

Práctica 2: Enrutamiento IP: Rutas estáticas y conectadas

1.- Objetivos

El objetivo de esta práctica es familiarizarse con:

- El enrutamiento IP.
- Rutas a subredes conectadas directamente
- Configuración de 802.1.Q en los routers: router on a stick
- Rutas estáticas

Para ello, se construirá en el simulador una red sencilla mediante switches y routers que conecten diferentes equipos. En esta práctica se busca configurar apropiadamente todos los equipos de la red para que puedan comunicarse correctamente entre sí. Esto se realizará mediante la interfaz de comandos de la IOS de Cisco.

2.- Conocimientos previos

2.1.- Enrutamiento IP

El enrutamiento IP define cómo un paquete IP puede ser entregado desde la computadora que crea el paquete hasta su destinatario.

Tanto las computadoras como los routers participan en el proceso de enrutamiento IP. La siguiente lista resume la lógica de una computadora cuando envía un paquete, asumiendo que la computadora está en una LAN Ethernet o una LAN inalámbrica.

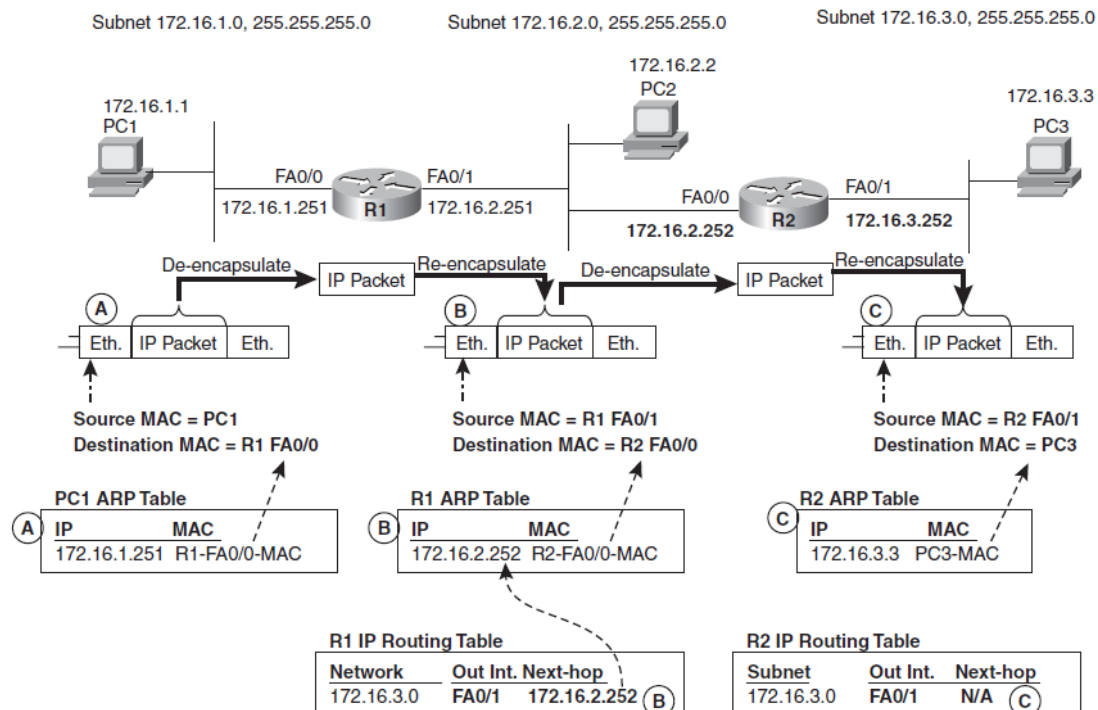
1. Cuando se envía un paquete, comparar la dirección IP de destino del paquete con la percepción que tiene el host emisor del rango de direcciones de la subred conectada, basándose en la dirección IP del host y la máscara de subred.
 - a) Si el destino está en la misma subred que el host, enviar el paquete directamente al host de destino. Se necesita el protocolo de resolución de direcciones ARP, para encontrar la dirección MAC del host de destino.
 - b) Si el destino no está en la misma subred que el host, enviar el paquete directamente al gateway predeterminado del host (router predeterminado). Se necesita ARP para encontrar la dirección MAC del gateway predeterminado.

