

El switch: cómo funciona y sus principales características

Los dispositivos de interconexión tienen dos ámbitos de actuación en las redes telemáticas. En un primer nivel se encuentran los más conocidos, los routers, que se encargan de la interconexión de las redes. En un segundo nivel estarían los **switches**, que son los encargados de la **interconexión de equipos dentro de una misma red**, o lo que es lo mismo, son los dispositivos que, junto al cableado, constituyen las redes de área local o LAN.

Repasaremos el funcionamiento y las principales características del switch.



Un **switch** o **conmutador** es un dispositivo de interconexión utilizado para conectar equipos en red formando lo que se conoce como una red de área local (LAN) y cuyas especificaciones técnicas siguen el estándar conocido como Ethernet (o técnicamente IEEE 802.3).

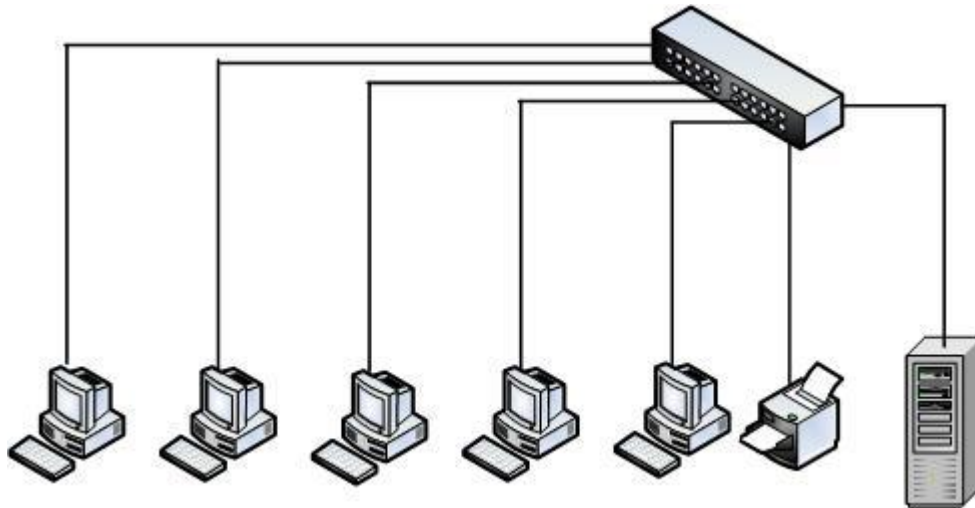


Switch de 50 puertos que permite constituir una red local de hasta 50 equipos conectados



En realidad los switches no son los únicos elementos encargados de la interconexión de dispositivos en una red local. Los switches realizan esta función para medios cableados. Cuando la interconexión se realiza de forma inalámbrica el dispositivo encargado de ello se denomina Punto de acceso inalámbrico.

En la actualidad las redes locales cableadas siguen el estándar Ethernet (prácticamente el 100 %) donde se utiliza una **topología en estrella** y donde el switch es el elemento central de dicha topología.



Topología en estrella de las redes locales en la actualidad

En las primeras versiones de Ethernet, la topología en estrella se implementaba con otro dispositivo conocido como **hub**. En la actualidad, los hubs se pueden considerar obsoletos. Y es importante tener en cuenta que, aunque externamente son muy parecidos, **los switches tienen prestaciones muy superiores a los hubs** por lo que si aún encontramos alguna red que utilice un hub es muy recomendable sustituirlo por un switch.



El hub de 24 puertos 3com Super Stack fue muy utilizado en las primeras redes

El switch es posiblemente uno de los dispositivos con un nivel de escalabilidad más alto. Existen switches de cuatro puertos con funciones básicas para cubrir pequeñas necesidades de interconexión. Pero también podemos encontrar switches con cientos de puertos y con unas prestaciones y características muy avanzadas.



