

SISTEMAS DE TELEFONIA MODERNA

"La Red Pública Conmutada"



Autor: M.C Manuel Munguía M.

Cd Universitaria.

SISTEMAS DE TELEFONÍA MODERNA

"La Red Pública Conmutada" **Programa**

-Presentación del Instructor y alumnos

-MODULO I

Introducción a la PSTN

Estructura de la PSTN

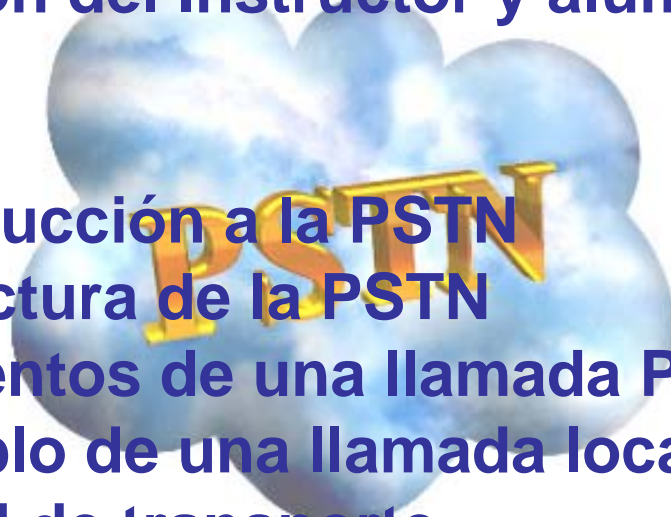
Elementos de una llamada PSTN

Ejemplo de una llamada local y LD

La red de transporte

Tráfico y control de sobrecarga en la PSTN

PCM, Modulación por Código de Pulso

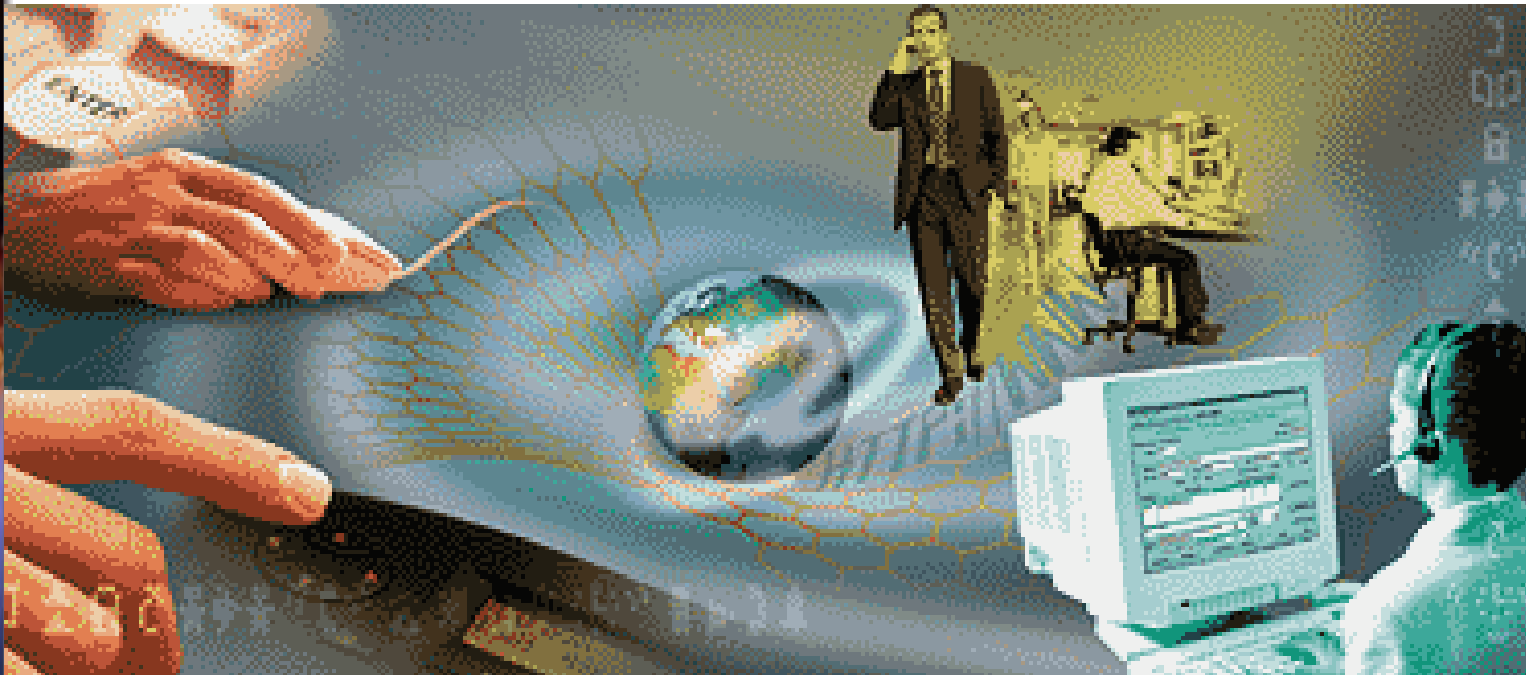


Objetivo

El participante será capaz de identificar la arquitectura, usuarios y tipos de señalización de la red de voz empleada entre las compañías telefónicas para su interconexión y control, los elementos necesarios para el diseño y mantenimiento de los servicios de red inteligente que se utilizan en la actualidad y las tendencias de la convergencia de voz y datos en las compañías telefónicas en México.



Avances en la tecnología para las comunicaciones



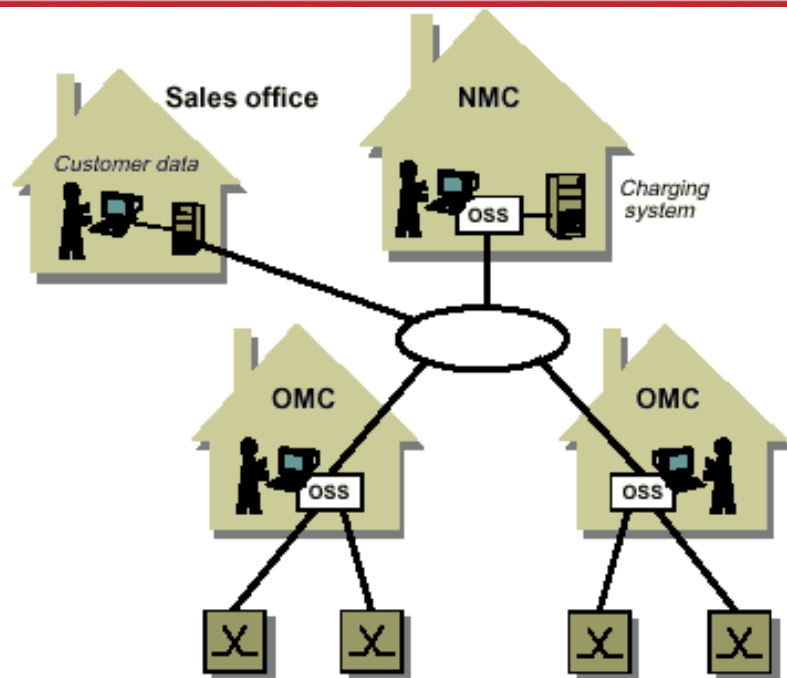
Muchas de las nuevas tecnologías y servicios hacen uso de la muy vieja PSTN

PC to Phone

PC to Mobile Phone



Actualidad y Tendencias

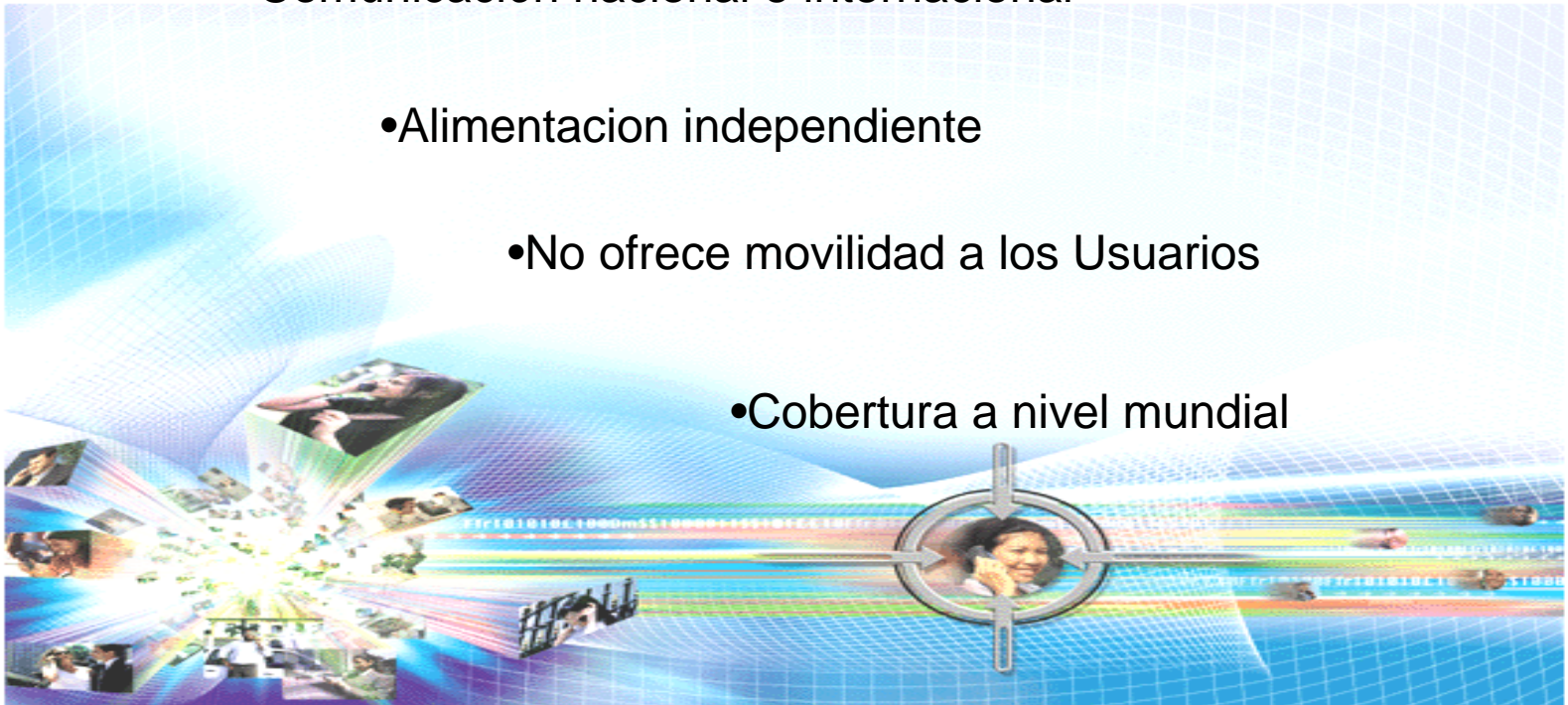


Cd Universitaria.

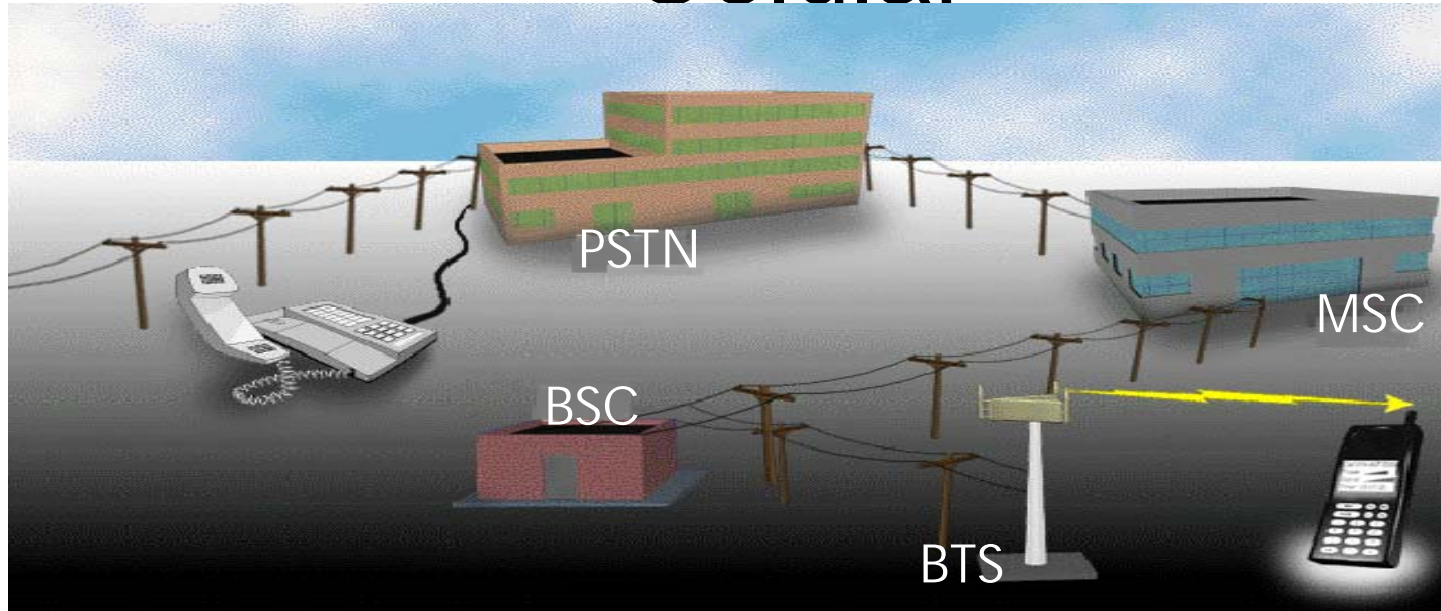
Características de una red PSTN

PSTN=Public Switched Telephony Network

- Proporciona una dirección
- Acceso a servicios suplementarios
- Comunicación nacional e internacional
- Alimentación independiente
- No ofrece movilidad a los Usuarios
- Cobertura a nivel mundial



Sistema de Telefonía PSTN-Celular



MSC: Mobile Service or Switch Center (MTX, MTSO)

BTS: Base Transceiver Station

BSC: Base Station Controller

PSTN: Public Switching Telephone Network

BSS: Base Station Subsystem (BTS + BSC) --> BS

TELEFONOS FIJOS

TELEFONOS CELULARES:

- Equipo Terminal
- Unidades Móviles

Equipo de conmutación



Arquitectura de la Red Pública Conmutada, PSTN





Actividad 1

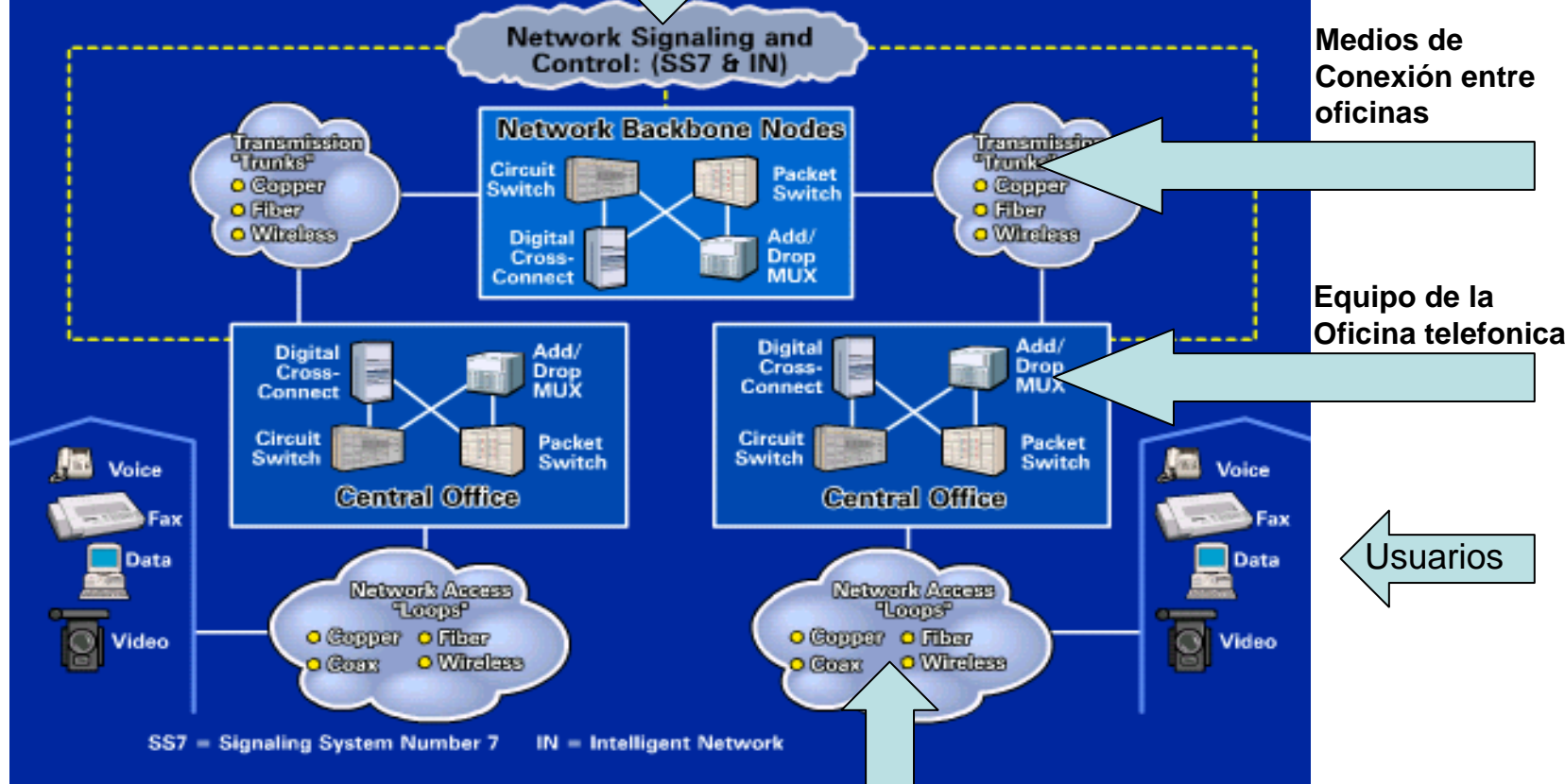
Dibuje en un diagrama o esquema los pasos y elementos que intervienen durante una llamada telefonica local

Actividad 2

Dibuje en un diagrama o esquema los pasos y elementos que intervienen durante una llamada telefonica de larga distancia

