

Comunicaciones por satélites

Parte 1: Sistemas de comunicaciones

- Antecedentes.
- Sistema de satélites de comunicación
- Esquema a bloques de un sistema de comunicaciones por satélite
- Tipos de órbitas satelitales
- Bandas de frecuencia para comunicaciones por satélite
- Servicio fijo por satélite
- Servicio móvil por satélite
- Regulación de los servicios satelitales
- Unión Internacional de Telecomunicaciones

Sistemas de comunicaciones

Un sistema de comunicación tiene por función transferir información.

Información es una palabra que dentro de una connotación filosófica abarca muchos conceptos. En este caso nos referimos al **mensaje**, definido como la manifestación física de la información, tal como es producida por la fuente.

ej. *Voz, Imágenes, Documentos, Datos en tiempo real.*

Sin importar la forma que el mensaje toma, un *sistema de comunicación* tiene por función reproducir en el punto de destino una replica aceptable de el mensaje producido por la fuente.



Figura 1: Sistema de comunicación con transductores de entrada y de salida

Es posible distinguir un mensaje dentro de una de las dos categorías siguientes:

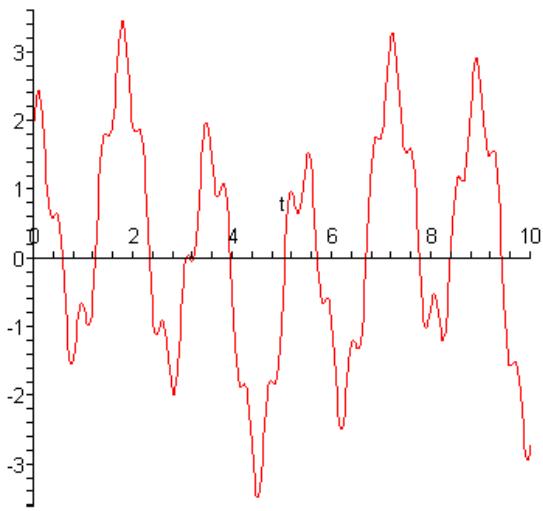
Analógica

Digital

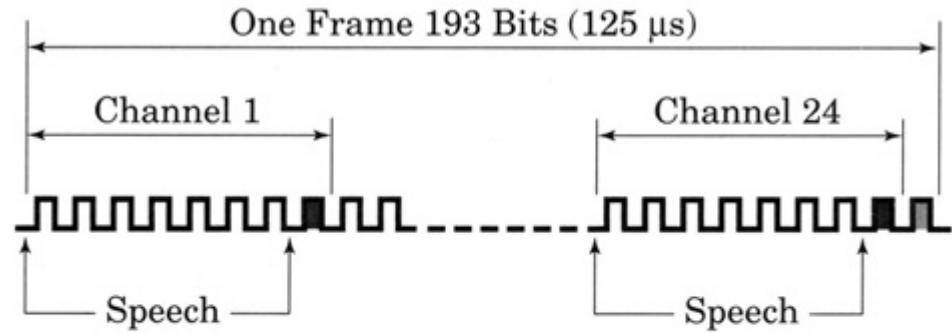
Esta distinción determina el criterio del sistema de comunicación a emplear.

Un **mensaje analógico** es una cantidad física que varía con el tiempo, una forma de onda variante en el tiempo. Un sistema de comunicación analógica deberá entregar dicha forma de onda con un grado específico de **fidelidad**.

Un **mensaje digital** es una secuencia ordenada de símbolos seleccionados de un conjunto de elementos discretos. El sistema de comunicación digital deberá entregar estos símbolos con un grado específico de **exactitud** en una cantidad de tiempo especificada.



Mensaje analógico y digital:
Función que depende del tiempo $f(t)$
Delimitado por un ancho de banda
Delimitado en amplitud
Relación señal a ruido específica



- Supervisory and Signaling Information
Every Sixth Frame
- Framing Bit

Elementos de un sistema de comunicación

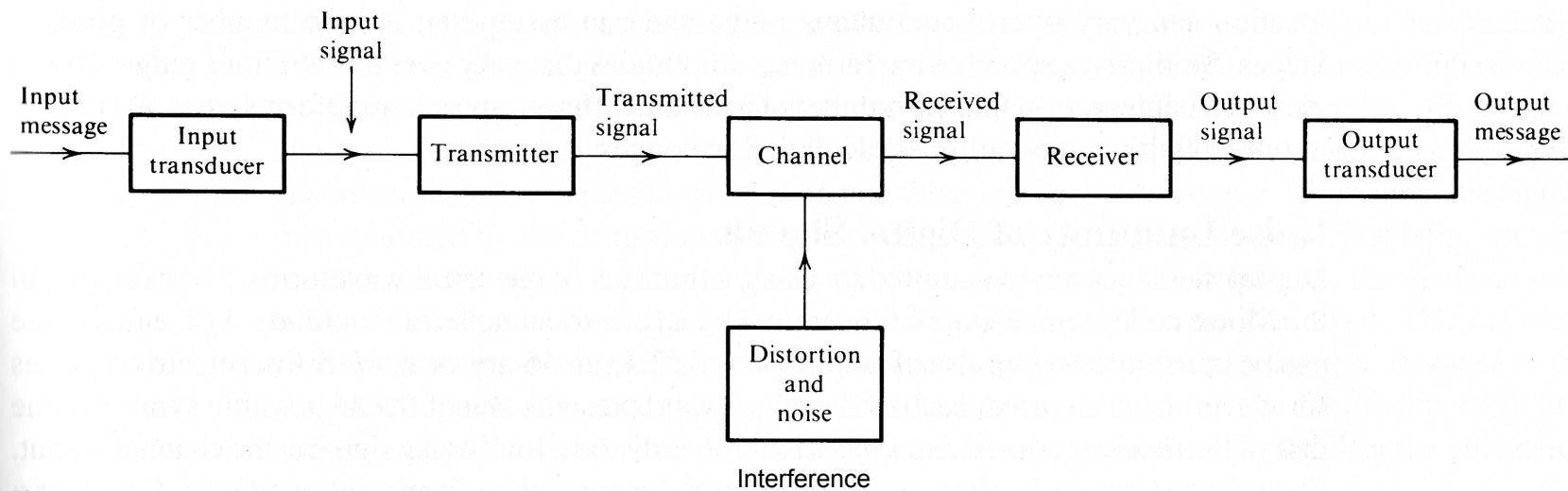


Figure 1.2 Communication system.

Transductores: convierten una señal física externa a una señal eléctrica y viceversa

Transmisor: Procesa la señal de entrada para adecuarla a las características del canal de transmisión. El procesamiento de la señal de entrada generalmente involucra **modulación** y además agregar una **codificación**.

El canal de transmisión o medio de transmisión: Es el medio que enlaza al transmisor con el receptor, la fuente con el destino. Algunos ejemplos de ello son: par de cables, coaxial, guía de onda, medio para guiar ondas de radio o luz laser. Todo medio produce una cierta cantidad de **pérdida** o **atenuación** en la señal eléctrica.

