

# ENRUTAMIENTO Y CONFIGURACIÓN DE REDES

Ricardo López Bulla

## EJE 2

Analicemos la situación



Introducción . . . . .	3
Importancia del enrutamiento . . . . .	4
¿Cómo operan los <b>routers</b> ? . . . . .	5
Elección de la ruta. . . . .	6
Análisis de la tabla de enrutamiento. . . . .	9
Enrutamiento estático . . . . .	12
Ventajas . . . . .	12
Desventajas . . . . .	12
Tipos . . . . .	12
Enrutamiento entre VLAN . . . . .	17
Modo de operación de los protocolos dinámicos . . . . .	19
Tipos de protocolo de enrutamiento dinámico . . . . .	20
Protocolo RIP ( <b>routing information protocol</b> ) . . . . .	22
Configuración del RIP . . . . .	22
Configuración RIPv2 . . . . .	23
Verificación de la configuración RIP . . . . .	23
Protocolo IGRP (interior gateway routing protocol) . . . . .	24
Protocolo IS-IS ( <b>intermediate system to intermediate system</b> ) . . . . .	24
Protocolo Eigrp ( <b>open source patf firts</b> ) . . . . .	24
Protocolo OSPF ( <b>open shortest path first</b> ) . . . . .	25
Características OSPF. . . . .	25
Bibliografía . . . . .	26



# Importancia del enrutamiento



El enrutamiento es un proceso que facilita a elementos o dispositivos de interconexión disponer de la mejor ruta en la emisión y recepción de los mensajes. Esta ruta la podemos obtener mediante el encaminador o router. Con esta **doctrina**, podemos decir que el enrutamiento basa su funcionamiento en la capa de red del modelo OSI.



#### Doctrina

Grupo de ideas que se dan en torno a un tema específico.

#### Filtro

Seleccionar datos para establecer una información.

## ¿Cómo operan los routers?

En el eje 1 se abordó el router y se expusieron sus características. Es importante repasar estos conceptos para tener claro el funcionamiento del encaminador. Sabemos que el *router* es un dispositivo capaz de interconectar redes ubicadas en el mismo nivel o en uno diferente. Ejemplo: puede conectar redes que se encuentren en la misma capa de red del modelo OSI o, por lo contrario, conectar redes que se encuentren en la capa de enlace de datos con la capa de red. Así, el router se desenvuelve en la capa de red del modelo OSI y en las capas por debajo de esta.

- Los *routers* trabajan de la mano con los protocolos de la capa de red del modelo OSI IPv4 (algunos aceptan IPv6).
- Los *routers* son optimizadores de recursos, debido a que facilitan la comunicación de cualquier host con otro *host* a nivel global, regulando el tráfico de información.
- Los *routers* informan constantemente a sus vecinos sobre los cambios que se están presentando dentro de la red.
- Un encaminador se encarga de establecer una especie de **filtro**, ya que analiza la información y toma decisiones acerca del tráfico no deseable, garantizando cierto grado de seguridad a los usuarios dentro de la red.

En la siguiente figura podemos apreciar la elección de la mejor ruta por parte del *router*.

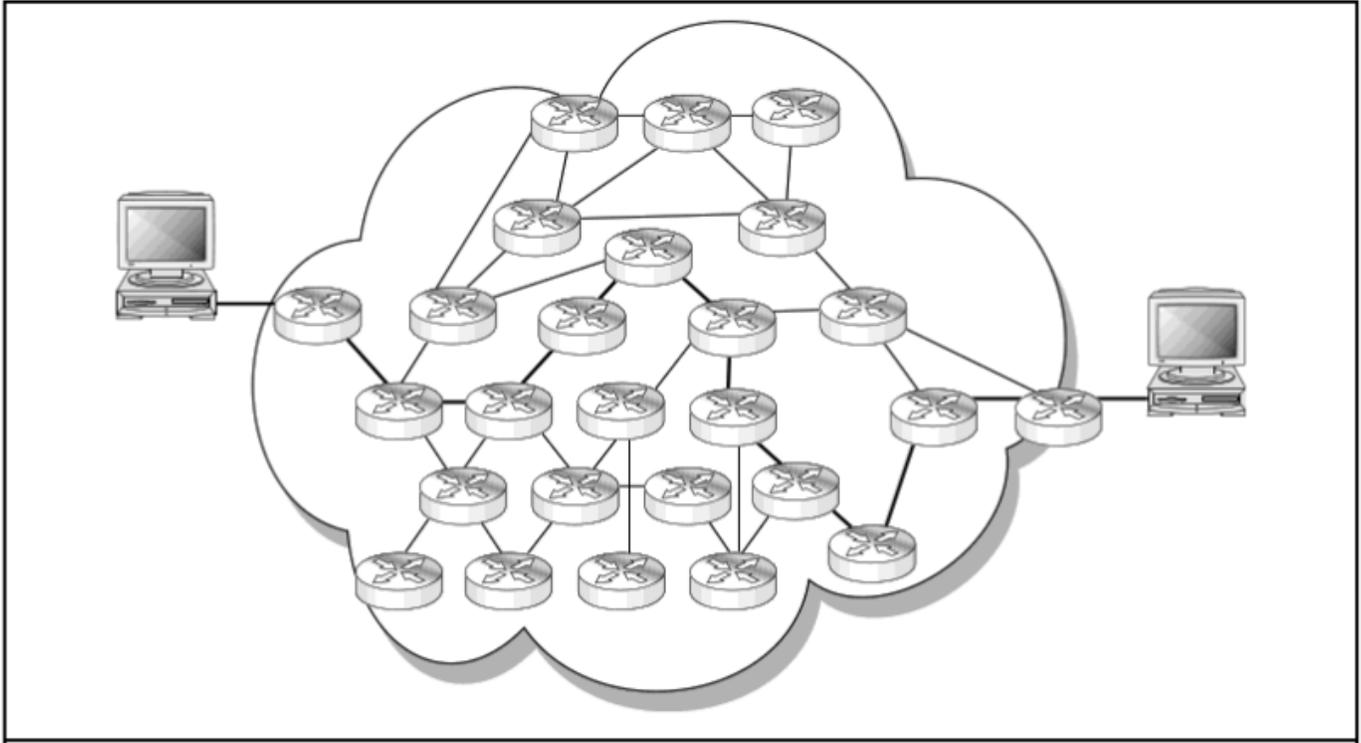


Figura 1. Elección de ruta por parte del *router*  
Fuente: Velte (2008)

## Elección de la ruta

La escogencia de la mejor ruta por parte de los encaminadores tiene su proceso en la capa de red del modelo OSI, después de un análisis de todas las rutas disponibles en la red informática para dirigir el paquete hacia su destino. Para la elección de la mejor ruta existen factores importantes:

- **Métrica:** es un valor que caracteriza los protocolos de enrutamiento. Mediante este se pueden definir costos, los cuales permiten acceder a redes que se encuentren cercanas. Una métrica de menor tamaño se considera la apropiada.
- En la siguiente figura podemos apreciar la cantidad de saltos que tiene R1 para llegar a R3, en este caso la métrica es 2.