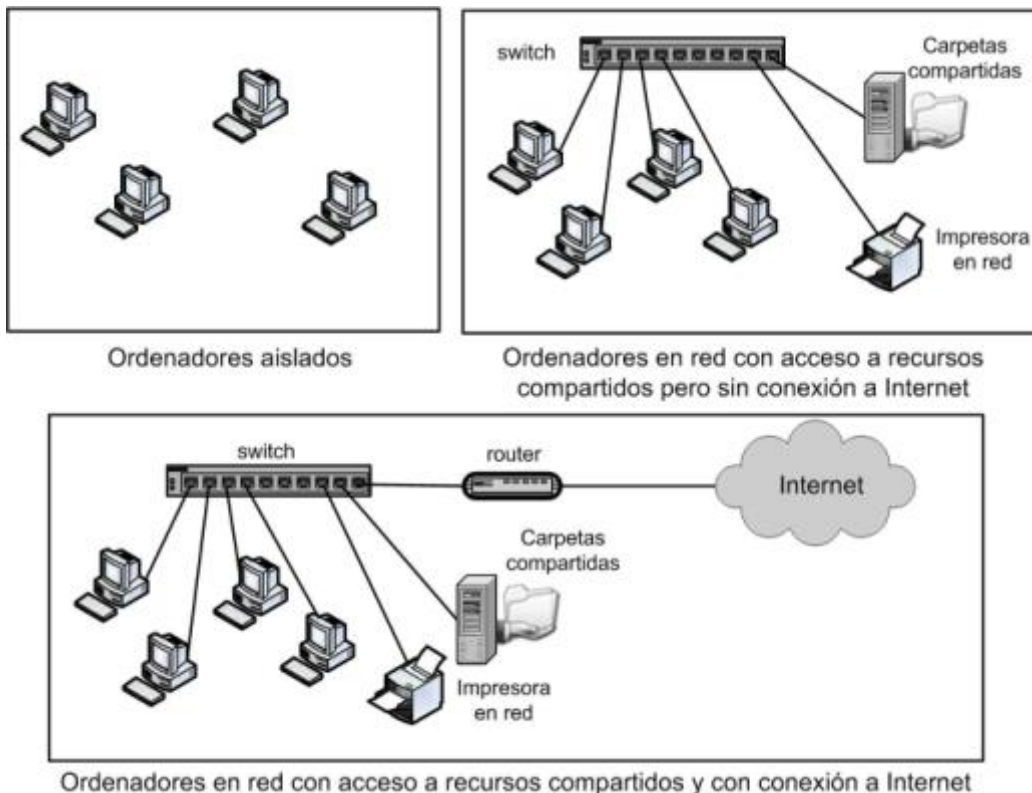
La mayor parte de las redes residenciales utilizan un router de acceso que incluye tanto capacidades de interconexión cableadas como inalámbricas. O dicho de otro modo, un router residencial es un dispositivo 3-en-1. Incluye un router de acceso (ADSL o cable), un switch (normalmente con cuatro puertos) y un punto de acceso inalámbrico.



Router residencial con switch de 4 puertos

¿Para qué sirve un switch?

La función básica de un switch es la de **unir o conectar dispositivos en red**. Es importante tener claro que un switch **NO** proporciona por si solo conectividad con otras redes, y obviamente, **TAMPOCO** proporciona conectividad con Internet. Para ello es necesario un router.



Como se observa en la figura, la existencia de la red local permite:

- **Compartir archivos.** Un equipo de la red habilita la compartición de archivos y el resto de equipos pueden acceder a dichos archivos a través de la red.
- **Compartir impresoras.** Todos los equipos de la red pueden utilizar la misma impresora.
- **Compartir la conexión a Internet.** Todos los equipos pueden acceder a Internet a través de router de acceso, que está conectado en la red.

Características básicas de los switches

Puertos

Los puertos son los elementos del switch que permiten la conexión de otros dispositivos al mismo. Como por ejemplo un PC, portátil, un router, otro switch, una impresora y en general cualquier dispositivo que incluya una interfaz de red Ethernet. El número de puertos es una de las características básicas de los switches. Aquí existe un abanico bastante amplio, desde los pequeños switches de 4 puertos hasta switches troncales que admiten varios cientos de puertos.

El estándar Ethernet admite básicamente dos tipos de medios de transmisión cableados: **el cable de par trenzado** y **el cable de fibra óptica**. El conector utilizado para cada tipo lógicamente es diferente así que otro dato a tener en cuenta es de qué tipo son los puertos. Normalmente los switches básicos sólo disponen de puertos de cable de par trenzado (cuyo conector se conoce como **RJ-45**) y los más avanzados incluyen puertos de fibra óptica (el conector más frecuente aunque no el único es el de tipo **SC**).



