

Sistemas y Aplicaciones
Informáticas

Tema 61. Integración de Sistemas.
Medios de Interconexión Estándares.

1. ÁMBITO DE DOCENCIA.	3
2. INTEGRACIÓN DE SISTEMAS.	3
2.1. INTERNETWORKING. TIPOS DE INTERCONEXIÓN.	3
2.2. INTEGRACIÓN DE SISTEMAS WINDOWS Y LINUX (SAMBA).	3
3. MEDIOS DE INTERCONEXIÓN ESTÁNDARES.	4
3.1. NIVEL FÍSICO.	4
3.1.1. Repetidores.	4
3.1.2. Hubs.	4
3.1.3. MAU (<i>Multistation Access Unit</i>).	4
3.1.4. Modems.	5
3.1.4.1. Modems analógicos.	5
3.1.4.2. Modems ADSL.	6
3.1.5. Puntos de acceso inalámbricos.	6
3.2. NIVEL DE ENLACE.	6
3.2.1. Puentes transparentes. <i>Spanning Tree Protocol</i>	6
3.2.2. Puentes remotos.	8
3.2.3. Switches.	8
3.2.3.1. Modos de funcionamiento.	8
3.2.3.2. Conmutación simétrica y asimétrica. Buffering de memoria.	8
3.3. NIVEL DE RED.	9
3.3.1. Routers.	9
3.3.2. Variantes de los routers.	10
3.4. PASARELAS.	10

1. **Ámbito de docencia.**

- Implantación de aplicaciones informáticas de gestión (ASI 2).
- Sistemas informáticos multiusuario y en red (DAI 1).
- Instalación y mantenimiento de aplicaciones ofimáticas y corporativas (ESI 1).

2. **Integración de sistemas.**

2.1. **Internetworking. Tipos de interconexión.**

- El término internetworking se utiliza para designar la unión de redes diferentes a cualquier nivel (físico, de enlace...) de manera que desde los niveles superiores se aprecie como una única red homogénea. Las redes pueden diferir en el medio físico (por ejemplo Ethernet-Token Ring o LAN-WAN) o en la pila de protocolos utilizados (TCP/IP, DECNET o SNA, por ejemplo).
- La conexión de una red con otras de manera transparente al usuario, independientemente de la tecnología utilizada y del tipo de red de que se trate, es una de las características más importantes en el diseño de redes, ya que influye positivamente en su rendimiento y extiende su cobertura.
- La interconexión de estas redes es posible gracias a dispositivos diseñados para este fin, que permite extender la topología de la red superando las limitaciones físicas de los elementos básicos. Se suele conocer con el nombre de interredes a las redes formadas a la conexión de otras redes más pequeñas. El ejemplo más claro de interred es Internet.

2.2. **Integración de sistemas Windows y Linux (Samba).**

- Samba es una suite de aplicaciones Linux que habla el protocolo SMB (Server Message Block). Muchos sistemas operativos, incluidos Windows y OS/2, usan SMB para operaciones de red cliente-servidor. Mediante el soporte de este protocolo, Samba permite a los servidores Linux entrar en acción, comunicando con el mismo protocolo de red que los productos de Microsoft Windows. De este modo, una máquina Linux con Samba puede enmascarse como servidor en una red Microsoft y ofrecer los siguientes servicios:
 - * Compartir uno o más sistemas de archivos.
 - * Compartir impresoras, instaladas tanto en el servidor como en los clientes.
 - * Ayudar a los clientes, con visualizador de Clientes de Red.
 - * Autenticar clientes logeándose contra un dominio Windows.
 - * Proporcionar o asistir con un servidor de resolución de nombres WINS.
- La suite Samba implica a un par de demonios que proporcionan recursos compartidos a clientes SMB sobre la red. Estos demonios son:
 - * *smbd*. Un demonio que permite compartición de archivos e impresoras sobre una red SMB y proporciona autenticación y autorización de acceso para clientes SMB.
 - * *nmbd*. Un demonio que busca a través del Windows Internet Name Service (WINS), y ayuda mediante un visualizador.
- Para poner a disposición de ordenadores Windows recursos de Linux (servidor Samba):
 - Ejecutar el script `/etc/init.d/smb` para arrancar los demonios `smbd` y `nmbd`.
 - En `/etc/services` deben estar asignados a NetBIOS los puertos 137, 138 y 139.

