Sistemas de comunicaciones por satélite. Descripción general.

Diego Méndez Romero

Universidad Carlos III de Madrid

Curso 2018-2019

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos

Índice

1. Historia
2. Estructura general
   - Esquema general
   - Estación terrena
   - Canal
   - Satélite
   - Centro de control
3. Caracterización del sistema
   - Factores

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si el documento es ilícito o lesiona bienes o derechos

Índice

4. Fenómenos adicionales
   - Productos de Intermodulación
   - Ruido térmico
   - Atenuación por lluvias

5. Diseño enlace por satélite

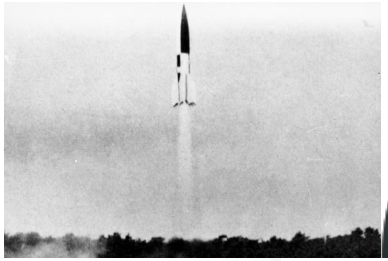
Cartagena99

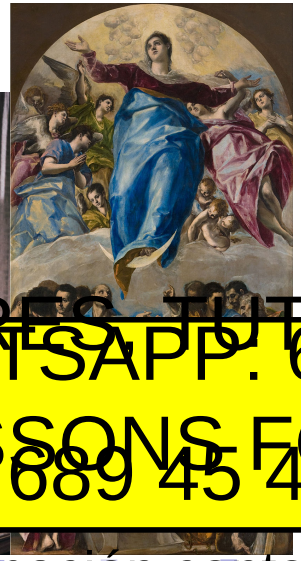
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si el documento es ilícito o lesiona bienes o derechos

Algunas preguntas históricas

- ¿Qué país construyó el primer artefacto capaz de salir de la atmósfera terrestre (altitud > 100 km)?
- ¿Qué escritor de ciencia ficción propuso usar satélites geoestacionarios para telecomunicaciones?
- ¿Para qué fuimos a la Luna?
- ¿Qué diferencia hay entre lo terrenal y lo terreno?





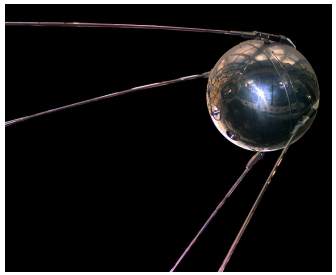
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si el documento es ilícito o lesiona bienes o derechos

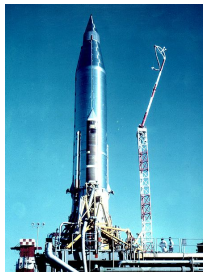
Un poco de historia

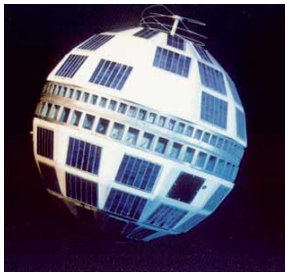
- 1957: Primer satélite artificial (SPUTNIK1 - URSS). Inauguró comunicaciones tierra-espacio
- 1958: SCORE (EEUU)
- 1960: ECHO. Satélite pasivo de telecomunicaciones
- 1962: TELSTAR. Satélite activo de baja altitud
- 1963-64: SYNCOM. Satélite en órbita geoestacionaria.
- 1965: INTELSAT I. Se inicia la fase de explotación de las radiocomunicaciones por satélite. Consorcio INTELSAT

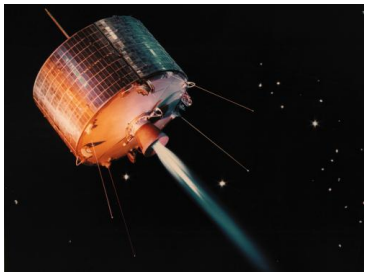
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos

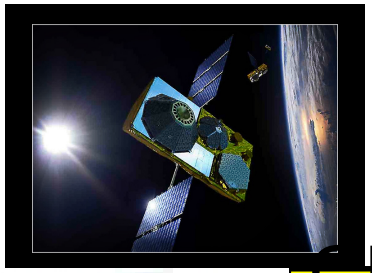
Ejemplo ilustrativo de satélites

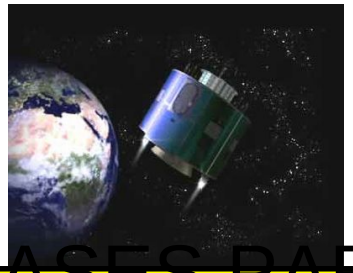

SPUTNIK1 (1957)


SCORE (1958)


TELSTAR 1 (1962)

