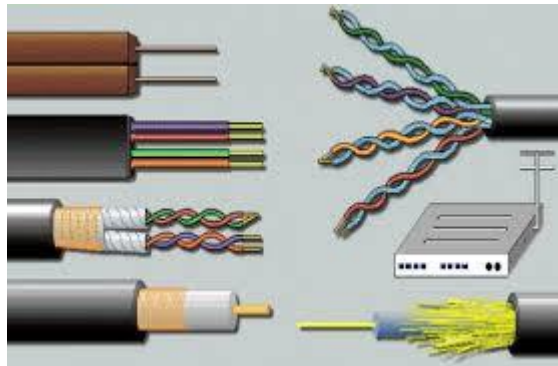


# MEDIOS DE TRANSMISIÓN

MARCHESE-SOR-BELLEIL



# TRANSMISIÓN DE DATOS

---

- Una transmisión de datos exitosa depende principalmente de dos factores: la calidad de la señal que está siendo transmitida y la calidad del medio de transmisión.

---

El propósito de la capa física es transportar bits de una máquina a otra.

Para ésto necesitamos algún medio por el cual los bits viajen.

# MEDIOS FÍSICOS

---

- Varios medios físicos pueden ser usados para alcanzar tal objetivo.
- Los medios de transmisión se pueden clasificar en guiados y no guiados.
- En ambos casos, la comunicación es en forma de ondas electromagnéticas.
- La elección de alguno de ellos está basada en términos de ancho de banda, retardo, costo, facilidad de instalación y mantenimiento.

# MEDIOS GUIADOS SÍNTESIS

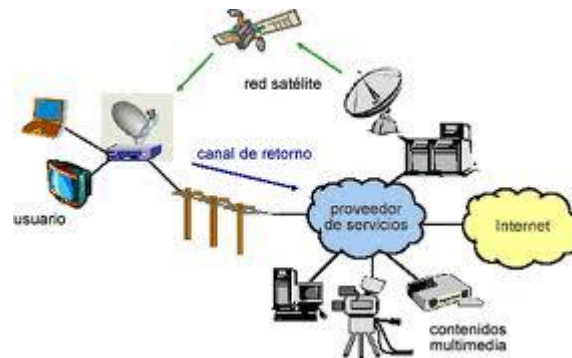
---

- Con los medios guiados, las ondas son confinadas dentro y a lo largo de un camino físico;
- Ejemplos: par trenzado; cable coaxial; fibra óptica.

# MEDIOS NO GUIADOS SÍNTESIS

---

- Los medios no guiados proveen un medio para transmitir ondas electromagnéticas pero ellas no son confinadas;
- Ejemplos: propagación a través del aire, el vacío, y el agua.



# MEDIOS DE TRANSMISIÓN GUIADOS

---

- **Medios magnéticos**
- **Par trenzado**
- **Cable coaxial**
- **Fibra óptica**
- **Power Lines**

# MEDIOS MAGNÉTICOS

---

- Para transportar datos de una computadora a otra se almacenan los datos en cintas magnéticas o medios extraíbles (por ejemplo, DVDs grabables), se transportan físicamente a la máquina de destino para luego leer dichos datos ahí.
- Es rentable especialmente para aplicaciones en las que un ancho de banda alto o el costo por bit transportado es un factor clave.

# PAR TRENZADO

---

- ❑ Consiste en dos alambres de cobre aislados, por lo regular de 1 mm de grueso. Los alambres se trenzan en forma helicoidal, igual que una molécula de DNA.
- ❑ La aplicación más común del cable de par trenzado es en el sistema telefónico.
- ❑ La distancia que se puede recorrer con estos cables es de varios kilómetros sin necesidad de amplificar las señales, pero para distancias mayores se requieren repetidores.
- ❑ Cuando se trenzan los alambres, las ondas de diferentes vueltas se cancelan, por lo que la radiación del cable es menos efectiva (se evitan interferencias)

# TIPOS DE CABLEADO DE PAR TRENZADO

---

- ❑ - **Categoría 3:** consisten en 2 alambres aislados que se trenzan de manera delicada. Cuatro de estos pares se agrupan por lo regular en una envoltura de plástico para su protección.
- ❑ - **Categoría 5:** son similares a los de la categoría 3, pero con más vueltas por centímetro, lo que produce una menor diafonía y una señal de mejor calidad a distancias más largas.
- ❑ - **Categorías 6 y 7:** tienen capacidad para manejar señales con anchos de banda de 250 y 600 MHz, respectivamente (en comparación con los 16 y 100 MHz de las categorías 3 y 5, respectivamente).

# CABLE COAXIAL

---

- Este cable tiene mejor blindaje que el de par trenzado, así que puede abarcar tramos más largos a velocidades mayores.

# CLASES DE CABLE COAXIAL

---

- - 50 ohms: se usa por lo general para transmisión digital.
- - 75 ohms: se utiliza comúnmente para la transmisión analógica y la televisión por cable.

