

# ¿Qué es...?

**El término “internetworking” se refiere a todo el proceso de interconexión entre redes, de igual o diferente estructura, como pueden ser las redes de área local (LAN) o de área extensa (WAN). Los diferentes equipos de interconexión: repeaters, bridges, routers, gateways, switches, hubs, etc., facilitan el proceso de conectar equipos, sistemas y/o redes no sólo de un único proveedor, sino de múltiples proveedores entre sí.**

## Internetworking: Interfuncionamiento entre redes

**L**os objetivos principales del internetworking son:

- Unión de redes entre sí.
- Superar las limitaciones físicas.
- Efectuar un cambio de medio de transmisión.
- Efectuar un cambio de topología física o lógica.
- Aislar tráfico entre partes de la red.

- Integrar plataformas de comunicación diferentes.

### Descripción de dispositivos utilizados en la interconexión

#### Hub

Un hub es un dispositivo utilizado para concentrar y organizar el cableado en una red de área local, de los que exis-

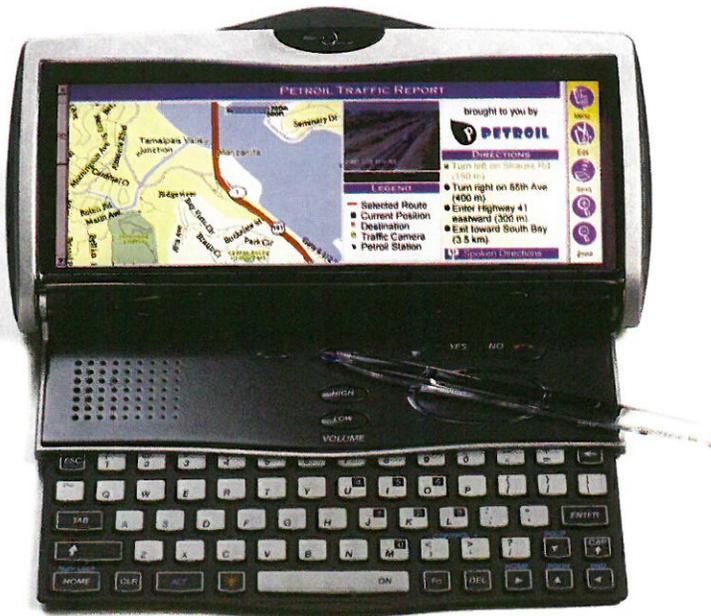
ten dos tipos: *Activos*, y *Pasivos*. Un hub pasivo es aquel que simplemente permite la interconexión del cableado UTP y/o STP en una forma ordenada, no requiere alimentación y no procesa o regenera el tráfico que le llega.

Los más comúnmente utilizados son los hub's activos, que requieren de alimentación y contienen un circuito electrónico que puede filtrar, amplificar y controlar el tráfico. Poseen también alguna funcionalidad adicional, tal como el *bridging*, que actúa separando el tráfico local del hub del backbone de la red. En un diseño típico los hub's se instalan en rack's o armarios especiales a los que llega todo el cableado de una planta del edificio de la empresa. Estos cables se conectan a cada puerto del hub, el cual a su vez lo está al backbone de la red, que interconecta todos los armarios. Así, se divide la red en agrupamientos lógicos y físicos, lo que simplifica la resolución de problemas y se facilita el futuro crecimiento.

#### Repeater

A medida que las señales eléctricas se transmiten por un cable, tienden a degenerarse proporcionalmente a la longitud del cable. Este fenómeno se conoce como atenuación.

Un repeater, (repetidor), es un dispositivo sencillo que se instala para amplificar la señal del cable, de forma que se pueda extender la longitud de la red. El repetidor normalmente no modifica la señal, excepto en que la amplifica para poder retransmitirla por el segmento de cable extendido. Algunos



identificación, y los puentes pueden construir sus tablas a partir de estas direcciones.

#### *Puentes con distribución de carga*

El puente con distribución de carga es la forma más eficiente de puente. Utiliza un algoritmo de emparejamiento, pero también una conexión doble para transferir los paquetes, mejorando de esta forma el rendimiento global de la red.

#### *Características*

- Simple instalación y configuración.
- Capacidad de auto aprendizaje.
- Maneja todos los protocolos.
- Utiliza optimización de la ruta.
- Menores costos totales.

repetidores también filtran el ruido.

