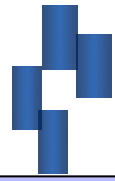


Tema 4

Interconexión de

Redes

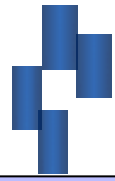
Amelia Zafra Gómez
Dpto. Informática y Análisis Numérico



Tema 4: Interconexión de Redes

1. Introducción
2. Diferencia entre las Redes
3. Dispositivos interconexión de Redes
4. Interconexión en redes orientadas a conexión
5. Interconexión en redes no orientadas a conexión
6. Bibliografía

- Dada las distintas necesidades de cada empresa u organismo, así como los numerosos sistemas de red comerciales disponibles, nos encontramos con:
 - Muchas redes distintas que incluyen LANs, WANs y MANs interconectadas.
 - En cada capa hay numerosos prototipos de uso muy difundido.
- El conglomerado de redes distintas interconectadas es lo que se conoce como interconexión de redes, internetworking (de donde procede el término de Internet).
- El propósito de la interconexión consiste en permitir
 - Que los usuarios de cualquier red se comuniquen con los usuarios de las demás redes,
 - Que los usuarios de cualquiera de ellas accedan a los datos de las demás.
- Enviar paquetes de una red a otra cuando difieren de forma considerable no es una tarea trivial.

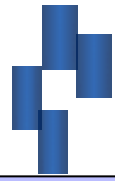


Tema 4: Interconexión de Redes

1. Introducción
2. Diferencia entre las Redes
3. Dispositivos interconexión de Redes
4. Interconexión en redes orientadas a conexión
5. Interconexión en redes no orientadas a conexión

- Las redes pueden diferir de muchas maneras
 - En la capa física: diferencias en las técnicas de modulación
 - En la capa de enlace: diferencias en el formato de las tramas
 - En la capa de red, diferencias
 - **En el servicio ofrecido:** orientado a conexión contra no orientado a conexión.
 - **Protocolos:** IP, IPX, SNA, ATM, MPLS, Apple Talk, etc.
 - **Multidifusión:** reconoce o no reconoce la multidifusión.
 - **Tamaño del paquete:** cada red tiene su propio tamaño máximo.
 - **Calidad del servicio:** diferentes prioridades de servicios.
 - **Seguridad:** reglas de privacidad, encriptación.
 - **En el control de flujo, en el control de congestión, en los parámetros, ...**

- Escenarios más comunes que se producen en la interconexión de redes son:
 - LAN <-> LAN: transmisión de un fichero entre dos departamentos.
 - LAN <-> WAN: transmisión remota por email de un departamento a otro.
 - WAN <-> WAN: intercambio remoto de ficheros.
 - LAN <-> WAN <-> LAN: dos departamentos remotos comunicándose
- La comunicación entre LANs también se puede realizar en LANs con protocolos diferentes
 - 802.3: Ethernet
 - 802.11: Redes inalámbricas
 - 802.16: Redes de acceso metropolitanas inalámbricas (WiMAX)



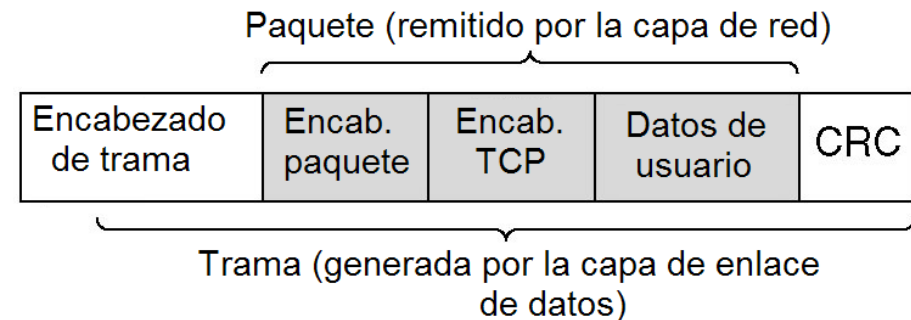
Tema 4: Interconexión de Redes

1. Introducción
2. Diferencia entre las Redes
3. Dispositivos interconexión de Redes
4. Interconexión en redes orientadas a conexión
5. Interconexión en redes no orientadas a conexión
6. Bibliografía

- Dos redes se interconectan a través de un dispositivo especial que permita salvar las *diferencias* entre ellas.
- El dispositivo dependerá de la capa en la que opere
 - En función de la capa utilizan diferentes partes de información para decidir su modo de operación
 - En la capa física → repetidores o concentradores
 - En la capa de enlace de datos → puentes y conmutadores.
 - En la capa de red → routers y conmutadores de nivel de red.
 - En la capa de transporte → puertas de enlace de transporte.
 - En la capa de aplicación → puertas de enlace de aplicación.