La red de señalización SS7

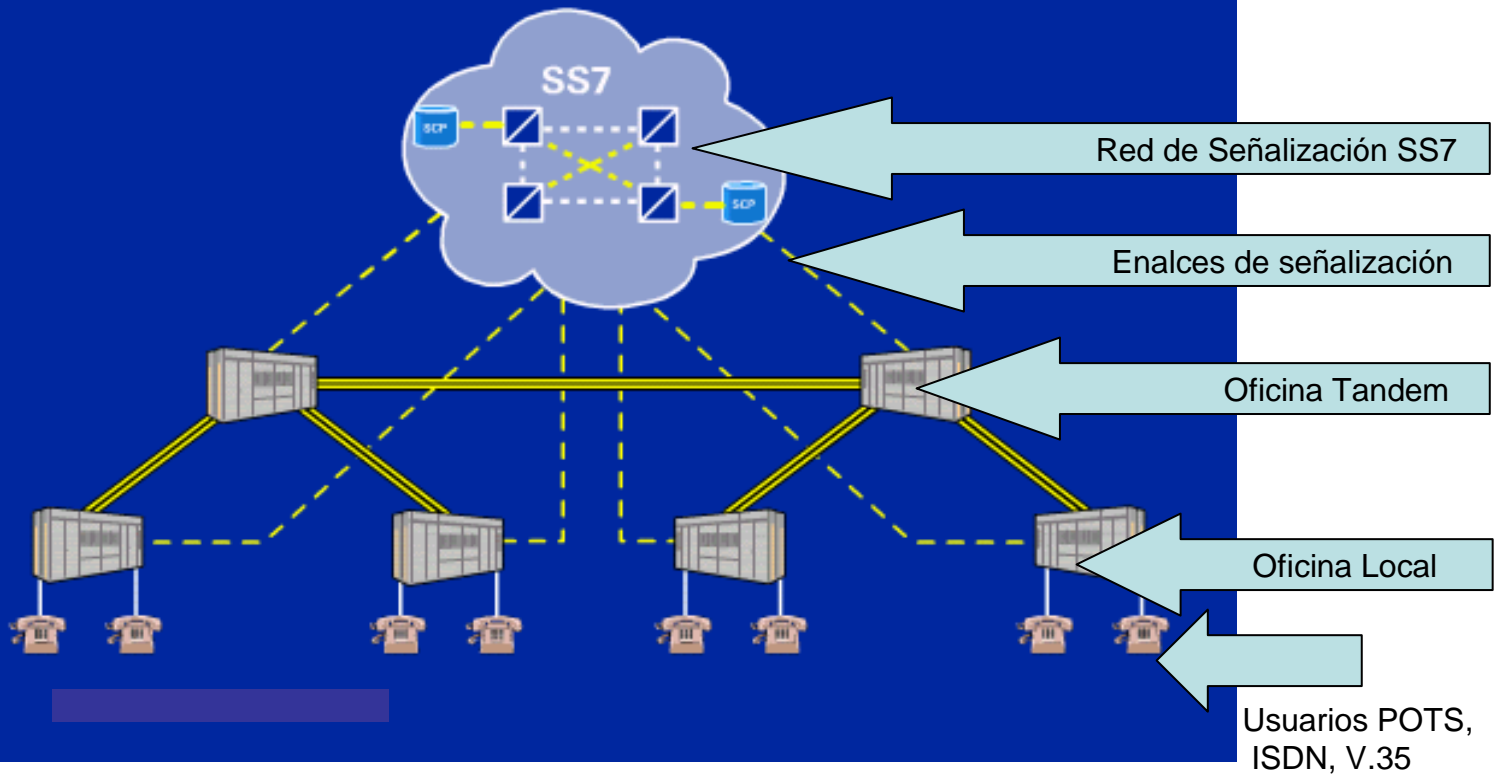
Diagrama de una red de Telecomunicaciones



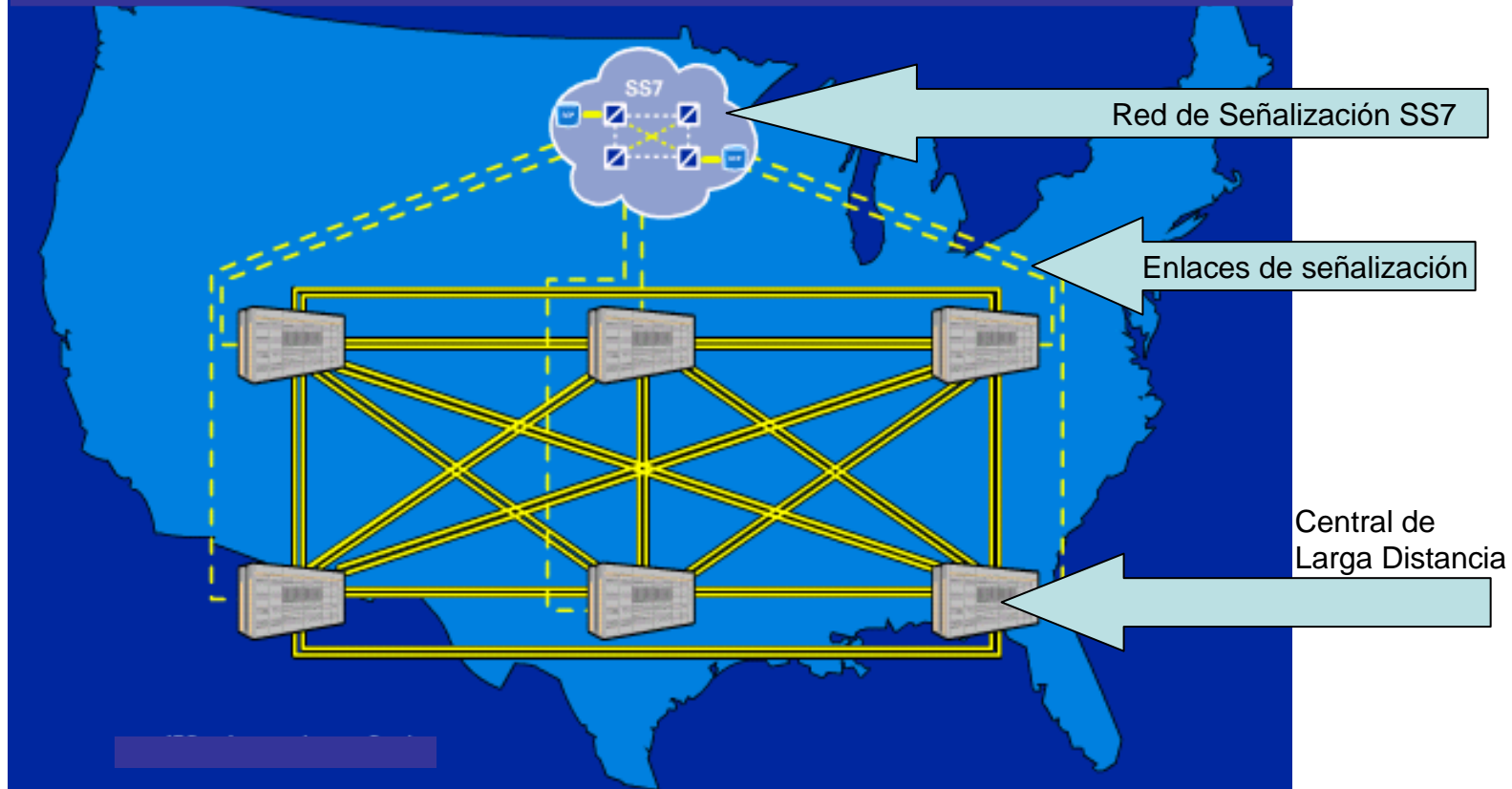
Ejemplo de una compañía Telefonica

Medios de Acceso
A la red


Arquitectura de una Oficina Central Local



Arquitectura de Compañía de Larga Distancia



Arquitectura o conexión de “todos contra todos” o “Mesh”



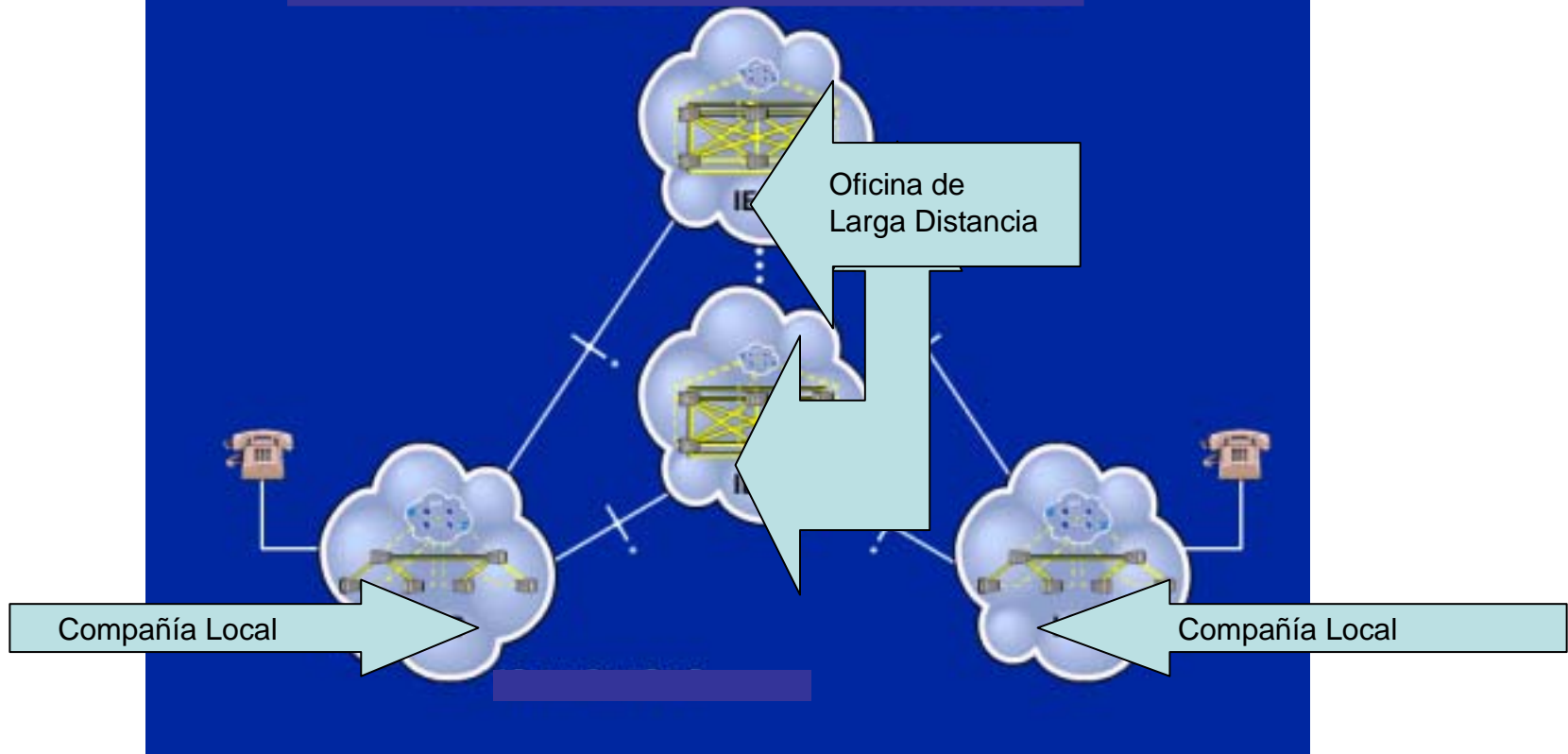
Cuantos enlaces serían necesarios para conectar
15 centrales Telefónicas localizadas en 15 diferentes
estados de la república Mexicana?

$$N_t = N(N-1)/2$$

N_t = No. total de conexiones necesarias

N = No. de Switches

Arquitectura de la red PSTN






DTMF
Local Loop
Troncal
Enlace de señalización
Central tandem
PBX
Tipos de llamada
 local
 entrante
 tránsito
 saliente
Tip & Ring $\pm 48\text{v}$
Timbrado 90v

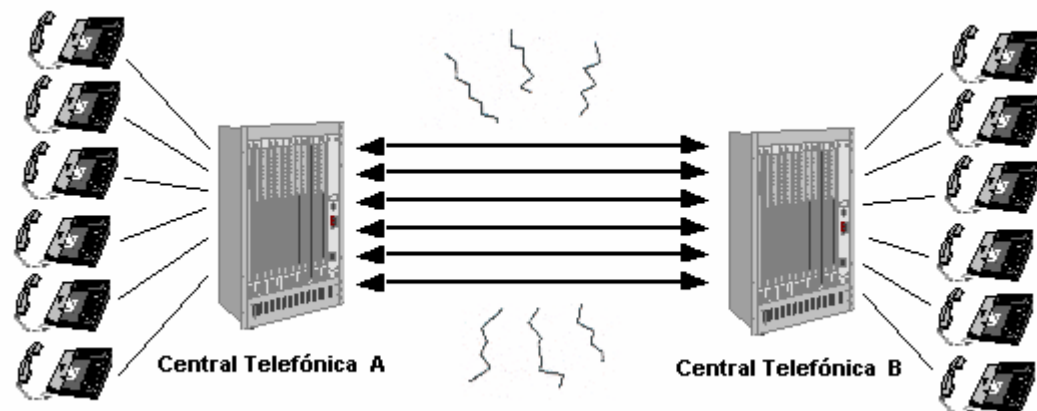


" MODULACION POR PULSOS CODIFICADOS PCM "

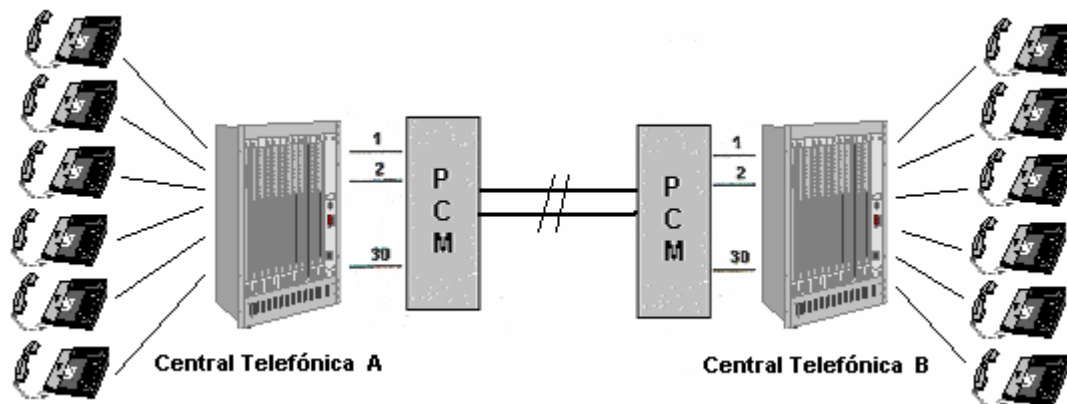
Historia del PCM

- 
- 1937 – 1939** **Alec Reeves concibe la modulación por codificación de pulsos y se patentó.**
- 1948** **C.F. Shannon publica “Una teoría Matemática de la Comunicación”.**
- 1950** **El sistema multicanal por división de tiempo es aplicado a la Telefonía.**
- 1948 – 1951** **El transistor es inventado por Barden, Brattain y Shockley.**
- 1962 – 1966** **La modulación por codificación de pulsos se hace factible en la transmisión de voz y televisión.**
- 1968** **Surgimiento de la plataforma PDH .**
- 1968 – 1970** **La empresa TELMEX utiliza PCM para sus transmisiones de la Olimpiada y el Mundial de Fútbol.**
- 1975** **Descubrimiento de la fibra óptica.**
- 1989** **Surgimiento del SDH.**
- 2002** **A la fecha se utiliza el SDH como plataforma para la transmisión digital a altas velocidades en diferentes protocolos de transmisión de datos tales X.25 , Frame Relay , ATM etc.**

Antes de implantar un sistema PCM

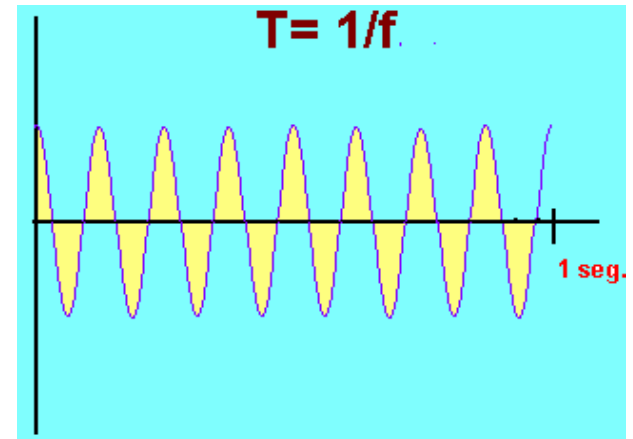


Despues de implantar un sistema PCM

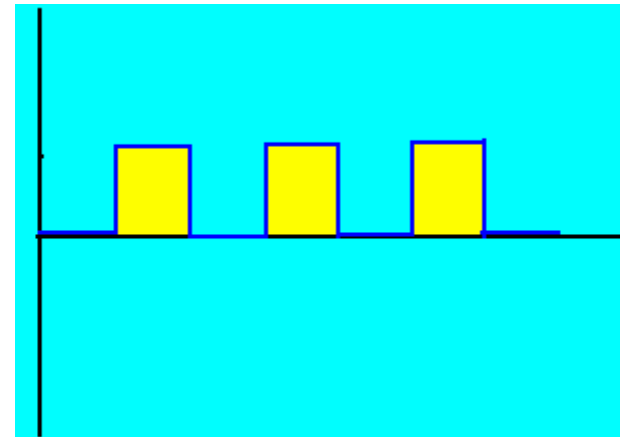


Tipo de Señales

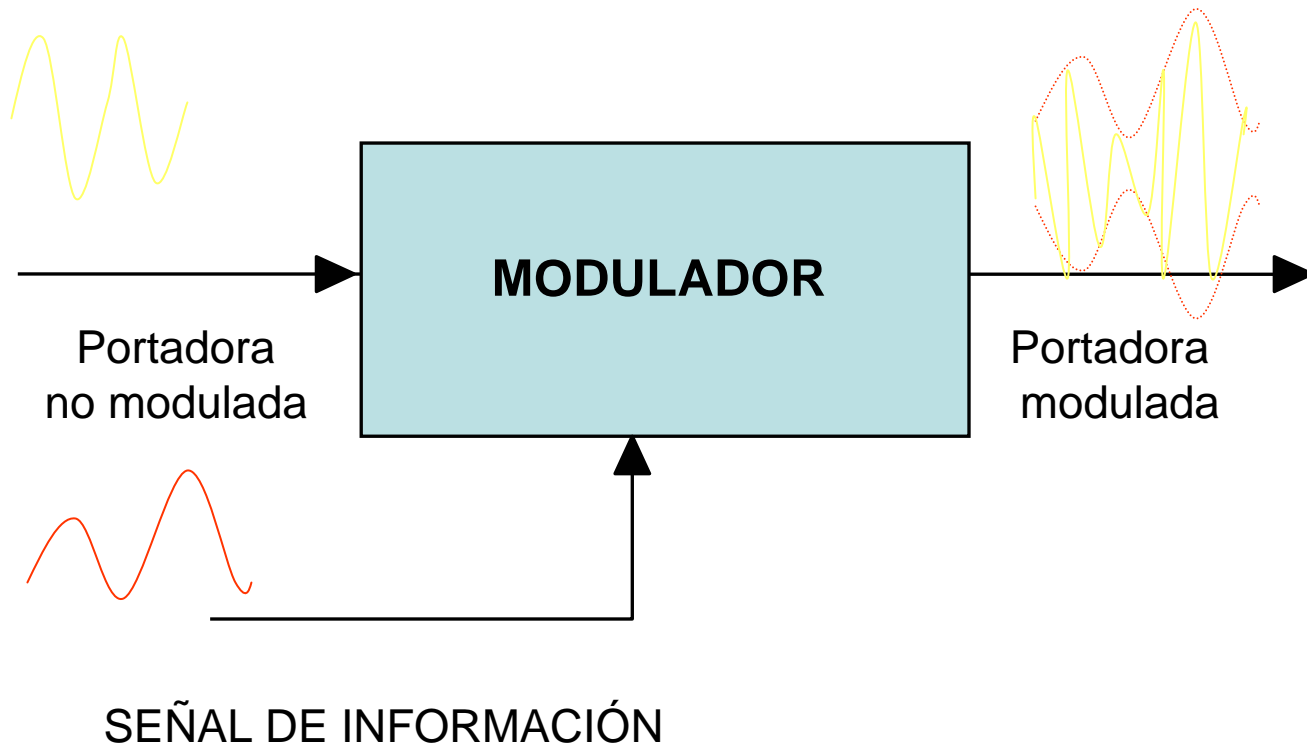
Analógicas



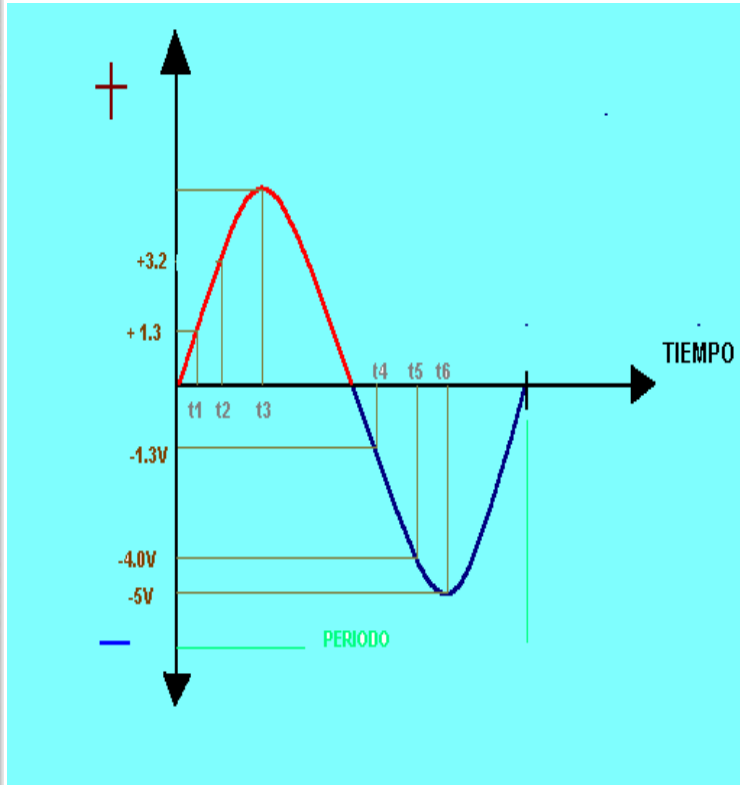
Digitales



Modulación



Parámetros Fundamentales De Una Señal Analógica



Número de valores de amplitud infinito.

