

**Universidad de los Andes**  
**Departamento de Ingeniería de Sistemas**



**Laboratorio #4: Protocolo de enrutamiento dinámicos  
con redes IPv4 e IPv6**

**ISIS3204 - Infraestructura de Comunicaciones**

**Grupo 3:**

**Juan Esteban Quiroga - 202013216**  
**Juan Manuel Rodriguez - 202013372**  
**Andres Felipe Ortiz - 201727662**

**2025-10**

# Contents

<b>Introducción</b>	<b>3</b>
<b>1 Mapas de cada topología</b>	<b>3</b>
<b>2 Protocolo BGP (Border Gateway Protocol)</b>	<b>5</b>
2.1 Pruebas de Conectividad . . . . .	5
2.2 Conclusión del BGP . . . . .	7

# Introducción

El presente laboratorio tiene como objetivo principal **comprender y aplicar los protocolos de enrutamiento dinámico RIP y OSPF en entornos IPv4 e IPv6**, destacando sus diferencias estructurales y operativas. A través de la configuración práctica de routers Cisco en el simulador *Cisco Packet Tracer*, se busca afianzar los conceptos teóricos sobre el funcionamiento de los protocolos de vector distancia y de estado de enlace, así como el proceso de intercambio de información de enrutamiento y la construcción de tablas de rutas en topologías multi-router.

Durante el desarrollo de la práctica se implementan diferentes escenarios de red que integran el direccionamiento IP, la configuración de interfaces, y la activación de protocolos de enrutamiento dinámico. Esto permite observar cómo los routers actualizan sus tablas de enrutamiento de manera automática y cómo se comporta la red ante variaciones en la topología o fallos en los enlaces.

El laboratorio permite:

- Diferenciar los principios de funcionamiento de **RIP (Routing Information Protocol)** y **OSPF (Open Shortest Path First)**, tanto en su versión IPv4 como IPv6.
- Configurar y verificar el intercambio de rutas dinámicas entre múltiples routers, observando métricas como el conteo de saltos y el costo por ancho de banda.
- Comprender el proceso de **asignación jerárquica de direcciones IP**, el uso de máscaras de subred y prefijos en IPv6, así como la importancia del direccionamiento correcto en la conectividad de red.
- Analizar el impacto de los protocolos de enrutamiento en la convergencia de la red y en la eficiencia del encaminamiento de paquetes.

De esta forma, la práctica integra los conceptos fundamentales del **nivel de red del modelo OSI**, brindando una experiencia completa que abarca el diseño, configuración y validación de una infraestructura de comunicación moderna y funcional.

## 1 Mapas de cada topología

### Topología #1 - RIPv1 y OSPF (IPv4)

Esta topología conecta tres routers (R1, R2 y R3) y dos PCs ubicadas en redes finales independientes. Se utilizan las redes **192.168.10.0**, **192.168.20.0**, **192.168.30.0** y **192.168.40.0**, junto con interfaces loopback anunciadas mediante enrutamiento dinámico. El objetivo es configurar y comprobar el funcionamiento de RIPv1 y OSPF, permitiendo que las estaciones finales intercambien tráfico a través de rutas aprendidas automáticamente.

