



# Capa Física

- Series de Fourier
- Tasa de transmisión máxima
- Medios de transmisión
- Modulaciones
- Multiplexación
- Conmutación



UNIVERSIDAD  
NEBRIJA

# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

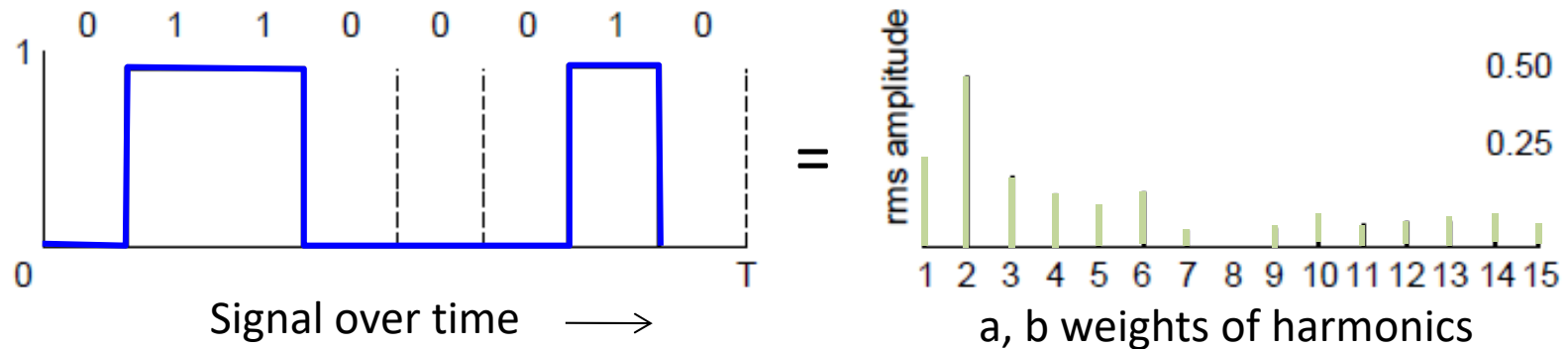
- **Series de Fourier:**
  - Relación entre la señal en el dominio del tiempo y la señal en el dominio de la frecuencia
  - Ancho de banda: rango de frecuencias que se transmite sin atenuarse (idealmente, en la realidad se atenúa hasta un valor que permita recuperar la señal transmitida)
    - Depende del medio de transmisión (propiedades físicas)
  - Limitar el ancho de banda limita directamente la tasa de transmisión de datos
    - Para intentar solucionarlo se utilizan diferentes tipos de codificaciones



# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

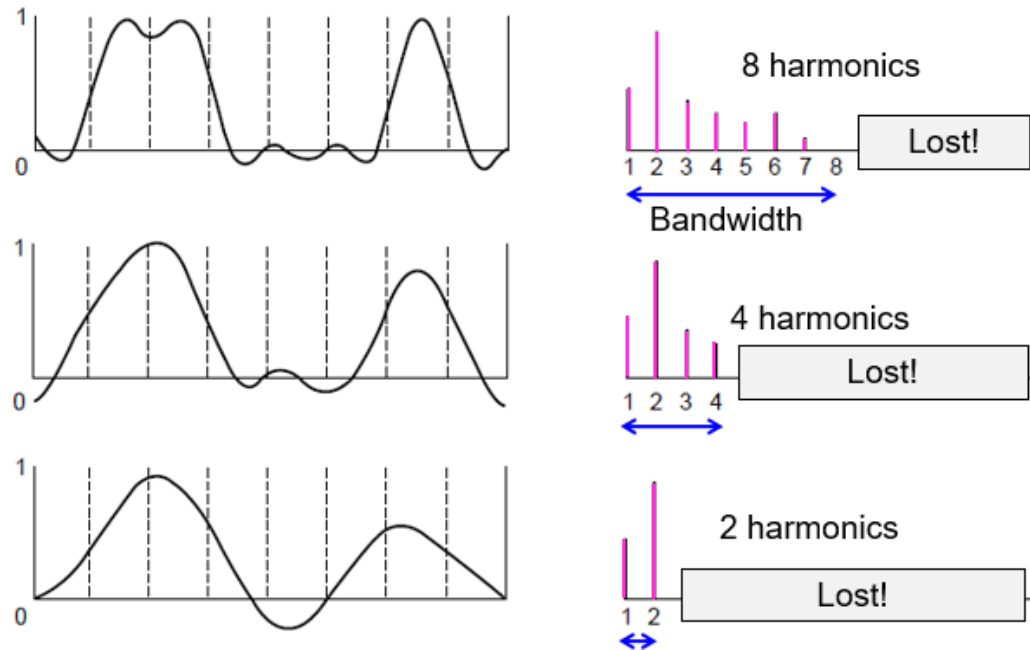
- Series de Fourier:

$$g(t) = \frac{1}{2}c + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \sin(2\pi nft) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \cos(2\pi nft)$$



# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- Series de Fourier:



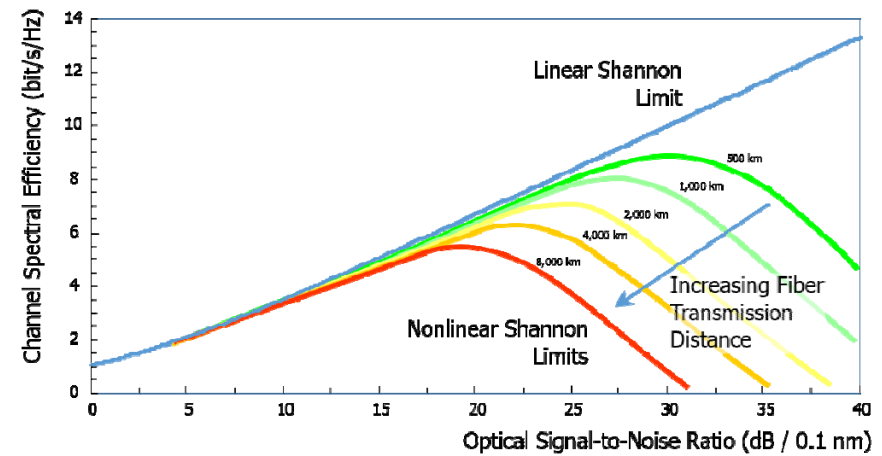
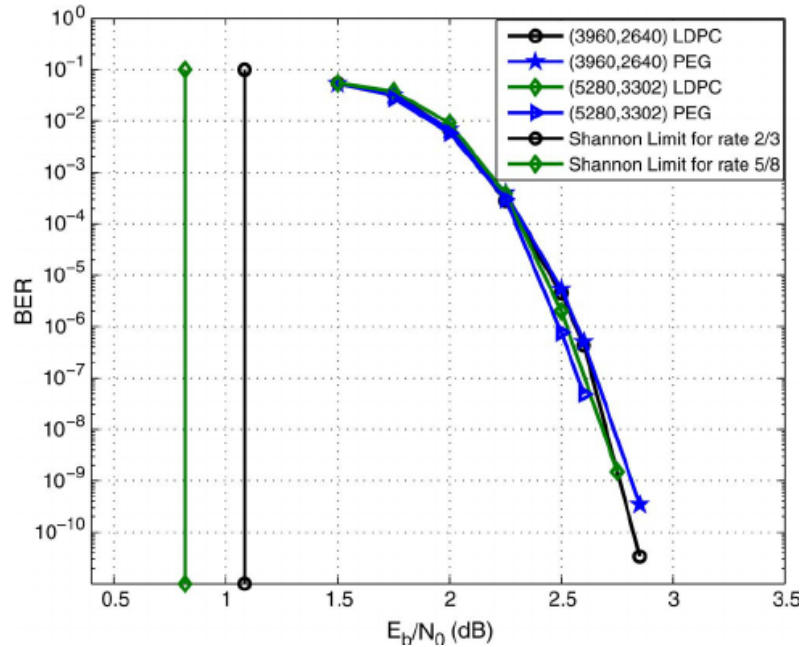
# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- **Tasa de transmisión máxima de un canal:**
  - Nyquist calculó una ecuación para conseguir la tasa de datos máxima en un canal sin ruidos y ancho de banda finito  $H$   
Throughput=  $2H \log_2 (V)$  (bits/s),  $V$  niveles discretos de la señal
  - Claude Shannon extendió la ecuación para el caso de un canal con ruido aleatorio, dada una relación señal a ruido determinada  $S/N$
  - La relación señal a ruido se mide en (dB) en un ancho de banda, para potencia la relación es:  
$$10 \log_{10} (S/N) \text{ (dB)}$$
  - La tasa máxima de datos en un canal con ruido aleatorio es:  
Throughput=  $H \log_2 (1 + S/N)$  (bits/s),  $S/N$  en lineal  
Es independiente de los niveles de señal utilizados



# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- Tasa de transmisión máxima de un canal:



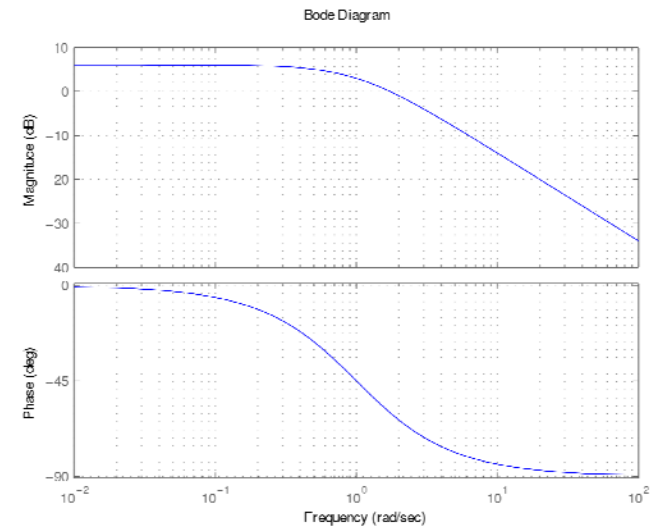
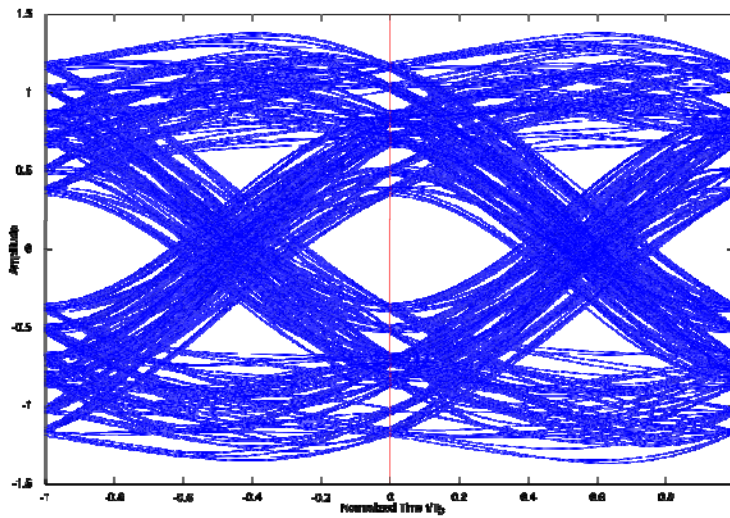
# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- **Medios de transmisión guiados: Principales problemas**
  - Atenuación: pérdida de energía conforme la señal se propaga hacia su destino
  - Distorsión: diferentes frecuencias viajan a diferentes velocidades, lo que genera un retardo por propagación
  - Ruido: ruido térmico (por movimiento de electrones), ruido de impulso (generado por picos en la línea de suministro eléctrico), diafonía (acoplamiento inductivo entre cables), etc.



# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

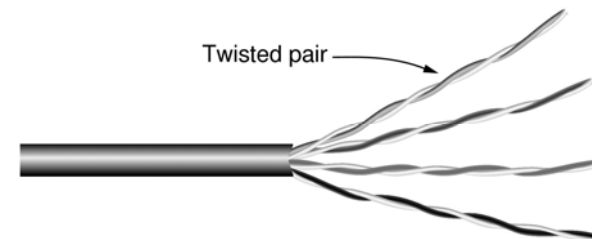
- Medios de transmisión guiados: Principales problemas





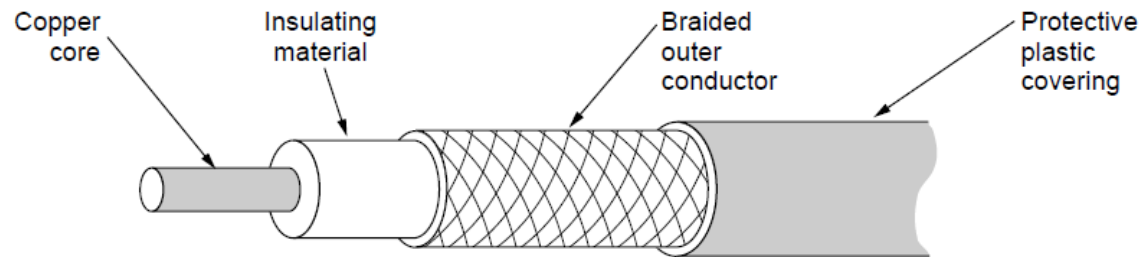
# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- **Medios de transmisión guiados: Par trenzado (UTP-Unshielded twisted pair)**
  - Dos conductores de cobre aislados y trenzados en forma helicoidal.
  - El trenzado se usa para evitar interferencias. Al trenzarse los campos electromagnéticos se cancelan disminuyendo la radiación y con ello la interferencia (diafonía)
  - Pueden recorrer varios kilómetros sin necesidad de amplificar la señal
  - El ancho de banda depende del grosor del cable y de la distancia máxima
  - Existen diferentes categoría para este tipo de cables:
    - Categoría 3 (16 MHz)
    - Categoría 5 (100 MHz)
    - Categoría 6 (250 MHz)
    - Categoría 7 (600 MHz)



# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- **Medios de transmisión guiados: Coaxial**
  - Mayor blindaje que el par trenzado mejor  $S/N$
  - Mayores velocidades de transmisión y mayor longitud
  - Mayor ancho de banda (1GHz aprox.)
  - Cobre rígido rodeado de material aislante, con una malla protectora y una envoltura de plástico
  - Aplicado en redes de área metropolitana



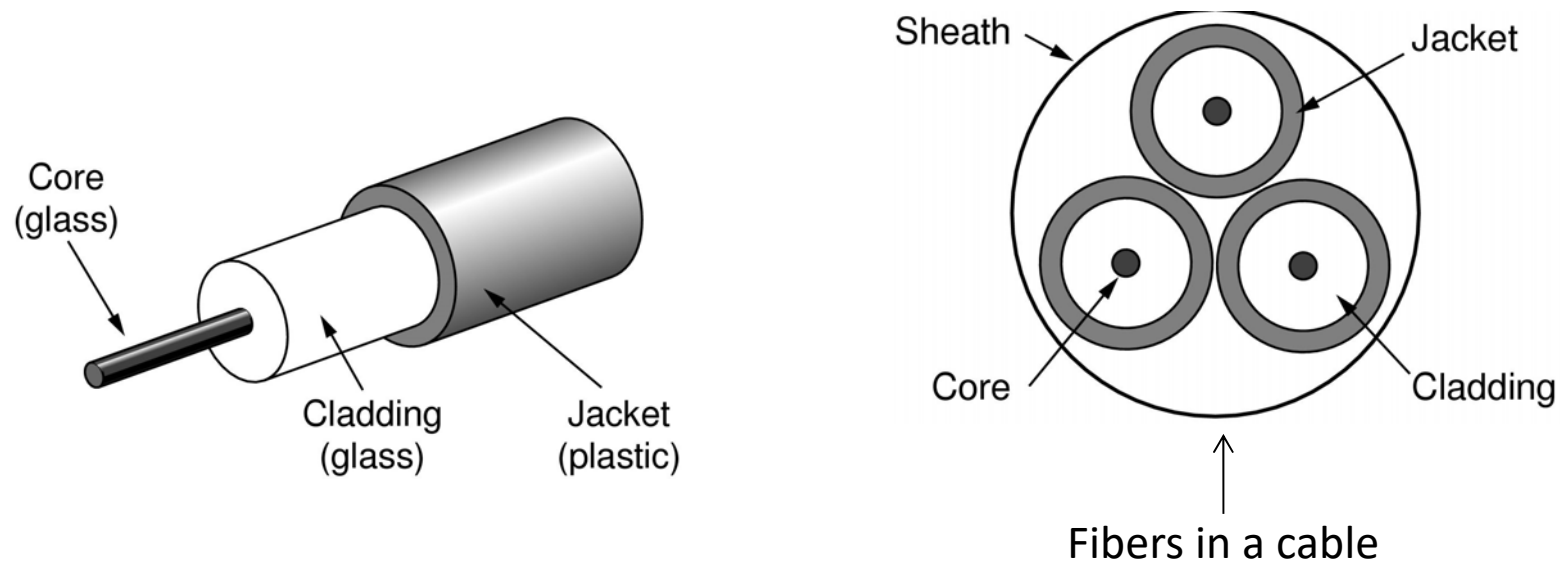
# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- **Medios de transmisión guiados: Fibra óptica**
  - Gran ancho de banda (50Tbps)
  - Limitación, los conversores optoelectrónicos (100Gbps)
  - Tipos de fibra:
    - Fibra monomodo: mayor distancia sin amplificación y mayor ancho de banda
    - Fibra multimodo: más económica
  - Cables de fibra óptica:
    - Núcleo rodeado por un revestimiento de vidrio con un índice de refracción menor con el fin de confinar la luz en el interior
    - Cubierta de plástico y funda para agrupar varios conductores
  - Conexión mediante: conectores de fibra (20% de pérdidas), empalmes mecánicos (10% de pérdidas) y fusión de tramos (pérdidas despreciables)



