

**PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO  
RIP, OSPF Y EIGRP**

**Autores**

**EDGAR ENRIQUE MIER RUIZ  
GABRIEL DARIO MIER RUIZ**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
CARTAGENA - COLOMBIA**

**2008**

**PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO  
RIP, OSPF Y EIGRP**

**Autores**

**EDGAR ENRIQUE MIER RUIZ  
GABRIEL DARIO MIER RUIZ**

**Monografía presentada para optar el título de Ingeniero de Sistemas**

**Director**

**GONZALO GARZÓN  
Ingeniero de Sistemas**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
CARTAGENA - COLOMBIA**

**2008**

*He aquí el final de una etapa, la conclusión en esta parte de mi vida por la que tanto luché. Primero Agradezco a Dios, al cual le debo mi existencia. Seguidamente a unos luchadores, Mis padres, esos seres maravillosos que me han inculcado los valores que me hacen la persona que soy hoy día; a ellos, que me hacen expresar en estos momentos palabras de eternos agradecimientos y hacia los cuales profeso respeto y admiración. Ahora, no menos importante, a la memoria de mi hermana, ese angelito que se ha encargado de guiarme y cuidarme en todo momento, a esa mujer que la vida me arrebató rápidamente, llevándose consigo gran parte de mí ser. Este logro es tuyo mi mona, sé que estas aquí brindando junto a mi por esta meta. A mi hermano mayor, con el cual finiquito esa etapa.*

*A mi familia y amigos, que se encargaron de una u otra forma de hacerme ver lo correcto y lo verdaderamente importante.*

*A todos GRACIAS...!*

*Edgar Enrique Mier Ruiz*

## **AGRADECIMIENTOS**

---

*En el transcurso de estos años, muchas personas me sacrificaron su tiempo, sus energías y me brindaron su confianza.*

---

*En cada momento de mi camino goce de la bendición de ese ser tan grande y poderoso llamado Dios, que me dio la sabiduría y fortaleza para luchar y seguir adelante.*

---

*Es una pena, pero por ser tan grande el número de personas a las que debería dar las gracias, no puedo mentarlas aquí una por una. Semejante lista ocuparía una página completa.*

---

*Pero no podría estar agradecido si no reconociera los grandes esfuerzos de mis padres y hermano que fueron los verdaderos causantes de que pudiera culminar con éxito esta etapa de mi vida.*

---

*GRACIAS.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores de esta monografía agradecen a su tutor, el Ing. Gonzalo Garzón por su loable gestión y compromiso en el desarrollo y finalización de la misma.

De igual forma, a los ingenieros Isaac Zuñiga y Giovanni Vásquez por su colaboración y acompañamiento en el desarrollo de este documento.

## **Artículo 105**

La universidad Tecnológica de Bolívar se reserva el derecho de propiedad de los trabajos de grado aprobados y no pueden ser explotados comercialmente sin autorización.

**Nota de Aceptación**

-----  
-----  
-----  
-----  
-----

-----  
**Firma del Presidente Del Jurado**

-----  
**Firma del Jurado**

-----  
**Firma del Jurado**

**Cartagena de Indias, Julio de 2008**

Cartagena D. T. Y. C., Julio de 2008

Señores

**COMITÉ DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS**

Programa de Ingeniería de Sistemas

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

La Ciudad

Respetados señores:

Con toda atención nos dirigimos a ustedes con el fin de presentarles a su consideración, estudio y aprobación la monografía titulada PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO como requisito parcial para optar al título de Ingeniero de Sistemas.

Atentamente,

---

EDGAR ENRIQUE MIER RUIZ

---

GABRIEL DARIO MIER RUIZ

Cartagena D. T. Y. C., Julio de 2008

Señores

**COMITÉ DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS**

Programa de Ingeniería de Sistemas

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

La Ciudad

Cordial saludo

A través de la presente me permito entregar la monografía titulada PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO para su estudio y evaluación la cual fue realizada por los estudiantes EDGAR ENRIQUE MIER RUIZ y GABRIEL DARIO MIER RUIZ, de la cual acepto ser su director.

Atentamente,

---

GONZALO GARZÓN

## **AUTORIZACIÓN**

Yo EDGAR ENRIQUE MIER RUIZ, identificado con la cedula de ciudadanía numero 1.128.046.900 de Cartagena, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar, para hacer uso de mi trabajo de monografía y publicarlo en el catalogo online de la Biblioteca.

---

EDGAR ENRIQUE MIER RUIZ

## **AUTORIZACIÓN**

Yo GABRIEL DARIO MIER RUIZ, identificado con la cedula de ciudadanía numero 73.185.838 de Cartagena, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar, para hacer uso de mi trabajo de monografía y publicarlo en el catalogo online de la Biblioteca.

---

GABRIEL DARIO MIER RUIZ

## **IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

El avance continuo de las redes de comunicación es cada vez más acelerado en cuanto los protocolos de enrutamiento se refiere y para todo esto se hace más que necesario ir acorde a las diferentes actualizaciones para no quedar instalados en el tiempo con datos antiguos.

Actualmente existen los protocolos de enrutamiento RIP, OSPF y EIGRP, responsables de recibir y reenviar paquetes en una conexión de red por medio de un conjunto de redes interconectadas, además de intercambiar información sobre accesibilidad y retardos del tráfico, encontrando y eligiendo la mejor ruta posible dentro de la red.

El problema radica en cómo facilitar el tránsito de la información entre los nodos o puntos de una red sin importar su cobertura.

## JUSTIFICACIÓN

La demanda actual de personal capacitado y entrenado para mantener las redes de datos que mueven a la economía mundial está creciendo rápidamente junto con la complejidad que rodea el diseño, la implementación y mantenimiento de dichas redes, para lo cual se hace necesario cumplir con esta demanda. Todo esto se ve encaminado a profesionales que dominen la conectividad entre redes de computadoras.

Para las personas, especialmente para los ingenieros, es necesario que los conceptos de transmisión de información en redes de computadores, sean conocidos y se manejen de tal forma que puedan llegar a integrarse en una solución de telecomunicaciones de la mejor manera y permitan que se genere el aporte de ideas orientado hacia la perspectiva de investigación o desempeño laboral; y poder arrojar ideas sobre temas tratados dentro del ente en donde se esté desarrollando.

Un concepto que vale la pena tratar es sobre el motor de las redes de computadoras, los Protocolos de Enrutamiento, mencionando los mejores y los más utilizados como son RIP, OPSF y EIGRP. Estos son los encargados de hacer que exista la comunicación en una red, brindando el rápido envío de paquetes de información.

Se busca es ser diferente, enseñar mediante ejemplos prácticos con los cuales el estudiante le dé un soporte a la teoría.

## OBJETIVOS

### General

Describir los protocolos de enrutamiento RIP, OSPF y EIGRP y observar su comportamiento y mecanismos en el envío de paquetes en una red, facilitando su comprensión y por ende su fácil entendimiento.

### Específicos

- ✚ Comprender los aspectos funcionales de RIP, OSPF y EIGRP.
- ✚ Entender las metodologías y algoritmos para el cálculo de las rutas disponibles en las redes.
- ✚ Describir la función de los protocolos de enrutamiento en las redes.
- ✚ Conocer las ventajas y desventajas de RIP, OSPF y EIGRP.

## RESUMEN

El enrutamiento tcp/ip en las redes es el mecanismo a través del cual se escoge una posible ruta para cumplir la función de hacer llegar un mensaje o dato desde el Router emisor hasta uno destino. En grandes redes, los routers o como se les llama comúnmente “enrutadores” intercambian información para mantener actualizadas las tablas de enrutamientos. Para cumplir con esta tarea, los administradores de red han tenido plena libertad siempre para escoger, según sus criterios, el protocolo de información de enrutamiento que cumpliera con los requisitos internos. A través del tiempo, se han diseñado muchos protocolos que han sido mejorados por grupos de normalización y fabricantes. A estos protocolos tradicionalmente se les llama Protocolos Interior de Pasarela (IGP).

Actualmente existen IGP muy populares, el *Protocolo de Información de Enrutamiento* (RIP), que selecciona las rutas según una sencilla cuenta de saltos estimados. Este protocolo usa un algoritmo vector distancia para propagar estas rutas; el *Protocolo de Enrutamiento de Pasarela de Internet* (IGRP) y el *IGRP mejorado* (EIGRP)<sup>1</sup>. IGRP utiliza medidas sofisticadas de costo que consideran muchos factores, como la carga actual y la fiabilidad; y el más complejo de los protocolos y el mayormente implementado en redes grandes, *Primero el camino abierto más corto* (OSPF). Este protocolo construye mapas detallados de al menos una parte de la red y genera caminos antes de elegir la mejor ruta, utilizando un algoritmo de estado de enlaces para propagar las rutas.

En este trabajo mostraré los aspectos funcionales de los protocolos RIP, OSPF y EIGRP.

---

<sup>1</sup> Que a partir de ahora se llaman RIP, OSPF y EIGRP.

## TABLA DE CONTENIDO

Pag

IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

JUSTIFICACIÓN

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

1. Protocolos de Enrutamiento.....	1
1.1 Sistema autónomo (AS).....	1
1.2 Protocolo Interior de Pasarela – IGP.....	2
1.3 Modelos Matemáticos base de protocolos.....	3
1.3.1 Vector distancia.....	3
1.3.1.1 Funcionamiento.....	4
1.3.2 Estado de enlace.....	4
1.3.2.1 Funcionamiento.....	5
2. RIP - Routing Information Protocol.....	5
2.1 Breve Historia de RIP.....	6
2.2 Funcionamiento del Protocolo.....	6
2.3 Mapa Lógico de RIP.....	7
2.4 Características del protocolo.....	13
2.5 Formato de los Mensajes RIP.....	14
2.7 Lo Bueno y lo Malo.....	15
3. OSPF - Open Shortest Path First.....	16
3.1 Breve Historia.....	17
3.2 Características.....	17

3.3	Lógica del Funcionamiento.....	18
3.4	Lo Bueno y lo Malo.....	30
3.5	Mensajes OSPF.....	30
4.	EIGRP - Enhanced Interior Gateway Routing Protocol.....	31
4.1	Breve Historia.....	32
4.2	Características.....	32
4.3	Lo bueno y lo Malo.....	33
4.4	Paquetes EIGRP.....	34

CONCLUSIÓN

RECOMENDACIONES

GLOSARIO

REFERENCIAS

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pag</b>
Figura 1: Ejemplo #1 aspecto funcional de RIP.....	7
Figura 2: Ejemplo #1 RIP un salto.....	8
Figura 3: Ejemplo #1 RIP dos saltos.....	8
Figura 4: Ejemplo #1 RIP tres saltos.....	8
Figura 5: Ejemplo #1 RIP Resultado Menor costo.....	9
Figura 6: Ejemplo #2 Explicación de componentes de tabla de enrutamiento.....	9
Figura 7: Ejemplo #2 Aspecto funcional de RIP.....	10
Figura 8: Ejemplo #2 RIP Tabla Router A.....	10
Figura 9: Ejemplo #2 RIP Tabla Router A.....	11
Figura 10: Ejemplo #2 RIP Tabla Router C.....	11
Figura 11: Ejemplo #2 RIP Tabla Router D.....	12
Figura 12: Ejemplo #2 RIP Tabla Router E.....	13
Figura 13: Diagrama de una interconexión de redes OSPF I.....	16
Figura 14: Diagrama de una interconexión de redes OSPF II.....	17
Figura 15: Ejemplo #1 OSPF.....	19
Figura 16: Ejemplo #1 OSPF Router 1.....	19
Figura 17: Ejemplo #1 OSPF Router 4.....	20

Figura 18: Ejemplo #1 OSPF Posibles rutas de Router 4.....	21
Figura 19: Ejemplo #1 OSPF Router 2.....	21
Figura 20: Ejemplo #1 OSPF Posibles rutas Router 2.....	22
Figura 21: Ejemplo #1 OSPF Posibles rutas Router 3.....	23
Figura 22: Ejemplo #1 OSPF Comparación de etiquetas de Routers 5, 6, 7.....	23
Figura 23: Ejemplo #1 OSPF Posibles rutas Routers 6.....	24
Figura 24: Ejemplo #1 OSPF Comparación de etiquetas Routers 5, 7.....	25
Figura 25: Ejemplo #1 OSPF Fin del proceso.....	26
Figura 26: Ejemplo #1 OSPF Distancias ejemplos resultantes.....	26
Figura 27: Ejemplo #2 OSPF.....	27
Figura 28: Ejemplo #2 OSPF Rutas de Router F hacia sus vecinos.....	28

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pag</b>
Tabla 1: Comparación entre RIP, OSPF y EIGRP.....	3
Tabla 2: Ventajas y desventajas RIP.....	15
Tabla 3: Ejemplo #2 OSPF Tablas de Routers.....	27
Tabla 4: Ejemplo #2 OSPF Tablas de Costos Router F.....	29
Tabla 5: Ejemplo #2 OSPF Tabla de encaminamiento de Router F.....	29
Tabla 6: Ventajas y desventajas OSPF.....	30
Tabla 7: Tipos de mensajes OSPF.....	31
Tabla 8: Ventajas y desventajas EIGRP.....	33

## INTRODUCCIÓN

Los protocolos son normas o un lenguaje común que utilizan los dispositivos para poder comunicarse y entenderse.

