

Redes de Computadores
*Nivel de Enlace: Introducción y
control de acceso al medio*

Área de Ingeniería Telemática
Dpto. Automática y Computación
<http://www.tlm.unavarra.es/>

En clases anteriores...

- ▶ Nivel de aplicación de Internet: sockets y protocolos de aplicación
- ▶ Nivel de transporte de Internet: TCP y UDP
- ▶ Nivel de red de Internet: IP, ICMP, direccionamiento...
- ▶ Falta saber como enviar mensajes a los vecinos conectados directamente o conectados a la misma red de área local

En este tema:

- ▶ Nivel de enlace: redes de área local

Objetivos

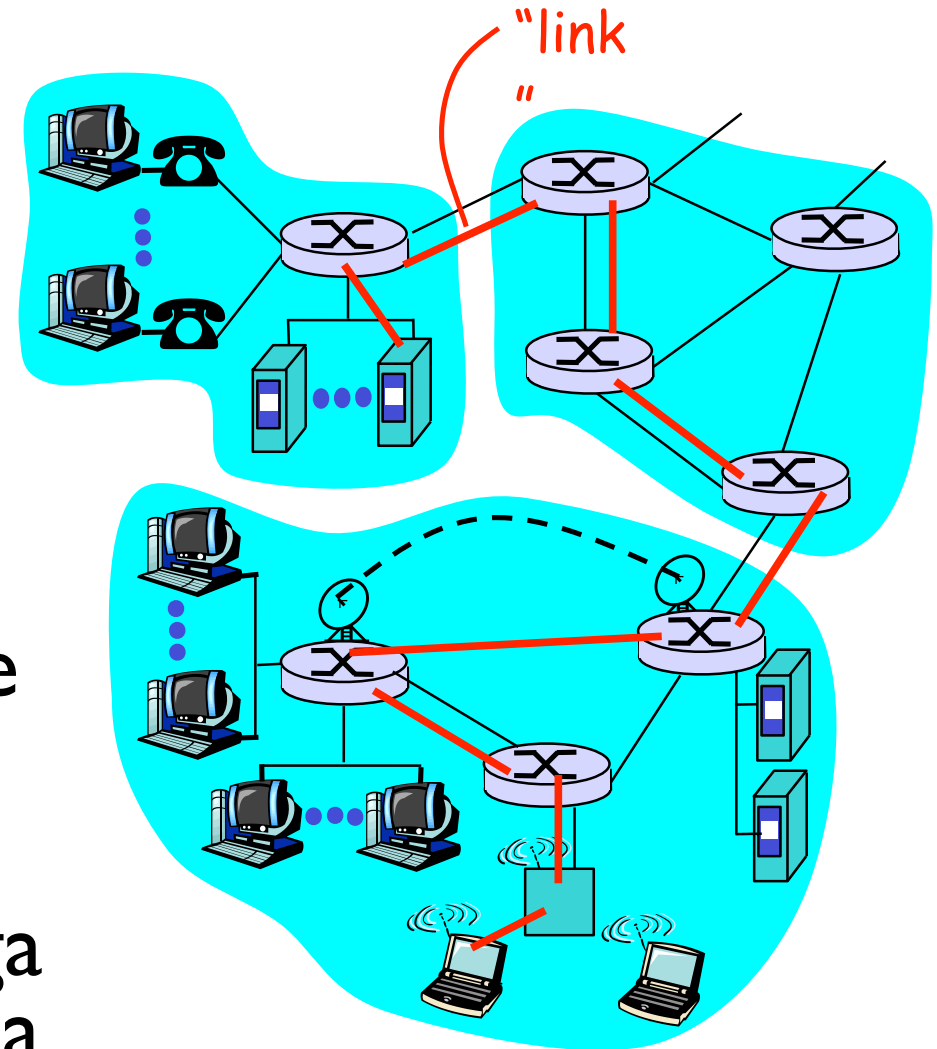
- ▶ **Comprender los conceptos y funciones fundamentales del nivel de enlace**
 - > Detección y corrección de errores
 - > Técnicas para compartir un canal de broadcast
 - > Direccionamiento de nivel de enlace
 - > Enlace de datos fiable y con control de flujo
- ▶ **Conocer el funcionamiento de algunas implementaciones de nivel de enlace**

En la clase de hoy

- ▶ Nivel de enlace:funciones
- ▶ Detección de errores
- ▶ Acceso a medio compartido

