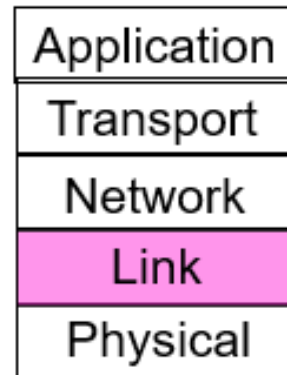


# Capítulo 5

## Capa de Enlace de Datos Control de colisiones en redes cableadas



# Subcapa de control de acceso al medio

- **Aprenderemos: SCAM para LANs cableadas.**
  1. **Comprender las capacidades de observación del canal que puede tener una máquina.**
    - Para entender en qué consisten esas capacidades, como responder frente a lo que se observa y los beneficios de hacerlo.
  2. Comprender protocolos de acceso múltiple (PAM).
  3. Comprender las LAN **Ethernet**
  4. Comprender cómo funciona la **Ethernet conmutada**.
  5. Comprender la Ethernet rápida, gigabit Ethernet.

# Supuestos en que nos apoyamos

- Nos basamos en ***supuestos***:
  1. **Modelo de Estaciones.**
    - ☐ Hay  $N$  estaciones independientes que genera tramas para transmisión.
    - ☐ Una vez generada una trama, la estación se bloquea hasta que la trama se ha transmitido con éxito.
  2. **Suposición de canal único.** Hay un solo canal disponible donde todas las estaciones pueden transmitir y recibir.

# Propiedades de los canales de difusión modernos

- **Fenómenos sucediendo en un canal que una estación podría detectar:**
  - Detectar que el canal está en uso (o sea, alguna estación está enviando una trama).
  - Detectar que hay una colisión en el canal.

# Propiedades de los canales de difusión modernos

- En las LAN actuales cada estación puede ***detectar si el canal está en uso.***
  - ❑ En realidad detecta si están llegando bits de alguna trama a la máquina que hace la detección.
  - ❑ Los protocolos que pueden hacer esto se llaman **Protocolos de detección de portadora (CSMA).**
  - ❑ **Ventaja de poder hacer detección de portadora:**
    - Se evita generar colisión poniendo tramas en el canal cuando están llegando bits de alguna trama.

# Propiedades de los canales de difusión modernos

- En las LAN actuales cada estación puede ***detectar si está ocurriendo una colisión*** cuando está transmitiendo una trama.
  - ❑ **Para detectar colisiones:**
    - El hardware de una estación escucha el cable mientras transmite.
    - Si lo que lee es distinto de lo que puso en él, sabe que está ocurriendo una colisión.
- **¿Si una estación que está transmitiendo una trama detecta que está ocurriendo una colisión, qué conviene hacer con la trama que está transmitiendo?**
  - ❑ No tiene sentido seguir enviando la trama,
  - ❑ por lo tanto es mejor que las estaciones ***aborten sus transmisiones tan pronto como detecten una colisión.***

# Propiedades de los canales de difusión modernos

- **Ventajas de la detección de colisiones:**
  - Esto ahorra tiempo y ancho de banda.
  - **Sin esta tecnología cuando ocurre una colisión,**
    - ❑ la estación no va a recibir la confirmación de recepción y va a tener que retransmitir la trama y esta espera va a llevar mucho más tiempo.

# Propiedades de los canales de difusión modernos

- **Conclusión:** Para definir PAMs conviene que una estación pueda detectar lo que está pasando en el canal.
  - Por que esto tiene las ventajas señaladas.



# Subcapa de control de acceso al medio

- **Aprenderemos: SCAM para LANs cableadas.**
  1. Comprender las capacidades de observación del canal que puede tener una máquina.
  2. **Comprender protocolos de acceso múltiple (PAM).**
    - Para comprender su funcionamiento, y evaluarlos.
    - Veremos ALOHA puro, CSMA persistente 1 y CSMA/CD
  3. Comprender las LAN **Ethernet**
  4. Comprender cómo funciona la **Ethernet conmutada**.
  5. Comprender la Ethernet rápida, gigabit Ethernet.

# PAM: ALOHA puro

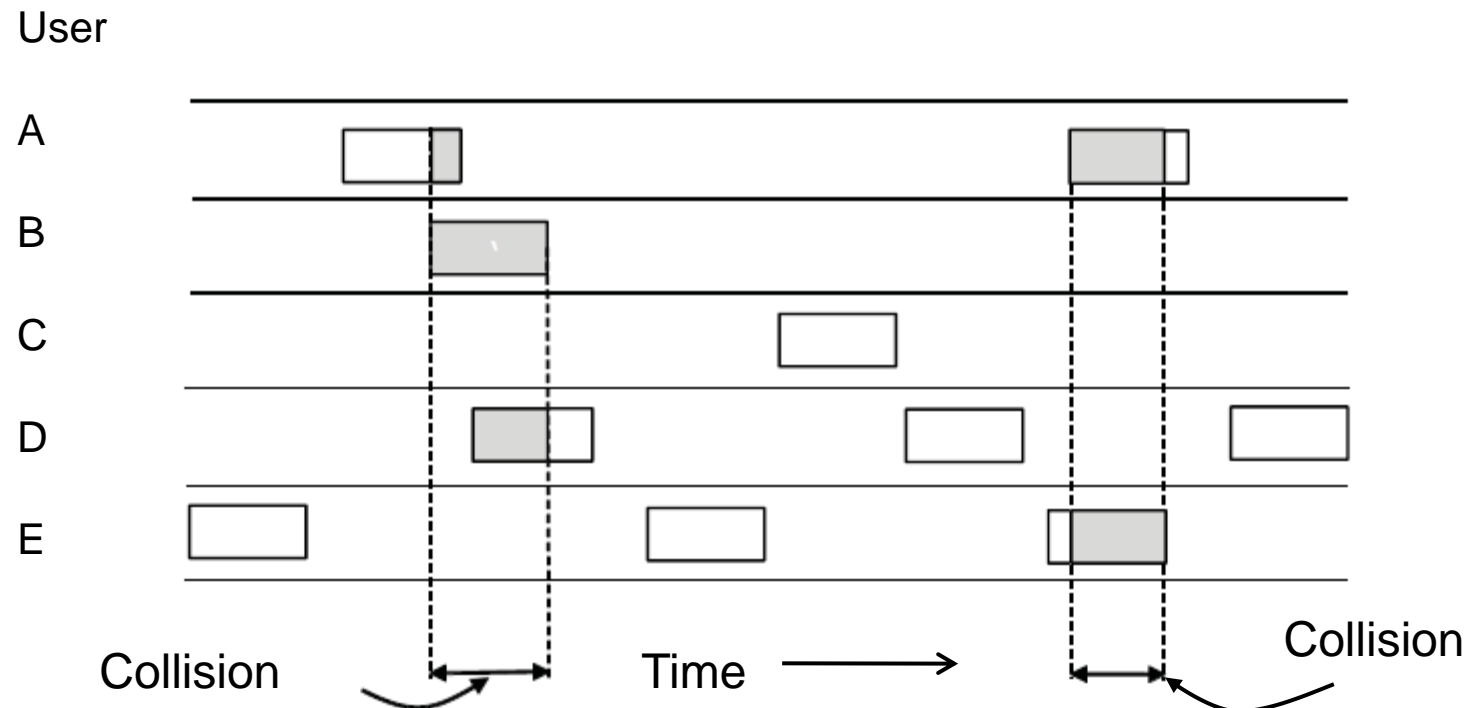
- En **ALOHA puro**
- **El emisor:**
  - ☐ Transmite cuando tiene datos para enviar.
  - ☐ Escucha el canal por un tiempo igual a la demora de propagación de ida y vuelta máxima en la red + un incremento fijo de tiempo.
  - ☐ Si se escucha un ack en ese tiempo, todo anduvo bien.
  - ☐ Sino se espera un tiempo aleatorio y la trama se manda de nuevo
  - ☐ Si se falla en recibir un ack luego de varias retransmisiones se tira la toalla.

# PAM: ALOHA puro

- **El receptor**
  - ❑ Al recibir una trama chequea su validez y si lo es, inmediatamente manda un ack.
  - ❑ Si la trama es inválida el receptor la ignora.
    - La trama puede ser inválida por ruido o por colisión.

