

BLOQUE III.

Nivel físico

MEDIOS DE TRANSMISIÓN NO GUIADOS



Contenidos

1. Introducción

2. Medios guiados
 1. Pares trenzados
 2. Cable coaxial
 3. Fibra óptica

3. Medios no guiados
 1. Sistemas de microondas terrestres
 2. Sistemas de microondas satélite
 3. Ondas de radio
 4. Infrarrojos

Contenidos

4. Sistemas de cableado estructurado
 1. Introducción
 2. Topologías
 3. Subsistemas de cableado estructurado
 4. Normativa
 5. Concentradores

5. Interfaces de nivel físico
 1. RS232
 2. USB

Contenidos

1. Introducción

2. Medios guiados

1. Pares trenzados

2. Cable coaxial

3. Fibra óptica

3. Medios no guiados

1. Sistemas de microondas terrestres

2. Sistemas de microondas satélite

3. Ondas de radio

4. Infrarrojos

3. Medios no guiados

- **Medio de transmisión** \equiv soporte que permite que la **información** viaje entre dos **puntos**, más o menos **distantes**.

MEDIOS GUIADOS.

Las señales electromagnéticas se confinan dentro de algún medio físico.

Ejemplos: cables de pares trenzados (UTP, STF, FTP), cables coaxiales o fibras ópticas.

MEDIOS NO GUIADOS.

Las señales no están confinadas en ningún medio físico, sino que se transmiten por el aire, el mar o el vacío.

Ejemplos: transmisiones satélite, radio o infrarrojos.

3. Medios no guiados

- UIT define **ondas radioeléctricas** como ondas electromagnéticas que se propagan por el espacio libre, cuyo límite superior de frecuencia se ha fijado, por convenio, en 3.000 GHz.

- **Radiocomunicación:** Cualquier comunicación transmitida por medio de ondas radioeléctricas:
 - Radiocomunicación espacial: hace uso de elementos situados en el espacio (satélites, estaciones espaciales, etc.)
 - Radiocomunicación terrenal: no hace uso de elementos situados en el espacio
 - Radioastronomía: basada en la recepción de ondas radioeléctricas con origen cósmico de muy alta frecuencia

3. Medios no guiados

□ Radiocomunicación

- Superposición de la información a transmitir en una onda radioeléctrica (la portadora) mediante un proceso de modulación

□ Transmisor

- Conjunto de equipos que se encarga de generar las señales (moduladores, filtros, antenas, ...)
- La señal radioeléctrica, una vez modulada se envía al medio, a través de un dispositivo de acoplamiento: **la antena**

□ Receptor

- Necesario para terminar la comunicación (antena, demodulador)
- Capta la energía transmitida
- La cobertura de una emisión depende del tipo e intensidad de las señales

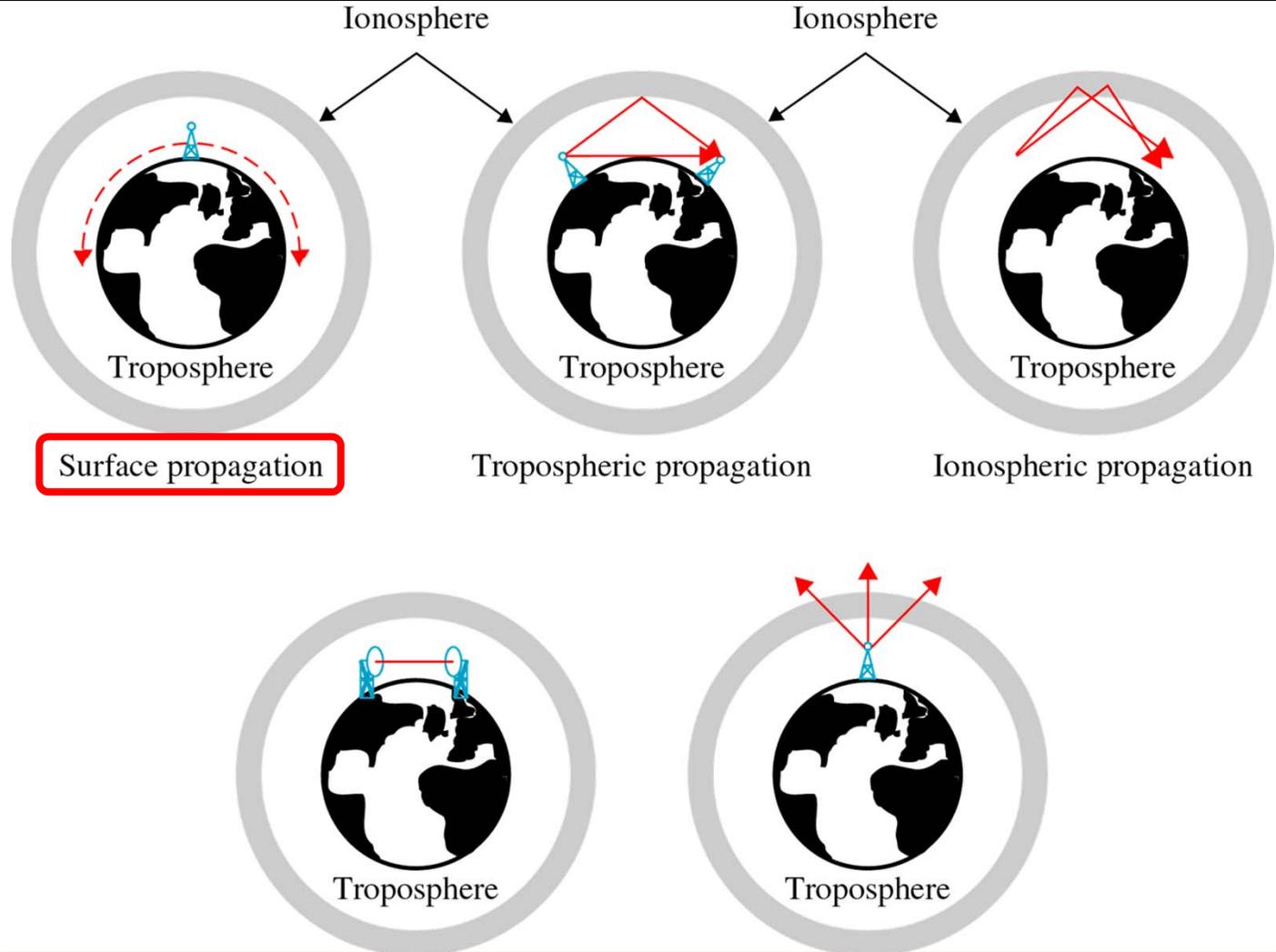
3. Medios no guiados

TIPOS DE PROPAGACIÓN

- **Propagación en superficie**
 - Las ondas viajan a través de la porción más baja de la atmósfera, abrazando a la superficie terrestre, o el agua del mar
 - A las frecuencias más bajas, las señales emanan en todas las direcciones desde la antena transmisora y siguen la curvatura del planeta
 - Cuanto mayor sea la potencia de transmisión mayor es la distancia que pueden alcanzar las señales

