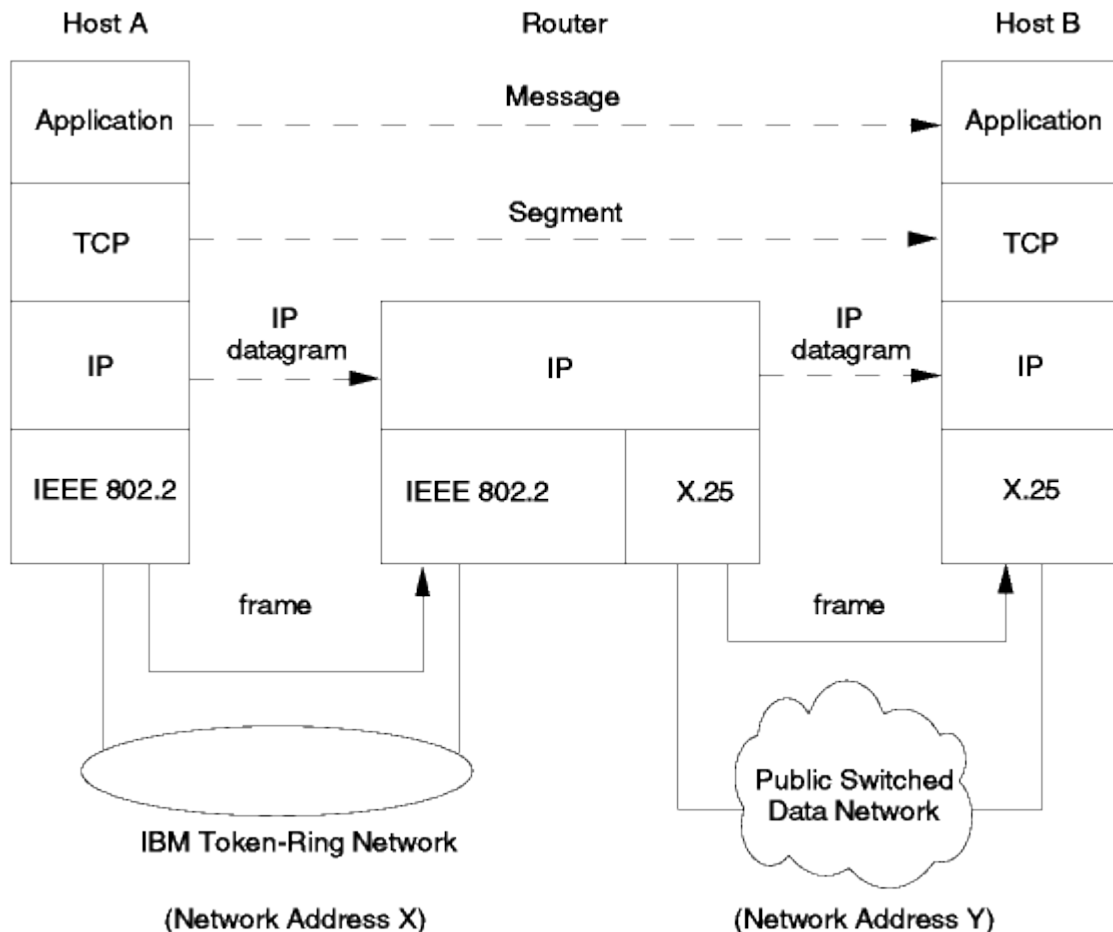


Encaminamiento Dinámico y Routers (IOS).

Encaminar trata de **encontrar un camino** entre todos los posibles en una red de paquetes cuyas topologías poseen una gran conectividad. El elemento de interconexión de redes que realiza esta tarea es el router (encaminador).



3376/337606

Los algoritmos de encaminamiento pueden agruparse en:

- **Estáticos**, vistos anteriormente, en las que las **tablas de encaminamiento de los nodos se configuran de forma manual por el administrador** y permanecen inalterables hasta que no se vuelve a actuar sobre ellas. Simulador IP estático:
<http://www2.rad.com/networks/2005/ipkit/main.htm>
- **Adaptativos o dinámicos**, las **tablas de encaminamiento se configuran automáticamente**, ya que los routers intercambian mensajes entre ellos, de forma que pueden conocer las redes remotas y responder a los cambios de la red, e incluso a las sobrecargas de tráfico. Los routers que tienen habilitados protocolos de enrutamiento dinámico utilizan **métricas** para determinar el mejor camino (normalmente un número más bajo de métrica significa mejor ruta) usando un **algoritmo de enrutamiento** (tales como http://es.wikipedia.org/wiki/Algoritmo_de_Dijkstra,

http://es.wikipedia.org/wiki/Algoritmo_de_Bellman-Ford)