# PAM: ALOHA puro

- In pure ALOHA, users transmit frames whenever they have data; users retry after a random time for collisions



# PAM: ALOHA puro

- Evaluación de ALOHA puro:

- ☐ El método ALOHA puro bajo carga baja es eficiente y tiene una demora baja.
- ☐ En ALOHA puro *una estación no escucha el canal antes de transmitir*; esto generará probablemente muchas colisiones.
- ☐ Como el número de colisiones crece rápidamente a medida que aumenta la carga, la máxima utilización del canal alrededor del 18%.

# CSMA persistente 1

- **Protocolo CSMA persistente-1 para el emisor**

- ☐ Si una estación tiene datos por enviar, primero escucha el canal para saber si otra está transmitiendo en ese momento.
- ☐ Si el canal está ocupado, entonces la estación espera hasta que se desocupe.
- ☐ Cuando la estación detecta un canal inactivo, transmite una trama.
- ☐ Si ocurre una colisión, la estación espera una cantidad aleatoria de tiempo y comienza de nuevo.

# CSMA persistente 1

- **Protocolo CSMA persistente-1 para el emisor (cont):**

Comportamiento luego que emisor envió una trama:

- ☐ La estación espera un tiempo razonable por un ack
  - Teniendo en cuenta el tiempo de propagación de ida y vuelta máximo en la red y el hecho que la estación receptora también debe competir por el canal para responder.
- ☐ Si no recibe ack en ese tiempo, la estación espera una cantidad aleatoria de tiempo y comienza de nuevo.

# CSMA persistente 1

- **Protocolo CSMA persistente-1 para el receptor**

- ☐ Al recibir una trama chequea su validez y si lo es, inmediatamente manda un **ack**.
- ☐ Si la trama es inválida el receptor la ignora.
  - La trama puede ser inválida por ruido o por colisión.



# CSMA persistente 1

- El **retardo de propagación** tiene un efecto importante en el desempeño de CSMA persistente 1.
  - Caso de que justo después de que una estación comienza a transmitir, otra estación está lista para enviar;
  - si la señal de la primera estación no ha llegado aun a la segunda, esta última detectará un canal inactivo y comenzará a enviar también,
    - eso producirá una colisión.
  - *Cuanto mayor sea el tiempo de propagación, más importante será este efecto.*

# CSMA persistente 1

- Aun si el retardo de propagación es cero, habrá colisiones.

□ **Situación:** dos estaciones quieren enviar y detectan que una tercera está transmitiendo.

- Luego que la tercera termine de transmitir las dos estaciones que quieren enviar detectarán un canal inactivo,
  - por lo tanto enviarán y se producirá una colisión.

# CSMA con Detección de Colisiones

- Estudiamos el PAM **CSMA/CD (Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Detección de Colisiones)**.
  - CSMA/CD es la base de la LAN Ethernet.

# CSMA con Detección de Colisiones

- **En CSMA/CD el emisor**

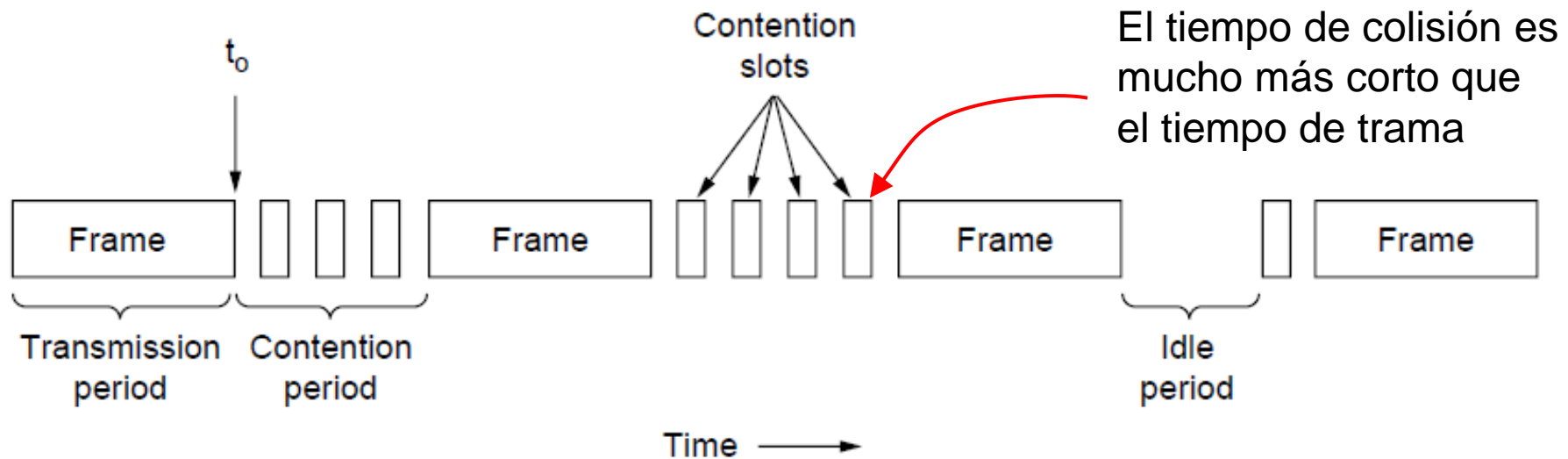
1. Antes de transmitir una trama detecta la portadora.
2. Si el canal está libre transmite.
3. Sino espera hasta que el canal se desocupe para transmitir.
4. Si el emisor detecta una colisión, aborta la transmisión, espera un tiempo aleatorio, y una vez que pasó este tiempo: goto 1.

# CSMA con Detección de Colisiones

- **En CSMA/CD el receptor**

1. Recibe una trama buena si no hubo colisión y el medio no cometió errores.
2. En caso contrario (hubo colisión o el medio cometió errores) recibirá una trama dañada la cual será descartada.
3. Al mandar una confirmación de recepción hace los pasos del emisor (ver filmina previa).

# CSMA con Detección de Colisiones



**Evaluación:** El uso del canal con CSMA/CD tiene

- ❑ Períodos alternantes de contención y transmisión,
  - ocurriendo períodos de inactividad cuando todas las estaciones no necesitan enviar tramas.

# CSMA con Detección de Colisiones

- Las colisiones en CSMA/CD
- ocurren durante las ranuras de contención.

# CSMA con Detección de Colisiones

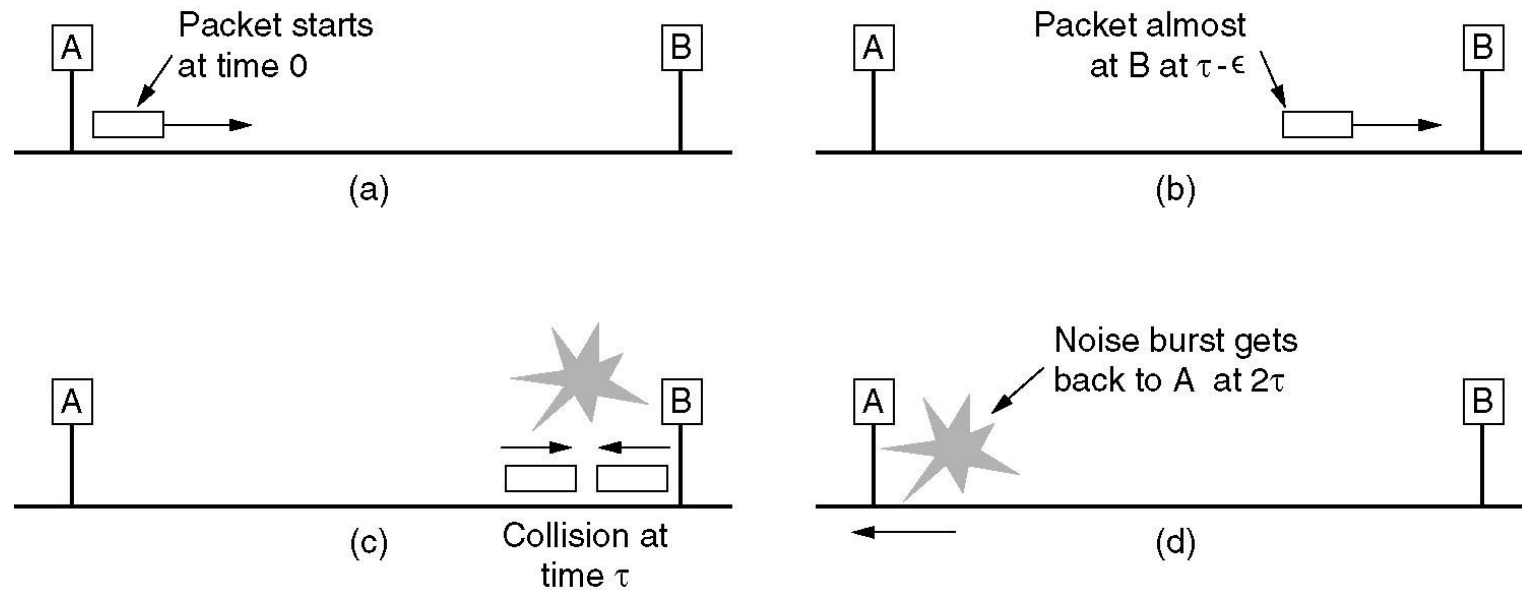
- Se dice que una estación ha **tomado el canal** cuando todas las demás estaciones sabían que estaba transmitiendo y no interfirieron.
- **Ahora responderemos a la pregunta: ¿Cómo sabe una estación que ha tomado el canal?**



