

# Conceptos básicos de comunicaciones

Area de Ingeniería Telemática  
<http://www.tlm.unavarra.es>

Redes  
4º Ingeniería Informática

# Temario

1. **Introducción a las redes**
2. Tecnologías para redes de área local
3. Conmutación de circuitos
4. Tecnologías para redes de área extensa y última milla
5. Encaminamiento
6. Arquitectura de conmutadores de paquetes
7. Control de acceso al medio
8. Transporte extremo a extremo

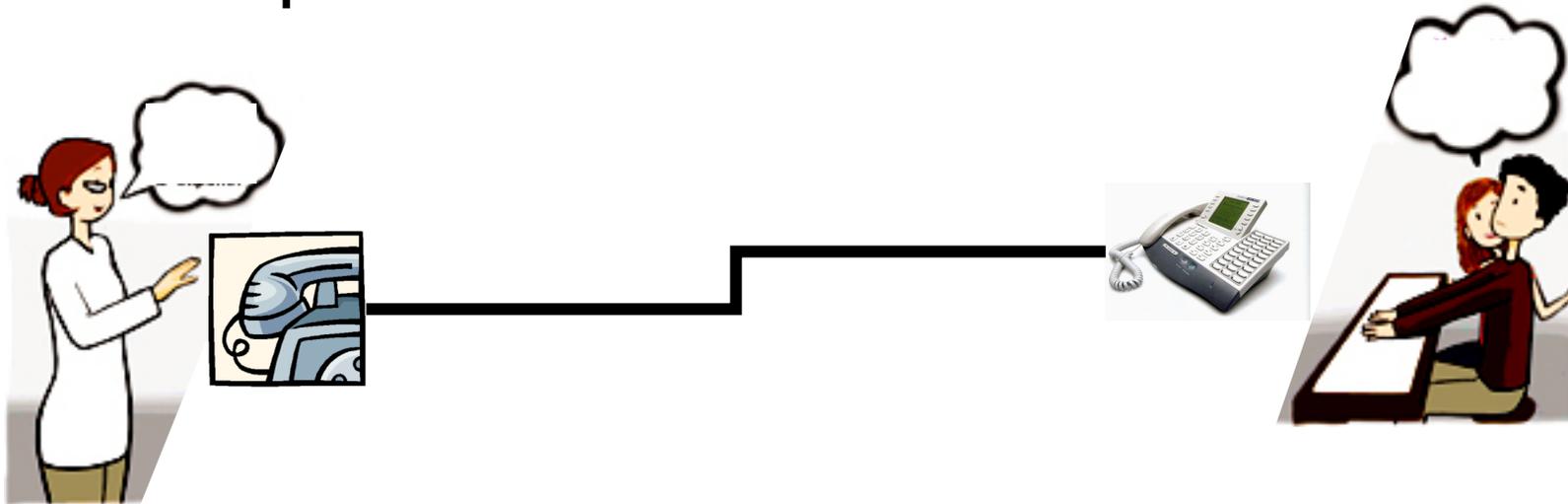
# Contenido

- Multiplexación
  - TDM
  - FDM
- Fundamentos de medios de transmisión
  - Guiados
  - No guiados