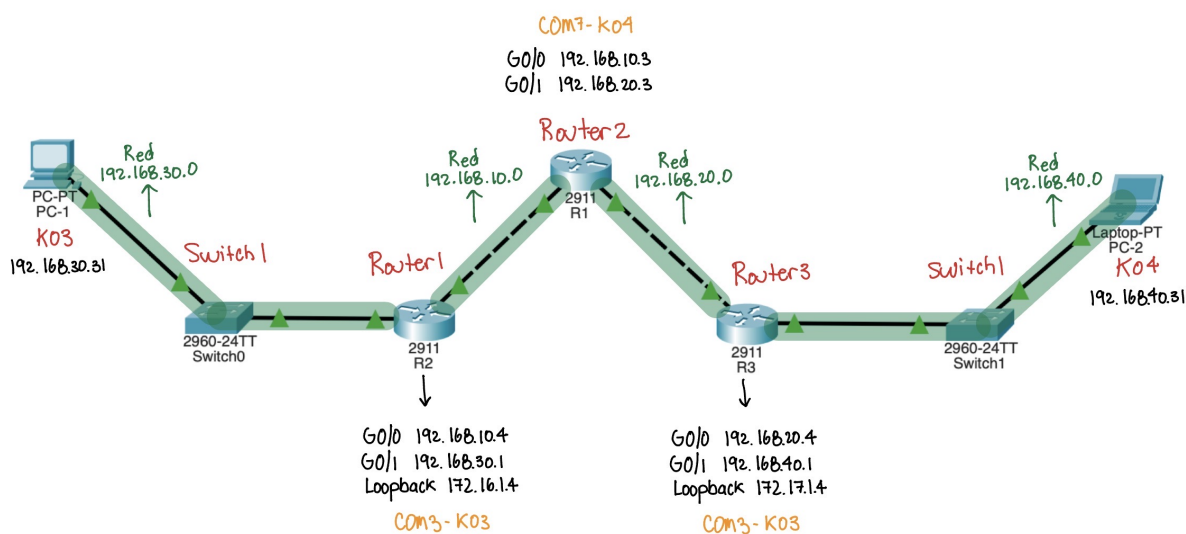


Figure 1: Topología #1

En esta topología los routers R7, R8 y R9 conforman una estructura tipo “Y” que simula diferentes sistemas autónomos interconectados. Cada router anuncia redes propias como **192.168.10.0**, **192.168.40.0**, **192.168.50.0** y **192.168.60.0**, y cada subred final contiene una PC. Su propósito es implementar BGP para el intercambio de prefijos entre los routers y validar la comunicación extremo a extremo mediante rutas basadas en políticas.



La tercera topología conecta tres routers (R4, R5 y R6) mediante enlaces IPv6 con prefijos /64, junto con dos PCs en redes finales independientes. Utiliza los bloques **2001:ABCD:1435::/64** y **2002:ABCD:1435::/64** según lo definido por el laboratorio. Aquí se configuran RIPng y OSPFv3 para observar la distribución dinámica de rutas IPv6 y validar la conectividad entre los equipos.



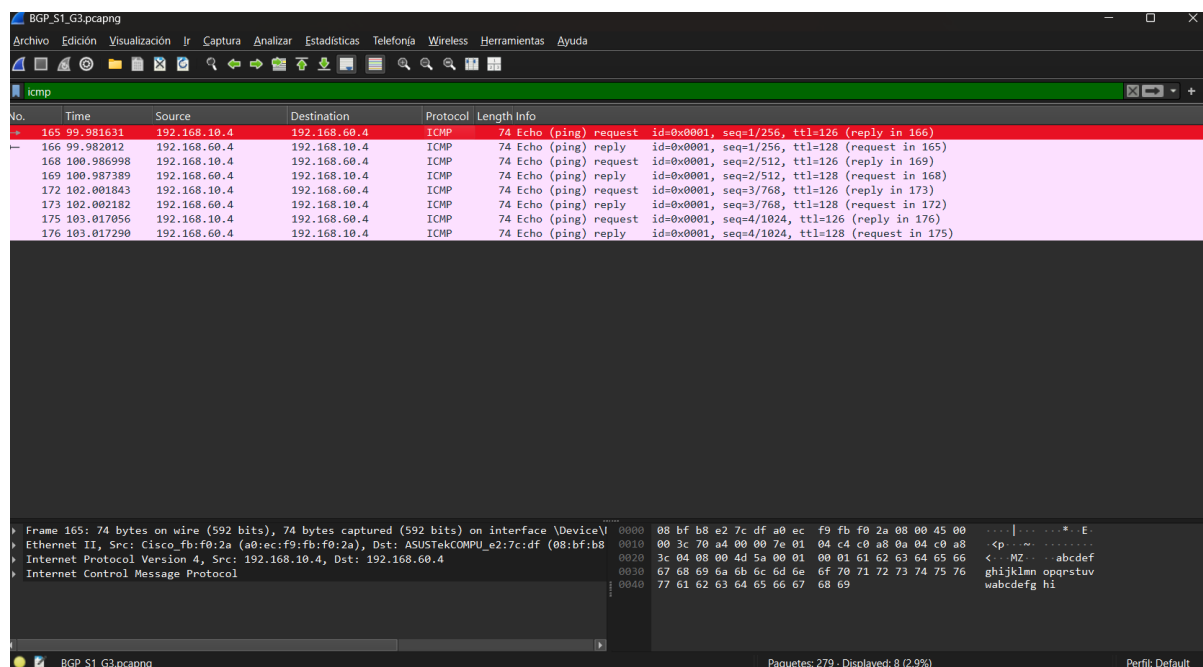
## 2 Protocolo BGP (Border Gateway Protocol)

El **Border Gateway Protocol (BGP)** es un protocolo de enrutamiento exterior (EGP) utilizado para el intercambio de información de enrutamiento entre sistemas autónomos (AS). A diferencia de los protocolos de gateway interior (IGP) como RIP u OSPF, que se utilizan dentro de un dominio administrativo, BGP opera entre dominios, tomando decisiones de enrutamiento basadas en políticas y reglas definidas por el administrador de red más que en métricas técnicas.