Switch con puertos RJ-45 y SC (Foto cortesía de Allied Telesyn)

Velocidad

Dado que Ethernet permite varias velocidades y medios de transmisión, otra de las características destacables sobre los puertos de los switches es precisamente la velocidad a la que pueden trabajar sobre un determinado medio de transmisión. Podemos encontrar puertos definidos como 10/100, es decir, que pueden funcionar bajo los estándares **10BASE-T** (con una velocidad de 10 Mbps) y **100BASE-TX** (velocidad: 100 Mbps). Otra posibilidad es encontrar puertos 10/100/1000, es decir, añaden el estándar **1000BASE-T** (velocidad 1000 Mbps). También se pueden

encontrar puertos que utilicen fibra óptica utilizando conectores hembra de algún formato para fibra óptica. Existen puertos **100BASE-FX** y **1000BASE-X**.

Por último, los switches de altas prestaciones pueden ofrecer puertos que cumplan con el estándar **10GbE**, tanto en fibra como en cable UTP.

Power Over Ethernet

Power Over Ethernet (*Alimentación eléctrica por Ethernet*), también conocido como **PoE**, es una tecnología que permite el envío de alimentación eléctrica junto con los datos en el cableado de una red Ethernet. La primera versión de esta tecnología se publicó en el estándar **IEEE 802.3af** en 2003 y en el año 2009 se publicó una revisión y ampliación en el estándar **IEEE 802.3at**.

La tecnología PoE permite suministrar alimentación eléctrica a dispositivos conectados a una red Ethernet, simplificando por tanto la infraestructura de cableado para su funcionamiento. **Un dispositivo que soporte PoE obtendrá tanto los datos como la alimentación por el cable de red Ethernet.**

Los dispositivos que utilizan esta característica son puntos de acceso inalámbricos Wi-Fi, cámaras de video IP, teléfonos de VoIP, switches remotos y en general cualquier dispositivo que esté conectado a una red Ethernet, que no tenga un consumo energético muy elevado y que su ubicación física dificulte la instalación de cableado.

En el mercado podemos encontrar multitud de modelos de switches que incluyen puertos con PoE. En dichos puertos podemos conectar un dispositivo que admita esta característica y recibirá la alimentación eléctrica por el propio cable Ethernet.

Funcionamiento de un switch: la conmutación

La función básica que realiza un switch se conoce como conmutación y consiste en transferir datos entre los diferentes dispositivos de la red. Para ello, los switches procesan la información contenida en las cabeceras de la trama Ethernet.



En la actualidad ya hay versiones de Ethernet que pueden cubrir distancias de decenas de kilómetros por lo que Ethernet no sólo se usa en redes locales sino que también puede usarse en redes metropolitanas (MAN)

Ethernet es una tecnología de transmisión de datos para redes locales cableadas que divide los datos que se tiene que transmitir en **tramas** y a cada trama se le añade una determinada información de control llamada **cabecera**. Dicha cabecera contiene la dirección MAC tanto del emisor como del receptor.

Los switches guardan en una tabla las direcciones MAC de todos los dispositivos conectados junto con el puerto en el que están conectados, de forma que cuando llega una trama al switch, dicha trama se envía al puerto correspondiente.

En el siguiente video se puede ver cómo se obtiene la información en dicha tabla de direcciones MAC: https://youtu.be/mnfkwe6ri_E

Diferencia entre router y switch <https://www.youtube.com/watch?v=I1lpKSTEvqc>



Si utilizamos como referencia el modelo OSI, el switch es un dispositivo que opera en el nivel 2 o nivel de enlace

Buffers

El elemento clave en los switches para llevar a cabo el proceso de conmutación son los buffers, que son zonas de memoria donde las tramas son almacenadas antes de ser reenviadas al puerto correspondiente. Esta característica además, permite al switch conectar puertos que trabajen a diferentes velocidades.

Los buffers pueden ser implementados en la salida de los puertos, en la entrada de los puertos o una combinación de ambos. Lo más habitual es implementarlos en la salida ya que es el modo más eficiente, consiguiéndose unos índices de eficacia cercanos al 98%.

Los buffers se implementan en memorias RAM integradas en la circuitería del dispositivo, como se observa a la siguiente fotografía.