- Un router puede tener habilitado a la vez enrutamiento estático y varios protocolos de enrutamiento dinámico, de forma que una red destino puede ser aprendida por varios “orígenes de enrutamiento”. Para saber que ruta se añade a la tabla de rutas cada protocolo de enrutamiento tiene definido un número conocido como **distancia administrativa (o preferencia por defecto)** (cuanto más baja es la distancia administrativa más preferido es el origen de enrutamiento. La **convergencia** se da cuando todos los routers de una red operan con una misma información de rutas correcta. El **tiempo de convergencia** es el que se tarda en que los routers converjan. Debe ser pequeño para reducir el período de tiempo durante el cual los routers toman decisiones de enrutamiento erróneas.

Existen dos **tipos principales de algoritmos de encaminamiento adaptativo distribuido**:

- **Vector de distancia**: Determina la dirección (vector) y la distancia hacia cualquier enlace en la red. (eg: RIPv1, RIPv2, EIGRP).
- **Estado de enlace**: Recrea la topología exacta de toda la red (eg: OSPF)

Concepto de Sistemas Autónomos (AS)

Internet se organiza como una colección de AS, cada uno de ellos administrado por una única entidad, que comparten una estrategia de enrutamiento común.

Para el mundo exterior, el AS es una entidad única. El AS presenta un esquema unificado de enrutamiento hacia el mundo exterior.

Los sistemas autónomos (AS) permiten la división de Internet en subredes de menor tamaño, más manejables. Cada AS cuenta con su propio conjunto de reglas y políticas, y con un único número AS que lo distingue de los demás sistemas autónomos del mundo. En **AS number** es asignado y controlado por IANA <http://www.iana.org/assignments/as-numbers/> y sus regionales (RIPE, etc..)

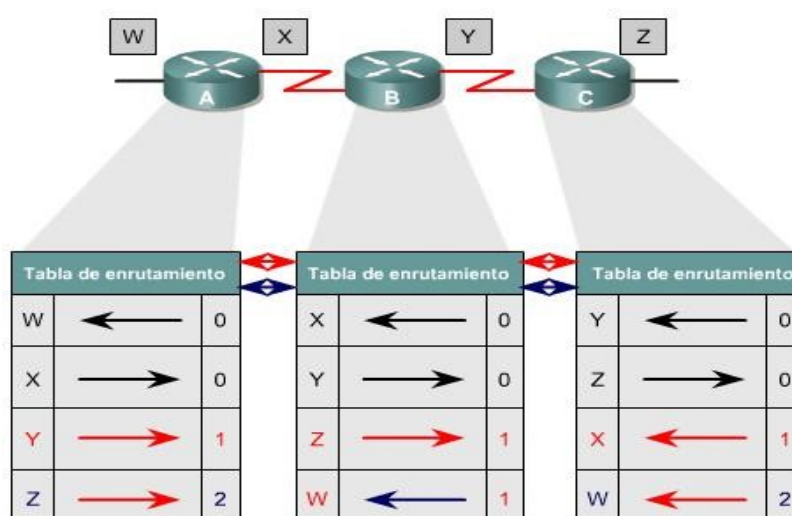
- El protocolo de encaminamiento que comunica routers **dentro de un AS** se le llama **IGP (Interior Gateway Protocol)**(e.g.; RIP, OSPF, IGRP, EIGRP).
- El protocolo de encaminamiento que comunica **routers de distintos AS** se le llama **EGP (Exterior Gateway Protocol)** (e.g.; EGP, BGP)

Preguntas:

- 1) ¿A qué corresponde el Sistema Autónomo AS12956?
- 2) Accede con telnet a algún router de frontera de <http://www.traceroute.org/#Route%20Servers>, ¿Qué protocolo de enrutamiento usan? ¿Es interior o exterior?

RIP v1 (Routing Information Protocol versión 1), RFC1058

- **Protocolo de vector de distancias** entre routers.
- Protocolo de enrutamiento **CON CLASE**.
- RIP versión 1: **no anuncia máscaras (enrutamiento con clase A,B,C)**. Si la ruta recibida pertenece a su subred usa la máscara de la interface, si la ruta recibida pertenece a otra red usa la máscara de la clase.
- Métrica: **número de saltos** (se “salta” al atravesar un router). No considera ancho de banda.
- **RIP sólo permite 15 saltos. Útil en Redes Pequeñas.**
- Cada router **envía periódicamente (30sg)** un datagrama de encaminamiento **a cada uno de SUS VECINOS con TODA SU TABLA de encaminamiento (UDP port = 520)**. Excepción: no se envía una ruta por el interfaz por el que se aprendió esa ruta (horizonte dividido).



