

TEMA 1

- Breve historia de las Comunicaciones.
- Componentes de los sistemas de comunicaciones:
Diagramas en bloques de Transmisores y receptores:
Amplificadores, Filtros, Moduladores, Osciladores,
Detectores, Conversores, Sintetizadores de
frecuencia, Antenas.
- Conceptos de portadora, modulación y ancho de banda.
- Metodología para compartir los medios de comunicación.
- Espectro electromagnético. Distribución y administración del espectro

Historia de las Comunicaciones

1819 Oersted descubre efectos del electromagnetismo

1820 Ampere, inventó una bobina consiguiendo la magnetización. Georg Simon Ohm publicó su ley

1821 Faraday inventa el primer generador eléctrico

1837 Samuel Morse inventa el primer telégrafo.

1865 Maxwell, teoría unificada electromagnética. Establece la interdependencia de la electricidad y el magnetismo.

1876 Bell patentó el teléfono: comunicación de voz

1888 H. Hertz -validez de las teorías de Maxwell. Construye Oscilador 31m a 1,3 Ghz y la antena

1891 Branly construyó el primer receptor de ondas electromagnéticas

1894 Marconi efectúa la transmisión de señales inalámbricas.

Historia de las Comunicaciones

1897 Lodge patentó los dipolos bicónicos, las cargas inductivas y la sintonía con circuitos resonantes.

1904: Fleming, utilizó por primera vez una válvula termoiónica para detectar señales de radio.

1906: Lee De Forest construye el **triodo**. Comienzo de la era Electrónica: rectificadores, triodos, válvulas termoiónicas, amplificadores, etc

1910 y 1919 construcción de Tx con grandes antenas de baja frecuencia y elevada potencia.

1918 Armstrong proyectó el circuito superheterodino

1920 - Primera emisión AM

1930-39 Desarrollo de las microondas

1935 Se construyen los primeros cables coaxiales y multipar para propósitos de comunicación

1936 Armstrong desarrolla los estudios técnicos para la puesta en práctica de la FM.

1948 - Bardeen y Battain - Shockley patentaron el transistor

Impacto de las telecomunicaciones

* EN LA EDUCACION: TIC, NTIC

* EN LA MEDICINA

- Tecnologías de diagnóstico: TAC; ultrasonidos, etc
- Tecnologías preventivas: mamografía;
- Tecnologías de terapia o rehabilitación: radiofrecuencia, Láser de dióxido de carbono
- Tecnologías de administración y organización: microprocesadores genéticos.

* EL HOGAR

* La radio, La televisión, El Teléfono, control remoto

* Redes wireless (Internet), celulares

* EN EL COMERCIO ELECTRONICO

* EN EMPRESAS VIRTUALES

* empresas del e-commerce, que se dedican sobre todo a las finanzas, games, informática, subastas, libros y música. 4

Sistemas de Comunicaciones

El objetivo de un sistema de comunicación es reproducir en el destino una replica aceptable de la información proveniente de la fuente de información

Elementos de un sistema de comunicación



Fuente:

Emite el mensaje. Se describe por un intervalo de frecuencia.

Transmisor:

Se encarga de adecuar la señal de la información a las características propias del canal de transmisión

Canal de Transmisión:

par de hilos, cable coaxial, fibra óptica y el aire. Atenuación Ruido

Receptor:

realiza los procesos inversos a los realizados en el transmisor. Amplifica las señales recuperadas

Sistemas de Comunicaciones

Comunicación: Acción que permite transmitir un mensaje, idea, pensamiento, u otro tipo de información desde una entidad a otra.

Mensaje: representación física de la información producida por una fuente. La señal de información puede ser analógico y los digital.

Clasificación según la señal que trasmite

Sist. comunicación

analógico:

Teléfono

Enlace de voz por radio

Conversación.

Video, etc.

Sist. comunicación Digital:

- Proceden de datos generados en equipos o computadoras.

- Se generan partir de señales de audio, video y otras que son digitalizadas con conversores AD.

Formas de Transmisión

La forma como se intercambia información entre emisor y receptor da como resultado cuatro **formas generales de transmisión**.

Simplex (Sx): la transmisión de información se hace en un solo sentido. Este sistema comprende un transmisor y un receptor sin que se pueda intercambiar estos roles.

Ejemplo: La radio comercial.

Half-duplex (HDX) : se puede transmitir en ambos sentidos pero no simultáneamente.

Ejemplo: Sistema de radios de comunicaciones portátiles.

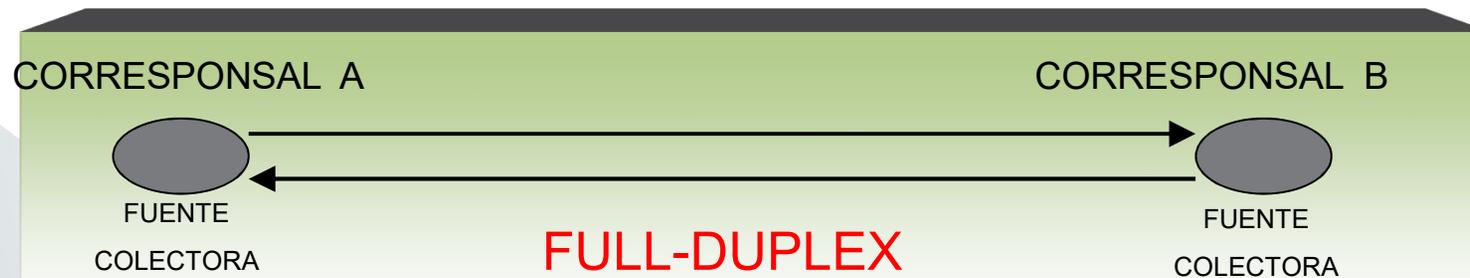
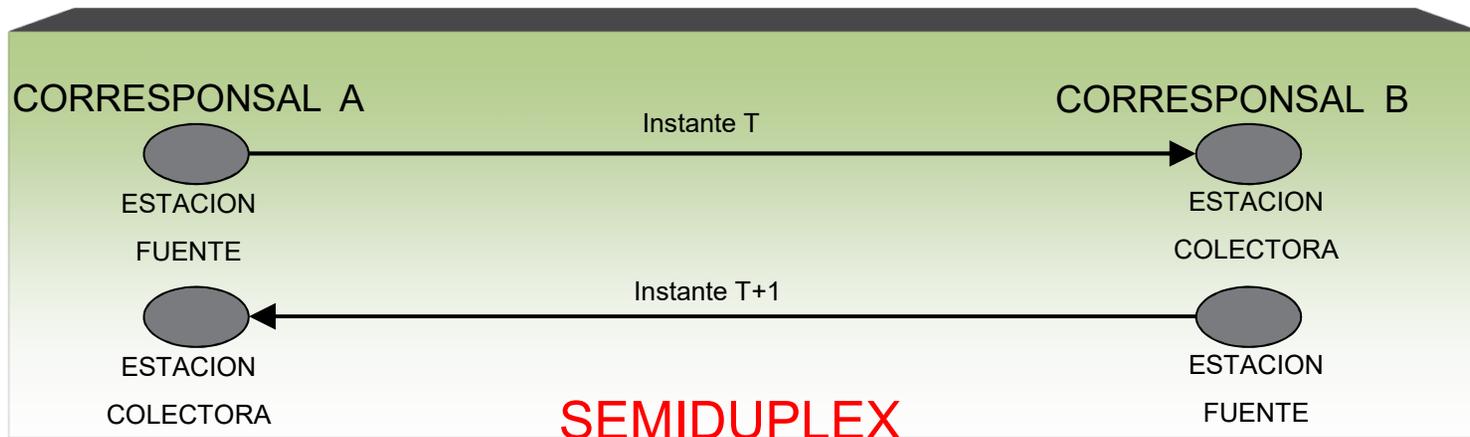
Full-Duplex (FDX) : transmisión simultánea en ambas direcciones y simultáneamente.

