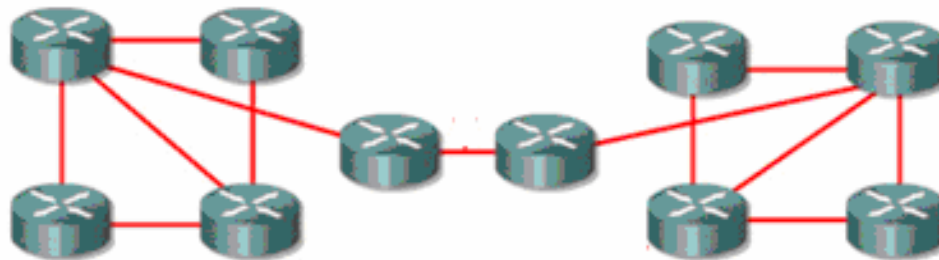


Protocolos de encaminamiento dinámicos

Protocolos de enrutamiento

- Son un conjunto de reglas utilizadas por un router cuando se desea entablar comunicación con otros routers con la finalidad de compartir información.
- Un protocolo de enrutamiento es la aplicación de un algoritmo de enrutamiento. En el software o hardware.



Encaminamiento y direccionamiento

- En una red de área extensa deben existir diferentes rutas para llegar a un destino.
- En consecuencia debe existir un mecanismo que establezca la ruta que deben seguir los mensajes para alcanzar su destino
- Esta función se denomina encaminamiento.
- Para realizarlo, debe existir una identificación única de los equipos. Esto se denomina direccionamiento

TIPOS DE ENRUTAMIENTO

- **Interior:**

Administran rutas conectadas en único Sistema autónomo (RIP, IGRP, EIGRP y OSPF).

- **Exterior:**

Administran rutas conectadas a diferentes Sistema autónomos (BGP y EGP).

- **Sistema Autónomo:**

conjunto de redes o routers que poseen una única política de enrutamiento, utiliza un IGP .

- En el mundo exterior se observa como una única entidad.
- Posee un numero identificador de 16 bits

- **Enrutamiento Estático:**

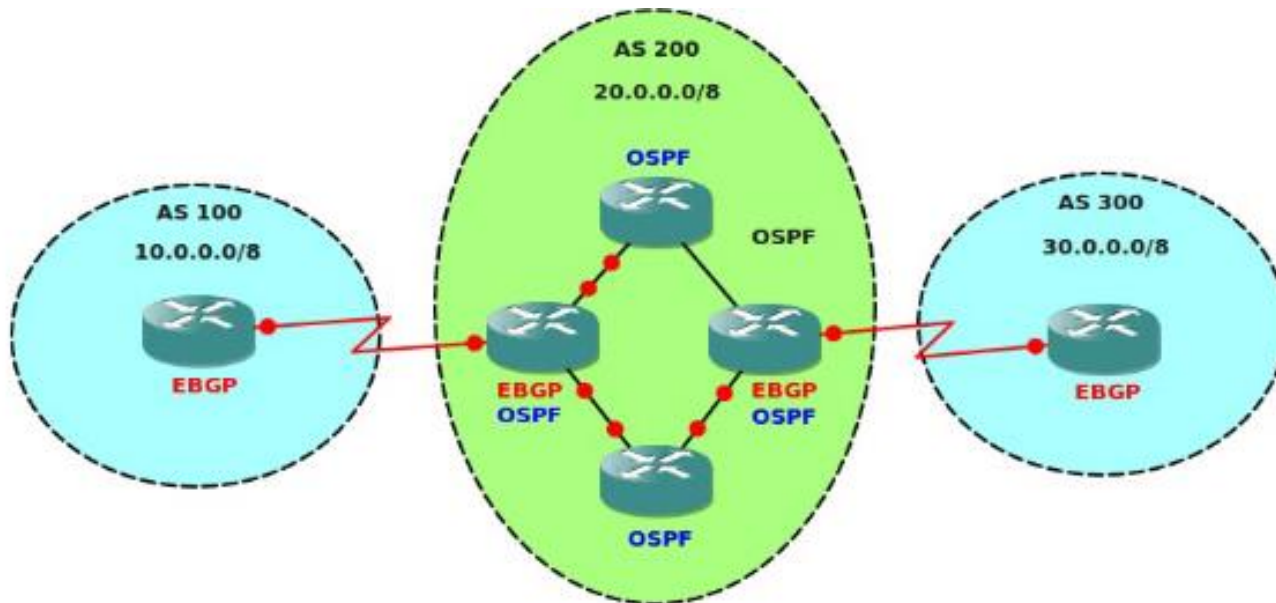
Mantener tablas de enrutamiento estática es su principal problema. Se introduce manualmente la información en los routers y el router no se adapta por si solo a los cambios que se puedan dar en la topología de red.