- Resume las subredes a la dirección con su clase (**auto-summary**), al enviarla por una interface que está en red diferente. **Las topologías discontinuas** (subredes separadas por otras redes) **no funcionan**.
- **Distancia administrativa** de RIP es **120** en router Cisco.
- Converge muy lentamente. Cada vez que recibe tablas de vecino recalcula rutas usando el algoritmo de [Algoritmo de Bellman-Ford](#).
- Consume ancho de banda, pues transmite periódicamente TODA la tabla de enrutamiento.
- Consumo de CPU bajo.

VLSM (Máscara de subred de longitud variable)

- Permite aplicar subnetting a una subred. Por ejemplo un router podrá estar directamente conectado a las subredes: 172.30.110.0/24, 172.30.200.16/27, 172.30.200.32/28, 172.30.100.0/24,...

CIDR (Enrutamiento entre dominios sin clase)

- No se respeta la máscara de la clase.
- CIDR usa VLSM para asignar direcciones IP a las subredes, para mejor aprovechamiento.
- CIDR permite “supernetting”, resumen de red con máscara más corta que la de su clase.
Ejemplo: 172.16.0.0/255.248.0.0 resume de 172.16.0.0/16 hasta 127.23.0.0/16
- Protocolos de enrutamiento sin clase son RIPv2, EIGRP, OSPF, BGP. En ellos se incluye en el mensaje la máscara de red.

RIP v2 (Routing Information Protocol versión 2)

- Igual a RIPv1, salvo que:
- RIP versión 2: **sí anuncia máscaras**. Protocolo de enrutamiento **SIN CLASE**.
- Permite redes discontinuas (no auto-summary) y redes VLSM.
- Permite autenticación.

Práctica Configuración de RIP en IOS

!Comandos de configuración del Protocolo RIP en el router R de Cisco

R(config)#router rip // Habilita el enrutamiento RIP

R(config-router)#network dir_ip_red //Habilita la interface para enviar y recibir actualizaciones rip
// y publica esa red para actualizaciones hacia otros routers.

R(config-router)#passive-interface FastEthernet0/0 //No envia actualizaciones RIP por esa interface

R(config-router)#default-information originate //Propaga ruta predeterminada (0.0.0.0/0.0.0.0) con RIP

R(config-router)# version 2 // Permite cambiar entre versiones RIP 1 ó 2

R(config-router)# auto-summary // Habilita el resumen de subredes

R(config-router)# no auto-summary //Deshabilita el resumen de subredes

!Comandos de verificación del protocolos

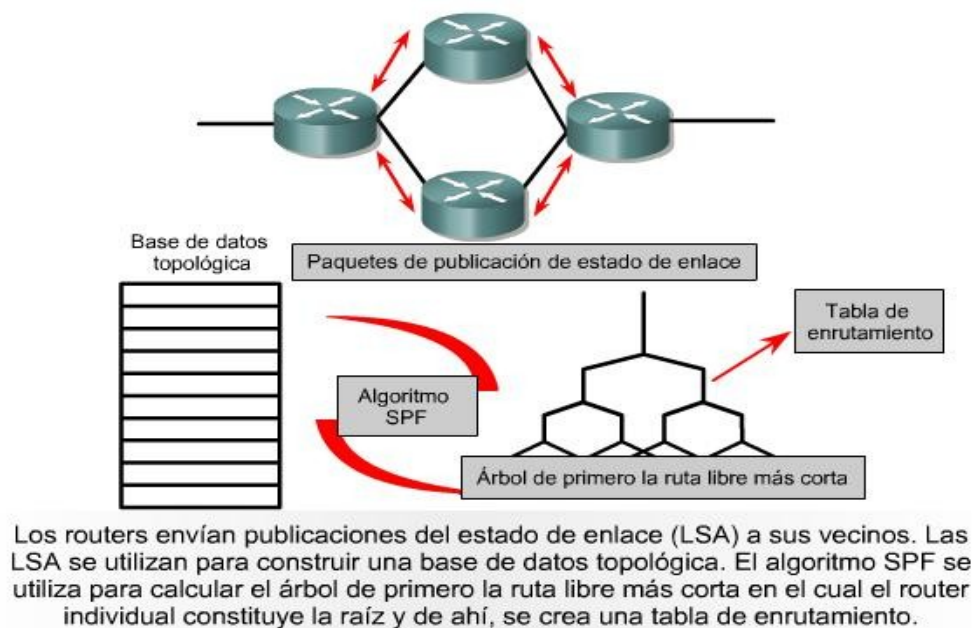
R# debug ip rig // Visualizar las actualizaciones RIP enviadas y recibidas

R# show ip route // Muestra la tabla de rutas

R#show ip protocols // Muestra información de cualquier protocolo de enrutamiento habilitado en el router.

