



IC323 Comunicación de Datos

Unidad N°3:

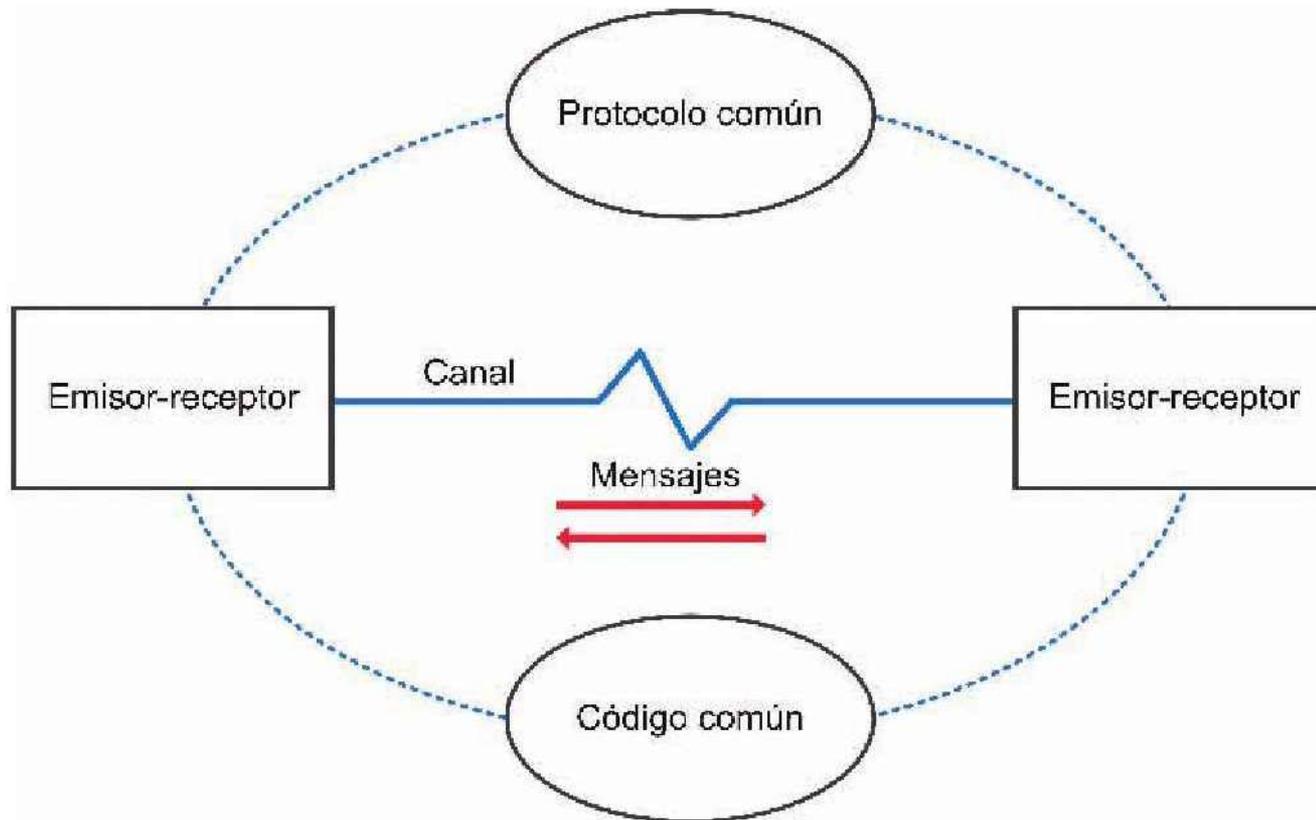
Propagación en Medios Guiados

Dr. Ing. Javier Ernesto Kolodziej
(*profesor responsable*)

Dr. Ing. Sergio Eduardo Moya
(*profesor adjunto*)

Ing. Luis Urbani
(*profesor jefe de trabajos prácticos*)

