

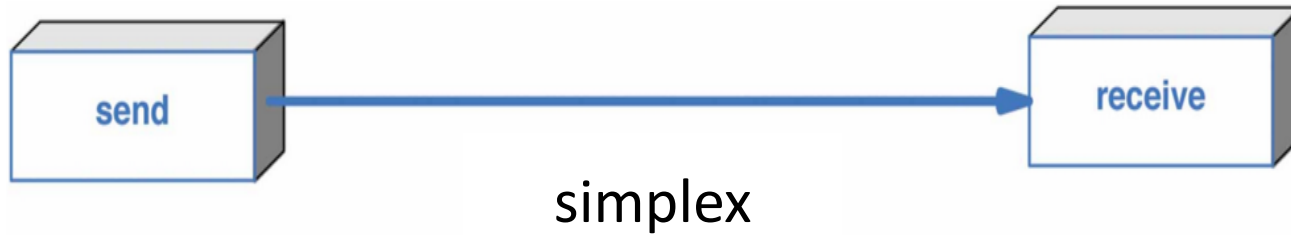
# COMUNICACIÓN

Es la transmisión de información desde una Fuente a un Destino a través de algún medio físico.

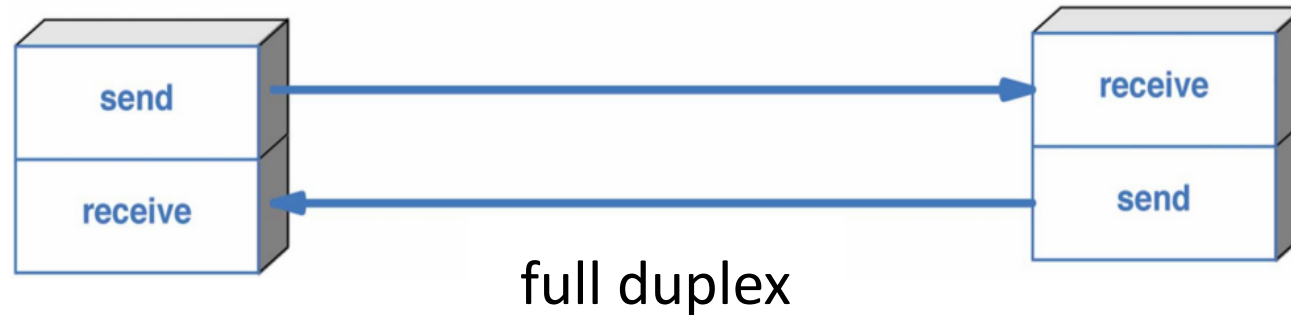
Se utilizan sistemas electrónicos denominados Transmisor y Receptor para que la información pueda enviarse por determinado medio físico.



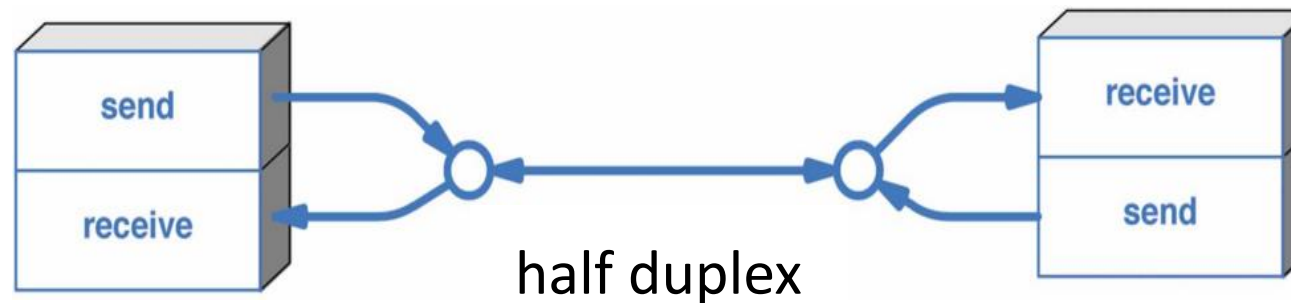
# Modos de Transmisión entre 2 puntos



**Simplex:**  
1 canal  
unidireccional



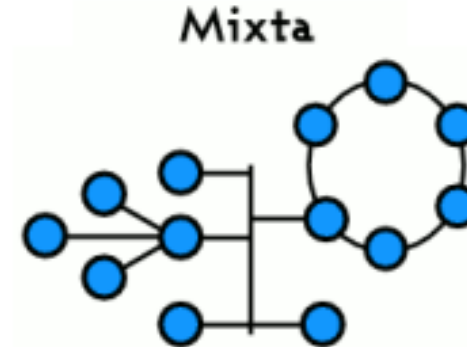
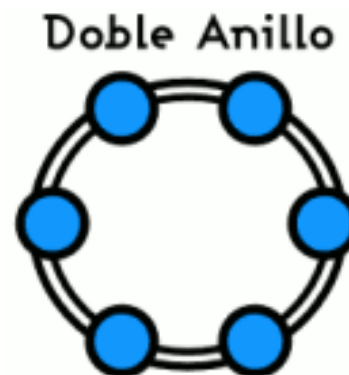
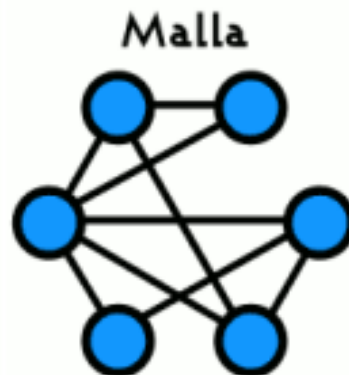
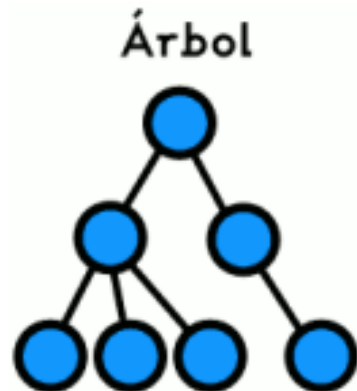
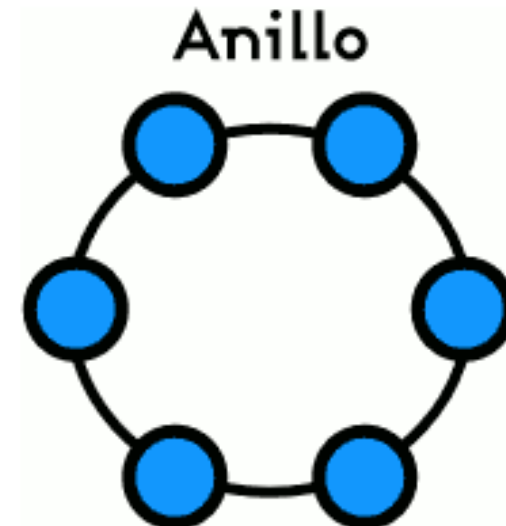
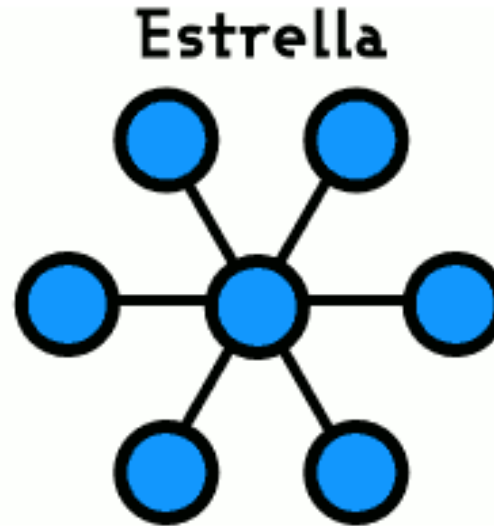
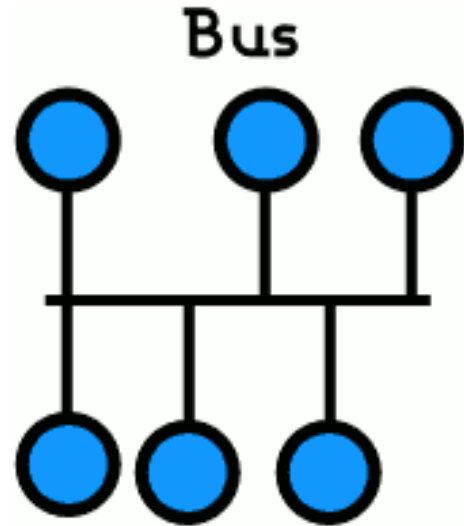
**Full duplex:**  
2 **canales** unidireccionales  
Conjunto bidireccional



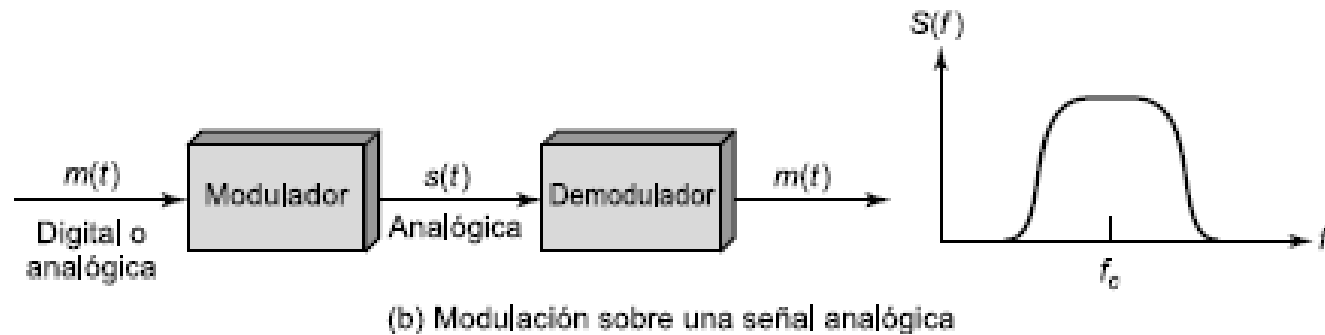
**Half Duplex:**  
1 **canal** bidireccional

# Modos de Transmisión entre más de 2 puntos

## Topologías de Red



# Modulación y Codificación



- **Datos digitales, señales digitales:** Simple.
- **Datos analógicos, señales digitales:** La información no se degrada en el medio. Pero introduce **cuantización** y **latencia**.
- **Datos digitales, señales analógicas:** Para propagar por determinados medios (aire, vacío).
- **Datos analógicos, señales analógicas:** Los datos analógicos se pueden transmitir fácil y económicamente en banda base (voz por líneas telefónicas antiguas).