Nivel de enlace

- ▶ routers y PCs : nodos
- ▶ conectados por: enlaces
 - > enlace de cable
 - > enlace inalámbricos
 - > red de area local
- ▶ Los paquetes de nivel de enlace se llaman *tramas (frames)*
- ▶ El nivel de enlace entrega tramas a nodos vecinos a través de un enlace



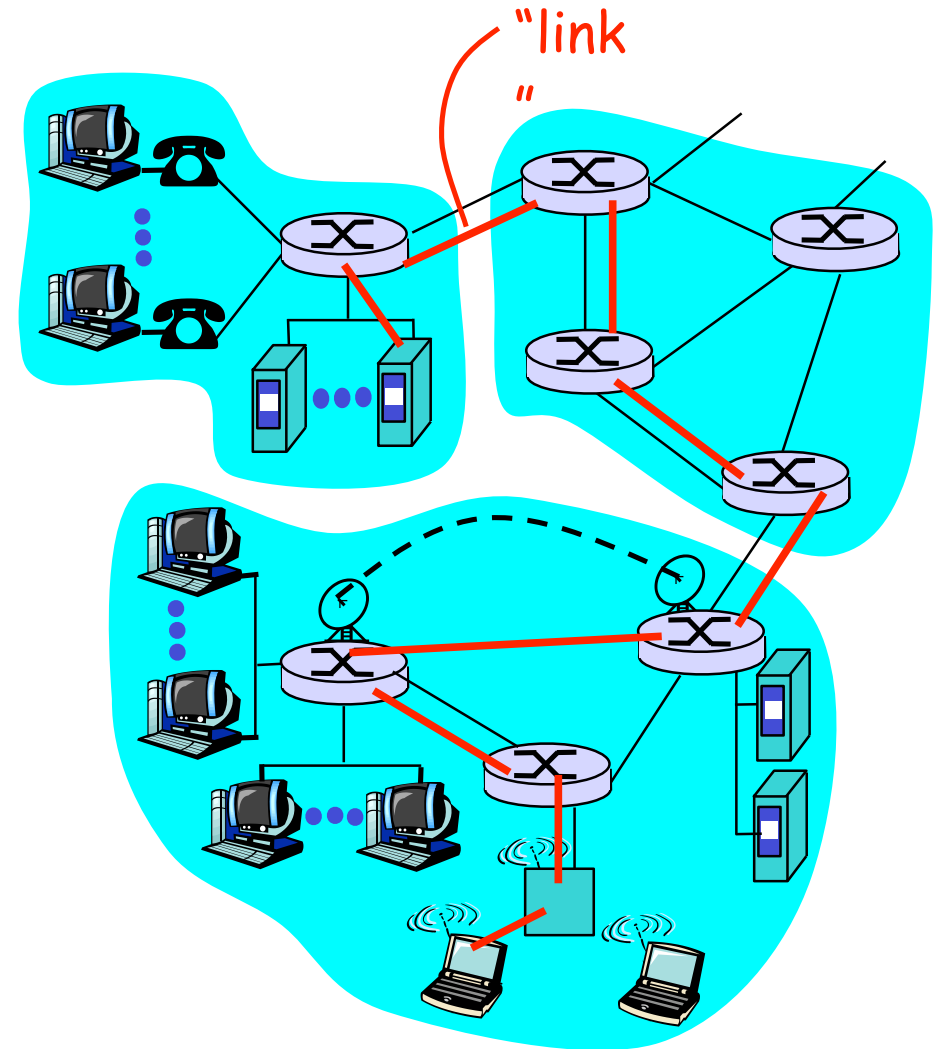
Nivel de enlace

- ▶ **Diferentes saltos con diferentes niveles de enlace**

- > Red de área local Ethernet
- > Enlaces ATM entre routers
- > Red de área local 802.11 inalámbrica

- ▶ **Los diferentes niveles ofrecen diferentes funciones**

- > Entrega garantizada o no
- > Probabilidad de errores
- > ...



