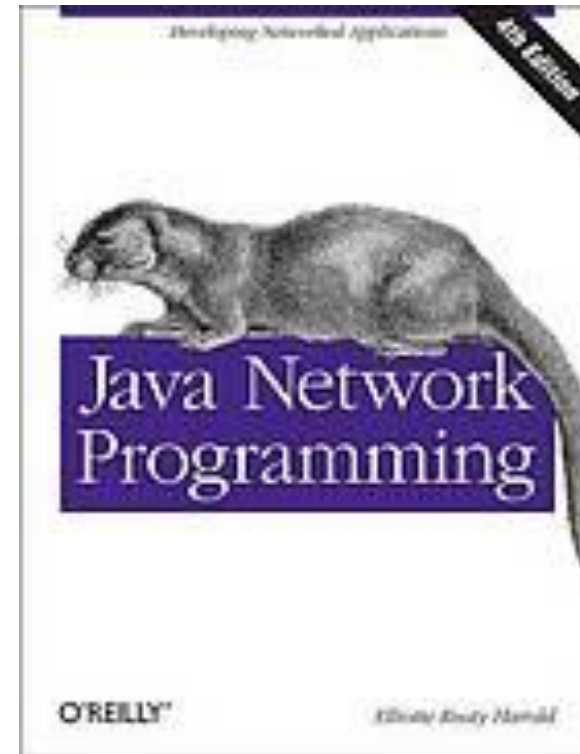
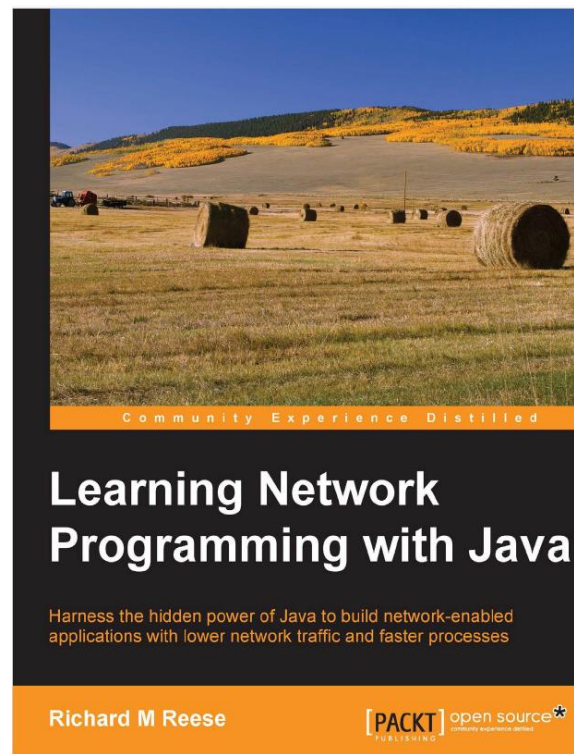


# REDES DE COMPUTADORES Y LABORATORIO

**Christian Camilo Urcuqui López, MSc**



# BIBLIOGRAFÍA



# PROYECTO

**Cuando el bibliotecólogo te dice que te enseñará a utilizar de manera completa la base de datos.**



Mínimo dos referencias que no sean grises (sin incluir alguno de los libros utilizados en las sesiones).

<http://www.icesi.edu.co/biblioteca/facultades/ingenieria/>



# PROYECTO



# COMPETENCIAS

- Identifique el hardware de las 2 últimas capas del modelo OSI.
- Explique la capa de enlace de datos
- Explique redes Ethernet LAN
- Explique IEEE 802.3 y 802.11

# HARDWARE DE RED

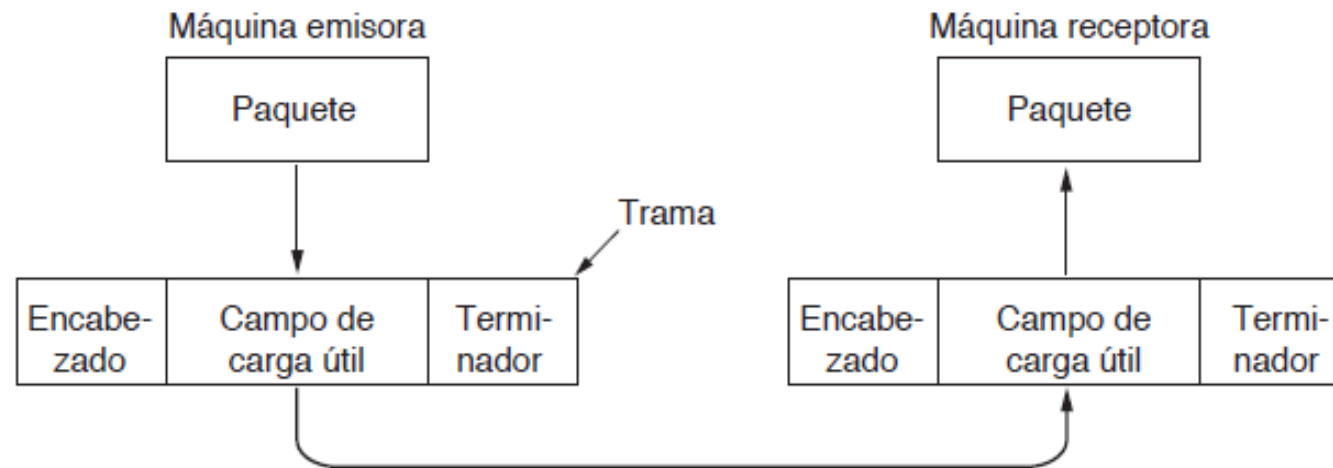
- **Enlaces punto a punto.** Conectan pares individuales de máquinas. Los paquetes pueden pasar por máquinas intermedias.
  - Si en la transmisión solo esta el emisor y receptor entonces se conoce como **unidifusión** (*unicasting*).
- **Redes de difusión.** Todas las máquinas comparten el canal de comunicación; los paquetes que envía una máquina son recibidos por todas las demás (Existe un campo en la dirección que especifica el receptor). Ejemplo, red inalámbrica.
  - Cuando el paquete es enviado a todos los nodos entonces se conoce como **difusión** (*broadcasting*).
  - Si el paquete es enviado a solo un subconjunto de máquinas, este tipo se conoce como multidifusión (*multicasting*).

# LA CAPA DE ENLACE DE DATOS

- En esta capa se aplican algoritmos para lograr una comunicación confiable y eficiente de unidades completas de información llamadas **tramas** entre dos máquinas adyacentes.
- La propiedad esencial de un canal es que los **bits deben entregarse exactamente en el mismo orden en que se enviaron**.
- Existen errores en los canales de comunicación, hay una tasa de transmisión finita y retardo de propagación.

# LA CAPA DE ENLACE DE DATOS

- La capa de enlace de datos utiliza los servicios de la capa física para enviar y recibir bits a través de los canales de comunicación.
  - Proporcionar a la capa de red una interfaz de servicio bien definida.
  - Manejar los errores de transmisión.
  - Regular el flujo de datos.





# LA CAPA DE ENLACE DE DATOS

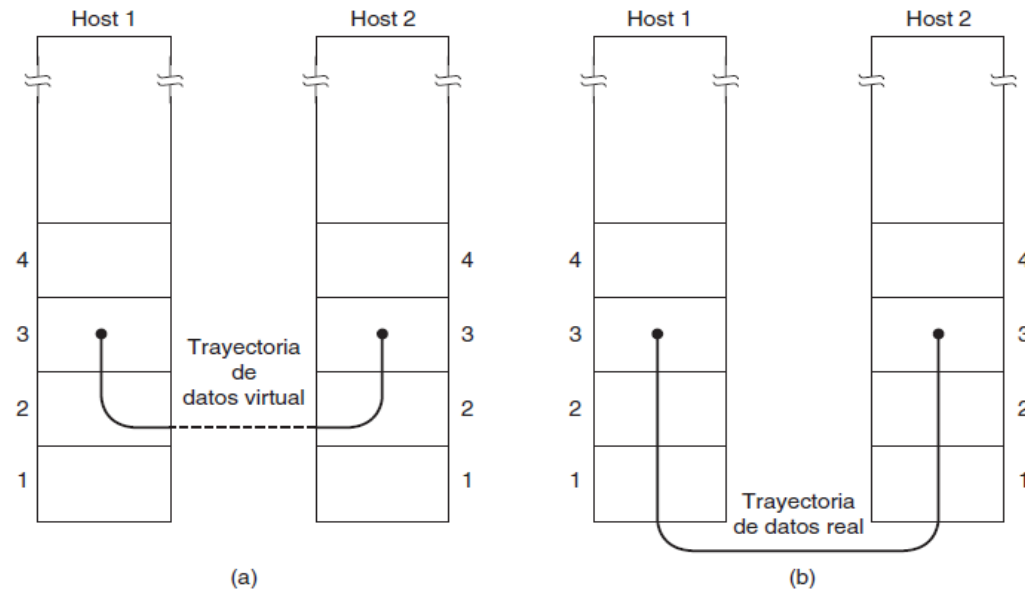


Figura 3-2. (a) Comunicación virtual. (b) Comunicación real.

