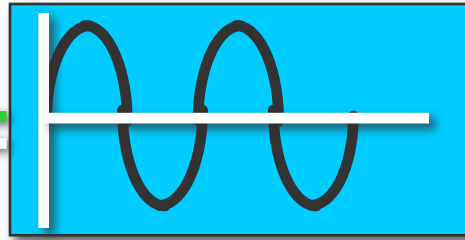
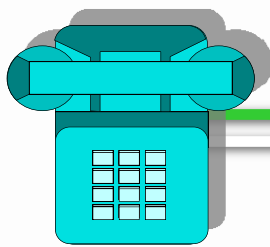


# Agenda



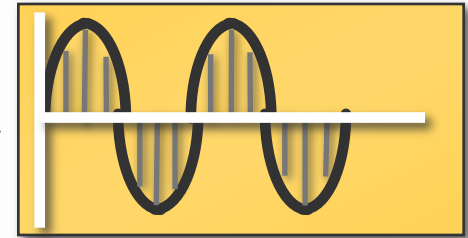
# Tecnologías de Voz - Telefonía Digital

Ancho de banda voz:  
300 Hz a 3400 Hz



Señal analógica

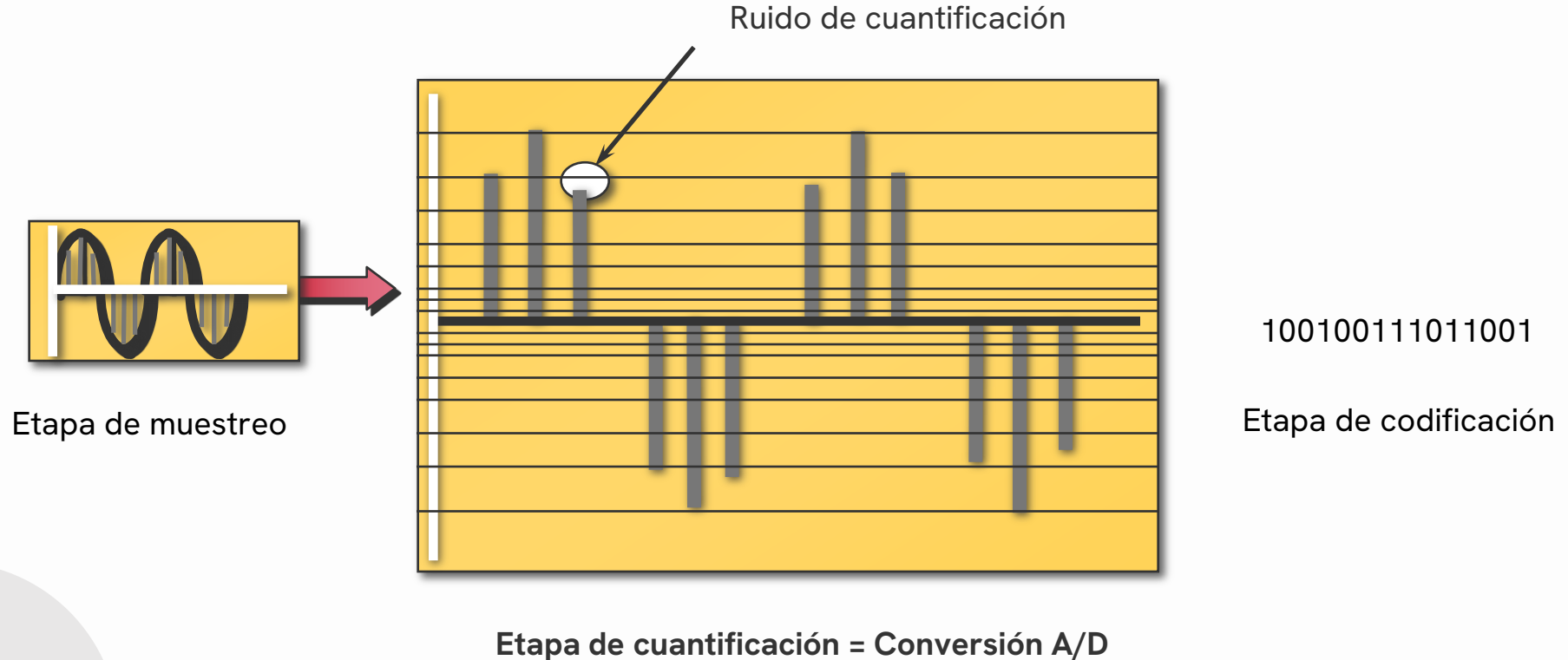
Frecuencia de muestreo 8 KHz  
(8.000 muestras/s)



Etapa de muestreo

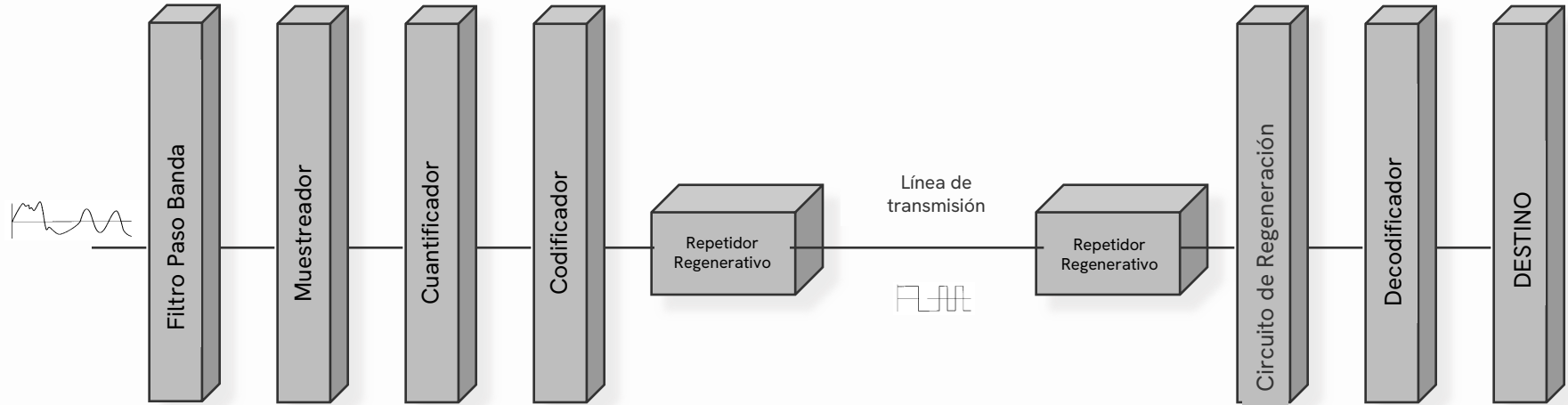
Rango capturado= 0-4 KHz  
(Teorema de muestreo de Nyquist)

# Tecnologías de Voz - Telefonía Digital



# Tecnologías de Voz - Telefonía Digital

## Pulse Code Modulation PCM

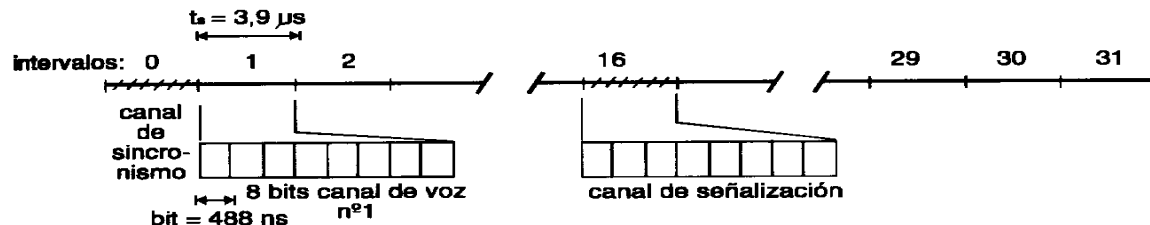


Portadora Digital (Modulación por Pulsos Digital)

# Tecnologías de Voz - Telefonía Digital

## PCM de 30 canales

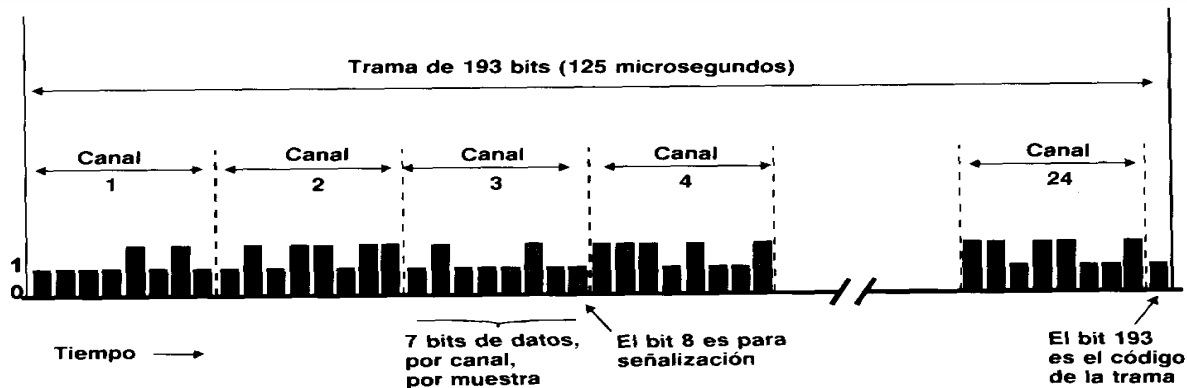
- Frecuencia muestreo = 8.000 Hz
- 8 bits/muestra
- 30 canales telefónicos
- 1 canal de señalización, 1 canal de sincronización
- 32 canales de 8 bits/canal = 256 bits
- $8.000 \text{ tramas} \times 256 \text{ bits/trama} = 2'048 \text{ Mbps}$
- $32 \text{ canales} \times 8 \text{ bits/muestra} \times 8.000 \text{ muestras/s} = 2'048 \text{ Mbps}$
- $(1/8000) 125 \text{ microseg. duración de trama}$
- Formato de trama