Funciones del nivel de enlace

- ▶ Encapsulado de nivel de enlace

- > Construir tramas con los datos, añadiendo cabeceras

- ▶ Acceso al canal si es un medio compartido

Medium Access Control (MAC)

- > Se usan direcciones de nivel de enlace (MAC) para identificar origen y destino

- ▶ Entrega fiable entre vecinos

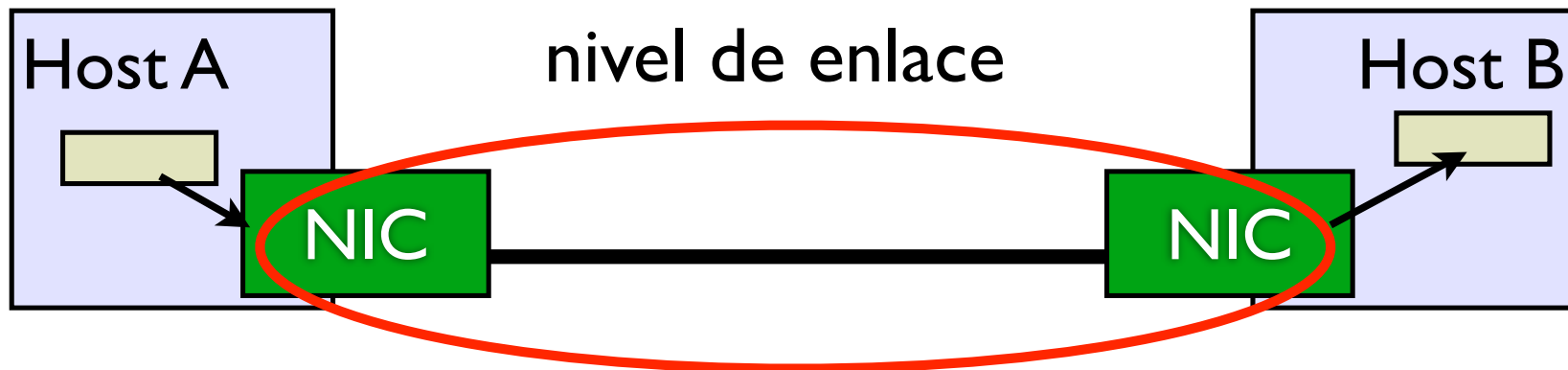
- > técnicas igual que las del nivel de transporte
- > en medios con pocas pérdidas (fibra, par trenzado...) no se suelen usar
Basta con detectar errores para no entregar
- > en redes inalámbricas de altas pérdidas si que es necesario
 - + ¿Porqué recuperar errores a nivel de enlace y extremo a extremo?

Más funciones del nivel de enlace

- ▶ **Control de flujo**
 - > Para no saturar el buffer de recepción del vecino
- ▶ **Detección de errores**
 - > Causados por atenuación o ruido
 - > el receptor señala al emisor o bien descarta la trama
- ▶ **Corrección de errores**
 - > el receptor es capaz de detectar y corregir errores sin retransmisiones
- ▶ **Half-duplex o full-duplex**
 - > Half duplex: se puede transmitir en los dos sentidos pero no al mismo tiempo
 - > Full duplex: se puede transmitir en los dos sentidos al mismo tiempo

Implementacion nivel de enlace

- ▶ Normalmente el nivel de enlace esta implementado en hardware en el adaptador (NIC, network interface card)



- > Emisor: encapsula la trama, añade bits de control de errores, flujo...
 - > Receptor: detecta errores y extrae los datos, la CPU puede leer los datos si son correctos
- ▶ El adaptador es bastante autónomo
 - ▶ Nivel físico y de enlace en una tarjeta

