

“REDES DE COMUNICACIONES Y TRANSMISION DE DATOS”

Ing. Manuel Benites

Redes de Comunicaciones y Transmisión de Datos

5 Interfaces en la transmisión de datos

6 Medios de transmisión de datos

- a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica
- b. Medios no guiados: radio propagación, microondas, vía satélite.
- c. Deterioro de la transmisión
- d. Comparación de medios

5 Interfaces en la transmisión de datos

Definición de Interface:

Una interface es la frontera definida por características de interconexión físicamente comunes, la cual tiene señales de intercambio adecuadamente definidas.

5 Interfaces en la transmisión de datos

- La mayoría de recomendaciones incluyen especificaciones de señalización entre el equipo terminal de datos (DTE) y el equipo terminal del circuito de datos (DCE).
- De manera limitada incluyen procedimientos para la señalización entre dos DTE's.

5 Interfaces en la transmisión de datos

- Las interfaces según las recomendaciones del ITU-T y de las instituciones EIA y TIA, son:
 - De acuerdo con las **recomendaciones del ITU-T** se presentan las siguientes interfaces:
 - V.10, V.11, V.24, V.28, V.35, V.36 y X.21
 - Con respecto a las **normas tratadas del EIA y TIA** se presentan las siguientes interfaces:
 - EIA/TIA 232E, EIA/TIA-232E Alt A, RS 422 A, RS 423 A, RS 366, RS 449, RS 488, ANSI/EIA-530, EIA/TIA-574 y RJ-12

ITU-T: International Telecommunications Union - Telecommunications
EIA: Electronic Industries Association
TIA: Telecommunications Industries Association

5 Interfaces en la transmisión de datos

ITU-T

El diagrama muestra una estructura de interfaz ITU-T. En la parte superior hay un recuadro 'General'. Una línea vertical desciende desde 'General' y se divide en dos líneas horizontales que conectan con dos columnas de recuadros. La columna izquierda contiene: V.10 Circuitos de intercambio desbalanceados; V.15 Acoplamiento acústico; V.19/20 Módems para transmisión paralela; V.24 Definición de circuitos de intercambio; V.25 bits Equipo de respuesta automática; V.13 Control simulado de portadora. La columna derecha contiene: V.11 Circuitos de intercambio balanceados; V.16 Módems módems analógicos; V.21/V.31 bits/Circuitos de intercambio de corriente simple; V.25 Equipo de respuesta automática; V.28 Circuitos electrónicos desbalanceados; V.14 Start-stop sobre enlaces síncronos.

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE V.10

- Esta recomendación, titulada “*Características eléctricas de los circuitos de enlace asimétricos de doble corriente para uso general con equipo de circuitos integrados en la transmisión de datos*” especifica conexiones no balanceadas.
- El término no balanceado en este contexto significa que cada circuito de interface tiene un conductor vivo y comparte una tierra común con los demás circuitos. Los voltajes están medidos con respecto a tierra

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE V.11

- Esta recomendación se titula en el libro azul como: “*Características eléctricas de los circuitos de enlace simétricos de doble corriente para uso general con equipo de circuitos integrados en la transmisión de datos especifica conexiones balanceadas*”.
- El término **balanceado** en este contexto significa que cada circuito de interface tiene dos conductores:
 - uno para señal y
 - otro para retorno.

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE V.11

- Se entiende por **circuito de enlace simétrico** el consistente en un generador simétrico conectado a un receptor simétrico mediante un par de interconexión simétrico.
- En un generador simétrico la suma algebraica de los potenciales de sus dos terminales con respecto a tierra debe ser constante para todas las señales transmitidas.

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE V.24

- Esta norma titulada “**Lista de definiciones de los circuitos de intercambio entre equipos terminales de datos y equipos terminales de circuito de datos**” es una de las más ampliamente usadas y su importancia radica en que define las funciones de los circuitos de intercambio que existen entre el DTE (terminal) y el DCE (modem o multiplexor o concentrador o nodo).

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE V.24

- Sin estas definiciones no sería posible conectar equipos de diferentes marcas.
- Norma los circuitos de intercambio para transferir las señales de datos, de control, de temporización y tierra. Esta norma no especifica las características eléctricas, ni las dimensiones físicas de los circuitos y sus correspondientes conectores las cuales son establecidas por normas tales como la V.10, V.11 y V.28

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE V.24

- Para las dimensiones físicas se usa la norma 2110.
- La V.24 es en un sentido un superconjunto de normas.
- Esta norma se aplica a:
 - Comunicaciones síncronas y asíncronas
 - Línea dedicadas y líneas conmutadas
 - Circuitos de 2 y 4 hilos
 - Circuitos punto a punto y multipunto
 - Ciertas redes públicas de datos

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE V.24

- Esta interface tiene dos grupos de circuitos: serie 100 y serie 200.
- Los *circuitos de la serie 100* están de acuerdo a la norma V.24.
- Los *circuitos de la serie 200* se usan discrecionalmente de acuerdo a la aplicación.

5 Interfaces en la transmisión de datos

Operación Half Dúplex V.24

Legend:

- XX - Designación EIA 232-D de circuitos de interconexión
- YY - Designación de circuitos de interconexión V.24
- ZZ - Asignación de pines EIA 231/0
- - canal Full duplex transportando datos en ambas direcciones

5 Interfaces en la transmisión de datos

Operación Full Dúplex V.24

Legend:

- XX - Designación EIA 232-D de circuitos de interconexión
- YY - Designación de circuitos de interconexión V.24
- ZZ - Asignación de pines EIA 231/0
- - canal Full duplex transportando datos en ambas direcciones

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE V.28

En esta recomendación titulada "**Características eléctricas de los circuitos de enlace asimétrico para transmisión por corriente doble**" - se especifican las características eléctricas de la interface (transmisión y recepción) entre el modem y el terminal.

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE V.35

- Esta interface es una combinación de la norma V.35 y la EIA 232 y no es un verdadero conector CCITT.
- Todos los terminales de datos y de temporización se adhieren a la especificación V.35 (circuitos balanceados y bajos voltajes) y las señales de control son voltajes EIA 232 (desbalanceados).