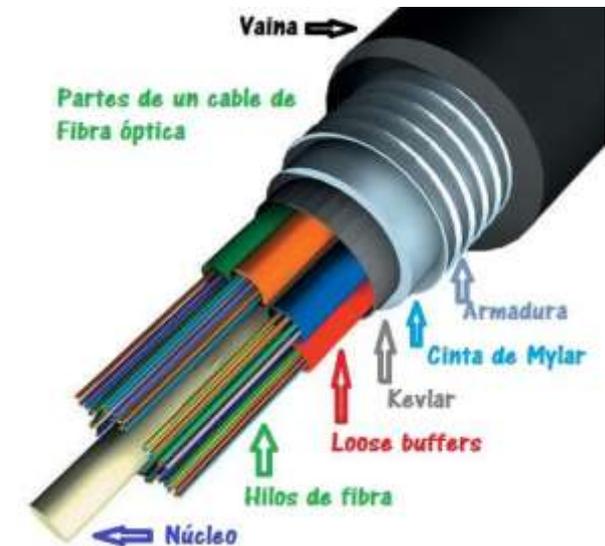
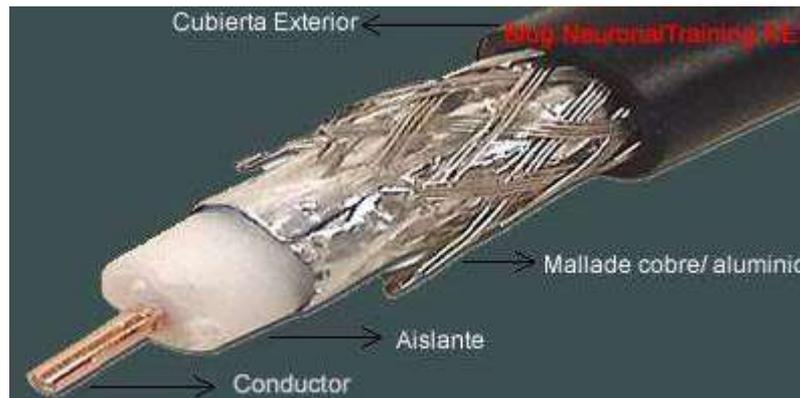
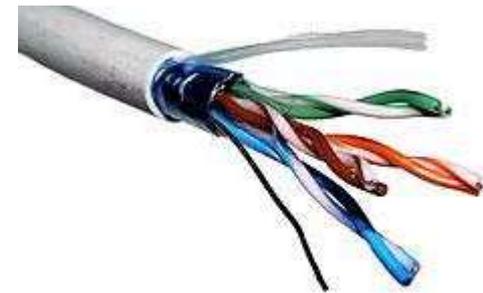
Medios de Transmisión



Elementos que intervienen en el proceso de comunicación.