Los routers utilizan los siguientes pasos generales, teniendo en cuenta que primero deben recibir el paquete, mientras que el host emisor (como se ha resumido previamente) comienza con el paquete IP en memoria:

1. Para cada trama recibida, utilizar el campo FCS (Frame Check Sequence) en la información final de enlace de datos para asegurar que la trama no contiene errores; si hay errores, descartar la trama (y no continuar con el siguiente paso).
2. Verificar la dirección de destino de capa de enlace de datos de la trama, y procesarla sólo si va dirigida a este router o a una dirección de broadcast/multicast.
3. Descartar la cabecera y cola del nivel de enlace de la trama entrante (wifi o Ethernet, por ejemplo), dejando el paquete IP.

4. Comparar la dirección IP de destino del paquete con la tabla de enrutamiento, y encontrar la ruta que coincida con la dirección de destino. Esta ruta identifica la interface saliente del router, y posiblemente el router de siguiente salto.
5. Determinar la dirección de enlace de datos de destino usada para enviar paquetes al siguiente router o computadora de destino (como indica la tabla de enrutamiento).
6. Encapsular el paquete IP en una nueva cabecera e información final de enlace de datos, apropiada para la interface saliente, y enviar la trama por esta interface.

Figure 4-1 Example of the IP Routing Process



2.2.- Rutas conectadas

Los routers deben contar con rutas en sus tablas de enrutamiento IP para que el proceso de envío de paquetes (enrutamiento) funcione. Dos de los medios más básicos de los que se sirve un router para añadir rutas a su tabla de enrutamiento son el aprendizaje sobre las subredes conectadas a sus interfaces, y la configuración de una ruta mediante el uso de un comando de configuración global (lo denominado ruta estática).

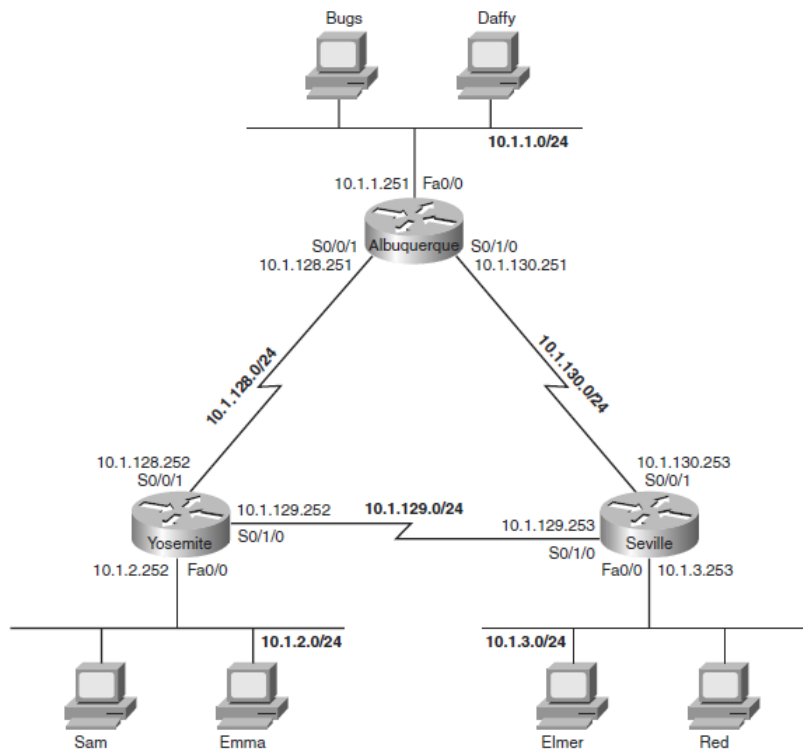
Un router añade automáticamente una ruta a su tabla de enrutamiento para las subredes conectadas a cada interfaz, asumiendo que los dos hechos siguientes son ciertos:

- La interfaz está en estado operativo; con otras palabras, el estado de la interfaz en el comando **show interface** presenta un estado de línea *up* y un estado de protocolo *up*.
- La interfaz tiene una dirección IP asignada, bien con el subcomando de interface **ip address** o utilizando los servicios de cliente DHCP.

