

PLANIFICACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE REDES

TEMA 5. CONFIGURACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE PROTOCOLOS DINÁMICOS

5.1. PROTOCOLOS: RIP

Departamento de Informática

Raúl Palao

Cicles Formatius

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	3
2 ENCAMINAMIENTO POR INUNDACIÓN	3
3 ALGORITMOS DE ENCAMINAMIENTO.....	4
3.1 Algoritmos de vector distancia.....	4
3.2 Algoritmos de estado de enlace	5
4 PROTOCOLOS DE ENCAMINAMIENTO	6
4.1 Protocolos de encaminamiento interior.....	7
4.1.1 Basados en vector-distancia	7
4.1.2 Basados en estado de enlace	8
4.2 Protocolos de encaminamiento exterior.....	9
5 CONFIGURACION RIP	9

1 INTRODUCCIÓN

La principal tarea de la capa de red es encontrar el mejor camino entre el origen y el destino de la comunicación. Esta tarea se lleva a cabo por los dispositivos de capa de red, los **routers**. Los enrutadores analizan la dirección IP de destino en el paquete IP y, haciendo uso de las tablas de direccionamiento que tienen en memoria, deciden por cuál de sus interfaces retransmitirán el paquete. La información de la tabla de direccionamiento la puede calcular manualmente el administrador de la red e introducir la configuración en los direccionadores de forma estática. Estas configuraciones son válidas pero no pueden adaptarse a los cambios en la red. Por ejemplo, si un enrutador de la red se desconecta, la configuración de rutas del resto de enrutadores se mantendrá invariable, aunque sus rutas envíen paquetes por el enrutador desconectado. Además, en redes muy grandes (como Internet), el coste de calcular las rutas hace inviable que el administrador lo haga manualmente.

Es por esto que tenemos que diferenciar entre:

- **Encaminamiento estático** (visto en la unidad anterior): las tablas de encaminamiento de los nodos se configuran de forma manual y permanecen inalterables hasta que no se vuelve a actuar sobre ellas. La adaptación a cambios es nula. Tanto la recogida como la distribución de información se realiza por gestión (se realiza de manera externa a la red), sin ocupar capacidad de red. El cálculo de ruta se realiza off-line (en una máquina específica), y las rutas pueden ser las óptimas al no estar sometido al requisito de tiempo real.
- **Encaminamiento dinámico**: en los que los routers intercambian información sobre la topología de la red y ellos mismos pueden configurar las rutas que tendrán configuradas. Esta operación se lleva a cabo periódicamente de forma que, si existe algún cambio en la red (por ejemplo, se apaga un router), la próxima vez que se ejecute el algoritmo recalculará las rutas con la nueva información de la topología de la red.

2 ENCAMINAMIENTO POR INUNDACIÓN

El encaminamiento por inundación (flooding en inglés) es la técnica de encaminamiento más sencilla. Consiste en retransmitir el paquete por todas las interfaces excepto por aquella por la que se ha recibido.

Su principal problema es que multiplica el paquete por todas las interfaces, lo que genera una gran cantidad de paquetes duplicados, por lo tanto, es muy ineficiente y utiliza mucho ancho de banda de la red. Además, en caso de que en la topología existan bucles, los paquetes pueden quedarse dando vueltas indefinidamente en la red.