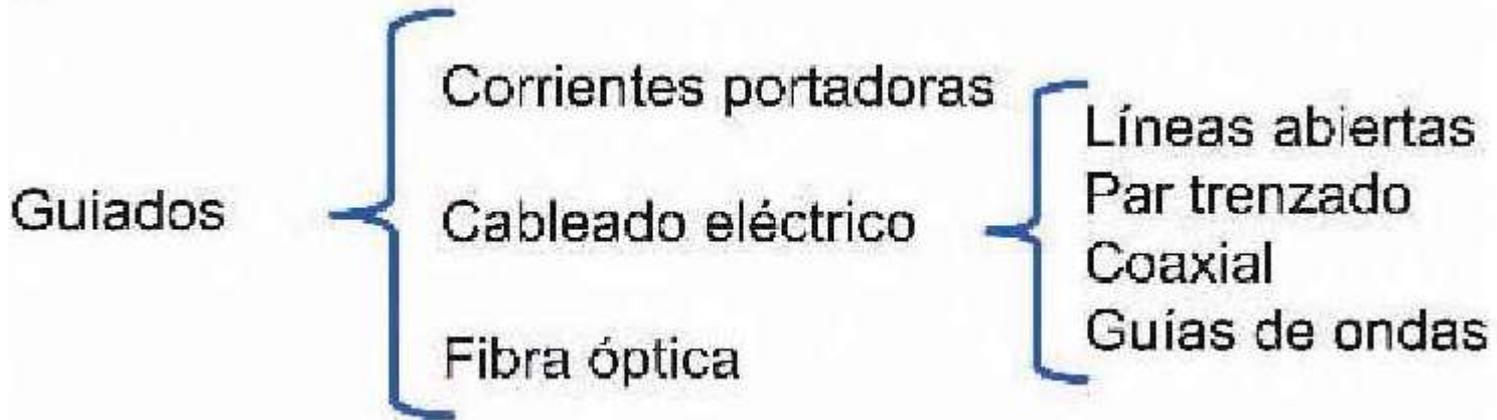
Medios guiados

- Proporcionan un conductor de un dispositivo al otro.
- La señal es dirigida y contenida por los límites físicos del medio
- Los tres principales son:
 - Par trenzado
 - Cable coaxial
 - Fibra Óptica



Clasificación General

- Una clasificación más amplia permite distinguir:

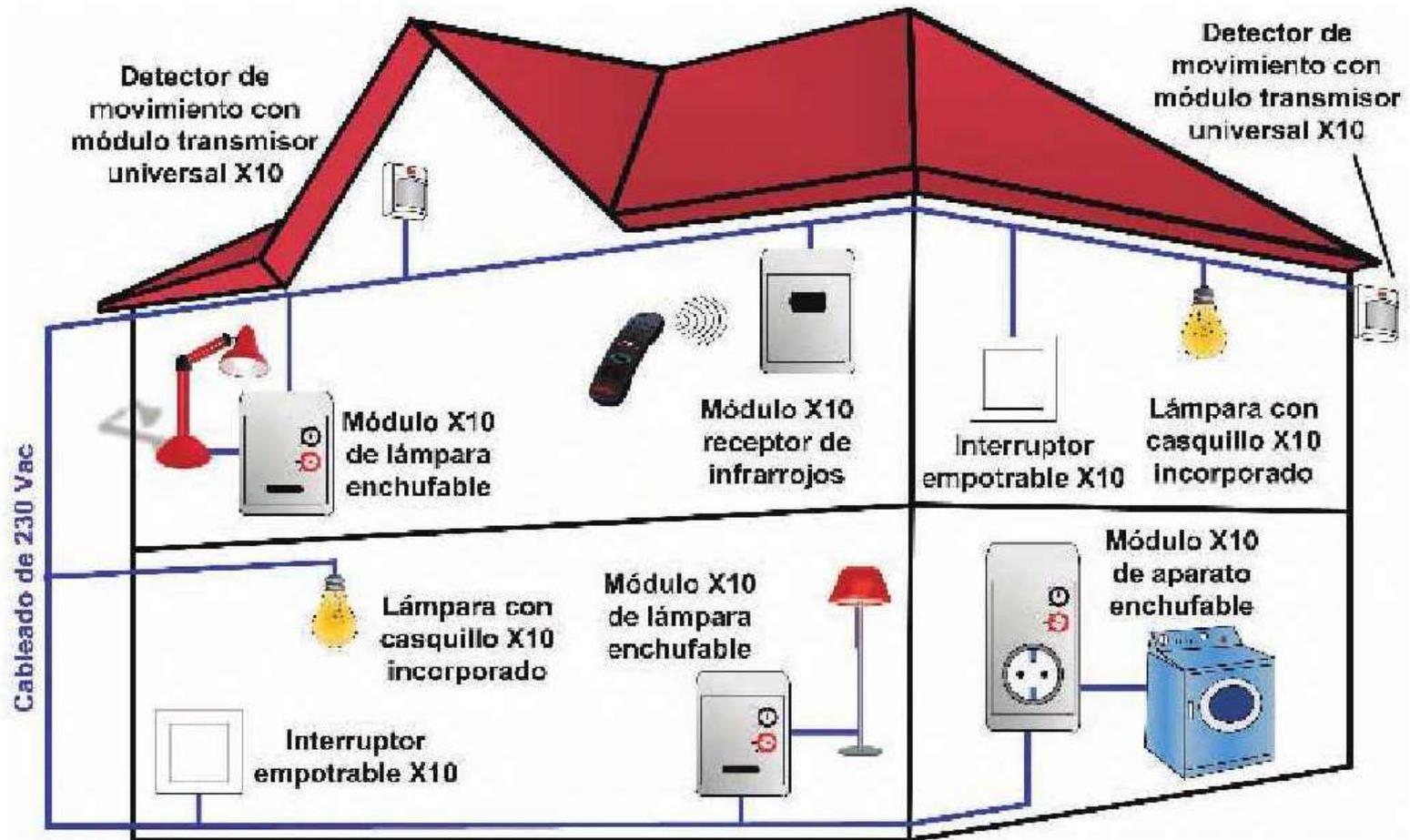


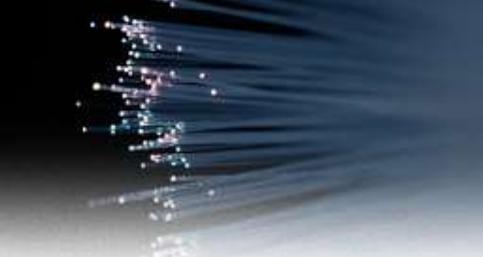


Corrientes Portadoras

- Se basa en la utilización de líneas de distribución (eléctricas o telefónicas) para transmitir información sin perjuicio de su uso original
- No son adecuadas para la transmisión de datos, pero son atractivas para cuando no se dispone de canalizaciones para cableado.
- Se utiliza modems PLC (powerline communications)
- Baja fiabilidad y capacidad de transmisión

Ejemplo: Domótica basada en el Protocolo X10





Cableado Eléctrico

- Se refiere a conductores metálicos (cobre principalmente)
- Se destacan:
 - **Líneas Abiertas**
 - **Par trenzado**
 - **Cable Coaxial**
 - **Guías de onda**
 - **Fibra Óptica**

Líneas Abiertas

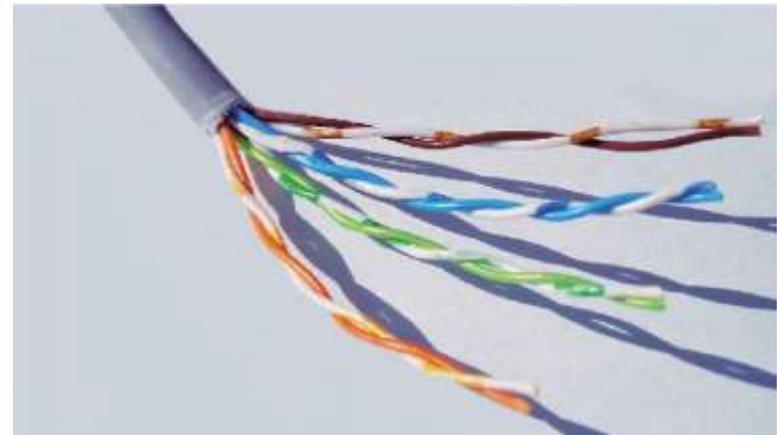
- Conjunto de cables monofilares dispuestos unos junto a otros.
- Aplicaciones de corto alcance y baja velocidad (<50m. <20Kbps)
- Ejemplos:
 - **Conexión de un módem con una computadora**
 - **Cable telefónico**
 - **Cable de conexión de disco duro IDE**