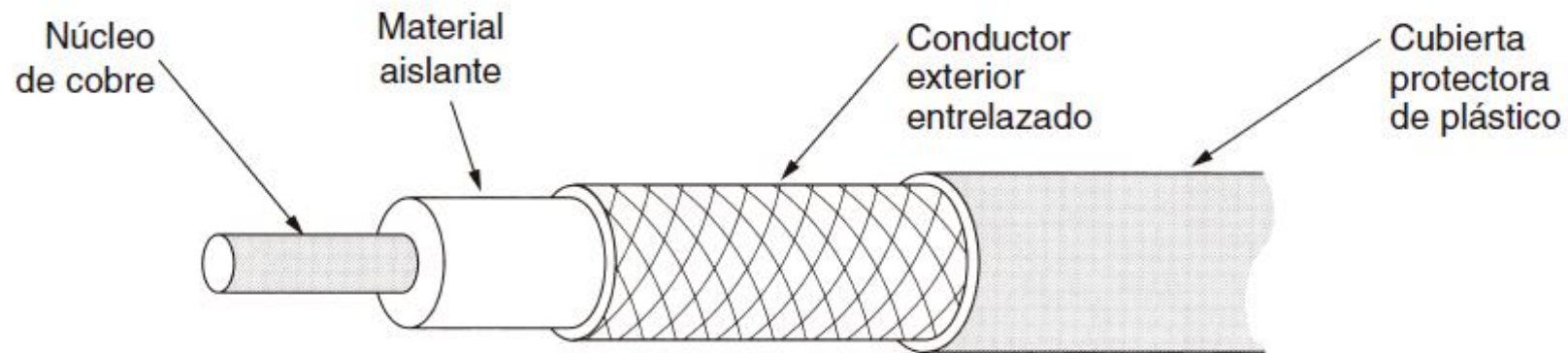
# DESCRIPCIÓN FÍSICA

---

- Un cable coaxial consiste en un alambre de cobre rígido como núcleo, rodeado por un material
- aislante. El aislante está forrado con un conductor cilíndrico, que con frecuencia es una malla
- de tejido fuertemente trenzado. El conductor externo se cubre con una envoltura protectora de
- plástico.

# DESCRIPCIÓN FÍSICA

---



# VENTAJAS

---

- ❑ La construcción y el blindaje del cable coaxial le confieren una buena combinación de ancho de banda alto y excelente inmunidad al ruido.
- ❑ Los cables modernos tienen un ancho de banda de cerca de 1 GHz.
- ❑ El cable coaxial aún se utiliza ampliamente en la televisión por cable y en las redes de área metropolitana.

# FIBRA ÓPTICA

## ■ FIBRAS MULTIMODO Y MONOMODO



# COMPONENTES DE LA FIBRA ÓPTICA

---

- Un sistema de transmisión óptico tiene tres componentes: la fuente de luz, el medio de transmisión y el detector.

# FUENTE DE LUZ

---

- Convencionalmente, un pulso de luz indica un bit 1 y la ausencia de luz indica
- un bit 0.

# MEDIO DE TRANSMISIÓN

---

- El medio de transmisión es una fibra de vidrio ultradelgada.

# DETECTOR

---

- El detector genera un pulso eléctrico cuando la luz incide en él. Al agregar una fuente de luz en un extremo de una fibra óptica y un detector en el otro, se tiene un sistema de transmisión de datos unidireccional que acepta una señal eléctrica, la convierte y transmite mediante pulsos de luz y, luego, reconvierte la salida a una señal eléctrica en el extremo receptor.

# FIBRA MULTIMODO

---

- Una fibra óptica multimodo es aquella en la que los haces de luz pueden circular por más de un modo o camino. El hecho de que se propaguen más de un modo supone que no llegan todos a la vez al final de la fibra por lo que se usan comúnmente en aplicaciones de corta distancia, menores a 1 km, ya que este efecto supone un problema a la hora de utilizarlas para mayores distancias. Además son fáciles y económicas a la hora de diseñarlas.

# DESCRIPCIÓN FÍSICA DE FIBRA MULTIMODO

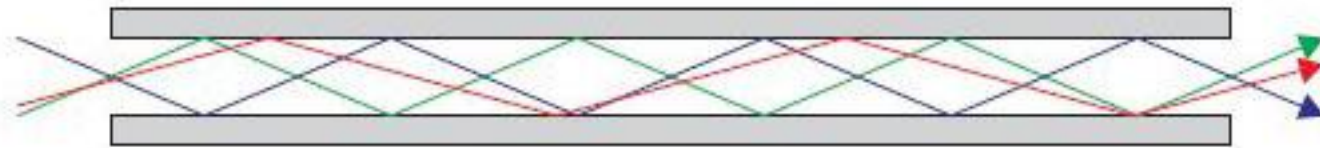
---

- En este tipo de fibra el diámetro del núcleo suele ser de 50 o 62.5  $\mu\text{m}$  y el diámetro del revestimiento de 125  $\mu\text{m}$ . Debido a que el tamaño del núcleo es grande, es más fácil de conectar y tiene una mayor tolerancia a componentes de menor precisión, es decir, que permite la utilización de electrónica de bajo costo.

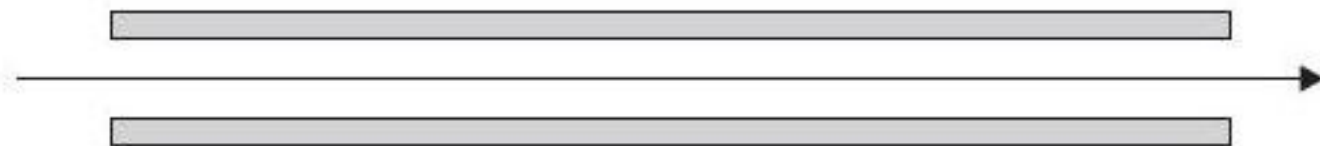
# FIBRA MONOMODO

---

- En las fibras monomodo solo se propaga un modo de luz. El diámetro del revestimiento es de  $125\ \mu\text{m}$ , igual que en las multimodo. Sin embargo el diámetro del núcleo es mucho menor, de unas  $9\ \mu\text{m}$ . Este hecho hace que su transmisión sea paralela al eje de la fibra y que, a diferencia de las fibras multimodo, las fibras monomodo permiten alcanzar grandes distancias y transmitir elevadas tasas de información.