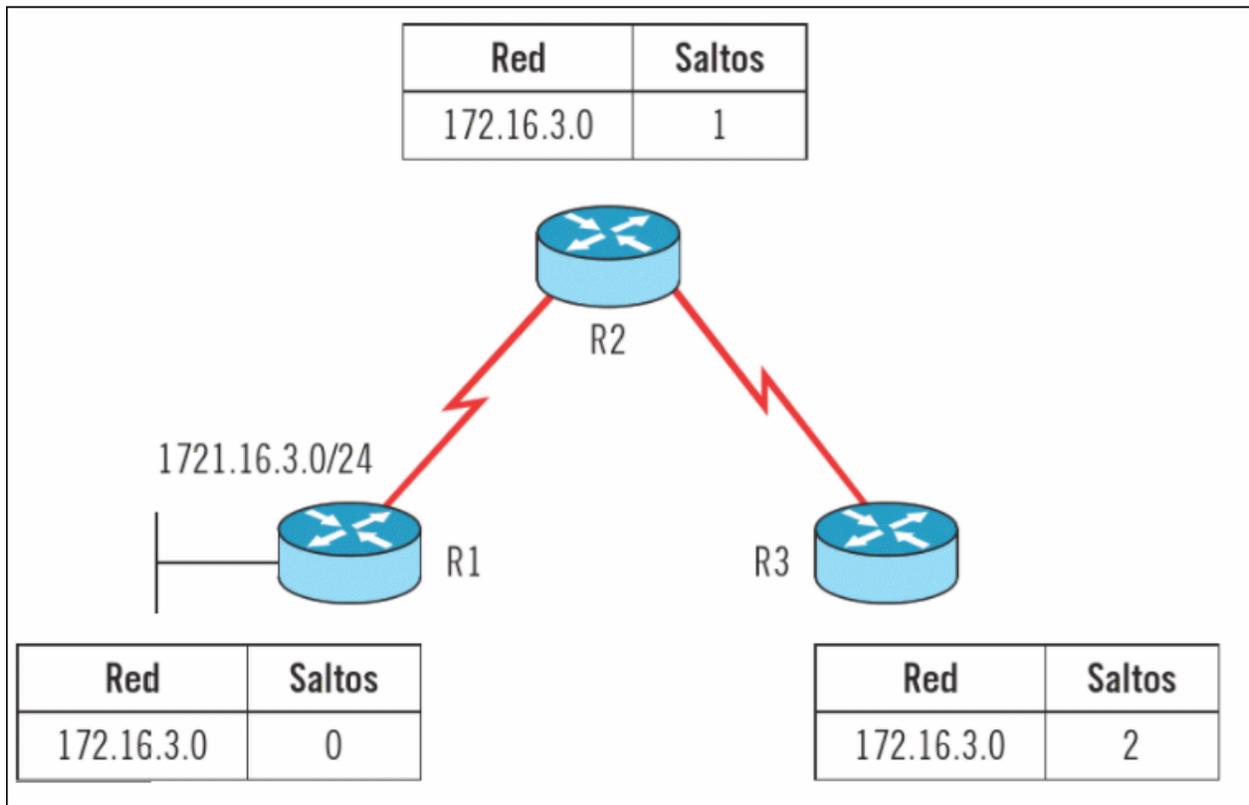


Figura 2. Métrica conteo de saltos  
Fuente: Bellido Quintero (2014)

### Clases de métricas

- **Costo:** tipo de métrica usada por el protocolo de enrutamiento dinámico OSPF. Este protocolo coloca un precio a cada enlace dentro de la red, enfocado a escoger la mejor ruta.
- **Ancho de banda BW:** permite la elección de la mejor ruta con una preferencia: el mayor ancho de banda.
- **Conteo de saltos (hops):** esta métrica la utiliza el protocolo RIP con un valor de 15. Consiste en contar el número de **routers** que tiene que atravesar un paquete para llegar a su destino.
- **Retardo (delay):** se comprende como el tiempo que gasta un mensaje desde que sale hasta su destino.

- **Carga (load):** se analiza por parte del **router** la cantidad o el porcentaje de carga que se encuentra en un enlace para poder decidir cuál ruta escoger, ya que de esta manera se tiene en cuenta aquel enlace que presenta menos congestión.
- **Confiabilidad (reliability):** comprende un rango o valor de 0 a 255, en donde el **router** analiza la cantidad de veces que se ha caído un enlace. Se puede deducir que, al tener un menor valor, mayor confianza tiene el **router** para enviar por ese camino los paquetes.

- **Distancia administrativa:** este elemento posibilita identificar la ruta que va a ser incluida en la tabla de enrutamiento. La distancia administrativa con un valor inferior tendrá prioridad sobre una de valor superior. Esta relación de valores se hace en torno a **protocolos** distintos sobre una misma red.



#### Protocolos

Conjunto de normas y reglas que se deben seguir dentro de un sistema de comunicaciones. Son muy importantes en las redes informáticas, ya que se debe tener el mismo protocolo en las configuraciones al momento de establecer una interconexión.

Origen de la ruta	Distancia administrativa
Conectada	0
Estática	1
Ruta sumariada EIGRP	5
BGP externo	20
EIGRP interno	90
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
EIGRP externo	170
BGP interno	200

Tabla 1. Valores de distancias administrativas predeterminadas  
Fuente: propia

- **Balanceo de carga:** se origina en el momento en que el **router** envía un paquete para el mismo destino por varias rutas. Esto garantiza un balance equitativo en los enlaces.

## Análisis de la tabla de enrutamiento

Existe un elemento que distingue la actuación de los *routers* y es la tabla de enrutamiento. Como se sabe, esta tabla la aprenden los *routers* en el proceso de la interconexión con sus vecinos. Brinda la información necesaria en casos específicos, como, por ejemplo, si la red a la cual nos vamos a conectar posee una conexión directa, inmediatamente el encaminador sabe el puerto por el cual se deben enviar los paquetes; en caso contrario, el encaminador nos debe identificar la ruta mediante el procesamiento de datos, obteniendo la mejor ruta para el envío de paquetes. La tabla de enrutamiento es parte vital de los routers para la obtención de información.

Las tablas brindan la información que tienen almacenadas los **routers** en la RAM acerca de rutas directamente conectadas y las rutas remotas:

- **Redes directamente conectadas:** tienen prioridad ante las demás redes que se puedan tener dentro de la red. Cada vez que el enrutador crea y activa una interfaz que está directamente conectada se agrega un nuevo camino o ruta.
- **Rutas remotas:** son redes vecinas a una red específica. Para acceder a estas mediante el enrutador, es necesario implementar rutas estáticas o protocolos dinámicos.