3. Medios no guiados

TIPOS DE PROPAGACIÓN



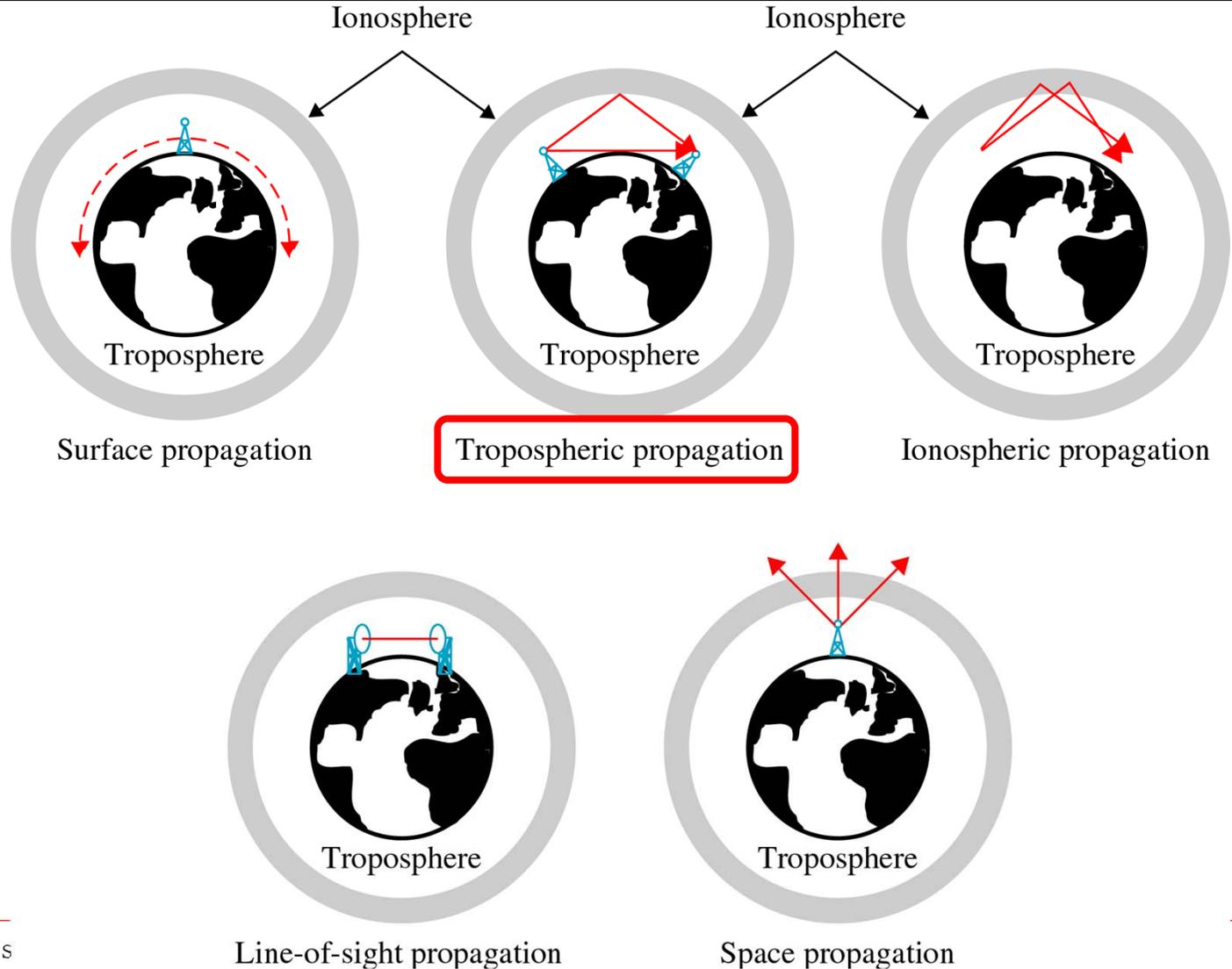
3. Medios no guiados

TIPOS DE PROPAGACIÓN

- **Propagación troposférica:**
 - Se puede dirigir la señal en línea recta de antena a antena (visión directa)
 - El receptor y el emisor deben estar dentro de distancias de visión, limitadas por la curvatura de la tierra en relación con la altura de las antenas
 - Se puede radiar con un cierto ángulo hasta los niveles superiores de la troposfera donde se refleja hacia la superficie de la tierra
 - Permite cubrir distancias mayores

3. Medios no guiados

TIPOS DE PROPAGACIÓN



3. Medios no guiados

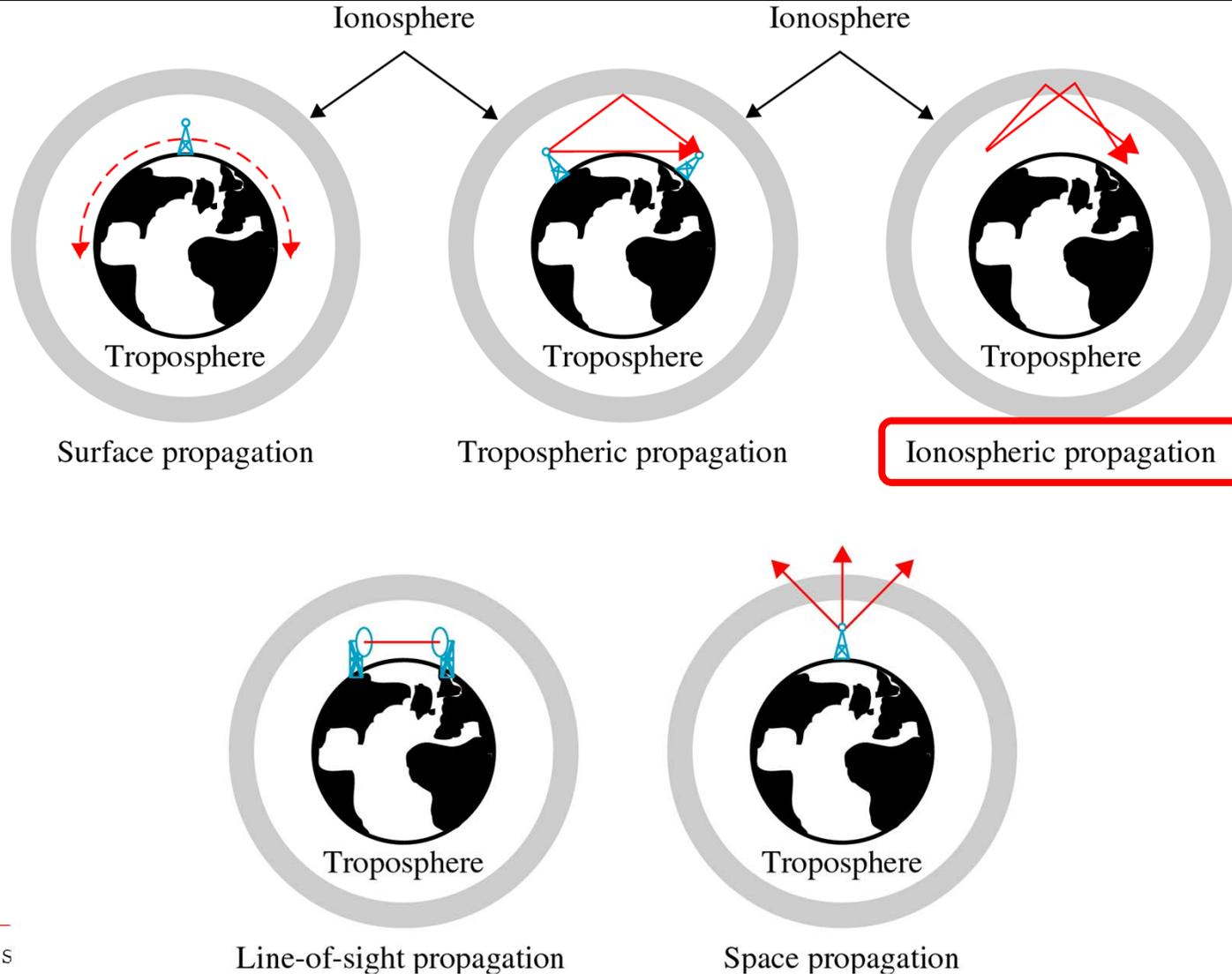
TIPOS DE PROPAGACIÓN

□ Propagación ionosférica

- Las ondas de radio de más frecuencia se radian hacia la Ionosfera donde se reflejan de nuevo hacia la tierra
- La densidad entre la atmósfera y la ionosfera hace que cada onda de radio se acelere y cambie de dirección, curvándose de nuevo hacia la tierra
- Este tipo de transmisión permite cubrir grandes distancias con menor potencia de salida