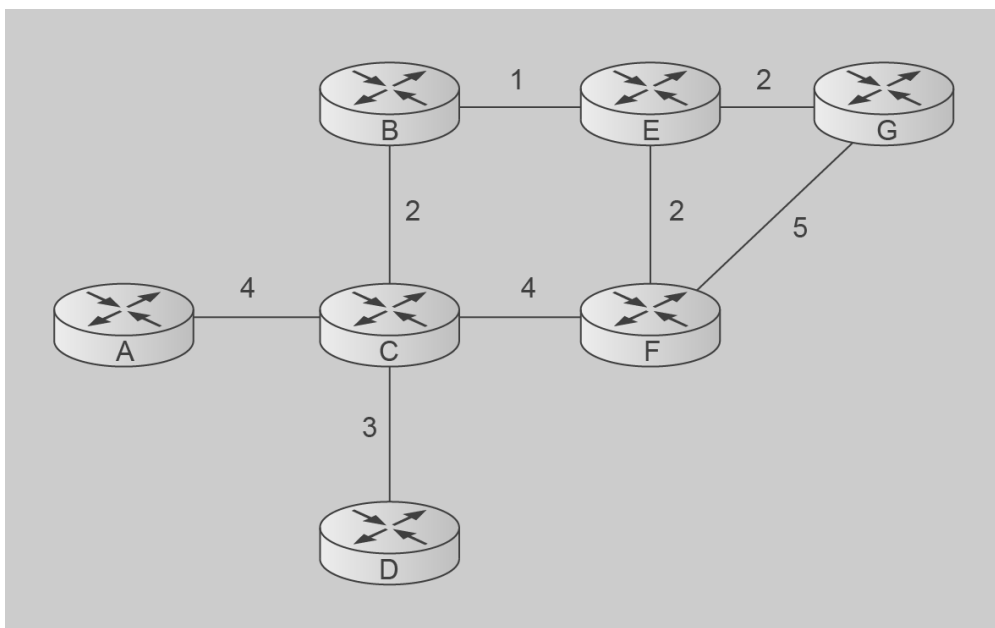
Se deben tomar medidas para limitar el proceso de duplicación de paquetes. Éstas son dos técnicas:

- Una opción sería introducir en cada bulto un contador de saltos. Este contador decrece cada vez que el paquete atraviesa un router. Cuando el contador llega a cero, el paquete se elimina de la red. Ésta es la técnica que se utiliza en TCP/IP. La cabecera IP tiene el campo TTL (time to live o tiempo de vida), que indica el número máximo de saltos que realiza el paquete.
- Y otra opción puede que los routers tengan una lista de paquetes enviados. De esta forma el router no propagará dos veces el mismo paquete y se evita el problema de los paquetes que se quedan dando vueltas a los bucles.

3 ALGORITMOS DE ENCAMINAMIENTO

3.1 Algoritmos de vector distancia

En el encaminamiento por vector distancia cada router tiene una tabla interna o vector que indica la distancia mínima para llegar a cada posible destino de la red y por qué interfaz del router deben retransmitir los paquetes para llegar a su destino . El router retransmite esta mesa a los routers vecinos. Todos los routers actualizan el contenido de su mesa con la información que han recibido de los vecinos. Por ejemplo, en la figura:



Al comienzo del algoritmo, el router A únicamente sabe el coste de llegar a C con coste 4. Cuando reciba el vector distancia de sus vecinos (en este caso, C) recibirá la información del coste de llegar a los vecinos de C. El vector distancia de C será el que se ve en la tabla

DESTINO	A	B	C	D	E	F	G
COSTE	4	2	0	3	-	4	-

El router A puede calcular fácilmente el coste de llegar a los vecinos de C. Por ejemplo, si a A le cuesta 4 llegar a C, y el router C anuncia que tiene B a una distancia de 2, el router A puede deducir que puede llegar a B con una distancia de $4+2=6$.

Durante la primera ejecución del algoritmo no todos los routers tienen la información sobre cómo se llega a todos los routers de la red. Por ejemplo, como C no sabe cómo llegar a G, A no lo sabrá desde el principio. Pero pasadas unas cuantas iteraciones el resultado converge. Por ejemplo, C habrá recibido la actualización del vector distancia de B, que habrá actualizado su vector con la información del vector distancia de E, que sí incluye cómo se llega a G; finalmente esta información también llegará a A y D mediante la actualización del vector distancia de C.

La métrica puede ser el número de saltos, el retraso, la tasa de errores, etc. o una combinación de éstos. Cada router únicamente sabe directamente el coste de llegar a sus routers vecinos, el resto de costes lo obtiene por cálculo con la información del vector distancia de los vecinos.

El algoritmo de vector distancia tiene el problema de la cuenta a infinito, para lo que no se ha encontrado una solución definitiva. Éste consiste en que cuando se encuentra un camino mejor para ir a un destino, la red converge rápidamente en la nueva ruta. Pero cuando se pasa de un camino mejor a otro más largo (por ejemplo, porque uno de los enrutadores del camino original ha dejado de funcionar), a la red le cuesta mucho volver a calcular la ruta, y los enrutadores incrementan sus contadores hasta llegar al valor máximo.

