

Redes y Servicios de Telecomunicaciones

Tema 2. Acceso a la Red Parte I



Peterson - Davie:

2.1, 2.1.1, 2.3, 2.3.3, 2.5, 2.5.1

Tanenbaum:

***2.5.3, 2.5.4, 2.6, 2.6.1, 2.6.2, 2.6.3 (sin ADSL)
y 2.6.4***

[Portal Moodle](#)

Contenido

- Enlaces punto a punto.
- Acceso PSTN.
- Multiplexación.
- Transmisión fiable.

Enlaces punto a punto

Límite de Shannon

La capacidad de un enlace (C bps) está limitada por:

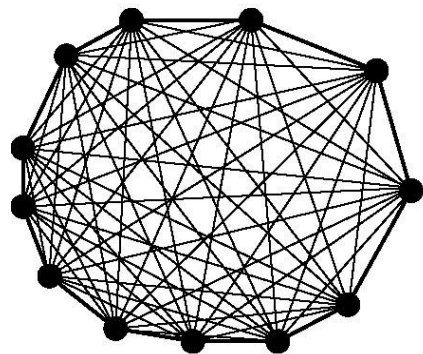
- Ancho de banda (B Hz)
- Relación señal/ruido (S/N dB)

$$C = B \log_2(1+S/N)$$

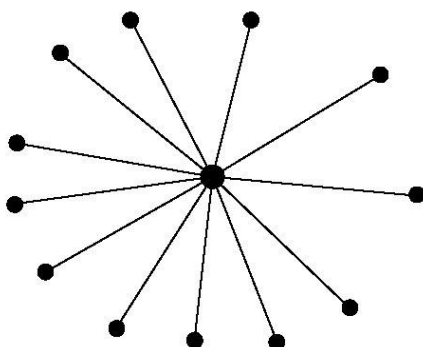
Para un canal telefónico:

- $B = 3300 - 300 = 3000\text{Hz}$
- $(S/N) = 10 \times \log_{10}(S/N) = 30\text{dB}$ (típico).
- $C = 3000 \times \log_2(1001) = 30\text{kbps}$.
- Con S/N algo mejor, 56kbps (máximo estándar)

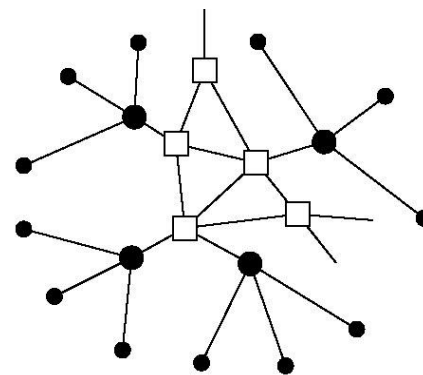
Acceso P_ublic S_witching T_elephony N_etwork. Evolución de la red telefónica



(a)



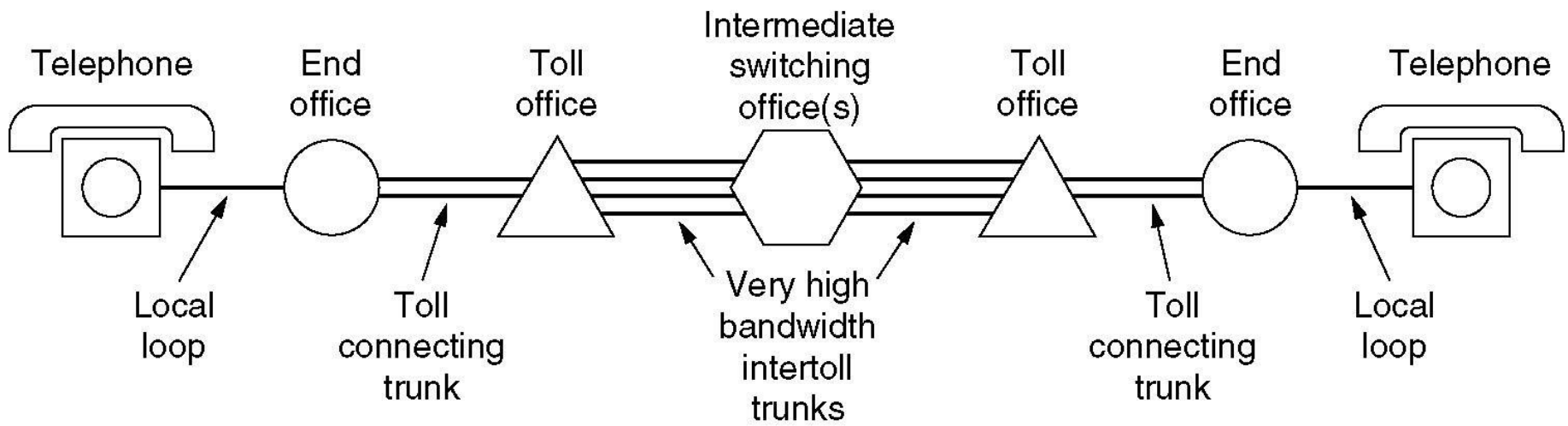
(b)



(c)

- (a) Red con interconectividad total.
- (b) Red con conmutador central.
- (c) Red jerárquica de dos niveles.

