

Introducción a la configuración de routers con IOS

J. García Vidal, J. M. Barceló Ordinas.

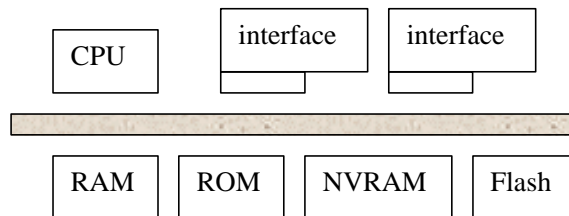
Introducción

En estos apuntes se explican conceptos básicos de la configuración de routers con sistema operativo IOS (“Internetworking Operating System”) del fabricante de routers Cisco Systems.

Estructura de un router

Un router IP es un computador especializado en conmutar datagramas IP. Dependiendo de las prestaciones que deba ofrecer, su estructura interna es más o menos compleja y especializada, pero para los modelos de gama baja, podemos pensar en una estructura similar a la de un PC: CPU, memoria, buses e interfaces de red. Para el almacenamiento de datos es habitual utilizar memoria ROM, memoria flash y memoria RAM y RAM no volátil (NVRAM):

- RAM: código, tablas de encaminamiento, buffers, cache ARP, etc.
- NVRAM (no volátil): fichero de configuración “startup-config”.
- Flash (no volátil): Imagen del IOS
- ROM (no volátil): parte de imagen IOS, código bootstrap.



Los sistemas operativos de los routers comerciales están especialmente diseñados para facilitar las tareas de conmutación de paquetes, la ejecución de algoritmos de encaminamiento, configuración de interfaces, etc. Un ejemplo de este tipo de sistemas operativos es el IOS. El IOS tiene una arquitectura simple y normalmente ocupa un espacio de memoria reducido. Cuando encendemos un router, se ejecuta un programa de bootstrap cargado en la ROM que prueba el sistema y carga en la RAM una imagen del IOS, normalmente desde la memoria flash.

Configuraremos el router utilizando un interface de comandos en línea (CLI). Normalmente se hace a través de una conexión por la línea serie conectada al puerto CONSOLE del router, usando por ejemplo la aplicación HYPERTERMINAL. Los parámetros necesarios para conectarse son los siguientes: Baud Rate 9600 bps, 8 bits/carácter, 2 bits de Stop, No paridad y control de flujo Hardware.

La configuración activa del router se encuentra en un fichero llamado `running-config`. Si apagamos el router, dicha configuración se perdería y no estaría presente al volver a activar el router. Podemos guardar dicha configuración en un archivo de configuración (`startup-config`) que normalmente se graba en una memoria NVRAM. Al arrancar el router, la configuración que se activa es la guardada en el archivo `startup-config`.

También podemos configurar el router accediendo por telnet o utilizar un interfaz web para configurar el router. Asimismo tanto la imagen del IOS como el archivo de configuración se pueden obtener de un servidor de tftp.

Modos de configuración

Cuando configuramos un router con IOS estamos en un cierto modo de comando.

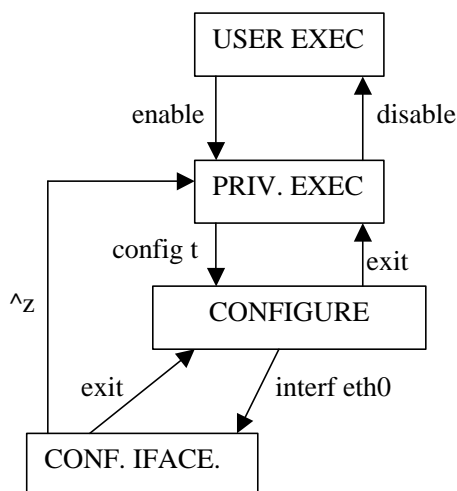
Al arrancar el router podemos pasar al modo SETUP, que permite dar una primera configuración al router cuando éste carece de una configuración preestablecida, o bien pasar al modo USER EXEC, cuando el router sí dispone de una configuración preestablecida.

En modo USER EXEC podemos consultar aspectos básicos de la configuración del router¹. Para consultar aspectos más críticos de la configuración del router debemos pasar a modo PRIVILEGED USER. Para pasar de modo USER EXEC a modo PRIVILEGED EXEC es necesario usar un password (que se conoce como "enable secret password" y se puede establecer desde el modo CONFIGURE ejecutando `enable secret <passwd>`)

Desde los modos USER EXEC y PRIVILEGED EXEC no podemos modificar la configuración del router. Para hacerlo debemos pasar del modo PRIVILEGED EXEC al modo de configuración general (CONFIGURE). Desde allí podemos configurar aspectos generales del funcionamiento del router o pasar a modos de configuración específicos de cada interfaz, algoritmo de encaminamiento, etc.

