Informe ejecutivo

Presentado por:

Jaime Darley Angulo Tenorio - *jangulot@unal.edu.co*
Juan Esteban Munoz Munoz - juamunozmu@unal.edu.co
Andrés Felipe Castro Malaver -
andfcastromal@unal.edu.co

Profesor:

JESÚS GUILLERMO TOVAR RACHE
jgtovar@unal.edu.co

6 de julio de 2025

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial
2025-1

Resumen Ejecutivo

El presente informe analiza el protocolo de enrutamiento **RIP (Routing Information Protocol)**, ampliamente utilizado en redes IP durante las primeras fases de desarrollo de Internet. Se inicia con una breve introducción histórica, destacando su origen en los años 80 y su papel como uno de los primeros protocolos de enrutamiento dinámico.

Se comparan sus dos versiones principales: **RIP v1**, limitado a redes sin subredes ni autenticación, y **RIP v2**, que introduce mejoras como el soporte de VLSM y autenticación simple. Se explica el funcionamiento del algoritmo de **vector de distancia**, con la **cantidad de saltos (hops)** como métrica principal, limitada a 15 saltos, lo cual restringe su uso en redes grandes.

Además, se detalla el formato de mensajes utilizados por RIP y su proceso básico de funcionamiento, como la frecuencia de actualización de tablas (cada 30 segundos) y la forma en que detecta rutas inalcanzables.

La sección de **configuración práctica** expone un ejemplo básico de implementación en routers, incluyendo comandos y consideraciones comunes para laboratorios o entornos educativos.

Finalmente, se abordan las **limitaciones de RIP**, como su lentitud ante cambios de red y falta de escalabilidad, contrastándolo con protocolos modernos como **OSPF y EIGRP**, que ofrecen mayor eficiencia, seguridad y soporte para redes complejas.

Historia del Protocolo RIP

El Protocolo de Enrutamiento de Información , conocido como RIP (Routing Information Protocol), es uno de los protocolos de enrutamiento más antiguos y básicos en redes de computadoras. Su desarrollo se enmarca en la evolución de las primeras redes de área amplia (WAN) y la estandarización de la comunicación entre routers.

En los años 60 y 70, la investigación en redes de computadoras estaba en plena expansión, especialmente con el surgimiento de ARPANET, precursor de Internet. Durante esta época, el concepto de enrutamiento dinámico comenzó a tomar fuerza para solucionar la complejidad de mantener manualmente tablas de rutas en redes cada vez más extensas y cambiantes.

El algoritmo de vector de distancia, base de RIP, fue uno de los primeros métodos utilizados para determinar automáticamente la mejor ruta entre dos puntos en una red. Este algoritmo fue desarrollado inicialmente en los laboratorios de investigación de Xerox PARC y en universidades como UCLA, y se basa en el principio de que cada router conoce la distancia (o costo) hacia las redes vecinas y comparte esta información con sus vecinos.

A finales de los años 80, el protocolo RIP fue formalmente estandarizado en el RFC 1058, publicado en 1988 por el IETF (Internet Engineering Task Force). Esta estandarización estableció RIP como un protocolo simple y ampliamente accesible, compatible con el

protocolo IP, para el intercambio de información de enrutamiento dentro de sistemas autónomos.

El protocolo adoptó el algoritmo de vector de distancia, utilizando como métrica el número de saltos (hop count), donde cada salto representa un router intermediario entre el origen y el destino. Para limitar la complejidad y prevenir bucles de enrutamiento infinitos, el número máximo de saltos se fijó en 15, considerando cualquier ruta con más de 15 saltos como inalcanzable.

Funcionamiento inicial y limitaciones

RIP opera enviando periódicamente actualizaciones de su tabla de enrutamiento a sus routers vecinos, típicamente cada 30 segundos. Estas actualizaciones contienen las rutas conocidas y sus métricas asociadas, lo que permite que los routers actualicen sus tablas y adapten las rutas conforme la topología de la red cambia.

