

Comunicación Satelital

Tecnología de Redes I

TUPAR- Fac. Cs. Exactas - UNICEN



Sebastián Barbieri

Conceptos básicos

- Forma de nuestro planeta es esférica → es imposible enviar radio señales directamente de un punto a otro punto al otro del globo.
- Punto intermedio que reciba la señal y la envíe nuevamente sirviendo como un simple repetidor entre el transmisor y el receptor.
- Solución de estaciones unidas a “Vista”
- Un sistema de Comunicación Satelital
 - Una estación terrena fija o móvil.
 - Una antena repetidora en el espacio.
 - Una antena receptora en la tierra.

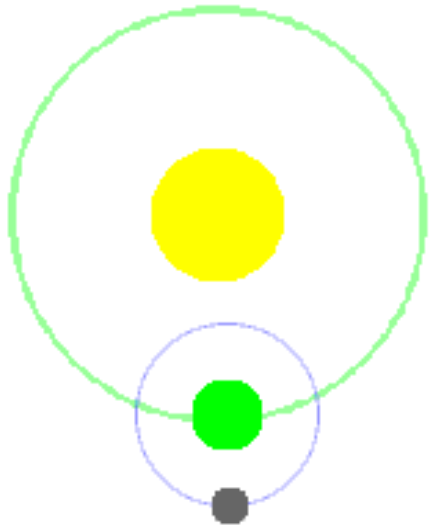
Características Comunicación Satelital

- Las transmisiones son realizadas a altas velocidades en Giga Hertz.
- Son muy costosas, por lo que su uso se ve limitado a grandes empresas y países.
- Rompen las distancias y el tiempo.

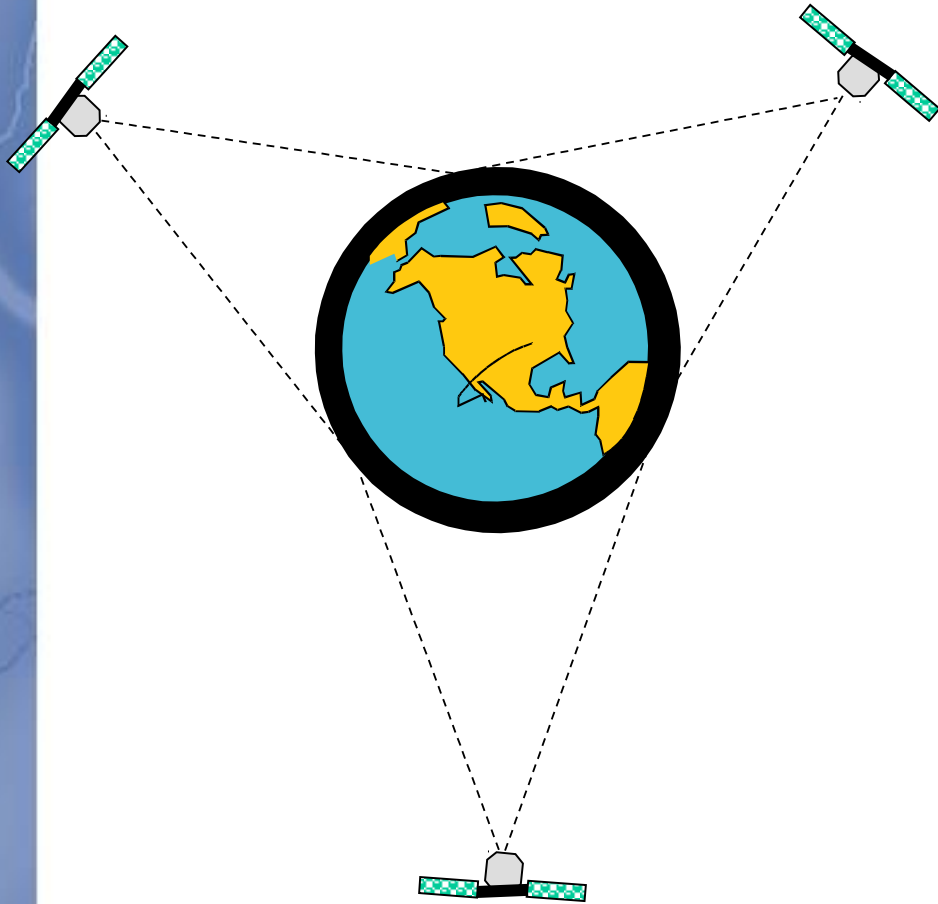
Componentes

- **Transponders:** Es un dispositivo que realiza la función de recepción y transmisión. Las señales recibidas son amplificadas antes de ser retransmitidas a la tierra. Para evitar interferencias les cambia la frecuencia.
-
- **Estaciones terrenas:** Las estaciones terrenas controlan la recepción con el satélite y desde el satélite, regula la interconexión entre terminales, administra los canales de salida, codifica los datos y controla la velocidad de transferencia.

¿Qué es un satélite?



- **Un satélite es cualquier objeto que orbita o revoluciona alrededor de otro objeto.**
- **Por ejemplo, la luna es un satélite de la tierra y la tierra es un satélite del sol.**



- En 1945, el físico y matemático inglés Arthur C. Clarke, autor de “2001 ODISEA DEL ESPACIO”, planteó la posibilidad de un sistema global mundial de radiocomunicación mediante 3 satélites separados por un ángulo de 120° cada uno de ellos, que giran alrededor de la tierra en una órbita circular a unos 36,000 km de altura sobre el Ecuador y que se mueven en el mismo sentido que ella , con igual velocidad angular .