Dentro de esta gama de protocolos encontramos los de enrutamiento, en especial en este documento se hablara de RIP, OSPF y EIGRP.

RIP es un protocolo basado en el algoritmo vector de distancia o también llamado Bellman Ford. La importancia de este protocolo es la de poder establecer el intercambio de información entre los routers de una red. Una de las ventajas de este protocolo es su sencillez para ser configurado.

De igual forma se hablara de OSPF que es un protocolo basado en el algoritmo estado de enlace tomado como referencia el algoritmo de Dijkstra. Este protocolo fue el sucesor de RIP, a diferencia de los protocolos de vector de distancia, OSPF soporta un mayor crecimiento de la red.

En lugar de procesar los caminos basándose en los vectores de distancia, OSPF mantiene un mapa de la topología de la red, lo cual ofrece una visión más global de la misma, seleccionando de esta forma los caminos más cortos.

Por último se hablara del protocolo EIGRP que no es más que la versión mejorada del protocolo IGRP que es un protocolo más de enrutamiento pero que no se hablara de él aquí en este documento.

EIGRP es uno de los mejores protocolos ya que puede aprovechar el enrutamiento por vector-distancia y de enlace. Este protocolo tiene muchas ventajas y una de ellas es la del aprovechamiento reducido del ancho de banda, entre otras que se mencionaran en este documento.

## 1. PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO

Los protocolos de enrutamiento son aquellos que facilitan el manejo del direccionamiento entre routers con el fin de establecer una comunicación intercambiando información de manera dinámica sobre las posibles rutas de las redes que pueden alcanzar y de los beneficios de las rutas disponibles en cuanto a caminos más cortos se refieren. Estos protocolos facilitan el proceso de enrutamiento, el cual consiste en que los routers se envían entre sí periódicamente información de las rutas, creando en cada uno de ellos unas tablas de enrutamiento, para que en el momento que reciban un paquete de protocolo enrutado contarán con la ruta dónde deben enviarlo.

Existen varias formas de clasificar los protocolos de enrutamiento, en este caso se clasificaran en dos grupos:

- ✚ Interiores (IGP, Interior Gateway Protocols)
- ✚ Exteriores (EGP, Exterior Gateway Protocols)
  - BGP

### 1.1 Sistema Autónomo (AS)

Un Sistema Autónomo (AS) es un grupo conectado de uno o más prefijos de IP ejecutados por uno o más operadores de red con una política de enrutamiento ÚNICA y claramente DEFINIDA<sup>2</sup>. La mayoría de las redes conectadas a Internet actualmente siguen una política de enrutamiento simple, poseyendo un único proveedor de servicios y con ello la posibilidad de intercambiar información con cualquier otra red conectada a Internet. Cabe resaltar el caso en el que por

---

<sup>2</sup> Dr. Sidnie Feit. TCP/IP Arquitectura, protocolos implementación y seguridad, Osborne McGraw Hill, pag 164

ejemplo un ente contara con múltiples proveedores de servicio o usara Internet como un método económico para el acceso de sus clientes o proveedores y las comunicaciones se limitan a esos lugares. En este caso la empresa podría necesitar un número propio de AS, usando este como un índice para la información que se usa para definir y forzar su política de enrutamiento.

## 1.2 Protocolo Interior de Pasarela – IGP

El Protocolo Interior de Pasarela es un protocolo de enrutamiento que se usa para intercambiar información de enrutamiento dentro de un sistema autónomo. Este protocolo lo constituyen:

- RIP - Routing Information Protocol
- OSPF - Open Shortest Path First
- EIGRP - Enhanced Interior Gateway Routing Protocol
- IGRP - Interior Gateway Routing Protocol

Estos protocolos se caracterizan por: su Tipo, se refiere al modelo matemático, si es Vector distancia o Estado de enlace; Tiempo de convergencia, tiempo que emplea la red en que sus componentes manejen el mismo conocimiento y/o información; Soportar VLSM, si maneja máscaras de subred de tamaño variable para que no caduquen sus direcciones IP; Consumo de ancho de banda, si el protocolo en el envío o trafico de información en la red utiliza o maneja mucha capacidad de la línea disponible para el transporte de estos datos; Consumo de Recursos, se refiere al uso desmesurado de memoria, CPU, batería y ancho de banda, afectando la eficiencia del protocolo<sup>3</sup>; Mejor escalamiento, controlando el crecimiento continuo de la red; De libre uso o propietario, si es de libre uso o esta patentado bajo alguna marca.

---

<sup>3</sup> <http://www.iti.upv.es/groups/sidi/papers/Quintero06.pdf>

A continuación se compararan los protocolos más importantes RIP, OSPF y EIGRP.

Características	RIP	OSPF	EIGRP
Tipo	Vector distancia	Estado de enlace	Vector distancia, Estado de enlace
Tiempo de convergencia	Lento	Rápido	Rápido
Soporta VLSM	No	Si	Si
Consumo de ancho de banda	Alto	Bajo	Bajo
Consumo de Recursos	Bajo	Bajo	Bajo
Mejor escalamiento	No	Si	Si
De libre uso o propietario	Libre uso	Libre uso	Propietario

Tabla 1: Comparación entre RIP, OSPF y EIGRP

### 1.3 Modelos Matemáticos

Los Modelos Matemáticos de protocolos de comunicación son: Vector distancia y Estado de enlace.

#### 1.3.1 Vector Distancia

Este es un algoritmo de enrutamiento que realiza iteraciones con el número de saltos para encontrar la ruta más corta. En este ruteo cada router mantiene una tabla indicando la distancia mínima conocida hacia el destino y el camino llegar a él; esta tabla se actualiza regularmente con datos de los router vecinos; esto

consiste en que cada router expide la tabla de distancias a sus vecinos. Estos algoritmos son fáciles de implementar, pero tienen algunas desventajas considerables, como cuando un router cuenta con información incorrecta ya que al cambiar las rutas rápidamente, o al existir caídas de enlaces, la misma topología no podría estabilizar los caminos debido a la lenta propagación de la información<sup>4</sup>.

### **1.3.1.1 Funcionamiento**

Las actualizaciones periódicas y rutinarias del enrutamiento que generan la mayoría de protocolos de enrutamiento por vector distancia sólo se dirigen a los dispositivos de enrutamiento que estén directamente conectados. El direccionamiento que suelen usar los dispositivos que envían estas actualizaciones es una difusión lógica. En un entorno de vector distancia, la actualización del enrutamiento incluye una tabla de enrutamiento completa. Consiste que cuando un router recibe una tabla de un vecino, puede verificar las rutas conocidas y realizar cambios en la tabla local en base a la información recibida. En este grupo se encuentran RIP, IGRP y EIGRP.

### **1.3.2 Estado de enlace**

Son algoritmos empleados por los enrutadores para calcular rutas óptimas hacia los destinos. Cada router recibe la información sobre estado de los enlaces de la red y la emplea para los cálculos de trayectorias más cortas<sup>5</sup>.

Los protocolos de enrutamiento por estado de enlace seleccionan los datos precisos de los routers, donde cada uno de ellos calcula independientemente la ruta óptima hacia un destino, produciendo pocos errores al tener una visión independiente de la red. Algunas ventajas de este método radican en que estos protocolos envían actualizaciones solo cuando hay cambios en la topología,

---

<sup>4</sup> <http://cursos.die.udec.cl/~redes/apuntes/myapuntes/node138.html>

<sup>5</sup> <http://www.mastermagazine.info/termino/4928.php>

soportan resúmenes de rutas, las actualizaciones periódicas son menos frecuentes, etc<sup>6</sup>.

### 1.3.2.1 Funcionamiento

Los protocolos de enrutamiento por estado de enlace sólo generan actualizaciones cuando hay cambios en la topología como se dijo anteriormente. Cuando existe un cambio en el estado de un enlace, el dispositivo que detecta el cambio creará una publicación del estado de enlace (LSA) que concierna a esa ruta; luego, LSA se propaga a todos los dispositivos vecinos que utilicen una dirección de multidifusión especial. Cada router mediante la técnica de inundación o *flooding*, envía las LSA a todos sus vecinos, y actualiza la base de datos de topología, la tabla que contiene toda la información sobre el estado de enlace de la red. Esta inundación se hace necesaria para garantizar que todos los dispositivos sepan del cambio para así puedan actualizar sus respectivas bases de datos. Gracias a su diseño jerárquico, en OSPF se reduce la necesidad de inundar una LSA ya que el uso de las áreas restringe la inundación al límite lógico del área en vez de a todos los dispositivos del dominio de OSPF. Esto quiere decir que si ocurre un cambio en un área, el recálculo de la tabla de enrutamiento solo se hará para esa área.

## 2. RIP (ROUTING INFORMATION PROTOCOL)

RIP es un protocolo de puerta de enlace interna IGP (Internal Gateway Protocol) basado en vector distancia diseñado en la Universidad de Berkeley, California, para realizar el intercambio de información de encaminamiento entre routers y hosts de una red; esto significa que almacena la distancia o saltos que separa unos nodos de otros, denominando a esta distancia Métrica, que comprende un

---

<sup>6</sup> <http://www.aprenderedes.com/?p=50>

valor entre 0 y  $15^7$ , obteniendo la tabla de rutas de una red. Una métrica de 16 indicaría que el host es inalcanzable por dicha ruta. La implementación original de RIP fue para el protocolo Xerox PUP a principios de los 80.

## 2.1 Breve Historia de RIP

El protocolo de enrutamiento RIP fue originado por el protocolo de Xerox, el Gwinfo. Posteriormente hubo otra versión conocida como routed, que fue dada a conocer por Berkeley Standard Distribution de Unix en el año de 1982. Después RIP evolucionó como un protocolo de enrutamiento de internet. Hoy día se ha hecho una mejora a RIP y es su nueva versión RIP 2, teniendo como ventaja incluir más información en los paquetes RIP incluyendo un mecanismo de autenticación muy simple.

## 2.2 Funcionamiento del Protocolo

RIP propaga actualizaciones de enrutamiento a través de la tabla de enrutamiento completa cada 30 segundos, por omisión. Cada host, ya sea un router o una estación de la red que implemente RIP, deberá tener una tabla de encaminamiento que almacene las posibles rutas hacia redes o host alcanzables, donde cada tabla deberá guardar al menos los siguientes datos: La dirección IP destino, que podrá ser la dirección IP de un host, la dirección IP de una red o la dirección IP que identifica la ruta por defecto; una Métrica, representando el costo total que supone hacer llegar un paquete desde el host al destino indicado; la dirección IP del siguiente router que hay que atravesar para llegar al destino, no siendo necesario este si el destino está en la misma red que el host ya que están directamente conectados; un flag o bandera que indique que la información de la

---

<sup>7</sup> ACUÑA, Hugo A y GUERRERO S. Gabriel [1994], Protocolos de Internet, capítulo 17, pág. 225.

ruta ha cambiado recientemente; y un temporizador asociado a la ruta, para invalidarla cuando no se haya actualizado en un cierto intervalo de tiempo.

