

# Multiplexación

Mg. Gabriel H. Tolosa  
[tolosoft@unlu.edu.ar](mailto:tolosoft@unlu.edu.ar)

“Divide y vencerás”

Máxima militar

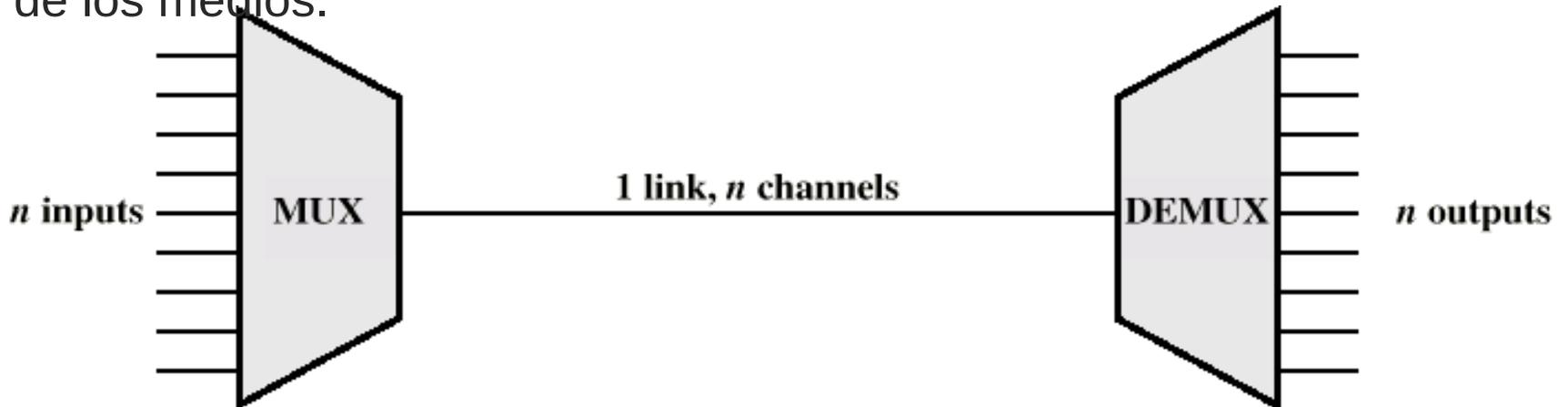
# Multiplexación

## ■ Problemática

*"Los enlaces son caros, por eso hay que compartirlos entre varios usuarios"*

## ■ Solución: Multiplexación (Mux)

Técnica que permite compartir un medio o un canal entre varias comunicaciones. Su **objetivo** es minimizar la cantidad de líneas físicas requeridas y maximizar el uso del ancho de banda de los medios.

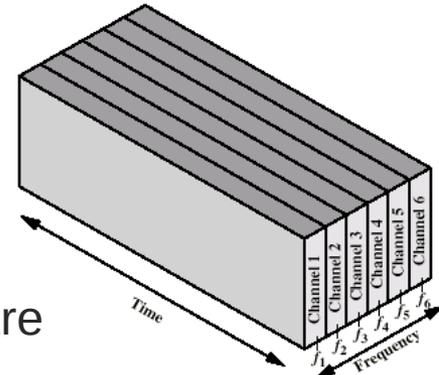


# Multiplexación

## ■ Técnicas básicas

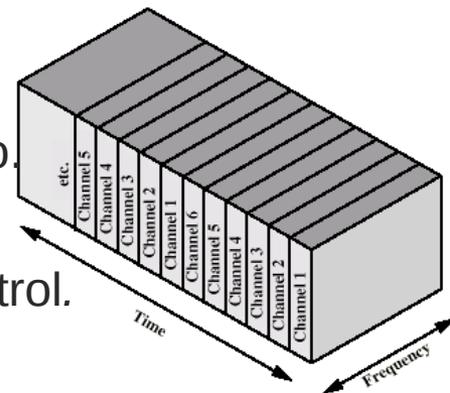
### ■ Multiplexación por división de frecuencias

- Asignación de una banda de frecuencias a cada canal durante **todo el tiempo**
- Utilizado en transmisión de señales analógicas
- Overhead: Existen bandas de frecuencias libres entre canales (evita interferencia)



### ■ Multiplexación por división de tiempos

- Asignación periódica de **todo el ancho de banda** a una comunicación o usuario por un tiempo limitado.
- Utilizado en transmisión de señales digitales.
- Overhead: Bits adicionales de sincronización y control.

