

## TOPIC3: Intra-domain Routing (OSPF)

- 1- Explica la diferencia entre las funcionalidades del plano de control y el plano de forwarding en un router y menciona 3 ejemplos de funciones que se encuentren en cada uno de dichos planos.

El plano de control es cualquier protocolo que se encarga del control de admisión de paquetes, de manera asíncrona respecto a su retransmisión, de la cual no se encarga. Se envían mensajes de control para rellenar las bases de datos o tablas de encaminamiento, etc. (Ej. protocolos RIP, OSPF, BGPv4...).

El plano de forwarding se encarga de decidir qué hacer con los paquetes en el aspecto de la retransmisión, (Ej. clasificarlo, controlar que no supere la velocidad media, planificarlo...)

- 2- Identifica 3 diferencias entre el encaminamiento intra-domain y el encaminamiento inter-domain.

(1)El encaminamiento intra-domain son los mecanismos que actúan dentro de un sistema autónomo, y puede construir cualquier camino entre sus nodos internos.

(2)Los protocolos sumarizan por defecto si las redes están separadas por redes principales distintas (redes discontinuas) y no agregan redes, aunque hay excepciones. (3)Sus tiempos de convergencia suelen ser más bajos debido a que son áreas más pequeñas.

(1)El encaminamiento inter-domain son los mecanismos que conectan distintos AS's, y construye caminos entre ellos. (2)Los protocolos permiten agregación y también sumarización como un caso de agregación. (3)Sus tiempos de convergencia suelen ser más altos debido a que tienen un mayor alcance.

- 3- Identifica 3 características que permitan diseñar de forma general un protocolo de encaminamiento.

Un protocolo de encaminamiento, ya sea intra o inter, cuenta con ciertas características:

- Formato y contenido de paquetes intercambiados entre routers, que contienen información de encaminamiento.
- Periodicidad en el intercambio de paquetes.
- Algoritmos asociados utilizados para calcular un camino óptimo hacia un destino. En este caso se usa una métrica, ya sea el número de saltos, el ancho de banda del enlace, etc.

## TOPIC3: Intra-domain Routing (OSPF)

### 4- ¿Qué es una red principal (“major network”)? ¿Qué diferencia hay entre sumarización y agregación?

Una red principal es la clase de una red IP, por ejemplo la clase A está en las IPs de las redes entre 0/8 y 127/8.

La sumarización es cuando expresamos una red de subnetting como su red principal, por ejemplo: 123.45.67.0/25 -> 123.45.0.0/16

La agregación es lo contrario a subnetting, se cogen dos redes y se juntan para crear una con un prefijo común más corto, para eso han de ser redes contínuas, por ejemplo: 123.45.67.0/25 y 123.45.67.128/25 -> 123.45.67.0/24

### 5- Explica brevemente el algoritmo de búsqueda en una tabla de encaminamiento.

Para buscar de una manera rápida dentro de una tabla de encaminamiento, que puede llegar a tener un tamaño considerable, se utiliza el algoritmo Patricia tree. Lo que hace es buscar por el prefijo más largo que coincide con la IP que buscamos, organizando las direcciones en forma de árbol, con la gateway 0.0.0.0 como raíz, las ramas se organizan hacia abajo por tamaño de máscara, de menor a mayor.

### 6- a) Explica qué función tiene y cómo funciona el mecanismo de flooding en un protocolo LinkState. b) ¿Cómo se realiza el flooding en una red OSPF con un único área?, c) ¿Cómo se realiza el flooding en una red OSPF multi-área?

a) El mecanismo de flooding se encarga de propagar la información de todos los enlaces de una red linkstate para dar a conocer la topología de la red. Cada router envía estos paquetes a sus vecinos, y en función de dos condiciones, también a sus segundos vecinos:

- El mensaje lleva un número de secuencia que detecta si los mensajes son copias o son nuevos.
- Los mensajes tienen un tiempo de vida. Si la diferencia de tiempo entre dos mensajes con el mismo número de frecuencia es menor que cierta variable, significa que son copias idénticas; si es mayor, es posible que sean mensajes distintos con el mismo número de secuencia.

## TOPIC3: Intra-domain Routing (OSPF)

Los routers se envían los paquetes construyendo una Topological Network Database que contiene los nombres de los routers y los enlaces entre ellos, el coste y el tiempo de vida. Todos los routers tienen esta tabla con las mismas entradas (puede cambiar el tiempo de vida).