3. Medios no guiados

TIPOS DE PROPAGACIÓN



3. Medios no guiados

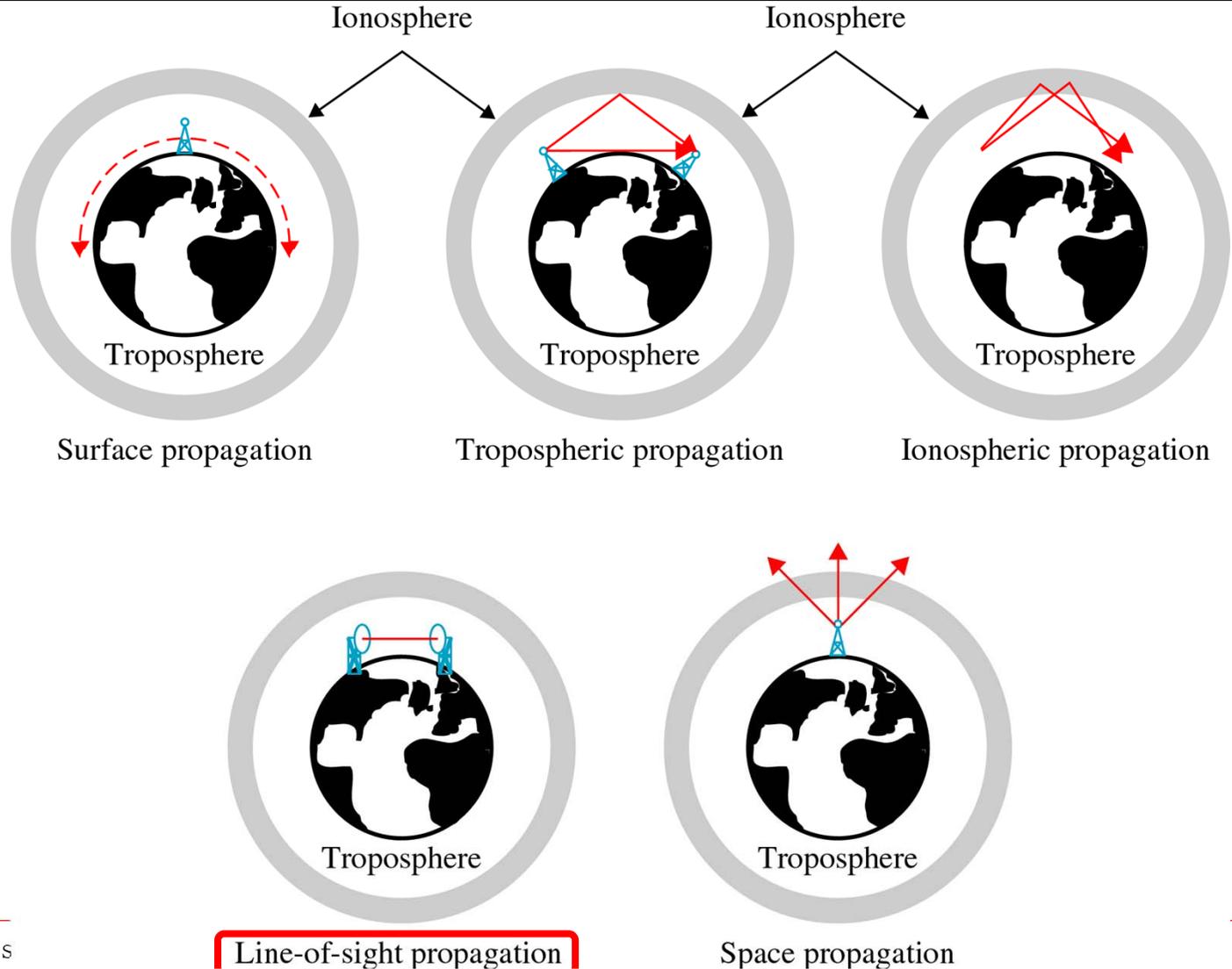
TIPOS DE PROPAGACIÓN

□ Propagación por visión directa

- Señales de muy alta frecuencia (siguiendo una línea recta)
- Antenas direccionales (enfrentadas entre sí), y o bien están suficientemente altas o suficientemente juntas para no verse afectadas por la curvatura de la tierra
- Compleja, porque las transmisiones de radio no se pueden enfocar completamente
 - Las ondas emanan hacia arriba, hacia abajo o hacia delante y se pueden reflejar sobre la superficie de la tierra o parte de la atmósfera
 - Las ondas reflejadas que llegan a la antena receptora más tarde que la porción directa de la transmisión puede corromper la señal recibida