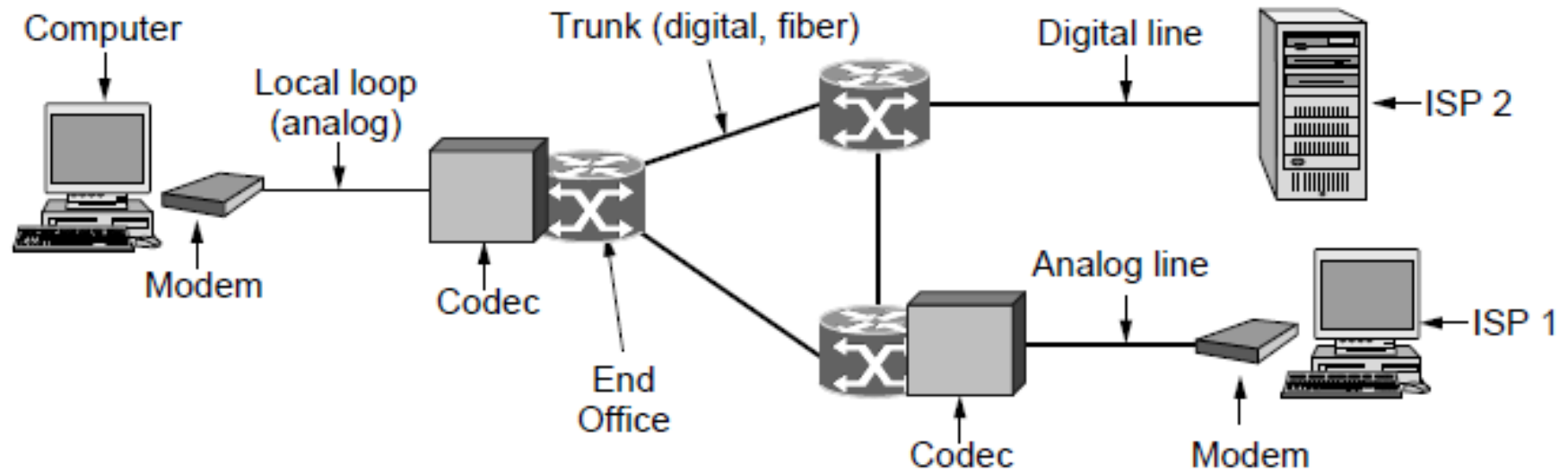
Equipos y funciones de la red telefónica



Ruta típica en una red de tamaño mediano

Acceso PSTN

El bucle de abonado



Líneas analógicas y digitales para comunicaciones de datos.
La conversión se realiza mediante **módems** y **códec**.

Multiplexación

Objetivo y tipos de reparto de los medios físicos

~ **Mismo coste (€)** *tirar* un cable de muchos pares (UTP-3) que una fibra óptica.

Pero menos capacidad

=> **repartir capacidad** de un medio entre muchos canales telefónicos.

Pero cómo saltar de 3'3KHz a THz: **Jerarquías.**

Multiplexación: Reparto **estático** y **centralizado** del medio.

Para Tráfico constante (canal telefónico)