•De este modo parecerían inmóviles para los observadores terrestres (órbita geoestacionaria, geosíncrona o de Clarke) y se utilizarían como repetidores radioeléctricos.

Satelite Artificial

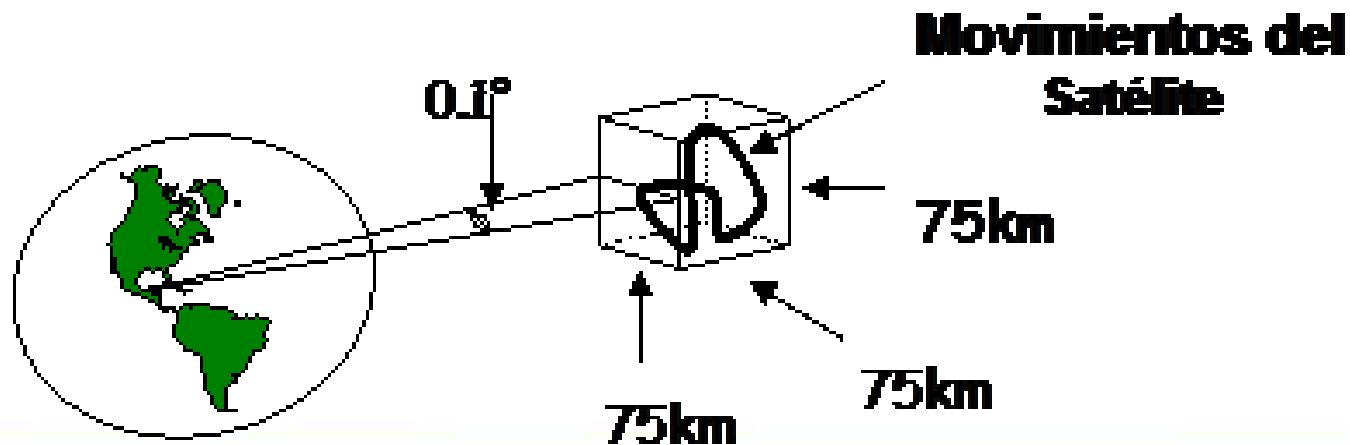
- Elemento físico que esta colocado en órbita por las necesidades que tiene el hombre para recibir y transmitir información a cualquier punto de la Tierra.
- La mayoría se colocan en el cinturón de Clarke (36000 km).
- Recibir y transmitir datos, audio y vídeo en forma analógica o digital de alta calidad. Está formado por Transponders.
- Abastecimiento solar.

Componentes

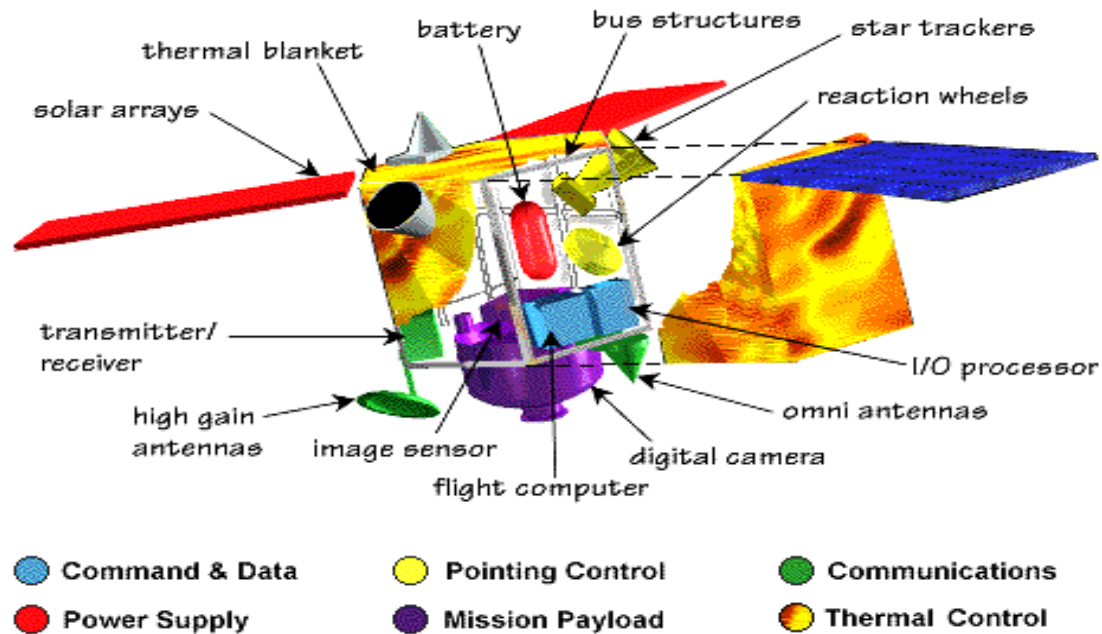
- Antenas: Posibilitan la recepción y la transmisión de las señales de radiofrecuencia.
- Comunicaciones: Amplifican las señales y cambian su frecuencia.
- Energía eléctrica: Suministran electricidad con los niveles adecuados de voltaje.
- Control térmico: Es el que regula la temperatura del conjunto.
- Posición y Orientación: Determina la posición y orientación del satélite.
- Propulsión: Proporcionar incrementos de velocidad y pares para corregir la posición y la orientación.
- Rastreo, telemetría y comando: Intercambian información con el centro de control en tierra para conservar el funcionamiento del satélite.
- Estructural: Alojan todos los equipos y le da rigidez al satélite.