En este laboratorio, se implementó una topología de tres routers interconectados, donde se configuró BGP entre los sistemas autónomos definidos para permitir la conectividad entre redes IPv4 de diferentes dominios. Posteriormente, se realizaron pruebas de conectividad mediante mensajes ICMP (*ping*) para validar el intercambio de rutas entre routers.

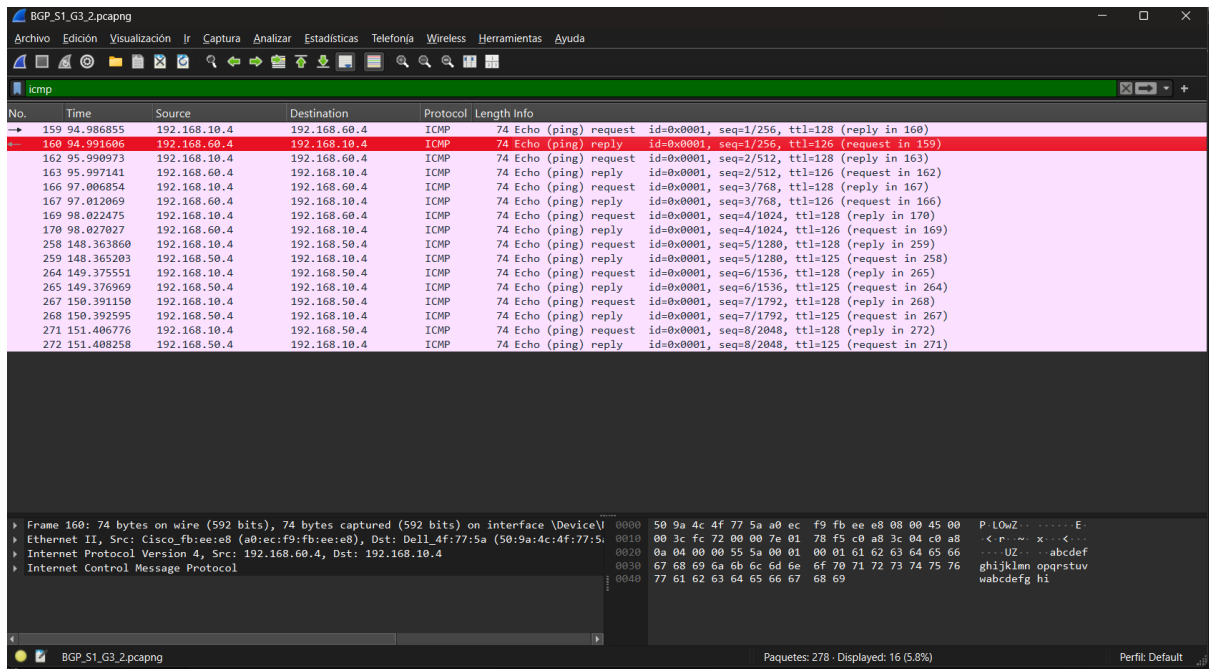
### 2.1 Pruebas de Conectividad

Para la verificación del correcto funcionamiento de BGP, se capturaron paquetes ICMP entre las redes 192.168.10.0/24, 192.168.50.0/24 y 192.168.60.0/24. En los siguientes análisis de Wireshark se observan las solicitudes y respuestas de *Echo (ping)* entre las distintas interfaces de los routers.