Multimode Fiber



Singlemode Fiber

# POWER LINES

---

- POWER LINES CMUNICATION (PLC)
- BROADBAND POWER LINE (BPL)

# PLC

---

- Power Line Communication (Comunicación por línea de potencia) es el nombre genérico para la transmisión de datos por el segmento de baja tensión de las redes eléctricas, que va desde la subestación eléctrica al domicilio u oficina del cliente.

# BPL

---

- BROADBAND POWER LINE (Banda ancha por línea de potencia) Es un tipo de servicio basado en PLC

# DOS TIPOS DE SERVICIO DE BPL

---

- **In-House BPL**: Conectará máquinas dentro de un mismo edificio
- **Access BPL** : Traerá broadband internet usando líneas de electricidad y permitirá a las compañías eléctricas monitorear los sistemas eléctricos.

# ¿CÓMO FUNCIONA?

---

- La técnica consiste en acondicionar parte de las actuales infraestructuras eléctricas para que puedan transmitir señales regulares de baja frecuencia y otras por encima de la banda de 1 MHz, sin que se vea afectado el rendimiento eléctrico.

# CONVIVENCIA ENTRE ENERGÍA ELÉCTRICA Y DATOS

---

- ▣ Las señales de baja frecuencia (50 ó 60 Hz, según la red) son las encargadas de la transmisión de la energía, mientras que las señales de más alta frecuencia pueden utilizarse para la transmisión de datos, circulando ambas simultáneamente a través del hilo de cobre.

# SEPARACIÓN DE SEÑALES

---

- Una serie de **unidades acondicionadoras** son las que se encargan del filtrado y separación de ambas señales. Así pues estas unidades acondicionadoras separarían la electricidad, que alimenta a los electrodomésticos, de las señales de alta frecuencia, que van a un **módulo o unidad de servicio**, donde se reconvierten en canales de vídeo, datos, voz, etc.

# HFCPN

---

- Power Line emplea una red conocida como **High Frequency Conditioned Power Network (HFCPN)** para transmitir simultáneamente energía e información.

# LA ÚLTIMA MILLA DEL PLC

---

- Los tramos de baja tensión -equivalentes a la "última milla" o bucle de abonado en las redes telefónicas- conecta los hogares con las subestaciones de distribución local. Es precisamente este tramo el único que se utiliza en PLC.

# CÓMO LLEGA INTERNET A LAS ~~POWER LINES~~

---

- En las subestaciones eléctricas locales hay servidores de **estación base** que se conectan a Internet generalmente a través de fibra óptica. Esto quiere decir que no se utiliza toda la red eléctrica para la transmisión de datos.

# BPL MODEMS

---

- Los BPL modems usan circuitos de silicio especialmente diseñados para manejar el trabajo pesado de pulir datos salientes de la corriente eléctrica.
- Usando técnicas de modulación especialmente desarrolladas y algoritmos adaptativos, los modems BPL son capaces de manejar ruido proveniente de las líneas eléctricas en amplio espectro.
- Un modem BPL es de tipo plug and play y es del tamaño de un adaptador eléctrico común.
- Se enchufa en un toma corriente común, y un cable ethernet lo lleva hasta la computadora.
- También hay modems wifi.

# INTERFERENCIAS

---

- A diferencia de los operadores de televisión por cable y las compañías de teléfono que usan apantallamiento, las líneas eléctricas no lo usan.
- En muchos casos una línea eléctrica es una cable base o un cable cubierto de plástico.
- La falta de apantallamiento es de dónde proviene el problema de la interferencia.

# MEDIOS DE TRANSMISIÓN NO GUIADOS

---

- ONDAS DE RADIO
- MICROONDAS
- TRANSMISIÓN INFRARROJA
- COMUNICACIONES POR SATÉLITE

# CÓMO FUNCIONA

---

- En medios no guiados, tanto la transmisión como la recepción se llevan a cabo mediante antenas. En la transmisión, la antena radia energía electromagnética en el medio (normalmente el aire), y en la recepción la antena capta las ondas electromagnéticas del medio que la rodea.

# FORMAS DE TRANSMISIÓN

---

- Hay dos **configuraciones** para la emisión y recepción de esta energía: **direccional y omnidireccional**. Cuanto mayor es la frecuencia de la señal a transmitir, más factible es confinar la energía en un haz direccional (la transmisión unidireccional).