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE V.35

- Todos los pines de datos y de temporización se añaden a la especificación V.35 que son circuitos balanceados y de bajo voltaje.
- Sin embargo, todos los pines de control son voltajes EIA-232 desbalanceados.
- Las funciones de prueba, lazo (loop) local y lazo (loop) remoto se asignan de acuerdo a cada fabricante.

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE V.36

- Esta interface tiene una velocidad de transmisión recomendada de 48 a 72 Kbps.
- La recomendación V.10 define las características eléctricas de sus líneas desbalanceadas de control y comando.

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE V.36

- Las líneas balanceadas de datos y temporización son normadas por la recomendación V.11.
- Las funciones de las otras líneas de interface son definidas por la norma V.24 y tiene un conector de 37 pines (norma ISO 4902).

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE X.21

- El enfoque de la interface X.21 es el de usar mayor lógica en la interface DTE-DCE, con la finalidad de proveer menos circuitos.
- Actualmente el X.21 no se usa a nivel lógico pero si a nivel físico, aunque de manera muy escasa.

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE X.21

DTE		DCE	
1	RTN	2	RTN
3	CTS	5	CTS
4	FRM	4	FRM
11	RDS	11	RDS
12	SD	12	SD
13	SD	13	SD

5 Interfaces en la transmisión de datos

- La Asociación de Industrias Electrónicas y de Telecomunicaciones (Electronic/Telecommunications Industries Association EIA/TIA) y el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (Institute of Electrical and Electronic Engineers - IEEE) ofrecen la mayor parte de normas de ingeniería para equipos de comunicaciones.
- El Instituto Americano Nacional de Normas (American National Standard Institute - ANSI) valida los documentos que son sólidos.

5 Interfaces en la transmisión de datos

Relación de Interfaces EIA/TIA

1 EIA/TIA-232E	7 RS-403
2 EIA/TIA-232E AIA A	8 RS-449
3 RS-422 A	9 RS-485
4 RS-423 A	10 ANSI EIA-350
5 RS-232C	11 EIA/TIA-574
6 RS-366	12 EIA-12

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE EIA-232E (25 pines)

- En julio de 1991 la norma básica EIA-232 fue revisada para lograr varias cosas. Una de ellas era eliminar la norma EIA-232D (una interface de 9 pines) debido a que había el malentendido ampliamente difundido de que este era un reemplazo para el antiguo EIA RS-232.
- Su origen se estimó de la industria de telecomunicaciones usando una interface más pequeña y que tuviera las mismas características eléctricas de la EIA 232.

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE EIA/TIA 232E (25 pines) cont....

- La norma de reemplazo para la interface de 9 pines es la ANSI/EIA/TIA-574-1990 ó EIA-574.
- Otra mayor revisión con EIA-232E es la introducción de una interface más pequeña llamada EIA-232E Alt A - una interface de 26 pines.
- Esta interface podría haber venido a ser la interface del futuro debido a que es similar a la interface de 9 pines pero con mucha mayor capacidad.

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE EIA/TIA 232E (25 pines) cont....

- Las interfaces del tipo EIA-232 están limitadas a 20 Kbps, para mayores velocidades se recomienda:
 - La norma EIA-530 (la cual es un reemplazo de la norma EIA-449)
 - La norma EIA-561 (tipo RJ45 o miniatura de ocho posiciones)
 - La norma EIA-574 (reemplazo de 9 pines para el EIA-232B).
- La norma EIA-232 tiene una *interface macho* para el equipo terminal de datos (*Data Terminal Equipment - DTE*) y el *conector hembra* para el equipo de comunicación de datos (*Data Communication Equipment - DCE*). Es necesario verificar íntegramente los pines de los manuales del fabricante.

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE RS-422A

- Es una interface, denominada “**Interface de circuitos eléctricos balanceados diferenciales**”, utiliza circuitos de voltajes diferencial balanceados, capaz de altas velocidades de datos sobre mayores distancias que la norma RS-232-C y es completamente compatible con las recomendaciones V.11 y X.27.
- Permite transmitir hasta 100 Kbps a 1200 metros y hasta 10 Mbps de 12 m (40 pies)

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE RS-423A

- Denominada como “**Características eléctricas de circuitos digitales de interface de voltaje desbalanceado**” es similar a la EIA RS-232 C.
- Esta interface esta compuesta de circuitos de voltaje bipolares sin terminación de un solo terminal.
- Tiene un alcance de 1200 metros una velocidad de 3 Kbps ó hasta 12 metros con una velocidad de hasta 300 Kbps.

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE RS-366 Equipo de llamada automática.

- Esta norma define las características mecánicas, eléctricas y funcionales de la interface del equipo de llamada automática (Automatic Calling Unit) colocado entre el modem y el terminal. Sus características eléctricas son compatibles con la norma RS 232 C

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE RS-499

- Esta interface denominada “**Interface de propósito general de 37 pines y 9 pines para equipos con intercambio de datos seriales**” retiene todas las capacidades del RS 232C.
- Introduce 10 nuevos circuitos de intercambio para mejorar las características de la interface.

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE RS-499

- Esta interface normaliza una conector de 37 pines y un conector de 9 pines.
- Permite velocidades hasta 2 Mbps y un incremento en la longitud el cable de interconexión hasta 200 m.

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE RS-499

- Los 10 circuitos adicionales definidos en la RS 449 incluyen:
 - Tres circuitos para el control y estado de las funciones de prueba del DCE (LL de circuito, LL local y loop remoto y modo de prueba de circuito TM),
 - Dos circuitos para control y estado de la transferencia del DCE a una facilidad de telecomunicaciones (Circuito SS, Standby selectivo, y circuito SB, Indicador de Stand By)
 - Un circuito para la selección de la frecuencia de transmisión del DCE (circuito SF, Select Frequency).
 - Un circuito que provee una función de fuera de servicio bajo el control del terminal (DTE) (Circuito IS, Terminal In Service)
 - Un circuito para proporcionar una función de nueva señal (circuito NS, Nueva Señal)
 - Dos hilos comunes

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE RS-485

- Interface especializada en los procesos de adquisición de datos.
- La interface RS-485 soporta 32 controladores (drivers) y 32 receptores.
- Emplea comunicaciones half dúplex, multicada sobre 1 ó 2 pares trenzados.
- Una red con esta interface puede conectarse a 2 ó 4 hilos con una longitud máxima de 4000 pies porque usa transmisión con voltaje diferencial.