# LA CAPA DE ENLACE DE DATOS

- Servicios ofrecidos varían de un protocolo a otro, pero usualmente se proporcionan:
  - Servicio sin conexión ni confirmación de recepción.
  - Servicio sin conexión con confirmación de recepción.
  - Servicio orientado a conexión con confirmación de recepción.
- Actividades a tener en cuenta para proveer el servicio:
  - Entramado
  - Control de errores
  - Control de flujo

# LA CAPA DE ENLACE DE DATOS

## **Entramado**

1. Conteo de bytes.
2. Bytes bandera con relleno de bytes.
3. Bits bandera con relleno de bits.
4. Violaciones de codificación de la capa física.

# LA CAPA DE ENLACE DE DATOS

## Entramado - Conteo de bytes

- El conteo puede presentar problemas debido a un error de transmisión.
- Tampoco es útil enviar un trama de vuelta a la fuente ya que se desconoce cuántos bytes para regresar al inicio.

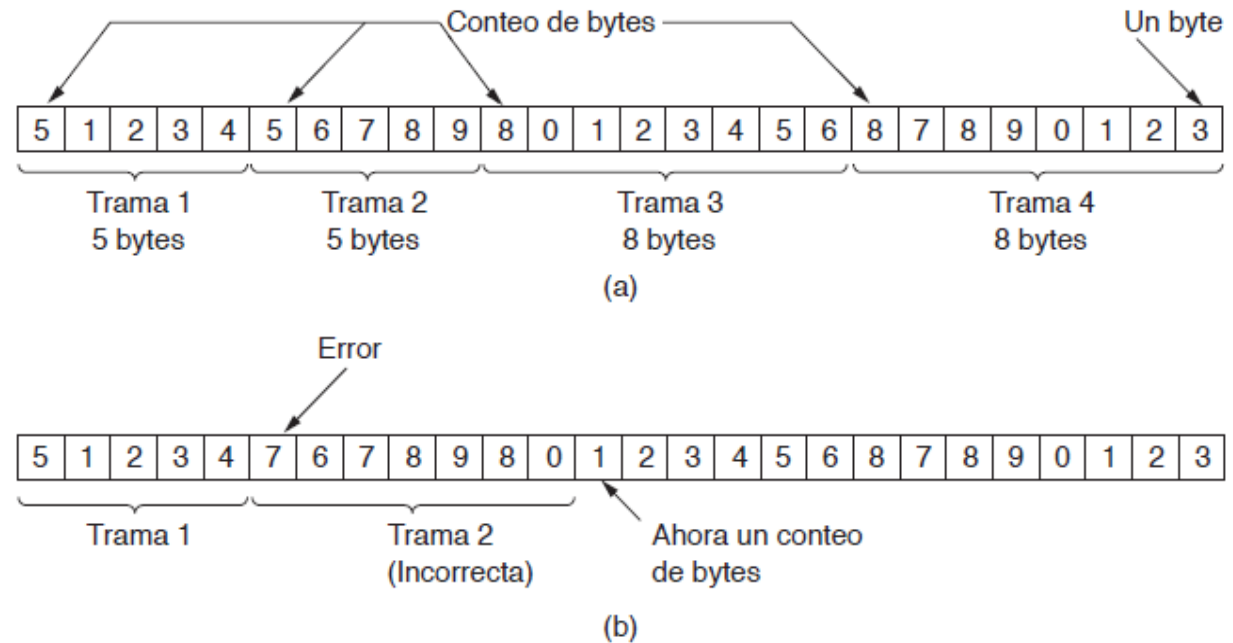


Figura 3-3. Un flujo de bytes. (a) Sin errores. (b) Con un error.



# LA CAPA DE ENLACE DE DATOS

## Entramado - Bytes bandera con relleno de bytes

- Hay un byte bandera (FLAG) como delimitador inicial y final. Dos bytes bandera consecutivos señalan el final de una trama y el inicio del siguiente.
- Si el receptor pierde la sincronización entonces busca el FLAG.
- Problema - puede suceder que el byte bandera aparezca en los datos.

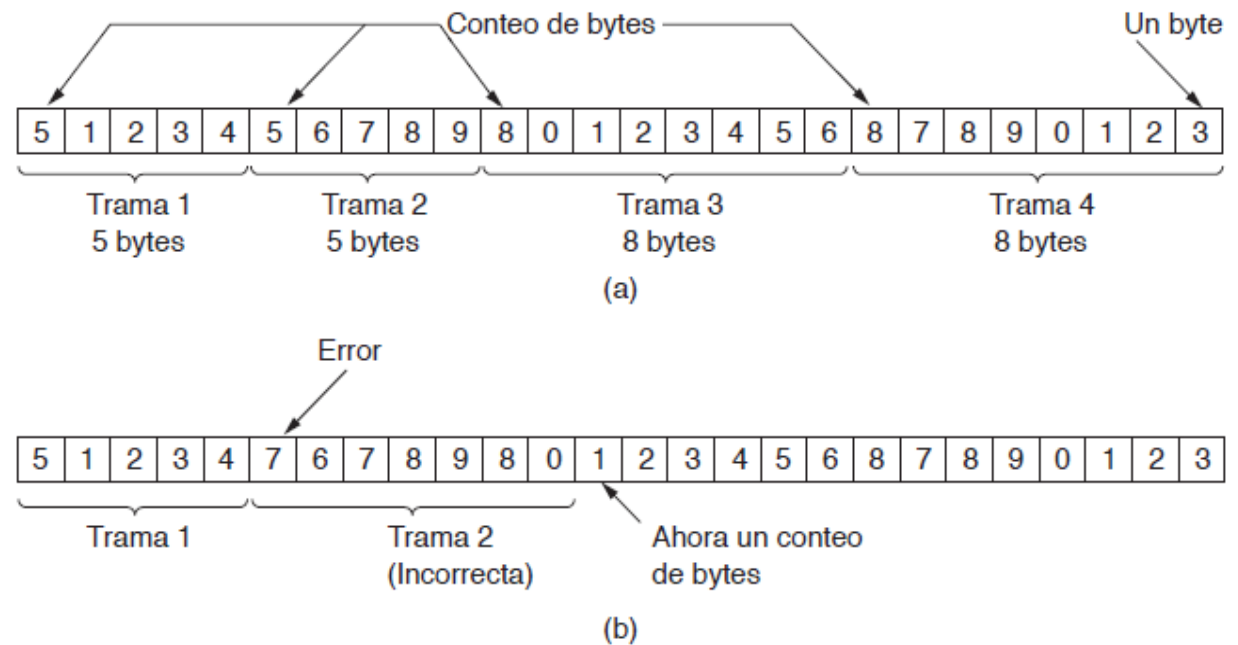
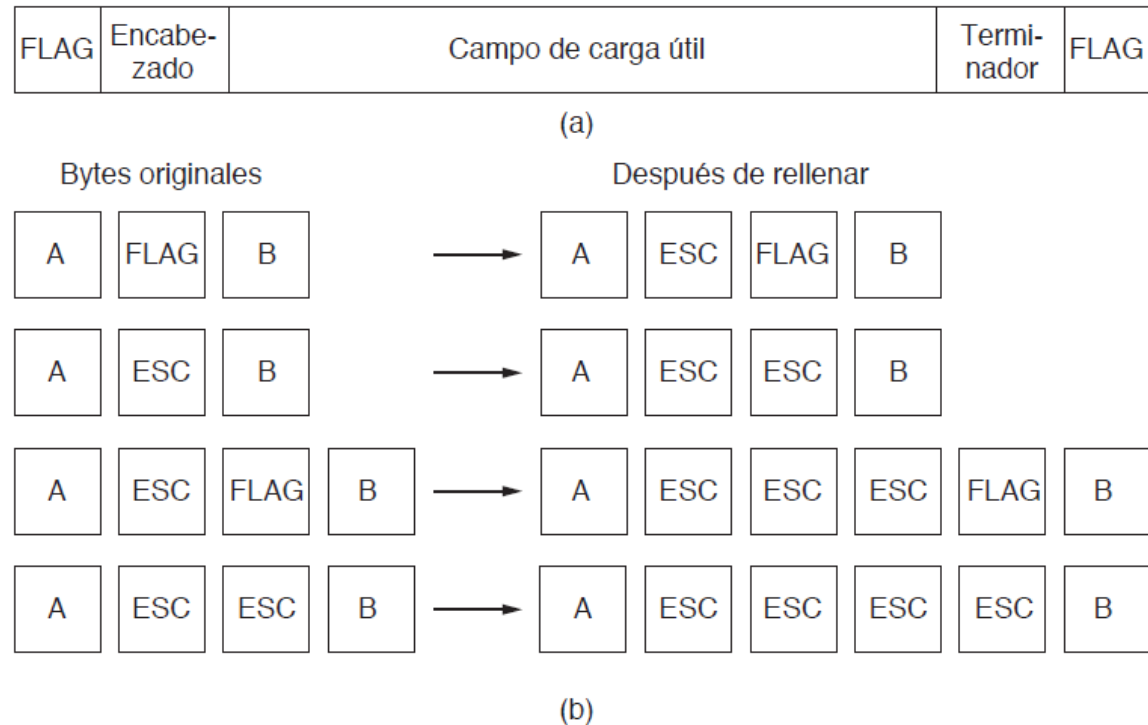


Figura 3-3. Un flujo de bytes. (a) Sin errores. (b) Con un error.