El concepto de rutas conectadas es relativamente básico. El router por supuesto necesita conocer el número de subred utilizada en la red física conectada a cada una de sus interfaces, pero si la interfaz no está operativa, el router necesita eliminar la ruta de su

tabla de enrutamiento. El comando **show ip route** lista estas rutas con una **c** como código de ruta, significando conectada.

Ejemplo:



Example 20-1 *Albuquerque Connected Routes*

```
! The following command just lists the IP address configuration on Albuquerque.
! The output has been edited to show only the three interfaces used in Figure
! 20-1.
!
Albuquerque#show running-config
interface FastEthernet0/0
 ip address 10.1.1.251 255.255.255.0
!
interface Serial 0/0/1
 ip address 10.1.128.251 255.255.255.0
!
interface Serial 0/1/0
 ip address 10.1.130.251 255.255.255.0
```

Example 20-1 Albuquerque Connected Routes (Continued)

```

! Lines omitted for brevity
! The next command lists the interfaces, and confirms that Albuquerque's three
! interfaces shown in Figure 20-1 are in an "up and up" status.
!
Albuquerque#show ip interface brief

```

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	10.1.1.251	YES	manual	up	up
FastEthernet0/1	unassigned	YES	manual	administratively down	down
Serial0/0/0	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down
Serial0/0/1	10.1.128.251	YES	NVRAM	up	up
Serial0/1/0	10.1.130.251	YES	NVRAM	up	up
Serial0/1/1	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down

```

!
! The next command lists the routes known by Albuquerque - all connected routes
!
Albuquerque#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route
Gateway of last resort is not set

    10.0.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
C       10.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C       10.1.130.0 is directly connected, Serial0/1/0
C       10.1.128.0 is directly connected, Serial0/0/1
!

```

2.3.- Configuración de 802.1Q en los routers: "router on a stick"

Cuando se incluyen VLANs en un diseño, los dispositivos de una VLAN necesitan estar en la misma subred. Siguiendo la misma lógica de diseño, los dispositivos en VLANs diferentes necesitan pertenecer a subredes diferentes.

Debido a estas reglas, mucha gente piensa que una VLAN es una subred y una subred una VLAN. Aunque no es completamente cierto, porque una VLAN es un concepto de capa 2 y una subred es un concepto de capa 3, la idea general es razonable porque los mismos dispositivos en una única VLAN son los mismos dispositivos en una única subred según este diseño.

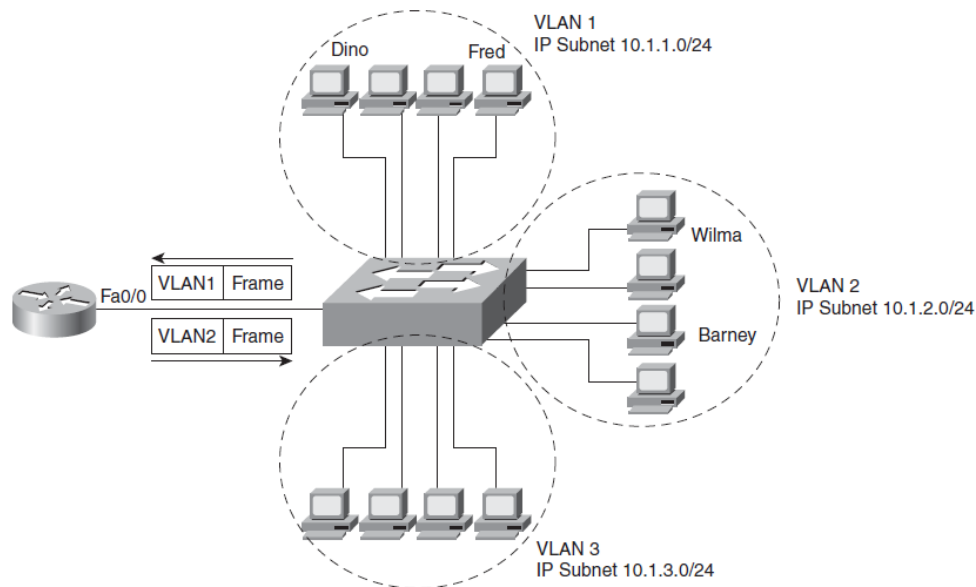
Como en todas las subredes IP, para que un host en una subred pueda entregar paquetes a otro host de otra subred, al menos un router debe estar involucrado. Sin embargo, a priori necesitamos una interfaz física en el router para conectar cada subred, ya que el puerto del router debe permanecer a la misma.