RIP tiene como principal ventaja y característica su sencillez para ser configurado, pero no puede controlar redes grandes, genera mucho tráfico en la red y su tiempo de convergencia es lento, por lo cual solo se implementa en redes de área local pequeñas<sup>8</sup>.

### 2.3 Mapa Lógico de RIP

RIP está basado en el vector distancia e itera sobre el número de saltos a que esta un nodo fuente de un nodo destino.

Para ilustrar este protocolo se explicará mediante dos ejemplos gráficos, siguiendo el algoritmo Bellman-Ford<sup>9</sup>:

#### Ejemplo #1:

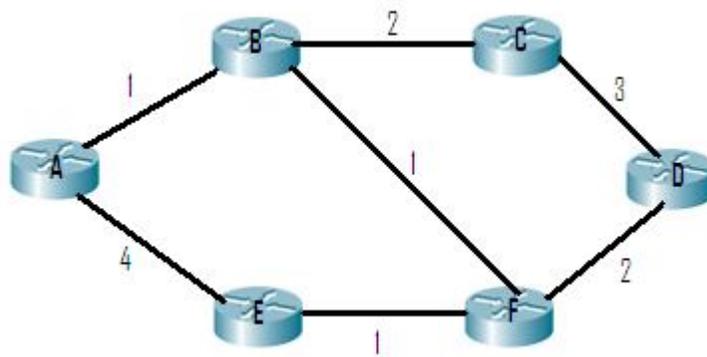


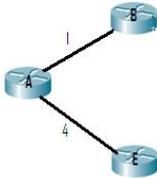
Figura 1: Ejemplo #1 aspecto funcional de RIP

<sup>8</sup> <http://www.microsoft.com/spain/technet/recursos/articulos/secmod40.msp>

<sup>9</sup> Algoritmo que elige las rutas mínimas desde un nodo origen de un grafo a los demás nodos.

Se examinan los costos de todas las trayectorias que van de A a cada Router sobre una base salto por salto.

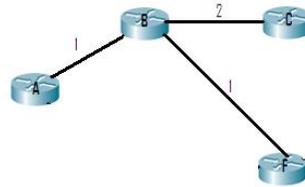
### Un salto



Trayectoria AB = 1  
Trayectoria AE = 4

Figura 2: Ejemplo #1 RIP un salto

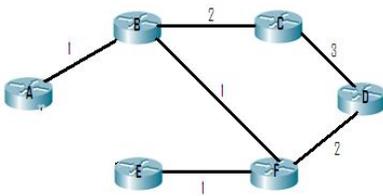
### Dos saltos



Trayectoria ABC = 3  
Trayectoria ABF = 2

Figura 3: Ejemplo #1 RIP dos saltos

### Tres saltos



Trayectoria ABCD = 6  
Trayectoria ABFD = 4  
Trayectoria ABFE = 3

Figura 4: Ejemplo #1 RIP tres saltos:

Se escoge el que menos salto requiera para llegar al objetivo, en este caso en el del un salto se escoge la **trayectoria AB**, en el de dos se escoge la **trayectoria ABF** y en el de tres se eligen dos trayectorias la **ABFD** y **ABFE**.

En el último paso (tres saltos), se seleccionan dos trayectorias. La primera, ABFD, representa la de menor costo de A a D con base en la métrica de saltos. La segunda trayectoria, ABFE, se selecciona porque representa la de menor costo de A a E.

El resultado final representa el costo mínimo tomado desde el Router origen o fuente a todo Router de la red. Podrían generarse resultados similares para cada Router de la red. El resultado de menor costo del Router A en este ejemplo es:

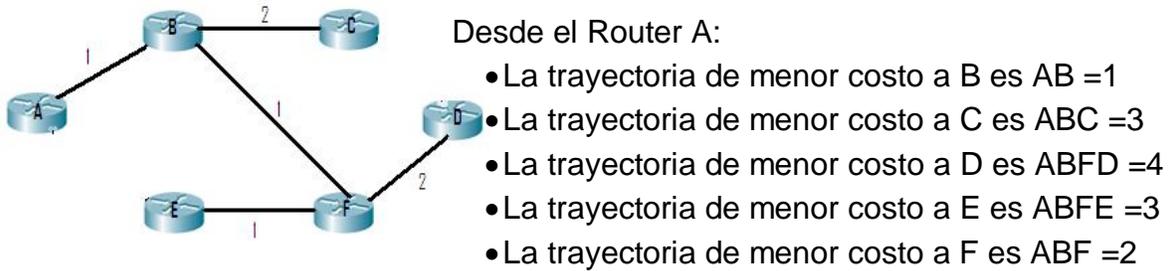


Figura 5: Ejemplo #1 RIP Resultado Menor costo

### Ejemplo #2:

Se busca establecer y visualizar las tablas de enrutamiento de cada uno de los routers luego de que se dé la convergencia entre estos. En cada tabla de los respectivos routers se especificará el Router, el camino por el cual sale desde el router origen y el número de saltos para llegar a los otros Routers, como se especifica en la siguiente figura:

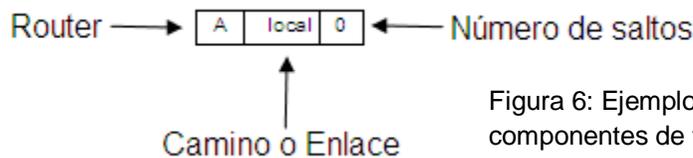


Figura 6: Ejemplo #2 Explicación de componentes de tabla de enrutamiento

El ejemplo consta de 5 Routers (A, B, C, D, E), interconectados entre sí mediante 6 enlaces:

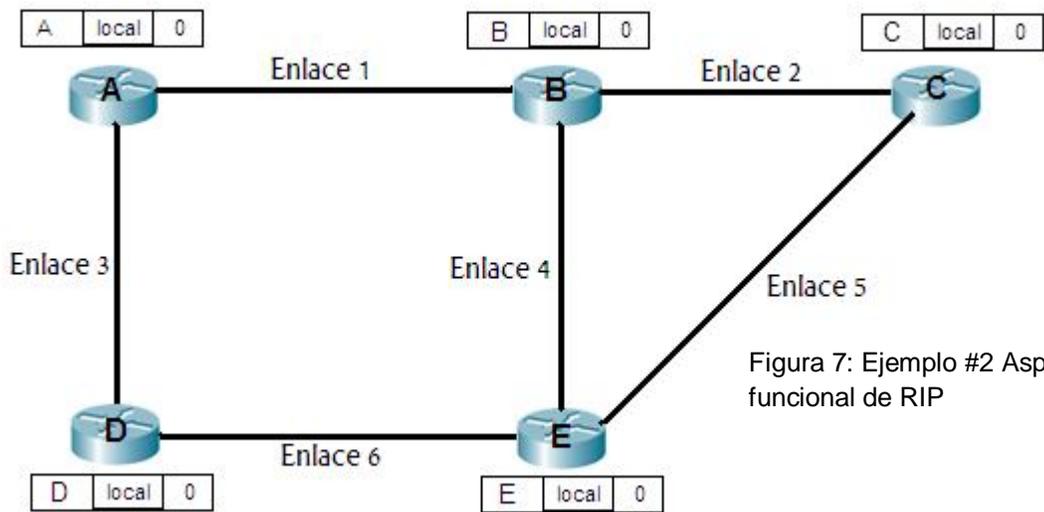


Figura 7: Ejemplo #2 Aspecto funcional de RIP

La tabla para el Router A seria:

A	local	0
B	1	1
D	3	1
C	1	2
E	1	2

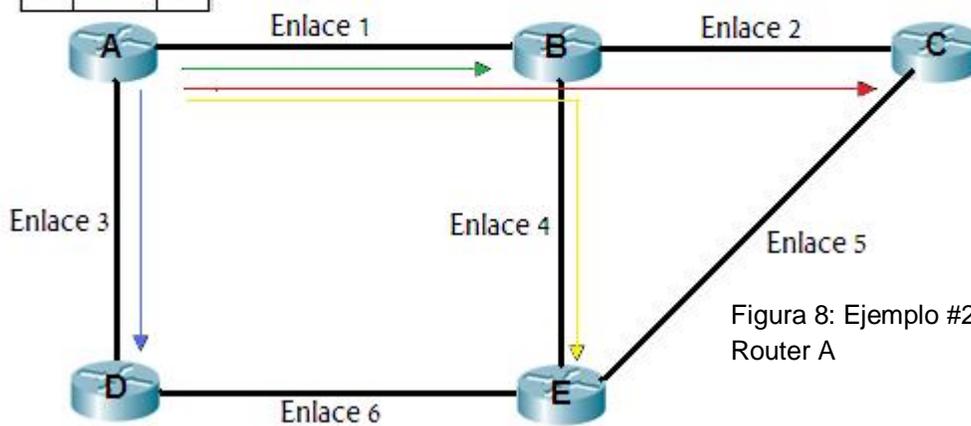
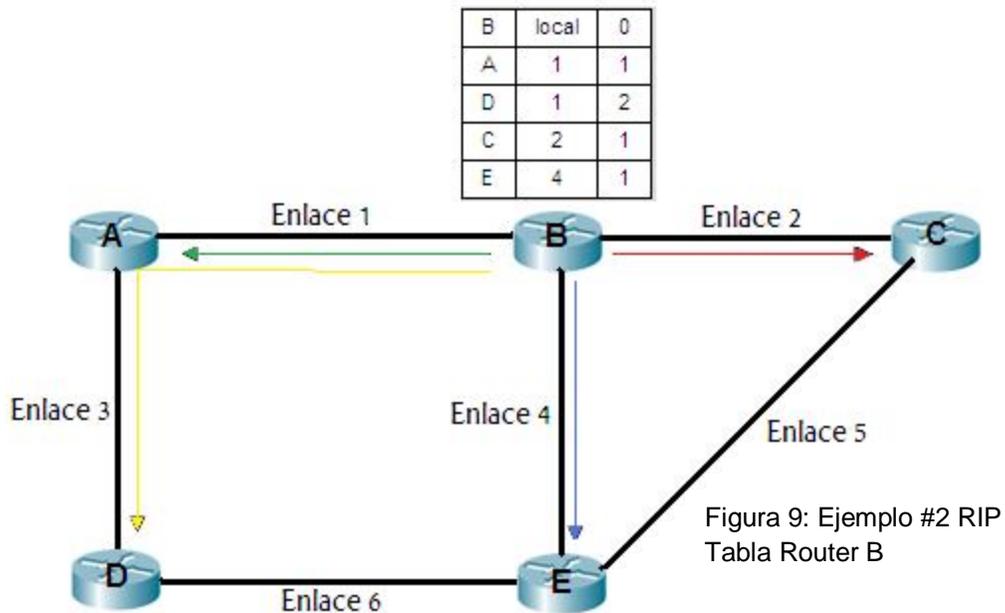


Figura 8: Ejemplo #2 RIP Tabla Router A

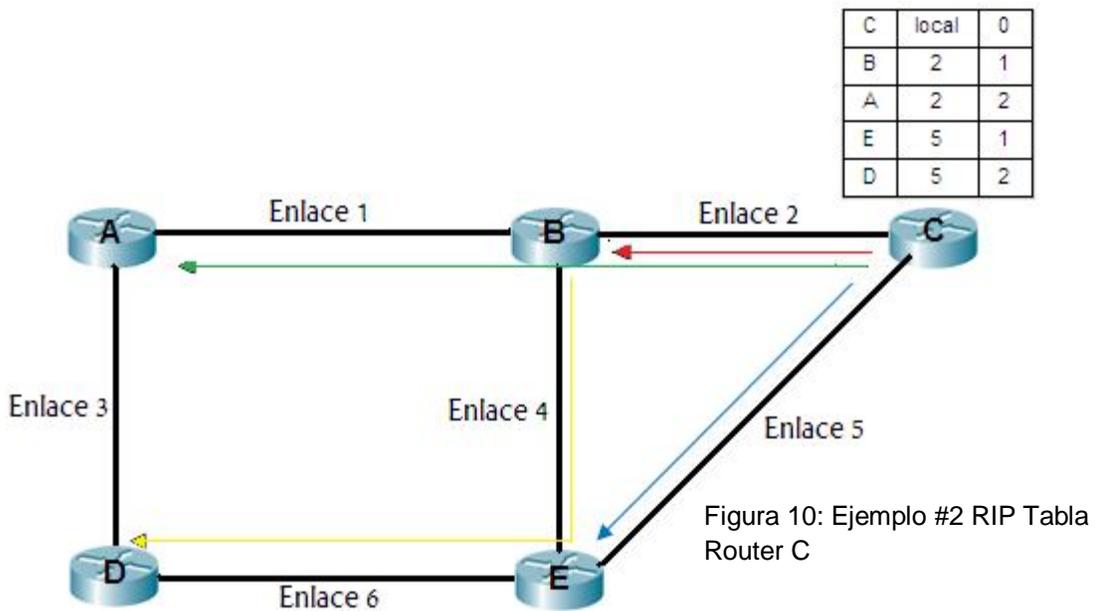
Del Router A hacia B (identificada con la línea verde) se toma por el enlace uno y es un solo salto; de A a D (línea azul) se dirige por el enlace tres y lo hace en 1 salto; de A hacia C (línea roja) sale por el enlace uno y realiza el objetivo en 2 saltos; y de A hacia E (línea amarilla) utiliza el enlace uno y lo hace en 2 saltos.