- Para configurar Samba hay que modificar el fichero `/etc/samba/smb.conf`, que determina cómo y qué recursos se compartirán y las restricciones aplicadas.
- Para poner a disposición de ordenadores Linux recursos de Windows (cliente Samba):
 - Se puede utilizar la aplicación **smbclient** para una tarea puntual. Para ver una lista de recursos disponibles introducir **smbclient -L dirección_IP_ordenador_Windows**.
 - Se pueden utilizar los programas **smbmount** y **smbumount** para montar y desmontar un volumen Windows como si fuera local, e incorporarlo a `/etc/fstab`.

3. Medios de interconexión estándares.

3.1. Nivel físico.

3.1.1. Repetidores.

- Los repetidores son dispositivos activos de nivel físico que captan las señales, regeneran y retemporizan sus bits, y las envían de vuelta a la red con el fin de superar el límite de longitud máxima del cableado y permitir la extensión en distancia de las redes. Tradicionalmente el término se refiere a dispositivos con un solo puerto de entrada y un solo puerto de salida.
- No filtran el tráfico de red, puesto que los datos que llegan a uno de los puertos del repetidor se reenvían a todos los demás puertos. En redes Ethernet el resultado es que se extiende el dominio de colisión. Además introducen una cierta latencia en la red que es necesario tener en cuenta.

3.1.2. Hubs.

- Los concentradores o hubs son dispositivos de nivel físico que captan las señales que llegan a cada uno de sus puertos y las reenvían a todos los demás puertos. Su funcionamiento es similar a un repetidor, la diferencia es el mayor número de puertos con los que cuentan los hubs.
- Los hubs pueden ser activos (la mayoría), que regeneran y retemporizan las señales antes de reenviarlas; o pasivos, que simplemente dividen la señal entre múltiples usuarios sin regenerarla. También existen hubs inteligentes con puertos de consola para administrar el tráfico de red.
- Se utilizan en redes Ethernet como puntos de conexión central en topologías de estrella, con el fin de evitar los inconvenientes de la topología de bus, en la que si un cable falla se interrumpe el funcionamiento de toda la red. Al igual que los repetidores, extienden el dominio de colisión a todos los ordenadores conectados a sus puertos.
- Casi todos los puertos del hub son puertos cruzados, es decir, cruzan las señales cuando éstas salen del puerto. Para conectar ordenadores a estos puertos es necesario utilizar cable directo. Sin embargo, suele haber un puerto directo denominado daisy chain que no cruza la señal y que puede ser utilizado con cable directo para interconectar hubs. Si no existe puerto daisy chain, es necesario utilizar cable cruzado para interconectar hubs por puertos cruzados. La regla a emplear es que *debe haber un número impar de cruces en total entre dos ordenadores*.
- Con el fin de no superar el tiempo de retardo máximo de ida y vuelta entre nodos en una red Ethernet no conmutada, la regla de los cuatro repetidores establece que no puede haber más de cuatro repetidores o hubs entre dos ordenadores en la red.

3.1.3. MAU (Multistation Access Unit).

- Son el equivalente a los hubs en redes Token Ring. Las MAU son dispositivos a los cuales se conectan los cables de entrada y salida de cada estación. El cableado sigue siendo lógicamente

un anillo, aún cuando físicamente sea una estrella. En el concentrador se instalan relés de derivación (bypass) alimentados por la estación correspondiente, de forma que si la conexión de ésta falla el relé cortocircuita la conexión correspondiente restaurando así el anillo.

- La topología en estrella también contribuye a la confiabilidad general de la red. Las MAU activas pueden ver toda la información de una red Token Ring, lo que les permite verificar si existen problemas, y de ser necesario eliminar estaciones del anillo de forma selectiva.
- Las estaciones de red Token Ring de IBM (que usan STP y UTP como medios) están conectadas directamente a las MAU y éstas pueden conectarse entre sí por medio de cables para formar un anillo grande. Los cables de conexión unen las MAU con otras MAU adyacentes a ellas.