3.2 Algoritmos de estado de enlace

Este algoritmo también se conoce como algoritmo de Dijkstra o SPF (shortest path first, primero el camino más corto). Este algoritmo se diseñó para solucionar las limitaciones de los algoritmos basados en el vector distancia. El algoritmo de Dijkstra puede explicarse en cinco pasos. Cada router debe hacer lo siguiente:

1. Descubrir a sus vecinos y conocer sus direcciones de red. Esto lo logra enviando unos paquetes llamados **paquetes HELLO**.

2. Medir el retraso o coste de cada uno de los vecinos. La forma más sencilla de hacerlo es enviar un paquete de **eco**, al que responderá el enrutador vecino.
3. Construir un paquete con toda esa información. Estos paquetes se llaman LSP (link state packet, paquete de estado del enlace) y contienen entre otras cosas la identificación del router, sus vecinos y el retraso para llegar a ellos.
4. Enviar este paquete a todo el resto de routers (se puede hacer por inundación, o utilizar una versión más eficiente del algoritmo).
5. Calcular el camino más corto en el resto de routers. Con la información recibida de los LSP del resto de routers de la red, el router va creando un grafo en el que va añadiendo los routers. Utilizando el algoritmo de Dijkstra el grafo queda en forma de árbol de expansión (sin bucles) con el camino más corto para llegar a cada router.

El funcionamiento del algoritmo del estado del enlace es realmente opuesto al del vector distancia, ya que el vector distancia envía la información del coste para llegar a todos los routers de la red a sus vecinos, y el algoritmo de estado del enlace envía la información de coste a sus vecinos y a todos los routers de la red.

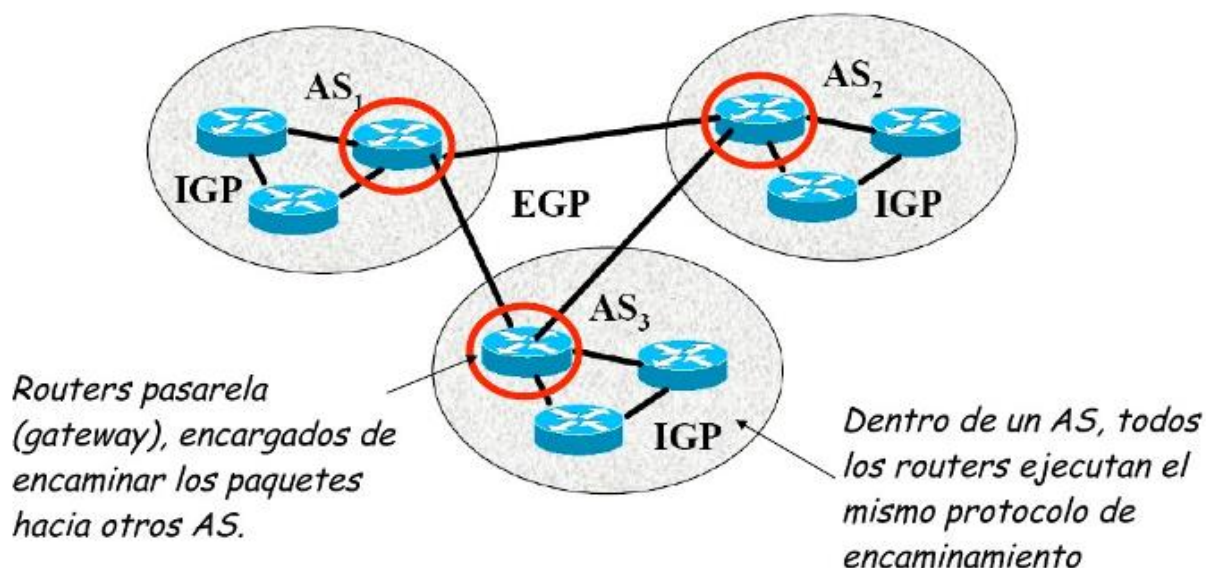
Mediante el algoritmo del estado del enlace el enrutador puede conocer el árbol de expansión de la red y, por tanto, saber toda la ruta que utilizarán los paquetes hasta llegar a su destino.

4 PROTOCOLOS DE ENCAMINAMIENTO

Existen multitud de algoritmos de encaminamiento, la mayoría basados en el algoritmo de vector distancia o estado del enlace.