3. Medios no guiados

TIPOS DE PROPAGACIÓN



3. Medios no guiados

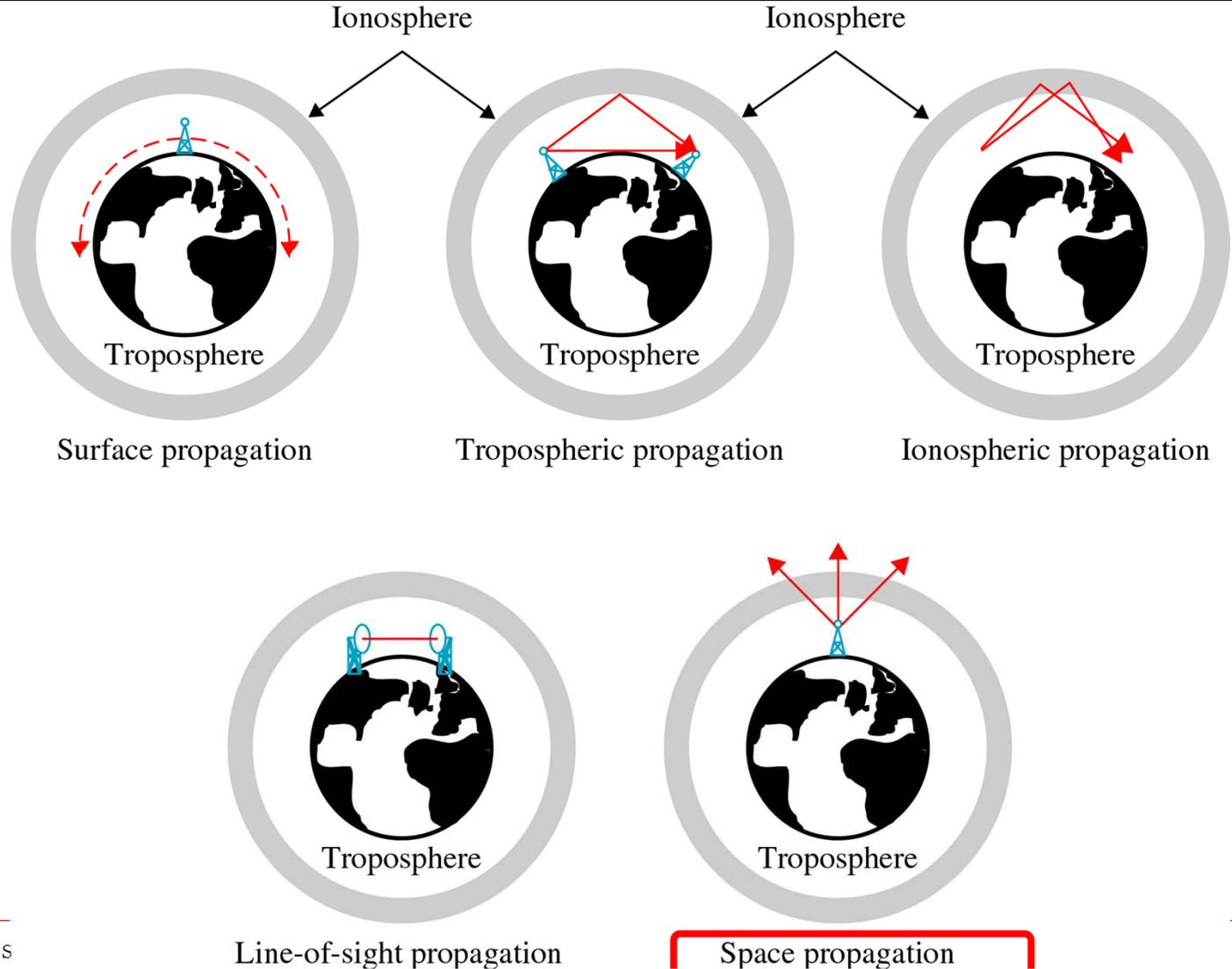
TIPOS DE PROPAGACIÓN

□ Propagación por el espacio

- Utiliza como retransmisor satélites en lugar de la refracción atmosférica
- Una señal radiada es recibida por un satélite situado en una determinada órbita, que la reenvía de vuelta a la tierra para el receptor adecuado
- La transmisión vía satélite es básicamente una transmisión directa con un intermediario (el satélite)
- La distancia al satélite de la tierra es equivalente a una antena de súper alta ganancia e incrementa enormemente la distancia que puede ser cubierta por una señal

3. Medios no guiados

TIPOS DE PROPAGACIÓN



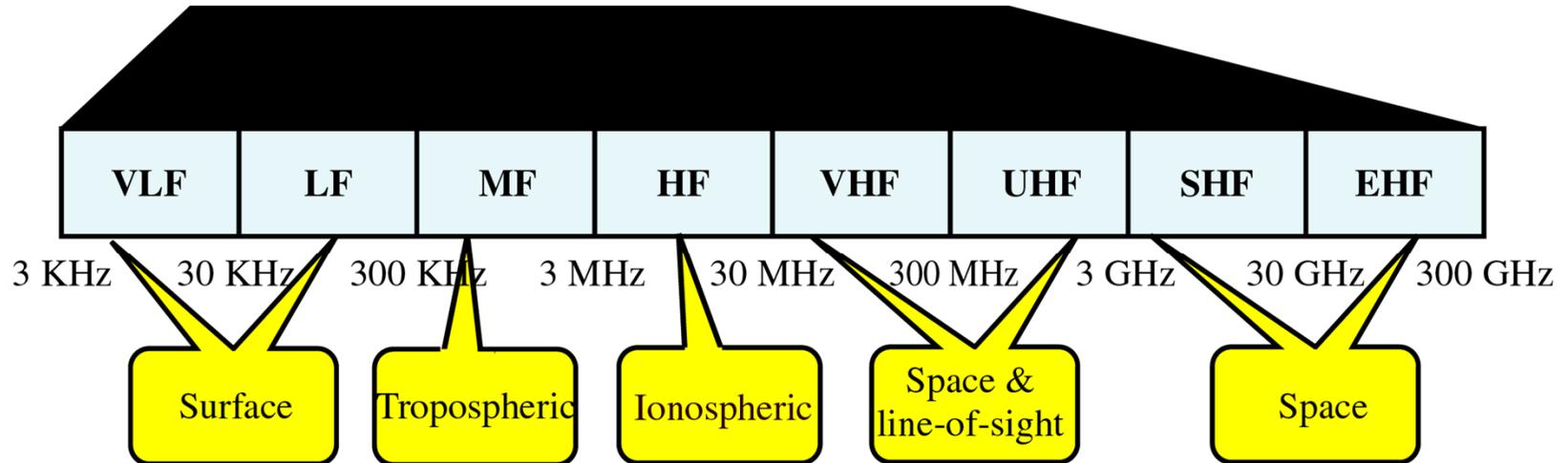
3. Medios no guiados

TIPOS DE PROPAGACIÓN

- El tipo de propagación que se usa en la radio transmisión depende de la frecuencia (velocidad) de la señal
- Cada frecuencia es adecuada para una capa específica de la atmósfera y es más eficiente si se transmite y se envía con tecnologías adaptadas a cada capa

3. Medios no guiados

VLF	Very low frequency	VHF	Very high frequency
LF	Low frequency	UHF	Ultra high frequency
MF	Middle frequency	SHF	Super high frequency
HF	High frequency	EHF	Extremely high frequency



3. Medios no guiados

VLF (*Very low frequency*) 3KHz-30KHz

- Propagación como ondas de superficie (aire o agua)
- No sufren mucha atenuación, pero son sensibles a los altos niveles de ruido atmosférico (calor y electricidad)
- Usos habituales:
 - Radionavegación de largo alcance
 - Comunicaciones submarinas

3. Medios no guiados

□ LF (*Low frequency*) 30KHz-300KHz

- Propagación como ondas de superficie (aire o agua)
- La atenuación es mayor durante el día, cuando se incrementa la absorción de las ondas por los obstáculos naturales
- Usos habituales:
 - Radionavegación de largo alcance
 - Radio balizas o localizadores de navegación

3. Medios no guiados

MF (*Middle frequency*) 300KHz-3MHz

- Propagación troposférica
- Estas frecuencias son absorbidas por la ionosfera, por lo que la distancia que pueden cubrir está limitada por el ángulo necesario para reflejar la señal de la troposfera sin entrar en la ionosfera
- La absorción es mayor durante el día
- Usos habituales:
 - Transmisiones AM
 - Radio marítima
 - Buscadores audiodireccionales (RDF)
 - Frecuencias de emergencia

3. Medios no guiados

HF (*High frequency*) 3MHz-30MHz

- Propagación ionosférica

- Usos habituales:

- Radioaficionados

- Radio de bandas de ciudadanos (CB)

- Emisiones internacionales

- Comunicaciones militares

- Comunicación de larga distancia para aviones y barcos, teléfonos, telégrafos y faxes

3. Medios no guiados

- **VHF (*Very High frequency*) 30MHz-300MHz**
 - Mayoritariamente, propagación de visión directa
 - Usos habituales:
 - Televisión
 - Radio FM
 - Radio AM de los aviones y ayuda de navegación de los aviones

3. Medios no guiados

- **UHF (*Ultra High frequency*) 300MHz-3GHz**
 - Siempre propagación de visión directa
 - Usos habituales:
 - Televisión
 - Teléfonos móviles
 - Radio celular
 - Buscadores y enlaces microondas

3. Medios no guiados

- SHF (*Super High frequency*) 3GHz-300GHz
 - Propagación de visión directa, propagación espacial
 - Usos habituales:
 - Microondas terrestres y satélite
 - Comunicación radar

3. Medios no guiados

- EHF (*Extremely High frequency*)

- Propagación espacial

- Usos habituales, predominantemente científicos:

- Radar

- Satélite

- Comunicaciones experimentales

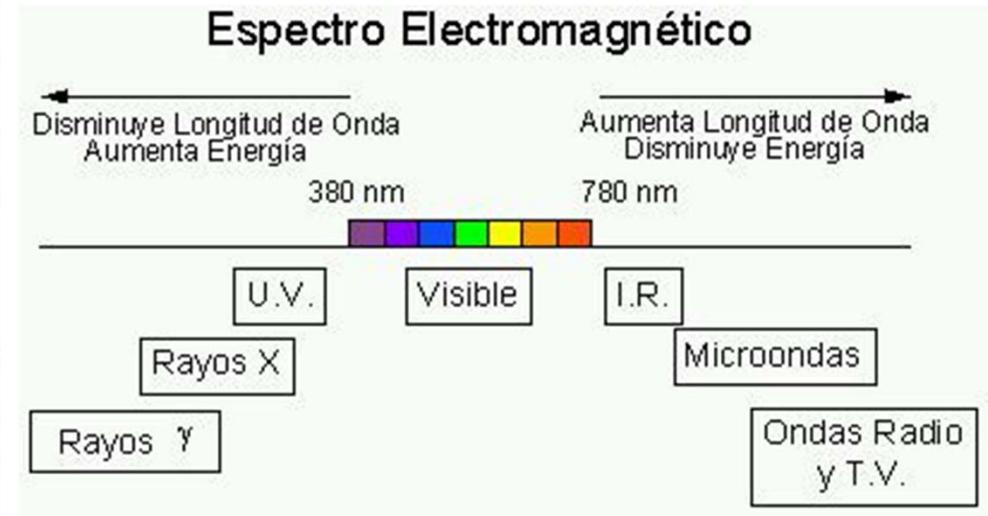
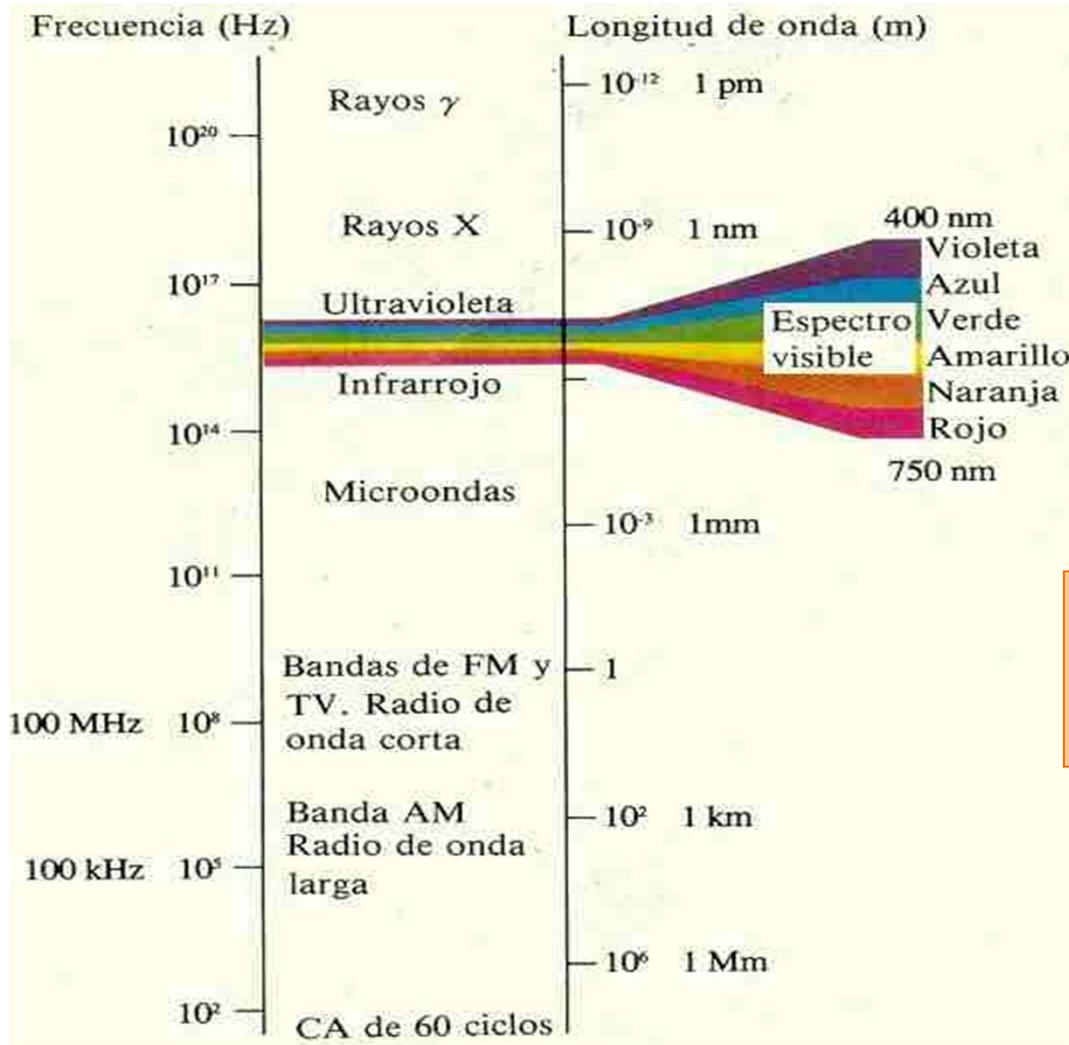
3. Medios no guiados

- Los tres rangos de frecuencias principales en una transmisión no guiada son:
 - **Radio**
 - 30 MHz a 1 GHz
 - Transmisiones omnidireccionales

 - **Microondas**
 - 1GHz a 40 GHz
 - Son posibles transmisiones altamente direccionales
 - Adecuadas para transmisiones punto a punto y transmisiones vía satélite

 - **Infrarrojos**
 - $3 \cdot 10^{11}$ a $2 \cdot 10^{14}$ Hz
 - Comunicaciones punto a punto o multipunto locales (dentro de áreas delimitadas)

3. Medios no guiados



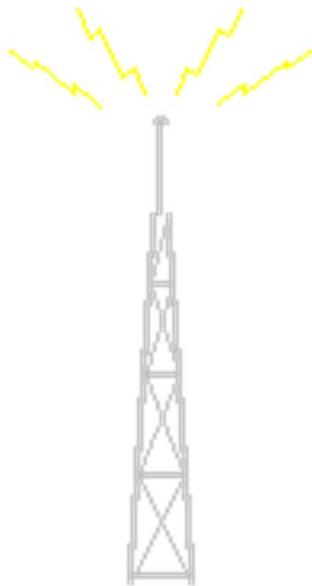
Ondas de radio (30Mhz-1GHz).
Microondas (1Ghz-40GHz).
Infrarrojos ($3 \cdot 10^{11}$ Hz- $2 \cdot 10^{14}$ Hz).

3. Medios no guiados

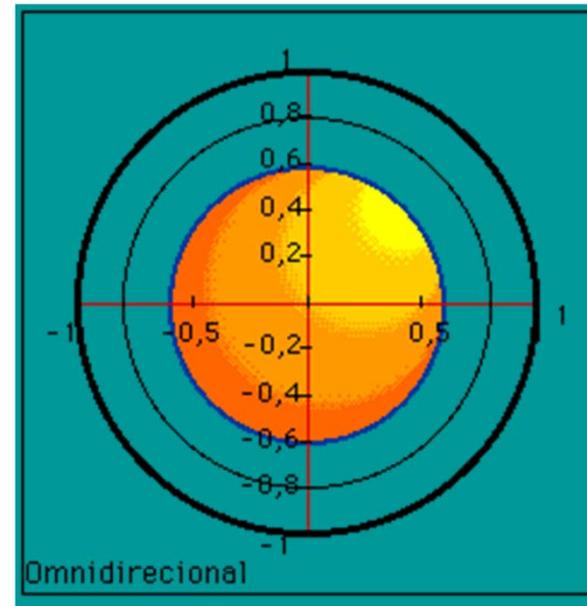
- La transmisión y la recepción a través de medios no guiados se consigue mediante el uso de antenas
- **Antena:** conductor eléctrico (o sistema de conductores eléctricos) que radia o captura energía electromagnética
 - En la transmisión, la antena transforma la energía eléctrica del transmisor en energía electromagnética que se radia al ambiente
 - En la recepción, la antena captura energía electromagnética que es convertida en energía eléctrica que se pasa al receptor
- Diagrama de radiación: caracteriza las prestaciones de una antena mediante la representación gráfica de sus propiedades de radiación en función de las coordenadas espaciales

3. Medios no guiados

Antenas Omnidireccionales: La antena transmisora emite en todas las direcciones del espacio y la receptora recibe también en todas las direcciones.