Sin embargo, esta simplicidad trajo consigo algunas limitaciones técnicas significativas:

- Escalabilidad limitada: El límite de 15 saltos restringe el uso de RIP a redes pequeñas y medianas. Redes grandes o complejas no pueden ser adecuadamente soportadas.
- Convergencia lenta: Cuando una ruta falla o cambia, RIP puede tardar hasta varios minutos en propagar esta información y estabilizarse, lo que provoca breves períodos de inconsistencia en las tablas de enrutamiento.
- Problemas de bucles: El algoritmo de vector de distancia es susceptible a bucles de enrutamiento y a fenómenos como el count to infinity, que puede hacer que las tablas se actualicen incorrectamente durante un tiempo.
- Falta de soporte para subredes variables: En su forma inicial, RIP no soportaba máscaras de subred variables (VLSM) ni Classless Inter-Domain Routing (CIDR), lo que limitaba la flexibilidad en la asignación de direcciones IP.
- Ausencia de mecanismos de autenticación: Esto hacía que RIP fuera vulnerable a ataques de falsificación o errores en la información recibida.

Las limitaciones de RIP incentivaron el desarrollo de versiones mejoradas y de nuevos protocolos de enrutamiento. A lo largo de los años 90, protocolos como OSPF (Open Shortest Path First) y EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) fueron diseñados para superar las deficiencias de RIP, ofreciendo métricas más complejas, convergencia más rápida, soporte para grandes redes y seguridad mejorada.

A pesar de esto, RIP sigue siendo utilizado en entornos educativos y en redes pequeñas debido a su facilidad de configuración y comprensión, además de su bajo requerimiento de recursos.

Versiones de RIP

RIPv1 (RFC 1058, 1988)

- **Classful:** No envía información de máscara en sus actualizaciones, por lo que asume automáticamente la máscara por defecto según la clase de la red (A, B o C). Esto dificulta el uso de VLSM/CIDR y genera limitaciones en el diseño de subredes.

- **Método de envío:** Utiliza broadcast a la dirección 255.255.255.255 cada 30 segundos, afectando a todos los hosts de la red aunque no participen en RIP.

- **Autenticación:** Ausente. No existe ningún mecanismo para validar la procedencia o integridad de los mensajes, lo que implica riesgos de seguridad.

- **Auto-summary:** Siempre activo. Cuando se atraviesa un router entre redes discontiguas, RIPv1 agrupa las rutas a su red clase original, pudiendo generar rutas incorrectas.

- **Formato de mensaje:** Tabla de rutas con campos fijos (dirección de red, número de saltos), sin máscara ni etiquetas de ruta.

3.2 RIPv2 (RFC 2453, 1993/1998)

- **Classless:** Incluye la máscara de subred en cada entrada de la actualización, permitiendo VLSM y CIDR para una asignación de direcciones más eficiente.

- **Método de envío:** Utiliza multicast a 224.0.0.9, reduciendo el tráfico innecesario en hosts que no participan en RIP.

- **Autenticación:** Soporta autenticación por texto plano o por MD5 en cada interfaz RIP, garantizando que sólo routers confiables intercambien información.

- **Auto-summary:** Desplegable. Se puede desactivar mediante el comando `no auto-summary` para evitar sumarización de rutas en entornos con redes discontiguas.

- **Next Hop y Route Tag:** Permite especificar una puerta de enlace intermedia y etiquetar rutas, útil en escenarios de redistribución entre protocolos.

- **Compatibilidad:** Totalmente retrocompatible con RIPv1 (en modo mixto), lo que facilita la migración gradual.

RIPng (RFC 2080, 1998)

- **IPv6 nativo:** Adaptación directa de RIPv2 para IPv6, usando prefijos en lugar de máscaras /32.

- **Multicast:** Envía actualizaciones a la dirección FF02::9.

- **Seguridad:** No incorpora autenticación propia; confía en mecanismos externos de IPsec para proteger los intercambios.

- **Formato de mensaje: Si**milar a RIPv2, con campos para prefijo IPv6, etiqueta de ruta y distancia.