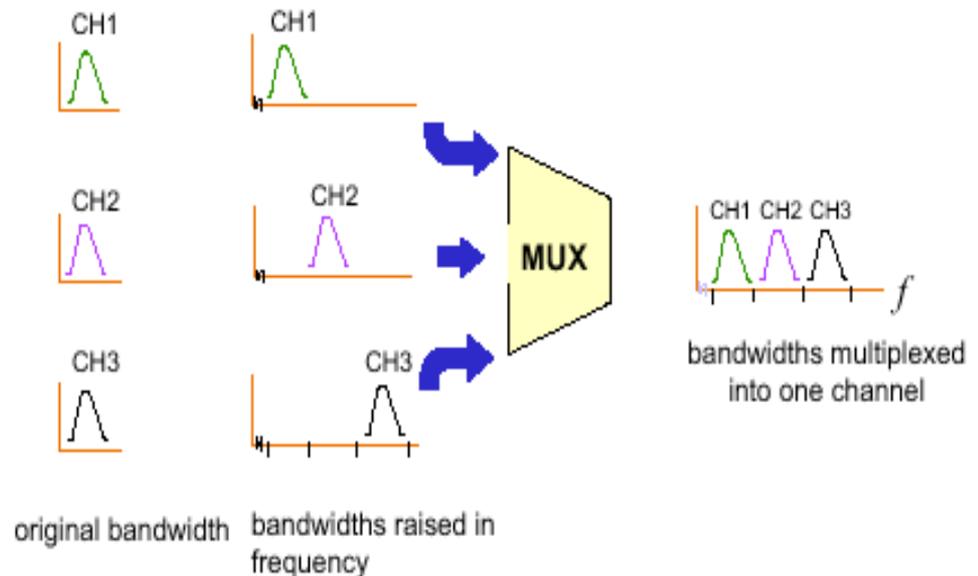


### ■ Multiplexación por asignación estadística

# Multiplexación

## ■ Por división de frecuencias (FDM)

- Cada señal se modula en una portadora de una frecuencia distinta
- Las portadoras se separan mediante bandas de resguardo para evitar solapamiento de comunicaciones
- El canal se encuentra ocupado aunque no haya transmisiones en curso



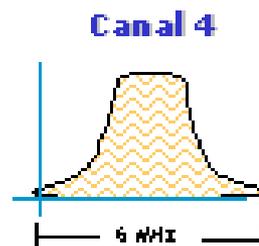
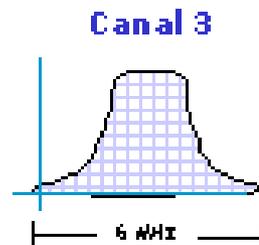
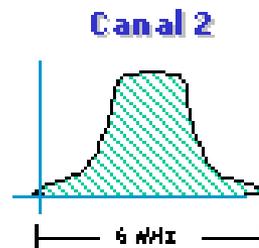
# Multiplexación

## ■ Ejemplo: Tres canales de televisión

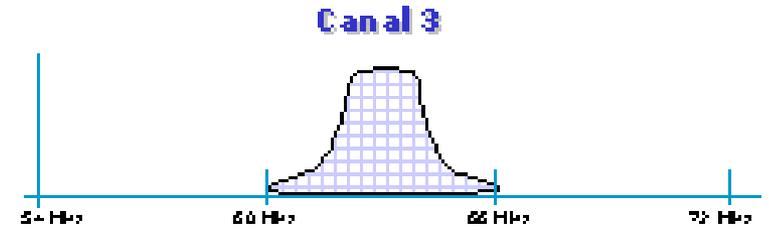
■ Canal 2  
(54-60 MHz)

■ Canal 3  
(60-66 MHz)

■ Canal 4  
(66-72 MHz).



a)



b)