# Codificación de señales digitales

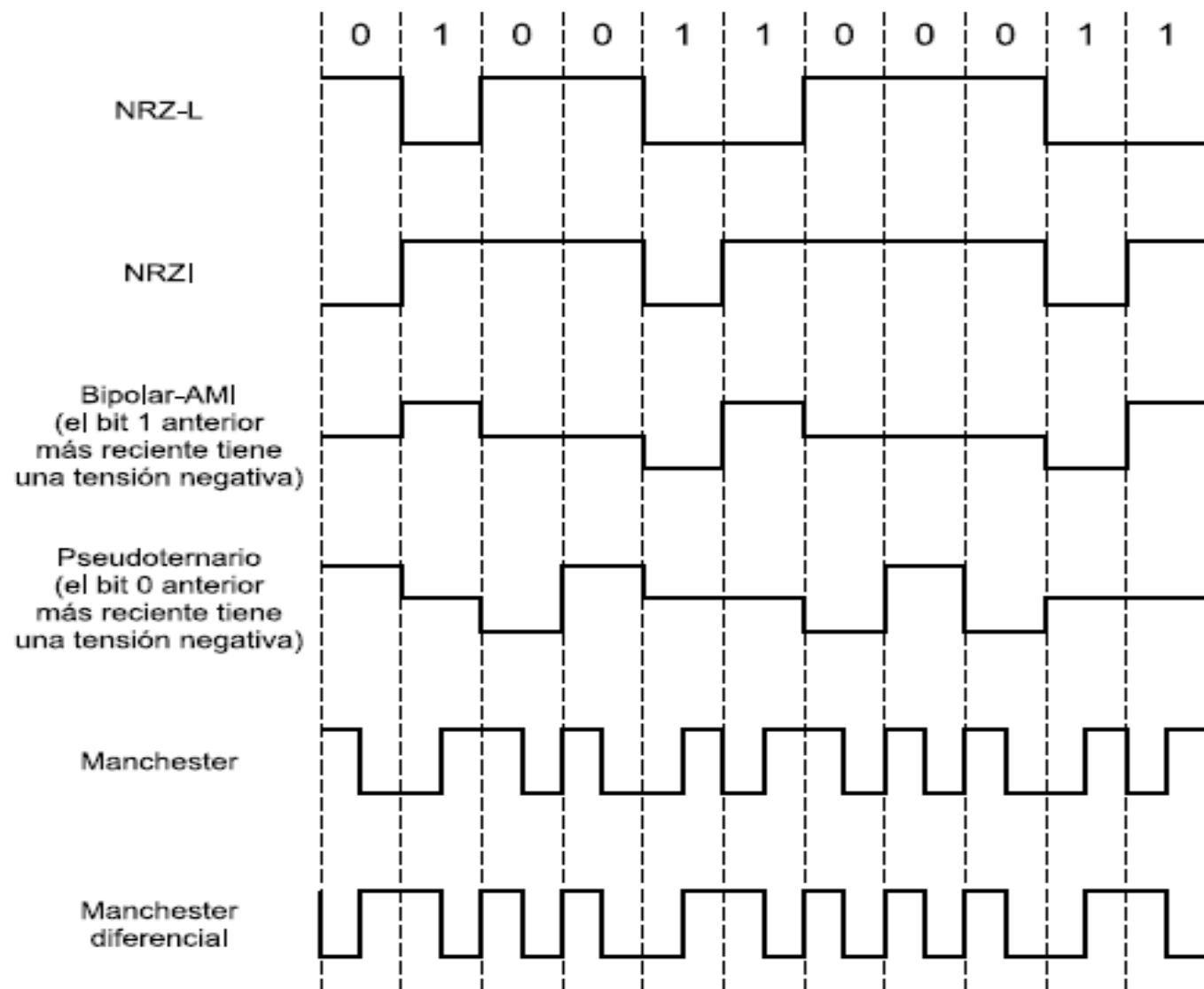


Figura 5.2. Formatos de codificación utilizando señales digitales.

**NRZ-L:** No retorno a cero

0 – alto

1 – bajo

**NRZ-I:** No retorno a cero Invertido

0 – bajo

1 – alto

**Bipolar AMI**

0 – No hay señal

1 – Nivel alternante

**Pseudoternario**

0 – Nivel alternante

1 – No hay señal

**Manchester**

0 – Flanco de bajada en mitad del intervalo

1 – Flanco de subida en mitad del intervalo

**Manchester Diferencial**

Siempre hay transición en mitad del intervalo, y

0 – Agrega transición al inicio del intervalo

1 – No agrega transición

# Modulación de señales analógicas – modulación de **amplitud** (AM)

El propósito es transmitir información contenida en una señal **m(t)** utilizando una señal auxiliar denominada portadora o *carrier* **c(t)**. Se modificará la amplitud de c(t) copiando la forma de la señal **m(t)**. Se dice que **m(t) modula en amplitud a c(t)**. Vamos a demostrar que la señal resultante **s(t)**, modulada en amplitud, contiene la información de m(t) pero colocada en un rango de frecuencia alrededor de c(t). Así, eligiendo la frecuencia de c(t) se elige el **canal** de transmisión de la información.

Para la demostración utilizaremos una m(t) cosenoidal, pero las conclusiones podrán extrapolarse a cualquier m(t)

Expresión de la portadora

$$c(t) = A_c \cos(2\pi f_c t) \quad [1]$$

Expresión de la moduladora (cosenoidal)

$$m(t) = A_m \cos(2\pi f_m t) \quad [2]$$

Expresión de la señal modulada en amplitud

$$s(t) = A_s(t) \cdot \cos(2\pi f_c t) \quad [3]$$

donde la amplitud  $A_s(t)$  sigue la forma

$$A_s(t) = A_c + k \cdot m(t) \quad [4]$$

que con la m(t) cosenoidal resulta

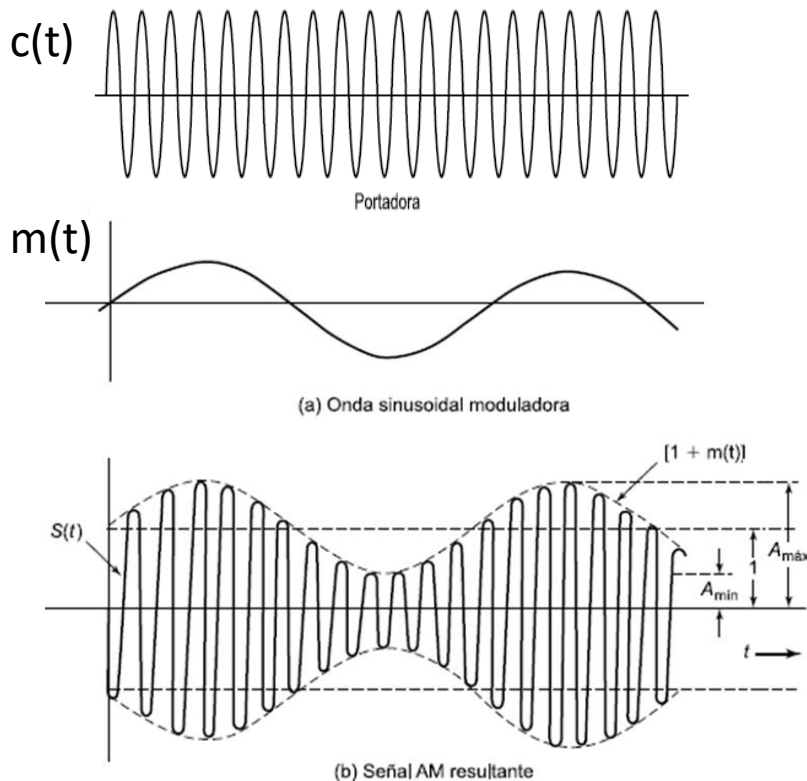
$$A_s(t) = A_c + k \cdot A_m \cos(2\pi f_m t) \quad [5]$$

Con [5] en [3] resulta  $s(t) = A_c \cos(2\pi f_c t) + k \cdot A_m \cos(2\pi f_c t) \cos(2\pi f_m t)$  [6]

El primer término es c(t), y el segundo es un producto de 2 cosenos que, por la identidad trigonométrica  $\cos(a) \cdot \cos(b) = \frac{1}{2} \cdot [\cos(a + b) + \cos(a - b)]$  [7]