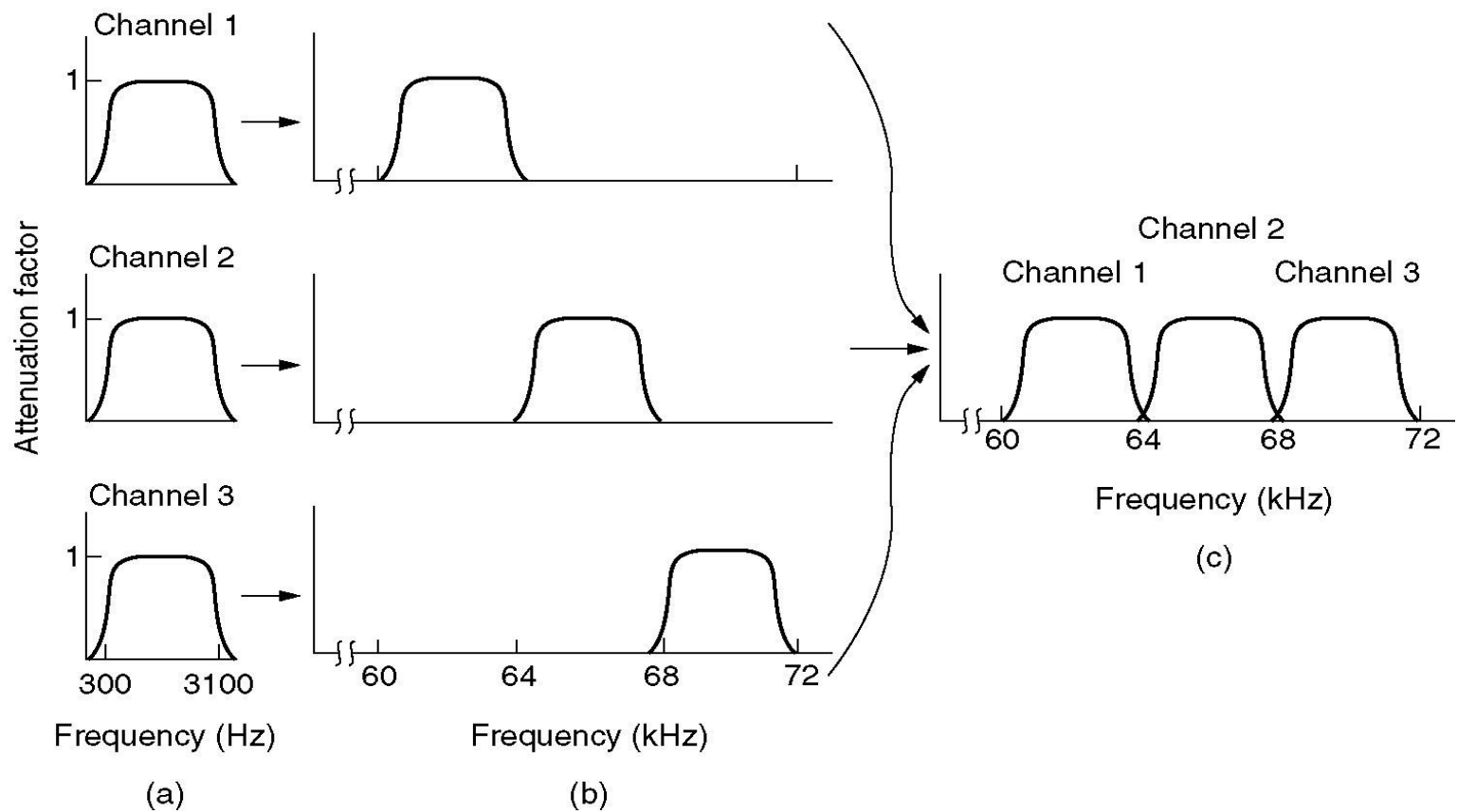
Contienda: Reparto **dinámico** y **distribuido** del medio.

Para Tráfico a ráfagas (802.3 y 802.11)

Otros: *multiplexores estadísticos, concentradores, sondeo.*

Multiplexación

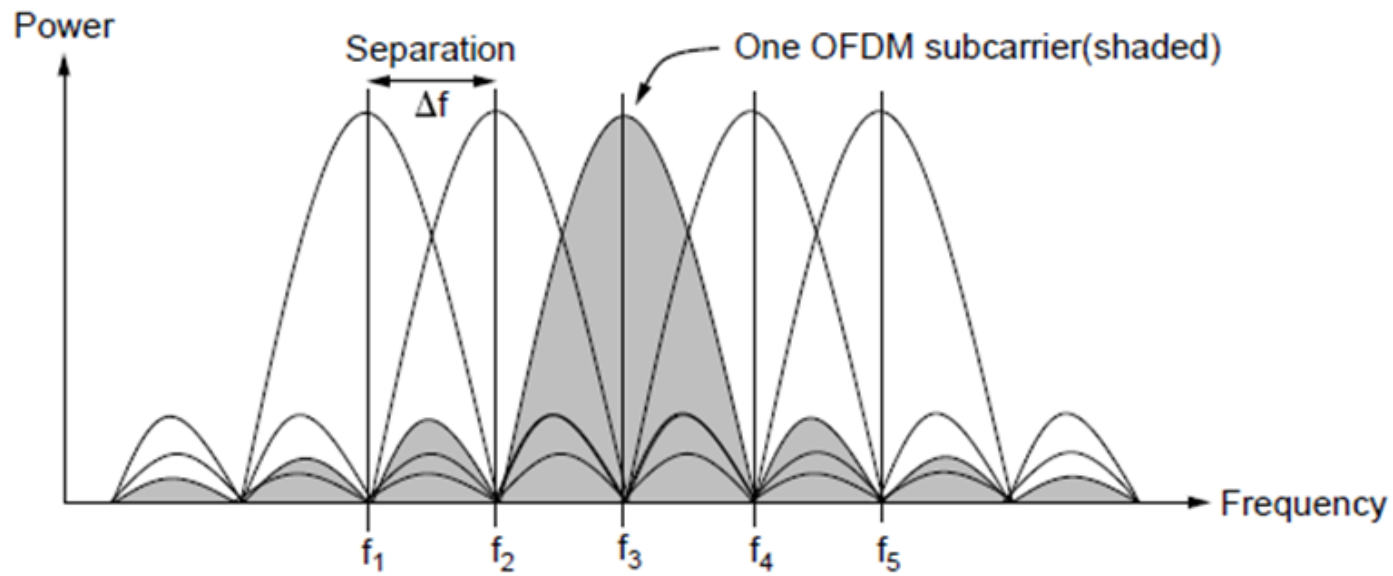
FDM: Multiplex por División en Frecuencia