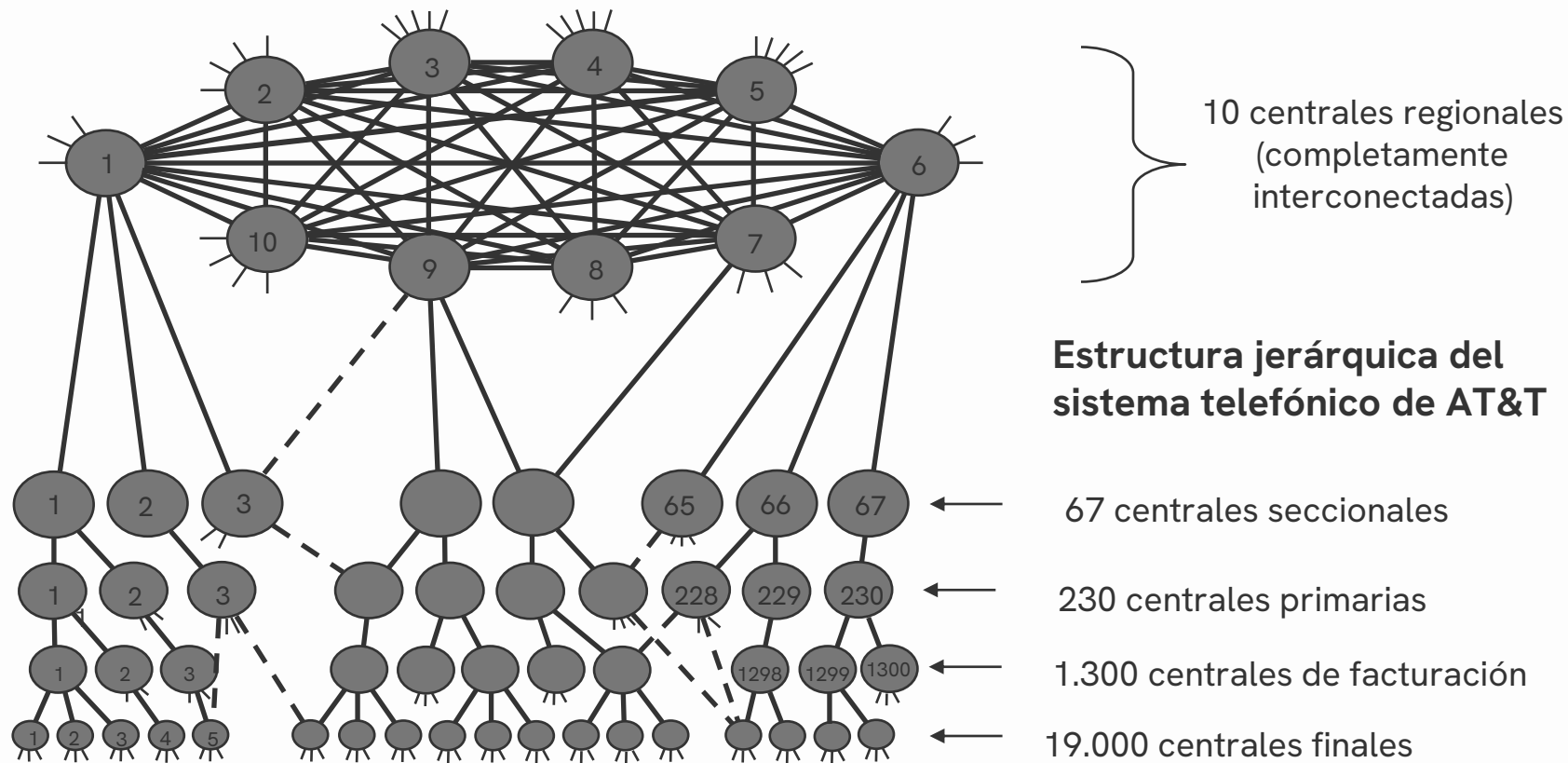
# Tecnologías de Voz - Telefonía Digital

## PCM de 24 canales

- Frecuencia muestreo = 8.000 Hz
- 7 bits/muestra
- 24 canales telefónicos
- 1 canal de señalización
- 24 canales de 8 bits/canal = 192 bits + código de trama (1bit)
- $8.000 * 193 \text{ bits/trama} = 1'544 \text{ Mbps}$
- $(1/8000) 125 \text{ microseg. duración de trama}$
- Formato de trama



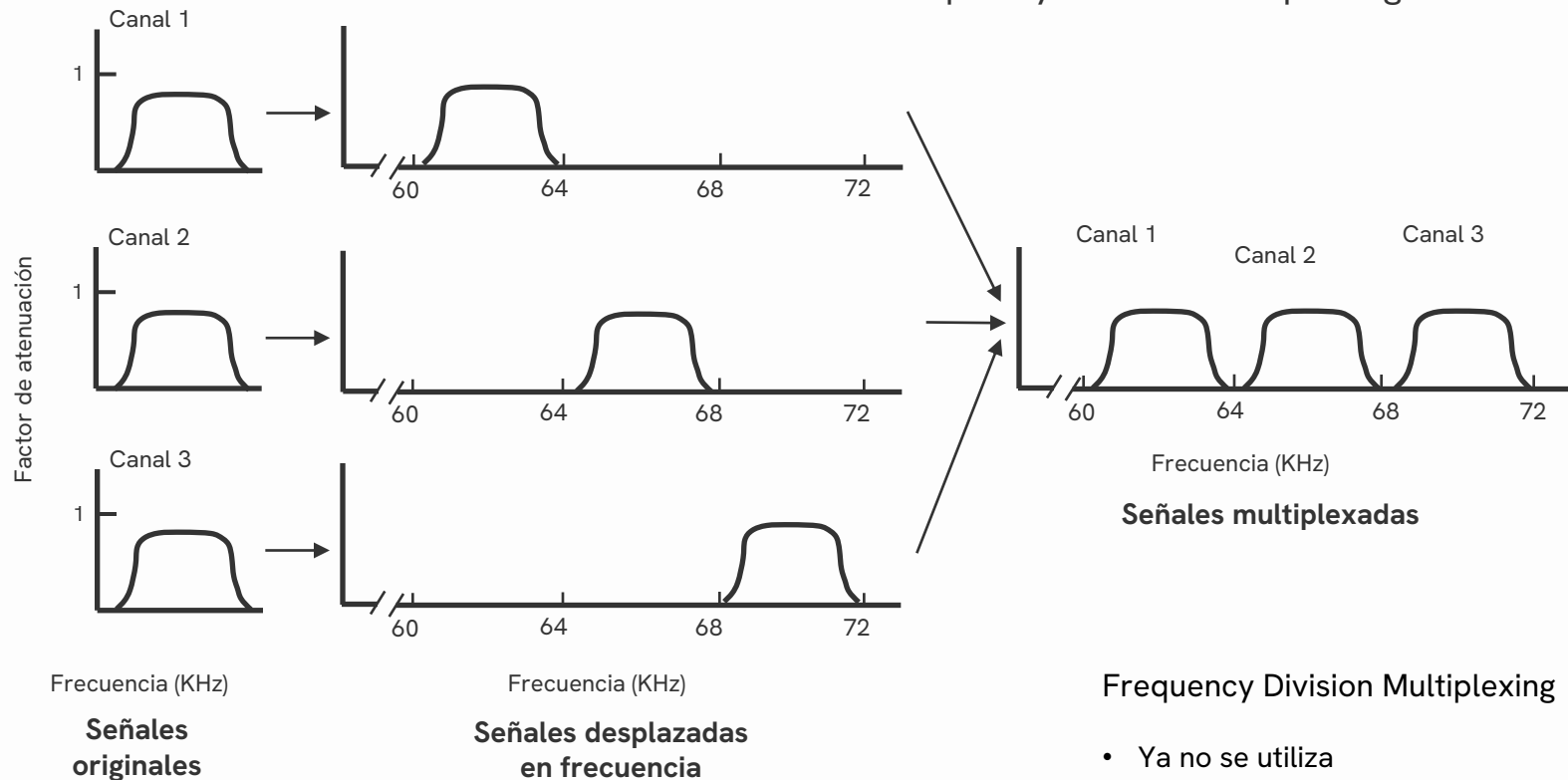
# Tecnologías de Voz - Telefonía Digital



