

SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SALINA CRUZ



REDES DE COMPUTADORAS

Jiménez García Angel Daniel
M.C. Román Nájera Susana Mónica

Introducción al OSPF

Por

Francisco Hernandis Gil

Índice

1.- ¿ Qué es OSPF?.....	3.
2.- ¿ Por qué OSPF?.....	3
3.- Mensajes de OSPF.....	4
4.- Funcionamiento básico de OSPF.....	5
5.- Características de OSPF.....	7
6.- Integrando OSPF a la tecnología actual.....	9

Bibliografía

“Routing in the Internet”, Christian Huitema, Prentice Hall.

“TCP/IP”, Dir Sidnei Feit, Mc Graw Hill.

“TCP/IP Illustrated the protocols”, Volume 1, W. Richard Stevens, Addison Wesley.

“Internetworking with TCP/IP : Principles, Protocols and Architecture”, Fourth Edition, Douglas E. Comer, Prentice Hall.

“Local & Metropolitan Area Network”, William Stallings, Prentice Hall.

“Redes Globales de Información con Internet y TCP/IP”, Comer, Douglas, Prentice may.

“RFC 1403. The Internet Society”. BGP OSPF Interaction

“RFC 1584. The Internet Society”. Multicast Extensions to OSPF.

“RFC 1586. The Internet Society”. Guidelines for Running OSPF Over Frame relay Networks

“RFC 2328. The Internet Society”. OSPF version 2

Links de interés

<http://www.cisco.com/warp/public/104/1.html>

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/ospf.html

<http://www.freesoft.org/CIE/Topics/89.html>

<http://www.faqs.org/rfcs/rfc1583.html>

1.- ¿Qué es OSPF?

Open Short Path First versión 2, es un protocolo de routing interno basado en el estado del enlace o algoritmo Short Path First, estándar de Internet, que ha sido desarrollado por un grupo de trabajo del Internet Engineering task Force, cuya especificación viene recogida en el RFC 2328.

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.

2.- ¿Por qué OSPF?

OSPF es la respuesta de IAB a través del IETF, ante la necesidad de crear un protocolo de routing interno que cubriera las necesidades en Internet de routing interno que el protocolo RIP versión 1 ponía de manifiesto:

Lenta respuesta a los cambios que se producían en la topología de la red.

Poco bagaje en las métricas utilizadas para medir la distancia entre nodos.

Imposibilidad de repartir el tráfico entre dos nodos por varios caminos si estos existían por la creación de bucles que saturaban la red.

Imposibilidad de discernir diferentes tipos de servicios.

Imposibilidad de discernir entre host, routers, diferentes tipos de redes dentro de un mismo Sistema Autónomo.

Algunos de estos puntos han sido resueltos por RIP versión 2 que cuenta con un mayor número de métricas así como soporta CIRD, routing por subnet y transmisión multicast.

Pero el desarrollo de OSPF por parte del IETF se basa fundamentalmente en la introducción de una algoritmia diferente de la utilizada hasta el momento en los protocolos estándar de routing interno en TCP/IP para el cálculo del camino mínimo entre dos nodos de una red:

Algoritmo de Dijkstra.

El algoritmo puede ser descrito como:

N = conjunto de nodos en la red.

S = nodo origen.

M = conjunto de nodos incorporados en un instante t por el algoritmo.

D_{ij} = el coste del enlace del nodo i al nodo j . Teniendo en cuenta que:

$D_{ii} = 0$;

D_{ij} = infinito si los dos nodos no están conectados directamente.

D_n = coste del camino de coste mínimo desde un nodo s hacia un nodo n que es conocido por el algoritmo.

El algoritmo tiene tres pasos; los pasos 2 y 3 son repetidos hasta que $M = N$, es decir, se han calculado todos los caminos posibles con todos los nodos de la red.

1.- Inicializar:

$M = \{s\}$

$D_n = d_{sn}$ para $n \neq s$

2.- Encontrar el nodo vecino que no está en M tal que
 $D_w = \min D_j$
Y j no pertenece a M.

Añadir w a M.

3.- Actualizar el camino de coste mínimo :

$D_n = \min [D_n, D_w + d_{wn}]$ para todo n no perteneciente a M.