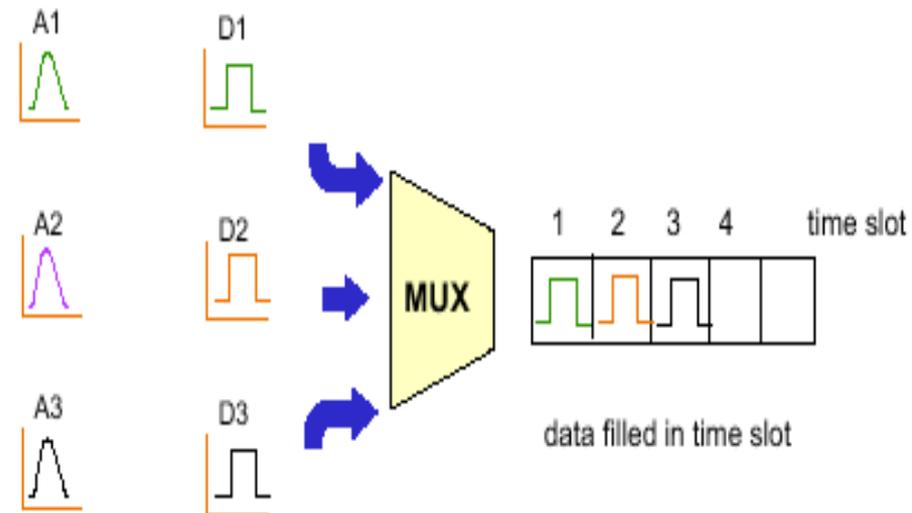
# Multiplexación

- **Por división de longitud de onda (Wavelength Division Multiplexing – WDM)**
  - Se utiliza con señales luminosas sobre fibra óptica
  - Cada color de luz ‘transporta’ un canal diferente
  - Se generan señales de diferentes longitudes de onda
  - Hasta 160 canales de 10Gbps (1 Tbps)
  - Hay experiencias de laboratorio con 256 canales de 39.8 de 100 kms de distancia (10.1 Tbps)

# Multiplexación

## ■ Por división de tiempo (TDM)

- Múltiples señales digitales intercaladas en el tiempo
- El ancho de banda se utiliza en su totalidad durante un time slot para cada comunicación
- Los mensajes requieren información de control (por ejemplo, usuario emisor y receptor)
- El canal se aprovecha de manera más eficiente

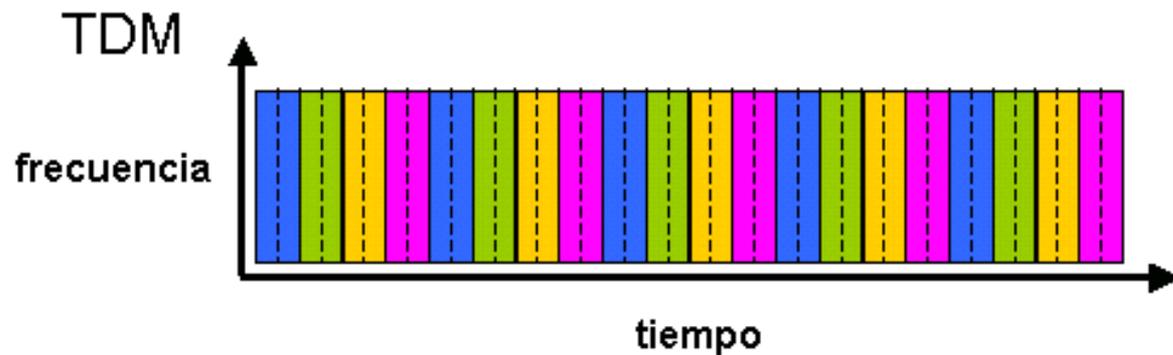
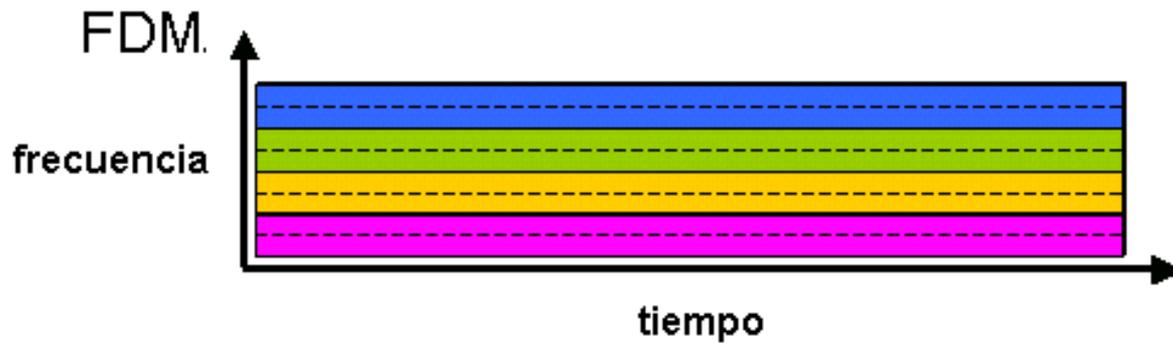


digitized signal

# Multiplexación

## ■ Comparación

4 usuarios ■ ■ ■ ■



# Multiplexación

## ■ Por división de tiempo estadística

- Reserva dinámicamente los time slots, de acuerdo a la demanda
- No envía time slots vacíos
- Esta técnica permite brindar servicio a mayor cantidad de dispositivos que TDM sincrónica
- Los mensajes también requieren información de control