- (a) La señal original (canal telefónico o canal multiplexado)
- (b) La señal desplazada en frecuencia
- (c) El canal multiplexado

Multiplexación

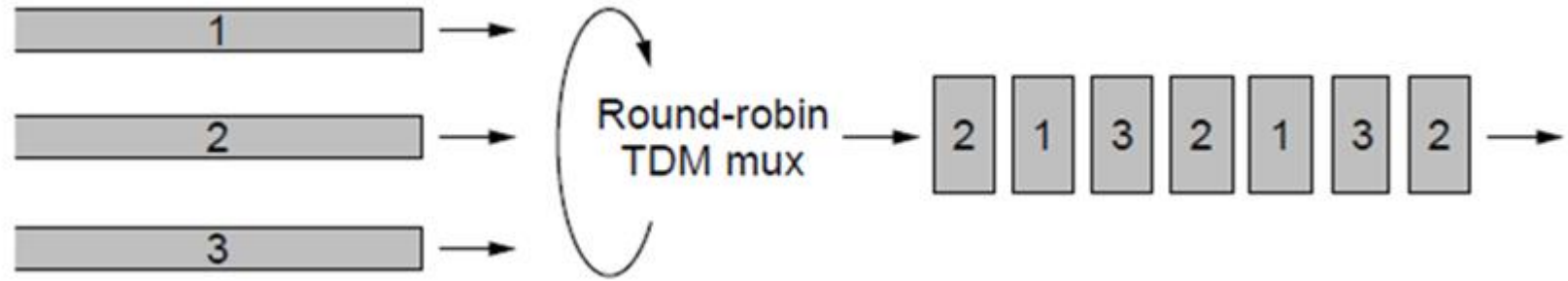
FDM: Multiplex por División en Frecuencia (2)



Orthogonal frequency division multiplexing (OFDM).

Multiplexación

TDM: Múltiplex por división en el tiempo



Time Division Multiplex TDM

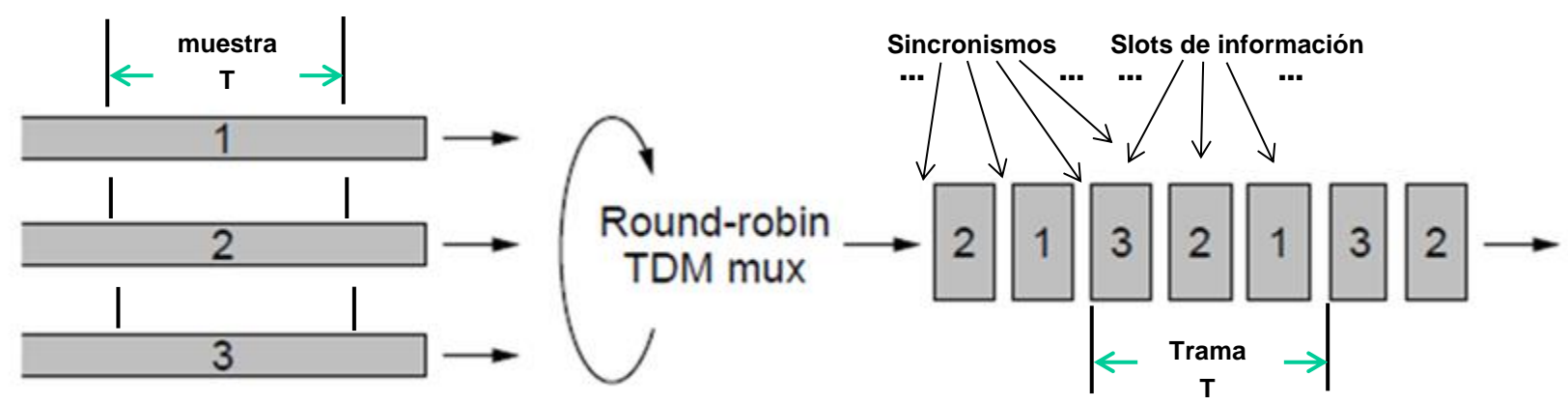
Multiplexación

Múltiplex TDM de N canales de información

Digitalización de una señal analógica limitada en banda (W Hz)

- Muestreo: $f_m = 2 \times W$ (muestras/s)
- Cuantificación: b_m (bits/muestra)
- Caudal: $R_c = b_m \times f_m$ (bps)