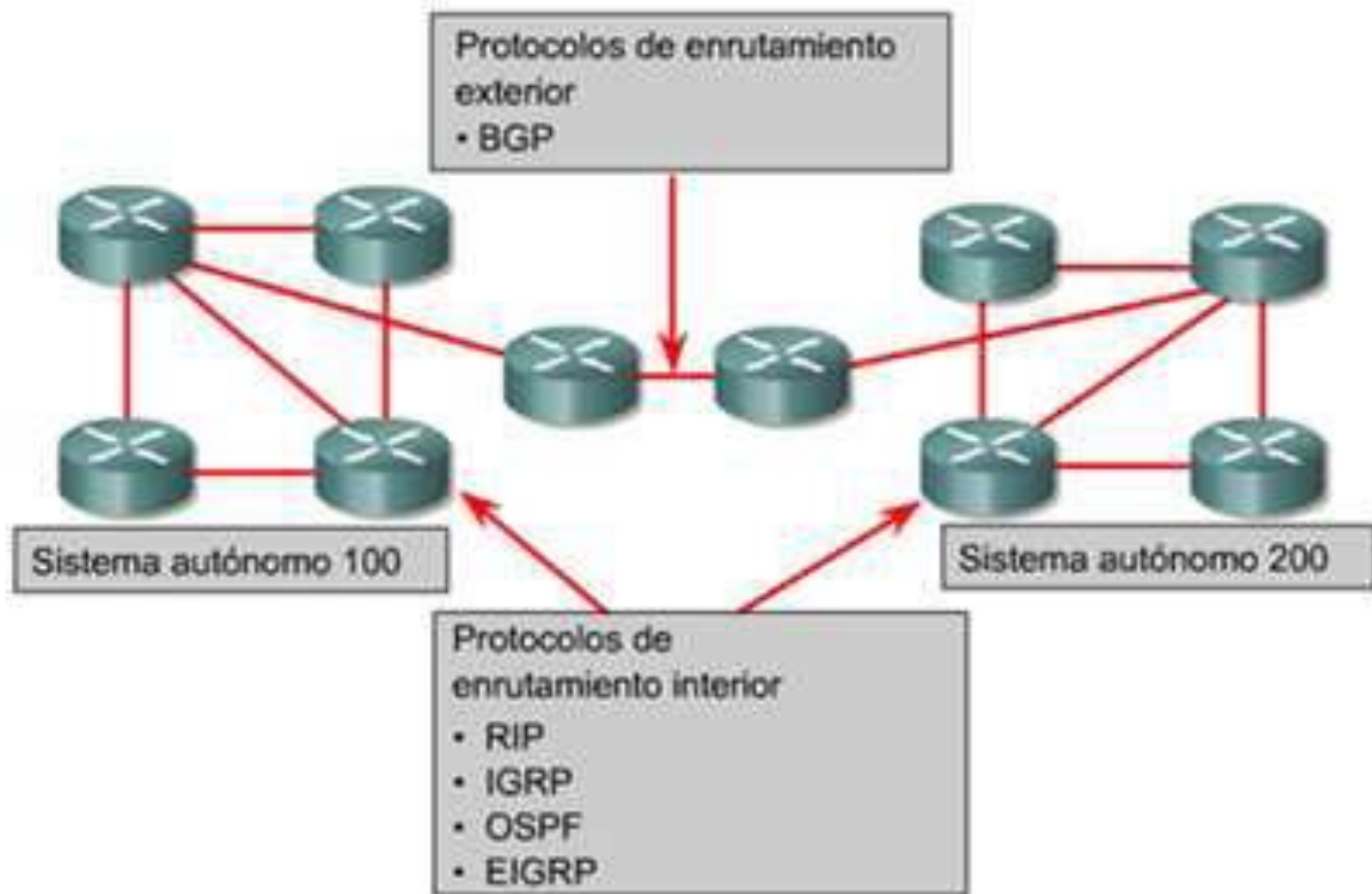
- **Enrutamiento Dinámico:**

Mantiene las tablas de enrutamiento por medio de mensajes de actualización e indican al software del router la actualización de la tabla de enrutamiento

¿Que es un sistema autónomo?