Capa Aplicación	Application gateway Puerta enlace de aplicación
Capa de transporte	Transport gateway Puerta de enlace transporte
Capa de red	Router (Enrutador)
Capa de enlace de datos	Bridge, switch (Punto, conmutador)
Capa física	Repeater, hub (Repetidor, concentrador)

(a)

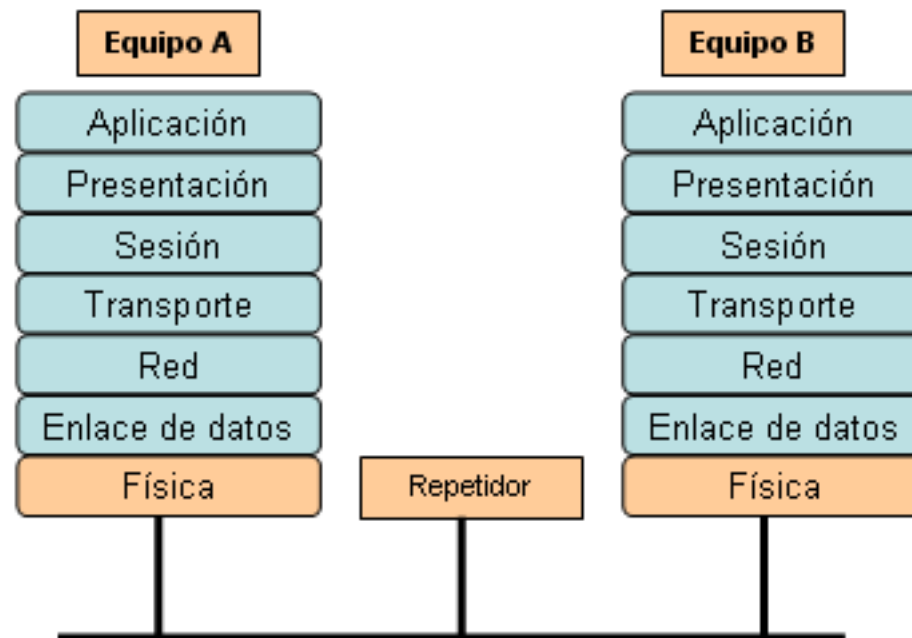


(b)

(a) Los dispositivos y sus capas correspondientes

(b) Tramas, paquetes y encabezados

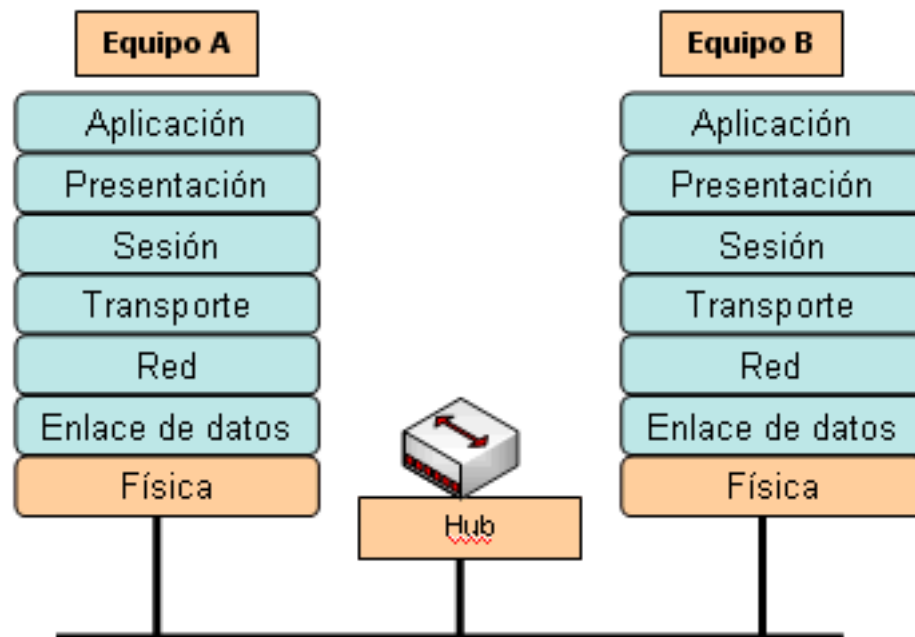
- **Repetidor o repeater**
 - Los repetidores (repeater) trabajan en el nivel físico, interconectando dos segmentos de LAN.
 - Un repetidor, en cada dirección, regenera las señales eléctricas recibidas de un segmento y las reenvía al otro segmento.



- **Repetidor o repeater**
 - Los repetidores se utilizan para extender la longitud, topología o interconexión del medio físico, más allá de los límites impuestos por un simple segmento o para aumentar el número máximo de estaciones que se pueden conectar por segmento.
 - Su función es restaurar la amplitud y forma de la señal.
 - El repetidor actúa solamente sobre la capa física del modelo OSI y su única función es la de regenerar la señal propagada por el medio
 - No realizan ningún filtrado de tramas (no aíslan tráfico ni colisiones), por lo que en términos de ancho de banda la red se comporta como un solo segmento.