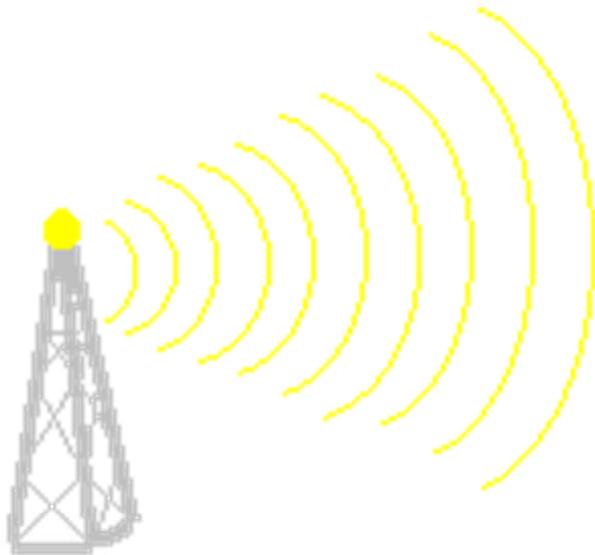


COMUNICACIÓN
OMNIDIRECCIONAL.

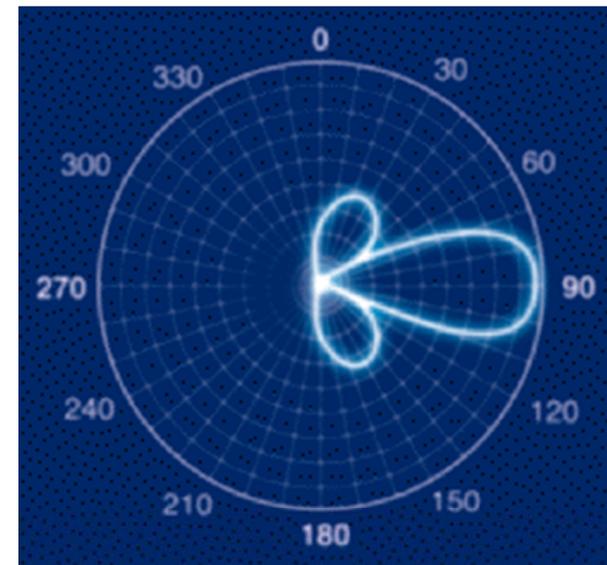


3. Medios no guiados

Antenas Direccionales: La energía transmitida se concentra en un haz. Requiere que el emisor y el receptor estén alineados. En general, cuanto mayor es la frecuencia de transmisión más factible es confinar la energía en una dirección determinada.



**COMUNICACIÓN
DIRECCIONAL**



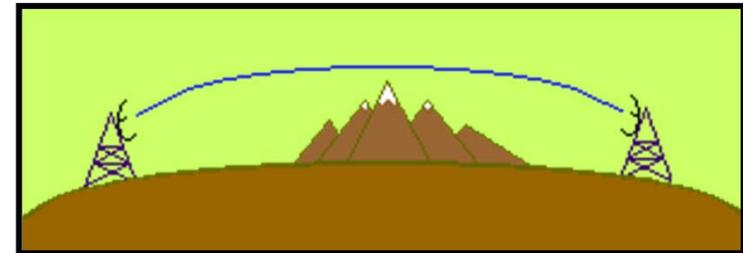
Contenidos

1. Introducción
2. Medios guiados
 1. Pares trenzados
 2. Cable coaxial
 3. Fibra óptica
3. Medios no guiados

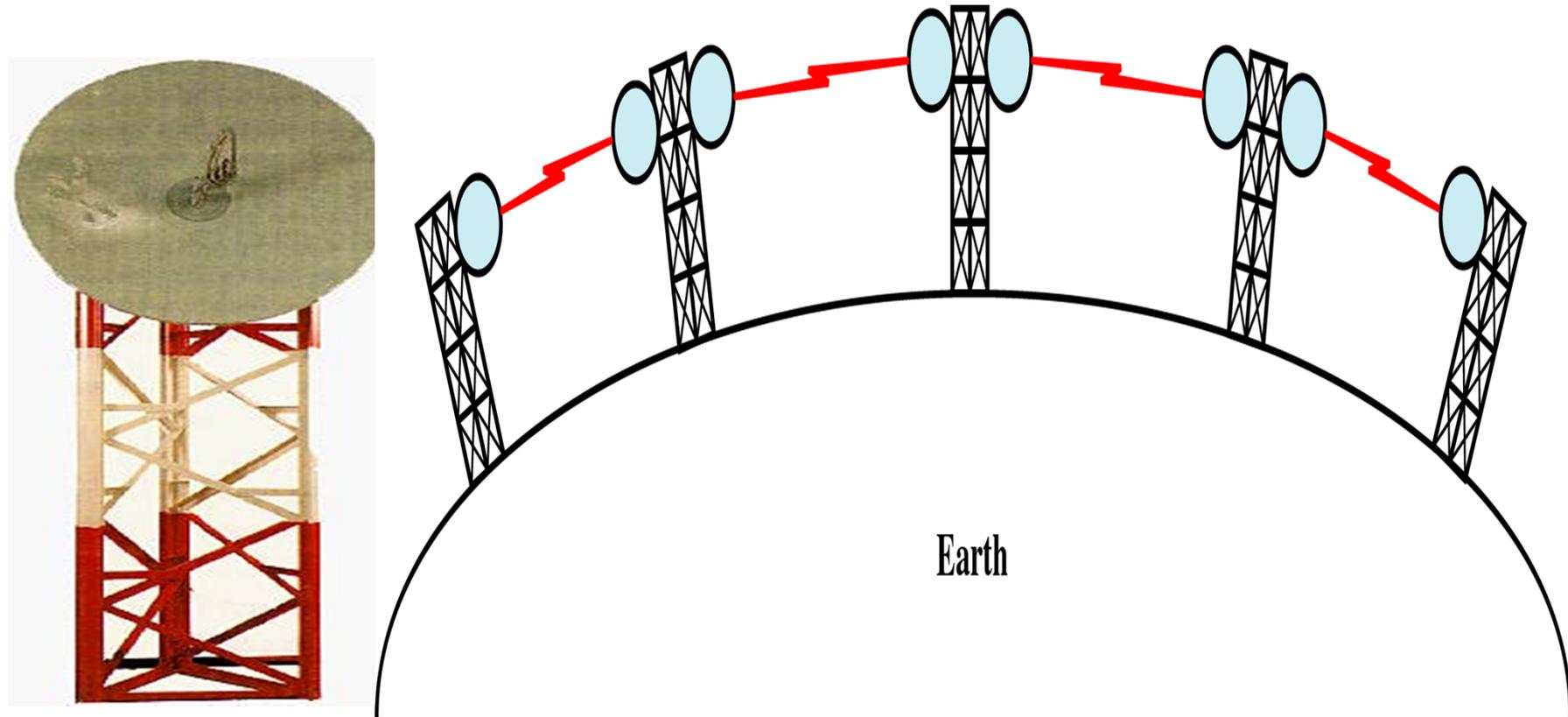
1. Sistemas de microondas terrestres
2. Sistemas de microondas satélite
3. Ondas de radio
4. Infrarrojos

3.1 Sistemas de microondas terrestres

- Se utilizan **antenas parabólicas**, capaces de concentrar la energía de la señal en un haz muy estrecho \Rightarrow direccionales
- Diámetro típico 3m
- Al tratarse de comunicaciones direccionales es necesario que el emisor y el receptor estén alineados
- Cuanto mayor sea la altura a la que se sitúan las antenas, mayor facilidad se tendrá para evitar obstáculos que impidan la correcta recepción



3.1 Sistemas de microondas terrestres



Cuando la distancia que separa al origen y destino de la comunicación es grande, se utilizan radio enlaces concatenados