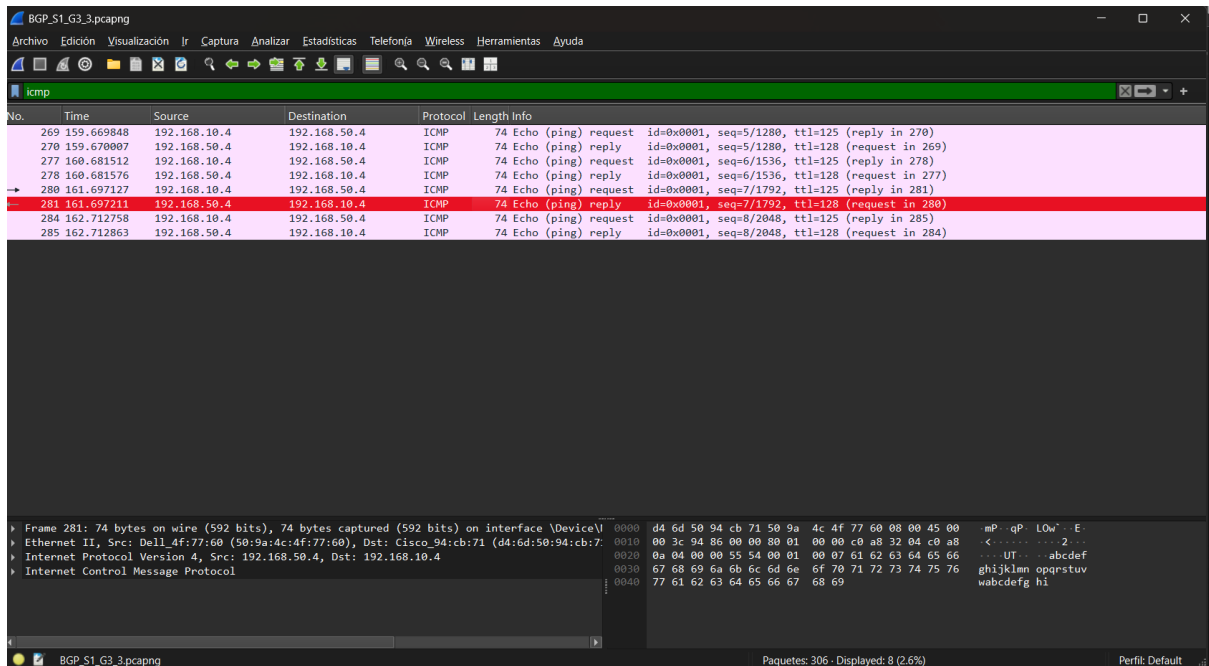
**Figure 4:** Tráfico ICMP entre las redes 192.168.10.4 y 192.168.60.4 (primer intercambio de pings).

En la captura anterior se aprecia el envío y la respuesta de paquetes ICMP entre los nodos de las subredes 192.168.10.0 y 192.168.60.0, evidenciando la correcta propagación de rutas mediante BGP. Cada solicitud (request) tiene su respectiva respuesta (reply), con un *Time To Live (TTL)* inicial de 126 para el envío y de 128 para la respuesta, lo que confirma el reenvío exitoso a través de múltiples saltos.



**Figure 5:** Intercambio de paquetes ICMP entre 192.168.10.4 y 192.168.60.4 durante pruebas extendidas.

En esta segunda captura se verifica que el intercambio de mensajes ICMP continúa estable en ambas direcciones. El identificador (id=0x0001) y el número de secuencia (seq) incrementan de forma correcta, mostrando la continuidad del flujo de datos entre las redes asociadas a los diferentes routers configurados bajo BGP.



**Figure 6:** Comunicación ICMP entre las redes 192.168.10.4 y 192.168.50.4 (enlace verificado).

Finalmente, en la tercera captura se observa el intercambio exitoso de paquetes entre las redes 192.168.10.0 y 192.168.50.0. El correcto establecimiento de las sesiones BGP permitió el anuncio y la propagación de rutas entre los sistemas autónomos, garantizando la conectividad total entre los extremos.

## 2.2 Conclusión del BGP

Los resultados de las pruebas confirman que el protocolo BGP se configuró correctamente, permitiendo la propagación de rutas entre diferentes sistemas autónomos y asegurando la conectividad completa entre las subredes. Las capturas en Wireshark demuestran que los routers establecieron correctamente las sesiones BGP y que los paquetes ICMP alcanzan los destinos remotos, evidenciando la convergencia exitosa del protocolo y la efectividad del enrutamiento exterior.

## References

- [1] Computer Networking, a top-down approach. James Kurose, Keith Ross. Addison-Wesley, 6th ed.