OSPF (Open-Short Path First)

- Es un protocolo de **estado del enlace** entre routers.
- Métrica: **ancho de banda** (Cisco Coste= 10^8 / bps).
- Sí anuncia máscaras. Protocolo de enrutamiento **sin clase**.
- No tiene limitación en número de routers.
- Los mensajes OSPF se encapsulan directamente sobre IP (campo Protocolo se establece en 89 para indicar el OSPF). No existen puertos asociados.
- Cada routers **“dibuja” un mapa con toda la topología de la red**. En general, se pueden distinguir dos fases en el protocolo:
 - **Descubrimiento:** Al principio todos los routers envían paquetes LSAs (Notificación de estado de enlace) a todos los routers, para conocer la red. Con esa información mantienen una base de datos compleja, a partir de la cual y empleando el algoritmo de Dijkstra se obtiene topología completa de la red.
 - **Mantenimiento:** En funcionamiento, se envía periódicamente mensajes HELLO a los vecinos de forma periódica (10 sg) que no contienen información de enrutamiento y sólo se envían LSAs si cambia la topología.



- Permiten dividir un AS en varias **Áreas**, permitiendo crear un diseño jerárquico para redes y permiten un mejor agregado de rutas (sumarización) y el aislamiento de los problemas de enrutamiento dentro del área.
- Permite redes discontinuas y redes VLSM.
- Permite autenticación.
- Converge muy rápidamente, no necesita ejecutar el algoritmo de encaminamiento por cada mensaje LSA recibido.
- Consume poco ancho de banda, una vez que ha convergido y mientras no existan cambios sólo se

- envía pequeños paquetes HELLO.
- Consumo de CPU alto.

Práctica de configuración de OSPF con IOS

!Comandos de configuración del Protocolo RIP en el router R de Cisco

R1(config)#router ospf 1 //Habilita enrutamiento OSPF. El número es el ID del proceso (siempre 1)

Router(config-router)# network 192.168.10.0 0.0.0.3 area 0

// //Habilita la interface para enviar y recibir actualizaciones rip

// y publica esa red para actualizaciones hacia otros routers.

//Sintaxis: network ip_red máscara_wilcard area número_de_área.

// La máscara_wilcard es la inversa de la máscara de red

Router(config-router)#router-id ip-address

! Especificación de la ID del Router, si no se indica usa la ip más alta del router.

Router(config-router)#passive-interface FastEthernet0/0 //No envia paquetes OSPF por esa interface

R(config-router)#default-information originate //Propaga ruta predeterminada (0.0.0.0/0.0.0.0) con OSPF

Router#bandwidth bandwidth-kbps //Determina el ancho de banda usado en el algoritmo de encamamiento

!Comandos de verificación del protocolos

Router# show ip ospf neighbor //Permite verificar los vecinos OSPF de un router. El estado debe ser FULL cuando forman adyacencia.

Router#show ip ospf //Visualizar información de OSPF, como el número de veces que se ejecutó el protocolo.

Router# show ip ospf interface //Visualiza información de OSPF, como el tiempo de HELLO o el tiempo de Muerto.

Router# show ip route // Muestra la tabla de rutas

Router#show ip protocols // Muestra información de cualquier protocolo de enrutamiento habilitado en el router.

Implementación de Routers

Un router puede ser implementado en:

- **Hardware no dedicado (PC o Servidor)** en un Servidor con varias interfaces (tarjetas de red) que implementen niveles 1 y 2 de cada red:
 - **Windows Server**, dispone de protocolos estándar de enrutamiento IP: **OSPF**, Open Shortest Path First, y **RIP**, Routing Information Protocol, **versiones 1 y 2. Protocolos enrutamiento.** <http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc781568%28WS.10%29.aspx>
 - **Linux**: Se usa el paquete **Routed** (sólo implementa **RIP v1**) (http://www.opendomo.com/dlerch/sources/doc/enrutamiento_basico_linux.html) o el paquete **Gated** (implementa **RIP v1, v2, v3, OSPF v2, BGP v1, v2**)
- **Hardware dedicado (sistema integrado)**
 - **Router CISCO. IOS.** Presentación de Joaquin Domínguez
 - **Pequeños Router (SOHO).** Suelen disponer de **RIP.**
 - **DD WRT.** Paquete Bird.

*** Práctica Configuración de RIP en Lynksys y DD WRT(Asus)**

*** Práctica Configuración de OSPF con DD WRT(Asus) y Windows Server**