200 millones de teléfonos

# Tecnologías de Voz - Telefonía Digital

## FDM - Frequency Division Multiplexing



## Frequency Division Multiplexing

- Ya no se utiliza
- Equipos costosos
- Se adapta mal al proceso digital



# Tecnologías de Voz - Telefonía Digital

## TDM - Time Division Multiplexing

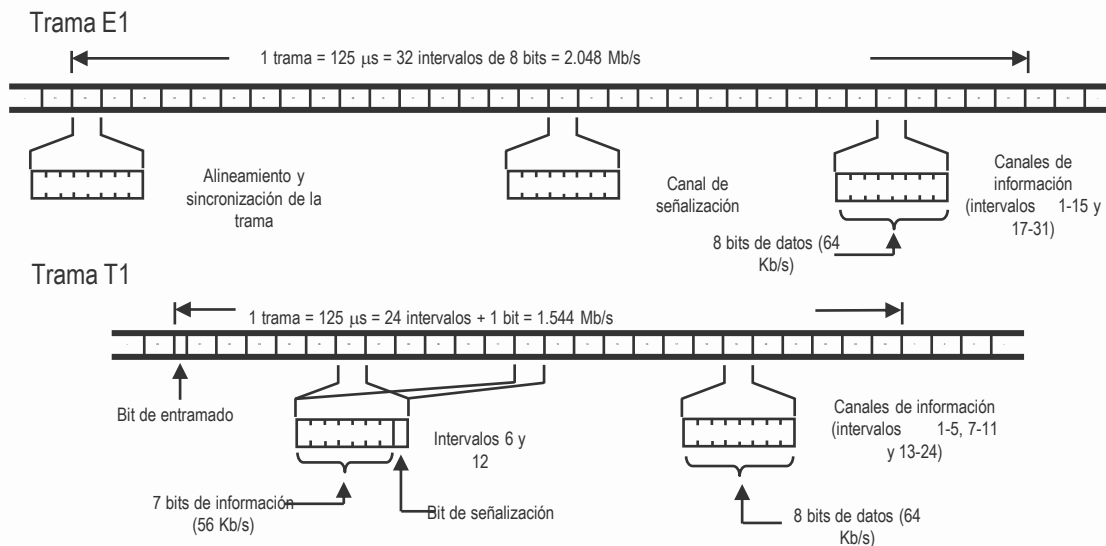
30 canales voz + 2 señalización = línea  
**E1** (2,048 Mb/s)  $32 \times 8 = 256, 256 \times 8.000 = 2.048.000$

$(4 * E1) + \text{info. control (256 Kb/s)} = \mathbf{E2}$   
(8,448 Mb/s)

$(4 * E2) = E3 = 139,264 \text{ Mb/s}$

$(4 * E3) = E4 = 565,148 \text{ Mb/s}$

EEUU utiliza otro sistema, Japón otro



# Tecnologías de Voz - Telefonía Digital

Estos sistemas TDM, todos incompatibles entre sí, se denominan Jerarquía Digital Plesiócrona

## Plesiochronous Digital Hierarchy PDH

Nivel	Canales	Nombre	Norteamérica	Japón	Resto Mundo
0	1	E0	0,064	0,064	0,064
1	24	T1 o DS1	1,544	1,544	
1	30	E1			2,048
2	96	T2 o DS2	6,312 (4*)	6,312 (4*)	
2	120	E2			8,448 (4*)
3	480	E3		32,064 (5*)	34,368 (4*)
3	672	T3 o DS3	44,736 (7*)		
3	1440	J3		97,728 (3*)	
4	1920	E4			139,264 (4*)
4	2016	T4 o DS4	139,264 (3*)		

Niveles y caudales en PDH (en Mb/s)

# Tecnologías de Voz - Telefonía Digital

Las velocidades más comunes en datos son:

- 64 Kb/s
- $n \times 64$  Kb/s (E1 o T1 fraccional,  $n = 1, 2, 3, 4, 6$  y  $8$ )
- 2,048 Mb/s (E1) en Europa y 1,544 Mb/s (T1) en América
- 34,368 Mb/s (E3) en Europa y 44,736 Mb/s (T3) en América

Cálculo del tamaño de trama = dividir velocidad por 8.000.

- Trama E1:  $2.048.000 / 8.000 = 256$  bits = 32 bytes
- Trama E2:  $8.448.000 / 8.000 = 1.056$  bits = 132 bytes
- Trama E3:  $34.368.000 / 8.000 = 4296$  bits = 537 bytes

$$E2 = 4 * E1 + 4 \text{ bytes}$$

$$\text{Igualmente } E3 = 4 * E2 + 9 \text{ bytes}$$

# Tecnologías de Voz - SONET/SDH

Synchronous Optical NETwork / Synchronous Digital Hierarchy

En 1987 las compañías telefónicas estadounidenses proponen nuevo sistema de multiplexación denominado SONET

Objetivos:

- **Unificar velocidades a nivel intercontinental**
- Aprovechar mejor la transmisión por fibras ópticas
- Llegar a velocidades superiores a las que conseguía PDH (140 Mb/s)
- Mejorar la posibilidad de gestión y tolerancia a fallos de la red

SONET no acoplaba bien con el sistema PDH internacional, por lo que la ITU desarrolló otro sistema parecido denominado **SDH (Synchronous Digital Hierarchy)**

# Tecnologías de Voz - SONET/SDH

SONET es un estándar ANSI (americano), SDH es ITU-T (internacional).

Ambos son compatibles

Nivel base SONET: **51,84 Mb/s.**

- Interfaz eléctrico: **STS-1** (Synchronous Transfer Signal – 1)
- Interfaz óptico: **OC-1** (Optical Carrier – 1)
- Todas las demás velocidades son múltiplos exactos de esta
- Ejemplo: OC-12 = STS-12 = 622,08 Mb/s

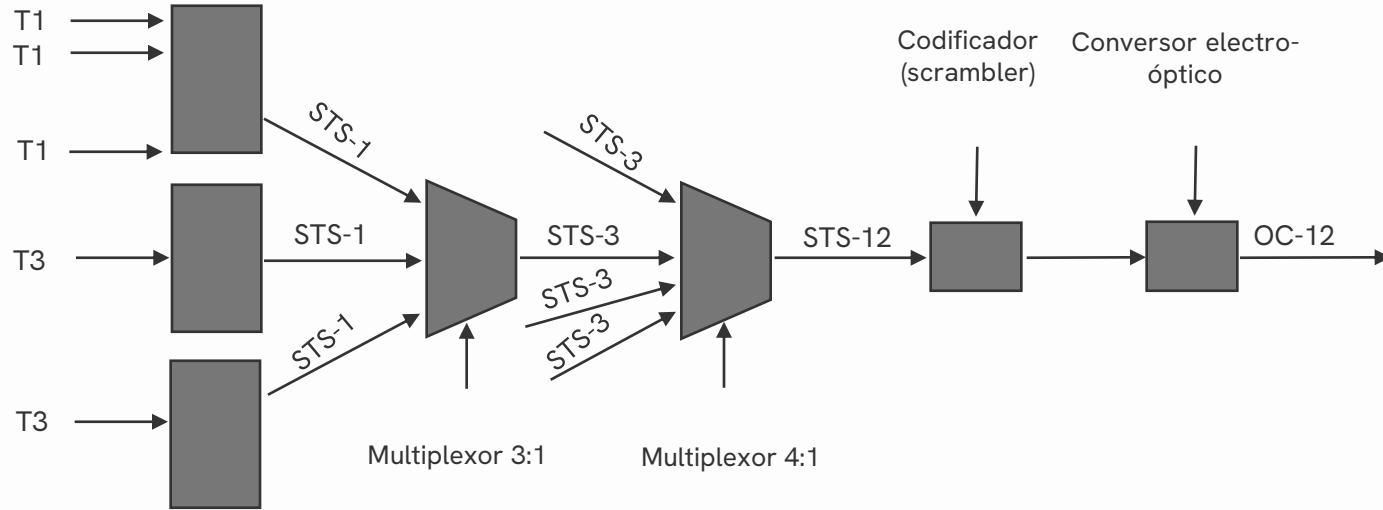
Nivel base SDH: **155,52 Mb/s (3 x 51,84)**

- Interfaz óptico: **STM-1** (Synchronous Transfer Module – 1)
- Todas las demás velocidades son múltiplos exactos de esta,
- Ejemplo: STM-4 = 622,08 Mb/s

# Tecnologías de Voz - SONET/SDH

SONET Eléctrico	SONET Óptico	SDH	Caudal físico (Mb/s)
STS-1	OC-1	STM-0	51,84
STS-3	OC-3	STM-1	155,52
STS-12	OC-12	STM-4	622,08
STS-48	OC-48	STM-16	2488,32
STS-192	OC-192	STM-64	9953,28

# Tecnologías de Voz - SONET/SDH



# Tecnologías de Voz - SONET/SDH

Red SONET/SDH formada por:

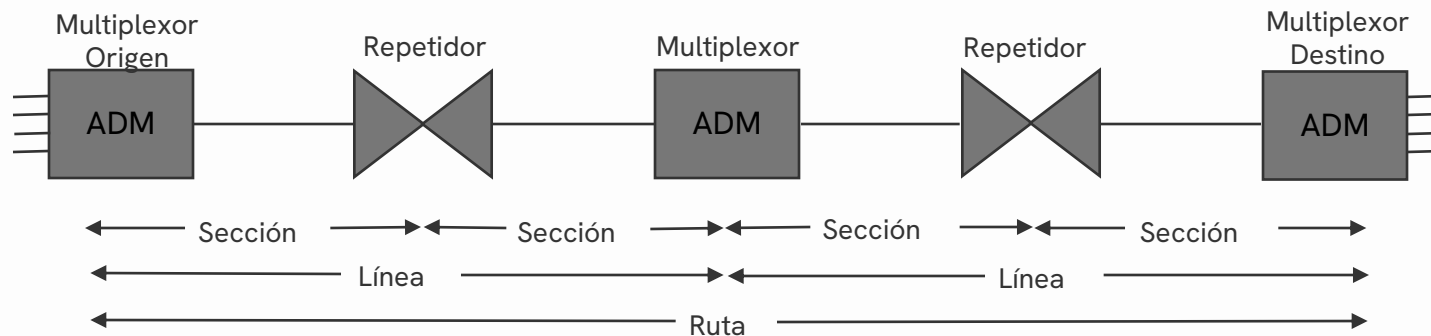
- Repetidores o regeneradores.
- Multiplexores o ADMs (Add-Drop Multiplexor): Permiten intercalar una trama de menor jerarquía en una de mayor (p. Ej. una STM-1 en una STM-4). Los ADM permiten crear anillos con satélites.
- Optical Cross-Connect: Actúan como los ADMs pero permiten interconexiones más complejas.