# Multiplexación

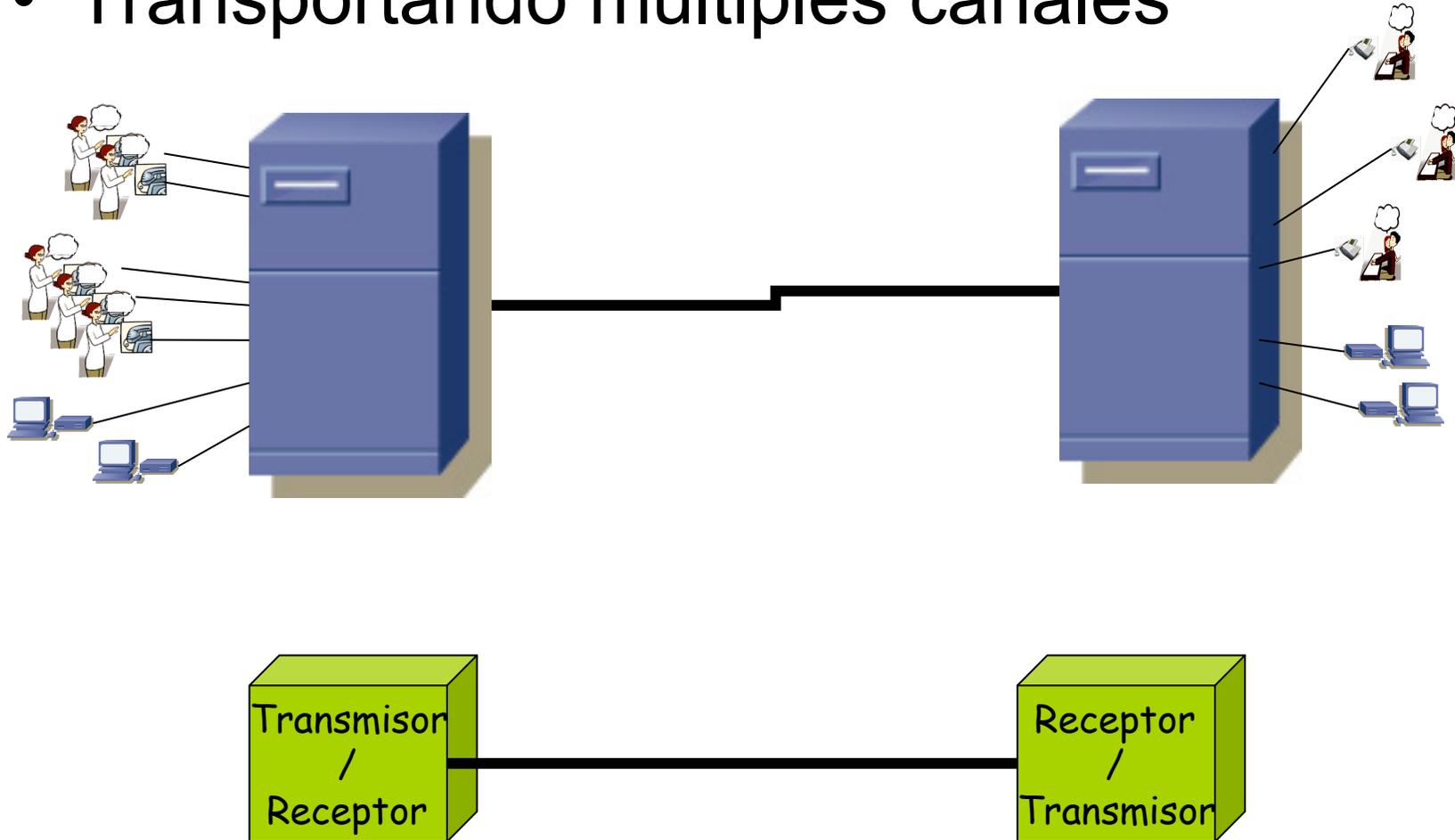
# El sistema de transmisión

- Transportando un solo canal



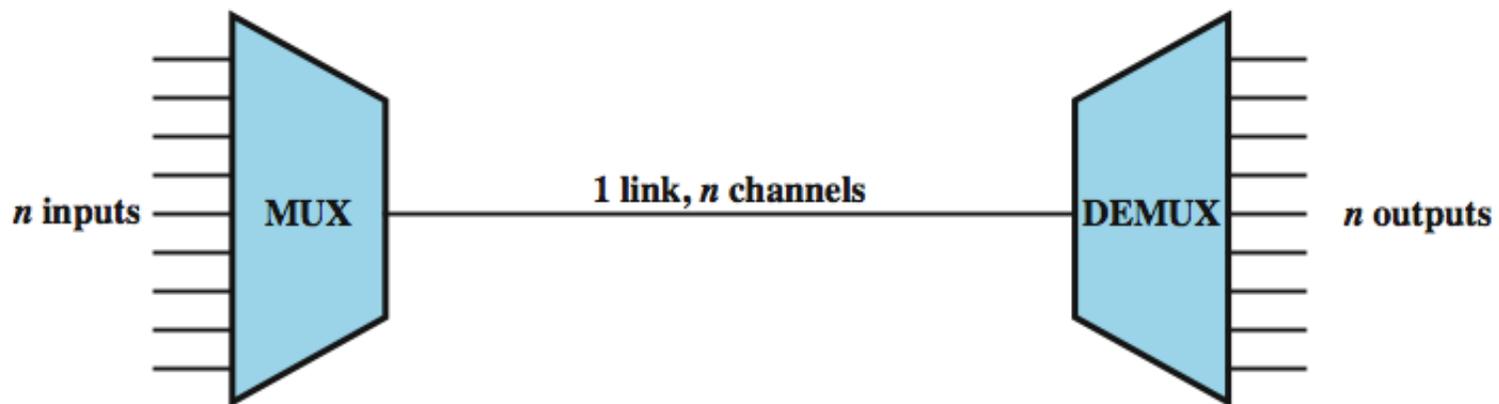
# El sistema de transmisión

- Transportando múltiples canales



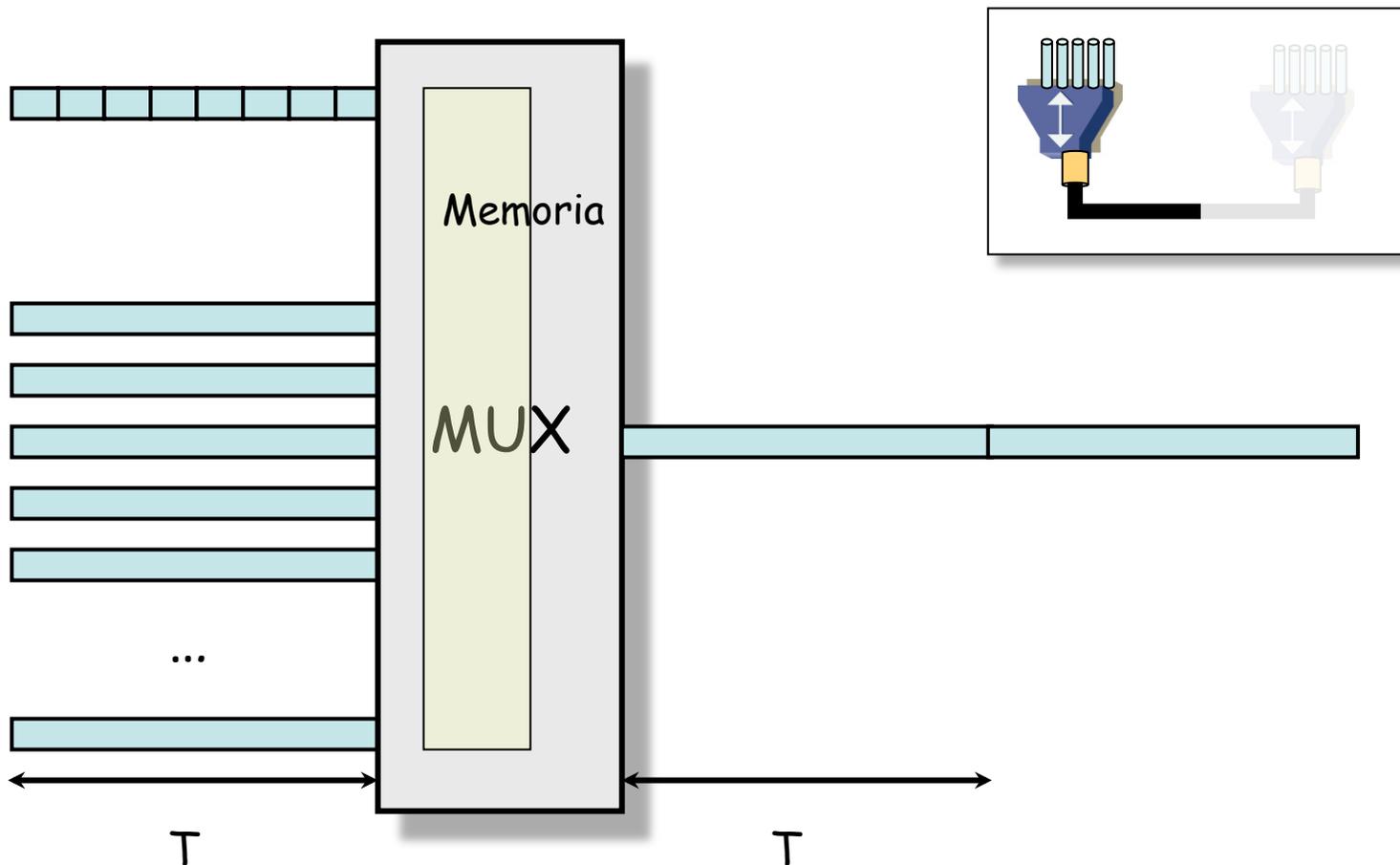
# Multiplexación

- Transportar varias señales/canales por un mismo medio/enlace
- Multiplexación/Demultiplexación



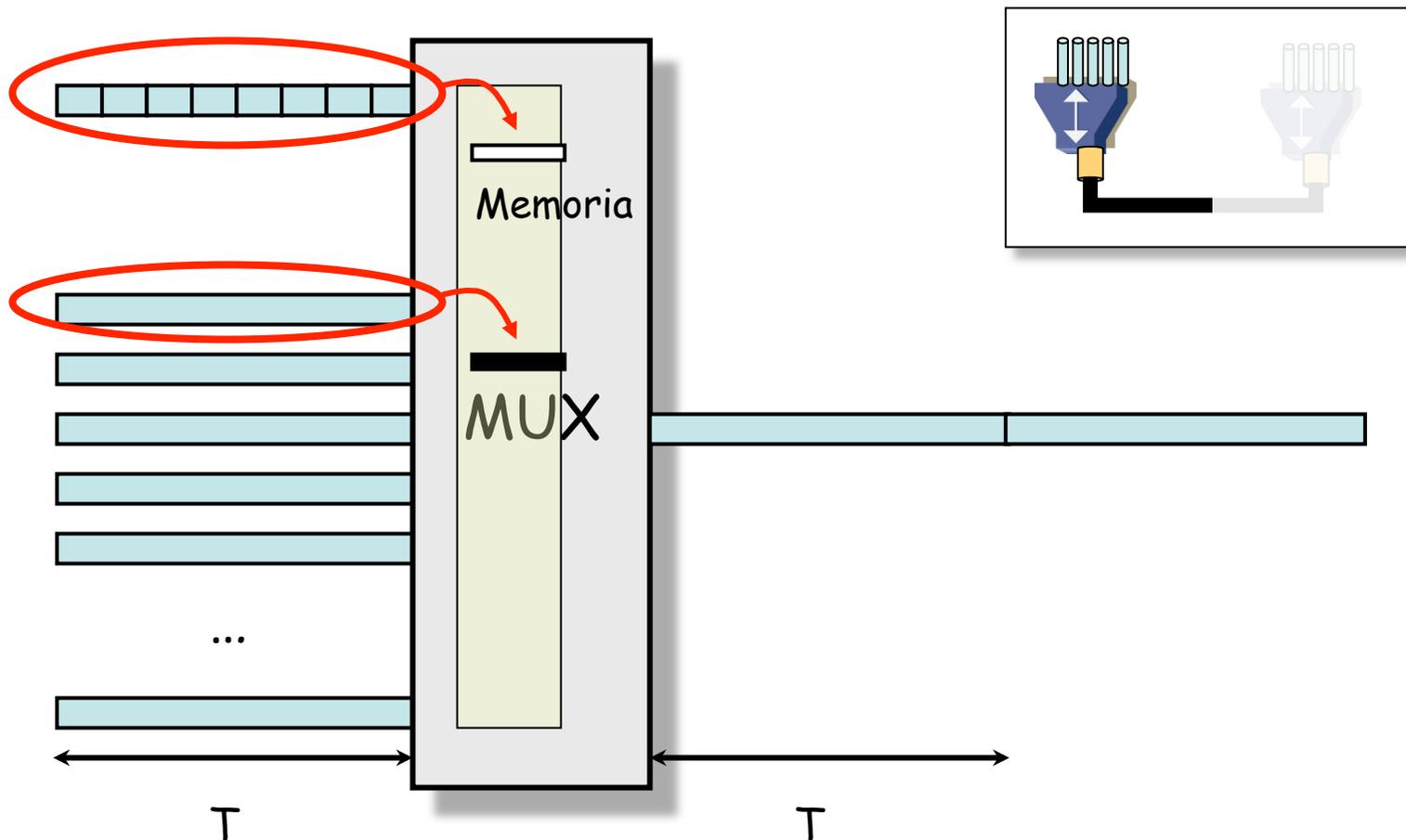
# Multiplexación temporal

- Multiplexación por división en el tiempo
- *Time Division Multiplexing (TDM)*



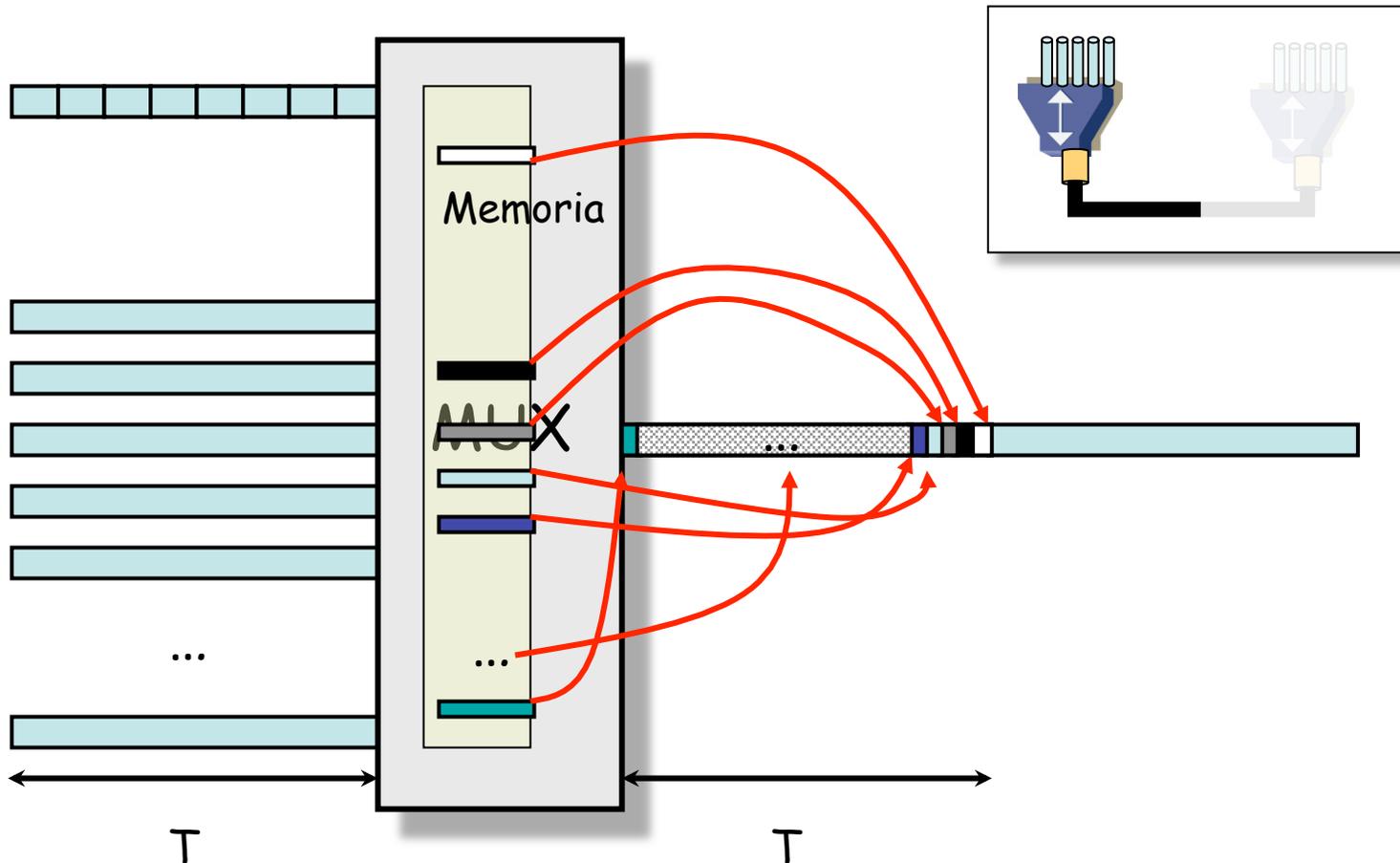
# Multiplexación temporal

- En cada  $T$  el MUX
  - Recibe una muestra de cada uno de los canales
  - (...)