Ejemplo: Sistema de comunicación telefónica

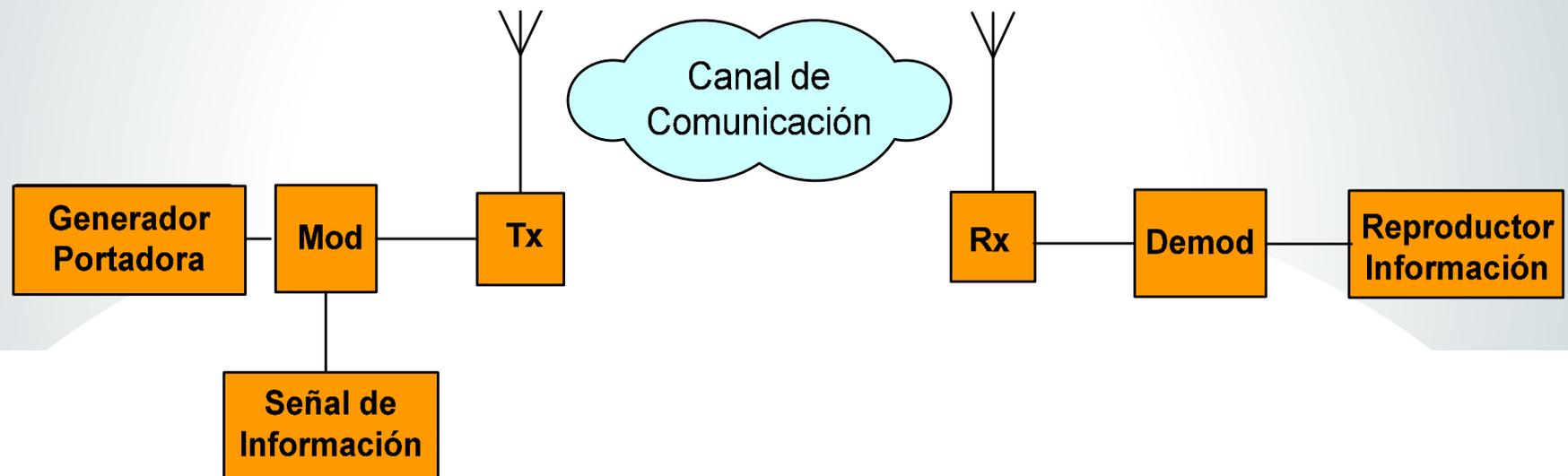
Full / Full-Duplex (FFDX): intercambio de información en ambos sentidos y simultáneamente con más de un destino.

Ejemplo: Llamada en conferencia

Formas de Transmisión



Esquema Sistemas de Comunicaciones



- Necesidad de señal portadora.
- Las Ondas Electromagnéticas no necesita de un medio material para propagarse

$$F_{OEM}(t) = A \cos[\omega_c t + \theta]$$

- Señal de información = Señal Moduladora = Banda base

$$f_C \gg f_m$$

Limitaciones de los Sistemas de Comunicaciones

Durante el diseño de un sistema:

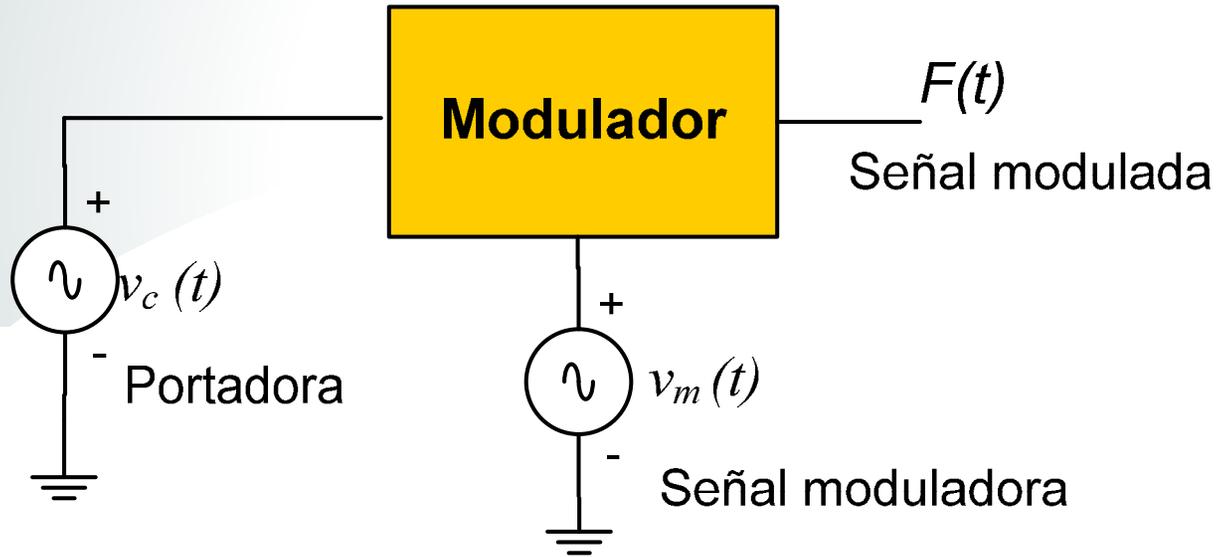
Limitaciones tecnológicas: hardware, la regulación, el factor económico, etc.

Limitaciones físicas: impuestas por el sistema, que son las que finalmente indican lo que se puede o no alcanzar en el sistema.

Las limitaciones fundamentales para la transmisión de información son:

- el ancho de banda:
- y el ruido.

Diagrama Básico de un Modulador



$$f_c \gg f_m$$

En la modulación se involucra dos tipos de señales: la señal moduladora, que no es más que la señal de información, y la señal portadora.