La tabla para B:



Del Router B hacia A (identificada con la línea verde) se toma por el enlace uno y es un solo salto); de B a D (línea amarilla) se dirige por el enlace uno y lo hace en 2 salto; de B hacia C (línea roja) sale por el enlace dos y lo realiza en un salto; y de B hacia E (línea azul) utiliza el enlace cuatro y lo hace en un salto.

La tabla para C:



Del Router C hacia B (identificada con la línea roja) se toma por el enlace dos y es un solo salto); de C a A (línea verde) se dirige por el enlace dos y lo hace en 2 saltos; de C hacia E (línea azul) sale por el enlace cinco y lo realiza en un salto; y de C hacia D (línea amarilla) utiliza el enlace cinco y lo hace en dos saltos.

La tabla para D:

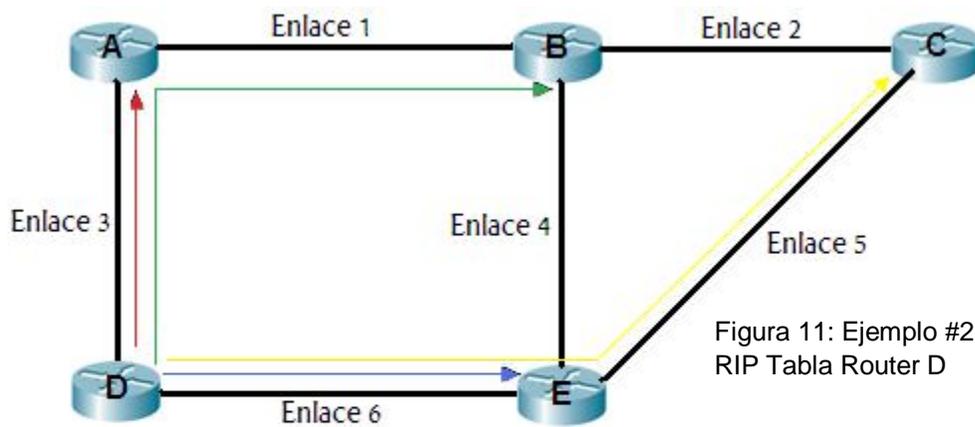


Figura 11: Ejemplo #2  
RIP Tabla Router D

D	local	0
A	3	1
B	3	2
E	6	1
C	6	2

Del Router D hacia A (identificada con la línea roja) se toma por el enlace tres y es un solo salto); de D a B (línea verde) se dirige por el enlace tres y lo hace en dos saltos; de D hacia E (línea azul) sale por el enlace seis y lo realiza en un salto; y de D hacia C (línea amarilla) utiliza el enlace seis y lo hace en dos saltos.

La tabla para E:

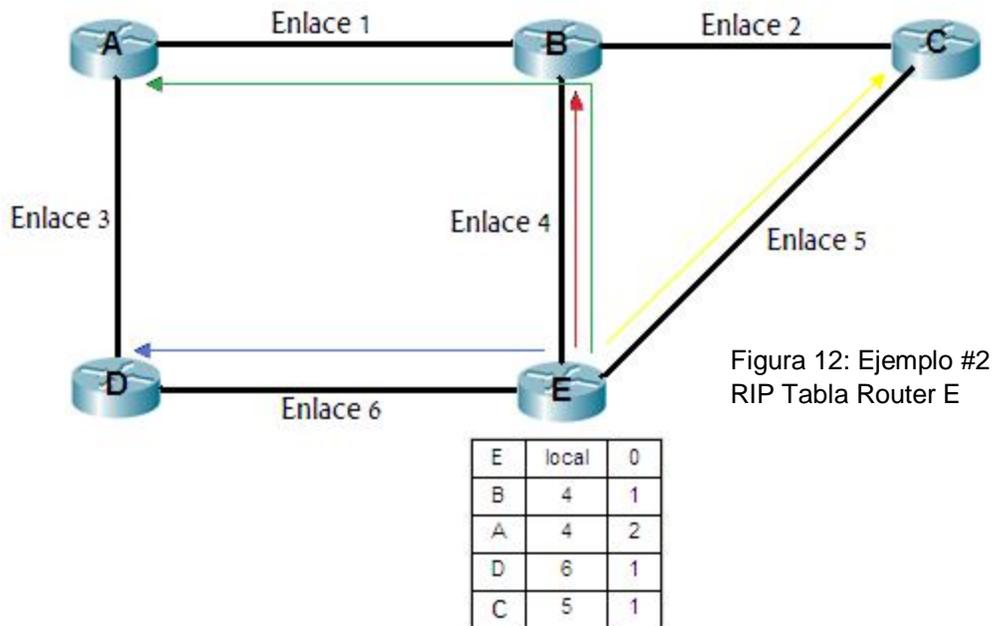


Figura 12: Ejemplo #2  
RIP Tabla Router E

Del Router E hacia B (identificada con la línea roja) se toma por el enlace cuatro y es un solo salto); de E a A (línea verde) se dirige por el enlace cuatro y lo hace en dos saltos; de E hacia D (línea azul) sale por el enlace seis y lo realiza en un salto; y de E hacia C (línea amarilla) utiliza el enlace cinco y lo hace en un salto.

## 2.4 Características del protocolo

RIP presenta las siguientes características:

- Usa el Protocolo de Datagrama de Usuario (UDP)<sup>10</sup> para todo el transporte, proveyendo una comunicación sencilla, agregando puertos origen y destinos.
- Envía la tabla de enrutamiento completa a cada router vecino, cada 30 segundos.
- Maneja como métrica el número de saltos entre Routers, (número máximo de saltos 15).

<sup>10</sup> Se hará una ampliación temática más adelante.

- Utiliza el puerto 520 para el envío de sus mensajes.
- No tiene en cuenta la velocidad ni la fiabilidad de las líneas a la hora de seleccionar la mejor ruta.

## 2.5 Formato de los Mensajes RIP

Para el transporte de mensajes, RIP utiliza UDP (User Datagram Protocol), un protocolo no orientado a conexión que suministra una comunicación sencilla no fiable. UDP no incorpora ninguna mejora en la calidad de la transferencia aunque agrega los puertos origen y destino en su formato de mensaje<sup>11</sup>. Para la recepción y emisión de todos los datagramas UDP se asocia al puerto 520.

La estructura de los mensajes RIP consta de los siguientes datos:

- ✚ Comando: podrá ser cualquiera de los siguientes :
  - Una petición, indicada con el valor 1, mediante la cual se podrá solicitar a un router que envíe parte o la totalidad de su tabla de encaminamiento.
  - Una respuesta, indicada con el valor 2, con la cual el emisor del mensaje anuncie parte de su tabla de encaminamiento o su totalidad. Este mensaje será enviado como respuesta a una petición o será enviado periódicamente cada cierto tiempo como mensaje de actualización.
  - Los valores 3 y 4, que corresponden a los comandos **traceon** y **traceoff** respectivamente. Cabe resaltar, que son conceptos obsoletos por lo cual deben ignorarse si aparecen.
  - El valor 5 está reservado por Sun Microsystems para uso particular en sus implementaciones del protocolo, por lo cual los mensajes son ignorados por otras implementaciones.

---

<sup>11</sup> [http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/sistemas/ingsanchez/Redes/Archivos/Protocolo\\_UDP.pdf](http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/sistemas/ingsanchez/Redes/Archivos/Protocolo_UDP.pdf)

- ✚ Información de las rutas: los campos comprendidos entre identificador de familia de direcciones y métrica podrán repetirse hasta 25 veces en un mismo mensaje, siendo posible enviar hasta 25 rutas en un solo mensaje. Con esto es posible tener rutas para diferentes protocolos en un mismo mensaje, indicando el protocolo en el campo de identificador de familia de direcciones.
- ✚ Dirección IP: contendrá la dirección del destino de la ruta que podrá ser una red, un host o la ruta por defecto. Tiene un tamaño de 4 bytes para almacenar direcciones IP estándar de IPv4 de 32 bits.
- ✚ Métrica: podrá contener un valor entre 1 y 15. Se usará 16 en caso de querer indicar que la ruta no se puede alcanzar.

## 2.6 Lo Bueno y lo Malo

Ventajas	Desventajas
Fácil de configurar	Define infinito como 16. No puede ser usado en una interred que tenga un diámetro mayor a 15.
Resume automáticamente las actualizaciones entre redes	Usa valores fijos para el periodo de actualización y tiempo de espera. No puede ser usado en redes que tengan perdidas altas.
La utilización de una única ruta ofrece un proceso de consulta más rápido	Usa métrica fija cuando proponga rutas. No puede ser implementado en interredes que usen medidas para seleccionar las rutas <sup>12</sup> .

Tabla 2: Ventajas y desventajas de RIP

<sup>12</sup> COMER, D. E. y D. L. STEVENS [1995], Interconectividad de Redes con TCP/IP pag 385

### 3. OSPF (OPEN SHORTEST PARTH FIRST)

El protocolo OSPF (Primero el camino abierto más corto) es un protocolo de encaminamiento para utilización en sistemas autónomos de todos los tamaños. OSPF fue desarrollado como sucesor de RIP y sus inconvenientes, ya que este consume cantidades elevadas de ancho de banda de la red debido a la gran cantidad de paquetes que necesita para llevar a cabo el intercambio de información sobre las rutas, mientras que OSPF es un protocolo de estado, en lugar de procesar los caminos basándose en los vectores de distancia, mantiene un mapa de la topología de la red, lo cual ofrece una visión más global de la misma, seleccionando de esta forma los caminos más cortos. OSPF, ha sido pensado para el entorno de Internet y su pila de protocolos TCP/IP, como un protocolo de routing interno, es decir, que distribuye información entre routers que pertenecen al mismo Sistema Autónomo.<sup>13</sup>

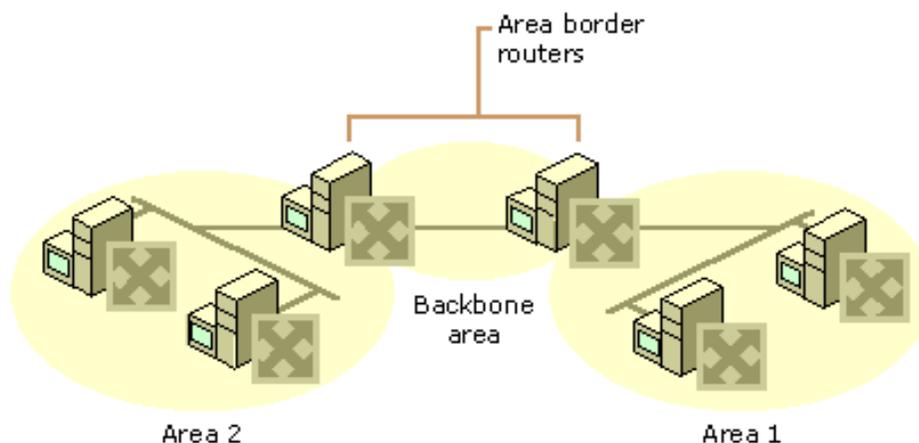


Figura 13: Diagrama de una interconexión de redes OSPF I

<sup>13</sup> <http://www.uv.es/montanan/redes/trabajos/OSPF.doc>

Esta topología está fundamentada en áreas interconectadas jerárquicamente. El sistema autónomo de este protocolo puede ser fragmentado en varias áreas y todas estas se encuentran conectadas Backbone o área 0 como lo muestra el siguiente esquema:

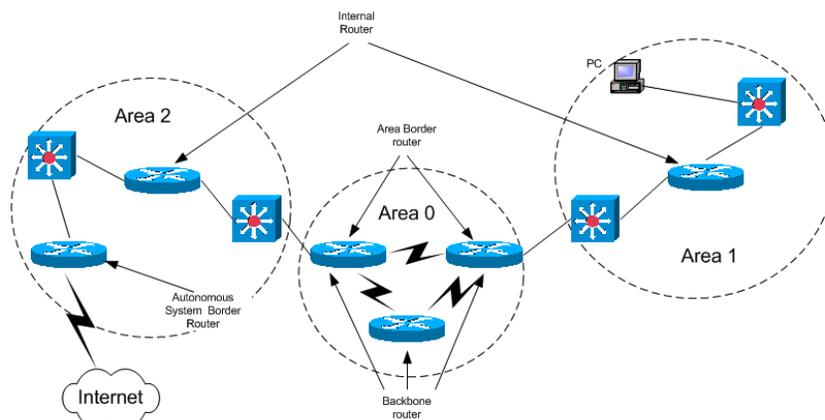


Figura 14: Diagrama de una interconexión de redes OSPF II

### 3.1 Breve Historia

Es un protocolo de ruteo, desarrollado por la fuerza de trabajo de la ingeniería de internet. Fue creado por los inconvenientes que tuvo RIP en los años ochenta, ya que no era capaz de dar servicio a grandes redes.

OSPF se derivó de varios esfuerzos de las muchas investigaciones que hicieron las compañías como Arpanet, BBN que se apoyaron en el funcionamiento del algoritmo SPF (primero la trayectoria más corta) que es otro protocolo.

### 3.2 Características

OSPF está clasificado como un protocolo de tipo IGP, diseñado para aceptar crecimientos en la red y poder difundir la información de encaminamiento de manera rápida, cumpliendo con las siguientes características<sup>14</sup>:

<sup>14</sup> Dr. Sidnie Feit. TCP/IP Arquitectura, protocolos implementación y seguridad, Osborne McGraw Hill, pag 190

- ✚ Rápida detección de cambios en la topología de la red.
- ✚ Poca carga de la red, debido al envío de información correspondiente a los cambios sufridos en las rutas, en lugar de enviar las rutas completas.
- ✚ Capacidad de toma de decisiones. En los lugares en los que existen múltiples caminos, OSPF es capaz de hacer balance de decisiones.
- ✚ Encaminamiento según el tipo de servicio.
- ✚ Decremento del tamaño de las tablas de rutas debido a la utilización de zonas como espacio de trabajo.
- ✚ Utilización de multienvío dentro de las áreas.
- ✚ Funcionamiento jerárquico.
- ✚ Autenticación del intercambio de tablas de rutas.
- ✚ Seguridad ante los cambios.
- ✚ Escalabilidad en el crecimiento de rutas externas.
- ✚ Maneja seguridad ante los cambios, exigiendo una autenticación para garantizar un esquema seguro en el cual solo difundan información de routing los routers confiables<sup>15</sup>.

### 3.3 Lógica del Funcionamiento

Para explicar bien el funcionamiento de este protocolo se llevará a la práctica mediante los siguientes ejercicios siguiendo el método Dijkstra<sup>16</sup>:

---

<sup>15</sup> [www.uv.es/montanan/redes/trabajos/OSPF.doc](http://www.uv.es/montanan/redes/trabajos/OSPF.doc)

<sup>16</sup> Algoritmo para escoger la ruta más corta de un nodo origen hacia el resto de nodos en un grafo dado.

## Ejemplo #1:

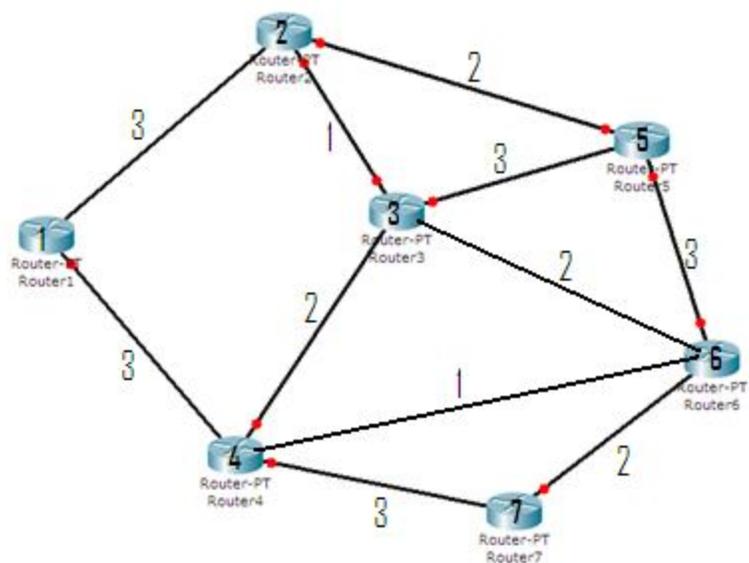


Figura 15: Ejemplo #1 OSPF

Se calcula la distancia más corta desde 1 a cualquier nodo. Se procede primero en escoger un inicio, en este caso se ha escogido el número 1. Se decide que no existe ninguna distancia y no procede de ningún sitio y ha sido una iteración cero.

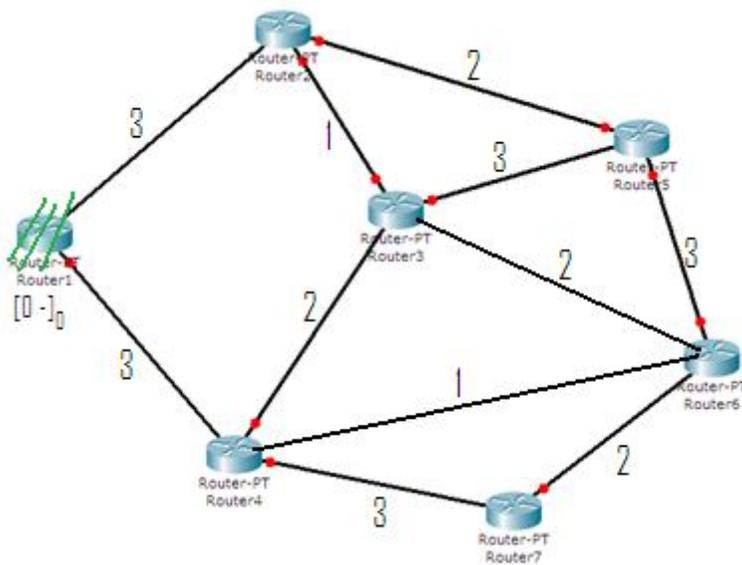


Figura 16: Ejemplo #1 OSPF Router 1

Luego se calculan las etiquetas correspondientes al número 1, las más cercanas son 2 y 4, el nodo 3 no porque no tiene ninguna conexión directa. Las etiquetas son un elemento constituido por 3 partes, la primera es el acumulado o la distancia, la segunda es la procedencia y la tercera es el número de iteraciones que se hicieron. En la iteración #1 del nodo 1 hacia el 2 se dice  $0+3=3$  procedente de 1, la etiqueta sería  $[3,1]_1$ . Con el nodo 4 es igual,  $0+3=3$  procedente del nodo 1 iteración 1, su etiqueta sería  $[3,1]_1$ . Se escoge la menor distancia acumulada, en este caso ambas tienen 3 por lo cual se escoge una al azar, en este caso se escoge el nodo 4 quien pasa a ser nuestro nodo permanente, como lo muestra la siguiente figura:

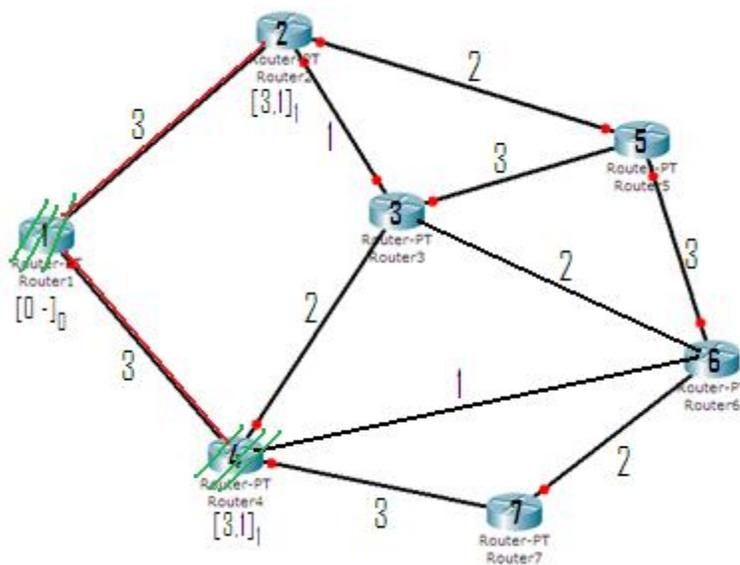


Figura 17: Ejemplo #1 OSPF Router 4

El procedimiento es el mismo desde el nodo 4, con el nodo 1 ya no se haría porque de igual ya está hecho; se hace hacia el nodo 3, 6 y 7. En la iteración hacia 3 se calcula  $3+2=5$  proveniente del nodo 4 iteración 2,  $[5,4]_2$ . Igual se hace hacia 6,  $3+1=4$  proveniente de 4 iteración 2, la etiqueta sería  $[4,4]_2$ . Hacia 7 sería  $3+3=6$  proveniente de 4 iteración 2,  $[6,4]_2$ .

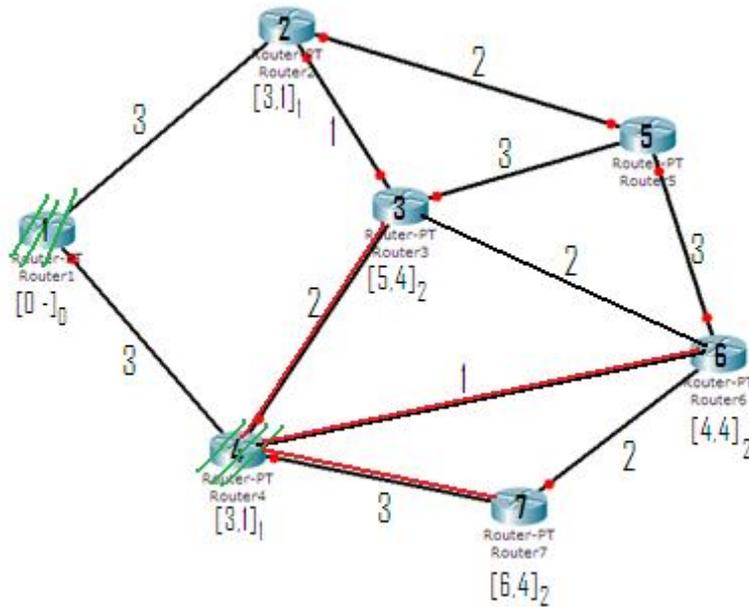


Figura 18: Ejemplo #1 OSPF Posibles rutas de Router 4

Lo que sigue es visualizar las etiquetas no permanentes o temporales y escoger la menor distancia acumulada. Si se observa las distancias son 4, 6, 5 y 3, se toma la distancia 3 perteneciente al acumulado de la etiqueta 1 del nodo 2 convirtiéndose en el nuevo nodo permanente.