El receptor: opera sobre la señal que sale del canal de transmisión, preparando la señal para entregar al destinatario. El receptor opera sobre la señal **amplificando**, para compensar las pérdidas de transmisión, **demodulación** y **decodificación** para invertir el procesamiento de la información realizada en el transmisor.

Efectos indeseables en el curso de la señal:

Ruido

Interferencia

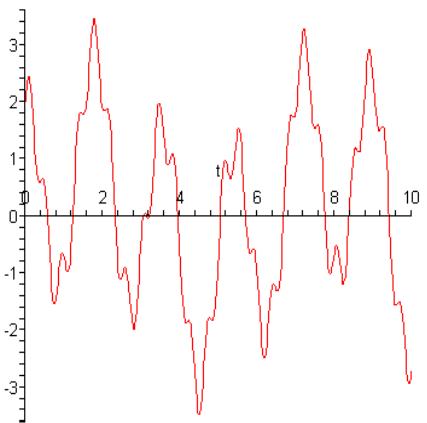
Distorsión

Ruido: se refiere a señales eléctricas e impredecibles producidos por procesos naturales, tanto en el interior como en el exterior del sistema. Cuando estas variaciones eléctricas se super-posicionan con la señal de interés, el mensaje puede ser parcialmente corrompido o incluso enmascararlo totalmente.

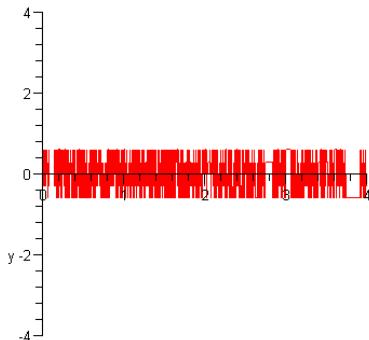
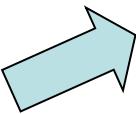
Interferencia: Es una contaminación producida por otras fuentes humanas, como transmisores, maquinaria y equipos eléctricos, circuitos de conmutación, etc. El problema es más severo en los sistemas de radio, puesto que la misma frecuencia puede ser empleada por diferentes transmisores.

Distorsión: es una perturbación en la forma de onda, producida por una respuesta imperfecta del sistema sobre la señal. A diferencia del ruido y la interferencia, la distorsión desaparece cuando se omite la señal de entrada.

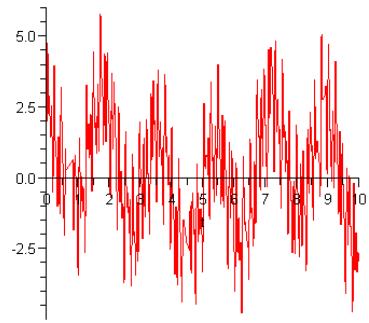
Ejemplo:



+

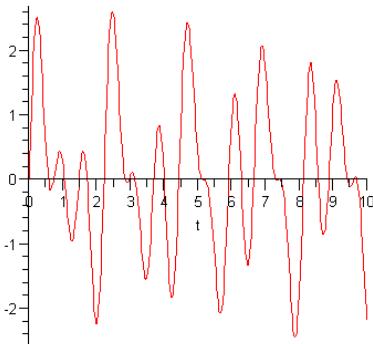
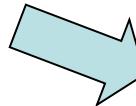


=

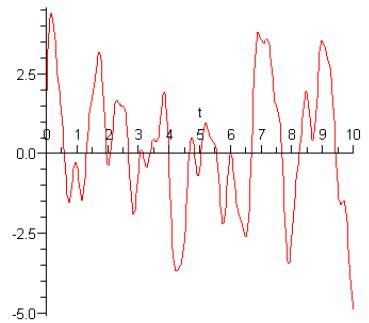


Ruido

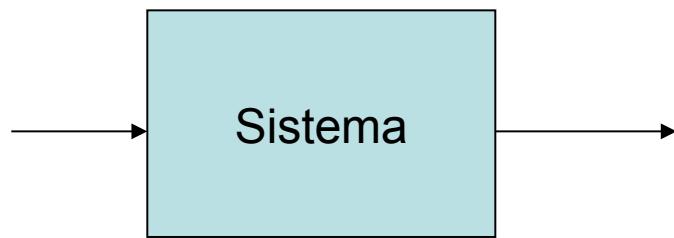
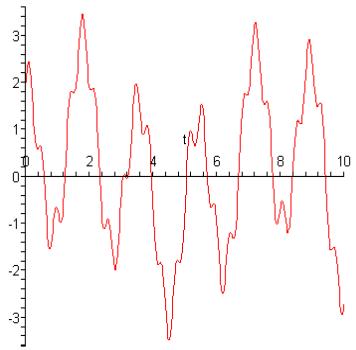
+



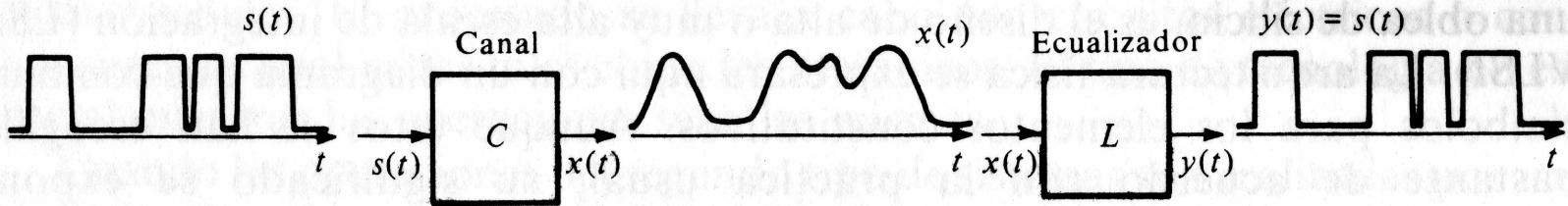
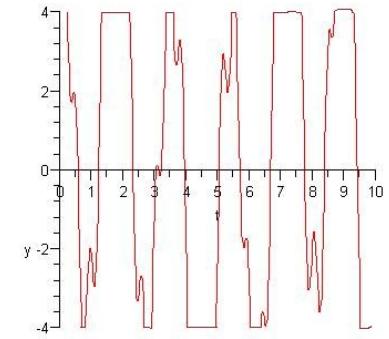
=



Interferencia



Distorsión no lineal



Falta de ancho de banda

Limitaciones Fundamentales

Disponibilidad de espectro

El concepto de **ancho de banda** (B) aplica tanto a los sistemas como a las señales como una medida de capacidad para responder a **velocidad de cambio** de las señales.

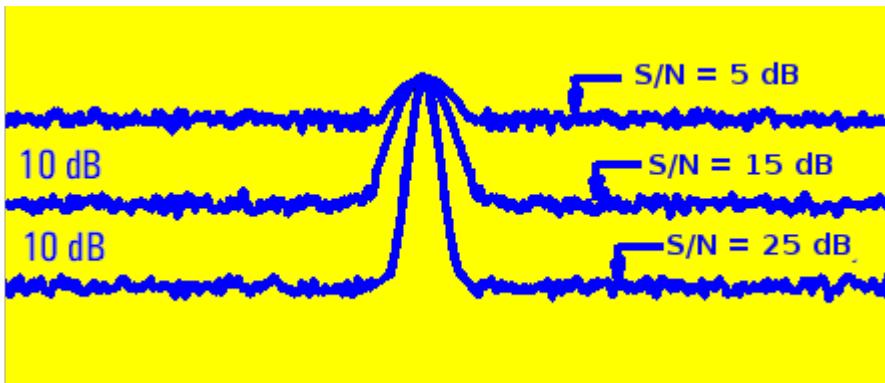
Cuando una señal cambia rápidamente con el tiempo, su contenido de frecuencia, o **espectro**, se extiende sobre un rango bastante amplio y se dice que la señal tiene una ancho de banda muy grande.