3.1 Sistemas de microondas terrestres

□ Aplicaciones

- Servicios de telecomunicación a larga distancia, ya sea de televisión, telefonía, etc
- Para una distancia dada se necesitan menos repetidores/amplificadores que con cable coaxial
- Puede resultar más barato que la fibra óptica
- Los sistemas de comunicación por microondas resultan adecuados cuando no es práctico cablear, por ejemplo, para atravesar un lago o un desierto
- Enlaces punto a punto entre edificios (distancias cortas)
 - Circuitos cerrados de televisión
 - Interconexión de redes de área local
- Comunicaciones celulares

3.1 Sistemas de microondas terrestres

□ Problemas

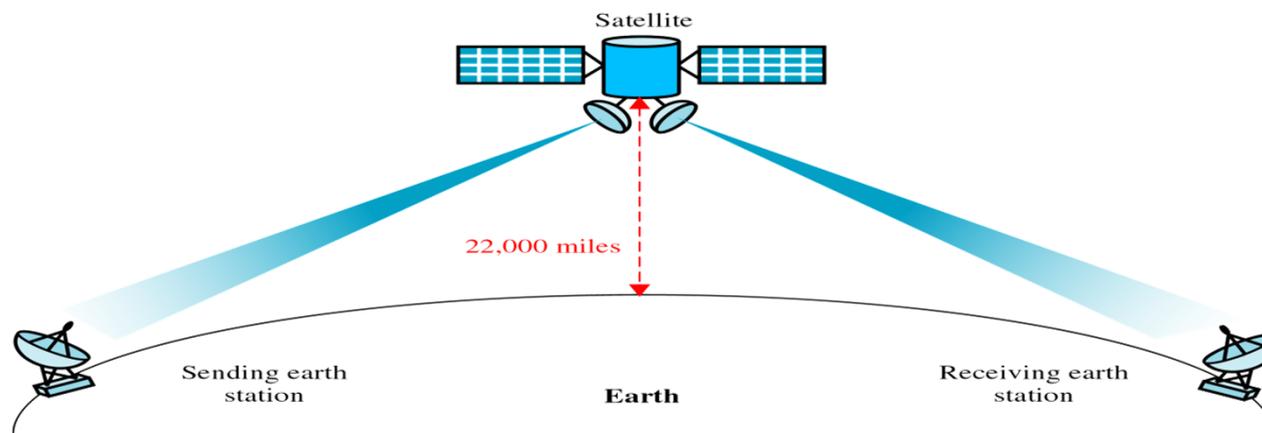
- Sufren una atenuación menor que los medios guiados pero depende en gran medida de las condiciones atmosféricas
 - Por ejemplo, por encima de 10GHz la absorción por lluvia es importante
- Las interferencias, mayores que en el caso de medios guiados, han obligado a regular la banda de frecuencia de las microondas
- Saturación
 - La banda más utilizada es la de 4/6 GHz para transmisiones a larga distancia
 - Esta banda está ya muy saturada ⇒ televisión por cable se está empezando a utilizar la banda de los 11GHz y la banda de los 22GHz para la transmisión en enlaces punto a punto

Contenidos

1. Introducción
2. Medios guiados
 1. Pares trenzados
 2. Cable coaxial
 3. Fibra óptica
3. Medios no guiados
 1. Sistemas de microondas terrestres
 2. Sistemas de microondas satélite
 3. Ondas de radio
 4. Infrarrojos

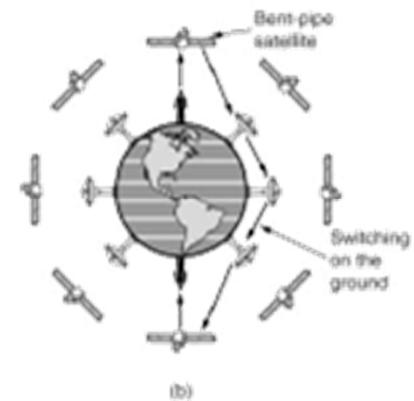
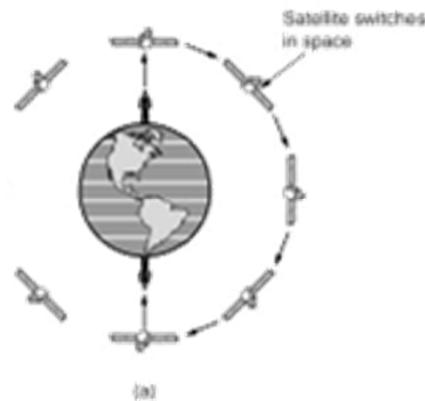
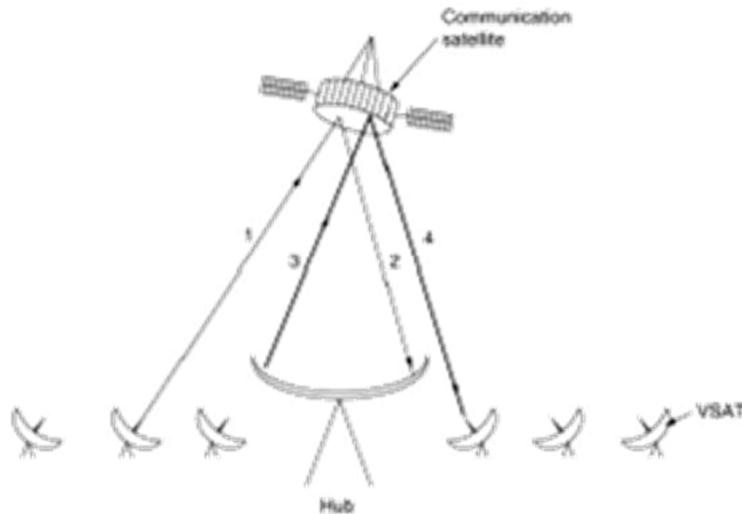
3.1 Sistemas de microondas satélite

- **Satélite de comunicaciones** \equiv estación repetidora que recoge la señal de una estación base en tierra y la retransmite a una o a varias estaciones terrestres receptoras
- El satélite puede regenerar o simplemente repetir la señal
- Interesante cuando las distancias a cubrir son muy grandes y hay que atravesar terrenos difíciles, en cuyo caso enviar un satélite al espacio puede resultar incluso más barato que la infraestructura necesaria para un sistema terrestre



3.1 Sistemas de microondas satélite

Altitude (km)	Type	Latency (ms)	Sats needed
35,000	GEO	270	3
15,000 - 20,000	Upper Van Allen belt		
10,000	MEO	35-65	10
5,000 - 10,000	Lower Van Allen belt		
0 - 5,000	LEO	1-7	50



3.1 Sistemas de microondas satélite

- El satélite recibe la señal en una banda de frecuencia de subida (*uplink*) y la retransmite en otra banda de frecuencia de bajada (*downlink*)
- Un mismo satélite puede operar en varias bandas de frecuencia, a cada banda se la denomina transpondedor

Ascendente (GHz)	Descendente (GHz)	Ancho de banda (MHz)
6 ⇒ 5,925-6,425	4 ⇒ 3,7 - 4,2	500
14 ⇒ 14 - 14,5	12 ⇒ 11,7 -12,2	500
30 ⇒ 27,5 - 30,0	20 ⇒ 17,7 - 20,2	2500

3.1 Sistemas de microondas satélite

- Para evitar interferencias entre satélites situados en la misma órbita se establece entre ellos una separación de un mínimo de 4° en la banda de 4/6 GHz y de 3° en la banda de 12/14 GHz
- El rango de frecuencias óptimo para la transmisión de microondas satélite estaría en torno a 1-10GHz
 - Por debajo de 1GHz hay problemas debidos al ruido solar, galáctico y atmosférico
 - Por encima de 10GHz se hace importante la atenuación por lluvia

3.1 Sistemas de microondas satélite

□ Aplicaciones

- Difusión de televisión, tele-enseñanza, video-conferencia
- Transmisión telefónica a larga distancia (medio adecuado para enlaces internacionales)
- Redes privadas:
 - La capacidad del canal se divide en diferentes subcanales de menor capacidad
 - Una empresa puede alquilar alguno de estos subcanales para construir su propia red sin necesidad de poner un satélite en órbita
 - Por ejemplo, los sistemas VSAT (*Very Small Aperture Terminal*)
- Sistemas de navegación: GPS, GALILEO

3.1 Sistemas de microondas satélite

□ Problemas

- Poner un satélite en órbita es caro (ESA, NASA, RKA y CNSA)
- Su fabricación es cara
- El retardo (~ 250 ms) que sufren las señales debido a la larga distancia a recorrer dificulta el control de errores y el control de flujo
- Las mallas de satélites de órbita baja, tienen que solucionar problemas de traspaso (*handover*)
- El uso de un satélite como repetidor hace posible que cualquier usuario no autorizado pueda recibir una portadora y demodular la información
 - Para prevenir el uso no autorizado de la información \Rightarrow técnicas de cifrado

3.1 Sistemas de microondas satélite

¿Comunicaciones por satélite o fibra óptica?