Frecuencia: No. De ciclos en un segundo.

Periodo: Tiempo que tarda en completar un ciclo.

Fase: Instante de inicio de la señal.

Long. de onda. Distancia que mide un ciclo.

Tipos de modulación

Modulación analógica continua:

AM

Modulación por Amplitud

FM

Modulación por Frecuencia

PM

Modulación por Fase

Modulación analógica discontinua:

PAM

Modulación de Amplitud de Impulsos

PDM

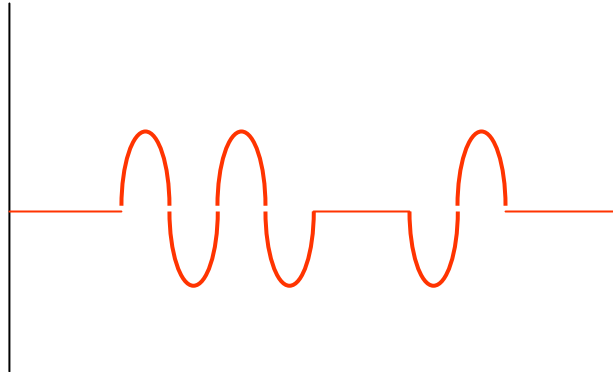
Modulación de Duración de Pulsos

PPM

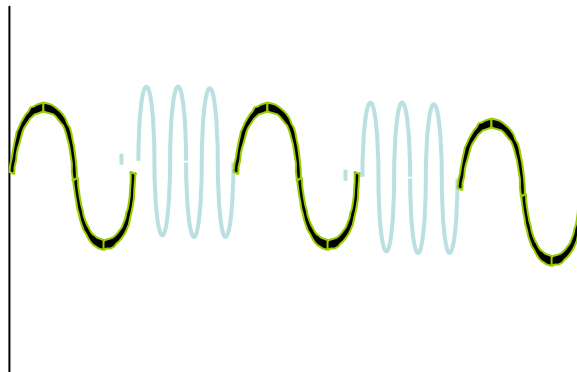
Modulación de Posición de Pulsos

Modulación de radio frecuencia

Modulación en amplitud apagado encendido



Modulación por desviación de frecuencia

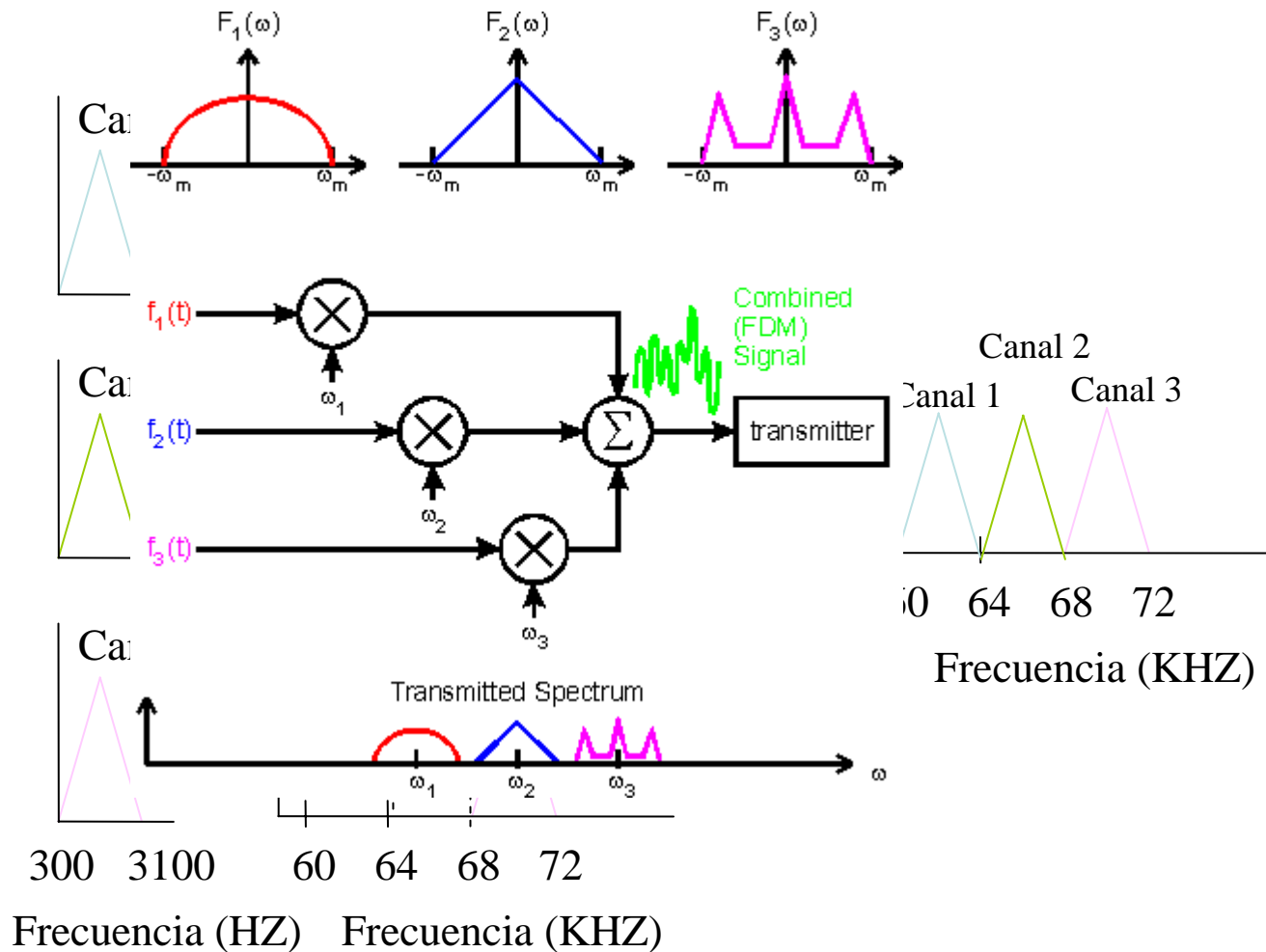


Modulación PAM

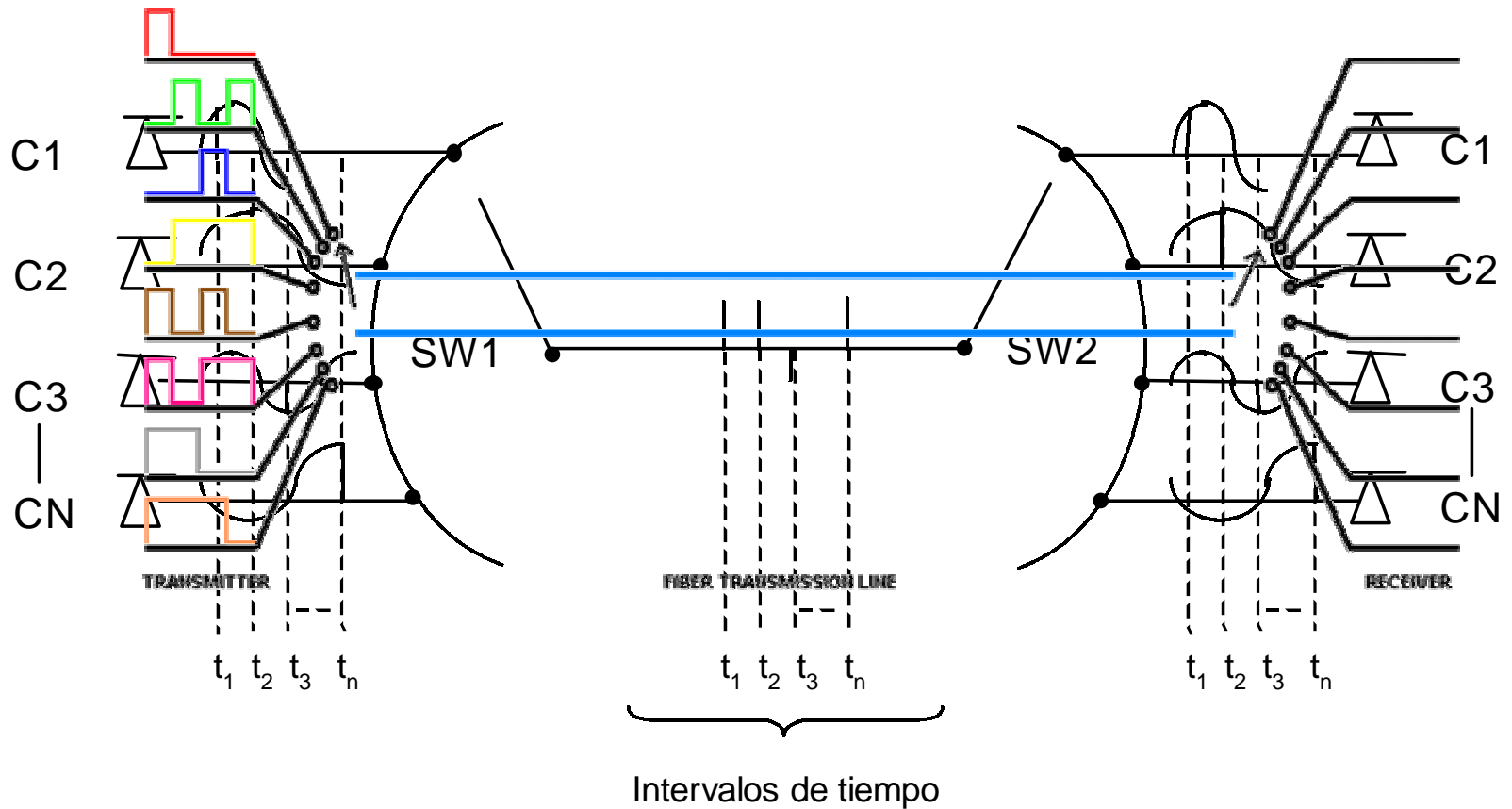
- ▼ Muestreo
- ▼ Cuantificación



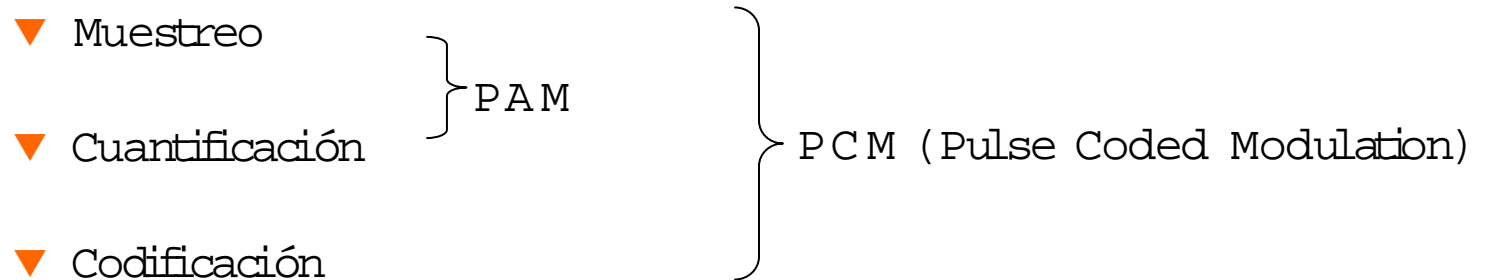
Multiplexación por División de Frecuencia



Multiplexación por División de Tiempo (TDM)

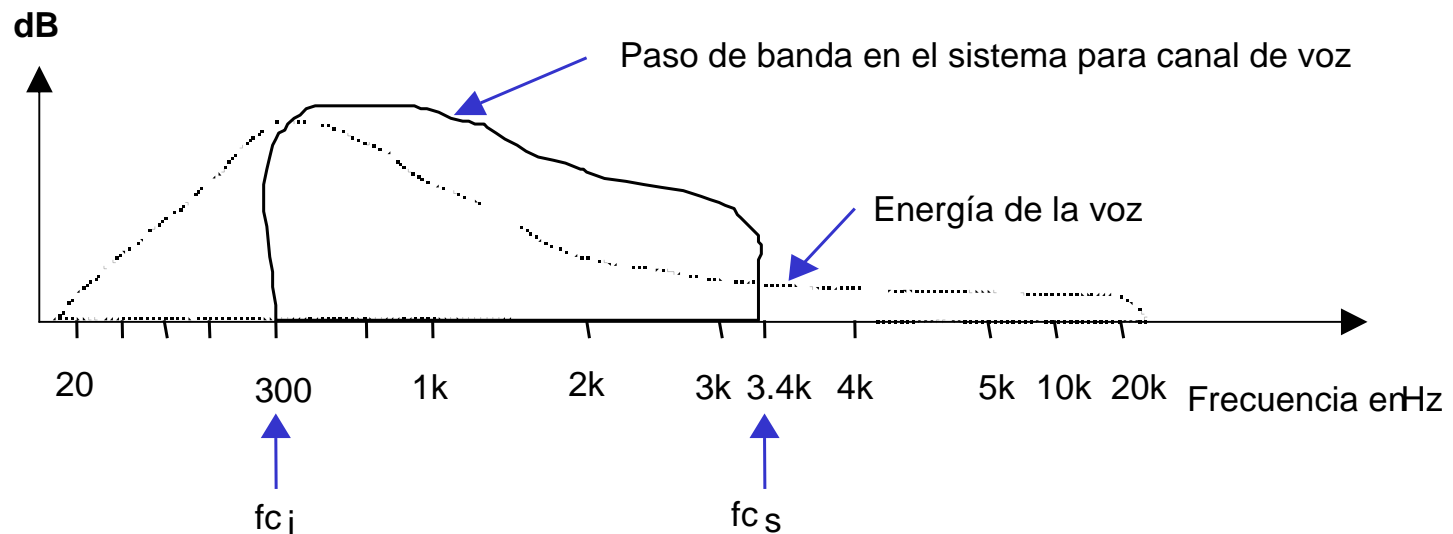


Los pasos necesarios para transformar la señal analógica en digital por Modulación de Pulsos Codificados son:



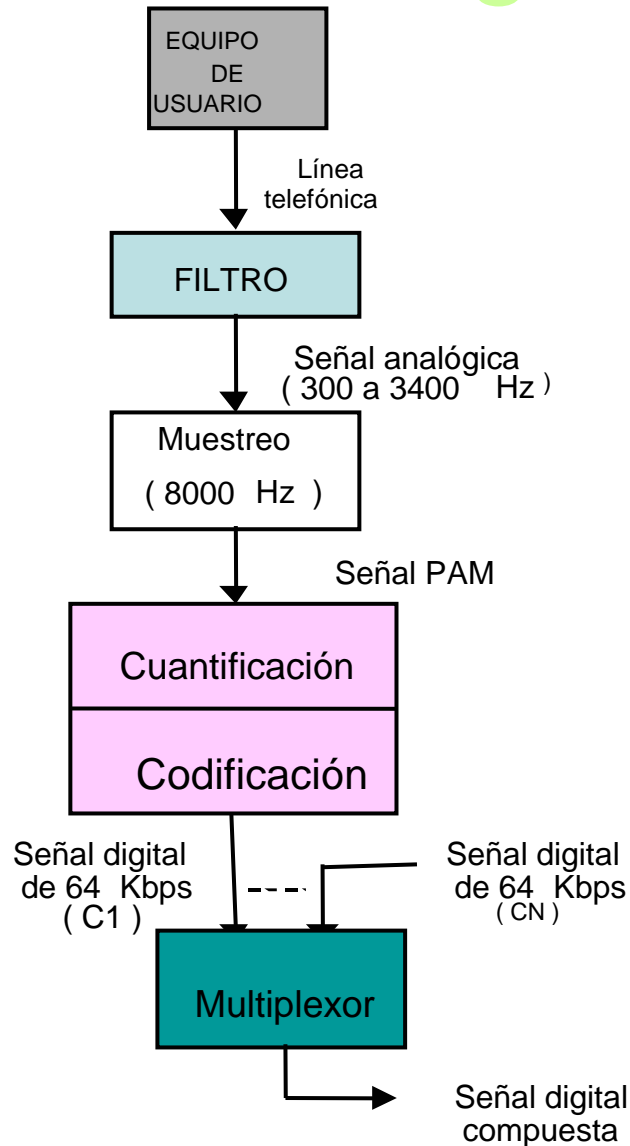
Ancho de banda de canal telefónico

Características de la banda de frecuencias del canal de voz

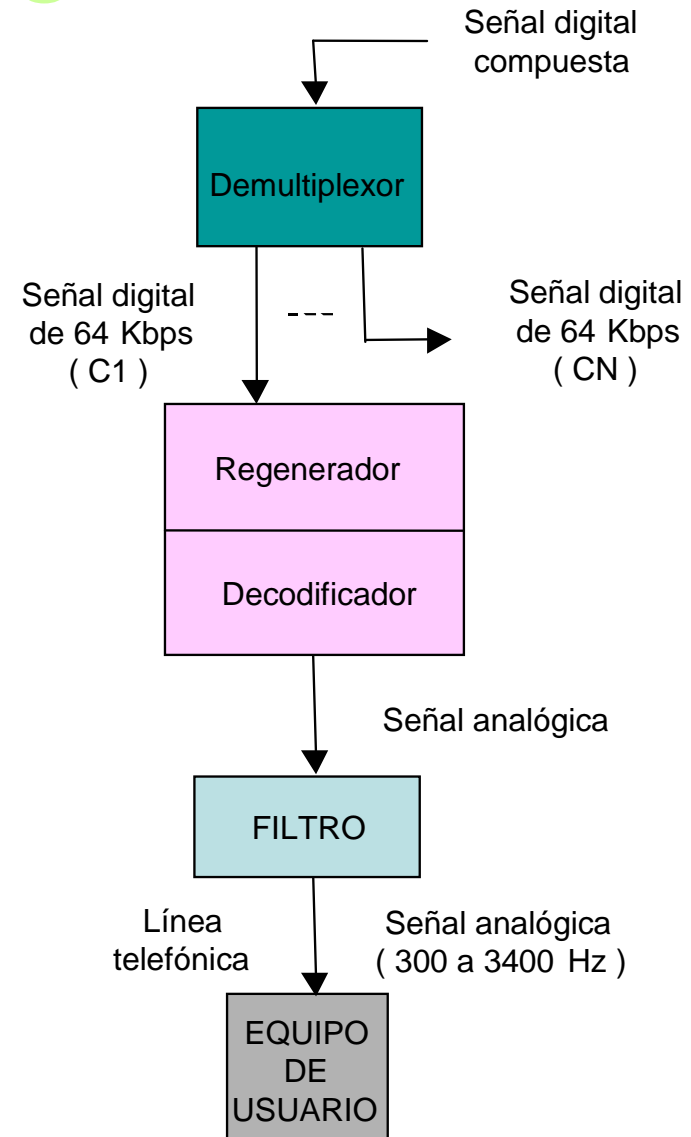


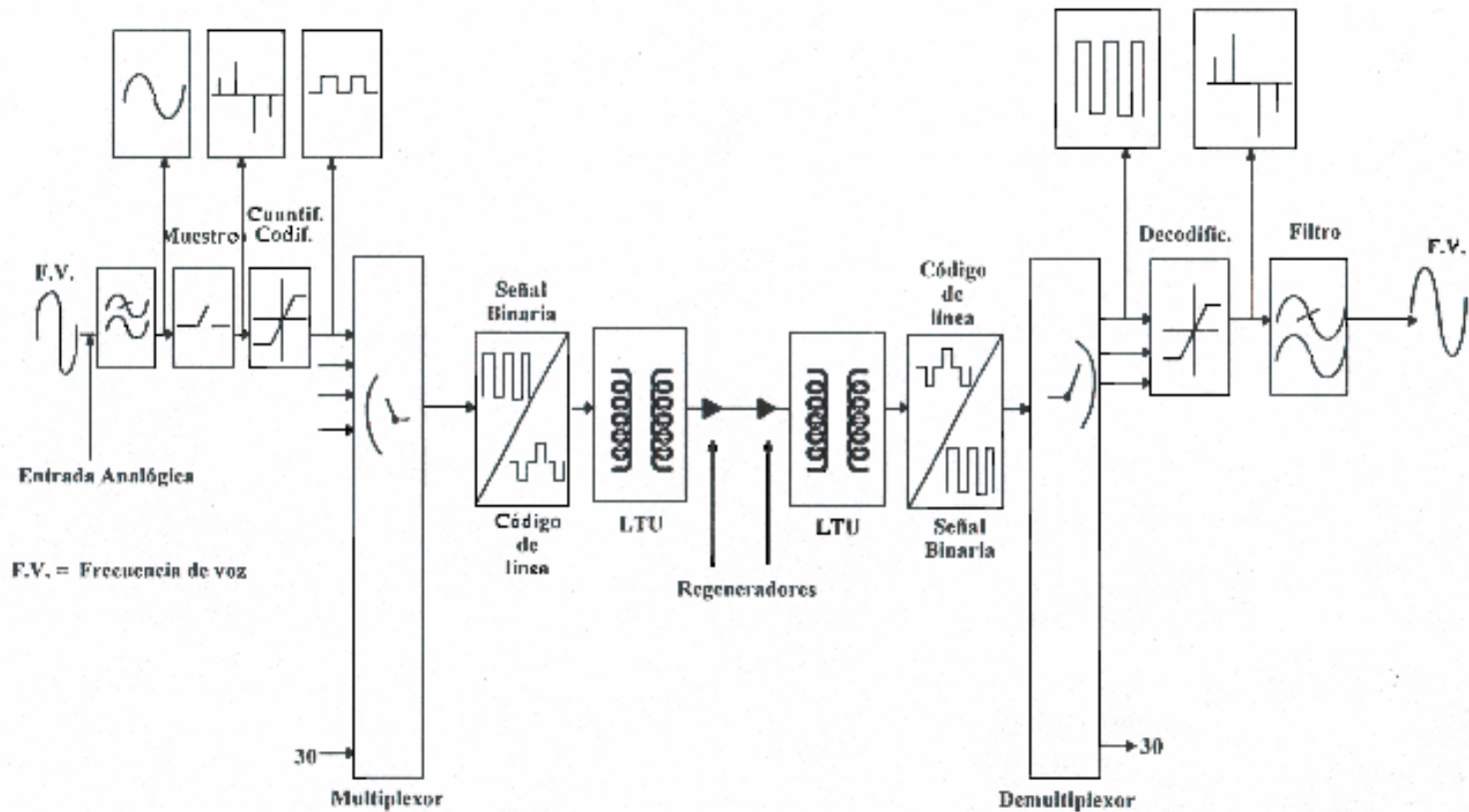
f_{ci} = frecuencia de corte inferior
 f_{cs} = frecuencia de corte superior

Conversión de voz de Analógica a Digital

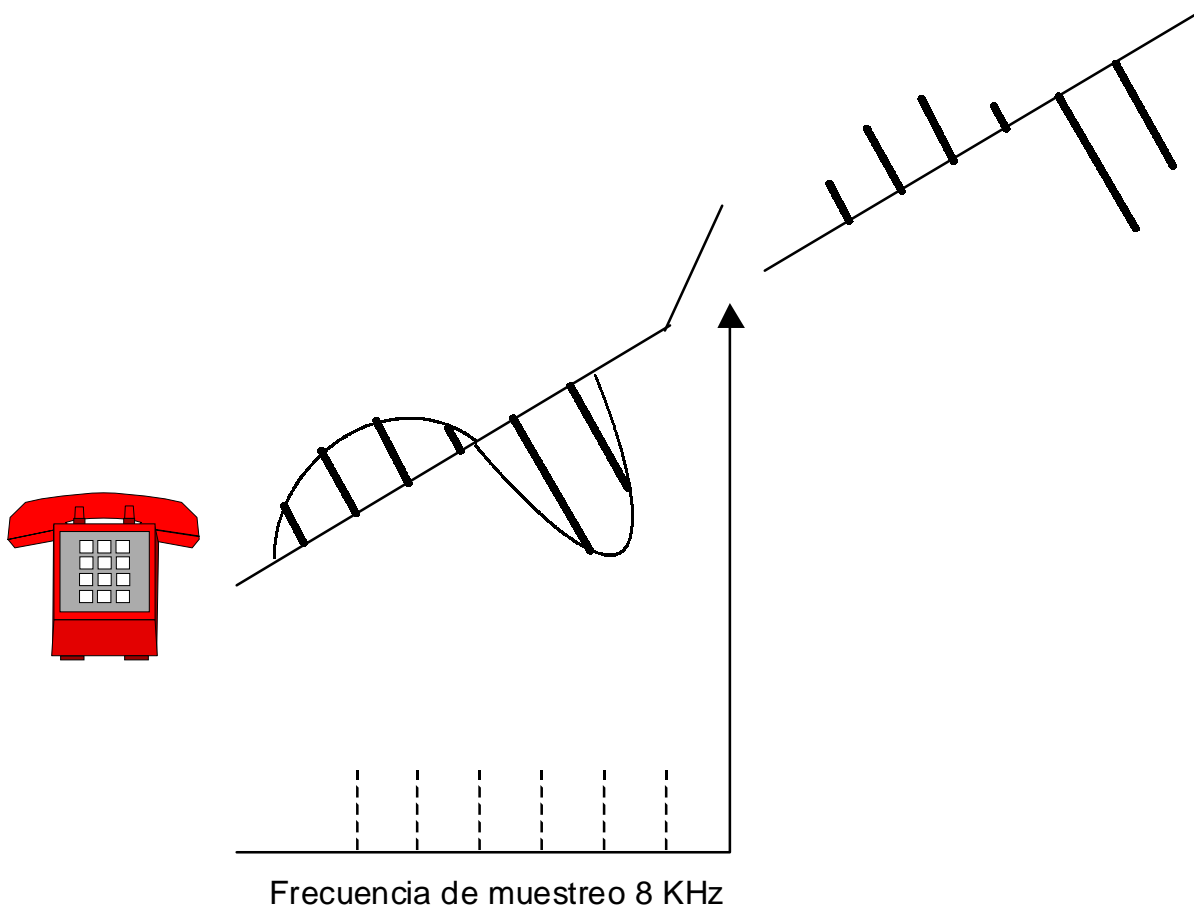


EQUIPO EN CENTRAL TELEFÓNICA

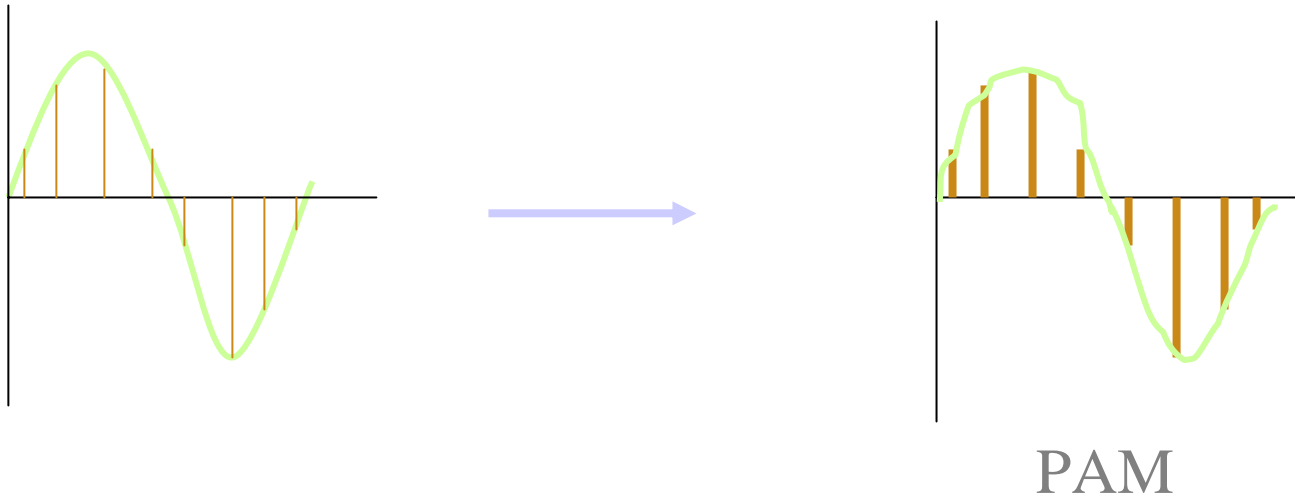




Muestreo



Muestreo



Teorema de Nyquist.

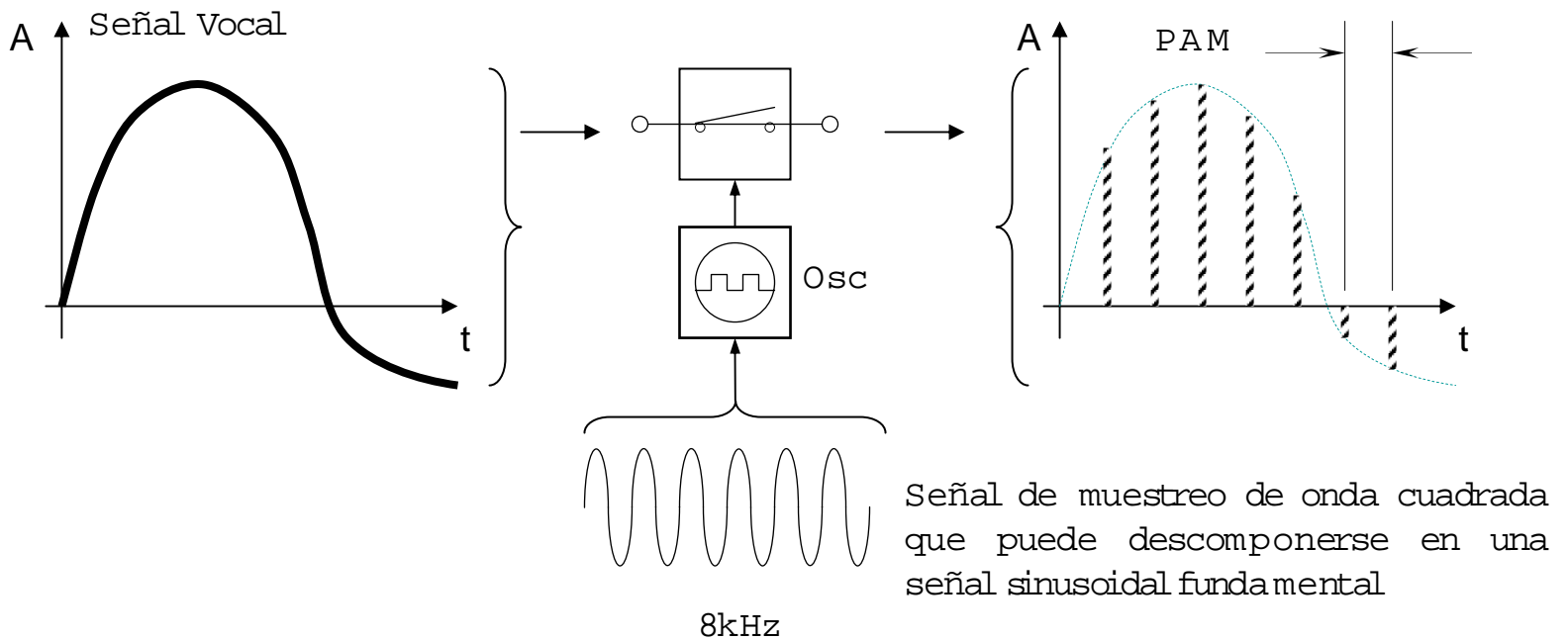
Es posible representar una señal con solo unas muestras de la misma, tomadas con al menos el doble de la maxima frec. De la señal.

$$f_s = 2f_{\text{máx}}$$

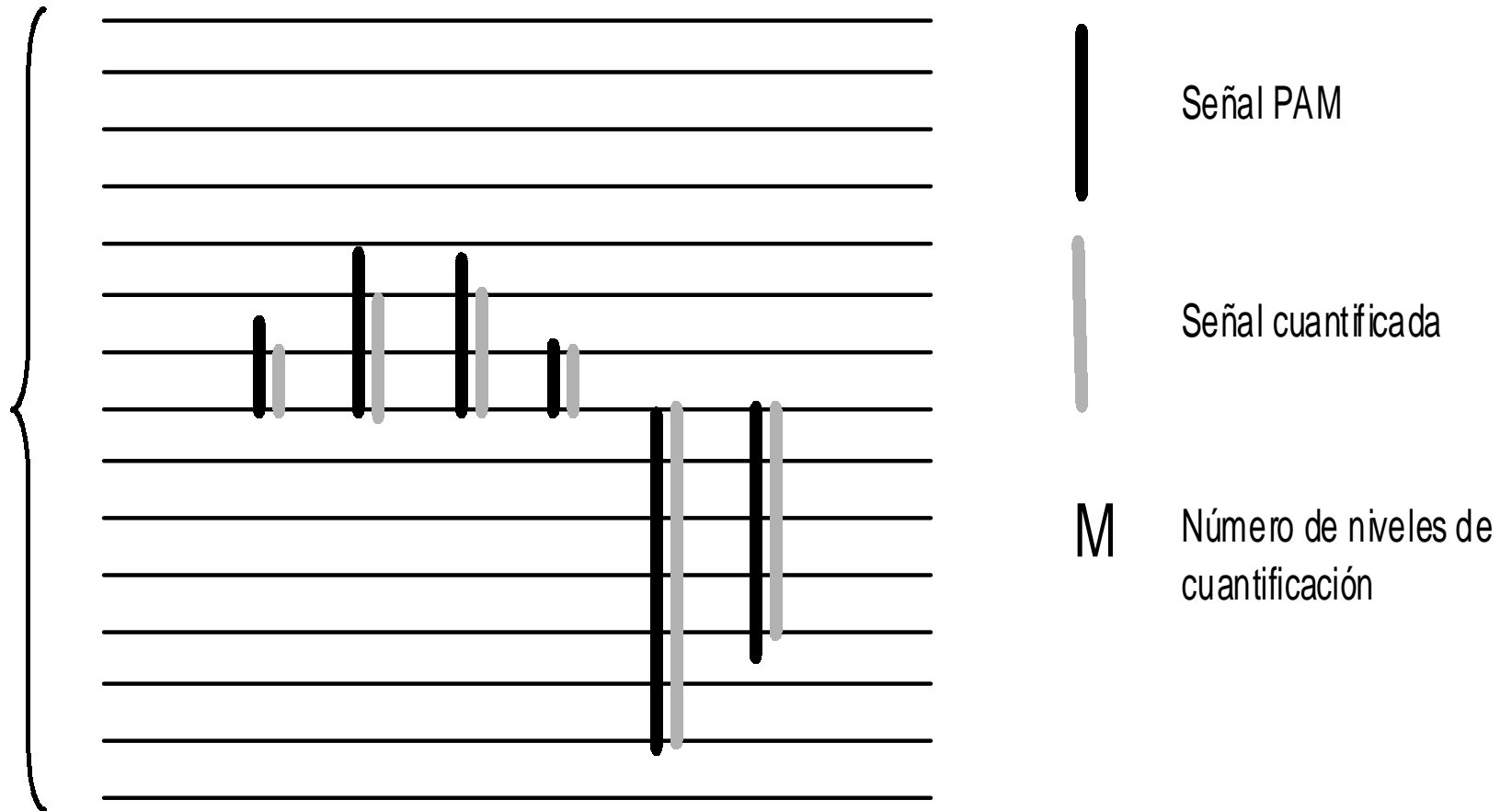
Para la voz humana se define: $A \cos(\omega t)$
 donde $\omega = 2\pi f$
 con $300\text{Hz} \leq f \leq 3400\text{Hz}$