Satelite Artificial

- Margen de operación es un cubo imaginario de aproximadamente 75 Km por lado, si el satélite se mueve dentro de ese cubo sin salirse de el no se presenta cambio alguno en la señal.
- Tiempo de vida determinado, según cantidad de combustible, para regresar a su órbita.



Anatomía de un Satélite

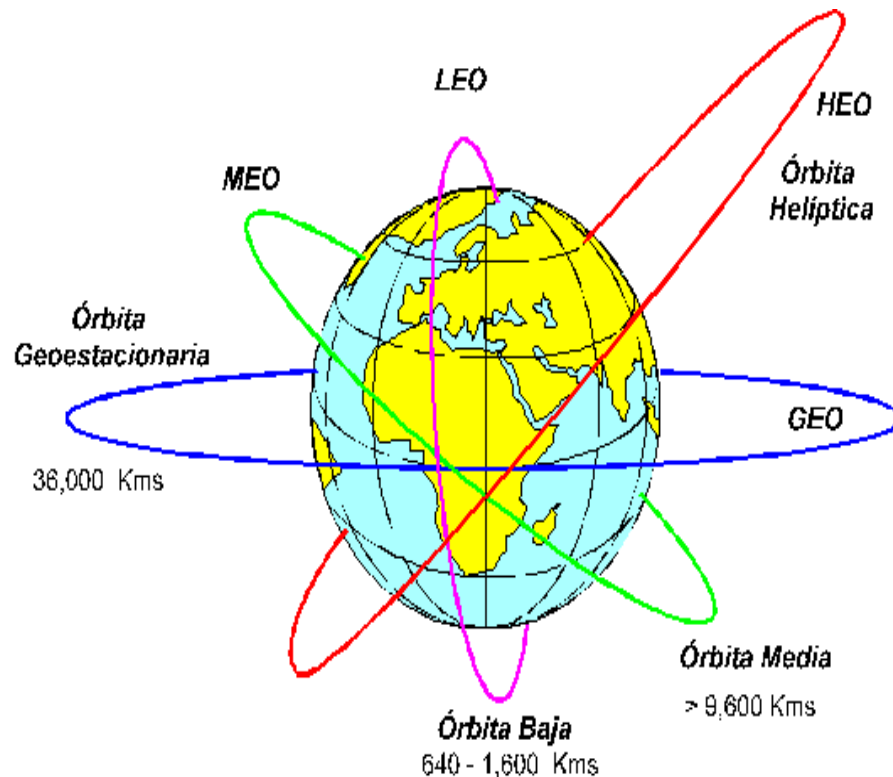


TIPOS DE ÓRBITAS SATELITALES

Existen varios tipos de órbitas de los satélites artificiales los cuales se clasifican de acuerdo a:

- ✓ Su distancia de la Tierra (*geostacionaria, geosíncrona, de baja altura, de media altura y excéntricas*).
- ✓ Su plano orbital con respecto al Ecuador (*ecuatorial, inclinada y polar*).
- ✓ La trayectoria orbital que describen (*circular y elíptica*).

TIPOS DE ÓRBITAS SATELITALES (CON RESPECTO A SU DISTANCA A LA TIERRA)