- Internet es una red de redes.
- Los sistemas autónomos son aquellas redes pequeñas que están bajo la supervisión de una sola empresa. Está delimitado del mundo exterior.
- Es un conjunto de redes y dispositivos que se encuentran administrados por una sola entidad o en algunas ocasiones varias que cuentan con una política común de una única política de enrutamiento .





Tipos de protocolos de enrutamiento

- Dependiendo de si el protocolo de encaminamiento funciona dentro del ámbito de un sistema autónomo o fuera de él tenemos la siguiente clasificación:
 - **Interior Gateway Protocols (IGP)** Protocolo de pasarela interior
 - Permite a los routers intercambiar información dentro del ámbito de un sistema autónomo.
 - Ej: OSPF, RIP, RIP-2, IGRP e IS-IS
 - **Exterior Gateway Protocols (EGP)** Protocolo de pasarela exterior
 - Permite el intercambio de información resumida entre sistemas autónomos. Para ello utilizan identificadores para especificar el sistema autónomo origen y destino
 - Ej> BGP

Protocolo de pasarela interior

- **Routing Information Protocol (RIP).** Protocolo universal de enrutamiento por vector de distancia que utiliza el número de saltos como único sistema métrico. Un salto es el paso de los paquetes de una red a otra.
- **Open Short Path First (OSPF).** Protocolo universal basado en el algoritmo de estado de enlace, desarrollado por el IETF para sustituir a RIP. Básicamente, OSPF utiliza un algoritmo que le permite calcular la distancia más corta entre la fuente y el destino al determinar la ruta para un grupo específico de paquetes.
- **Interior Gateway Protocol (IGRP).** Diseñado por Cisco a mediados de los ochenta, para corregir algunos de los defectos de RIP y para proporcionar un mejor soporte para redes grandes con enlaces de diferentes anchos de banda, siendo un protocolo propietario de Cisco.
- **Enhanced IGRP - EIGRP.** Basado en IGRP y como mejora de este, es un protocolo híbrido que pretende ofrecer las ventajas de los protocolos por vector de distancia y las ventajas de los protocolos de estado de enlace.

Protocolo de pasarela exterior

- **Border Gateway Protocol (BGP).** Es un protocolo de enrutamiento por vector de distancia usado comúnmente para enrutar paquetes entre dominios, estándar en Internet. BGP gestiona el enrutamiento entre dos o más routers que sirven como routers fronterizos para determinados Sistemas Autónomos.
- BGP versión 4 (BGP-4), es el protocolo de enrutamiento entre dominios elegido en Internet, en parte porque administra eficientemente la agregación y la propagación de rutas entre dominios.

Protocolos de enrutamiento

- Según quien configure el enrutamiento, la configuración de un enrutador se puede realizar de dos formas:
 - Enrutamiento estático. Las tablas de enrutamiento se editan manualmente
 - Enrutamiento dinámico. Se activa un protocolo que permite el envío de información de encaminamiento entre los dispositivos para crear las tablas con entradas dinámicas.

Protocolos de enrutamiento

- Para que sea posible el encaminamiento estático, es necesario que el administrador de la red:
 - Descubra y propague los router a través de la red de forma manual en cada dispositivo de la red.
 - El envío de paquetes será siempre por puertos predeterminados
 - No se ve la topología de la red.
 - Se produce un ahorro de memoria.
- Para que sea posible el encaminamiento dinámico, es necesario que los encaminadores:
 - Mantengan las tablas con información con las mejores rutas
 - Envíen información entre ellos para poder modificar estas tablas y actualizarlas en base al estado actual de la red.