Cuando estamos en modo USER EXEC el prompt que nos muestra el router es ">". Cuando estamos en PRIVILEGED EXEC el prompt es "#" y en los modos de configuración el prompt es **(config)#** o **(config-if)#**

```
Router> enable
      pass:  *****
Router# config t
Router(config)# interf ethernet0
Router(config-if)# ip address 200.12.10.3 255.255.255.0
```



En la figura se muestran los diferentes modos de configuración junto con los principales comandos necesarios para cambiar de un modo a otro.

¹ Con el comando ? podemos obtener un listado de los comandos que se pueden ejecutar en cada modo.

Como ya hemos mencionado, los cambios de configuración se efectúan sobre un archivo de configuración residente en la RAM del router llamado “running-config”. Para que dichos cambios pasen a estar permanentemente guardados en el archivo “startup-config” debemos copiar el archivo “running-config” en el archivo “startup-config”. Ello se puede hacer desde el modo PRIVILEGED EXEC con el comando “copy running-config startup-config”.

Consulta del estado (comandos show)

Podemos consultar el estado de un router mediante los comandos show. Dependiendo del tipo de información que queremos consultar, el comando es ejecutable desde modo USER EXEC o bien necesitamos los privilegios del modo PRIVILEGED EXEC. Por ejemplo:

Show running-config muestra el fichero de configuración que está activo en el router

Show startup-config muestra el fichero de configuración que está grabado en la NVRAM

Show ip <parameter> muestra los parámetros asociado a la configuración del protocolo IP. Por ejemplo, la tabla de encaminamiento IP se consulta con `show ip route`

Show interface eth0 muestra los parámetros asociados al interface Ethernet eth0

Configuración de los interfaces

Desde el modo de configuración podemos pasar a configurar los interfaces. Por ejemplo, para configurar un interface ethernet podemos hacer:

```
Router# configure terminal
Router(config)# interface eth0
Router(config-if)# ip address 200.12.10.3 255.255.255.0
Router(config-if)# no shutdown
Router(config-if)# exit
Router#
```

El comando `no shutdown` es necesario para activar el interface. Por defecto, al arrancar el router todos los interfaces están desactivados.

Encaminamiento estático

A continuación vemos un ejemplo de configuración del encaminamiento estático usando el comando “ip route”.

```
Router(config)# ip route 20.10.0.0 255.255.0.0 200.12.10.2
```

La primera dirección es la dirección de red destino. A continuación escribimos la máscara asociada a esa red. La tercera dirección corresponde a la del interfaz del router por donde se establece la ruta.

Configuración de los algoritmos de encaminamiento

Para configurar el algoritmo de encaminamiento RIP, los pasos a seguir son los siguientes:

```
Router# configure terminal
Router(config)# ip routing
Router(config)# router rip
Router(config-router)# network 200.12.10.0
Router(config-router)# network 10.0.0.0
Router(config-if)# ^Z
```

Router#

Los comandos “network” indican los interfaces que van a enviar o procesar mensajes de RIP. Se debe indicar las direcciones de red sin usar subnetting. La versión de RIPv1 que implementan los routers de Cisco no soporta subnetting. Para ello se debe usar RIPv2. El uso de la versión 2 se indica después del comando “router rip”, ejecutando “version 2”.

Podemos capturar los paquetes que se envían y reciben con el comando “debugg IP RIP” desde modo PRIVILEGED EXEC. Esta opción consume muchos recursos del sistema, por lo que en operación normal debería estar desactivado.

Con el comando “show ip route” podemos observar la tabla de encaminamiento del router. En la información listada por el router, aparece indicado si la ruta se ha fijado de forma estática o ha sido aprendida con RIP.

Interface Web

Se puede activar un interface web para la configuración ejecutando el comando “ip http server”. Desde un browser hay que indicar la dirección del router, y hay que utilizar el password de acceso remoto.

Ejemplo de un archivo de configuración running-config.