La modulación es la alteración sistemática de una señal portadora de acuerdo a la señal de información

Señal Modulada

$$F(t) = A(t)\cos[\omega_c t + \theta(t)] = A(t)\cos \phi(t)$$

Cuando existe una señal modulada, la portadora es una función senoidal que varía algunos de sus parámetros con el tiempo.

Esta función está compuesta por varias senoidales, dependiendo la amplitud, fase y número de las mismas del tipo de modulación utilizada.

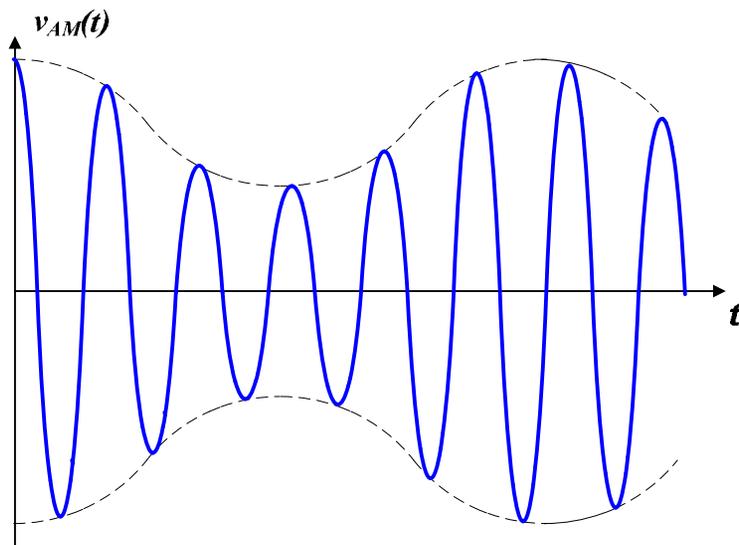
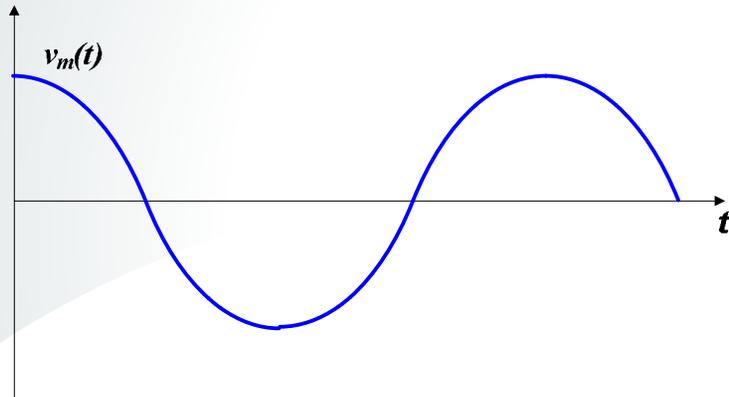
Modulando:

$A(t)$ Modulación en amplitud

$\phi(t)$ Modulación en ángulo

FM
PM

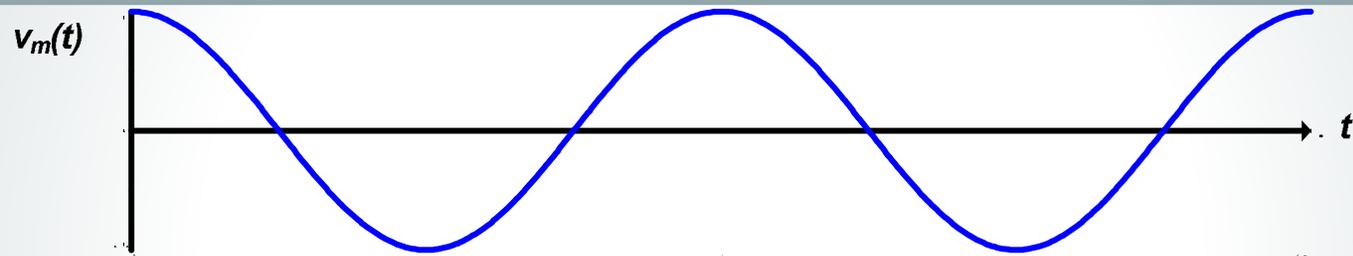
Señal Modulada en Amplitud (AM)



Cuando la amplitud de la portadora se modula con la señal de información a transmitir, resulta una señal modulada en amplitud, cuya expresión matemática está formada por un conjunto de senoidales de distintas frecuencias y amplitudes.

$$v_{AM}(t) = V_c (1 + m_a \cos(\omega_m t)) \cos(\omega_c t)$$

Señal Modulada en Frecuencia (FM)



Cuando la portadora varía su frecuencia con la señal de información a transmitir, resulta una señal modulada en frecuencia, cuya expresión está formada por un conjunto de senoidales de distintas frecuencias y amplitudes.

$$v_{FM}(t) = V_C \cos(\omega_c t + K_\omega \int v_m(t) dt)$$

Ancho de Banda

Ancho de banda de la información:

Es la diferencia entre las frecuencias máxima y mínima contenidas en la información.

Ancho de banda de Canal

Es la diferencia entre la máxima y mínima de las frecuencias de las componentes de la señal modulada. Debe ser lo suficientemente grande para que la señal modulada pase sin problemas. Se lo indica como AB.

Ancho de banda de la señal \leq Ancho de banda del canal

El AB se relaciona con la velocidad de la transmisión de la información y con cantidad de información que se puede transmitir en un tiempo dado.

Ley de Hartley

$$I = k.t.AB$$

I: Cantidad de información

k: constante

t: tiempo disponible

AB: Ancho de banda de Canal

Multiplexado

Es el proceso de transmisión de múltiples señales simultáneamente ,por un mismo canal.

Es la combinación de dos o más canales de información en un solo medio de transmisión