3.1.4. Modems.

3.1.4.1. Modems analógicos.

- Un modem analógico es un dispositivo que, mediante un proceso de modulación, convierte los datos digitales en señales analógicas capaces de transmitirse a través de líneas telefónicas.
- La normalización internacional establecida por el ITU-T en su serie de recomendaciones ‘V’ define para cada tipo de módem una serie de características, de tal manera que puedan conectarse entre sí productos de tecnologías diferentes. Los parámetros que definen un tipo de módem son la velocidad de transmisión, el tipo de línea de transmisión y el tipo de modulación.
- Entre las normas V más importantes se encuentran las siguientes:
 - * V.32. Transmisión a 9600 bps.
 - * V.32 bis. Transmisión a 14400 bps.
 - * V.34. Transmisión a 33600 bps. Uso de técnicas de compresión de datos.
 - * V.90. Transmisión a 56600 bps de descarga y hasta 33600 bps de subida.
 - * V.92. Mejora sobre V.90 con compresión de datos y llamada en espera. La velocidad de subida se incrementa, pero sigue sin igualar a la de descarga.
- Pueden conectarse en forma de tarjeta a las ranuras de expansión de la placa base o pueden conectarse como dispositivo externo a través de un puerto serie RS-232C. Existe un tipo especial denominado modem software que no incorpora todo el hardware necesario, sino que utiliza la CPU y la memoria del ordenador y por tanto necesita de un manejador de dispositivo.
- El funcionamiento básico de este dispositivo es el siguiente:
 - * El software de comunicación del ordenador envía una señal DTR (*Data Terminal Ready*) al modem que le indica la existencia de datos a transmitir. El modem responde con otra señal DSR (*Data Set Ready*) que indica al ordenador que está preparado para la transmisión.
 - * El software de comunicación indica al modem emisor mediante comandos del código Hayes que debe conectarse al modem receptor a través de un determinado número telefónico. El modem receptor contesta la llamada emitiendo una serie de tonos de respuesta.
 - * Una vez establecida la conexión, el modem emisor envía una señal CD (*Carrier Detect*) al software de comunicación que le indica que está recibiendo desde el modem receptor una señal portadora, que puede modularse para transmitir datos.
 - * Cuando el software de comunicación desea enviar datos, envía una señal RTS (*Request To Send*) al modem emisor para determinar si está preparado para transmitir. En caso

afirmativo, el modem emisor envía una señal CTS (*Clear To Send*) tras la cual puede comenzar a enviarse la información.

3.1.4.2. Modems ADSL.

- Son aquellos que proporcionan una conexión a redes de área extensa a través del bucle local telefónico utilizando alguna de las tecnologías DSL, aunque la más extendida es ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line). Estas tecnologías utilizan un espectro de frecuencias situado por encima de la banda vocal (300-3400 Hz) en líneas telefónicas para enviar y recibir datos a una velocidad muy superior a la de los modems telefónicos.
- Cuando se instala un modem ADSL en cada extremo de una línea telefónica, se crean tres canales de información: un canal simplex de alta velocidad en el sentido red-usuario, un canal duplex de menor velocidad y un canal ordinario telefónico que se transporta sobre las líneas de cobre. El canal de alta velocidad va de 1,5 a más de 8 Mbps, mientras que la velocidad del canal duplex va de 16 Kbps a 1 Mbps, dependiendo de la calidad y longitud del bucle.
- Una de las mayores ventajas de los modems ADSL sobre los modems analógicos reside en su capacidad para proporcionar soporte de servicio telefónico sin impacto alguno en la capacidad de proceso de los datos. La razón es que ADSL utiliza tecnología de división de frecuencia, permitiendo separar los canales telefónicos de los otros dos canales.

3.1.5. Puntos de acceso inalámbricos.

- Son dispositivos que permiten unir los diferentes elementos de una red inalámbrica entre sí y con una red cableada tradicional. En general, pueden configurarse para que funcionen como:
 - * Enlace entre los diferentes equipos inalámbricos y la red cableada normal.
 - * Puente de unión inalámbrica de dos redes cableadas.
 - * Hub que interconecta varias redes inalámbricas.
 - * Interfaz inalámbrico que permite conectar sin cables dispositivos con conexión Ethernet.
 - * Repetidor inalámbrico para ampliar el rango de alcance en una red inalámbrica.
- Pueden estar integrados en la NIC y en otros dispositivos de red, o pueden ser dispositivos independientes con un puerto disponible para su conexión a una red cableada.
- Las topologías más ampliamente utilizadas con estos dispositivos son las siguientes:
 - * Tipo permanente (con infraestructura), orientadas a instalaciones donde no es posible realizar un cableado o existe mucha movilidad de personal.
 - * Tipo provisional (ad hoc) para instalaciones temporales en las que es necesario crear rápidamente una red entre varios ordenadores sin ninguna conexión a otra red.