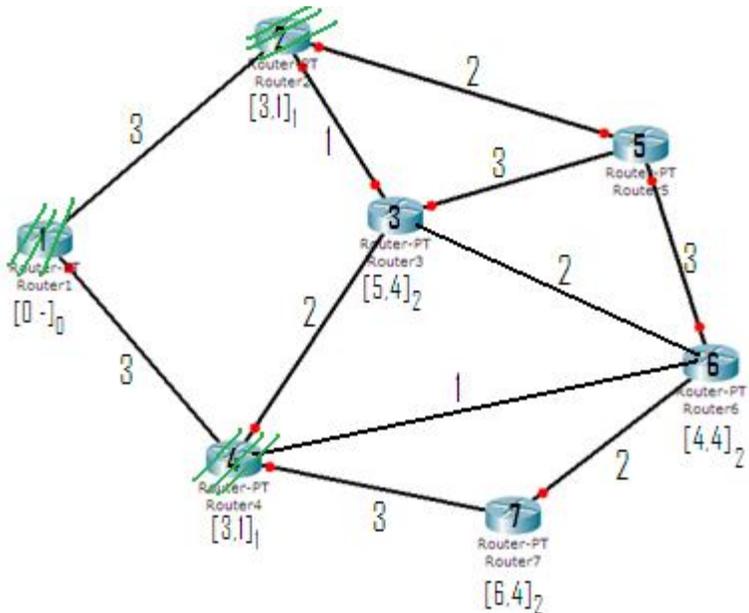


Figura 19: Ejemplo #1 OSPF Router 2

Las etiquetas se calculan desde el nodo 2 hacia 3 y 5.  $3+2=5$  proveniente de 2 iteración  $3 \rightarrow [5,2]_3$  para el nodo 5; y  $3+1=4$  proveniente de 2 iteración  $3 \rightarrow [4,2]_3$  para el nodo 3. Como se puede observar el nodo 3 posee dos distancias acumuladas, si la nueva distancia es menor cambia, de lo contrario queda la etiqueta que ya estaba, la idea es mejorar o hallar la distancia menor, y como se da el caso que la nueva distancia "4" es menor que 5 entonces se actualiza quedando  $[4,2]_3$  como la nueva distancia.

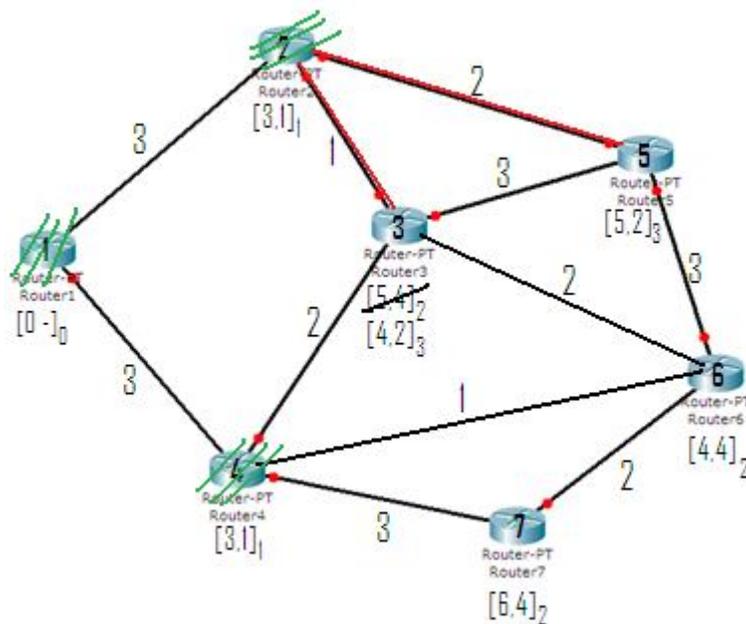


Figura 20: Ejemplo #1 OSPF Posibles rutas Router 2

Ahora se procede a buscar nuevamente la menor distancia acumulada que serian 5, 4, 4 y 6; como existen dos nodos con acumulado 4 se escoge al azar el 3 quien se convierte en el nodo permanente.

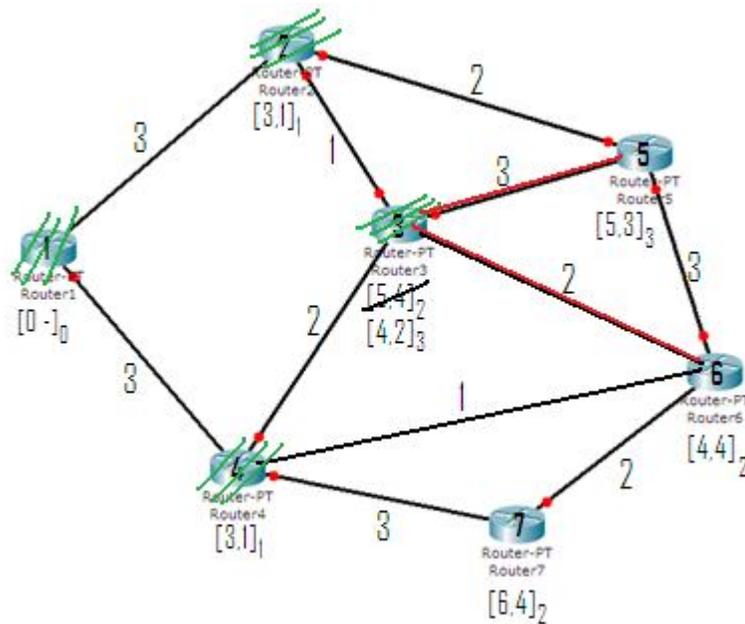


Figura 21: Ejemplo #1 OSPF Posibles rutas Router 3

Se sacan los acumulados hacia los nodos 5 y 6; para el nodo 5 el acumulado sería  $4+3=7$  iteración 4  $\rightarrow [7,5]_4$ ; y para el nodo 6 el acumulado es  $4+2=6$   $\rightarrow [6,5]_4$ .

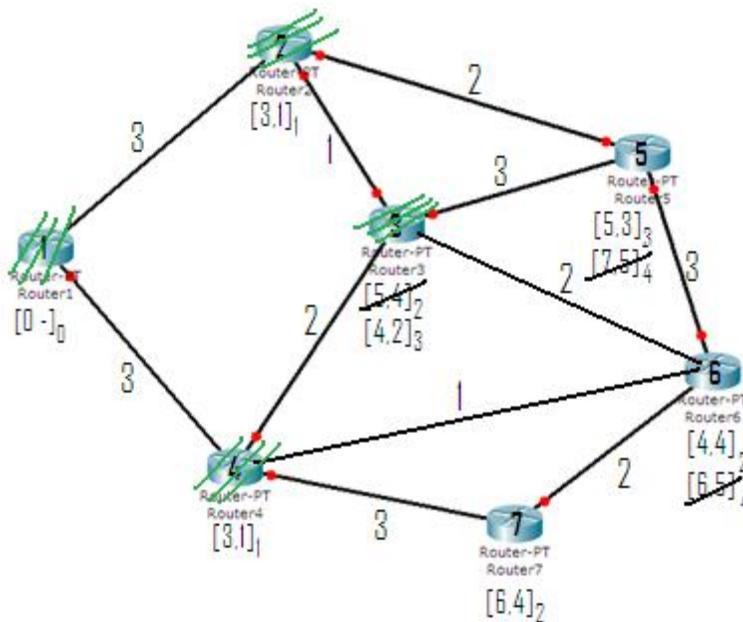


Figura 22: Ejemplo #1 OSPF Comparación de etiquetas de Routers 5, 6, 7

Nótese que los nuevos acumulados no mejoran a los anteriores en los nodos 5 y 6, por lo cual no cambian, y hacia el nodo 4 no se realiza ya que fue tomado como permanente y su participación este proceso ya terminó. Se toma menor entre 5, 4 y 6, quedando como nuevo permanente el nodo 6 con acumulado 4.

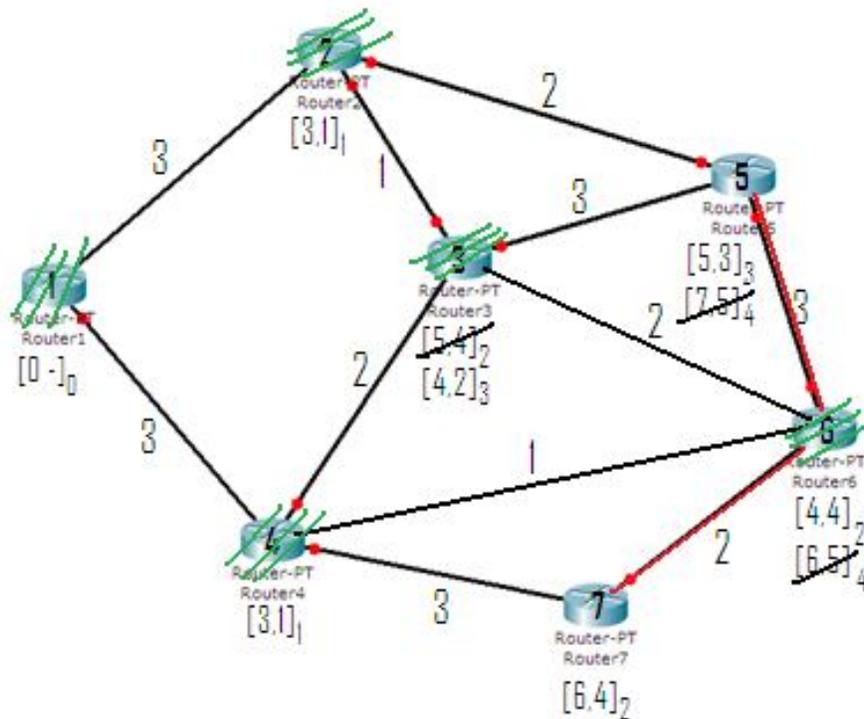


Figura 23: Ejemplo #1 OSPF Posibles rutas Router 6

Los acumulados del nodo 6 son  $4+3=7$  iteración 5  $\rightarrow [7,6]_5$  y  $4+2$  iteración 5  $\rightarrow [6,6]_5$  hacia los nodos 5 y 7 respectivamente. No se hace hacia 3 y 4 por lo antes explicado con los nodos que ya han sido permanentes.

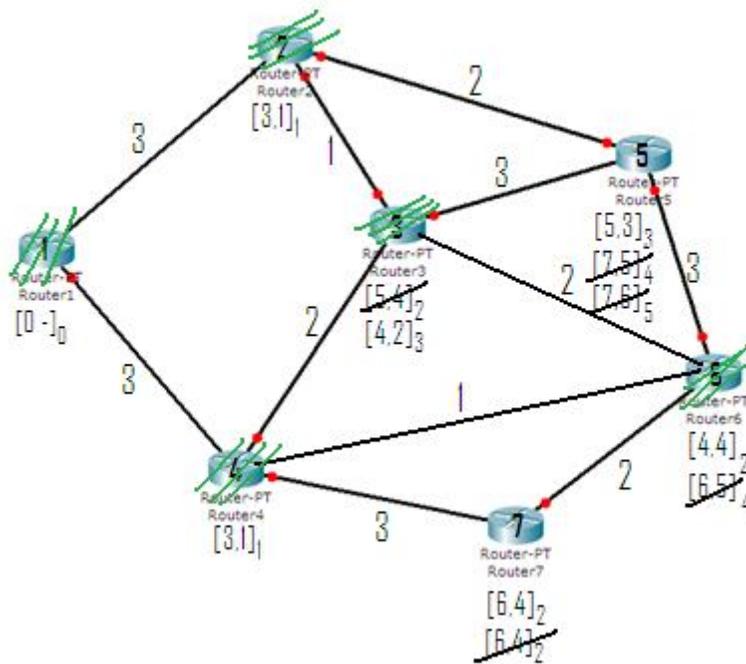


Figura 24: Ejemplo #1 OSPF Comparación de etiquetas Routers 5, 7

Al observar se nota que en el nodo 7 el acumulado no mejora, pero este resultado no es significativo ahora ya que el acumulado del nodo 5 es menor, entonces este quedaría como permanente. Nótese que los nodos vecinos del nodo 5 ya han sido permanentes, entonces se prosigue a escoger al segundo y último nodo en este caso en orden de acumulado, el nodo 7; pero este tampoco tiene vecinos no permanentes así que finaliza el proceso de escoger los permanentes.