- b) En una red OSPF con un único área el mecanismo de flooding funciona como se ha explicado en a).
- c) En una red multiárea, el flooding se realiza dentro de cada área, y los ABR y ASBR que se comunica con otras áreas o AS, conocen las rutas que no pertenecen a su área.

**7- ¿Qué es la convergencia en un protocolo de encaminamiento? Menciona al menos 3 parámetros que pueden impactar en dicha convergencia. Indica que órdenes de magnitud (y justifica dichos órdenes) tiene la convergencia en los protocolos RIP, OSPF y BGP.**

La convergencia es el punto en el que todos los routers tienen conocimiento de todos los demás routers de la red. Si se produce un cambio en la topología, se ha de recalcular rutas y actualizar las tablas hasta que los routers tengan actualizada su información de nuevo. Los parámetros de los que depende el tiempo de convergencia pueden ser: el número de saltos desde el punto de fallo, el número de routers de la red, el ancho de banda y tráfico de la red, la CPU del router, el protocolo de encaminamiento...

Órdenes de magnitud:

- RIP: orden de segundos.
- OSPF: orden de milisegundos.

Puesto que actúan en el interior de un AS, tardan mucho menos que un protocolo inter-domain como BGP.

- BGP: orden en minutos u horas, puesto que puede llegar a alcanzar nodos al otro lado del mundo.

## TOPIC3: Intra-domain Routing (OSPF)

- 8- Define el concepto de convergencia en un protocolo de encaminamiento. ¿Qué factores influyen en la convergencia en un protocolo de encaminamiento? Define el concepto de convergencia en STP. ¿Qué factores influyen en la convergencia del STP? Menciona los órdenes de magnitud (y justifica dichos órdenes) en OSPF, BGP y STP.

La convergencia es el punto en el que todos los routers tienen conocimiento de todos los demás routers de la red. Si se produce un cambio en la topología, se ha de recalcular rutas y actualizar las tablas hasta que los routers tengan actualizada su información de nuevo. Los parámetros de los que depende el tiempo de convergencia pueden ser: el número de saltos desde el punto de fallo, el número de routers de la red, el ancho de banda y tráfico de la red, la CPU del router, el protocolo de encaminamiento...

La convergencia en STP sería el punto en que se han definido el Root Bridge, los Root Ports, Designated y blocked Ports y se ha establecido la topología STP.

Órdenes de magnitud:

- OSPF: orden de milisegundos.
- BGP: orden de minutos, incluso horas, debido a que puede llegar a abarcar un área mundial.
- STP: orden de segundos o minutos.

- 9- Explica cuál es la diferencia entre un protocolo por vector de distancia y un protocolo por estado del enlace. Y entre un protocolo "Classless" y otro "Classful". Menciona un protocolo que sea vector de distancia y classless, vector de distancia y classful, estado de enlace y classless, estado de enlace y classful.

Un protocolo por vector de distancia utiliza saltos como métrica, ya sea de routers (RIP) o de AS's (BGP). Informa sobre la distancia al router original.

Un protocolo por estado de enlace informa sobre la conectividad al router original.

Un protocolo class-full no puede advertir máscaras y no puede permitir subnetting.

Un protocolo classless advierte máscaras por lo que se permite el subnetting.

## TOPIC3: Intra-domain Routing (OSPF)

Ejemplos:

- Vector distancia y classless: BGP
- Vector distancia y classfull: RIPv1
- Estado de enlace y classfull: no hay
- Estado de enlace y classless: OSPF

**10- Indica las 3 características principales que definan el funcionamiento de un protocolo de estado de enlace, no necesariamente OSPF.**

- Descubrir a los vecinos mediante un protocolo que se encarga de averiguar si hay vecinos.
- Cada nodo ha de conocer la topología de la red, creando una base de datos donde están los nombres de todos los routers y todos los enlaces entre ellos, sus costes, etc.
- Algoritmo de mínimo coste que calcula el mejor camino entre los nodos utilizando la base de datos.

**11- Indica las 4 características principales que definen el funcionamiento de OSPF.**

- Los mensajes de enrutamiento están empaquetados en paquetes IPv4.
- Es un protocolo classless, por lo que no advierte subnetting.
- Los paquetes no se envían con periodicidad, sino bajo eventos como la caída o recuperación de un enlace.
- Como protocolo linkstate se caracteriza por:
  - Utilizar el protocolo Hello para descubrir a sus vecinos.
  - Utilizar un mecanismo de flooding que detecta cambios en la topología.
  - Mantiene una base de datos en cada router con la topología de la red.
  - Utiliza Dijkstra como algoritmo de coste mínimo para construir el mejor camino.

