

TOPIC 3: Intra-domain Routing (OSPF)

Pregunta 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 donde están todos los protocolos y algoritmos que se ejecutan de manera asíncrona a la retransmisión de paquetes y que nos ayudan a tener una información respecto la red. Por ejemplo:

- Protocolos de enrutamiento (OSPF)
- Protocolos de reserva de recursos (RSVP)
- Protocolos de descubrimiento de vecinos (HELLO)

El **plano de forwarding** es donde están todas las funcionalidades que nos ayudan a hacer la retransmisión de paquetes. Por ejemplo:

- Planificadores: eg. FIFO
- Forwarding
- Clasificación del paquete

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

Intra-domain	Inter-domain
Se propaga entre routers del mismo dominio	Propaga rutas entre dominios
Usa métricas	Usa atributos
Usa costes	Usa políticas
Se gestionan usando un coste	Se gestionan usando una decisión

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

- **Formato y contenido:** Si se encapsula en UDP, TCP, ...
- **Periodicidad:** Cada cuándo se envían los mensajes.
- **Algoritmos relacionados:** Que permitan las mejores rutas hacia un destino.

Pregunta 4. ¿Qué es una red principal ("major network")? ¿Qué diferencia hay entre sumarización y agregación?

Definimos una red principal como expresar la clase de esa red (Clase A (/8), B(/16), C(/24)).

- **Agregación:** Se unen dos redes en una (lo pones manualmente, el resultado no tiene porqué ser una major network).

- **Sumarización:** Ir a la clase (de forma automática, por defecto) (Clase A (/8), B(/16), C(/24)).
- **NOTA:** en OSPF a la agregación (lo que hace realmente OSPF) se le llama sumarización.

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

Patricia Tree, se guarda en un nodo toda la información y cada hijo tiene un /x más grande que su padre. Nos ayuda a recorrer la tabla de manera logarítmica.

Pregunta 6.

a) Explica qué función y cómo funciona el mecanismo de flooding en un protocolo Link State.

El protocolo de flooding nos ayuda a que todos los routers de una misma red tengan una base de datos común. Este funciona haciendo que cada router anuncie por todas sus interfaces nombre, coste y si está activo a todos los routers de la red mediante la retransmisión de paquetes LSP. El problema es que pueden aparecer copias debido a esta retransmisión. Los protocolos Link State solucionan este problema mediante un detector de copias que incluye un número de secuencia y un timestamp.

b) ¿Cómo se realiza el flooding en una red OSPF con un único área?

Todos los routers reciben los mensajes LSA de todos los routers dentro del mismo dominio.

c) ¿Cómo se realiza el flooding en una red OSPF multiárea?

Dentro de cada área funciona como si fuera un flooding de una red OSPF con una única área, con la diferencia de que los ABR podrán hacer sumarización y la enviarán a otra área.

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

Convergencia es el nombre que denomina lo que hacen todos los routers dentro del mismo dominio cuando hay un cambio en la base de datos, se comparte y sincroniza la información hasta que tienen la misma información en sus respectivas (BD).

- Topología de la red, cuando más routers tengamos en una misma red, más routers tendremos que converger y por lo tanto, más tiempo.
- CPU router, si un router procesa la información más rápido, más rápidamente se retransmitirá la información.
- Buffers
- El tipo de protocolo, si es de mínimo coste, de políticas...
- ...

RIP tiene un tiempo de convergencia del orden de segundos o minutos pese a que se trata de un protocolo de mínimo coste, debido a su diseño algo anticuado.

- OSPF tiene un tiempo de convergencia del orden de milisegundos ya que es un protocolo de mínimo coste bastante moderno.

- BGP tiene un tiempo de convergencia del orden de minutos o horas ya que es un protocolo de políticas así que no se centra en la velocidad.

Pregunta 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 de STP? Menciona los órdenes de magnitud (y justifica dichos órdenes) en OSPF, BGP y STP.

Convergencia es el nombre que denomina lo que hacen todos los routers dentro del mismo dominio cuando hay un cambio en la base de datos, se comparte y sincroniza la información hasta que tienen la misma información en sus respectivas (BD).