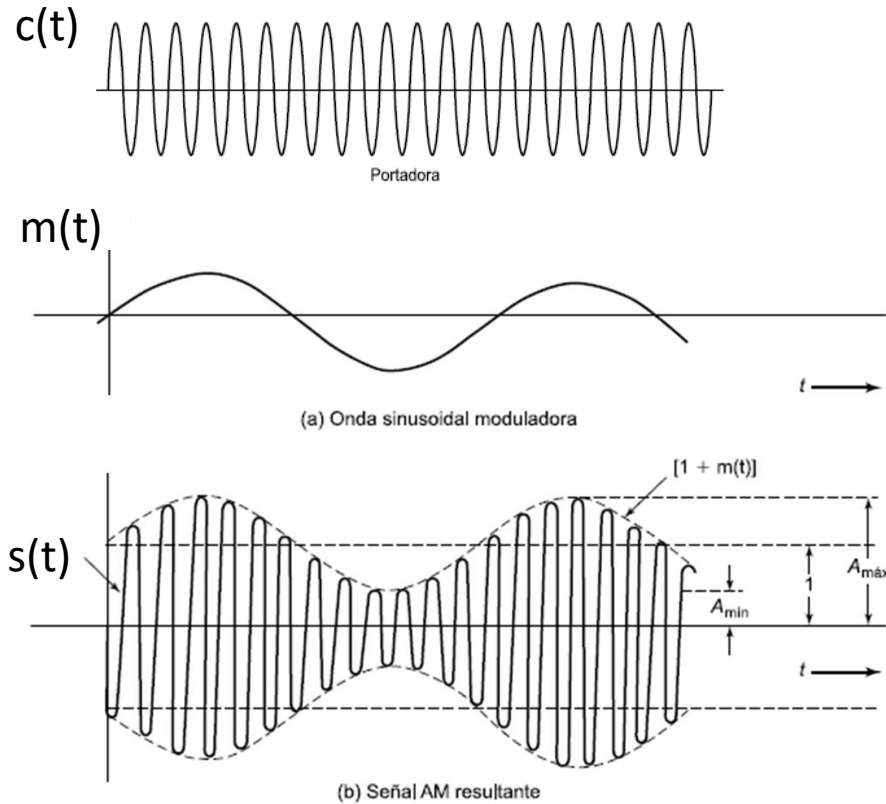
resulta  $s(t) = c(t) + k \cdot A_m \frac{\cos[2\pi(f_c + f_m)t] + \cos[2\pi(f_c - f_m)t]}{2}$  [8]

$$s(t) = c(t) + \frac{k \cdot A_m}{2} \cos[2\pi(f_c + f_m)t] + \frac{k \cdot A_m}{2} \cos[2\pi(f_c - f_m)t] \quad [9]$$



# AM : ubicación espectral de la señal modulada

## Dominio del Tiempo



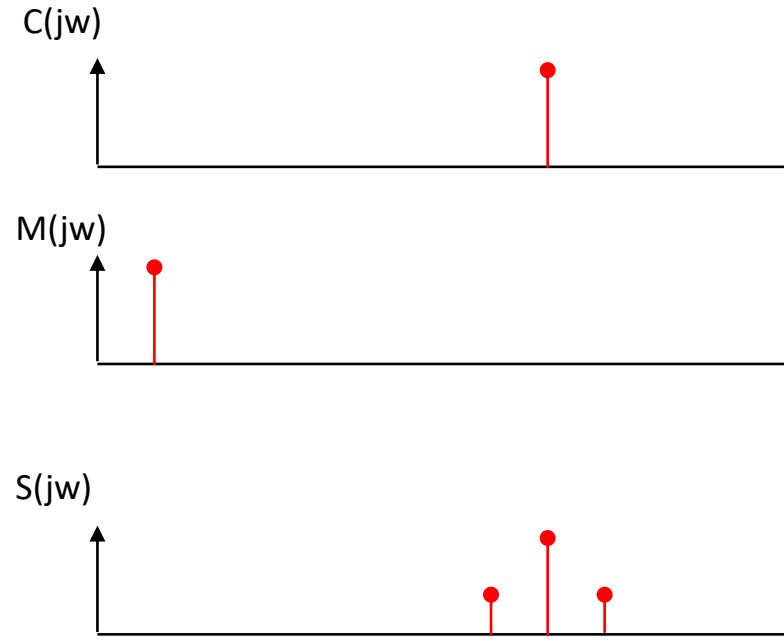
Definiendo **Índice de Modulación de amplitud**

La  $E_c$  [8] puede escribirse como:

$$n_a = \frac{k \cdot A_m}{A_c}$$

$$s(t) = [1 + n_a \cos(2\pi f_m t)] \cdot A_c \cos(2\pi f_c t)$$

## Dominio de la Frecuencia

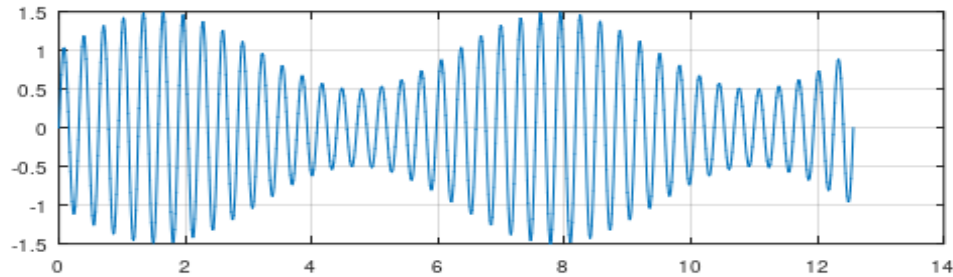


Resultado: La modulación ubica la información en un rango de frecuencia centrado en la portadora

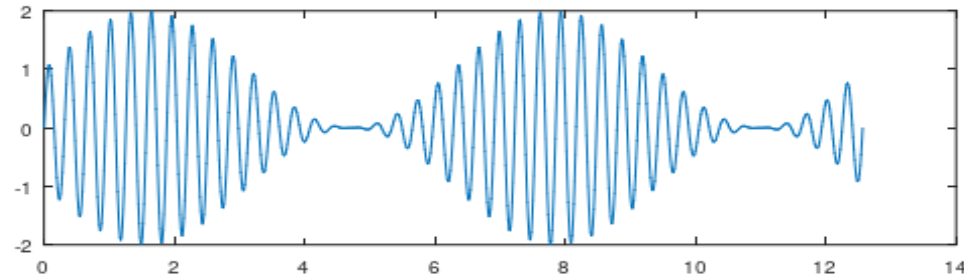
# AM: cambio en el índice de modulación

Dominio del Tiempo

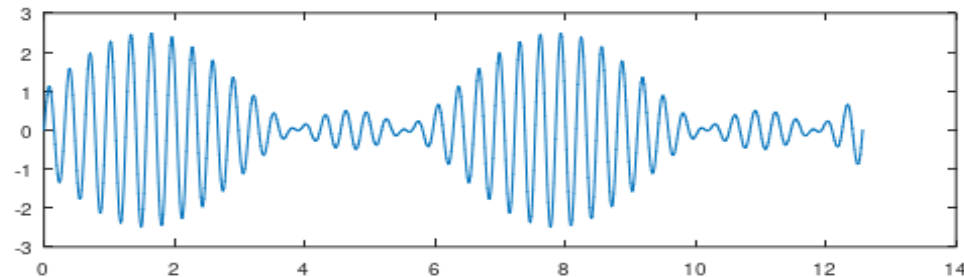
na=0,5



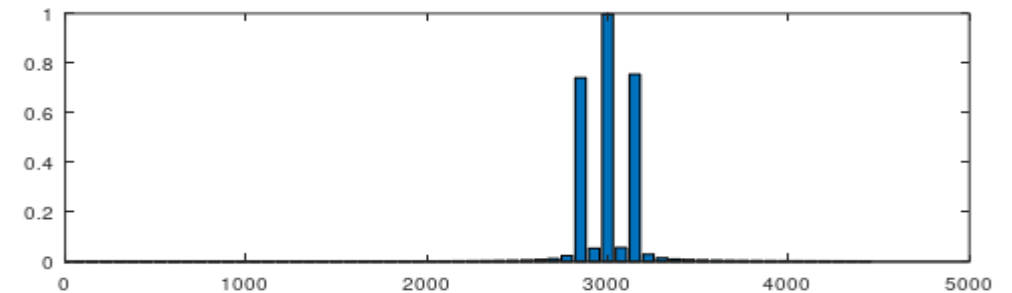
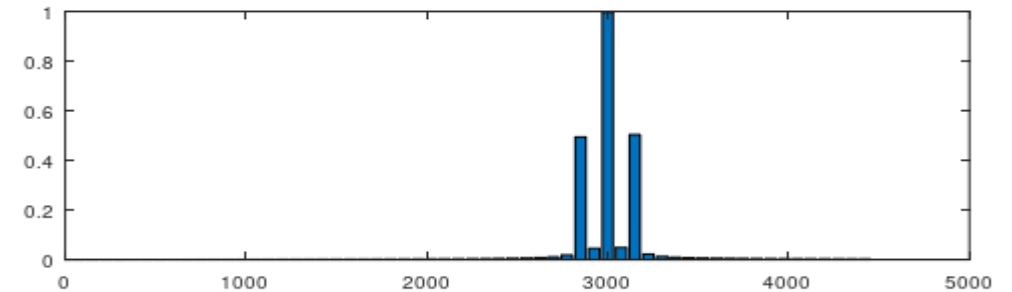
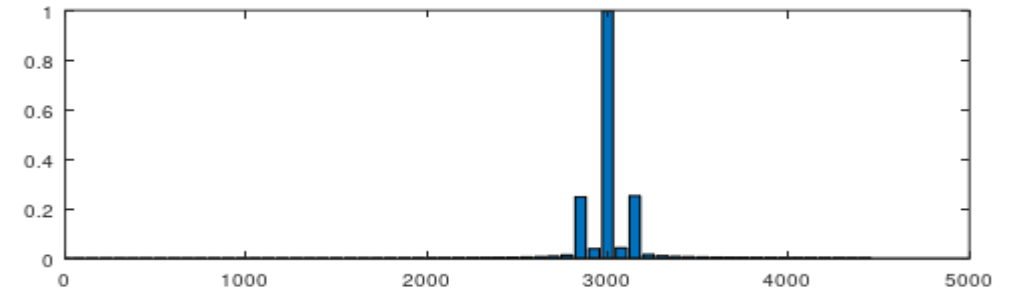
na=1