En la siguiente figura se puede apreciar una tabla de enrutamiento de Windows. Introduciendo el comando *router print* se visualizan las diferentes entradas de la tabla de rutas IPv4, red de destino, máscara de subred, puerta de enlace, interfaz y métrica.

- **Network destination:** red a la cual van dirigidos los mensajes.
- **Netmask:** máscara de la red de destino.
- **Gateway:** corresponde al identificador del encaminador.
- **Interface:** dirección mediante la cual se van a enviar los mensajes.
- **Metric:** valor que caracteriza a los diferentes protocolos de enrutamiento.

```

C:\windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\RYKE AVILA>route print
=====
Interface List
15...68 5d 43 ea 66 ff .....Microsoft Virtual WiFi Miniport Adapter #2
14...68 5d 43 ea 66 ff .....Microsoft Virtual WiFi Miniport Adapter
13...68 5d 43 ea 66 fe .....Intel(R) Centrino(R) Wireless-N 2230
1 .....Software Loopback Interface 1
16...00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft ISATAP Adapter
17...00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft ISATAP Adapter #2
18...00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft ISATAP Adapter #3
=====

IPv4 Route Table
=====
Active Routes:
Network Destination      Netmask          Gateway          Interface        Metric
0.0.0.0                  0.0.0.0          192.168.0.1     192.168.0.7      25
127.0.0.0                255.0.0.0        On-link         127.0.0.1        306
127.0.0.1                255.255.255.255 On-link         127.0.0.1        306
127.255.255.255         255.255.255.255 On-link         127.0.0.1        306
192.168.0.0             255.255.255.0   On-link         192.168.0.7      281
192.168.0.7             255.255.255.255 On-link         192.168.0.7      281
192.168.0.255          255.255.255.255 On-link         192.168.0.7      281
224.0.0.0               240.0.0.0        On-link         127.0.0.1        306
224.0.0.0               240.0.0.0        On-link         192.168.0.7      281
255.255.255.255        255.255.255.255 On-link         127.0.0.1        306
255.255.255.255        255.255.255.255 On-link         192.168.0.7      281
=====
Persistent Routes:
Network Address          Netmask          Gateway Address  Metric
0.0.0.0                  0.0.0.0          192.168.8.1     Default
=====

IPv6 Route Table
=====
Active Routes:
If Metric Network Destination      Gateway
1 306 ::1/128 On-link
13 281 fe80::/64 On-link
13 281 fe80::b83c:eb1c:c5c5:dd46/128 On-link
1 306 ff00::/8 On-link
13 281 ff00::/8 On-link
=====
Persistent Routes:
None
C:\Users\RYKE AVILA>_

```

Figura 3. Tabla de enrutamiento de Windows  
Fuente: propia

En la próxima figura podemos apreciar el resultado del comando *show ip route* al interior del *router*, mediante el simulador *packet tracer*. Los códigos encerrados en los rectángulos nos facilitan identificar o leer la tabla de enrutamiento para así tener la gestión y el monitoreo ideal en una red informática. A continuación, encontraremos la descripción de estos códigos:

- **L (local)**: esta es la dirección que identifica al encaminador.
- **C (connected)**: muestra la red conectada de manera directa al encaminador.
- **S (static)**: visualiza una ruta creada estáticamente.
- **O (OSPF)**: advierte que se conoció la ruta de manera dinámica a través del protocolo OSPF.

Los códigos restantes no se abordarán en esta asignatura.

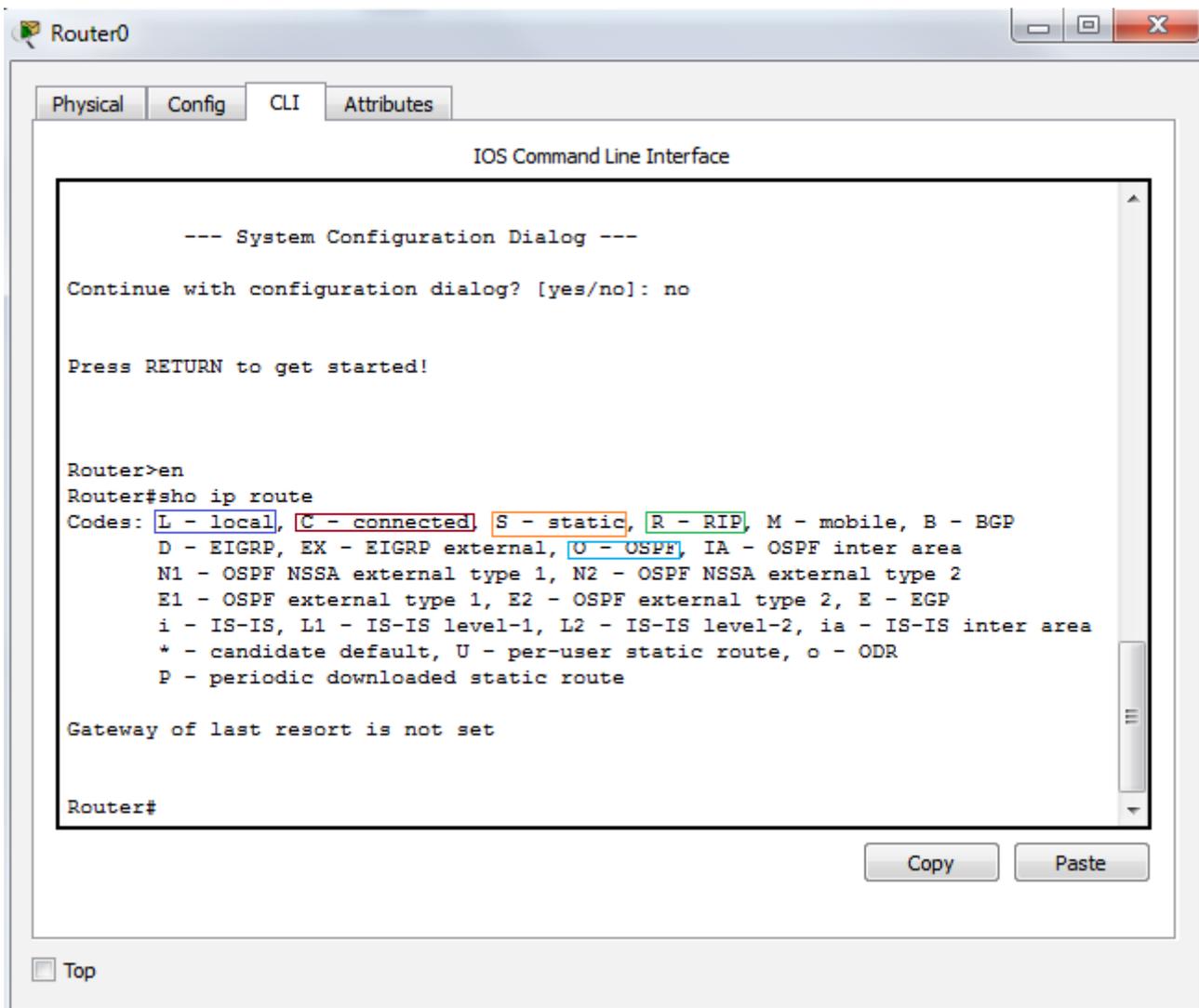


Figura 4.  
Fuente: propia

Los routers aprenden la tabla de enrutamiento de dos maneras: manual y dinámica.