La habilidad de un sistema al seguir los cambios rápidos de una señal se reflejan en su **respuesta en frecuencia** o **ancho de banda de transmisión**.

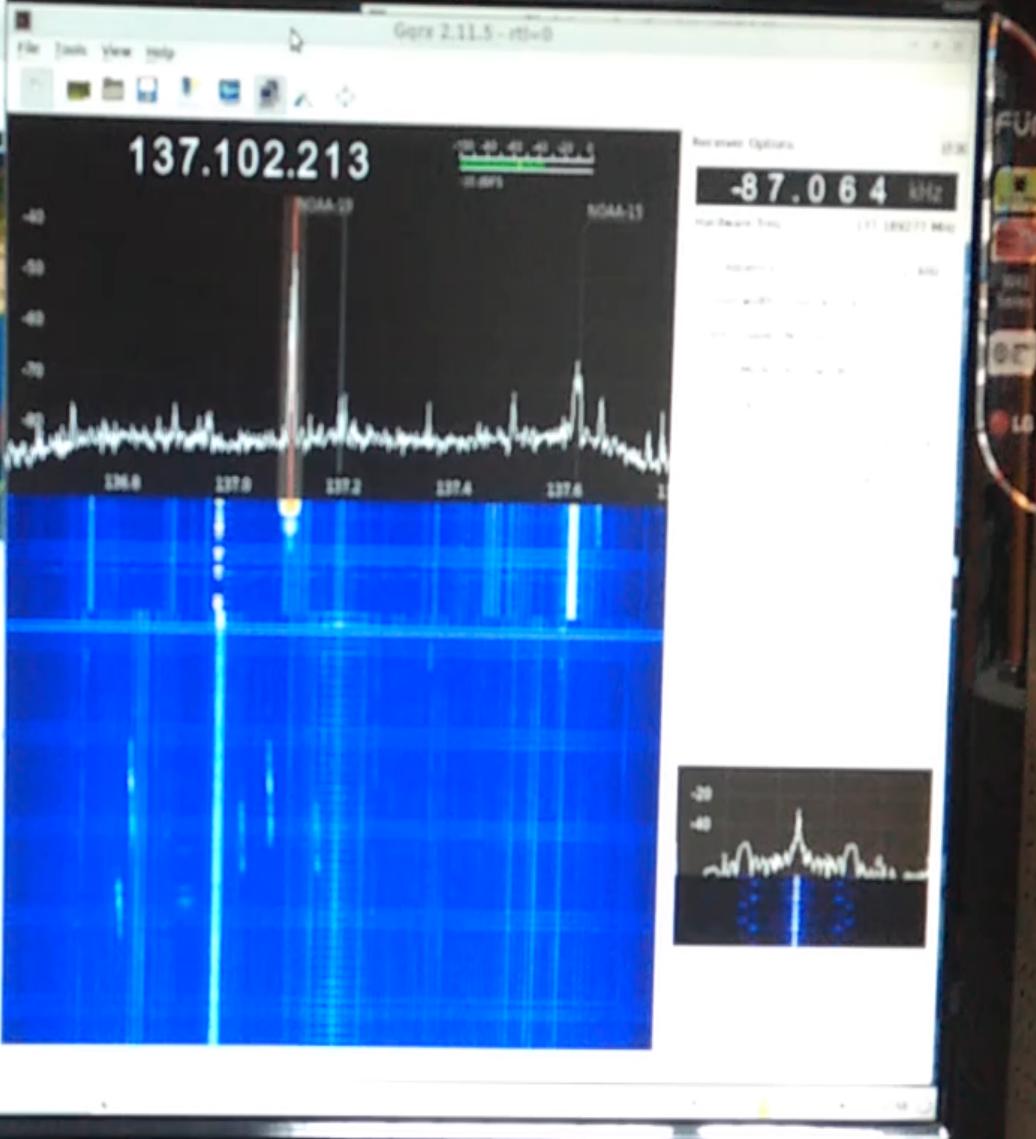
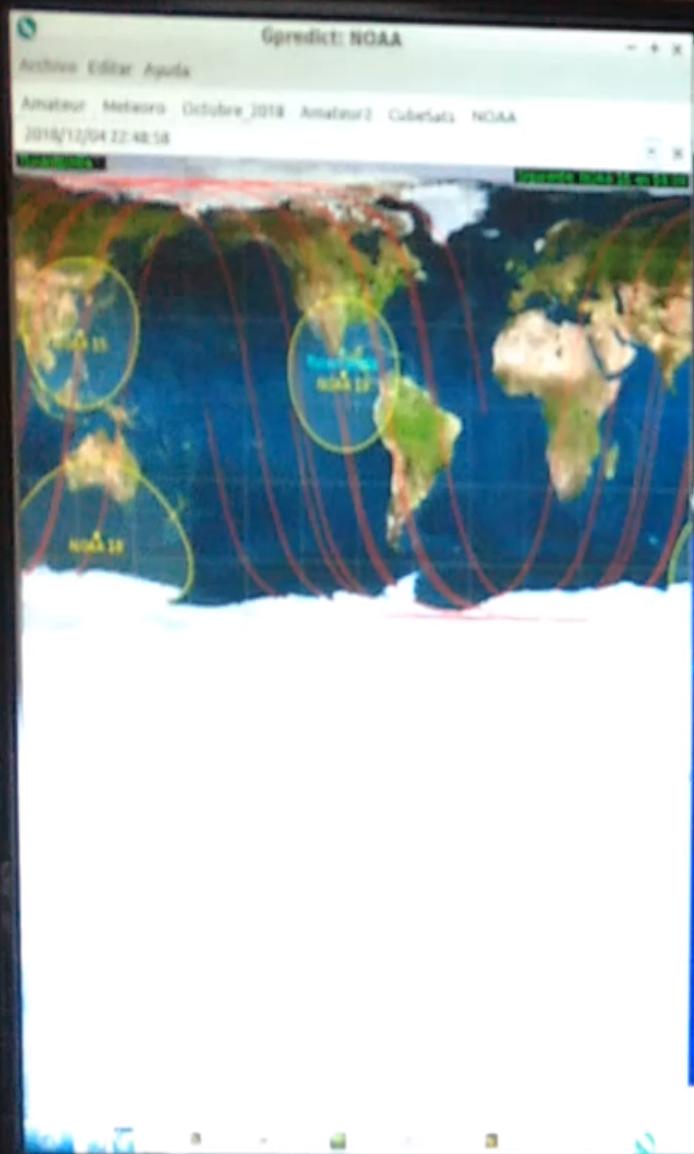
Las limitaciones físicas de un sistema determinan la capacidad para manejar altas o bajas razones de transmisión.