# CSMA con Detección de Colisiones

- ¿Si dos estaciones comienzan a transmitir en momento  $t = 0$ , *en cuánto tiempo se darán cuenta de que ha habido una colisión?*
  - ❑ el tiempo mínimo en detectar la colisión es el tiempo que tarda la señal para propagarse de una estación a otra.
- ¿Cuál es el peor caso de demora de una estación en enterarse que ha habido una colisión?

# CSMA con Detección de Colisiones



- $\tau$  el tiempo que tarda una señal en propagarse entre las dos estaciones más lejanas A y B
- **Cómo ocurre una colisión en CSMA/CD y cuándo se enteran las estaciones de ella:**
  1. A comienza a transmitir en  $t = 0$ .
  2. En  $\tau - \epsilon$  un instante antes de que la señal llegue a B, B comienza a transmitir.
  3. B detecta la colisión casi de inmediato y se detiene.
    - En Ethernet se genera ráfaga de ruido de 48 bits.
  4. La ráfaga de ruido causada por la colisión no regresa a A hasta pasados  $2\tau - \epsilon$ .

# CSMA con Detección de Colisiones

- **Conclusión:** En el peor caso una estación no puede estar segura de que ha tomado el canal hasta que ha transmitido durante  $2\tau$  sin detectar una colisión.

# CSMA con Detección de Colisiones

- **Problema:** ¿Las tramas pueden ser tan chicas como uno quiera?
- **Si una estación  $E$  intenta transmitir una trama demasiado corta y ocurre una colisión,**
  - La transmisión de  $E$  se completa antes de que la ráfaga de ruido llegue de regreso, en el momento  $2\tau$ .
  - El emisor entonces supondrá incorrectamente que la trama se envió con éxito.
- **Problema:** ¿Cómo evitar que la situación anterior ocurra?
- **Solución:** Las tramas deberán tardar más que  $2\tau$  para enviarse, de manera que la transmisión aun esté llevándose a cabo cuando la ráfaga de ruido regrese al emisor.
- **Por lo tanto las tramas tienen un requisito de tamaño mínimo.**

# Subcapa de control de acceso al medio

- **Aprenderemos: SCAM para LANs cableadas.**
  1. Comprender las capacidades de observación del canal que puede tener una máquina.
  2. Comprender protocolos de acceso múltiple (PAM).
  3. **Comprender las LAN Ethernet**
    - Hardware de Ethernet
    - Requisito de trama mínima
    - Retroceso exponencial binario
    - Formato de trama en Ethernet
  4. Comprender cómo funciona la **Ethernet conmutada**.
  5. Comprender la Ethernet rápida, gigabit Ethernet.

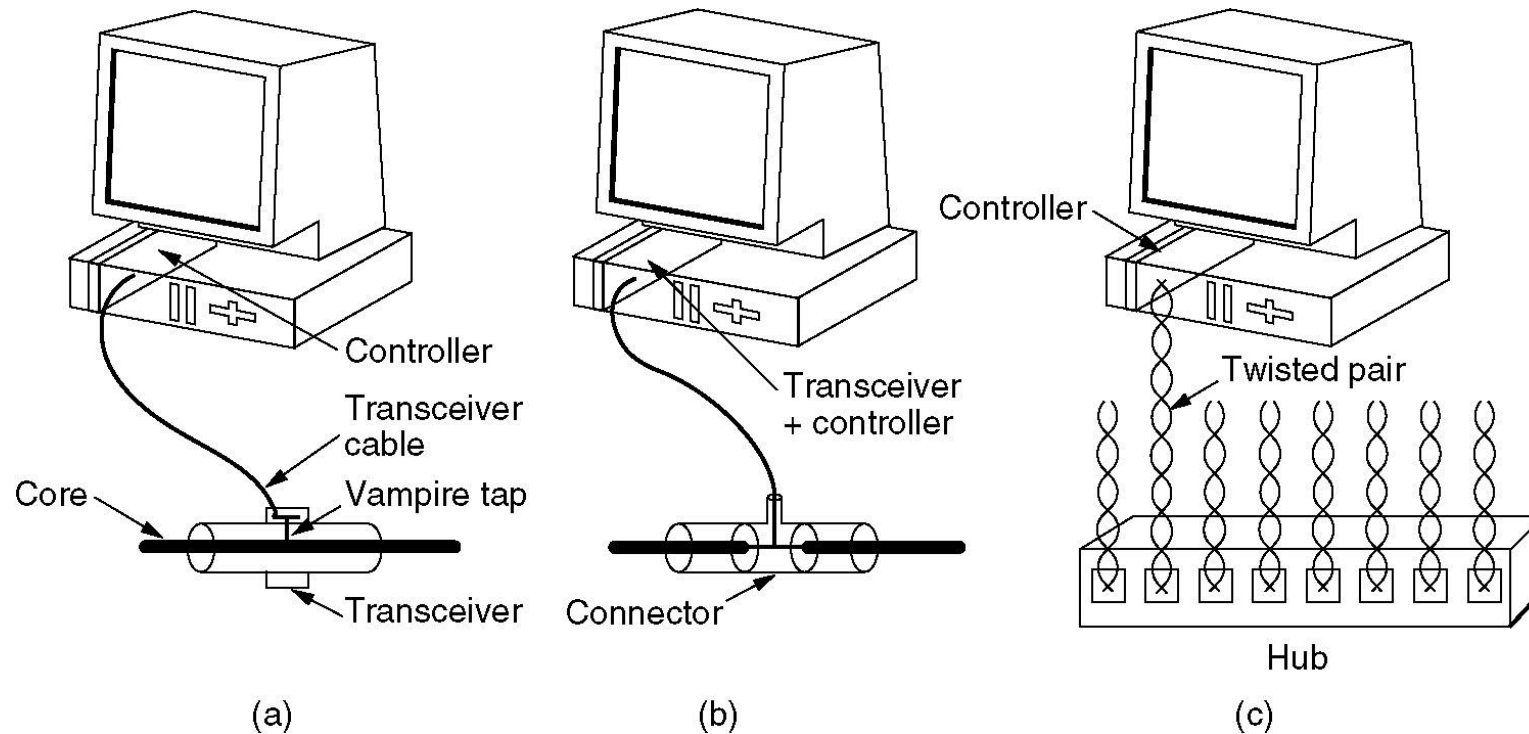
# Ethernet

- Ethernet e IEEE 802.3 son casi idénticos; usaremos esos dos términos indistintamente.
- **Asuntos de la CED se pueden hacer por hardware:**
  - Entramado, control de errores, detección de portadora, detección de colisiones.
- **¿Qué componentes de hardware conviene tener para esos asuntos?**

# Ethernet

- ❑ **Transceptor:** maneja detección de portadora y detección de colisiones.
- ❑ **Tarjeta controladora** se encarga de:
  - ensamblar los datos en el formato de trama adecuado,
  - calcular terminador de las tramas de salida,
  - comprobar las tramas de entrada (p.ej. detección de errores)

# Tipos de cableado en Ethernet



	Name	Cable	Max. seg.	Nodes/seg.	Advantages
(a) ->	10Base5	Thick coax	500 m	100	Original cable; now obsolete
(b) ->	10Base2	Thin coax	185 m	30	No hub needed
(c) ->	10Base-T	Twisted pair	100 m	1024	Cheapest system
	10Base-F	Fiber optics	2000 m	1024	Best between buildings



# Tipos de cableado en Ethernet

- Cada cableado de Ethernet tiene una longitud máxima de cable por segmento.
- **Situación:** una señal a medida que se va propagando por un cable se va debilitando.
  - Llega un punto a partir del cual la señal es demasiado débil como para continuar su viaje.
- **Problema:** ¿Cómo hacer para que la señal pueda viajar mucho más allá de ese punto?