## TOPIC3: Intra-domain Routing (OSPF)

### 12- ¿Cuáles son las funcionalidades del protocolo de HELLO en OSPF?

El objetivo es descubrir quiénes son los vecinos de un nodo, y comprobar si alguno de ellos se cae. Para ello los routers, identificados de manera única, se envían mensajes periódicos por los enlaces, si un enlace cae, se dejan de recibir mensajes de HELLO, por lo que al asumir que el vecino ha caído se informa a los demás que la topología ha cambiado.

### 13- ¿Para qué sirven las direcciones multicast 224.0.0.5 y 224.0.0.6?

224.0.0.5 es la dirección multicast de OSPF, lo reciben todos los routers con este protocolo configurado.

224.0.0.6 es la dirección de todas las interfaces DR y BDR.

### 14- Explica para qué sirve y porqué se usan un DR y un BDR en OSPF. Explica cómo se eligen el DR y el BDR. ¿Cómo podemos forzar que una interfaz no sea elegida como DR o BDR? ¿Cómo participan los DR cuando cae un enlace en una red OSPF?

Ambos son los encargados de hacer flooding. La función del DR es minimizar la cantidad de mensajes flooding que generamos y sincronizar la base de datos de todos los demás routers de la red. Por otro lado, BDR es el router de backup por si el DR fallara.

Para elegirlos, el DR será el que tenga mayor prioridad, en caso de tener la misma, será el que tenga mayor Router ID, que es la @IP más alta de cada router.

Para que una interfaz no sea elegida se puede poner la prioridad a 0.

Cuando cae un enlace en la red OSPF, el vecino lo detecta mediante Hello y envía un LSU a su DR, que envía LSUs a los demás routers para que sincronizen su base de datos.

## TOPIC3: Intra-domain Routing (OSPF)

15- ¿Cuál es la utilidad de tener una arquitectura multi-área en OSPF? Da una justificación desde el punto de vista de eficiencia en la convergencia de la red y otra desde el punto de vista de negocio de un ISP. Identifica los tipos de routers que aparecen en una red multi-área OSPF y qué función tienen.

El OSPF puede generar problemas de escalabilidad en redes muy grandes, puesto que la Base de Datos puede ser muy grande, pueden correr muchos LSUs por la red, recalculando la tabla de encaminamiento puede ser muy costoso, etc. Al crear áreas se divide el espacio, así como los nodos y los enlaces, de manera que cada área se encarga únicamente de sus nodos, reduciendo así el tamaño y la complejidad de la red OSPF y resolviendo el problema de eficiencia.

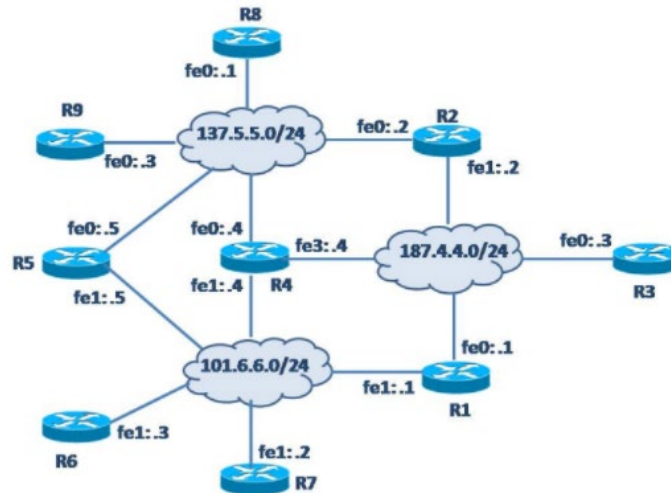
En cuanto al ISP, estas áreas solo pueden establecerse dentro de un mismo AS, por lo que no tiene posibilidad de controlar cómo se organizan fuera de su sistema autónomo.