Se define un sistema autónomo (AS o autonomous system) o una red administrada y gestionada por una organización. Así, Internet está formada por una serie de AS conectados entre sí. Los algoritmos de direccionamiento también se pueden clasificar en:

- **Algoritmos de encaminamiento interior o IGP** (interior gateway protocol): que tratan el encaminamiento interno a un AS.
- **Algoritmos de encaminamiento exterior o EGP** (exterior gateway protocol): que tratan el encaminamiento entre diferentes AS.



4.1 Protocolos de encaminamiento interior

En Internet se utilizan multitud de algoritmos de encaminamiento interior. Los podemos clasificar entre los protocolos que utilizan el algoritmo de estado del enlace, y los que utilizan el algoritmo de vector distancia.

4.1.1 Basados en vector-distancia

Estos protocolos utilizan el protocolo de vector distancia y no tienen conciencia completa de la topología de la red:

- **RIP (routing information protocol, protocolo de información de encaminamiento).** Es uno de los protocolos de direccionamiento más antiguos que existen. Originalmente la métrica que utilizaba estaba basada en el número de saltos y no permitía utilizar múltiples rutas. En 1993 se publicó la versión 2 del RIP, que añadía subredes y máscaras de tamaño variable. El RIP es un protocolo sencillo que se puede utilizar en redes pequeñas, pero no es recomendable utilizarlo en redes grandes (de más de doce routers aproximadamente).
- **IGRP (interior gateway routing protocol, protocolo de encaminamiento interior en el router).** El IGRP es un protocolo propietario de Cisco y, por tanto, únicamente se puede utilizar en sus routers, es decir, todos los routers del sistema autónomo deben ser de Cisco. Se diseñó para solucionar los problemas del RIP (contador de saltos máximo de quince y métrica de encaminamiento única). El IGRP puede utilizar diferentes métricas para cada ruta: ancho de banda, retraso, carga, fiabilidad y MTU (maximum transfer unit, tamaño máximo del paquete de transmisión).

- **EIGRP (enhanced interior gateway routing protocol, protocolo mejorado de encaminamiento interior en el router).** Este protocolo aporta optimizaciones importantes al IGRP, para minimizar la inestabilidad de las rutas cuando cambia la topología y también respecto al ancho de banda y el consumo del procesador de los routers que utiliza el protocolo.

4.1.2 Basados en estado de enlace

Estos protocolos tienen un conocimiento completo de la topología de la red y utilizan esta información para encontrar la mejor ruta para los paquetes. Los dos protocolos interiores basados en el estado del enlace más populares son:

- **OSPF (open shortest path first, abre primero el camino más corto).** Es un protocolo autoadaptativo. La última versión (versión 3) está adaptada para trabajar con IPv6 y se definió en 2008. El OSPF es probablemente el IGP más utilizado en grandes redes corporativas. Es un estándar de Internet y está recomendado por el IAB (Internet Architecture Board, es el comité encargado de supervisar el desarrollo técnico de Internet). Éstas son sus características más importantes:
 - Es autoadaptativo, reacciona automáticamente a los cambios de la red.
 - Soporta múltiples parámetros para calcular la métrica.
 - Soporta subredes, VLSM y CIDR.
 - Estructura el sistema autónomo en áreas para simplificar la administración y optimizar el tráfico. Las áreas se identifican por números de 32 bits que pueden representarse de forma similar a las IP, separados por puntos.
 - El área 0 (0.0.0.0) se llama backbone y conecta el resto de áreas entre sí.
 - Establece mecanismos de validación en los mensajes de direccionamiento.
- **IS-IS (intermediate system to intermediate system, de sistema intermedio a sistema intermedio).** Fue diseñado por el protocolo DECNET y fue adoptado finalmente por la OSI. Sus características son muy similares a la OSPF. Pero el OSPF se diseñó para redes TCP/IP, mientras que IS-IS se diseñó de forma neutral respecto al tipo de direcciones que utilizaría, por eso su adaptación de IPv6 fue muy sencilla. Otra diferencia es la forma en que el IS-IS define las áreas y la forma en que éstas comunican entre ellas.