Efectos de Diafonía y EMI



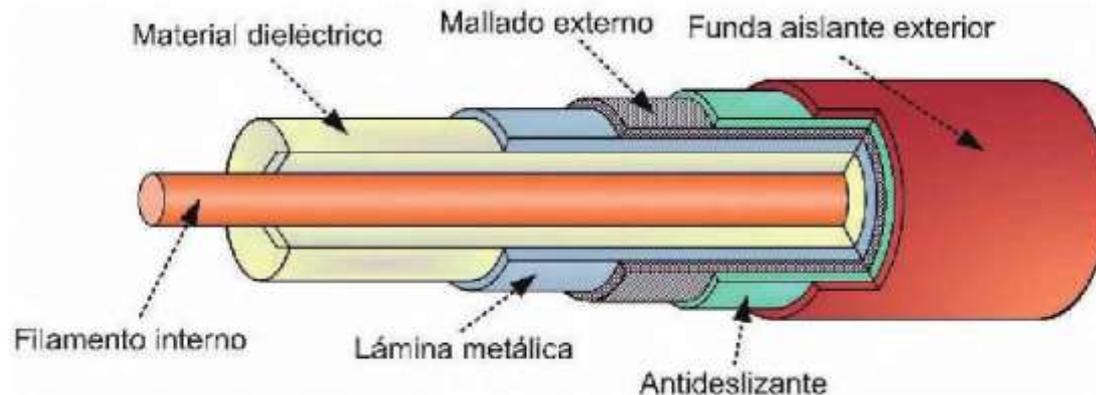
Par Trenzado

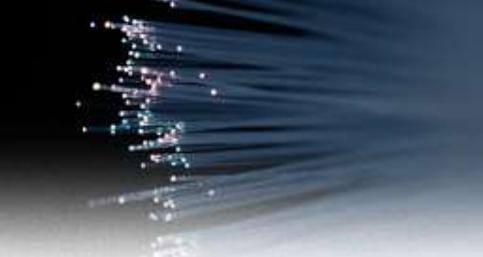
- Consiste en dos cables eléctricos que se trenzan o entrelazan para reducir el efecto EMI y diafonías.
 - Aplicaciones:
 - Red telefónica: desde el punto de acceso al usuario (PAU) y la central telefónica (bucle de abonado)
 - Redes de área local: Se utilizan 4 pares trenzados
 - Redes industriales. Algunas normas como la EIA-422, EIA-423 y EIA-485 (RS-485), basan su medio físico en un par trenzado
- PROFIBUS, CAN, KNX**



Cable Coaxial

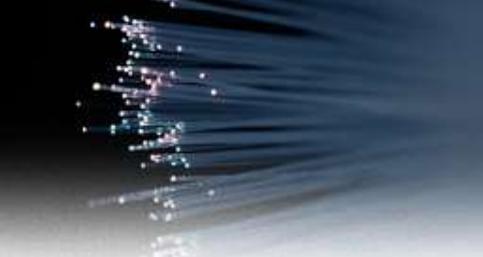
- De forma cilíndrica, dispone de un conductor central (conductor vivo), rodeado de una malla o blindaje. Estos se encuentran separados por un aislante.
- Mejora las prestaciones electromagnéticas del par trenzado, permitiendo altas velocidades de transmisión e inmunidad a las interferencias.





Cable Coaxial

- Aplicaciones más populares:
 - **Distribución de señal de televisión (de la antena al receptor o decodificador)**
 - **Circuitos cerrados de televisión (CCTV) o televisión por cable (CATV)**
 - **Tecnología cable-módem: para servicios convergentes de internet, TV y telefonía.**
 - **Entre emisoras y antenas (ejemplo: antena externa WiFi)**



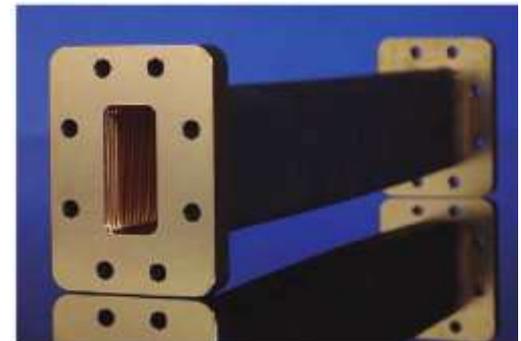
Cable Coaxial

- No todos los cables coaxiales son iguales. Existen diferentes dimensiones e impedancias características (estandarizados), dependiendo de la aplicación

Tipo	Impedancia	Uso
RG-8	50 ohmios	10Base5
RG-11	50 ohmios	10Base5
RG-58	50 ohmios	10Base2
RG-62	93 ohmios	ARCnet
RG-75	75 ohmios	CTV (Televisión)