Protocolo enrutamiento dinámicos

- ▶ Los objetivos de los protocolos dinámicos son:
 - Selección de la mejor ruta: puede hacerse en base a multitud de criterios: distancia, número de saltos, rutas menos congestionadas, ...
 - Simplicidad: que no necesite gran consumo de procesador y memoria
 - Robustez: debe responder a situaciones inesperadas
 - Rapidez: al producirse cambios en la red debe calcular las nuevas rutas lo antes posible para evitar pérdida de paquetes de datos.
 - Crecimiento: Debe ser independiente al tamaño de la red, funcionando siempre de forma óptima

Enrutamiento dinámico

Ventajas

- El administrador tiene menos trabajo en el mantenimiento de la configuración cuando agrega o quita redes.
- Los protocolos reaccionan automáticamente a los cambios de topología.
- La configuración es menos propensa a errores.
- Es más escalable, el crecimiento de la red normalmente no representa un problema.

Desventajas

- Se utilizan recursos del router (ciclos de CPU, memoria y ancho de banda del enlace).
- El administrador requiere más conocimientos para la configuración, verificación y resolución de problemas.

Tipos de algoritmos de enrutamiento dinámico

- **Con clase:** Estos algoritmos no envían información de la máscara de subred en las actualizaciones de enrutamiento. Se le asigna la máscara por defecto. Estos algoritmos no pueden usarse en redes con división de subredes usando máscaras. Ejemplo: RIP, IGRP
- **Sin clase:** Estos algoritmos envían la máscara junto a la dirección de red en las actualizaciones de enrutamiento. Ejemplo: RIPv2, EIGRP, OSPF

Métricas

- Una **métrica** es un valor utilizado por los protocolos de enrutamiento para asignar costos a fin de alcanzar las redes remotas.
- La identificación de la mejor ruta de un router implica la evaluación de múltiples rutas hacia la misma red de destino y la selección de la ruta óptima o "la más corta" para llegar a esa red.
- Cuando existen múltiples rutas para llegar a la misma red, cada ruta usa una interfaz de salida diferente en el router para llegar a esa red.
- **La mejor ruta es elegida por un protocolo de enrutamiento en función del valor o la métrica que usa para determinar la distancia para llegar a esa red.**