na=1,5

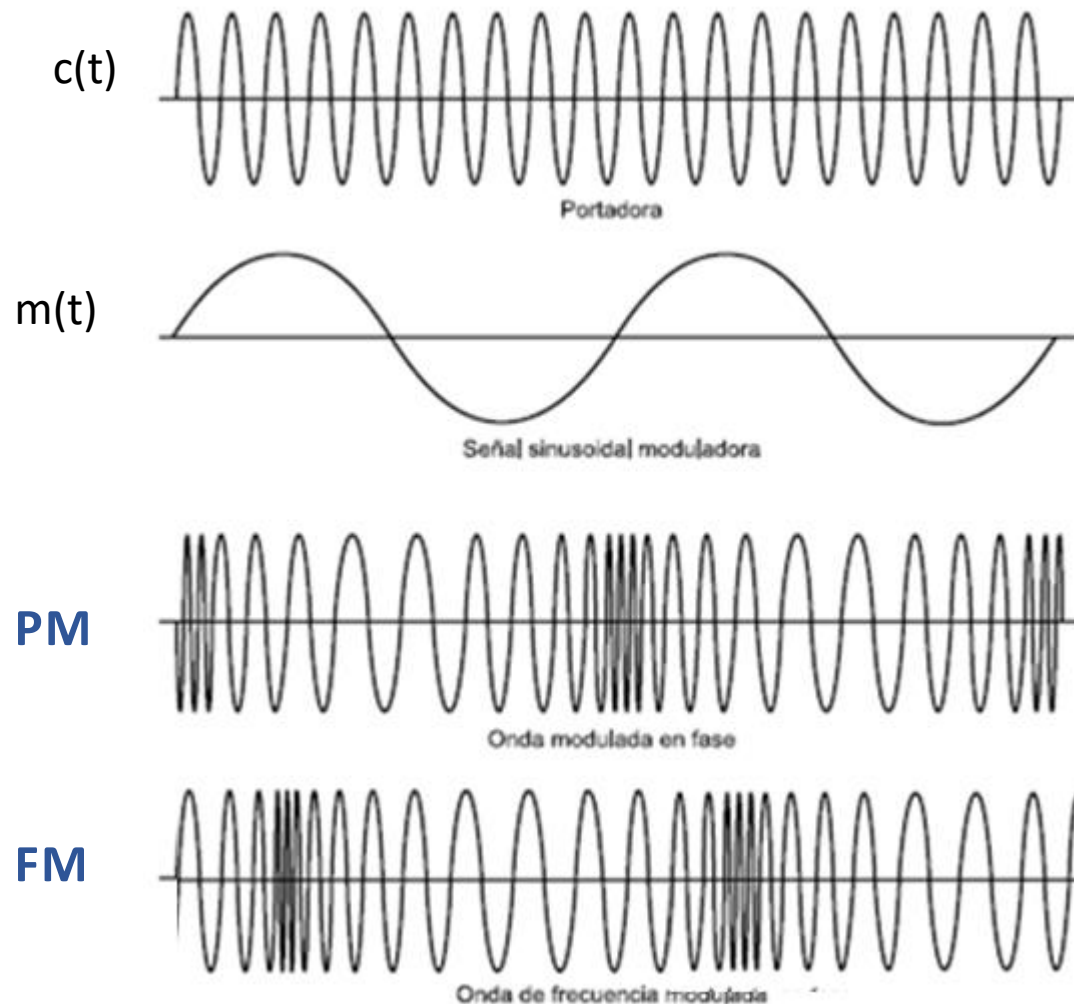


Dominio de la Frecuencia





# Modulación **angular** de señales analógicas – PM y FM



Modulación Angular  $s(t) = A_c(t) \cdot \cos[2\pi f_c t + \theta(t)]$

**PM**

$$\theta(t) = n \cdot m(t)$$

$$s(t) = A_c(t) \cdot \cos[2\pi f_c t + n \cdot m(t)]$$

frecuencia angular instantánea  $\omega_i$ :  $\omega_c + n \cdot m'(t)$

**FM**

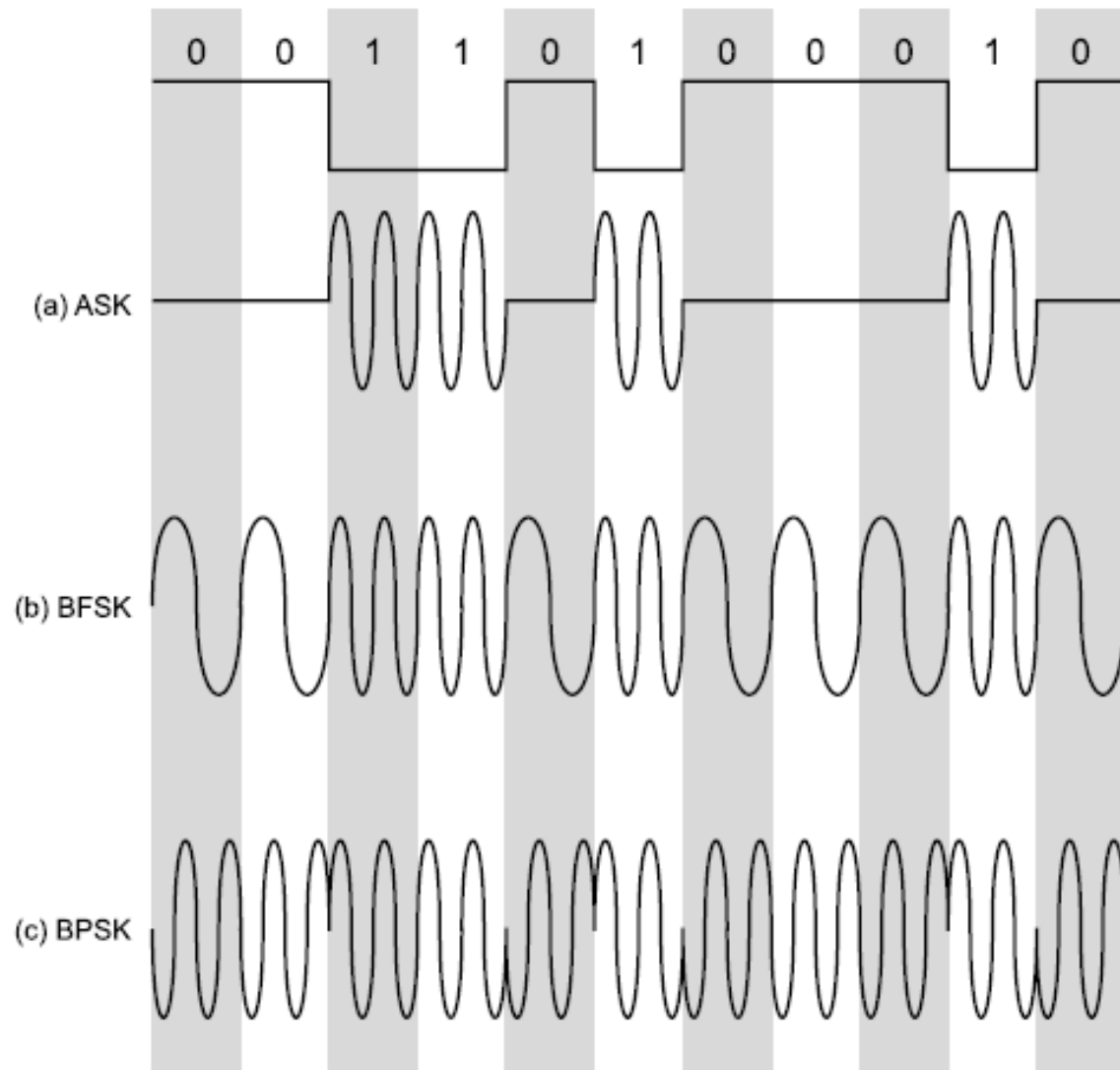
$$\frac{d\theta(t)}{dt} = n \cdot m'(t)$$

