

UNIVERSIDAD DON BOSCO



UNIVERSIDAD
DON BOSCO

Materia: Redes de Comunicación.

Docente: Mg. Ing. Carlos Hércules.

Título del proyecto: "Protocolos de Enrutamiento y Aplicaciones"

Estudiantes:

Javier Alejandro Hernández Pérez.

Cesar Sebastián Avalos Palacios.

Melani Adriana Flores Mendoza.

Camila Alejandra Beltrán Medrano.

Roberto Alfonso Escamilla Ruiz.

Grupo: G01T

Repositorio de Github: <https://github.com/Camiji64/REC-Trabajo-final>

Fecha: 26/05/2025

Índice

Introducción	3
Objetivos	4
General.....	4
Específicos	4
Conceptos de protocolos de enrutamiento	5
Clasificación de protocolos de enrutamiento	6
Protocolo RIP	7
Protocolo OSPF	8
Protocolo EIGRP	9
Protocolo BGP	10
Aplicaciones de los protocolos de enrutamiento.....	11
Análisis comparativo de protocolos de enrutamiento.....	12
Ejemplo de configuración EIGRP.....	14
Conclusión.....	16

Introducción.

En el entorno actual, donde la interconexión de dispositivos y sistemas es cada vez más compleja y crítica, los protocolos de enrutamiento juegan un papel indispensable en el correcto funcionamiento de las redes de comunicación. Estos protocolos permiten que los routers —dispositivos encargados de dirigir el tráfico en una red— puedan intercambiar información sobre la topología de la red y seleccionar la mejor ruta para el envío de paquetes de datos. Sin estos mecanismos, el tráfico de información sería caótico, ineficiente y propenso a errores o pérdidas de conectividad.

Existen distintos tipos de protocolos de enrutamiento, los cuales se clasifican principalmente en dos grandes categorías: protocolos de enrutamiento interior (IGP, por sus siglas en inglés) y exterior (EGP). Esta distinción es fundamental para entender cómo se organizan y administran redes tanto a nivel local (dentro de una organización) como a gran escala (como en el caso del Internet global).

Dentro del marco teórico de este trabajo se abordan los protocolos más relevantes: RIP, OSPF, EIGRP y BGP. Cada uno de ellos posee características particulares que los hacen adecuados para distintos escenarios. Por ejemplo, mientras RIP destaca por su simplicidad, OSPF ofrece una mejor convergencia y escalabilidad; EIGRP combina lo mejor de ambos mundos con un enfoque híbrido, y BGP es esencial para el intercambio de rutas entre diferentes sistemas autónomos en Internet.

Este trabajo no solo se enfoca en la descripción técnica de estos protocolos, sino también en su comparación, aplicación práctica y diseño en una red de ejemplo. Así, se proporciona una visión integral de cómo los protocolos de enrutamiento permiten que las redes modernas funcionen de manera eficiente, confiable y segura, adaptándose constantemente a los cambios y necesidades del entorno digital.

Objetivos

Objetivo General

Analizar la importancia, funcionamiento, clasificación y aplicaciones de los principales protocolos de enrutamiento utilizados en redes de comunicación, comprendiendo sus características técnicas, ventajas, desventajas y casos de uso.

Objetivos Específicos

- Comprender el papel de los protocolos de enrutamiento en la transmisión eficiente de datos dentro de redes locales y globales.
- Distinguir entre los protocolos de enrutamiento interior (IGP) y exterior (EGP) y conocer sus ámbitos de aplicación.
- Describir el funcionamiento de los protocolos RIP, OSPF, EIGRP y BGP, y evaluar sus principales ventajas y limitaciones.
- Analizar casos de uso reales en los que se aplican estos protocolos, como en redes empresariales o de proveedores de servicios de Internet.
- Comparar el desempeño de los diferentes protocolos para identificar cuál resulta más adecuado en distintos contextos.
- Diseñar una red de ejemplo aplicando los conceptos aprendidos y justificando la elección de los protocolos utilizados.

Conceptos de Protocolos de Enrutamiento.

Los protocolos de enrutamiento son un conjunto de reglas y algoritmos que permiten a los dispositivos de red, especialmente los routers, intercambiar información acerca de la topología de la red y calcular las rutas más eficientes para el envío de datos. Su función principal es determinar el mejor camino que debe tomar un paquete de datos para llegar desde su origen hasta su destino, teniendo en cuenta factores como la distancia, el ancho de banda, el costo del enlace, el retardo, entre otros.