El *trunking* VLAN se puede usar entre dos switches y entre un switch y un router. Mediante el uso del *trunking* en lugar de una interfaz física de router por VLAN, se puede reducir el número de interfaces de router necesarias. En vez de una única interfaz física de router para cada VLAN en el switch, se puede utilizar una interfaz física, y el router todavía podrá enrutar paquetes entre las diferentes VLAN. En el caso extremo en que el router sólo emplea una conexión física

para conectarse a la red (combinando sobre la interfaz todas las VLANs), se le conoce como “router on a stick”.

La siguiente figura muestra un router con una única interfaz y una única conexión a un switch. Para tramas que contengan paquetes que el router enruta entre dos VLANs, la trama entrante es etiquetada por el switch con un ID VLAN, y la trama saliente es etiquetada por el router con el otro ID VLAN.

Figure 4-6 Router Forwarding Between VLANs



La configuración necesaria del router para soportar la encapsulación 802.1Q y enrutar entre estas VLANs sería la siguiente:

```
interface fastethernet 0/0
ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
!
interface fastethernet 0/0.2
ip address 10.1.2.1 255.255.255.0
encapsulation dot1q 2
!
interface fastethernet 0/0.3
ip address 10.1.3.1 255.255.255.0
encapsulation dot1q 3
```

Una subinterfaz es una subdivisión lógica de una interfaz física. El router asigna a cada subinterfaz una dirección IP y asigna la subinterfaz a una única VLAN. Así, en vez de tres interfaces físicas de router, cada una conectada a una subred/VLAN diferente, el router utiliza una interfaz física de router con tres subinterfaces lógicas, cada una en una subred/VLAN diferente. El comando **encapsulation** numera las VLANs, que debe coincidir con la configuración de los IDs VLAN en el switch.

La VLAN nativa, VLAN 1 en este caso, puede ser configurada con dos estilos de configuración. El ejemplo anterior muestra un estilo en el cual la dirección IP de la VLAN nativa se configura en la

interfaz física. La alternativa es configurar la dirección IP de la VLAN nativa en otra subinterfaz y utilizar el subcomando de interfaz **encapsulation dot1q 1 native**

2.4.- Rutas estáticas

Los routers utilizan tres métodos para añadir rutas a sus tablas de enrutamiento: rutas conectadas, rutas estáticas y protocolos de enrutamiento dinámico.

Las rutas estáticas constan de comandos de configuración global **ip route** individuales que definen una ruta para un router. El comando incluye una referencia a la subred (el número de subred y la máscara) junto con instrucciones acerca de dónde enviar paquetes destinados a esa subred.

Ejemplo de rutas estáticas añadidas a Albuquerque en el Ejemplo 20-1 de la página 3:

```
ip route 10.1.2.0 255.255.255.0 10.1.128.252
ip route 10.1.3.0 255.255.255.0 10.1.130.253
```

El comando **ip route** define la ruta estática con el número de subred y la dirección IP del siguiente salto. El primer comando define una ruta a 10.1.2.0 (máscara 255.255.255.0), que está localizada en Yosemite; así, la dirección IP del siguiente salto es 10.1.128.252, que es la dirección IP del Serial0 de Yosemite.