A menudo se utilizan topologías de doble anillo para aumentar la fiabilidad.



# Tecnologías de Voz - SONET/SDH

La unión entre dos dispositivos cualesquiera es una sección, entre dos multiplexores contiguos es una línea y entre dos equipos finales una ruta.

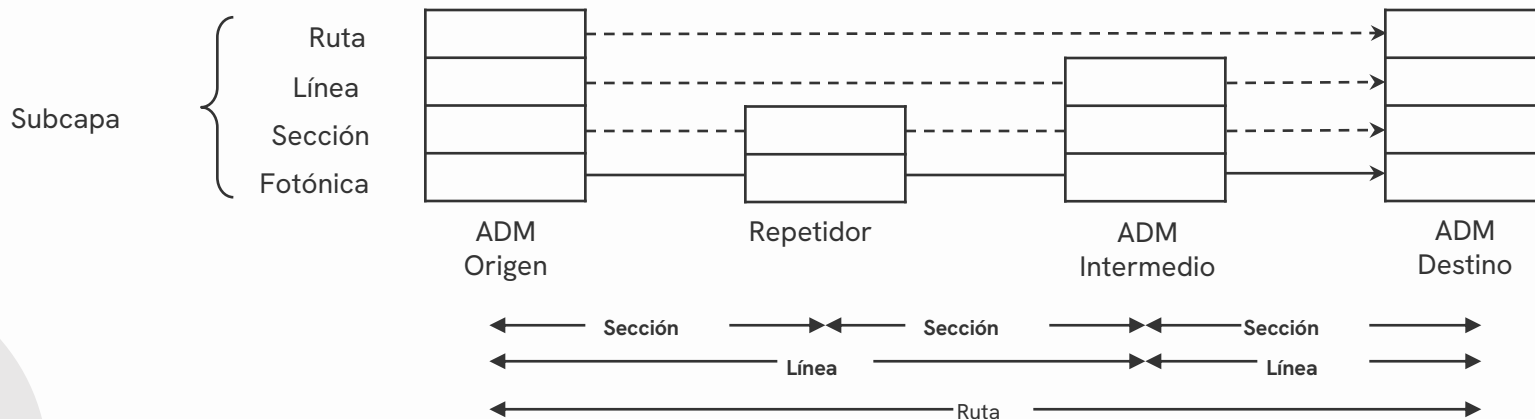


ADM: Add-Drop Multiplexor

# Tecnologías de Voz - SONET/SDH

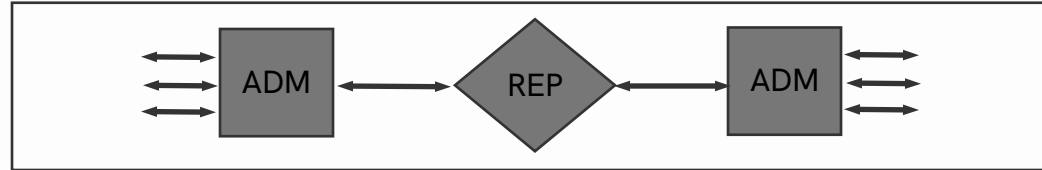
La capa física de SONET/SDH se divide en cuatro subcapas:

- o Subcapa **fotónica**: transmisión de la señal y las fibras.
- o Subcapa **de sección**: interconexión de equipos contiguos.
- o Subcapa **de línea**: multiplexación/desmultiplexación de enlaces entre dos multiplexores.
- o Subcapa **de rutas**: problemas relacionados con la comunicación extremo a extremo.

