

Capa Física

Medios de transmisión

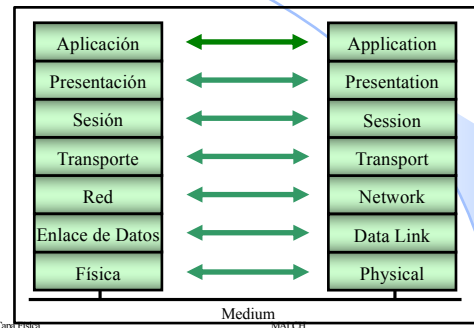
Dr. Miguel Angel León Chávez

Capa Física

MALCH

1

Modelo de Referencia OSI



Capa Física

MALCH

2

Servicios de la Capa Física

- Transforma los **datos** en una **señal electromagnética**, dependiendo del **medio de transmisión**
- Transmite/Recibe la señal electromagnética
- La señal electromagnética puede ser **codificada** o no
- La señal electromagnética puede ser **modulada** o no
- La transmisión puede ser síncrona o asíncrona
- La transmisión puede ser: simplex (un solo sentido) half-duplex (cualquier sentido, pero uno a la vez) o full-duplex (ambos sentidos)

Capa Física

MALCH

3

Señal electromagnética

- Señal
 - representación eléctrica o electromagnética de los datos
- Señal analógica
 - la intensidad de la señal varía con el tiempo
- Señal digital
 - la intensidad de la señal permanece constante en un intervalo de tiempo y después cambia de valor
- Representación en el dominio del tiempo y de la frecuencia

Capa Física

MALCH

4

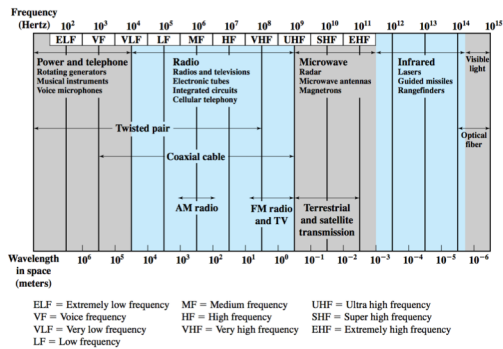
Medio de transmisión

- Cableado
 - Par trenzado
 - Cable coaxial
 - Fibra óptica
- Inalámbrico
 - Atmósfera terrestre
 - Agua
 - Vacío

Medio de transmisión

- Los medio de transmisión sólo pueden transportar señales en determinados rangos de frecuencias
- Como se muestra en la siguiente figura del espectro electromagnético
- Note que la figura muestra en la parte superior las bandas de frecuencia (f) en Hertz y en la parte inferior la longitud de onda (λ) en metros

Espectro electromagnético [1]



Características de los medio de transmisión cableados [1]

	Frequency Range	Typical Attenuation	Typical Delay	Repeater Spacing
Twisted pair (with loading)	0 to 3.5 kHz	0.2 dB/km @ 1 kHz	50 μ s/km	2 km
Twisted pairs (multipair cables)	0 to 1 MHz	0.7 dB/km @ 1 kHz	5 μ s/km	2 km
Coaxial cable	0 to 500 MHz	7 dB/km @ 10 MHz	4 μ s/km	1 to 9 km
Optical fiber	186 to 370 THz	0.2 to 0.5 dB/km	5 μ s/km	40 km

THz = TeraHertz = 10^{12} Hz

Par-trenzado [1]

- Separately insulated
- Twisted together
- Often "bundled" into cables
- Usually installed in building during construction



Par-trenzado sin y con blindaje

- Par-trenzado sin blindaje (Unshielded Twisted Pair, UTP)
 - Cable telefónico
 - Barato
 - Fácil de instalar
 - Sufre de interferencia electromagnética
- Par-trenzado con blindaje (Shielded Twisted Pair, STP)
 - Revestimiento de metal o plástico para reducir la interferencia
 - Más caro
 - Más difícil de trabajar

Categorías UDP

- Categoría 3
 - hasta 16 MHz
 - longitud del trenzado de 7.5 cm a 10 cm
- Categoría 4
 - hasta 20 MHz
- Categoría 5
 - hasta 100 MHz
 - longitud del trenzado de 0.6 cm a 0.85 cm