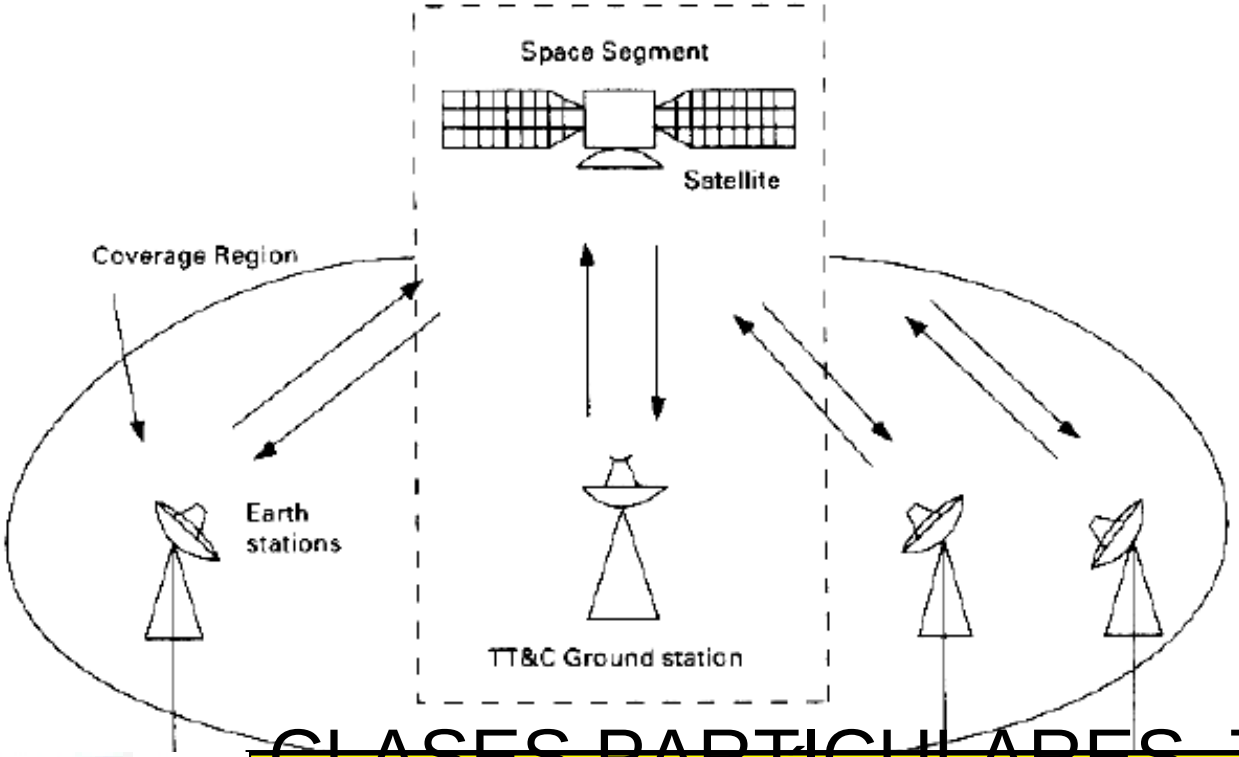

SYNCOM 3 (1963)