#### *Características*

- Regenera las señales de la red para que lleguen más lejos.
- Se utilizan sobre todo en los sistemas de cableado lineales como Ethernet.
- Los repetidores funcionan sobre el nivel más bajo de la jerarquía de protocolos, el físico. No utilizan los protocolos de niveles superiores.
- Los segmentos conectados deben utilizar el mismo método de acceso al medio de transmisión.
- Los segmentos conectados con un repetidor, normalmente dentro de un mismo edificio, forman parte de la misma red, y tendrán la misma dirección de red.

### **Bridge**

Un bridge, (puente), añade un nivel de inteligencia a una conexión

entre redes y conecta dos segmentos de redes iguales o distintos. Los puentes trabajan en el nivel de enlace de datos. Se puede utilizar un puente para dividir una red amplia en dos o más pequeñas, lo que mejora el rendimiento al reducir el tráfico, ya que los paquetes para estaciones concretas no tienen que viajar por toda la red. También se usan para conectar distintos tipos de redes, como Ethernet y Token Ring.

Con un puente se pueden conectar dispositivos que utilicen protocolos diferentes, pero el nivel de enlace de datos no sabe nada sobre el mejor camino hacia un cierto destino; no existe ninguna forma de enviar paquetes a un segmento de red de modo que alcancen su destino de la forma más rápida o eficiente, (es la función de un router), no obstante los puentes ofrecen filtrado; éste evita que los paquetes de un segmento de red local pasen por el puente y lleguen a segmentos de red

donde no sirven para nada. Un puente se instala por las siguientes razones:

- Para extender una red existente cuando se ha alcanzado su máxima extensión.
- Para eliminar los cuellos de botella que se generan cuando hay demasiadas estaciones de trabajo conectadas a un único segmento de la red.
- Para conectar entre sí distintos tipos de redes, como Token Ring y Ethernet.

Los puentes pueden ser de varios tipos:

#### *Puentes con aprendizaje*

Los puentes con aprendizaje, o adaptativos, se "aprenden" las direcciones de las otras estaciones de la red, por lo que no será necesario que el instalador del puente o el administrador de la red cree una tabla con estas direcciones en el puente. Las estaciones de trabajo difunden continuamente sus señales de

### **Router**

Los routers, (encaminadores o enrutadores), son críticos para las redes de gran alcance que utilizan enlaces de comunicaciones remotas. Mantienen el tráfico fluyendo eficientemente sobre caminos predefinidos en una interconexión de redes compleja.

Si se utilizan líneas alquiladas de baja de velocidad, es importante filtrar los paquetes que no deban entrar en la línea. Además, las grandes redes que se extienden por todo el mundo, como es el caso de Internet, pueden contener muchas conexiones remotas redundantes; en ese caso, resulta importante encontrar el mejor camino entre el origen y el destino. Este es el objetivo que tratan de cumplir los routers.

Inspeccionar la información en el nivel de red (Nivel 3 de OSI)

para determinar la información de la mejor ruta. Muchos productos de encaminamiento, (routing), ofrecen soporte para varios métodos de comunicaciones, como T1 y X.25.

Las siguientes son algunas razones para utilizar routers en lugar de bridges:

- Ofrecen un filtrado de paquetes avanzado.
- Son necesarios cuando hay diversos protocolos en una interconexión de redes, y los paquetes de ciertos protocolos tienen que confinarse en una cierta área
- Ofrecen un encaminamiento inteligente, mejorando el rendimiento. Un router inteligente conoce la estructura de la red y puede encontrar con facilidad el mejor camino para un paquete

## Funcionamiento de los routers

Un router examina la información de encaminamiento de los paquetes y los dirige al segmento de red adecuado. Un router procesa los paquetes que van dirigidos a él, lo que incluye los paquetes enviados desde otros routers con los que esté conectado.

Los routers envían los paquetes por la mejor ruta hacia su destino, mantienen tablas de redes locales y routers adyacentes en la red. Cuando uno de estos dispositivos recibe un paquete, consulta estas tablas para ver si puede enviar directamente el paquete a su destino. Si no es así, determina la posición de otro router que lo pueda hacer. Estos dispositivos pueden ser específicos para un protocolo o bien manejar diversos protocolos simultáneamente. Los routers dividen una red en

## Las grandes redes remotas que circulan por el mundo, como internet, pueden tener muchas conexiones remotas redundantes

redes lógicas más pequeñas, siendo estas más sencillas de manejar. Cada segmento de la red tiene su propio número de red local, y cada estación de dicho segmento tiene su propia dirección. La segmentación de las redes evita las "tormentas de difusión", que ocurren si los nodos no se conectan de forma adecuada y la red se satura con la difusión de mensajes de localización.