## Enrutamiento estático

Se considera una ruta estática aquella creada manualmente por el administrador de red. Al no tener vínculos con los protocolos, las rutas estáticas no reciben actualizaciones, lo cual indica que el administrador debe reconfigurar estas rutas nuevamente e incluir los cambios en la **topología**.



### Topología

Todos los elementos y la estructura que conforman la red informática.

### Ventajas

- Mayor seguridad en las redes informáticas.
- Al no utilizar protocolos de enrutamiento, el consumo de recursos es menor. No se consume mucho ancho de banda.
- Practicidad en la administración por parte del administrador de la red, siempre y cuando la red sea pequeña.

### Desventajas

- Al tener cambios en la topología no se presenta una actualización automática.
- Los mantenimientos son complejos.

### Tipos

- **Ruta estática estándar:** se enfoca en la conexión de redes cercanas específicas.

### Configuración

El administrador de red debe asignar el siguiente comando **ip route**, el cual caracteriza las rutas estáticas. La manera de escribir la línea de comandos para configurar una ruta estática es:

- **Router (config)# ip route {prefijo de red de destino} {máscara} {dirección gateway}**
- **Router (config)# ip route {prefijo de red de destino} {máscara} {interfaz de salida}**

En el siguiente ejemplo el administrador de red que se encuentra conectado mediante un **host** a R1 debe acceder al **host** que se encuentra conectado a R2 con la red 192.168.16.0. ¿Qué configuración de enrutamiento estático debe utilizar? El administrador puede acceder al **host** ubicado a R2 con los siguientes comandos que corresponden a la dirección del siguiente salto del **router** y usando una interfaz:

- R1(config)# ip route 192.168.16.0 255.255.255.0 192.168.15.1
- R1(config)# ip route 192.168.16.0 255.255.255.0 S0/0/0

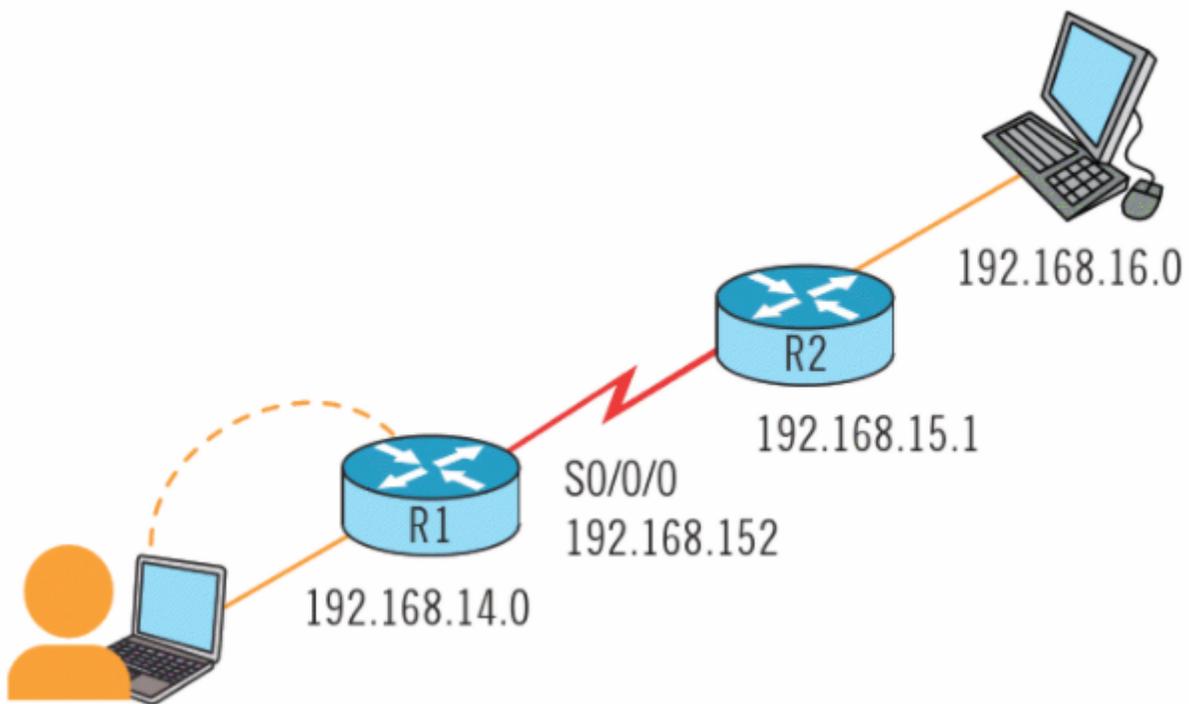


Figura 5. Enrutamiento estático.  
Fuente: Bellido Quintero (2014)

- **Ruta estática por defecto:** es muy interesante debido a que encamina todos los paquetes hacia destinos que no cuentan con una referencia en la tabla de enrutamiento. Ejemplo: cuando los proveedores de servicio de internet se conectan con un encaminador adyacente de una multinacional.

### Configuración

El administrador de red debe asignar el siguiente comando **ip route**, el cual caracteriza las rutas estáticas. La manera de escribir la línea de comandos para configurar una ruta estática es:

- **Router (config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 {dirección del siguiente salto}**
- **Router (config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 {interfaz saliente}**

En el siguiente ejemplo, el administrador de red se encuentra una red conectada mediante R1. Este debe acceder a R2, que se encuentra conectado a R2 con la red 192.168.1.0. ¿Qué configuración de enrutamiento estático debe utilizar? El administrador de red puede acceder a R2 desde R1 con los siguientes comandos, que corresponden a la ruta estática por defecto implementando: dirección del siguiente salto del **router** y usando una interfaz.

- R1(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.1.5
- R1(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 s0/0/0

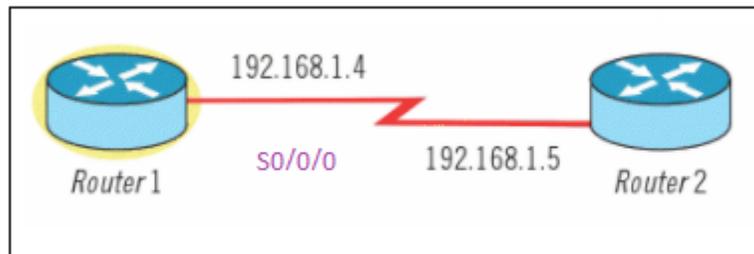


Figura 6. Rutas estáticas por defecto.  
Fuente: Bellido Quintero (2014)

- **Ruta estática resumida:** se implementa al momento de encontrarnos en una topología en donde la tabla de enrutamiento es muy grande, debido al establecimiento de conexiones con diferentes rutas estáticas, convirtiéndolas en una sola ruta mediante un proceso de resumen de ruta. Este proceso puede darse si las redes que conforman la topología son adyacentes.