Observar que la dirección IP de siguiente salto es una dirección IP de una subred directamente conectada; el objetivo es definir el siguiente router al que enviar el paquete.

Desafortunadamente, añadir las dos rutas estáticas en el Ejemplo 20-1 para Albuquerque no soluciona todos los problemas de enrutamiento de la red. Estas rutas estáticas ayudan a Albuquerque a entregar paquetes a las otras dos subredes, pero los otros dos routers no tienen suficiente información para enviar paquetes de vuelta a Albuquerque. Para solucionarlo hay que poner las correspondientes rutas estáticas en estos routers indicando el camino de vuelta.

3.- Desarrollo de la práctica

En esta práctica se busca que nos familiaricemos con el enrutamiento mediante rutas conectadas y estáticas. Para ello, vamos a crear y probar dos configuraciones diferentes. Las tareas concretas a realizar son las siguientes, en algunos casos tendrás que buscar a través de la interfaz de comandos del switch cómo realizarlo.

3.1 Configuración con un switch, dos VLANs y un router. Enrutamiento entre VLANs.

Se pretende construir una red en la que se unan cuatro PCs a través de un único switch, pero separados en dos redes lógicas de dos PCs cada una. Estas redes se interconectarán mediante un router. En este apartado se busca lo siguiente:

- Disponer y conectar apropiadamente los equipos de red.
- En la configuración del switch, agrega dos VLAN nuevas, vlan2 y vlan3. Asigna dos equipos del switch a la vlan2 y otros dos a la vlan3. Utiliza los comandos aprendidos en la Práctica 1.

- c) Modifica las direcciones de los equipos para que estén en dos subredes separadas. Configurar los PCs de la VLAN 2 con direcciones IP fijas pertenecientes a la red 192.168.1.0/24 y los de la VLAN 3 con direcciones IP fijas pertenecientes a la red 192.168.2.0/24. Comprueba que dos equipos de diferentes VLAN en el mismo switch no se alcanzan con *ping*.
- d) Conecta un router al switch. Conecta un PC al router para poderlo configurar.
- e) Configura el enlace entre el switch y el router para que sea un “trunk”, es decir, que permita pasar todas las VLANs con etiquetas.
- f) Configura el router en modo “router on a stick” para enrutar las VLANs 2 y 3. Comprueba las rutas mediante el comando correspondiente.
- g) Configura apropiadamente el Gateway por defecto en los PCs.
- h) Comprueba que dos equipos de diferentes VLANs se alcanzan mediante ping.
- i) Guarda la configuración.

3.2 Configuración con dos switches, dos routers y cuatro PCs. Rutas estáticas.

- a) Disponer un switch (SW A) y conectarle dos PCs. Configurar los PCs con direcciones IP fijas pertenecientes a la red 192.168.3.0/24. (Red A)
- b) Conectar un router (Router A) al switch A. Configurar la interfaz del router con la primera dirección de la red A. Configurar apropiadamente el Gateway por defecto en los PCs.
- c) Disponer otro switch (SW B) y conectarle dos PCs. Configurar los PCs con direcciones IP fijas pertenecientes a la red 192.168.4.0/24. (Red B)
- d) Conectar otro router (Router B) al switch B. Configurar el interface del router con la primera dirección de la red B. Configurar apropiadamente el Gateway por defecto en los PCs.
- e) Conectar ambos routers con un enlace Ethernet. Configurar la red 192.168.5.0/24 (Red C) en ambos extremos.
- f) Configurar rutas estáticas para que haya conectividad entre las redes A y B. Compruébalo mediante ping.
- g) Muestra las tablas arp en los PCs y en los routers (**show arp**). Observa cómo cambia la dirección MAC de una IP dada, a lo largo del camino.
- h) Guarda la configuración.

Bibliografía

CCENT/CCNA ICND1 Guía Oficial para el examen de Certificación, Wendell Odom, Cisco Press

CCNA ICND2 Guía Oficial para el examen de Certificación, Wendell Odom, Cisco Press