# EMISIÓN Y RECEPCIÓN DIRECCIONAL

---

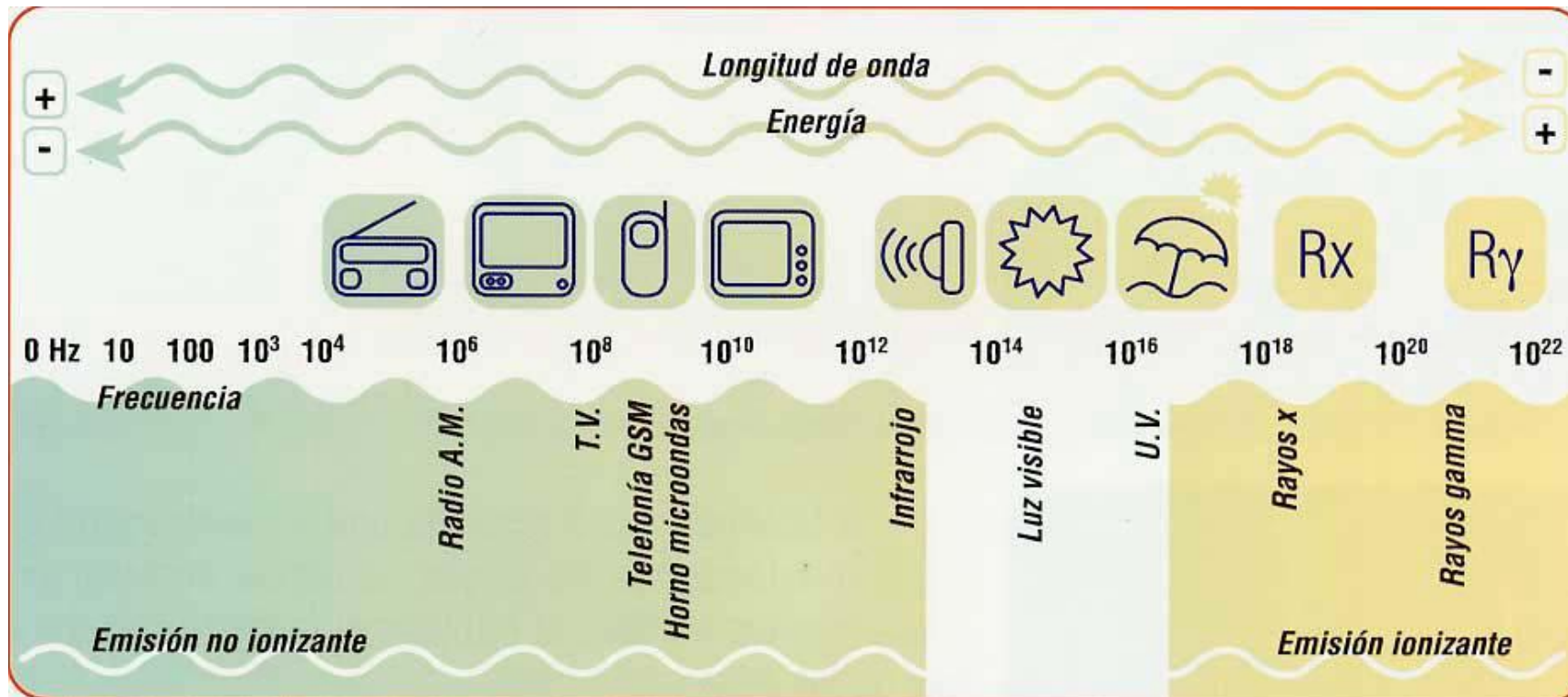
- La antena de transmisión emite toda la energía concentrándola en un haz que es emitido en una cierta dirección, por lo que tanto las antenas el emisor como el receptor deben estar perfectamente alineados.