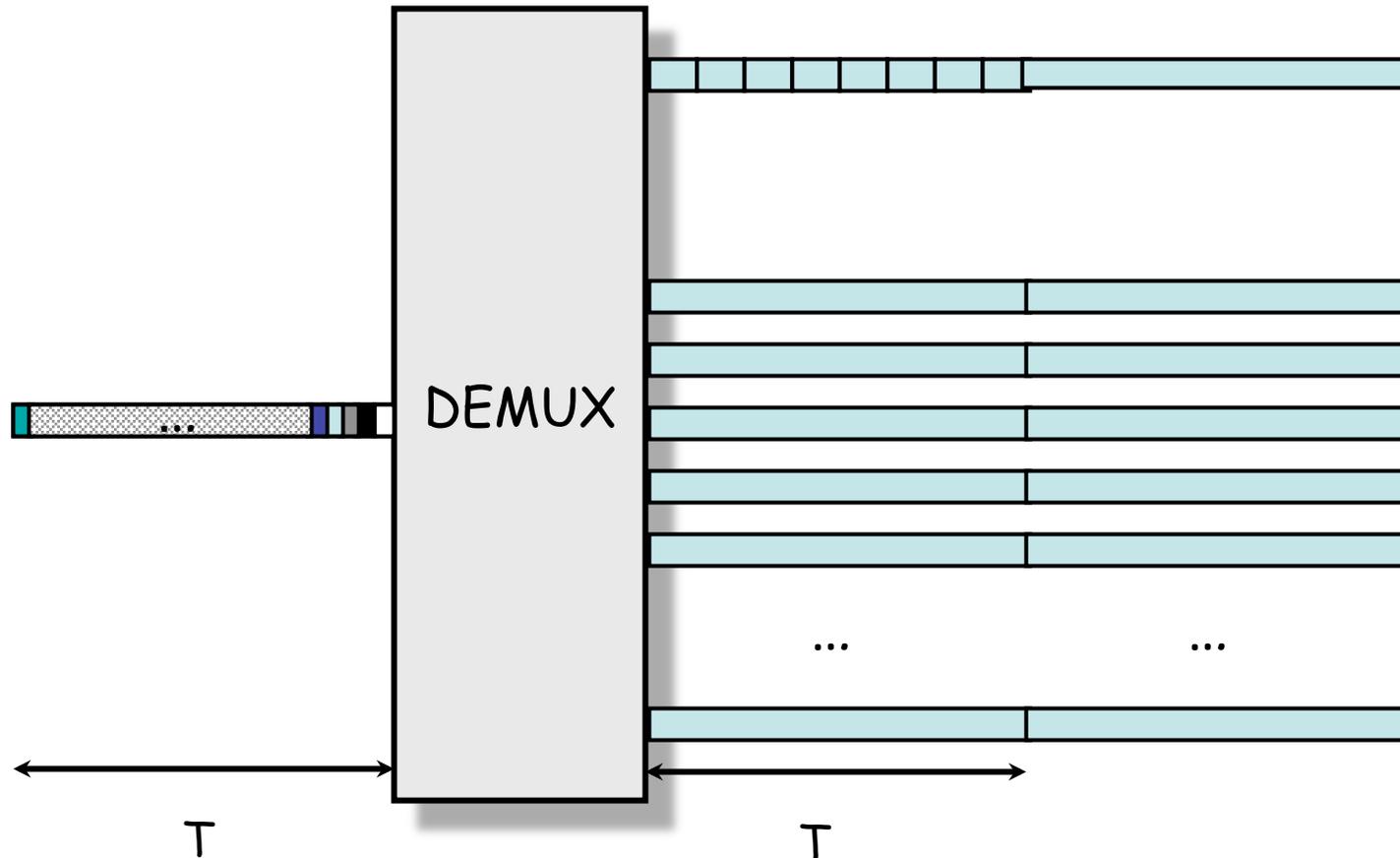
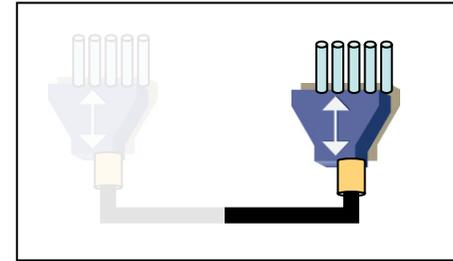
# Multiplexación temporal

- En cada  $T$  el MUX
  - Recibe una muestra de cada uno de los canales
  - Envía  $N$  muestras (del intervalo anterior) por la salida
  - Velocidad de salida  $N$  veces la de un canal de entrada



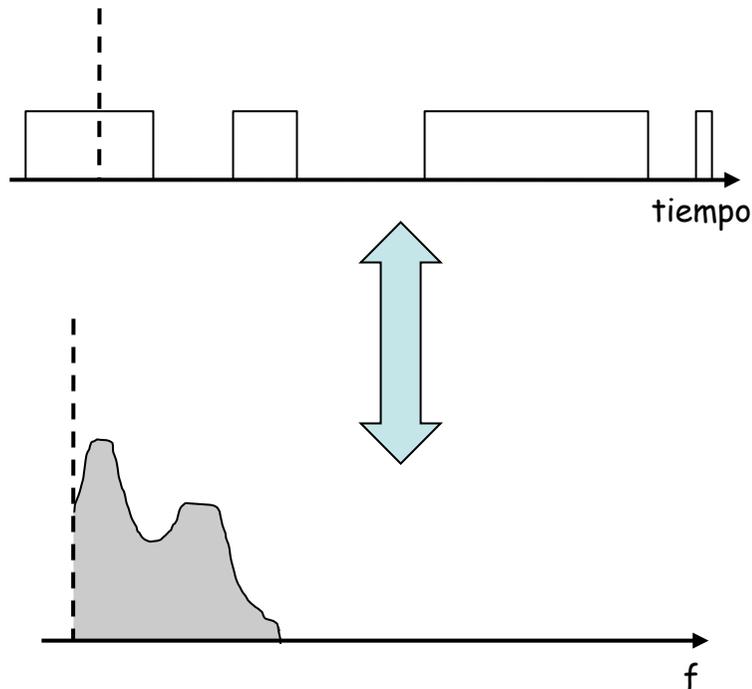
# Demultiplexación temporal

- Proceso inverso
- Una entrada
- N salidas de velocidad N veces menor



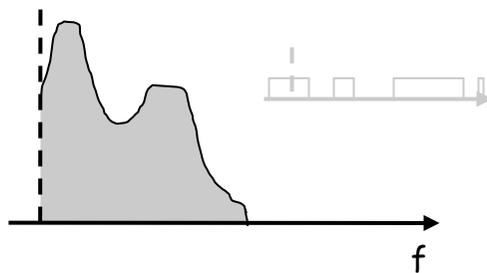
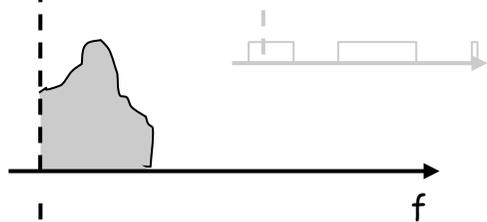
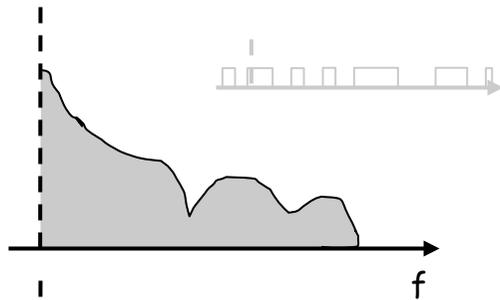
# Multiplexación frecuencial

- Multiplexación por división en frecuencia
- *Frequency Division Multiplexing (FDM)*
- Partimos de señales/flujos binarios que ocupan un BW limitado
- Miramos los flujos en el dominio de la frecuencia



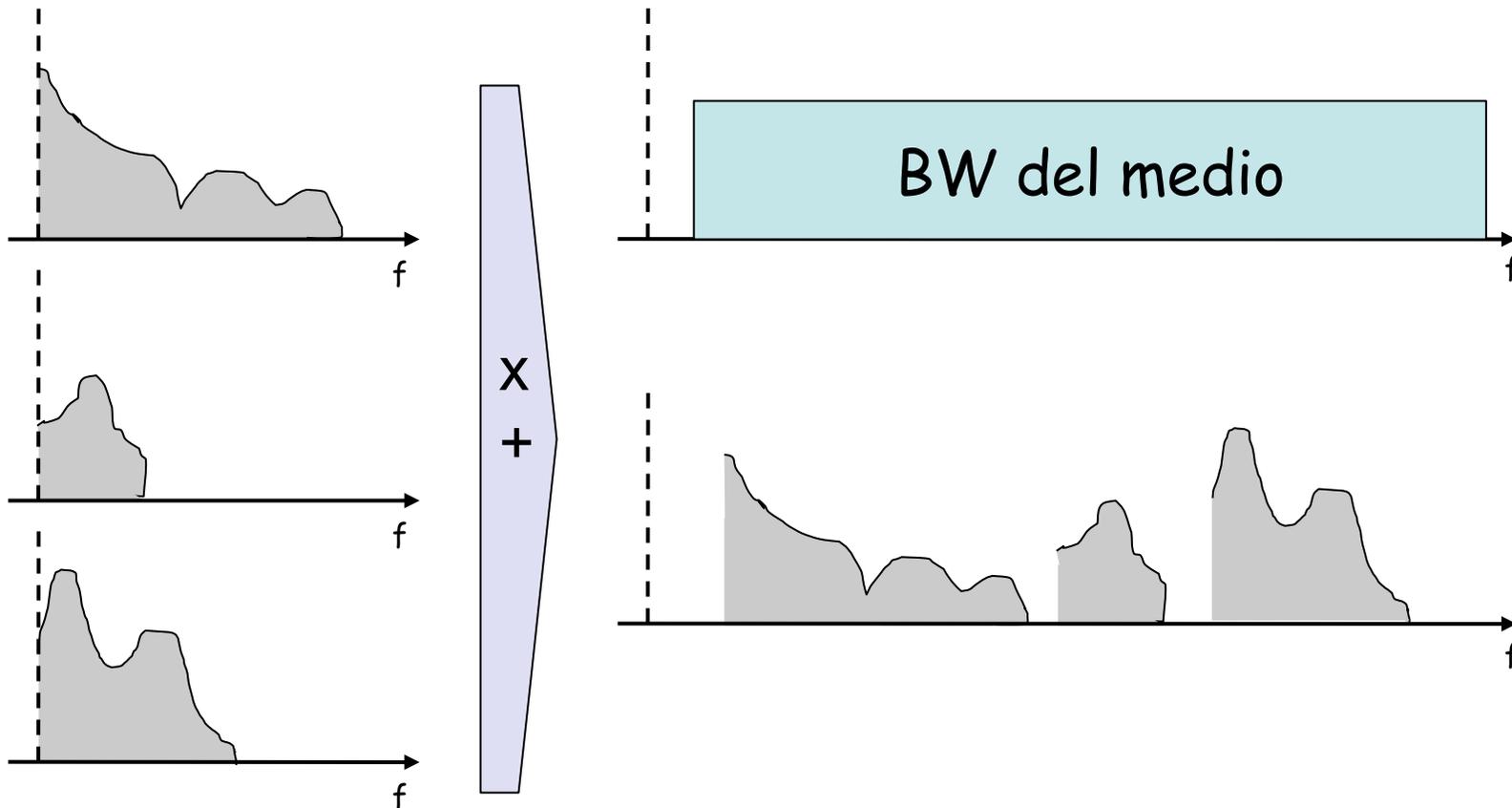
# Multiplexación frecuencial

- Diferentes flujos ocuparán un BW en función entre otros de su bitrate
- Puede que el BW del medio sea suficiente para todos juntos
- ¿Podemos modificar las señales para colocarlas dentro del BW del medio?



