

TOPIC 4: Inter-domain Routing (BGP)

Pregunta 1. Explica qué es una política de encaminamiento y cómo se implementa.

Asumiendo una sub-red perteneciente a un AS, una política de encaminamiento es la decisión de un AS de anunciar rutas a otros AS's (Export Policy), y la política de este de recibir rutas de otros AS's (Import Policy).

Se implementa usando route-maps, que permite modificar atributos para modificar la tabla. (BGPv4)

Pregunta 2. Explica cómo escala la tabla de encaminamiento BGP en función de la cantidad de AS's a los que está conectado un AS.

Un AS, puede estar conectados a N AS's, por tanto recibirá N updates, con N rutas, por lo tanto utilizaremos un proceso de decisión para escalar las tablas de encaminamiento.

Pregunta 3. ¿Pará qué sirve definir una dirección de loopback en un router? ¿Qué tipo de dirección es?

Si no se hace, y se da el caso de que un enlace físico cae, se detectaría que no hay ninguna interface activa, cosa que haría que la sesión BGP finalizara.

Dirección privada o pública diferente a 127.0.0.0/8.

Pregunta 4. ¿Cómo resuelve BGP el problema de los bucles?

Mediante el AS_PATH_VECTOR. Hace falta tener IBGP y EBGP para detectar un bucle y así no se anunciara la ruta.

Pregunta 5. ¿Qué diferencia hay entre IBGP y EBGP?

I-BGP: Se utiliza como protocolo de enrutamiento dentro de un mismo AS para anunciar las redes internas. Las redes aprendidas por I-BGP, solo se pueden enviar por via E-BGP.

E-BGP: Se utiliza como protocolo de enrutamiento entre AS's, según la política, se puede decidir qué redes internas se desea compartir, si es que se desea compartir alguna de ellas.

Pregunta 6. ¿Qué diferencia hay entre las redes que anuncia OSPF y las que anuncia BGP (e.g. con el comando network)?

OSPF: Se utiliza para anunciar todas las redes internas SIEMPRE dentro de un mismo AS.

BGP: Se utiliza para anunciar redes públicas que se quiere que sean accesibles desde otros AS's.

Pregunta 7. Explica la diferencia entre un atributo BGP conocido ("well-known") y otro opcional. Idem si el atributo es mandatorio y discrecional. Menciona algún atributo que tenga la característica de ser conocido y discrecional, otro que sea conocido y mandatorio y otro que sea opcional y transitivo.

Los atributos well-known, deben de ser soportados por cualquier implementación de BGP (implementados por el fabricante), mientras que los opcionales no.

Los atributos mandatorios siempre son enviados en los mensaje UPDATE, mientras que los que son discrecionales no.

Transitivo: se transmiten a través de otros routers.

Well-known & mandatory -> AS_PATH , next_hop, origen.

Well-known & discrecional -> LOCAL-PREFERENCE

Opcional & transitivo -> COMMUNITY

Pregunta 8. ¿Qué significa que en una tabla BGP aparezca el atributo ORIGEN como incompleto? ¿Qué acción ha ejecutado el administrador del sistema para que aparezca como incompleto? ¿Qué efectos tiene dicha acción?

Haber sido redistribuido en BGP desde IBGP interno con protocolos como RIP, OSPF. (alimentar un protocolo con otro protocolo)

El administrador tiene que controlar con listas de acceso, para no compartir redes privadas, mediante BGP, lo que se ha aprendido de OSPF.

Pregunta 9. ¿Qué relación hay entre los atributos ATOMIC AGGREGATE y AGGREGATOR?

AGGREGATOR es para agregar una nueva red y ATOMIC AGGREGATE se utiliza para avisar al resto de la red BGP que alguna info se ha perdido al hacer una agregación y pues esa ruta puede no ser la mejor.

Pregunta 10. Qué diferencia hay entre una política BGP inbound y una outbound.
¿Qué atributo BGP te permite generar una política outbound?