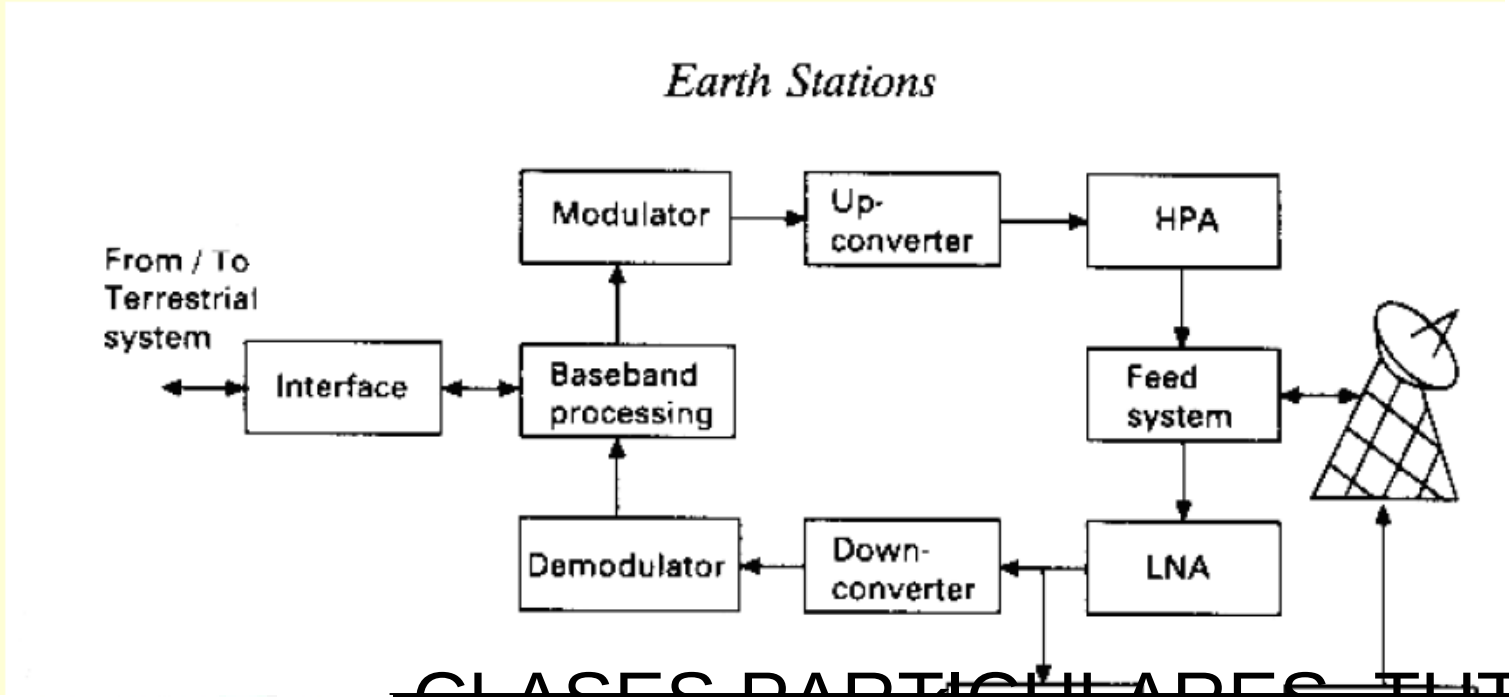
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si el documento es ilícito o lesiona bienes o derechos

Esquema general



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos

Estación terrena TX/RX



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si el documento es ilícito o lesiona bienes o derechos

Estación terrena TX/RX

- Características ideales en TX
  - Económicas
  - Antenas de pequeño diámetro
  - Transmisores de baja potencia
- Características ideales en RX
  - Amplificadores de bajo ruido

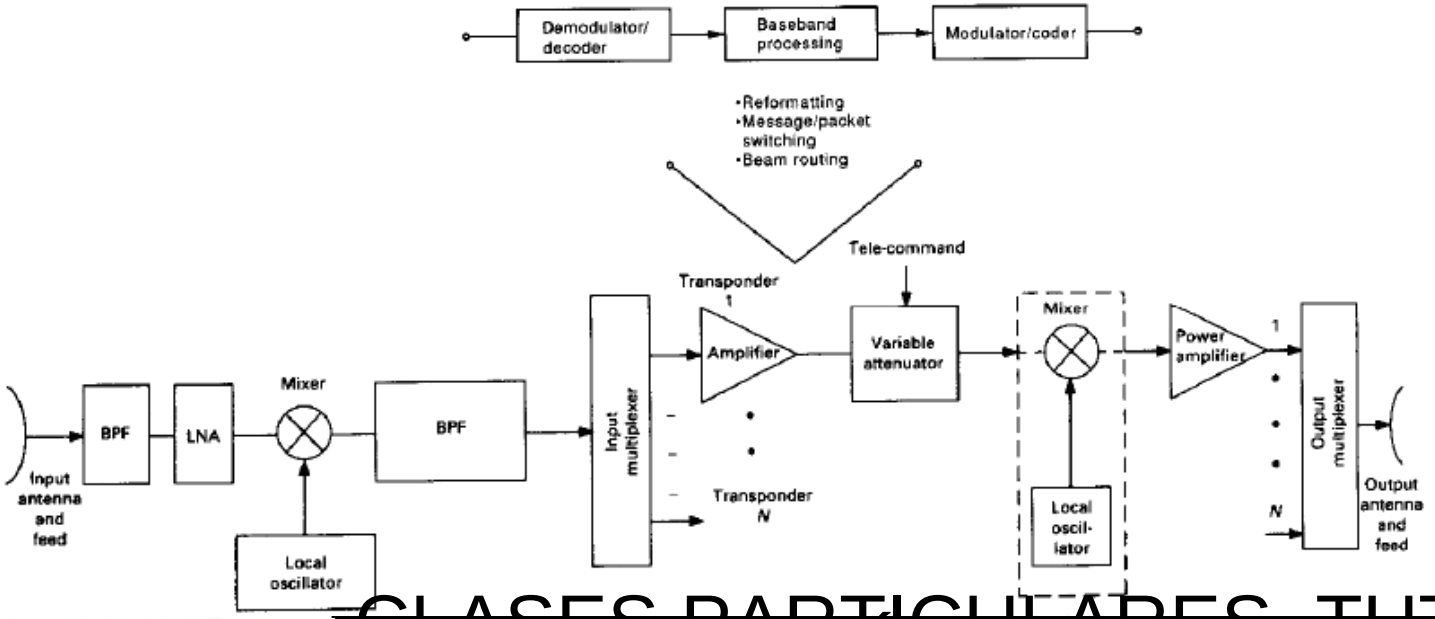
Cartagena99
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si el documento es ilícito o lesiona bienes o derechos