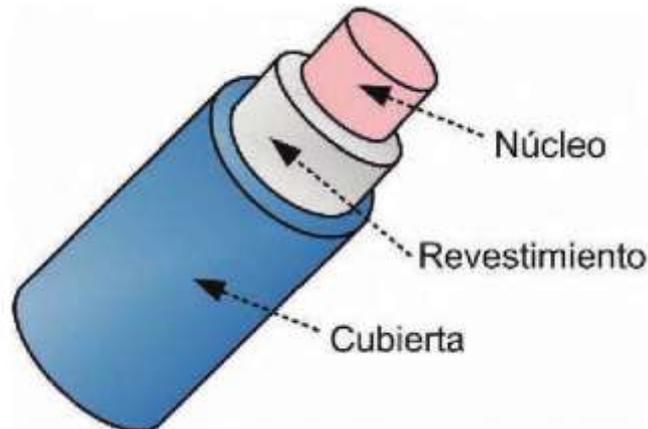
Guías de Ondas

- Definición: cualquier estructura física que guía ondas electromagnéticas
- Tubo hueco con sección rectangular, elíptica o circular y cuyas dimensiones transversales permiten que las ondas electromagnéticas se propaguen dentro.
- Las paredes son conductoras y las ondas EM se propagan en el dieléctrico que hay en el interior
- En la banda SHF (microondas), de 3 a 30 Giga Hertz



Fibra Óptica

- Confina un haz de luz en su interior y se propaga por sucesivas reflexiones.
- Está compuesta por:
 - Núcleo, donde se conduce la señal luminosa.
 - Revestimiento, cuya función es confinar el haz de luz. Presenta un índice de refracción menor que el núcleo.
 - Cubierta, protege el núcleo y revestimiento de daños mecánicos.





Comparativa de las distintas tecnologías

Tipo de cableado	Velocidad	Longitud máxima	Coste
Par trenzado (Categoría 5)	10-100 Mbps	100 metros	Bajo
Coaxial fino	10 Mbps	200 metros	Bajo
Coaxial grueso	10 Mbps	500 metros	Alto
Fibra óptica	+2 Gbps	2 kilómetros	Alto

Esquema de comunicación diferencial

Señal de información: $V_{\text{información}}(t) = V_A(t) - V_B(t)$

Señal de ruido: $N(t)$

Tensión en el conductor A en presencia de ruido:

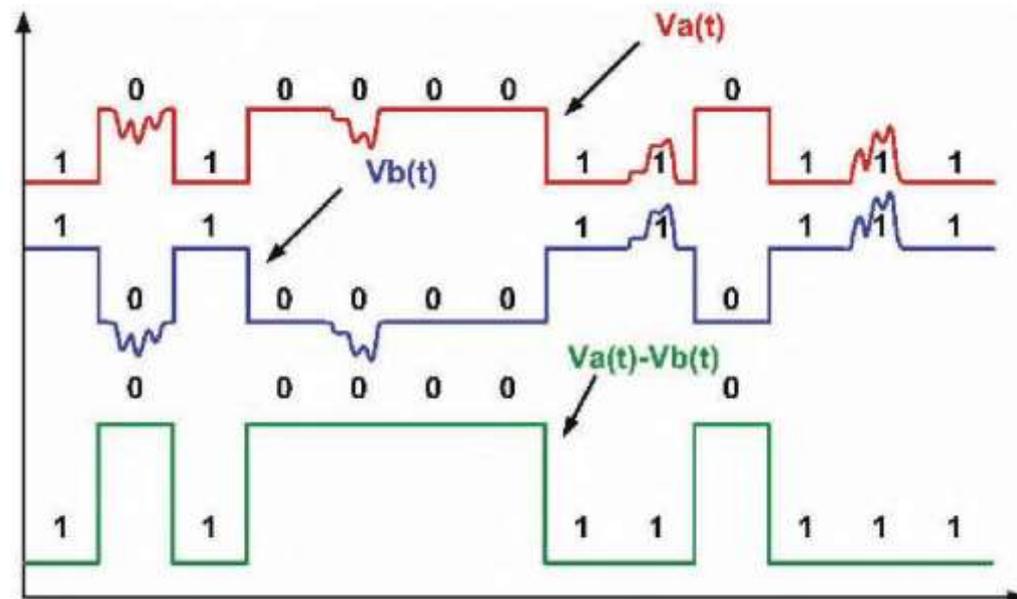
$$V_{A'} = V_A(t) + N(t)$$

Tensión en el conductor B en presencia de ruido:

$$V_{B'} = V_B(t) + N(t)$$

Señal de información en presencia de ruido:

$$\begin{aligned} V_{\text{inf_con_ruido}}(t) &= V_{A'}(t) - V_{B'}(t) = V_A(t) + \\ &+ N(t) - [V_B(t) + N(t)] = V_A(t) - V_B(t) \end{aligned}$$





Tipos de Cables de Par trenzado

- UTP (unshielded twisted pair, par trenzado sin apantallar),
- STP (shielded twisted pair, par trenzado apantallado)
- FTP (foiled twisted pair, par trenzado con pantalla global).