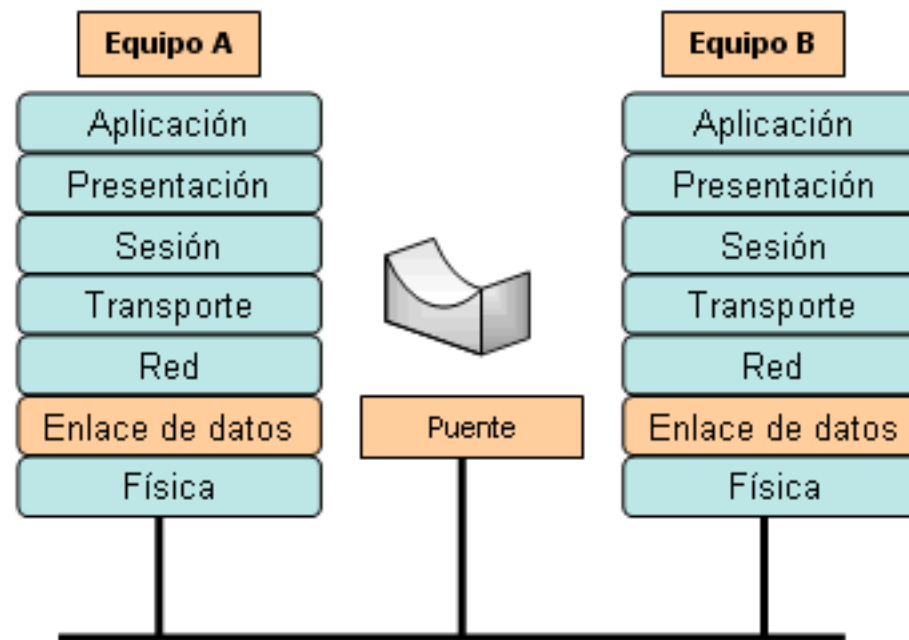
- **Concentrador o hub:**

- Son multirepetidores operando a nivel de bit. Repiten los bits recibidos en una interfaz por todas las otras interfaces.
- Pueden repetir la señal regenerándola (10BaseT, 10BaseFB) o simplemente repartirla de forma pasiva (10BaseFP)
- Pueden organizarse de forma jerárquica (multi-tier), con un hub backbone



- **Concentrador o hub:**
 - Cada LAN conectada se trata como un segmento
 - No aíslan los dominios de colisión: un nodo puede colisionar con cualquier otro nodo residiendo en cualquier segmento LAN.
- **Ventajas**
 - Dispositivo simple y barato
 - La configuración “multi-tier” proporciona degradaciones aceptables
 - Incrementa la distancia máxima entre pares de nodos
- **Desventajas**
 - Un único dominio de colisión implica que no hay aumento de ancho de banda y que las restricciones de número de nodos y cobertura geográfica total es la de una LAN individual.

- **Puente o bridge:**
 - Trabajan en el nivel de enlace.
 - Esta diseñado para conectar dos o más segmentos LANs, transmitiendo de uno a otro el tráfico no local.



- **Puente o bridge:**
 - Almacenan temporalmente todas las tramas recibidas de un segmento.
 - Su software extrae la dirección MAC de destino del encabezado de la trama y la busca en una tabla.
 - También lleva a cabo un control de errores.
 - Si el segmento de la estación de destino es distinto del segmento del que se ha recibido se descarta la trama sino se retransmite.
 - Al distinguir entre tráfico local y no local, disminuye el número total de paquetes que circulan por la red
 - produciéndose menos colisiones,
 - aumentando así el ancho de banda total.
 - Las redes conectadas a través de puentes aparentan ser una única red. Las estaciones no necesitan conocer su existencia (transparencia).

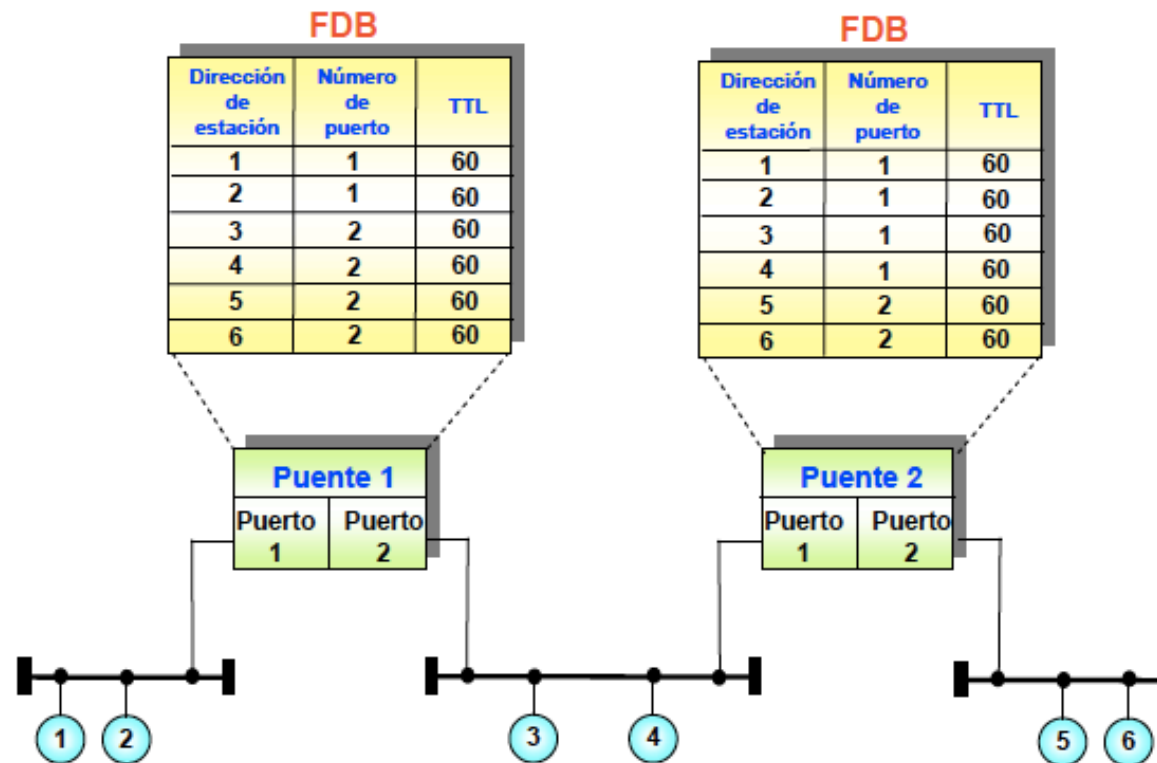
- **Puente o bridge:**
 - Las principales razones para utilizar puentes son:
 - Diferentes organizaciones que tienen diferentes LANs
 - Una organización que tiene distribuidas sus LANs en varios edificios separados geográficamente.
 - Una LAN que tiene demasiada carga y es necesario dividirla en varios segmentos, conectados mediante puentes.
 - Aumentar la fiabilidad de la LAN, ya que al utilizar puentes si se interrumpe un segmento no afectaría a toda la red.
 - Aumentar la seguridad y el control de la red, ya que los puentes pueden incorporar mecanismos de control de acceso y de gestión de la red.