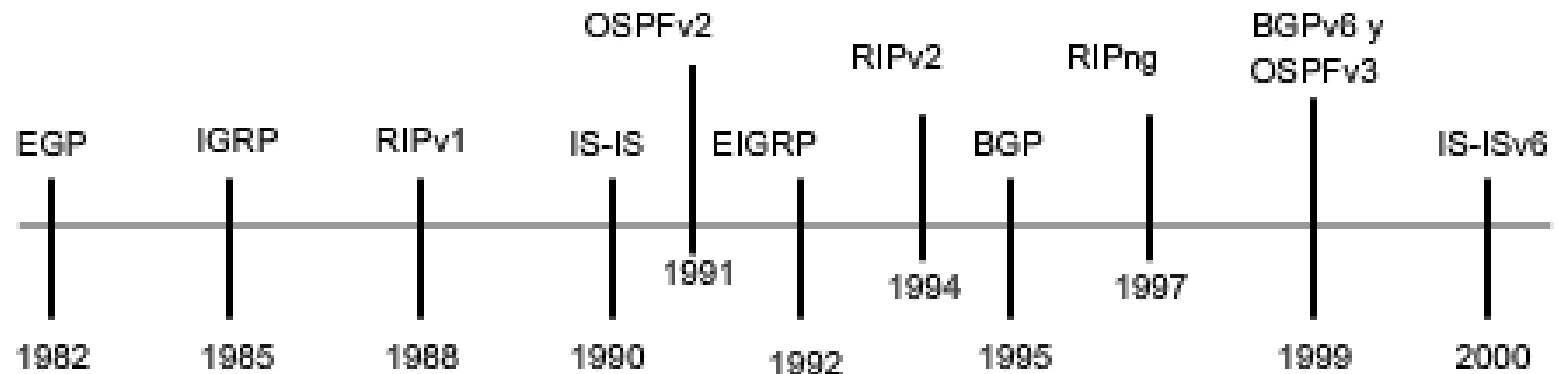
Tipos de métricas

- **Conteo de saltos**: cuenta la cantidad de routers que un paquete tiene que atravesar.
- **Ancho de banda**: elige la ruta con el ancho de banda más alto
- **Carga**: considera la utilización de tráfico de un enlace determinado
- **Retardo**: considera el tiempo que tarda un paquete en atravesar una ruta
- **Confiabilidad**: evalúa la probabilidad de una falla de enlace calculada a partir del conteo de errores de la interfaz o las fallas de enlace previas
- **Costo**: un valor determinado ya sea por el IOS o por el administrador de red para indicar la preferencia hacia una ruta. El costo puede representar una métrica, una combinación de las mismas o una política.

Distancia administrativa

- Cuando en una red se implementan más de un protocolo de enrutamiento, y puesto que estos utilizan diferentes métricas, no es posible comparar los valores de las distintas rutas para determinar la mejor ruta.
- La distancia administrativa DA define la preferencia de un tipo de enrutamiento respecto a los otros.
- La DA es un valor entre 0 y 255. Cuanto menor es el valor, mayor es la preferencia de la ruta. Cada protocolo tiene un valor.
 - Red directamente conectada: DA=0
 - Ruta estática: DA=1
 - Ruta RIP: DA=120
 - Ruta IGRP: DA=100
 - Ruta OSPF: DA=110
 - Ruta EIGRP: DA=90

Clasificación y evolución de los protocolos de enrutamiento



Protocolos de gateway interior

Protocolos de gateway exterior

Protocolos de enrutamiento por vector de distancia

Protocolos de enrutamiento de estado de enlace

Vector de ruta

Con clase

RIP

IGRP

EGP

Sin clase

RIPv2

EIGRP

OSPFv2

IS-IS

BGPv4

IPv6

RIPng

EIGRP para IPv6

OSPFv3

IS-IS para IPv6

BGPv4 para IPv6

Dynamic Routing Protocols

Interior Gateway Protocols

Exterior
Gateway
Protocols

Vector-Distancia

Estado de Enlace

BGP

RIP

IGRP

OSPF

IS-IS

ALGORITMOS DE ENRUTAMIENTO



VECTOR DISTANCIA

- Determina la dirección y la distancia hacia cualquier enlace de la red
- Su métrica se basa en los llamados **números de saltos**, es decir, el número de routers por los que debe pasar cada paquete hasta llegar a su destino.
- La ruta óptima es la que posee menor número de saltos.
- Visualiza la red desde la perspectiva de los vecinos.
- **Actualizaciones periódicas**
- Transmite copias completas o parciales de las tablas de enrutamiento.
- Convergencia lenta e incrementa las métricas a través de las actualizaciones.



ESTADO DE ENLACE

- Llamada la ruta libre mas corta (OSPF), representa la topología exacta de toda la red.
- Su métrica se basa en **el retardo, ancho de banda, carga y confiabilidad**.
- Utiliza un tipo de publicación llamado publicación de estado de enlace (LSA).
- Buscan una unión común de la topología de la red.
- Cada dispositivo calcula la ruta más corta a los otros routers.
- Las actualizaciones **se activan por los eventos** (cambios en la topología) de la red.
- Transmite actualizaciones.

Protocolos basado en
el vector distancia

RIP

- Routing Information Protocol.
- Calcula el camino mas corto hacia la red de destino usando el algoritmo de vector de distancia
- La distancia está calculada por el número de saltos del router, hasta alcanzar la red destino.
- Incluye la IP del siguiente router en la actualización de las tablas de enrutamiento. Lo hace cada 30s.
- Si hay dos caminos, se utiliza el que tiene una distancia menor en número de saltos.

RIPv1

- No incluye máscara de red en la información transmitida (usa la que tiene por defecto para cada clase).
 - Utiliza puerto UDP 520 para enviar mensajes por broadcast, lo que incrementa el tráfico de la red.
 - No tiene control de seguridad, por lo que personas no autorizadas pueden mandar información de encaminamiento falsa.