# Multiplexación

## ■ Señalización en:

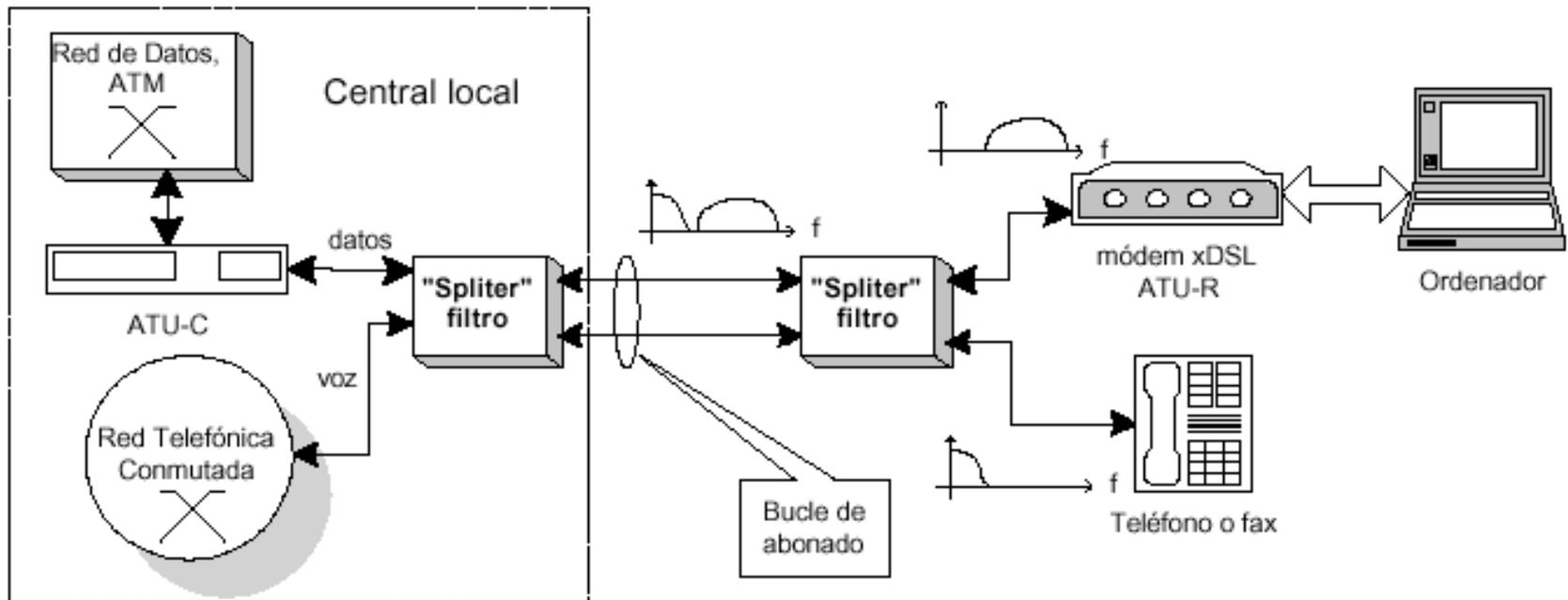
- **Banda Base:** La señal digital (codificada) es puesta directamente en el medio como una corriente transiciones de voltaje sobre el medio físico como el cobre o como pulsos luminosos en una fibra óptica. La señal utiliza todo el ancho de banda (no hay FDM)
- **Banda Ancha:** Se modula las señales que transportan la información y se utilizan técnicas de multiplexación por división en frecuencias sobre el medio de transmisión para permitir que más de un nodo transmita a la vez.