FDM: *multiplexado por división de frecuencia*

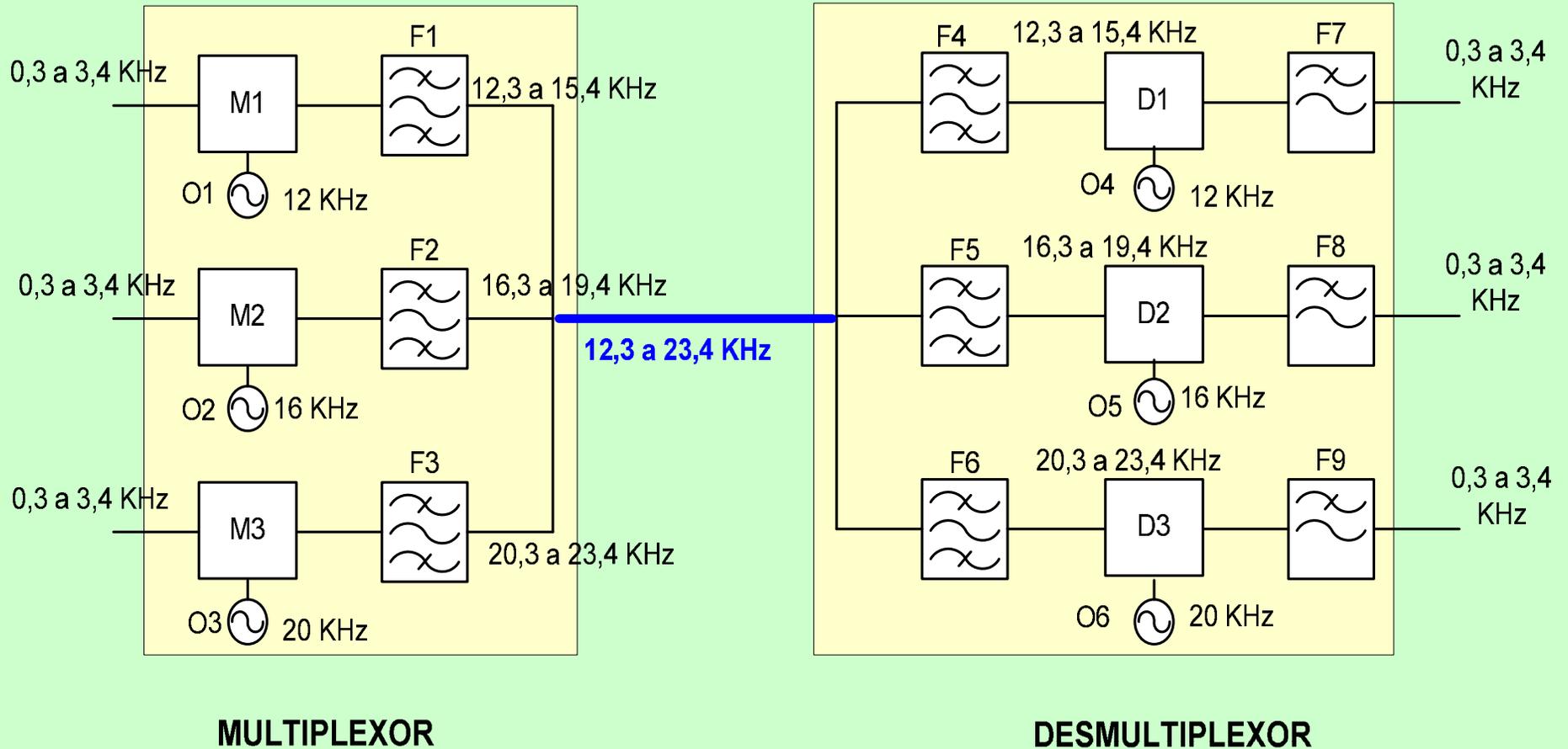
utiliza modulación de onda continua para ubicar a cada señal en una frecuencia portadora diferente y en el receptor se filtra la señal para recuperar la información.

TDM: *multiplexado por división de tiempo*

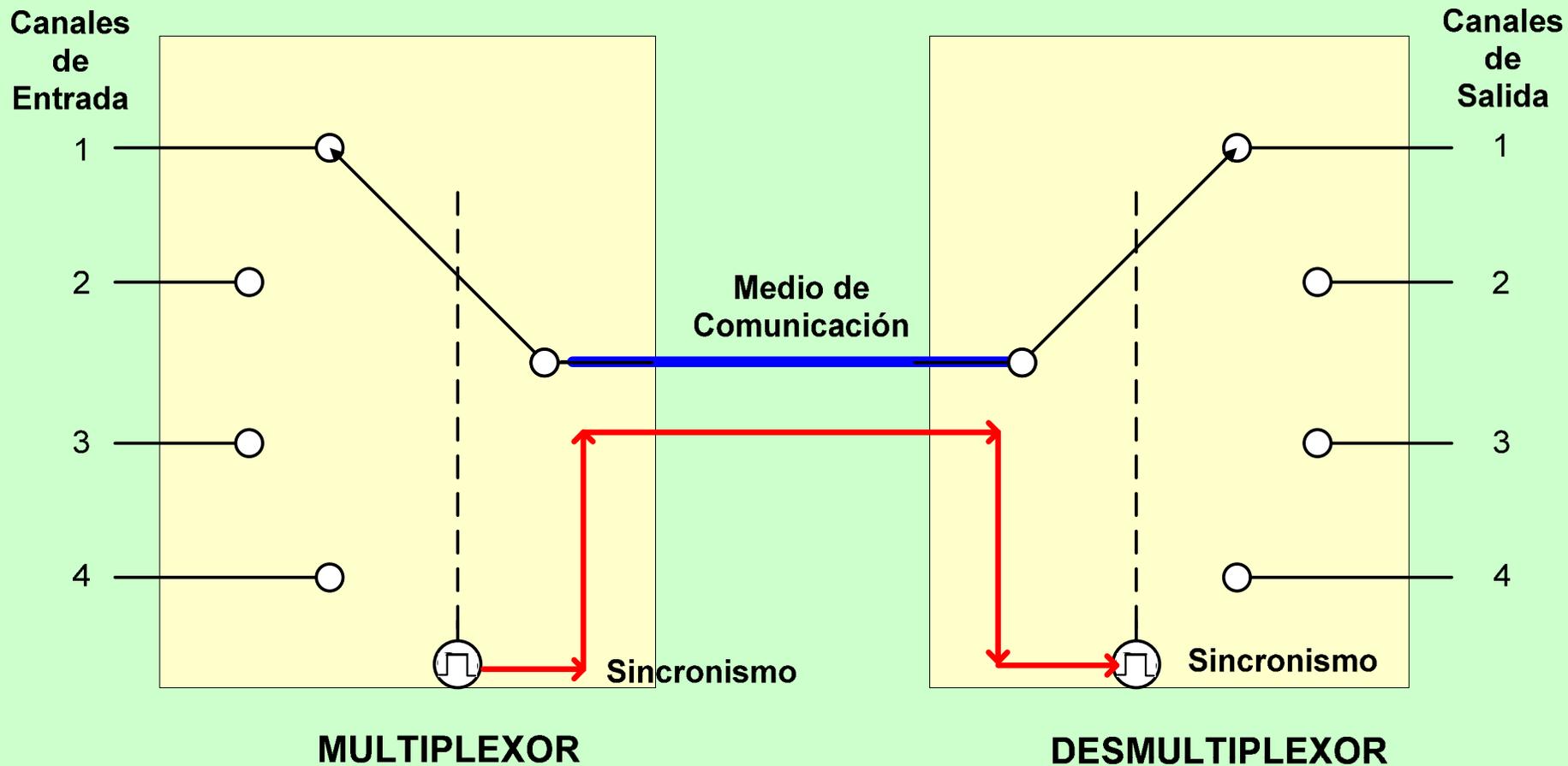
utiliza modulación por pulsos para transmitir diferentes señales en instantes de tiempo diferentes.