Estos protocolos se ejecutan de forma dinámica, lo que significa que pueden adaptarse automáticamente a los cambios en la red, como la caída de un enlace o la incorporación de un nuevo nodo. Gracias a ellos, las redes pueden mantener la conectividad y el rendimiento óptimo, incluso ante fallos o variaciones en el tráfico.

La importancia de los protocolos de enrutamiento radica en que hacen posible la comunicación eficiente en redes complejas y distribuidas, permitiendo la interoperabilidad entre diferentes dispositivos y garantizando la entrega de la información en el menor tiempo posible. Son esenciales en redes de todo tipo, desde pequeñas redes locales (LAN) hasta grandes redes empresariales o la propia infraestructura de Internet.

Clasificación de Protocolos de Enrutamiento: Interior vs Exterior.

Los protocolos de enrutamiento se clasifican, principalmente, en dos grandes categorías según el ámbito en el que operan:

1. Protocolos de Enrutamiento Interior (IGP - Interior Gateway Protocol)

Estos protocolos se utilizan dentro de un solo sistema autónomo (AS), es decir, dentro de una misma red o dominio administrativo, como la red interna de una empresa o institución. Su objetivo es facilitar el enrutamiento entre los routers que forman parte de ese mismo entorno de control.

Los IGP están diseñados para ser rápidos, fáciles de implementar y optimizados para redes locales o medianas. Ejemplos comunes de IGP incluyen:

RIP (Routing Information Protocol)

OSPF (Open Shortest Path First)

EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)

2. Protocolos de Enrutamiento Exterior (EGP - Exterior Gateway Protocol)

Los EGP se encargan de gestionar el enrutamiento entre diferentes sistemas autónomos, como los que existen entre empresas, universidades, gobiernos o proveedores de servicios de Internet (ISPs). En este caso, el enfoque no es solo la eficiencia interna, sino también la estabilidad, escalabilidad y política de enrutamiento entre redes independientes.

El principal y más utilizado protocolo EGP es:

BGP (Border Gateway Protocol)

BGP permite a los sistemas autónomos intercambiar información de rutas a gran escala y aplicar políticas de enrutamiento específicas según sus necesidades o acuerdos comerciales, siendo el protocolo clave que mantiene la estructura global de Internet.

Protocolo RIP (Routing Information Protocol):

El Protocolo de Información de Enrutamiento (RIP) se usa para administrar información de enrutadores en una red autocontenido, tal como una LAN corporativa o una WAN privada. Con el RIP, el host de puerta de enlace envía su tabla de enrutamiento al enrutador más cercano cada 30 segundos. Este enrutador envía el contenido de sus tablas de enrutamiento a los enrutadores vecinos. El RIP es mejor para redes pequeñas. Eso es así porque la transmisión de la tabla de enrutamiento completa a cada 30 segundos puede poner una carga grande de tráfico en la red y porque las tablas de RIP se limitan a 15 saltos. El OSPF es una mejor opción para grandes redes.

Descripción y funcionamiento de RIP (v1 y v2), ventajas y desventajas.

Existen dos versiones principales: RIPv1 y RIPv2. RIPv1 es más simple y utiliza difusión, mientras que RIPv2 es más eficiente y utiliza multidifusión, además de soportar enrutamiento sin clases (CIDR) y autenticación.

RIPv1:

Funcionamiento: Utiliza difusión UDP (User Datagram Protocol) en el puerto 520 para enviar actualizaciones de enrutamiento a todos los routers en la red.

Características: No soporta enrutamiento sin clases, ni autenticación.

Ventajas: Simplicidad en la configuración, bajo consumo de recursos en redes pequeñas.

Desventajas: Ineficiente en redes grandes, no soporta CIDR, no es seguro.

RIPv2:

Funcionamiento: Utiliza multidifusión UDP (User Datagram Protocol) en el puerto 520 para enviar actualizaciones de enrutamiento a grupos de routers.

Características: Soporta enrutamiento sin clases (CIDR), autenticación (MD5 o contraseña simple), etiquetado de rutas.

Ventajas: Más eficiente en redes grandes, mejor seguridad, más flexibilidad.

Desventajas: Mayor complejidad de configuración, requiere más procesamiento.

Protocolo OSPF (Open Shortest Path First):

Es un protocolo de enrutamiento dinámico de estado de enlace que se utiliza en redes IP para encontrar la mejor ruta entre dos nodos. Es un protocolo de puerta de enlace interior (IGP) que opera dentro de un mismo sistema autónomo (AS). OSPF utiliza el algoritmo de Dijkstra para calcular la ruta más corta (de menor costo) entre dos enrutadores.