# Multiplexación

## ■ Ejemplos:

### ○ Tecnología xDSL (Digital Subscriber Line)

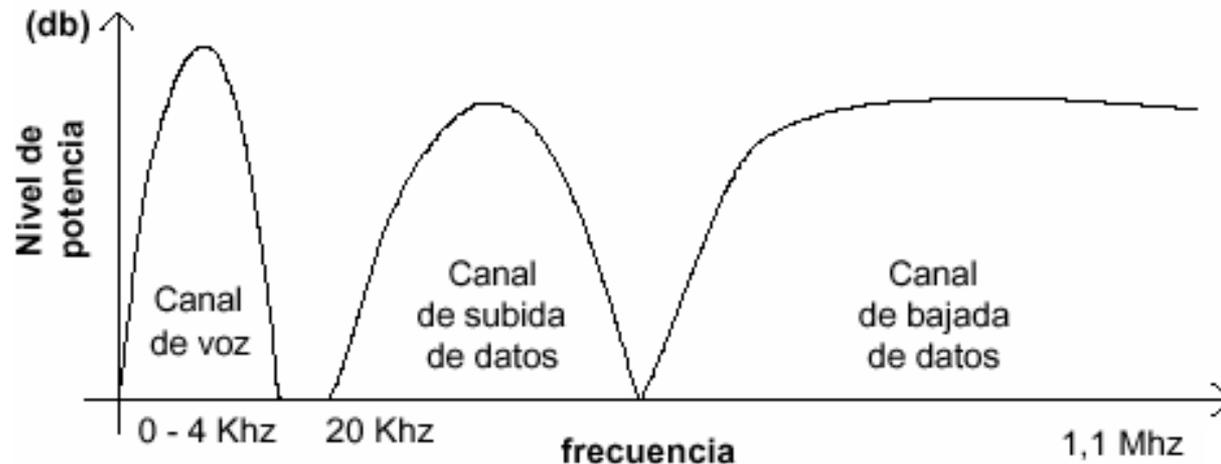
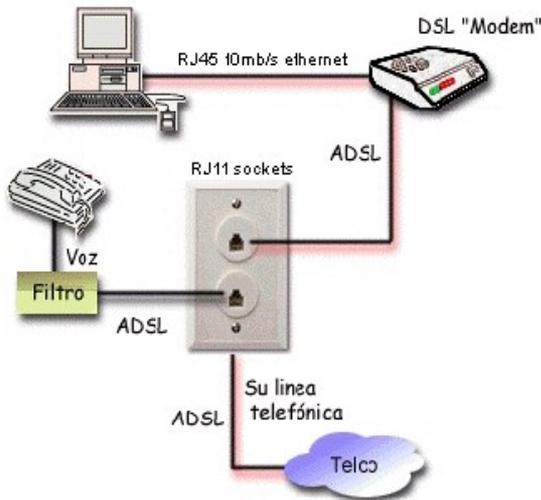
- Esta familia de protocolos permiten transmisiones sobre un par de cobre típico (última milla de abonado telefónico) con velocidades de hasta 52Mbps. Se idearon para soportar video bajo demanda y TV interactiva



# Multiplexación

## Ejemplos:

- **Caso práctico: ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)**
  - Download hasta 8Mbps - Upload 0.8 Mbps
  - Lazo local de abonado: 1 Km = 8Mbps, 5Km = 2Mbps
    - La velocidad máxima real depende de la distancia entre el abonado y la central de conmutación, la sección del cable y las interferencias.
  - Elimina la necesidad de instalar fibra óptica en el bucle de abonado para suministrar servicios de alta velocidad.



# Comparación en lazo de abonado

<b>Tecnología</b>	<b>Velocidad</b>	<b>Distancia</b>	<b>Aplicaciones</b>
Módem V.90	56 Kbps (bajada) 28,8 o 33,6 Kbps (subida)	Cualquiera	Acceso a Internet, fax, correo electrónico, acceso remoto a redes de área local
RDSI	64 o 128 Kbps (full-dúplex)	Hasta 5850 m	Las mismas que el módem, servicio telefónico y líneas alquiladas
Módem cable	10 a 38 Mbps (bajada) 128 Kbps a 10 Mbps (subida) velocidades compartidas	48 Km. en cable coaxial	Acceso a Internet, correo electrónico, televisión, vídeo bajo demanda.
ADSL	1,5 a 8 Mbps (bajada) 16 a 640 Kbps (subida)	Hasta 5,5 Km.	Acceso a Internet, servicio telefónico, fax, correo electrónico, vídeo bajo demanda.
HDSL	1,544 Mbps o 2,048 Mbps	Hasta 5 Km.	Interconexión de PBX, líneas alquiladas, interconexión de LAN.
VDSL	13 a 52 Mbps (bajada) 1,5 a 2,3 Mbps (subida)	300 a 1.300 m	Acceso a Internet, vídeo bajo demanda, TV interactiva, de alta definición, interconexión de LAN.