# Tipos de cableado en Ethernet

- **Solución:** Usar **Repetidores**:
  - ❑ Un **repetidor** es un dispositivo de capa física que recibe, amplifica (regenera) y retransmite señales en ambas direcciones.
  - ❑ Los repetidores introducen un retardo.
- Para permitir redes mayores que un segmento en Ethernet conectar múltiples cables mediante repetidores.

# Diferentes modos de cablear un edificio

- **Diferentes maneras de cablear un edificio:**

1. Un cable pasa entre cuarto y cuarto y cada estación se conecta a el en el punto más cercano.

2. Una **columna vertical** corre del sótano a la azotea y en cada piso se conectan cables horizontales a dicha columna.

- ¿hacen falta repetidores?

- En cada piso conectar cable a columna con un repetidor entre ambos.

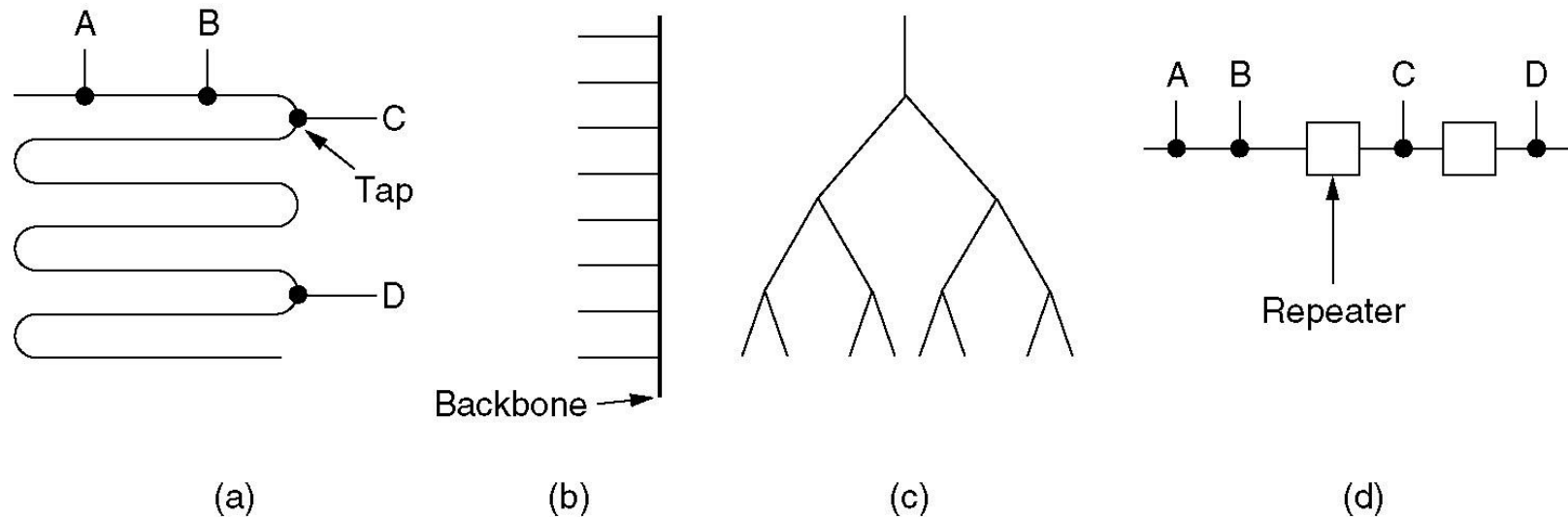
3. Topología de **árbol**:

- El medio de transmisión es un cable que **se divide en ramas**.

- El árbol tiene puntos conocidos como **headends**, donde uno o más cables comienzan (a su vez cada uno de estos podrá tener ramas).

- La transmisión desde una estación se propaga por el medio y puede ser recibida por todas las otras estaciones.

# Diferentes modos de cablear un edificio



Cable topologies. (a) Linear, (b) Spine, (c) Tree, (d) Segmented.

# Ethernet

- **Restricción de Ethernet:** puede haber múltiples segmentos de cable y múltiples repetidores, pero ningún par de transceptores puede estar separado por más de 2,5 km y ninguna ruta entre dos transceptores puede atravesar más de 4 repetidores.
- **Problema: ¿Cuál es el tamaño de trama mínima que respeta esta restricción?**

# Requisito de trama mínima

- **Ejercicio:** Para una LAN de 10 Mbps con una longitud máxima de 2500 m y cuatro repetidores, el tiempo de ida y de vuelta es aproximadamente de 50  $\mu$ seg en el peor caso.
  - ❑ ¿Qué tamaño conviene que tenga la trama mínima?
- **Solución:**
  - ❑ La trama mínima debe tomar por lo menos 50  $\mu$ seg en transmitir.
  - ❑ A 10 Mbps, un bit tarda 100 nseg por lo que 500 bits es la trama más pequeña que se garantiza funcionará.
    - Para agregar algún margen de seguridad, este número se redondeó a 512 bits o 64 bytes.

# Requisito de trama mínima

- **Razón para tener una trama de longitud mínima:**
- Evitar que una estación complete la transmisión de una trama corta antes de que el primer bit llegue al extremo más alejado del cable, donde podría tener una colisión con otra trama.

# Ethernet

- **Problema: ¿Si vamos a diseñar una red de mayor velocidad, qué cambios necesitamos hacer?**
- Supongamos que aumenta la velocidad de la red, y la longitud máxima del cable permanece igual.
  - ❑ **¿Qué pasa con el tamaño de la trama mínima?**
  - ❑ La longitud mínima de trama debe aumentar.
- Supongamos que aumenta la velocidad de la red y la longitud de trama mínima no cambia.
  - ❑ **¿Qué pasa con la longitud máxima del cable?**
  - ❑ la longitud máxima del cable debe disminuir, de manera proporcional.



# Ethernet

- **Conclusión: A tener en cuenta para el diseño de una red local cableada:**
  - A medida que aumente la velocidad de la red, la longitud mínima de la trama debe aumentar o la longitud máxima del cable debe disminuir, de manera proporcional.

# Algoritmo de retroceso exponencial binario

- **Objetivo:** Comprender el **algoritmo** que determina en Ethernet el tiempo de espera del emisor cuando ocurre una colisión.
- **Suposición:** Tras una colisión el tiempo se divide en **ranuras** cuya longitud es igual al tiempo de propagación de ida y vuelta en el peor caso en el cable ( $2\tau$ ).
  - El tiempo de ranura es 512 tiempos de bit o 5,12  $\mu$ seg.
- **Idea:** cuando ocurre una colisión las estaciones afectadas por la colisión eligen cada una aleatoriamente una cierta cantidad de ranuras a esperar.
  - Recordar que se usa CSMA/CD

# Algoritmo de retroceso exponencial binario

- **Supongamos:**  $S$  es un conjunto formado por estaciones que colisionaron entre sí
  - **Observación:** Puede suceder que ocurran **múltiples colisiones consecutivas** de estaciones de  $S$ .
- Para manejo de *colisiones consecutivas* de estaciones de  $S$ , hay dos opciones:
  1. que el intervalo donde se elije aleatoriamente (una cantidad de ranuras a esperar) sea fijo ó
  2. que el intervalo donde se elije aleatoriamente sea de **tamaño variable** (es decir, que el tamaño cambie con cada **nueva colisión** de estaciones de  $S$ ).