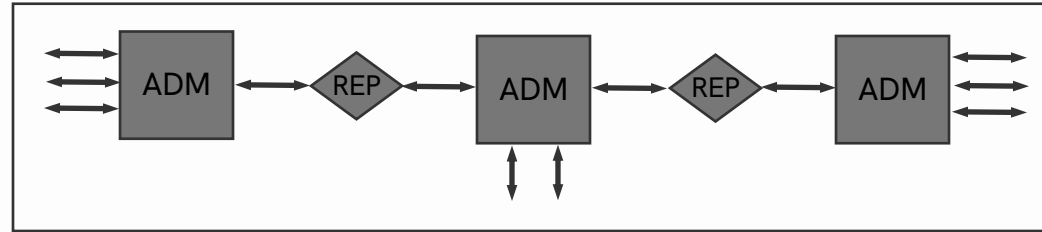


# Tecnologías de Voz - SONET/SDH

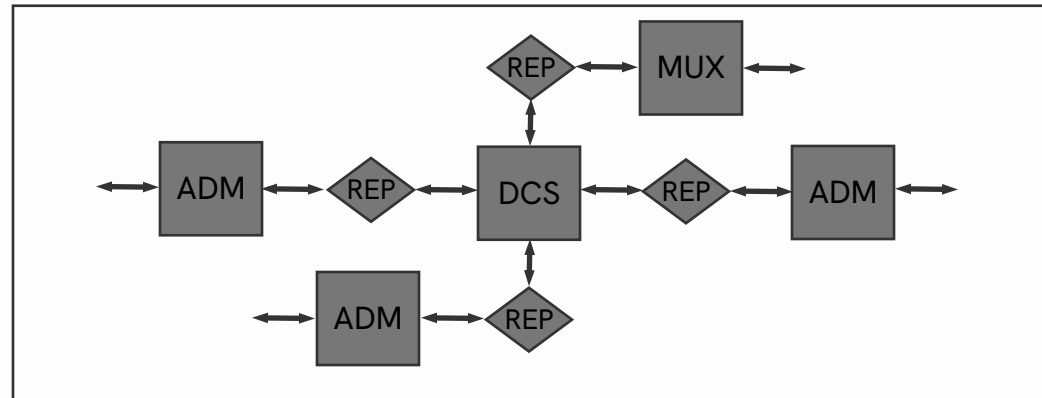
Punto a punto



Punto a multipunto

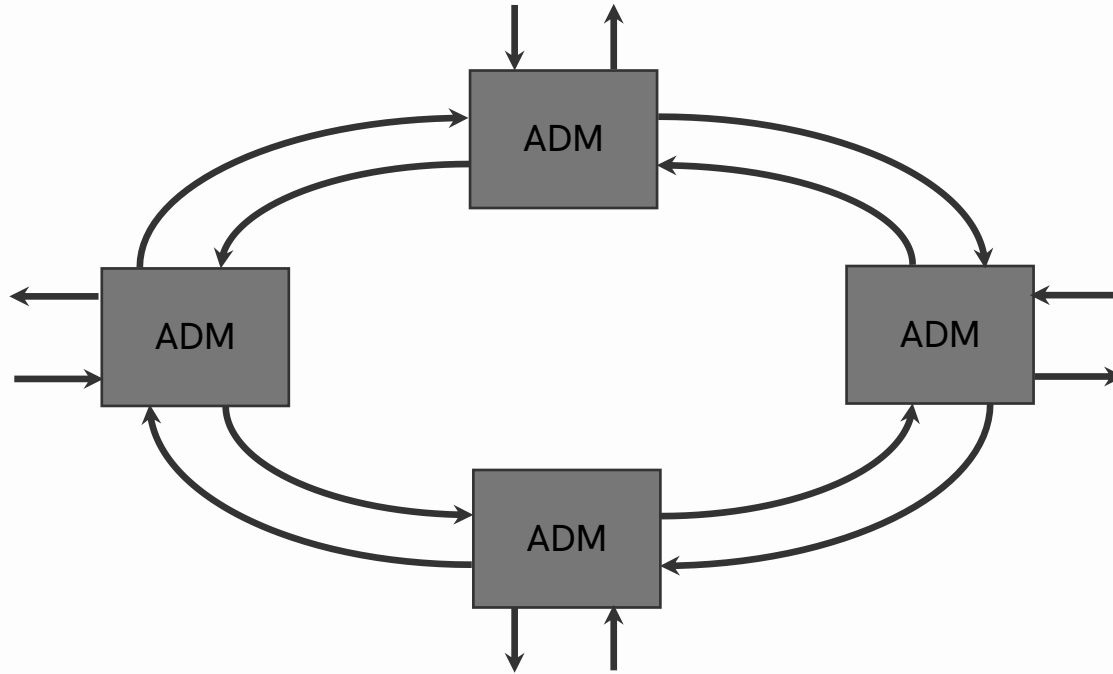


Arquitectura  
mallada

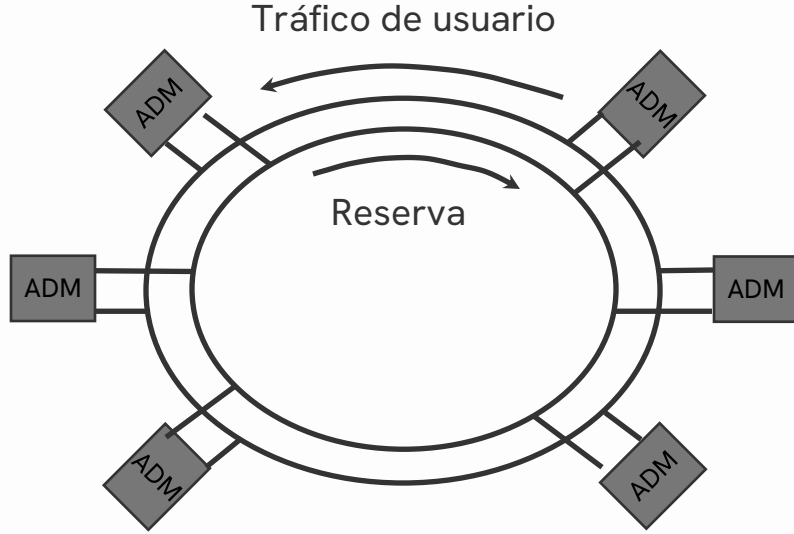


ADM: Add-Drop Multiplexor  
REP: Repetidor  
DCS: Digital Cross-Connect

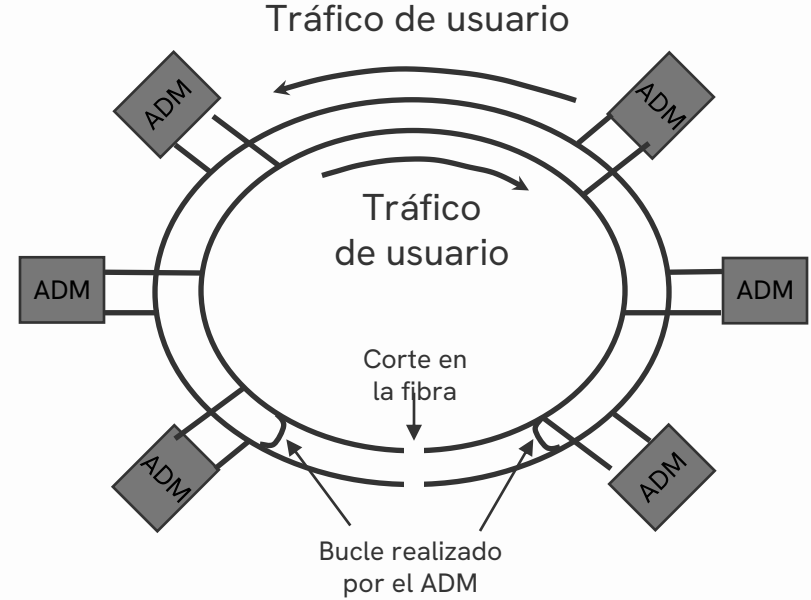
# Tecnologías de Voz - SONET/SDH



# Tecnologías de Voz - SONET/SDH



Funcionamiento normal



Avería

# Tecnologías de Voz - SONET/SDH

Trama STS-1 (SONET, ANSI):

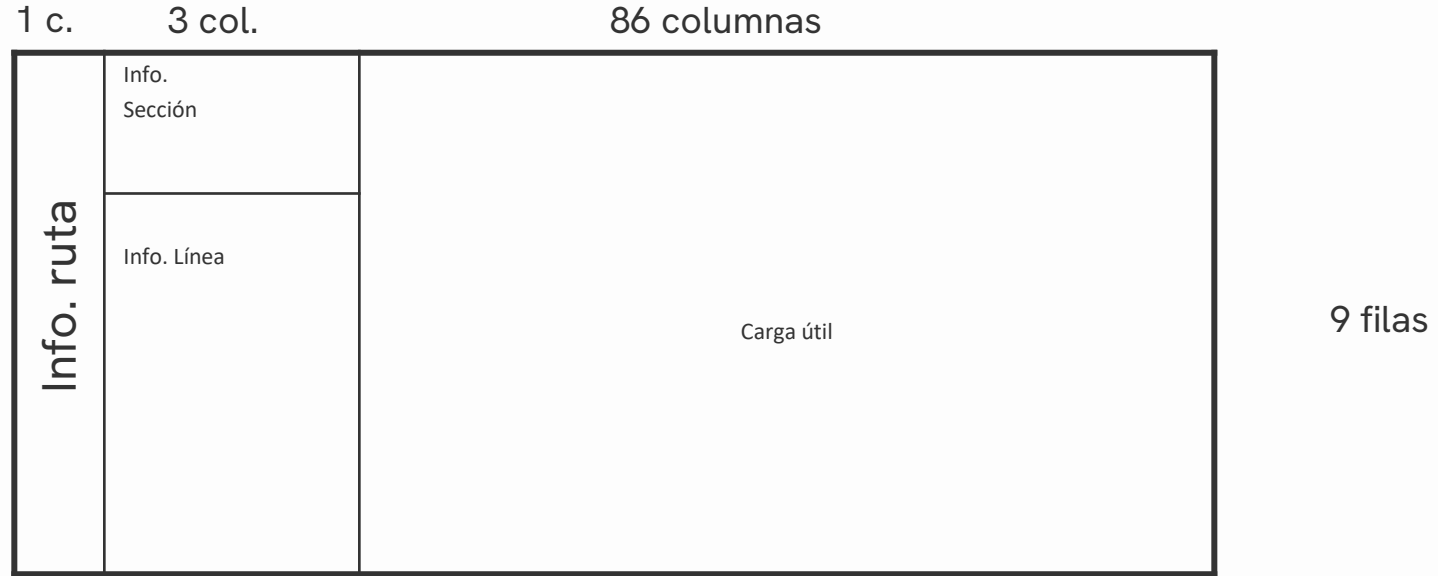
- Matriz de 90 filas x 9 columnas = 810 Bytes = 6480 bits; 6480 x 8000 tramas/s = **51,84 Mb/s**

Trama STM-1 (SDH, ITU-T) = STS-3 = 3 x STS-1:

- $90 \times 9 \times 3 = 2430$  Bytes = 19440 bits = **155,52 Mbps**
- Overhead SDH: 10 filas (3+3+3+1)
- Parte útil:  $260 \times 9 = 2340$  Bytes = 18720 bits = **149,76 Mbps**

Los enlaces ATM a 155 Mb/s **son siempre de 149,76 Mb/s** (el resto es overhead de gestión de SDH).

# Tecnologías de Voz - SONET/SDH



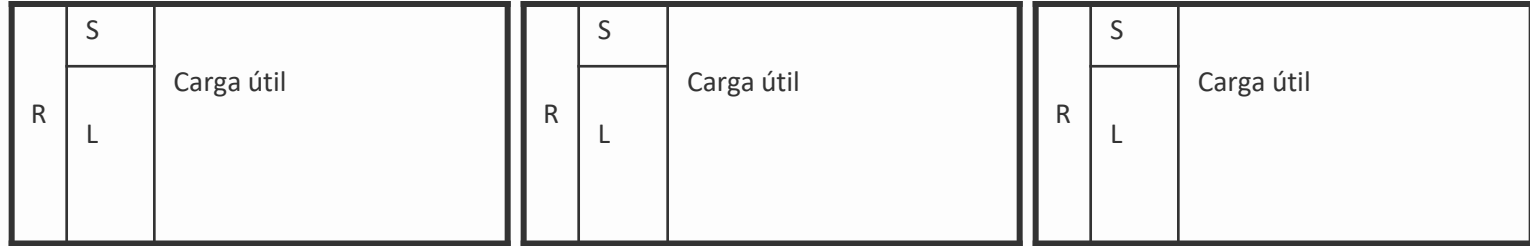
Trama SONET STS-1 (OC-1)

Se emiten 8000 tramas por segundo (una cada 125  $\mu$ s):

$90 \times 9 = 810$  bytes = 6480 bits;  $6480 \times 8000 = 51.840.000$  bits/s

**Carga útil:**  $86 \times 9 = 774$  bytes = 6192 bits = **49,536 Mb/s**

# Tecnologías de Voz - SONET/SDH



Trama SONET STS-3 (OC-3)

8000 tramas por segundo:

$90 \times 9 \times 3 = 2430$  bytes =  $19440$  bits  $\times 8000 = 155,520.000$  bits/s

**Carga útil:**  $86 \times 9 \times 3 = 2322$  bytes =  $18576$  bits = **148,608 Mb/s**



# Tecnologías de Voz - SONET/SDH



## Trama SDH (STM-1)

**Carga útil:**  $260 \times 9 = 2430$  bytes =  $19440$  bits = **149,76 Mb/s**

La trama STM-1 no es igual que la STS-3 (OC-3)  
En SONET se define la trama STS-3c (OC-3c) que es igual que la STM-1

# Tecnologías de Voz - SONET/SDH

SDH	SONET	Caudal físico (Mb/s)	Caudal usuario (Mb/s)
STM-0	STS-1	51,84	49,536
STM-1	STS-3c	155,52	149,76
STM-4	STS-12c	622,08	600,77
STM-16	STS-48c	2488,32	2404,8
STM-64	STS-192c	9953,28	9620,9