# LA CAPA DE ENLACE DE DATOS

## Entramado - Bits bandera con relleno de bits.

- Para resolver el anterior problema se inserta un byte de escape especial (ESC) justo antes de cada byte bandera “accidental” en los datos.
- De esta forma se puede diferenciar un byte bandera del entramado de uno en los datos mediante la ausencia o presencia de un byte de escape.



**Figura 3-4.** (a) Una trama delimitada por bytes bandera. (b) Cuatro ejemplos de secuencias de bytes antes y después del relleno de bytes.

# LA CAPA DE ENLACE DE DATOS

- Muchos protocolos de enlace de datos usan una combinación de estos métodos por seguridad. Un patrón muy utilizado para **Ethernet y IEEE 802.11** es hacer que una trama inicie con un patrón bien definido, conocido como **preámbulo**.
- Ethernet e IEEE 802.11 son estándares de los dos niveles inferiores del modelo OSI.

# LA CAPA DE ENLACE DE DATOS

## Control de errores

- El proceso regular para asegurar la entrega confiable de datos es a través de la retroalimentación al emisor. Por lo general, el protocolo exige que el receptor devuelva tramas de control especiales con confirmaciones positivas o negativas.
- Se introducen temporizadores para el tiempo de espera de los mensajes de confirmación.

## Control de flujo

- Control de flujo basado en retroalimentación.
- Control de flujo basado en tasa.



# LA CAPA DE ENLACE DE DATOS

## Código de detección de errores

- Se utilizan más en los enlaces inalámbricos ya que son más ruidosos y propensos a errores a diferencia de los enlaces de fibra óptica.
- Existen tres códigos de detección de errores:
  - Paridad
  - Sumas de verificación
  - Pruebas de Redundancia Cíclica (CRC)

# ETHERNET

- Es un estándar de redes LAN. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.
  - **Ethernet clásica**, resuelve el problema de acceso múltiple. Operaba a tasas de transmisión de 3 a 10 Mbps.
  - **Ethernet conmutada**, los switches se utilizan para conectar distintas computadoras. Opera a 100, 1000 y 10000 Mbps, conocidas como Fast Ethernet, Gigabit Ethernet y 10 Gigabit Ethernet.

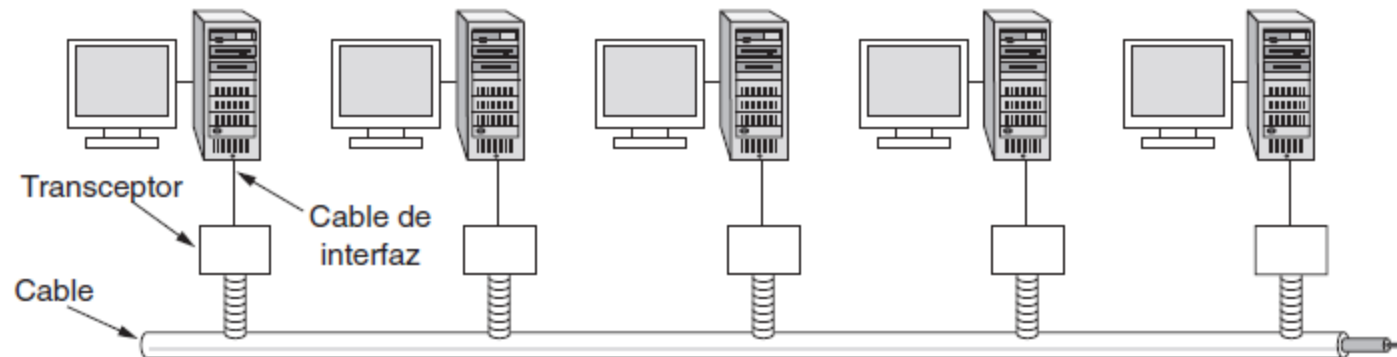


Figura 4-13. Arquitectura de Ethernet clásica.

# ETHERNET

- El **preámbulo** es un patrón de bits 10101010 que le indica al receptor si es una trama Ethernet o IEEE 802.3. La trama Ethernet incluye un byte adicional que es equivalente al inicio de la trama (SOF) en IEEE 802.3 (es decir, los últimos dos bits se establecen en 11).
- El primer bit de la dirección de destino es un 0 para direcciones ordinarias (*multicasting*) y un 1 para direcciones de grupo (*broadcasting*).
- **Tipo**, especifica a qué proceso darle la trama. Por ejemplo, si es de IPv4.

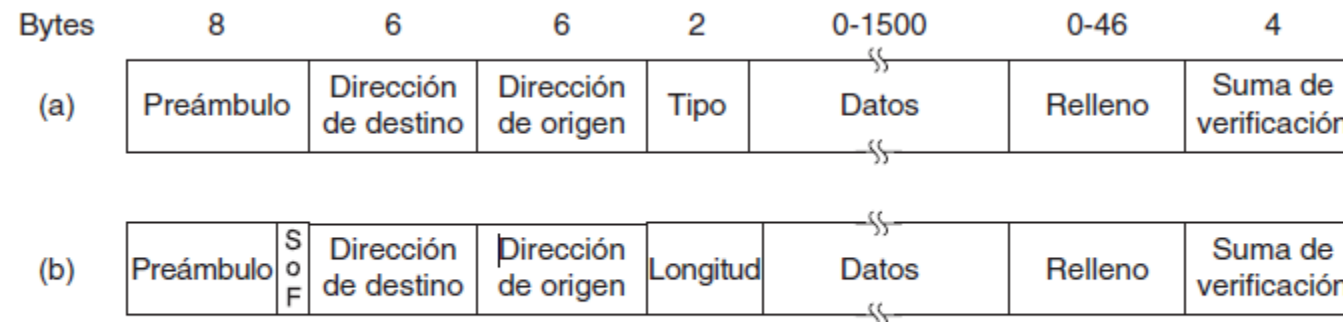


Figura 4-14. Formatos de trama. (a) Ethernet (DIX). (b) IEEE 802.3.

# ETHERNET

- **Datos.** Con el fin de verificar tramas válidas de las inservibles, Ethernet especifica que las tramas deben tener como mínimo 64 bytes, de la dirección destino a la suma de verificación. Si la porción de una trama es menor que 46, el campo de **relleno** se utiliza para completarla.
- **Suma de verificación.** Determina si los bits de la trama se recibieron correctamente. Sólo realiza detección de errores y la trama se desecha si se detecta uno.

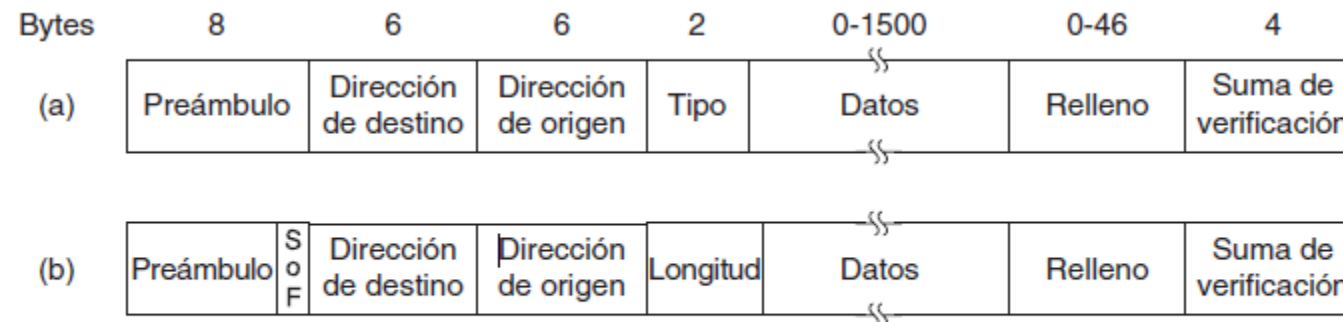


Figura 4-14. Formatos de trama. (a) Ethernet (DIX). (b) IEEE 802.3.