Se mide la cantidad de ruido relativo a una señal de información en términos de la relación **Razón de Potencia Señal-Ruido S/N**

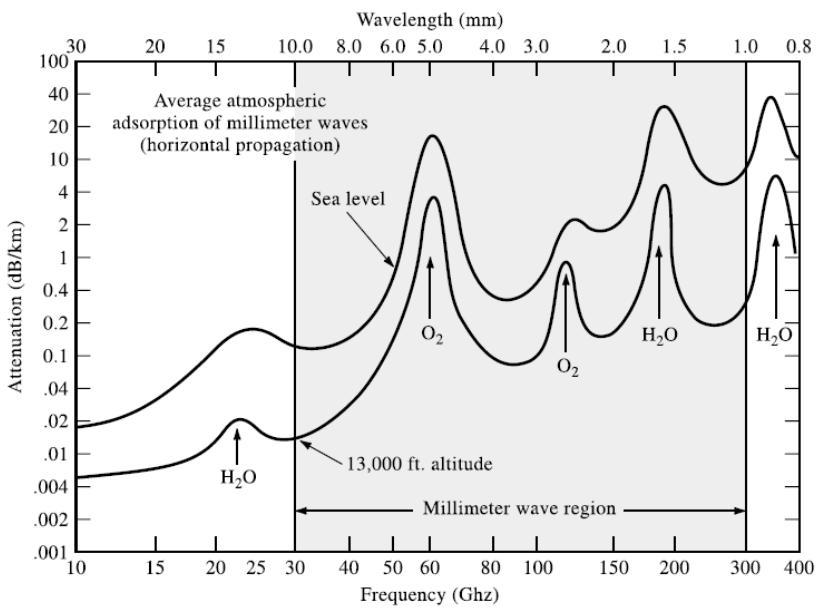
Potencia limitada



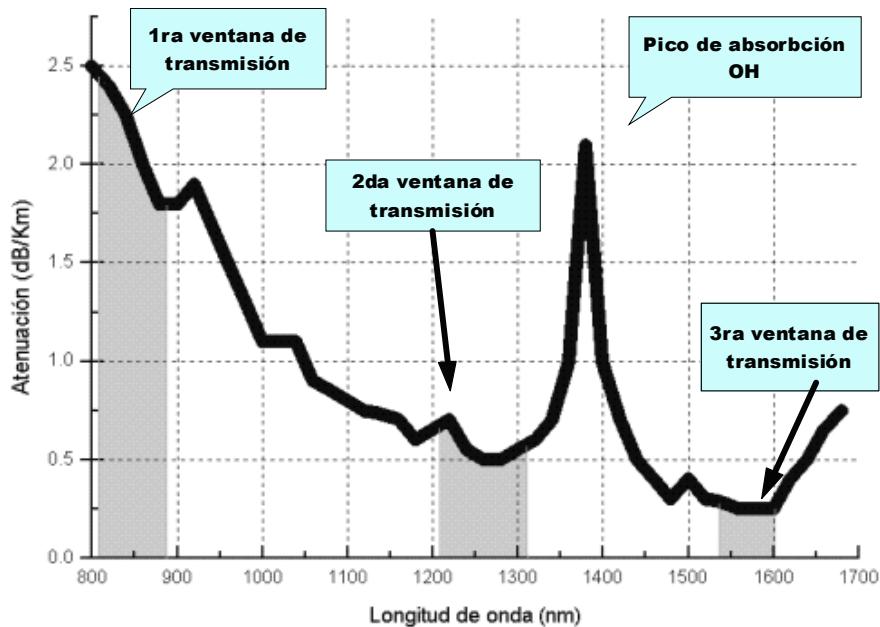
En el medio de transmisión, cuanta más atenuación tenga el medio sobre la señal, o la distancia sea mayor, la señal pierde potencia. Al llegar al receptor, la primera etapa de amplificación tiene un nivel de ruido inherente a la electrónica del dispositivo. La medida de señal a ruido se obtiene al obtener el cociente de potencias entre el máximo nivel de la señal y el dispositivo en 'oscuridad', es decir, sin señal a la entrada. En esta etapa el ruido es amplificado junto con la señal y esta relación se conserva hasta el que se entrega el mensaje. Ej. En transmisión de video una relación de señal a ruido aceptable debe ser mayor a 20 dB.



Afectaciones del medio:



Atenuación atmosférica



Atenuación en fibra óptica

Comunicaciones Satelitales

Satélite: Se denomina satélite a cualquier objeto que gira alrededor de un planeta. Generalmente el satélite es mucho más pequeño y acompaña al planeta en su evolución alrededor del sol. El patrón que describe el satélite alrededor del planeta es una trayectoria elíptica y se denomina órbita.

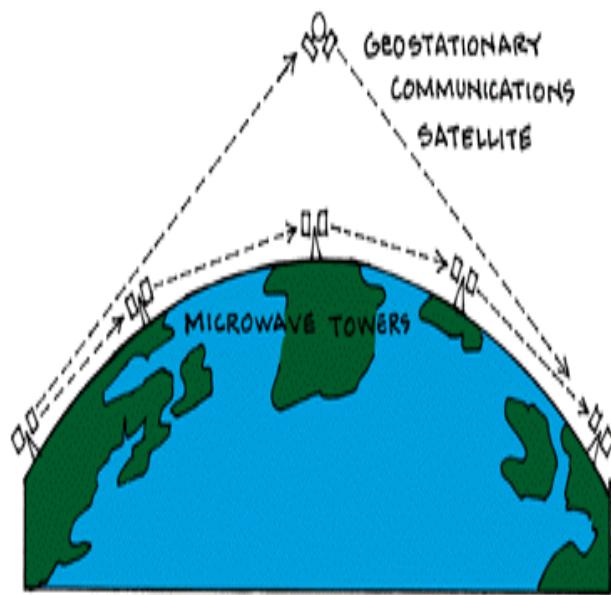
Se considera un objeto como satélite cuando el centro de masas del sistema formado por los dos objetos esté dentro del objeto primario.



Primer objeto puesto en órbita por el ser humano: El SPUTNIK I, lanzado por la ex-URSS en 1957.