En la siguiente figura podemos apreciar que *Rcapital* desconoce las redes dentro de la topología; en total son cuatro redes. La manera correcta de acceder a estas redes es realizar un resumen de rutas, ya que todas las redes se encuentran de manera adyacente (192.168.64.0/24 hasta 192.168.67.0/24).

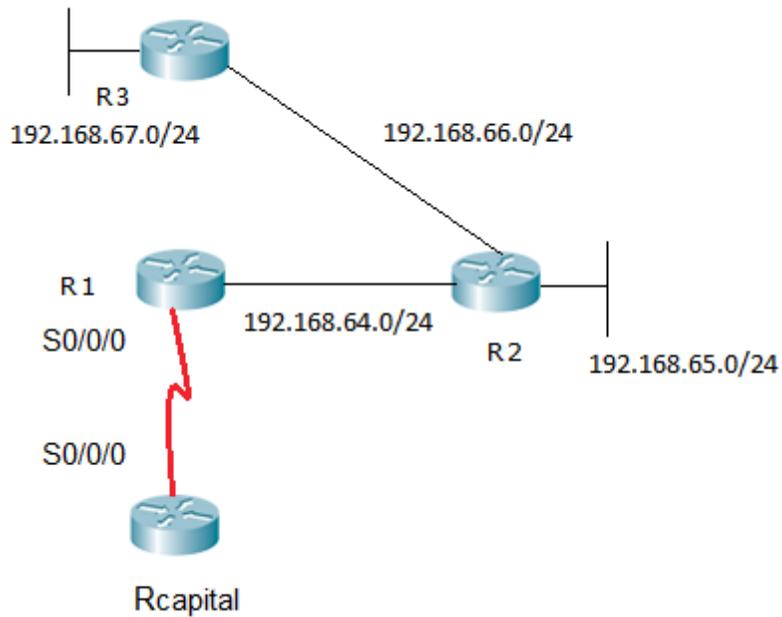


Figura 7.  
Fuente: propia

Para resumir las rutas debemos tener presente los siguientes pasos:

- Escribir las redes que se van a resumir con su correspondiente valor en binario:
  - 192.168.64.0 - 11000000.10101000.01000000.00000000
  - 192.168.65.0 - 11000000.10101000.01000001.00000000
  - 192.168.66.0 - 11000000.10101000.01000010.00000000
  - 192.168.67.0 - 11000000.10101000.01000011.00000000
- Encontrar la máscara de subred, la cual se consigue contando de izquierda a derecha los **bits** hasta donde se encuentre una disparidad en los números; esto identifica que el resumen llega hasta este punto. La máscara que se obtuvo fue /22 la cual corresponde a 255.255.252.0.

Este valor 255.255.252.0 es equivalente a la suma de cada uno de los octetos 1111 1111.11111111.11111100.00000000

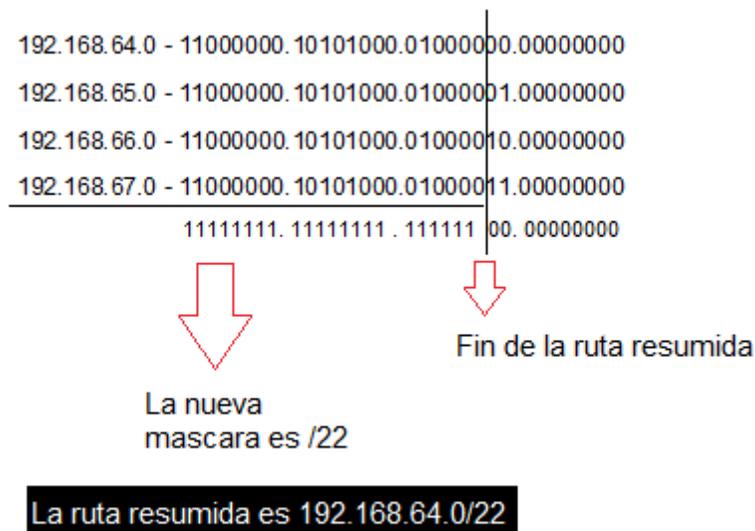


Figura 8.  
 Fuente: propia.

- La ruta resumida la ingresamos mediante el comando:

```
Rcapital (config)# ip route 192.168.64.0 255.255.252.0 S0/0/0
```

- **Ruta estática flotante:** brinda la posibilidad a una organización de tener una ruta alternativa de respaldo garantizando la conectividad y el funcionamiento de la red. Se caracteriza por tener una distancia administrativa superior a la ruta estática predeterminada o estándar; esto depende de la configuración que establezca el administrador de la red.

Ejemplo de este tipo de ruta es cuando el administrador de red está configurando su topología lógica mediante el protocolo RIPv2, el cual posee una distancia administrativa igual a 120. Lo ideal es configurar una ruta estática flotante con una distancia administrativa mayor que la que está manejando RIPv2. El proceso es el siguiente: en caso de una falla en la ruta suministrada por RIPv2, inmediatamente entra a modo de respaldo la ruta estática flotante.

## Enrutamiento entre VLAN

En este apartado definiremos la importancia del enrutamiento entre VLAN y cómo se da el intercambio de información entre las VLAN, tema fundamental a la hora de diseñar e implementar redes informáticas. Para poder establecer el enrutamiento entre VLAN que se encuentran en segmentos de red diferentes es necesario implementar un *router* o un *switch* de capa 3.



### VLAN

LAN virtuales que tienen la característica de agrupar elementos de manera lógica y física dentro de una red informática.

- **Enrutamiento entre VLAN antiguo:** el modo de funcionamiento de este tipo de enrutamiento parte de tener un router con conexiones por separado en cada una de las interfaces e implementar una configuración para subredes de manera individual. Estas conexiones de las interfaces estaban destinadas a los puertos del switch, dichos puertos se configuran en modo acceso.

Para implementar este enrutamiento se deben seguir los siguientes pasos:

- Las interfaces del **router** y del **switch** deben configurarse en modo troncal-**trunk**.
- El proceso de enrutamiento entre VLAN lo desarrolla el **router** una vez admitido el tráfico de la VLAN en las interfaces que están en modo troncal que vienen del **switch** y realiza el enrutamiento entre las VLAN, a través de subinterfaces (interfaces virtuales múltiples vinculadas a una interfaz física).

Para configurar una subinterfaz, entramos al router y definimos lo siguiente:

- **Router** (config)# interface f0/0, se coloca un punto (.) y un número de subinterfaz, este suele asociarse al ID de la VLAN que se maneja en esa interfaz.