4.2 Protocolos de encaminamiento exterior

Los protocolos de direccionamiento exterior se utilizan para calcular las rutas entre los distintos sistemas autónomos. El primer protocolo de encaminamiento exterior utilizado fue el EGP (exterior gateway protocol, protocolo de encaminamiento exterior), especificado en 1982. Pero este protocolo se sustituyó por el BGP

- **BGP (border gateway protocol, protocolo de encaminamiento de frontera):** El BGP no utiliza las métricas tradicionales de los protocolos interiores, sino que utiliza métricas basadas en el camino, políticas de red y reglas. Recuerde que se utiliza entre diferentes sistemas autónomos, administrados por diferentes organizaciones. En estos casos, el camino más corto no siempre es el camino que se quiere que lleve la información. Actualmente, en todo Internet se utiliza la versión 4 del BGP, definida en 1994.

5 CONFIGURACION RIP

El protocolo RIP es un protocolo de direccionamiento de vector-distancia que se destina a redes pequeñas y medianas. Su principal característica es que no es un protocolo propietario, lo pueden utilizar todos los fabricantes de routers.

El enrutador conoce las rutas que tiene conectadas directamente, el RIP debe configurarse globalmente en el enrutador y se deben añadir las redes que conoce en cada interfaz. El RIP realiza las siguientes funciones:

- Anuncia todas las redes que conoce el enrutador en los enrutadores de la red directamente conectados a sus interfaces.
- Escucha las actualizaciones externas.
- Difunde las actualizaciones con información del estado de la red en todas las interfaces.

El mandato para configurar el protocolo RIP se ejecuta desde el modo de configuración global y es:

router rip

al ejecutarlo accedemos al modo de configuración del protocolo. Una vez en este modo deben especificarse las redes para las que trabajará (cada red está asignada a una interfaz) con el mandato:

network IP_de_la_red

A continuación puede ver un ejemplo de uso de estos comandos:

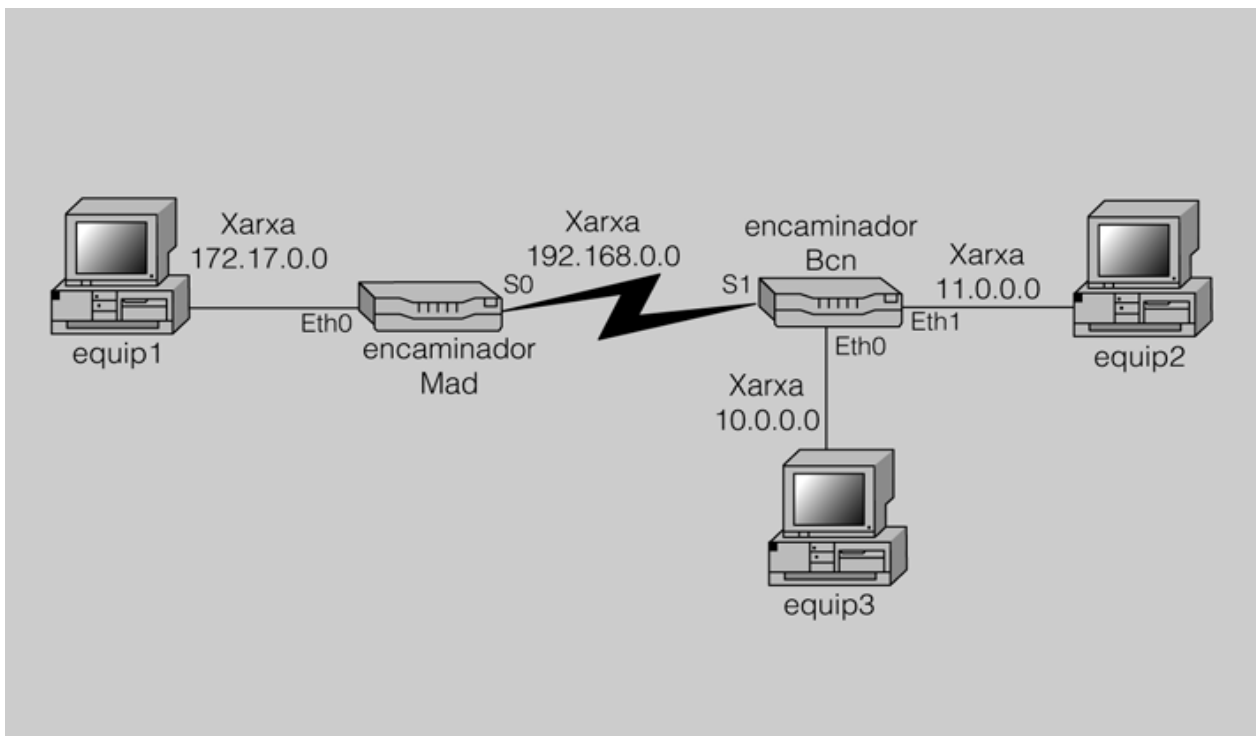
```
Router(config)#router rip
Router(config-router)#network 192.168.1.0
```