3.2. Nivel de enlace.

3.2.1. Puentes transparentes. Spanning Tree Protocol.

- Los puentes transparentes son dispositivos que se encargan de capturar las tramas de una red local, y reenviarlas selectivamente sin ninguna modificación a otra red local. Para esto analizan la dirección de origen y destino de la trama a nivel MAC sin necesidad de configuración alguna.
- Pueden ser de dos tipos:
 - * *Homogéneos*. Sólo interconectan LANs con el mismo formato de trama.
 - * *Heterogéneos*. Interconectan LANs con diferente formato de trama (802.3-802.5).

- Cuando un puente transparente homogéneo interconecta dos LANs, sólo analiza la información a nivel de la trama MAC. La trama como tal se mantiene inalterada cuando se propaga a la otra LAN. En el caso de los puentes transparentes heterogéneos es preciso rehacer la trama MAC de acuerdo con el formato de la nueva red, ya que el formato es diferente para cada una de las redes.
- Cada interfaz del puente tiene una dirección MAC diferente. Sin embargo, no aparecen nunca en las tramas que reenvía, aunque sí se utilizan como direcciones de origen cuando el puente tiene que enviar tramas propias, por ejemplo el protocolo Spanning Tree.
- Los puentes transparentes funcionan de la siguiente manera:
 - * El puente captura todas las tramas que se envían por cada una de las redes a las que está conectado, independientemente de cual sea la dirección de destino (modo promiscuo).
 - * En cada una de las interfaces del puente se mantiene una tabla hash de direcciones MAC. El puente extrae de cada trama las direcciones MAC origen y destino, y las utiliza así:
 - En primer lugar el puente busca la dirección destino en la tabla hash de la interfaz por la que ha llegado la trama. Si la encuentra descartará la trama ya que no hay ninguna necesidad de reenviarla. Si no la encuentra, la busca en las tablas hash de las demás interfaces. Si en este caso la encuentra, reenvía la trama a la interfaz correspondiente.
 - En caso de que la dirección destino no se encuentre en ninguna tabla, la trama se reenvía por todas sus interfaces excepto aquella por la que ha llegado la trama.
 - Es posible que la dirección destino se encuentre en la misma red que la dirección origen, pero el puente no pueda saberlo porque el ordenador destino no haya enviado aún ninguna trama. Esta estrategia de reenvío en caso de duda se denomina inundación.
 - En segundo lugar actualiza la tabla hash de la interfaz por la que ha llegado la trama con la dirección origen, salvo que ya exista tal entrada.
 - * Al cabo de un cierto tiempo, las tablas incluyen las direcciones de la mayoría de las estaciones activas de todas las LANs conectadas directa o indirectamente. Las tablas se mantienen en memoria RAM y tienen un tamaño limitado (de 1000 a 8000 direcciones).
 - * Las tramas multicast o broadcast (las que tienen a 1 el primer bit de su dirección MAC) siempre son retransmitidas por los puentes por todas sus interfaces, ya que en principio puede haber destinatarios en cualquier parte. Los puentes no almacenan este tipo de direcciones en sus tablas ya que nunca aparecen como direcciones de origen en las tramas.
 - * A fin de adaptarse a cambios en la red, las entradas en las tablas de direcciones son eliminadas cuando han pasado varios minutos sin que la dirección correspondiente haya enviado ninguna trama.
- En algunas situaciones es interesante unir dos LANs con más de un puente, normalmente por razones de fiabilidad o redundancia. Sin embargo, puede presentarse el problema de la saturación de las redes debido a que las tramas que reenvía un puente de una LAN1 hacia una LAN2 son reenviadas a su vez en sentido contrario por el otro puente. Para evitar este problema existe el Spanning Tree Protocol (IEEE 802.1D), por el cual se inhabilitan todos los caminos posibles entre cada par de redes, menos uno. Los otros quedan como rutas alternativas dispuestas a entrar en funcionamiento en caso de fallo en la principal.