Para que se reconozca la subinterfaz es vital configurar la encapsulación VLAN, seguida del número de la VLAN a que se encuentra asociada. Esta encapsulación se relaciona con el siguiente comando **encapsulation dot1q 10**.

Como es una subinterfaz debemos añadir la dirección IP seguida de la máscara de subred, la cual pertenece a la interfaz que está asociada. Después de esto se procede a habilitar la interfaz utilizando el comando **no shutdown**.

Para verificar el enrutamiento utilizamos el comando *show ip route*.

Ejemplo:

```
Router (config)# interface f0/0.10
```

```
Router (config)# encapsulation dot1q 10
```

```
Router (config)# ip address {dirección-IP máscara-subred}
```

```
Router (config)# no shutdown
```

- **Enrutamiento router-on-a-stick:** presenta en su configuración una sola interfaz, la cual comunica al *router* con el *switch*. A diferencia del modo antiguo en el que se necesitaban varias interfaces, esta conexión física del *router* con el *switch* lleva un enlace troncal. En este modo de enrutamiento una sola interfaz realiza el enrutamiento a varias VLAN.

Al igual que en el modo antiguo, se configura la interfaz en el *router* y el puerto asociado al *switch* de manera troncal. En el proceso de enrutamiento el mecanismo es el mismo que en el método antiguo, solo que esta vez todo el tráfico va dirigido por una sola interfaz.

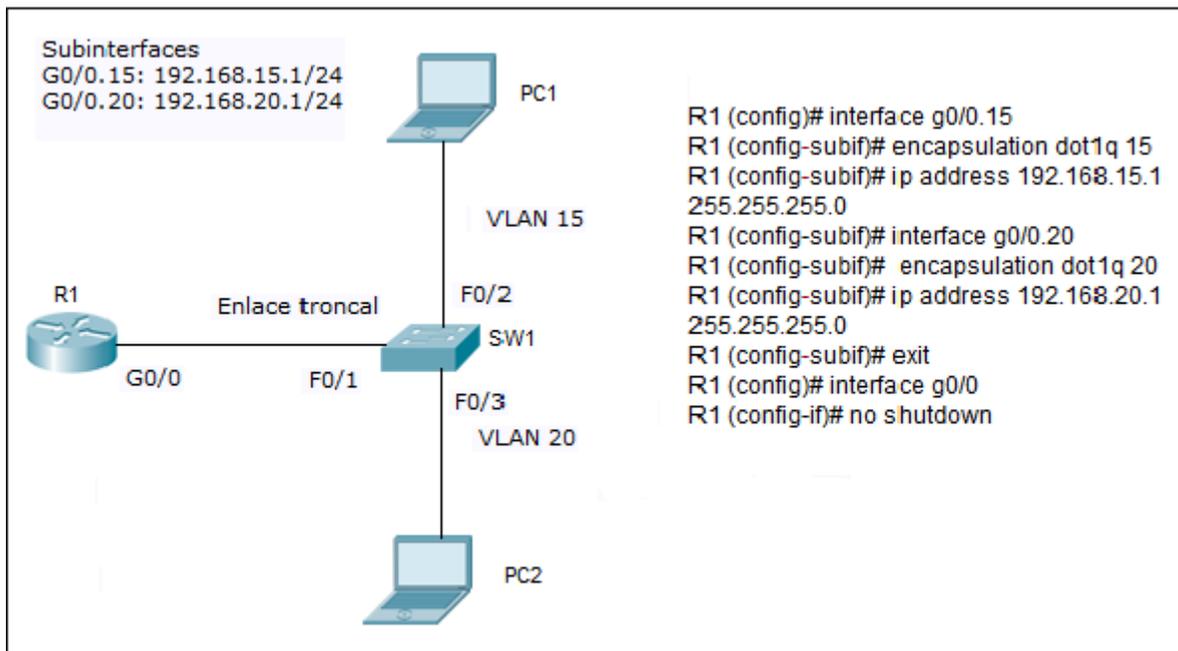


Figura 9. Configuración en el modo *router-on-a-stick*.  
Fuente: propia

- **Enrutamiento dinámico:** este enrutamiento lo vemos en organizaciones medianas y grandes donde se necesita una actualización constante de las rutas. Se da mediante el encaminamiento de protocolos, los cuales actualizan automáticamente las rutas. Estos protocolos se basan en la tabla de enrutamiento para escoger la mejor ruta, brindan la posibilidad de establecer normas para que la red siempre esté actualizada. Ejemplo: una empresa en la que se permite escoger nuevas rutas en casos específicos donde la ruta presente inconvenientes y se procede a encontrar redes **adyacentes**.



#### Adyacentes

Se entiende como adyacente aquello que está próximo o cercano.

Los protocolos de enrutamiento dinámico se caracterizan por poseer:

- **Estructura de datos:** basa sus operaciones en la tabla de enrutamiento.
- **Mensajes:** se enfocan en relacionarse con los vecinos de manera que se pueda conocer qué cambios han sufrido dentro de la red.
- **Algoritmo:** desarrolla los protocolos con el objetivo de brindar información sobre los caminos y seleccionar la ruta adecuada.

Una de las desventajas de utilizar estos protocolos es el uso de recursos por parte del encaminador; además, la seguridad es baja, debido al envío constante de información por fuera de la red. La gran ventaja es que no se necesita de un administrador de manera permanente para realizar actualizaciones ante cambios dentro de la red informática.

### Modo de operación de los protocolos dinámicos

1. Al encender el **router**, este analiza su tabla de enrutamiento y se da lo que se conoce como actualización, donde se reconoce la manera en que están conectadas las rutas y por medio de qué interfaz se encuentran conectadas.
2. Una vez que se proceda a configurar los protocolos de enrutamiento, viene el proceso en que los **routers** asociados a la red interactúan entre ellos, lo cual manifiesta un constante envío de actualizaciones, garantizando identificar qué redes se encuentran vinculadas a cada enrutador. Esto lo hace mediante las interfaces que se encuentran activas.
3. Por último, el **router**, al recibir las actualizaciones, analiza si hay cambios dentro de la red y los registra en su tabla de enrutamiento. Esto lo hace periódicamente para garantizar la **convergencia** dentro de la red y seleccionar la mejor ruta. La convergencia se obtiene al momento de que todos los elementos dentro de la topología gocen de una información total de la red. La convergencia de protocolos como RIP se manifiesta de manera más lenta en comparación que los protocolos Eigrp y OSPF.



#### Convergencia

Se da cuando cada uno de los elementos o dispositivos conocen o tienen información de toda la red.

## Tipos de protocolo de enrutamiento dinámico

Existen tres grupos de protocolos de enrutamiento dinámico:

- **Según el propósito:** los encontramos como protocolos de **gateway** interior (IGP) y protocolos de **gateway** exterior (EGP).