$$\theta(t) = n \cdot \int m(t) dt$$

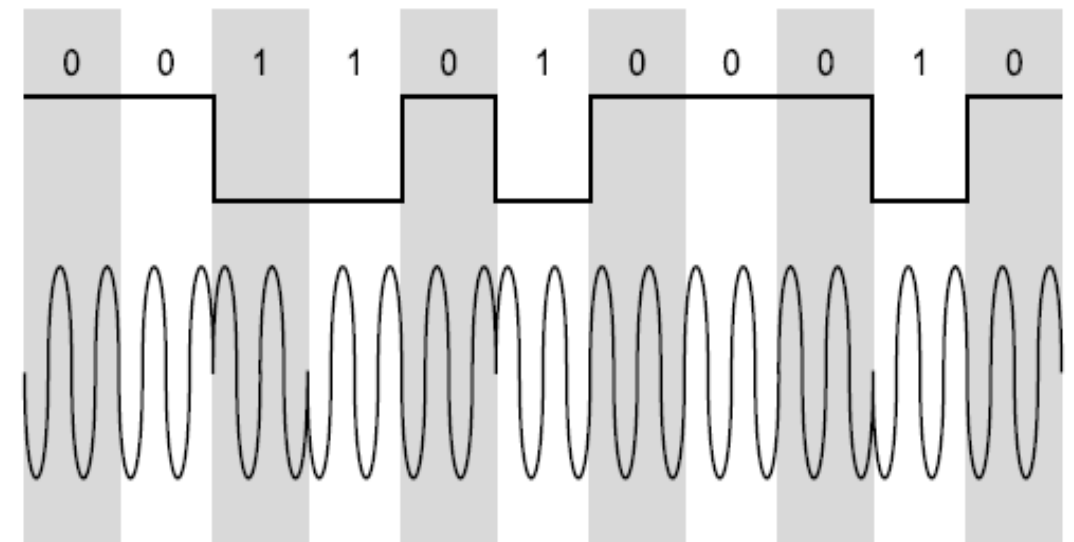
$$s(t) = A_c(t) \cdot \cos \left[ 2\pi f_c t + n \cdot \int m(t) dt \right]$$

frecuencia angular instantánea  $\omega_i$ :  $\omega_c + n \cdot m'(t)$

# Modulación de señales digitales



DPSK



# El Medio Físico: Par trenzado, cable coaxial, fibra óptica...

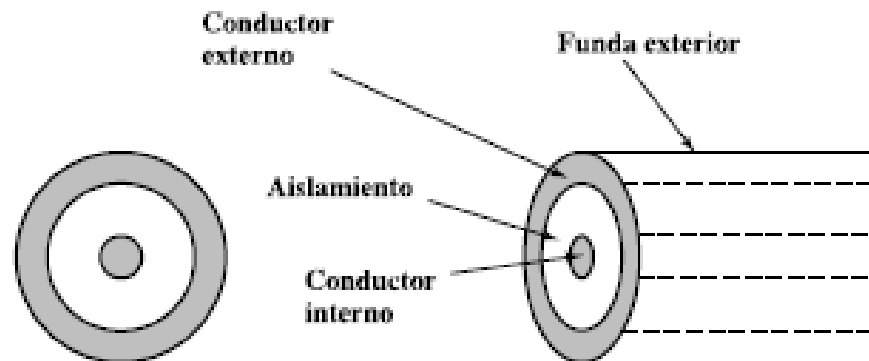
Indicador de capacidad de un medio: producto distancia-ancho de banda

## PAR TRENZADO

- Aislado independiente
- Trenzado conjuntamente
- A veces «embutido» en un cable
- Normalmente se instala en los edificios en construcción

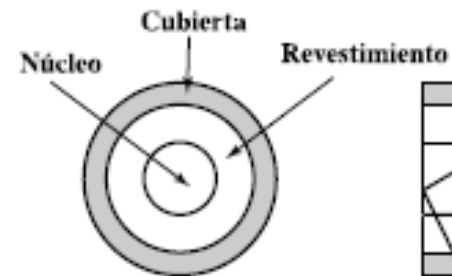


## CABLE COAXIL

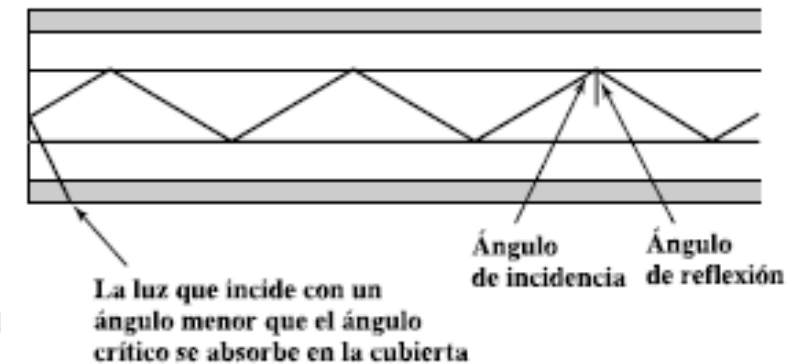


- El conductor externo forma una malla de protección
- El conductor interno es un metal sólido
- Separados por material aislante
- Cubiertos por material de relleno

## FIBRA ÓPTICA



- Núcleo de cristal o plástico
- Diodo emisor o láser
- Cubierta de diseño especial
- Tamaño y peso reducidos



(c) Fibra óptica

# El Medio Físico: Par trenzado

**UTP**



**FTP**



**STP**



**SFTP**



Económico

Admite diferentes topología (bus, anillo etc)

Robusto

Fácil de instalar y mantener

Ancho de banda hasta 1Gbps

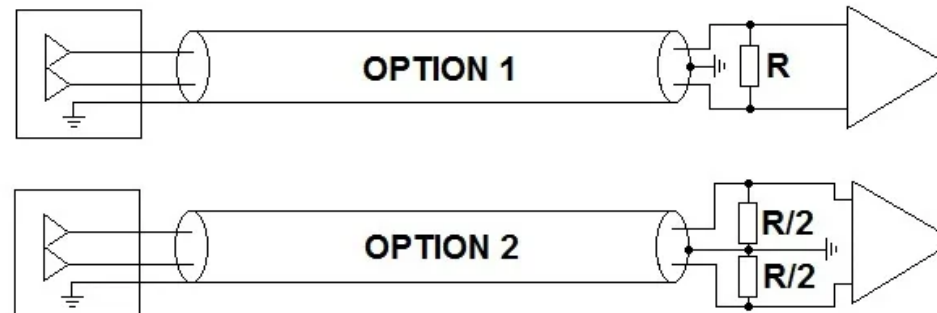
Distancia cercana a 1km sin retransmisión

Requiere adaptación de impedancia

Sensible a interferencias

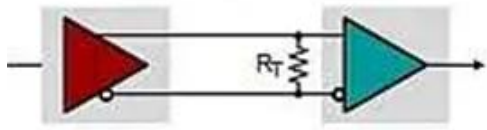
Puede introducir interferencias

adaptación de impedancia

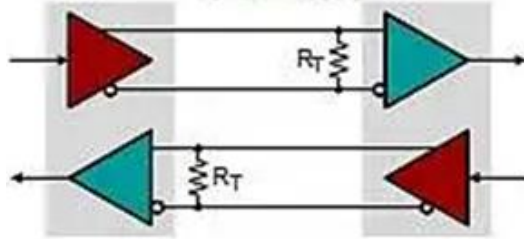


# Par trenzado: Topologías cableadas

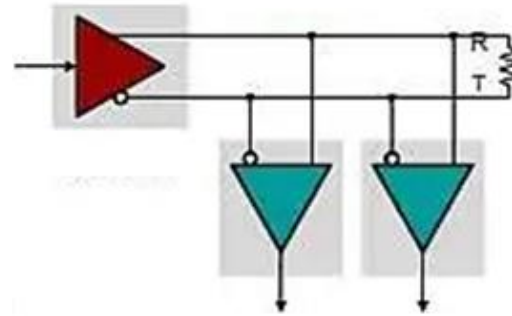
Punto a punto  
unidireccional



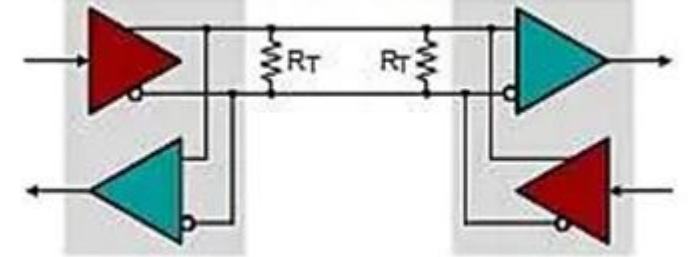
Punto a punto  
bidireccional (full dúplex)