Existen diversos tipos de routers dentro de una red multiárea OSPF:

- Router interno: con todas sus interfaces dentro de un mismo área, por lo que dispone de una única base de datos.
- BackBone o router de tránsito: todas sus interfaces están dentro del área de backbone (área 0 que interconecta a las demás áreas), por lo que solo tiene una base de datos.
- Area Border Router (ABR): sus interfaces pertenecen a áreas distintas, por lo que tienen una base de datos por cada área. Calculan caminos entre áreas.
- AS Boundary Router (ASBR): una de sus interfaces pertenece a otra AS, por lo que tienen una base de datos por cada área. Se comunican con otras AS's.

## TOPIC3: Intra-domain Routing (OSPF)

16- Tenemos un dominio OSPF como muestra la figura. Definir de forma justificada quién sería DR y BDR en las 3 redes (indica número de router e interfaz). En el caso de que falle la interfaz fe0: 137.5.5.5 de R5, indica los pasos que se seguirían en cada red IP para informar de esa caída del enlace al resto de los routers de las 3 redes. Todos los routers son OSPF y están correctamente configurados. Todos tienen prioridad=1 para ser elegidos DR o BDR.



Routers ID-> **R1:** 187.4.4.1 **R2:** 187.4.4.2 **R3:** 187.4.4.3 **R4:** 187.4.4.4

**R5:** 137.5.5.5 **R6:** 101.6.6.3 **R7:** 101.6.6.2 **R8:** 137.5.5.1 **R9:** 137.5.5.3

Puesto que todos tienen la misma prioridad (PR=1):

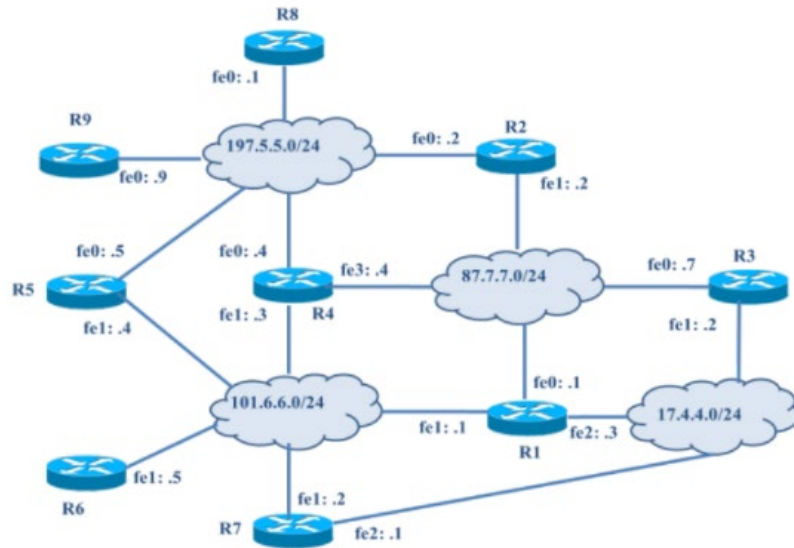
- *Red 137.5.5.0/24:* el DR sería R4. BDR sería R1.
- *Red 187.4.4.0/24:* el DR sería R4 y el BDR sería R3.
- *Red 101.6.6.0/24:* el DR sería R4 y el BDR sería R2.

Si fe0 de R5 cae, este le envía un LSU a su DR de la 101/24, el R4 y al BDR R1, usando la multicast 224.0.0.6. R4 envía a 224.0.0.5 por todas sus interfaces para informar a los routers de las demás redes, como era el DR, llega a todos los routers.



## TOPIC3: Intra-domain Routing (OSPF)

17- a) Tenemos un dominio OSPF como muestra la figura. Definir de forma justificada quién sería DR y BDR en las 4 redes (indica número de router e interfaz). b) En el caso de que falle la interfaz fe0: 197.5.5.2 de R2, indica los pasos que se seguirían en cada red IP para informar de esa caída del enlace al resto de los routers de las 4 redes. Todos los routers son OSPF y están correctamente configurados. Todos los enlaces tienen prioridad=1 para ser elegidos DR o BDR.



