



Multiplexación

Mg. Gabriel H. Tolosa

tolosoft@unlu.edu.ar

“Divide y Vencerás.”

Máxima militar

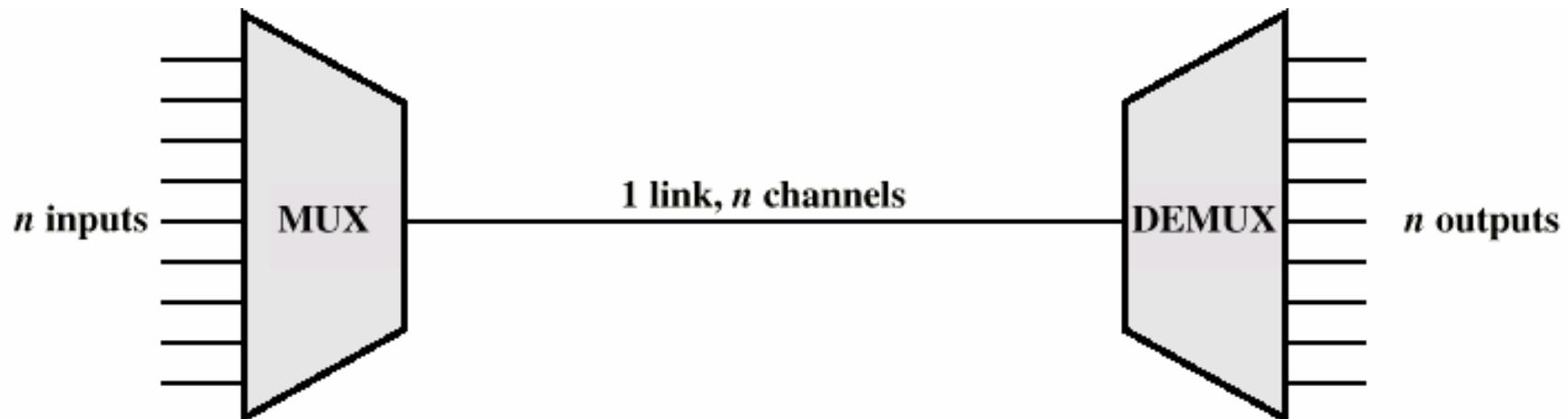
Multiplexación

■ 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.

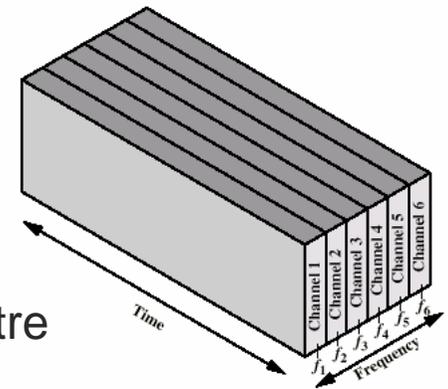


Multiplexación

■ Técnicas básicas

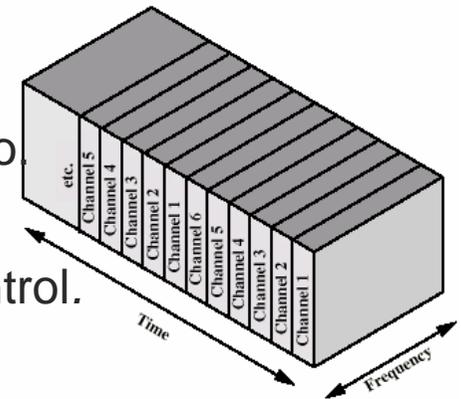
■ Multiplexación por división de frecuencias

- 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.

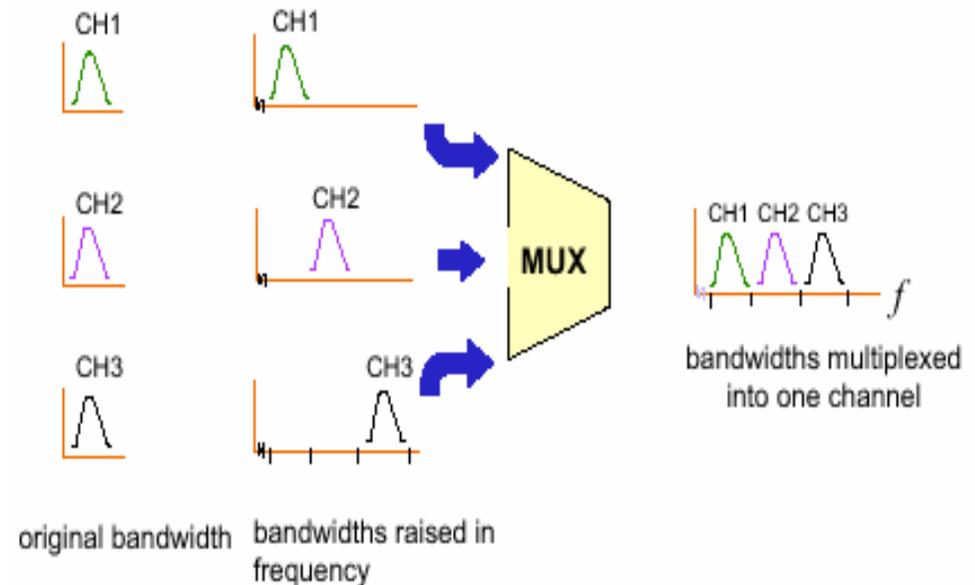


■ Multiplexación por asignación estadística

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



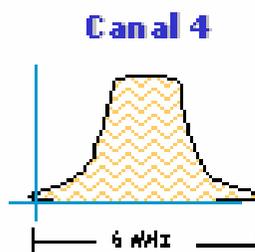
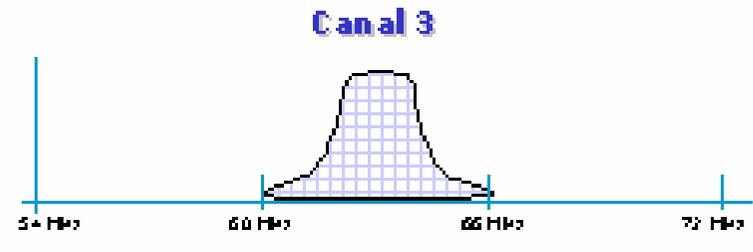
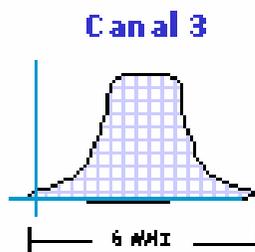
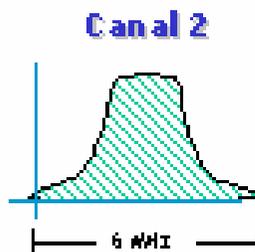
Multiplexación

■ Ejemplo: Tres canales de televisión

■ Canal 2
(54-60 MHz)

■ Canal 3
(60-66 MHz)

■ Canal 4
(66-72 MHz).



a)

b)

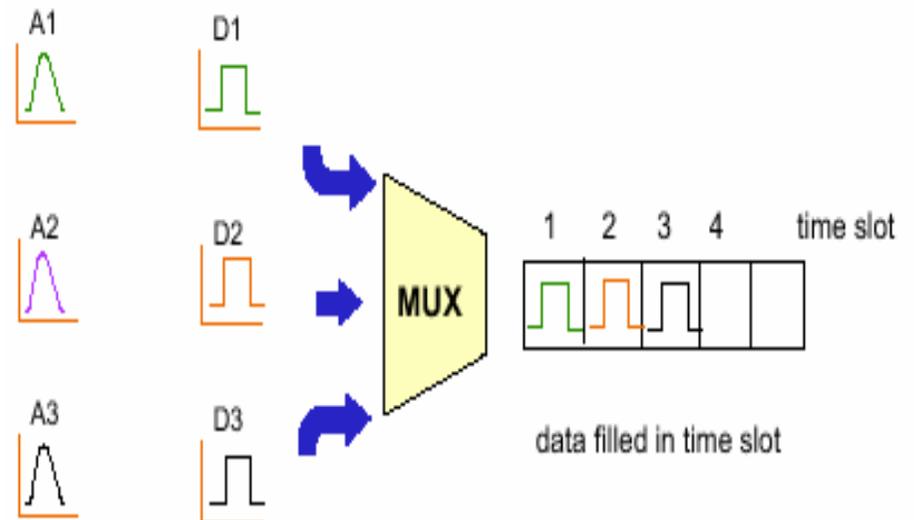
Multiplexación

- **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)

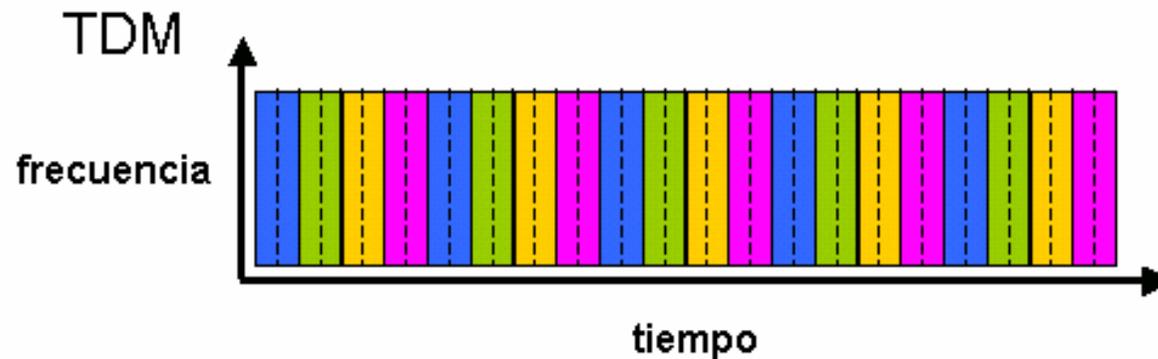
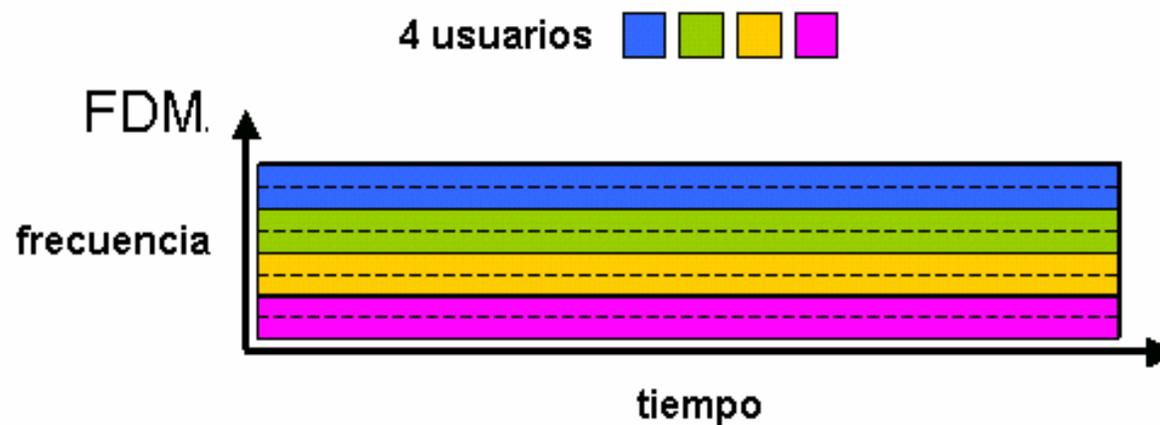
- Múltiples señales digitales intercaladas en el tiempo
- El ancho de banda se utiliza en su totalidad durante un time slot para cada comunicación
- Los mensajes requieren información de control (por ejemplo, usuario emisor y receptor)
- El canal se aprovecha de manera más eficiente



digitized signal

Multiplexación

■ Comparación



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:

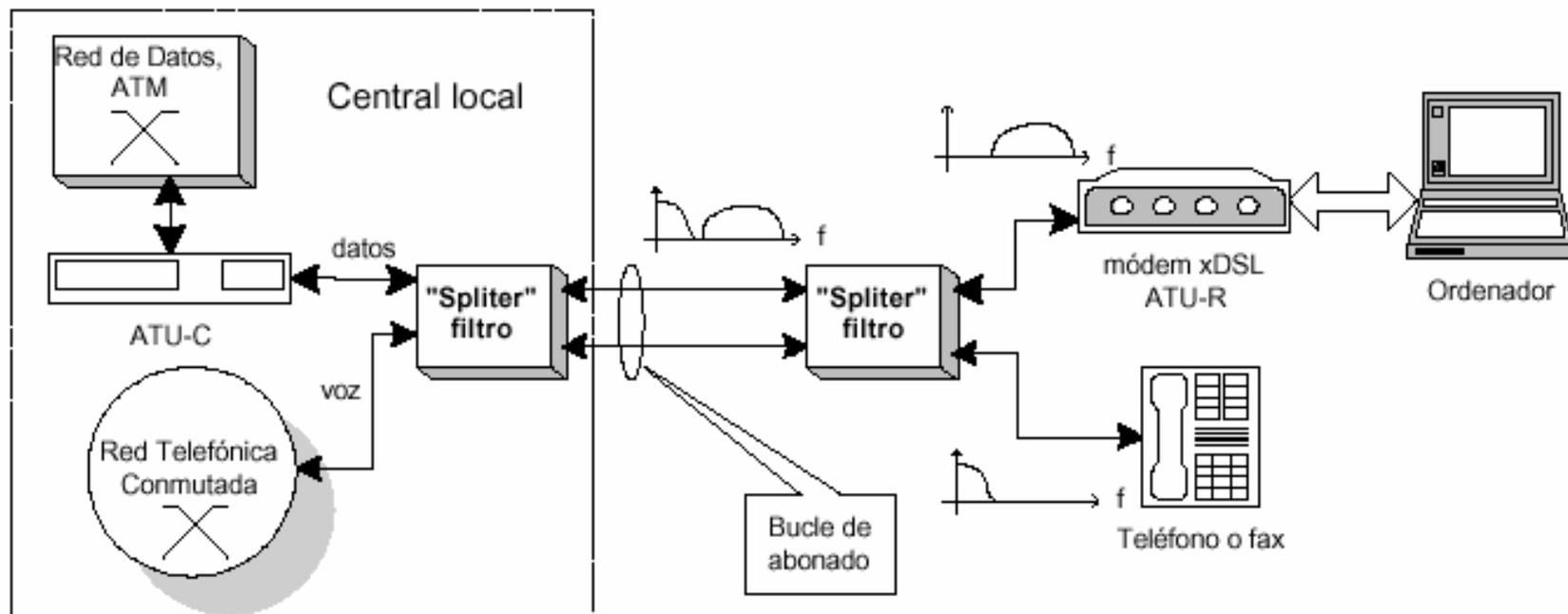
- **Banda Base:** La señal digital (codificada) es puesta directamente en el medio como una corriente transiciones de voltaje sobre el medio físico como el cobre o como pulsos luminosos en una fibra óptica. La señal utiliza todo el ancho de banda (no hay FDM)
- **Banda Ancha:** Se modula las señales 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)