Tabla comparativa de versiones de RIP

Característica	RIPv1	RIPv2	RIPng
Publicación	RFC 1058 (1988)	RFC 2453 (1993/1998)	RFC 2080 (1998)
IP soportado	IPv4	IPv4	IPv6
Classful/Classless	Classful	Classless	Classless
VLSM/CIDR	No	Sí	Sí
Envío de actualizaciones	Broadcast 255.255.255.255	Multicast 224.0.0.9	Multicast FF02::9
Intervalo de actualización	Cada 30 s	Cada 30 s	Cada 30 s
Autenticación	No	Texto plano / MD5	Externa (IPsec)
Auto-summary	Siempre activado	Desactivable (`no auto-summary`)	N/A
Next Hop	No	Sí	Sí
Route Tag	No	Sí	Sí

Cómo funciona RIP

- **RIP (Routing Information Protocol)** implementa **routing por vector-distancia** en redes locales.
- Participantes:
- **Activos:** routers que envían anuncios de rutas cada 30 segundos.
- **Pasivos:** hosts que escuchan anuncios para actualizar sus tablas, pero no anuncian rutas.
- **Métrica:** usa **saltos (hop count)** para medir distancia.

- Cada router conectado directamente es 1 salto; si pasa por otro router, son 2 saltos, etc.
- Problema: el conteo de saltos **no refleja velocidad ni ancho de banda**; caminos con menos saltos pueden ser más lentos.

Para evitar **oscilaciones**:

- Un router **mantiene la ruta existente** a menos que llegue una ruta con menor coste.
- Si un router falla, las rutas aprendidas se eliminan tras 180 segundos sin ser reanunciadas.

Problemas del algoritmo

RIP tiene limitaciones:

- No detecta **bucles de enrutamiento** explícitamente.
- Para evitar problemas:
- Define infinito como 16 saltos → redes grandes deben dividirse o usar otro protocolo.
- Tiene el **problema de convergencia lenta** o "count to infinity", donde los routers tardan en enterarse de redes caídas y siguen propagando rutas incorrectas.

Si una red desaparece, los routers pueden anunciarse entre sí rutas crecientes (3 saltos, luego 4, etc.), creando bucles de reenvío de paquetes hasta que se alcanza "infinito".

Técnicas para mejorar RIP

Para mitigar la convergencia lenta:

- **Split horizon:** evita enviar anuncios sobre una red por la misma interfaz por la que se aprendió.
- **Hold down:** ignora durante un tiempo (p. ej. 60 s) información nueva sobre redes declaradas como inalcanzables.
- **Poison reverse:** anuncia rutas inalcanzables con costo infinito para "envenenar" información vieja.
- **Triggered updates:** obliga a enviar actualizaciones inmediatas ante cambios, en lugar de esperar los 30 s.

Problema: muchas de estas técnicas pueden generar una **avalancha de broadcasts** si varios routers reaccionan al mismo cambio simultáneamente.

Formato de mensaje RIP1

- RIP usa mensajes:
- **Request:** pide información de rutas.
- **Response:** devuelve información de rutas.
- El mensaje contiene:
- Dirección IP de red.

- Número de saltos a la red (1–16).
- Dirección 0.0.0.0 se usa para **rutas por defecto**.

Limitaciones de RIP1 y subredes

- RIP1 es **classful**:
- No incluye máscara de subred en sus mensajes.
- Puede enviar rutas de subred solo si todos los routers las interpretan igual, limitando redes con **subredes de longitud variable (VLSM)** o **CIDR**.
- Si un router conecta redes dentro y fuera de un prefijo, debe:
- Anunciar subredes dentro del prefijo.
- Anunciar la red agregada fuera del prefijo.