- La distancia de los routers
- El número de routers en la red
- El ancho de banda y la carga de la red
- La carga y potencia de la CPU de los routers
- El protocolo de encaminamiento escogido
- Topología de la red y configuración de ésta

- OSPF tiene un tiempo de convergencia del orden de milisegundos ya que es un protocolo de mínimo coste bastante moderno.

- BGP tiene un tiempo de convergencia del orden de minutos o horas ya que es un protocolo de políticas así que no se centra en la velocidad.

- STP tiene un tiempo de convergencia del orden de milisegundos y es usado en protocolos como OSPF.

Pregunta 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 de estado del enlace reacciona a los cambios en el enlace (topología de la red), y éste puede estar en dos estados: activo o inactivo. Además, envía información de conectividad. En cambio, un protocolo por vector de distancia determina la distancia y dirección que hay hasta una subred.

Un protocolo classful es aquel que no permite anunciar máscaras (subredes) mientras que uno classless es aquel que sí lo permite.

Protocolos según tipo:

	Classful	Classless
Vector de distancia	RIPv1, IGRP	RIPv2, BGP, EIGRP
Estado de enlace	ATM	OSPF, IS-IS, EIGRP

Pregunta 10. Indica las 3 características principales que definen el funcionamiento de un protocolo de estado de enlace, no necesariamente OSPF.

- 1) **Protocolo de HELLO.** Descubrir si los vecinos están activos o no.
- 2) **Protocolo de flooding.** Propagar por toda una red el estado de tus interfaces (tener una base de datos común).
- 3) **Algoritmo de mínimo coste.** Cuál es la mejor opción que para llegar a un destino de una manera óptima usando la base de datos.

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

OSPF se caracteriza por:

- **Descubrir vecinos** (el protocolo HELLO), definir los router ID i seleccionar los DR/BDR.
- **Enviar LSA's** (Link State Advertisement) con todos los cambios detectados por el DR y BDR de una manera óptima.
- **Mantener la base de datos** de la topología de todos los routers OSPF de la red.
- **Algoritmo de mínimo coste** usando Dijkstra para encontrar el mejor salto usando la información de la base de datos.

Pregunta 12. ¿Cuáles son las funcionalidades del protocolo de HELLO en OSPF?

Descubrir si nuestro vecino ha caído o no ha caído, o sea, si tengo conectividad con él. Para eso necesitamos poder identificar cada router de forma única en nuestra red.

Además, es utilizado para determinar los routers DR y BDR de cada red broadcast.

Pregunta 13. ¿Para qué sirven las direcciones multicast 224.0.0.5 y 224.0.0.6?

- La 224.0.0.5 sirve para que el DR pueda hacer multicast a todos los routers OSPF de su red BMA.
- La 224.0.0.6 sirve para hacer multicast a todos los DR y BDR.

Pregunta 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?

La función de un DR es reducir y controlar el tráfico que se genera por el flooding y lo hacen manteniendo ellos una base de datos donde se encuentran todos los routers en la BMA. Los BDR por otro lado hacen lo mismo que los DR (crean la base de datos y la van actualizando) pero no manda ningún mensaje, su función principal es de servir de backup para el DR por si éste cae.

Los DR y BDR se eligen mediante el protocolo de hello donde cada router en una BMA anuncia su router id y su prioridad, y para marcar que son mensajes de elección de DR y BDR envían como ip de estos 0.0.0.0 y 0.0.0.0. Después de un rato acaba seleccionando al router con más prioridad será elegido como DR y el segundo como BDR, los empates se rompen con las rid (la más alta gana).

Para forzar que una interfaz no sea elegida como DR ni como BDR se tiene que asignar una prioridad de 0 a ésta.

