

### 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.

Plano de control: cualquier protocolo que dibuje el mapa de la topología de la red. RIP, BGPv4, OSPF.

Plano de forwarding: protocolo del router que decide qué hacer con los paquetes que se reciben. FIFO, WFQ, Leaky Bucket.

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

Intra-domain: mecanismos de enrutamiento dentro de un dominio (AS).

Inter-domain: mecanismos de enrutamiento que conectan diferentes AS.

Diferencias:

1. Intra-domain se usa para enrutamiento interno e inter-domain para el externo.
2. Intra-domain crea rutas internas y en cambio inter-domain crea fuera de los AS.
3. Intra-domain aplica sumarización e inter-domain sumarización y agregación.

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

1. El formato y contenido de los paquetes que se reciben y cómo se ha hecho el intercambio.
2. La periodicidad de los intercambios.
3. Algoritmos para calcular el mejor camino (alg. de mínimo coste) y los que deciden la interfaz de salida (alg. de decisión).

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

Major network: La clase A,B o C de una red IP.

En la sumarización una red es dirigida hacia su red principal (major network).

En cambio en la agregación de dos redes, estas son agregadas formando una NET-ID, los prefijos tienen que ser contiguos.

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

Con un algoritmo llamado Patricia Tree. Busca la entrada que tiene una máscara mayor. Organiza las direcciones de red en forma de árbol ordenándolas por las direcciones ip y sumariizándolas.

**Pregunta 6.**

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

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) Tiene la función de mantener el estado del link (LSP) enviando paquetes a otros routers y evitar que se reenvíe paquetes LSP que ya han sido enviados previamente. Para evitar rellenar las tablas y generar bucles.

b) y c) Cuando un paquete recibe un paquete LSP lo analiza y decide si lo reenvía a sus vecinos (De forma parecida a un broadcast).

**Pregunta 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.

En caso de un cambio en la topología, los routers deben recalcular las rutas y actualizar las tablas de enrutamiento. Llamamos tiempo de convergencia al tiempo que pasa hasta que todos los elementos de una red tienen pleno conocimiento de la topología de la misma.

La convergencia puede depender de:

- Distancia en hops desde el punto de fallo.
- Número de routers en la red.
- Ancho de banda y carga de tráfico en la red.
- Carga del router.
- El protocolo elegido:
  - RIP -> segundos
  - OSPF -> milisegundos
  - BGP -> puede llegar a ser de minutos.

**Pregunta 8.** 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.

Cuando todos los routers han llegado a conocer todas las rutas hacia todos los routers de una misma red.

Mismas dependencias que pregunta 7.

**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.

Los protocolos por estado de enlace, son aquellos que reaccionan a cambios en el estado del link (up/down), enviando información de conexión, a diferencia de los de vector de distancia, que envían la distancia actual hasta el nodo.

Classless routing -> Son aquellos protocolos que anuncian máscaras.

- Está permitido el subnetting.
- RIPv2, OSPF, BGP, EIGRP.

Classful router -> Son aquellos protocolos que no anuncian máscaras.

- Subnetting no permitido.
- RIPv1, IGRP.

Vector-distance y classless: RIPv2

Vector-distance y classfull: RIPv1

Estado de enlace y classless: OSPF

Estado de enlace y classful: IGRP

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

- Descubrimiento de neighbours (mediante protocolo HELLO).
- Cada nodo aprende la topología de la red.
- Utiliza algoritmo de mínimo coste (Dijkstra) que calcula el camino óptimo.

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

- Descubrimiento de neighbours.
- Enviar LSA con los cambios que hayan ocurrido.
- Mantiene una BD con la topología en cada router.
- Utiliza algoritmo de mínimo coste (Dijkstra) que calcula el camino óptimo.

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

Comprueban que las conexiones vecinas sigan operativas y que sean capaces de intercambiar paquetes.

Si pierde 4 paquetes significa que no está operativo.

Elige un Designated Router (DR) y un Backup Designated Router (BDR)

Se envía periódicamente usando la dirección multicast.

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

224.0.0.5 -> enviar un mensaje a todos los router OSPF.

224.0.0.6 -> enviar un mensaje a todos los router 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?

El objetivo del DR (Designated Router) es minimizar la cantidad de flooding (forwarding) y los mecanismos de sincronización de las BD 's, centralizando el intercambio de información.

Los BDR no hacen nada mientras haya un DR activo, solo actúan en caso de que el DR falle.

El router con mayor nivel de prioridad es elegido como DR, mientras que el segundo es elegido como BDR.

La prioridad se elige con el RID, la mayor dirección IP en el caso por defecto. Si un router tiene prioridad 0, este no podrá ser elegido como DR ni BDR. Prioridad = 1, prioridad máxima. Prioridad 128, prioridad mínima.