La determinación de la mejor ruta para un paquete se realiza en base a la información disponible en la tabla de enrutamiento, la topología de la red y algoritmos de encaminamiento, que se dividen en dos grandes familias: "encaminamiento estático" o "encaminamiento adaptativo", y a la vez los protocolos de encaminamiento tienen en cuenta la distancia entre nodos "vector distancia" como, por ejemplo, en RIP, y el "estado del enlace" como ocurre en OSPF. Además, cada router se comunica con el resto de la red sólo cuando hay cambios, o puede hacerlo a intervalos regulares.

Los routers confeccionan una tabla de encaminamiento en la que registran qué nodos y redes son alcanzables por cada uno de sus puertos de salida; es decir, la tabla describe la topología de la red. Como se ha comentado, una primera clasificación de los algoritmos utilizados por los routers para realizar su función sería la siguiente:

- **Algoritmos de encaminamiento estático:** Requieren que la tabla de encaminamiento sea programada por el administrador de red y carece de inteligencia para aprender la topología de la red por sí mismo. Las rutas se calculan por adelantado según las capacidades de las líneas, el tráfico esperado, etc. y los routers no necesitan intercambiar información con sus vecinos.

- **Algoritmos de encaminamiento adaptativo:** Aprenden por sí mismos la topología de la red y, por ello, son mucho más flexibles que los anteriores, aunque su rendimiento es menor. Las rutas se fijan en cada momento en función de la información en tiempo real que los routers reciben del estado de la red.

Los algoritmos y técnicas de encaminamiento adaptativo (o dinámico) son los más utilizados, aunque también son los que plantean más problemas de configuración, y entre ellos tenemos los siguientes:

- **Algoritmo de camino más corto.** Este algoritmo calcula y registra en la tabla de encaminamiento un valor para cada conexión entre el router y cualquier nodo que pueda ser alcanzado por él, que se calcula como el resultado de aplicar una métrica; por ejemplo, el número de saltos de la red para que un paquete alcance su destino,

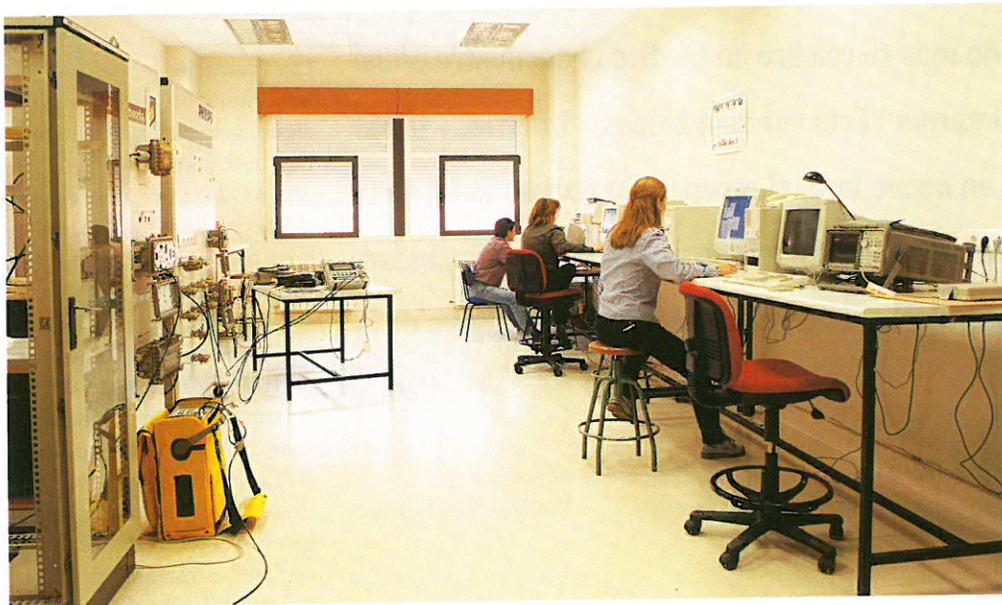
un valor que identifique el ancho de banda de la línea utilizada, el coste económico en la transmisión de cada paquete, la distancia geográfica, etc. El router dirige los paquetes de acuerdo con los resultados de esta métrica para cada camino posible, eligiendo los valores óptimos.

- **Encaminamiento de camino múltiple.** Algunos routers son capaces de gestionar varias rutas con la misma conexión. De este modo, son capaces de sumar el ancho de banda de cada una de las rutas (normalmente, asociadas a líneas de transmisión), como si se tratara de un único enlace.