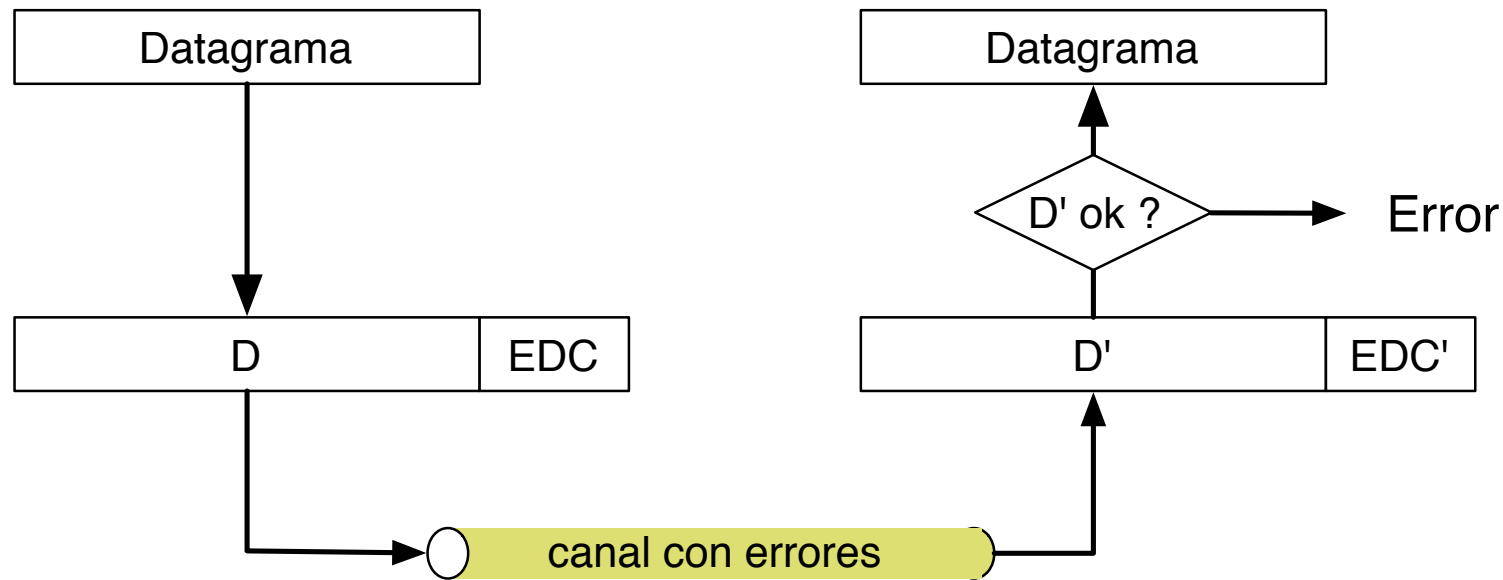
Detección y corrección de errores

- ▶ D datos

EDC error detection and correction (redundantes)

no pueden detectarse el 100% de los errores pero se puede hacer que la probabilidad de no detectarlos sea pequeña

menos probabilidad requiere más bits redundantes



Paridad

- ▶ Añadir bits para que el numero de unos sea par

- ▶ Ejemplo bit de paridad añadido a una palabra permite detectar errores de 1 bit

0111000110101011	1
------------------	---

- ▶ Ejemplo bits de paridad en una matriz permiten corregir errores de 1 bit

10101		1	10101		1
11110		0	10110		0
01110		1	01110		1
<hr/>			<hr/>		
00101		0	00101		0

- ▶ Detectar y corregir errores Forward Error Correction (FEC)

Checksum

- ▶ **Internet checksum**
 - > Tratar los datos como una serie de palabra (de 16 bits)
 - > La suma en complemento a 1 se añade al paquete
 - > Al recibir el paquete la suma de todo tiene que salir 0xFFFF
 - > Ventajas: poco overhead, facil de hacer en software
 - > Desventajas: no protege mucho

- ▶ **Cyclic redundancy check (CRC)**

Cyclic redundancy check (CRC)

- ▶ D bits de datos como polinomio coefs 0 o 1
R bits redundantes
se elige un polinomio G generador de r+1 bits
- ▶ Si elegimos R de forma que DR sea divisible por G (modulo 2)
 - > Si en recepcion al dividir DR por G no obtenemos 0 Error
 - > Este método detecta
 - + ráfagas de errores de menos de r+1 bits
 - + ráfagas de errores de mas de r+1 bits con probabilidad $1-0.5^r$
 - + todos los errores en número impar
- ▶ Con la misma redundancia que el anterior CRC detecta muchos más errores
 - > CRC se suele usar mucho a nivel de enlace
 - > Entonces porqué IP,TCP y UDP usan el anterior???

Acceso al medio

Dos tipos de medio

▶ Punto a punto

- > ppp para acceso telefónico
- > conexión ethernet PC - switch
- > No tienen problemas de acceso compartido, lo que envía uno lo recibe el otro

▶ Broadcast

- > Ethernet
- > Redes de cable HFC (subida)
- > Redes inalámbricas 802.11
- > **Como arbitrar que varios dispositivos se comuniquen usando el mismo medio???**

Control de Acceso al Medio (MAC)

- ▶ En un canal de broadcast de capacidad Rbps
- ▶ El control de acceso al medio ideal debería cumplir
 - > Si hay un solo dispositivo que quiere transmitir puede transmitir a Rbps
 - > Si hay N dispositivos que quieren transmitir cada uno de ellos puede transmitir a R/N bps
 - > Totalmente **descentralizado**:
 - + no es necesario un dispositivo especial para coordinar o repartir los recursos
 - + no es necesaria sincronización entre los dispositivos, no slots
 - > Lo más simple posible

Acceso al medio clasificación

Tres clases

▶ Partición de canal

- > dividir el canal en slots temporales TDM o de frecuencia FDM (o incluso código CDMA)
- > asignar los slots a diferentes dispositivos