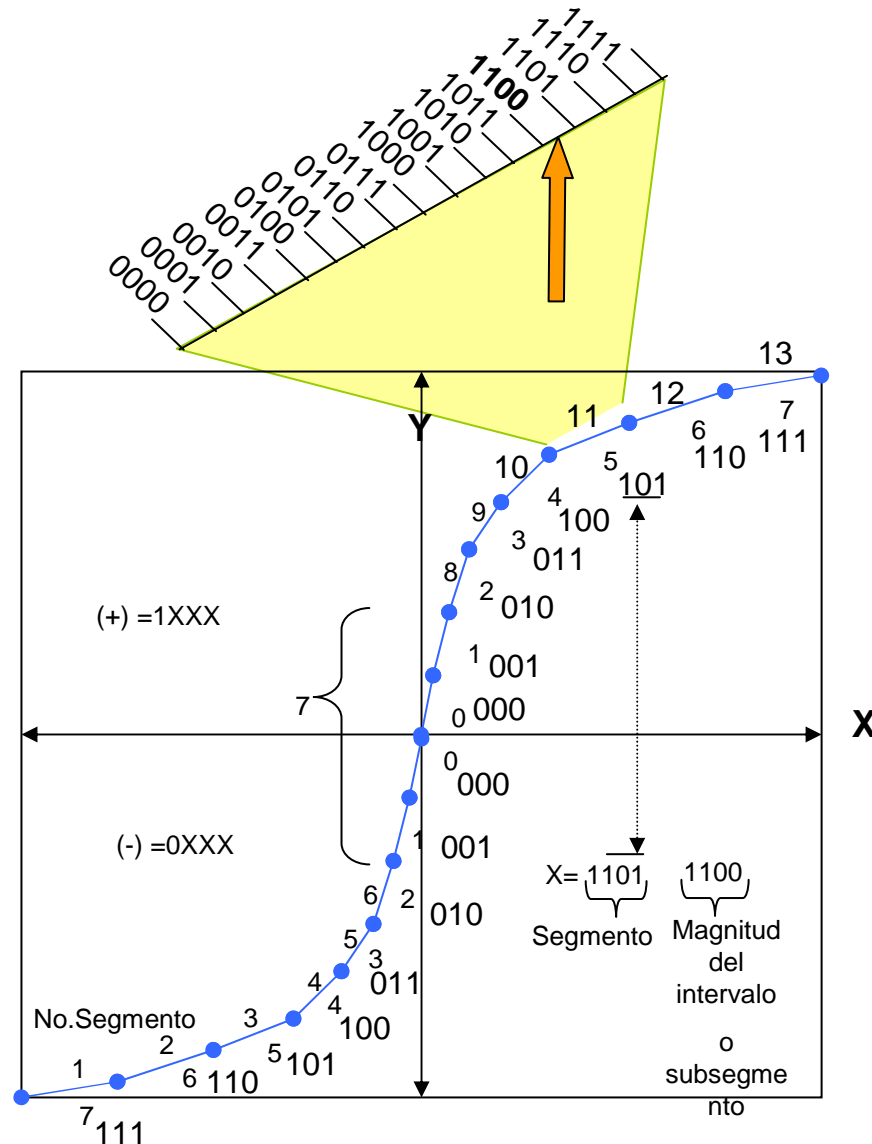
$$f_s = 2f_{\text{máx}}$$

$$T = \frac{1}{8\text{kHz}} = 125 \mu\text{s}$$

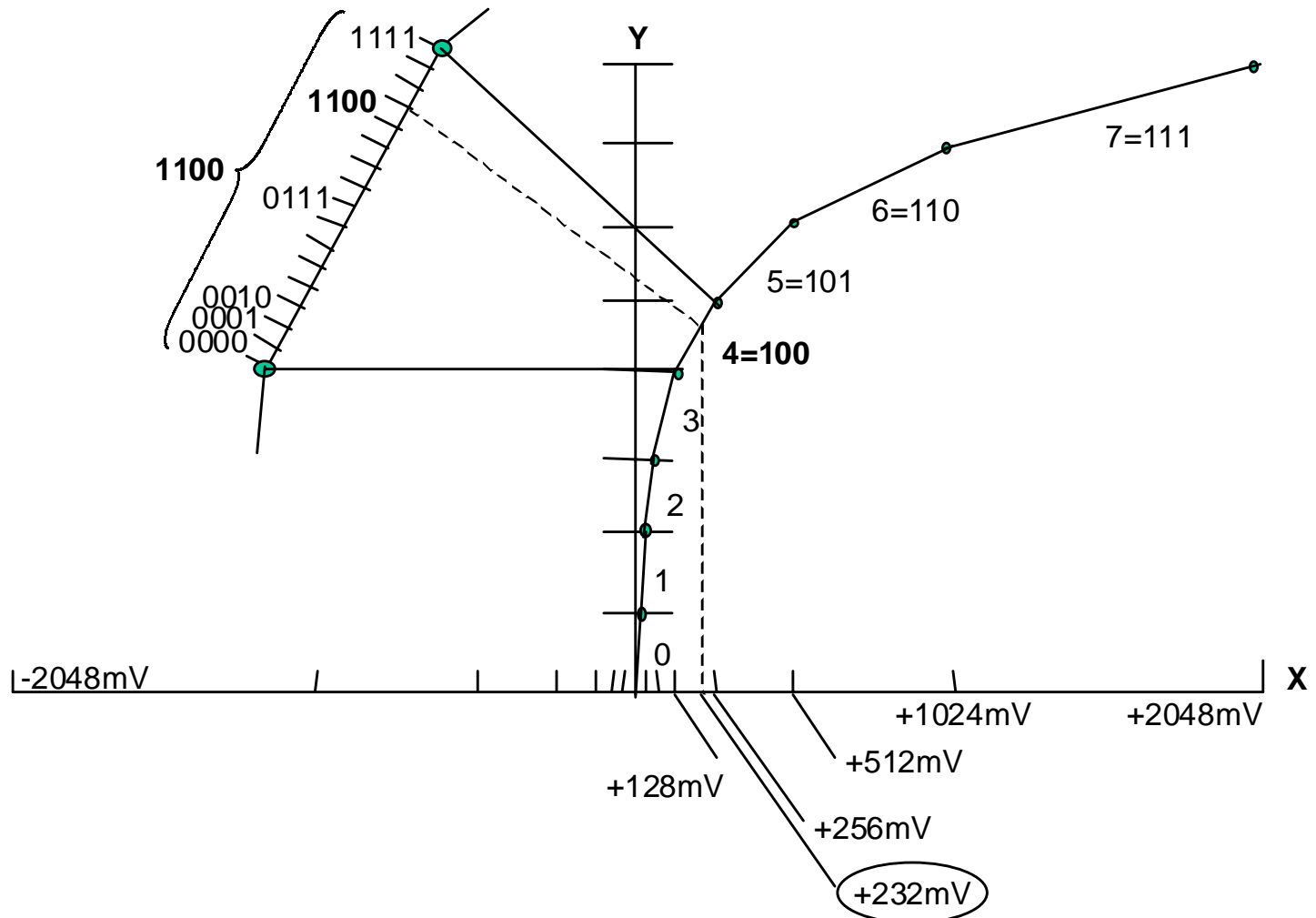


Cuantificación

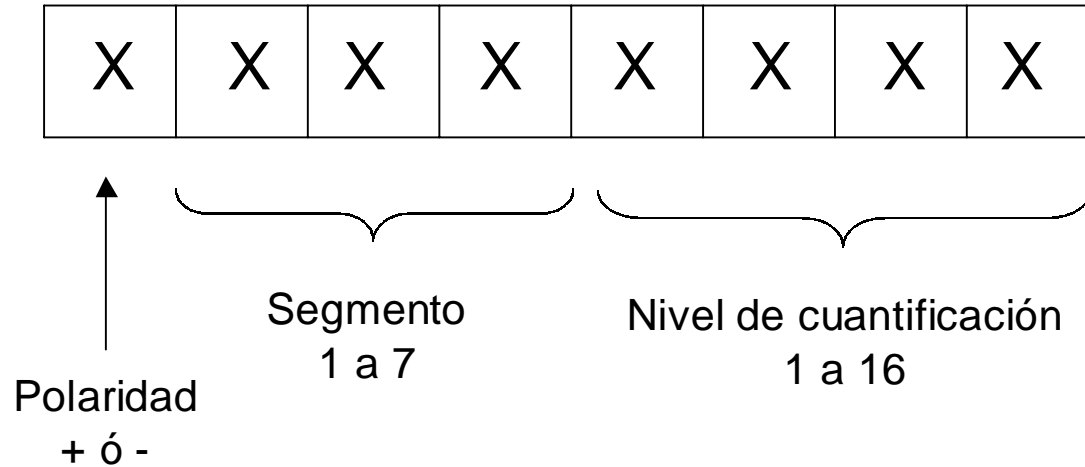




Subsegmentos de la ley A



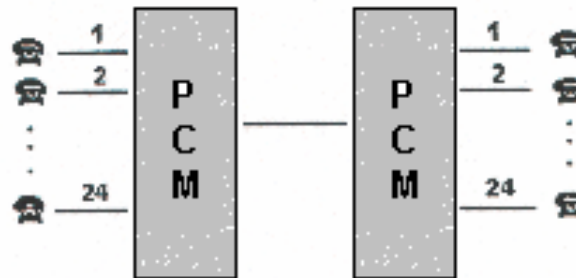
Codificación de una Muestra



$X = 0, 1$

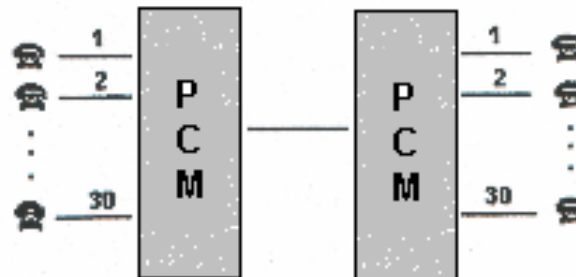
La señal PCM

Norma americana



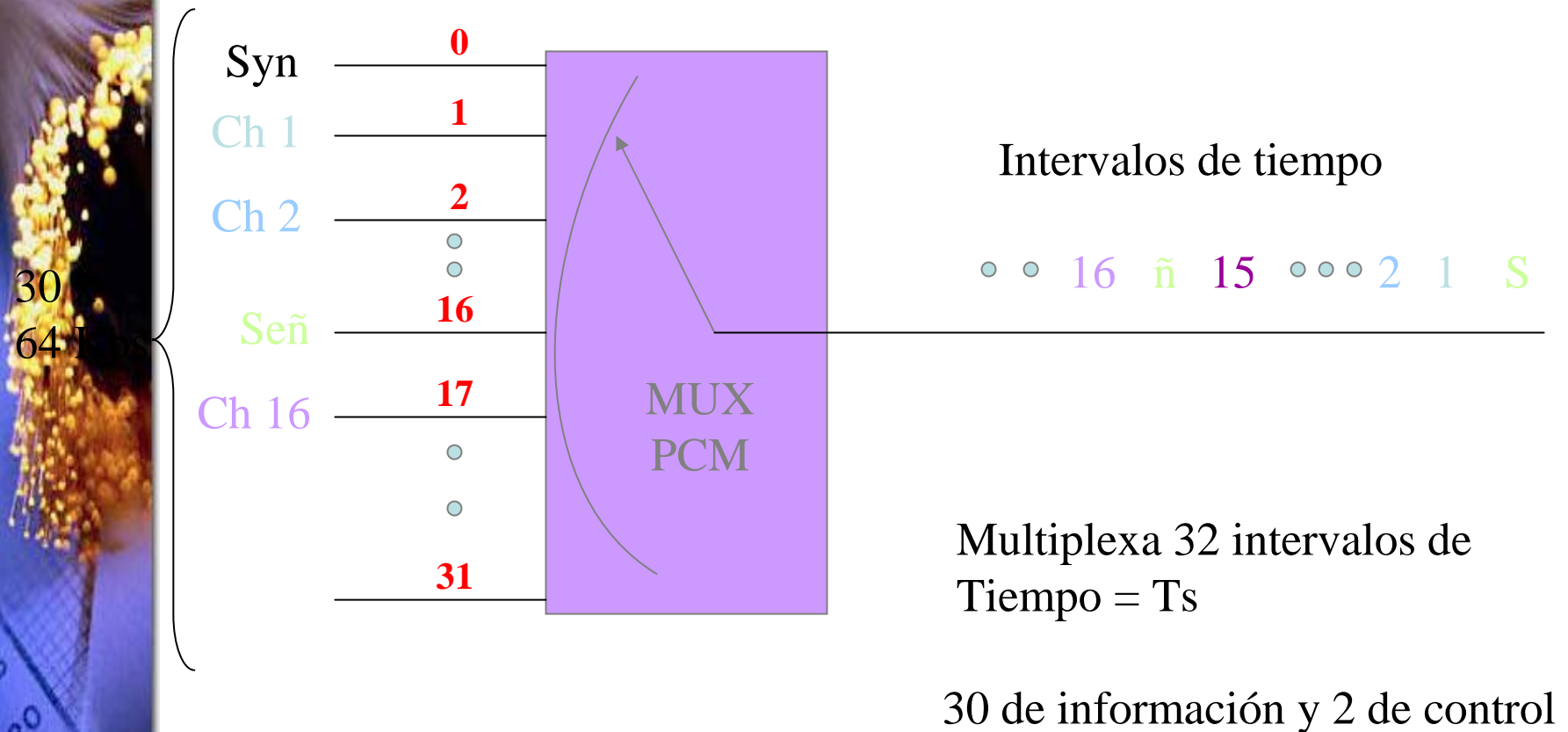
Utiliza 24 canales telefónicos

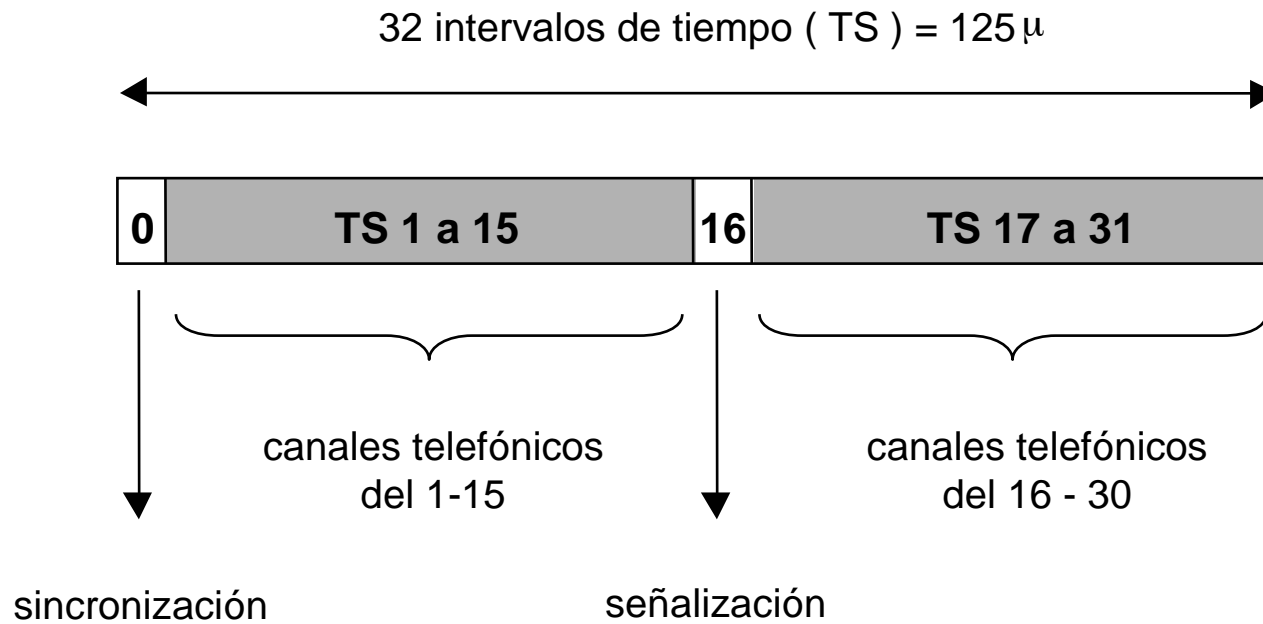
Norma europea



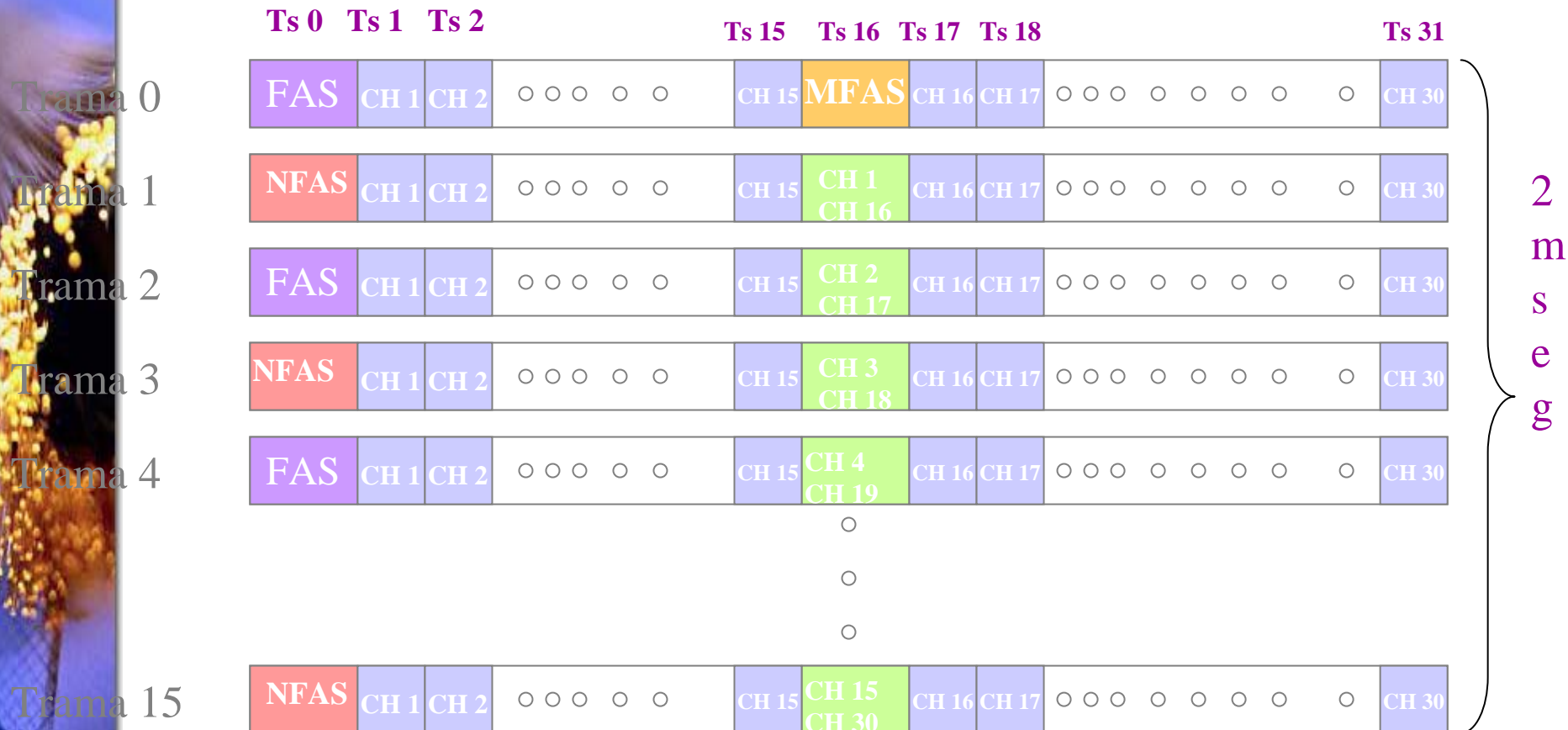
Utiliza 30 canales telefónicos

Mux PCM formación de E1





Configuración de Multitrama



FAS Frame Alignment Signal

NFAS No Frame Alignment Signal

MFAS Multi Frame Alignment Signal



<http://www.angelfire.com/linux/mungmac0>

Accesar la pagina e ir al link curso CFE

Va a abrir el archivo y ustedes pueden grabarlo en su PC

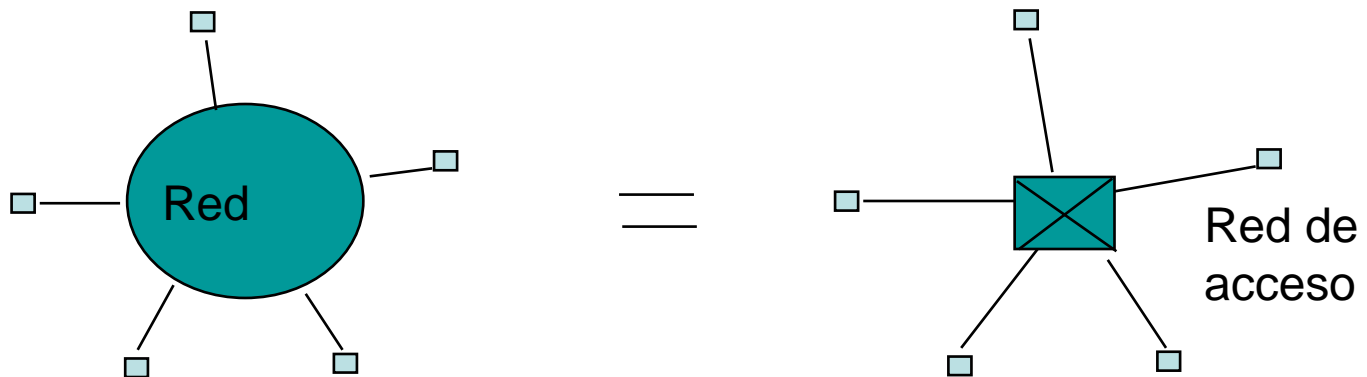
Redes de Conmutación de Circuitos

- **Circuitos dedicados punto a punto entre los clientes**
 - El cliente puede ser una persona o equipo (router o switch)
- **El Circuito puede tomar diferentes configuraciones**
 - Trayectorias dedicadas para la transferencia de señales electricas
 - Time slots dedicados para la transferencia de voz (conversaciones)
 - Frames dedicados para transferir señales de Nx51.84 Mbps
 - Longitudes de onda dedicadas para transferir señales opticas
- **Las redes de conmutacion de circuitos requiere:**
 - Multiplexion y conmutacion de circuitos
 - Control y señalizacion para el control de circuitos

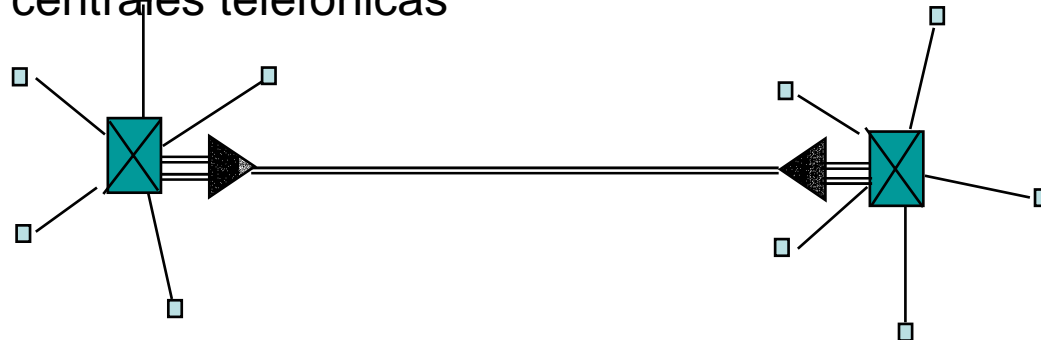


Como crece una red

- (a) Un switch provee acceso a la red a un grupo de usuarios, por ejemplo, una central conecta a una ciudad