- **Puente o bridge:**
 - Las principales desventajas de utilizar puentes son:
 - Introducen un retardo adicional por el almacenamiento y reenvío de las tramas MAC.
 - No se contempla control de flujo en nivel MAC, por lo que un puente puede sobrecargarse durante períodos de tráfico intensos.
 - Si se conectan segmentos que operan con distintos protocolos MAC, el contenido de las tramas debe ser modificado antes del reenvío.
 - Si se conectan segmentos que operan a distintas velocidades, se pueden producir problemas de retardo e incluso pérdidas de tramas por saturación del buffer.
 - Si se utilizan diferentes longitudes máximas de trama en cada segmento, se debe incorporar la función de segmentación o bien utilizar un tamaño de trama más pequeño.

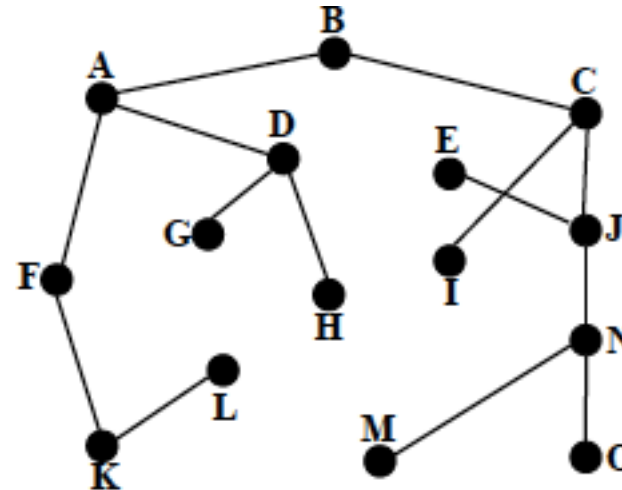
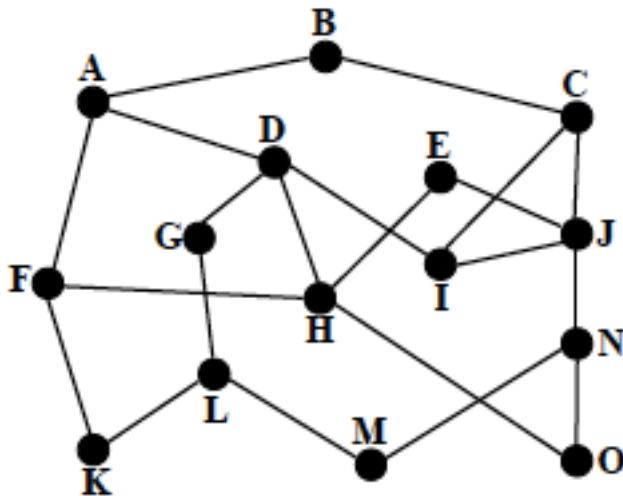
- **Puente o bridge:**
 - **Tipos de puentes**
 - Por su área de acción
 - **Locales:** une dos redes locales cercanas.
 - **Remotos o de área extensa:** enlazan dos o más redes locales formando una red de área extensa (a través de líneas telefónicas, por ejemplo).
 - Por su técnica de filtrado y reenvío:
 - **Transparentes:** deciden qué paquetes se filtran en función de un conjunto de tablas de direcciones almacenadas internamente. Normalmente usados en Ethernet.
 - **Enrutamiento en origen:** el emisor indica al puente cuál es el camino a recorrer por el paquete que quiere enviar. Normalmente usados en Token Ring.
 - **Enrutamiento en origen y transparentes:** pueden funcionar con cualquiera de las técnicas anteriores.

- **Puente o bridge:**
 - **Puentes transparentes**
 - Su instalación no produce ningún cambio en la configuración software ni hardware de la red.
 - Tienen capacidad de “aprender” qué estaciones pueden ser alcanzadas a través de qué interfaces, manteniendo esta información en tablas de filtrado (estación-puerto-time stamp), que se actualizan dinámicamente mediante:
 - Un intercambio periódico entre los puentes de tramas especiales, denominadas “unidades de datos de protocolo de puente”.
 - Un cronómetro de inactividad en cada entrada de la tabla de direccionamiento.
 - Tienen capacidad de filtrado y reenvío (“store and forward”) de tramas según las tablas de filtrado.