▶ Acceso aleatorio

- > el canal no se reparte, los dispositivos pueden colisionar si transmiten a la vez
- > métodos de recuperación de colisiones

▶ Turnos

- > los dispositivos se pasan el turno

Acceso aleatorio: protocolos

- ▶ Cuando un dispositivo tiene una trama a enviar
 - > envía la trama a velocidad R ocupando el canal
 - > sin coordinación con otros dispositivos
- ▶ Si más de un dispositivo transmite: **colisión**
- ▶ Los protocolos MAC (medium access control):
 - > cómo detectar colisiones
 - > cómo reaccionar a las colisiones
- ▶ Protocolos MAC típicos:
 - > ALOHA
 - > ALOHA ranurado
 - > CSMA, CSMA/CD, CSMA/CA

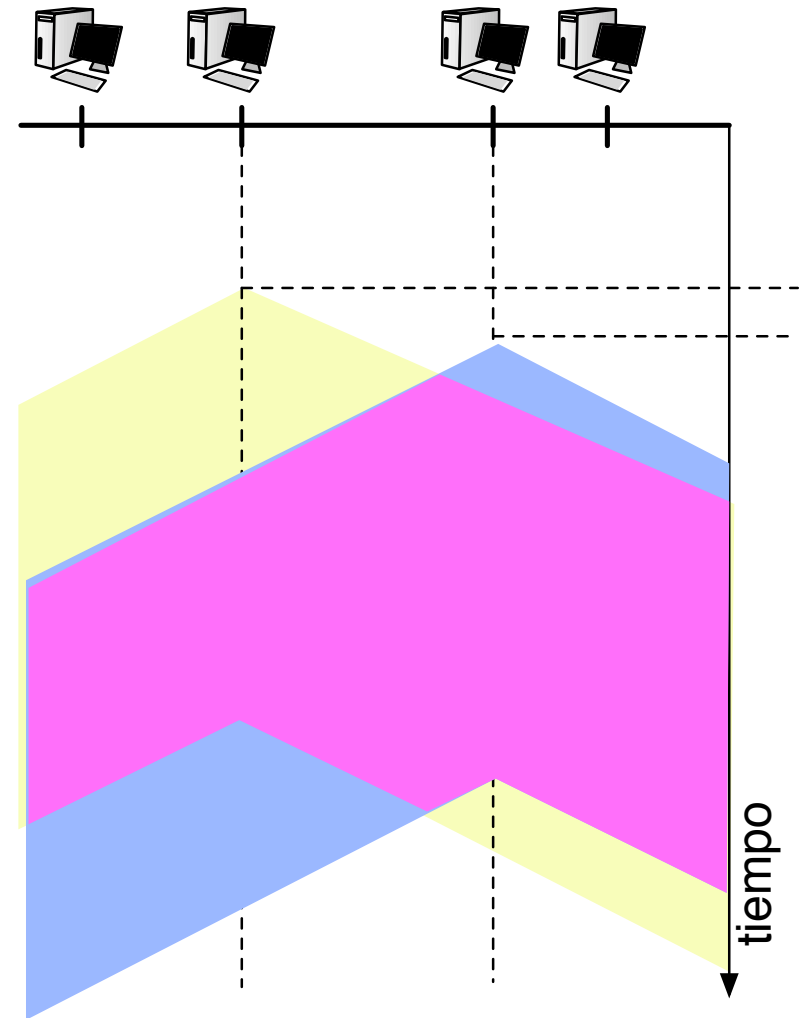
Protocolos tipo CSMA

- ▶ CSMA: carrier sense multiple access
- ▶ Intuitivamente: no intrumpir al que habla

- ▶ Escucha antes de transmitir
- ▶ Si el canal es libre: transmite
- ▶ Si el canal está ocupado: espera

CSMA

- ▶ **Aun así ocurren colisiones**
 - > el tiempo de propagación hace que no vea inmediatamente si otro esta transmitiendo
 - > al finalizar una transmisión puede haber más de un dispositivo esperando
- ▶ **El tiempo de transmisión de la trama se desperdicia**