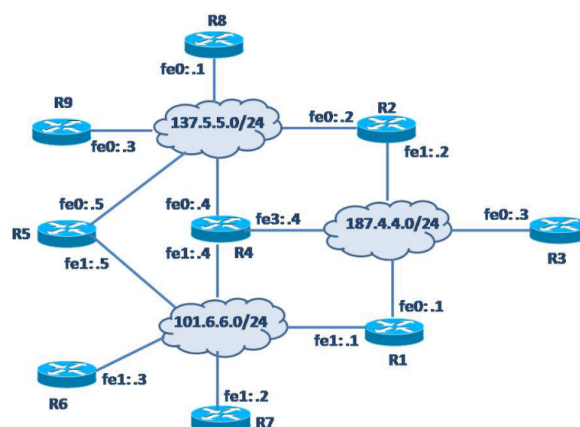
Si cae un enlace en la red lo que hace el DR al recibir esta información es transmitirla en broadcast por todas las interfaces en la que es DR y en las que no transmitirlo a los respectivos DR y BDR. El BDR solo actualiza su base de datos.

Pregunta 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.

Permite escalabilidad y eficiencia principalmente. La eficiencia la encontramos en el tiempo de convergencia, ya que éste dependerá de la cantidad de routers en cada una de las áreas y no en el conjunto global, y también habrán más actualizaciones de la base de datos ya que es menos probabilidad de que se caiga un router o un enlace.

Desde el punto de vista de un ISP es interesante por la escalabilidad, ya que permite poder llegar a tener redes mucho más grandes y complejas en tu sistema autónomo sin tener que recurrir a usar sistemas privados o otros sistemas autónomos, además como por la eficiencia, ya que podrá ofrecer un servicio de mayor velocidad.

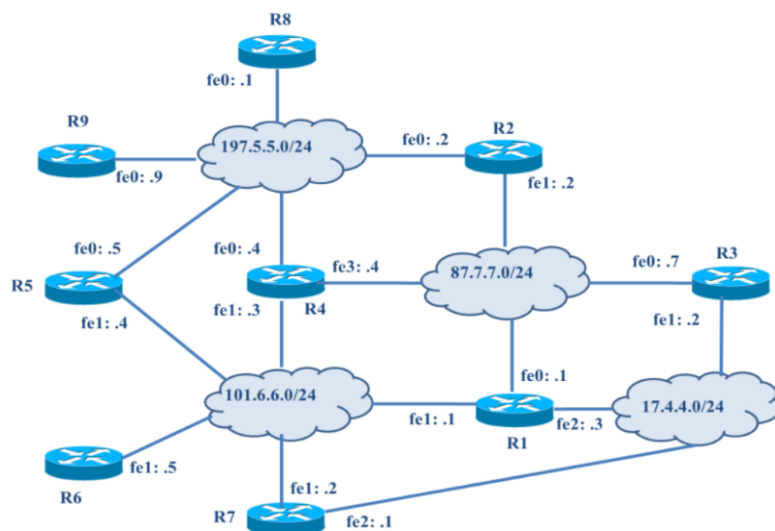
Pregunta 16. Tenemos un dominio OSPF como muestra la figura. Definir de forma justificada quién sería DR y BDR en las 3 redes (indica número de router e interfaz). En el caso de que falle la interfaz fe0:137.5.5.5 de R5, indica los pasos que se seguirían en cada red IP para informar de esa caída del 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.



Router	RID	Redes BMA	DR/BDR
R1	187.4.4.1	101.6.6.0/24	R1, R4, R5, R6, R7
R2	187.4.4.2	137.5.5.0/24	R2, R4, R5, R8, R9
R3	187.4.4.3	187.4.4.0/24	R1, R2, R3, R4
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		

El router R5 informa al DR y BDR de la red 101.6.6.0/24 mediante la dirección 224.0.0.6 que el enlace de su interfaz fe0 ha caído. R4 (DR de esta red) envía LSack a R5 y seguidamente realiza flooding mediante la dirección 224.0.0.5 en aquellas BMA donde él es DR (en este caso en todas). Finalmente, los routers envían LSack a R4 para confirmar la actualización de sus bases de datos.

Pregunta 17. (gran possibilitat que caigui a l'examen)



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).

	RID	Redes BMA	DR/BDR
R1	101.6.6.1	197.5.5.0/24	R2, R4, R5 , R8, R9
R2	197.5.5.2	101.6.6.0/24	R1, R4 , R5 , R6, R7
R3	87.7.7.7	87.7.7.0/24	R1, R2 , R3, R4
R4	197.5.5.4	17.4.4.0/24	R1 , R3, R7
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		

b) En el caso de que falle la interfaz fe0: 197.5.5.2 de R2, indica los pasos que se seguirán 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.

R2 informa al DR de la red 87.7.7.0/24 mediante la dirección 224.0.0.6 que el enlace de su interfaz fe0 ha caído. R4 (DR de esta red) envía LSack a R2 y seguidamente realiza flooding mediante la dirección 224.0.0.5 a aquellas BMA donde él es DR (solo la 87.7.7.0/24). Para el resto de BMAs, enviará un paquete LSU a cada uno de sus respectivos DR y BDR, y éstos primeros se encargarán de hacer flooding en estas redes. Finalmente, cada router OSPF envía un LSack confirmando que han actualizado sus bases de datos.

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

Porque necesitamos hacer multicast para la elección del DR y el BDR, y este multicast se convierte en un broadcast lvl2.

Solución 1: Hacer una malla completa, conectar todos los routers con todos los routers.

Solución 2: Hacer una malla completa, pero de modo distinto. ¿Qué hacemos con esta?

1. Establezco una emulación de una red broadcast haciendo una malla completa, enviamos a todos el (RID, prioridad) -> enviando la red broadcast. (1 DR y 1 BDR, se comporta igual que un ospf normal).
2. Establezco relaciones Point to Point (hay $N*(N-1)/2$ DRs y BDRs, en cada conexión uno de los dos es DR y el otro BDR)

Pregunta 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?

- **ABR (Area Border Router):** router que tiene dos o más interfaces conectadas a un área distinta. Envía LSA's de tipo 1, 2 (si es DR), 3 y 4. 1BD/cada área.
- **ASBR (AS Border Router):** router que tiene dos o más interfaces conectadas a un AS's. Envía LSA's de tipo 1, 2 (si es DR) y 5.
- **Internal router:** router que tiene todas sus interfaces conectadas dentro de la misma área, sólo tiene una BD. Envía LSA's de tipo 1 (router) y 2 (si es DR, network).
- **Backbone router:** es un internal router pero este término sólo se aplica a los routers internos del área 0 → puede ser un ASBR. Envía LSA's de tipo 1 (router) y 2 (si es DR, tipo network), y si es ASBR entonces de tipo 4 y 5. Sólo tiene una BD.

Pregunta 20. ¿Qué diferencia hay entre el intra-routing y el inter-routing en una red OSPF multiárea? 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-area routing:** Los paquetes van dirigidos a routers que están en una misma área.
 - **Routers involucrados:** Internal routers y Backbone router (este último sólo si se da el caso que el área donde haya el tráfico sea el área 0).
 - **Tráfico de LSA's:** como sólo hay mensajes que están dentro del área, habrá los LSA tipo 1 y 2.
- **inter-area routing:** Los paquetes van dirigidos a routers que van a otra área OSPF.
 - **Routers involucrados:** ABR, Internal routers y Backbone router (este último sólo si se da el caso que el área donde haya el tráfico sea el área 0).
 - **Tráfico de LSA's:** como sólo hay mensajes que van entre áreas, se pueden usar todos los tipos de LSA.

Cada router tiene una BD por cada área donde esté.

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

En total hay 11 tipos.

- **Tipo 1: router LSA:** cada router envía a todos los routers dentro de su área un mensaje: senderRID, redes y costes.
- **Tipo 2: network LSA:** un DR (Designated Router) envía a todos los routers de su área un mensaje: lista de RID's (Router ID's) que componen la red BMA (Broadcast Multiple Access).

- ➔ **Tipo 3: summary LSA:** un ABR (Area Border Router) envía un LSA con sumalizaciones del área.
- ➔ **Tipo 4: ASBR summary LSA:** mensaje LSA enviado por el ABR anunciando cómo llegar al ASBR (ASBorder Router).
- ➔ **Tipo 5: ABR external LSA:** LSA enunciado por un ASBR donde indica las redes externas al dominio (al AS) que reciben todos los routers.