# EMISIÓN Y RECEPCIÓN OMNIDIRECCIONAL

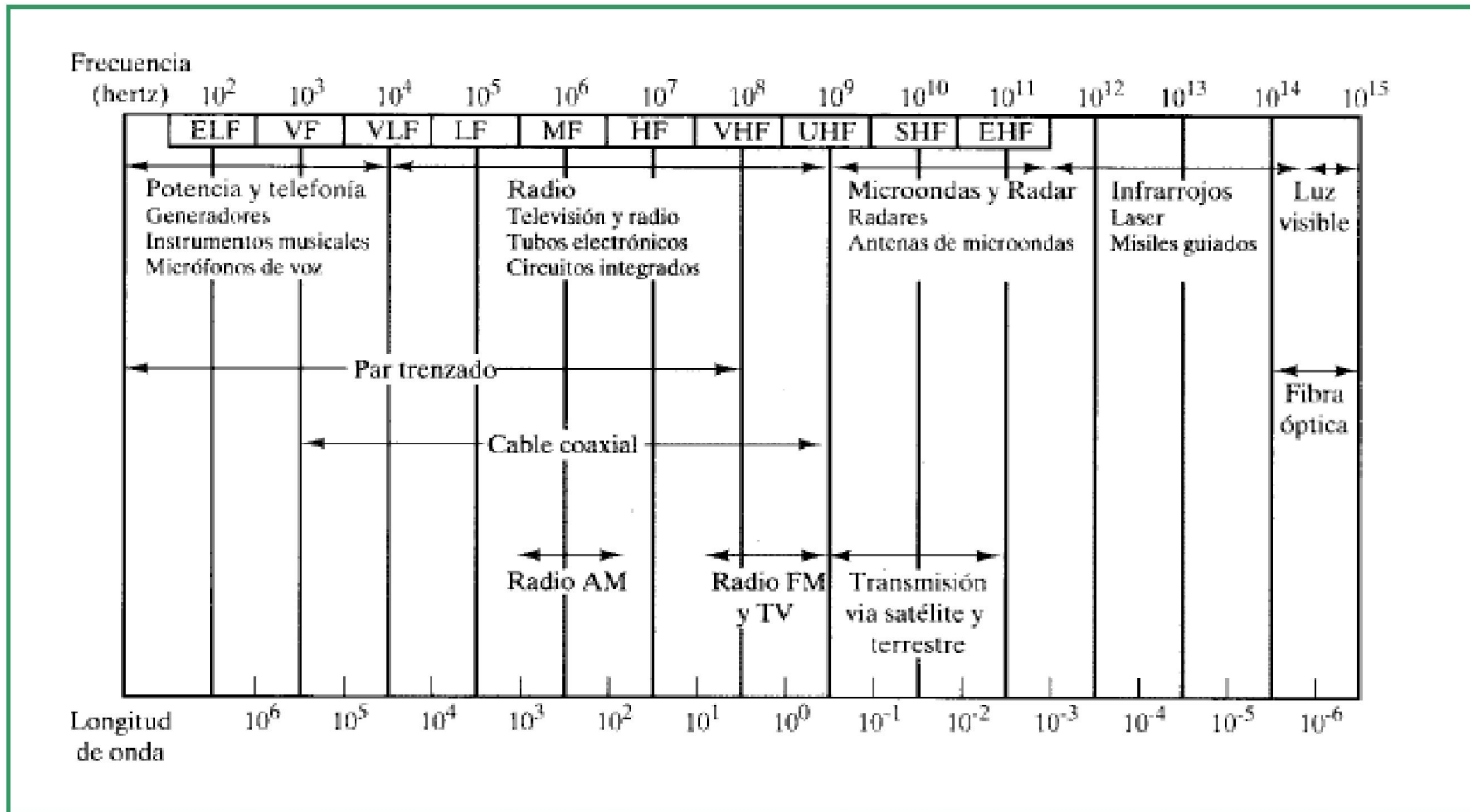
---

- En el método omnidireccional, la antena emite la radiación de la energía dispersadamente (en múltiples direcciones), por lo que varias antenas pueden captarla.

# FRECUENCIAS



# ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO



# RANGOS DE FRECUENCIA EN EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

---

- En el estudio de las comunicaciones inalámbricas, se van a considerar tres rangos de frecuencias del espectro electromagnético.

### Características de las bandas en comunicaciones no guiadas

Banda de frecuencia	Nombre	Datos analógicos		Datos digitales		Aplicaciones principales
		Modulación	Ancho de banda	Modulación	Razón de datos	
30–300 kHz	LF	Normalmente no se usa		ASK, FSK, MSK	0,1-100 BPS	Navegación
300–3000 KHz	MF	AM	Hasta 4 kHz	ASK, FSK, MSK	10-1000 bps	Radio AM comercial
3-30 MHz	HF	AM, SSB	Hasta 4 kHz	ASK, FSK, MSK	10-3000 bps	Radio de onda corta Radio CB
30-300 MHz	VHF	FM, SSB:FM	5 kHz a 5 MHz	FSK, PSK	Hasta 100 kbps	Televisión VHF Radio FM
300-3000 MHz	UHF	FM, SSB	Hasta 20 MHz	PSK	Hasta 10 Mbps	Televisión UHF Microondas terrestres
3-30 GHz	SHF	FM	Hasta 500 MHz	PSK	Hasta 100 Mbps	Microondas terrestres Microondas por satélite
30-300 GHz	EHF	FM	Hasta 1GHz	PSK	Hasta 750 Mbps	Enlaces cercanos con punto a punto experimentales

# PRIMER INTERVALO DE FRECUENCIAS

---

- En el primer intervalo las frecuencias que van desde 30 MHz a 1 GHz son adecuadas para las aplicaciones omnidireccionales.
- A este intervalo pertenecen las **ondas de radio**.
- La banda de ondas de radio cubre la VHF y parte de la banda UHF.

# ONDAS DE RADIO

---

- Son omnidireccionales
- • Un emisor y uno o varios receptores
- • Bandas de frecuencias
- -LF MF HF VHF UHF

# VENTAJAS

---

- Fáciles de generar
- Largas distancias
- Atraviesan paredes de edificios

# DESVENTAJAS

---

- Son absorbidas por la lluvia
- Sujetas a interferencias por equipos eléctricos

# PROPIEDADES

---

- Sus propiedades dependen de la frecuencia:
  - – A baja frecuencia cruzan los obstáculos
  - – A altas frecuencias tienden a viajar en línea recta y rebotan en los obstáculos
  - – Tienen cinco formas de propagarse según la frecuencia: superficial, troposférica, ionosférica, en línea de visión y espacial.

# ALCANCE

---

- Su alcance depende de:
  - – Potencia de emisión
  - – Sensibilidad del receptor
  - – Condiciones atmosféricas
  - – Relieve del terreno

# SEGUNDO INTERVALO DE FRECUENCIAS

---

- El segundo intervalo va desde 1GHz hasta los 100 GHz y se denomina frecuencia de ***microondas***.
- Las microondas cubren cubren totalmente la banda SHF

# MICROONDAS

---

- En estas frecuencias de trabajo se pueden conseguir haces altamente direccionales, por lo que las microondas son adecuadas para enlaces punto a punto.
- Las microondas también se usan para las comunicaciones vía satélite.

# CARACTERÍSTICAS DE LAS MICROONDAS

---

- • Longitud de onda muy pequeña
- • Antenas parabólicas
- • Receptor y transmisor en línea visual
- • A 100m de altura se alcanzan unos 80 Km sin repetidores
- • Rebotan en los metales (radar)

# MICROONDAS TERRESTRES

---

- Las microondas terrestre proveen conectividad entre dos sitios (estaciones terrenas) en línea de vista (Line-of-Sight, LOS) usando equipo de radio con frecuencias de portadora por encima de 1 GHz. La forma de onda emitida puede ser analógica (convencionalmente en FM) o digital.

# APLICACIONES DE LAS MICROONDAS TERRESTRES

---

- • *Telefonía básica (canales telefónicos)*
  - *Datos*
  - *Telegrafo/Telex/Facsímile*
  - *Canales de Televisión.*
  - *Video*
  - *Telefonía Celular (entre troncales)*

# USOS

---

- Se suelen utilizar en sustitución del cable coaxial o las fibras ópticas ya que se necesitan menos repetidores y amplificadores, aunque se necesitan antenas alineadas.