Trama, con $N=3$

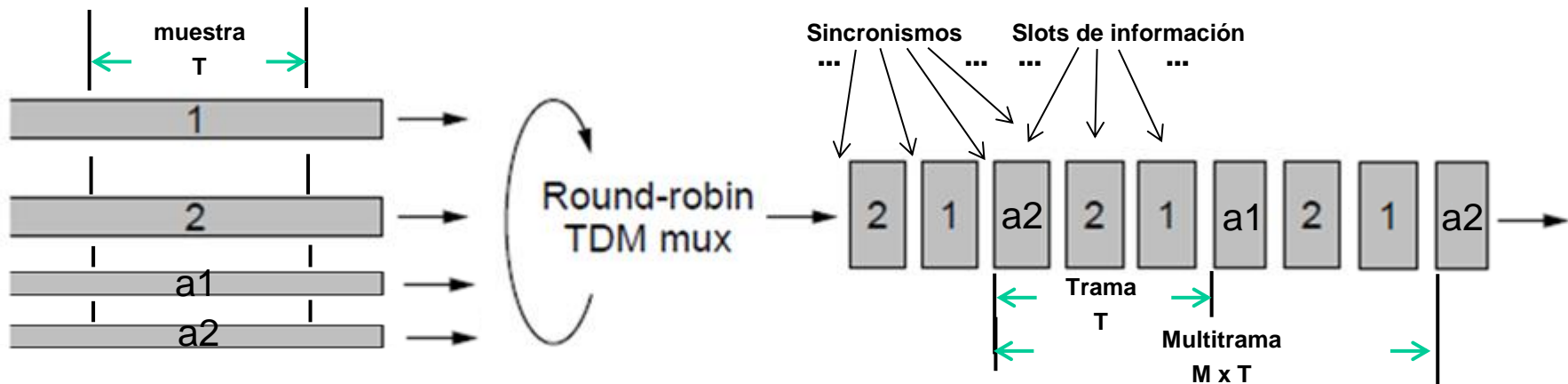


- Conjunto de N muestras transmitido periódicamente. Periodo: $T = 1 / f_m$ (s)
- Una muestra de cada canal en cada trama
- Sincronismos de trama en cada trama: b_{st} (bits)
- Longitud de la trama: $L = b_{st} + (b_m \times N)$ (bits)
- Duración de la trama: T (s)
- Caudal del múltiplex: $R_{mux} = L / T$ (bps)

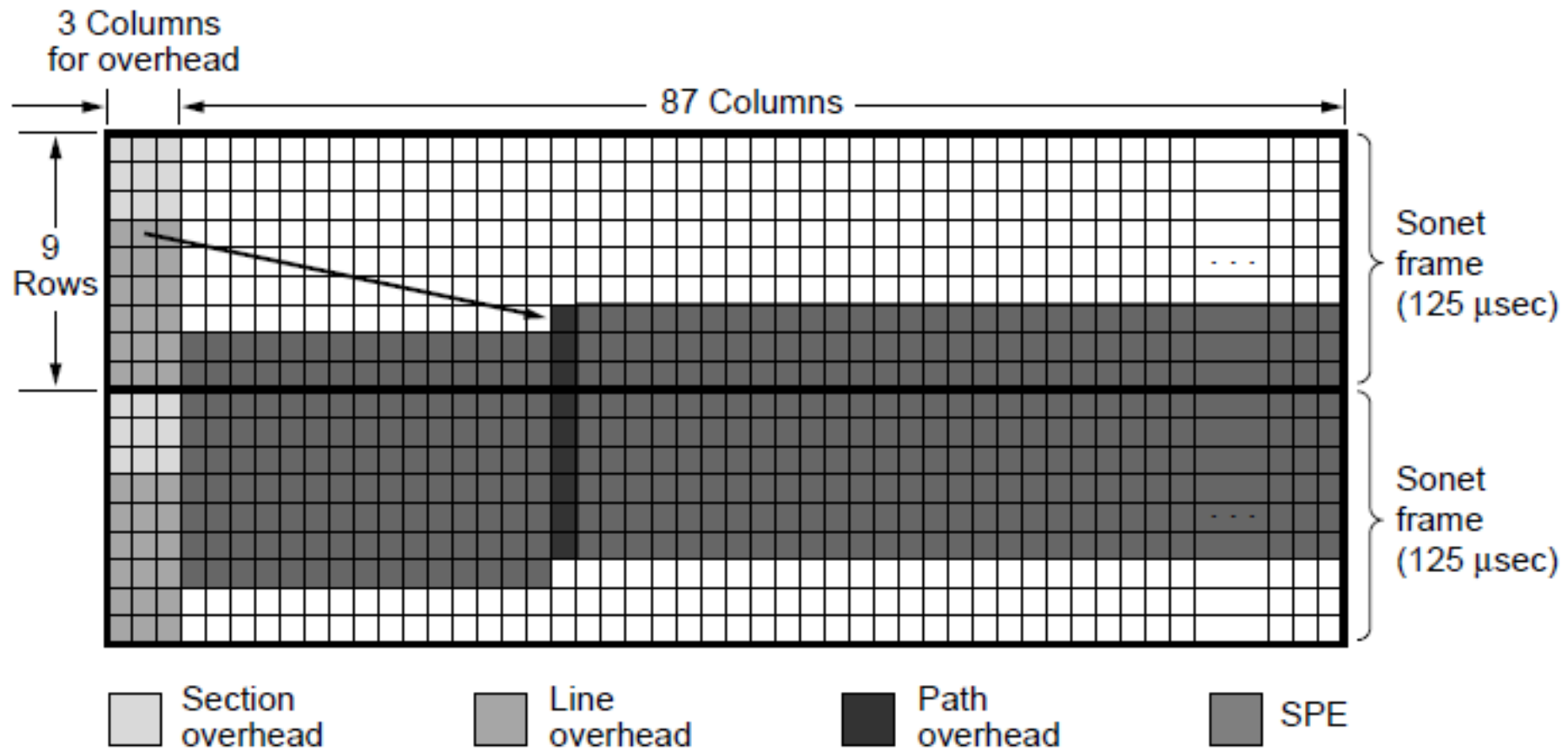
Multiplexación Multitrama: canales asociados

