

SESIÓN DE LABORATORIO 5

Enrutamiento entre VLAN

Objetivos

- Configurar un switch multinivel para enrutar paquetes entre VLAN.
- Configurar un router para comunicar distintas VLAN por medio de un enlace físico por cada VLAN.
- Configurar una topología ROAS (*Router-on-a-stick*) para comunicar VLAN.

Desarrollo

En esta sesión aprenderemos varias maneras de lograr la comunicación entre computadores situados en distintas VLAN. Para implementar las soluciones de interconexión vamos a utilizar switches Cisco Catalyst 2960 y Catalyst 3560 Multinivel, así como routers Cisco 2811. Las siguientes imágenes corresponden, respectivamente, a estos tres tipos de dispositivos.



Un detalle importante a destacar de las imágenes anteriores es apreciar la disparidad en cuanto al número de interfaces. Así, los switches disponen en su parte delantera de 26 puertos, mientras que el router solamente dispone de 2 puertos e incorpora, en la parte derecha, el interruptor de corriente.

Como ya sabemos, para poder lograr la segmentación lógica de la red de interconexión es necesario que cada VLAN (capa 2) pertenezca a un rango de red diferente (capa 3). La red de área local que vamos a considerar se segmenta en dos VLAN distintas, 10 (VERDE) y 20 (ROSA). Para simplificar el análisis, el ID de cada subred se ha escogido 172.16.10.0/24 y 172.16.20.0/24, respectivamente. De este valor se desprende que se trata de direcciones privadas en redes de clase B. En cada VLAN vamos a ubicar únicamente un host (un PC o un Laptop). Supondremos que la primera dirección disponible, la .1, se corresponde con la dirección de la puerta de enlace (gateway) y la .2 se usa para el host.

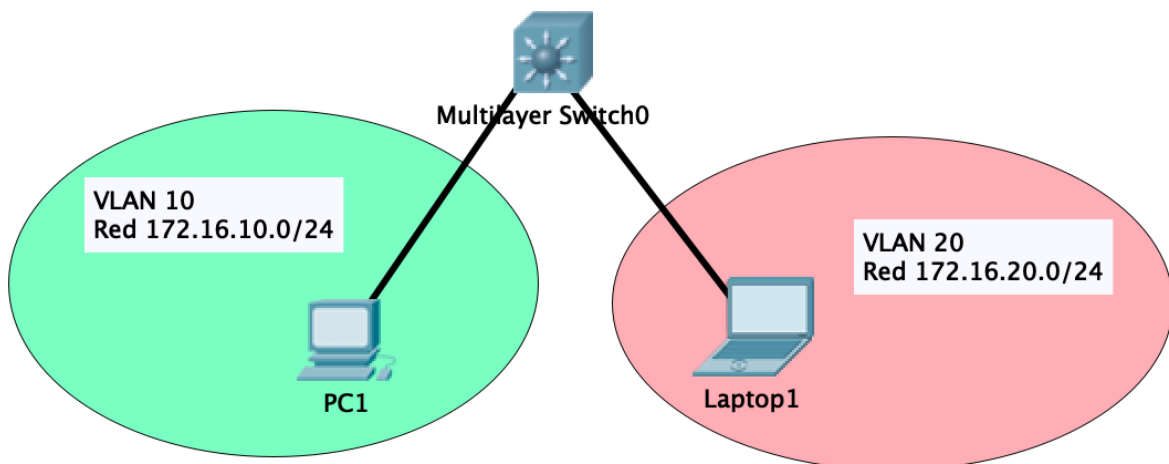
Switch multinivel o de capa 3

La opción más sencilla y económica para interconectar diferentes VLAN sin emplear un router consiste en usar un switch multinivel o switch de capa 3. Esta es una de las opciones más comunes en la actualidad. Un switch multinivel es capaz de operar con paquetes IP, por lo que puede llevar a término el enrutamiento entre distintas redes. Este enrutamiento es implementado por el switch sin necesidad de ningún enlace físico hacia un router.

Cabe resaltar que el trabajo de enrutar paquetes es llevado a cabo por hardware, motivo por el cual son bastante más rápidos que los routers, que enrutan por software, aunque carecen de algunas funcionalidades propias de estos últimos. Este enrutamiento es efectuado por circuitos integrados de aplicación específica (ASIC, Application-Specific Integrated Circuits).

La configuración de un switch con capacidad de enrutamiento a nivel 3 se basa en definir una interfaz virtual por cada VLAN. La comunicación se llevará a cabo internamente a través de estas interfaces virtuales.