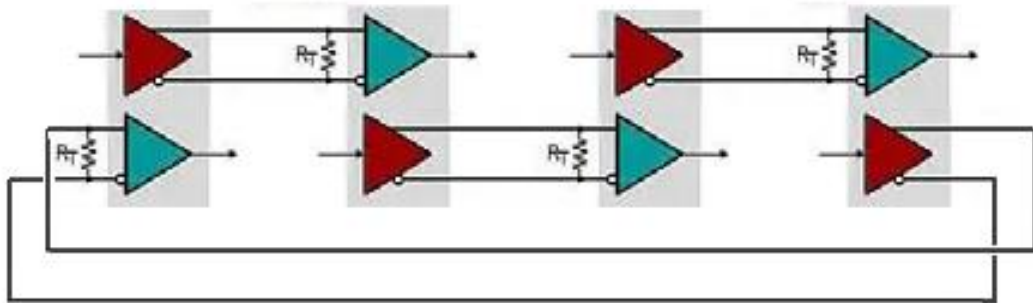
Multidrop



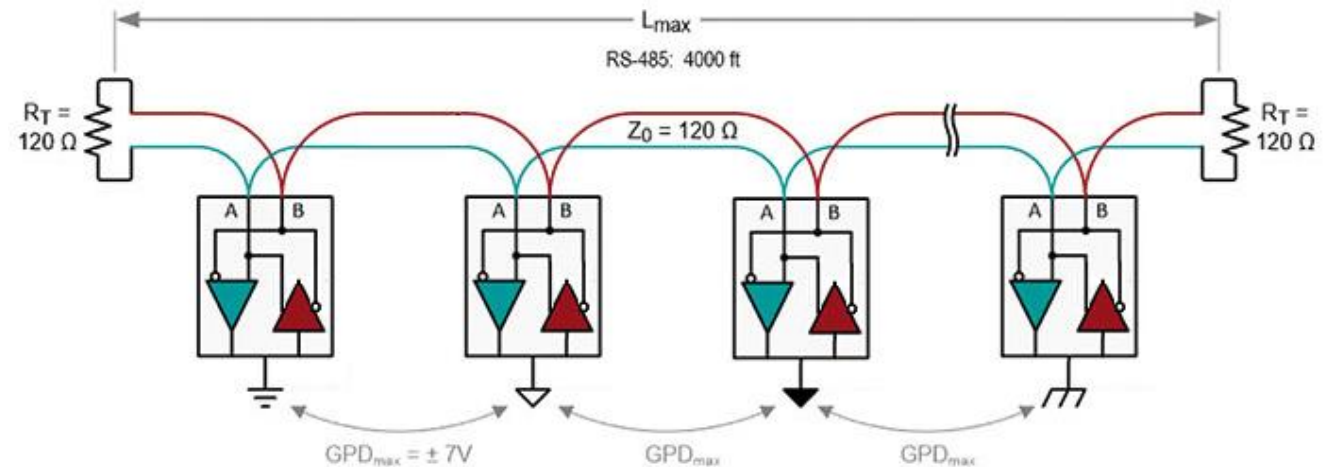
Punto a punto  
bidireccional (half dúplex)



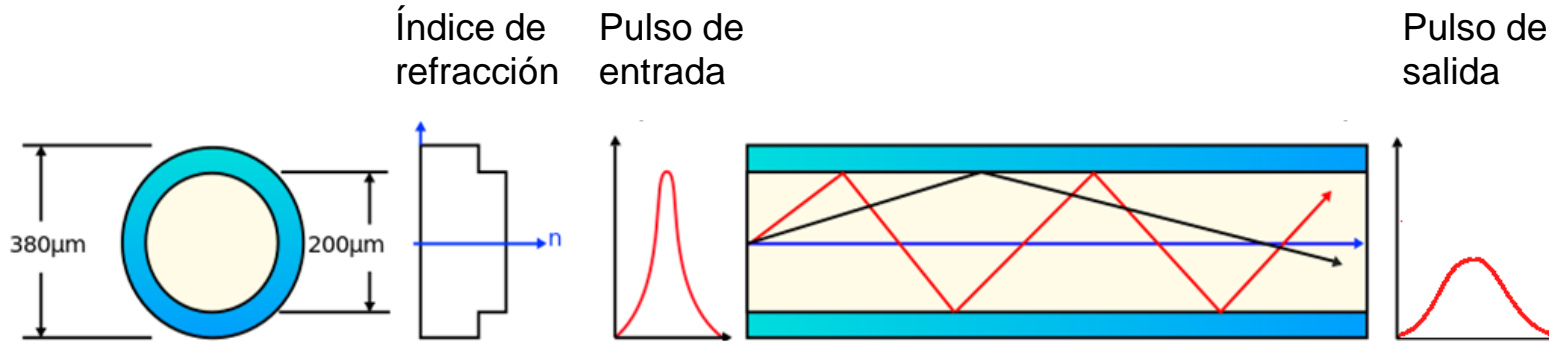
Anillo



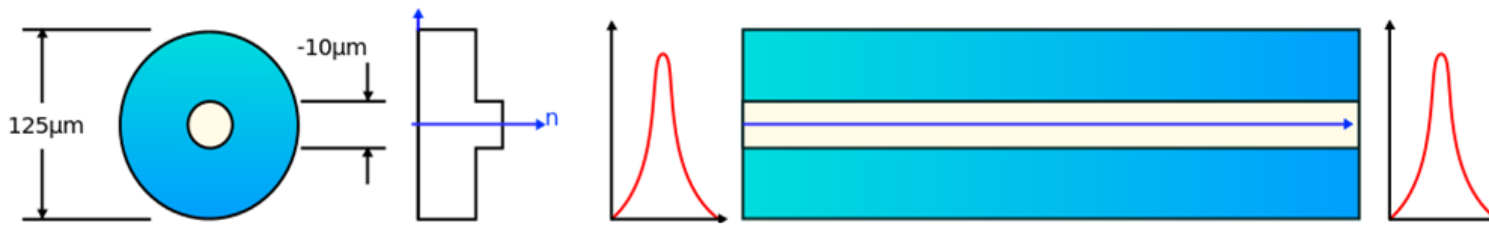
Bus



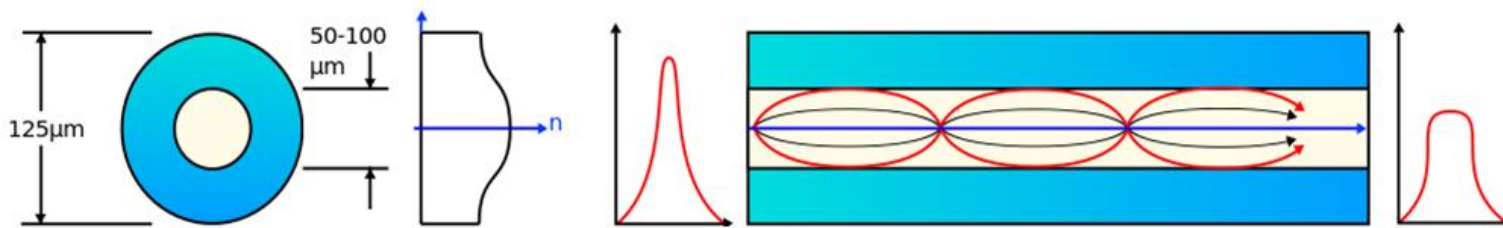
# El Medio Físico: Fibra Óptica



Fibra Multimodo: La luz se propaga en varios modos  $\rightarrow$  Mayor dispersión (menos BW)



Fibra Monomodo: La luz se propaga en un solo modo  $\rightarrow$  Mayor BW, requiere más sensibilidad



Fibra de Índice Gradual: Menos dispersión que la multimodo.

## Ventajas de la FO

- Ancho de banda decenas de Gbps
- Distancia centenar de kms sin retransmisión
- Liviana y de muy poca sección
- Segura. (difícil de intervenir)
- Inmune a interferencias
- No produce interferencias.
- Muy baja atenuación
- WDM hasta 160 canales
- Topología: PTP o anillo
- Diagnóstico de zona de corte por tiempo de propagación