- **Encaminamiento por gestión centralizada.** En este caso, cada nodo de red informa periódicamente a un router central, tanto sobre la topología que observan como sobre los parámetros fundamentales de red: tráfico, congestión, etc. Con este algoritmo, el router central conoce perfectamente cómo es la red. Sin embargo, presenta un problema que se hace más agudo en grandes redes: El tráfico en los enlaces próximos al router central se satura con facilidad con la información de gestión de la propia red.

- **Encaminamiento aislado.** Renuncia a la gestión centralizada en beneficio de una flexibilidad total en cuanto a la topología y al tráfico generado en la red.

- **Algoritmo de "patata caliente" o hot potato.** Cuando un router recibe un paquete, lo reexpide cuanto antes por la línea que tenga menor car-



ga, confiando en que sea apropiada. Es un algoritmo muy ineficaz para la transmisión, sin embargo, el router puede utilizarlo como técnica de aprendizaje cuando sus tablas todavía están vacías.

- **Algoritmo de retroaprendizaje o backward learning.** Este algoritmo tiene como objetivo el aprendizaje de la topología de la red observando los paquetes que van llegando al router. Este algoritmo suele ser muy utilizado por los puentes para la construcción de sus tablas de direcciones MAC. Los routers realizan las mismas tablas, pero con direcciones de la Capa 3 de OSI.
- **Algoritmo de inundación.** Cuando un router no conoce el camino de acceso al nodo especificado en el paquete que le llega, reexpide el paquete por todos los caminos posibles, de este modo se asegura que el paquete llegará a su destino. Esto genera un intenso tráfico de red, que además se multiplicará en cada salto de red. Para evitar una

## Los switches aumentan las posibilidades de las redes ya que cada puerto utiliza todo el ancho de banda

congestión exponencial de la red se eliminan los paquetes que hayan sobrepasado un número establecido de saltos.

- **Técnica de encaminamiento jerárquico.** Cuando las redes son muy grandes, es difícil que un sólo router contenga toda la información de encaminamiento de la red. Además, los cambios que se producen en la red son constantes, con lo que nunca se tendría una información fiel del estado de ésta en cada momento. Para ello, se realiza un encaminamiento jerárquico, en el que cada router pertenece a un nivel de jerarquía, reexpidiendo los paquetes a los routers de una jerarquía inmediatamente superior o inferior. El proceso se repite hasta llegar al nivel de los hosts.

En la práctica, los routers siguen varios algoritmos de encaminamiento, dependiendo del estado en el que se encuentren en relación con su red. Por ejemplo, es común que un router utilice el algoritmo de inundación al ponerlo *online* en la red, y una vez que ha aprendido algo de la topología de misma, conmuta este algoritmo por otro más eficaz.

### Gateway

Los gateways o pasarelas son dispositivos que trabajan cubriendo hasta el nivel 7 (aplicación) del modelo OSI y permite conectar redes de naturaleza diferente, como IP y X.25. Una pasarela es un programa o dispositivo de comunicaciones que transfiere datos entre redes que tienen funciones similares pero implantaciones diferentes. No

debería confundirse con un convertidor de protocolos

### Switch

Los switches son otro tipo de dispositivo utilizados para enlazar LAN's separadas y proveer un filtrado de paquetes entre ellas. Un switch es un dispositivo con múltiples puertos, cada uno de los cuales puede soportar una simple estación de trabajo o bien toda una red Ethernet o Token Ring.

Con una LAN diferente conectada a cada uno de los puertos del switch, este puede conmutar los paquetes entre ellas, como sea necesario. En efecto, actúa como un bridge multi-puerto, los paquetes son filtrados por el switch basándose en su dirección de destino. Se utilizan para aumentar el rendimiento en las redes de las organizaciones, segmentando las grandes en varias más pequeñas, lo que disminuye la congestión a la vez que sigue proporcionando la interconectividad necesaria.

Los switches aumentan el "performance" de las redes ya que cada puerto utiliza todo el ancho de banda, sin requerir de los usuarios el cambio alguno de equipamiento, tales como NIC's, (Network interface Card), Hubs, cableado o cualquier router o bridge ya instalado. Estos dispositivos pueden soportar numerosas comunicaciones simultáneas. 

### José Manuel Huidobro

- Ingeniero Superior de Telecomunicación
- Marketing Information Manager. Ericsson España, S.A.