# Algoritmo de retroceso exponencial binario

- **Ventaja tiene de permitir que el intervalo sea de tamaño variable:**
  - Se puede acelerar la resolución de la colisión inicial de las estaciones de  $S$ .
- **Para acelerar la resolución de la colisión de las estaciones de  $S$ :**
  - Con cada nueva colisión de estaciones de  $S$  se puede agrandar el intervalo donde se elije aleatoriamente.
  - Esta es la idea del algoritmo de retroceso exponencial binario.

# Algoritmo de retroceso exponencial binario

- **Algoritmo de retroceso exponencial binario:**

- ❑ Tras la primera colisión cada estación espera de 0 a 1 tiempos de ranura antes de intentarlo de nuevo.
  - Si dos estaciones entran en colisión, y ambas escogen el mismo número aleatorio, habrá una nueva colisión.

# Algoritmo de retroceso exponencial binario

- ❑ Después de la segunda colisión cada una escoge 0,1,2 o 3 al azar y espera ese número de tiempos de ranura.
- ❑ Si ocurre una tercera colisión, entonces para la siguiente vez el número de ranuras a esperar se escogerá al azar en el intervalo 0 a 7.
- ❑ Tras  $i$  colisiones se escoge un número aleatorio entre 0 y  $\exp(2,i)-1$  y se salta ese número de ranuras.

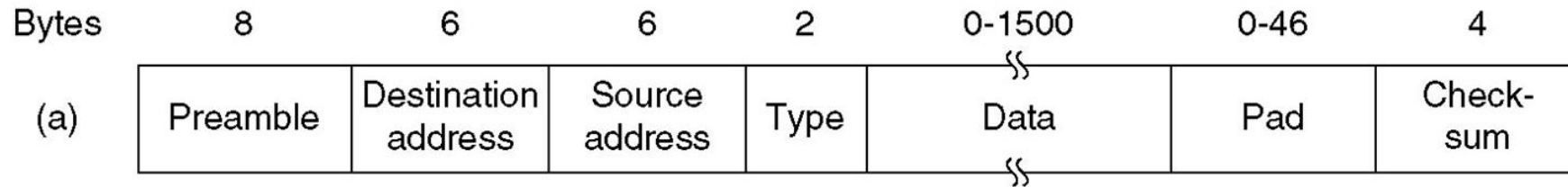
# Algoritmo de retroceso exponencial binario

- ❑ Tras haberse alcanzado 10 colisiones el intervalo de aleatorización se congela en un máximo de 1023 ranuras.
- ❑ Tras 16 colisiones el controlador tira la toalla y avisa de un fracaso a la computadora. La recuperación posterior es responsabilidad de las capas superiores.

- **Evaluación:**

- ❑ El algoritmo asegura un retardo pequeño cuando unas cuantas estaciones entran en colisión.
- ❑ El algoritmo asegura que la colisión se resuelva en un intervalo razonable cuando hay colisiones entre muchas estaciones.

# Formato de trama de Ethernet

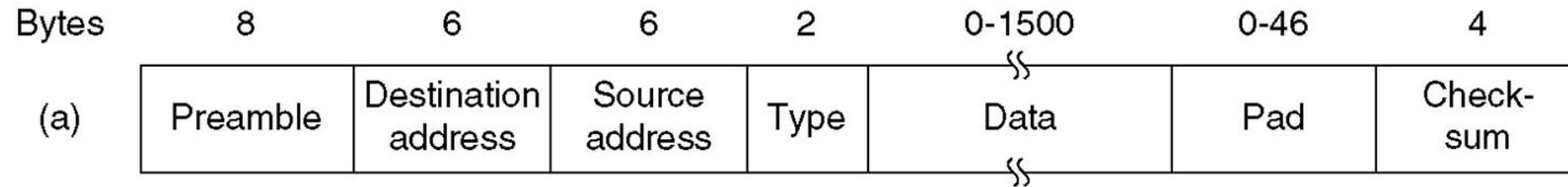


Trama DIX Ethernet (Dec, Intel, Xerox)

- Preámbulo de 8 bytes, cada uno es 10101010.
- **Direcciones:**
  - ☐ Se usan direcciones de 6 bytes.
  - ☐ Se escriben como 6 pares de dígitos hexadecimales separados por '-'.  
☐ P. ej: **1A-23-F9-CD-06-9B**.
  - ☐ El bit de orden mayor de la dirección de destino es 0 para las direcciones ordinarias y de 1 para las direcciones de grupo.
  - ☐ Una trama que consiste únicamente de bits 1 en el campo de destino se acepta en todas las estaciones de la red (broadcasting).



# Formato de trama de Ethernet

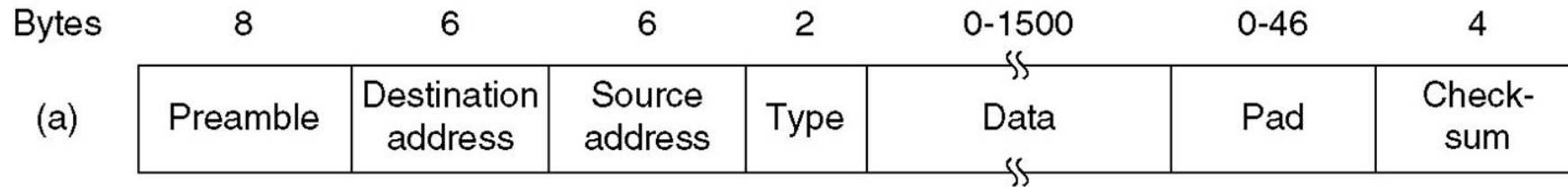


Trama DIX Ethernet (Dec, Intel, Xerox)

- **Campo Tipo:**

- ☐ Uso de múltiples protocolos de CR a la vez en la misma máquina.
- ☐ El kernel debe saber a cual entregarle la info de la trama que llegó.
- ☐ El campo de tipo indica al receptor a qué proceso entregarle la trama.

# Formato de trama de Ethernet



Trama DIX Ethernet (Dec, Intel, Xerox)

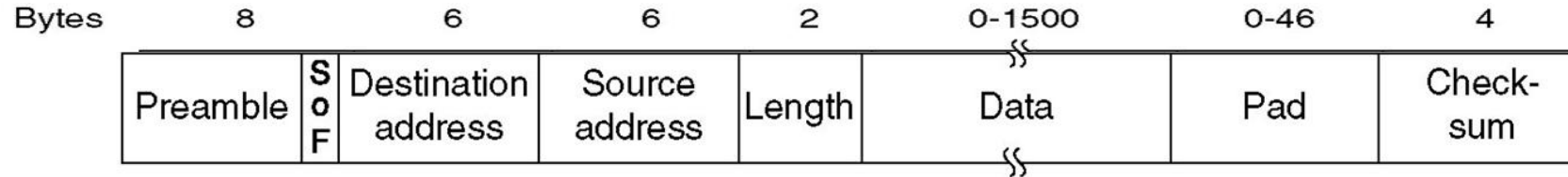
- **Longitud de trama mínima.**

- ☐ Las tramas deben tener al menos 64 bytes de largo, de la dirección de destino a la suma de verificación.
- ☐ **Cuando los datos más el encabezado ocupan menos de 64 bytes:**
- ☐ Cuando la porción de datos de una trama es menor a 46 bytes: Uso del **campo de relleno** (para alcanzar los 64B).

- **Suma de verificación:**

- ☐ Tiene 32 bits de largo.
- ☐ Se usa método de **detección de errores** llamado **código polinomial**.

# Formato de trama de Ethernet



Formato IEEE 802.3

- Cuando IEEE estandarizó la Ethernet hizo los siguientes cambios al formato DIX:
  - ☐ Reducir el preámbulo a 7 bytes y usar el último byte para un **delimitador de inicio de trama**.
  - ☐ Cambiar el campo de Tipo por un **campo de Longitud**.
  - ☐ Poner un pequeño encabezado a los datos para dar información de tipo.