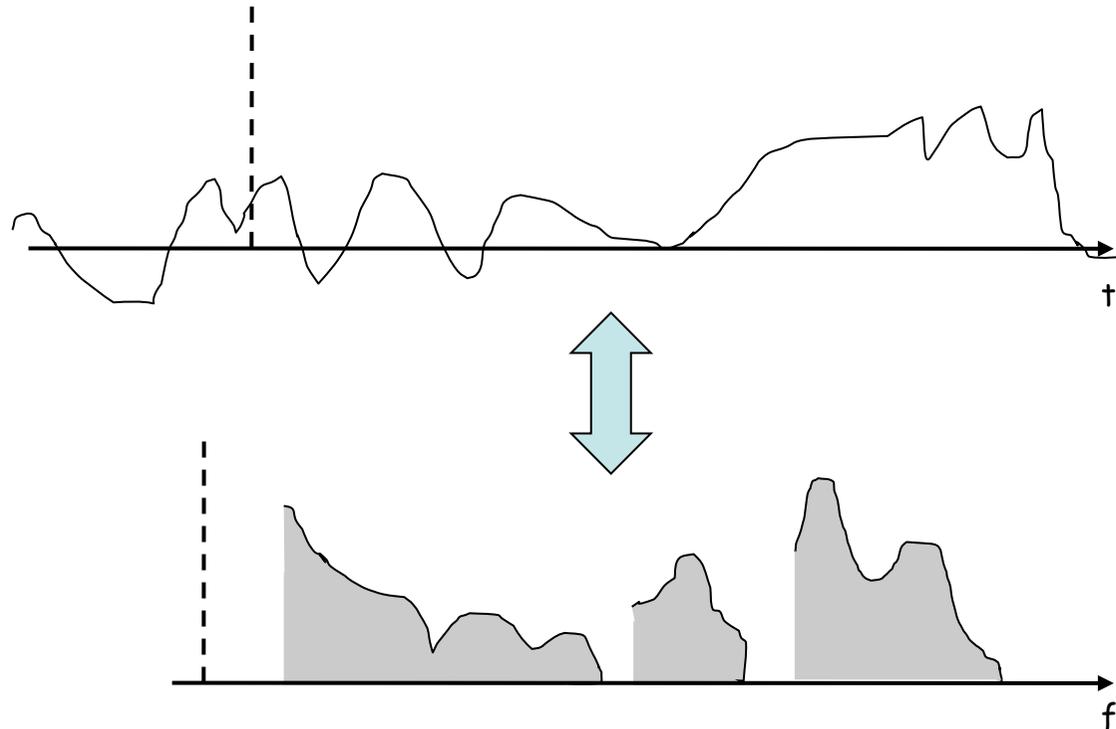
# Multiplexación frecuencial

- Diferentes flujos ocuparán un BW en función entre otros de su bitrate
- Puede que el BW del medio sea suficiente para todos juntos
- ¿Podemos modificar las señales para colocarlas dentro del BW del medio?
- Esto se llama “modular”: modulamos cada señal y luego las sumamos



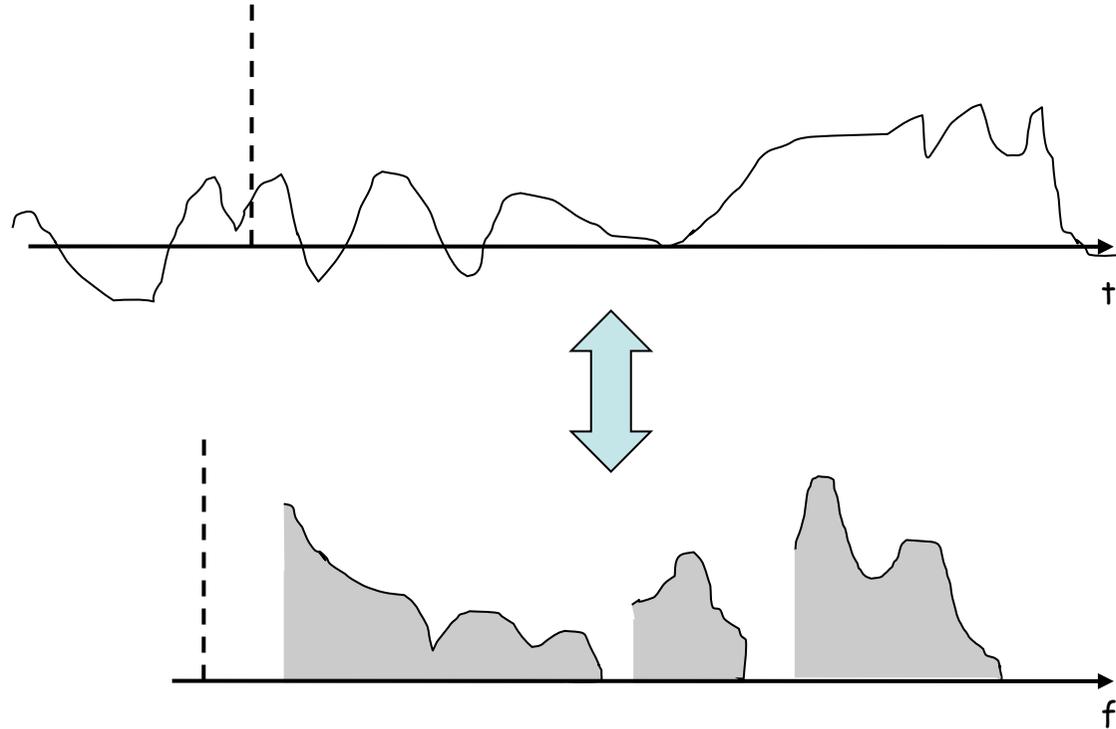
# Multiplexación frecuencial

- Ese espectro es de una señal diferente que combina a las anteriores
- Ésta es la que se transmitirá
- El receptor tendrá que separar esas componentes (...)



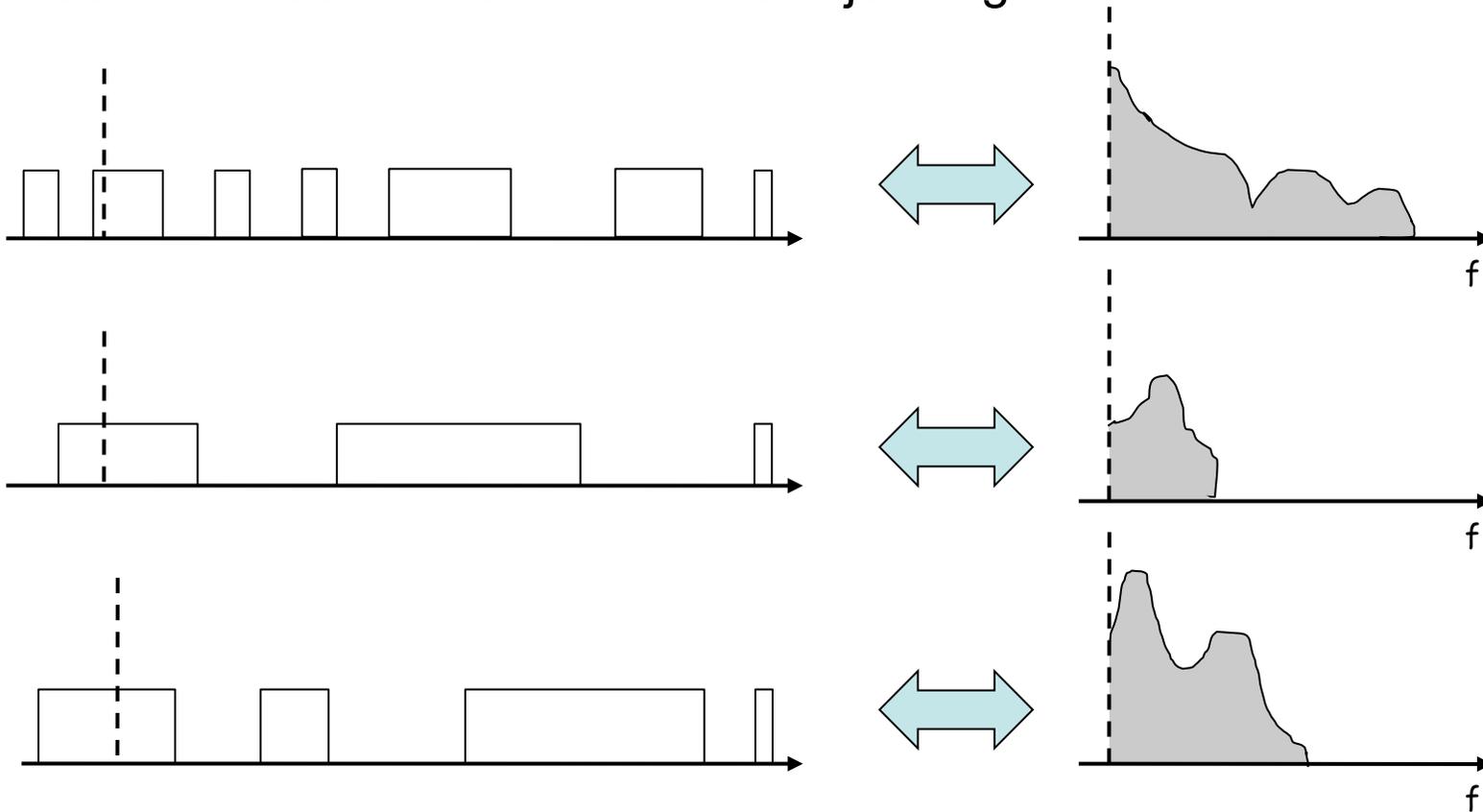
# Demultiplexación frecuencial

- Ese espectro es de una señal diferente que combina a las anteriores
- Ésta es la que se transmitirá
- El receptor tendrá que separar esas componentes (...)