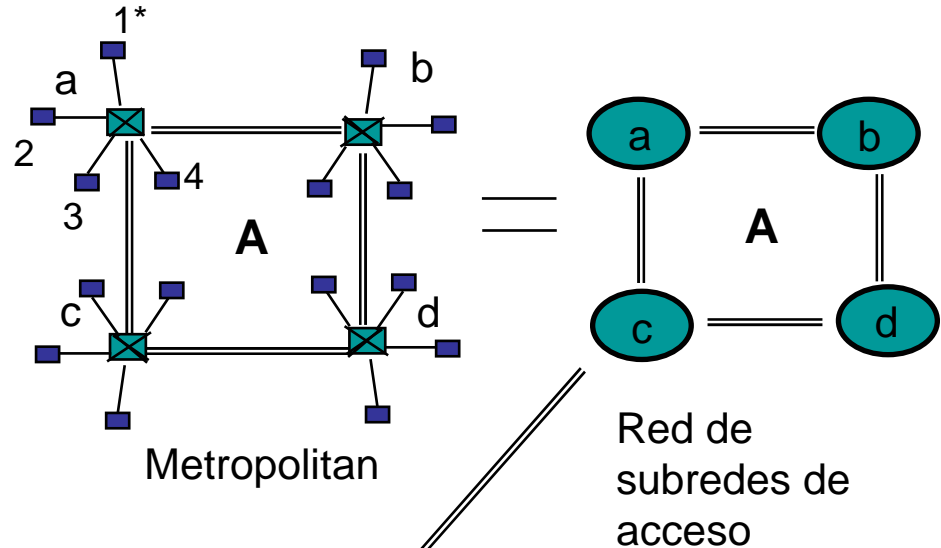
- (b) Un multiplexor conecta a dos redes de acceso, por ejemplo una linea troncal de alta capacidad conecta dos centrales telefonicas



Una red continúa creciendo

(a)

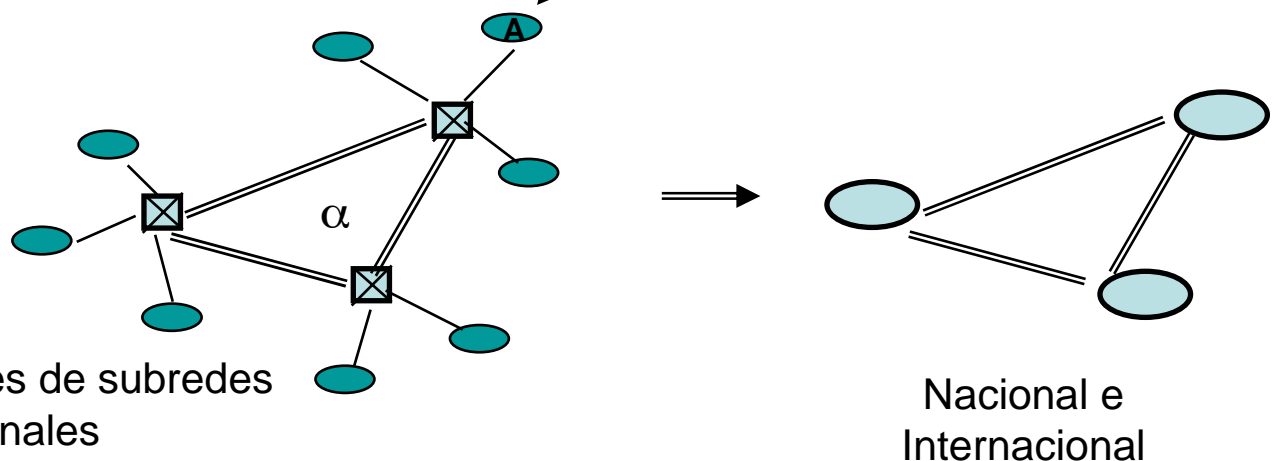
Redes Metropolitana A se considera una red A de subredes de acceso



Una Red nacional es vista como una red regional de subredes, incluyendo a A

Lineas troncales de alta capacidad

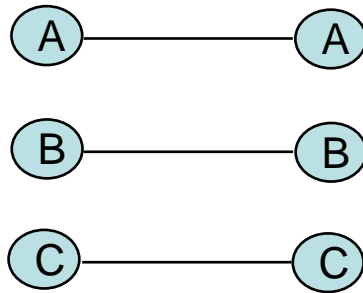
Redes de subredes regionales



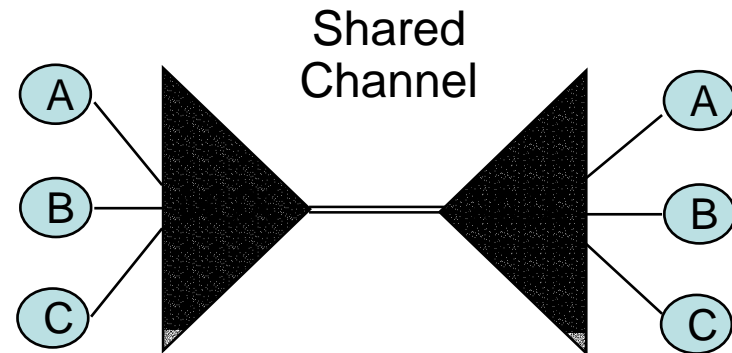
Multiplexión

- Multiplexión comprende la compartición de canales de transmisión, (recursos) por varias conexiones o flujos de datos
 - Channel = 1 cable, 1 fibra optica, or 1 banda de frecuencia
- Ahorros en gran escala se logran al combinar muchas señales en una sola -pocos alambres. La fibra optica reemplaza miles de cables
- Información implícita o explícita se requiere para demultiplexar el flujo de datos

(a)

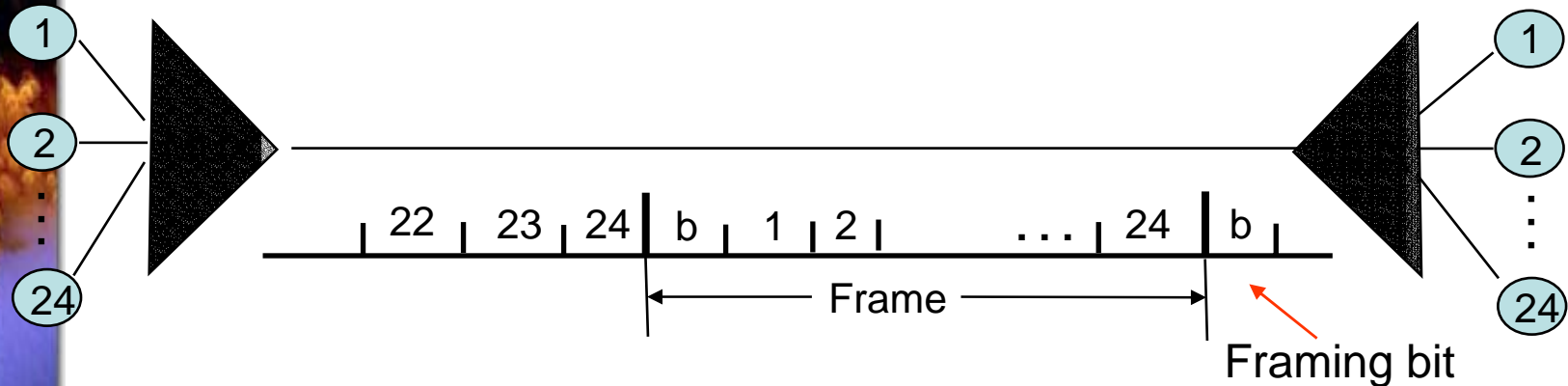


(b)



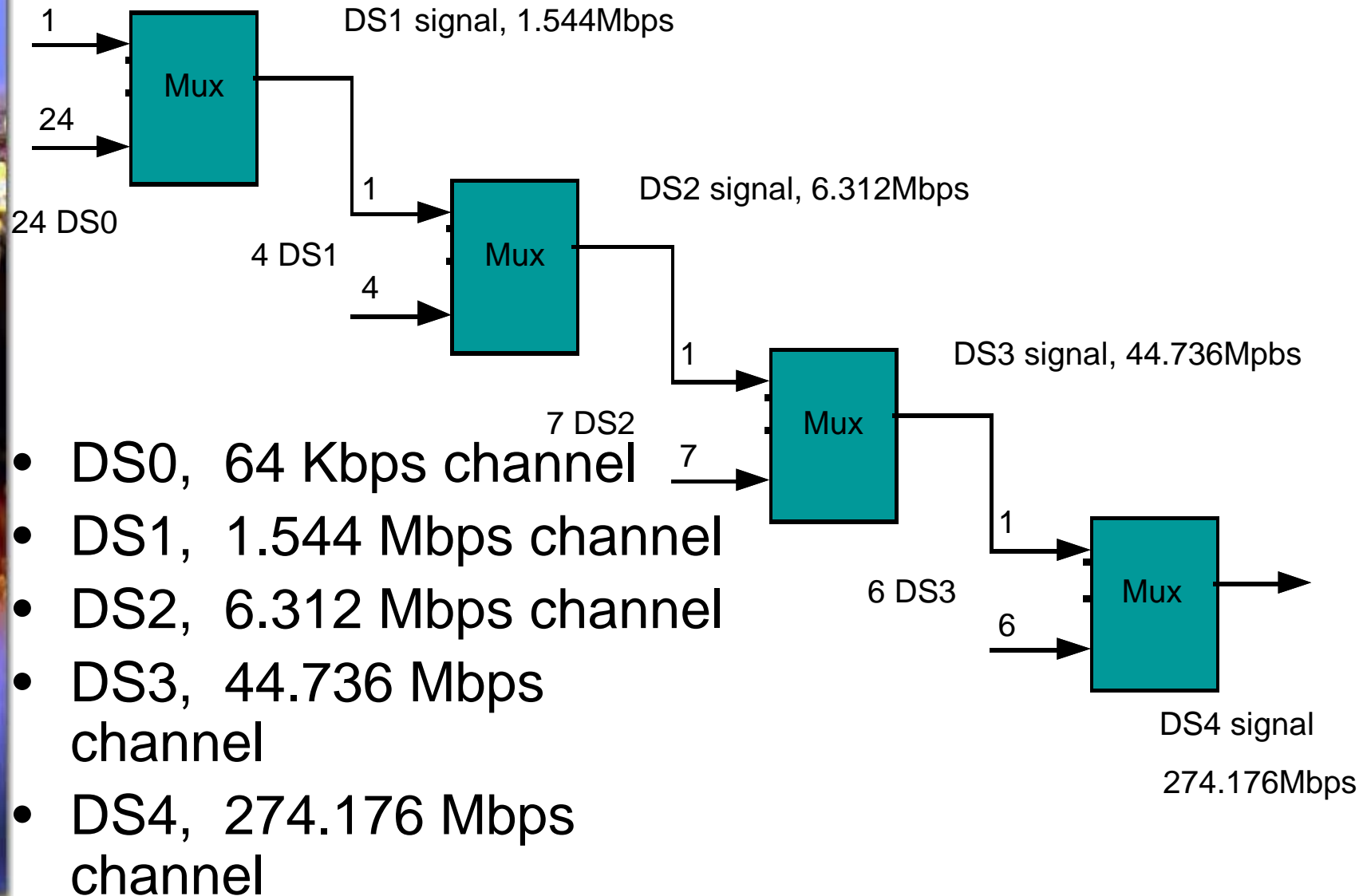
Sistema de Portadora -T

- Las redes telefónicas digitales utilizan TDM
- Un canal de voz PCM es la unidad básica para TDM
- 1 channel = 8 bits/sample x 8000 samples/sec. = 64 kbps
- Portadoras T-1 llevan un Digital Signal 1 (DS-1) la cual combina 24 canales de voz en un trama digital



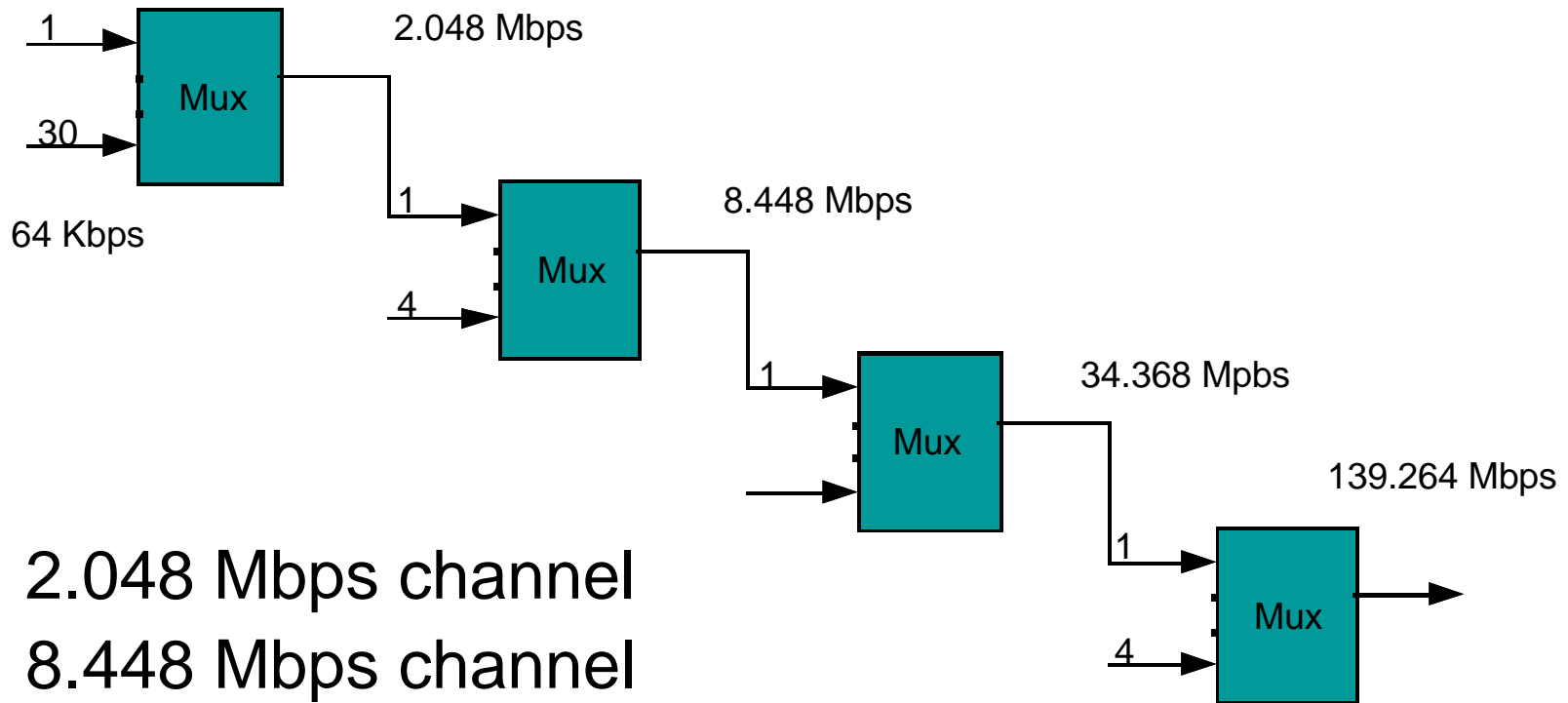
$$\begin{aligned}\text{Bit Rate} &= 8000 \text{ frames/sec.} \times (1 + 8 \times 24) \text{ bits/frame} \\ &= 1.544 \text{ Mbps}\end{aligned}$$

Jerarquía de Multiplexión Norteamericana



Jerarquía Digital Europea

- Basada en 30 canales PCM

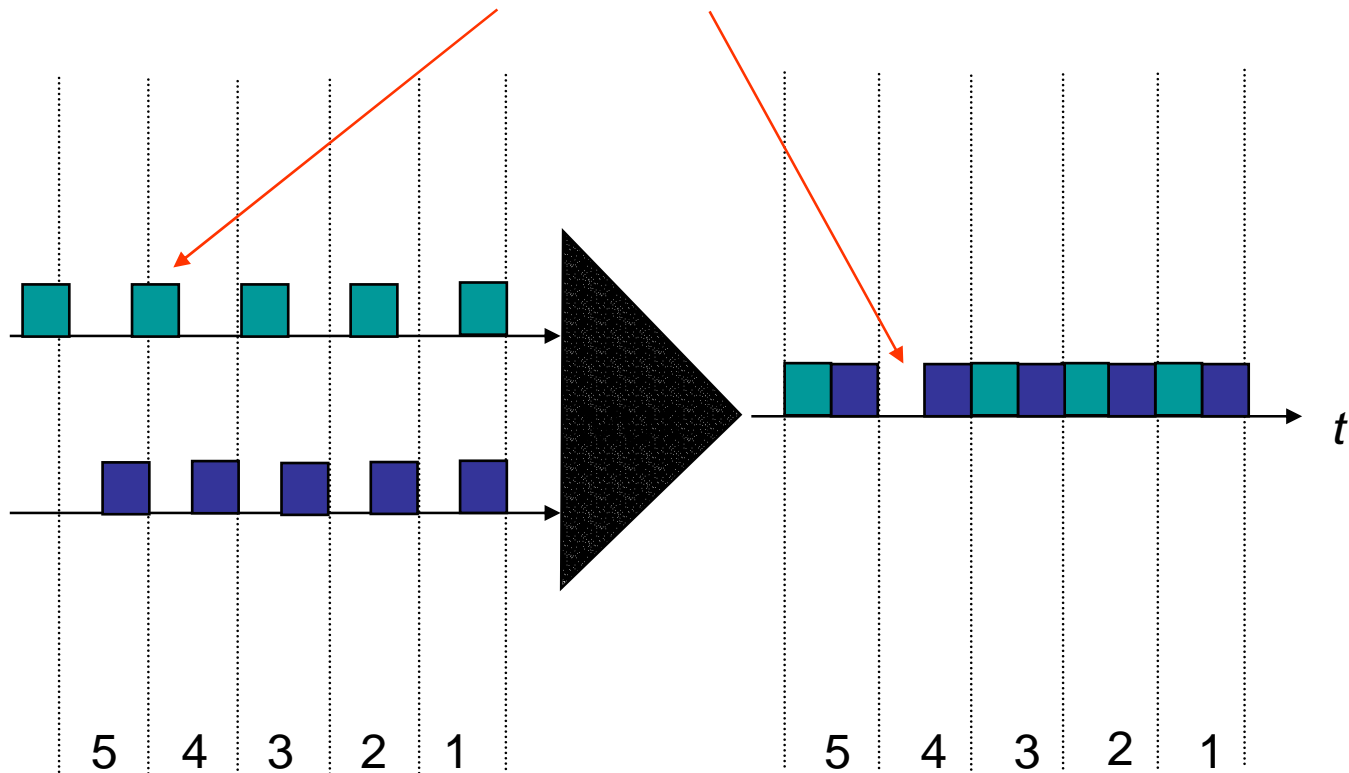


- E1, 2.048 Mbps channel
- E2, 8.448 Mbps channel
- E3, 34.368 Mbps channel
- E4, 139.264 Mbps channel

Sincronía de Reloj y desplazamientos de bits

- Los frames digitales no se pueden mantener perfectamente sincronizados
- Desplazamientos de bits puede ocurrir en los multiplexores

Una señal de reloj lenta resulta en pérdidas de bits

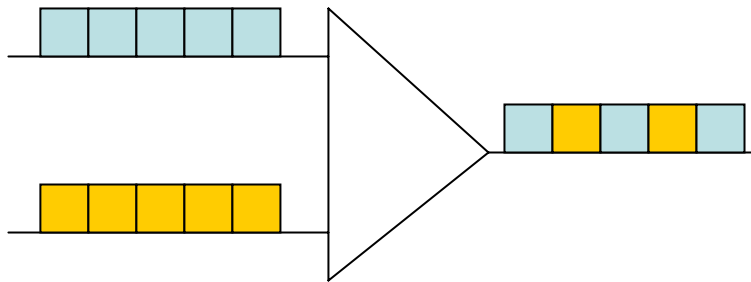


Relleno de pulsos

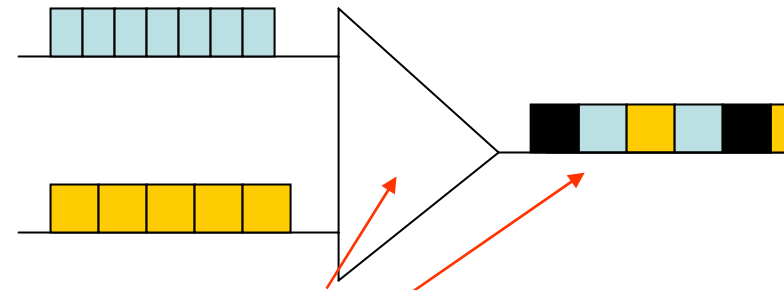
- Relleno de pulsos: sincronización para evitar pérdida de datos debido a desplazamientos de bits
- Razón de salida $> R_1 + R_2$
 - i.e. DS2, 6.312Mbps = 4x1.544Mbps + 136 Kbps
- Formato de relleno

Frames maestros de longitud fija. Cada canal es permitido almacenar o no un bit de relleno en el frame maestro.