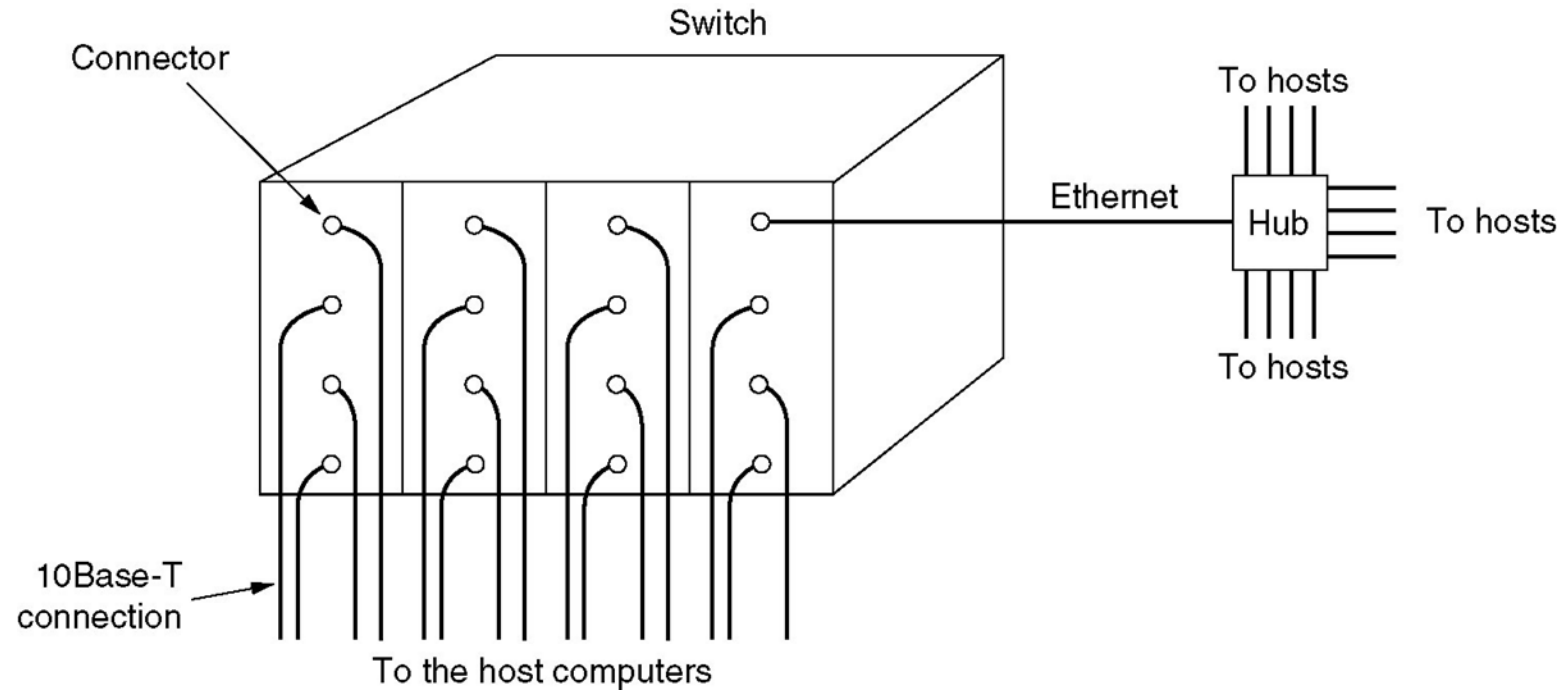
# Subcapa de control de acceso al medio

- **Aprenderemos: SCAM para LANs cableadas.**
  1. Comprender las capacidades de observación del canal que puede tener una máquina.
  2. Comprender protocolos de acceso múltiple (PAM).
  3. Comprender las LAN Ethernet
  4. **Comprender cómo funciona la Ethernet conmutada.**
    - Para entender qué son, cómo funcionan y la ventaja de usar conmutadores
  5. Comprender la Ethernet rápida, gigabit Ethernet.

# Ethernet Conmutada

- **Situación:** A medida que se agregan mas y mas estaciones a Ethernet, aumenta el tráfico. En algún momento la LAN se saturará.
- **Problema:** ¿Cómo evitar este fenómeno dentro de Ethernet?

# Ethernet Conmutada



- **Solución:** usar una **Ethernet conmutada**.
  - ❑ Un **conmutador (switch)** contiene una **matriz de conmutación** de alta velocidad y de 4 a 32 **tarjetas de línea**,
  - ❑ Cada tarjeta de línea contiene de 1 a 8 **conectores**.
  - ❑ Hay matrices de conmutación que funcionan a más de 1 Gbps.

# Ethernet Conmutada

- **Tarea realizada por un conmutador:**
  - ❑ Almacenamiento y reenvío de tramas de Ethernet.
- **Transparencia:** Los hosts no son conscientes de la presencia de conmutadores.
- **¿Los conmutadores necesitan ser administrados?**
- **No. Aprenden por si solos:** los conmutadores **no necesitan** ser configurados.

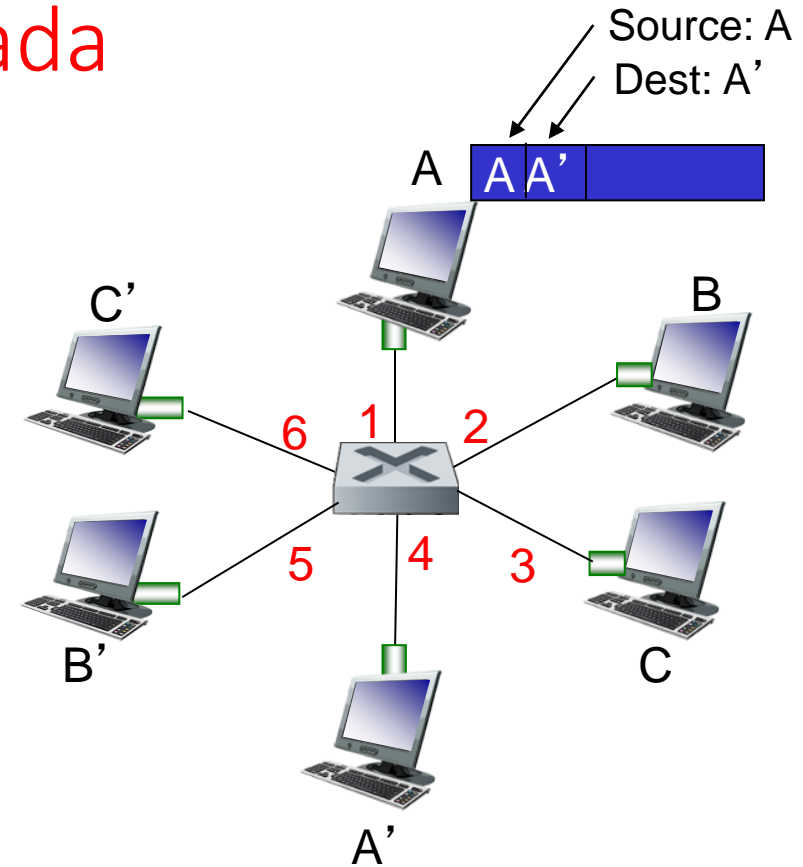
# Ethernet Conmutada

- Si dos máquinas conectadas a la misma tarjeta de conexión transmiten tramas al mismo tiempo:
  - ❑ Si todos los puertos de la tarjeta forman una LAN local dentro de la tarjeta,
    - las colisiones en esta LAN en tarjeta se detectan y manejan igual que en una red CSMA/CD.
    - Las tarjetas pueden estar transmitiendo en paralelo.
  - ❑ Si cada puerto de entrada se almacena en un búfer,
    - todos los puertos de entrada reciben y transmiten tramas al mismo tiempo, para una operación en paralelo duplex.
    - Cada puerto es un dominio de colisión independiente.