A día de hoy:

- Ancho de banda de fibra óptica instalada es potencialmente mayor que el proporcionado por todos los satélites que se han lanzado
- En general, el coste entre la fabricación y despliegue de una red de fibra óptica es menor que el de una red de microondas vía satélite

Sin embargo:

- Ancho de banda proporcionado por la fibra óptica no está disponible para todos los usuarios
- Situaciones especiales en los que el coste de la red satélite es menor que el de una red de fibra óptica: lugares muy agrestes o con una infraestructura en tierra muy poco desarrollada
- Aplicaciones particulares en las que el uso de satélites puede resultar más eficiente:
 - Rápido despliegue de la red (comunicaciones militares en épocas de guerra), comunicaciones móviles, aplicaciones en las que se requiere difusión

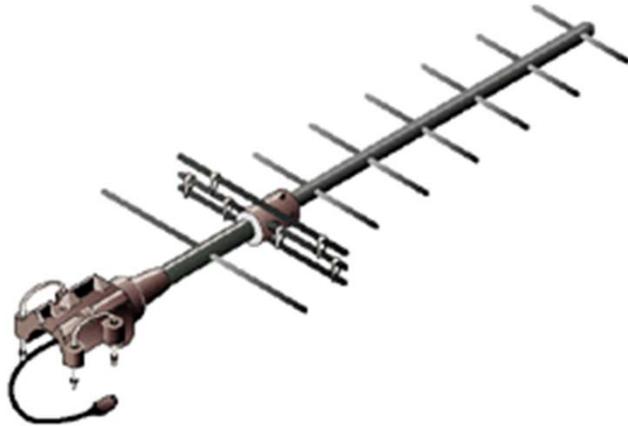
Contenidos

1. Introducción
2. Medios guiados
 1. Pares trenzados
 2. Cable coaxial
 3. Fibra óptica
3. Medios no guiados
 1. Sistemas de microondas terrestres
 2. Sistemas de microondas satélite
 3. Ondas de radio
 4. Infrarrojos

3.3 Ondas de radio

- Ondas de radio pertenecen a la banda entre los 30Mhz –1GHz
- Fáciles de generar, pueden recorrer grandes distancias y penetrar con facilidad en los edificios
 - Tanto en comunicaciones interiores como exteriores
- Ondas omnidireccionales ⇒ no precisan que el receptor y el transmisor estén perfectamente alineados
- Para su emisión y recepción se utilizan antenas Yagi (no son omnidireccionales)
- Las ondas de radio se utilizan para transmitir señales de FM, de TV (UHF y VHF), datos, etc

3.3 Ondas de radio



3.3 Ondas de radio

□ Problemas

- Interferencias, o las perturbaciones provocadas por reflexiones de la señal en la tierra o en el mar ⇒ parte de la señal será recibida después de haber seguido diferentes caminos
- Como consecuencia de este tipo de interferencias, pueden aparecer, por ejemplo, imágenes dobles o sombras en el televisor

Contenidos

1. Introducción
2. Medios guiados
 1. Pares trenzados
 2. Cable coaxial
 3. Fibra óptica
3. Medios no guiados
 1. Sistemas de microondas terrestres
 2. Sistemas de microondas satélite
 3. Ondas de radio
4. Infrarrojos

3.4 Infrarrojos

- ❑ Infrarrojos pertenecen a la banda entre los $3 \cdot 10^{11}$ – $2 \cdot 10^{14}$ Hz
- ❑ Transmisor y receptor deben estar alineados o tener reflexión directa
- ❑ Infrarrojos no puede atravesar obstáculos (paredes) \Rightarrow no vamos a tener problemas de seguridad o interferencias en este tipo de transmisiones (como sí ocurría con microondas)
- ❑ No se necesitan permisos de emisión

3.4 Infrarrojos

□ Aplicaciones

- Se utilizan para controles remotos de TV, cadenas de música, etc.
- Redes LAN inalámbricas en interiores para la conexión entre equipos y sus periféricos: ratones, teclados, etc.



Resumen

	Usos	Alcance
Microondas terrestres	Comunicaciones a larga distancia: telefonía (fija y móvil), televisión Enlaces punto a punto entre edificios: circuitos cerrados de televisión, interconexión de redes locales	Transmisiones hasta 50 Km, sin repetidores. El número de repetidores depende de la frecuencia de transmisión y de la altura de las antenas.
Microondas Satélite	Interconexión de redes nacionales y enlaces internacionales Redes privadas: VSAT Difusión de televisión, tele-enseñanza, videoconferencia. Transmisión telefónica a larga distancia. Sistemas de navegación: GPS, GALILEO.	Cualquier localización de la tierra, con un único salto (tierra-satélite-tierra).
Ondas de radio	Radio FM y de TV (UHF y VHF) Datos	Transmisiones hasta 1000 Km para las frecuencias más bajas (VLF), sin repetidores.
Infrarrojos	Comunicaciones de corto alcance: controles remotos, conexión de periféricos y equipos en redes LAN.	

Resumen

	Ventajas	Desventajas
Microondas terrestres	Más práctico y/o menos costoso que los medios de transmisión guiados cuando hay que atravesar ríos, desiertos, pantanos. Menor atenuación que los medios guiados.	Atenuación dependiente de las condiciones atmosféricas. Interferencias (colapso del espectro).
Microondas Satélite	Alquiler de tiempo o frecuencias relativamente barato. Transmisión a través de océanos y continentes. Disponibilidad de comunicaciones de alta calidad en lugares del mundo no desarrollados sin necesidad de grandes inversiones en infraestructuras en tierra.	Fabricación e instalación caras. Retardo (dificulta el control de flujo y errores). Traspaso en redes de satélites de órbita. Fácil acceso.
Ondas de radio	Fáciles de generar. Recorren distancias largas sin necesidad de repetidores. Facilidad para penetrar edificios. Se pueden usar tanto en interiores como en exteriores.	Interferencias con otras señales, y debidas a las reflexiones de la propia señal en la tierra o en el mar (imágenes dobles o sombras).
Infrarrojos	No pueden atravesar obstáculos → No interfieren → No es necesario obtener un permiso de emisión	Corto alcance. Atenuación por lluvia, niebla.

Próximo día

1. Introducción
2. Medios guiados
 1. Pares trenzados
 2. Cable coaxial
 3. Fibra óptica
3. Medios no guiados
 1. Sistemas de microondas terrestres
 2. Sistemas de microondas satélite
 3. Ondas de radio
 4. Infrarrojos

Próximo día

4. Sistemas de cableado estructurado

1. Introducción
2. Topologías
3. Subsistemas de cableado estructurado
4. Normativa
5. Concentradores

5. Interfaces de nivel físico

1. RS232
2. USB