Antes de entrar a analizar estos protocolos se debe conocer un término que va de la mano de estos: sistema autónomo (AS). Se denomina SA al grupo de redes administradas que poseen un encaminamiento dentro de una organización.

- **IGP:** se caracterizan por tener la capacidad de relacionarse al interior de una organización en un sistema autónomo. Los protocolos de enrutamiento IGP más conocidos son RIP, Eigrp y OSPF.
- **EGP:** se caracterizan por tener la capacidad de establecer relaciones entre sistemas autónomos; además, pueden coexistir en su funcionamiento varios protocolos IGP dentro de los EGP. Estos sistemas autónomos tienen una administración por separado, lo que beneficia el mantenimiento de la red. Los EGP utilizan unos **routers** conocidos como **routers** de borde, los cuales se encuentran al extremo de cada sistema autónomo. Los EGP utilizan el protocolo de enrutamiento dinámico BGP.

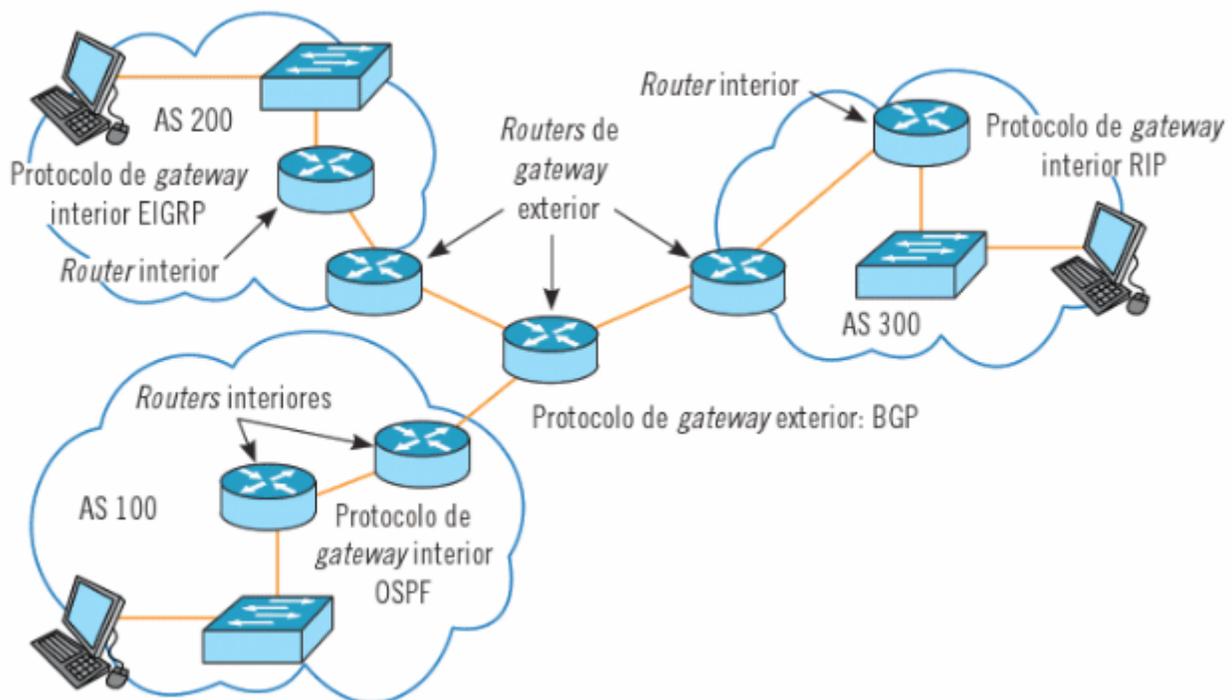


Figura 10. Protocolos de enrutamiento exterior e interior.  
Fuente: Bellido Quintero (2014)

- **Según la operación:** los encontramos como vector distancia, protocolo de estado de enlace y protocolo vector de ruta.
- **Protocolo vector distancia:** se basa en dos parámetros implícitos en su nombre: la distancia, esta manifiesta el recorrido del origen al destino, y el vector, el cual identifica la dirección en que se encuentra ubicado el enrutador del siguiente salto o interfaz de salida hasta alcanzar el destino. El objetivo de los protocolos de vector distancia es identificar la ruta más corta determinando el sentido y la distancia en cualquier elemento de la red.
  - Los *routers* que implementan vector distancia tienen conocimiento parcial del camino para llegar a su destino. En su totalidad, el **router** tiene conocimiento sobre la métrica.
  - Los siguientes protocolos se identifican con IGP vector distancia IPv4: RIPv1, RIPv2, IGRP y Eigrp.
- **Protocolo de estado enlace:** se caracteriza por conocer toda la red. La manera en que se desempeñan los **routers** en este estado enlace les permite generar un mapa mediante el cual acceden a la mejor ruta para llegar al destino.
  - Este protocolo funciona en una red donde se provee de un diseño jerárquico. Se trabaja en función de la convergencia. Los protocolos de enrutamiento que se desempeñan mediante estado enlace son OSPF e IS-IS.
- **Protocolos de enrutamiento con clase y sin clase:** estos protocolos se caracterizan por el manejo de la información. No comparten información de la máscara de subred en el enrutamiento, mientras que los protocolos de enrutamiento sin clase sí lo hacen.
  - Los protocolos RIPv1 - Eigrp hacen parte de los protocolos con clase, debido a esto no manejan en su funcionamiento máscaras de subred de longitud variable, así como enrutamiento entre dominios sin clase (CIDR).
  - Los protocolos Eigrp, OSPF, BGP, etc., hacen parte de los protocolos sin clase. Se puede decir que en la actualidad se maneja en las empresas enrutamiento sin clase. Estos protocolos aceptan VLSM y CIDR. Los protocolos IPv6 forman parte de estos protocolos sin clase.

## Protocolo RIP (*routing information protocol*)

Este protocolo, que nació en el año 1988, forma parte de la familia de los protocolos de vector distancia. Encontramos su especificación mediante la RFC 1058. Se caracteriza por:

- Su métrica corresponde al conteo de saltos. Esta equivale a 15. Después de este valor, se considera como paquete inaccesible.
- Anuncia sus **updates** cada 30 segundos.
- Distancia administrativa equivalente a 120.

Con el tiempo, RIP alcanza un nivel superior: evoluciona a RIPv2, el cual tiene las siguientes características:

- Al ser un protocolo sin clase, admite VLSM y CIDR.
- Emplea la autenticación mediante la cual se garantiza actualizaciones de la tabla de enrutamiento.
- Reenvía actualizaciones a la dirección de multidifusión 224.0.0.9.
- Acepta rutas resumidas en las interfaces.