Clasificación:

- Satélites de Comunicaciones
- Satélites de Observación Terrestre
- Satélites de Observación Espacial
- Satélites de Localización
- Estaciones Espaciales
- Sondas Espaciales



Descripción de un sistema satelital

Un sistema satelital es desglosado en dos grupos

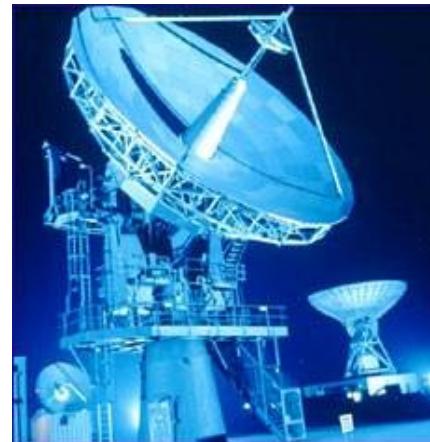
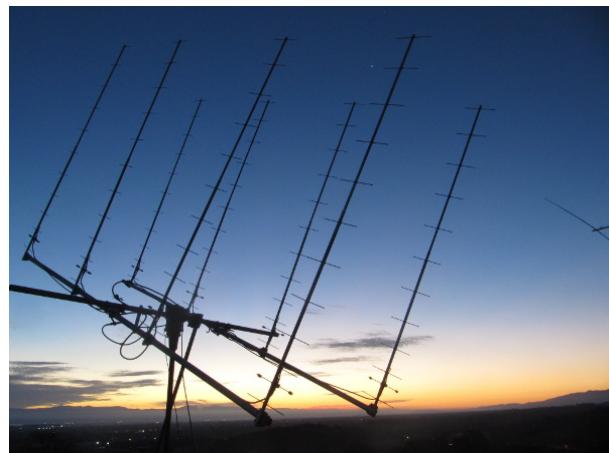


- **El segmento espacial**

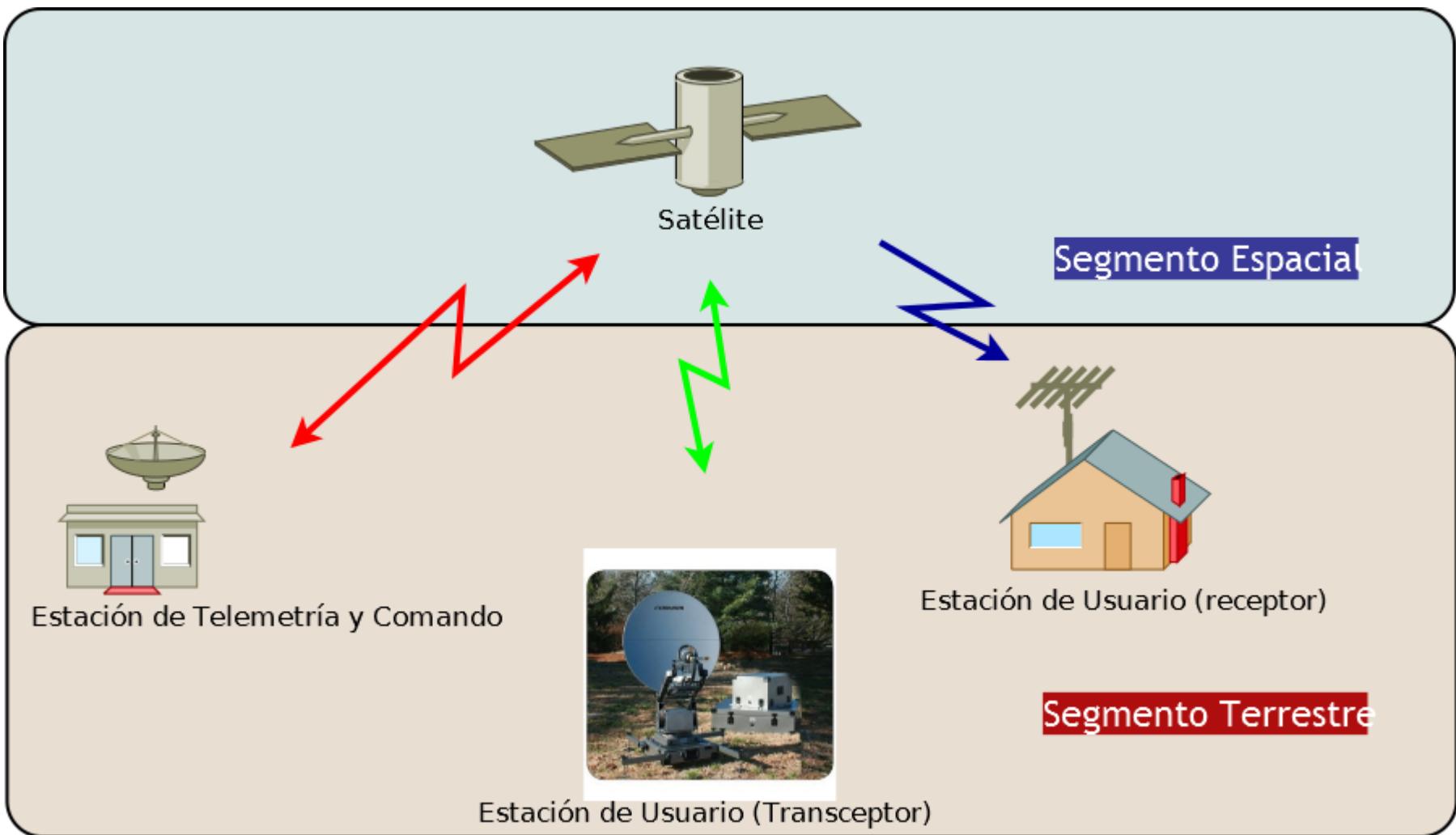
- Satélites, sondas, lanzaderas, vehículos

- **El segmento terrestre**

- Estación terrena de telemetría y control, estación terrena de usuario (terminales)



Esquema de funcionamiento de un sistema satelital.