# Ethernet Conmutada

- ❖ Cada conmutador tiene una **tabla de conmutador**:
  - <dirección MAC del host, interfaz para alcanzar el host, estampilla de tiempo>
- ❖ Un conmutador **aprende** cuáles hosts pueden ser alcanzados a través de cuales interfaces
  - **Cuando el conmutador recibe una trama**
  - registra el par emisor/localización en la tabla del conmutador.



*Conmutador con 6 interfaces  
(1,2,3,4,5,6)*

MAC addr	interface	TTL
A	1	60

# Commutadores: Filtrado y Reenvío de Tramas

- **Reenvío de una trama recibida por el conmutador:**

1. Registrar enlace de ingreso, dirección MAC del host emisor de la trama.

- **Identificación de la interfaz del destino:**

2. Se Busca en la tabla del conmutador la dirección MAC del destino.

3. **if** se encuentra la entrada para el destino  
**then {**

- if** el destino está en el segmento por el cual vino la trama

- then** descartar trama

- else** enviar trama en la interfaz indicada por la entrada

- }**

- **si no se encuentra una entrada para el destino:**

- else** inundar /\* enviar en todas las interfaces excepto aquella por la que llegó la trama \*/

# Ethernet Conmutada

- **Ventajas de usar conmutadores:**
  - ❑ Con un conmutador se pueden enviar tantos datos por segundo como la capacidad de la matriz de conmutación de alta velocidad.
  - ❑ Además como el conmutador tiene varios búferes (al menos uno por tarjeta, sino más), entonces van a tenerse muchas menos colisiones que si en lugar de un conmutador se tuviera un concentrador.

# Subcapa de control de acceso al medio

- **Aprenderemos: SCAM para LANs cableadas.**
  1. Comprender las capacidades de observación del canal que puede tener una máquina.
  2. Comprender protocolos de acceso múltiple (PAM).
  3. Comprender las LAN Ethernet
  4. Comprender cómo funciona la Ethernet conmutada.
  5. **Comprender la Ethernet rápida, gigabit Ethernet.**

# Ethernet Rápida

- **Situación:** Debido al incremento de la capacidad de almacenamiento y en el poder de procesamiento, los PC actuales pueden manejar gráficos de gran calidad y aplicaciones multimedia complejas.
  - Aplicaciones red que envían ficheros con medias.
- **Consecuencias:**
  - Cuando estos ficheros son compartidos en una red, las transferencias de un cliente a otro producen un gran uso de los recursos de la red.
  - A 10 Mbps, pueden ocurrir grandes demoras cuando se envían ficheros grandes a través de la red.
- **Para evitar esas demoras:**
  - Tener mayor velocidad en las redes.

# Ethernet Rápida

- **Propósito:** Comprender cómo ha ido evolucionando la Ethernet.
- **Fast Ethernet (o 803.2u)** es el nombre de una serie de estándares de IEEE de redes Ethernet de 100 Mbps.

# Cableado de Ethernet Rápida

Name	Cable	Max. segment	Advantages
100Base-T4	Twisted pair	100 m	Uses category 3 UTP
100Base-TX	Twisted pair	100 m	Full duplex at 100 Mbps (Cat 5 UTP)
100Base-FX	Fiber optics	2000 m	Full duplex at 100 Mbps; long runs

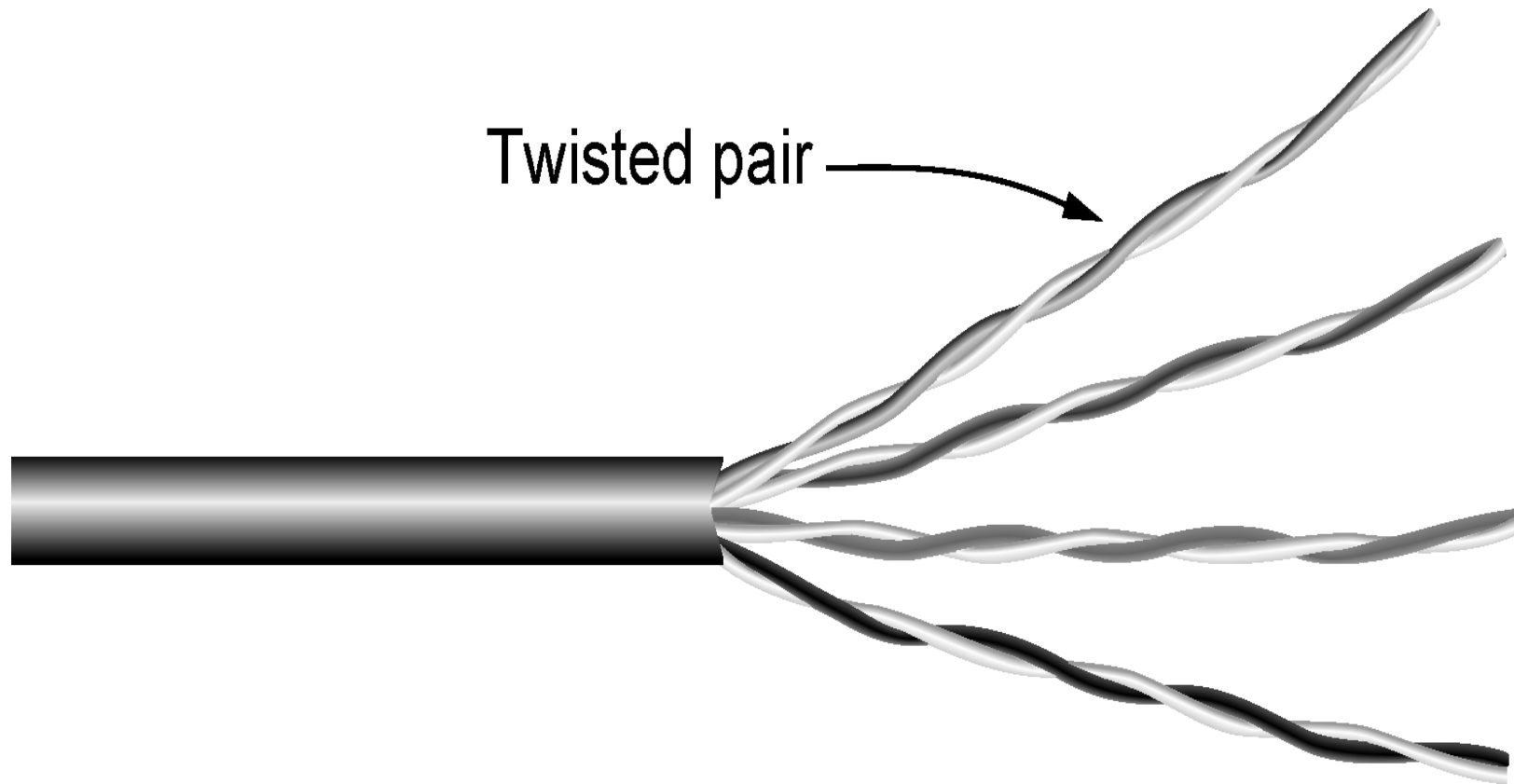
- Cable par trenzado de cobre con Cat 5 UTP domina el mercado.

# Cableado de Ethernet Rápida

- **100BASE-T** (100BASE-TX y 100BASE-T4)
  - ☐ Se usan pares de cobre trenzado.
  - ☐ 2 tipos de dispositivos de interconexión: concentradores y conmutadores.
  - ☐ Se usan las reglas estándar: el formato de las tramas, CSMA/CD y el algoritmo de retroceso exponencial binario.
  - ☐ En 100BASE-TX Se usan dos pares de cable trenzado de categoría 5 por estación, uno para enviar y otro para recibir.



Category 5 UTP cable with four twisted pairs.