En la política inbound, se escoge cual es el enlace de entrada del AS.

En la política outbound se escoge cual es el enlace de salida del AS.

El atributo que se utiliza para generar políticas de outbound es LOCAL-PREFERENCE.

Pregunta 11. ¿Qué es una política de “AS-path-prepend”? Explica mediante un ejemplo sencillo como un ISP puede usar esta política. ¿Qué atributo BGP permite definir a un ISP una política de tráfico de tipo “outbound”? Explica mediante un ejemplo sencillo como un ISP puede usar esta política.

Consiste en forzar una ruta, dado que BGP por defecto escoge la ruta más corta, y existen casos en los que no deseamos que se realice de esta forma.

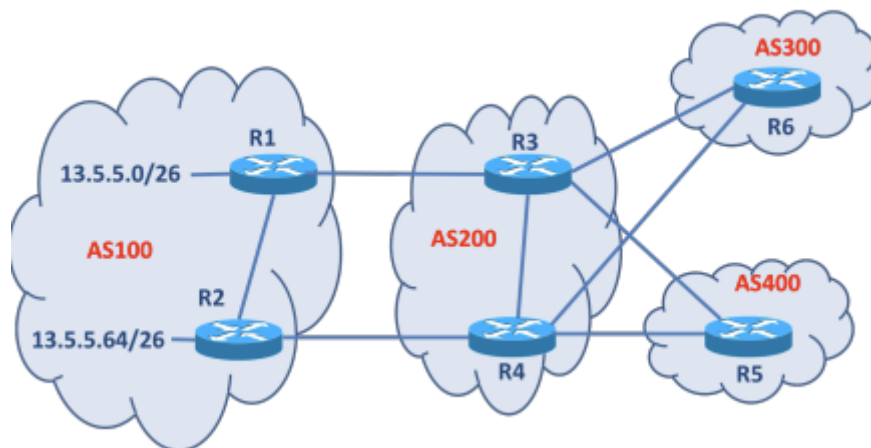
Lo haremos utilizando el atributo LOCAL-PREFERENCE e inflando el AS_PATH_VECTOR.

Pregunta 12. Explica la diferencia entre una comunidad “NO-EXPORT” y una comunidad “NO- ADVERTISE”. Pon un ejemplo de uso de cada una de ellas.

NO-EXPORT -> Todas las rutas con este atributo NO DEBEN SER transmitidas fuera de nuestro AS.

NO-ADVERTISE -> Todas las rutas con este atributo NO DEBEN SER anunciadas a los otros vecinos BGP dentro de nuestro AS (redes y routers de terceros).

Pregunta 13. El AS100 dispone de la red 13.5.5.0/24 que ha dividido en 4 subredes /26. El AS100 quiere que el tráfico dirigido a la subred 13.5.5.0/26 desde AS200 entre por R1 y el tráfico dirigido a la subred 13.5.5.64/26 desde AS200 entre por R2. Los AS300 y AS400 no tienen que aprender la división en subredes /26 que ha creado AS100, pero sí han de ser capaces de llegar a ellas. Indica que routers reciben qué redes en cada uno de estos casos:



a) AS100 envía por R1 la red 13.5.5.0/26 con la comunidad no-export y la red 13.5.5.0/24 sin ningún tipo de comunidad. AS100 envía por R2 la red 13.5.5.64/26 con la comunidad no-export y la red 13.5.5.0/24 sin ningún tipo de comunidad.

Las redes /26 solo les llegan a R3 y R4 por enviarse a través de una comunidad NO_EXPORT.

Mientras que la red /24 la aprenden todos los routers.

b) AS100 envía por R1 la red 13.5.5.0/26 con una comunidad 100:30 que pone un local-pref=200 en quien lo reciba y la red 13.5.5.0/24 sin ningún tipo de comunidad. AS100 envía por R2 la red 13.5.5.64/26 con una comunidad 100:40 que pone un local-pref=200 en quien lo reciba y la red 13.5.5.0/24 sin ningún tipo de comunidad.

