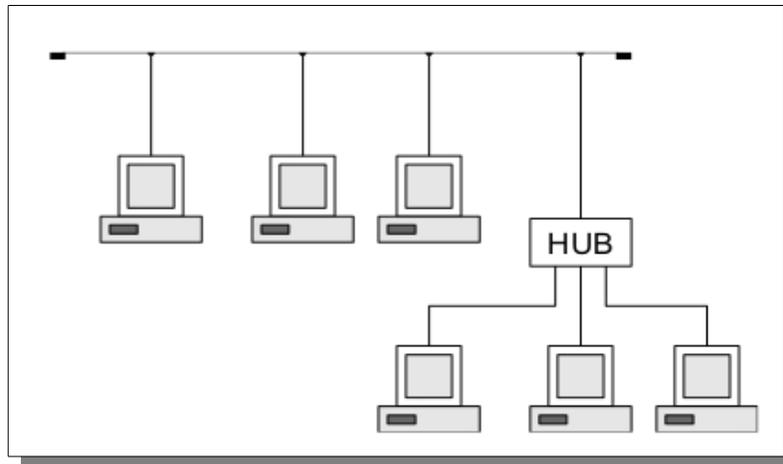


Repetidores o Hubs

Un *Repetidor o Hub* (también llamado concentrador) es un dispositivo de red de capa 1, que simplemente propaga la señal de la comunicación para que pueda llegar a un mayor número de elementos:



Generalmente, los hubs se utilizan en redes Ethernet, en las que se usa un bus común, y donde, por tanto, es posible añadir nuevos nodos a la red simplemente conectándolos al bus. Así, un hub es una forma sencilla de conectar nuevos elementos, o interconectar dos redes.

Un hub puede ser de dos tipos:

- **Pasivo:** Se limita a conectar los elementos, propagando la señal.
- **Activo:** Además de propagar la señal, la amplifica para aumentar su alcance.

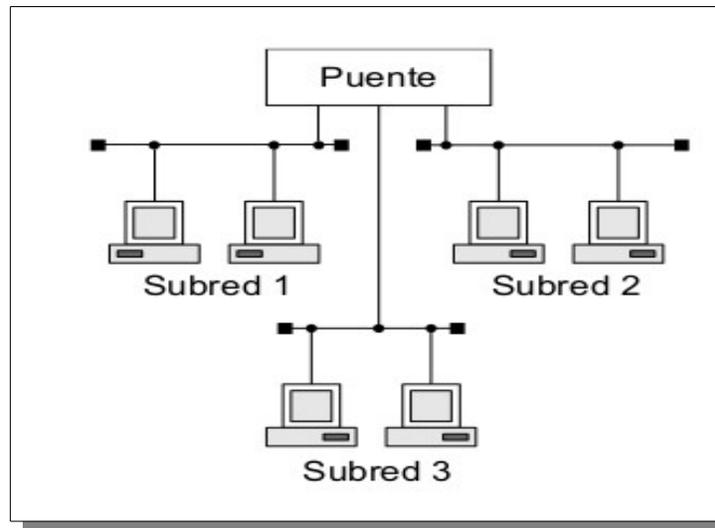
Si bien los hubs son dispositivos sencillos y económicos, tienen una serie de problemas:

- **Poca escalabilidad** : Al limitarse a propagar la señal por toda la red, a medida que crece el número de nodos la red se satura debido a que todo el tráfico llega a todos los nodos.
- **Coste poco competitivo** : Si bien los hubs son económicos, dispositivos de red más eficientes, como los conmutadores, son sólo marginalmente más caros, por lo que no tiene mucho sentido usar hubs.
- **Poca seguridad** : El hecho de que cualquiera de los nodos de la red tenga acceso a todo el tráfico de la misma puede tener implicaciones de seguridad.

A día de hoy, el uso de repetidores es prácticamente nulo.