Descripción y funcionamiento de OSPF, ventajas y desventajas.

R/ Es un protocolo de enrutamiento de estado de enlace utilizado en redes IP para determinar las rutas más cortas entre dispositivos de red.

Ventajas de OSPF:

Escalabilidad: OSPF es muy escalable y puede ser utilizado en redes grandes y complejas.

Convergencia rápida: OSPF puede detectar y adaptarse rápidamente a los cambios en la red, minimizando el tiempo de inactividad.

Balanceo de carga: OSPF puede utilizar múltiples rutas de igual costo para distribuir el tráfico entre los enlaces, mejorando el rendimiento de la red.

Flexibilidad: OSPF puede ser utilizado en diferentes tipos de redes, incluyendo redes IPv4 e IPv6.

Seguridad: OSPF admite varios métodos de autenticación para proteger la comunicación entre los routers.

Desventajas de OSPF:

Complejidad: OSPF puede ser más complejo de configurar que otros protocolos de enrutamiento.

Requisitos de CPU y memoria: OSPF puede requerir más recursos de CPU y memoria que otros protocolos de enrutamiento.

Consumo de recursos de red: OSPF puede generar un tráfico de red considerable, especialmente en redes grandes.

Coste: La implementación y el mantenimiento de OSPF pueden ser costosos.

Protocolo EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol).

Descripción y Funcionamiento.

EIGRP es un protocolo de enrutamiento desarrollado por Cisco que combina características de protocolos vector distancia y estado de enlace. Es un protocolo híbrido que proporciona convergencia rápida y escalabilidad.

Utiliza el algoritmo DUAL (Diffusing Update Algorithm) para calcular la mejor ruta a una red de destino, evitando bucles de enrutamiento. El protocolo EIGRP mantiene una tabla de vecinos y solo intercambia actualizaciones cuando hay cambios en la red, lo que mejora la eficiencia.

Ventajas:

- Convergencia rápida gracias al algoritmo DUAL.
- Uso eficiente del ancho de banda (actualizaciones parciales y desencadenadas).
- Soporta múltiples protocolos de red (IPv4, IPv6, IPX, AppleTalk).
- Escalabilidad adecuada para redes medianas a grandes.

Desventajas:

- Propietario de Cisco (aunque existen implementaciones limitadas en otros entornos).
- Configuración más compleja que RIP.
- Requiere más recursos de memoria y procesamiento.

Protocolo BGP (Border Gateway Protocol).

Descripción y Funcionamiento.

BGP es un protocolo de enrutamiento de vector de distancia avanzado utilizado principalmente para el enrutamiento entre sistemas autónomos (AS), es decir, para el enrutamiento en Internet. Funciona sobre TCP (puerto 179) y permite intercambiar información de enrutamiento entre distintas organizaciones o ISPs. BGP toma decisiones basadas en políticas (prefijos, rutas preferidas, etc.) más que en métricas técnicas simples.

Ventajas:

- Escalabilidad masiva: es el protocolo base de Internet.
- Gran control y flexibilidad en las decisiones de enrutamiento.
- Soporta políticas complejas de enrutamiento.

Desventajas:

- Configuración y mantenimiento complejo.
- Convergencia lenta comparada con protocolos IGP.
- Vulnerable a errores de configuración y ataques si no se asegura correctamente.

Aplicaciones de los Protocolos de Enrutamiento

RIP

RIP es uno de los protocolos de enrutamiento más antiguos y sencillos ya que utiliza un sistema de conteo de saltos para determinar la mejor ruta, con un máximo de 15 saltos. Debido a su simplicidad y limitaciones, sus aplicaciones actuales son reducidas, pero sigue siendo muy útil.

- Ideal para redes pequeñas y educativas por su simplicidad.
- Fácil de configurar, pero limitado a 15 saltos.
- Sistemas antiguos o dispositivos con bajo poder de procesamiento, donde los requisitos son mínimos.

OSPF

OSPF es un protocolo de estado de enlace muy utilizado en redes empresariales y gubernamentales debido a su eficiencia, escalabilidad y rápida convergencia.

- Ampliamente usado en redes empresariales con múltiples subredes o áreas geográficas.
- Ofrece una buena convergencia y escalabilidad.

EIGRP

EIGRP, desarrollado por Cisco, es un protocolo híbrido que ofrece una excelente combinación de rapidez, confiabilidad y facilidad de mantenimiento. Aunque es propietario, es ampliamente usado en entornos Cisco.