RIPv2

- Corrige las deficiencias de la versión anterior
 - Se envía la máscara de red junto a las direcciones
 - La actualización de las tablas de enrutamiento lo realiza enviando información a la dirección de Multicast de clase D 224.0.0.9, lo que reduce el tráfico
 - Soporta la autenticación en la actualización de las tablas de enrutamiento.

Ventajas y Desventajas RIP

Ventajas

- Fácil de configurar
- Protocolo abierto
- Usado por varios fabricantes

Desventajas

- No detecta bucles.
- Métrica máxima de 15 saltos
- No toma en cuenta otros criterios importantes, como por ejemplo ancho de banda de los enlaces.
- El broadcasting de su tabla consume recursos de la red

Protocolos basado en
el estado del enlace

Open shortest path firts (OSPF)

- Es un protocolo basado en el estado del enlace (Link state protocol).
- Ofrece mayor cantidad de caminos para el mismo destino para mayor eficiencia de la red
- Cuando un encaminador recibe esta información, le añade la información de sus propios puertos y reenvía esta información a todos sus enlaces menos al que le envió la información.
- Soporta la autenticación previniendo que fuentes corruptas traten de alterar las tablas.
- Promulga de forma instantánea las actualizaciones.
- Cada ruta ejecuta el algoritmo SPF

Areas OSPF

- La red OSPF esta dividida en áreas que consisten en un grupo lógico de redes y routers.
- Cada área tiene asignado un ID de 32 bits
- Con esto cada router mantiene una base de datos de topologías idénticas describiendo los routers vecinos y sus links.
- Area 0:
 - Todas las redes OSPF contienen al menos un área.
 - Es el área central, a la cual deben ir conectadas todas las otras áreas de haberlas.

Protocolos híbridos

Protocolo híbrido

- Combina atributos positivos de vector distance y link state.
 - Vector distancia → Usa métricas para asignar rutas preferentes
 - Estado del enlace → Las actualizaciones del ruteo son esporádicas
- Reduce costos
- Ejemplo: EIGRP

Interior gateway routing protocol (IGRP)

- Protocolo propietario patentado por CISCO.
- Se emplea con el protocolo TCP/IP
- Se basa en la tecnología vector-distancia
- Es parecido al Protocolo RIP pero utiliza una métrica compuesta para determinar la mejor ruta basandose en:
 - Ancho de banda
 - El retardo
 - Confiabilidad
 - Carga de Enlace
- Incluye solo la IP del siguiente router en la actualización de las tablas de encaminamiento.
- Se actualiza cada 90s.
- La deteminación de la red destino se realiza aplicando la máscara de clase correspondiente a la dirección (como RIPv1)

Enhanced interior gateway routing protocol (EIGRP)

- EIGRP es una mejora de IGRP que incluye las máscaras junto a las direcciones al enviar datos para actualizaciones.
- Similar al algoritmo vector de distancia
- Usa métricas para determinar los caminos óptimos
- Las actualizaciones de la topología de la red están conducidas.
- Es diseñado para redes con alto grado de complejidad
- Tiene una lista de rutas alternativas por si una cae.
- Puede realizar actualizaciones parciales del router.