Tanto las redes /26 como la red /24 llegan a todos los routers, ya que las comunidades son transitivas. Entonces a R6 y R4 les llegarán las dos redes subneteada.

c) AS100 envía por R1 la red 13.5.5.0/26 con la comunidad no-export. AS100 envía por R2 la red 13.5.5.64/26 con la comunidad no-export.

Las redes solo llegan a R4 y R3.

d) S100 envía por R1 la red 13.5.5.0/26 con una comunidad 100:30 que pone un local-pref=200 en quien lo reciba. AS100 envía por R2 la red 13.5.5.0/26 con una comunidad 100:40 que pone un local-pref=200 en quien lo reciba.

Llegan a todas partes solo las /26.

Pregunta 14. ¿Qué diferencia hay entre asignar un “route-map” con el comando neighbor en modo “in” o en modo “out”? Explica qué efectos tienen ambas acciones sobre las tablas BGP del router emisor del UPDATE BGP y sobre el router receptor del UPDATE BGP. Indica un atributo que se use en modo “in” y otro en modo “out”. Explica qué relación y qué diferencia hay entre la tabla de encaminamiento y la tabla BGP.

La diferencia está en si la route-map se comprueba de salida o de entrada. Indicamos la dirección del router vecino BGP, el nombre del route-map que queremos que actúe y la dirección en la que queremos que actúe IN o OUT:

IN: para mensajes BGP que entran en el router. Condiciones-acciones se incluirán en la tabla BGP.

OUT: para mensajes BGP que salen del router. Condiciones-acciones se incluirán en el mensaje de salida de BGP (UPDATE BGP).

Pregunta 15. Justifica por qué los routers BGP tienen que estar i-BGP totalmente mallados y explica la diferencia entre el funcionamiento i-BGP y e-BGP respecto al anuncio de rutas.

Los routers BGP nunca anunciarán las redes que aprenden por IBGP, por lo tanto deben estar en una red mallada si o si.

(diferencias ver pregunta 5)

Pregunta 16. Explica que es multi-homing y explica cómo se puede implementar una línea de back-up con un ISP.

El Multi-Homing, es cuando un cliente X, dispone de conexiones con más de un ISP. Una línea de backup con un ISP, se implementaría cambiando la prioridad de las líneas, de forma que la de backup tendrá menos prioridad que la principal.

Si la línea principal cae, su prioridad se elimina y la línea de backup pasará a ser la principal.

Pregunta 17. Explica que significa que el encaminamiento externo e interno estén sincronizados.

Significa que E-BGP, espera a que todo tu AS aprenda todas las rutas por I-BGP, antes de anunciar las redes a diferentes AS por E-BGP.

,és a dir,

Cuando reciben una dirección de fuera, todo el AS recibirá esa dirección para que todos sepan llegar. Internamente, todos los routers acaban formando una malla para saber llegar siempre al next-hop para fuera.

Pregunta 18. Asume que tienes un ISP con 100 routers BGP. Indica cuantas sesiones I-BGP necesita para funcionar correctamente. Indica que técnicas hay para reducir el número de sesiones I-BGP y explica brevemente el funcionamiento de una de ellas. Pon un ejemplo de las técnicas que has explicado enseñando la reducción de sesiones BGP a los 100 routers.

Necesitaremos $(100*99)/2 = 4950$ sesiones BGP.

Podemos reducir el número de sesiones BGP mediante el uso de:

- Route Reflectors -> split-horizon rule is modified in order the route reflector may propagate routes learnt by I-BGP connections under certain conditions reducing the number of I-BGP sessions in the AS.

- Confederaciones -> Crea Sub-Sistemas Autónomos usando números de AS privados dentro del AS. Cada Sub AS tiene que formar una malla completa y necesita sesiones IE-BGP con el resto de sub AS's.

Desde el punto de vista de un AS externo, este lo percibe como un solo AS al uso.