# ATENUACIÓN

---

- La principal causa de pérdidas es la atenuación debido a que las pérdidas aumentan con el cuadrado de la distancia (con cable coaxial y par trenzado son logarítmicas). La atenuación aumenta con las lluvias.

# INTERFERENCIAS

---

- Las interferencias es otro inconveniente de las microondas ya que al proliferar estos sistemas, puede haber más solapamientos de señales.

# VENTAJAS DE LOS RADIOENLACES DE MICROONDAS COMPARADOS CON LOS SISTEMAS GUIADOS

---

- Volumen de inversión generalmente mas reducido.
- Instalación más rápida y sencilla.
- Conservación generalmente más económica y de actuación rápida.
- Puede superarse las irregularidades del terreno.
- La regulación solo debe aplicarse al equipo, puesto que las características del medio de transmisión son esencialmente constantes en el ancho de banda de trabajo.
- Puede aumentarse la separación entre repetidores, incrementando la altura de las torres.

# DESVENTAJAS DE LOS RADIOENLACES DE MICROONDAS COMPARADAS CON LOS MEDIOS GUIADOS

---

- Explotación restringida a tramos con visibilidad directa para los enlaces.
- Necesidad de acceso adecuado a las estaciones repetidoras en las que hay que disponer de energía y acondicionamiento para los equipos y servicios de conservación. Se han hecho ensayos para utilizar generadores autónomos y baterías de células solares.
- La segregación, aunque es posible y se realiza, no es tan flexible como en los sistemas por cable
- Las condiciones atmosféricas pueden ocasionar desvanecimientos intensos y desviaciones del haz, lo que implica utilizar sistemas de diversidad y equipo auxiliar requerida, supone un importante problema en diseño

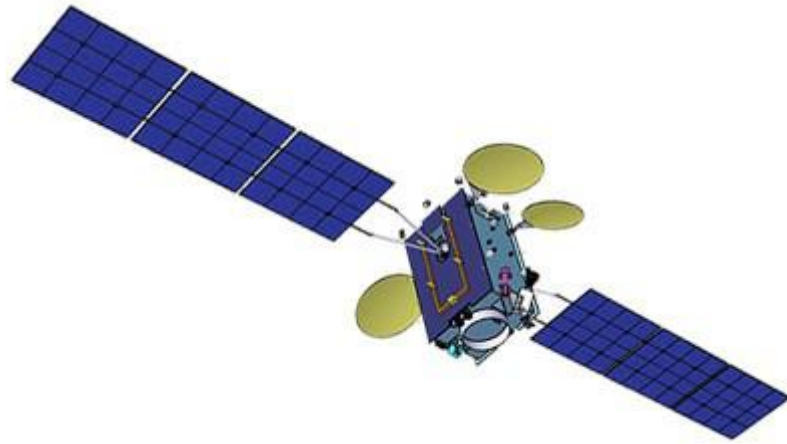
# TERCER INTERVALO DE FRECUENCIAS

---

- Es importante para las aplicaciones de índole local, es la zona de **infrarrojos** del espectro que va en términos generales desde los 100 GHz hasta los 100 THz. Los infrarrojos son útiles para la conexiones locales punto a punto así como para aplicaciones multipunto dentro de área de cobertura limitada.

---

# Satélites de Comunicaciones

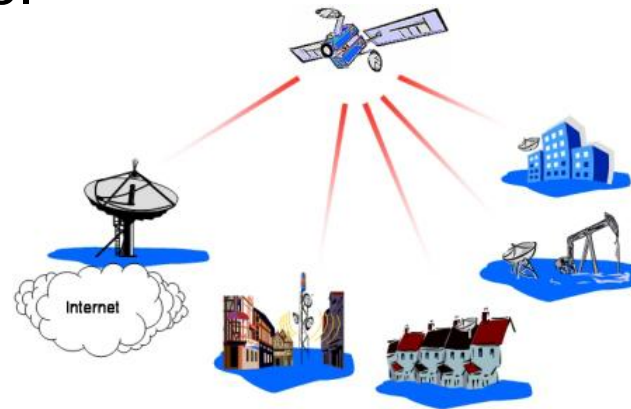


# Definición

---

Se puede considerar como un repetidor de microondas en el cielo.

Contiene **transpondedores**, que amplifican la señal entrante y luego la retransmite en otra frecuencia para evitar interferencia con la señal entrante.



# Periodo Orbital

---

De acuerdo con la Ley de Kepler, entre más alto esté el satélite, más largo es el periodo orbital. En consecuencia, los satélites con órbitas bajas desaparecen de la vista con bastante rapidez.

El periodo de un satélite es una parte importante para ver donde colocarlo.

Otro aspecto importante para determinar  
donde colocarlo es la presencia de los  
cinturones de Van Allen, que son capas  
de partículas altamente cargadas de  
energía presentes en el campo magnético  
de la Tierra que podría destruir cualquier  
satélite que circule por ellas.