Canal de comunicaciones

- Dos enlaces similares: Downlink y Uplink
- Propagación por espacio libre
  - Múltiples condiciones del canal de propagación
    - Diferentes estratos
  - Diferentes condiciones atmosféricas
    - Despejado, nublado, lluvia
  - Retardos de propagación elevados
    - Compensadores de eco

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
su contenido en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos

Satélite



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si el documento es ilícito o lesiona bienes o derechos

Satélite

- Dos módulos
  - Comunicaciones
    - Dar servicios al usuario: telefonía, vídeo, etc
  - Servicio
    - Gestión del satélite
- Transpondedor
  - Conversión de una señal para adaptarla a un medio
  - Dos puntos de vista
    - Todo el sistema desde recepción a transmisión
    - Solo amplificador dedicado
  - Puede incluir cambios de frecuencia, de codificación, etc

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si el destinatario es un consumidor, en el documento se solicita o lesiona bienes o derechos

Subsistema de comunicaciones

- Funciones principales
  - Conversión de frecuencia de las señales
    - Mezclador → frecuencia del oscilador es la diferencia entre la de entrada y salida
    - Se implementa un LNA común para todas las antenas
    - Para frecuencias altas (Banda Ka), doble conversión de frecuencia
  - Amplificación de las señales
    - Uso de amplificadores no lineales en las etapas de potencia
    - Se subdivide la banda de frecuencias en canales (transponders) mediante un multiplexor
      - Un amplificador por cada transponder

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si el documento es ilícito o lesiona bienes o derechos

Centro de control

- Telecontrol y telemedida del satélite
- Pruebas periódicas en órbita de parámetros principales del satélite
- Supervisión de la calidad y características de las señales emitidas

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos

Factores

- Órbita
  - Geoestacionaria (servicio fijo, radiodifusión)
  - MEO (Medium Earth Orbit), LEO (Low Earth Orbit)
    - Mayor número de satélites para una misma cobertura
    - Comunicaciones móviles por satélite
- Cobertura de los satélites geoestacionarios
  - Depende del tipo y anchura del haz
    - Haz global: 1/3 superficie terrestre
    - Haz perfilado (*Shaped beam*): un país, archipiélago, etc.
    - Haz puntual (*Spot beam*): 1° de ángulo cubre una superficie de 800 ...

Cartagena99
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 ...
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC...
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el ...
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer...
Si el documento es ilícito o lesiona bienes o derechos ...

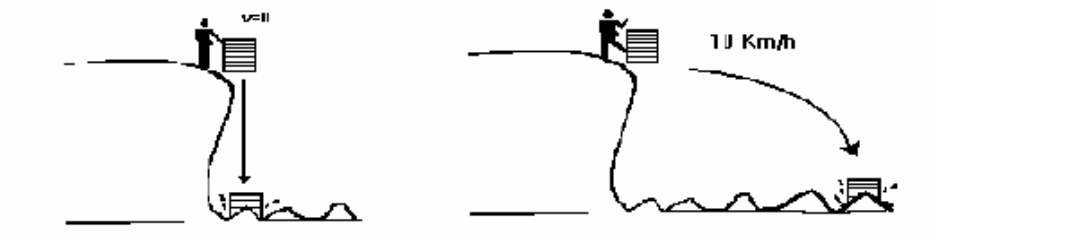
Factores

- Conectividad
  - Posibilidad de enlace entre múltiples estaciones
- Multiacceso
  - FDMA, TDMA, CDMA, PAMA, DAMA, etc.
- Ancho de banda
  - Limitado y compartido con radioenlaces terrenales
  - Bandas C (4-8 GHz), Ku (12-18 GHz) y Ka (26,5-40 GHz)
  - Reutilización intensa con separación espacial y de polarización
- Potencia

Cartagena99
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si el documento es ilícito o lesiona bienes o derechos

Órbita

- Un satélite se mantiene en órbita por la acción de la fuerza gravitacional, que actúa como fuerza centrípeta