Si cae un DR, el BDR toma el puesto de DR y se elige otro BDR.

**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.

Si ponemos un ejemplo de una red con muchos routers, estos routers tendrán que enviarse entre ellos muchos mensajes, tendrán que recalcular muchas veces la topología y al final las tablas pasan a ser muy grandes. Para ello, declararemos áreas, con sus propios DR, que hará que disminuya el número de mensajes, menos cálculos y tablas reducidas.

**Internal Router** -> Enruta todas las interfaces dentro de la misma área, mantiene solamente una BD.

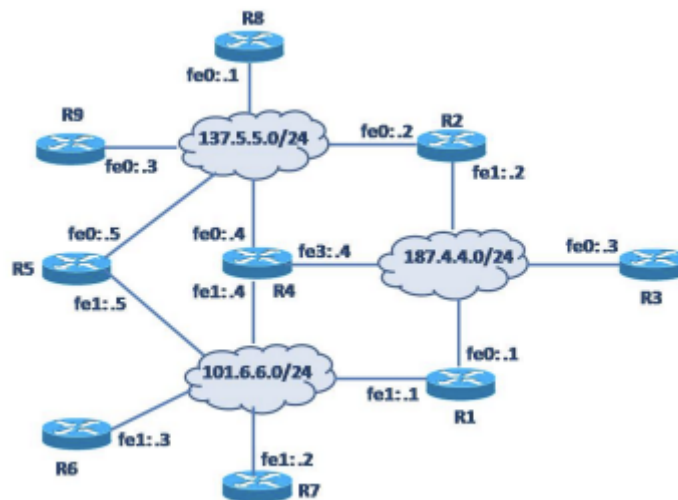
**Backbone Router** -> Enruta todas las interfaces en el Área 0, el área 0 hace de backbone con otras áreas, una sola BD.

**Area Border Router (ABR)** -> Routers con interfaces en multiples areas.

- Mantiene una BD por cada área a la que están conectados incluida la backbone.
- Sumariza información de la área y la distribuye a cada área usando el área de backbone.
- Cuando un ABR recibe información de una área, calcula los paths hacia ese área.

**Autonomous System Boundary Router (ASBR)** -> Routers con una interface hacia otro AS.

**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.



Para saber cuál será el DR y BDR, se escogen los dos routers con prioridad más alta (7 es la máxima y 0 la mínima). Si no tienen prioridad asignada se escoge el router con router-id más alto.

El router-id:

- Lo podemos definir nosotros.
- Si no lo definimos, este será la dirección de loopback
- Si no hay @IP de loopback, se escoge en base a la dirección más grande de las interfaces.

El DBR es el segundo router mas importante.

Por lo qual:

- Red 137.5.5.0/24:
  - o DR -> R5 (Router-ID: 137.5.5.5)
  - o BDR -> R4 (Router-ID: 137.5.5.4)
- Red 101.6.6.0/24:
  - o DR -> R5 (Router-ID: 101.6.6.5)
  - o BDR -> R4 (Router-ID: 101.6.6.4)
- Red 187.4.4.0/24:
  - o DR -> R4 (Router-ID: 187.4.4.4)
  - o BDR -> R3 (Router-ID: 187.4.4.3)

En el caso de que fallara la interfaz fe1 de R5, quedaría como sigue:

- Red 137.5.5.0/24:
  - o DR -> R5 (Router-ID: 137.5.5.5)
  - o BDR -> R4 (Router-ID: 137.5.5.4)
- Red 101.6.6.0/24:
  - o DR -> R4 (Router-ID: 101.6.6.4)
  - o BDR -> R6 (Router-ID: 101.6.6.3)
- Red 187.4.4.0/24:
  - o DR -> R4 (Router-ID: 187.4.4.4)
  - o BDR -> R3 (Router-ID: 187.4.4.3)

En el momento que la interfaz fe1 de R5 cae, el que antes era BDR, pasa a ser DR, y se escoge un nuevo BDR, siguiendo la misma lógica anterior.

### Pregunta 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 qué 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.

Para saber cuál será el DR y BDR, se escogen los dos routers con prioridad más alta (7 es la máxima y 0 la mínima). Si no tienen prioridad asignada se escoge el router con router-id más alto.

El router-id:

- Lo podemos definir nosotros
- Si no lo definimos, este será la dirección de loopback

- Si no hay @IP de loopback, se escoge en base a la dirección más grande de las interfaces.