3.2.2. Puentes remotos.

- Para conectar entre sí dos redes locales remotas como si fueran la misma LAN se usa un tipo de puentes denominados puentes remotos. Los mecanismos básicos de funcionamiento son los mismos que para los puentes transparentes, salvo que el puente está constituido por dos medios puentes interconectados por una línea dedicada o un enlace WAN.
- Dado que generalmente los puentes remotos se conectan mediante líneas de menor velocidad que las redes a las que enlazan, es frecuente que dicha conexión sea el factor limitante de las prestaciones de la red. Esto es especialmente crítico cuando se trata de LANs grandes en las que el tráfico broadcast/multicast es importante. Es mejor utilizar routers en este caso.

3.2.3. Switches.

3.2.3.1. Modos de funcionamiento.

- Los conmutadores (switches) LAN son puentes transparentes multipuerta de alta velocidad, en los que el algoritmo de los puentes transparentes se ha implementado en hardware. Tienen un rendimiento muchísimo mayor que los puentes, que realizan el algoritmo por software.
- Existen varios posibles modos de funcionamiento:
 - * *Almacenamiento y reenvío.* Consiste en que antes de retransmitir una trama la recibe en su totalidad para comprobar el CRC y descartarla en caso de que éste sea erróneo. En el caso de tramas grandes la comprobación del CRC introduce un retardo notable en la propagación de la trama, a menudo superior al que introduce el propio proceso de conmutación.
 - * *Cut-Through.* Consiste en empezar a enviar los bits tan pronto como se recibe la dirección MAC de destino. El conmutador sigue comprobando el CRC; cuando se produce un error no puede descartar la trama puesto que ya ha sido transmitida.
 - * *Cut-Through libre de fragmentos.* Es igual que Cut-Through pero en vez de empezar enseguida, espera a haber recibido 64 bytes (longitud de la trama mínima Ethernet). Así se asegura que no es un fragmento producido por una colisión.
 - * *Híbrido.* Usa Cut-Through inicialmente, pero si detecta que una estación genera tramas erróneas pasa a modo almacenamiento y reenvío únicamente para las tramas que tengan como dirección de origen la de la estación sospechosa; si se comprueba más tarde que el error detectado fue algo esporádico, se volverá al modo Cut-Through para esa estación.
- Un switch Ethernet full duplex aprovecha los dos pares de hilos que se encuentran dentro del cable. Esto se realiza creando una conexión directa entre el transmisor (TX) en un extremo del circuito y el receptor (RX) en el otro extremo. Con dos estaciones conectadas de esta manera, se crea un dominio libre de colisiones debido a que se produce la transmisión y la recepción de los datos en circuitos separados con todo el ancho de banda disponible en ambas direcciones.

3.2.3.2. Conmutación simétrica y asimétrica. Buffering de memoria.

- La conmutación simétrica proporciona conexiones conmutadas con el mismo ancho de banda asignado a cada puerto del switch. La conmutación asimétrica permite que a ciertos puertos (normalmente asignados a servidores) se les pueda asignar un ancho de banda mayor.
- Un switch Ethernet puede utilizar una técnica de buffering para almacenar y enviar paquetes al puerto o los puertos correctos. Se puede utilizar dos métodos:

- * En el *búfering de memoria basado en puerto*, los paquetes se almacenan en colas enlazadas a puertos de entrada específicos. Un paquete se transmite al puerto de salida una vez que todos los paquetes previos se hayan transmitido con éxito. Es posible que un solo paquete retrase la transmisión de todos los paquetes almacenados en la memoria debido al tráfico del puerto destino, incluso si los demás paquetes están destinados a puertos abiertos.
- * El *búfering de memoria compartida* deposita todos los paquetes en un buffer de memoria común que comparten todos los puertos del switch. La cantidad de memoria asignada a un puerto se determina según la cantidad que cada puerto requiere. Los paquetes en el buffer entonces se enlazan dinámicamente al puerto de transmisión. Esto permite recibir el paquete en un puerto y transmitirlo a otro puerto, sin tener que colocarlo en otra cola.