# ETHERNET CONMUTADA

- Los problemas asociados con el hecho de encontrar interrupciones o conexiones flojas condujeron hacia un distinto tipo de patrón de cableado

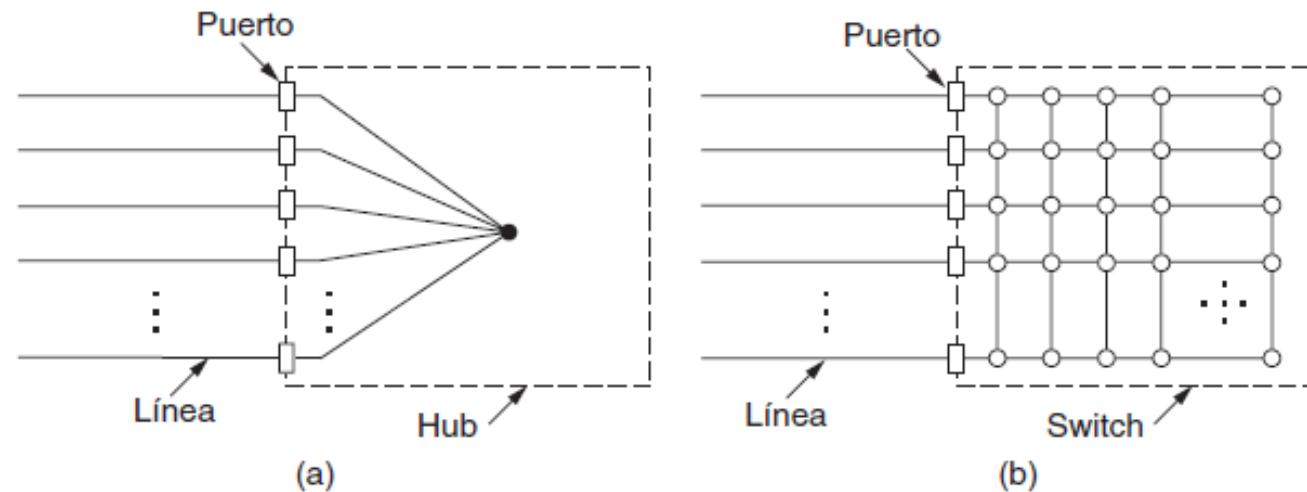


Figura 4-17. (a) Hub. (b) Switch.

# ETHERNET CONMUTADA

- Pero un diseño con hubs (concentradores) no iba a incrementar la capacidad debido a que son lógicamente equivalentes al cable extenso individual de la Ethernet clásica.
- Existe una forma de aumentar la carta (una ethernet conmutada) donde el corazón de este sistema es un **conmutador (switch)** que contiene un plano posterior (backplane) de alta velocidad.



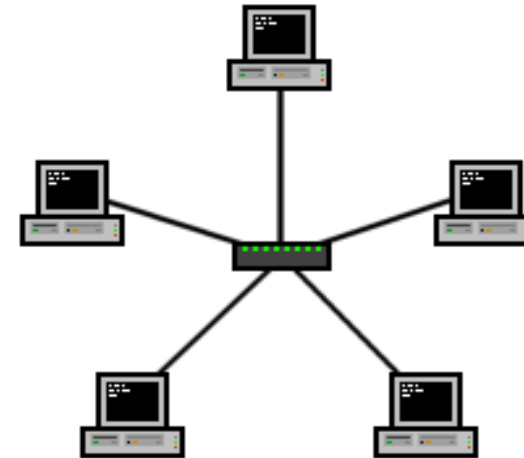
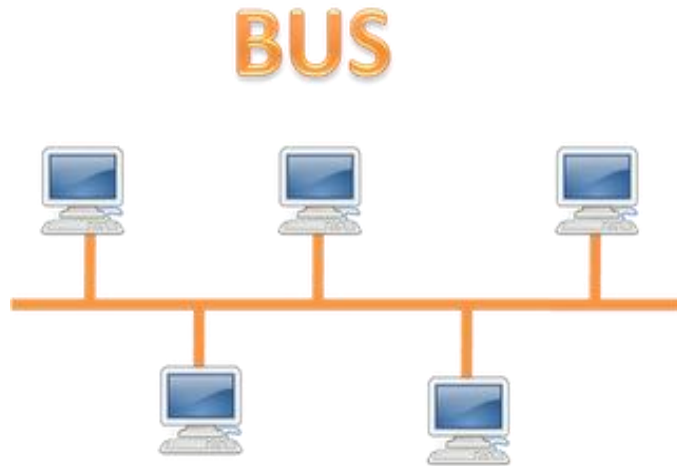
Small hub



Workgroup switch

# RECORDEMOS...

- ¿Qué tipo de topologías hay? ¿cuales son sus ventajas y desventajas?



<https://www.conceptdraw.com/How-To-Guide/cisco-routers>

# ETHERNET CONMUTADA

- El switch verifica la dirección de Ethernet para ver cuál es el puerto de destino de la trama.
- Utilizan algoritmos (por ejemplo el CSMA/CD) para evitar las colisiones entre las tramas, cada puerto es su propio dominio de colisión independiente.
- Recordemos... existen cables full-dúplex donde se envía información en ambas direcciones.

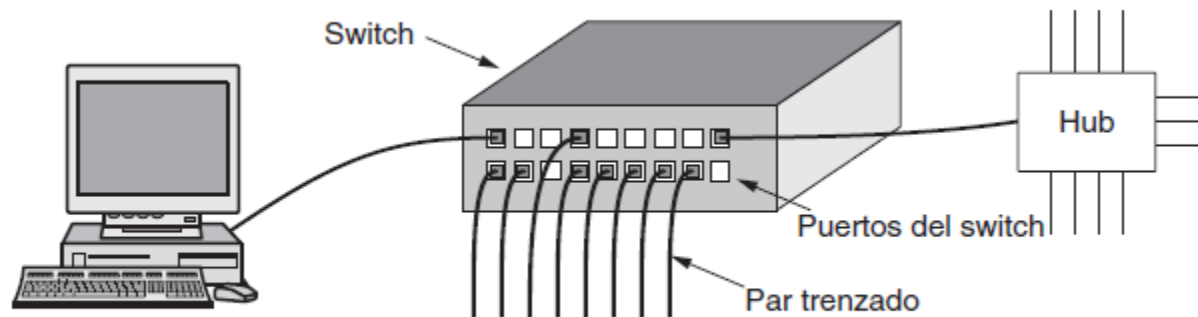
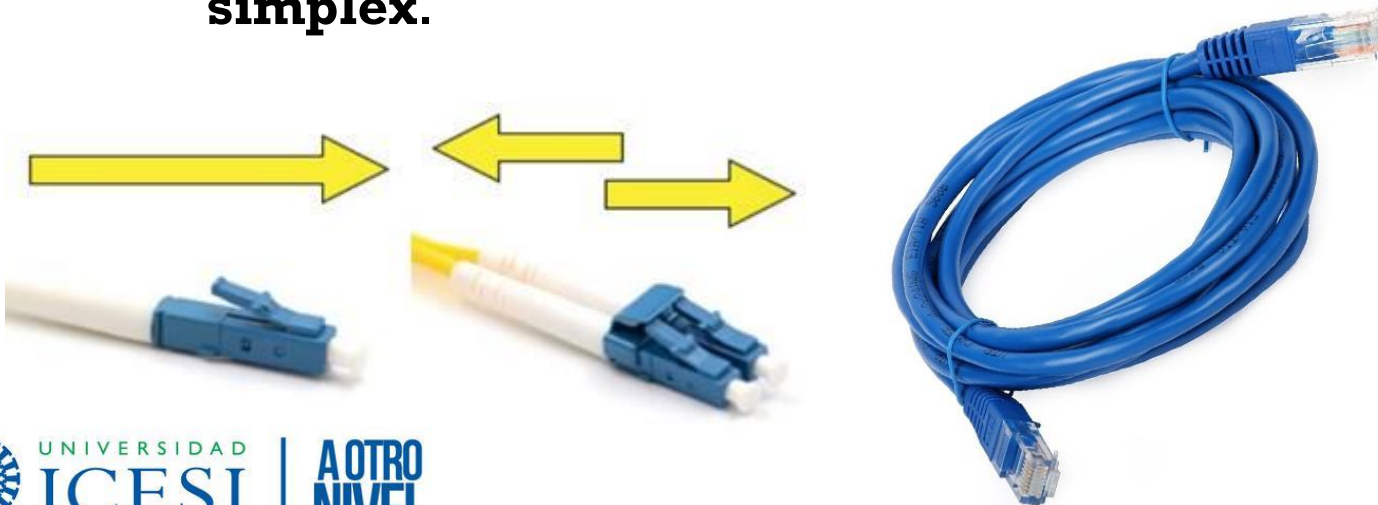


Figura 4-18. Un switch Ethernet.