Técnicas de conmutación

Existen dos técnicas para llevar a cabo la transferencia de los datos entre puertos de un switch:

- **Reenvío directo** (*cut-through*). En esta técnica, cuando un switch comienza a recibir datos por un puerto, no espera a leer la trama completa para reenviarla al puerto destino. En cuanto lee la dirección de destino de la trama MAC, comienza a transferir los datos al puerto destino.

Esta técnica proporciona unos tiempos de retardo bastante bajos, sin embargo, tiene como inconveniente que sólo puede usarse cuando las velocidades de todos los puertos son iguales.

- **Almacenamiento y reenvío** (*Store and Forward*). En este caso, cuando un switch recibe datos por un puerto, almacena la trama completa en el buffer para luego reenviarla al puerto destino. La utilización de esta técnica permite realizar algunas comprobaciones de error antes de ser enviada al puerto de destino.

El tiempo de retardo introducido es variable ya que depende del tamaño de la trama, aunque suele ser superior al proporcionado por la técnica cut-through, sin embargo, es imprescindible utilizar esta técnica cuando existen puertos funcionando a diferentes velocidades.

Gestión y configuración

La función básica que llevan a cabo los switches, que es la conmutación de tramas Ethernet, no necesita ninguna configuración manual. Una de las características incluidas en el estándar Ethernet (concretamente en la especificación IEEE 802.3u) es la **autonegociación**. Esta función permite que se establezca un diálogo entre el switch y cualquier equipo que se conecte a uno de sus puertos para que “negocien” los parámetros de la comunicación de forma transparente al usuario.

Sin embargo, las funciones avanzadas que ofrecen algunos modelos (como por ejemplo, la configuración de redes VLAN) sí requieren una configuración manual. A los switches que proporcionan mecanismos de configuración y gestión se les conoce como **switches gestionables o administrables** (*managed switches*).

El acceso a la configuración de dichos switches se puede hacer, o bien por un puerto especial de configuración, o por un servicio web interno que proporciona el propio switch. En el primer caso, es necesario conectar un PC a dicho puerto y acceder mediante algún software específico (como por ejemplo un programa de terminal de comandos). En el segundo caso basta con utilizar un navegador web en algún PC conectado en un puerto Ethernet del switch. **El acceso a la interfaz de configuración del switch requiere que se configure en el mismo una dirección IP dentro del rango de la red donde esté conectado.**



Pantalla de configuración de un switch gestionable o administrable

Algunas de las características que suelen incluir los switches gestionables o administrables son:

- Gestión de VLAN
- Monitorización de puertos (Port Mirroring)
- Agregación de enlaces (Link Aggregation / Port Trunking)
- Seguridad IEEE 802.1X
- Control de bucles: Spanning Tree

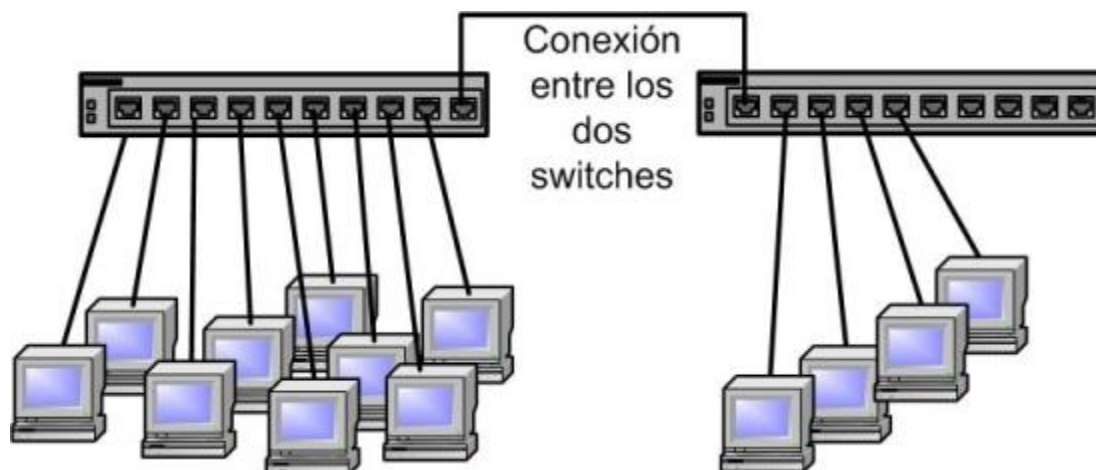
Switches de Nivel 3 y Nivel 3 / 4

Los switches de gama alta utilizados en el troncal de redes Ethernet de mediana y gran envergadura suelen ofrecer capacidades de enrutamiento de paquetes IP. A este tipo de switches se le conoce como switches de nivel 3. Un switch de nivel 3 realiza todas las funciones de conmutación de un switch pero además proporciona funciones de enrutamiento IP. Esta característica es especialmente útil para switches que utilicen VLAN y necesiten comunicar algunas de sus redes LAN virtuales.