Si el último término es el mínimo, el camino desde s hasta n es ahora el camino desde s hasta w concatenado con el enlace desde w hasta n.

3.- Mensajes de OSPF.

Existen cinco tipos de mensajes del protocolo OSPF:

HELLO o Saludo se usa para:

Identificar a los vecinos, para crear una base de datos en mapa local.

Enviar señales de <estoy vivo>, al resto de routers para mantener el mapa local .

Elegir un router designado para una red multienvío

Encontrar al router designado existente.

Enviar señales de <estoy vivo>

Database Description Packets o Descripción de la base de datos se usa para:

Intercambiar información para que un router pueda descubrir los datos que le faltan durante la fase de inicialización o sincronización cuando dos nodos han establecido una conectividad.

Link State Request o Petición del estado del enlace se usa para pedir datos que un router se ha dado cuenta que le faltan en su base de datos o que están obsoletos durante la fase de intercambio de información entre dos routers..

Link State Request o Actualización del estado del enlace se usa como respuesta a los mensajes de Petición de estado del enlace y también para informar dinámicamente de los cambios en la topología de la red. El emisor retransmitirá hasta que se confirme con un mensaje de ACK.

Link State ACK o ACK del estado del enlace se usa para confirmar la recepción de una Actualización del estado del enlace.

4.- Funcionamiento básico de OSPF.

El fundamento principal en el cual se basa un protocolo de estado de enlace es en la existencia de un mapa de la red el cual es poseído por todos los nodos y que regularmente es actualizado.

Para llevar a cabo este propósito la red debe de ser capaz de entre otros objetivos de:

Almacenar en cada nodo el mapa de la red.

Ante cualquier cambio en la estructura de la red actuar rápidamente, con seguridad si crear bucles y teniendo en cuenta posibles particiones o uniones de la red.

Mapa de Red Local

La creación del mapa de red local en cada router de la red se realiza a través de una tabla donde:

Fila: representa a un router de la red; y cualquier cambio que le ocurra a ese router será reflejado en este registro de la tabla a través de los registros de descripción.

Columna: representa los atributos de un router que son almacenados para cada nodo. Entre los principales atributos por nodo tenemos: un identificador de interfase, el número de enlace e información acerca del estado del enlace, o sea, el destino y la distancia o métrica.

Con esta información en todos los router de la red el objetivo es que cada router sea capaz de crear su propio mapa de la red, que sean todos idénticos lo cual implicará que no se produzcan bucles y que la creación de este mapa de red local se realiza en los router lo más rápido posible.

Ejemplo

A --- 1 --- B --- 2 --- C --- 4 --- D --- 3 --- A

	DE	A	ENLACE	DISTANCIA
	A	B	1	1
	B	C	2	1
	C	D	4	1
	D	A	3	1
B	A		1	
	C	B	2	1
	D	C	4	1
	A	D	3	1

Los routers envían periódicamente mensajes HELLO para que el resto de routers, tanto si pertenecen al mapa local como a un circuito virtual para sepan que están activos.

Para que un router sepa que sus mensajes se están escuchando los mensajes HELLO incluyen una lista de todos los identificadores de los vecinos cuyos saludos ha oído el emisor.

Respuesta ante un cambio en la topología de la red

Un cambio en la topología de la red es detectado en primer lugar o por el nodo que causo el cambio o por los nodos afectados por el enlace que

provoco el cambio. El protocolo o mecanismo de actualización la información por la red debe ser rápido y seguro, y estos son los objetivos del protocolo de inundación y de intercambio o sincronización empleado en OSPF.

Protocolo de Inundación: The flooding Protocol.

Este protocolo consiste en el paso de mensajes entre nodos, partiendo el mensaje del nodo o nodos que han advertido el cambio, tal que cada nodo envía el mensaje recibido por todas sus interfaces menos por la que le llega siempre y cuando no haya recibido ese mensaje, para ello cada mensaje cuenta con un identificador de mensaje o contador de tiempo para constatar su validez.

Ejemplo

Supongamos que en la red anterior el enlace que va del nodo A a B, queda fuera de servicio tal que la distancia pasa a ser infinito.