Otros: WDM, CDM

Conjunto Multiplexor FDM



Conjunto Multiplexor TDM



Espectro Electromagnético

El **espectro electromagnético** es el conjunto de ondas electromagnéticas ordenadas según su frecuencia

Estas frecuencias, vinculadas a sus respectivas longitudes de onda, están comprendidas desde las de menor longitud, como son los rayos cósmicos, los rayos gamma y los rayos X, pasando por la luz ultravioleta, la visible y los rayos infrarroja, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como son las ondas de radio.

En todos los casos son ondas que producen variaciones de campo electromagnético

Las ondas electromagnéticas se propagan por el espacio y viajan a la velocidad de la luz.

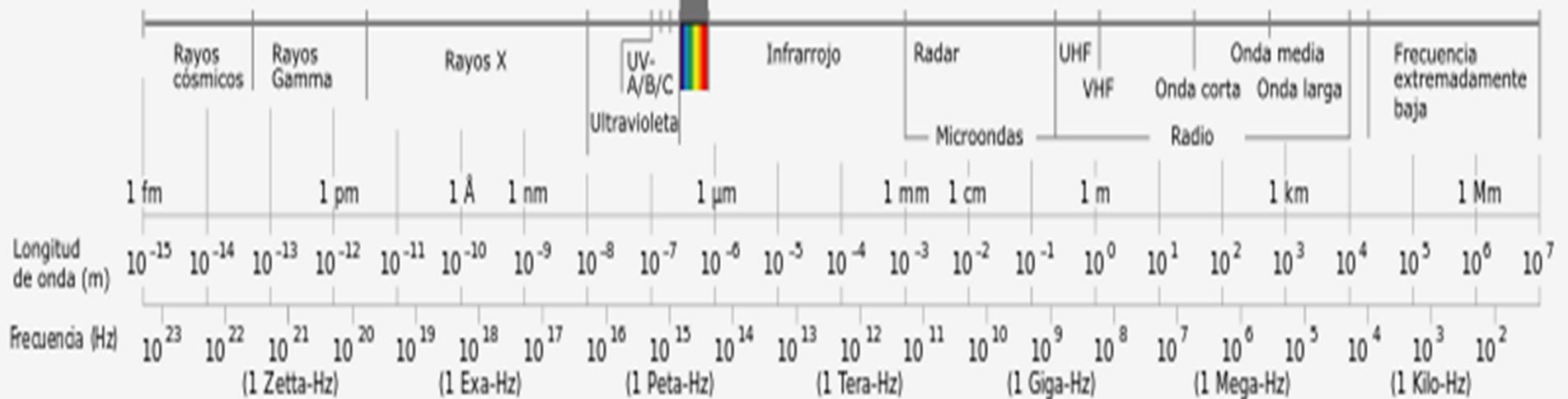
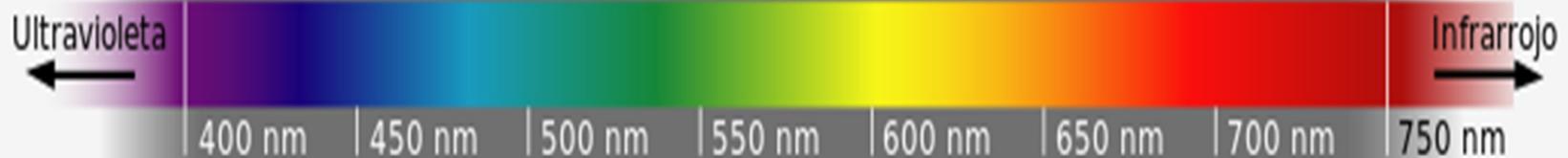
(λ) es la distancia en el espacio dentro de la cual

la función onda se repite a sí misma, en determinado tiempo.

$$\lambda = c/f$$

Espectro Electromagnético

Espectro visible por el ojo humano (Luz)



Espectro Electromagnético

Tipo de Onda	Longitud de onda (m)	Frecuencia (Hz)
Rayos Gamma	< 10 pm	>30.0 EHz
Rayos X	< 10 nm	>30.0 PHz
Ultravioleta Extremo	< 200 nm	>1.5 PHz
Ultravioleta Cercano	< 380 nm	>789 THz
Luz Visible	< 780 nm	>384 THz
Infrarrojo Cercano	< 2.5 μm	>120 THz
Infrarrojo Medio	< 50 μm	>6.00 THz
Infrarrojo Lejano/submilimétrico	< 1 mm	>300 GHz
Microondas	< 30 cm	>1.0 GHz
Ultra Alta Frecuencia Radio	<1 m	>300 MHz
Muy Alta Frecuencia Radio	<10 m	>30 MHz
Onda Corta Radio	<180 m	>1.7 MHz
Onda Media (AM) Radio	<650 m	>650 KHz
Audio	>10 km	<30 KHz

1 GHz=1 Giga Hertz= 10^9 Hz, 1 THz=1 Tera Hertz= 10^{12} Hz
 1 PHz=1 Peta Hertz= 10^{15} Hz, 1 EHz= 1 Exa Hertz= 10^{18} Hz|