Además, pueden existir switches que ofrezcan características relacionadas con funciones del nivel 4, como control de puertos. A estos switches se le conoce como switches de nivel 3 / 4.

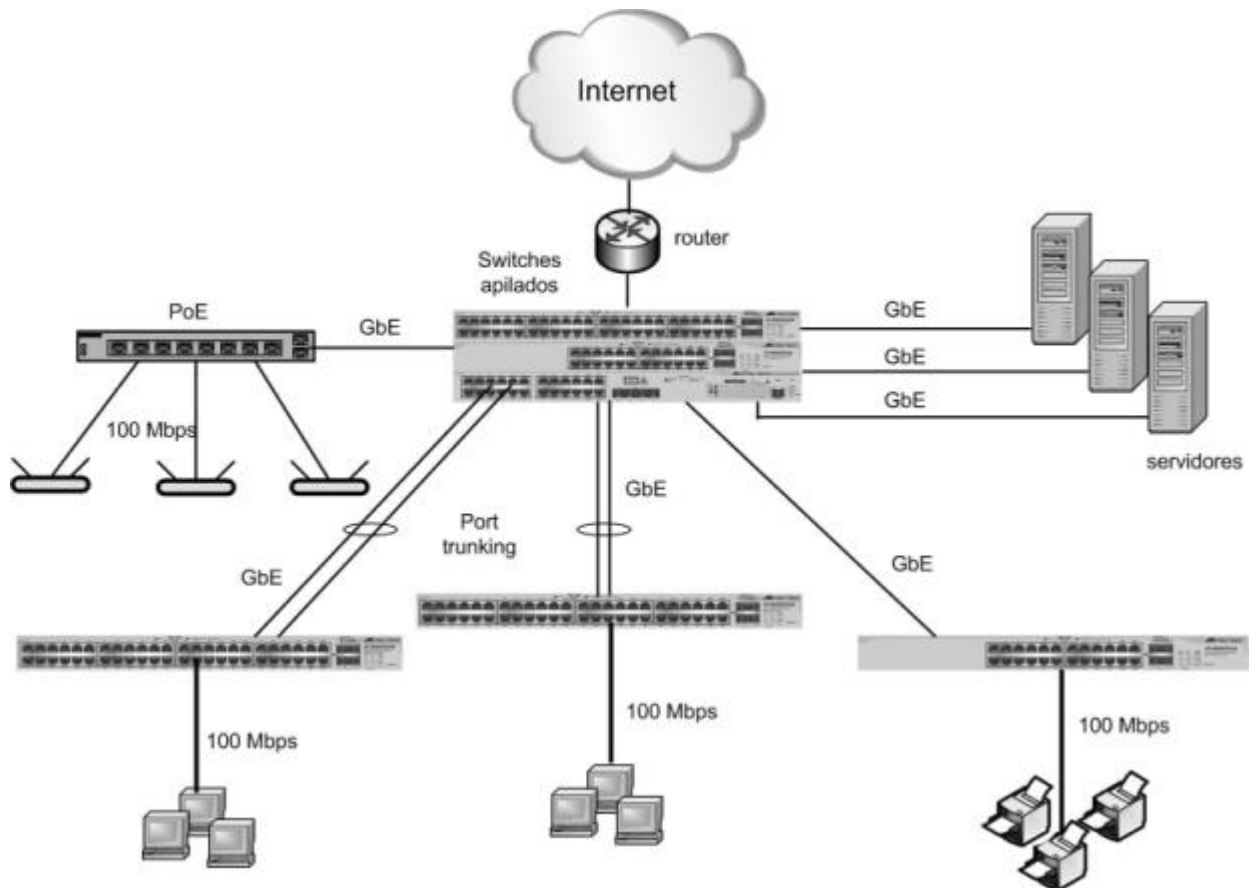
Arquitectura de las redes Ethernet

Como hemos visto anteriormente, las redes actuales basadas en Ethernet siguen una topología en estrella donde el elemento central es el switch. En los casos en los que el número de equipos supera la capacidad del switch, es posible ampliar dicha capacidad conectando otro switch a la red. En este caso, la topología sigue siendo en estrella.