Nótese que en el ejemplo anterior hemos indicado al router que el protocolo RIP envía y recibe actualizaciones por la interfaz que tiene configurada una dirección IP de la red 192.168.1.0.

Existen una serie de mandatos para visualizar las estadísticas del RIP y los tiempos de actualización de estas estadísticas. Son las siguientes:

- **show ip protocols.** Muestra todas las variables que utiliza el protocolo RIP e identifica cada variable de tiempo que utiliza.
- **show ip rip database.** Muestra la base de datos del protocolo RIP con toda la información referente a qué rutas tiene directamente conectadas y qué router proporciona las rutas adicionales.
- **debug ip rip.** Proporciona al administrador la información necesaria para determinar cómo está trabajando el protocolo. Es un modo de depuración, y puede desactivarse ejecutando undebug ip rip.

Con el diseño de la figura hacemos un ejemplo de configuración de RIP en el que ya se han configurado todas las interfaces de los routers con sus direcciones y se ha activado el protocolo RIP en todas las interfaces excepto en la del router Mad.



Hacemos la configuración entera del router Mad con la secuencia de órdenes siguiente:

- (1) Configurar direcciones en todas las interfaces. Es necesario activar las interfaces de los enrutadores una vez se han configurado. Utilizaremos los comandos **ip address IP máscara** para configurar las interfaces y **no shutdown** para activarlas.
- (2) Configurar RIP con el mandato **router rip** y **network dirección de la red**.
- (3) Mostrar información de configuración con el mandato **show ip rip database**.

En la figura se puede ver la tabla de direccionamiento del router Mad mediante el comando **show ip route**. Vemos que sólo conoce las redes que tiene conectadas directamente.



```

Router>enable
Router#conf term
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#
Router(config)#hostname Mad
Mad(config)#interface fastEthernet 0/0
Mad(config-if)#ip address 172.17.1.1 255.255.0.0
Mad(config-if)#no shutdown
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed st
Mad(config-if)#exit
Mad(config)#interface serial 2/0
Mad(config-if)#ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
Mad(config-if)#clock rate 56000
Mad(config-if)#no shutdown
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial2/0, changed state to up
Mad(config-if)#exit
Mad(config)#exit
Mad#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
        * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
        P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

C      172.17.0.0/16 is directly connected, FastEthernet0/0
C      192.168.0.0/24 is directly connected, Serial2/0
  
```

La siguiente figura muestra cómo se hace la configuración del router para utilizar el protocolo RIP, basta con volver a observar la tabla de encaminamiento y ver que ya se ha actualizado con las nuevas rutas que genera el RIP. El contenido de la tabla de direccionamiento nos indica con qué protocolo se ha generado la ruta o si está directamente conectada y cuál es el siguiente salto.

```

CiscoTerminal

Mad(config)#router rip
Mad(config-router)#network 172.17.0.0
Mad(config-router)#network 192.168.0.0
Mad(config-router)#exit
Mad(config)#exit
Mad#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
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

R 10.0.0.0/8 [120/1] via 192.168.0.2, 00:00:13, Serial2/0
R 11.0.0.0/8 [120/1] via 192.168.0.2, 00:00:13, Serial2/0
C 172.17.0.0/16 is directly connected, FastEthernet0/0
C 192.168.0.0/24 is directly connected, Serial2/0
  
```

Configurem el protocol RIP i afegim les
xarxes per les que treballa el protocol.

Es mostren les rutes directament connectades
amb el codi C i les que genera el protocol amb
R