Puentes

Un puente es un dispositivo similar a un repetidor pero que, en lugar de reenviar la señal a todos los nodos a los que está conectado, únicamente la propaga hacia aquel segmento de red en el que está el destinatario. Por ejemplo, suponiendo una configuración como la siguiente:



En este esquema, un paquete de datos enviado por un nodo de la subred 1 a un nodo de la subred 2 no sería reenviado también a la subred 3. Al tener que analizar el origen y el destino de los datos, los puentes son un dispositivo de capa 2. Las ventajas e inconvenientes de los puentes respecto a los hubs son:

Ventajas

- Reducción del tráfico en la red
- Mayor escalabilidad

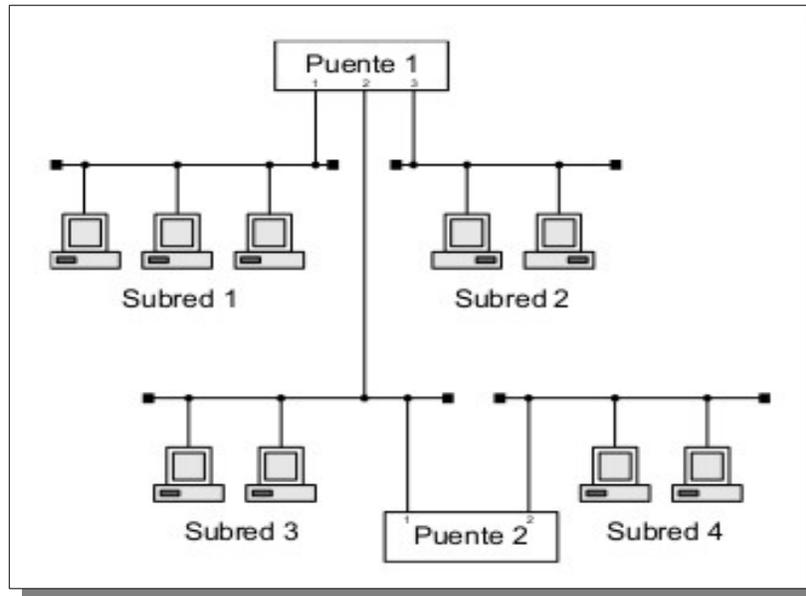
Inconvenientes

- Mayor latencia en la transmisión
- Peligro de sobrecarga si el tráfico supera la capacidad de procesamiento del puente

En realidad, la latencia generada por el procesamiento adicional acostumbra a ser perfectamente tolerable, y el peligro de sobrecarga puede ser reducido o eliminado mediante el correcto dimensionamiento del hardware del puente. Por tanto, las ventajas superan ampliamente a los inconvenientes y los hubs prácticamente no se utilizan.