- Utilizado en entornos Cisco, como redes corporativas medianas y grandes.
- Beneficioso cuando se requiere balanceo de carga y convergencia rápida.
- Ambientes donde la convergencia rápida ante fallos es crítica (por ejemplo, hospitales o data centers).

BGP

BGP es el protocolo estándar para el enrutamiento entre sistemas autónomos en Internet. No está diseñado para redes internas, sino para redes de gran escala y políticas complejas.

- Grandes empresas u organizaciones que se conectan a múltiples proveedores (multi-homed).
- Proveedores de Servicios de Internet (ISPs), para intercambiar rutas globales con otros ISPs.
- Permite gestionar múltiples rutas y políticas de tráfico global.

Análisis Comparativo de Protocolos de Enrutamiento.

RIP (Routing Information Protocol): Es uno de los protocolos más antiguos y sencillos. Utiliza el conteo de saltos como métrica, con un máximo de 15, lo que limita su uso a redes pequeñas. Su simplicidad facilita la configuración, pero presenta una convergencia lenta y carece de mecanismos avanzados de seguridad.

OSPF (Open Shortest Path First): Es un protocolo de estado de enlace que utiliza el algoritmo de Dijkstra para calcular la ruta más corta. Ofrece una rápida convergencia y es adecuado para redes medianas a grandes. Soporta enrutamiento jerárquico mediante áreas y proporciona mecanismos de autenticación robustos.

EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol): Desarrollado por Cisco, combina características de protocolos de vector de distancia y de estado de enlace. Utiliza múltiples métricas para determinar la mejor ruta y ofrece una convergencia muy rápida. Es adecuado para redes de diversos tamaños y proporciona una buena escalabilidad.

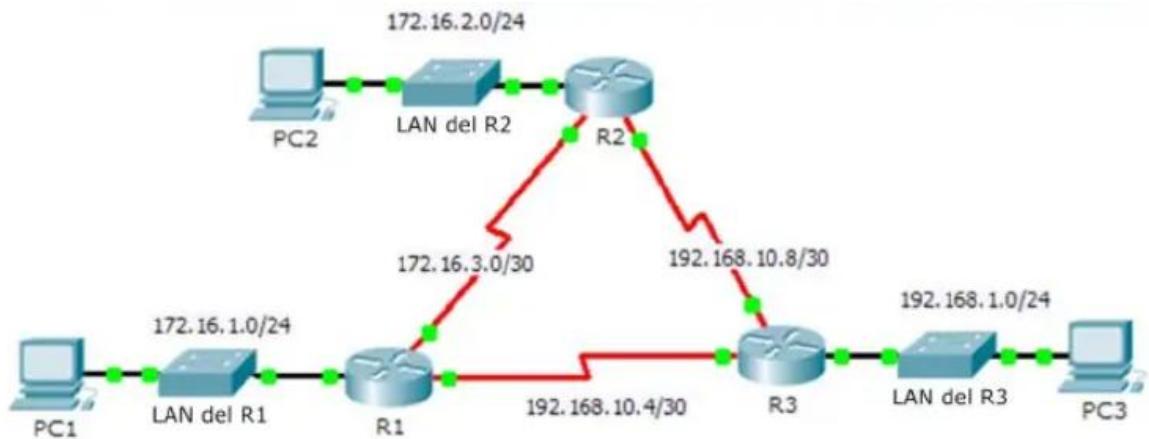
BGP (Border Gateway Protocol): Es el protocolo principal para el enrutamiento entre sistemas autónomos en Internet. Utiliza atributos de ruta y políticas definidas por el administrador para determinar las rutas. Aunque su convergencia es más lenta y requiere más recursos, es altamente escalable y esencial para el funcionamiento de Internet.

Cuadro comparativo:

Característica	RIP	OSPF	EIGRP	BGP
Tipo de protocolo	IGP (Interior Gateway Protocol)	IGP (Interior Gateway Protocol)	IGP (Interior Gateway Protocol)	EGP (Exterior Gateway Protocol)