- Puente o bridge:
 - Puentes transparentes



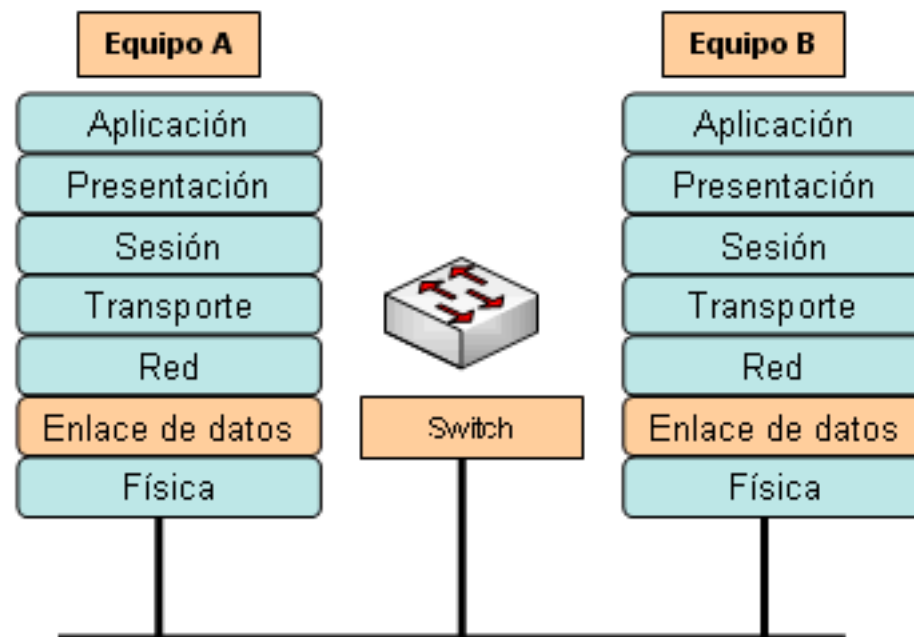
- **Puente o bridge:**
 - **Puentes transparentes**
 - Implementan un algoritmo de árbol en expansión (STP, Spanning Tree Protocol), incluido en la norma IEE 801.2-D que inhibe los bucles producidos por los puentes redundantes, de forma que exista un único camino “activo” entre dos puentes.
 - Se utilizan principalmente en interconexión de LAN con topologías tipo bus.



- **Puente o bridge:**
 - **Puentes de enrutamiento en origen**
 - Las tramas MAC pueden incluir campos de información de encaminamiento:
 - Un campo de control de encaminamiento
 - Varios campos de designador de ruta
 - (id_segmento + id_puerto)
 - El aprendizaje de la topología de la red se realiza mediante tramas exploradoras, enviadas por las estaciones, antes del envío de la primera trama de información a cada destino
 - Trama de difusión de ruta única, enviada por la estación de origen a la estación de destino
 - Tramas de difusión por todas las rutas, enviadas por la estación destino a la estación origen, con información adicional de encaminamiento (id_segmento + id_puerto) agregada por cada puente que ha atravesado una trama.

- **Puente o bridge:**
 - **Puentes de enrutamiento en origen**
 - Cuando una estación desea enviar información a otra estación, inserta la información de encaminamiento en la trama MAC, de forma que los puentes se basan en ella para decidir si una trama recibida se debe reenviar o no a otro segmento.

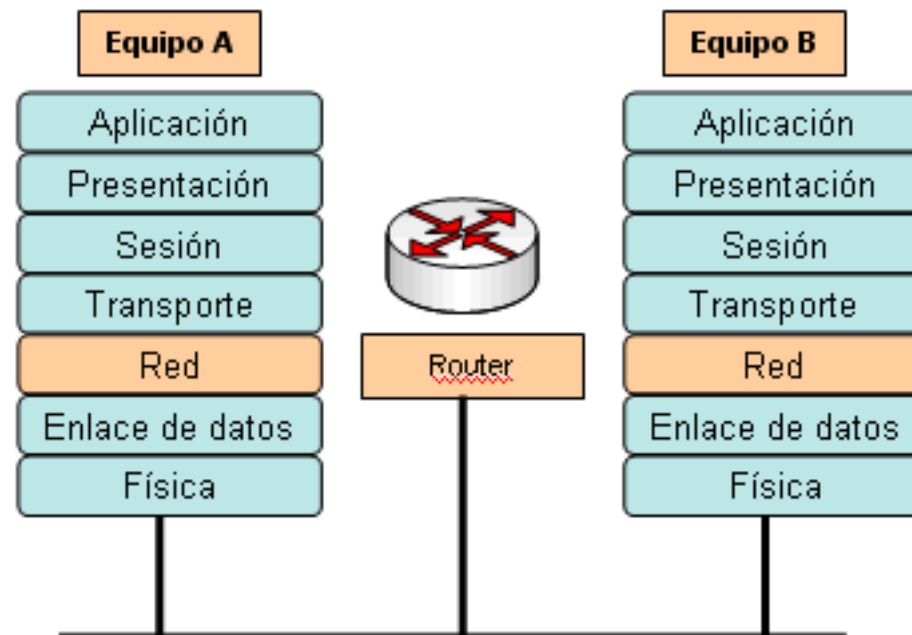
- **Conmutadores LAN (switch)**
 - Son similares a los puentes en el aspecto de que ambos enrutan tomando como base las direcciones MAC de las tramas.
 - Pueden ser considerados puentes transparentes multipuerto.



- **Conmutadores LAN (switch)**
 - La principal diferencia con los puentes consiste en que un conmutador se utiliza con mayor frecuencia para conectar computadoras individuales.
 - Permiten conectividad total simultánea.
 - Tienen las ventajas e inconvenientes de los puentes.
 - Ejemplo: Conmutadores Ethernet (“switched ethernet”)
 - Reenvían y filtran tramas usando las direcciones ethernet.
 - Tienen un gran número de interfaces (10/100/1000 Mbps).
 - Se pueden producir varias comunicaciones simultaneas sin que haya colisiones.

- **Encaminadores o Routers:**

- Se trata de un dispositivo hardware o software para interconexión de redes de computadoras que opera en la capa tres (nivel de red) del modelo OSI.
- El router interconecta segmentos de red o redes enteras.
 - Hace pasar paquetes de datos entre redes tomando como base la información de la capa de red.