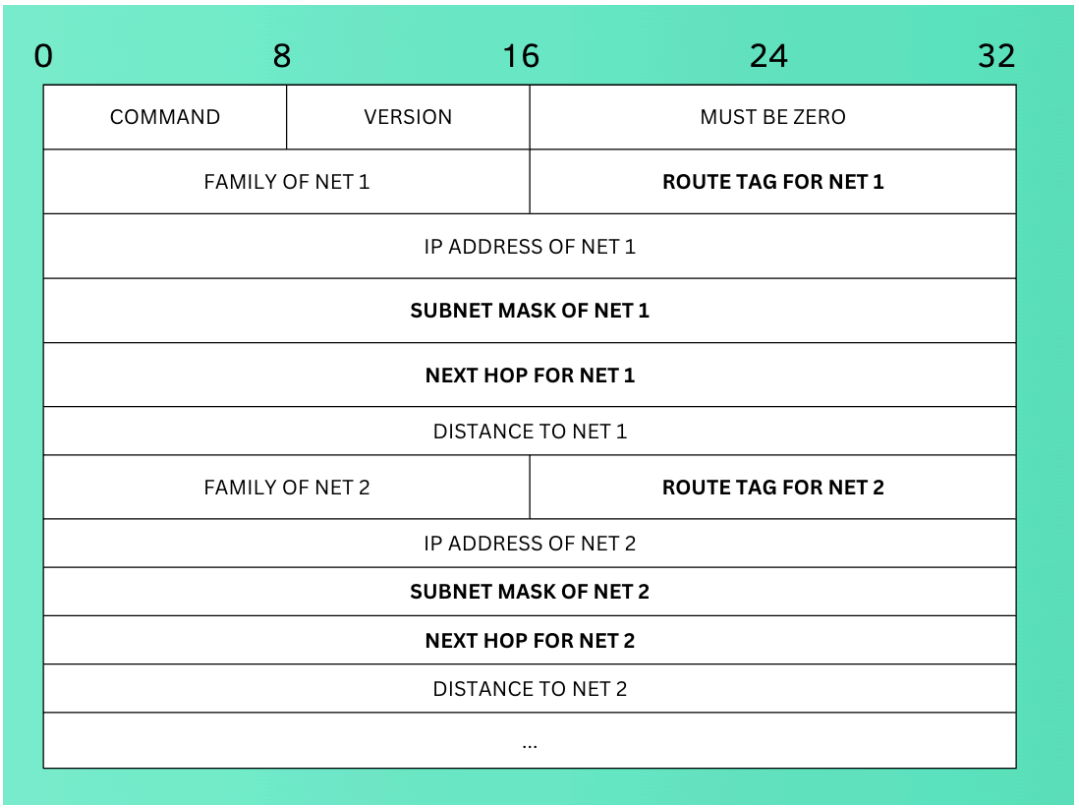
RIP2

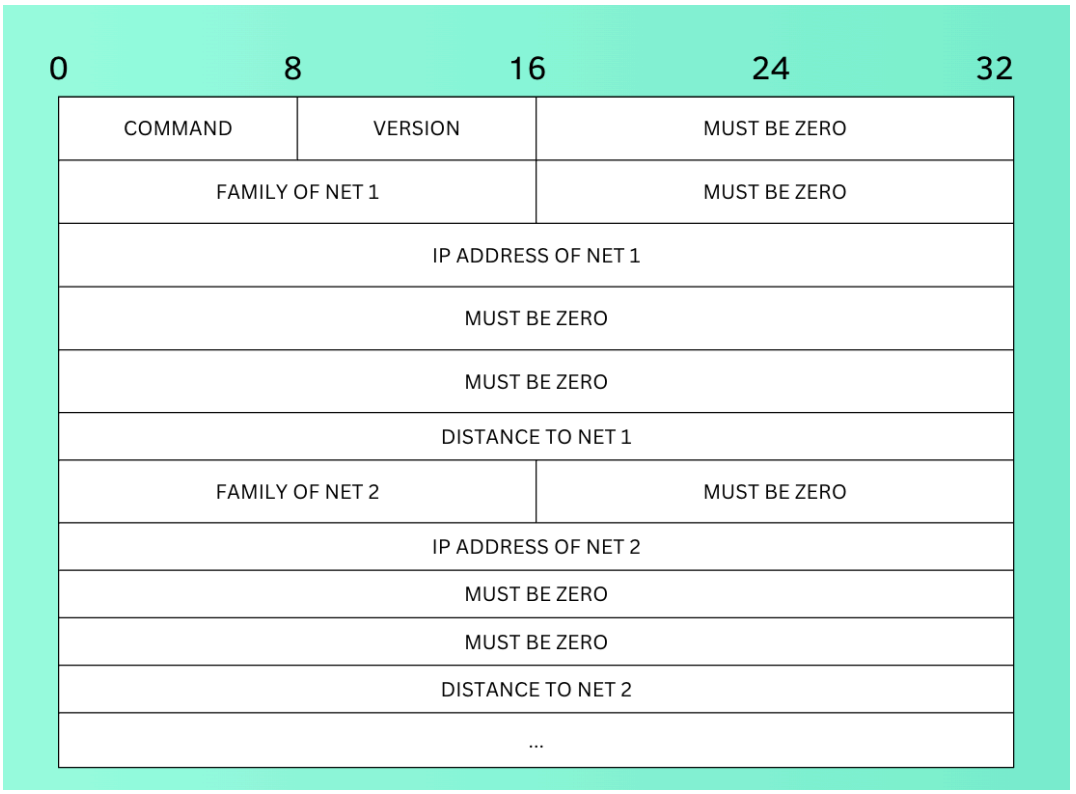
- **RIP2** agrega:
- **Máscara de subred explícita.**
- **Next hop explícito** → mejora prevención de bucles.
- **Route Tag** → para marcar el origen (e.g., sistema autónomo).
- Compatible con RIP1 gracias al campo de versión.
- RIP usa UDP puerto 520.