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos

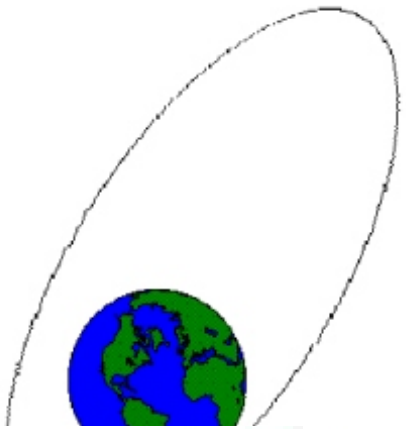
Órbita Geoestacionaria

- Gira en torno a la tierra en el plano ecuatorial a la misma velocidad y mismo sentido
- Sólo existe una órbita geostacionaria terrestre
- Ventajas
  - Tecnología desarrollada y probada
  - Cobertura de zonas pobladas
  - Estabilidad de la señal
- Inconvenientes
  - Pérdidas y retardo elevados ($d_{SAT} \approx 36000km$)

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
su difusión en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos

Otras órbitas

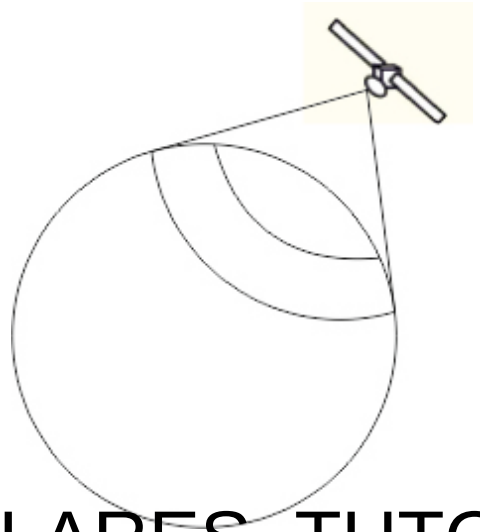
- Órbitas más cercanas con menos pérdidas (LEO,MEO)
- Órbitas elípticas para zonas polares o particulares (MOLNYA, TUNDRA)



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si en el documento se refiere a contenidos ilícitos o lesiona bienes o derechos

Cobertura

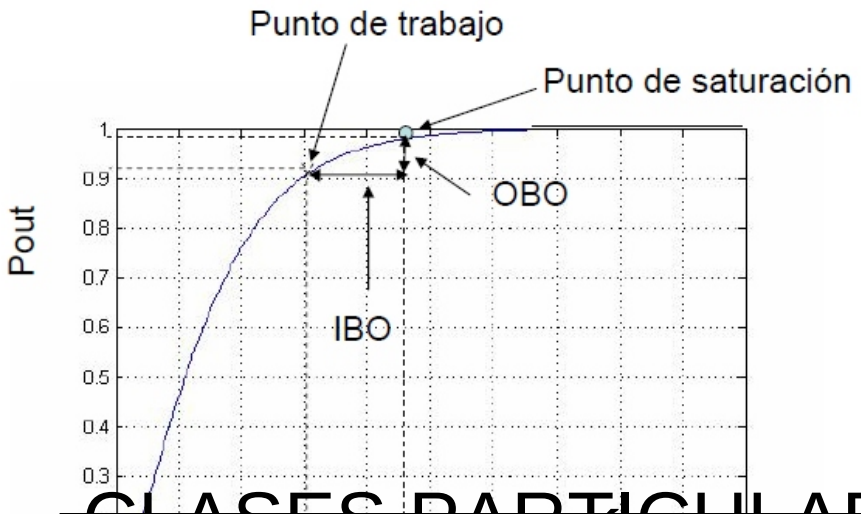
- Cobertura geométrica
  - Sección esférica delimitada por el cono tangente a la Tierra desde el satélite → (*familiarmente*) parte de la superficie terrestre que se ve desde el satélite
- Cobertura radioeléctrica
  - Zona real que recibe correctamente la señal del satélite
  - Menor que cobertura geométrica (la cobertura



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
su contenido en ejercicio profesional, ni por el uso de terceras personas de la información ofrecida en el mismo, que pueda suponer intrusismo, competencia desleal o lesiona bienes o derechos

Productos de intermodulación

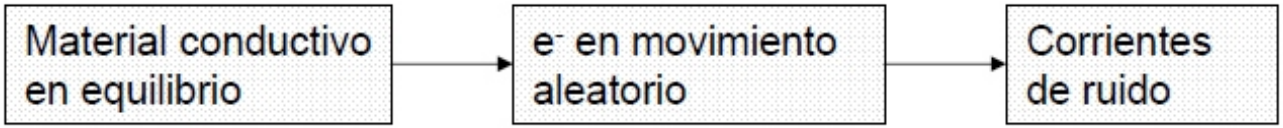
- Márgenes de potencia en recepción (IBO) y transmisión (OBO) del satélite para evitar los productos de intermodulación que aparecen al trabajar en la zona de saturación



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si el documento es ilícito o lesiona bienes o derechos