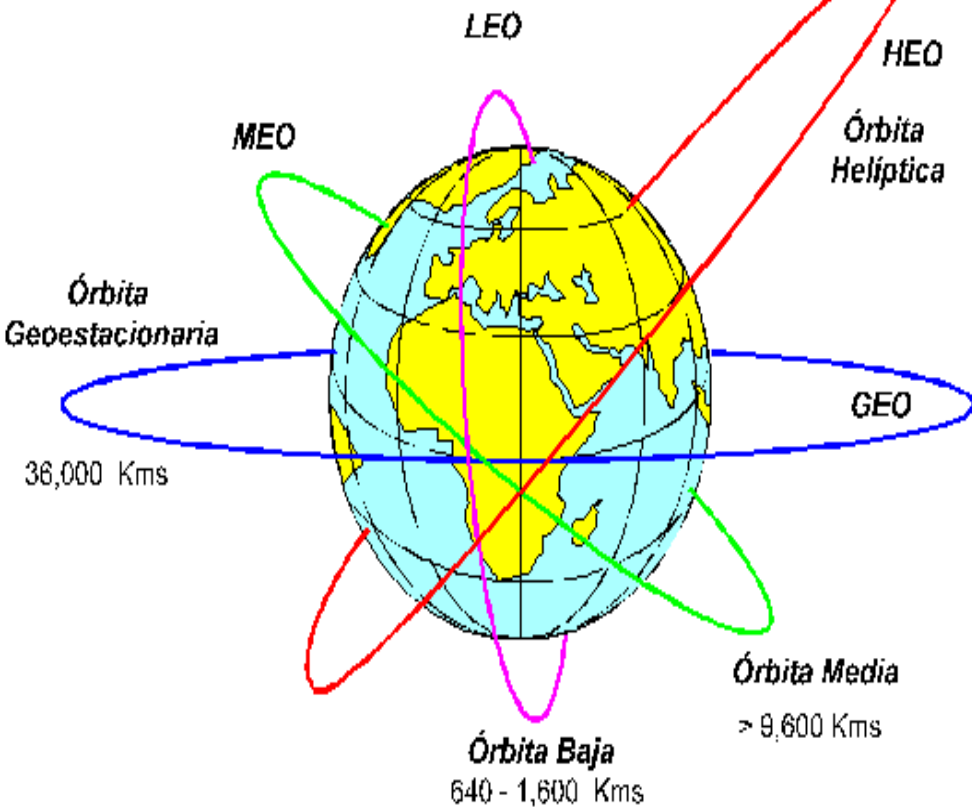


Órbita Geosíncrona: Es una órbita circular con un periodo de un día sideral. Para tener este periodo la órbita debe tener un radio de 42,164.2 km. (desde el centro de la tierra).

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

Órbitas de Media Altura (MEO) Son las que van desde 9,600 km hasta la altura de los satélites geosíncronos. Los satélites de órbita media son muy usados también en las comunicaciones móviles.

TIPOS DE ÓRBITAS SATELITALES (CON RESPECTO A SU DISTANCA A LA TIERRA)



ÓRBITA DE BAJA ALTURA (LEO)

Estas órbitas se encuentran en el rango de **640 km a 1,600 km** entre las llamadas región de densidad atmosférica constante y la región de los cinturones de Van Allen.

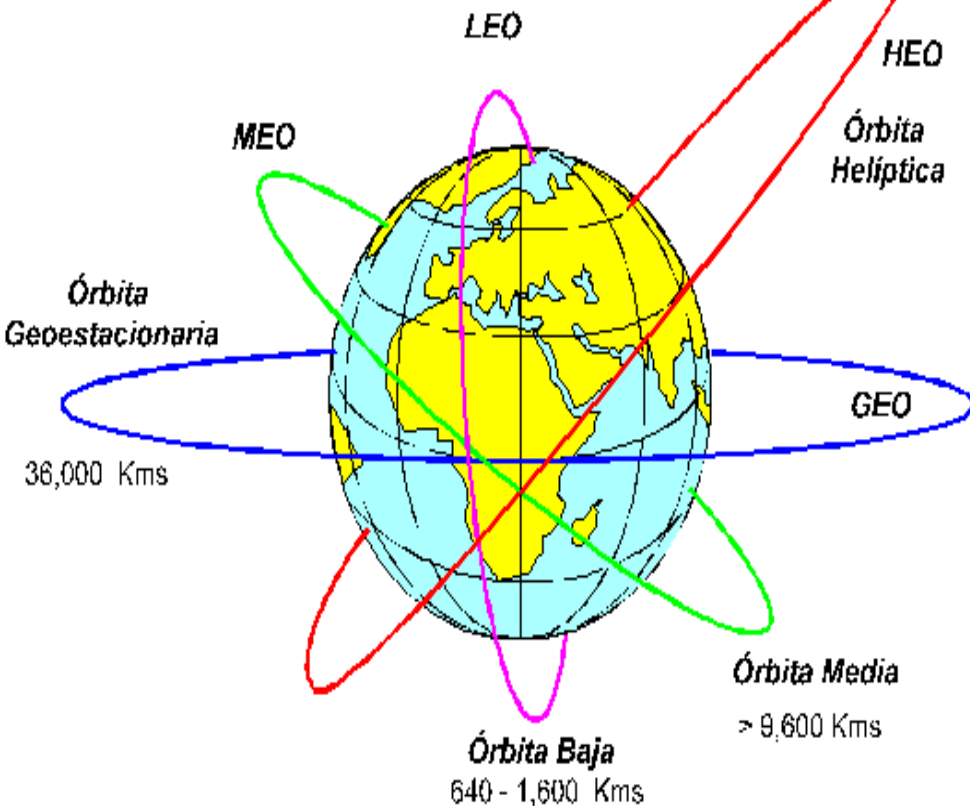
Los satélites de órbita baja circular son muy usados en sistemas de comunicaciones móviles.

Comparación Tipos de Satélites

	<i>LEO</i>	<i>MEO</i>	<i>GEO</i>
<i>Costo del Satélite</i>	Máximo	Mínimo	Medio
<i>Vida Satélite (años)</i>	3-7	10-15	10-15
<i>Terminal portátil</i>	Posible	Posible	Muy difícil
<i>Retraso en propagación</i>	Corto	Medio	Grande
<i>Hand-off</i>	Constantemente	Moderado	Nunca
<i>Cobertura del satélite</i>	Corta	Media	Todo el tiempo
<i>Complejidad de la red</i>	Compleja	Medianamente	Simple
<i>Pérdidas propagación</i>	Baja	Media	Alta