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE RS-488 PARA INSTRUMENTOS PROGRAMABLES

- Esta interface esta diseñada para sistemas de instrumentación que requieren comunicaciones a distancia limitada (cerca de 20 metros).
- Esta norma define tantas variables como es posible, sin definir el uso de la interface, ni dar referencia del hardware usado para su implementación.

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE ANSI/EIA-530

- El EIA-530 es la respuesta a los reclamos acerca del gran tamaño de la interface de 37 pines EIA RS-449, mientras que se retiene el espectro de frecuencia de hasta 2 Mbps.
- Actualmente la interface EIA 530 usa el mismo conector mecánico que la norma EIA-232, pero utiliza los voltajes balanceados de la norma EIA-422 A o los voltajes desbalanceados de la norma EIA-423 A.

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE ANSI/EIA-530

- Mientras es físicamente posible conectar un EIA-530 a un EIA-232, ellos no son compatibles. Los voltajes son diferentes y además no tienen las mismas designaciones de pines.
- Cuando se usa voltajes balanceados, los pines marcados con A y B son usados por cada circuito correspondiente. Si se usa voltajes desbalanceados su interface sólo usará los pines marcados con la letra A y el pin de retorno de señal común.

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE ANSI/EIA-574

- La interface EIA/TIA-574 reemplaza a la interface EIA-232D pero en esencia, crea un nuevo conector de 9 pines.
- Este conector no es compatible eléctricamente con la norma EIA-232D que usa señales de 5 a 15 voltios y acepta velocidades menores de 20 Kbps.
- Esta nueva interface de 9 pines es capaz de velocidades de datos mayores y es manejada por una fuente de poder de +/- 5 voltios. Lo que es interesante es que se ha mantenido las mismas conexiones del conector hembra.

5 Interfaces en la transmisión de datos

INTERFACE DE VOZ RJ-11 – RJ-12

- Los conectores para equipos telefónicos son jacks minimodulares de 4 pines (RJ-11) y 6 pines (RJ-12) y los cables conectores tienen los conectores machos en cada extremo.
- Debido a que la mayoría de las operaciones telefónicas sólo usan dispositivos de dos hilos, algunos conectores sólo tendrán 4 contactos, en este caso los contactos 1 y 6 no son colocados.
- Tener cuatro conectores es un exceso para la operación a dos hilos, pero es adecuado para dispositivos de cuatro hilos.

6 Medios de transmisión de datos

- a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica
- b. Medios no guiados: radio propagación, microondas, vía satélite.
- c. Deterioro de la transmisión
- d. Comparación de medios

6 Medios de transmisión de datos

a. Medios guiados:

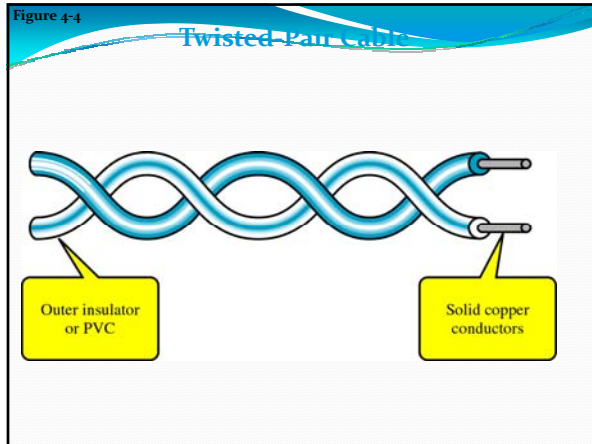
- Cables par trenzado
- Cable Coaxial
- Guía de Onda
- Fibra Óptica

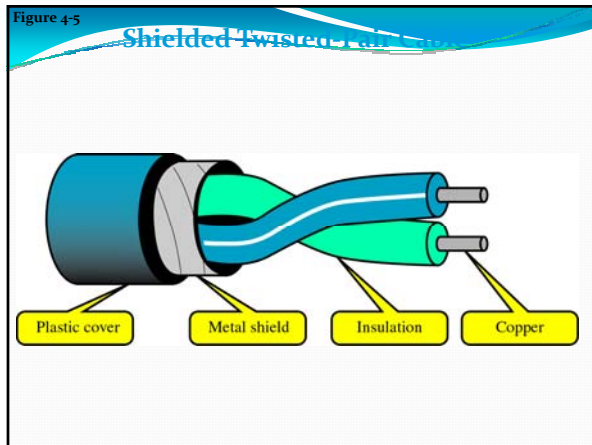
TIPO DE TRANSMISIÓN	VELOCIDAD	ANCHO DE BANDA	CONEXIONES	SEGURIDAD
Par trenzado	10 Mbps	100 MHz	20-30 km	Baja
Cable coaxial	100 Mbps	100 MHz	10-100 km	Alta
Fibra óptica	10 Gbps	10 THz	100-1000 km	Muy Alta

6 Medios de transmisión de datos

Cable de par trenzado

- Consiste en dos alambres de cobre aislados en un arreglo de patrón de espiral regular. Típicamente un conjunto de estos pares se agrupa para formar un cable multipar, dentro del cual están envueltos con una cubierta protectora gruesa.
- Los hilos o alambres tienen entre 0,016 y 0,036 pulgadas (0,40 mm a 0,91 mm) de espesor, que corresponde a los calibres 26 a 16
- Los calibres comunes son 19, 22, 24, y 26. Los cables se trenzan entre ellos en pares en un patrón espiral regular con 2 a 6 vueltas por vuelta completa, para minimizar la interferencia al poner pares adyacentes en cables multipares.





6 Medios de transmisión de datos
a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica

Cable de par trenzado

- **Transmisión de señales analógicas**
 - Para las señales de voz se puede transmitir a 6 kilómetros sin repetidores.
 - Esto se debe a que la pérdida a nivel de voz es de 1 dB/km.
 - Para transmitir señales analógicas punto a punto es posible utilizar un ancho de banda de hasta 1.1 MHz.