Encaminamiento

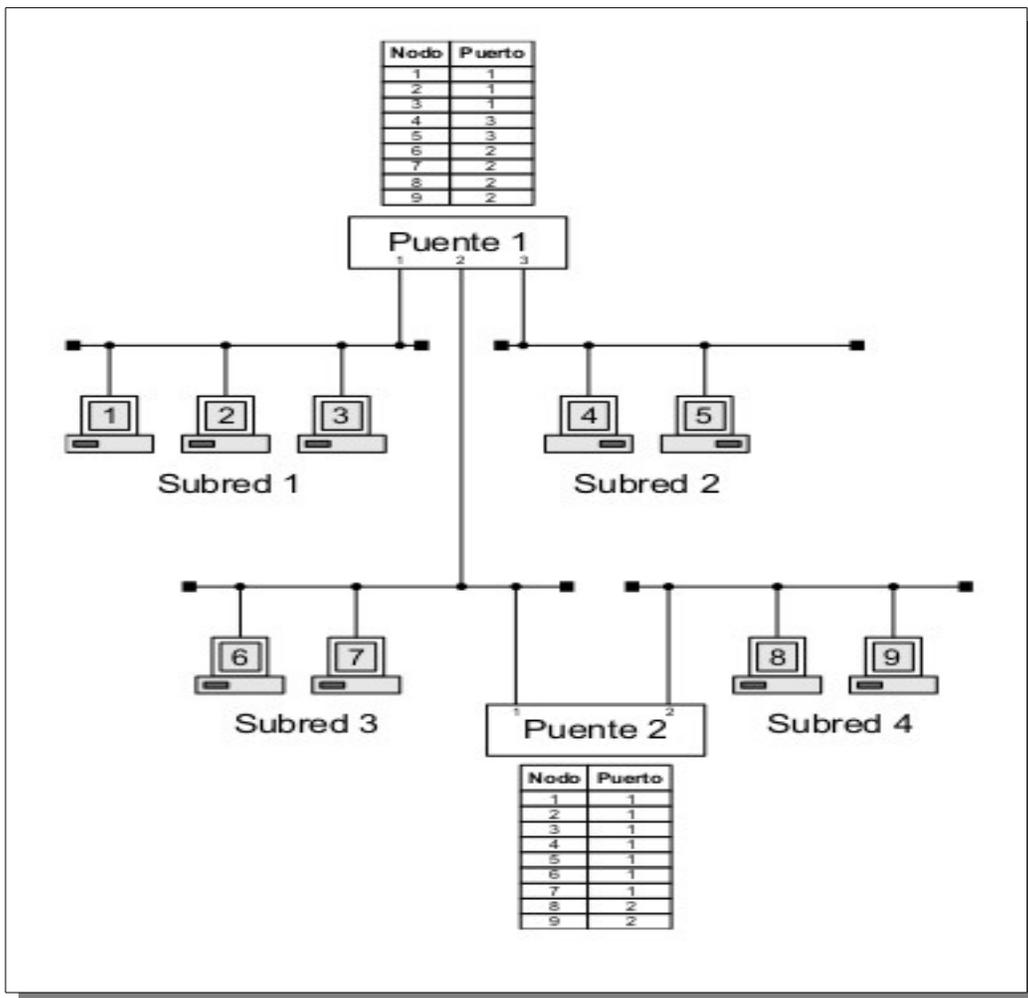
Dado que un puente puede tener varios puertos, y no tiene por qué estar conectado a todas las subredes de una red, no siempre es sencillo determinar hacia dónde se deben propagar los datos. Por ejemplo, suponiendo la siguiente red:



En este caso, si un nodo de la subred 1 envía un paquete a otro de la subred 4, no está claro a priori por qué puerto debería reenviarlo el puente 1.

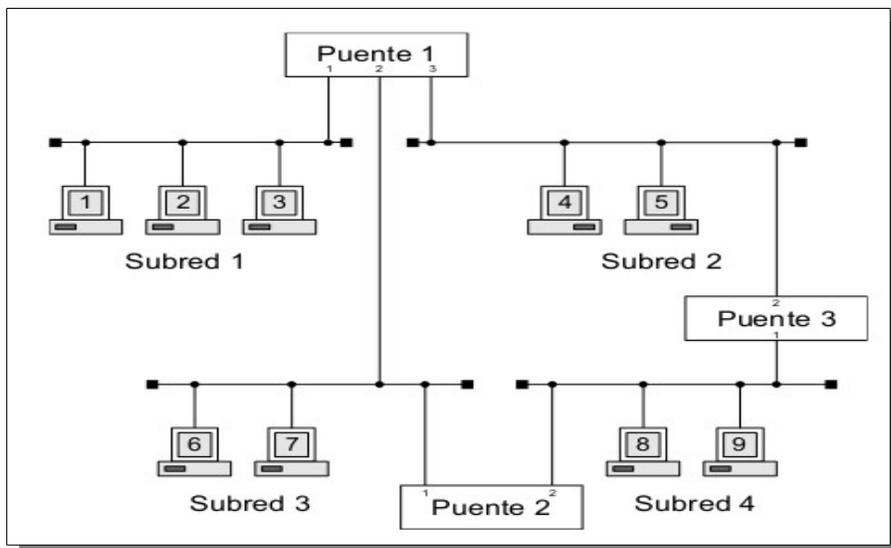
Para solucionar este problema, cada puente mantiene una tabla de encaminamiento que establece, para cada nodo de la red, por qué puerto está accesible. Esta tabla se construye a partir del tráfico entrante de cada puerto, analizando el remitente y añadiéndolo correspondientemente a la tabla. Si en el momento de enviar un paquete aún no se dispone de la información sobre hacia dónde hay que enviarlo, se reenvía por todos los puertos.