Método de enrutamiento	Vector de distancia	Estado de enlace	Vector de distancia mejorado	Vector de trayectoria
Algoritmo	Bellman-Ford	Dijkstra	DUAL (Diffusing Update Algorithm)	Basado en políticas
Métrica	Conteo de saltos (máx. 15)	Costo basado en ancho de banda	Ancho de banda, retardo, carga, etc.	Atributos de ruta
Escalabilidad	Baja	Media	Alta	Muy alta
Velocidad de convergencia	Lenta	Rápida	Muy rápida	Lenta
Complejidad	Baja	Media	Media	Alta
Caso de uso típico	Redes pequeñas y simples	Redes empresariales medianas a grandes	Redes empresariales de diversos tamaños	Enrutamiento entre sistemas autónomos
Seguridad	Contraseña (limitada)	MD5, texto claro	MD5	MD5
Uso de recursos	Bajo	Moderado	Moderado	Alto
Distancia administrativa	120	110	90 (interna), 170 (externa)	20 (externa), 200 (interna)

Topología ejemplo de configuración EIGRP:



Dispositivo	Interfaz	Dirección IP	Máscara de subred	Gateway predeterminado
R1	G0/0	172.16.1.1	255.255.255.0	N/D
	S0/0/0	172.16.3.1	255.255.255.252	N/D
	S0/0/1	192.168.10.5	255.255.255.252	N/D
R2	G0/0	172.16.2.1	255.255.255.0	N/D
	S0/0/0	172.16.3.2	255.255.255.252	N/D
	S0/0/1	192.168.10.9	255.255.255.252	N/D
R3	G0/0	192.168.1.1	255.255.255.0	N/D
	S0/0/0	192.168.10.6	255.255.255.252	N/D
	S0/0/1	192.168.10.10	255.255.255.252	N/D
PC1	NIC	172.16.1.10	255.255.255.0	172.16.1.1
PC2	NIC	172.16.2.10	255.255.255.0	172.16.2.1
PC3	NIC	192.168.1.10	255.255.255.0	192.168.1.1

Comprobación de pc1 a pc2

The screenshot shows a Windows Command Prompt window titled "PC1". The window has tabs at the top: Physical, Config, Desktop, Programming, and Attributes. The "Command Prompt" tab is active. The command entered is "ping 172.16.2.10". The output shows four successful replies from the target IP address, followed by ping statistics indicating 0% loss and an average round trip time of 15ms.

```
C:\>ping 172.16.2.10

Pinging 172.16.2.10 with 32 bytes of data:

Reply from 172.16.2.10: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 172.16.2.10: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 172.16.2.10: bytes=32 time=48ms TTL=126
Reply from 172.16.2.10: bytes=32 time=1ms TTL=126

Ping statistics for 172.16.2.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 48ms, Average = 15ms
```

Comprobación de pc2 a pc3:

The screenshot shows a Windows Command Prompt window titled "PC2". The window has tabs at the top: Physical, Config, Desktop, Programming, and Attributes. The "Command Prompt" tab is active. The command entered is "ping 192.168.1.10". The output shows four successful replies from the target IP address, followed by ping statistics indicating 0% loss and an average round trip time of 8ms.

```
C:\>ping 192.168.1.10

Pinging 192.168.1.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=2ms TTL=126
Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=11ms TTL=126
Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=11ms TTL=126
Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=10ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.1.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 2ms, Maximum = 11ms, Average = 8ms
```

Conclusiones.

A lo largo del desarrollo de este trabajo, se ha podido evidenciar que los protocolos de enrutamiento son fundamentales para garantizar la conectividad eficiente y segura entre dispositivos dentro de una red. Estos protocolos permiten determinar dinámicamente la mejor ruta para el envío de datos, adaptándose a las condiciones de la red en tiempo real, lo que resulta crucial en entornos donde la disponibilidad del servicio y la velocidad de respuesta son prioritarias.

Cada protocolo estudiado —RIP, OSPF, EIGRP y BGP— presenta fortalezas y debilidades que deben evaluarse cuidadosamente en función de los requisitos específicos de la red. Mientras que RIP puede resultar útil en redes pequeñas por su simplicidad, OSPF y EIGRP ofrecen mayor eficiencia y escalabilidad para redes empresariales. Por otro lado, BGP es indispensable para la comunicación entre grandes redes autónomas, como las que conforman Internet.

Además, el análisis comparativo y el diseño de una red de ejemplo permiten comprender cómo se toman decisiones técnicas en el mundo real al seleccionar un protocolo de enrutamiento. Estas decisiones no solo se basan en criterios técnicos, sino también en factores como el tipo de organización, los recursos disponibles y la proyección de crecimiento de la red.

En conclusión, conocer los protocolos de enrutamiento y saber aplicarlos adecuadamente es una competencia esencial para los profesionales en redes. Su dominio no solo garantiza redes más eficientes, sino que también permite construir infraestructuras resilientes, preparadas para enfrentar los desafíos tecnológicos del presente y del futuro.