Enrutamiento vector camino

Protocolo de enrutamiento exterior

Path vector routing

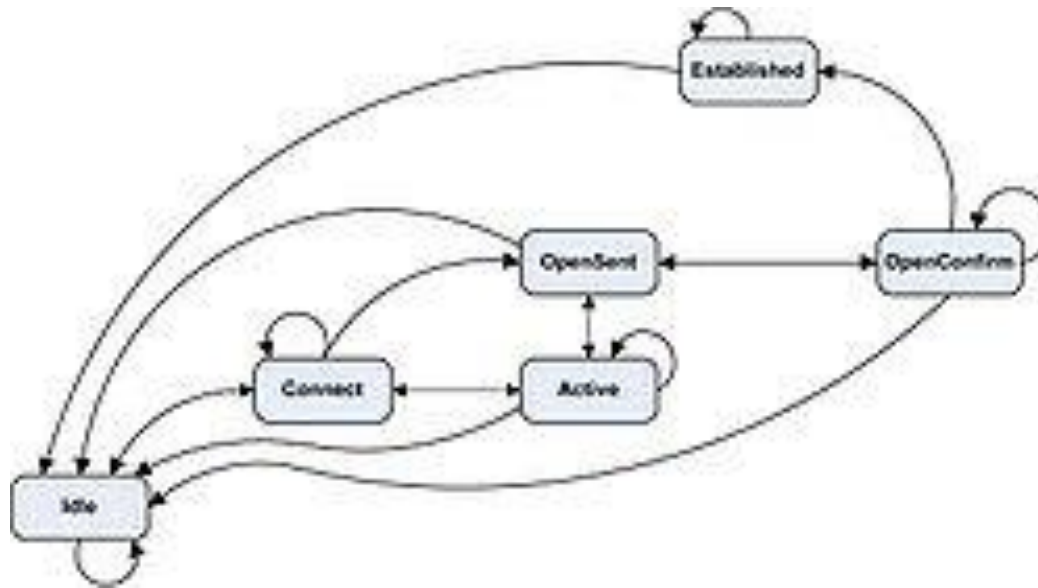
- Similar al algoritmo de vector de distancia.
- La diferencia es que en vez de distancia, brinda las direcciones destino y las descripciones de como llegar a ese destino.
- Una ruta es definida como la pareja entre el destino y los atributos del camino a ese destino.
- Cada router recibe un vector que contiene caminos para un grupo de destinos.

Ventajas...

- Menor complejidad que en el algoritmo link state.
- Solo se actualiza la información que varía
- No hay ciclos en el ruteo por el uso de caminos.
- Puede esconder información de forma selectiva
- Por ejemplo: BGP

BORDER GATEWAY PROTOCOL (BGP)

- Intercambio de información de encaminamiento entre sistemas autónomos
- Es el protocolo principal de publicación de rutas utilizado por las compañías más importantes de ISP en Internet.
- Toma decisiones de encaminamiento basándose en políticas de la red, o reglas que utilizan varios atributos de ruta BGP



COMANDOS CISCO

Protocolos de enrutamiento dinámico

RIPv1 (configuración)

- Comandos para configurar:

```
router rip
```

- Hay que indicar las interfaces por las que se envía y recibe información para actualizar las tablas de enrutamiento

```
network direc_red
```

- Por ejemplo:

```
Router(config)# router rip
```

```
Router(config-router)# network 10.0.0.0
```

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

```
Router(config-router)# exit
```

- Para comprobar:

```
Router# show ip route
```

RIPv2 (configuración)

- Los comandos son iguales a v1, salvo que se especifica la versión:

```
Router(config)# router rip
```

```
Router(config-router)# version 2
```

- Hay que indicar las interfaces por las que se envía y recibe información para actualizar las tablas de enrutamiento

```
Router(config-router)# network direc_red
```

OSPF

- Activar encaminamiento OSPF identificando el número de proceso asociado

router ospf *num_proceso*

- Identificación de las redes a las que está directamente conectado

network *direccion wildcard area número*

- Otros posibles parámetros. Valor de prioridad del encaminador, velocidad del enlace y coste de los comandos

ip ospf priority *<valor>*

ip ospf cost *<coste>*

bandwidth *<velocidad>*

- Mecanismo de seguridad

ip ospf authentication-key *contraseña*

OSPF

- Ejemplo Router1

```
Router1(config)# router ospf 10
Router1(config-router)# network 10.0.0.0 0.255.255.255
area 0
```

- Ejemplo Router2

```
Router2(config)# router ospf 21
Router2(config-router)# network 10.0.0.0 0.255.255.255
area 0
Router2(config-router)# network 192.168.1.0 0.0.0.255
area 0
```

IGRP y EIGRP

- ▶ Comandos para configurar:

router protocolo número

- ▶ *protocolo*: IGRP o EIGRP

- ▶ *número*: indica el número de sistema autónomo

- ▶ Hay que indicar también las interfaces por las que se envía y recibe información para actualizar las tablas de enrutamiento

network direc_red

- ▶ Por ejemplo:

```
Router(config)# router eigrp 1
```

```
Router(config-router)# network 10.0.0.0  
0.255.255.255
```

```
Router(config-router)# network 192.168.1.0  
0.0.0.255
```

```
Router(config-router)# exit
```

- ▶ Para comprobar:

```
Router# show ip route
```