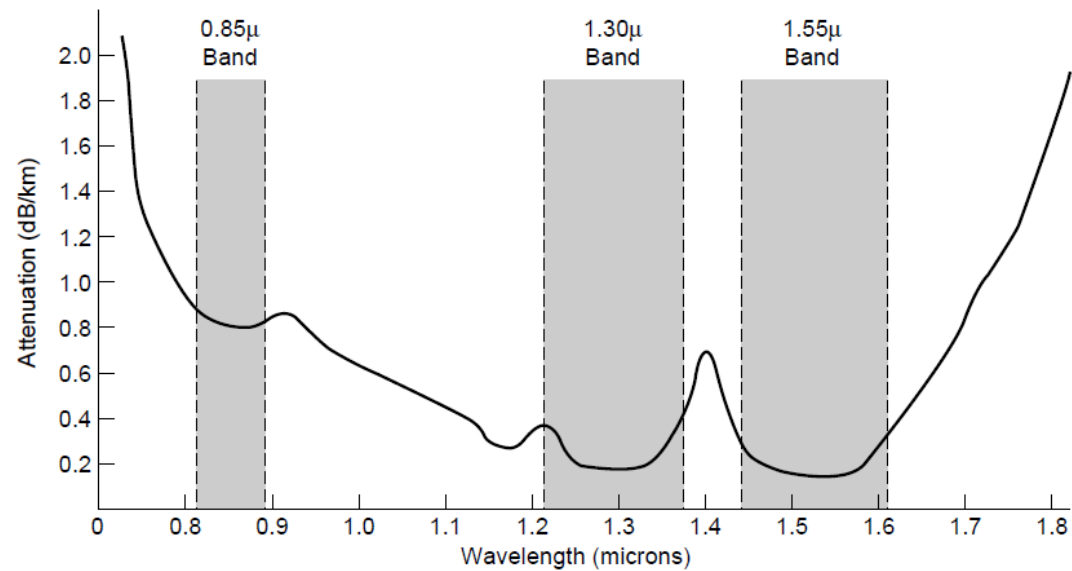
# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- Medios de transmisión guiados: Fibra óptica



# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- Medios de transmisión guiados: Fibra óptica



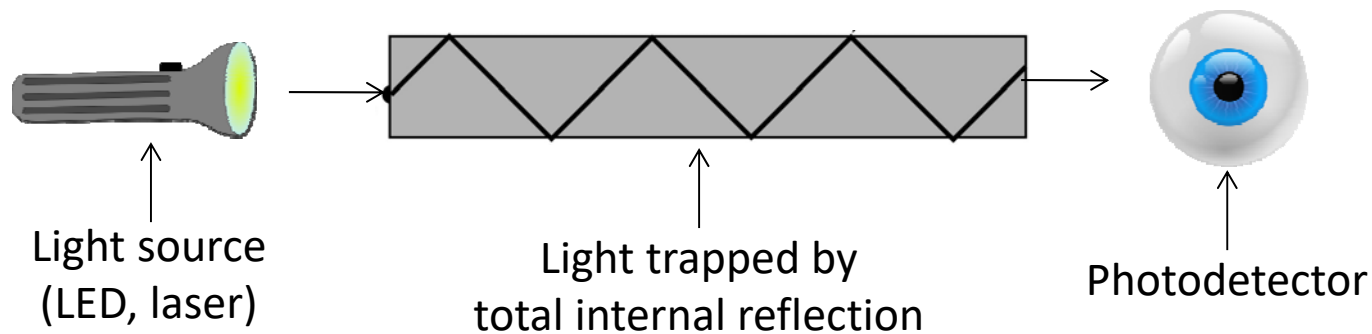
# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- **Medios de transmisión guiados: Fibra óptica**
  - Fuentes de señal:
    - LEDs: tasa de datos baja, multimodo, distancias cortas, tiempo de vida largo, menor sensibilidad con la temperatura, coste bajo
    - Láser semiconductor: tasa de datos alta, multimodo y monomodo, distancias largas, tiempo de vida corto, elevada sensibilidad con la temperatura, coste elevado
  - Fotodiodo: dispositivo optoelectrónico que limita la velocidad máxima de transmisión
- Configuraciones típicas de fibra óptica:
  - Red en anillo pasiva o red con repetidor activo
  - Estrella pasiva



# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- Medios de transmisión guiados: Fibra óptica



# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- **Medios de transmisión guiados: Fibra óptica vs Coaxial**
  - Ventajas de la fibra:
    - Ancho de banda mayor
    - Baja atenuación, evita repetidores o amplificadores
    - Robusto frente a interferencias electromagnéticas y sustancias corrosivas
    - Ligera y delgada
    - Difícilmente intervenible, seguridad más elevada
  - Desventajas de la fibra:
    - Se rompe con facilidad
    - Es unidireccional, para bidireccional se requieren dos fibras
    - Los conversores son más costosos





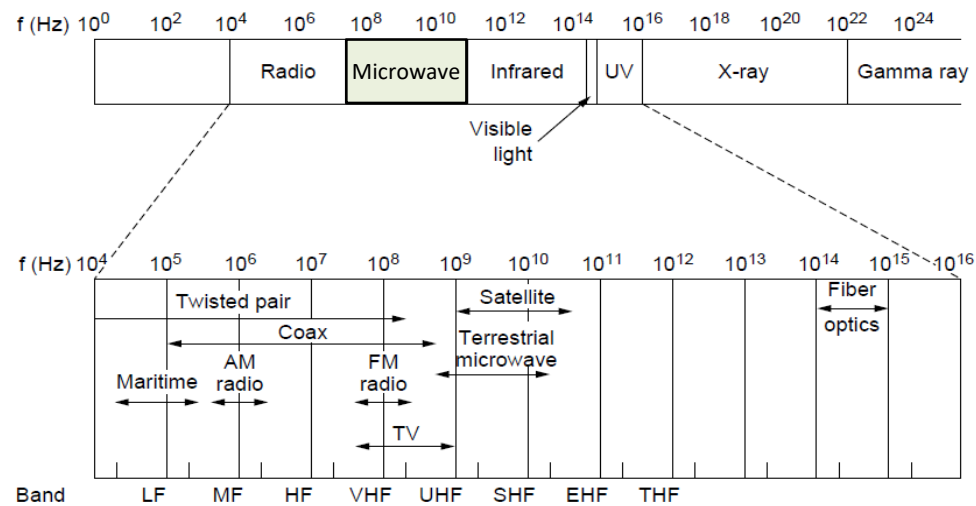
# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- **Medios de transmisión radiados:**
  - Radiotransmisión
  - Microondas
  - Ondas infrarrojas y milimétricas
  - Ondas de luz
  - Satélites de comunicaciones:
    - Geoestacionarios
    - Órbita terrestre media (no para comunicaciones)
    - Órbita terrestre baja