TIPOS DE ÓRBITAS SATELITALES

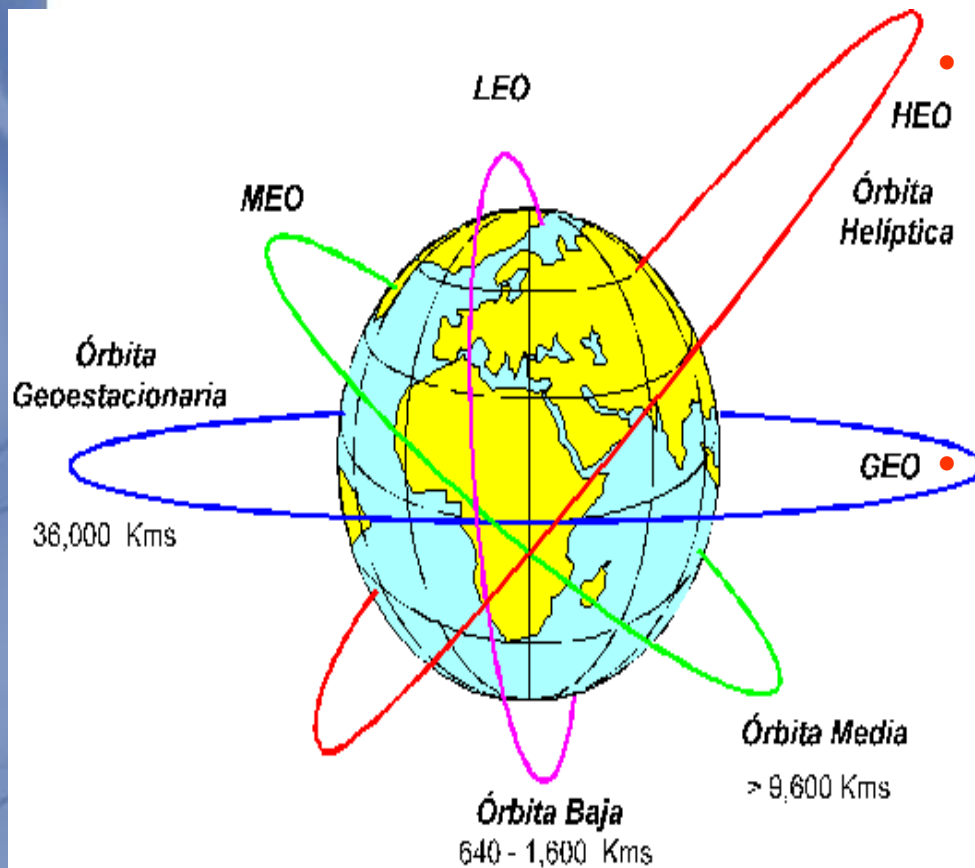
(De acuerdo a su plano orbital con respecto al Ecuador)



- **Órbita Ecuatorial:** En este tipo de órbita la trayectoria del satélite sigue un plano paralelo al ecuador, es decir tiene una inclinación de 0.
- **Órbitas Inclina:** En este curso la trayectoria del satélite sigue un plano con un cierto ángulo de inclinación respecto al ecuador.
- **Órbitas Polar:** En esta órbita el satélite sigue un plano paralelo al eje de rotación de la tierra pasando sobre los polos y perpendicular la ecuador.

TIPOS DE ÓRBITAS SATELITALES

(De acuerdo a la trayectoria orbital que describen)



- **Órbitas circulares:** Se dice que un satélite posee una órbita circular si su movimiento alrededor de la tierra es precisamente una trayectoria circular. Este tipo de órbita es la que usan los satélites geosíncronos.

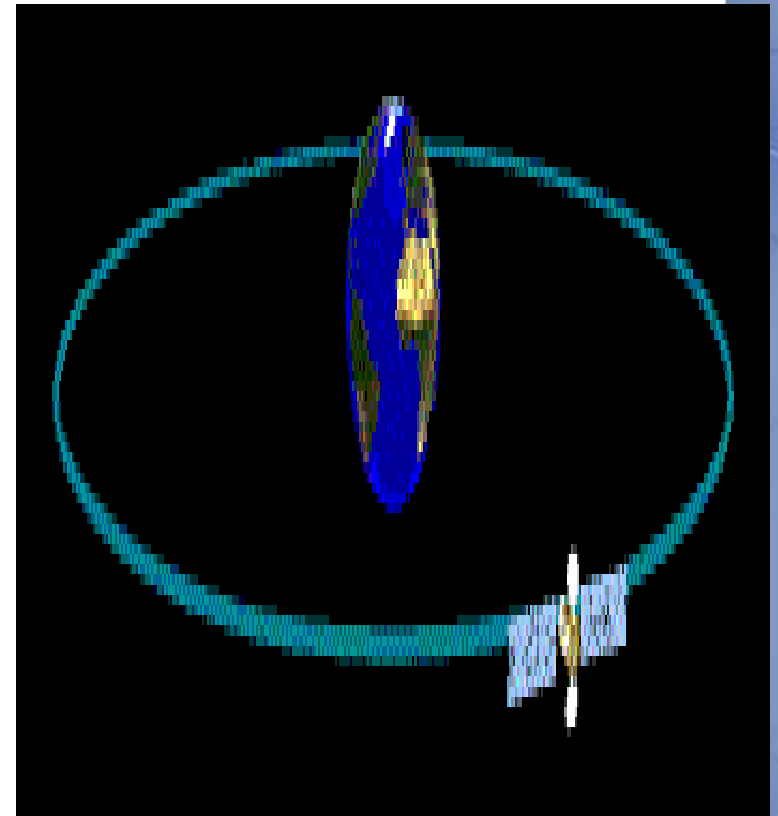
- **Órbitas elípticas (Molniya):** Se dice que un satélite posee una órbita elíptica si su movimiento alrededor de la tierra es precisamente una trayectoria elíptica. Este tipo de órbita poseen un perigeo y un apogeo.