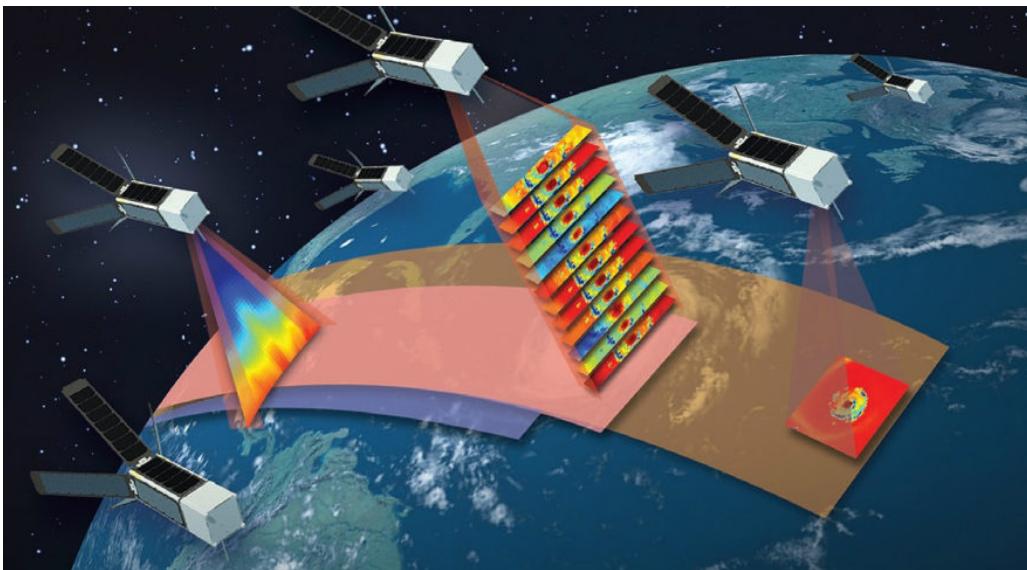


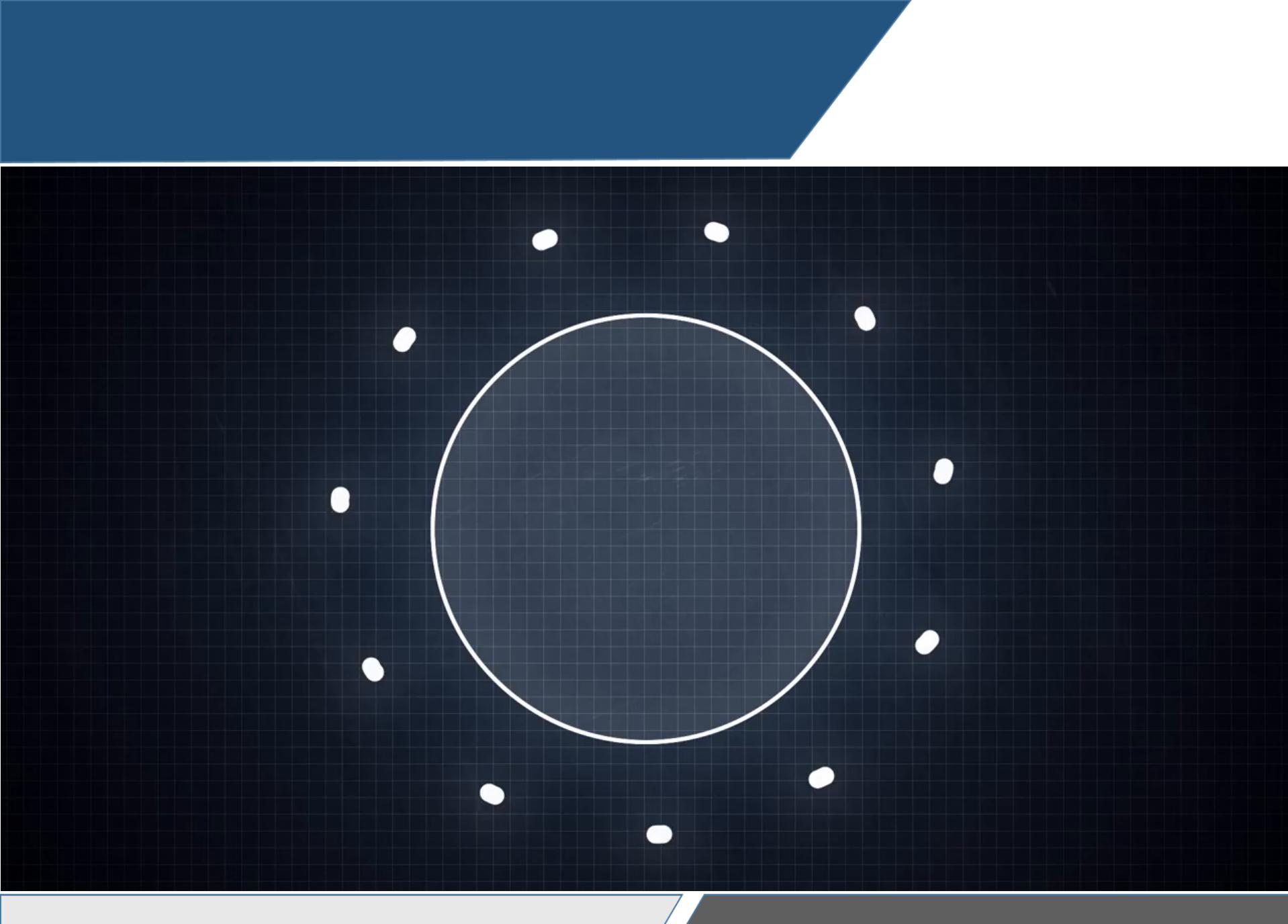
Estación Terrena: Es el centro operativo de los satélites. En la estación terrena se llevan a cabo las tareas de control y telemetría que permiten mantener operativo al satélite.



Estación terrena de control para sistema GALILEO, en Fucino, Italia.
Estaciones con seguimiento continuo, para satélites de órbita media entre 2000 Km y 30 000 Km.

Satélite: En comunicación constante con la estación terrena debe informar su estado y realizar las funciones para las que esta programado. Un satélite debe tener la suficiente autonomía para determinar su posición y estado en casos de perdidas de conexión con la estación terrena, debe ser capaz de resolver situaciones que pongan en peligro su permanencia en la órbita y buscar restablecer el contacto.

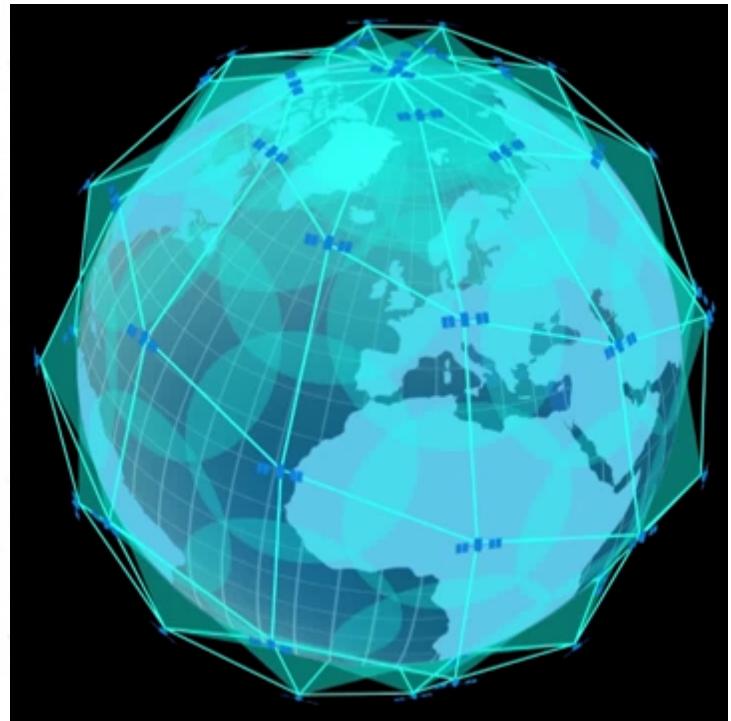
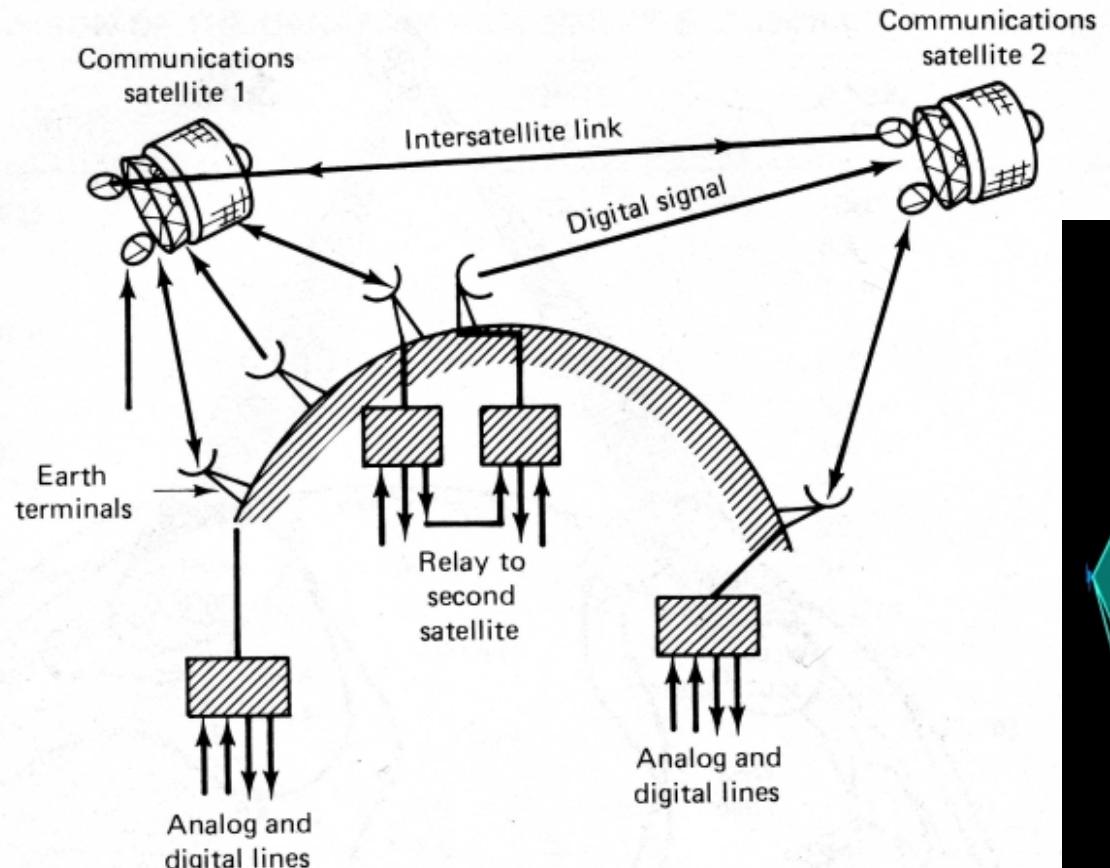