 - Especificaciones de relleno redundante
 - Bits de señalización o de especificación se distribuyen a lo largo de un frame maestro



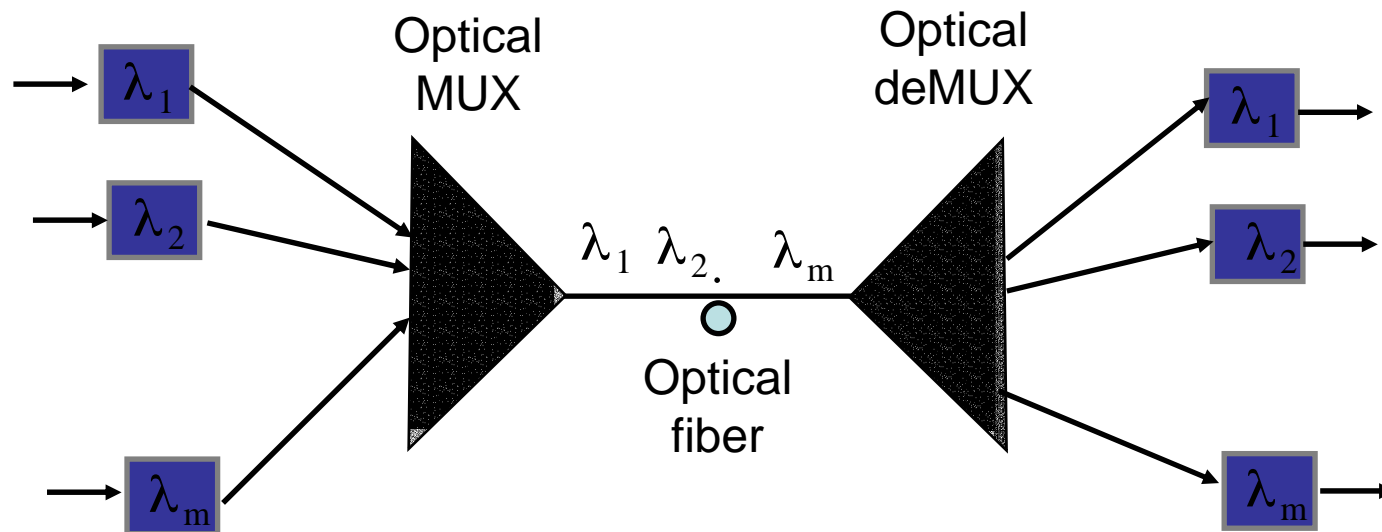
Multiplexión de señales de velocidades iguales requiere una sincronía perfecta



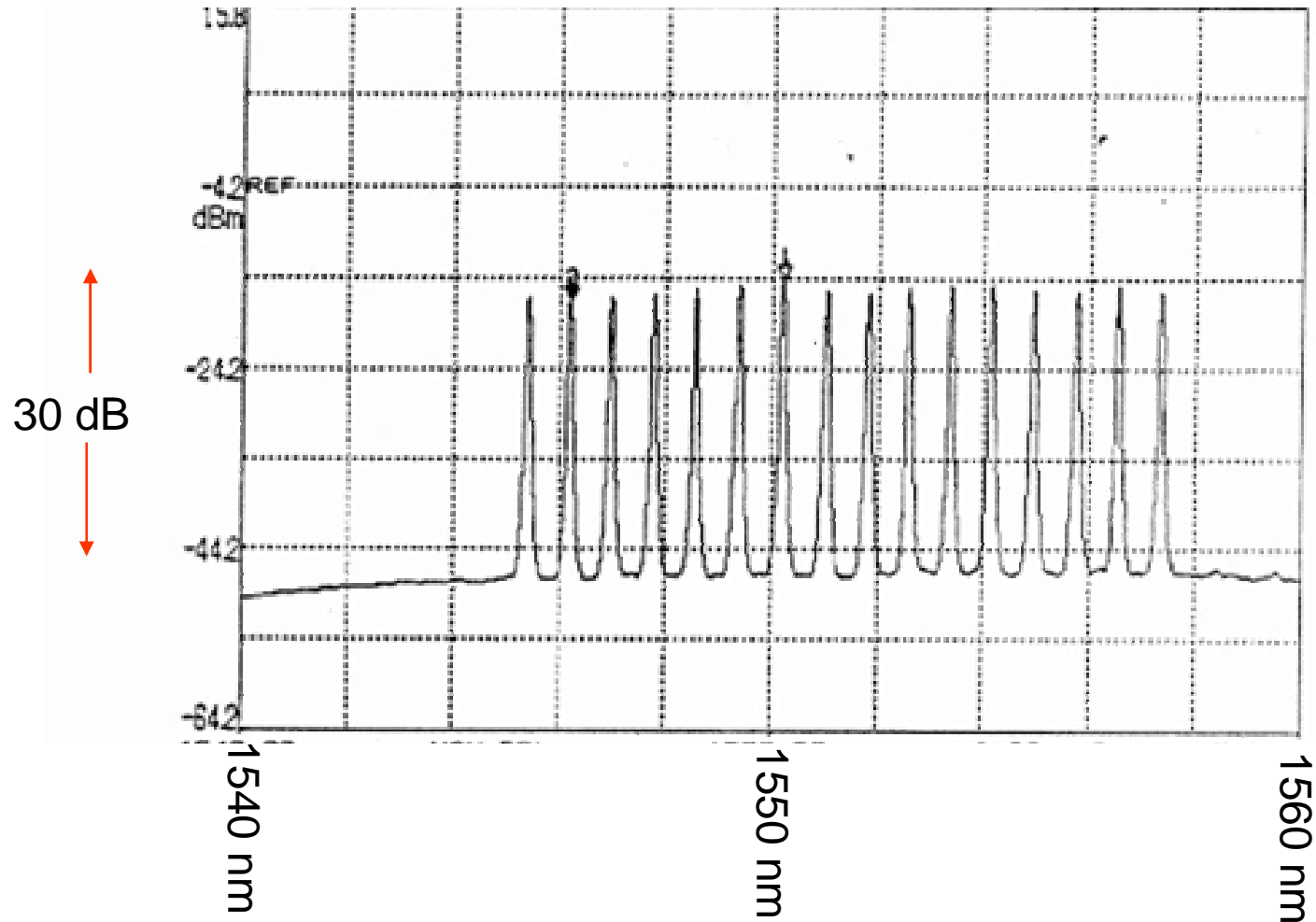
Bits de relleno

Multiplexión por División de Onda

- Enlaces de fibras opticas llevan diferentes longitudes de onda
- Desde unas (4-8) hasta (64-160) longitudes de onda por fibra
- Imagina un prisma combinando diferentes colores en un solo rayo
- Cada longitud de Onda lleva datos a alata velocidad
- Cada longitud de onda puede llevar diferentes formatos de datos
- Por ejemplo 1 Gbps, 2.5 Gbps, or 10 Gbps

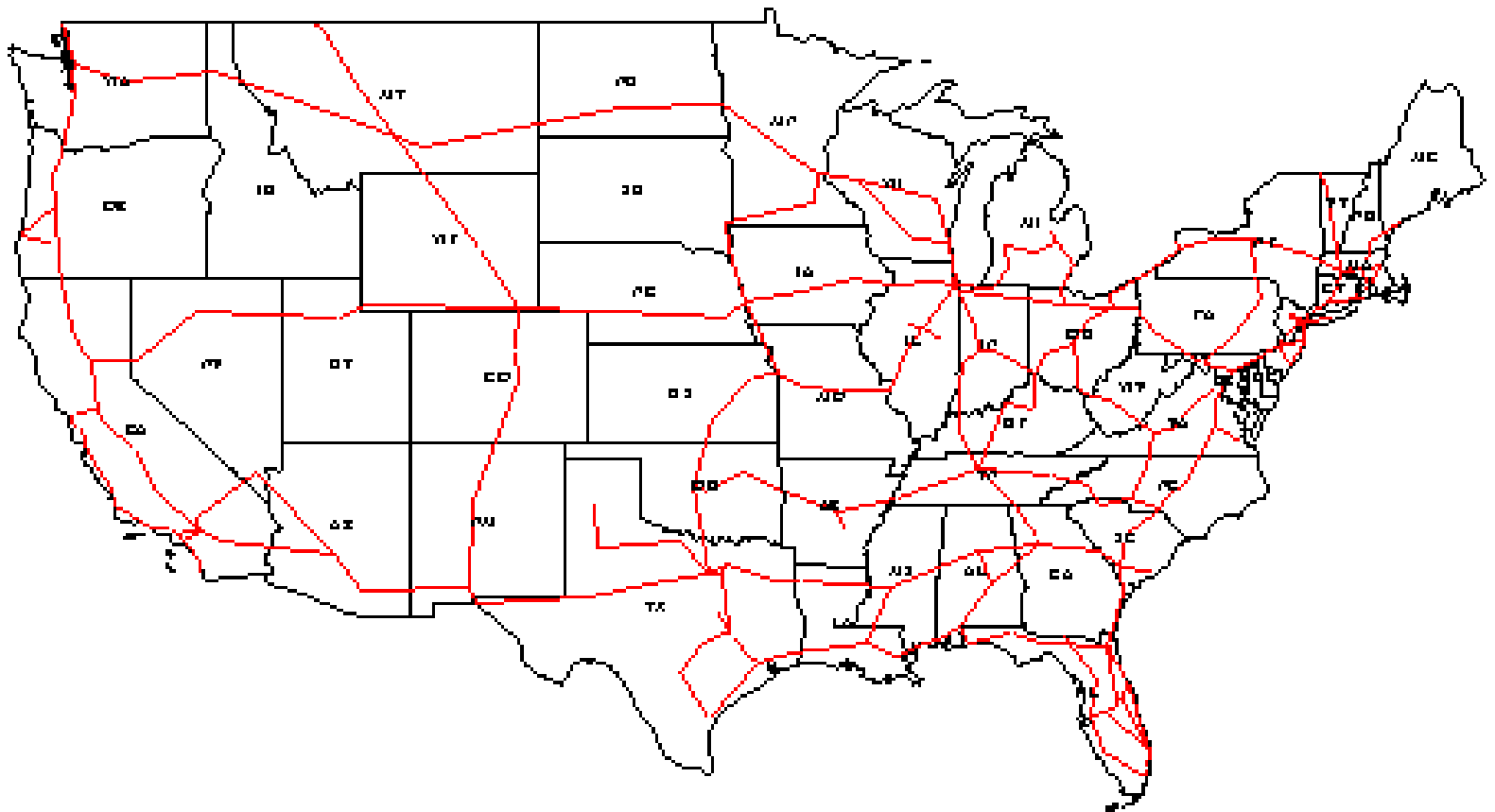


Ejemplo: WDM con 16 longitudes de onda



De que rango de frecuencias estamos hablando?

Ejemplo de Red de Fibra Óptica

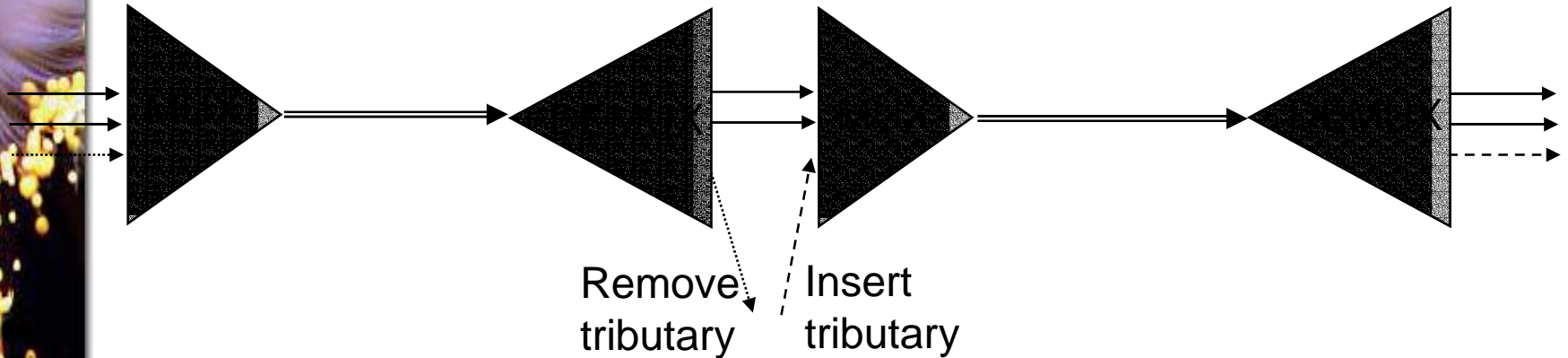


RED SONET

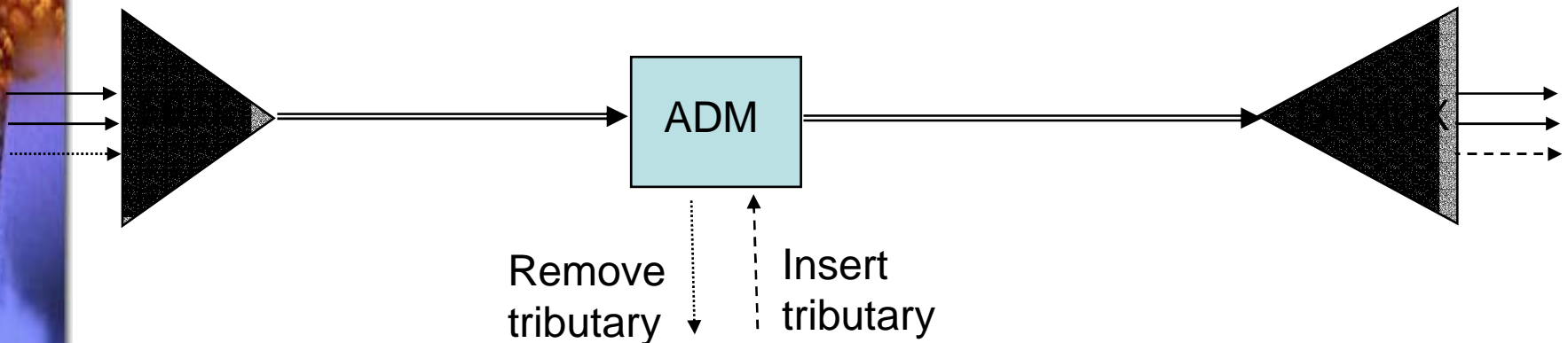
- *S*ynchronous *O*ptical *NET*work
- Estandar TDM de capa fisica en Norteamerica para comunicacion por fibra optica
- 8000 frames/sec. ($T_{\text{frame}} = 125 \mu\text{sec}$)
- Simplifica en gran medida la multiplexión en redes backbone
- Soporta OA&M spara facilitar la administración de la red
- Protección y restauración

SONET Simplifica la multiplexión

Multiplexión antes de SONET : uso de bits de relleno para demultiplexar todos los canales



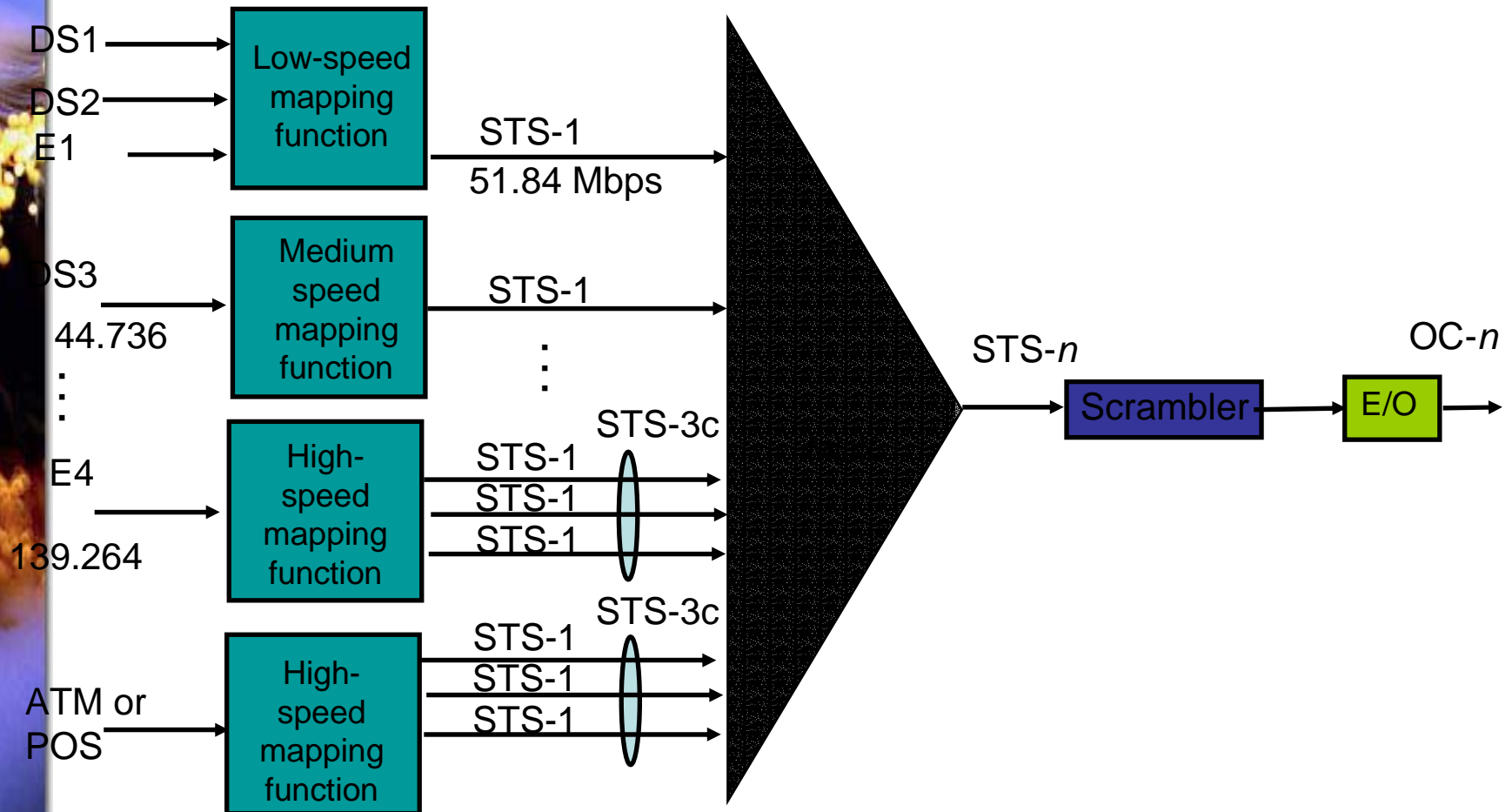
Multiplexón SONET : Permite tomar canales individuales sin demultiplexion total de la trama