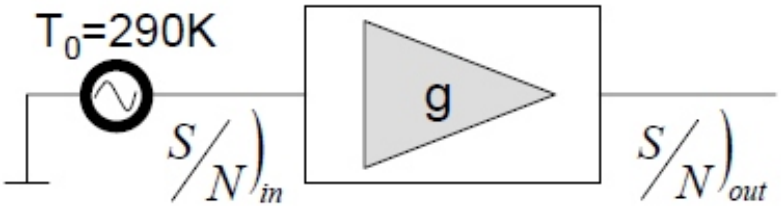
Ruido térmico

- Debido a la agitación térmica de los electrones
- Aumenta linealmente con la temperatura absoluta
- Uniformemente distribuido en la frecuencia
- Sigue la ley de Planck: $n = k \cdot T \cdot b$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si el documento es ilícito o lesiona bienes o derechos

Factor de ruido



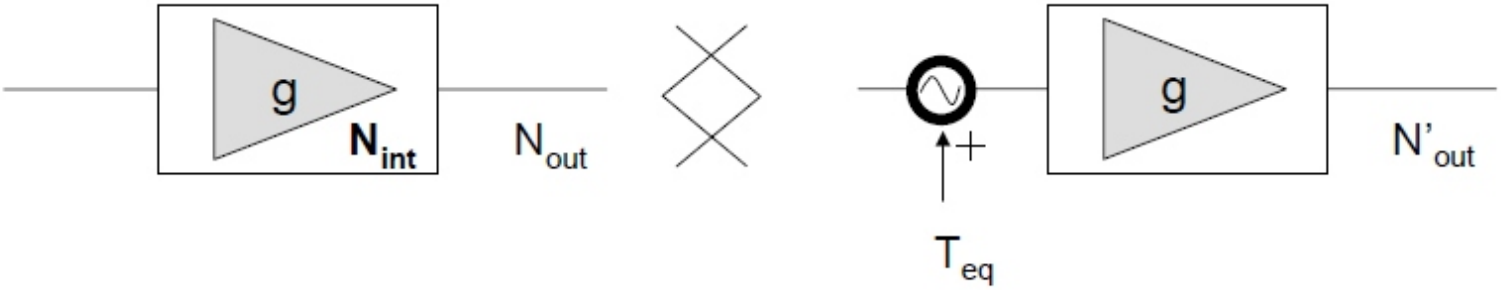
$$f = \frac{S/N)_i}{S/N)_o} = \frac{s_{in}/n_{in}}{s_{in}g/(n_{in}g + n_{int})} = \frac{n_{in}g + n_{int}}{n_{in}g}$$

$$n_{int} = n_{in}g(f-1) \xrightarrow{n_{in}=kT_0b} n_{int} = kT_0bg(f-1)$$

$$n_{int} = n_{in}g(f-1) = kT_0bg(f-1)$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si en el documento existe infracción o lesiona bienes o derechos

Temperatura equivalente



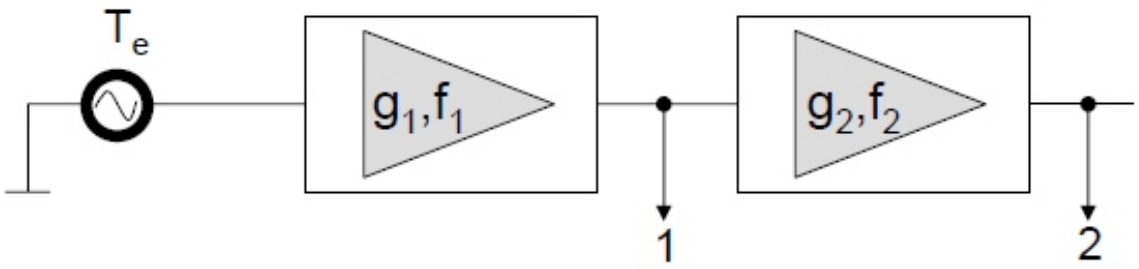
$$\left.\begin{aligned} n_{out} &= n_{in} g + n_{\text{int}} \\ n'_{out} &= (n_{in} + kT_{eq} b) g \end{aligned}\right\} n_{out} = n'_{out} \Rightarrow n_{\text{int}} = kT_{eq} bg$$

$$n_{\text{int}} = kT_0 bg(f-1) = kT_{eq} bg$$

$$T_{eq} = T_0 (f-1)$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos

Temperatura equivalente



$$n_1 = n_{in} g_1 + n_{int1} = kT_e b g_1 + kT_0 b g_1 (f_1 - 1)$$

$$n_2 = n_1 g_2 + n_{int2} = (kT_e b g_1 + kT_0 b g_1 (f_1 - 1)) g_2 + kT_0 b g_2 (f_2 - 1)$$