Usuarios: Son quienes reciben la información de la carga útil. En algunos casos es posible realizar una transmisión al satélite por parte del usuario, esto siempre con acceso previamente autorizado por el control del satélite.





Esquema general que muestra la interacción entre estaciones terrenas, satélites y usuarios.

Modelo de subida al satélite

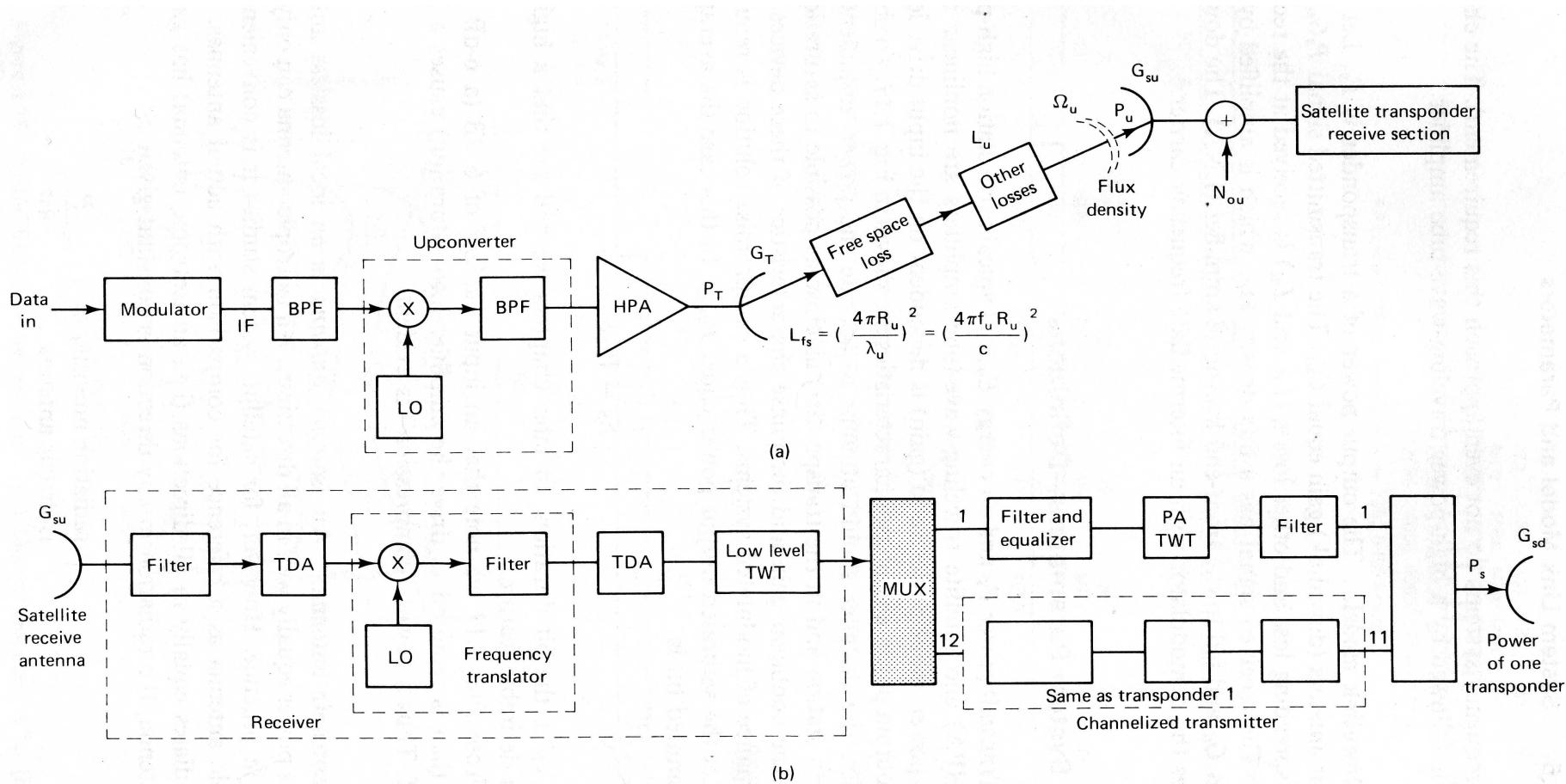
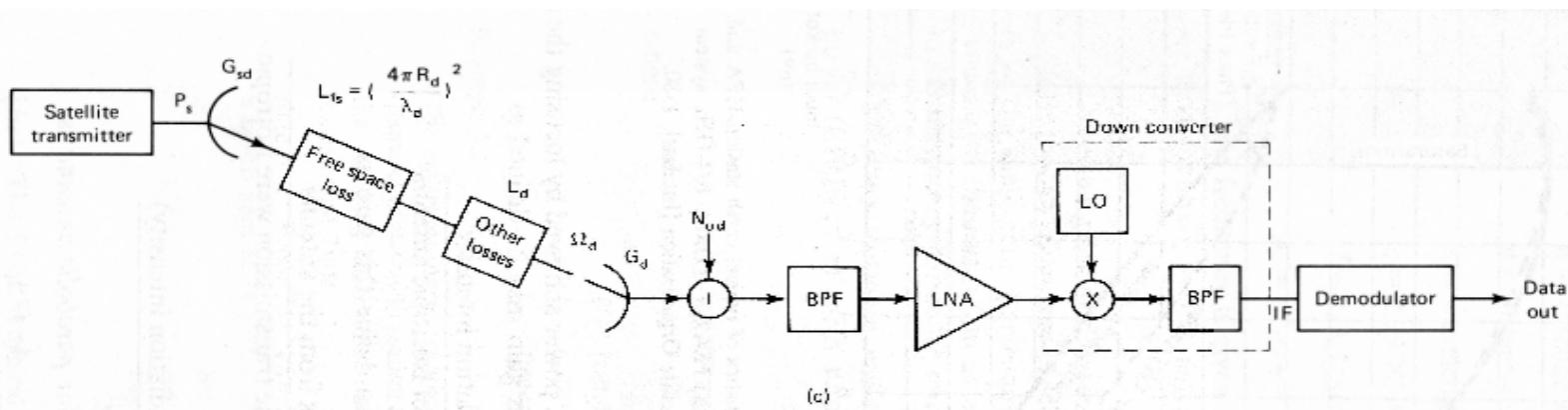