- **Encaminadores o Routers**

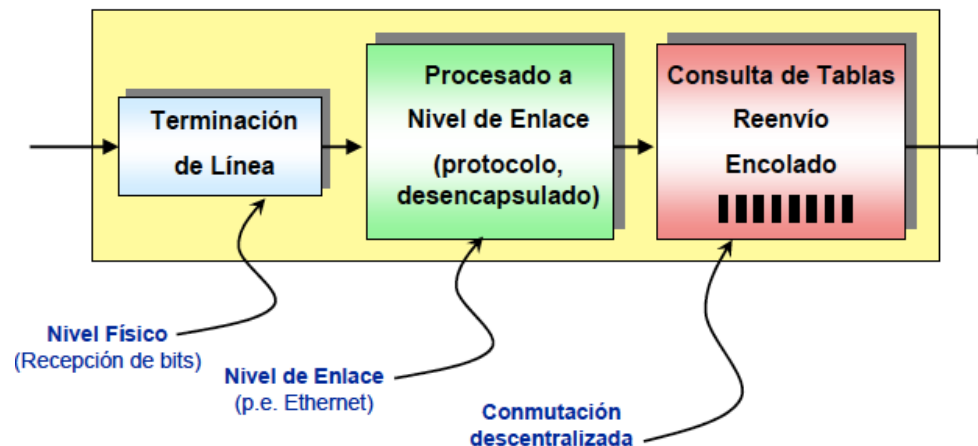
- El router tiene el siguiente funcionamiento
 - Toma decisiones (basado en diversos parámetros).
 - Obtiene la mejor ruta para el envío de datos siguiendo el parámetro establecido.
 - Redirige los paquetes hacia el segmento y el puerto de salida adecuados.
- Características
 - Ignoran las topologías y los protocolos de nivel de enlace (Ethernet, token ring, FDDI, RDSI, ...), desde el punto de vista de encaminamiento.
 - Trabajan con diversos protocolos de nivel de red (IP, IPX, Appletalk, Decnet), transformando las PDUs del nivel de red, si los protocolos fueran diferentes.
 - En la terminología Internet se conocen también como Gateways (pasarelas), aunque este término sólo se debería utilizar para los convertidores de protocolos que operan hasta el nivel de aplicación.

- **Encaminadores o Routers**
 - Características
 - Reciben las PDUs del nivel de red y las almacenan temporalmente.
 - Comprueban que están libres de errores.
 - Determinan el camino óptimo de salida según el destino de las PDUs y las entradas existentes en la tabla de encaminamiento
 - Reenvían las PDUs por ese camino
 - La tabla de encaminamiento se crea y se mantiene por medio de protocolos de encaminamiento.

- **Encaminadores o Routers**

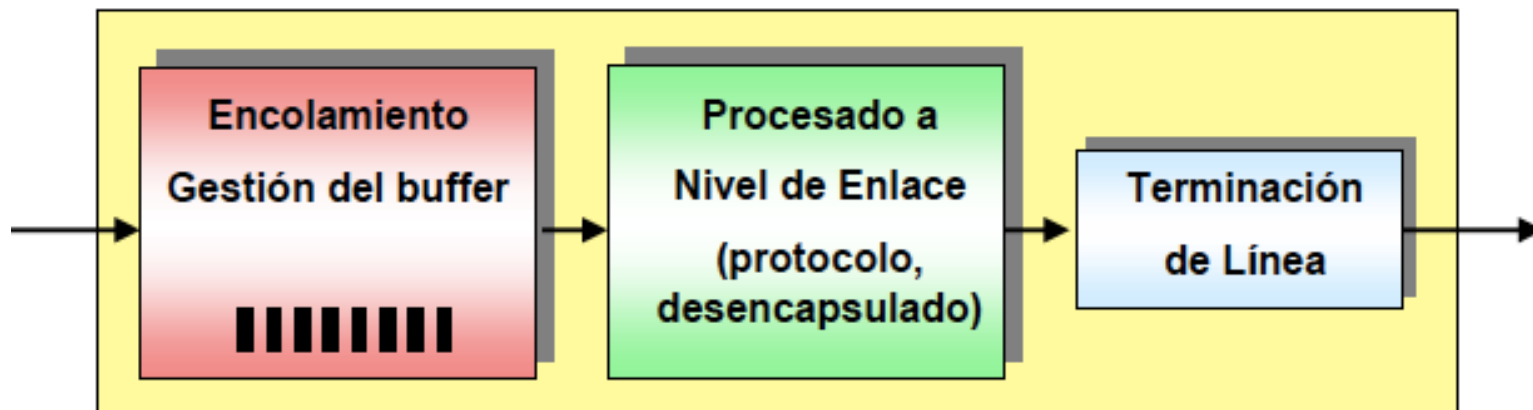
- Puertos de entrada

- Se extrae la dirección de destino del datagrama y se consultan las tablas de encaminamiento (residentes en la memoria del puerto de entrada) para averiguar el puerto de salida.
- Encolado: se produce si los datagramas llegan más rápido que el ritmo al que son procesados y transmitidos a través de la estructura de conmutación. Produce retardos variables e incluso pérdidas debido al desbordamiento de los buffers.