- M tramas consecutivas
- Una muestra de cada “canal asociado” en cada multitrama: b_a (bits)
- Sincronismo multitrama en cada multitrama: b_{sm} (bits)
- Longitud de la multitrama: $L_M = (b_{st} + (b_m \times N)) \times M + (b_a \times N) + b_{sm}$ (bits)
- Duración de la multitrama: $M \times T$ (s)
- Caudal de cada “canal asociado”: $R_a = b_a / (M \times T)$ (bps)

Ejemplo. con $N=2$, $M=2$. Canales asociados “a1” y “a2”



Multiplexación SONET/SDH



Dos tramas SONET (SDH STM-0) contiguas.

Multiplexación

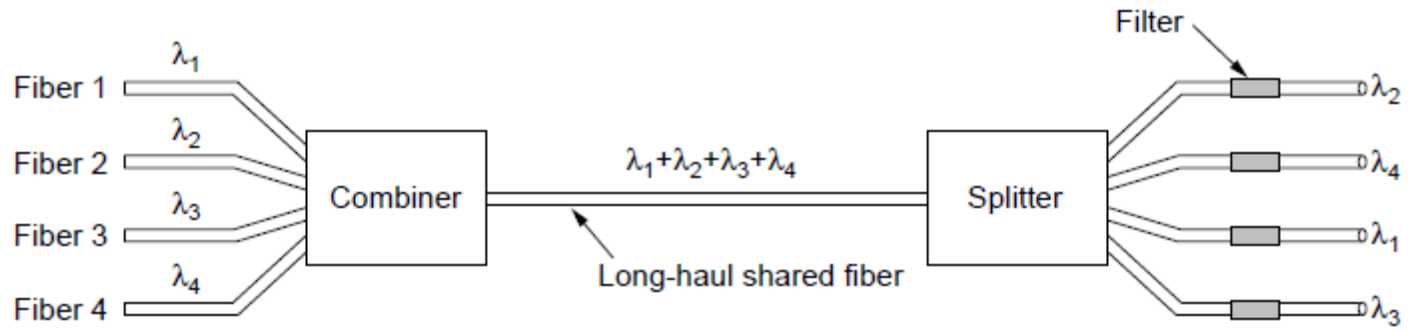
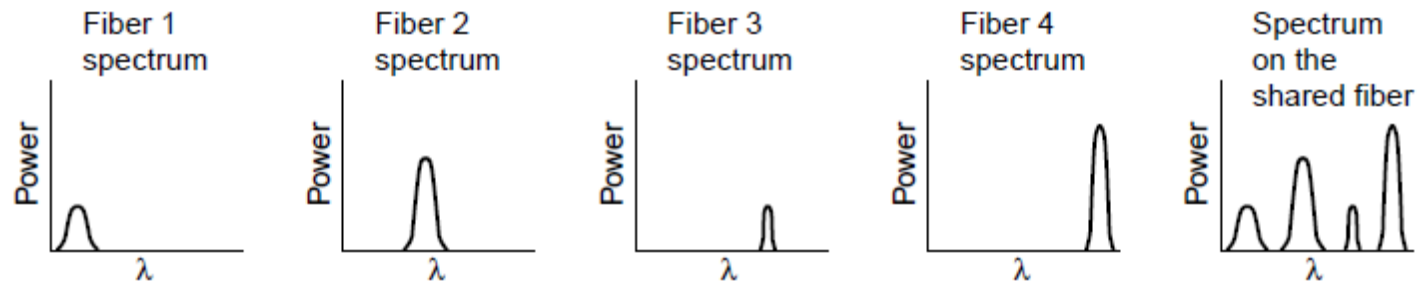
Jerarquías SONET/SDH