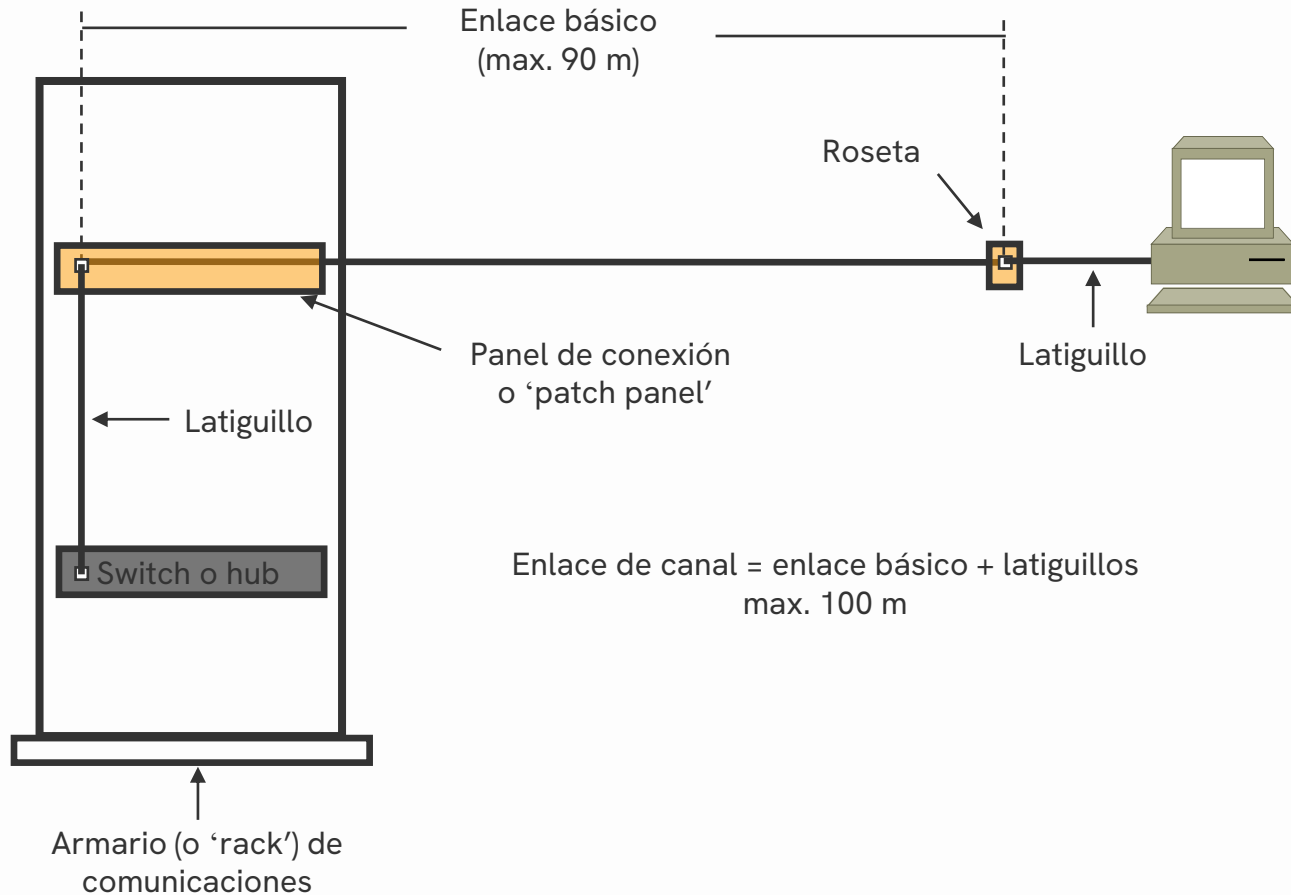
Los caudales de usuario son los aprovechables  
(por ejemplo, por celdas ATM)

**03**

# Diseño

Lo básico para diseñar

# Diseño - Cableado Estructurado

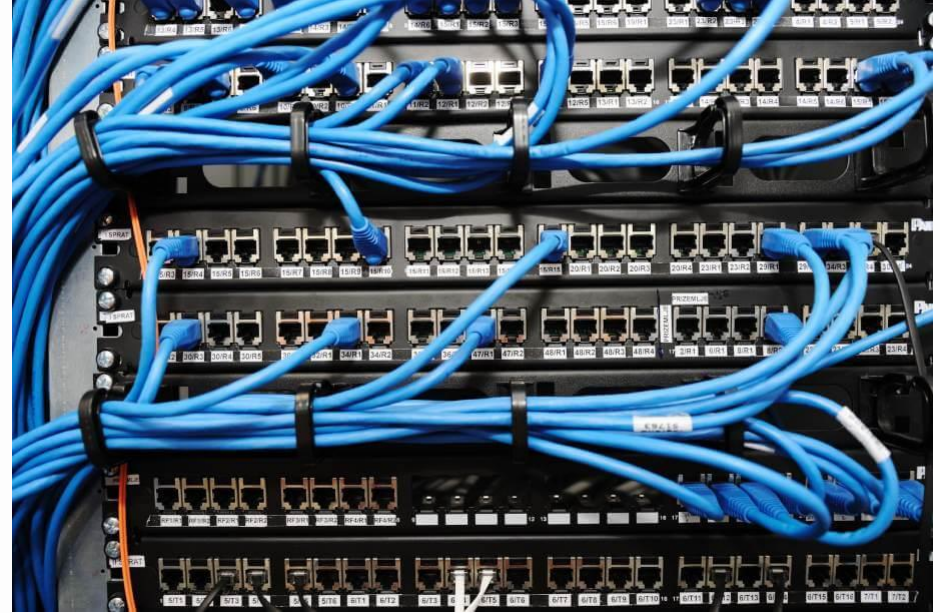
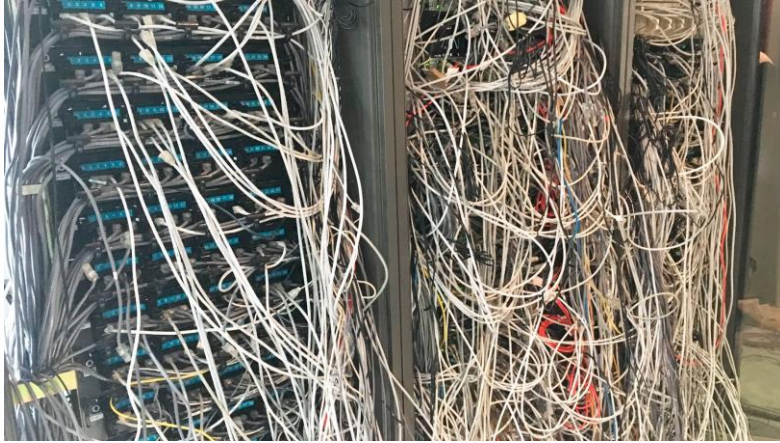