6 Medios de transmisión de datos
a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica

Cable de par trenzado

- **Transmisión de señales digitales**
 - Para líneas digitales punto a punto se puede transmitir datos hasta 4 Mbps y aún más según la longitud del par.
 - Es susceptible al ruido y a la interferencia por su fácil acoplamiento a las cargas electromagnéticas.
 - El ruido impulsivo se introduce fácil en él. Por ejemplo, un par tendido en paralelo a una línea de energía de 60 Hz será fácilmente inducido.

6 Medios de transmisión de datos
a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica

Aplicaciones para Cable de par trenzado

- Es el medio más utilizado para emitir tanto señales análogas como digitales.
- Empleado en el sistema telefónico (*backbone*) y el lazo (*loop*) del abonado telefónico.
- Rango de las frecuencias de la voz humana está entre 20 Hz y 20 KHz, sólo se requiere un ancho de banda normalizado de 300 a 3400 Hz para transmitir voz inteligible.

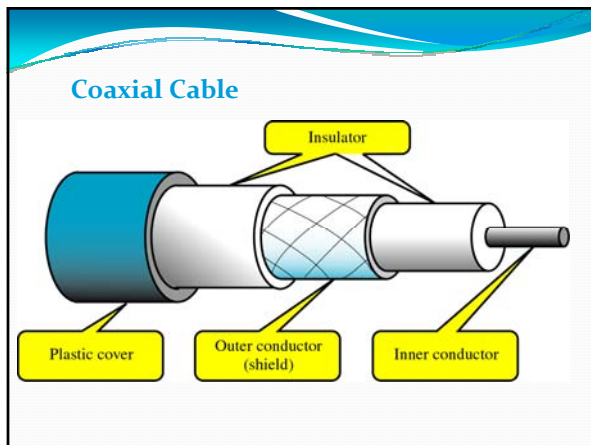
6 Medios de transmisión de datos
a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica

Aplicaciones para Cable de par trenzado

- Se puede enviar datos digitales a distancias moderadas. Para enlaces locales se requiere típicamente un módem con una velocidad de 28,8 Kbps.
- Es posible transmitir señalización en banda base o digital. Por ejemplo es factible transmitir un circuito T1 (USA) con 24 canales PCM de voz que forman un agregado de 1.544 Mbps o un circuito E1 (ITU-T) con 30 canales PCM de voz formando un enlace de 2.048 Mbps.

6 Medios de transmisión de datos
 a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica

- **Cable Coaxial**
 - El cable coaxial consiste en dos conductores, pero construido distinto al par trenzado y tiene un rango más amplio de frecuencias.
 - Es un conductor cilíndrico exterior hueco, que rodea a un conductor de un solo hilo interior.
 - El conductor interior puede ser sólido o de múltiples hilos y es mantenido en su lugar sea por anillos aislantes regularmente espaciados o por un material dieléctrico sólido.



6 Medios de transmisión de datos
 a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica

- **Características de Transmisión Cable Coaxial**
 - Se pueden transmitir señales analógicas o digitales. Los sistemas de larga distancia pueden ser analógicos o digitales.
 - El cable de 50 ohmios es usado exclusivamente para transmisión digital (en banda base) para lo cual se usa la codificación en banda base Manchester. Se llegan a velocidades de más de 10 Mbps.
 - Para estas señales se requiere repetidores cada kilómetro aproximadamente; con un espaciamiento más cercano para velocidades más altas. Sobre sistemas experimentales se logran velocidades hasta de 800 Mbps a un espaciamiento de 1,6 Km.

6 Medios de transmisión de datos
a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica

• **Características de Transmisión Cable Coaxial**

- El cable de 75 ohmios se usa tanto para transmisión análoga como digital. Para transmisión análoga se llega a un rango de frecuencias de 300 a 400 MHz. En CATV los canales de televisión son ubicados en un ancho de banda de 6 MHz.
- El cable de 75 ohm se usa en sistemas de televisión por cable o CATV (*Community Antenna TeleVision*). En este caso se transmite señales analógicas en multiplexaje por división de frecuencias, llamada **transmisión en banda ancha**.

6 Medios de transmisión de datos
a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica

• **Características de Transmisión Cable Coaxial**

- También se puede transmitir digitalmente en alta velocidad modulando señales analógicas, en este caso se conoce como **banda ancha de un solo canal**.

6 Medios de transmisión de datos
a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica

• **Características de Transmisión Cable Coaxial**

- El cable coaxial tiene una característica de respuesta en frecuencia superior al par trenzado, y de aquí que se le emplea para transportar frecuencias más altas y velocidades de datos mayores.
- Es menos susceptible a la interferencia y a la diafonía que el par trenzado.

6 Medios de transmisión de datos
a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica

- **Características de Transmisión Cable Coaxial**
- Las principales limitaciones en su comportamiento son la atenuación, el ruido térmico y el ruido de intermodulación.
- Este último está presente sólo cuando se transmiten varios canales FDM o varias bandas de frecuencias.

6 Medios de transmisión de datos
a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica

- **Cable Coaxial**
- Para lograr una adecuada calidad de señal, se debe mantener una determinada relación S/N. Tenemos dos variables de compromiso:
 - a) la potencia de señal y
 - b) espaciamiento de amplificadores.
- La relación S/N puede elevarse colocando los amplificadores más cerca entre sí para amplificar la señal con más frecuencia.

6 Medios de transmisión de datos
a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica

- **Aplicaciones para Cable Coaxial**
- Es el medio más versátil y se usa como *backbone de redes LAN en telefonía de larga distancia* y en distribución de televisión.
- Usa la técnica de multiplexaje por división de frecuencia (FDM) y puede transportar más de 10.000 canales de voz simultáneamente.

Medios de transmisión de datos
a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica

Guía de Onda

- En altas frecuencias las líneas de transmisión y los cables coaxiales presentan atenuaciones elevadas.
- Las **guías de onda** reduce la atenuación en señales de alta frecuencia.

Medios de transmisión de datos
a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica

Guía de Onda

- Las guías de onda generalmente son estructuras en forma de tubos de un material de sección rectangular, circular o elíptica, en los cuales la dirección de la energía electromagnética es conducida a lo largo de la guía y limitada en sus fronteras.
- Las paredes conductoras del tubo confinan la onda al interior por reflexión, debido a la ley de Snell en la superficie, donde el tubo puede estar vacío o relleno con un dieléctrico. El dieléctrico le da soporte mecánico al tubo (las paredes pueden ser delgadas), pero reduce la velocidad de propagación .