SONET		SDH	Data rate (Mbps)		
Electrical	Optical	Optical	Gross	SPE	User
STS-1	OC-1		51.84	50.112	49.536
STS-3	OC-3	STM-1	155.52	150.336	148.608
STS-12	OC-12	STM-4	622.08	601.344	594.432
STS-48	OC-48	STM-16	2488.32	2405.376	2377.728
STS-192	OC-192	STM-64	9953.28	9621.504	9510.912
STS-768	OC-768	STM-256	39813.12	38486.016	38043.648

SONET and SDH multiplex rates.

Multiplexación

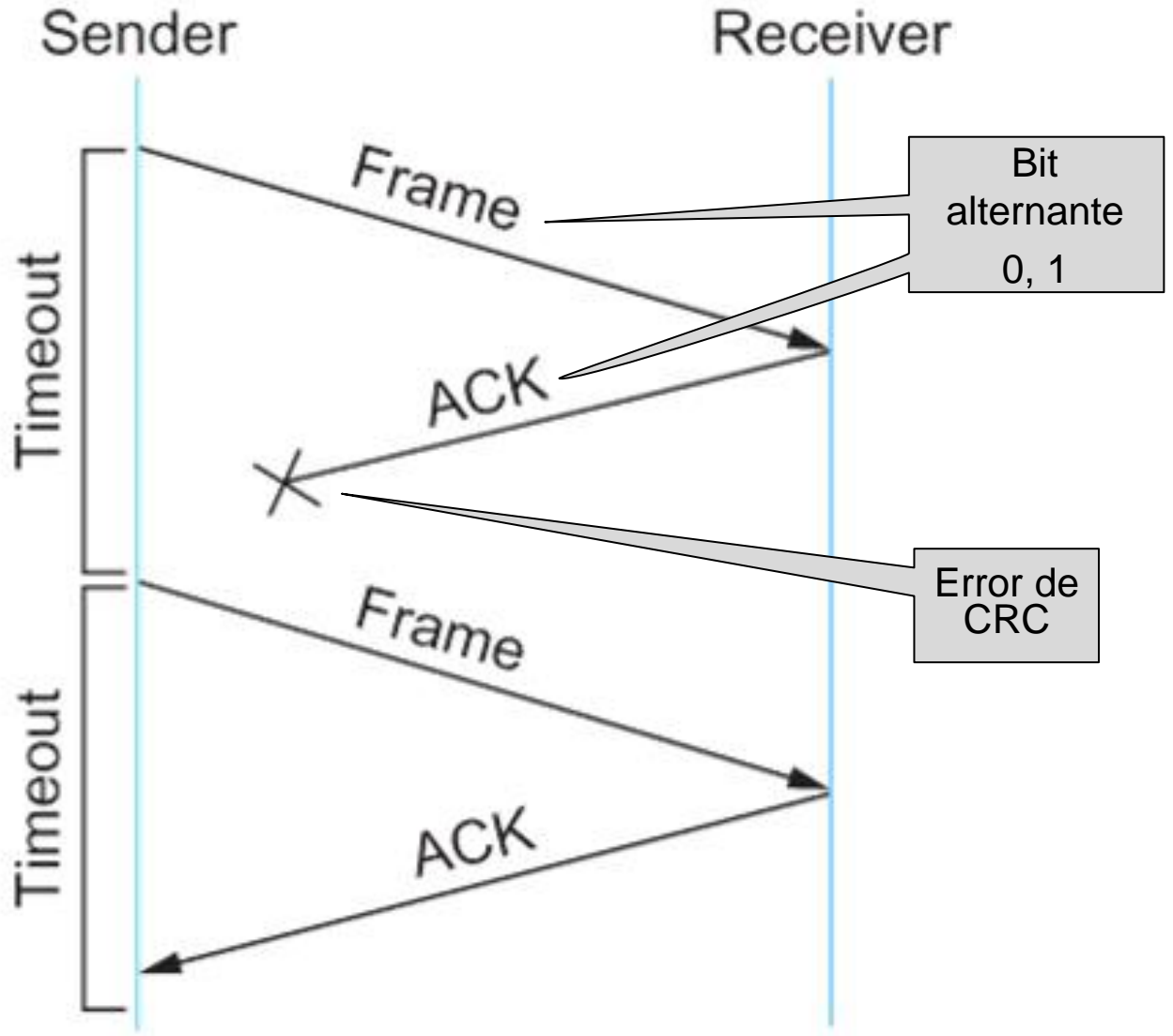
Múltiplex por división en "Longitudes de onda"