# Diseño - Cableado Estructurado



**Panel de montaje en rack de fibra de 12 puertos LIU 1U Panel frontal  
cubierto 12 LC SM**

# Diseño - Cableado Estructurado



# Diseño - Cableado Estructurado



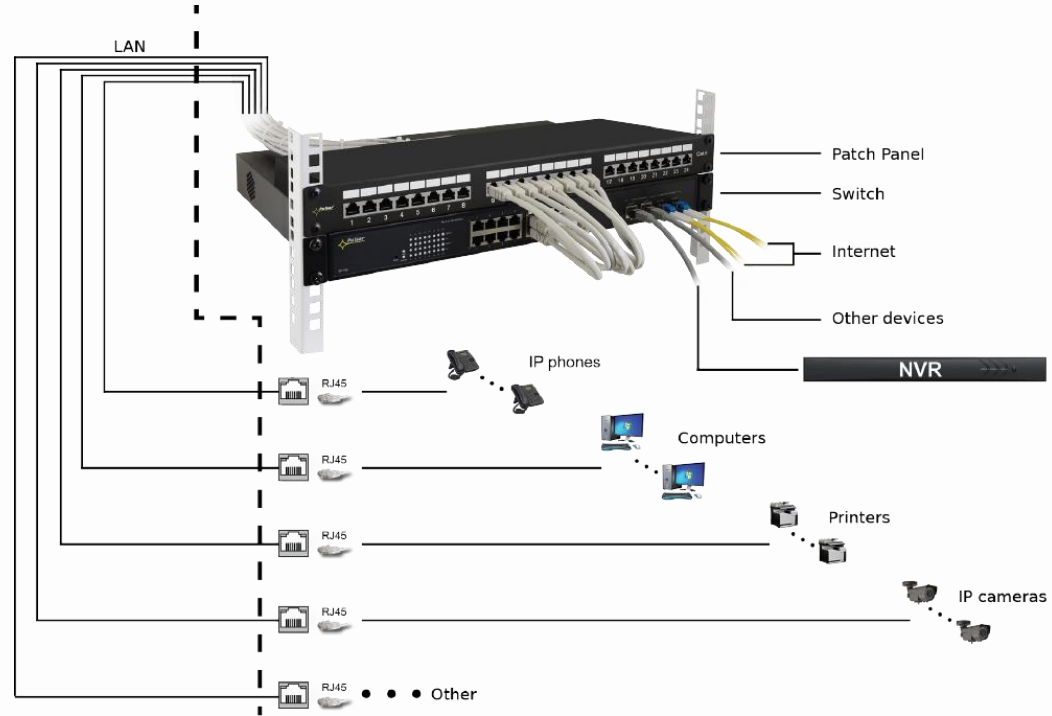
# Diseño - Cableado Estructurado



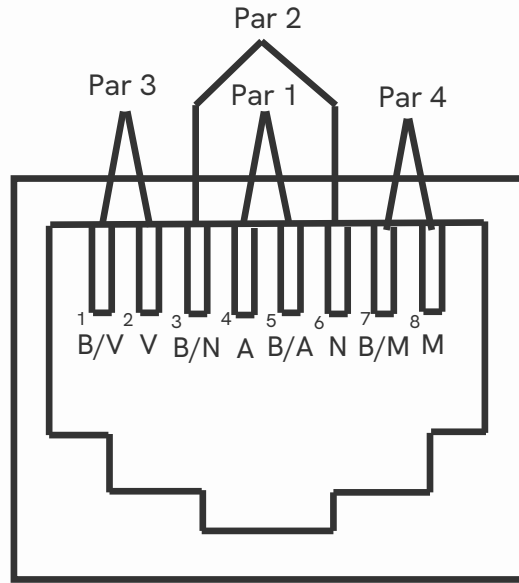


# Diseño - Cableado Estructurado

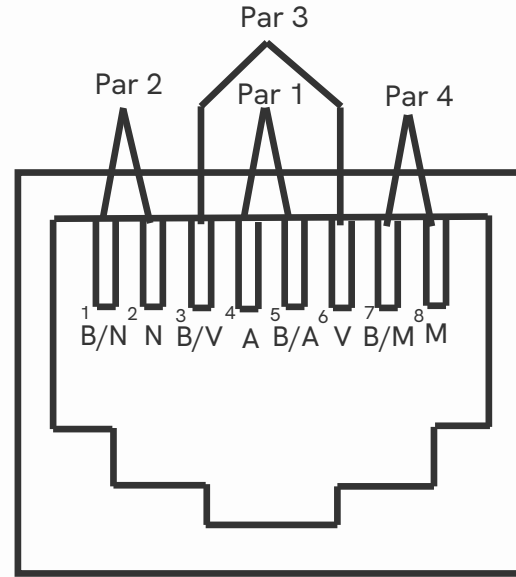
Patch Panel conectado a Switch



# Diseño - Cableado Estructurado



T568A



T568B

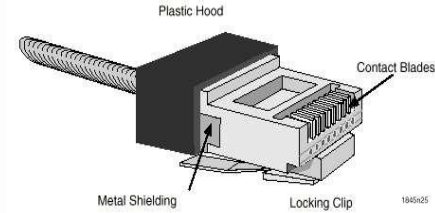
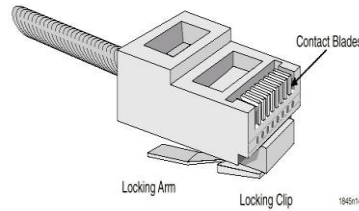
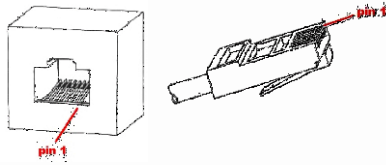
10/100 BASE-T usa:

1-2 para TX

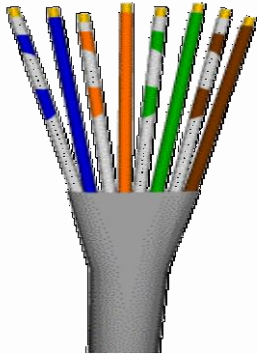
3-6 para RX

Colores: Par 1: A y B/A (Azul y Blanco/Azul)  
Par 2: N y B/N (Naranja y Blanco/Naranja)  
Par 3: V y B/V (Verde y Blanco/Verde)  
Par 4: M y B/M (Marrón y Blanco/Marrón)

# Diseño - Cableado Estructurado

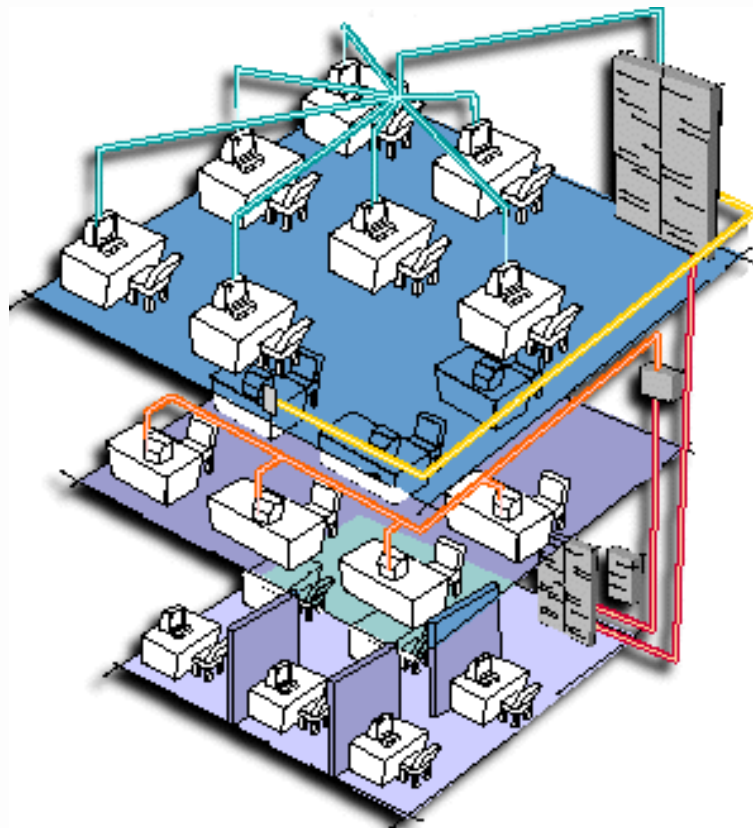


Terminadores RJ45 y RJ49 (para cable FTP porque tiene envoltura de metal)

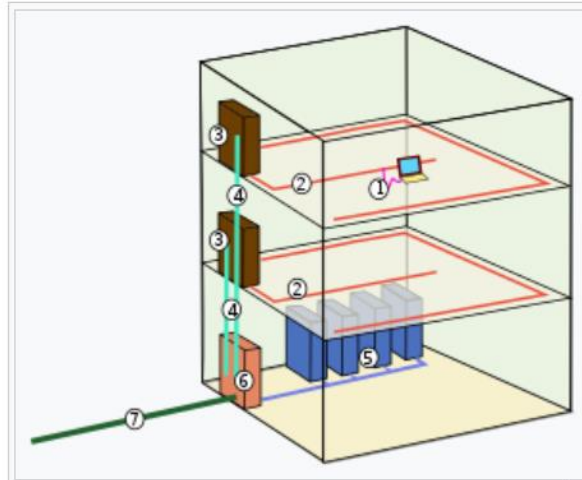


Wire Color	EIA/TIA Pair	Ethernet Signal Use	
		568A	568B
White/Blue (W-BL)	Pair 1	Not Used	
Blue (BL)			
White/Orange (W-OR)	Pair 2	RX+	TX+
Orange (OR)		RX-	TX-
White/Green (W-GR)	Pair 3	TX+	RX+
Green (GR)		TX-	RX-
White/Brown (W-BR)	Pair 4	Not Used	
Brown (BR)			

# Diseño - Cableado Estructurado



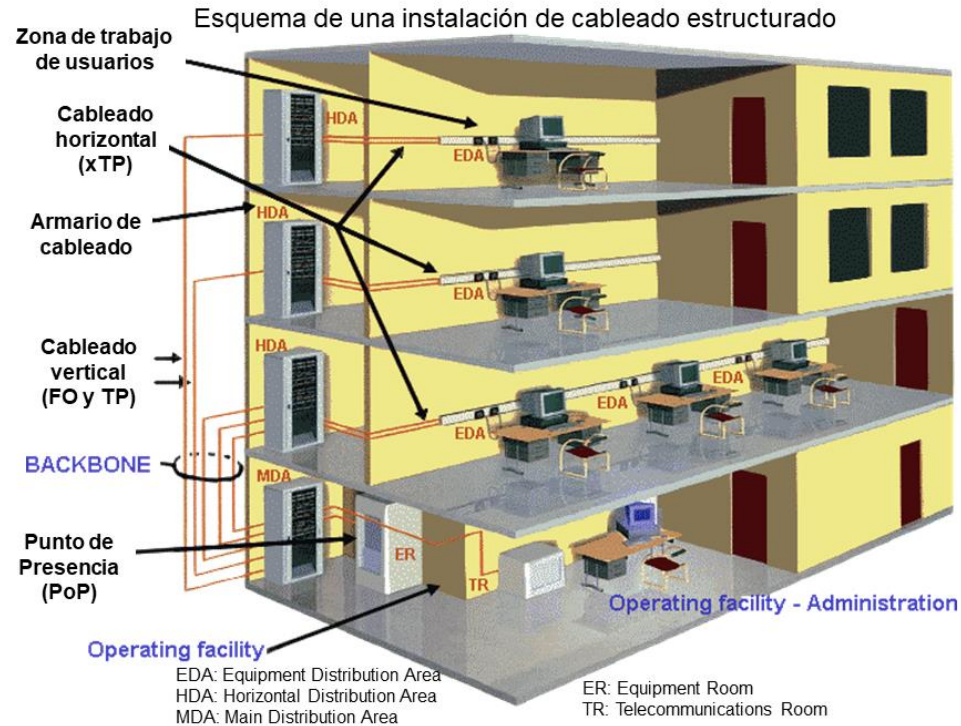
# Diseño - Cableado Estructurado



Subsistemas del cableado estructurado:

- 1- Cableado de área de trabajo
- 2- Cableado horizontal
- 3- Cableado de administración (armario de cableado, *rack*)
- 4- Cableado vertical (central, *backbone*)
- 5- Centro de cálculo
- 6- Cableado de equipamiento (armario de entrada al edificio)
- 7- Cableado del campus (acometida, cableado entre edificios)

# Diseño - Cableado Estructurado



# Diseño - Cableado Estructurado

- La distancia entre cada guía horizontal o "estante" de un rack se denomina "U" (4,5 cm).
- Todos los equipos deben adaptar su altura a un múltiplo de dicha unidad.
- Ejemplo: un equipo 2U ocupará dos estantes de altura. Los bastidores se fabrican en alturas de 18U o 20U.

## Altura armario rack 19"



# Diseño - Cableado Estructurado

Las especificaciones de un rack estándar se encuentran bajo las normas equivalentes EIA 310-D, IEC 60297 y DIN 41494 SC48D.