# Demultiplexación frecuencial

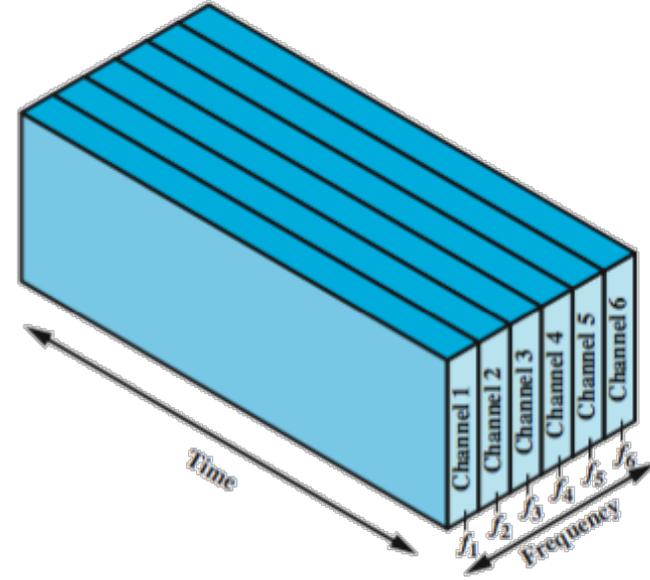
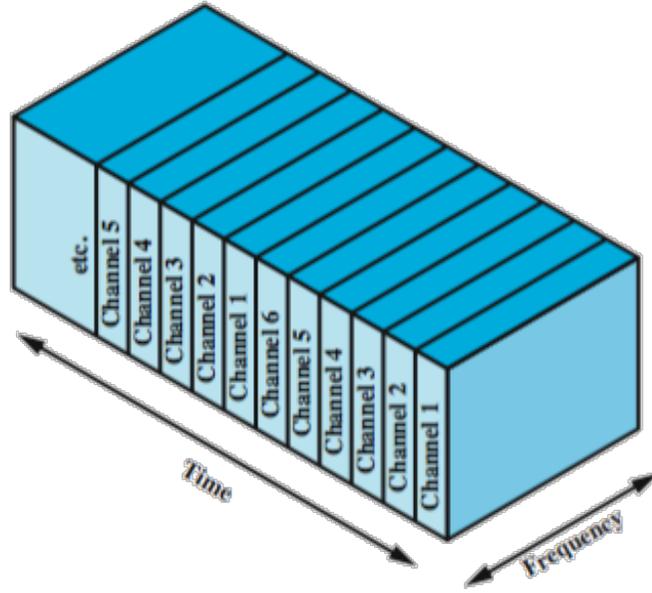
- Ese espectro es de una señal diferente que combina a las anteriores
- Ésta es la que se transmitirá
- El receptor tendrá que separar esas componentes
- Cada una de ellas es uno de los flujos originales



# FDM

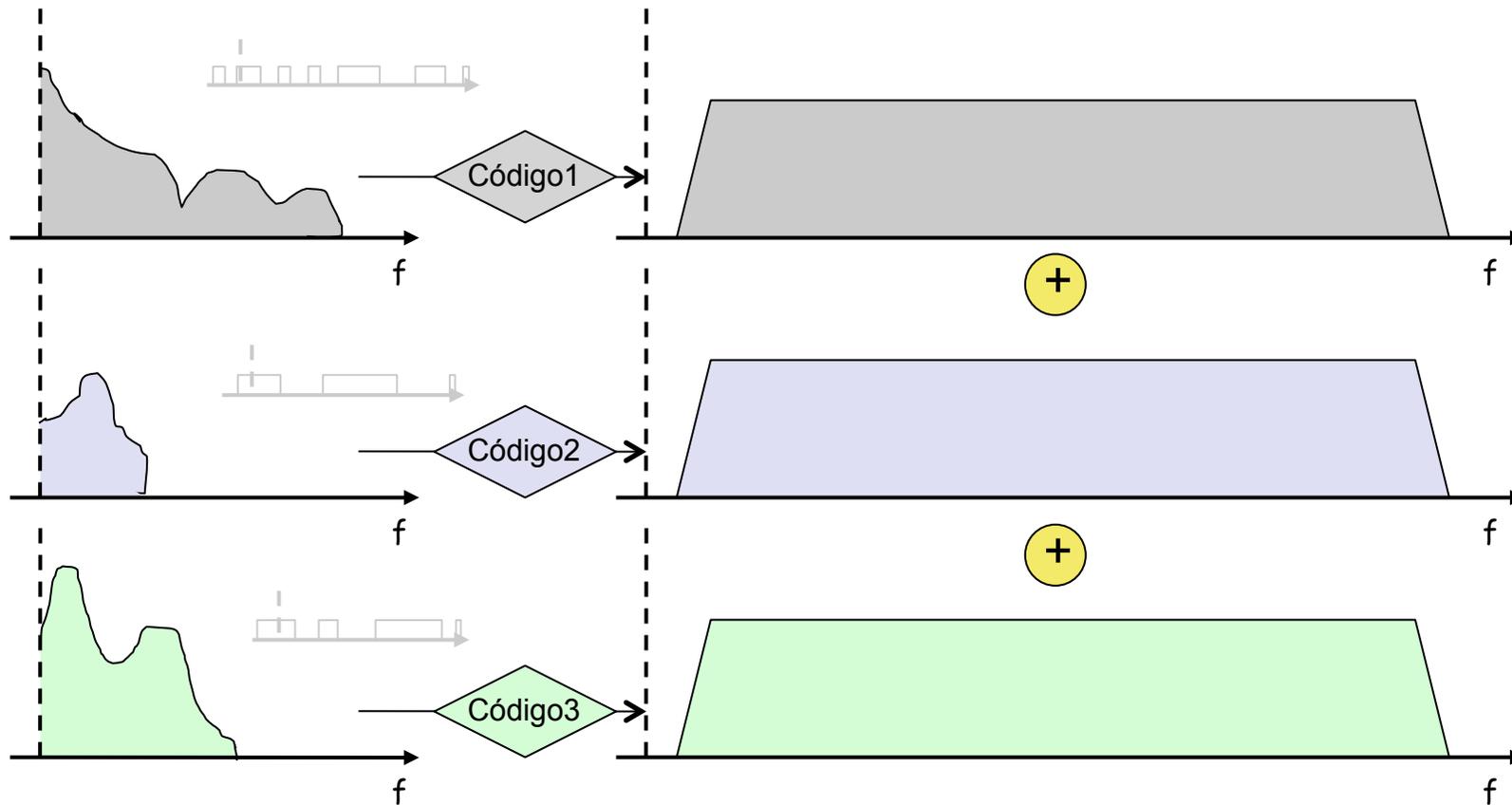
- Ejemplos populares:
  - Emisoras de radio
  - Canales de TV o paquetes de TDT

# TDM vs FDM



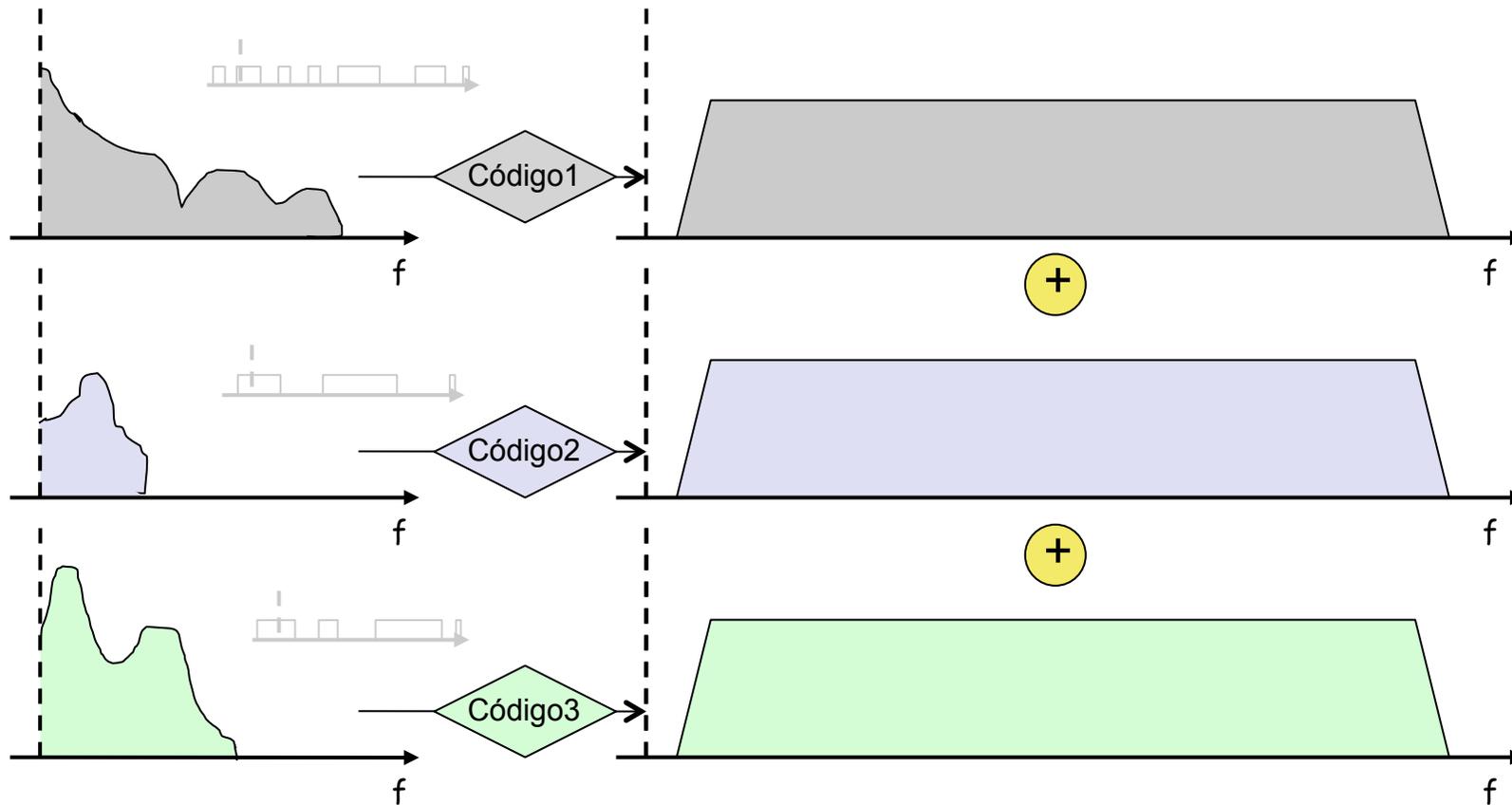
# CDM

- Code Division Multiplexing
- Cada canal se modula/codifica empleando un código diferente
- Como resultado cada uno ocupa mayor BW
- (. . .)