Orbita Ecuatorial Geosíncrona

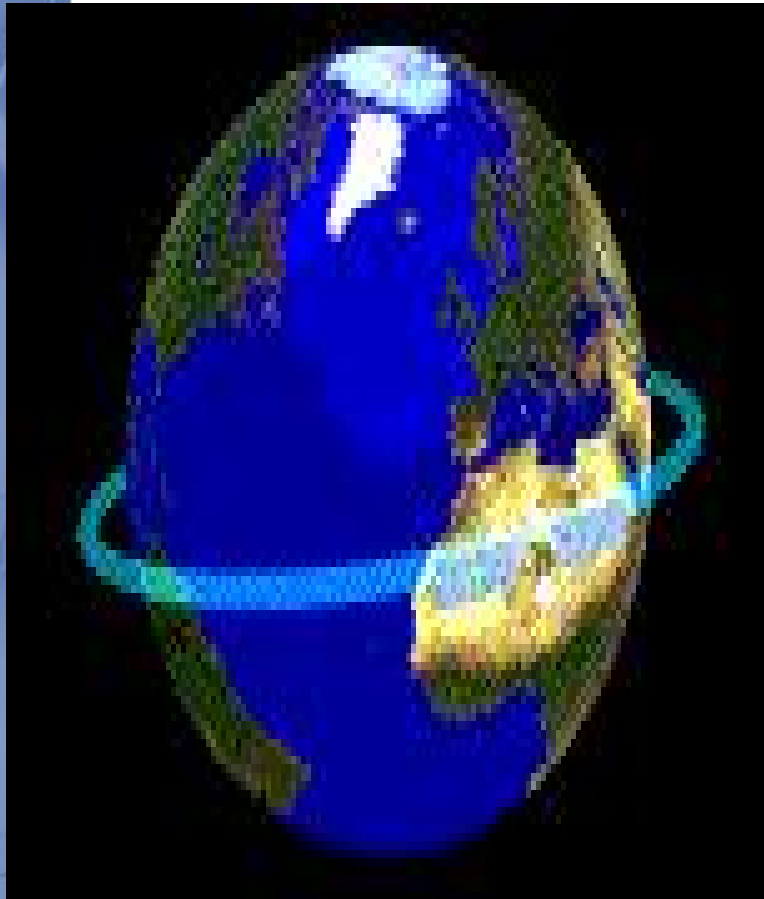
✓ (de *geo* = tierra + *síncrono* = moviéndose a la misma velocidad).

✓ Un satélite en órbita ecuatorial geosíncrona (GEO) está localizado directamente arriba del Ecuador, exactamente a 36,000 Kms (23,300 millas). A esa distancia, al satélite le toma 24 horas darle una vuelta completa al planeta.

✓ Ya que la tierra se toma 24 horas en dar una vuelta sobre su propio eje, el satélite y la tierra se mueven juntos. Tal que un satélite en GEO siempre permanecerá directamente sobre el mismo punto sobre la tierra. (Un satélite en órbita geosíncrona también puede llamarse en órbita Geoestacionaria)



Órbita Baja Terrestre (LEO)



- Cuando un satélite circula cerca de la tierra decimos que está en órbita baja terrestre (LEO).
- Los satélites en LEO están a solo a 200 -500 millas (320-800 Kms.) de altura.
- Debido a que orbitan tan cerca de la tierra , deben viajar muy rápidamente para que la gravedad no los jale de regreso a la atmósfera.
- La velocidad de los Satélites anda del orden de 17,000 miles por hora (27,359 kilómetros por hora). Pueden dar una vuelta a la tierra en aproximadamente 90 minutos.

Bandas

Banda	Frecuencia ascendente (GHz)	Frecuencia descendente (GHz)	Problemas
C	5,925 - 6,425	3,7 - 4,2	Interferencia Terrestre
Ku	14,0 - 14,5	11,7 - 12,2	Lluvia
Ka	27,5 - 30,5	17,7 - 21,7	Lluvia

No es conveniente poner muy próximos en la órbita geoestacionaria dos satélites que funcionen en la misma banda de frecuencias, ya que pueden interferirse. En la banda C la distancia mínima es de dos grados, en la Ku y la Ka de un grado. Esto limita en la práctica el número total de satélites que puede haber en toda la órbita geoestacionaria a 180 en la banda C y a 360 en las bandas Ku y Ka. La distribución de bandas y espacio en la órbita geoestacionaria se realiza mediante acuerdos internacionales.

- Cada una de las bandas utilizadas en los satélites se divide en canales. Para cada canal suele haber en el satélite un repetidor, llamado transponder o transpondedor, que se ocupa de capturar la señal ascendente y retransmitirla de nuevo hacia la tierra en la frecuencia que le corresponde.

Técnicas de Acceso al medio

- FDMA :El protocolo FDMA otorga a cada usuario un canal de frecuencia para la comunicación mientras dure.
 - No se adapta bien a datos.
 - Bajo Costo
 - No funciona bien a carga alta.
- TDMA : cada usuario tiene asignado un canal durante una ranura de tiempo sobre un rango de frecuencia. Puede que se utilice la banda de frecuencias completa para la transmisión o, simplemente, un rango de frecuencias dentro de la banda.

CDMA : El protocolo CDMA se caracteriza por utilizar un espectro amplio de frecuencia determinado para una o más señales superpuestas ortogonalmente durante todo el tiempo de duración de la comunicación.