Este ejemplo muestra el archivo running-config para un router 2501, con dos interfaces ethernet y una interfaz serie:

```
Router# show running-config
version 12.0
hostname router
!
enable secret 5 $1$82gU$mleh/b6yIsfaXlNtRtzgm1
enable password pepe
!
interface Ethernet0
ip address 219.17.100.1 255.255.255.0

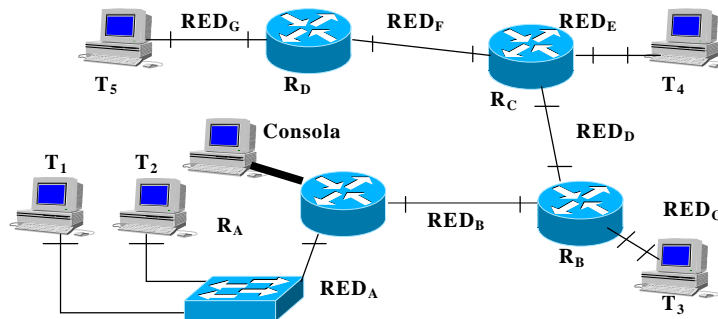
interface Serial0
ip address 199.6.13.1 255.255.255.0
clockrate 56000
!
interface Serial1
ip address 201.100.11.2 255.255.255.0
!
ip host lab-b 219.17.100.1 199.6.13.1 201.100.11.2
!
router rip
network 199.6.13.0
network 201.100.11.0
network 219.17.100.0
!
no ip classless
line con 0
password std
line aux 0
password std
line vty 0 4
password std
login
end
```

Sesión de problemas

1. Encaminamiento dinámico: RIPv1 y RIPv2

Podemos observar el comportamiento del protocolo RIP añadiendo más routers a la red, tal como se muestra en la figuras (notar que el enlace entre los routers también se hace con un cable ethernet cruzado). A continuación se muestran varias topologías con diferente número de routers. En el laboratorio elegiremos aquella topología que se adecue más al número de routers que dispongamos en el momento de la práctica. A continuación se se indica una topología con 4 routers.

o Topología con 4 routers



En caso de disponer de más routers se pueden añadir en serie al router R_D.

CASO I: Red IP sin subnetting. RIPv1

Numeramos las redes de la siguiente manera:

- o **RED_A**: 192.176.1.0/24 con @IP para la interficie del router 192.176.1.1/24 y @IP en el rango 192.176.1.5/24, 192.176.1.6/24, 192.176.1.7/24, ... a los PCs que queremos conectar a esta red
- o **RED_B**: 192.176.2.0/24 con @IP para la interficie del router 192.176.2.1/24 y @IP en el rango 192.176.2.5/24, 192.176.2.6/24, 192.176.2.7/24, ... a los PCs que queremos conectar a esta red
- o **RED_C**: 192.176.3.0/24 con @IP para la interficie del router 192.176.3.1/24 y @IP en el rango 192.176.3.5/24, 192.176.3.6/24, 192.176.3.7/24, ... a los PCs que queremos conectar a esta red
- o

1. Configurar las interfaces de cada router con la dirección IP correspondiente. Por ejemplo un router con interficies en las redes 192.176.1.0/24 y 192.176.2.0/24:

```
Router> enable
Router# configure terminal
Router(config)# interface eth0/0
Router(config-if)# ip address 192.176.1.1 255.255.255.0
Router(config-if)# no shutdown
```

```

Router(config-if)# exit
Router(config)# interface eth0/1
Router(config-if)# ip address 192.176.2.1 255.255.255.0
Router(config-if)# no shutdown
Router(config-if)# exit
Router(config)# exit
Router# copy running-config startup-config      → opcional

```

2. Observar la tabla de encaminamiento con el comando "show ip route" y comprobar que tienes conectividad con los routers vecinos
3. Debemos activar RIP en los routers. Por ejemplo, para activar RIP en el router A, asumiendo que el Router A tiene interfaces en las redes 192.176.1.0/24 y 192.176.2.0/24 haríamos lo siguiente:

```

RouterA# configure terminal
RouterA(config)# ip routing
RouterA(config)# router rip
RouterA(config-router)# network 192.176.1.0
RouterA(config-router)# network 192.176.2.0
RouterA(config-if)# exit
RouterA(config)# exit
RouterA#

```

Al activar el comando "network" en el submodo "router rip", activamos RIPv1 por defecto con split-horizon y trigger-updates+poisson reverse en todas las interfaces.