La imagen muestra la topología que se quiere implementar:



El modelo empleado de switch multicapa es Cisco 3560. El primer paso a seguir es configurar la dirección IP y la puerta de enlace (gateway) en cada uno de los hosts. Así, la dirección IP de PC1 será 172.16.10.2 y su puerta de enlace la 172.16.10.1; en el caso de Laptop1 su dirección IP es 172.16.20.2 y su puerta de enlace la 172.16.20.1.

Para que el switch multinivel pueda enrutar necesitamos habilitar el encaminamiento mediante la ejecución, desde el modo de configuración global, del comando `ip routing`:

```
Switch#configure terminal
Switch(config)#ip routing
```

A continuación hay que dar de alta las dos VLAN en el switch, y después ubicar las interfaces de los hosts en su VLAN correspondiente. Así, primero creamos las VLAN:

```
Switch#configure terminal
Switch(config)#vlan 10
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#vlan 20
Switch(config-vlan)#exit
```

Ahora asignamos cada interfaz a la VLAN que le toca. En este caso hemos utilizado la interfaz Fa0/1 para el PC y Fa0/2 para el Laptop:

```
Switch#configure terminal
Switch(config)#interface fastEthernet 0/1
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 10
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#interface fastEthernet 0/2
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 20
Switch(config-if)#exit
```

Hasta ahora no hemos hecho nada especial excepto indicarle al switch que tiene que llevar a cabo el enrutamiento entre VLAN. Bien, en este momento es necesario configurar ya la interfaz virtual de cada VLAN con una dirección IP y la máscara de red correspondiente. Es importante que, tras esta configuración, se habilite cada interfaz virtual mediante el comando `no shutdown`:

```
Switch#configure terminal
Switch(config)#interface vlan 10
Switch(config-if)#ip address 172.16.10.1 255.255.255.0
Switch(config-if)#no shutdown
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#interface vlan 20
Switch(config-if)#ip address 172.16.20.1 255.255.255.0
Switch(config-if)#no shutdown
```

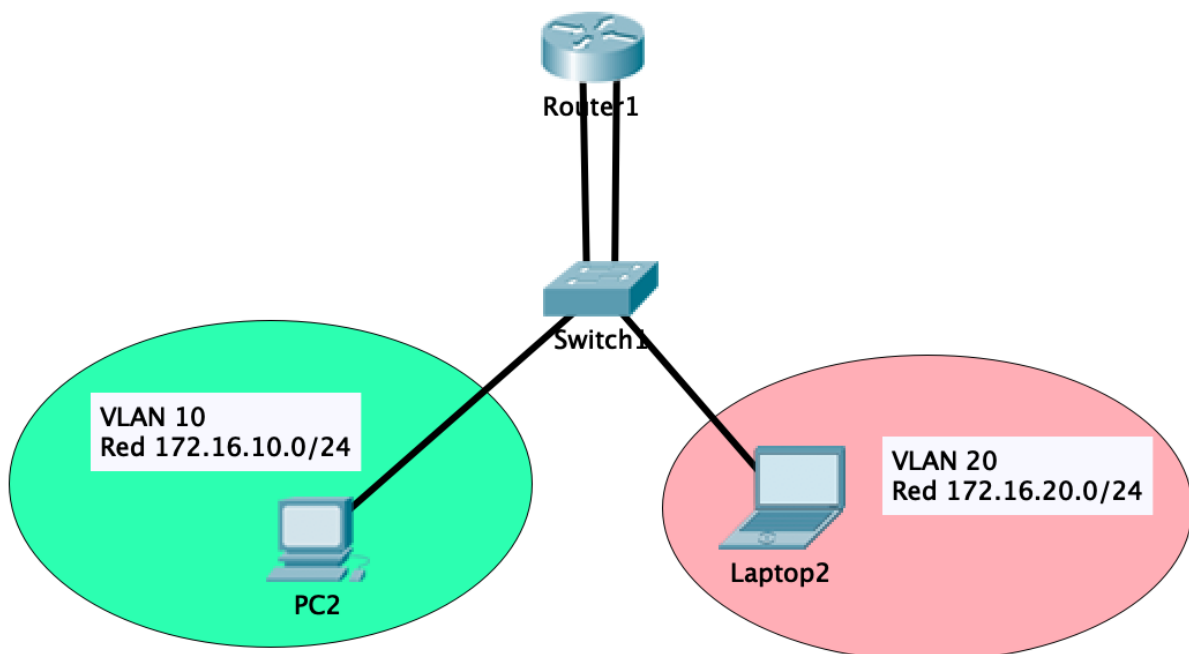
```
Switch(config-if)#exit
```

Como se ve, la dirección IP de cada interfaz de VLAN virtual se corresponde con la dirección de la puerta de enlace definida en los hosts. Esto es así porque, cuando un host quiere enviar un paquete IP a una red distinta de la suya, se envía a su puerta de enlace. El switch multicapa recibirá este paquete en su interfaz virtual de la VLAN en la que está el host y llevará a cabo el enrutamiento a la red de destino.