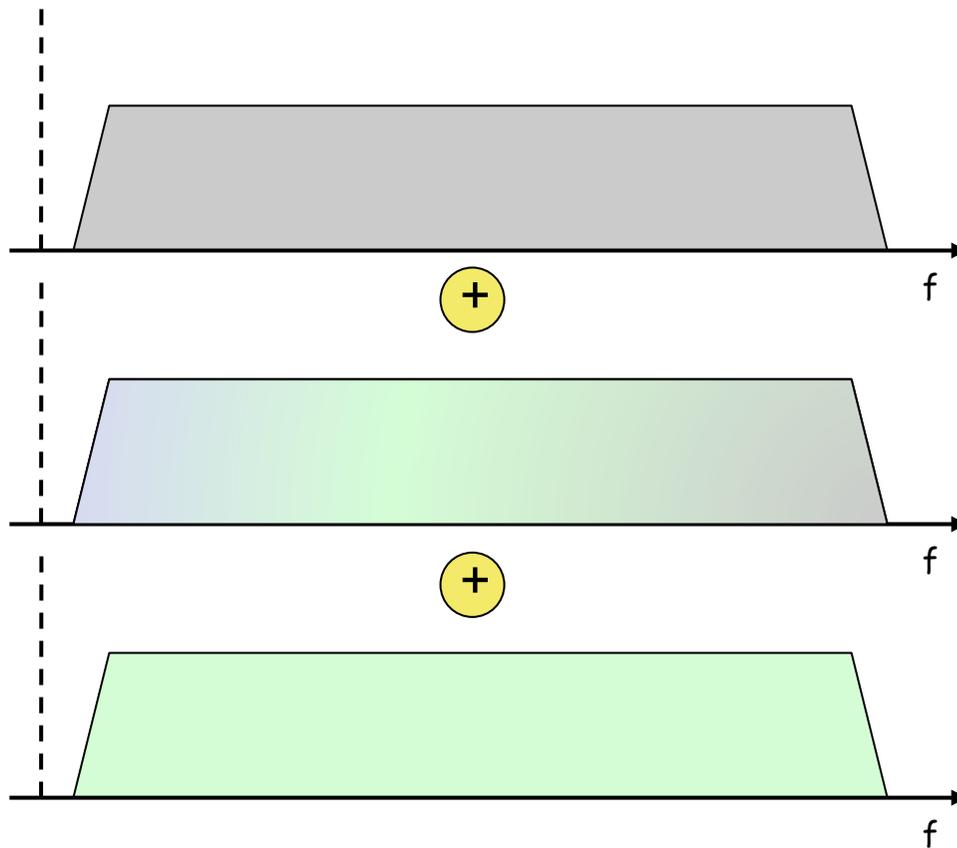
# CDM

- Code Division Multiplexing
- Cada canal se modula/codifica empleando un código diferente
- Como resultado cada uno ocupa mayor BW
- (. . .)



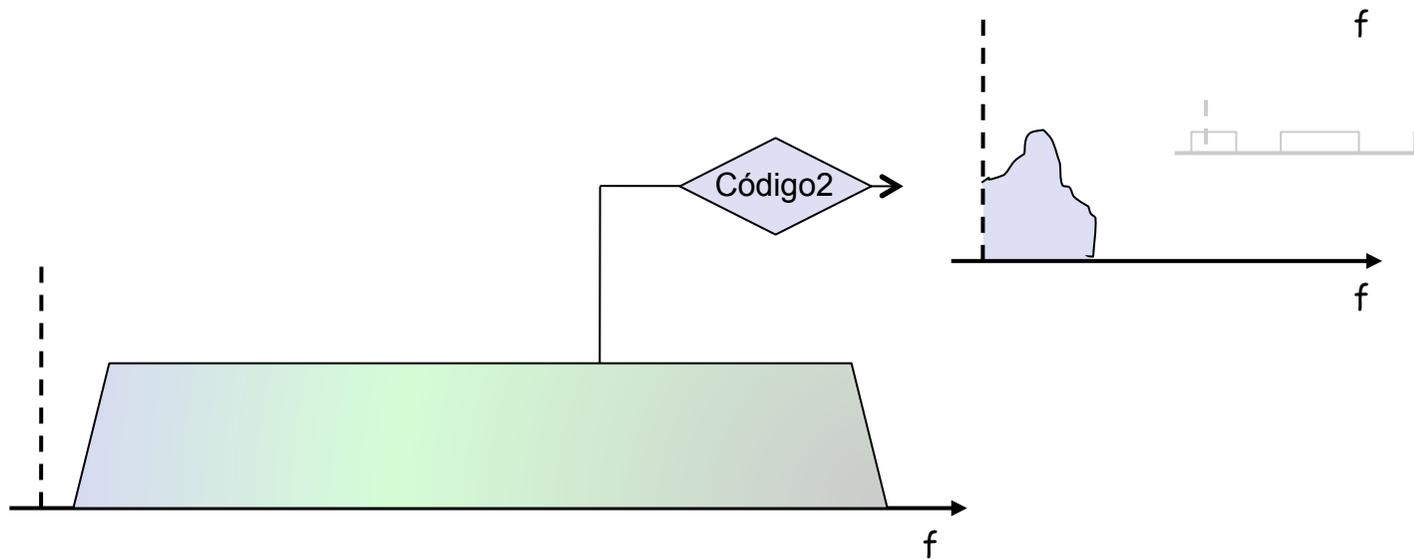
# CDM

- Code Division Multiplexing
- Cada canal se modula/codifica empleando un código diferente
- Como resultado cada uno ocupa mayor BW
- (. . .)



# CDM

- Code Division Multiplexing
- Cada canal se modula/codifica empleando un código diferente
- Como resultado cada uno ocupa mayor BW
- El receptor, conociendo el código, sabe separar un canal de los demás



# CDM

- CDM es un caso de técnicas de “espectro extendido”
- Otras son FHSS (Frequency-Hopping Spread Spectrum) y DSS (Direct Sequence Spread Spectrum)
- Muy usadas en entornos inalámbricos (ej: WiFi)
- Al ocupar mayor BW aumenta la inmunidad ante interferencias
- Hacen también más difícil interceptar la señal (necesitas el código o equivalente)
- Analogía humana: múltiples conversaciones simultáneas en la misma sala

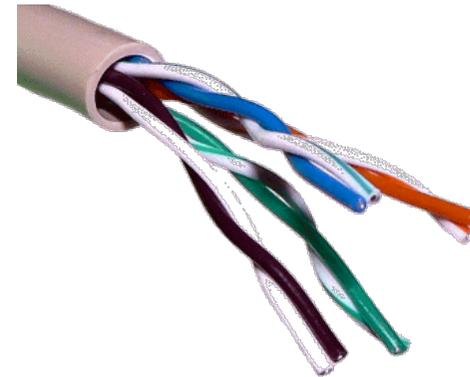
# Medios de transmisión

# Medios de transmisión

- Guiados
  - Par trenzado
  - Cable coaxial
  - Fibra óptica
- No guiados

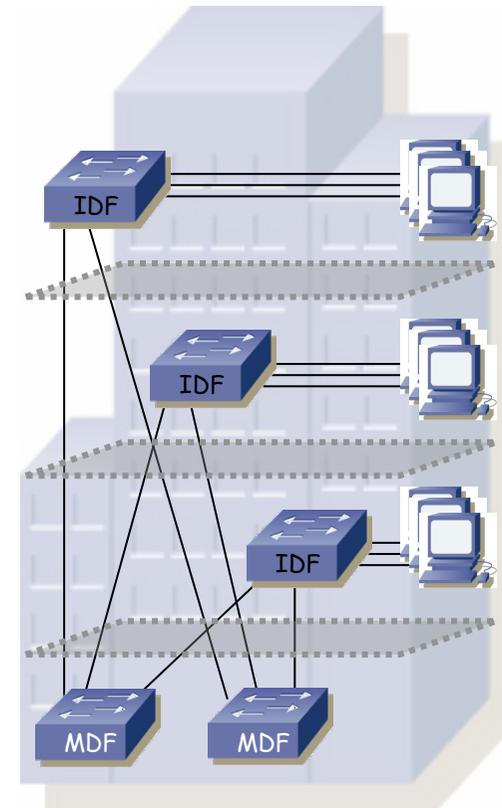
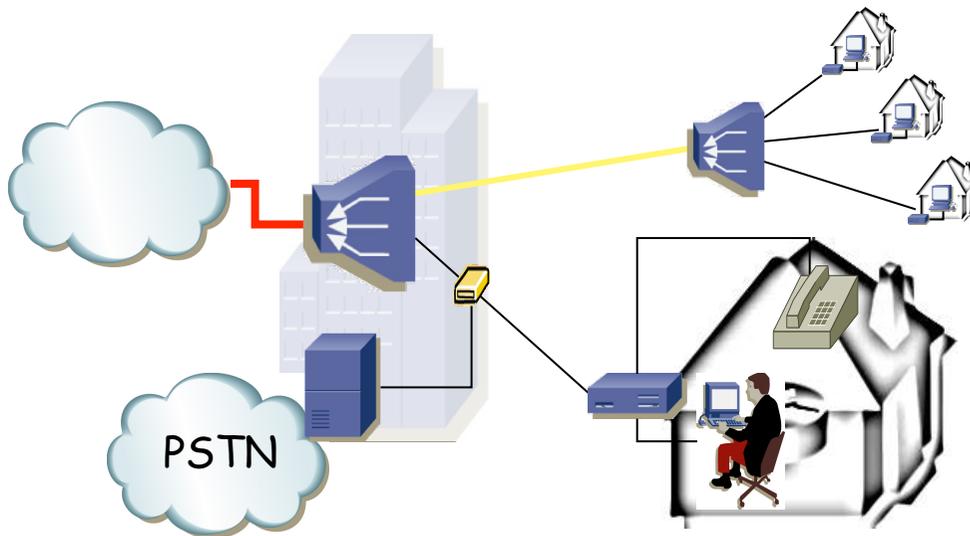
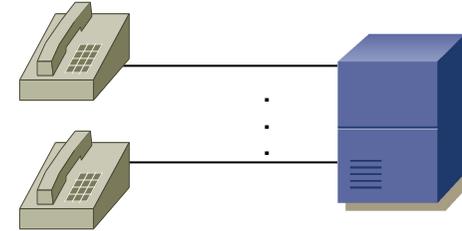
# Par trenzado

- Dos hilos de cobre aislados y enrollados en espiral
- Barato
- Empleado en el bucle de abonado telefónico
- Normalmente varios pares (hasta centenares)
- Transporta onda electromagnética
- Trenzado reduce acoplamiento de pares cercanos
- Centenares de Mbps a unas decenas de metros
- UTP = Unshielded Twisted Pair, STP = Shielded TP
- Categorías:
  1. Solo para voz
  2. Hasta 4 Mbps
  3. Hasta 10 Mbps (10BASE-T), instalado también para voz (BW = 16 MHz)
  4. Hasta 16 Mbps
  5. Transporta 100 Mbps (100BASE-TX), mayor trenzado (BW = 100 MHz)
  - 5e. Transporta 1000 Mbps