Router-IDs-> **R1:** 101.6.6.1 **R2:** 197.5.5.2 **R3:** 87.7.7.7 **R4:** 197.5.5.4

**R5:** 197.5.5.5 **R6:** 101.6.6.5 **R7:** 101.6.6.2 **R8:** 197.5.5.1 **R9:** 197.5.5.9

a) Puesto que todos tienen la misma prioridad (PR=1):

- Red 17.4.4.0/24: el DR sería R7, y el BDR sería R1.
- Red 87.7.7.0/24: el DR sería R4, y el BDR sería R2.
- Red 101.6.6.0/24: el DR sería R5, y el BDR sería R4.
- Red 197.5.5.0/24: el DR sería R9, y el BDR sería R5.

b) Si cae fe0 de R2, este informaría a su DR de la 87/25 con 224.0.0.6, a R4, este hace 224.0.0.5 a todos los routers de la red, hace 224.0.0.6 al DR de la 197/24 de la 101/24, y sus DR hace 224.0.0.5 a todos los routers. Mientras, R3 hace 224.0.0.6 al DR de la 17/24 que hace 224.0.0.5 para informar a los demás.

## TOPIC3: Intra-domain Routing (OSPF)

18- ¿Por qué OSPF en su versión NBMA no funciona en una red no-broadcast? ¿Qué posibles soluciones nos ofrece OSPF en las redes NBMA?

Una red no broadcast no dispone de dirección broadcast. Debido a esto, es posible que los routers no puedan comunicarse con todos los demás, por lo que habría problemas al decidir quién es el DR y BDR.

Como solución tenemos dos opciones:

- Definir arquitectura NBMA: simula OSPF en una red broadcast creando una red full-meshed de circuitos virtuales y envía Hello's por estos VC, logrando que haya un DR y BDR para toda la red.
- Point-to-Multipoint: trata la red como una colección de point-to-point y se elige un DR-BDR por cada conexión.

19- Explica los tipos de routers que aparecen en una red multi-área OSPF. ¿Qué tipos de LSA's anuncian cada uno de ellos?, ¿cuántas Bases de Datos OSPF mantiene cada uno de ellos?

Existen diversos tipos de routers dentro de una red multiárea OSPF:

- Router interno: con todas sus interfaces dentro de un mismo área, por lo que dispone de una única base de datos. Genera Router y Network LSA's.
- BackBone o router de tránsito: todas sus interfaces están dentro del área de backbone (área 0), por lo que solo tiene una base de datos. Genera Router y Network LSA's.
- Area Border Router (ABR): sus interfaces pertenecen a áreas distintas, por lo que tienen una base de datos por cada una. Genera Summary y ASBR summary LSA's.
- AS Boundary Router (ASBR): una de sus interfaces pertenece a otra AS, por lo que tiene varias bases de datos. Genera AS external y NSSA external LSA's.

## TOPIC3: Intra-domain Routing (OSPF)

20- ¿Qué diferencia hay entre el intra-routing y el inter-routing en una red OSPF multi-área? Indica qué tipo de routers OSPF se ven involucrados en una comunicación de cada uno de estos dos tipos de routing y el tipo de LSA's que intercambian. ¿Cuántas Bases de Datos OSPF mantienen cada tipo de router?

Intra-routing consiste en enviar paquetes dentro de una misma área OSPF. La comunicación se produce normalmente entre routers internos, y utilizan Router y Network LSA's. Cada router interno mantiene una única base de datos.

Inter-routing consiste en enviar paquetes fuera de un área OSPF. Si se comunican entre áreas de un AS, los routers internos se comunican con los ABR, que se ponen en contacto con los ABR del otro área, anunciando estas rutas mediante Summary LSA's. Si se comunican con otro AS, los routers se comunican primero con el ASBR, y este se encarga de comunicarse con el otro AS (depende del tipo de área, con AS o NSSA external LSA's), cuya ruta ha anunciado previamente un ABR con ASBR summary LSA's. Cada router que no es interno mantiene tantas bases de datos como áreas tenga conectadas.

21- Enuncia los tipos de LSA's OSPF que hay en una red multi-área y que funcionalidad tienen dentro del esquema OSPF multiárea.

- Router LSA: generado por un router interno para el resto de routers internos, describe el estado de enlace y coste de cada router del área.
- Network LSA: generados por un DR, hace una lista de routers IDs conectados a la red broadcast y se envían dentro del área.
- Summary LSA: generados por los ABR, describen sumalizaciones de rutas hacia áreas externas.
- ASBR summary LSA: generados por los ABR, describen cuáles son los routers ASBR que nos permiten llegar a otros AS's.
- AS external LSA: generados por ASBR, describe la ruta hacia otro AS. Se usa en áreas estándar que no son Stub ni NSSA.
- NSSA external LSA: generados por ASBR, describe la ruta hacia otro AS, se usa en áreas NSSA, que permiten tener ASBR.