Medios de transmisión de datos
a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica

- Existen muchos tipos de guías de onda, presentándoles aquí las más importantes:
 - **Guía de onda rectangular (circular, elíptica):** Son aquellas cuya sección transversal es rectangular (circular, elíptica).
 - **Guía de onda de haz: Guía de Onda** constituida por una sucesión de lentes o espejos, capaz de guiar una onda electromagnética.
 - **Guía de onda tabicada:** Formada por dos cilindros metálicos coaxiales unidos en toda su longitud por un tabique radial metálico.

Medios de transmisión de datos
a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica

- Existen muchos tipos de guías de onda, presentándoles aquí las más importantes:
- Guía de onda acanalada, guiada en V; guiada en H: Guía de onda rectangular que incluye resaltes conductores interiores a lo largo de una de cada una de las paredes de mayor dimensión.
- Guía de onda carga periódicamente: Guía de onda en las que la propagación viene determinada por las variaciones regularmente espaciadas de las propiedades del medio, de las dimensiones del medio o de las superficie de contorno.
- Guía de onda dieléctrica: Formada íntegramente por uno o varios materiales dieléctricos, sin ninguna pared conductora.

Medios de transmisión de datos
a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica



Medios de transmisión de datos
a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica



6 Medios de transmisión de datos
a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica

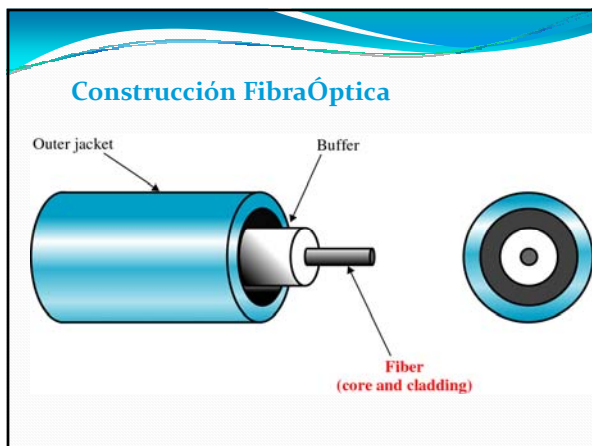
Fibra Óptica

- Una fibra óptica es un medio de transmisión, de vidrio o plástico, delgado y flexible (2 a 125 μm) capaz de conducir un rayo óptico.
- Un cable de fibra óptica tiene forma cilíndrica y consta de tres secciones concéntricas:
 - núcleo (*core*),
 - recubrimiento (*cladding*) y
 - revestimiento (*jacket*).

6 Medios de transmisión de datos
a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica

Fibra Óptica

- **El núcleo, que es la parte más** interna, consiste en uno o más hilos muy delgados (o fibras) hechos de vidrio o plástico.
- Cada fibra es cubierta por un **recubrimiento, de vidrio o plástico también, pero con propiedades** ópticas diferentes a las del núcleo.
- La capa externa llamada **revestimiento se fabrica de** plástico y otros materiales para protegerlas de la humedad, abrasión, ruptura y del ambiente.



6 Medios de transmisión de datos
a. Medios guiados: cables, coaxial, guía de onda y fibra óptica

- Fibra Óptica
 - En la forma de propagación **multimodo**, la luz de la fuente ingresa por el núcleo de vidrio. Los rayos en ángulos bajos son reflejados y propagados a través de la fibra, mientras que otros rayos son absorbidos por el recubrimiento (*cladding*) que rodea al núcleo.
 - Si reducimos el radio del núcleo, se reflejan pocos haces de luz; y si reducimos el radio al orden de la longitud de onda, sólo pasará un ángulo o modo. Este modo de propagación se llama **monomodo**.

Modos de Propagación

The diagram illustrates three propagation modes in an optical fiber. Each mode shows a source on the left and a destination on the right, with labels for Core and Cladding. The top mode shows a zigzag path (multimode), the middle mode shows a sinusoidal path (multimode), and the bottom mode shows a straight path (singlemode).

Refraction and Reflection

The diagram illustrates three optical phenomena: a. Refraction (beam bending at an interface), b. Critical angle (beam at the threshold of total internal reflection), and c. Reflection (beam bouncing off an interface).

6 Medios de transmisión de datos
 b. Medios no guiados: radio propagación, microondas, vía satélite.

- **Medios No Guiados**
 - Entre estos medios tenemos a las microondas terrestres, las microondas satelitales y el radio. Para estos medios, a diferencia de los medios guiados, el ancho de banda de la señal producida por la antena transmisora, es más importante que el medio para determinar sus características de transmisión.
 - De aquí, cuanto más alta sea la frecuencia central de la señal, mayor es el ancho de banda potencial y consecuentemente mayor la velocidad de transmisión digital.

Bandas de Radio comunicaciones

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

Espectro Electromagnético

Frecuencia	λ	Aplicación
10 KHz	30 Km.	Bajas frecuencias para comunicaciones submarinas
100 KHz	3 Km.	Radiodifusión de ondas largas
1 MHz	300 m	Radiodifusión AM
10 MHz	30 m	Ondas cortas de radio (Ionosfera)
100 MHz	3 m	Transmisión FM.
150 MHz	2 m	Radio Móvil.
300 MHz	1 m	Enlaces de microondas para difusión de TV UHF y UHF punto a punto
3-60 GHz	10 cm - 0.5 cm	Enlaces de microondas

Espectro electromagnético Microondas

Banda	Rango en GHz
L	1-2
S	2-4
C	4-8
X	8-12
Ku	12-18
K	18-26
Ka	26-40
U	40-60
V	50-75
E	60-90

Bandas de frecuencias para los enlaces de microondas

Bandas	Rangos	Comentario
2 GHz	1.7 - 2.7 GHz	Ahora designado como bandas móviles para PCS y DECT
4 GHz	3.8 - 4.2 GHz	Bandas típicas del operador, de alta capacidad
6 GHz	5.9 - 7.1 GHz	Bandas típicas del operador, de alta capacidad
7/8 GHz	7.1-8.5 GHz	Longitudes medias para altas capacidades
11 GHz	10.7-11.7 GHz	Bandas tradicionales publicas del operador de alta capacidad

- 6 **Medios de transmisión de datos**
 b. Medios no guiados: radio propagación, microondas, vía satélite.
- **Medios No Guiados**
 - Otra propiedad de las señales transmitidas por antenas es la direccionalidad. En general a más bajas frecuencias, las señales son omnidireccionales y a más altas frecuencias, es posible enfocar la señal en un rayo direccional.
 - Hay 2 rangos de frecuencia de estos medios que interesan en nuestra tema:
 - Las frecuencias de microondas de un rango de 2 a 40 GHz. A estas frecuencias son posibles rayos altamente directivos y fácilmente adaptables para transmisiones punto a punto.
 - Las frecuencias de rango de 30 MHz a 1 GHz se utilizan para transmisión omnidireccional y son adecuadas para radiodifusión

6 **Medios de transmisión de datos**
 b. Medios no guiados: radio propagación, microondas, vía satélite.