3.3. Nivel de red.

3.3.1. Routers.

- Un router es un dispositivo que encamina los paquetes según su dirección de destino. También podría ser un ordenador con varias tarjetas Ethernet y con capacidad de conmutar paquetes entre ellas. Los routers se configuran de la siguiente manera:
 - * Al configurar una interfaz del router con una determinada dirección IP de una red, el router deduce que por ese cable puede llegar a cualquier host que pertenezca a dicha red, de modo que si a partir de ese momento recibe un datagrama dirigido a cualquier dirección comprendida dentro del rango de direcciones de esta red lo enviará por dicho interfaz.
 - * Si se pretende tener varias redes directamente conectadas, éstas se conectarán a otros tantos interfaces del router y a cada interfaz se le asignará una primera dirección IP válida de cada una de las redes. La parte host de dicha dirección IP nunca puede ser toda cero ni toda unos.
 - * Si se pretende tener varias redes conectadas por varios routers, será necesario definir las rutas hacia las redes remotas en los routers que correspondan. La definición de una ruta específica la red de destino y la dirección de la interfaz del router a través de la cual se puede llegar a dicho destino. Esta dirección debe pertenecer a otro equipo situado en una red directamente conectada o en una red para la se haya definido previamente una ruta.
 - * Una conexión entre dos routers a través de un enlace punto a punto utiliza una red. La diferencia es que en este caso sólo se utilizan dos direcciones. Dado que las interfaces serie no serán accedidas directamente por los usuarios normales es bastante frecuente utilizar en estos casos direcciones del rango privado según se especifica en el RFC 1918.
 - * El router ha de entender la información contenida en los paquetes para tomar decisiones respecto a su enrutamiento, y por tanto ha de soportar el protocolo al que estos pertenecen. La mayoría de los routers actuales soportan múltiples protocolos, permitiendo que los diversos protocolos de red compartan la infraestructura de comunicaciones.
- En un router, el establecimiento de rutas se realiza mediante el comando **ip route**, que puede establecer tres tipos de rutas, ordenadas descendientemente por la longitud de sus máscaras:
 - * *Rutas host*. Indica la ruta a seguir para una dirección IP determinada. Tienen máxima prioridad y se caracterizan por tener la máscara toda a unos (255.255.255.255).

- * *Rutas red.* Indica la ruta a seguir para una dirección de red determinada. Se caracterizan por tener máscaras con parte a ceros y parte a unos. La parte host de la dirección debe ser cero.
- * *Ruta por defecto (a 0.0.0.0/0 por...).* Indica que todo datagrama que no encaje en ninguna de las rutas explícitas anteriores debe enviarse a la dirección indicada por esta ruta. Se caracteriza por tener la dirección a enrutar y su máscara todas a ceros.
- Cuando una trama llega al router, éste ejecuta las siguientes funciones:
 - * Extrae el encabezado de enlace de datos que transporta la trama. El encabezado de enlace de datos contiene las direcciones MAC origen y destino.
 - * Examina la dirección de la capa de red para determinar cuál es la red destino.
 - * Consulta las tablas de enrutamiento para determinar cuál de las interfaces usará para enviar los datos, a fin de que lleguen a la red destino.

3.3.2. Variantes de los routers.

- **Conmutadores de nivel de red.** Son routers cuyos algoritmos de enrutamiento más habituales se implementan por hardware, con lo que resultan especialmente rápidos.
- **Brouter.** Operan tanto a nivel de enlace como a nivel de red, y son capaces de actuar según las necesidades como un router o como un puente dependiendo si el protocolo de red es enrutable.

3.4. Pasarelas.

- Permiten interconectar sistemas con pilas de protocolos distintas, encargándose de la conversión y asegurándose de que los datos transmitidos son compatibles con los de la red destino.
- Existen varios tipos de pasarelas:
 - * *Pasarela de nivel de aplicación.* Es un host que implementa dos o más pilas completas de protocolos y que puede trasvasar datos de una aplicación a su equivalente en la otra pila de protocolos, realizando las conversiones adecuadas.
 - * *Pasarela asíncrona.* Permite la conexión de un ordenador personal a grandes ordenadores asíncronos utilizando las líneas telefónicas a través de un servidor de comunicaciones.
 - * *Pasarela SNA.* Permite la conexión de un ordenador personal como terminal a grandes ordenadores con arquitectura SNA para transmisión de archivos.