Para la red anterior, las tablas de encaminamiento serían las siguientes:



Dado que la configuración de la red puede cambiar, las entradas de las tablas de encaminamiento expiran pasado un cierto tiempo. De esta manera, se asegura que el tráfico circule correctamente aunque cambie la topología de la red.

Si bien este esquema funciona correctamente para redes en forma de árbol, aparecen problemas si la red forma un grafo (existen bucles). Por ejemplo, si añadimos un puente adicional al ejemplo anterior, quedaría:



En este caso, el puente 3 hace que exista un bucle, por lo que si se parte de un estado en el que todas las tablas estén vacías, y por tanto los paquetes se propaguen por todos los puertos, los paquetes permanecerán circulando indefinidamente por la red. Para evitar esto, se utiliza el algoritmo del árbol de expansión.

Algoritmo de árbol de expansión

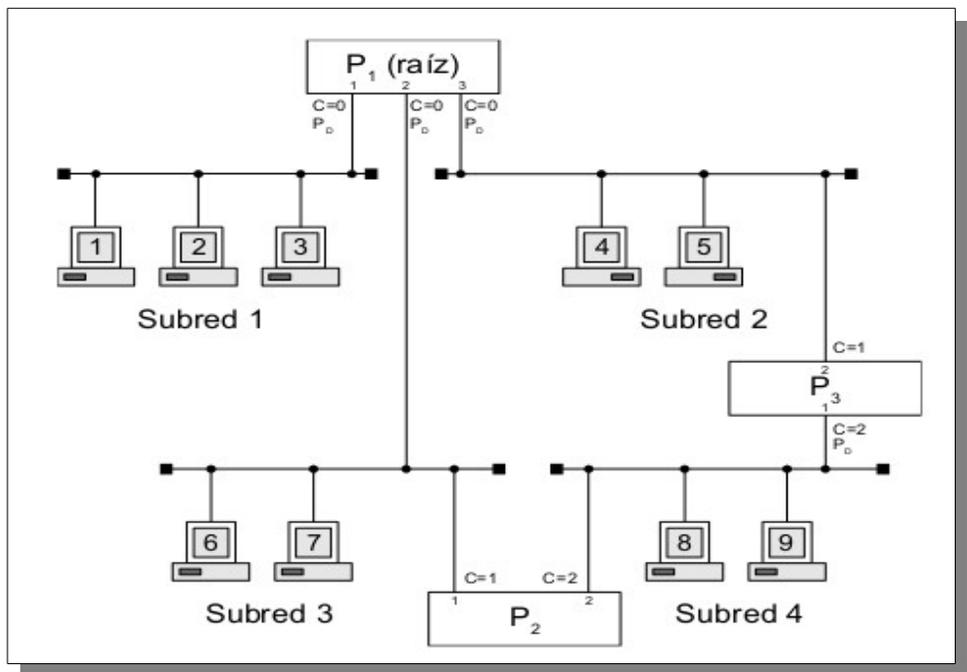
El algoritmo de árbol de expansión permite tratar una red en forma de grafo como si fuera un árbol. Para ello, lo que se hace es establecer un nodo como raíz, e ignorar alguno de los arcos del grafo, de manera que el resultado tenga forma de árbol. Además de impedir bucles, el algoritmo de árbol de expansión también permite obtener las rutas mínimas entre nodos de la red.

El algoritmo es el siguiente:

1. Escoger un puente como raíz del árbol ficticio
2. Para cada puerto de cada puente, calcular el coste de llegar desde él hasta el puente raíz
3. Para cada subred, establecer como puerto designado el más cercano al puente raíz (el que tiene el puerto de menor coste)

Una vez completado el proceso, el reenvío de tráfico deberá hacerse únicamente a través de los puertos designados. De esta manera, se asegura que no habrá bucles.

Para el ejemplo del apartado anterior, el resultado de aplicar el algoritmo de árbol de expansión resultaría en la siguiente asignación:



Se puede observar como, en realidad, el resultado del proceso ha sido “desactivar” aquellas conexiones que provocan los bucles, en este caso los puertos del puente no 2.