El mensaje que A enviara a D será:

Desde A hacia B, enlace 1, distancia infinito, numero 2.

El mensaje que B enviara a C será:

Desde B hacia A, enlace 1, distancia infinito, numero 2.

La base de datos después del protocolo de flooding quedaría:

DE	A	ENLACE	DISTANCIA	NUMERO
A	B	1	infinito	2
	B	C	2	1
	C	D	4	1
	D	A	3	1
B	A	1	infinito	2
	C	B	2	1
	D	C	4	1
	A	D	3	1

Hay que tener que un cambio en un enlace de la red puede dejar aislados a unos nodos de la red, es decir, puede partir la red. Este cambio tal como está planteado el mapa local no es problema ya que aunque todos los nodos de la red inicial no tendrán el mismo mapa local este si que será idéntico para cada uno de los nodos en cada una de sus particiones.

Del mismo modo debemos considerar el caso contrario que ocurre cuando un cambio en la topología de la red provoca una unión de redes de nodos, ya que pueden surgir problemas como la existencia de enlaces modificados en una mapa local de un nodo de una subred que no esta modificado en el mapa local de la otra subred. El proceso mediante el cual se produce el chequeo del mapa local de las diferentes subredes para formar uno idéntico para todos los nodos de la nueva red se denomina:

Protocolo de Chequeo de Mapas:Bringing Up Adjacencies

Se basa en la existencia de que existen identificadores de enlace y número de versiones, a partir de estos OSPF forma unos paquetes de descripción del mapa local e inicializa un proceso de sincronización entre un par de routers de la red que tiene dos fases:

Intercambio de paquetes de descripción del mapa local entre los nodos y en cada nodo creación de una lista de nodos especiales a tener en cuenta o bien porque su número de versión es mayor que la copia local o bien porque no existía en ese mapa local el identificador del enlace.

Creación en cada nodo de paquetes con información acerca de esos nodos especiales que se envían a sus vecinos para que corroboren la información.

Tras terminar este intercambio de información, ambos routers conocen:

Nodos que son obsoletos en su mapa local.

Nodos que no existían en su mapa local.

Los mensajes que se usan para solicitar todas las entradas que necesiten actualización son los Link State Request o mensajes de petición de estado de enlace.

Los mensajes de respuesta son los Link State Update.

5.- Características de OSPF.

Las principales características son:

Respuesta rápida y sin bucles ante cambios.

La algoritmia SPF sobre la que se basa OSPF permite con la tecnología actual que existe en los nodos un tiempo de respuesta en cuanto tiempo de computación para el calculo del mapa local de la red mucho más rápido que dicho calculo en el protocolo RIP. Además como todos los nodos de la red calculan el mapa de manera idéntica y poseen el mismo mapa se genera sin bucles ni nodos que se encuentren contando en infinito; principal problema sufrido por los protocolos basados en la algoritmia de vector distancia como RIP.

Seguridad ante los cambios.

Para que el algoritmo de routing funcione adecuadamente debe existir una copia idéntica de la topología de la red en cada nodo de esta.

Existen diversos fallos que pueden ocurrir en la red como fallos de los protocolos de sincronización o inundación, errores de memoria, introducción de información errónea.

El protocolo OSPF especifica que todos los intercambios entre routers deben ser autenticados. El OSPF permite una variedad de esquemas de autenticación y también permite seleccionar un esquema para un área diferente

al esquema de otra área. La idea detrás de la autenticación es garantizar que sólo los routers confiables difundan información de routing.

Soporte de múltiples métricas.

La tecnología actual hace que sea posible soportar varias métricas en paralelo. Evaluando el camino entre dos nodos en base a diferentes métricas es tener distintos mejores caminos según la métrica utilizada en cada caso, pero surge la duda de cual es el mejor. Esta elección se realizara en base a los requisitos que existan en la comunicación.

Diferentes métricas utilizadas pueden ser:

- Mayor rendimiento
- Menor retardo
- Menor coste
- Mayor fiabilidad

La posibilidad de utilizar varias métricas para el calculo de una ruta, implica que OSPF provea de un mecanismo para que una vez elegida una métrica en un paquete para realizar su routing esta sea la misma siempre para ese paquete, esta característica dota a OSPF de un routing de servicio de tipo en base a la métrica.