Radio propagación

- La diferencia principal entre radio y las microondas es que el radio es generalmente omnidireccional y las microondas son muy focalizadas. No requiere antenas tipo disco.
- El rango de 30 MHz a 1 GHz es muy útil para las comunicaciones de radiodifusión. Las ondas radiales son menos sensibles a la atenuación de la lluvia que las señales de microondas.

6 **Medios de transmisión de datos**
 b. Medios no guiados: radio propagación, microondas, vía satélite.

Radio propagación

- Sin embargo, para transmisión de datos tienen la desventaja de su baja velocidad (en Kbps en vez de Mbps).
- Una causa principal de deterioro de las ondas de radio es la interferencia de trayectorias múltiples. Estas son creadas por las reflexiones de la tierra, agua o objetos naturales o hechos por el hombre. Este efecto es evidente cuando la recepción de un televisor muestra muchas imágenes conforme transcurre el paso de un avión.

6 **Medios de transmisión de datos**
 b. Medios no guiados: radio propagación, microondas, vía satélite.

- **Radio propagación**

The diagram illustrates the components of a typical HF radiotelegraph system. On the left, the transmitter chain includes a printer, a modem (transmitter side), a channel, a driver, a 100-watt amplifier, a mixer, and a final amplifier. The signal is sent to a transmitting antenna. On the right, the receiver chain includes a receiving antenna, a mixer, a 100-watt amplifier, a channel, a driver, a 100-watt amplifier, and a printer. The diagram also shows the signal path through the ionosphere and the effects of noise and interference.

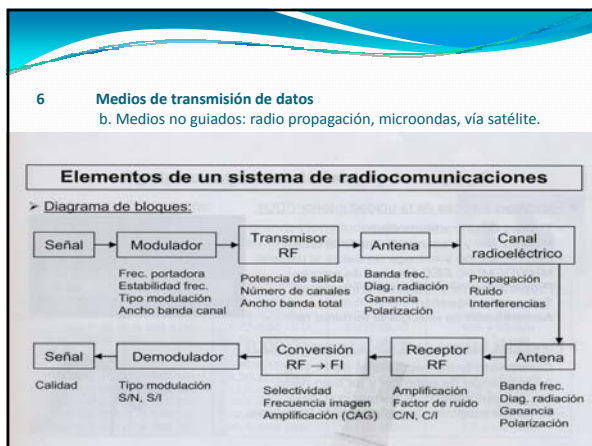
Figure 12.1. A typical HF radiotelegraph providing teleprinter service. (Courtesy of Radio General Company.)

6 Medios de transmisión de datos
 b. Medios no guiados: radio propagación, microondas, vía satélite.

- **Medios No Guiados**
 - Un radio de microondas digital es definido como un equipo de radio en el cual una o mas propiedades (amplitud, frecuencia y fase) de la señal de radiofrecuencia esta cuantificada por una señal moduladora.
 - La palabra **digital** implica un **conjunto discreto de niveles** de *amplitud, frecuencias o fases* como resultado de la **señal moduladora**. Asumamos que la señal moduladora es una tren serial de bits síncrono.

Bandas de frecuencias para los enlaces de microondas

Bandas	Rangos	Comentario
13 GHz	12.7 - 13.3 GHz	Típicamente bajas capacidades a medio
15 GHz	14.4 - 15.4 GHz	Todas las capacidades
18 GHz	17.7-19.7 GHz	Banda tradicional del operador publico bajas para capacidades a medio
23 GHz	21.2 - 23.6 GHz	Todas las capacidades
26 GHz	24.5 - 26.5 GHz	Todas las capacidades
38 GHz	37 - 39.5 GHz	Todas las capacidades



6 Medios de transmisión de datos
b. Medios no guiados: radio propagación, microondas, vía satélite.

- Medios No Guiados
 - Existen tres técnicas de modulación genéricas:
 - Modulación de amplitud (Amplitude Modulation - AM),
 - Modulación de frecuencia (Frequency Modulation - FM) y
 - Modulación en fase (Phase Modulation - PM).
 - La terminología en la industria a menudo añade las letras "SK", a la primera letra del tipo de modulación, tal como ASK significando Amplitude Shift Keying; FSK como Frequency Shift Keying y PSK como Phase Shift Keying

6 Medios de transmisión de datos
b. Medios no guiados: radio propagación, microondas, vía satélite.

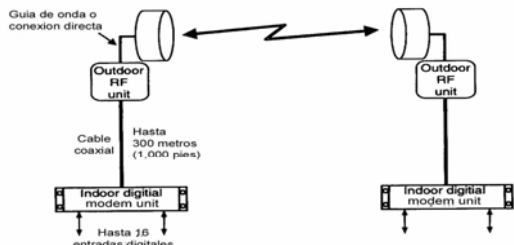
Componentes del sistema y tecnología

- Funciones básicas de la unidad interior (IDU):
 - Típicas de un radio-módem.
 - Modulación y transmisión hacia la ODU.
 - Demodulación y entrega de datos al usuario.
 - MUX/DEMUX, FEC (control de errores).
 - Preparación de protocolos e interfaces.
 - Telemetría y gestión.
 - Alimentación de energía al terminal radio.
- Funciones básicas de la unidad exterior (ODU):
 - Conversión entre frecuencias de FI y RF.
 - Amplificación de potencia y de bajo ruido.
 - Control automático de ganancia (CAG).
 - Entrega/recepción de señales a/dé la antena.