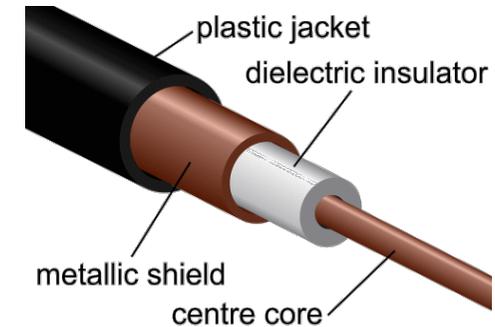
# Uso de par trenzado

- En el bucle de abonado
  - Servicio telefónico básico
  - RDSI
  - xDSL
- Cableado estructurado



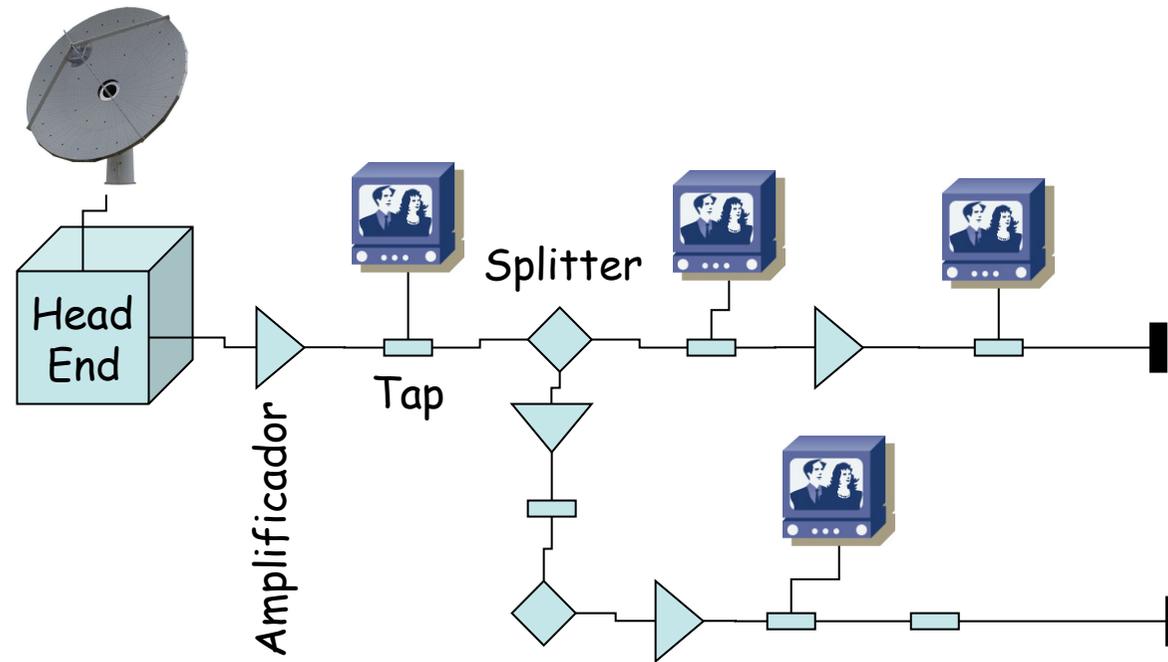
# Cable coaxial

- Un cilindro conductor y un hilo central
- En torno a 1 cm de grosor
- Transporta onda electromagnética
- Mayor ancho de banda (unos 500 MHz)
- Centenares de Mbps a 1 Km
- Más caro que UTP
- Más resistente a interferencias electromagnéticas
- Empleado en la distribución de TV por cable
- En enlaces a larga distancia ha sido desplazado por la fibra óptica



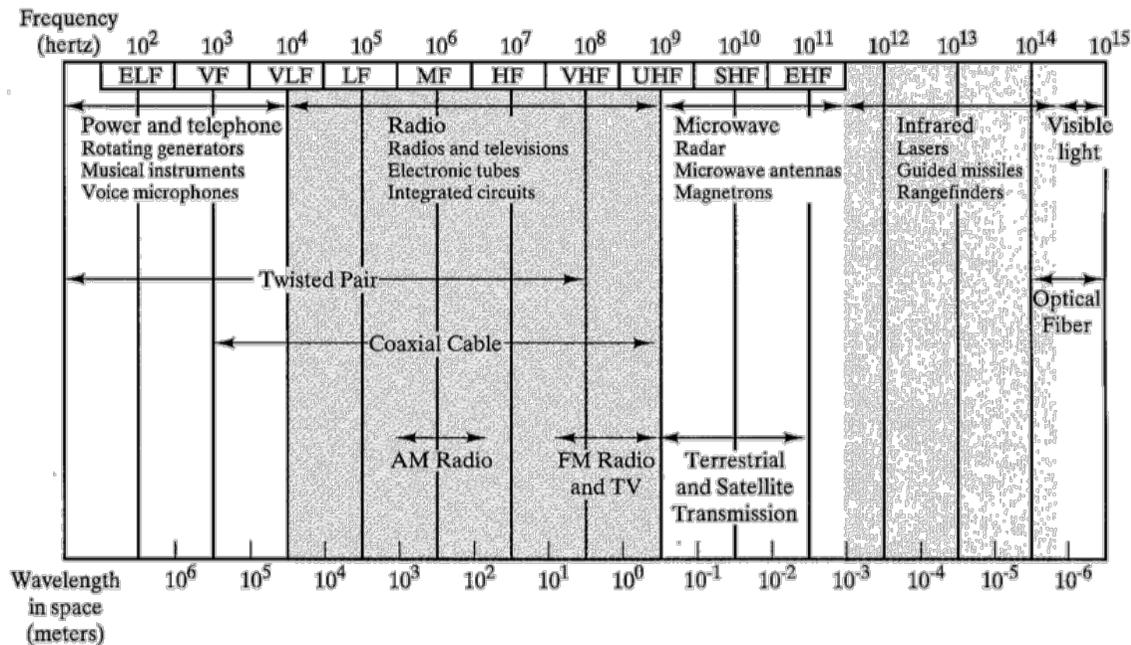
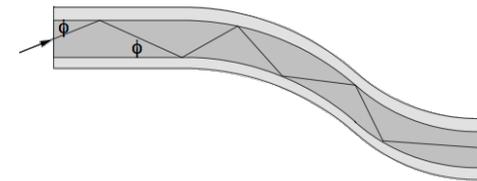
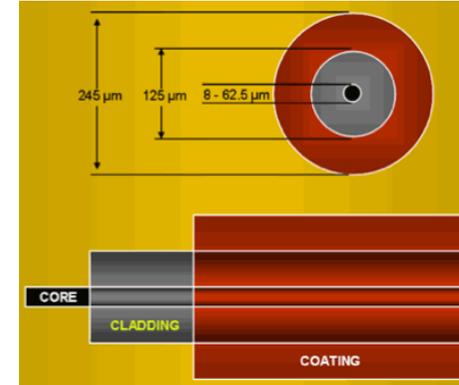
# Uso de cable coaxial

- Redes CATV
- Tecnologías LAN en desuso (ej: 10BASE2)



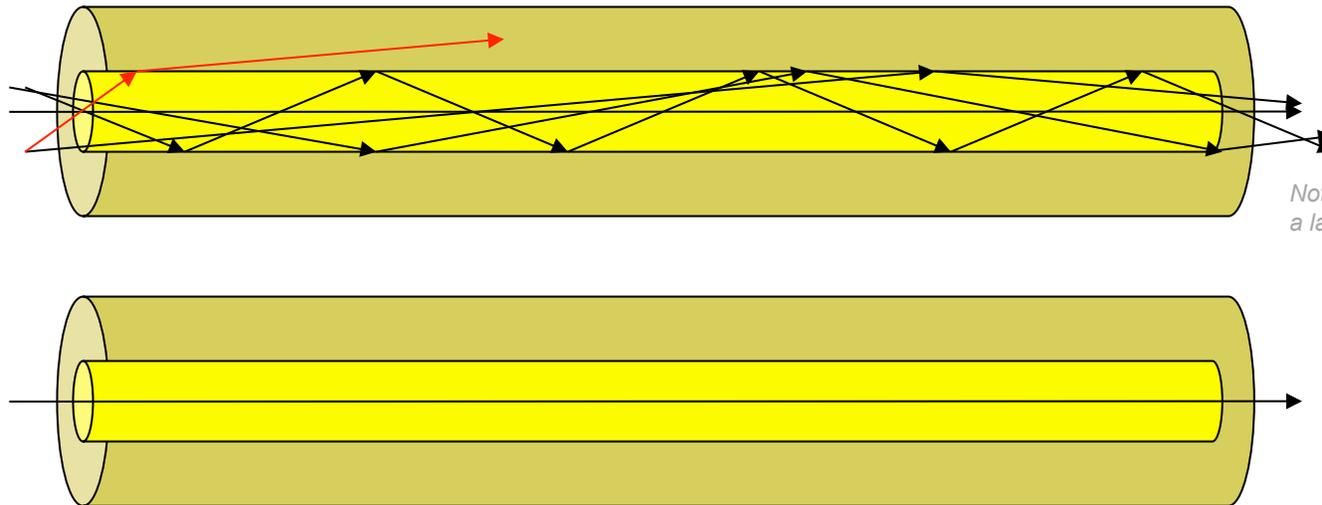
# Fibra óptica

- Hilo muy fino de vidrio o plástico (núcleo) recubierto (cubierta)
- Núcleo con diámetro entre 8 y 62,5  $\mu\text{m}$
- Luz viaja por su interior mediante reflexión total interna
- Luz es una onda electromagnética de gran frecuencia
- Longitud de onda ( $\lambda$ ) = espacio recorrido en un periodo