Desventajas de RIP

- Métrica limitada a saltos:
- No refleja velocidad ni capacidad de enlaces.
- Hace el enrutamiento poco dinámico ante cambios de carga.
- Límite de **16 saltos → restringe el tamaño de la red**.
- Afecta redes grandes o sin jerarquía.
- Aun así, se mantiene popular por simplicidad e implementación histórica.

Formato del mensaje





Configuración práctica

Configuración de interfaces y direccionamiento

- **Red A (PC_A): 192.168.10.0/24**
- **Link serial R1–R2: 10.0.0.0/30**
- **Red B (PC_B): 192.168.20.0/24**

En R1
Entrar en privilegios y modo de configuración global

```
R1> enable
R1# configure terminal
```

- `enable`: cambia de user EXEC a privileged EXEC.
- `configure terminal`: entra en modo de configuración global.

Configurar la interfaz FastEthernet0/0 (hacia PC_A)

```
R1(config)# interface FastEthernet0/0
R1(config-if)# ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# exit
```

- **`interface FastEthernet0/0`:** selecciona la interfaz.
- **`ip address`:** asigna la IP y máscara. Esta IP será la puerta de enlace de PC_A**.**
- **`no shutdown`:** activa la interfaz (por defecto está "apagada").
- **`exit`:** vuelve al modo de configuración global.

Configurar la interfaz Serial0/0/0 (hacia R2)

```
R1(config)# interface Serial0/0/0
R1(config-if)# ip address 10.0.0.1 255.255.255.252
R1(config-if)# clock rate 64000
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# exit
```

- **`ip address 10.0.0.1 255.255.255.252`:** define la subred /30 (dos hosts).
- **`clock rate 64000`:** en el extremo DCE de la conexión serial, establece la velocidad de reloj.

En R2

```
R2> enable
R2# configure terminal
```

Configurar Serial0/0/0 (hacia R1)

```
R2(config)# interface Serial0/0/0
R2(config-if)# ip address 10.0.0.2 255.255.255.252
R2(config-if)# no shutdown
R2(config-if)# exit
```

Configurar FastEthernet0/0 (hacia PC_B)

```
R2(config)# interface FastEthernet0/0
R2(config-if)# ip address 192.168.20.1 255.255.255.0
R2(config-if)# no shutdown
R2(config-if)# exit
```

Configuración de RIP v2 y efectos
Habilitar RIP y seleccionar versión 2
En R1:

```
R1(config)# router rip
R1(config-router)# version 2
```

- `router rip`: activa el proceso RIP.
- `version 2`: elige RIPv2 para soportar VLSM y autenticación.