Las columnas verticales miden 15.875 milímetros de ancho cada una formando un total de 31.75 milímetros (5/4 pulgadas). Están separadas por 450.85 milímetros (17 3/4 pulgadas) haciendo un total de 482.6 milímetros (**exactamente 19 pulgadas**).





# Diseño - Cableado Estructurado

Cada columna tiene agujeros a intervalos regulares agrupados de tres en tres. Verticalmente, los racks se dividen en regiones de 1.75 pulgadas de altura. En cada región hay tres pares de agujeros siguiendo un orden simétrico. Esta región es la que se denomina altura o "U".

La profundidad del bastidor no está normalizada, ya que así se otorga cierta flexibilidad al equipamiento. No obstante, suele ser de 800 milímetros.



# Práctica



## Examen de desarrollo

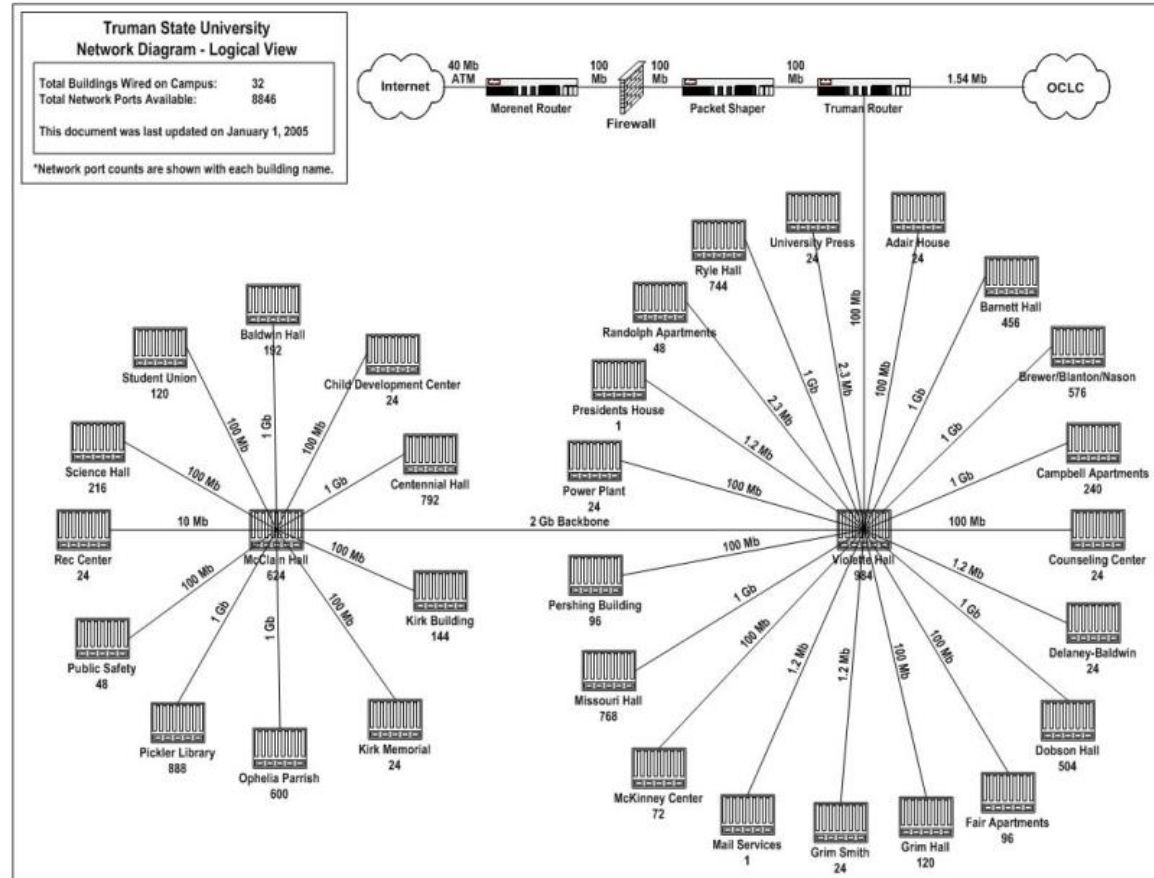
Responda a las siguientes preguntas asociadas al esquema de red representado

# Práctica

En el esquema de interconexión lógica de la Universidad Truman State (Missouri) defina:

1. Un posible esquema de interconexión física.
2. Criterio adoptado por el administrador de la red para la distribución del ancho de banda por instalación.
3. Una propuesta de direccionamiento IP real.
4. Funciones de los routers "Truman" y "Morenet".
5. Una propuesta de reglas que esté ejecutando el sistema Firewall.
6. La escalabilidad que muestra el diseño. Si es factible, mejórelo.
7. La fiabilidad que muestra el diseño. Si es factible, mejórelo.
8. Una propuesta de telefonía válida para todo el esquema de red.
9. Posible ubicación del servicio central de informática y comunicaciones.
10. Una propuesta de cambio tecnológico.

# Práctica

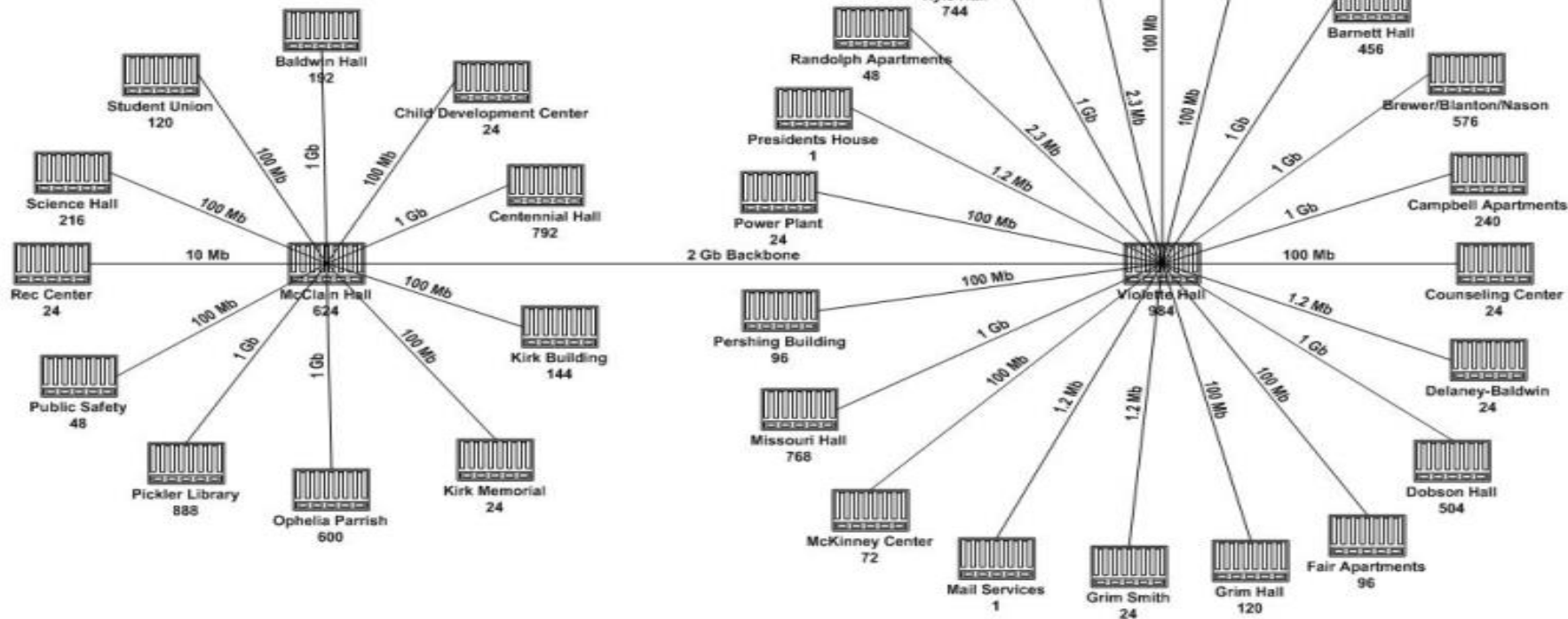


# Truman State University Network Diagram - Logical View

Total Buildings Wired on Campus: 32  
Total Network Ports Available: 8846

This document was last updated on January 1, 2005

\*Network port counts are shown with each building name.



# Práctica



## Examen de desarrollo

Defina todos los pasos de interés para abordar un proyecto de cableado estructurado que interconecte dos edificios (1000 personas/usuarios en cada uno)

NOTA: Defina con valores realistas todos aquellos datos que no se aporten al problema (distancias, velocidades, plantas, conexiones externas, seguridad, etc.)

# Práctica



## Examen de desarrollo

1. Requerimos de un diseño de red con 3000 máquinas cliente y 100 servidores corporativos así como 3000 extensiones telefónicas sobre una red troncal de comunicaciones a más de 1Gbps (redundante) repartidos todos los sistemas cliente de forma equitativa entre 3 edificios con una separación de 10 Km. entre ellos. Tendremos Intranet corporativa, acceso a Internet a 200 Mbps simétricos (con posibilidades de limitación de tráfico) y conexión a otras WANs de la empresa. Las tecnologías y dispositivos de red están por determinar.

Indique con claridad y explique brevemente cada uno de los pasos (1,2,3 ..) a seguir para el correcto diseño de esta red.

# Práctica



## Examen de desarrollo

Desarrollar un **esquema** que sirva como mapa general para el desarrollo de  
Proyectos de Redes