Wavelength division multiplexing (WDM)

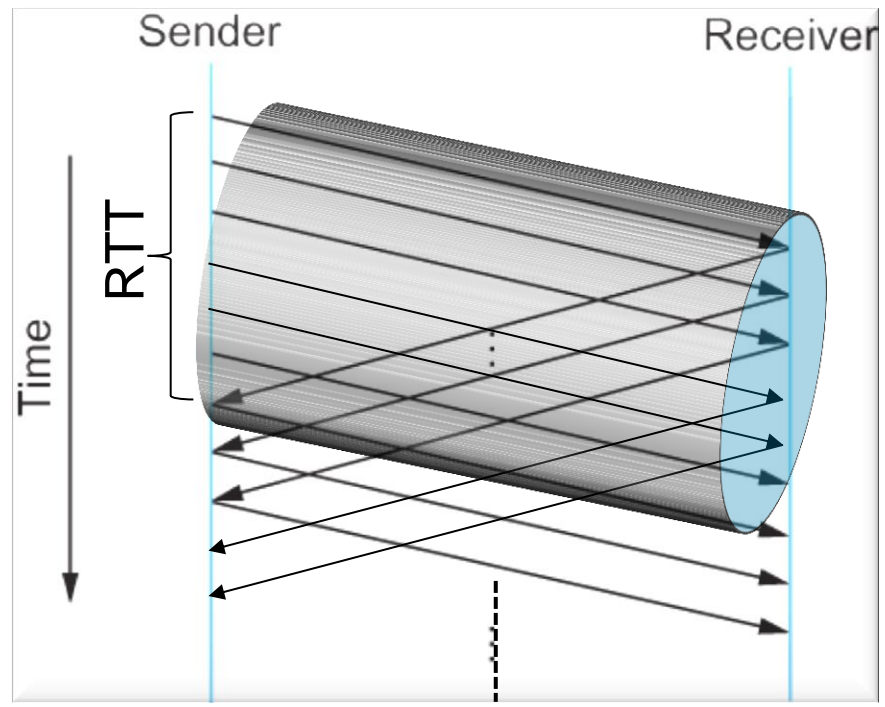
Transmisión fiable

Parada y espera



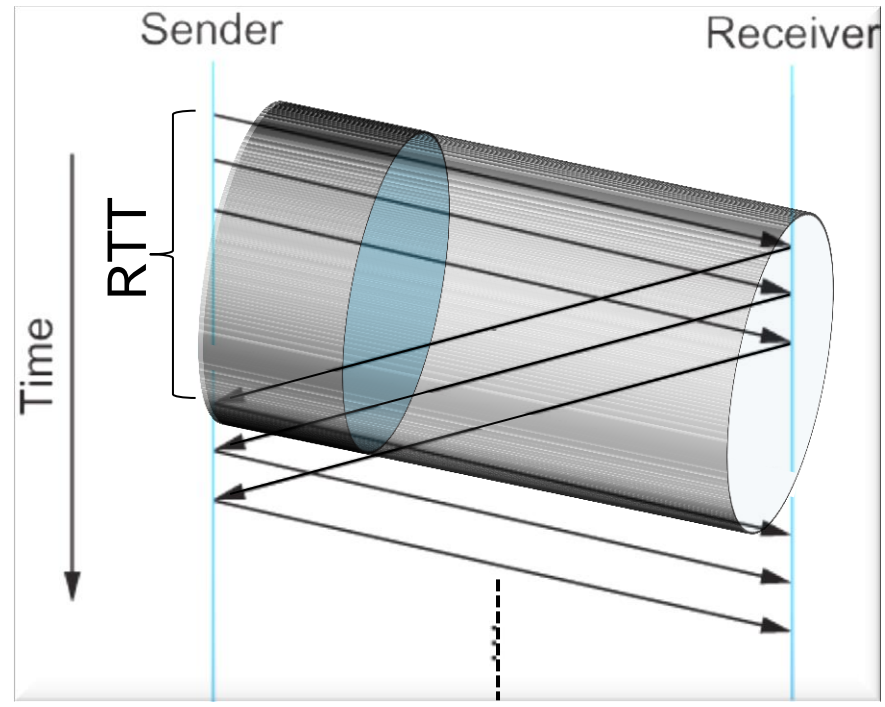
Transmisión fiable

Envío continuo (ventana deslizante)



Transmisión continua
“pipe” lleno

“throughput” ~ “bandwidth”



Transmisión a ráfagas
“pipe” sin llenar

“throughput” < “bandwidth”

Resumen

Se ha visto:

- La limitación en capacidad de los enlaces (teorema de Shannon)
- La red telefónica como solución de acceso
- El concepto de múltiplex en frecuencia, tiempo y longitud de onda. Las tramas y multitramas TDM y SONET/SDH
- La transmisión fiable mediante protocolos de parada y espera y con envío continuo.