# Fibra óptica

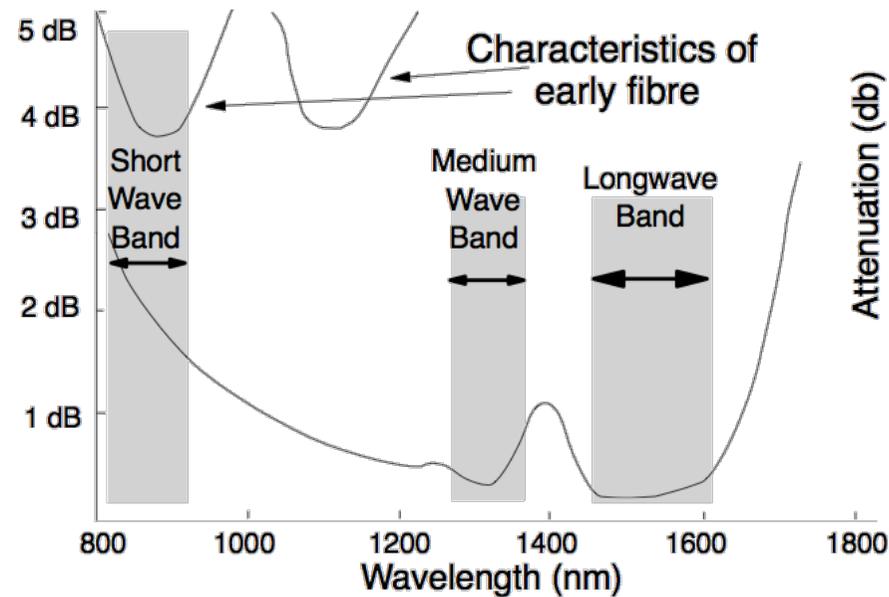
- Fibra multimodo:
  - Hay múltiples ángulos de entrada de la luz que se propagan
  - Fibra, transmisores y receptores más baratos
  - Menores distancias sin repetidores
- Fibra monomodo:
  - Núcleo más estrecho
  - Solo el ángulo correspondiente al eje de la fibra logra entrar
  - Componentes más caros
  - Mayores alcances sin repetidores



*Nota: Ignorando refracción a la entrada/salida*

# Fibra óptica

- Mayor ancho de banda
- Centenares de Gbps a decenas de Km
- Se habla de que ofrece 3 “ventanas” (1ª, 2ª y 3ª)
- Son frecuencias a las que ofrece mínima atenuación
- En total ofrece más de 30 THz de ancho de banda !!
- Inmune a interferencias electromagnéticas

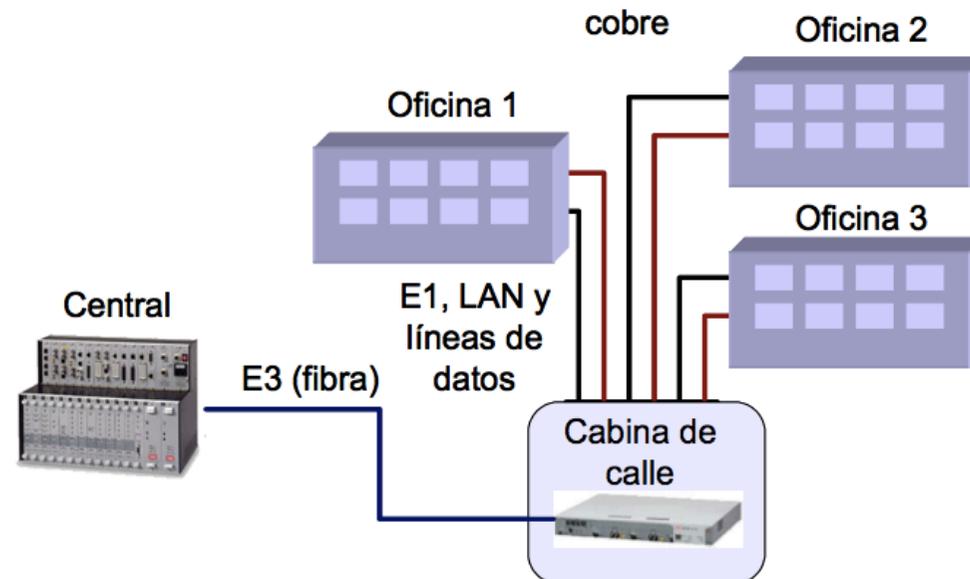


<http://www.redbooks.ibm.com/pubs/pdfs/redbooks/sg245230.pdf>

Figure 14. Transmission Windows. The upper curve shows the absorption characteristics of fibre in the 1970s. The lower one is for modern fibre.

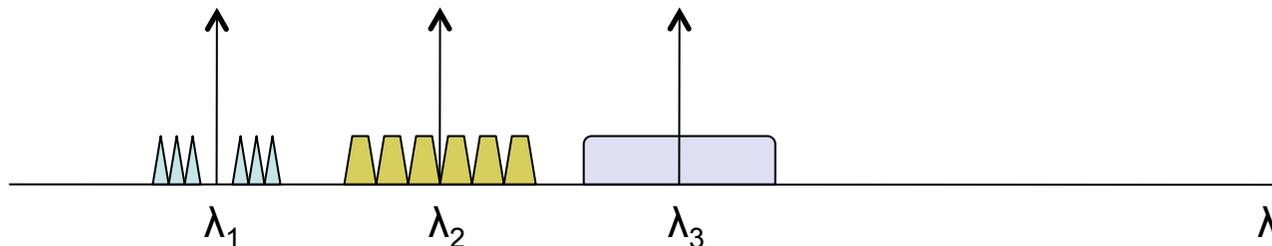
# Uso de fibra óptica

- Enlaces MAN/WAN de alta capacidad
- FTTH
- HFC
- PONs
- LANs de muy alta velocidad



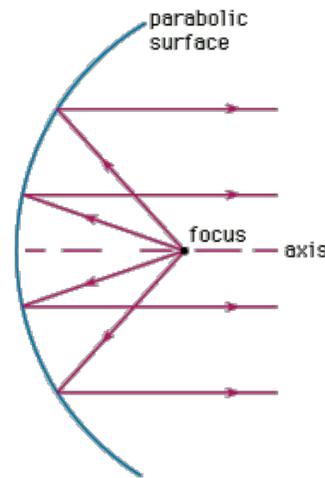
# WDM

- Wavelength Division Multiplexing
- Mutiplexación por división en longitud de onda
- Introducir en la fibra señales sobre “luces” de diferente longitud de onda (frecuencia)
- Cada longitud de onda tiene gran capacidad
  - Transportar canal de alto bitrate
  - O múltiples canales multiplexados en el tiempo o frecuencia
- Básicamente es FDM

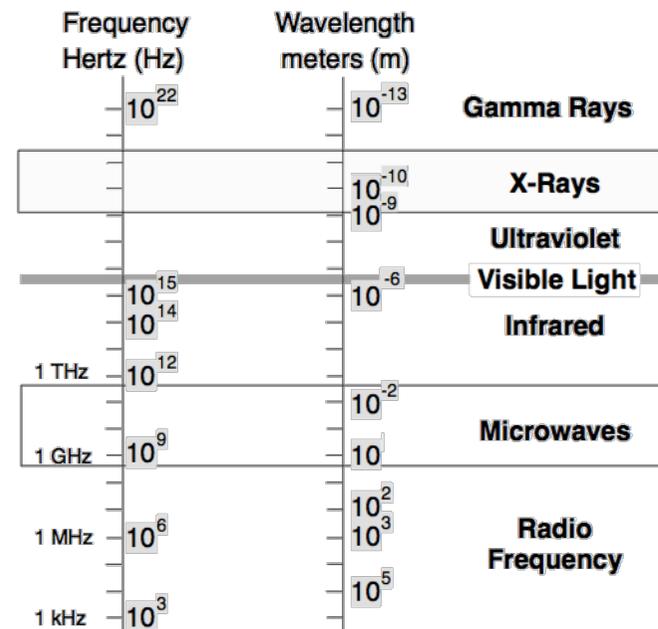


# Medios no guiados

- Generalmente el aire
- Frecuencias:
  - 30 MHz a 1 GHz (radio)
  - 1 a 40 GHz (microondas)
  - Rango infrarrojo
- Bajas frecuencias omnidireccional
- Microondas directivas mediante antena parabólica
- Infrarrojos solo punto-a-punto

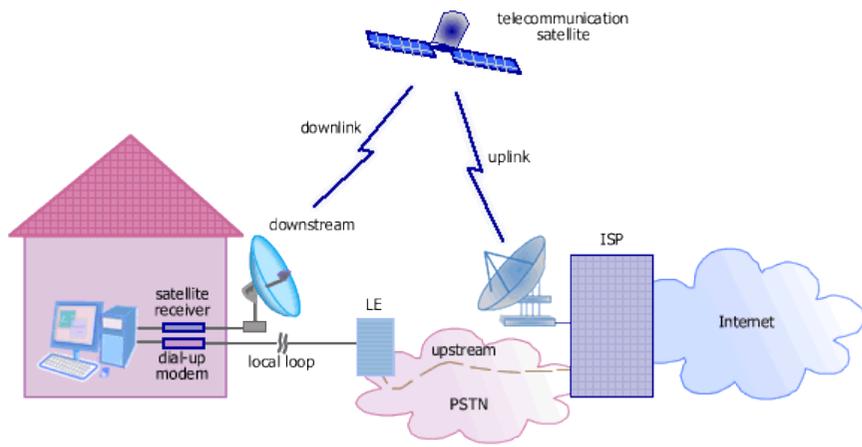
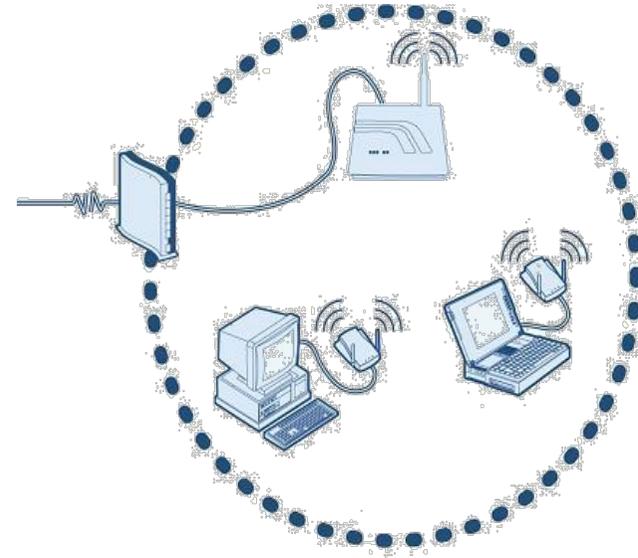


©1994 Encyclopaedia Britannica, Inc.



# Uso

- Radioenlaces
- Distribución de TV por satélite
- Internet por satélite
- WiFi
- WiMax, LMDS
- Uso de las frecuencias regulado
- Free Space Optics



# Resumen

- Podemos “unir” varios flujos en uno:
  - Alternando en el tiempo el uso de todo el BW
  - Usando cada uno todo el tiempo solo parte del BW
- Par trenzado barato, ubicuo pero con poca capacidad
- Coaxial con mayor BW pero requiere su propio despliegue
- Puestos a desplegar cableado nuevo, la F.O. ofrece un BW enorme y gran alcance
- Ondas de radio cuando no se quiere o puede usar cable
- Ondas de radio usan medio compartido y regulado (no necesario en enlaces punto-a-punto)

# Próxima clase

## *Tecnologías LAN (Ethernet)*