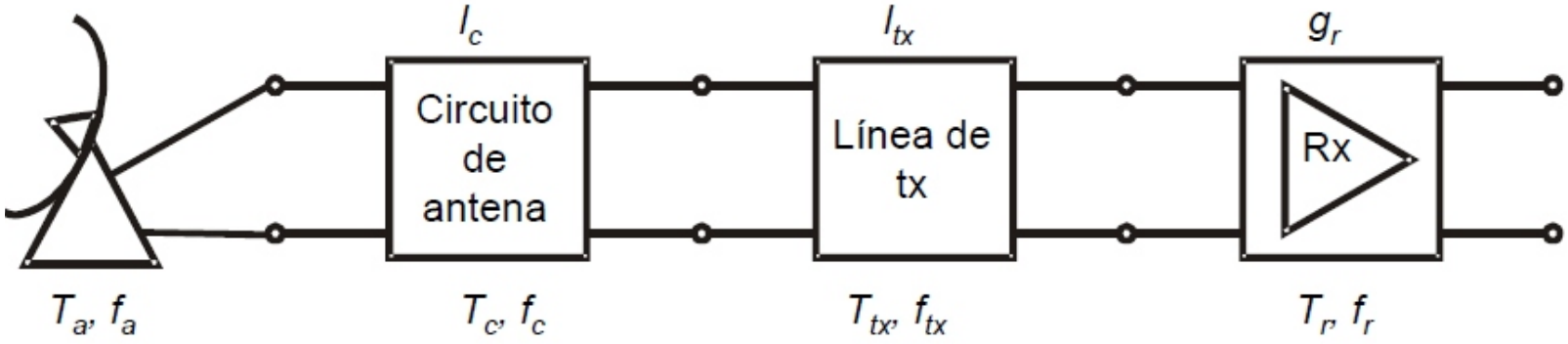
$$\ldots$$

$$n_{out} = kT_0 f_{SISTEMA} b g = kT_{eqTOTAL} b g$$

$$f_{SISTEMA} = \frac{T_e}{T_0} + (f_1 - 1) + (f_2 - 1)\frac{1}{g_1} + (f_3 - 1)\frac{1}{g_1 g_2} + \ldots$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si el documento es ilícito o lesiona bienes o derechos

Temperatura equivalente



$$T_{eqTOTAL} = T_a + T_c(l_c - 1) + T_{tx}(l_{tx} - 1)l_c + T_0(f_r - 1)l_c l_{tx}$$

- $N = kT_{eqTotal}B$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos

Atenuación por lluvias

- Añadir margen de seguridad frente a lluvias
- Protección durante un porcentaje de tiempo
- Modelo UIT-R
  - Atenuación $A(R) = \gamma(R) \cdot L_{ef}$
  - R [mm/h] $\rightarrow$ Intensidad de lluvia
    - Función de la zona geográfica y la probabilidad
  - $\gamma \rightarrow$ Atenuación específica
    - R
    - Frecuencia
    - Polarización

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos

Intensidad de lluvia

Intensidad de lluvia R (mm/h)												
Porcentaje	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
1.0	-	1	-	3	1	2	-	-	-	2	-	4
0.3	1	2	3	5	3	4	7	4	13	6	7	11
0.1	2	3	5	8	6	8	12	10	20	12	15	22
0.03	5	6	9	13	12	15	20	18	28	23	33	40
0.01	8	12	15	19	22	28	30	32	35	42	60	63
0.003	14	21	26	29	41	54	45	55	45	70	105	95
0.001	22	32	42	42	70	78	65	83	55	100	150	120

