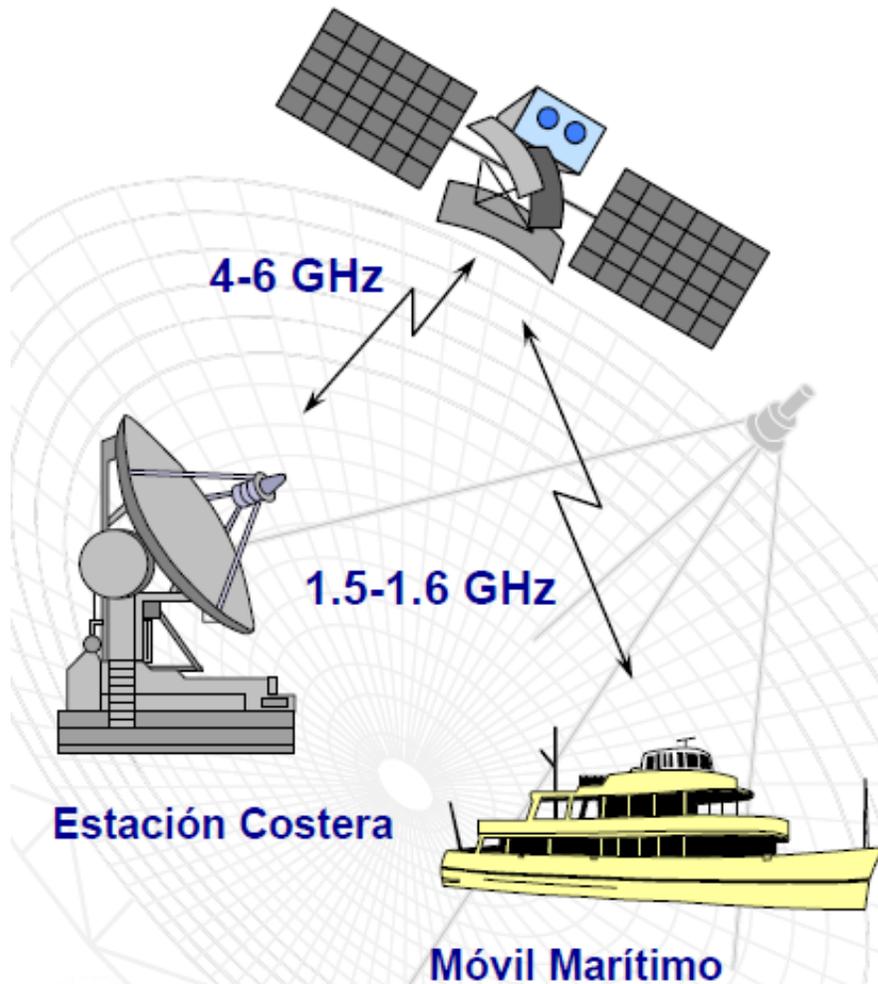
$L_a$  es la pérdida por la interacción con el medio y la no idealidad del enlace

$$L_a = L_{at} + L_{punt} + L_{pol} + L_{lluv}$$

$L_{at}$	Pérdidas atmosféricas (solo para $f > 10$ GHz)
$L_{punt}$	Pérdidas por desapuntamiento
$L_{pol}$	Pérdidas por despolarización
$L_{lluv}$	Pérdidas por lluvia (principal causa de $L_a$ para $f > 10$ GHz)



- Ejemplo Sistema INMARSAT



### CANAL VOZ INMARSAT

Downlink Satélite-Barco	
Banda de Frecuencias (MHz)	1535-1543.5
Ancho de Banda RF ocupado (MHz)	2
Número de Canales	40
Ancho de Banda RF por canal (kHz)	30
Potencia salida transpondedor (W)	10
Potencia por canal (dBW)	-6,02
G Ant.Satélite Borde Cobertura (dBi)	17
Pérd. Espacio Libre (38000 km) (dB)	187,8
G/T Est.Receptora (dBK-1)	-4
Ancho de Banda de ruido (kHz)	20
<b>C/N (dB)</b>	
4,8	
Uplink Barco-Satélite	
Banda de Frecuencias (MHz)	1636.5-1645
PIRE Barco (10W 2m diam) (dBW)	37,0
Pérd. Espacio Libre (38000 km) (dB)	188,3
G Ant.Satélite Borde Cobertura (dBi)	16
Temp.ruido sistema Transp (500K) (dBK)	27,0
G/T satélite (dBK-1)	-8,0
<b>C/N por canal (dB)</b>	
21,5	



# Comunicaciones vía Satélite

## Comunicaciones militares por satélite

- Tienen características propias que los diferencian de los civiles, aunque comparten las bases tecnológicas
  - Fiabilidad (redundancia, protocolos seguros y encriptación)
  - Características y prestaciones elevadas
  - Larga duración
  - Necesidad de terminales ligeros y de alta resistencia
  - Posibilidad de despliegue en tiempos cortos y en cualquier lugar
  - Facilidad de uso y disponibilidad garantizada
- Bandas de frecuencias
  - Banda X (7/8 GHz) la más utilizada (HISPASAT, SPAINSAT/XTAR)
  - Más recientemente Banda K y Ku
- Desarrollo de los sistemas COTM (Communications On-The-Move)
  - Terminales de a bordo son capaces de seguir al satélite mientras se desplazan
  - Comunicaciones de un solo salto



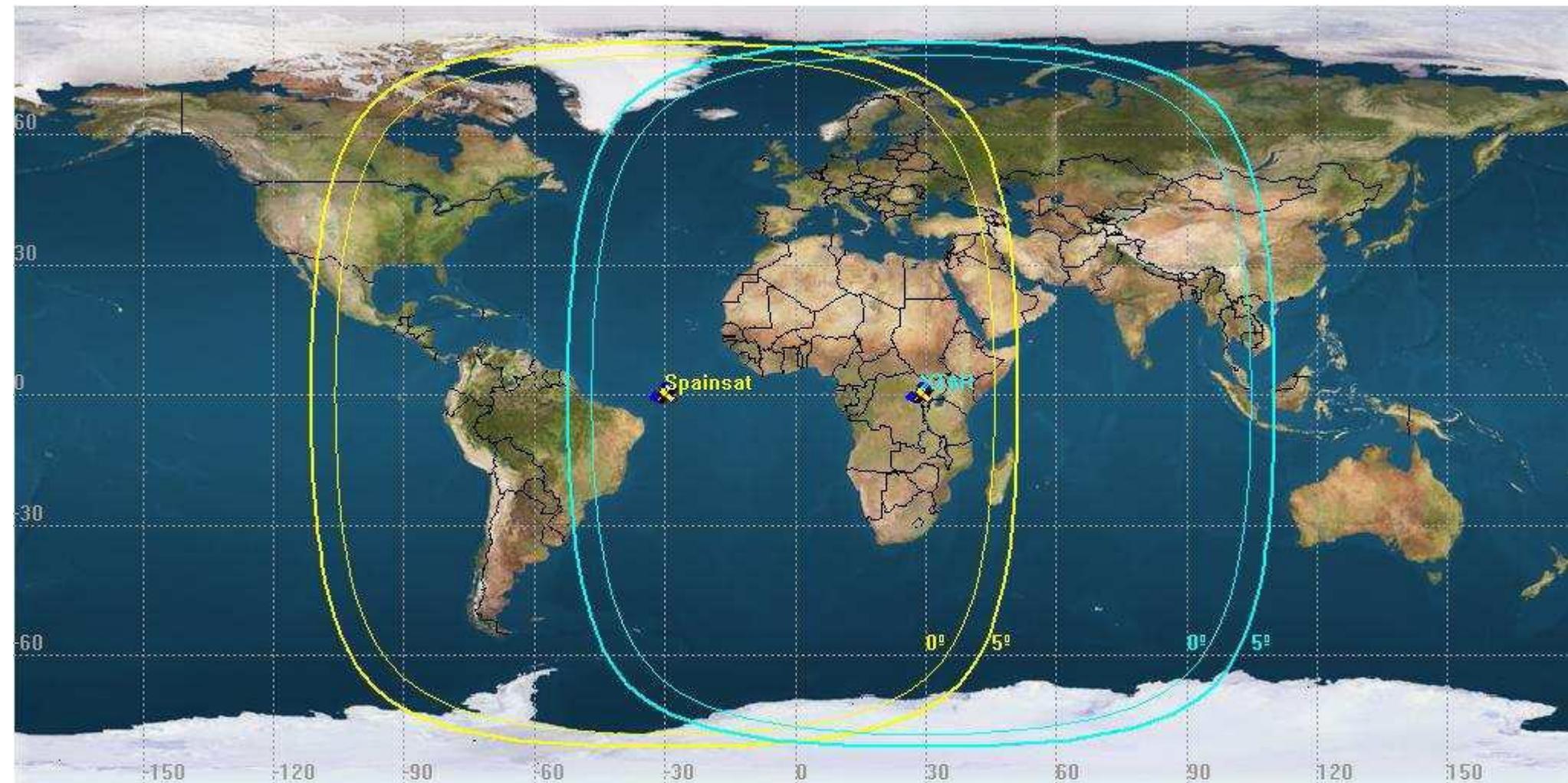


- Las comunicaciones militares en España se inician en el año 1992 a través del Sistema HISPASAT.
- Hispasat 1A y 1B
  - Satélites multimisión de uso compartido comercial y gubernamental/militar
  - Carga útil militar en banda X
  - Haces de cobertura global, fijos y orientables
  - Transpondedores para comunicaciones estratégicas con antenas fijas de gran diámetro en el segmento terreno, así como terminales a bordo de barcos, unidades transportables y sistemas portátiles (*Manpack*). Dos de ellos son para la misión gubernamental/militar.
- Para el desarrollo de terminales HISPASAT se pone en marcha el programa SECOMSAT para explotar la parte militar del sistema.
- En 2001, previo al fin de la vida útil de los satélites Hispasat, se pone en marcha un nuevo programa con los satélites SPAINSAT y XTAR-EUR. SPAINSAT está en órbita desde 2006 y permite enlaces en banda X y banda K. Está dotado de mayor capacidad de comunicaciones, además de contar con haces fijos y orientables, y de un Sistema Avanzado de Antena Activa a Bordo (IRMA) que proporciona mayor protección contra interferencias.