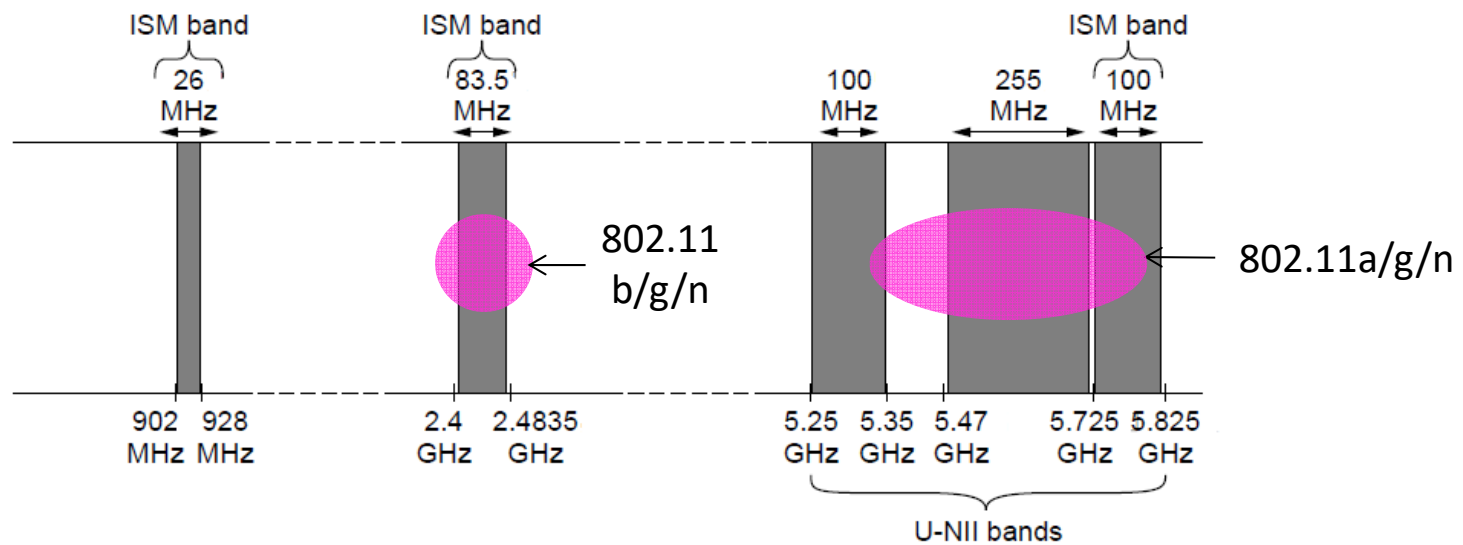
# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- Medios de transmisión radiados:



# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- Medios de transmisión radiados:



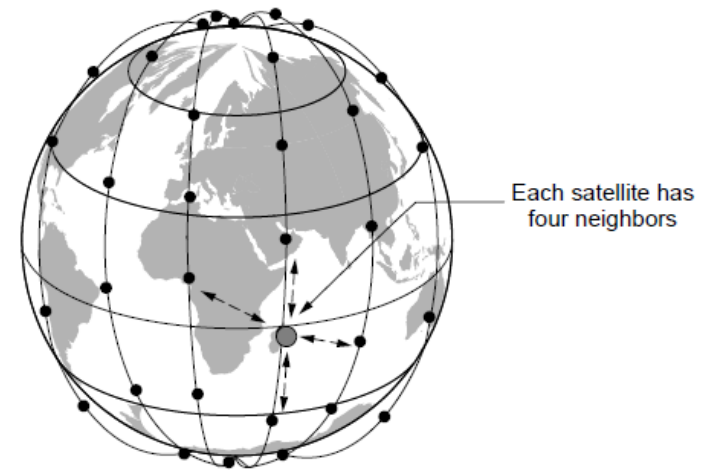
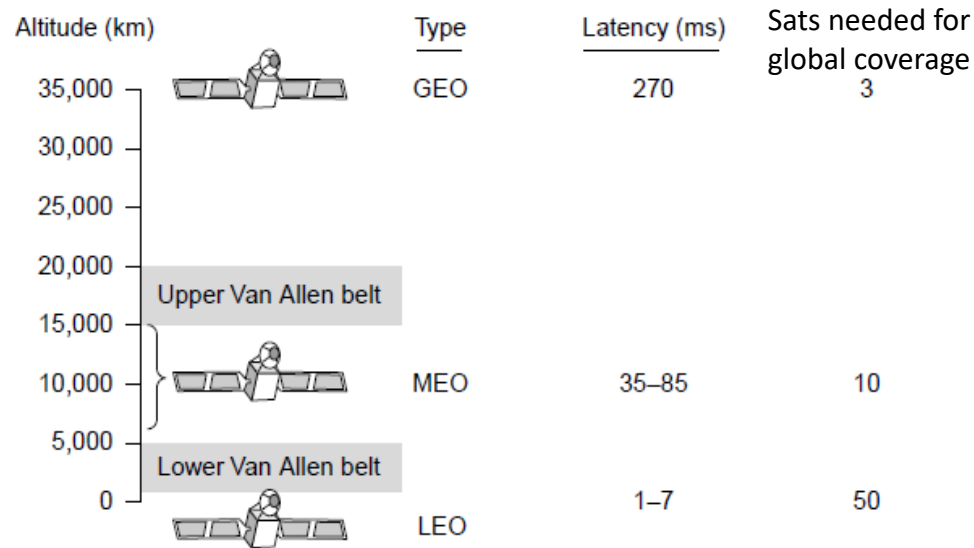
# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- **Medios de transmisión radiados: satélites vs fibra óptica**
  - La fibra óptica tiene más ancho de banda que el total de satélites lanzados, pero no llega a todos los usuarios
  - La fibra óptica combinada con radio cubre a la mayoría de usuarios, salvo a los que viajan por aire o mar
  - Difusión a múltiples estaciones terrestres (por ejemplo para operaciones bursátiles)
  - Áreas geográficas especiales (conexión entre islas de un archipiélago- 13667 islas de Indonesia)
  - Áreas con problemas de licencias para extender fibra
  - Zonas de conflicto bélico



# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- Medios de transmisión radiados: satélites vs fibra óptica



The Iridium satellites form six necklaces around the earth.



# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- **Modulaciones (módems)**
  - Para evitar los problemas asociados a la transmisión en banda base (más sensible), se utilizan señales moduladas mediante una portadora.
  - En función del tipo de modulación se pueden encontrar las siguientes modulaciones:
    - Modulación de amplitud: p.e. 16-QAM, 64-QAM
    - Modulación de frecuencia: FSK
    - Modulación de fase: p.e. QPSK
  - El número símbolos que se transmite por segundo es un baudio
  - Los tipos de transmisión se pueden clasificar en:
    - Full-dúplex: Dos direcciones simultáneas
    - Semi-dúplex: Dos direcciones con un sentido a la vez
    - Símplex: Una única dirección



# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

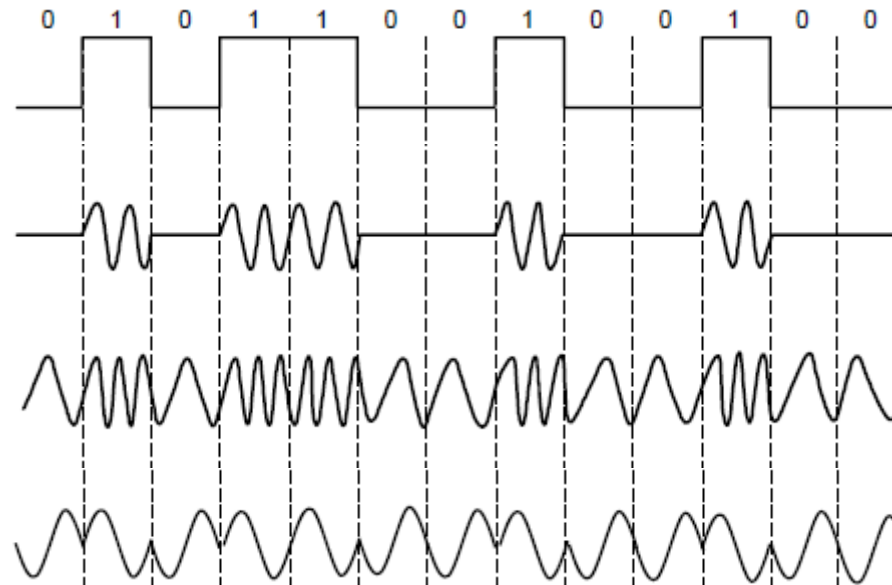
- Modulaciones (módems)

NRZ signal of bits

Amplitude shift keying

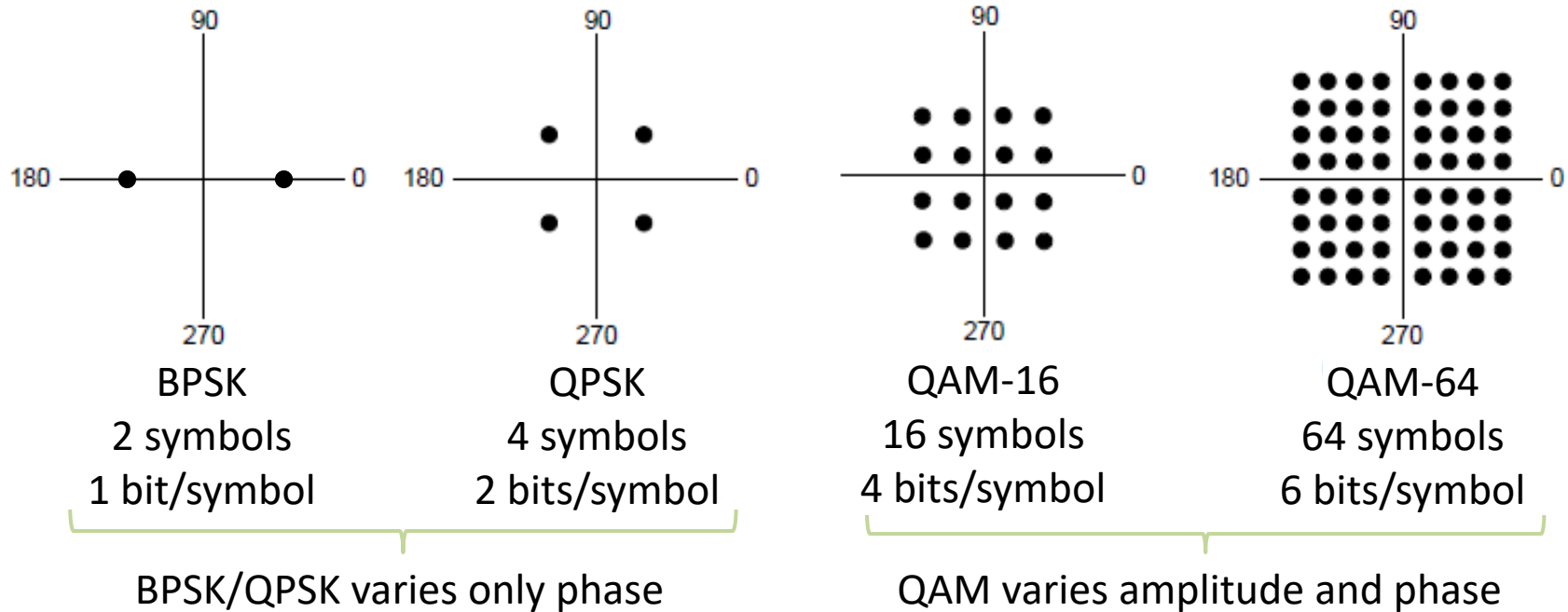
Frequency shift keying

Phase shift keying



# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- Modulaciones (módems)





# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- Modulaciones (módems)



## Gray-coding

When 1101 is sent:

Point	Decodes as	Bit errors
A	1101	0
B	110 <u>0</u>	1
C	1 <u>0</u> 01	1
D	11 <u>1</u> 1	1
E	<u>0</u> 101	1