Tras la configuración de la topología de red hay que comprobar que hay conectividad entre los hosts mediante el comando `ping`.

Router con un enlace físico por cada VLAN

La comunicación por excelencia entre redes distintas se lleva a cabo mediante routers. En este caso se opta por emplear un router con tantos enlaces como VLAN se pretende enrutar. La topología de red que se quiere implementar es la siguiente:



Como se puede apreciar en la figura, el switch se conecta al router por medio de dos enlaces físicos, uno por cada VLAN. Evidentemente, esta solución está limitada a un conjunto pequeño de VLAN.

En esta ocasión vamos a configurar las direcciones IP de cada host, así como la dirección de la puerta de enlace, igual que en el apartado anterior. De igual manera, hay que dar de alta las dos VLAN en el switch y asignar a cada interfaz una VLAN. Hemos elegido Fa0/1 (conexión del PC) y Fa0/3 (conexión al router) para VLAN 10 y Fa0/2 (conexión del Laptop) y Fa0/4 (conexión al router) para VLAN 20. En cualquier caso, es necesario definir estas cuatro interfaces en modo acceso.

```
Switch#configure terminal
Switch(config)#interface fastEthernet 0/1
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 10
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#interface fastEthernet 0/2
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 20
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#interface fastEthernet 0/3
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 10
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#interface fastEthernet 0/4
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 20
```

Ahora pasaremos a configurar el router. Para ello necesitamos asignar una dirección IP y la máscara de red a cada interfaz según la VLAN en la que está situada. Así, asociaremos la interfaz Fa0/0 a la VLAN 10 y la interfaz Fa0/1 a la VLAN 20:

```
Router#configure terminal
Router(config)#interface fastEthernet 0/0
Router(config-if)#ip address 172.16.10.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface fastEthernet 0/1
Router(config-if)#ip address 172.16.20.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

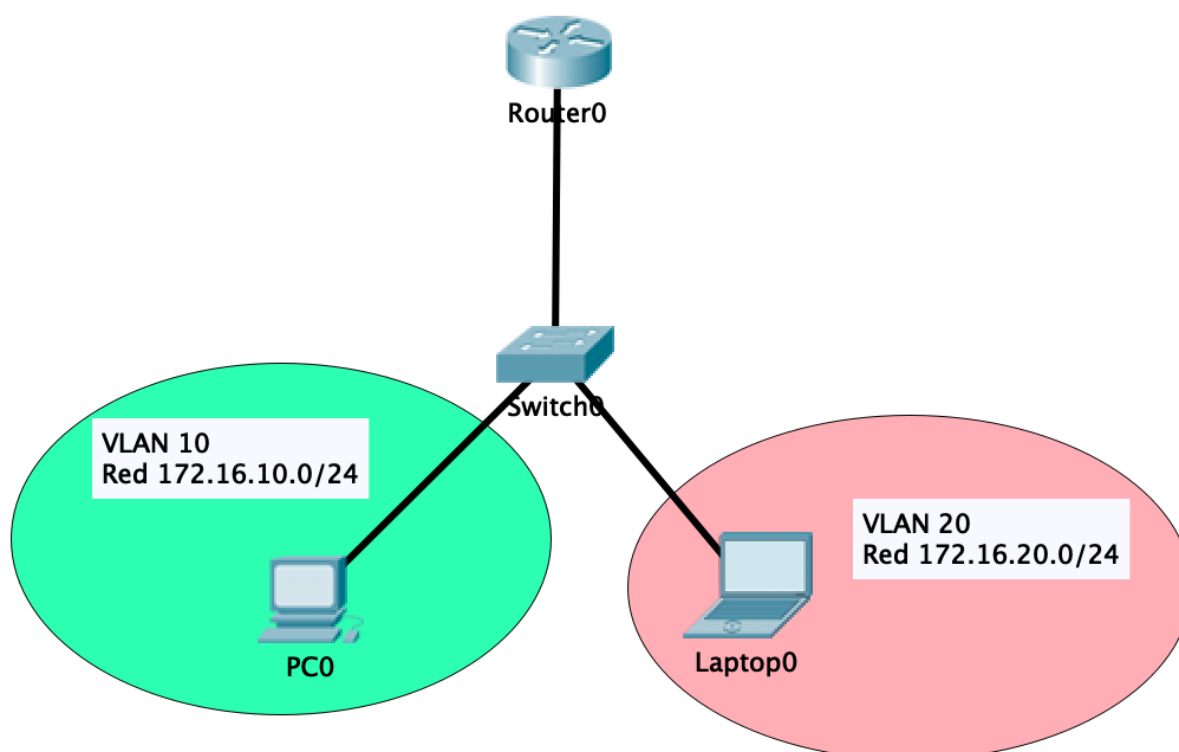
Conviene recordar que, al contrario de lo que ocurre con los switches, en los routers es necesario habilitar cada interfaz mediante el comando `no shutdown`; de otro modo, la comunicación no podrá llevarse a cabo.

Desde el punto de vista operacional, cuando el router recibe un paquete, elimina la etiqueta de la VLAN presente en la trama que lo transporta. Después de ello comprobará su tabla de encaminamiento para saber a través de qué interfaz ha de reenviarlo.

Tras la configuración de todos los dispositivos hay que comprobar la conectividad entre los hosts mediante el comando `ping`.

ROAS: *Router-on-a-stick*

Como se desprende del apartado anterior, usar un enlace físico por cada una de las VLAN que se pretende comunicar es una solución poco práctica. La opción más idónea consiste en emplear el modelo denominado *router-on-a-stick*, el cual emplea un único enlace físico para comunicar todas las VLAN de la topología. La topología a implementar es la siguiente:



Para poder implementar un ROAS se han de cumplir los siguientes requisitos:

- La interfaz del switch que se conecta con el router ha de estar configurada en modo troncal (trunk) a fin de permitir el tráfico de todas aquellas VLAN que se pretendan comunicar.
- La interfaz del router que se conecta físicamente al switch se subdivide en una serie de subinterfaces virtuales, una por cada VLAN. A su vez, cada subinterfaz virtual ha de configurarse con dirección IP y máscara de red dentro del rango de su VLAN.
- Cada una de estas subinterfaces se ha de configurar para que trabaje con el protocolo de etiquetado de tramas IEEE 802.1Q.
- Finalmente, los hosts de cada VLAN utilizarán como puerta de enlace la dirección IP de la subinterfaz virtual encargada de su enrutamiento.

Veamos la configuración paso a paso. Primero, igual que en los apartados anteriores, se asignan las direcciones IP de cada host, así como la dirección de la puerta de enlace. Después hay que crear las dos VLAN en el switch y configurar las interfaces de los hosts en modo de acceso y dentro de la VLAN correspondiente. En este caso hemos usado Fa0/2 para el PC y Fa0/3 para Laptop.

A continuación hay que configurar la interfaz que conecta el switch con el router en modo trunk:

```
Switch#configure terminal
```

```
Switch(config)#interface fastEthernet 0/1
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#switchport trunk allowed vlan 10,20
```

Ahora vamos al router y configuramos las dos subinterfaces virtuales de la interfaz física Fa0/0. La manera de nombrar estas subinterfaces es mediante un número separado por un punto del nombre de la interfaz física. Así, por ejemplo, podemos usar la nomenclatura Fa0/0.10 y Fa0/0.20 para estas subinterfaces. Adicionalmente, hay que indicar la VLAN a la que pertenece cada VLAN mediante el comando `encapsulation dot1q [vlan]`.

```
Router#configure terminal
Router(config)#interface fastEthernet 0/0.10
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 10
Router(config-subif)#ip address 172.16.10.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface fastEthernet 0/0.20
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 20
Router(config-subif)#ip address 172.16.20.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#exit
```

Téngase en cuenta que el número de la subinterfaz no tiene por qué coincidir con el número que identifica la VLAN, aunque en la práctica se suelen asociar para facilitar la administración y comprensión de la configuración de la topología de red.

Por último, para que el enlace esté totalmente operativo, únicamente resta habilitar la interfaz física Fa0/0 del router:

```
Router(config)#interface fastEthernet 0/0
Router(config-if)#no shutdown
```

Si no existe ningún error de capa 1 (capa física) entre el switch y el router, el proceso de configuración llevará al enlace a estar en estado up/up en cada una de las interfaces. Esto se puede ver mediante el comando:

```
Router#show ip interface brief
```

Por tanto, se habrán cumplido todas las condiciones para que las diferentes subredes se incluyan en la tabla de encaminamiento como directamente conectadas. Para comprobarlo hay que ejecutar el comando:

```
Router#show ip route
```

En definitiva, las subinterfaces simplemente crean diferentes interfaces lógicas sobre una física. Esto significa que el tráfico únicamente atravesará un enlace físico, pero a nivel de procesamiento interno cada una de ellas es tratada de manera individual, con su propia configuración y características.

Tras la configuración de todos los dispositivos es necesario comprobar la conectividad entre los hosts mediante el comando `ping`.