# TIPOS DE ENLACES — MEDIO ALAMBRADO

- Los enlaces que se pueden utilizar en ambas direcciones al mismo tiempo, como un camino de dos carriles, se llaman enlaces **full-dúplex**.
- Los enlaces que se pueden utilizar en cualquier dirección, pero sólo uno a la vez, como una vía de ferrocarril de un solo sentido, se llaman enlaces **half-dúplex**.
- Hay una tercera categoría que consiste en enlaces que permiten tráfico sólo en una dirección, como una calle de un solo sentido. A éstos se les conoce como enlaces **simplex**.



Los cables hasta la categoría 6 - UTP( **Par Trenzado sin Blindaje**, del inglés *Unshielded Twisted Pair*)



# SEGURIDAD

- La mayoría de interfaces de LAN tienen un **modo promiscuo**, en el que **TODAS** las tramas se entregan a cada computadora y no sólo las que van dirigidas a ella.
- En un hub, cualquier computadora puede ver el tráfico de red transmitido entre los dispositivos.
- En un switch, el tráfico solo se reenvía sólo a los puertos a los que está destinado.

# REDES LAN INALÁMBRICAS

- El principal estándar de IEEE 802.11-2007.
- Existen dos modos para la interconexión:
  - **El modo de infraestructura**, cada cliente se asocia con un **AP (Punto de Acceso, del inglés *Access Point*)** que a su vez está conectado a la tora red. Se pueden conectar puntos de acceso entre sí mediante una red inalámbrica llamada **sistema de distribución**.
  - **Red ad hoc**. Es una colección de computadoras que están asociadas de manera que pueden enviarse tramas directamente unas a otras. No existe el punto de acceso.

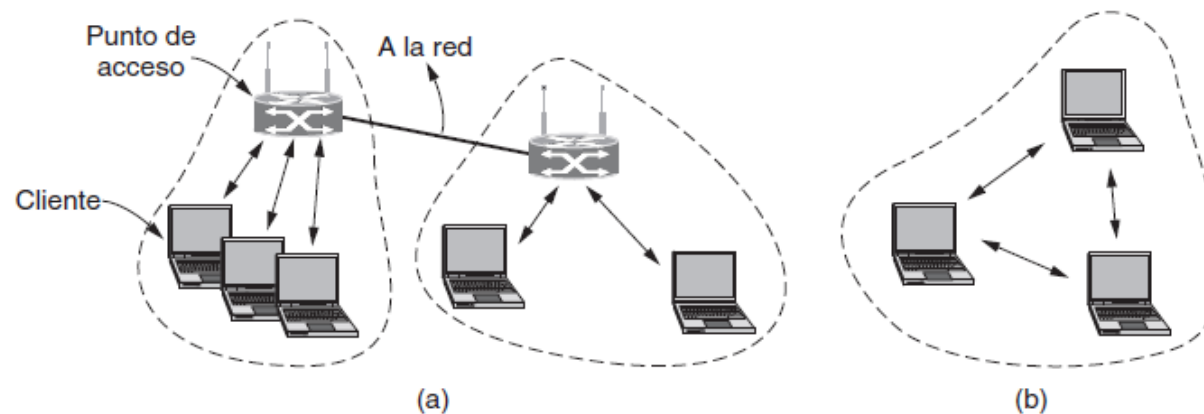


Figura 4-23. Arquitectura 802.11. (a) Modo de infraestructura. (b) Modo *ad hoc*.

# REDES LAN INALÁMBRICAS

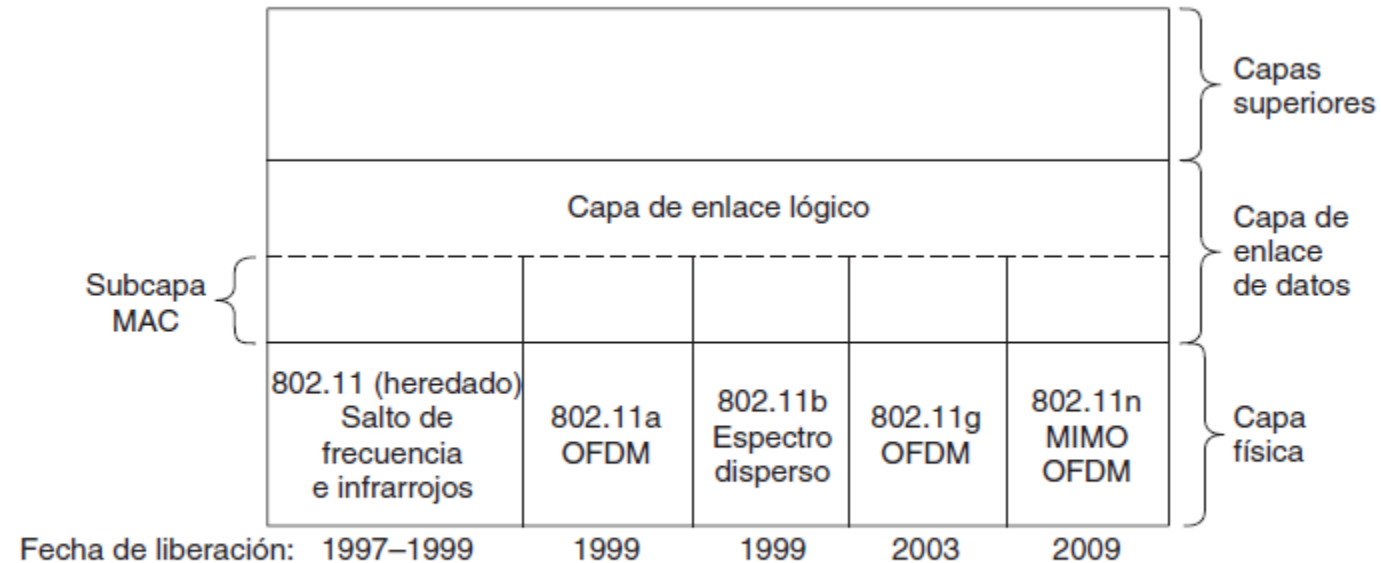


Figura 4-24. Parte de la pila de protocolos 802.11.

# REDES LAN INALÁMBRICAS

- Servicios del estándar 802.11:
  - **Asociación**, lo utilizan las estaciones móviles para conectarse ellas mismas a los AP.
  - **Reasociación**, permite a una estación cambiar su AP preferido sin perder datos.
  - **Desasociar**, la estación o la AP puede desconectarse.
  - **Autenticar**, Existen distintos esquemas de seguridad, el abierto (cualquiera puede acceder) y con credenciales de acceso (por ejemplo, el “recomendado” WPA2 –*WiFi Protected Access 2*). ¡Ya existe el WPA3!
  - **Distribución**, determina como encaminar cada trama.

# ETHERNET E IEEE 802.11

**Las redes LAN** pueden diferir en la seguridad y la calidad del servicio.

- Algunas redes LAN tienen **cifrado** en la capa de enlace (por ejemplo, **802.11**) y otras no (por ejemplo, Ethernet)
- Algunas redes LAN tienen características de calidad de servicio tales como las **prioridades** (por ejemplo, **802.11**) y otras no (como Ethernet).

# COMPETENCIAS

- Explique la capa de enlace de datos
  - Defina el uso de los puentes
  - Explique la operación de los dispositivos por capas
  - Defina una red VLAN



# PUENTES

- La necesidad de la conectividad entre redes aisladas.
- Manejo de cargas en cada LAN independiente.
- Un puente permite la unión entre varias LAN físicas en una sola LAN lógica.
- Dos redes LAN separadas tienen el doble de capacidad que una sola.
- Un switch es lo mismo que un puente.



# PUENTES

- Puentes transparentes:
  - **Algoritmo de aprendizaje hacia atrás**, permite detener el tráfico que se envía a donde no es necesario.
  - **Algoritmo de árbol de expansión**, rompe los ciclos que se pueden formar cuando los switches se conectan entre sí de manera no intencional.
- Si la tecnología de LAN es Ethernet, los puentes son conocidos como switches Ethernet.