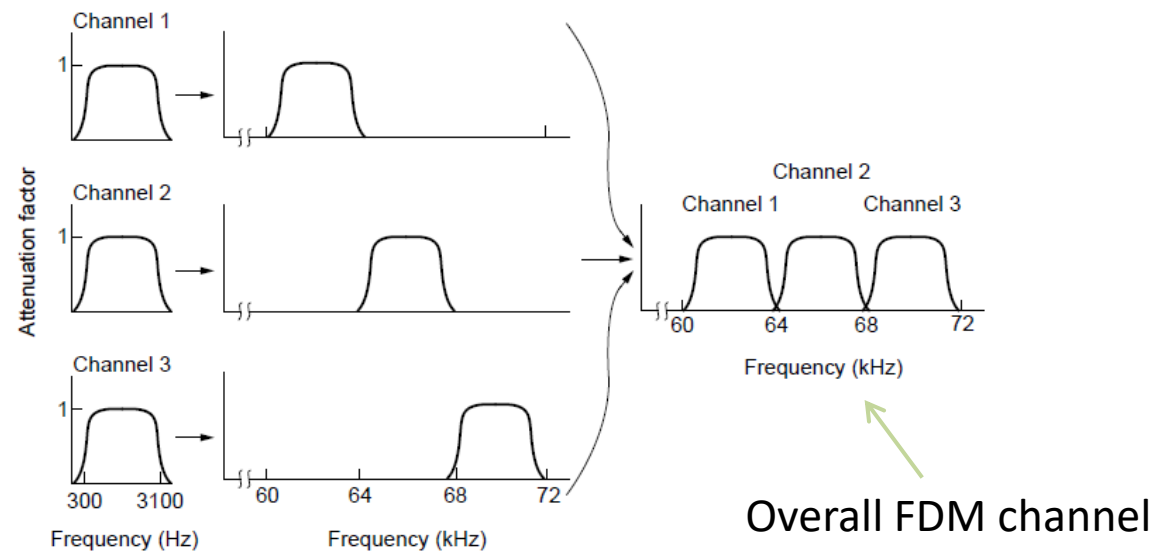
# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- **Multiplexación**
  - Con el objetivo de reducir costes en obra civil y medios de transmisión, surgen técnicas de multiplexación para compartir un mismo medio físico
  - Las principales técnicas de multiplexación son:
    - FDM (multiplexación por división de frecuencia): cada usuario posee una banda de frecuencias
      - Diferentes canales con diferentes portadoras
      - Existe separación entre los diferentes canales (banda de guarda)



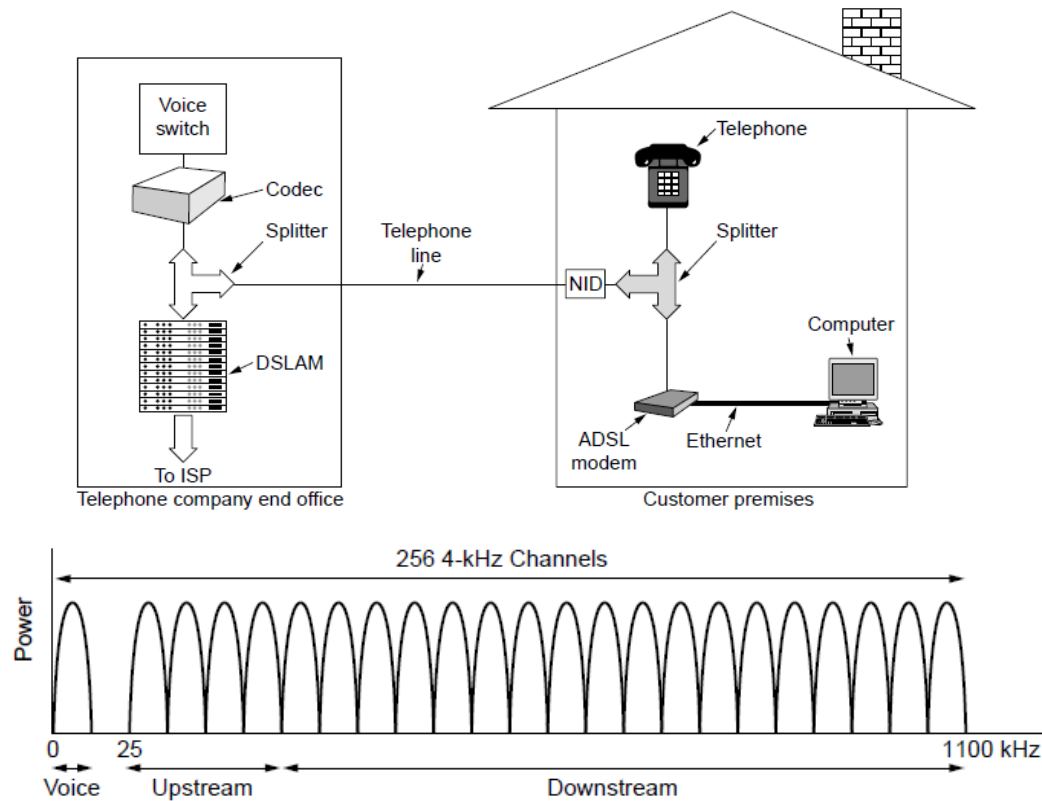
# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- Multiplexación



# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- Multiplexación



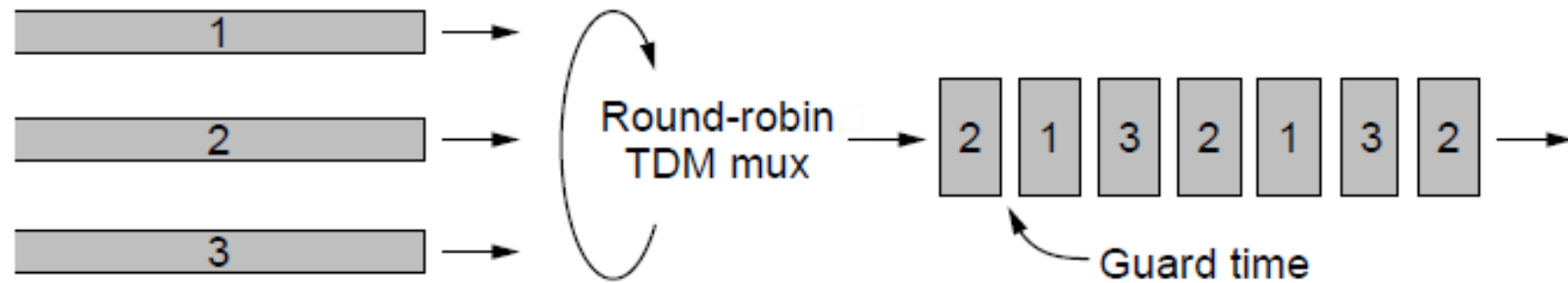
# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- **Multiplexación**
  - Las principales técnicas de multiplexación son:
    - TDM (multiplexación por división de tiempo): basado en round-robin, cada usuario tienen un turno para disponer de todo el ancho de banda durante un periodo reducido de tiempo
      - Puede manejarse por completo mediante sistemas digitales, no requiere circuitos analógicos como FDM
      - Utiliza una modulación por codificación de impulsos (PCM)