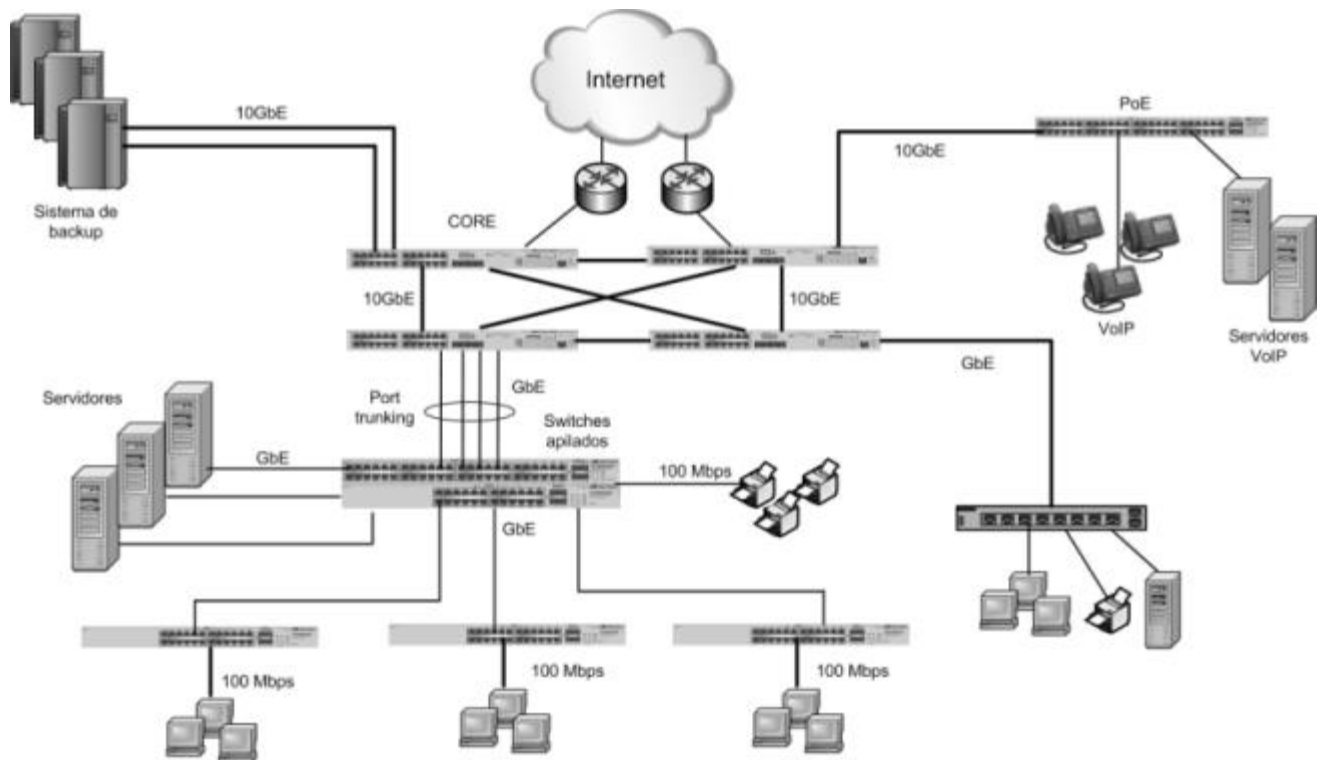


Ampliación de la capacidad de la red con dos switches

Cuando el número de dispositivos de la red es alto, normalmente se sigue una cierta estructura jerárquica donde lo normal es que haya dos o tres niveles jerárquicos. En este caso la estructura de la red se corresponde a una **topología en árbol**. En las siguientes figuras se pueden ver dos ejemplos de redes Ethernet con dos y tres niveles jerárquicos respectivamente.



Red local con estructura jerárquica de switches con 2 niveles



Red local con estructura jerárquica de switches con 3 niveles