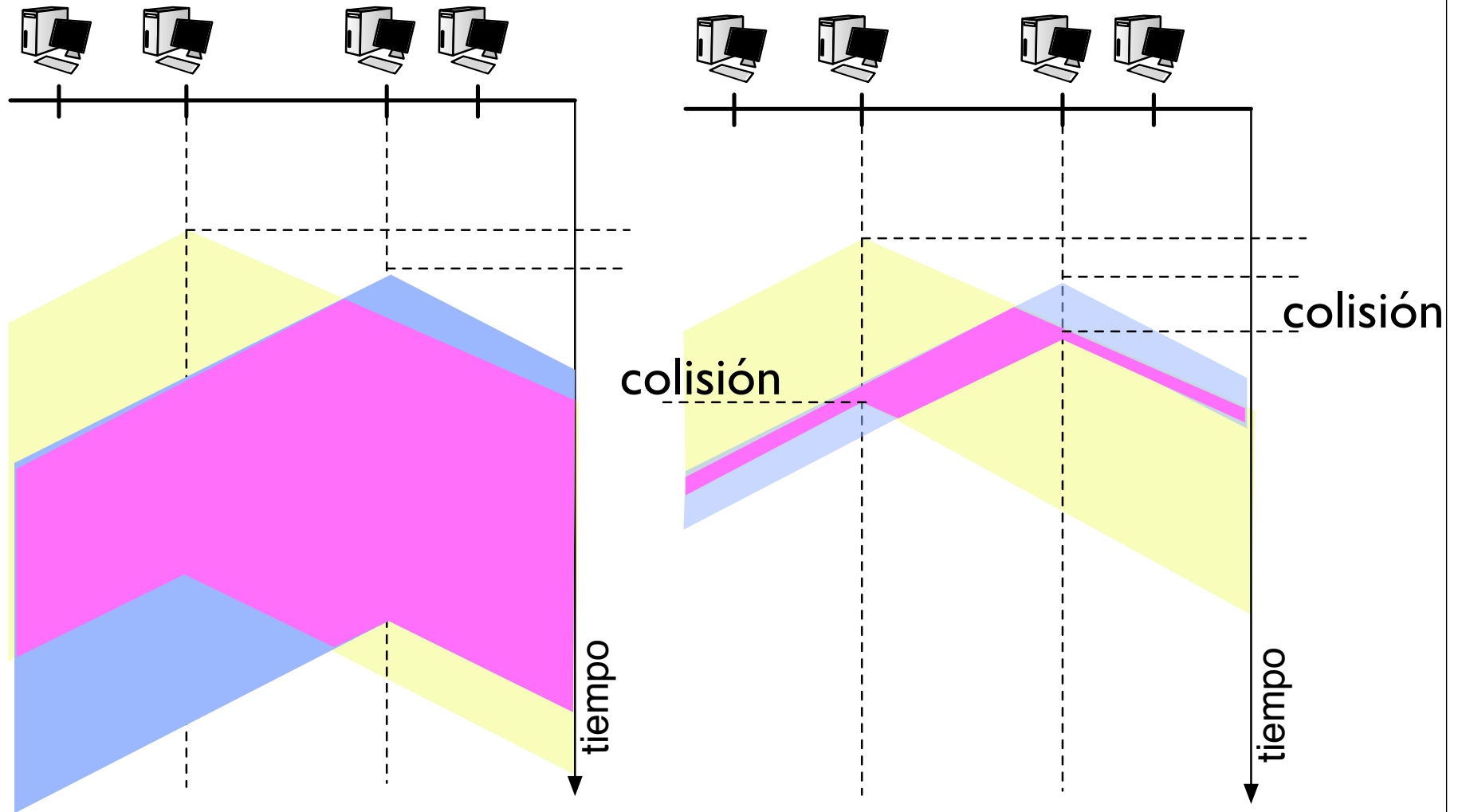


CSMA/CD

- ▶ **CSMA+CD (collision detection)**
 - > la colisión llega al emisor poco tiempo después
 - > si se detecta colisión dejar de transmitir inmediatamente
 - > esperar un tiempo aleatorio antes de volver a transmitir (backoff)
- ▶ **Menos capacidad desperdiciada por colisión**
- ▶ **Detección de colisiones**
 - > Es fácil en redes de cable (comparar señal recibida y transmitida)
 - > Difícil en redes inalámbricas

CSMA/CD

- ▶ Cada dispositivo para al detectar la colisión



Conclusiones

- ▶ El nivel de enlace normalmente realiza las funciones de encapsulado, detección de errores y control de acceso al medio en medios compartidos
- ▶ Medios de interés
 - > Punto a punto
 - > Compartidos (redes de área local)
 - + Cable e Inalámbricos
 - + Hemos visto las técnicas de compartición pero...

Próxima clase

- ▶ Como se dirigen las tramas? direccionamiento