---

# 3 tipos de satélites según la posición...

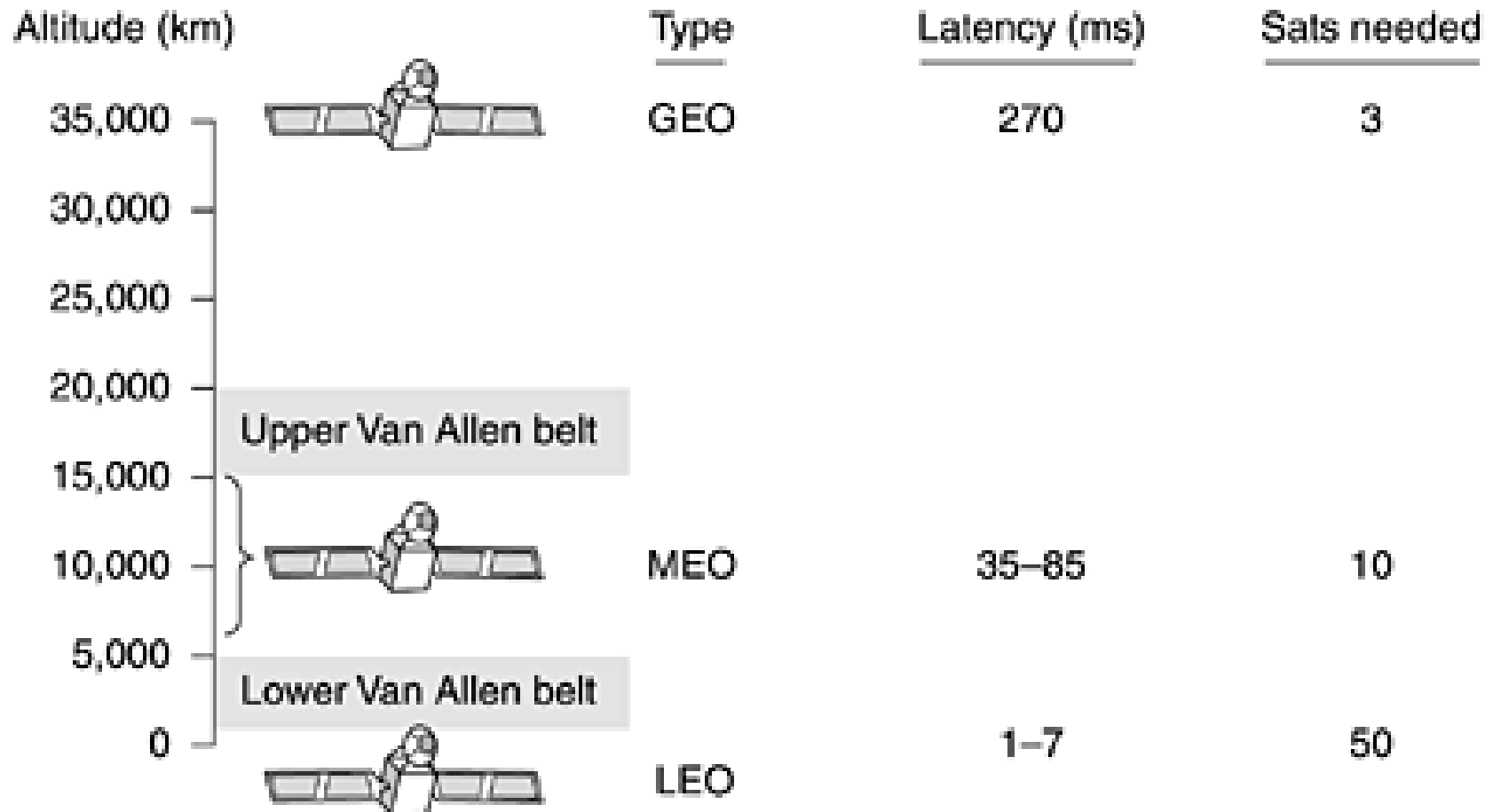
---

Satélites GEO(Órbita Terrestre  
Geoestacionaria).

Satélites MEO(Órbita Terrestre Media).

Satélites LEO(Órbita Terrestre Baja).

# Tipos de satélites según su posición



# Satélites GEO

---

Satélites que vuelan a grandes alturas.

Con un espaciamiento de 2 grados solo puede haber 180 de estos satélites a la vez en el cielo. Para evitar esto la ITU(Unión Internacional De Telecomunicaciones) asigna la posición orbital.

La gravedad del Sol, la Luna y los planetas tiende a desplazar a los satélites de sus orbitas. Esto se contrarresta por la actividad llamada control orbital en la que se le aplica motores a los satélites.

Cuando se le termina el combustible de los motores, el satélite viaja a la deriva y va cayendo, reingresa a la atmosfera y se incendia o en ocasiones se estrella contra la Tierra.

---

Las posiciones no son el único  
punto de discordia...

# Bandas de Frecuencias

---

Las transmisiones de los enlaces descendentes interfieren con los usuarios de microondas existentes.

La ITU asigno bandas de frecuencia especificas a los usuarios.

Band	Downlink	Uplink	Bandwidth	Problems
L	1.5 GHz	1.6 GHz	15 MHz	Low bandwidth; crowded
S	1.9 GHz	2.2 GHz	70 MHz	Low bandwidth; crowded
C	4.0 GHz	6.0 GHz	500 MHz	Terrestrial interference
Ku	11 GHz	14 GHz	500 MHz	Rain
Ka	20 GHz	30 GHz	3500 MHz	Rain, equipment cost

# Características de los satélites GEO

---

Tiene alrededor de 40 transpondedores, con un ancho de banda de 80 MHz c/u.

Cada transpondedor opera como un tubo doblado.

La división de transpondedores en canales era estática en los primeros satélites. Ahora cada haz del transpondedor se divide en ranuras temporales donde los usuarios se turnan para utilizarlo.

Los primeros satélites geoestacionarios tenían un solo haz que iluminaba cerca de  $1/3$  de la superficie de la Tierra, que se conoce como huella.

Cada haz descendente se puede concentrar en un área geográfica pequeña. Son llamados haces reducidos, tienen forma elíptica y pueden ser de algunos cientos de km.

# Sistemas VSATs(Terminales de Apertura Muy Pequeña)

---

Desarrollo de microestaciones de bajo costo.