Figure 1.16 (a) Uplink model. (b) Satellite transponder. (c) Downlink model. (d) Abbreviations used in (a)–(c).

Modelo del Enlace de bajada



A_{su}	= effective area of the satellite receive (uplink) antenna
BPF	= bandpass filter
c	= 2.99×10^8 m/s speed of light
f_u	= uplink carrier frequency
G_d	= receive earth station antenna gain
G_{sd}	= satellite (transmit) antenna gain (downlink)
G_{su}	= satellite (receive) antenna gain (uplink)
G_T	= transmit earth station antenna gain
HPA	= high-power amplifier
IF	= intermediate frequency (typically 70 MHz $\pm \Delta f$ or 140 MHz $\pm \Delta f$)
L_{fs}	= space path loss (spreading factor)
LO	= local oscillator
L_u, L_d	= other uplink (downlink) losses (such as antenna efficiency factor, atmospheric loss)

(c)

MUX	= multiplexing network (in this case a radio-frequency network)
N_{ou}	= uplink noise spectral density
P_u	= signal power received at satellite
PA	= power amplifier
P_b	= transmitted power of one satellite transponder
P_T	= transmitted power of the earth station high-power amplifier
R_u	= uplink range distance in meters. Geosynchronous satellites are at a height of 35,930 kilometers (19,400 nautical miles)
TDA	= tunnel diode amplifier (a frequently used preamplifier)
TWT	= traveling-wave-tube amplifier
λ_u, λ_d	= uplink (downlink) wavelength $\lambda = c/f$
Ω_u	= flux density of satellite receiver
π	= 3.1415

(d)

Figure 1.16. (Continued)

Área de cobertura de un satélite

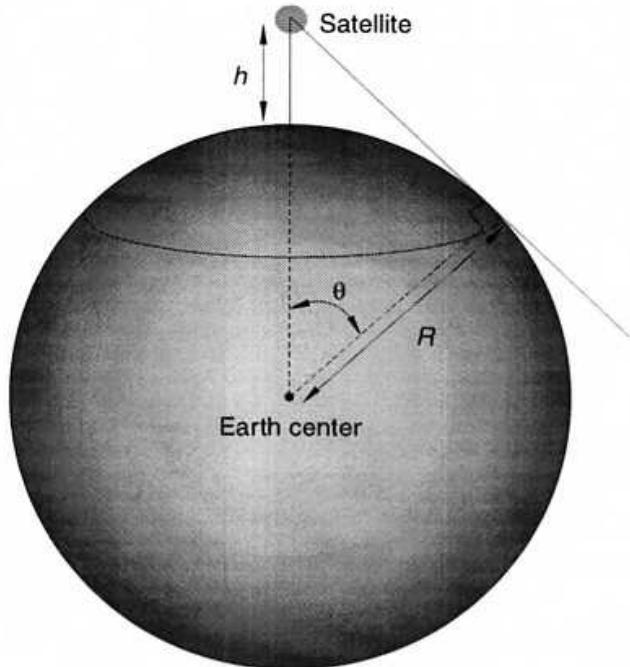


Figure 1. The nadir-pointing coverage circle of a satellite on Earth.

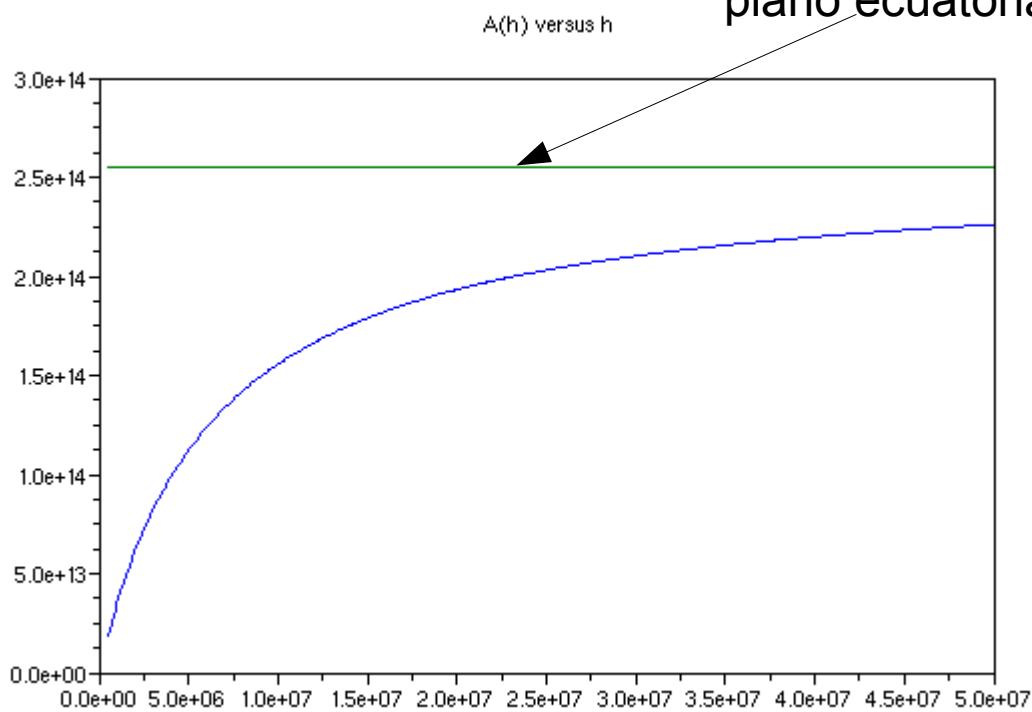
Área de cobertura o sombra del satélite

$$A(h) = 2\pi R^2 (1 - \cos \theta) = 2\pi R^2 b/(R + h),$$

Número de satélites con altitud h , requeridos para cubrir la superficie total de la tierra.

$$N > 4\pi R^2 / A(h) = 2 + 2R/b.$$

Área para un plano ecuatorial



Gráfica que muestra la cobertura que tendría un satélite respecto a la altura a que se encuentra. Aún a 50000Km de distancia no cubriría la mitad de la superficie terrestre.