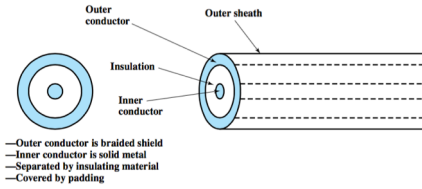
Near End Crosstalk

- Crosstalk
 - transferencia de señales no deseada entre los canales de comunicación
- Near End Crosstalk
 - acoplamiento de señales entre un par de conductores a otro par
 - la terminal cercana (near end) se refiere al acoplamiento que ocurre cuando la señal transmitida al enlace se acopla de regreso al par conductor receptor en la misma terminal del enlace
 - la señal transmitida es captada por el receptor más cercano

Comparación UTP y STP [1]

Frequency (MHz)	Attenuation (dB per 100 m)			Near-End Crosstalk (dB)		
	Category 3 UTP	Category 5 UTP	150-ohm STP	Category 3 UTP	Category 5 UTP	150-ohm STP
1	2.6	2.0	1.1	41	62	58
4	5.6	4.1	2.2	32	53	58
16	13.1	8.2	4.4	23	44	50.4
25	—	10.4	6.2	—	41	47.5
100	—	22.0	12.3	—	32	38.5
300	—	—	21.4	—	—	31.3

Cable coaxial [1]



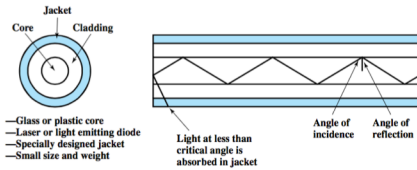
Cable coaxial

- Medio más versátil
- Aplicaciones
 - distribución de señal de TV
 - transmisión telefónica de larga distancia
 - puede transportar 10,000 llamadas simultáneas
 - está siendo remplazado por la fibra óptica
 - Enlaces cortos entre computadoras
 - Instalación de LANs

Cable coaxial

- Analógico
 - Amplificadores a pocos km
 - más cercanos a mayor frecuencia
 - hasta 500 MHz
- Digital
 - Repetidores cada 1 km
 - más cercanos a mayor velocidad de los datos

Fibra óptica [1]



Capa Física

MALCH

17

Fibra óptica

- Mayor Capacidad
 - Velocidad de los datos del orden de cientos de Gbps
- Tamaño y peso más pequeño
- Sufre de una atenuación muy baja
- Tiene aislamiento electromagnético
- Requiere repetidores a mayor distancia
 - Al menos a décimas de Km, pero se ha demostrado que se pueden ubicar a cientos de Km

Capa Física

MALCH

18

Aplicaciones de la Fibra óptica

- Segmentos de largos recorridos
- Segmentos en redes metropolitanas
- Segmentos entre áreas rurales
- Enlaces entre suscriptores
- LANs

Capa Física

MALCH

19

Utilización de la fibra óptica [1]

Wavelength (in vacuum) Range (nm)	Frequency Range (THz)	Band Label	Fiber Type	Application
820 to 900	366 to 333		Multimode	LAN
1280 to 1350	234 to 222	S	Single mode	Various
1528 to 1561	196 to 192	C	Single mode	WDM
1561 to 1620	192 to 185	L	Single mode	WDM

WDM = wavelength division multiplexing

Capa Física

MALCH

20

Transmisión inalámbrica

- Medios inalámbricos
 - Atmósfera terrestre
 - Agua
 - Vacío

Capa Física

MALCH

21

Transmisión inalámbrica

- La transmisión y la recepción por medio de antenas
- Direccional
 - Flujo dirigido
 - Se requiere alineación de las antenas
- Omnidireccional
 - la señal se propaga en todas direcciones
 - cualquier antena la puede recibir

Capa Física

MALCH

22

Rangos de frecuencia

- Microondas
 - 1 GHz a 40 GHz
 - flujos direccionales
 - conveniente para transmisión punto a punto
 - comunicaciones satelitales
- Radio
 - 30 MHz a 1 GHz
 - conveniente en aplicaciones omnidireccionales
- Infrarojo
 - entre, 3×10^{11} a 2×10^{14} Hz
 - útil en aplicaciones punto a punto
 - bloqueado por muros

Capa Física

MALCH

23

Modos de propagación

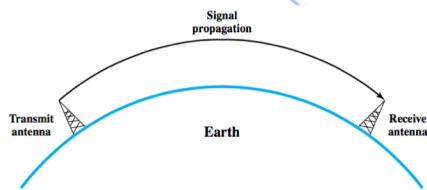
- Ondas terrestres (Ground-wave)
- Ondas en el cielo (Sky-wave)
- Línea de vista (Line-of-sight)

Capa Física

MALCH

24

Ondas terrestres [1]