# Comunicaciones vía Satélite

## Comunicaciones militares por satélite en España (SECOMSAT)

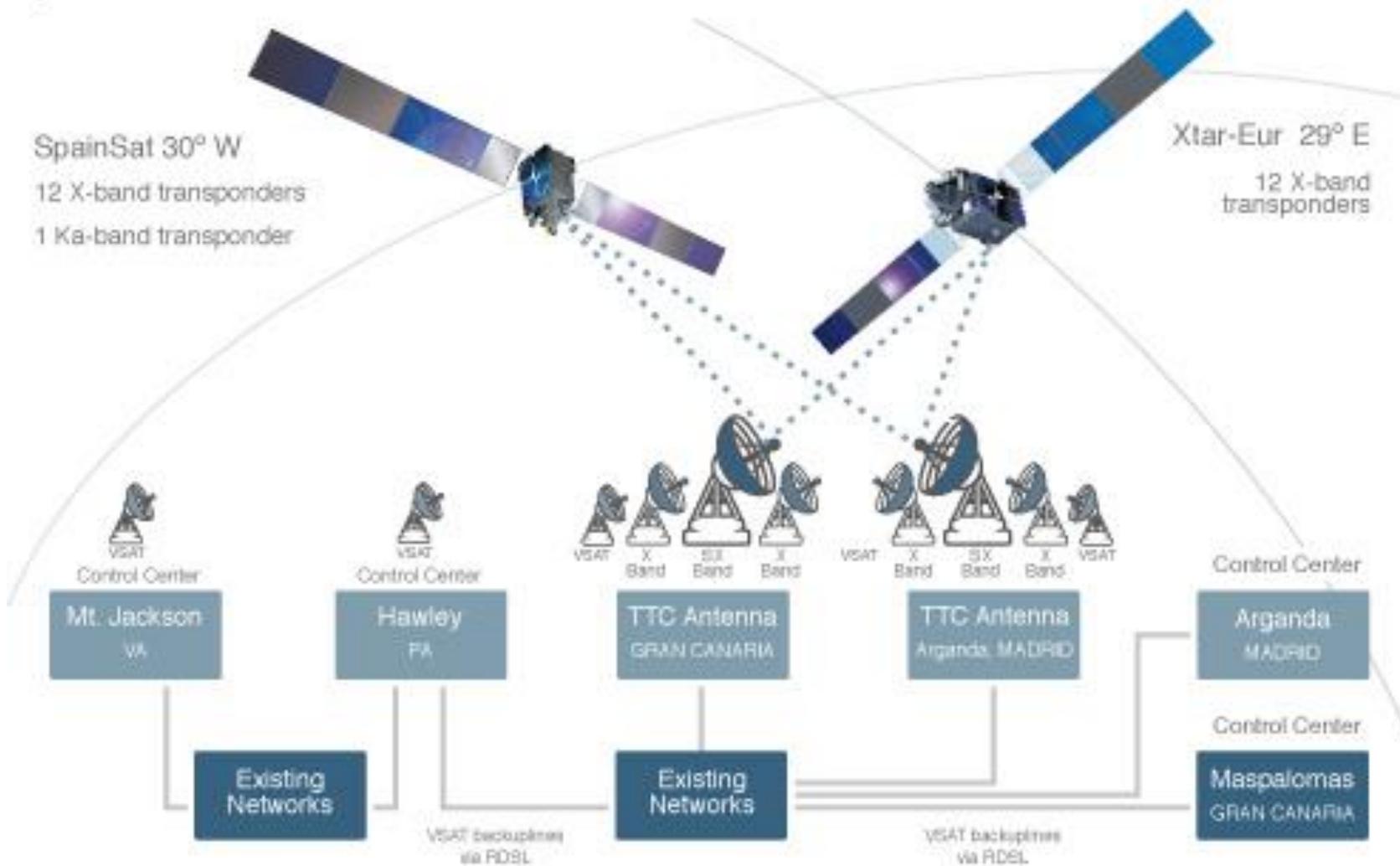




# Comunicaciones vía Satélite

## Comunicaciones militares por satélite en España (SECOMSAT)

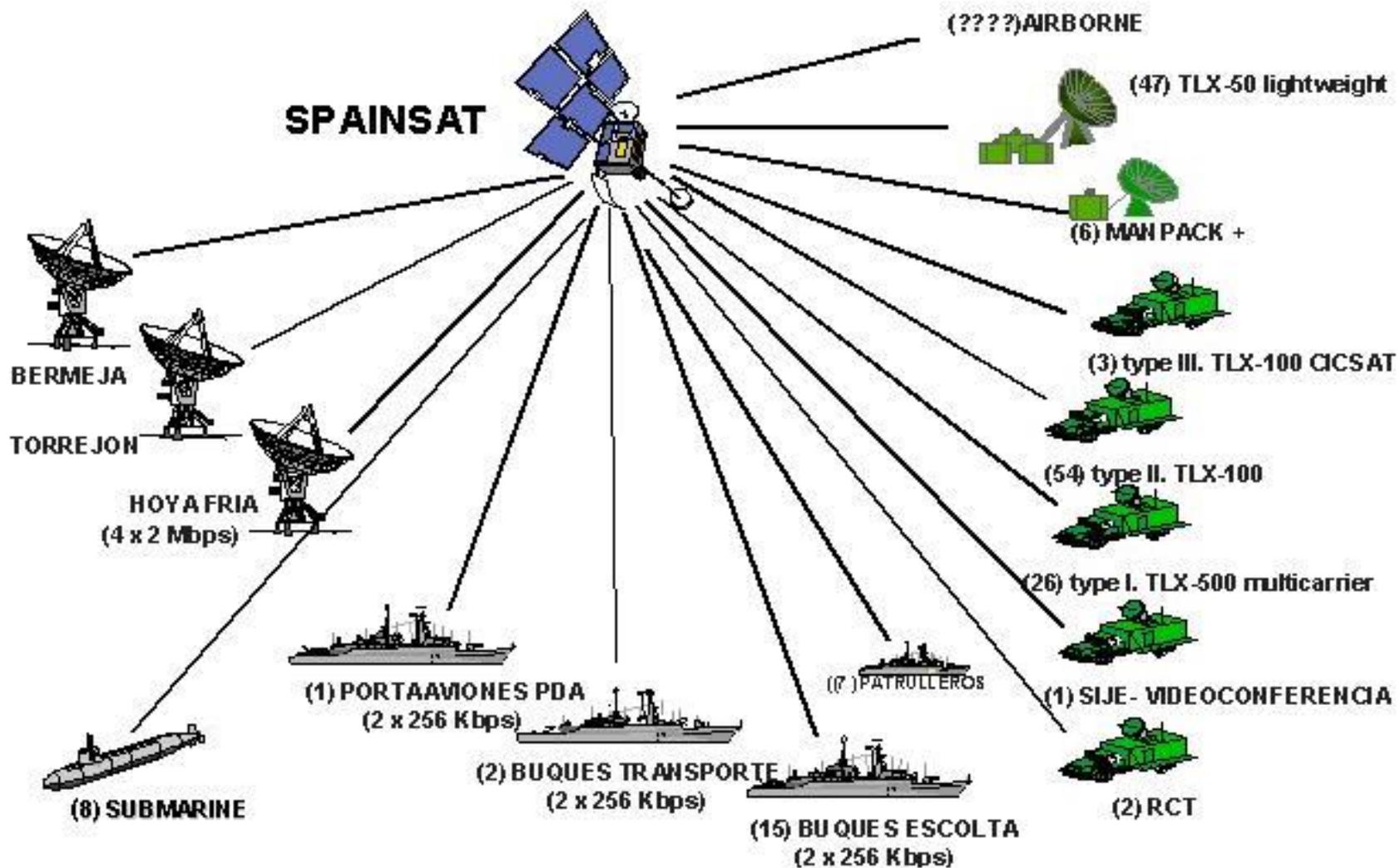
### SpainSat+Xtar-Eur





# Comunicaciones vía Satélite

## Comunicaciones militares por satélite en España (SECOMSAT)





# Comunicaciones vía Satélite

## Comunicaciones militares por satélite en España (SECOMSAT)

La Red Actual SECOMSAT :432 Terminales

ARMADA:42 BUQUES, 27 IªMª

EAN TORREJON  
60 CAD ENL SIMULT.



EAN BERMEJA  
102 CAD ENL SIMULT.



HOYA FRIA  
(4X2 Mbps)



17 NAVALES – 1 ANTENA  
1X256 Kbps.



5 SUBMARINOS  
1X64 Kbps



15 NAVALES – 2 ANTENA  
2-3X500 Kbps.



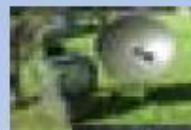
4 ATQH  
2 ET  
2 TEAR IM



18 SOTM  
14 ET  
1 EA  
3 TEAR IM



93 MANPACK  
DAMA  
83 ET  
6 EA  
4 TEAR IM



60 TLX-50  
51 ET  
3 EA  
6 TEAR IM



61 TLB-50  
38 ET  
12 EA  
10 TEAR IM  
1 EMAD



46 TLX-100  
36 ET  
2 TEAR IM  
7 EA  
1 EMAD



14 TA TTX500  
MULTIPORTADORA  
10 ET  
2 EA  
2 EMAD

5 TBIB  
(BIBANDA)  
3 ET  
2 EA



14 TLX-150

SPAINSAT/XTAR



Cada enlace: 8 puertos de voz  
8 puertos de datos.  
BV entre 128KB y 2 M'B

BV depende del  
equipamiento del terminal,  
básicamente de la PIRE y del  
tamaño de la antena