Pregunta 19. Asume que tienes un ISP con 1000 routers BGP.

a) Indica cuántas sesiones I-BGP necesita para funcionar correctamente.

Necesitaremos $(1000*999)/2 = 499500$ pares de sesiones BGP.

b) Definimos 10 reflectores de rutas con 99 clientes por cada reflector. ¿Calcula el número de sesiones BGP que se necesitan?

Mediante reflectores de rutas tendríamos $99*10 + (10*9)/2 = 990+45=1035$ sesiones BGP.

c) Definimos 10 confederaciones con 100 routers por confederación, ¿Calcula el número de sesiones BGP que se necesitan?

10-1: EBGP's minimos (pares)

$(100*99/2)*10 + (10-1)$ sesiones bgp

d) Definimos 5 confederaciones con 200 routers por confederación y dentro de cada confederación, definimos 5 reflectores de rutas con 39 clientes, ¿Calcula el número de sesiones BGP que se necesitan?

Cada confederación: $(5*39 + (5*4)/2)$

5 confederaciones: $5 * (5*39 + (5*4)/2) = 1025$ pares de sesiones BGP.

Pregunta 20. Explica el funcionamiento de los reflectores de rutas en BGP.

La regla de Split-Horizon indica que las rutas aprendidas por I-BGP no se propagan se modifica para que los reflectores de rutas puedan hacerlo con los routers con los que mantiene sesiones I-BGP.

- Cada router reflector mantiene una sesión I-BGP con cada usuario (routers del cluster)
- Los routers reflectores tienen que formar una red mallada entre ellos, pero los usuarios no necesitan formarla.
- Si el mensaje BGP proviene de un vecino no cliente (Por ejemplo otro RR), entonces el RR la refleja a todos sus clientes dentro de su clúster.
- Si el mensaje BGP proviene de un cliente, el RR la refleja a todos los vecinos clientes y no clientes.
- Si el mensaje BGP se aprende de un vecino E-BGP, éste se envía a todos los vecinos clientes y no clientes.

Pregunta 21. Explica el funcionamiento de las confederaciones en BGP.

Se crean sub AS's utilizando nombres privados de AS, dentro de nuestro AS.

- Cada sub AS debe crear una red mallada con sesiones I-BGP con sus routers.
- Cada sub AS necesita sesiones E-BGP con los otros sub AS's.
- Desde el punto de vista de un AS externo, nuestro AS es percibido como uno solo.

Pregunta 22. Explica los conceptos de escalabilidad, sincronización y convergencia en BGP y como se solucionan cada uno de ellos.

La escalabilidad es una propiedad deseable en un sistema, red o proceso, ya que nos indica su habilidad para reaccionar y adaptarse a los cambios (expansión, reducción o cambio de la red) sin perder capacidades y/o calidad.

>incremento del número de routers. Más routers implican más entradas en la tabla BGP, por lo tanto se soluciona usando reflectores y confederaciones para poder reducir el número de sesiones BGP.

La sincronización, se da cuando todas las rutas I-BGP y E-BGP se han propagado, y todos los routers conocen la topología de la red. Los routers no comunican las rutas por E-BGP hasta que todos los routers BGP de un AS están sincronizados internamente.

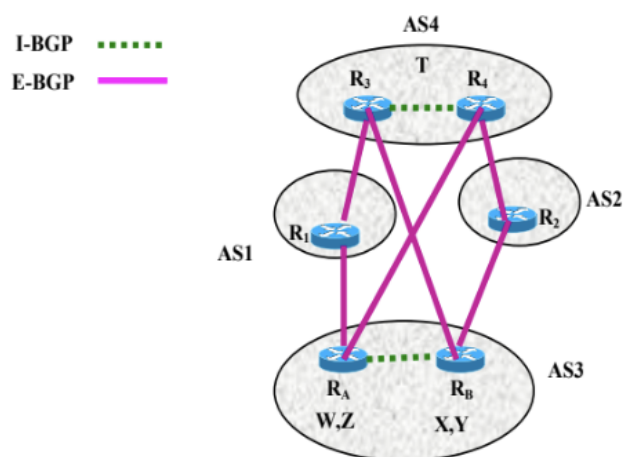
En el caso de que se dé un cambio en la topología, los routers deben recalculan las rutas y actualizar sus tablas de enrutamiento, entonces, llamaremos convergencia a que todo los routers de una red conozcan la topología de la misma.