Balanceado de carga en múltiples caminos.

OSPF permite el balanceado de carga entre los nodos que exista más de un camino. Para realizar este balanceo aplica:

Una versión de SPF con una modificación que impide la creación de bucles parciales.

Un algoritmo que permite calcular la cantidad de trafico que debe ser enviado por cada camino.

Escalabilidad en el crecimiento de rutas externas.

El continuo crecimiento de Internet es debido a que cada vez son más los sistemas autónomos que se conectan entre si a través de routers externos. Además de tener en cuenta la posibilidad de acceder al exterior del sistema autónomo a través de un determinado router externo u otro se debe tener en cuenta que se tiene varios proveedores de servicios y es más versátil elegir en cada momento el router exterior y servicio requerido que establecer una ruta y servicio por defecto cuando se trata de routing externo como se tenia hasta ahora. OSPF soluciona este problema permitiendo tener en la base de datos del mapa local los denominados "gateway link state records". Estos registros nos permiten almacenar el valor de las métricas calculadas y hacen más fácil el calculo de la ruta óptima para el exterior. Por cada entrada externa existirá una nueva entrada de tipo "gateway link state records" en la base de datos, es decir, la base de datos crecerá linealmente con el número de entradas externas tal como ocurre con los protocolos de vector distancia, pero el coste del calculo de las rutas crecerá en

función de $N \cdot \log N$ para OSPF y no en función de N^2 como ocurre en los protocolos de vector distancia.

6.- Integrando OSPF a la tecnología actual.

Una de las grandes ventajas de OSPF es que este ha sido diseñado para adaptarse al máximo a los protocolos TCP/IP.

Redes Locales

La existencia de redes locales formadas por host que se conectaban a un router para acceder al exterior era un hecho patente cuando se creó OSPF y siguiendo la procedimiento explicado anteriormente cada nodo hubiese tenido que especificar su enlace con el router.

OSPF introduce un nuevo enlace el “link to a stub network” que es una variante del “router link” que basándose en el concepto de subred del modelo IP permite asignar a la red local un número de subred y especificar solamente un enlace entre el router y la subred.

El enlace hacia un vecino es identificado por la dirección IP de su vecino y el enlace hacia la red local es identificado por su red o número de subred.

Redes Broadcast

OSPF da soporte a los servicios broadcast para ello implementa un mecanismo que simula el funcionamiento broadcast que se basa en la elección de un router como maestro a través del cual se pasarán todas las comunicaciones entre dos routers, es decir se establece el “designated router” y se crea un “virtual node”.

Para realizar el mapa local cada router tendrá dos enlaces:

Un enlace de él hacia su propia red broadcast cuyo enlace conocerá el propio router.

Un enlace de él hacia el “virtual node”, que será identificado por el router designado o “designated router”

La presencia del “designated router” es la de simplificar el procedimiento broadcast, ya que cuando un router quiere enviar un mensaje envía un mensaje al “designated router” usando la dirección multicast “all-designated router” (224.0.0.6). Si es un nuevo mensaje el “designated router” lo reenvía a la red usando la dirección multicast “all-OSPF-routers” (224.0.0.5).

Si el “designated router” tiene problemas de funcionamiento todo este procedimiento fallará, por ello cuando se elige al “designated router” OSPF también elige al mismo tiempo al “backup designated router” con el cual también mantienen enlaces virtuales todos los routers, que en caso de fallo asumirá el rol de router designado y otro router será elegido como backup.

El router de backup permanece siempre en escucha de todos los mensajes cuya dirección multicast es “all-designated-router” a la espera del fallo del “designated router”, que es detectado por el protocolo HELLO del OSPF.

Redes No Broadcast.

En la documentación de OSPF este tipo de redes son aquellas que ofrecen conectividad entre todos sus miembros pero no permiten un servicio broadcast o multicast como pueden ser redes “frame-relay o”ATM”.