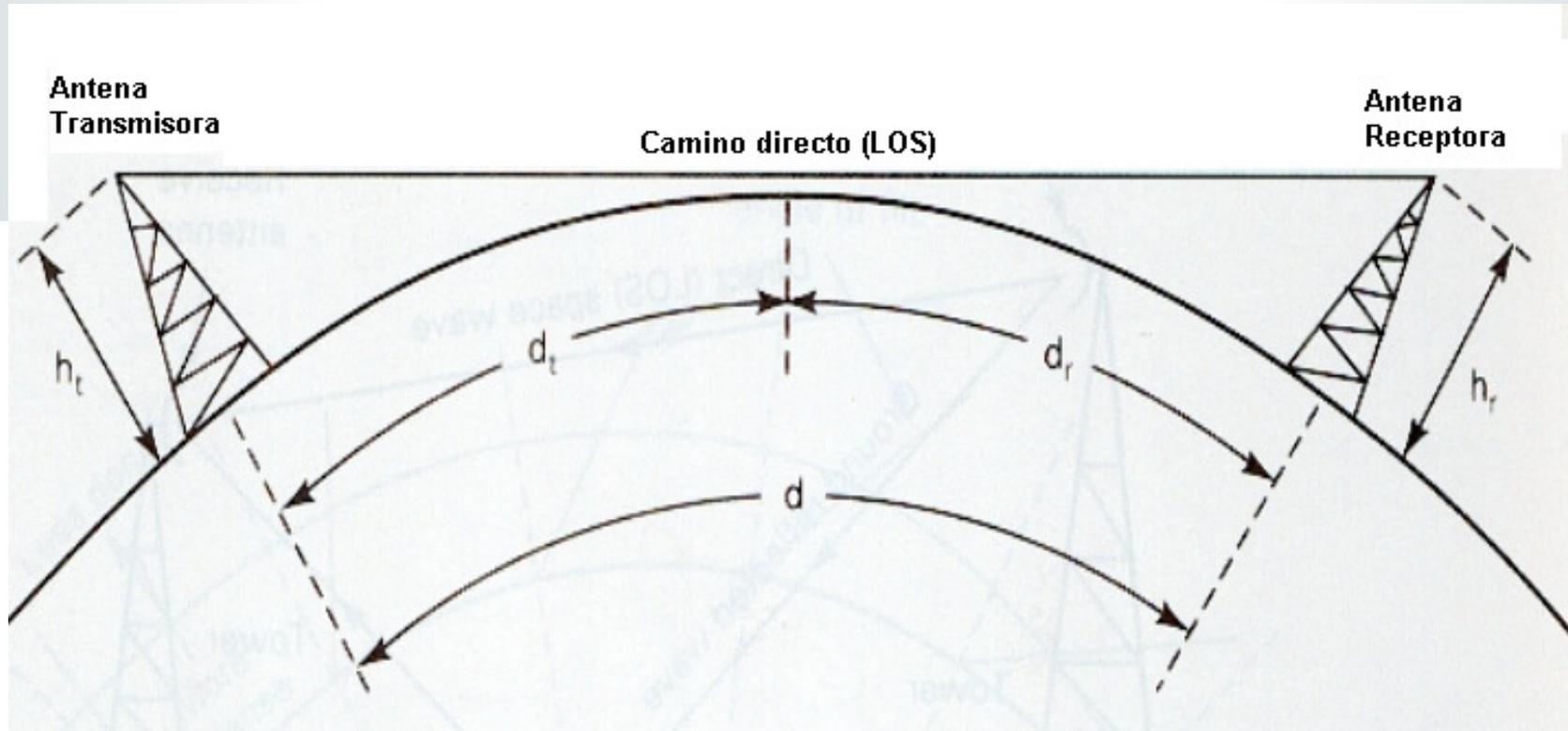
El **espectro radioeléctrico** es la parte del espectro electromagnético usado en telecomunicaciones.

SIGLA	DENOMINACIÓN	LONGITUD DE ONDA	GAMA DE FRECUENC.	CARACTERÍSTICAS	USO TIPICO
VLF	VERY LOW FRECUENCIES Frecuencias muy bajas	30.000 m a 10.000 m	10 KHz a 30 KHz	Propagación por onda de tierra, atenuación débil. Características estables.	ENLACES DE RADIO A GRAN DISTANCIA
	LOW FRECUENCIES Frecuencias bajas	10.000 m. a 1.000 m.	30 KHz a 300 KHz	Similar a la anterior, pero de características menos estables.	Enlaces de radio a gran distancia, ayuda a la navegación aérea y marítima.
MF	MEDIUM FRECUENCIES Frecuencias medias	1.000 m. a 100 m.	300 KHz a 3 MHz	Similar a la precedente pero con una absorción elevada durante el día. Propagación prevalentemente ionosférica durante la noche.	RADIODIFUSIÓN
HF	HIGH FRECUENCIES Frecuencias altas	100 m. a 10 m.	3 MHz a 30 MHz	Propagación prevalentemente ionosférica con fuertes variaciones estacionales y en las diferentes horas del día y de la noche.	COMUNICACIONES DE TODO TIPO A MEDIA Y LARGA DISTANCIA
VHF	VERY HIGH FRECUENCIES Frecuencias muy altas	10 m. a 1 m.	30 MHz a 300 MHz	Prevalentemente propagación directa, esporádicamente propagación ionosférica o Troposférica.	Enlaces de radio a corta distancia, Teléfonos inalámbricos, 40 a 50 MHz Controles remotos por ondas de radiofrecuencia, 40 a 75 MHz Canales de TV (del 2 al 6), 54 a 88 MHz Canales de TV (del 7 al 13), 174 a 220 MHz FM (Frecuencia Modulada), 88 a 108 MHz Banda de radio aeronáutica, 108 a 137 MHz

SIGLA	DENOMINACIÓN	LONGITUD DE ONDA	GAMA DE FRECUENC.	CARACTERÍSTICAS	USO TÍPICO
UHF	ULTRA HIGH FRECUENCIAS Frecuencias ultra altas	1 m. a 10 cm.	de 300 MHz a 3 GHz	Exclusivamente propagación directa, posibilidad de enlaces por reflexión o a través de satélites artificiales.	Enlaces de radio, Radar, Ayuda a la navegación aérea, Canales de TV del 14 al 83 – 470 a 890 MHz GPS (Global Positioning System - Sist de Posicionamiento Global), 127 a 1 575 MHz GSM (Global System for Mobile Communication – Sistema Global para Telefonía Móvil o Celular), 900 a 1 900 MHz Wi-Fi (802.11b) (Wireless Fidelity – Fidelidad inalámbrica), 2,4 GHz Bluetooth, 2,45 GHz
SHF	SUPER HIGH FRECUENCIAS Frecuencias superaltas	10 cm. a 1 cm.	de 3 GHz a 30 GHz	COMO LA PRECEDENTE	Radar, Enlaces de radio, Satélites
EHF	EXTRA HIGH FRECUENCIAS Frecuencias extra-altas	1 cm. a 1 mm.	30 GHz a 300 GHz	COMO LA PRECEDENTE	Radar, infrarrojo

Propagación de las ondas EM

- Las ondas electro magnéticas (EM) se propagan en línea recta, excepto cuando la Tierra y su atmósfera alteran su trayectoria.



Donde: h_t = Altura de la antena en mts.