Pregunta 23. Explica cómo puede el AS3 forzar que la línea R3-R1 es backup para la red 12.5.0.0/16 y principal para la 21.3.0.0/16 y la línea R4-R2 es backup para la red 21.3.0.0/16 y principal para la 12.5.0.0/16.



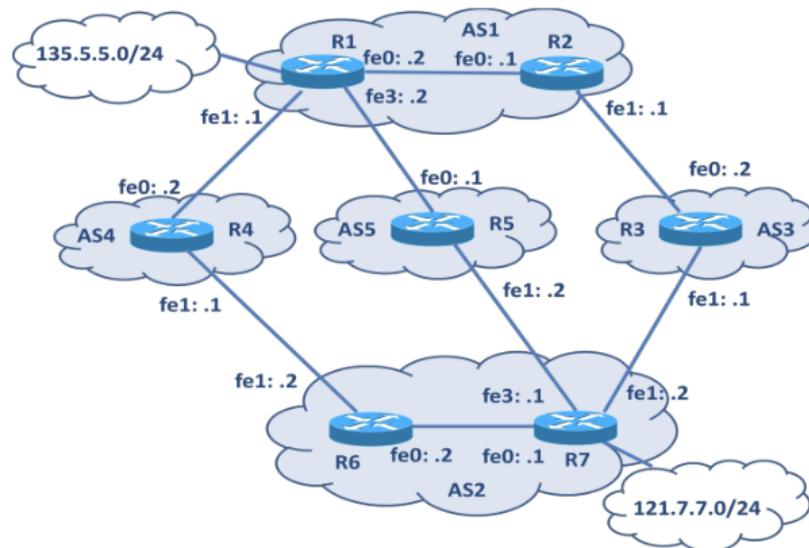
Lo conseguiremos configurando routing-maps y comunidades, y en los enlaces de backup, bajaremos la LOCAL-PREFERENCE.

Pregunta 24. Asume que tienes la siguiente red. Explica cómo AS3 puede definir una comunidad para que el tráfico que va desde AS4 hacia las redes X,Y en AS3, vaya preferentemente vía R3-RB en vez de usar otras rutas y que el tráfico que va desde AS4 hacia las redes W,Z en AS3, vaya preferentemente vía R4-RA.



Los routers del AS4 tendrán que ejecutar un send-community, y usar el route map en out y en la red AS3 un send-community in, y a partir de esto definir unas políticas de LOCALPREFERENCE, que hagan que tenga un mayor atributo aquellas rutas las cuales preferimos que lleguen los mensajes, y un menor valor a aquellas rutas, las cuales no queremos que sean usadas.

Pregunta 25. Asume que tienes la arquitectura de la figura. Explica cómo AS2 puede definir una comunidad para que el tráfico que va desde la red 135.5.5.0/24 en el router R1 vaya a la red 121.7.7.0/24 conectada al router R7 preferentemente vía R1-R5 como primera opción, vía R1-R2 como segunda opción y finalmente vía R1-R4 como tercera opción.



Los routers del AS2 tendrán que ejecutar un send-community, y usar el route-map en los out, y según la dirección de origen, hará un set LOCAL-PREFERENCE según se desee. En nuestro caso, lo que llegue de R5 tiene un LOCAL-PREFERENCE más grande que R2, el cual tendrá a su vez un LOCAL-PREFERENCE mayor que lo que provenga de R4.