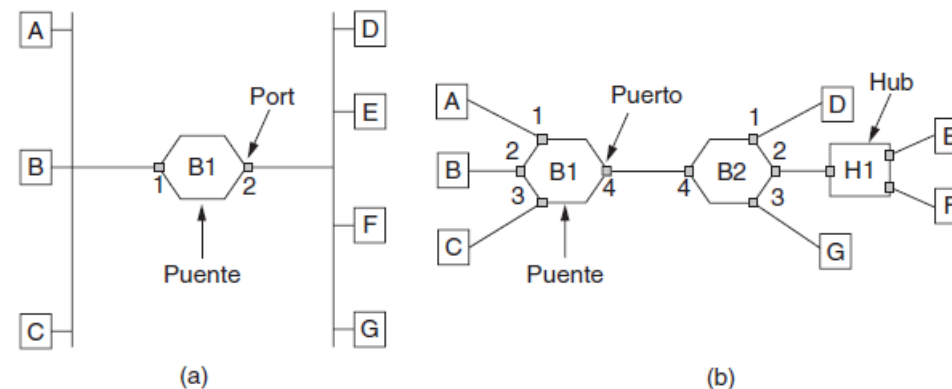


Figura 4-41. (a) Puente que conecta dos redes LAN multiderivación. (b) Puentes (y un hub) que conectan siete estaciones punto a punto.

# PUENTES

- Cada puente opera en modo promiscuo; es decir, acepta cada una de las tramas que transmiten las estaciones conectadas a cada de sus puertos.
- El puente decide si reenviar o desechar cada trama, para el primer caso, también decidir por cuál puerto enviar la trama.
- Con el fin de administrar los destinos y a qué puerto de salida pertenece, cada puente permite gestionar este proceso a través de una tabla (*hash*).
- En un principio las tablas hash están vacías. Ninguno de los puentes conoce el destino, por ello utiliza un algoritmo de inundación. Con el paso del tiempo, los puentes mapean los destinos y los puertos en la tabla hash.

# APRENDIZAJE HACIA ATRÁS

- Los puentes funcionan en modo promiscuo y pueden ver todas las tramas que se envían por cualquiera de sus puertos. Al analizar las direcciones de origen, pueden saber cuáles máquinas están disponibles en cuáles puertos. Por ejemplo, si el puente *B1* de la figura 4-41(b) ve una trama en el puerto 3 que proviene de *C*, sabe que es posible acceder a *C* por medio del puerto 3, así que registra una entrada en su tabla de hash. Cualquier trama subsecuente dirigida a *C* que llegue desde el puente *B1* por cualquier puerto se reenviará al puerto 3.

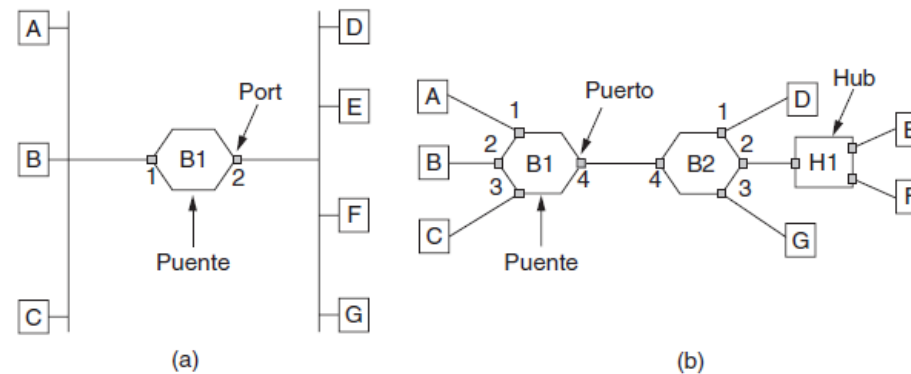


Figura 4-41. (a) Puente que conecta dos redes LAN multiderivación. (b) Puentes (y un hub) que conectan siete estaciones punto a punto.

# PUENTES

- El procedimiento de enrutamiento para una trama entrante depende del puerto y de la dirección de destino, estas son las actividades:
  1. Si el puerto para la dirección de destino es el mismo que el puerto de origen, se desecha la trama.
  2. Si el puerto para la dirección y el puerto de origen son diferentes, se reenvía la trama por el puerto de destino.
  3. Si se desconoce el puerto de destino, se recurre a la inundación y envía la trama por todos los puertos excepto el de origen.

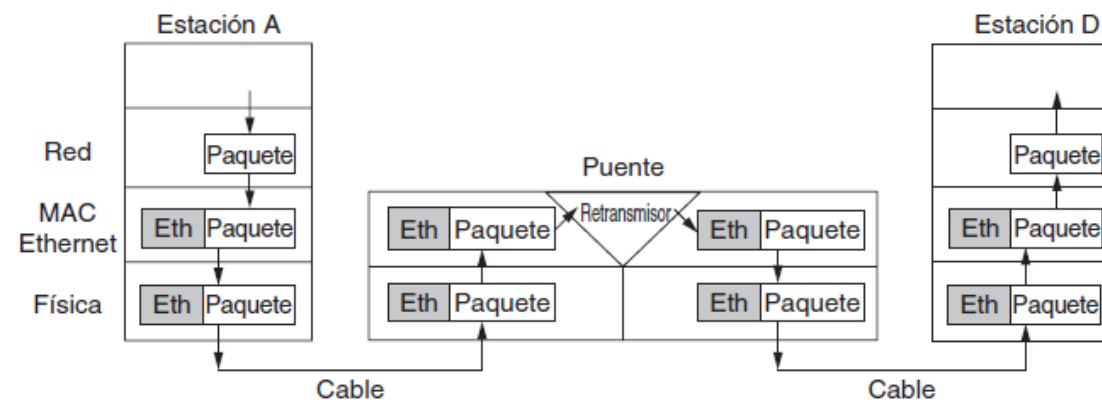


Figura 4-42. Procesamiento de protocolos en un puente.

# PUENTES

- La redundancia ocasionalmente originada por el proceso de inundación, puede crear ciclos en la topología ocasionando problemas en la transmisión.

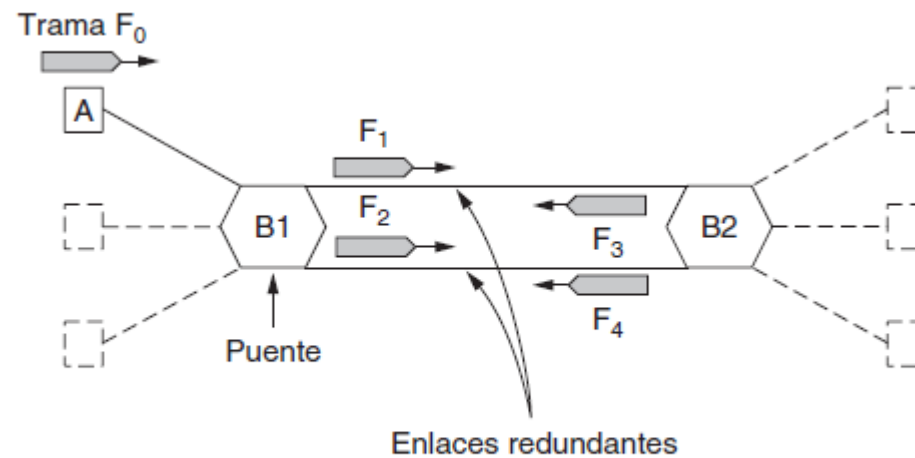
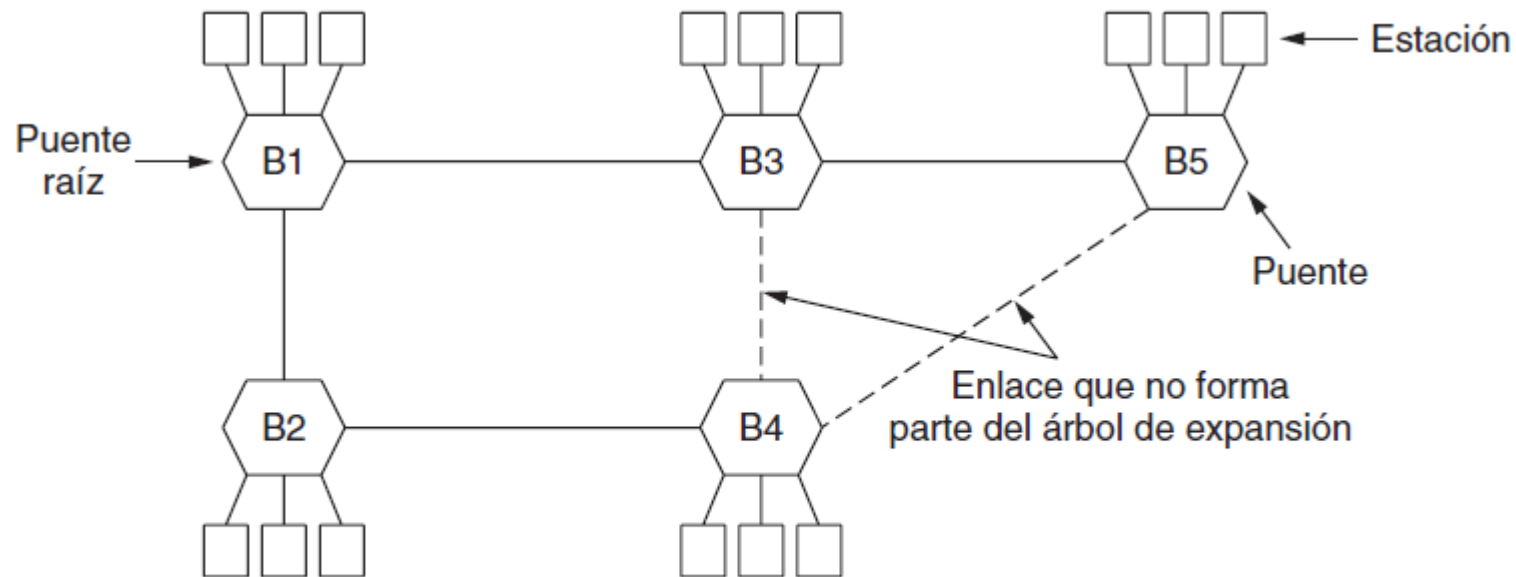