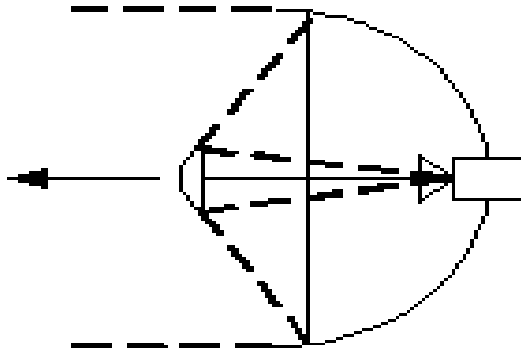
- Aloha: Menos eficiente

-

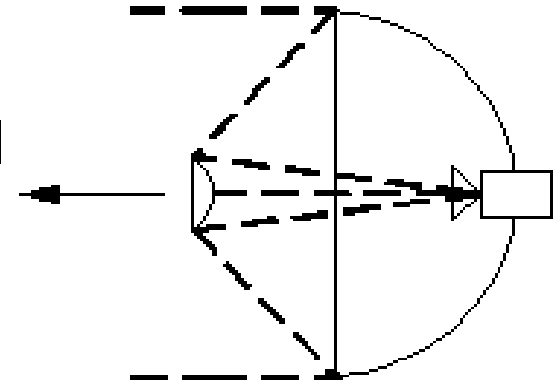
Antenas

- Una **antena parabólica** tiene la propiedad de reflejar las señales que llegan a ella y concentrarlas como si fuera un lente en un punto en común llamado foco, así mismo si las señales provienen del foco este las refleja y las concentra en un haz muy angosto de radiación.
- Este foco coincide con el foco geométrico del paraboloide, el tipo de alimentador define la ganancia final de la antena y las características de los lóbulos.
- Deben de cumplir con ciertos requisitos para recibir las señales débiles que llegan del satélite.
 - Alta ganancia y gran eficiencia.
 - Alta directividad.
 - Buena polarización.
 - Poca influencia de ruido.