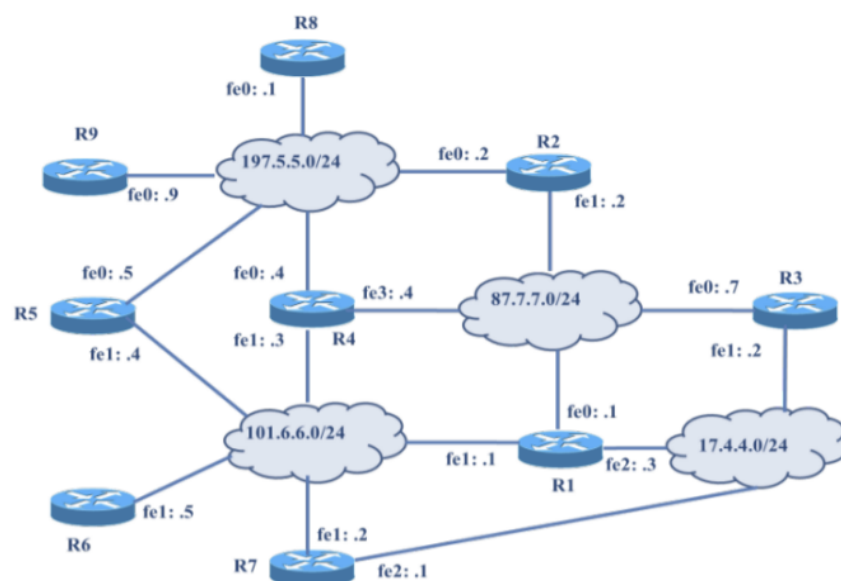
**El DBR es el segundo router mas importante.**

**Por lo qual:**

- Red 197.5.5.0/24:
  - o DR -> R5 (Router-ID: 197.5.5.5)
  - o BDR -> R4 (Router-ID: 197.5.5.4)
- Red 101.6.6.0/24:
  - o DR -> R6 (Router-ID: 101.6.6.5)
  - o BDR -> R5 (Router-ID: 101.6.6.4)
- Red 87.4.4.0/24:
  - o DR -> R3 (Router-ID: 87.4.4.7)
  - o BDR -> R4 (Router-ID: 87.4.4.4)
- Red 17.4.4.0/24:
  - o DR -> R1 (Router-ID: 17.4.4.3)
  - o BDR -> R3 (Router-ID: 17.4.4.2)

**En el acso en que fallasen los DR de cada 1 de las 4 redes:**

- Red 197.5.5.0/24:
  - o DR -> R4 (Router-ID: 197.5.5.4)
  - o BDR -> R2 (Router-ID: 197.5.5.2)
- Red 101.6.6.0/24:
  - o DR -> R5 (Router-ID: 101.6.6.4)
  - o BDR -> R4 (Router-ID: 101.6.6.3)
- Red 87.4.4.0/24:
  - o DR -> R4 (Router-ID: 87.4.4.4)
  - o BDR -> R2 (Router-ID: 87.4.4.2)
- Red 17.4.4.0/24:
  - o DR -> R3 (Router-ID: 17.4.4.2)
  - o BDR -> R7 (Router-ID: 17.4.4.1)



**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?

No funciona debido a dificultades en la elección del DR y BDR.

Soluciones:

- **NBMA** -> Emula OSPF en una red BMA -> necesita una red en forma de malla y envía un HELLO por VC.
- **Point-to-MultiPoint** -> Cada link crea una conexión punto a punto por VC-

**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?

Internal: 1 BD

Backbone: 1 BD

ABR: tantas BD como áreas

ASBR tantas BD como áreas esté

(capas BD depende de los tipos de LSA que haya)

**Pregunta 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?

El intra-routing son todos los paquetes dirigidos hacia nuestra red interna, mientras que el inter-routing son los paquetes dirigidos a redes externas.

En el intra-routing se usan los Internal Routers, que guardan una BD y los backbone routers, que no guardan ninguna BD.

En el Inter-routing se usan los ABR (Area Border Router), que mantienen una BD por cada área a la que están conectados.

**Pregunta 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** -> Cada router describe cada link de estado y coste por cada internal router.
- **Network LSA** -> Generado por el DR/BDR, describe el set de routers (Router-ID) conectados a esa red BMA. Destino: toda su área.
- **Summary LSA** -> Router ABR, describe rutas externas que recibe de otras ABR. Destino: todos los routers de la área.
- **ASBR summary LSA** -> Router ABR, describe rutas hacia ASBR's (Para salir del AS), pero no las rutas externas. Destino: todos los routers.



- **AS external LSA** -> Describe rutas externas pertenecientes a otro AS.  
Destino: todos los routers.
- **Not So Stubby Area external LSA** -> permiten conectar areas, conectadas con routers ASBR.