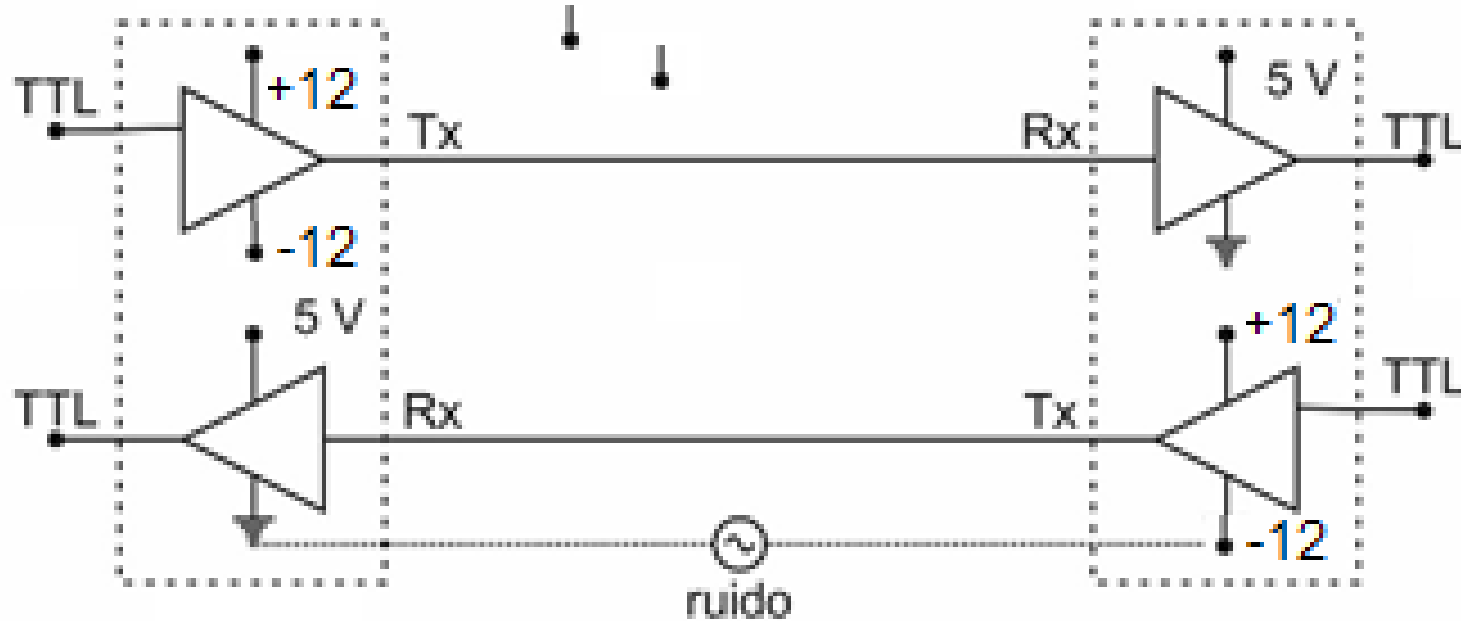
## Desventajas de la FO

- Mayor costo
- Requiere instrumental especial
- Sensible a quiebres

WDM: *Wavelength Division Multiplexing*

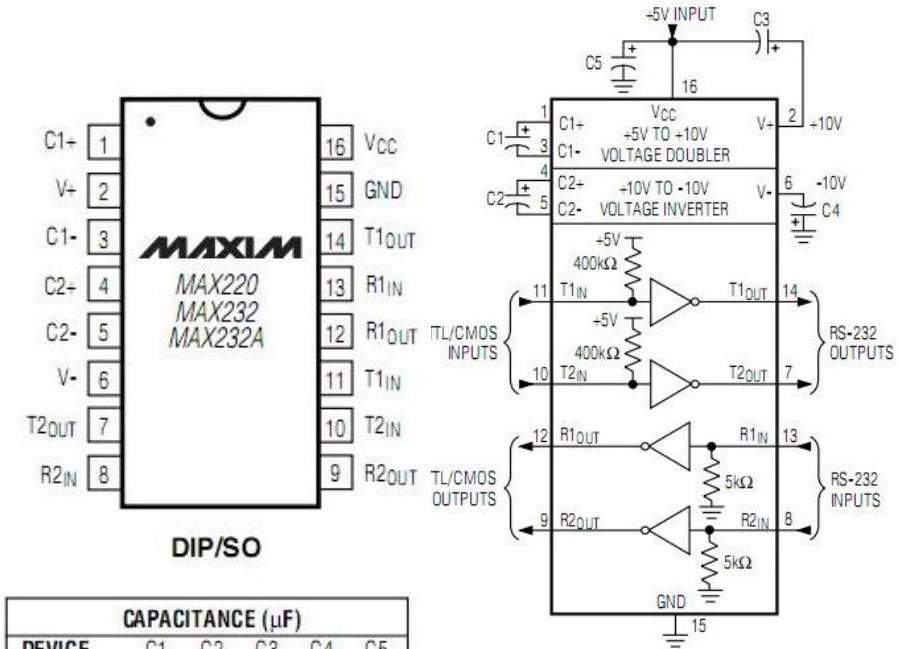


# Puertas de comunicación normalizadas: RS-232



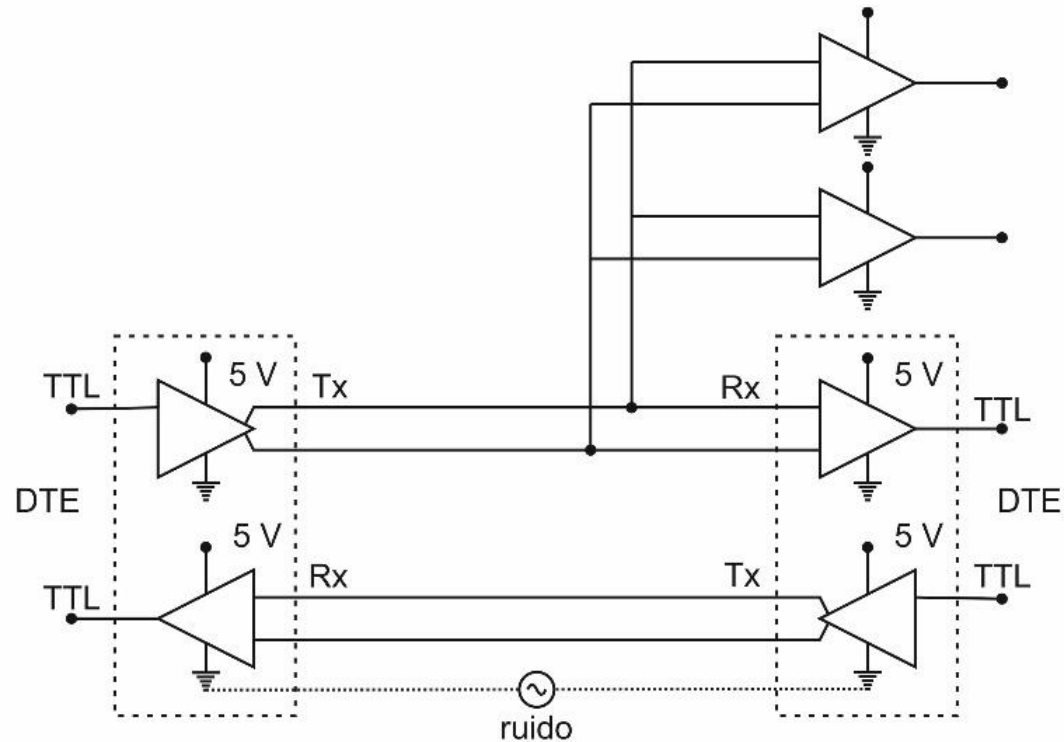
- $1 = -3 V$  (a  $-15 V$ ),  $0 = 3 V$  (a  $15 V$ ).
- Velocidad de transmisión:  $20\text{ kbps}$ .
- Distancia:  $15\text{ m}$ .
- Desbalanceada

## Chips comerciales para adaptar a RS-232



CAPACITANCE ( $\mu\text{F}$ )					
DEVICE	C1	C2	C3	C4	C5
MAX220	0.047	0.33	0.33	0.33	0.33
MAX232	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
MAX232A	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

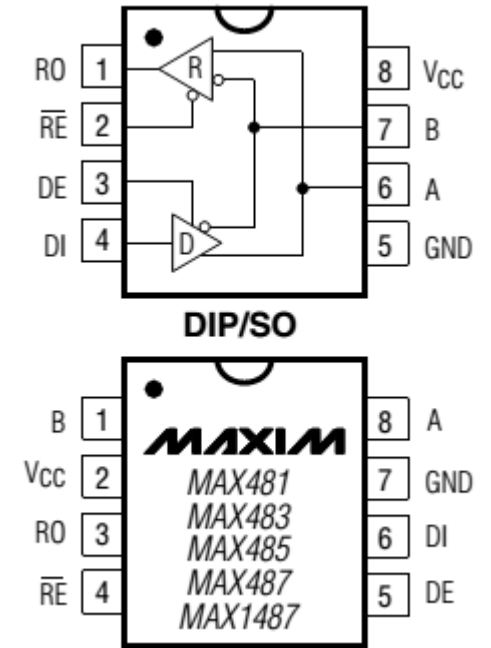
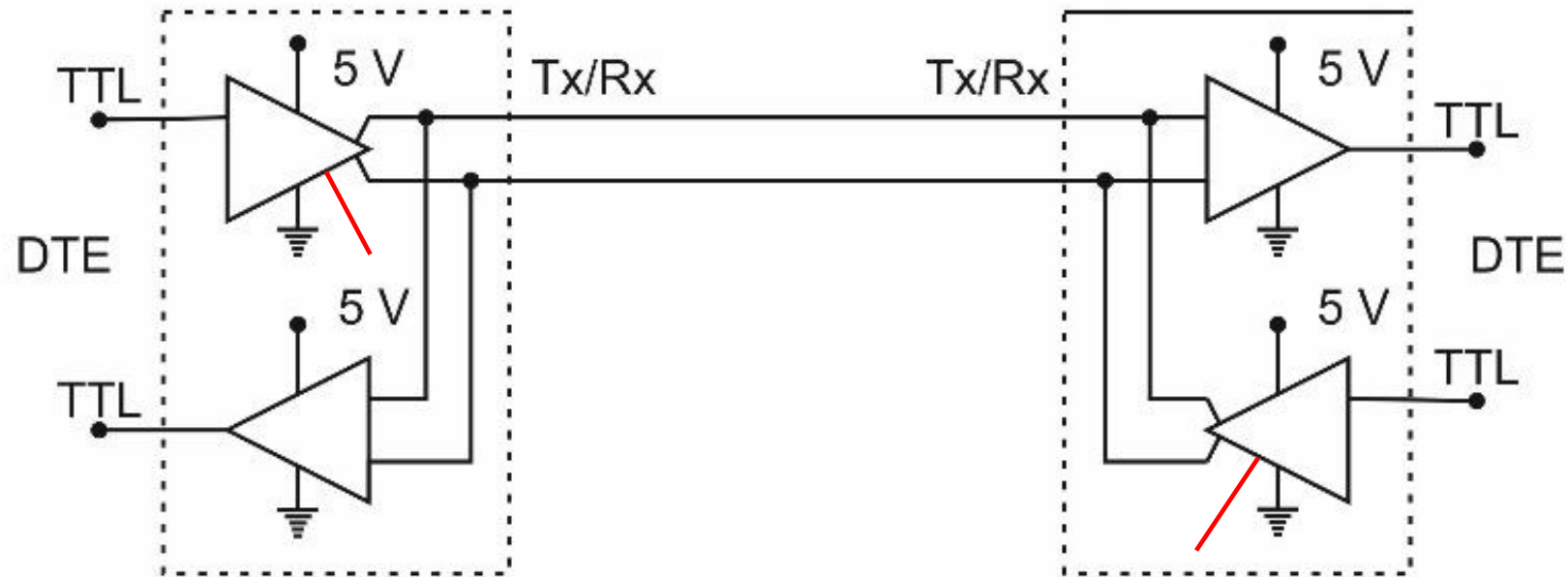
# Puertas de comunicación normalizadas: RS-422