Figura 4-43. Puentes con dos enlaces paralelos.



# PUENTES

- La solución a la redundancia es que los paquetes se comuniquen entre sí y cubran la topología existente con un árbol de expansión que llegue a todos los puentes.

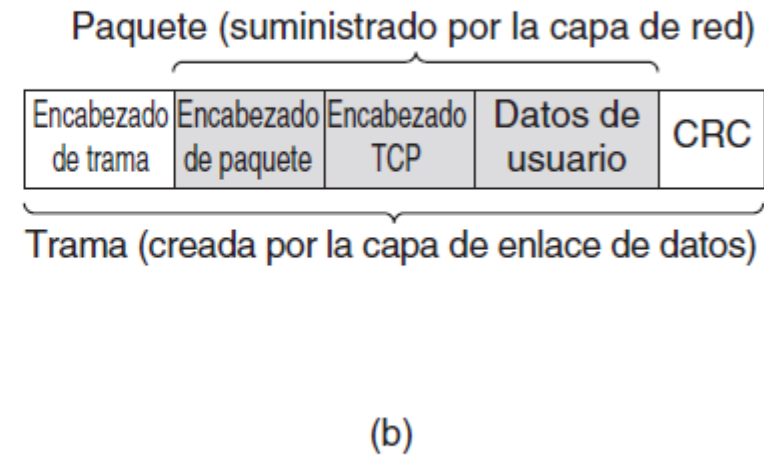


**Figura 4-44.** Un árbol de expansión que conecta cinco puentes. Las líneas punteadas son enlaces que no forman parte del árbol de expansión.

# OPERACIÓN DE DISPOSITIVOS POR CAPAS

Capa de aplicación	Puerta de enlace de aplicación.
Capa de transporte	Puerta de enlace de transporte.
Capa de red	Enrutador.
Capa de enlace de datos	Puente, switch.
Capa física	Repetidor, hub.

(a)



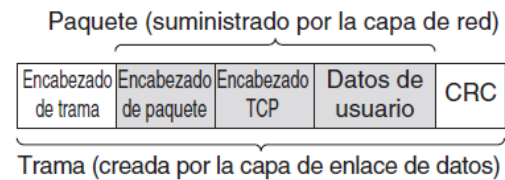
**Figura 4-45.** (a) Qué dispositivo está en cada capa. (b) Tramas, paquetes y encabezados.

# OPERACIÓN DE DISPOSITIVOS POR CAPAS

- Los Hubs y repetidores no distinguen entre tramas, paquetes o encabezados. Ellos comprenden los símbolos que codifican bits como voltios.
- Los repetidores amplifican las señales entrantes.

Capa de aplicación	Puerta de enlace de aplicación.
Capa de transporte	Puerta de enlace de transporte.
Capa de red	Enrutador.
Capa de enlace de datos	Puente, switch.
Capa física	Repetidor, hub.

(a)



(b)



Figura 4-45. (a) Qué dispositivo está en cada capa. (b) Tramas, paquetes y encabezados.

# OPERACIÓN DE DISPOSITIVOS POR CAPAS

- Cuando un paquete llega a un enrutador, se quita el encabezado y el terminador de la trama, y se pasa el campo de carga útil de la trama al software de enrutamiento.
- Recordemos... una dirección IPv4 (32 bits) e IPv6 (128 bits)

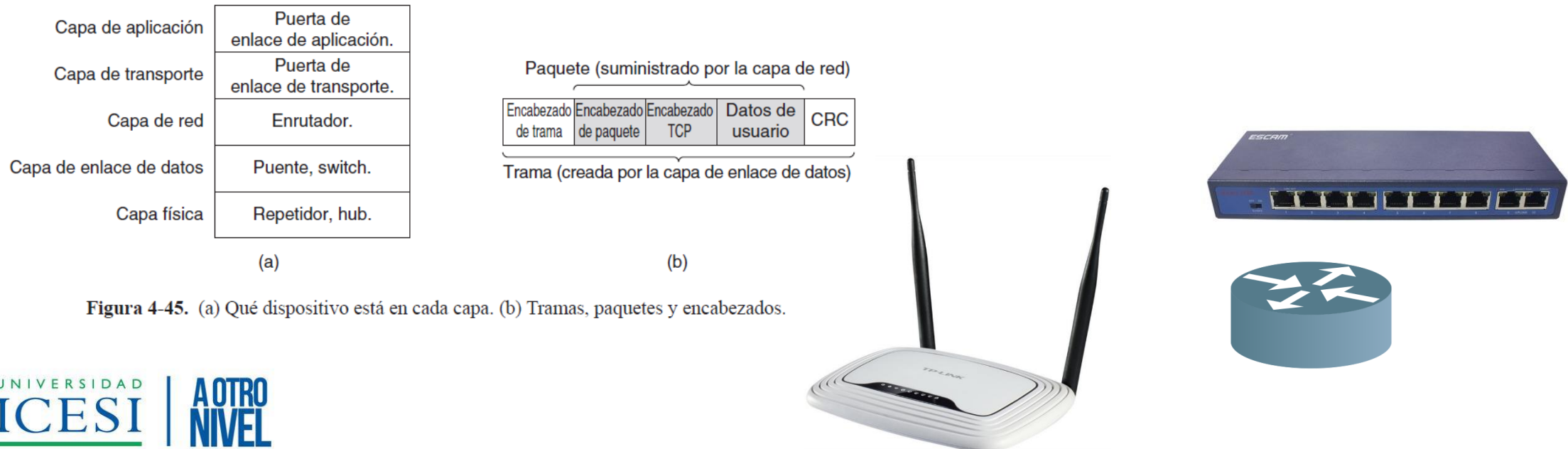
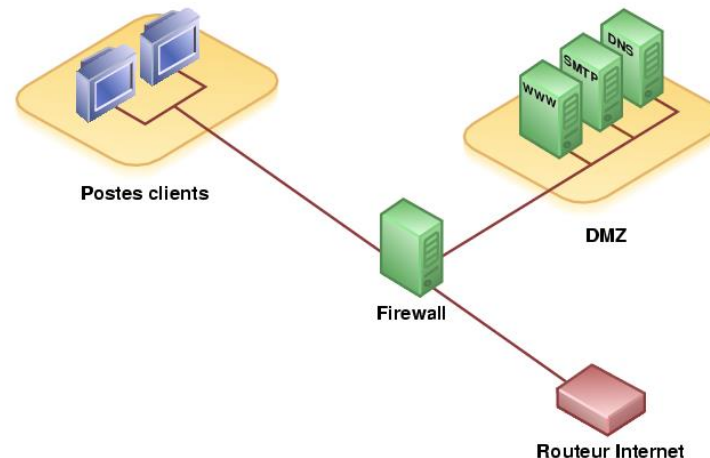


Figura 4-45. (a) Qué dispositivo está en cada capa. (b) Tramas, paquetes y encabezados.