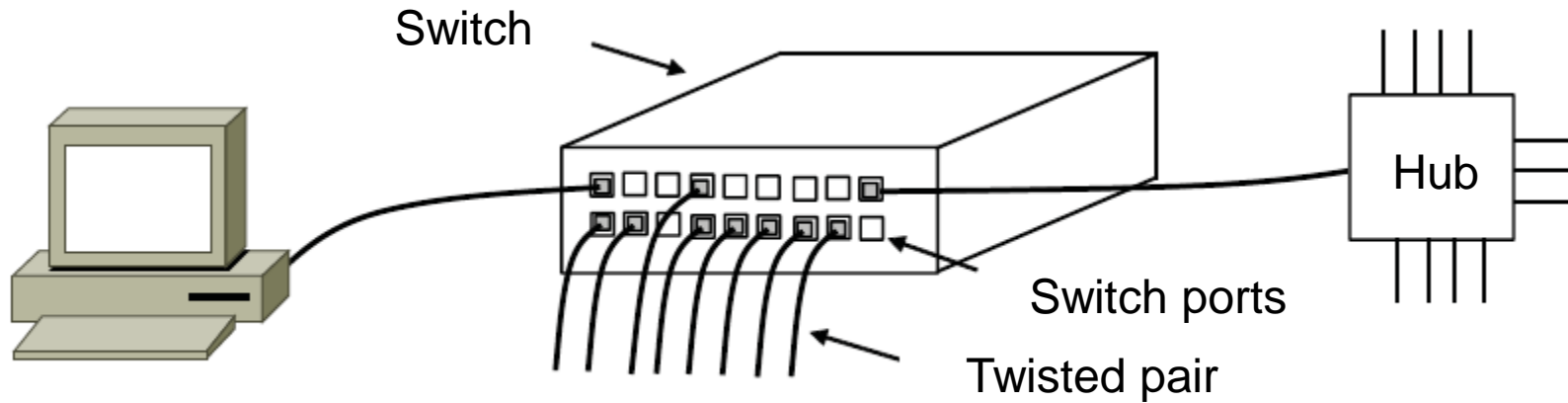
- **100BASE-TX:** Es uno de los más usados.
  - ☐ Se usan dos pares de cable trenzado de categoría 5 por estación, uno para enviar y otro para recibir.
  - ☐ Los cables pueden manejar velocidades de reloj de 125 MHz.

# Cableado de Ethernet Rápida

- **100BASE-FX**

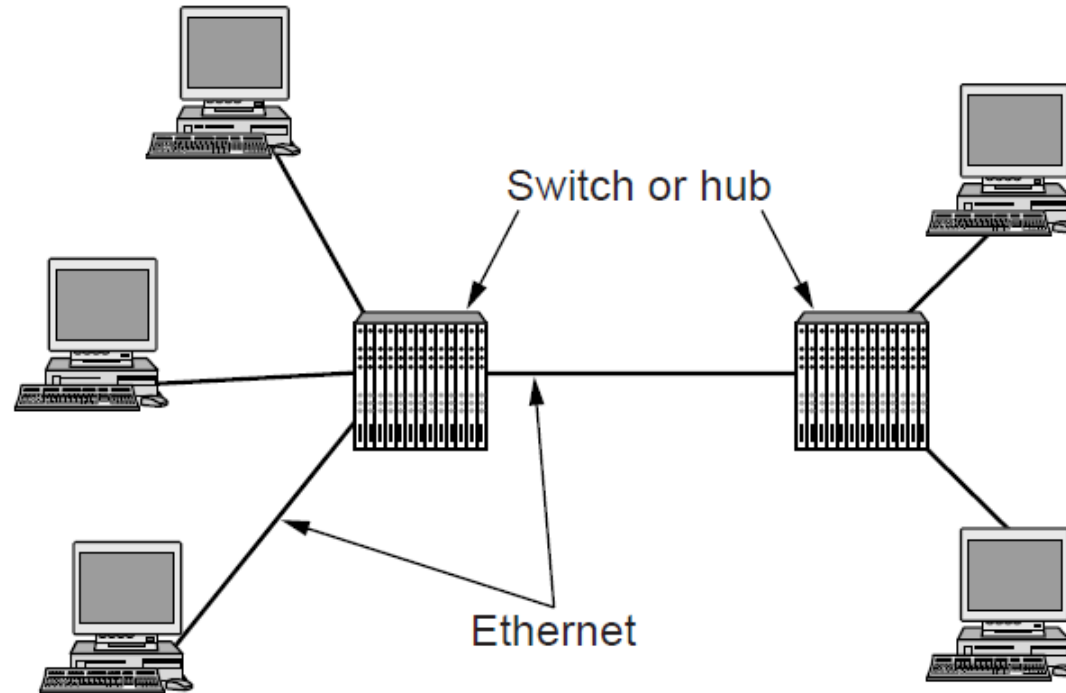
- ☐ 2 líneas de fibra óptica : una para recepción (RX) y la otra para transmitir (TX).
- ☐ La distancia entre una estación y el conmutador es de hasta 2 km.
- ☐ Los cables 100BaseFX deben conectarse a conmutadores.
  - Los concentradores no están permitidos con 100Base-FX

# Ethernet Rápida Conmutada



Los conmutadores pueden estar conectados a computadoras, concentradores y conmutadores.

# Gigabit / 10 Gigabit Ethernet



Switched Gigabit Ethernet is now the garden variety

- With full-duplex lines between computers/switches

# Gigabit / 10 Gigabit Ethernet

- Gigabit Ethernet

Name	Cable	Max. segment	Advantages
1000Base-SX	Fiber optics	550 m	Multimode fiber (50, 62.5 microns)
1000Base-LX	Fiber optics	5000 m	Single (10 $\mu$ ) or multimode (50, 62.5 $\mu$ )
1000Base-CX	2 Pairs of STP	25 m	Shielded twisted pair
1000Base-T	4 Pairs of UTP	100 m	Standard category 5 UTP

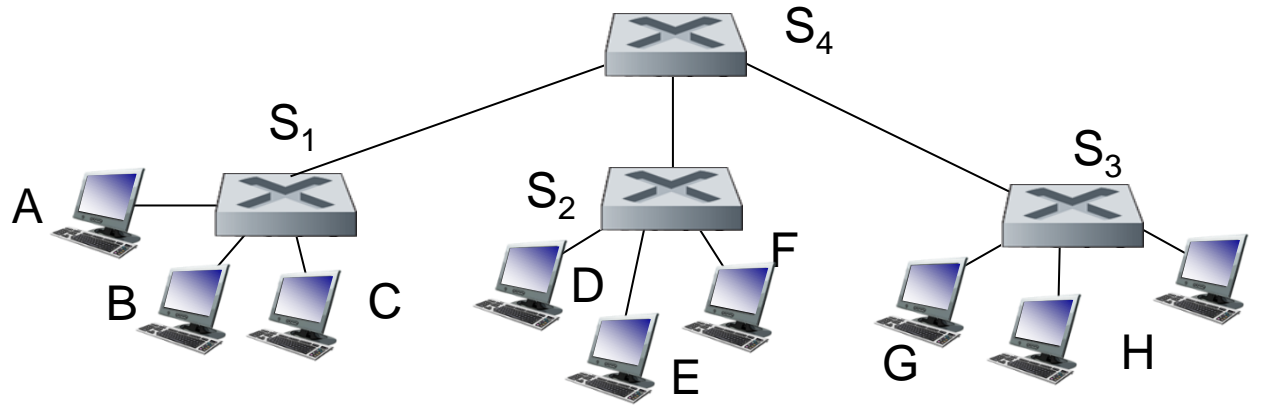
- 10 Gigabit Ethernet

Name	Cable	Max. segment	Advantages
10GBase-SR	Fiber optics	Up to 300 m	Multimode fiber (0.85 $\mu$ )
10GBase-LR	Fiber optics	10 km	Single-mode fiber (1.3 $\mu$ )
10GBase-ER	Fiber optics	40 km	Single-mode fiber (1.5 $\mu$ )
10GBase-CX4	4 Pairs of twinax	15 m	Twinaxial copper
10GBase-T	4 Pairs of UTP	100 m	Category 6a UTP

- 40/

# Interconectando conmutadores

❖ Conmutadores pueden conectarse entre sí.



Q: Enviando de A a G - ¿Cómo hace S<sub>1</sub> para saber cómo enviar una trama destinada a F vía S<sub>4</sub> y S<sub>3</sub>?

❖ A: ¡Auto aprendizaje! (se trabaja exactamente de la misma manera que en el caso de un único conmutador).

# Red cableada institucional