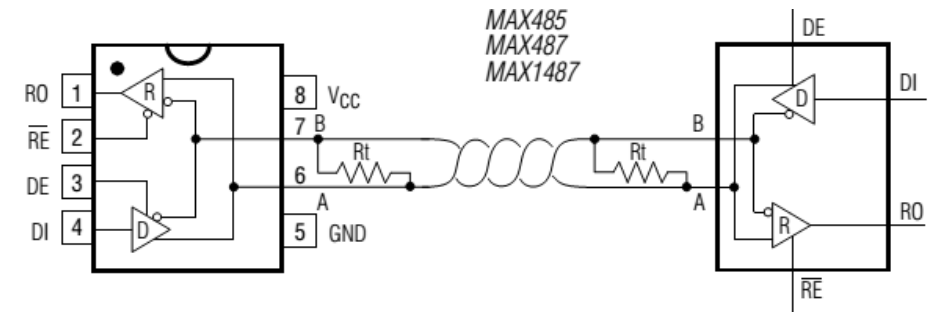
- $1 = -0,3 \text{ a } -6 \text{ V}$ ,  $0 = 3 \text{ a } 6 \text{ V}$ .
- 10 *Mbps* a 12 *m* o unos 100 *kbps* a 1200 *m*
- Multidrop: Un transmisor puede alimentar a 10 receptores.
- Balanceada



# Puertas de comunicación normalizadas (RS-485)

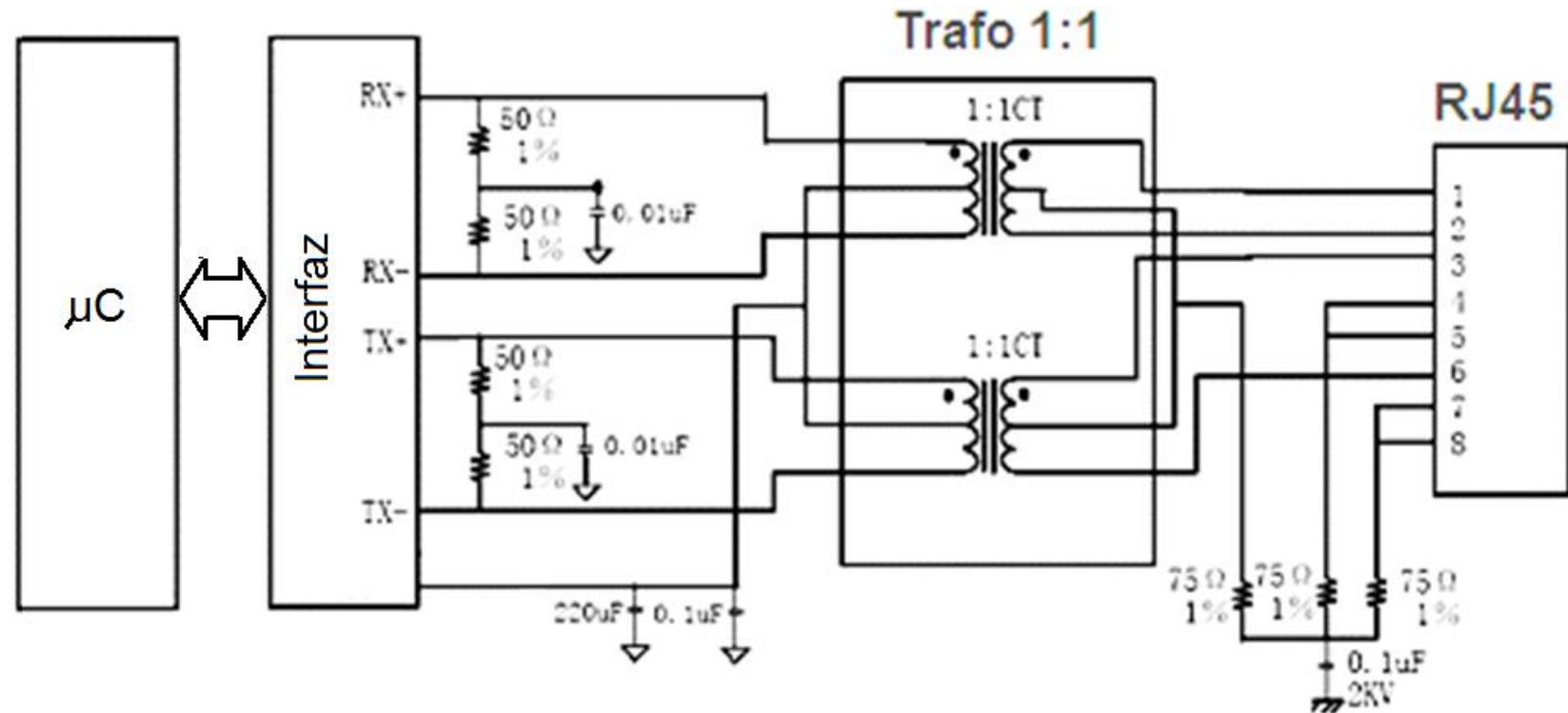


- 1 =  $-0,3$  a  $-6$  V, 0 = 3 a 6 V.
- 10 Mbps a 12 m o 1001 kbps a 1200 m
- Multipunto hasta 32 estaciones.
- Half dúplex o bus



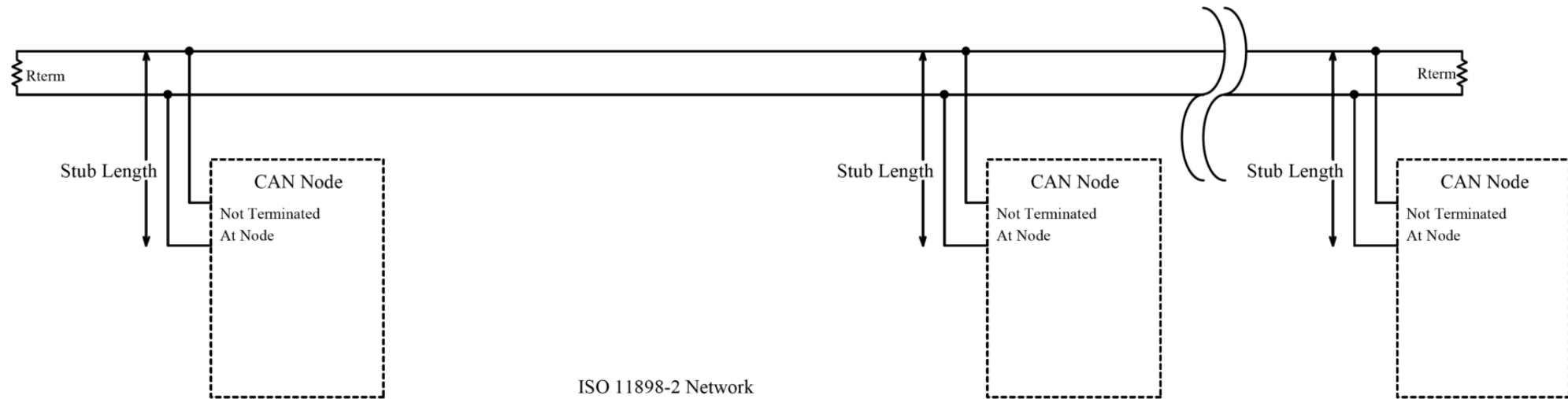
# Puertas de comunicación normalizadas: Ethernet (IEEE 802.3)

## 10Base-T/100Base-Tx

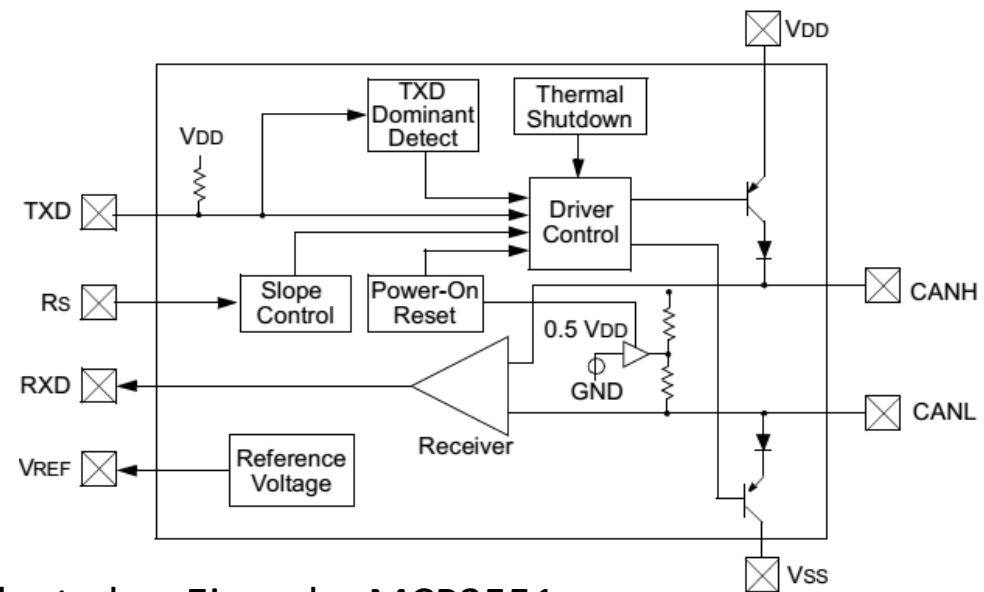


Se utiliza un transformador de pulsos 1:1 para acoplar el transmisor al medio físico

# Puertas de comunicación normalizadas: CAN (ISO 11898)



Utiliza Colector Abierto  
**diferencial**



Chip adaptador: Ejemplo: MCP2551