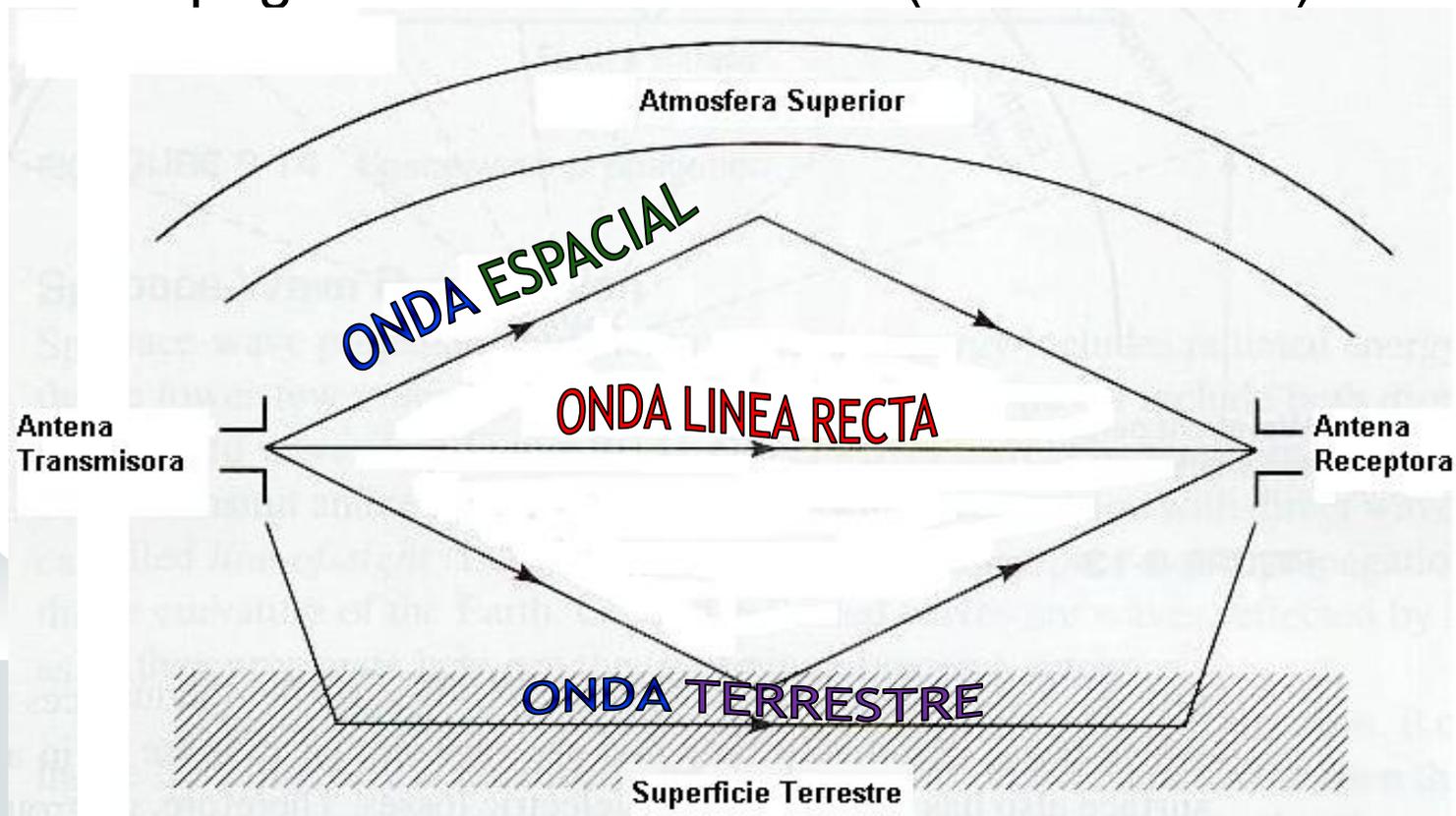
$d_t = 3,61 \times \sqrt{h_t}$ (distancia al horizonte en Kms.)

d = Distancia entre antenas

Propagación de las ondas EM

Existen 3 tipos de propagación:

- Propagación por Ondas Terrestres
- Propagación por Onda Espacial
- Propagación en Línea Recta (línea de vista)



Propagación de las ondas EM

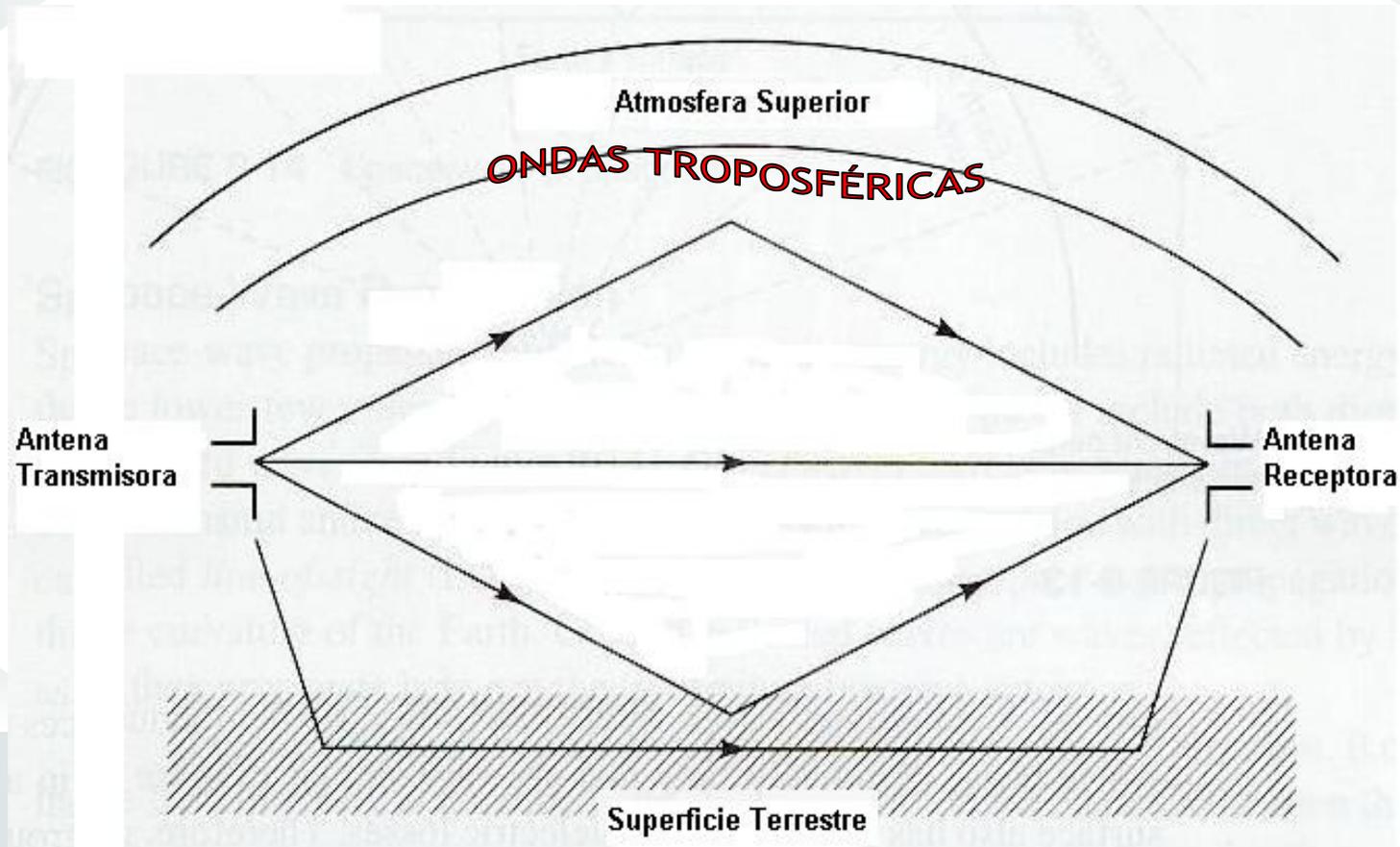
Ondas terrestres: también llamadas ondas superficiales por que viaja a lo largo de la superficie de la Tierra.