OTROS TERMINALES/FRONTALES:

20 Embajadas 10 semipermanentes  
33 frontales Ku y 10 portátiles IP/Ku

Terminales satélite en el Ministerio de Defensa



# Comunicaciones vía Satélite

## Comunicaciones militares por satélite en España (SECOMSAT)

- Terminales tácticos TLX-100/200
  - 4 canales de datos y 8 de voz
  - Montados en Shelter, BMR, Hammer, etc.
  - Antenas de 2,2m y  $P_t=120W$
  - Seguimiento de satélite
- Terminales Navales TNX-100
  - 12 canales de voz y 16 de datos
  - Hasta grado mar 8
  - Opera con otros sistemas OTAN
- Terminales Manpack TLX-5
  - Trabajan en Banda X
  - Transportable en mochila con antena de 0,6 m
  - Permiten enlaces con protocolo IP
- Terminales TSUB
  - En banda SHF
  - Permiten seguimiento del satélite en submarinos en condiciones de mar grado 4





### TERMINAL NAVAL TNX-100

- Amplificador de estado sólido (2 x 200 w)  
→ 340 watos de potencia total de salida
- Banda X exclusivamente
- Antena: 1.2 - 1 mts, estabilizada en tres ejes
- 2 portadoras: 2 QPSK a 256 Kbps o 2 CDMA
- Versiones antenas (Astrium-Raytheon)

#### ● SERVICIOS:

- 8 puertos voz
- 8 puertos datos (V35 / V24)
- Dos EPICOM 210 (limitado a 256 Kbps)

Los **TNX-50** (más pequeños) se encuentran en: DIANA, ALERTA, PATIÑO y MDE  
CAZADORA, VENCEDORA y CANTABRIA

Actualmente instalado en PDA, FFG, F-100, CST y GLC, LHD





### TERMINAL MANPACK TLX-5 DAMA/CDMA

Antena centrada 0.6 m orientable 360° az / 0°-90° el.  
Peso inferior a 18 kg incluyendo baterías  
Alimentación externa ca. 220 v, y cc. 12v y 24v  
Autonomía de 3 h. en recepción y 1 h en transmisión  
Dimensiones totales  
40 cm. plegado  
menor de 10 litros en volumen  
Tiempo de despliegue/repliegue < 5 min. una persona  
CRIPTO nacional EP210M  
portadoras:  
**1 a 64 Kb 1 cto. voz/datos no simultáneo**





# Comunicaciones vía Satélite

## Comunicaciones móviles por satélite (INMARSAT e IRIDIUM)

### ■ Sistema INMARSAT

- 10 satélites geoestacionarios en Banda L
- Cobertura casi global (excepto polos)
- Terminales ligeros y de fácil despliegue (antena plegable)
- Servicios ofrecidos:
  - Móvil Marítimo (SMMS)
  - Móvil Terrestre (SMTS)
  - Móvil Aeronáutico
  - Datos y telemetría



### ■ Sistema IRIDIUM

- 66 satélites en 6 órbitas LEO (780 Km). Es un sistema celular!
- Servicios de telefonía y datos
- Cada satélite tiene 4 antenas destinadas a enlaces intersatélite para desviar tráfico cuando el satélite no tiene visión directa con alguna pasarela de tierra (handover)
- Opera en banda L
- Los terminales pueden transmitir voz o datos en modo full-duplex sobre canales FDMA en ráfagas TDMA