Jerarquía SONET & SDH

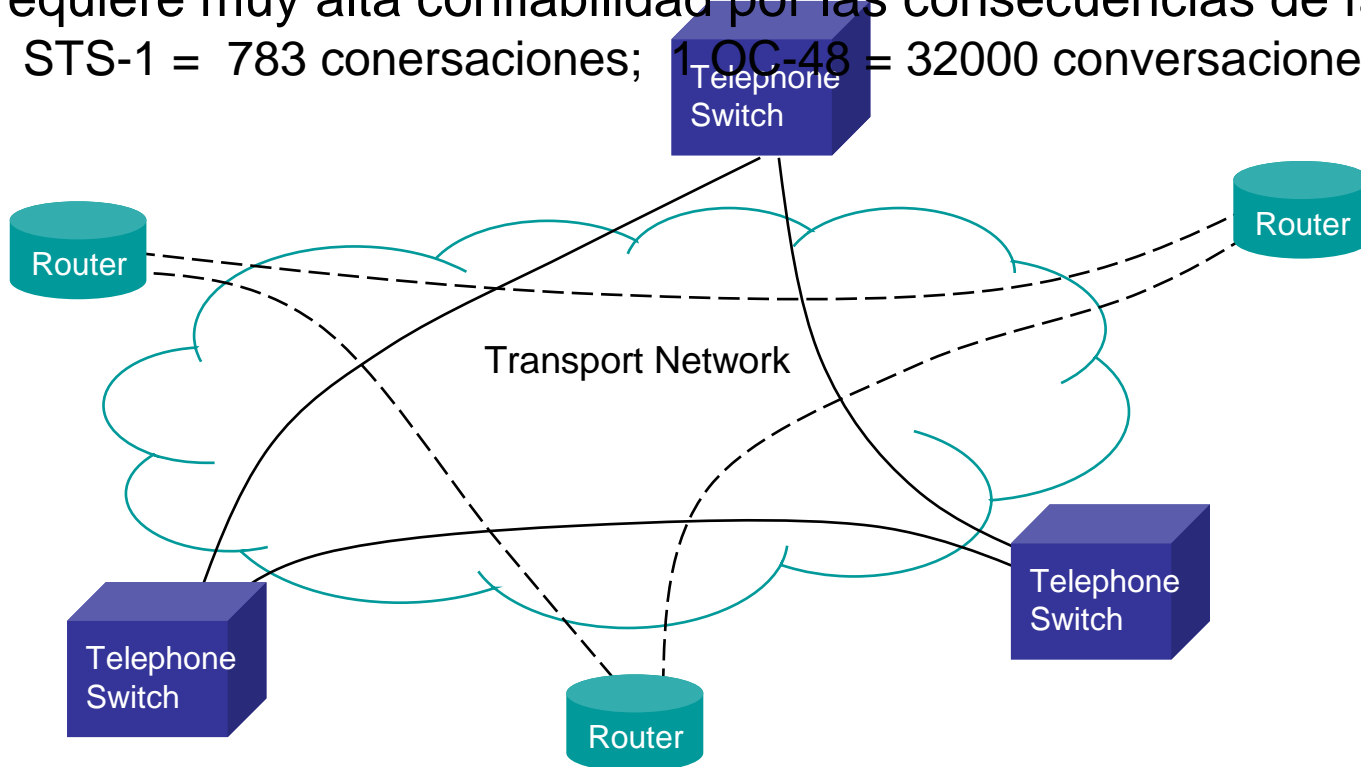
<i>SONET Electrical Signal</i>	<i>Optical Signal</i>	<i>Bit Rate (Mbps)</i>	<i>SDH Electrical Signal</i>
STS-1	OC-1	51.84	N/A
STS-3	OC-3	155.52	STM-1
STS-9	OC-9	466.56	STM-3
STS-12	OC-12	622.08	STM-4
STS-18	OC-18	933.12	STM-6
STS-24	OC-24	1244.16	STM-8
STS-36	OC-36	1866.24	STM-12
STS-48	OC-48	2488.32	STM-16
STS-192	OC-192	9953.28	STM-64
<i>STS: Synchronous Transport Signal</i>	<i>OC: Optical Channel</i>		<i>STM: Synchronous Transfer Module</i>

Multiplexión SONET

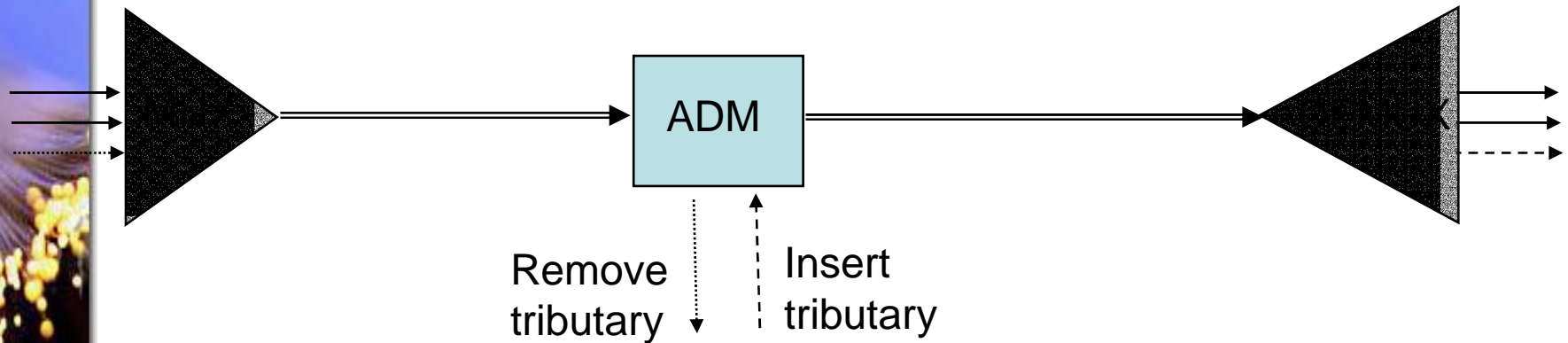


Redes de Transporte

- Backbone de redes modernas
- Provee conexiones de alta velocidad
- Tipicamente STS-1 hasta OC-192
- Clientes: grandes routers, centrales telefonicas, redes regionales
- Se requiere muy alta confiabilidad por las consecuencias de fallas
 - 1 STS-1 = 783 conersaciones; 1 OC-48 = 32000 conversaciones;



SONET ADM Networks

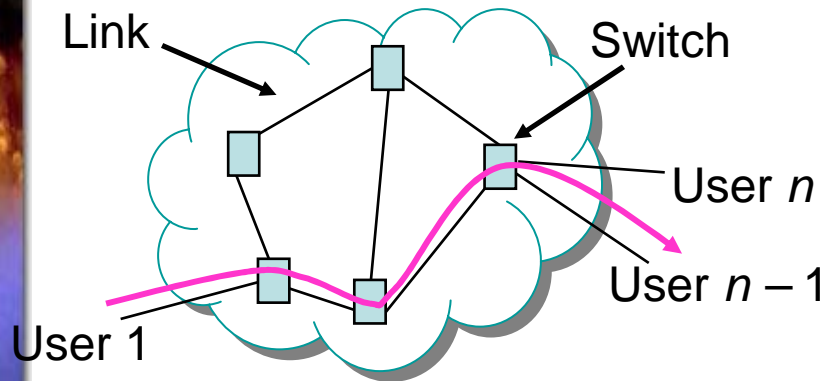


- SONET ADM(Add-Drop Multiplxers)'s: es el corazón de las redes de transporte
- ADMs se interconectan en topologías lineales y de anillos
- Señalización SONET habilita una rápida restauración del servicio (dentro de 50 ms) de las conexiones de transporte

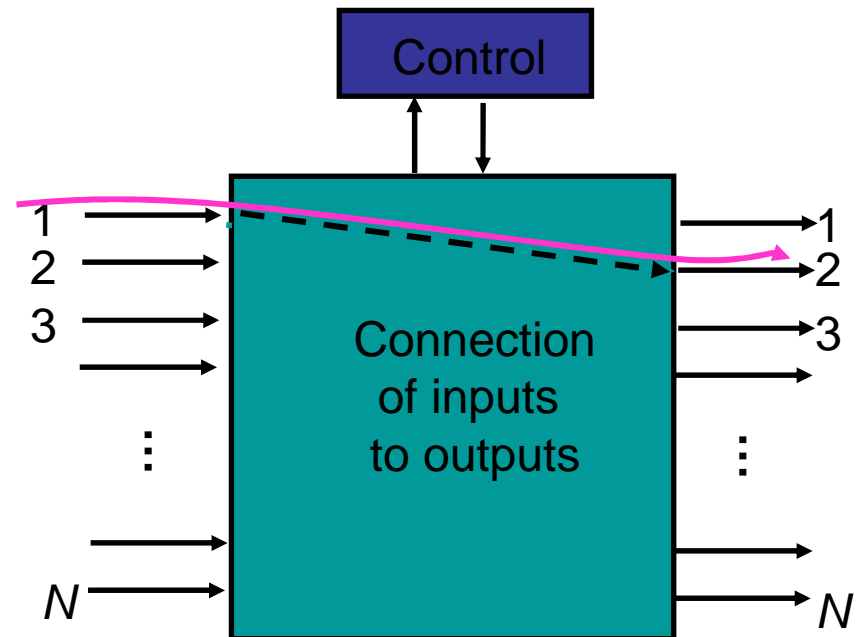
RED: Enlaces y switches

- Circuitos consiste de recursos dedicados consistentes en enlaces y switches a travez de la red
- *Circuitos conmutados conecta enlaces de entrada a enlaces salientes*

Network



Switch



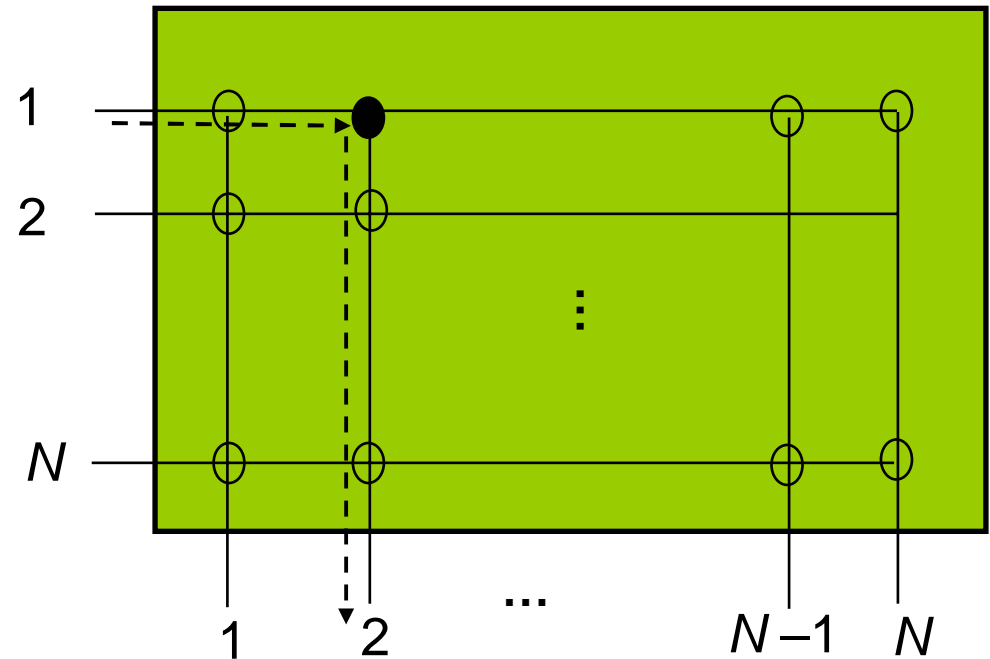


Tipos de Switches

- Division-Espacial
 - Provee conexión física separada entre las entradas y las salidas
 - Switches Crossbar
 - Switches Multistage
 - Switches Division-Tiempo
- Hybrids combine Time & Space switching

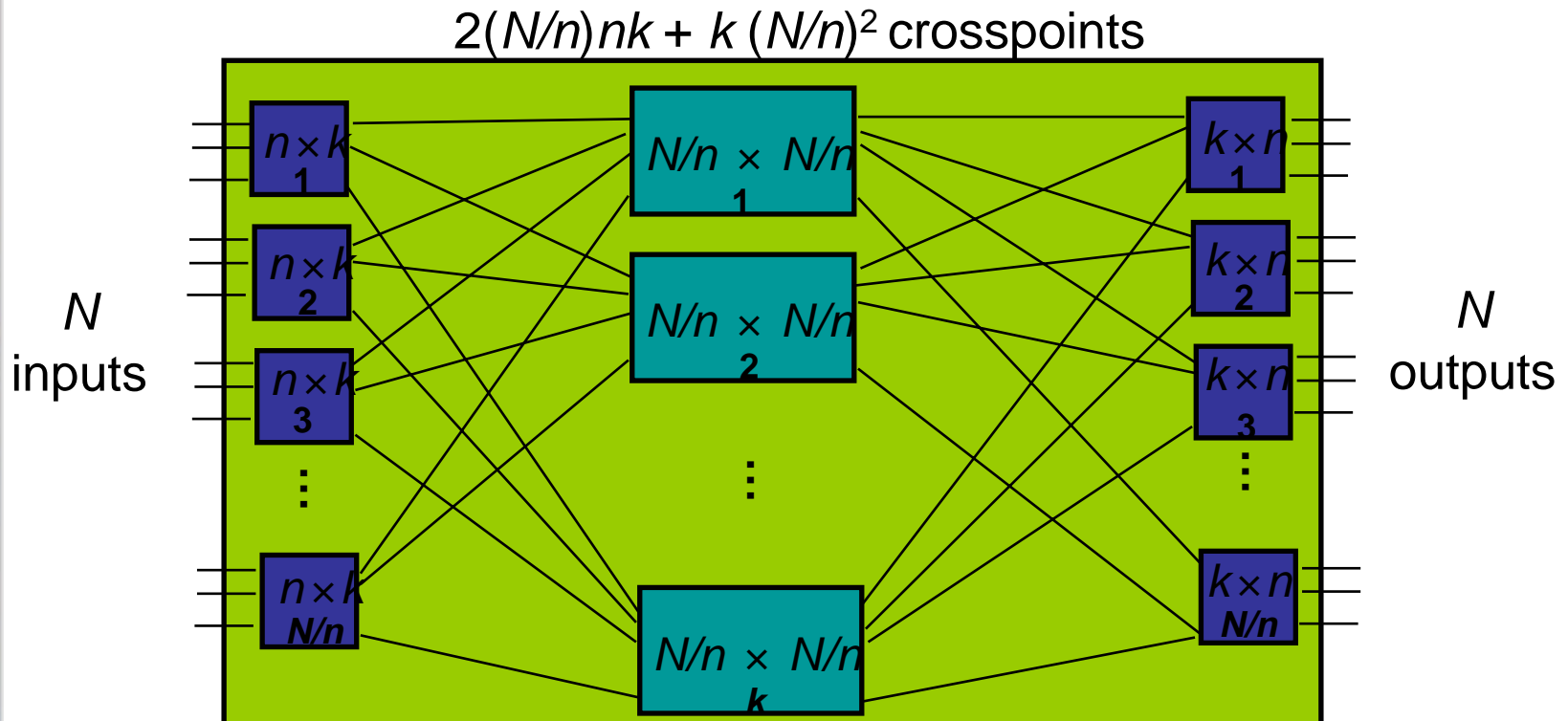
Switch Espacial-Crossbar

- $N \times N$ arreglos de puntos de cruce
- Conecta una entrada a una salida al cerrar un punto de cruce
- Sin bloqueos, cualquier entrada puede conectarse a una salida libre
- Complejidad: N^2 puntos de cruce



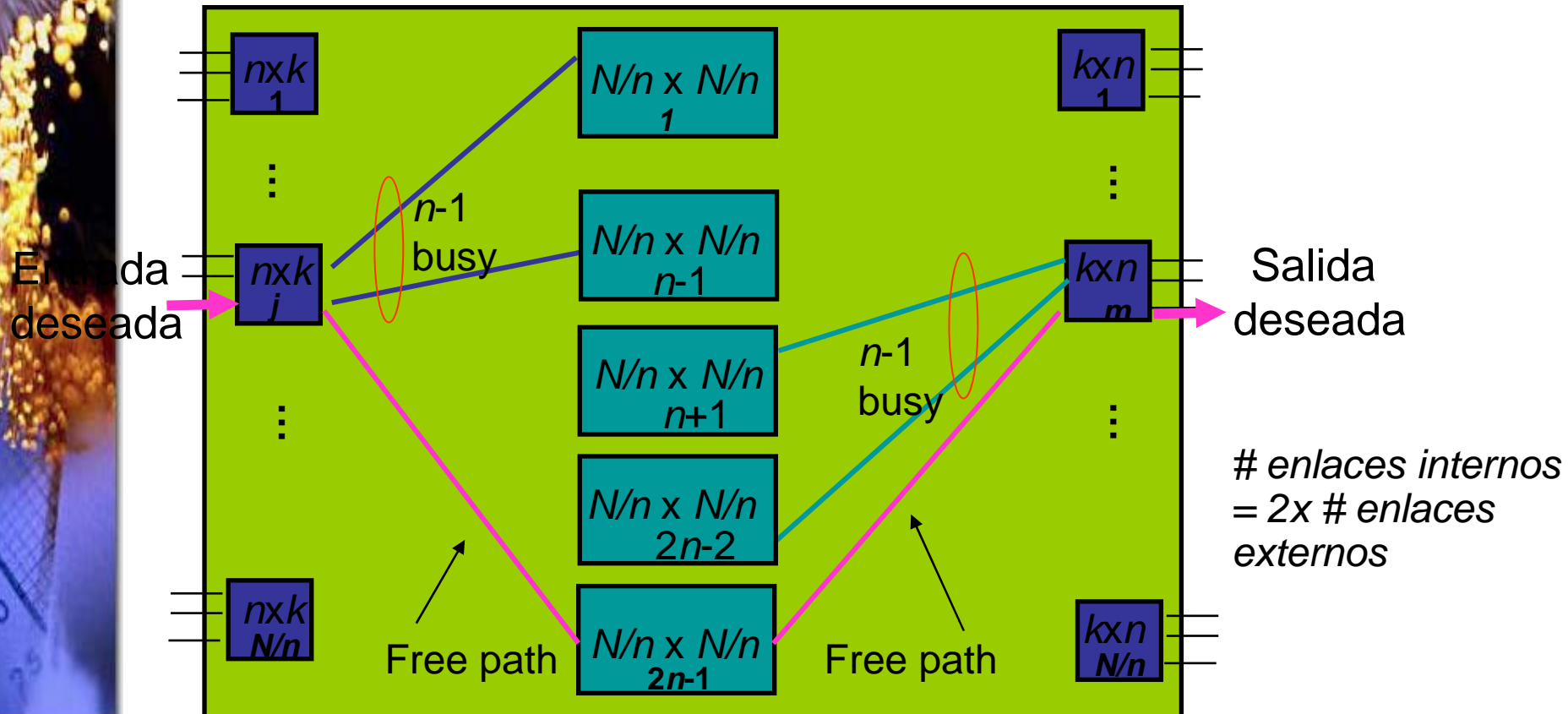
Switch Espacial Multietapas

- Switch construido de multiples etapas de pequeños switches
- Las n entradas a un switch de primera etapa comparten k trayectorias a traves de switches crossbar intermediario
- Mayor K (significa mas switches intermedios) significa mas trayectorias hacia la salida.
- En 1950s, Clos se pregunto cuantos K se requieren para hacer un switch “sin bloqueo”



Condición Clos de No Bloqueo

- Se requiere una conexión desde la última entrada a la última entrada del switch j y hacia la última salida en el switch de salida m
- Peor caso: todas las otras entradas y salidas han sido tomadas
- Si $k=2n-1$, queda otra trayectoria para conectar la entrada deseada a la salida deseada



Example: Clos Switch Design

- Circa 2002, Mindspeed offered a Crossbar chip with the following specs:
 - 144 inputs x 144 outputs, 3.125 Gbps/line
 - Aggregate Crossbar chip throughput: 450 Gbps
- Clos Nonblocking Design for 1152x1152 switch
 - $N=1152$, $n=8$, $k=16$
 - $N/n=144$ 8x16 switches in first stage
 - 16 144x144 in centre stage
 - 144 16x8 in third stage
 - Aggregate Throughput: 3.6 Tbps!
 - Note: the 144x144 crossbar can be partitioned into multiple smaller switches