En R2:

```
R2(config)# router rip
R2(config-router)# version 2
```

Desactivar auto-summarization

```
R1(config-router)# no auto-summary
R2(config-router)# no auto-summary
```

- Evita que RIP agregue rutas a clase cuando atraviesa redes discontinuas, esencial al usar VLSM o subredes no contiguas.

Anunciar redes directamente conectadas
En R1:

```
R1(config-router)# network 192.168.10.0
R1(config-router)# network 10.0.0.0
```

En R2:

```
R2(config-router)# network 10.0.0.0
R2(config-router)# network 192.168.20.0
```

- Cada `network` indica a RIP qué interfaces incluir en el proceso y qué subredes anunciar. Por ejemplo, R1 anuncia la red 192.168.10.0/24 y el enlace serial 10.0.0.0/30.

Qué sucede tras estos comandos

- **Tablas de enrutamiento**: ambos routers comienzan a enviar (cada 30 s) sus tablas de rutas a vecinos en multicast 224.0.0.9.

- **Aprendizaje de rutas:**

    - R1 recibe de R2 la ruta a 192.168.20.0/24 con métrica 1 → la almacena con métrica 2 (1 salto interno + 1 hacia PC_B).
    - R2 recibe de R1 la ruta a 192.168.10.0/24 y la almacena igual.

Verificación y pruebas

Mostrar rutas aprendidas (sólo rutas RIP)

```
R1# show ip route rip
R2# show ip route rip
```

- Lista las rutas recibidas por RIP, con destino, métrica y próximo salto.

Prueba de conectividad desde PCs

En PC_A:

```
ping 192.168.10.1
ping 192.168.20.10
```

En PC_B:

```
ping 192.168.20.1
ping 192.168.10.10
```

- El éxito confirma que RIP ha aprendido y propagado correctamente las rutas.

Observaciones

- **Convergencia:** tras un cambio (p. ej. desconectar R2), RIP puede tardar hasta 180 s en marcar rutas como caídas por timers (holddown, flush).

Debug:

```
R1# debug ip rip
R2# debug ip rip
```

- Muestra en tiempo real el envío y recepción de actualizaciones RIP.

Conclusiones

1. **Simplicidad frente a funcionalidad moderna**: El protocolo RIP, aunque históricamente fundamental en el desarrollo del enrutamiento dinámico, presenta importantes limitaciones en términos de escalabilidad, seguridad y eficiencia. Su métrica basada únicamente en el conteo de saltos no es suficiente para redes actuales con mayores exigencias de desempeño.

2. **Valor educativo y legado tecnológico**: A pesar de su obsolescencia en entornos complejos, RIP continúa siendo útil en contextos educativos gracias a su fácil implementación y comprensión. Su estudio permite entender los principios básicos de los algoritmos de vector de distancia y los desafíos originales del enrutamiento.

3. **Evolución de versiones**: La transición de RIPv1 a RIPv2, y posteriormente a RIPng para IPv6, demuestra intentos por extender su vida útil mediante la incorporación de funcionalidades como soporte para VLSM, autenticación y multicast. Sin embargo, incluso estas mejoras no logran igualar las capacidades de protocolos más modernos como OSPF o EIGRP.

4. **Aplicación práctica y comprobación**: La configuración realizada en el laboratorio demuestra el funcionamiento efectivo de RIP en una red pequeña, validando el intercambio de rutas mediante pruebas de conectividad exitosas. También se observa que, ante cambios en la topología, RIP responde con una convergencia relativamente lenta.

5. **Recomendación general**: Se recomienda utilizar RIP exclusivamente en entornos de baja complejidad o con fines educativos. Para redes de mayor tamaño o con requerimientos de alta disponibilidad y seguridad, es más apropiado implementar protocolos avanzados como OSPF o EIGRP.

Bibliografía

- **Comer, D. E. (2014)**. Internetworking with TCP/IP Vol. 1
- RFC 1058 – Routing Information Protocol. (1988): https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc1058
- Documento oficial que define RIP versión 1.
- RFC 2453 – RIP Version 2. (1998): https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc2453
- Cisco Networking Academy. (2023). CCNA Introduction to Networks. Cisco Press.