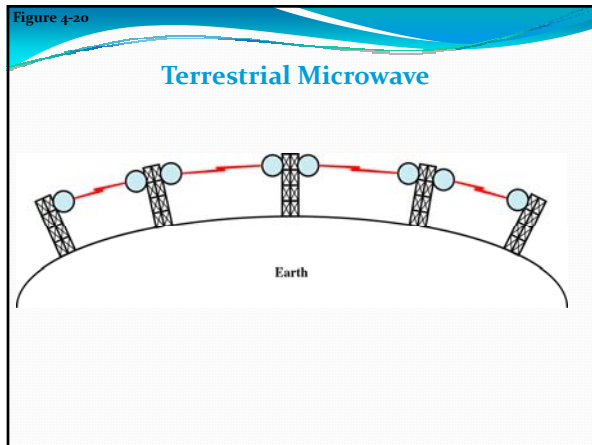
6 Medios de transmisión de datos
b. Medios no guiados: radio propagación, microondas, vía satélite.

- Medios No Guiados



6 Medios de transmisión de datos
b. Medios no guiados: radio propagación, microondas, vía satélite.

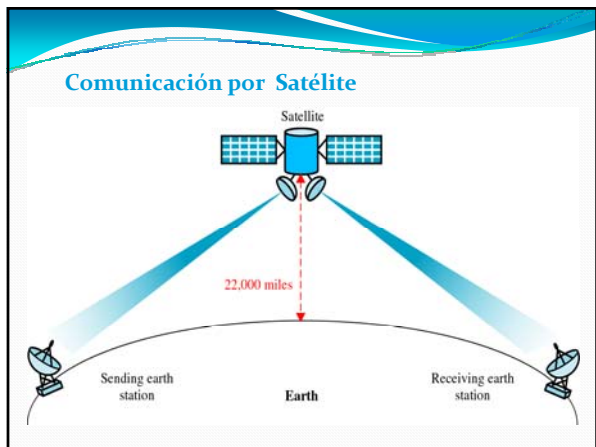
- **Vía Satélite**
 - Un satélite de comunicaciones es en esencia una estación repetidora de microondas. Esencialmente, un satélite es un repetidor de radio en el cielo (transponder).
 - El satélite es usado para enlazar dos o más transmisores/receptores de microondas, conocidos como estaciones terrenas.
 - El satélite recibe las transmisiones sobre una banda de frecuencias (segmento de subida - Uplink), amplifica (transmisiones analógicas) o repite (transmisiones digitales) la señal, y la retransmite en otra frecuencia (segmento de bajada - Downlink).
 - Un solo sistema operará en un determinado número de bandas de frecuencias, llamados canales transpondedores o simplemente transponders.

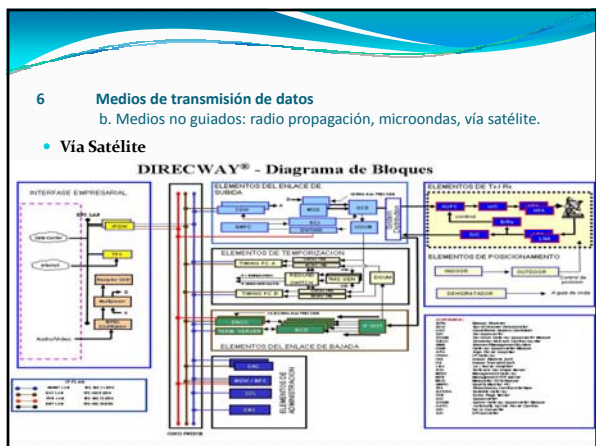


6 Medios de transmisión de datos
b. Medios no guiados: radio propagación, microondas, vía satélite.

- **Vía Satélite**
 - Acceso fácil y a bajo coste a las ventajas de los servicios de telecomunicación vía satélite.
 - Adaptabilidad a las necesidades específicas de cada usuario (permitiendo enlaces asimétricos y distintos anchos de banda en función de cada estación).
 - En su topología más extendida (*estrella*) la red puede tener gran densidad (hasta 1.000 estaciones) y está controlada por una estación central llamada HUB que organiza el tráfico entre terminales y optimiza el acceso a la capacidad del satélite
 - Pueden funcionar en bandas C, Ku o Ka siendo más sensibles a las condiciones meteorológicas cuanto más alta es la frecuencia de la portadora.







6 **Medios de transmisión de datos**
b. Medios no guiados: radio propagación, microondas, vía satélite.

- **Vía Satélite**
 - Los satélites de comunicaciones sirven para transmitir telefonía, datos, internet, video, y televisión sobre grandes distancias y es el medio óptimo para los troncales de alto uso internacional.
 - Comparte con las microondas terrestres y el cable coaxial para muchos enlaces de larga distancia entre los países.
 - Ellos proporcionan circuitos telefónicos y de datos portadores fijos, televisión por cable punto a punto (CATV); distribución de televisión, radiodifusión de música, servicio celular móvil, y redes privadas para corporaciones, agencia gubernamentales y aplicaciones militares.
 - Proveedores de segmento satelital son INTELSAT, TELESAT, HISPASAT, SATMEX, etc.

6 **Medios de transmisión de datos**
c. Deterioro de la transmisión.

Los diferentes medios de comunicación presentan capacidades para transmitir señales de telecomunicaciones, desde el cable de par trenzado hasta los enlaces de fibra óptica, los enlace de microondas y de enlace de comunicación satelital.

6 **Medios de transmisión de datos**
b. Medios no guiados: radio propagación, microondas, vía satélite.

```
graph TD; A[Impairment causes] --> B[Attenuation]; A --> C[Distortion]; A --> D[Noise];
```

Medios de transmisión de datos
c. Deterioro de la transmisión.

Attenuation

Point 1 Transmission medium Point 2 Amplifier Point 3

3-94

Medios de transmisión de datos
c. Deterioro de la transmisión.

Supongamos que una señal atraviesa un medio de transmisión y su potencia se reduce a la mitad. Esto sera P_2 es $(1/2)P_1$. En este caso, la atenuación (perdida de potencia) puede ser calculada como:

$$10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1} = 10 \log_{10} \frac{0.5P_1}{P_1} = 10 \log_{10} 0.5 = 10(-0.3) = -3 \text{ dB}$$

Una pérdida de 3 dB (-3 dB) es equivalente a una pérdida de mitad de potencia.