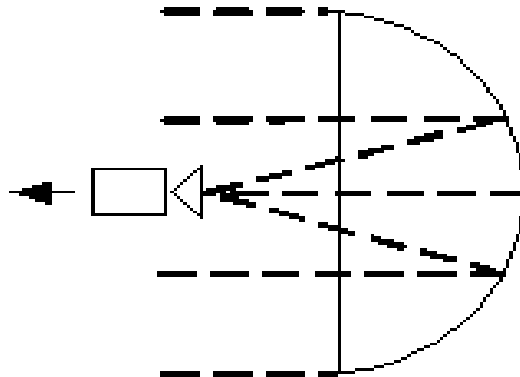
Antenas- Tipos



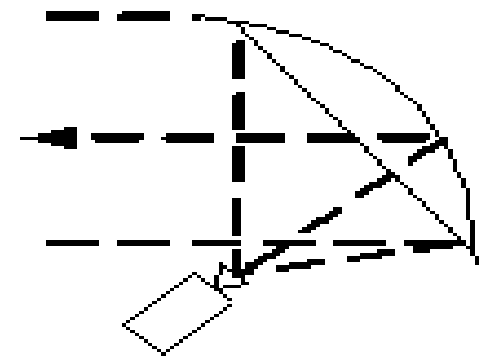
Gregory



Cassegrain



Parabólica

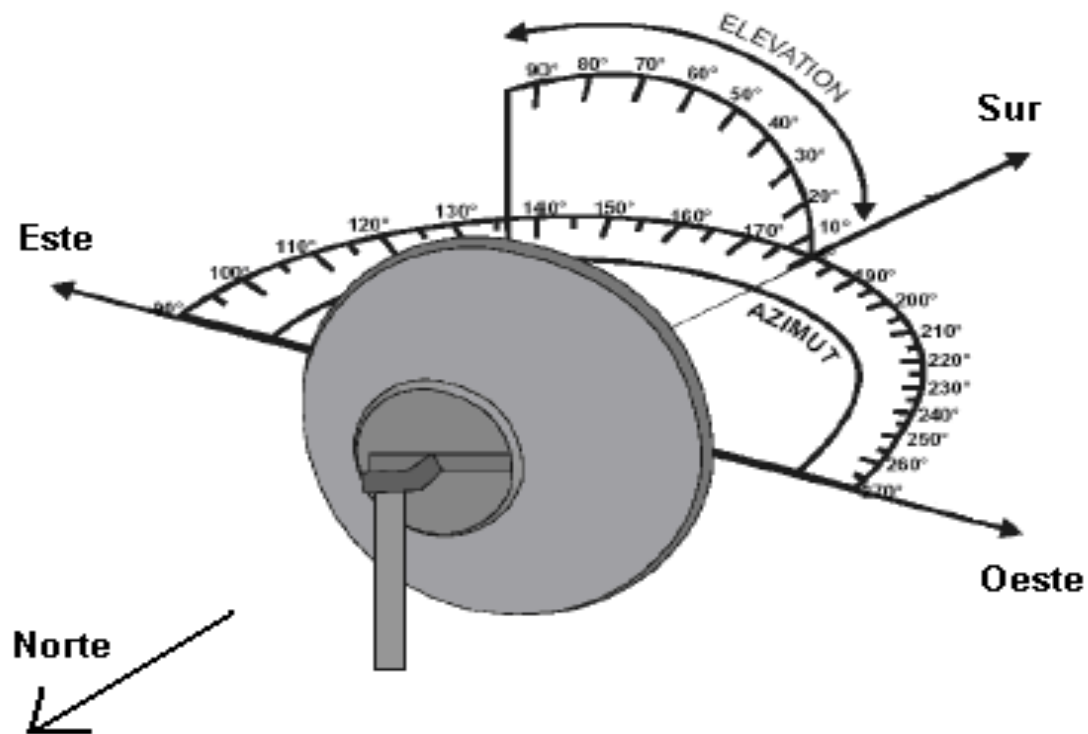


Off set



Antenas – Calibración

- La orientación de la antena de una estación terrena hacia un satélite geoestacionario se realiza ajustando dos ángulos, en elevación y azimut; los valores de estos ángulos dependen de la posición geográfica de la estación –en latitud y longitud



Antenas – Calibración

- CASO 1 ESTACIÓN EN EL HEMISFERIO NORTE Satélite al Oeste de la Estación $\rightarrow Az = 180^\circ + A'$
- Satélite al este de la Estación $Az = 180^\circ - A'$
- CASO 2 ESTACIÓN EN EL HEMISFERIO SUR Satélite al Oeste de la Estación $Az = 360^\circ - A'$
- Satélite al Este de la Estación $Az = A'$
- Para calcular el ángulo de azimut basándose en lo mencionado anteriormente tenemos

$$A' = \text{Tan}^{-1} \{ \text{Tan} (\text{LONG SAT} - \text{LONG E/T}) \} / \{ \text{SEN} (\text{LAT E/T}) \}$$

Para calcular la elevación, primero tenemos:

$$A = \text{Tan}^{-1} \{ \text{HCS} - R \cos d \} / \{ R \sin d \}$$

$$\text{Cos } d = \{ \text{Cos} (\text{Latitud E/T}) (\text{Cos} (\text{Long SAT} - \text{Long E/T})) \}$$

Y para el cálculo de elevación tenemos:

$$E = A - d$$

- Donde: HCS = Distancia promedio del centro de la Tierra al Satélite = 42164.2 km , R = Radio Promedio de la Tierra = 6378.155 km

Antenas – Calibración

- Ejemplo:
- Calcular las coordenadas de azimut y elevación a las que se tiene que poner una antena en Panamá para orientarse al Satélite Satmex V, teniendo en cuenta que las coordenadas de la estación transmisora en Panamá son las siguientes:

Latitud de la Estación Terrena = 8.58° N

Longitud de la Estación Terrena = 79.32° W

Longitud del Satélite = 116.8° W

Se calcula primero el ángulo el Cos d

$$\text{Cos } d = \{ \text{Cos (Latitud E/T) (Cos (Long SAT – Long E/T)) } \}$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$\begin{aligned} \text{Cos } d &= \text{Cos } (8.58) \text{ Cos } (116.8 – 79.32) \\ &= 0.9888 (0.7935) \\ &= 0.7840 \\ d &= \text{Cos}^{-1} 0.7840 \\ d &= 38.372^{\circ} \end{aligned}$$

Antenas – Calibración

- Por lo tanto:

$$A = \text{Tan}^{-1} \left\{ \frac{42164.2 - (6378.155)(0.7840)}{6378.155 (\text{Sen } 38.372)} \right\}$$

$$A = \text{Tan}^{-1} \left\{ \frac{37163.726}{3959.33} \right\}$$

$$A = 83.919^\circ$$

Sustituyendo:

$$E = A - d$$

$$E = 83.919 - 38.372$$

$$E = 45.547^\circ$$

Y el azimut, sabiendo que el satélite está al Oeste de la estación:

$$\text{Az} = 180 + A$$

$$\text{Az} = 180 + \left\{ \text{Tan}^{-1} \left\{ \frac{\text{Tan} (116.8 - 79.32)}{\text{Sen} (8.58)} \right\} \right\} / \left\{ \text{Tan}^{-1} \left\{ \text{Tan} 37.48 \right\} \right\} / \{ 0.149 \}$$

$$\text{Az} = 180 + 79.00$$

$$= 259.0^\circ$$

Antenas – Calibración

- Por lo tanto:

$$A = \text{Tan}^{-1} \left\{ \frac{42164.2 - (6378.155)(0.7840)}{6378.155 (\text{Sen } 38.372)} \right\}$$

$$A = \text{Tan}^{-1} \left\{ \frac{37163.726}{3959.33} \right\}$$

$$A = 83.919^\circ$$

Sustituyendo:

$$E = A - d$$

$$E = 83.919 - 38.372$$

$$E = 45.547^\circ$$

Y el azimut, sabiendo que el satélite está al Oeste de la estación:

$$\text{Az} = 180 + A$$

$$\text{Az} = 180 + \left\{ \text{Tan}^{-1} \left\{ \frac{\text{Tan} (116.8 - 79.32)}{\text{Sen} (8.58)} \right\} \right\} / \left\{ \text{Tan}^{-1} \left\{ \text{Tan} 37.48 \right\} \right\} / \{ 0.149 \}$$

$$\text{Az} = 180 + 79.00$$

$$= 259.0^\circ$$

Links de Interés

- Instalación de una antena parabólica hogareña
<http://www.puntodepartida.com/guias/parabolica/index.php>
- Empresa de comunicación satelital en Argentina
www.arsat.com.ar

—