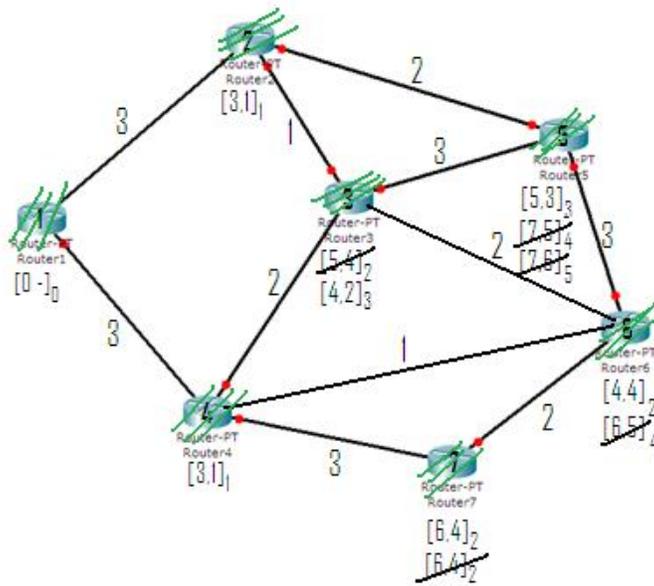


Figura 25: Ejemplo #1 OSPF Fin del proceso

Por ejemplo, si se quiere saber las distancias para llegar de un nodo a otro, se sacan los caminos en el gráfico final:

Camino del nodo 1 a 7

1 → 4 → 7

1 → 4 → 6 → 7

Camino del nodo 1 a 5

1 → 4 → 7

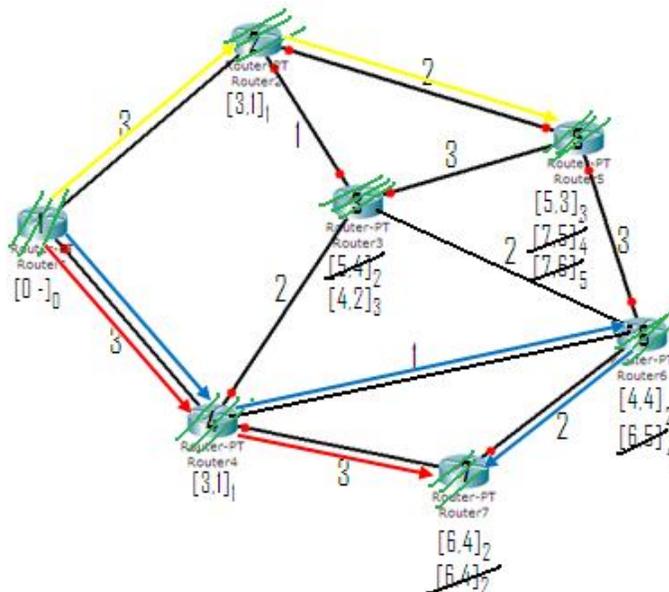


Figura 26: Ejemplo #1 OSPF Distancias ejemplos resultantes

## Ejemplo #2:

El siguiente ejercicio establece la conexión entre los Routers (A, B, C, D, E, F, G); se cuenta con un número de prefijos relacionados a ellos, 13 prefijos distribuidos como muestra la figura:

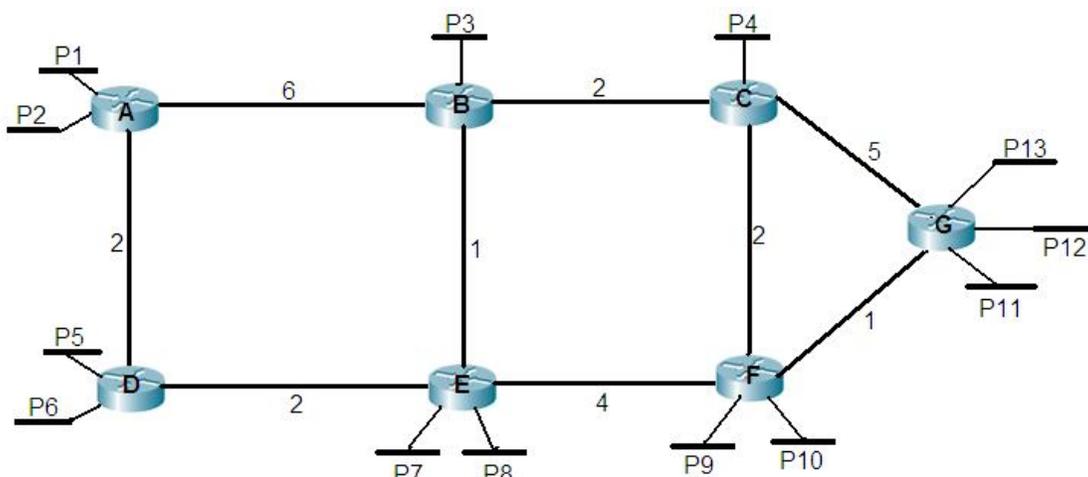


Figura 27: Ejemplo #2 OSPF

Cada Router crea la tabla con datos que incluyen: routers vecinos, la distancia hacia ellos y prefijos relacionados al Router:

A	B	C	D	E	F	G
B/6	A/6	B/2	A/2	B/1	C/2	C/5
D/2	C/2	F/2	E/2	D/2	E/4	F/1
P1	E/1	G/5	P5	F/4	G/1	P11
P2	P3	P4	P6	P7	P9	P12
				P8	P10	P13

Tabla 3: Ejemplo #2 OSPF Tablas de Routers

Router A: Su distancia hacia B es 6; hacia D es 2; y tiene dos prefijos P1 y P2.

Router B: La distancia hacia su vecino A es 6; hacia C es 2, y tiene un prefijo, P3.

Router C: el trayecto hacia B es 2; hacia F es 2; hacia G es 5; y tiene a P4 como prefijo.

Router D: la distancia hacia A es 2, lo mismo hacia E; y tiene dos prefijos, P5 y P6.

Router E: el recorrido a B es 1; hacia D es 2; a F es 4, y posee dos prefijos, P7 y P8.

Router F: el trayecto hacia C es 2; hacia E es 4; hacia G es 1 y tiene dos prefijos, P9 y P10.

Router G: la distancia hacia C es 5; hacia F es 1 y tiene tres prefijos, P11, P12 y P13.

Para la fácil comprensión de este protocolo, se desarrollara este ejemplo calculando las rutas óptimas mediante Dijkstra, desde el Router F hacia los demás routers en la red:

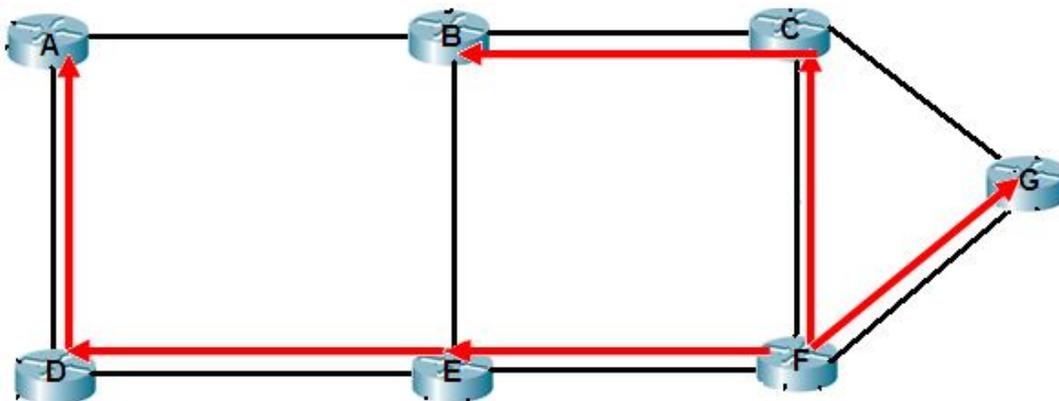


Figura 28: Ejemplo #2 OSPF Rutas de Router F hacia sus vecinos

De F a:

A, utiliza a E, pasando por D, su distancia es:  $4 + 2 + 2 = 8$

B, utiliza a C, la distancia es:  $2 + 2 = 4$

C, no utiliza ningún router ya que él es vecino directo de F, su distancia es: 2

D, utiliza a E, su distancia es:  $4 + 2 = 6$

E, no utiliza vecinos, su distancia es: 4

G, al igual que C y E, es vecino directo, su distancia es: 1

En la siguiente tabla se resume la anterior información:

ROUTER F		
Destino	Siguiente	Coste
A	E	8
B	C	4
C	C	2
D	E	6
E	E	4
F	F	0
G	G	1

Tabla 4: Ejemplo #2 OSPF Tablas de Costos Router F

Se continúa con la creación de la tabla de encaminamiento IP, la asociación de prefijos a los Routers:

Destino	Siguiente	Coste
P1	E	8
P2	E	8
P3	C	4
P4	C	2
P5	E	6
P6	E	6
P7	E	4
P8	E	4
P9	F	0
P10	F	0
P11	G	1
P12	G	1
P13	G	1

Tabla 5: Ejemplo #2 OSPF Tabla de encaminamiento de Router F

### 3.4 Lo Bueno y lo Malo

Ventajas	Desventajas
Se adapta al máximo a los protocolos TCP/IP.	Es Complejo, necesita una organización adecuada dando como resultado una difícil configuración y administración.
Es eficaz, solicita poco uso de la red.	OSPF requiere routers más poderosos y más memoria porque sus algoritmos son más complejos.
El tiempo de convergencia es rápido y el Consumo de Ancho de Banda es bajo.	Solo soporta el conjunto de protocolos TCP/IP.
Puede escalar a interconexiones de redes mayores.	Mantiene copias de la información de rutas, por lo que la cantidad de memoria requerida es amplia.
Los cambios en la topología son rápidos cuando se presentan en esta.	Requiere una carga de proceso intensiva.

Tabla 6: Ventajas y desventajas OSPF

### 3.5 Mensajes OSPF

Los mensajes del protocolo OSPF se envían directamente encapsulados en datagramas IP. El identificador utilizado en le datagrama IP es el 89 y el campo de Tipo de Servicio (TOS) debe tener un valor de cero.

El protocolo OSPF fue diseñado para permitir la fragmentación de sus paquetes. Este nivel de fragmentación es preferible a la fragmentación realizada a nivel de red en los datagramas IP.

La cabecera de un mensaje OSPF tiene el siguiente formato:

El primer campo del paquete indica la versión. Actualmente es la versión 2.

El segundo campo es el tipo de mensaje. Pueden ser los siguientes:

Tipo de mensaje	Descripción
Saludo	Identifica los routers vecinos, permite identificar un router y enviar señales para notificar el correcto funcionamiento
Descripción de las tablas de rutas	Intercambio de información de las tablas de la ruta
Petición del estado del enlace	Solicita datos que un router no tiene en su tabla de rutas
Actualización del estado de enlace	Se utiliza como respuesta a los mensajes de petición del estado del enlace y para informar de los cambios en la topología de la red.
ACK del estado de enlace	Se utiliza para confirmar la recepción de una actualización del estado del enlace.

Tabla 7: Tipos de mensajes OSPF

El tercer campo indica el tamaño del mensaje incluyendo la cabecera; el cuarto campo es el número que identifica el router que envía el mensaje; el quinto campo es el número de identificación del área donde se encuentra el router; el sexto y séptimo son el checksum y el tipo de autenticación. El resto de los campos tienen información sobre los datos de autenticación.

#### **4. EIGRP (ENHANCED INTERIOR GATEWAY ROUTING PROTOCOL)**

EIGRP es un protocolo avanzado basado en las características asociadas con los protocolos del estado de enlace. Es independiente, no confía en TCP/IP para

intercambiar información de enrutamiento; para esto utiliza el Protocolo de transporte fiable a fin de garantizar la entrega de la información de enrutamiento.

Emplea un algoritmo híbrido y equilibrado conocido como algoritmo de actualizaciones difusas (DUAL).