- Observar la tabla de encaminamiento con el comando "show ip route"
 - Observar la activación del protocolo RIP usando el comando "show ip protocol" e interpretar la salida de este comando
4. Para debugar RIPv1 y ver los mensajes de encaminamiento debemos activar la opción IOS "debug ip rip" ("no debug ip rip" para desactivarla). Antes de realizar la activación del debug pensar que redes deben anunciarse en un mensaje de encaminamiento RIPv1.
 5. Si desactivamos split-horizon en una de las interfaces (e.g; el profesor os propondrá una de ellas). ¿Qué redes se anunciarán en un mensaje de encaminamiento RIPv1? Para desactivar split-horizon debes ejecutar el comando "no ip split-horizon" desde el submodo de interficie. Por ejemplo para deshabilitar split-horizon en la interficie eth0/0:

```

Router# configure terminal
Router(config)# interface eth0/0
Router(config-if)# no ip split-horizon
Router(config-if)# exit
Router(config)# exit
Router#

```

6. Podemos observar la convergencia del protocolo RIP si desconectamos dos routers y después los conectamos, usando del comando "ip debug rip" para observar los mensajes que transmite y recibe cada router. Observar como al desconectar transcurre un tiempo hasta que las tablas convergen y como se envía inmediatamente un triggered update con poisson reverse (métrica a 16 saltos)

CASO II: Red IP con subnetting: RIPv2 (a realizar en función del tiempo disponible en la sesión de laboratorio)

Partimos de la red IP base 192.176.0.0/16. Numeramos las redes de la siguiente manera:

Aquellas interficies (redes) que conectan router-router les asignaremos @IP de las redes:

- o **192.176.99.4/30, 192.176.99.8/30, 192.176.99.12/30, 192.176.99.16/30, ...**

Aquellas interficie de routers que se conectan a PCs forman redes IP con @IP de las redes:

- o **192.176.1.0/24** con @IP para la interficie del router 192.176.1.1/24 y @IP en el rango 192.176.1.5/24, 192.176.1.6/24, 192.176.1.7/24, ... a los PCs que queramos conectar a esta red
- o **192.176.2.0/24** con @IP para la interficie del router 192.176.2.1/24 y @IP en el rango 192.176.2.5/24, 192.176.2.6/24, 192.176.2.7/24, ... a los PCs que queramos conectar a esta red
- o

Si ejecutais el comando "show ip protocol" vereis que versión de RIP tiene activada cada interficie tanto de entrada ("receive") como de salida ("sent"). Notar que podemos enviar RIPv1 y recibir tanto de RIPv1 como de RIPv2

```
router# show ip prot
Routing Protocol is "rip"
  Sending updates every 30 seconds, next due in 8 seconds
  Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240
  Outgoing update filter list for all interfaces is
  Incoming update filter list for all interfaces is
  Redistributing: rip
  Default version control: send version 1, receive version 1,2
    Interface      Send  Recv  Triggered RIP  Key-chain
  Ethernet2       1     1, 2
  Ethernet3       1     1, 2
```

Se puede activar RIPv2 globalmente en todas las interficies con el comando "versión [1 2]":

```
Router# configure terminal
Router(config)# router rip
Router(config-router)# version 2
Router(config-if)# exit
Router(config)# exit
Router#
```

```
router# show ip prot
Routing Protocol is "rip"
  Sending updates every 30 seconds, next due in 8 seconds
  Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240
  Outgoing update filter list for all interfaces is
  Incoming update filter list for all interfaces is
  Redistributing: rip
  Default version control: send version 1, receive version 1,2
    Interface      Send  Recv  Triggered RIP  Key-chain
  Ethernet2       2     2
  Ethernet3       2     2
```

Si uno de los routers se mantiene con RIPv1 y enviase mensajes RIPv1 la interficie los rechazaria. Es mejor cambiar la versión por interficie con los comandos: "ip rip receive versión [1 2]" y "ip rip send versión [1 2]". De forma que activamos enviar solo con versión 2 y recibir tanto versión 1 como 2.

```
Router# configure terminal
Router(config)# interface eth0/0
Router(config-if)# ip rip receive version 1 2
Router(config-if)# ip rip send version 2
Router(config-if)# exit
Router(config)# exit
Router#
```

1. Configura las redes con las direcciones IP adecuadas
2. Observa la tabla de routing con el comando "show ip route" y mira si tienes conectividad con todas las interfaces de la red
3. Configurar las interfaces de cada router para enviar RIPv2 y recibir RIPv1 y RIPv2.
4. Observa la tabla de routing con el comando "show ip route" y mira si tienes conectividad con todas las interfaces de la red
5. Debuguea RIPv2 con el comando "debug ip rip" ("no debug ip rip" para desactivarla).
6. Repite los ejercicios de split horizon y triggered update con poison reverse