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos

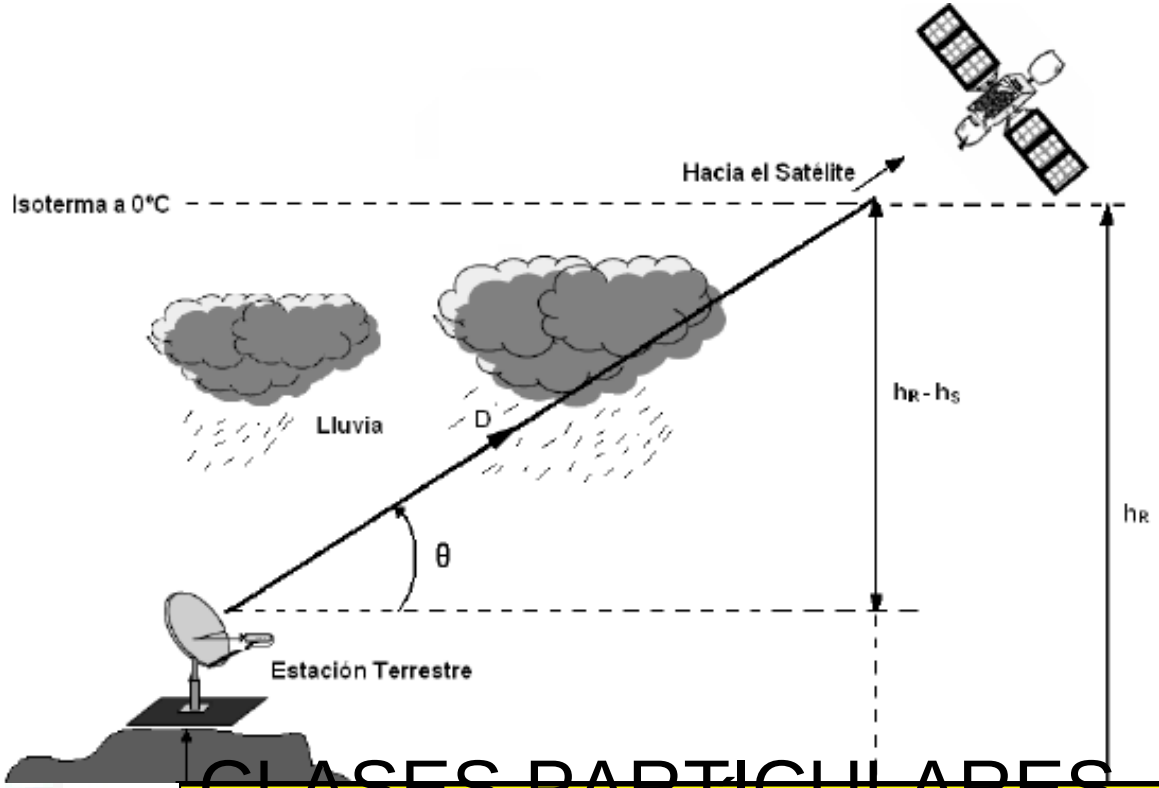
Atenuación específica

$$\gamma(R) = k \cdot R^{\alpha}$$

Frecuencia (GHz)	k_H	k_V	α_H	α_V
1	0.0000387	0.0000352	0.912	0.880
2	0.000154	0.000138	0.963	0.923
4	0.000650	0.000591	1.121	1.075
6	0.00175	0.00155	1.308	1.265
7	0.00301	0.00265	1.332	1.312
8	0.00454	0.00395	1.327	1.310
10	0.0101	0.00887	1.276	1.264
12	0.0188	0.0168	1.217	1.200
15	0.0367	0.0335	1.154	1.128
20	0.0751	0.0691	1.099	1.065
25	0.124	0.113	1.061	1.030
30	0.187	0.167	1.021	1.000
35	0.263	0.233	0.979	0.963
40	0.350	0.310	0.939	0.929
45	0.442	0.393	0.903	0.897

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si el contenido es ilícito o lesiona bienes o derechos

Longitud efectiva



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos

Longitud efectiva

- Altura efectiva de lluvia
  - Depende de la latitud φ
  - $h_R = \begin{cases} 3.0 + 0.028\varphi & 0 \leq \varphi \leq 36^o \\ 4.0 - 0.075(\varphi - 36) & \phi \geq 36^o \end{cases}$
- Longitud del trayecto oblicuo
  - $D = \dfrac{h_R - h_S}{sin(\theta)}$
- Proyección horizontal
  - $D_G = D\cos(\theta)$
- Factor de ajuste

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si en el documento existe infracción o lesiona bienes o derechos

Cálculos de enlace

- Caracterización en transmisión
  $pire(W) = p_t(W) \cdot g_t$
  $PIRE(dBW) = P_T(dBW) + G_T(dBi)$
- Densidad de potencia
  $$\Phi(W/m^2) = \frac{p_t \cdot g_t}{4\pi d^2} = \frac{PIRE}{4\pi d^2}$$
- Atenuación total
  $A_T = A_{\text{lluvias}} + A_{\text{Pathloss}}$
- Potencia recibida

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
si el documento es ilícito o lesiona bienes o derechos

Balance de enlace

- Balance en general
$$\frac{C}{N_0}(dB) = PIRE(dBW) + \frac{G_R}{T_{eqTotal}}(dB) - A_T - 10log(k)$$
- Balance ascendente
$$\frac{C}{N_0}(dB) = PIRE_T(dBW) - IBO + \frac{G_R}{T_{eqS}}(dB) - A_T - 10log(k)$$
- Balance descendente
$$\frac{C}{N_0}(dB) = PIRE_S(dBW) - OBO + \frac{G_R}{T_{eqT}}(dB) - A_T - 10log(k)$$
- Considerando ancho de banda del ruido

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SC
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70
www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comer
en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos