

Comunicación de datos

Multiplexación del enlace, FDM, TDM
síncrona y estadística



Lic. R. Alejandro Mansilla

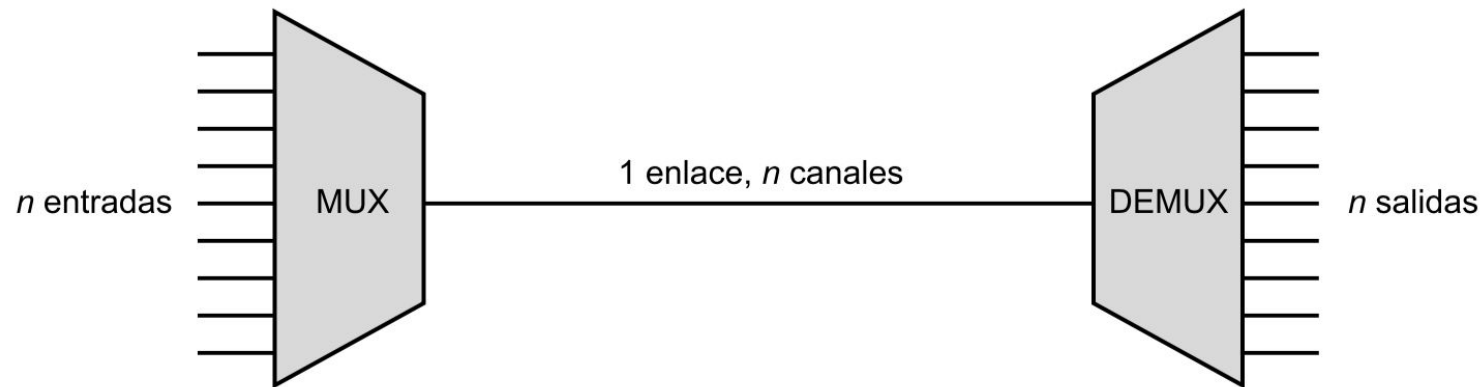
Ing. Rodrigo A. Elgueta

Multiplexación

- Técnica utilizada para hacer un eficiente de las líneas de telecomunicaciones.
- Varias fuentes de transmisión compartan una capacidad de transmisión superior.
- 3 categorías:
 - Por división en frecuencia. *Señales analógicas ej: Radio o Televisión*
 - Por división en el tiempo síncrona. *Tanto señales digitales como analógicas que transportan datos digitales. Ej: Secuencias de voz digitalizada y de datos.*
 - Por división en el tiempo estadística. *Similar anterior pero más eficiente por que no preasigna ranuras de tiempo a fuentes concretas*

Multiplexación (cont.)

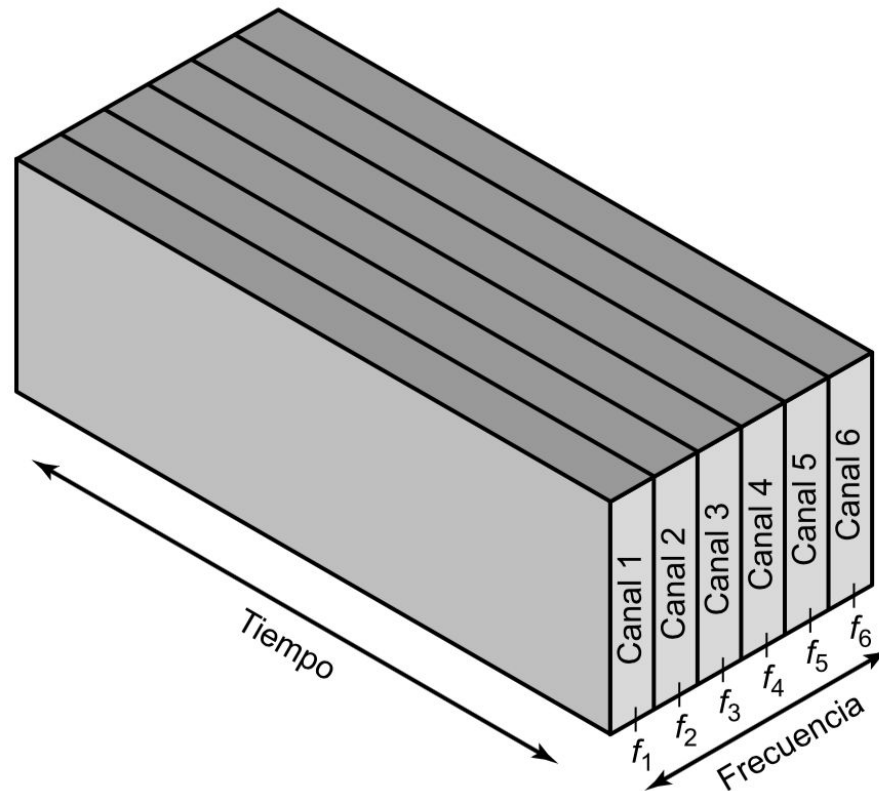
- En sistema de comunicación no siempre se utiliza toda la capacidad del enlace.
- Es posible compartir entre diferentes fuentes dicho enlace. A esto se lo denomina Multiplexación
- Una aplicación concreta: comunicaciones de larga distancia.



FDM – Multiplexación por división en frecuencias

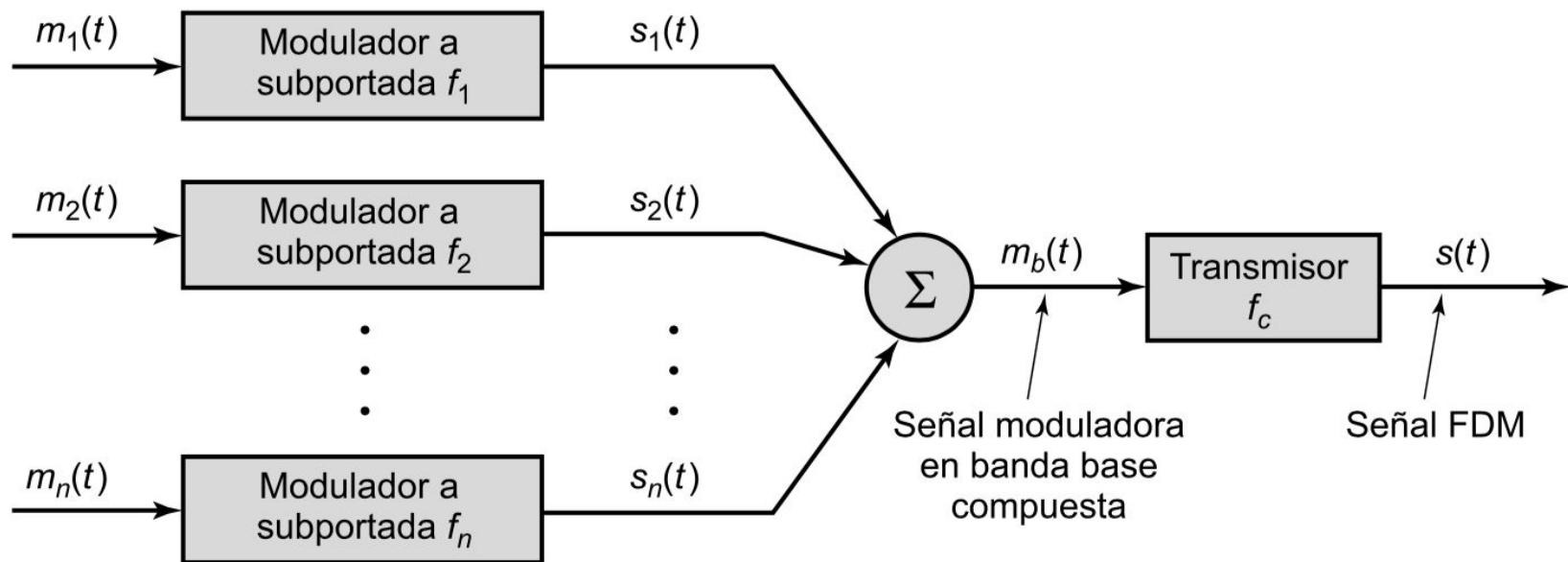
- Es posible utilizar FDM cuando el enlace cuenta con mayor ancho de banda que el requerido.
- Se pueden transmitir varias señales a la vez, cada una modulada sobre una portadora diferente.

El ancho de banda que ocupa cada portadora es conocido como canal.



FDM (cont.)

- En el caso de transmitir señales digitales, habrá que modular primero la señal de entrada de cada canal.
- A la señal portadora usada en cada canal, se la denomina **subportadora**.

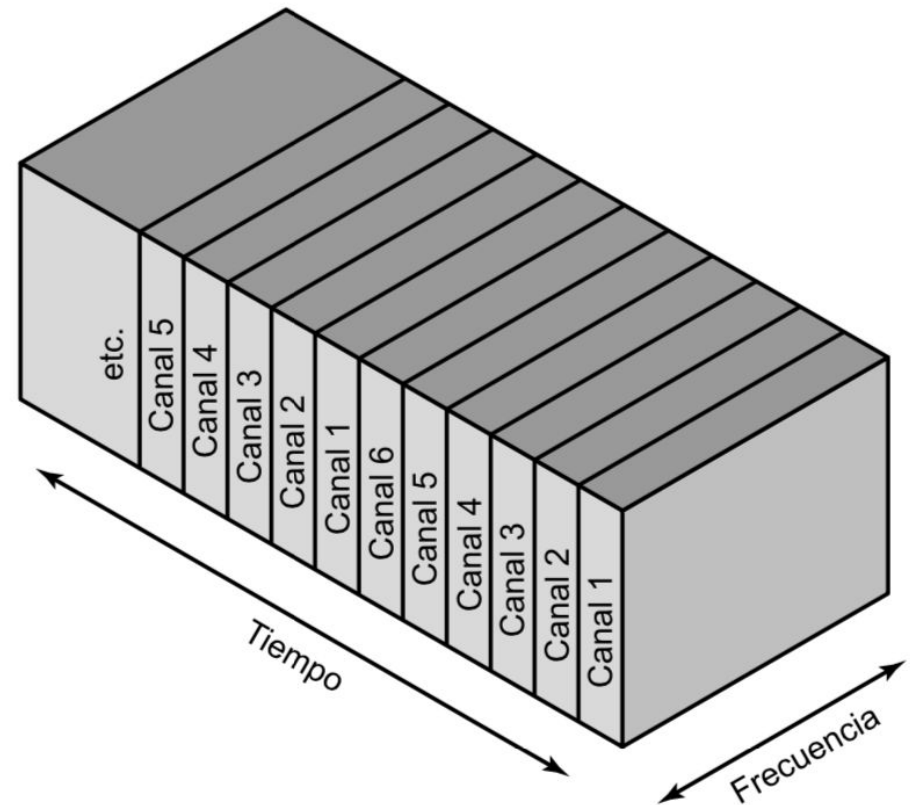


Multiplexación por división de Longitud de onda

- WDM (*wavelength Division Multiplexing*)
- Caso especial de FDM aplicado a fibras ópticas
- En cada longitud de onda o color se puede transportar un canal
- La mayoría operan en el rango de los 1550 nm
- La norma de la ITU G.692 especifica un espaciado de canales de 50Ghz con 80 canales
- En la actualidad se pueden conseguir velocidad de mas de 40Gbps por canal, en sistemas que superan los 100 canales.

Multiplexación por división del tiempo síncrona

- TDM: *Time Division Multiplexing*
- Utilizada para transmitir señales digitales o señales analógicas que transportan datos digitales
- Mezcla temporal de cada una de las señales.
- El proceso puede ser Bit a bit, por octetos o bloques mayores
- Cada ranura temporal es un canal

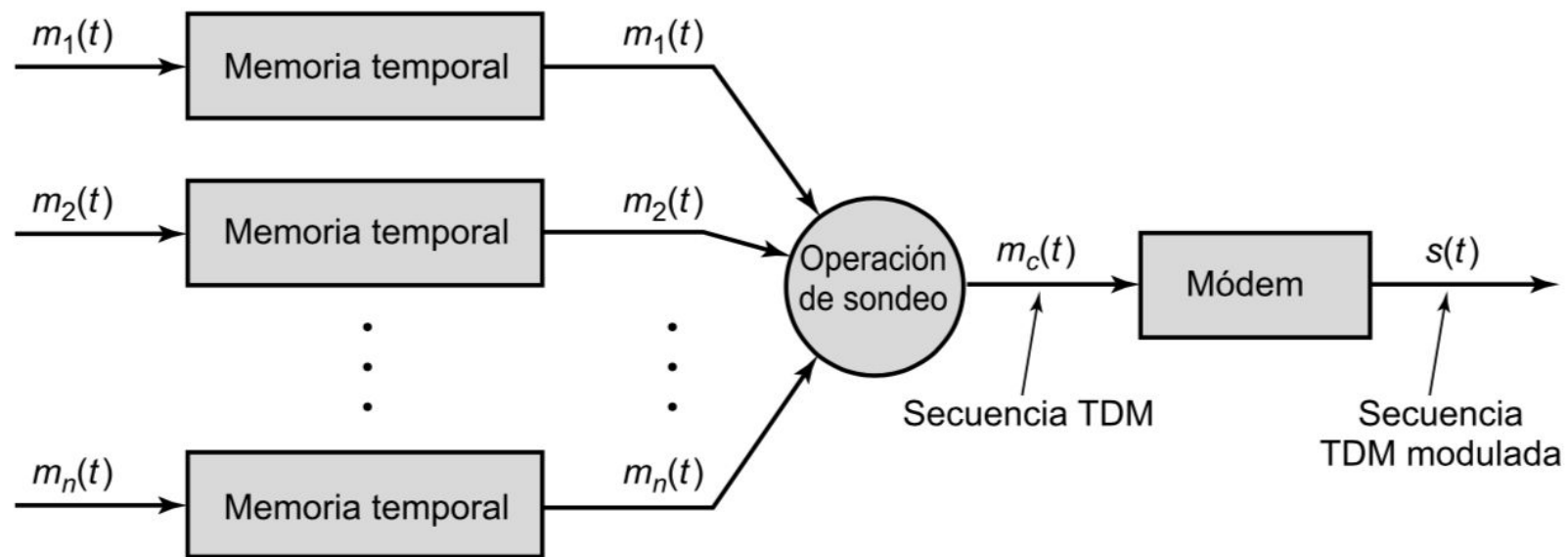


(b) Multiplexación por división en el tiempo

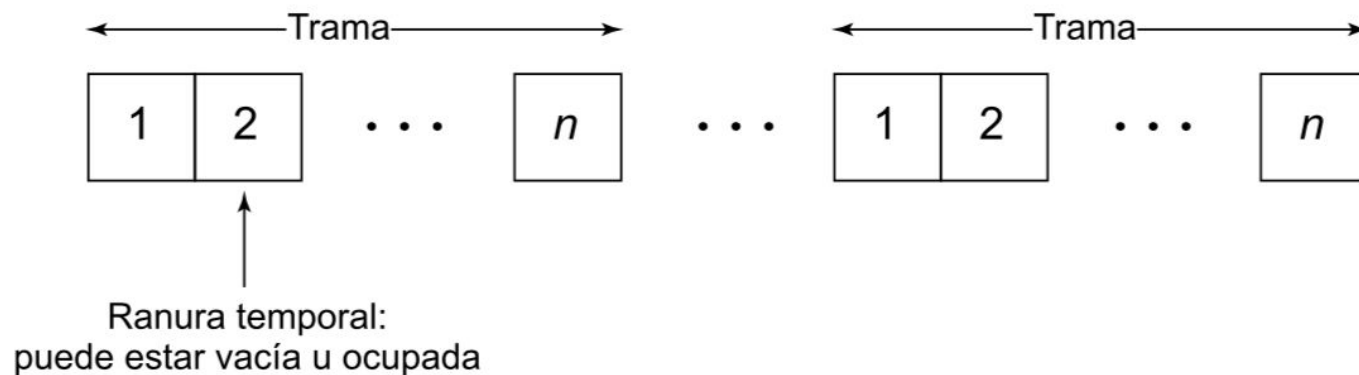
TDM

- Cada fuente de entrada se va almacenando en un buffer *(normalmente de 1 bit o 1 byte)*
- Los buffers se vacían con la suficiente velocidad como para que puedan recibir el dato siguiente
- Las señales de entrada se sondean secuencialmente
- La secuencia TDM puede ser modulada o no y se transporta por el enlace
- La transmisión es por lo general síncrona
- En cada trama del enlace pueden viajar datos de varias ranuras temporales

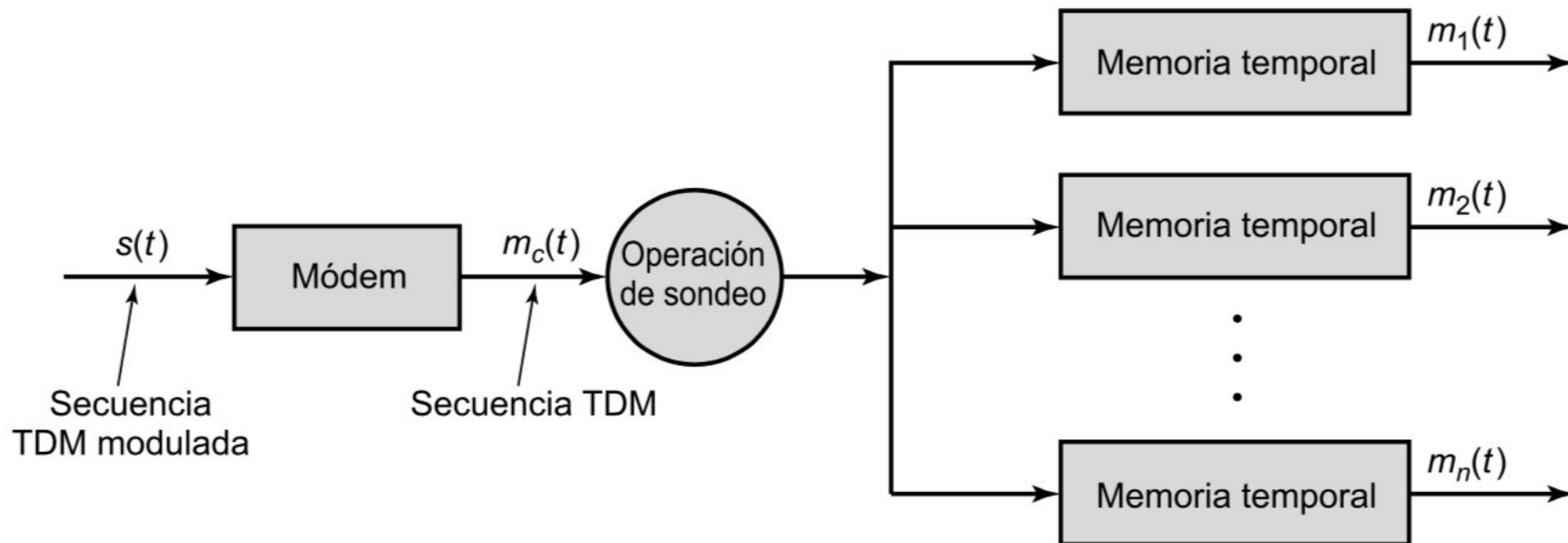
TDM: Transmisor



(a) Transmisor



TDM: Receptor



TDM: Consideraciones importantes

- **La técnica TDM síncrona se denomina síncrona no porque se emplee transmisión síncrona, sino porque las ranuras temporales se preasignan y fijan a las distintas fuentes. Las ranuras temporales asociadas a cada fuente se transmiten tanto si éstas tienen datos que enviar como si no.**
- No se requiere control de flujo ni control de errores en el enlace TDM, los mismo deben realizarse en cada una de las fuentes y sus respectivos receptores
- Se puede asignar más o menos ranuras temporales a las fuentes dependiendo de su velocidad de transmisión.

Sistema de portadora digital

- Definida inicialmente en EEUU, también usada en Canadá y Japón
- Diseñado para transmitir señales de voz sobre enlaces de alta capacidad usando TDM síncrona.

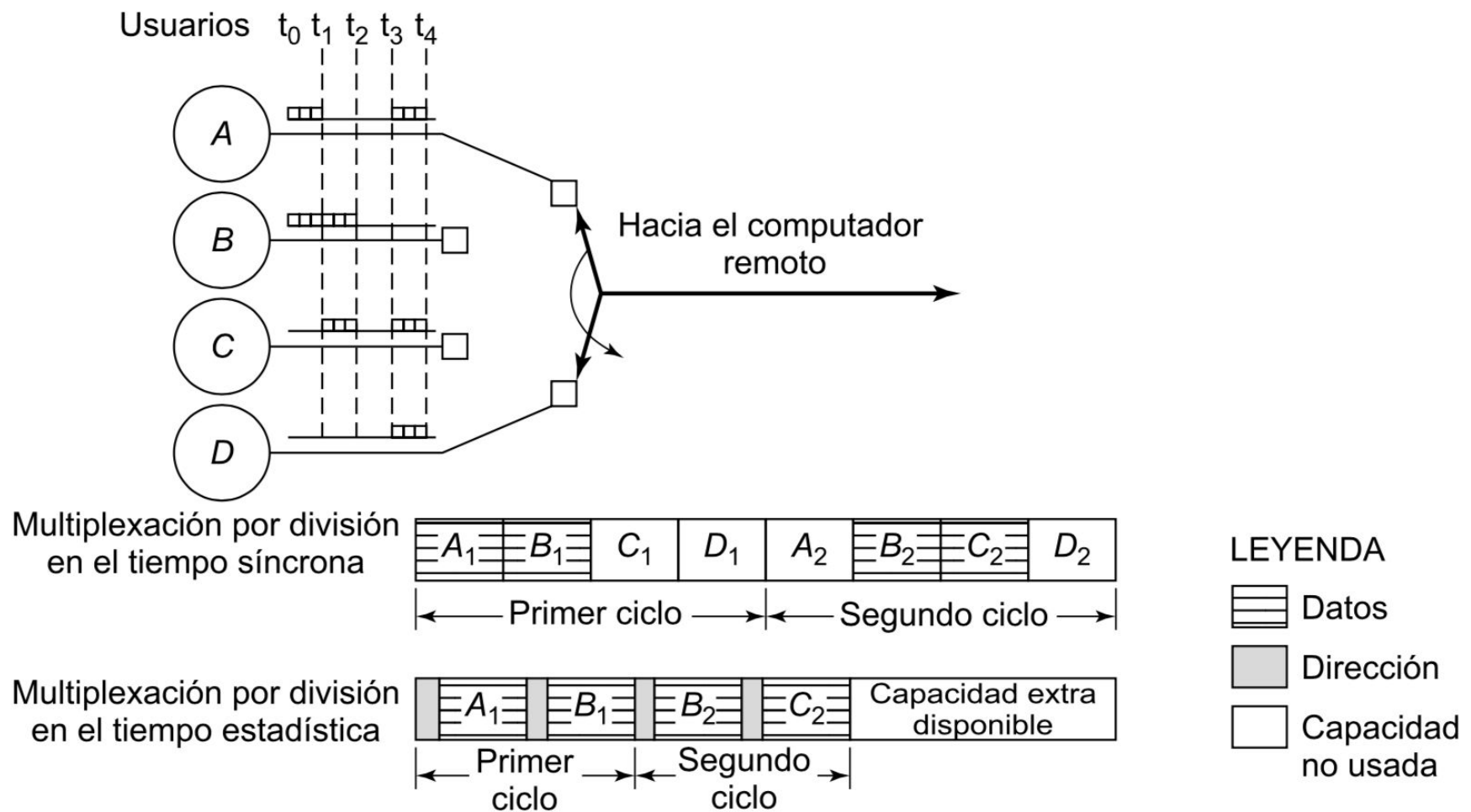
Norteamérica			Internacional (ITU-T)		
Nomenclatura	Número de canales de voz	Velocidad (Mbps)	Nivel	Número de canales de voz	Velocidad (Mbps)
DS-1	24	1,544	1	30	2,048
DS-1C	48	3,152	2	120	8,448
DS-2	96	6,312	3	480	34,368
DS-3	672	44,736	4	1.920	139,264
DS-4	4.032	274,176	5	7.680	565,148

Formato DS-1

- Cada canal de voz se digitaliza usando PCM de 8000 muestras por segundo.
- Se toman 8 bits por canal + 1 de delimitación x 24 canales, son 193 bits
- Con una trama de 193 bits x 8000, se dispone de una velocidad de 1.544Mbps
- El formato DS-1 también se emplea para datos digitales, por compatibilidad se usa la misma velocidad pero con las siguientes consideraciones:
 - 23 canales de datos, el 24 se usa para sincronización
 - En cada canal hay 7 bits de datos por **trama** + 1 bit para indicar si el canal en esa trama tiene datos de usuario o de control
 - La velocidad del canal es de 56 kbps dado que se usan 7 bits

TDM estadística

- En un multiplexor síncrono es usual que se desaprovechen muchas de las ranuras temporales de una trama.
- En TDM estadística se hace una reserva bajo demanda de las ranuras temporales
- No hay muchas diferencias con TDM síncrona, cada línea de entrada y de salida tiene su buffer
- El multiplexor sondea los buffers de cada línea en busca de datos hasta completar una trama para luego enviarla
- La velocidad del enlace multiplexado puede ser menor que la suma de las líneas, justamente explotando el hecho de que no siempre transmiten.



El multiplexor estadístico necesita añadir información de direccionamiento de cada trama

FIN