Cable Coaxial vs. Guía de Ondas

- Ambos son líneas de transmisión
- Es decir, tienen una estructura constructiva (materiales y geometría) que permite un transporte eficiente de la energía de RF
- El cable coaxial está diseñado para radiofrecuencia (50 Mhz a 1Ghz)
- La guía de onda para microondas (100MHz a 300GHz)
- Otra cuestión a tener en cuenta es la distancia. En los cables coaxiales, a mayor diámetro, menor atenuación (generalmente se asocia a la flexibilidad)

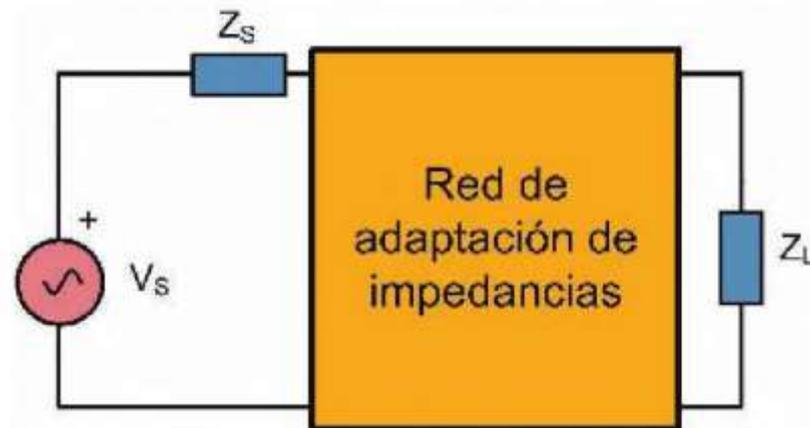


Cable Coaxial vs. Guía de Ondas

- Las guías de onda generalmente se usan para conectar transmisores con antenas o receptores con antenas.
- Existen rígidas y flexibles, pero generalmente se utilizan rígidas, dejando las flexibles para algunas conexiones (introducen mayores pérdidas)

Adaptación de Impedancia

- Con el objeto de contribuir a la máxima transmisión de potencia o tensión, existe la necesidad de adaptar las impedancias de los subsistemas.
- Existen dos tipos:
 - Las que persiguen alcanzar la máxima transferencia de potencia
 - Las que persiguen alcanzar la máxima transferencia de tensión



Adaptación de impedancias

- Cuando existe desadaptación de impedancias, se producen reflexiones de la potencia entregada por la fuente a la carga, que pueden dañar la fuente.
- Para que la máxima transferencia de potencia tenga lugar, la impedancia de la fuente y la impedancia de la carga deben ser complejas conjugadas

$$Z_L = Z_S^* \begin{cases} |Z_L| = |Z_S| \\ \theta_L = -\theta_S \end{cases}$$



Impedancia característica del cable coaxial

- En el mercado se encuentran cables de 50, 75 y 93 ohms
- Pero se normalizan en función de la aplicación, por ejemplo, en CATV, y recepción de radio y televisión, se emplean cables de 75 ohms.
- La impedancia característica no depende de la frecuencia ni de la longitud del cable
- La ROE (relación de ondas estacionarias) está relacionada con los máximos y mínimos de tensión que se producen en las líneas de transmisión. Coincide con la relación que existe entre la impedancia característica de la línea y la conectada
- La ROE mide desadaptación de impedancia



Impedancia de Transferencia o Apantallamiento

- La impedancia de transferencia o apantallamiento es una medida de la eficiencia del blindaje del conductor externo del cable coaxial.
- Se expresa en ohms por metro
- Cuanto mayor es su valor, peor es el rendimiento del apantallamiento, es decir, es más susceptible frente a interferencias externas y produce radiaciones al exterior.