Los Routers EIGRP mediante la formación de adyacencias aprenden dinámicamente nuevas rutas que se unen a la red, identifican Routers que se vuelven inalcanzables o inoperables y redescubren los routers que anteriormente lo eran. EIGRP utiliza una métrica compuesta, la misma que el protocolo IGRP pero multiplicada por 256:

$$\text{Métrica} = [\text{BandW} + \text{Delay}] \times 256$$

#### **4.1 Breve Historia**

Cisco lanzó EIGRP en 1994 como una versión escalable y mejorada de su protocolo propietario de enrutamiento por vector-distancia, IGRP. EIGRP es un protocolo de enrutamiento basado en IGRP y es uno de los mejores protocolos ya que puede aprovechar el enrutamiento por vector-distancia y de enlace.

#### **4.2 Características**

- ✚ Con este protocolo se tienen las siguientes características:
- ✚ Convergencia rápida: se basa en el algoritmo Diffusing Update Algorithm (DUAL), permitiéndole ofrecer tiempos de convergencia rápidos.
- ✚ Utilización reducida del ancho de banda: no se preocupa por las actualizaciones periódicas, lo que hace es basarse en actualizaciones

parciales cuando cambia la métrica a un destino, actualizando el enlace en ese momento sin necesidad de actualizar la tabla de enrutamiento.

- ✚ Ofrece mejor escalabilidad y gestión superior de los bucles de enrutamiento.
- ✚ Los routers EIGRP guardan en varias tablas y bases de datos la información de ruta y topología, reaccionando rápidamente ante los cambios.

### 4.3 Lo bueno y lo Malo

Ventajas	Desventajas
El tráfico operativo es multidifusión, dando como resultado que las estaciones finales no se afecten por actualizaciones o consultas de enrutamiento.	No es un estándar, por lo cual es utilizado solo por compañías que tienen productos de Cisco
El soporte que da al equilibrio de la carga de métrica desigual, Permitiendo a los administradores distribuir mejor el flujo del tráfico en sus redes.	El algoritmo DUAL es complejo, y de un alto costo de CPU.
Soporta todas las tecnologías WAN: los enlaces dedicados, los enlaces punto a punto y la topología de multiacceso sin difusión.	
Soporta máscaras de subred de tamaño variable (VLSM), con lo que se promueve una asignación eficaz de las direcciones IP.	

Tabla 8: Ventajas y desventajas EIGRP

#### 4.4 Paquetes EIGRP

Utiliza cinco tipos de paquetes:

- **Hello:** se utilizan para hallar redes. Se envían como multidifusión y transportan un número de reconocimiento 0.
- **Actualización:** se envían para comunicar las rutas que han utilizado un determinado router para converger. Se envían como multidifusión cuando se encuentra una nueva ruta y se completa la convergencia. Estas actualizaciones se envían de forma muy segura.
- **Consultas:** este mecanismo es utilizado por el router cuando calcula la ruta y no encuentra un sucesor viable y entonces lo que hace es enviar un paquete a todos sus vecinos para ver si tienen un sucesor factible al destino.
- **Respuestas:** son paquetes que se transmiten para avisar de que la consulta tuvo éxito. Las respuestas son unidifusión con respecto al origen de la consulta y se envían fiablemente.
- **ACK:** confirman actualizaciones, consultas y respuestas.

## CONCLUSIÓN

De acuerdo al análisis planteado, se podría establecer una clasificación la cual sería:

- ✚ Que sin duda alguna los más importantes y más utilizados son los protocolos RIP, que a pesar de su limitación en el control de redes grandes puede configurarse de manera sencilla y se utiliza más que todo en redes pequeñas locales.
- ✚ Seguidamente esta OSPF que mejora ese obstáculo que presenta RIP y es que puede manejar grandes redes sin problema alguno y mejora el modo de hallar la mejor ruta o camino más corto. Y por ultimo esta EIGRP que es el mejor de todos ya que es la combinación de los dos anteriores.

La Tecnología de TCP/IP, esta soportada en su enrutamiento por este tipo de protocolos, a la par hay que destacar la importancia, evolución y especialización que han logrado los routers como maquinas dadas especialmente por CISCO, lo que infiere un mayor nivel de inteligencia en el dispositivo pero más requerimiento de Hardware, es decir esa es la tendencia de la industria de dispositivos de capa 3, protocolos más completos en los aspectos lógicos pero con mayor requerimientos de hardware para su implementación.

## RECOMENDACIONES

En el transcurso del desarrollo de esta monografía se encontró mucha información, que aunque siendo precisa y definiendo muchos términos e ideas, no satisfizo las búsquedas finales de los aspectos funcionales de los Protocolos de Enrutamiento RIP, OSPF y EIGRP, por lo cual se sugiere y/o recomienda el desarrollo e implementación de simuladores que permita observar detalladamente el funcionamiento de los algoritmos en que se basan los protocolos mencionados en este documento, para el fácil entendimiento de los próximos estudiantes de esta temática.

## GLOSARIO

### A

**ALGORITMO:** conjunto de operaciones y procedimientos que se deben seguir para resolver un problema

**ANCHO DE BANDA:** diferencias entre las frecuencias más altas y más bajas disponibles para las señales de red. De igual, la capacidad de rendimiento medida de un medio o protocolo de red determinado.

### B

**BGP** (protocolo de gateway fronterizo): protocolo de ruteo interdominios que reemplaza a EGP. BGP intercambia información de accesibilidad con otros sistemas BGP y se define en RFC 1163.

**BROADCAST:** paquete de dato enviado a todos los nodos de una red. Los broadcasts se identifican por una dirección de broadcast.

**BUCLE:** ruta donde los paquetes nunca alcanzan su destino, sino que pasan por ciclos repetidamente a través de una serie constante de nodos de red.

### D

**DATAGRAMA:** agrupamiento lógico de información enviada como unidad de capa de red a través de un medio de transmisión sin establecer previamente un circuito virtual. Los datagramas IP son las unidades de información primaria del internet.

**DATOS:** datos de protocolo de capa superior.

**DIRECCIÓN:** estructura de datos o convención lógica utilizada para identificar una entidad única, como un proceso o dispositivo de red en particular.

## E

**EIGRP:** es un protocolo de encaminamiento híbrido, que ofrece lo mejor de los algoritmos de vector de distancias y del estado de enlace. Se considera un protocolo avanzado que se basa en las características normalmente asociadas con los protocolos del estado de enlace.

**ENLACE:** canal de comunicaciones de red que se compone de un circuito o ruta de transmisión y todo el equipo relacionado entre un emisor y un receptor. Se utiliza con mayor frecuencia para referirse a una conexión WAN. En ocasiones se denomina enlace o línea de transmisión.

**ESCALABILIDAD:** capacidad de una red para aumentar de tamaño sin que sea necesario realizar cambios importantes en el diseño general.

## G

**GATEWAY:** se refiere a un dispositivo especial que realiza conversión de capa de aplicación de la información de una pila de protocolo a otro.

## H

**HOST:** computador en una red. Similar al nodo, salvo que el host normalmente implica un computador, mientras que nodo generalmente se aplica a cualquier sistema de red.

## I

**INTERFAZ:** conexión entre dos sistemas o dispositivos. En terminología de ruteo es una conexión de red.

## L

**LAN (Red de Area Local):** red de datos de alta velocidad y bajo nivel de errores que cubre un área geográfica relativamente pequeña.

## M

**MENSAJE:** agrupación lógica de información de la capa de aplicación, a menudo compuesta por una cantidad de agrupaciones lógicas de las capas inferiores, por ejemplo, paquetes.

**MÉTRICA DE RUTEO:** método mediante el cual un protocolo de ruteo determina que una ruta es mejor que otra. Esta información se almacena en tablas de ruteo. Las métricas incluyen ancho de banda, costo de la comunicación, retardo, número de saltos, carga, MTU, costo de ruta y confiabilidad.

## N

**NODO:** punto final de la conexión de red o una unión que es común para dos o más líneas de una red.

**NUMERO DE SALTOS:** métrica de ruteo utilizada para medir la distancia entre un origen y un destino.

## O

**OSPF (Primero la Ruta Libre Mas Corta):** protocolo de ruteo por estado de enlace jerarquico, que se ha propuesto como sucesor de RIP en la comunidad de Internet.

## P

**PAQUETE:** agrupación lógica de información que incluye un encabezado que contiene la información de control y los datos del usuario.

**PAQUETE HELLO:** paquete multicast utilizado por ruteadores que utilizan ciertos protocolos de ruteo para el descubrimiento y recuperación de vecinos. Los paquetes hello también indican que un cliente se encuentra aún operando y que la red esta lista.

## R

**RED:** agrupación de computadores, impresoras, ruteadores, switches y otros dispositivos que se pueden comunicar entre sí a través de algún medio de transmisión.

**RIP (Protocolo de encaminamiento de información):** Es un protocolo de puerta de enlace interna o IGP (Internal Gateway Protocol) utilizado por los routers (enrutadores), aunque también pueden actuar en equipos, para intercambiar información acerca de redes IP.

**RUTEADOR:** Un ruteador es un dispositivo de propósito general diseñado para segmentar la red, con la idea de limitar tráfico de broadcast y proporcionar seguridad, control y redundancia entre dominios individuales de broadcast, también puede dar servicio de firewall y un acceso económico a una WAN.

## S

**SALTO:** pasaje de un paquete de datos entre dos nodos de red.

## T

**TABLA DE RUTEO:** tabla almacenada en un ruteador o en algún otro dispositivo de internetwork que realiza un seguimiento de las rutas hacia destinos de red específicos y en algunos casos las métricas asociadas a esas rutas.

**TCP/IP (Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet):** nombre común para el conjunto de protocolos desarrollados por DoD y EE.UU. en los años 70´ para promover el desarrollo de internetwork de redes a nivel mundial. TCP e IP son los dos más reconocidos del conjunto.

**TOPOLOGÍA:** disposición física de los nodos y medios de red en una estructura de networkig a nivel empresarial.

## REFERENCIAS

### BIBLIOGRÁFICAS:

- ✚ Dr. Sidnie Feit. TCP/IP Arquitectura, protocolos implementación y seguridad, Osborne McGraw Hill
- ✚ A. Gallo, Michael, Hancock, William. “Comunicación entre computadoras y tecnología de redes”, Ed. Pearson, 2002.
- ✚ ENGST, Adam, Fleishman Glenn. “Introducción a las redes inalámbricas”, Ed. Anaya, 2003.
- ✚ ACUÑA, Hugo A y GUERRERO S. Gabriel [1994], Protocolos de Internet, Ed. 2003.
- ✚ COMER, D. E. y D. L. STEVENS [1995], Interconectividad de Redes con TCP/IP, Ed. 2004.
- ✚ ACADEMIA DE NETWORKING DE CISCO SYSTEMS. Guia del segundo año CCNA 3 y 4, Ed. Tercera.
- ✚ ACADEMIA DE NETWORKING DE CISCO SYSTEMS. Guia del primer año CCNA 1 y 2, Ed. primera.
- ✚ TIM, Parker. Aprendiendo TCP/IP en 14 dias. México: Prentice Hall Hispanoamericana. 1995.
- ✚ TANENBAUM, Andrew S. Redes de Computadoras. Cuarta Edición. México: Pearson Prentice Hall. 2003.

## CIBERGRAFIA

- ✚ Apuntes y Cursos.  
<http://cursos.die.udec.cl/~redes/apuntes/myapuntes/node138.html>
- ✚ MASTERMAGAZINE. Revista digital líder en Informática  
<http://www.mastermagazine.info/termino/4928.php>
- ✚ Aprende Redes. El Blog CCNA de Ernesto Ariganello.  
<http://www.aprenderedes.com/?p=50>
- ✚ Microsoft TechNet  
<http://www.microsoft.com/spain/technet/recursos/articulos/secmod40.mspix>
- ✚ Universidad Tecnológica Nacional - F.R.C  
[http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/sistemas/ingsanchez/Redes/Archivos/Protocolo\\_UDP.pdf](http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/sistemas/ingsanchez/Redes/Archivos/Protocolo_UDP.pdf)
- ✚ Montanan T. U. L.  
<http://www.uv.es/montanan/redes/trabajos/OSPF.doc>