3-95

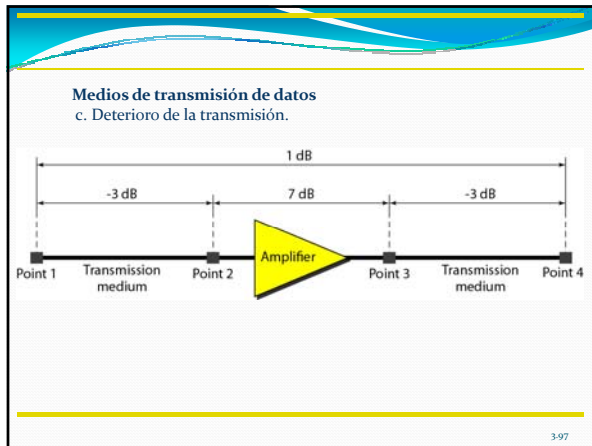
Medios de transmisión de datos
c. Deterioro de la transmisión.

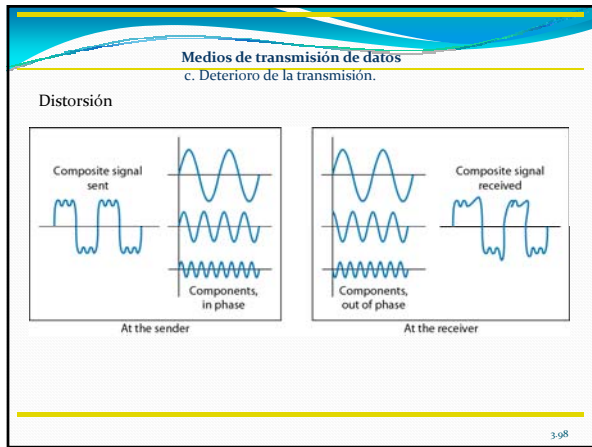
Una señal a través de un amplificador, y su potencia se incrementa en 10 veces. Esto quiere decir que $P_2 = 10P_1$. En este caso, el factor de amplificación (ganancia de potencia) puede ser calculada como:

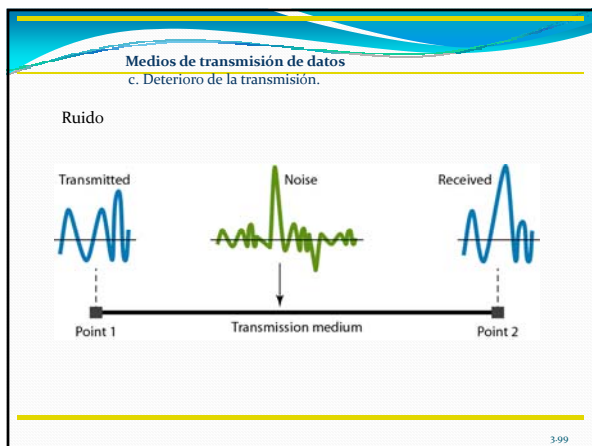
$$10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1} = 10 \log_{10} \frac{10P_1}{P_1}$$

$$= 10 \log_{10} 10 = 10(1) = 10 \text{ dB}$$

3-96







6 Medios de transmisión de datos
d. Comparación de medios

Fibra Óptica

Las siguientes características son ventajas sobre el par trenzado y el cable coaxial:

- a) Mayor ancho de banda: 2 Gbps sobre decenas de kilómetros. Este valor es mucho mayor que los cientos de Mbps/Km para el cable coaxial y los pocos Mbps/Km para el par trenzado.
- b) Menor tamaño y peso: Son mucho más delgadas que el cable coaxial o los cables multipares pares trenzados. Se instalan en las canaletas dentro de los edificios y subterráneamente también con la ventaja de su menor tamaño. Su menor peso reduce los requerimientos de soporte.

6 Medios de transmisión de datos
d. Comparación de medios

Fibra Óptica

- c) Menor atenuación (0,2 dB/km): Su atenuación es significativamente menor que la del cable coaxial o par trenzado, y es constante sobre un amplio rango.
- d) Aislamiento electromagnético: Los campos electromagnéticos externos no afectan a la fibra óptica, siendo invulnerable a interferencias, ruido impulsivo, o diafonía. Además, al no irradiar energía no interfieren con otros equipos y proporcionan un alto grado de seguridad contra la intrusión (monitorización) pues le es inherente la dificultad de ser interceptada.
- e) Mayor espaciamiento entre repetidores (60 - 100 kilómetros): El costo de un sistema disminuye pues tiene menos repetidores.
- f) Baja tasa de probabilidad de errores: Tiene un BER mínimo de 3×10^{-10}

6 Medios de transmisión de datos
d. Comparación de medios

Comparativa cable - radio

➤ Ventajas del acceso inalámbrico:

- No se necesita obra civil
- Adecuado para zonas aisladas o de difícil acceso
- Rápido despliegue
- Implantación y crecimiento progresivo
- Menor coste de mantenimiento
- Posibilidad de servicios digitales bidireccionales de banda ancha

➤ Limitaciones frente al cable:

- Medio compartido: interferencias
- Fiabilidad y disponibilidad: desvanecimientos
- Privacidad → encriptación
- Radiaciones electromagnéticas (¿efecto sobre la salud?)



6 Medios de transmisión de datos
d. Comparación de medios

Comparativa cable - radio

➤ Viabilidad económica de los sistemas de acceso fijo inalámbrico:

Factores críticos a tener en cuenta en relación con una red de cable:

- Cantidad de espectro radioeléctrico disponible: capacidad final del sistema.
- Coste por uso del espectro: licencias de operación.
- Área de cobertura y densidad de clientes → cantidad de equipos necesarios.

- Alcance del sistema:
depende de la banda de frecuencias y de la zona climática.

- Coste de una estación base y coste marginal de los terminales de usuario.

- Costes iniciales de instalación y esfuerzos para planificar todo el sistema.

Coste

Tiempo

cable

radio

Coste incremental por usuario

Despliegue de estaciones base

Fuerte inversión inicial y costes no ligados con el aumento de clientes