### Configuración del RIP

- Con el comando *router rip* habilitamos el protocolo RIP.
- Con el comando *network* se designan las direcciones red que están directamente conectadas.
  - *Router (config)# router rip*
  - *Router (config-router)# network network-number*

## Configuración RIPv2

Se siguen los mismos pasos de la configuración de RIP. Después, se añade el comando *version 2*. RIPv2 debe cambiar el proceso de **sumarización** automática, para esto utiliza el comando *no auto-summary*. Al deshabilitar la sumarización automática, el proceso de resumen de rutas ya no se manifiesta, con lo cual se concluye que se da la inclusión de cada una de las subredes asociadas con sus respectivas máscaras. Este comando *no auto-summary* se ingresa después del comando *version 2*.

- Router (config)# router rip
- Router (config-router)# network network-number
- Router (config-router)# version 2
- Router (config-router)# no auto-summary

Mediante el comando *passive-interface* se ahorran recursos del *router*, debido a que se suprimen las actualizaciones en las interfaces que no se estén implementando.

- Router (config)# router rip
- Router (config-router)# passive-interface
- Router (config-router)# exit

## Verificación de la configuración RIP

El administrador de red en una organización debe garantizar una buena comprensión de los parámetros que se originan dentro de los siguientes comandos de verificación: *show ip route*, *show running-config* y *show ip protocols*.

El comando *show ip protocols* nos brinda información con respecto a los tipos de protocolos que se están implementando en el *router*. Mediante este comando se puede analizar toda la configuración de RIP, obteniendo lo siguiente:

- Versión de RIP está siendo usada.
- Interfaces que se encuentran activas, envío y recepción de actualizaciones.
- Comprobación de que el enrutador está dando información sobre las redes verdaderas.



### Sumarización

La sumarización en las redes informáticas tiene el objetivo de agrupar una cierta cantidad de subredes en una sola.

Cuando se ingresa el comando `show ip route`, se obtiene información con respecto a las diferentes rutas que son obtenidas mediante el protocolo RIP y que encontramos en la tabla de enrutamiento. RIP se identifica en la tabla de con la letra R.

## Protocolo IGRP (interior gateway routing protocol)

Es un protocolo de Cisco que forma parte de la familia de los protocolos de vector distancia. Publica sus **updates** cada 90 segundos y se puede implementar en redes grandes donde se adapta a los cambios dentro de la red. Esto se conoce como escalabilidad. Este protocolo utiliza dos métricas el BW y retardo. Hoy en día IGRP no se utiliza, en cambio se utiliza una versión mejorada Eigrp, este protocolo no será estudiado en esta asignatura.

## Protocolo IS-IS (intermediate system to intermediate system)

Encontramos su especificación ISO 10589; este aporta soporte IP y se especifica en la RFC 1195. Forma parte de la familia de los protocolos de estado enlace junto con el protocolo OSPF. Como es un protocolo sin clase acepta VLSM y sumarización manual. El proceso de sincronización en los caminos de manera total se da en rango de 10 minutos.

IS-IS implementa unos paquetes Hello cada 10 segundos para comunicarse con los **routers** vecinos. Cada paquete Hello lleva consigo toda la información que adquirió con respecto a los **routers** vecinos. Al momento de que un **router** se manifiesta con una respuesta la cual trae consigo una igualdad se procede a tener una relación con el vecino. Esta relación se establece con la intención de llevar a cabo la comunicación. Con una comunicación efectiva se produce una adyacencia. Al tener la adyacencia, todos los **routers** vecinos intercambian información de carácter estado enlace. Posterior a este proceso, el objetivo esperado es lograr la convergencia, la cual se alcanza cuando cada uno de los enrutadores tiene conocimiento de toda la red.

## Protocolo Eigrp (open source patf firts)

Es un protocolo IGP que evolucionó de IGRP. Forma parte de la familia de los protocolos de vector distancia. Acepta VLSM y sumarización de rutas. Eigrp tiene un proceso más rápido en las actualizaciones, lo cual conlleva a que la convergencia incremente su velocidad.

Eigrp implementa paquetes Hello no tan complejos que le permiten a los **routers** establecer adyacencias con los **routers** vecinos. Al conocer sus **routers** vecinos, implementa un protocolo de transporte seguro el cual verifica una entrega segura.

## Protocolo OSPF (*open shortest path first*)

Este protocolo tiene sus orígenes a finales de los años 80, RFC 1131. Ya en el año 1991 aparece la versión 2, OSPFv2, RFC 1247; esta sufre una evolución en el año 1998: RFC 2328. Forma parte de la familia de los protocolos de estado enlace; también acepta VLSM, o sea, es un protocolo de enrutamiento sin clase. OSPF implementa áreas para su desarrollo, esto lo hace un protocolo eficaz. En esta asignatura se analizará OSPF con área única.

### Características OSPF

- La distancia administrativa equivale a 110.
- Tiene la capacidad de operar con redes de tamaño pequeño y grandes redes, facilitando la escalabilidad.
- Los tiempos para la convergencia son reducidos.
- Los **routers** implementan un algoritmo que se conoce como SPF (***shortest path first***) de Dijkstra, al momento de escoger la mejor ruta. SPF se caracteriza por agrupar los diferentes costos que se encuentran en las rutas para alcanzar el destino. Una vez establecidas las rutas, OSPF se encarga de guardarlas en la de enrutamiento para su posterior uso.

- Aznar López, A. (2005). *La red internet. El modelo TCP/IP*. Madrid, España: Grupo Abantos Formación y Consultoría.
- Bellido Quintero, E. (2014). *Equipos de interconexión y servicios de red (UF1879)*. Málaga, España: IC Editorial.
- Boronat Seguí, F. (2013). *Direccionamiento e interconexión de redes basadas en TCP/IP: IPv4/IPv6, DHCP, NAT, encaminamiento RIP y OSPF*. Valencia, España: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Carceller Cheza, R. (2013). *Servicios en red*. Madrid, España: Macmillan Iberia S. A.
- Castaño Ribes, R. J. (2013). *Redes locales*. Madrid, España: Macmillan Iberia S. A.
- Hallberg, B. (2007). *Fundamentos de redes*. Madrid, España: McGraw-Hill Interamericana.
- Hillar, G. C. (2004). *Redes: diseño, actualización y reparación*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Hispano Americana S. A.
- Íñigo Griera, J. (2008). *Estructura de redes de computadores*. Barcelona, España: Editorial UOC.
- Jiménez Camacho, R. (2014). *Análisis del mercado de productos de comunicaciones (UF1869)*. Málaga, España: IC Editorial.
- Martínez Yelmo, I. (2015). *IPv6-Lab: entorno de laboratorio para la adquisición de competencias relacionadas con IPv6*. Madrid, España: Universidad de Alcalá.
- Molina Robles, F. J. (2014). *Servicios de red e Internet*. Madrid, España: RA-MA Editorial.
- Moreno Pérez, J. C. (2014). *Sistemas informáticos y redes locales*. Madrid, España: RA-MA.
- Santos González, M. (2014). *Diseño de redes telemáticas*. Madrid, España: RA-MA Editorial.
- Velte, T. J. (2008). *Manual de Cisco®*. Madrid, España: McGraw-Hill Interamericana.