OSPF trata este tipo de redes con un mecanismo parecido al explicado en redes broadcast , eligiendo al “designated router” y al “backup router”, pero estableciendo los circuitos virtuales entre routers solo bajo demanda.

En estas redes los mensajes son enviados punto a punto, del “designated router” a cada uno de los routers. De igual modo cuando un router envía un mensaje al “designated router” lo envía también al “backup designated”.

Routing Jerarquico:

El routing jerarquico surge de la necesidad de resolver el problema debido al aumento del tamaño de las redes que implica un mayor coste en calculo de rutas, tiempo de transmisión de datos, memoria.

OSPF establece una jerarquía en la red y la parte en “areas”, existiendo una área especial denominada “backbone area”.

En un “área” se aplica el protocolo OSPF de manera independiente como si de una red aislada se tratase, es decir, los routers del area solo contiene en su mapa local la topología del área, así que el coste en calculo es proporcional al tamaño del área y no de la totalidad de la red.

Cada área incluye un conjunto de subredes IP. La comunicación entre routers de un área se resuelve directamente a través del mapa local de área que cada router posee.

Estas áreas se conectan entre si a través del “backbone area”, mediante routers que pertenecen normalmente a una “area” y al “backbone area”.Estos routers se denominan “area-border routers” y como mínimo existe uno entre una área y el backbone.

Los “area-border routers” mantiene varios mapas locales de estado de enlaces, uno por cada área a las cuales pertenecen. Estos emiten unos registros de estados de enlaces para anunciar que conjunto de suredes IP son accesibles a través de ellos. Cuando un router de un área quiere intercambiar tráfico con un router de otra área, estos deben realizarlo a través de los “area-border routers”.Estas se denominan “inward routes”.

Existe otro tipo de router el que realiza el intercambio de tráfico con routers de otro sistemas autónomos. La información almacenada en cada router externo es idéntica para cada una de ellos

La sumarización de registros representa los enlaces entre un “area-border router” y una red en el “backbone area” o en otra área. La métrica utilizada es la longitud del camino entre el “area-border router” y la red. Este mecanismo va a permitir que diferentes “area-border router” establezcan para un destino diferentes caminos, según el resultado de su métrica pero con la salvedad de que no producirán bucles, debido a que la estricta jerarquía de OSPF solo permite que se conecten áreas a través del backbone.

OSPF provee en su jerarquía de routing la posibilidad de que un área se divida en dos a causa de algún fallo en los enlaces o en los routers pero siempre se quedan los fragmentos conectados directamente al “backbone area” a través de dos condiciones:

Los “area-border router” solo se guarda los enlaces de las redes y subredes que son alcanzables por ese router en un momento determinado.

El “backbone area” se guarda información de las redes que componen cada área aunque no de su topología.

El mecanismo OSPF para solucionar el caso de una partición del “area backbone” está un poco sujeto a por donde se realiza esta partición ya que este podrá ser cubierto siempre y cuando existan “area-border router” que sean capaces de establecer caminos virtuales por dentro de sus áreas para establecer nuevos caminos de intercambio de información.

Estos describirán enlaces virtuales que deben ser almacenados en la base de registros del “area backbone”.

La métrica del enlace virtual será calculada teniendo en cuenta el coste de los enlaces reales por los que pasa el enlace virtual en el área local donde se realiza el enlace virtual.

A partir de este enlace virtual deben ser sincronizados y actualizados todos los routers del “area backbone”.

Stub Areas:

El problema del incremento de rutas externas que debían ser sumariadas en multitud de áreas pequeñas ha quedado resuelto con la introducción del concepto de “stub area” un área donde todas las rutas externas son sumariadas por una ruta por defecto.

Una stub area funciona exactamente igual que una area normal de OSPF con unas cuantas restricciones, acerca de prohibir la entrada de rutas externas en las bases de datos de los routers.

Una stub area puede estar conectada por mas de un “area-border router” al backbone, pero no se podrá elegir para salir del área el router , ni configurar un enlace virtual sobre una stub area.

También no se podrá conectar un “border route” con una “stub area”. Esto es lógico si nosotros consideramos que los “border routers” conectan los sistemas autonomos con Internet y normalmente deberían estar sujetos a la “backbone area” .