# REDES LAN VIRTUALES

- Los cables han cambiado y los hubs se han convertido en switches, pero el patrón de cableado sigue siendo el mismo. Este patrón hace posible la configuración de redes LAN lógicas en vez de físicas.
- Si una empresa desea  $k$  redes LAN, podría comprar  $k$  switches. La configuración sobre cada LAN se realiza a través de los conectores.
- Usualmente las VLAN se aplican para temas de seguridad, es decir, crear sub redes parametrizadas, por ejemplo, zonas militarizadas y desmilitarizadas (DMZ)



# REDES VLAN

- En ocasiones algunos sistemas generan mayor carga que otros y es conveniente separarlos con el fin de evitar problemas si estuvieron juntos.
- El tráfico de difusión para detectar la ubicación de los destinos en una red LAN.
- “Cablear los edificios con software”
- Las redes VLAN se basan en switches especialmente diseñados para este propósito. Para configurar una red VLAN, el administrador de la red decide cuántas VLAN habrá, qué computadoras habrá en cuál VLAN y cómo se llamarán las VLAN.
- Para que las VLAN funcionen correctamente, es necesario establecer tablas de configuración en los puentes. Estas tablas indican cuáles VLAN se pueden acceder a través de qué puertos.



# REDES VLAN

- Identificador de la VLAN
- *CFI (Indicador del Formato Canónico)*
- El campo *Prioridad* de 3 bits no tiene absolutamente nada que ver con las VLAN

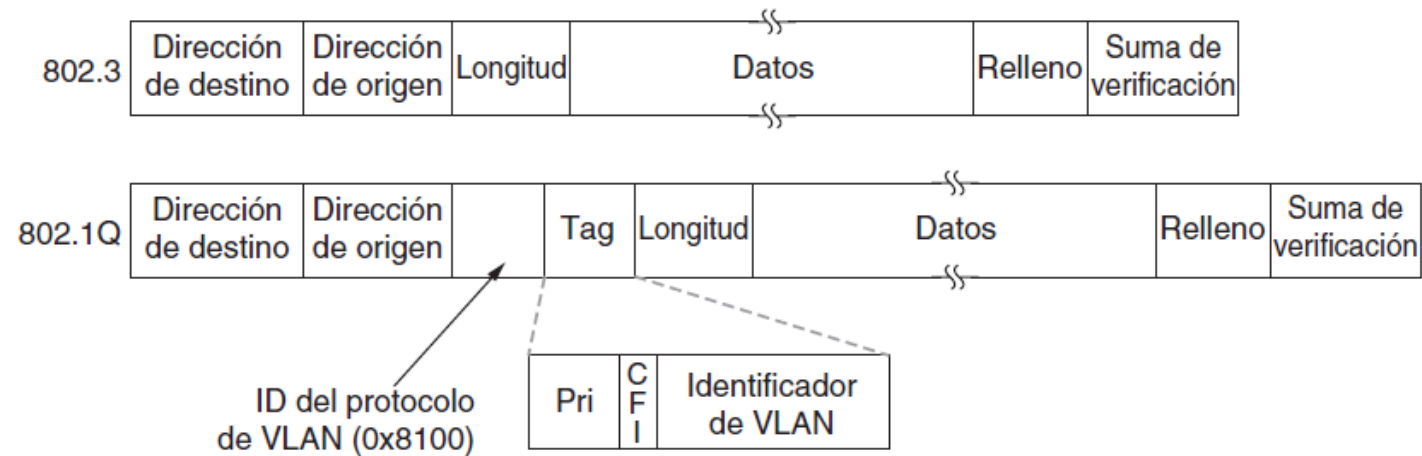
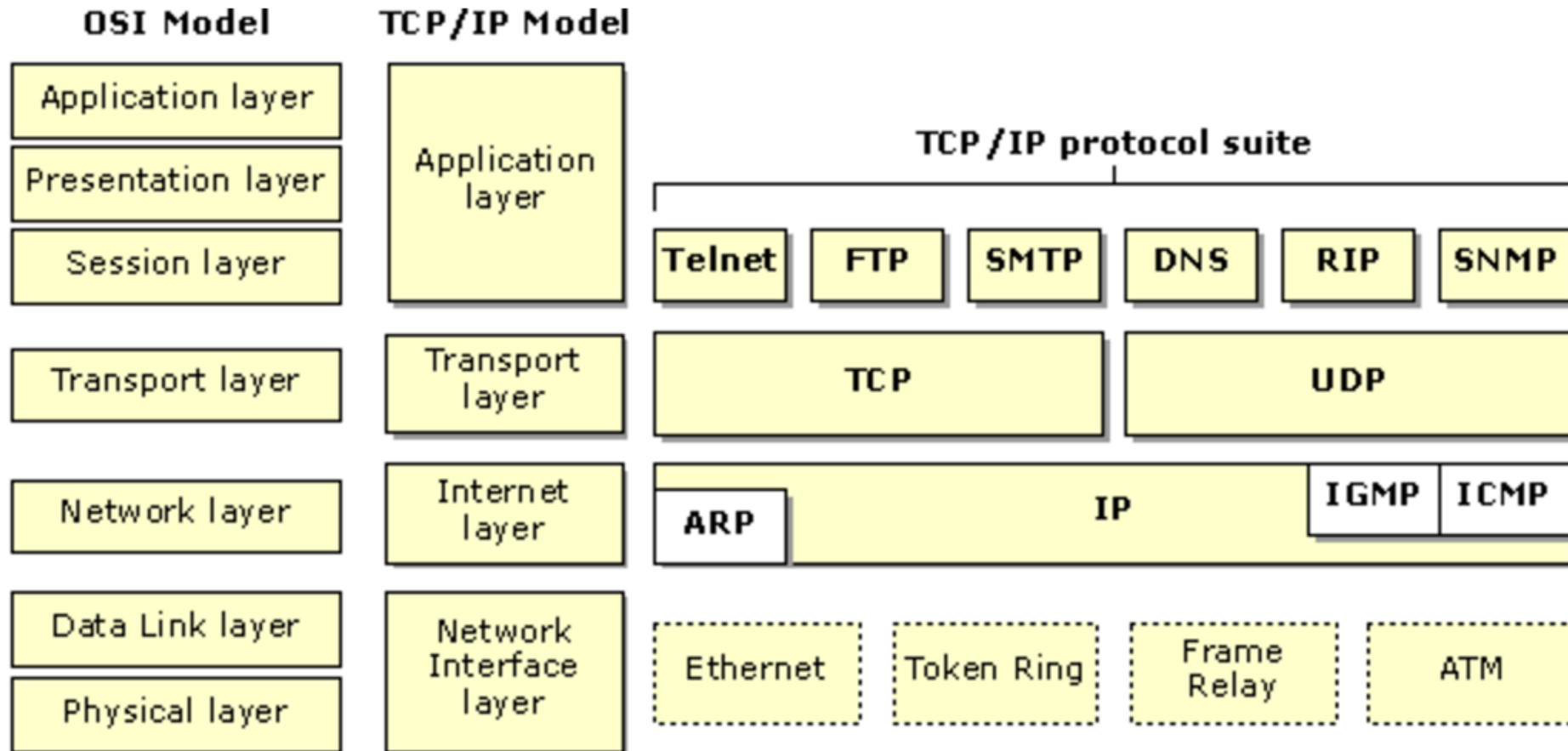


Figura 4-49. Los formatos de trama Ethernet 802.3 (heredada) y 802.1Q.

# LECTURAS

Material utilizado	<p>1. Arboleda, L. (2012). Programación en Red con Java.</p> <p>2. Harold, E. (2004). Java network programming. " O'Reilly Media, Inc.".</p> <p>3. Tanenbaum, A. S. (2003). Redes de computadoras. Pearson educación.</p> <p>4. Reese, R. M. (2015). Learning Network Programming with Java. Packt Publishing Ltd.</p>
Actividades DESPUÉS clase – jueves y viernes	<p>A1. Leer del libro 1 las páginas 127-135</p> <p>A2. Leer del libro 4 las páginas 21-25</p> <p>A3. Leer del libro 3 las páginas 657-662 y la sección 8.6</p> <p>A2. Leer del libro 3 las secciones 3.1 y 4.3.1,4.3.2,4.3.4, 4.4.1 (ya revisado en esta diapositiva)</p>

# REMEMBER...



# REFERENCIAS

1. [https://medium.com/@bilby\\_yang/an-introduction-to-simplex-and-duplex-fiber-optic-cable-5b4a0ebca940](https://medium.com/@bilby_yang/an-introduction-to-simplex-and-duplex-fiber-optic-cable-5b4a0ebca940)
2. <https://www.gannett-cdn.com/-mm-/ee391ab73bef22fed8dca3c6af171e0a7102a51f/r=500x374/local-/media/2016/10/04/Rochester/wp-ROC-RocNext-10744-Security-is-like-an-onion1.jpg>
3. <https://infosegur.files.wordpress.com/2013/11/unidad-1.jpg>
4. <https://aprendiendoarduino.files.wordpress.com/2017/06/capas-osi.png>
5. <https://coinstocks.com/wp-content/uploads/2018/02/Blockchain.jpg>