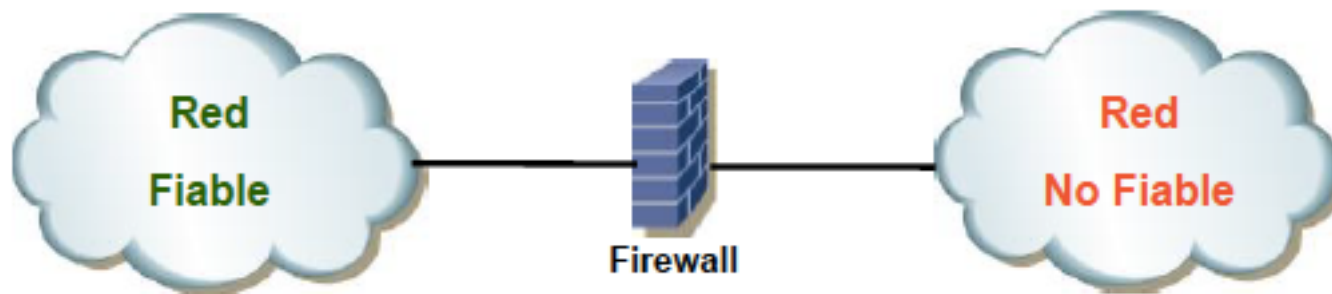
- **Encaminadores o Routers**

- Puertos de salida
 - El almacenamiento es necesario cuando los datagramas llegan de la estructura de conmutación a mayor velocidad que el ritmo de transmisión.
 - La disciplina de planificación de la cola de salida permite elegir el que se transmitirá de entre los distintos datagramas (tradicionalmente FIFO).

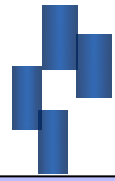


- **Cortafuegos (dispositivo relacionado)**
 - Posibles vulnerabilidades
 - **Físicas:** fuego, agua, golpes con objetos, seguridad en el cable, crackers
 - Soluciones: sistemas de extinción de incendios, aire acondicionado, backups, control físico de acceso a las máquinas.
 - **En la propia máquina:** passwords erróneos, permisos en ficheros, acceso a los sistemas de backup
 - Soluciones: políticas de renovación de passwords, restringir el acceso a los ficheros y dispositivos de backup.
 - **De red:** sniffing, spoofing, hijacking, DoS (Denegación de servicio)
 - Soluciones: técnicas de encriptación de datos y de seguridad de redes.

- **Cortafuegos (dispositivo relacionado)**
 - Supervisan todo el tráfico de red externo de una organización para asegurarse de que encaja con la política de seguridad definida.



- Puede actuar a dos niveles básicos
 - Transporte/red: filtrado de paquetes en base a direcciones IP, puertos de origen/destino y tipo de paquetes. No examinan el contenido del paquete.
 - Aplicación: examinan un protocolo de aplicación y actúan como intermediarios (proxy)

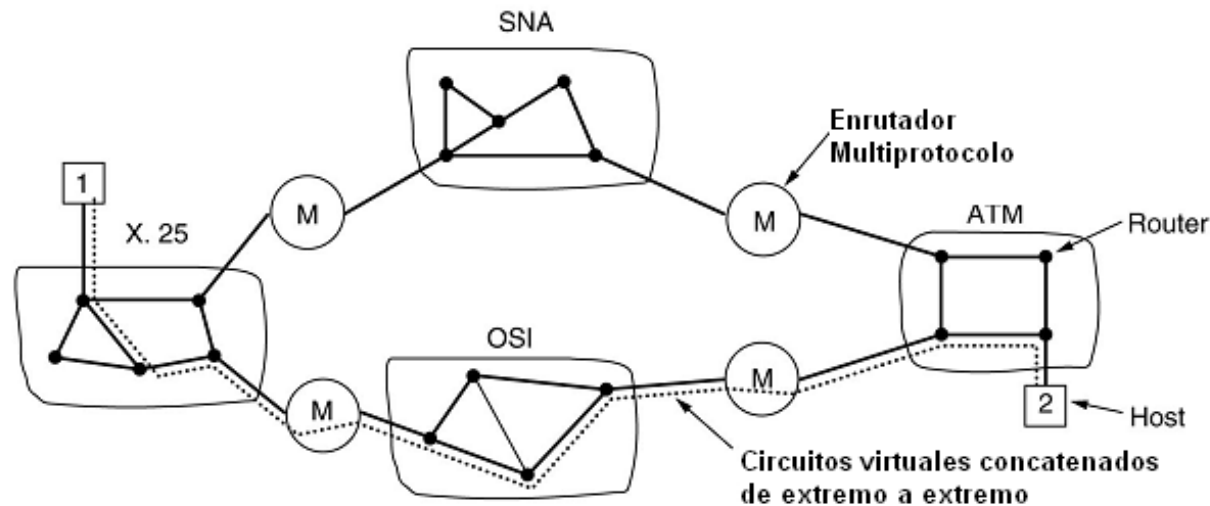


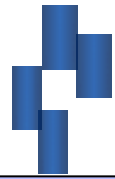
Tema 4: Interconexión de Redes

1. Introducción
2. Diferencia entre las Redes
3. Dispositivos interconexión de Redes
4. Interconexión en redes orientadas a conexión
5. Interconexión en redes no orientadas a conexión
6. Bibliografía

- El modo de operación orientado a conexión, se supone que cada red proporciona un servicio en la forma de conexión. Esto es, se establece una conexión lógica de red (por ejemplo, circuito virtual) entre cualquier par de nodos conectados a la misma red.
- El funcionamiento sería el siguiente
 - Los sistemas intermedios (IS) de interconexión, se utilizan para conectar dos o más subredes; cada IS aparece como un nodo a cada una de las redes a las que está conectado.
 - Cuando el nodo A quiere intercambiar datos con el nodo B, se establece una conexión lógica entre ellos. Esta conexión lógica consiste en la concatenación de una secuencia lógica de conexiones a través de subredes. Esta secuencia es tal que forma un camino desde el nodo A al nodo B.
 - Las conexiones lógicas individuales dentro de una red están realizadas por varios IS. Cualquier tráfico que llega un IS en una conexión lógica se retransmite en una segunda conexión lógica y viceversa.