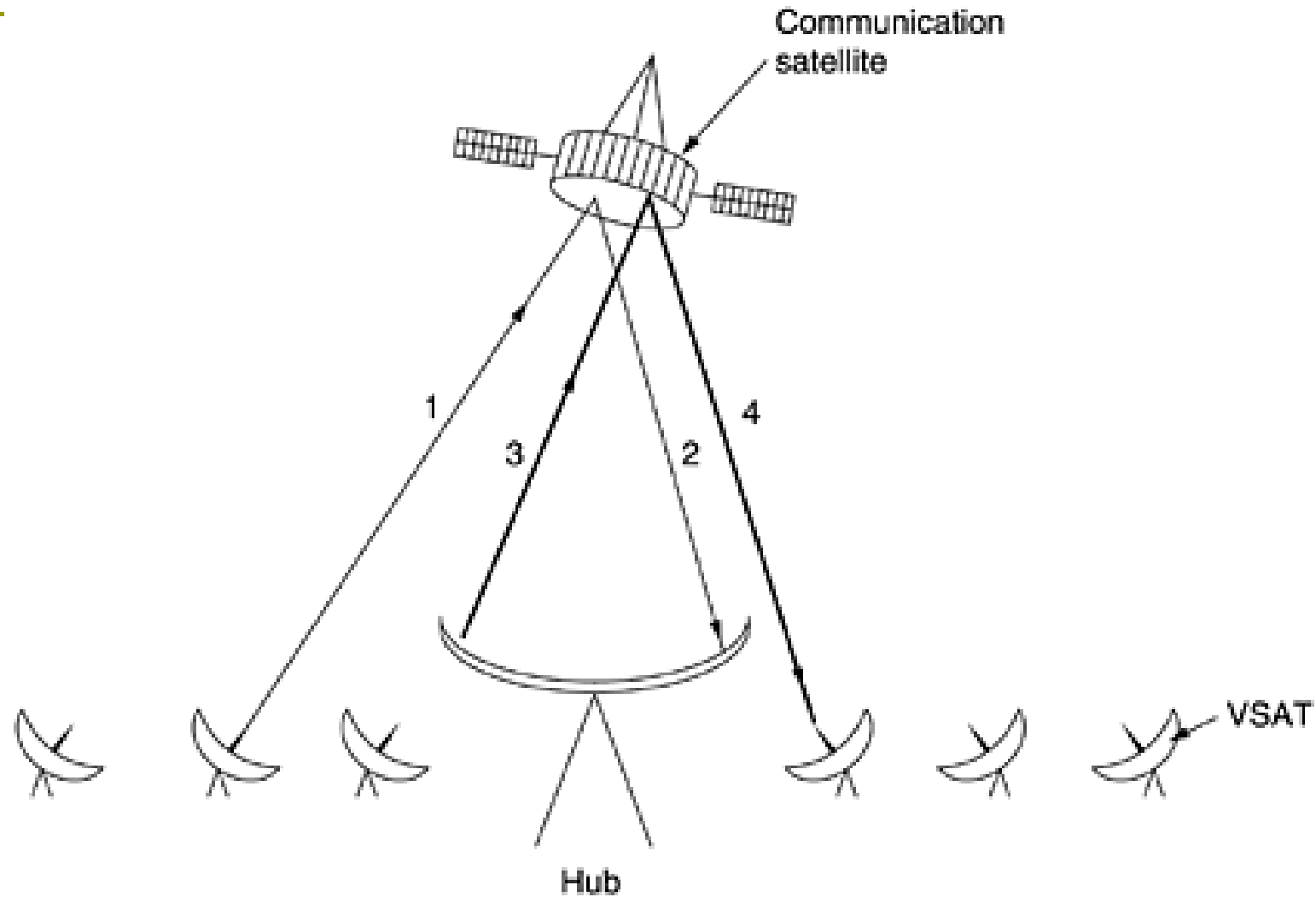
Tienen antenas de un metro o más pequeñas y pueden producir alrededor de 1 watt de energía.

El enlace ascendente funciona a 19.2 Kbps y el enlace descendente funciona a 512 Kbps o más.

En muchos de estos sistemas las microestaciones no tienen potencia para comunicarse una con otra. Para solucionar eso es necesaria una estación espacial en tierra, la estación central, que cuenta con una antena grande, para retransmitir el tráfico entre VSATs.

La desventaja es que existe un retardo más prolongado al contar con estaciones de usuario más económicas.

# VSATs con una estación central



# Otras Características...

---

Son esencialmente medios de difusión. Cuesta lo mismo enviar un mensaje a miles de estaciones dentro de la huella de un transpondedor que enviar a una sola estación.

El costo de enviar un mensaje es independiente de la distancia que se recorra.

Con respecto a seguridad, cualquiera puede escuchar todo. Para solucionar eso es esencial una encriptación de los datos.

Cuentan con tasas de error.

# Satélites MEO

---

Se encuentran entre los 2 cinturones de Van Allen.

Se desplazan lentamente y tardan alrededor de 6 hs para dar la vuelta a la Tierra.

Tienen una huella más pequeña y se requieren transmisores menos potentes para alcanzarlos.

Un ejemplo de ellos son los 24 satélites GPS(Sistema de Posicionamiento Global).

# Satélites LEO

---

Debido a la rapidez de su movimiento, se requieren grandes cantidades de ellos para conformar un sistema completo.

Como se encuentran cercanos a la Tierra, las estaciones terrestres no necesitan mucha potencia, y el retardo del viaje de ida y vuelta es de algunos milisegundos.