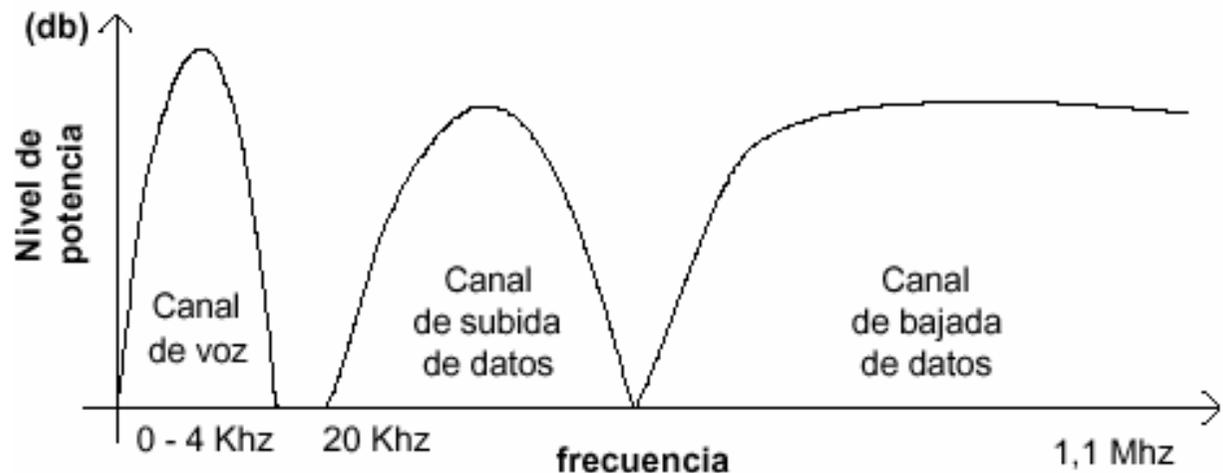
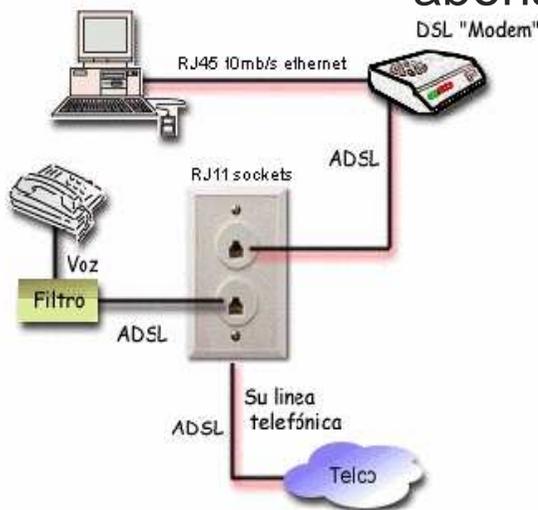
- Esta familia de protocolos permiten transmisiones sobre un par de cobre típico (última milla de abonado telefónico) con velocidades de hasta 52Mbps. Se idearon para soportar video bajo demanda y TV interactiva



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

Tecnología	Velocidad	Distancia	Aplicaciones
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.

Multiplexación

■ Otros recursos

- DSL Forum
 - <http://www.dslforum.org/index.shtml>
- Digital Subscriber Line (Cisco)
 - http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/adsl.htm
- Cable Modem Tutorial
 - <http://www.cable-modems.org/tutorial/>
- Broadband Powerline Communications
 - <http://www.ds2.es/>