- Se establece una conexión con un host de una red distante. La subred ve que el destino es remoto y construye un circuito virtual de ese enrutador a un enrutador multiprotocolo (puerta de enlace externa). Esta registra la existencia del circuito virtual en sus tablas y procede a construir un circuito virtual a otro enrutador de la subred hasta llegar al host destino
- Una vez que comienzan a fluir paquetes, cada puerta de enlace reconstruye los paquetes de entrada y hace las conversiones entre los formatos de paquetes, manteniendo tabla con CV que pasan ella



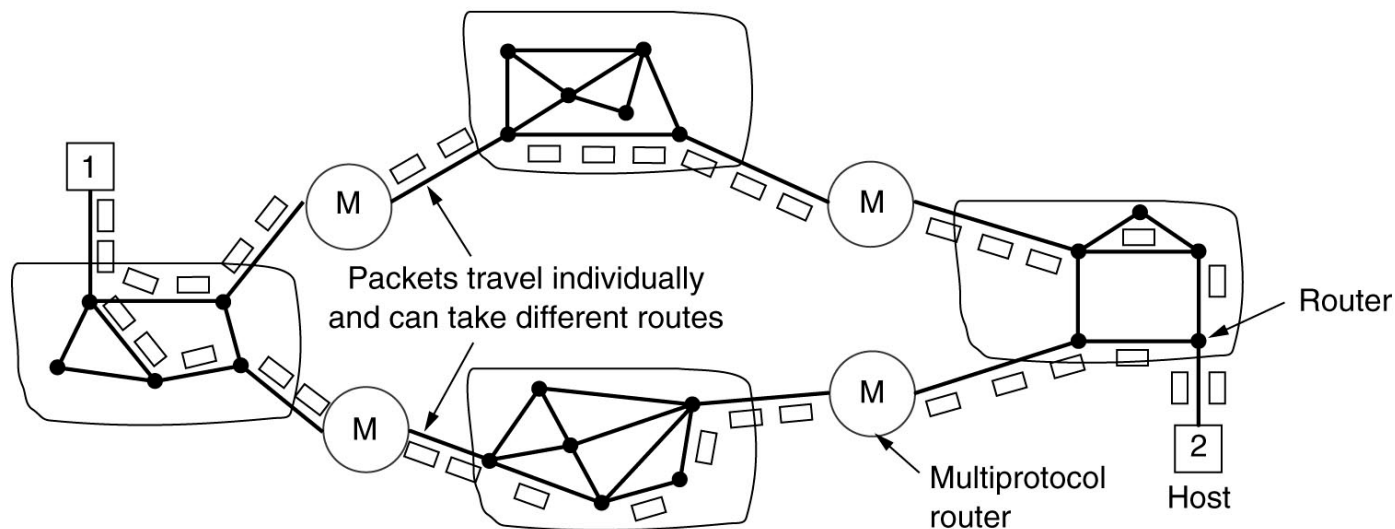


Tema 4: Interconexión de Redes

1. Introducción
2. Diferencia entre las Redes
3. Dispositivos interconexión de Redes
4. Interconexión en redes orientadas a conexión
5. Interconexión en redes no orientadas a conexión
6. Bibliografía

- El modo no orientado a conexión se corresponde con un mecanismo de red de conmutación de paquetes
 - Cada unidad de datos del protocolo de red se trata independientemente y se encamina desde el nodo origen y nodo destino a través de una serie de dispositivos de encaminamiento y redes.
 - Para cada unidad de datos transmitida por A, A realiza una decisión sobre qué dispositivo de encaminamiento debería recibir la unidad de datos.
 - La unidad de datos pasa a través del conjunto de redes de un dispositivo de encaminamiento al siguiente hasta que alcanza la subred destino.
 - En cada dispositivo de encaminamiento se hace una decisión de encaminamiento relativa al siguiente salto. Así, diferentes unidades de datos pueden viajar por diferentes rutas entre el nodo origen y destino.

- En este modelo, el único servicio que ofrece la capa de red a la capa de transporte es la capacidad de inyectar datagramas en la subred y esperar que todo funcione bien
- Los datagramas del host 1 al 2 toman diferentes rutas a través de la interred
- No hay garantía de que los paquetes lleguen al destino en orden



- IP proporciona un servicio sin conexión, o datagramas, entre sistemas finales. La opción sin conexión tiene una serie de ventajas. Éstas son:
 - Un sistema de interconexión sin conexión es flexible
 - Un servicio de interconexión sin conexión se puede hacer bastante robusto.
- Por otro lado la opción con conexión permite
 - Establecer reserva de los recursos para garantizar servicio
 - Disminución de los encabezados a adjuntar



Tema 4: Interconexión de Redes

1. Introducción
2. Diferencia entre las Redes
3. Dispositivos interconexión de Redes
4. Interconexión en redes orientadas a conexión
5. Interconexión en redes no orientadas a conexión
6. Bibliografía

- A. S. Tanenbaum. Redes de Computadoras, 4ª Edición. Prentice-Hall, 2003.
- D.E. Comer, D.L. Stevens. Internetworking with TCP/IP. Volumen III: Client-Server Programming and Applications, Prentice Hall, 1995.
- W. R. Stallings. Comunicaciones y Redes de Computadoras, 7ª Edición. Prentice-Hall, 2004.