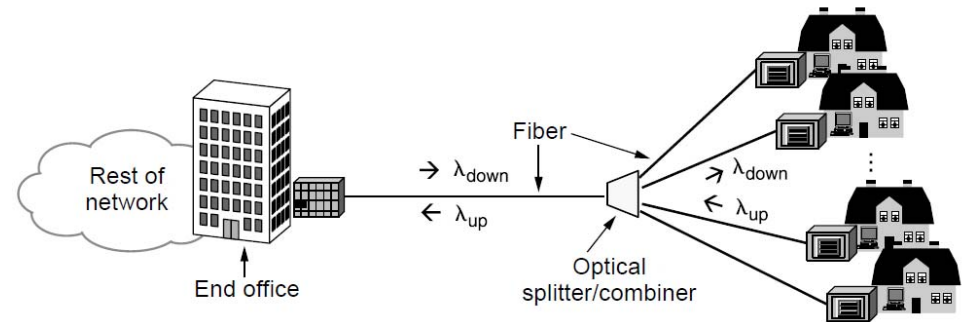
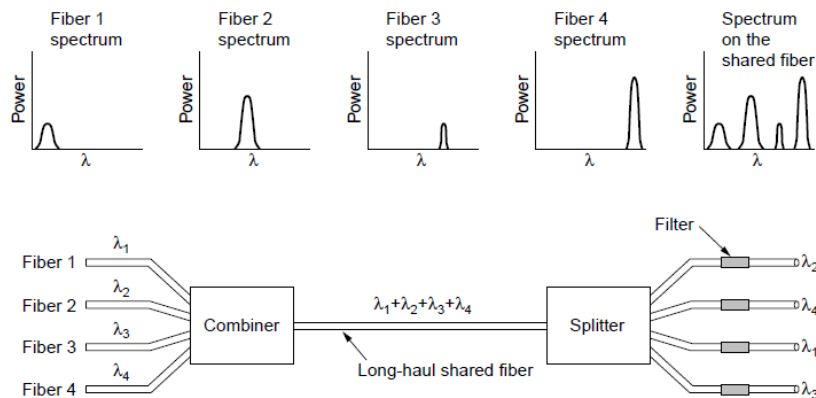
# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- Multiplexación



# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- **Multiplexación**
  - Las principales técnicas de multiplexación son:
    - WDM (Multiplexación por División de Longitud de Onda): la diferencia con respecto a FDM es que se trata de un sistema óptico y no eléctrico, utiliza una rejilla de difracción pasiva



# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

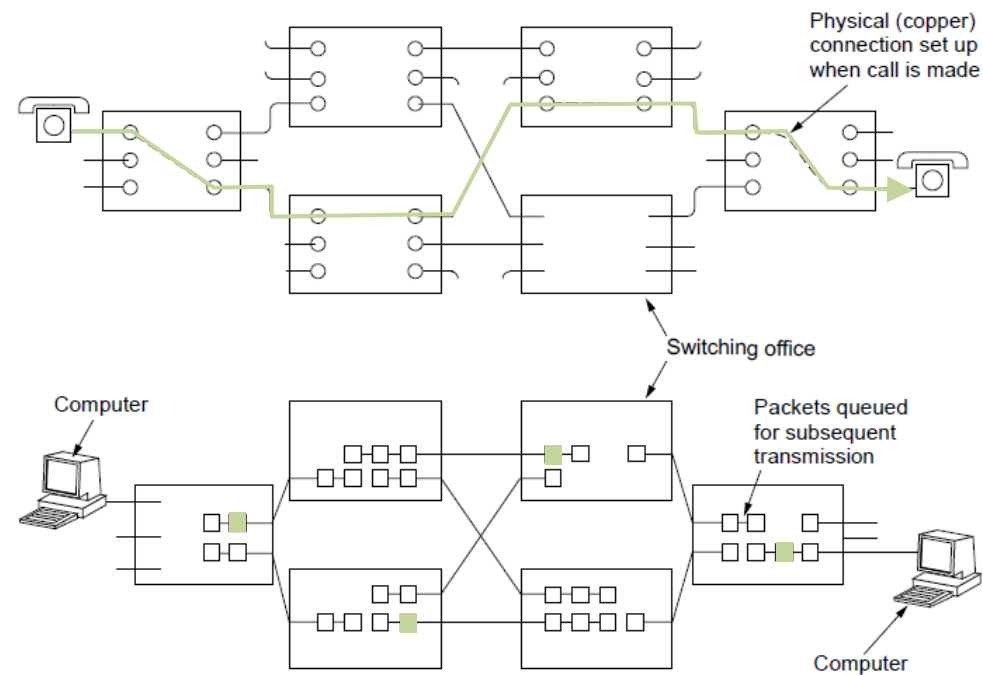
- **Conmutación**
  - Circuitos: Necesita establecer una trayectoria de extremo a extremo antes de enviar cualquier dato.
    - Desde que se inicia hasta que se confirma el canal puede transcurrir un tiempo del orden de segundos
    - Una vez establecido el canal, está reservado y puede recorrer 1000km en unos pocos milisegundos
    - Al ser un canal reservado no tiene problemas de congestión ya que no puede ocuparse con otra conexión.
  - Mensajes: No se establece una trayectoria de cobre física entre el emisor y el receptor.
    - Los datos se almacenan en el primer nodo de conmutación y se rutan al siguiente nodo. Así sucesivamente, nodo a nodo.
    - Recibe el nombre de red de almacenamiento y reenvío.





# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- Conmutación



# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- **Conmutación**
  - Paquetes: como los mensajes no tienen declarado un tamaño máximo, podrían acaparar la línea durante demasiado tiempo, congestionando la red. Por este motivo surge la definición de las redes de conmutación de paquetes que establecen un tamaño máximo de bloque.
    - Define un tamaño máximo de los paquetes para poder almacenarlos en la memoria principal del enrutador y no en el disco.
    - Al definir un tamaño máximo se sabe que nunca se podrá monopolizar el canal
    - Se pueden reenviar paquetes de un mensaje en caso de ser necesario, sin necesidad de reenviar el mensaje completo
    - Los distintos paquetes que componen un mensaje pueden seguir distintas trayectorias dependiendo de las condiciones de la red



# Introducción a las redes de ordenadores: Capa Física

- Conmutación