Pregunta 26. Asume que tienes un ISP con 100 routers BGP. Para que funcionen correctamente necesitas una red totalmente mallada i-BGP. Obtén el número total de sesiones iBGP necesarias para que funcione correctamente el AS. Definimos ahora una configuración con 5 confederaciones: en las 3 primeras confederaciones se configuran reflectores de routers (4 Reflectores con 4 clientes cada uno), mientras que en las 2 últimas confederaciones no hay reflectores. Obtén el número total de sesiones i-BGP de cada confederación y el total de la nueva configuración en el AS.

$(100*99)/2 = 4950 \rightarrow$ Sesiones I-BGP, sin uso de confederaciones.

Si creamos:

- 5 confederaciones con 20 routers cada una.
- 2 sin reflectores = $(20*19)/2 * 2$ I-BGP's
- 3 de estas confederaciones tendrán 4 reflectores con 4 clientes cada uno:
 - $4*4$ I-BGP para que los reflectores se comuniquen con sus clientes
 - $(4*3)/2 = 6$ EI-BGP
 - Cada confederación tendrá $\rightarrow 6+16 = 22$ sesiones BGP
- En total $22*3 + 190*2 = 446$ sesiones BGP.

>1 reflector: $(20*19)/2$

>1 confederacion con 4 RR con 4 clientes cada uno: $4*4 + (4*3)/2$

>Total: $2*\text{reflector} + 3*\text{conf} = 2 * [(20*19)/2] + 3 * [4*4 + (4*3)/2]$

Pregunta 27. En la figura siguiente tienes una red con enlaces I-BGP y E-BGP, a) buscar una solución con reflectores de rutas, dadas las conexiones existentes para que las redes N1, N2 y N3 sean alcanzables desde todos los routers.

Dentro de los sistemas autónomos AS20 y AS30, no hace falta hacer nada, debido a que estos ya solo tienen un router y es el mismo que conecta con el resto de la red, mientras que en el caso de AS10, sería necesario, que R1, R2 y R3 fueran routers reflectores y R4 ser cliente de R3 y R5 ser cliente R1, por tanto la conexión BGP de R4 a R5 no sería necesaria.

Pregunta 28. Explica que es el "flapping". ¿Para qué sirven las técnicas de "slow-down" en BGP? Explica el "exponential back-off".

Flapping \rightarrow Un link cambia constantemente de un estado a otro (up/down), provocando mensajes de update, cosa que provoca low convergence, bucles y errores en la red.

Slow-Down \rightarrow Es el método que utilizamos para solventar el flapping, básicamente la solución al problema es reducir la frecuencia con la que se envían los updates del link.

Exponential Back-Off -> Es el algoritmo que se utiliza para aplicar el Slow-Down. Cuantos más eventos de update, más aumenta el tiempo en el que se envían, si no se envían mensajes update, se reduce el tiempo de slow-down.

Pregunta 29. Explica qué es el dampening en BGP y para qué sirve. Explica el mecanismo de dampening y la relación entre el temporizadores half-time, max-supress-limit y el valor máximo del supress-limit (dampening threshold).

Dampening -> No reportar un evento si este ocurre frecuentemente. Cada vez que ocurre un evento, se incrementa el value de penalty value, si este llega al “damp threshold”, el evento entra en DAMPENED state, y el link y la ruta pasan a estar en “down state”.

Cada vez que “no ocurre” el evento, el contador se decrementa.

Si el contador llega al “reuse threshold” el link y la ruta pasan a “up state”.

Pregunta 30. ¿Qué es y qué implicaciones tiene el max-penalty en dampening? Si tienes un penalti = 1000, un reuse-limit = 2000, un half-life = 15 minutos, y un max-supress-limit = 60 minutos, ¿Cuál es el valor máximo del supress-limit (dampening threshold) que puedes configurar?

Es un value oculto en dampening que se usa para asegurar que no se ha entrado en valores dampening que no van a funcionar.

$\text{max-penalty} = \text{reuse-limit} * 2^{(\text{max-supress-time}/\text{half-life})}$

$\text{max-penalty} = 2000 * 2^{(60/15)} = 32.000$