- Las ondas terrestres se polarizan verticalmente,
- Sufren atenuación a medida que se propagan.
- Buenos conductores para ondas terrestres son: el agua salada de mar. Malos conductores por ejemplo, el desierto.
- Las pérdidas de ondas terrestres se acentúan con la frecuencia, por lo que generalmente se usan para transmisiones de frecuencias menores a 2Mhz.
- Se usan para comunicaciones entre barcos, y entre barcos y la tierra firme
- Se pueden usar con frecuencias de 15Khz a 2Mhz.
- Con suficiente potencia, pueden usarse para comunicar dos puntos cualquiera en el mundo.

Son relativamente inmunes a los cambios atmosféricos. se necesitan antenas muy grandes para su transmisión y recepción.

Propagación de las ondas EM

Ondas Espacial (troposféricas): Las ondas EM que se dirigen arriba del horizonte de radio, se les llama ondas troposféricas, con un ángulo relativamente grande con respecto a la superficie de la tierra.



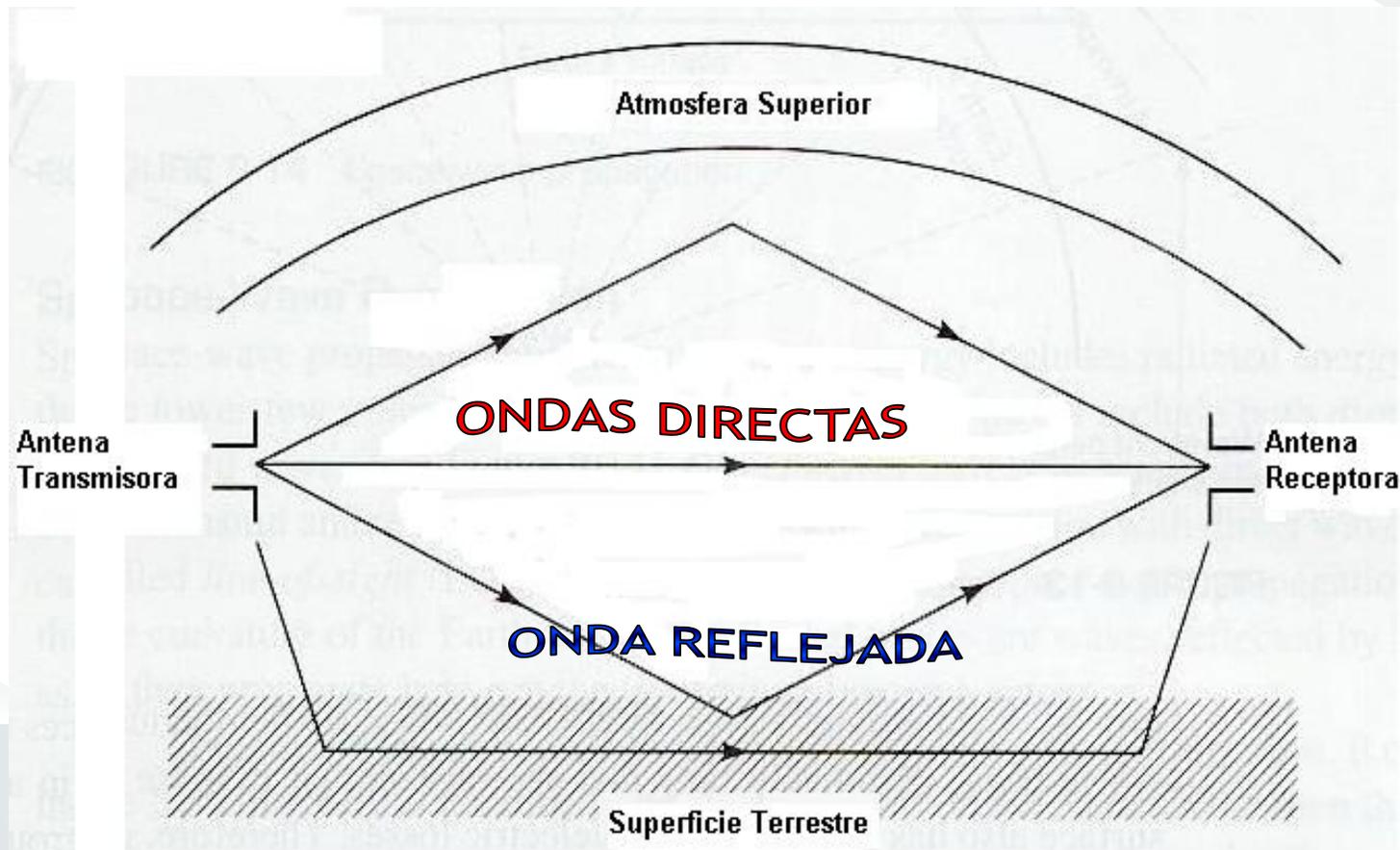
Utilización, ventajas y desventajas de las ondas troposféricas

- Las ondas troposféricas se irradian hacia el cielo, donde la ionosfera (parte superior de la atmósfera) refleja ó refracta las ondas de cielo hacia la tierra nuevamente.
- Por ello, a este tipo de propagación se le conoce también como propagación ionosférica, y se localiza de 50 a 400km arriba de la superficie terrestre.

La capa de la ionósfera más cercana a la tierra refleja ondas VLF y LF y absorbe las ondas MF y HF.

Arriba de UHF, las frecuencias no están afectadas por la ionosfera debido a su pequeña longitud de onda, por lo que debe haber una frecuencia máxima de transmisión de ondas de cielo que se puedan refractar de vuelta a la tierra sin perderse. A esta frecuencia se le llama *Frecuencia crítica*.

Propagación en línea recta: Esta propagación se refiere a la energía EM que viaja en las capas inferiores de la atmósfera terrestre. Las ondas directas incluyen tanto las ondas directamente transmitidas, como las indirectamente reflejadas.



Utilización, ventajas y desventajas de la propagación en línea recta

- Las ondas directas incluyen tanto las ondas directamente transmitidas, como las indirectamente reflejadas.
- Para que este tipo de propagación sea efectivo se necesita que entre las antenas exista una línea de visión, es decir puedan verse una a la otra
- En la práctica los transmisores emplazados en la Tierra usan antenas elevadas que transmiten en el intervalo de onda corta y ultra corta, siendo típico este uso en el transmisor de televisión, los transmisores de VHF, FM, etc.



Utilización, ventajas y desventajas de la propagación en línea recta

- En el caso de que se presente un obstáculo entre las 2 antenas, es necesario colocar una estación repetidora, la cual cuenta con 2 radios conectadas “back to back” la cual se encarga de recibir la señal de la radio emisora, y transmitirla de forma “transparente” a la radio receptora, salteando así el obstáculo y recreando una “línea de visión virtual” entre las radios emisora y receptora