Capa Física

MALCH

25

Ondas terrestres

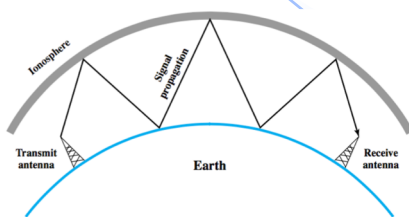
- Sigue la curvatura de la tierra
- La señal se propaga largas distancia
- Frecuencias hasta de 2 MHz
- Ej.
 - radio AM

Capa Física

MALCH

26

Ondas en el cielo (Sky-wave) [1]



Capa Física

MALCH

27

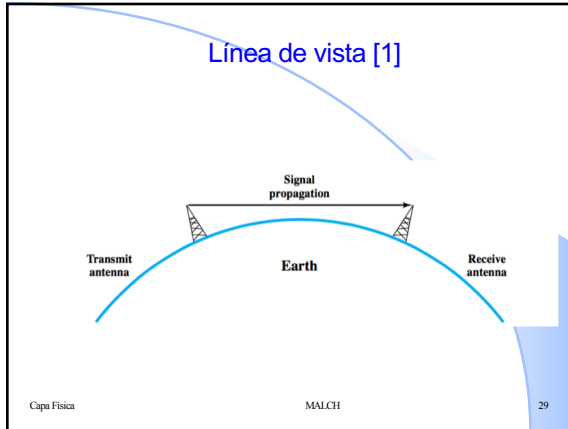
Ondas en el cielo

- La señal se propaga reflejándose entre la capa de la ionósfera de la atmósfera y la superficie de la tierra hasta llegar a la antena receptora
- La señal puede viajar varios saltos
- Sufre del efecto de reflexión ocasionado por la refracción
- Ej.
 - radio amateur

Capa Física

MALCH

28



Línea de vista

- Las antenas transmisoras y receptoras deben estar en línea de vista (verse)
 - comunicaciones satelitales – señales sobre 30 MHz no reflejadas por la ionósfera
 - comunicaciones terrestres – antenas con efectivo línea de vista o sufrirán de la refracción
- Refracción
 - flexión de las microondas debido a la atmósfera
 - la velocidad de la señal electromagnética es una función de la densidad del medio
 - cuando la señal cambia de medio, cambia su velocidad

Capa Física MALCH 30

Cálculo de la línea de vista

- Línea de vista óptica

$$d = 3.57\sqrt{h}$$
- Línea de vista efectiva, o razón

$$d = 3.57\sqrt{Kh}$$
 - d = distancia entre antenas y horizonte (km)
 - h = altura de la antena (m)
 - K = factor de ajuste para contabilizar la refracción, $K = 4/3$

Capa Física MALCH 31

Cálculo de la línea de vista

- Máxima distancia entre dos antenas de alturas diferentes:

$$3.57(\sqrt{Kh_1} + \sqrt{Kh_2})$$
 - h_1 = altura de antena uno
 - h_2 = altura de antena dos

Capa Física MALCH 32

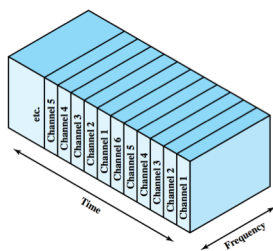
Multiplexaje

- La capacidad de transmisión del medio usualmente excede la capacidad requerida por una señal
- Multiplexaje (Multiplexing)
 - transportar muchas señales en un medio de transmisión
 - uso más eficiente del medio
 - compartir el medio

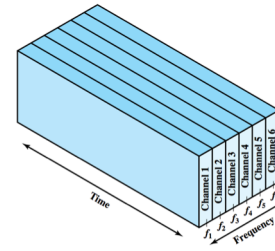
Técnicas de Multiplexaje

- Multiplexaje por división en el tiempo (TDM)
- Multiplexaje por división en la frecuencia (FDM)
- Multiplexaje por división en la longitud de onda (WDM)

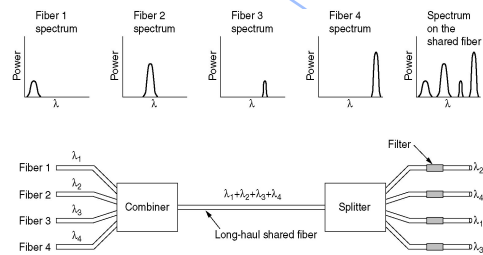
Multiplexaje por división en el tiempo [1]



Multiplexaje por división en la frecuencia [1]



Multiplexaje por división en la longitud de onda



Capa Física

MALCH

37

References

- [1] W. Stallings. Data and Computer Communications, Ed. Pearson, 8th Edition, 2007.

Capa Física

MALCH

38