

TOPIC 4: Inter-domain Routing (BGP)

Pregunta 1. Explica que es una política de encaminamiento y como se implementa.

Es la decisión de qué rutas vas a enviar y recibir de otro AS. Se implementan mediante atributos. En los protocolos de encaminamiento interdomain no hay coste, debido a que si se usaran se saltarían las relaciones de peering. Debido a que BGP se encapsula en TCP se debe iniciar una sesión TCP con otro router. Ese mensaje puede recorrer todos los routers que sean necesarios.

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

Si hay N redes en Internet. table BGP $\leq N \cdot M$. Depende de los filtros que hayan causados por las relaciones de peering.

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

Por si cae un enlace poder ir al router por un camino alternativo. IP públicas o privadas diferentes de 127.0.0.0/8.

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

Si un router recibe un mensaje de IBGP(internal BGP) en el que ya esté su AS en el AS_PATH vector no reenviará el mensaje a IBGP. IBGP no retransmite mensajes recibidos de otro IBGP. Es necesario que todos los routers sepan llegar a la red a la que se quiere ir. Para eso necesitamos una malla completa de sesiones IBGP, LO QUE CREA PROBLEMAS DE ESCALABILIDAD.

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

-EBGP: Conexiones BGP entre routers de diferente AS

-IBGP: Conexiones BGP entre routers del mismo AS.

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

BGP anuncia redes con IPs públicas y OSPF redes con IPs privadas

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.

Well-known(conocidos) es obligatorio implementar, **optional no**. Si es mandatorio el router tiene que mandar ese atributo obligatoriamente, si es discrecional no. Si es de tránsito el atributo se tiene que ir retransmitiendo, sino solo hace un salto. Si un atributo es opcional y un router no lo implementa lo envía como incompleto.

Pueden ser:

- Conocidos y mandatorios(**NextHop, AS-PATH vector, ORIGIN**)
- Conocidos y discrecional(**LOCAL PREFERENCE, ATOMIC AGGREGATE**)
- Opcional y transitivo(**AGGREGATOR, COMMUNITY**)
- Opcional y no transitivo(**MED**)

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?

Significa que el router que recibió el anuncio de ruta no ha podido determinar la fuente del anuncio. Las consecuencias de esto sera que se desconocera el origen hasta que se resuelva.

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

El atributo ATOMIC AGGREGATE se utiliza para indicar que una ruta ha sido agregada de forma atómica. Esto significa que, aunque la ruta original puede haber sido dividida en varias partes antes de ser agregada, todas las partes se han agregado de forma simultánea y no se han perdido información importante al realizar la agregación.

Por otro lado, el atributo AGGREGATOR se utiliza para indicar el origen de una ruta agregada. Este atributo contiene información sobre la dirección IP y el AS (Autonomous System) del router que originó la agregación.

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

Una política inbound se generará en el propio router, una outbound se generà por información enviada por un router externo.

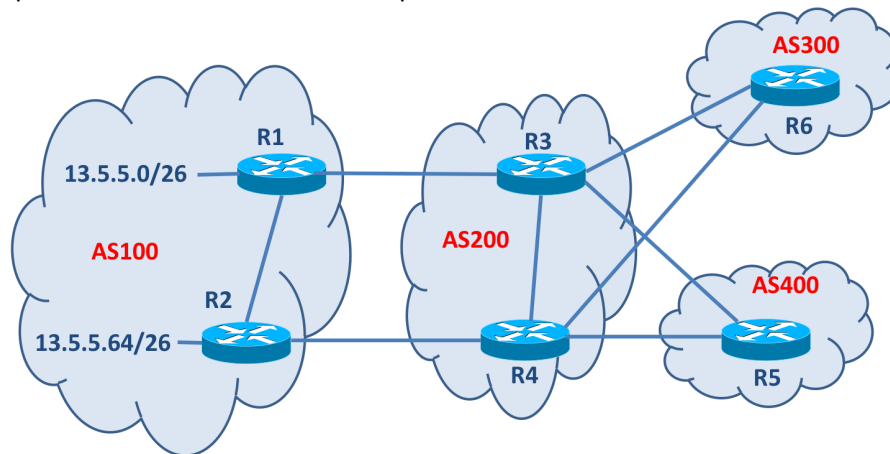
Pregunta 11.¿Qué es una política de “AS-path-prependig?”. Explica mediante un ejemplo sencillo como un ISP puede usar esta política. ¿Qué atributo BGP permite definir a un ISP una política de tráfico de tipo “outbound”? Explica mediante un ejemplo sencillo como un ISP puede usar esta política.

Es una política que modifica el AS path vector añadiendo varias veces el mismo router para generar una métrica más grande de lo usual y provocar que no se use ese path para enrutar.

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.

La diferencia es que NO-EXPORT oculta las rutas recibidas a otros AS mientras que NO-ADVERTISE las oculta a sus vecinos de su misma comunidad.

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 que 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.

R3: 13.5.5.0/26, 13.5.5.0/24, 13.5.5.64/26

R4: 13.5.5.64/26, 13.5.5.0/24, 13.5.5.0/26

R5: 13.5.5.0/24

R6: 13.5.5.0/24

- 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.

R3: 13.5.5.0/26, 13.5.5.0/24

R4: 13.5.5.64/26, 13.5.5.0/24

R5: 13.5.5.64/26, 13.5.5.0/24, 13.5.5.0/26

R6: 13.5.5.64/26, 13.5.5.0/24, 13.5.5.0/26

- 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.

R3:13.5.5.0/26

R4:13.5.5.65/26

R5: -

R6: -

- 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.

R3:13.5.5.0/26

R4:13.5.5.0/26

R5:13.5.5.0/26

R6:13.5.5.0/26

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 que relación y que diferencia hay entre la tabla de encaminamiento y la tabla BGP.

Pregunta 15. Justifica porqué 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.

Tiene que estar totalmente mallados para evitar loops de enrutamiento lo que puede causar retrasos y pérdida de paquetes en la red.

Para propagar anuncios de ruta de manera eficiente ya que cada router solo recibe anuncios de ruta de una única fuente y no tiene que filtrar anuncios de ruta redundantes.

Por último, para simplificar la configuración permite que los routers i-BGP utilicen la misma configuración de enrutamiento para todos los vecinos.

La diferencia es que i-BGP se utiliza para enrutar tráfico entre routers dentro de la misma organización o Autonomous System (AS), mientras que e-BGP se utiliza para enrutar tráfico entre diferentes organizaciones o AS.

En i-BGP, los routers tienen que tener conocimiento de todas las rutas disponibles en el otro router para poder tomar decisiones de enrutamiento adecuadas. En cambio, en e-BGP, los

routers solo tienen que tener conocimiento de las rutas que se originan en el otro AS.

En i-BGP, los routers tienen que estar totalmente mallados para poder compartir todas las rutas disponibles. Esto significa que cada router debe tener una conexión con todos los demás routers BGP en la misma organización o AS. En cambio, en e-BGP, los routers no tienen que estar totalmente mallados, ya que solo tienen que tener conocimiento de las rutas que se originan en el otro

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

Multi-homing es una técnica utilizada por las organizaciones para conectarse a Internet a través de múltiples proveedores de servicios de Internet. Para implementar una línea de back-up se puede primero se configura el router de tu red para que pueda conectarse a Internet a través de ambas líneas. Esto suele implicar configurar la conexión principal y la de back-up de forma separada en el router.

Una vez configuradas ambas conexiones, es necesario configurar una regla de enrutamiento para determinar cuándo se debe utilizar la conexión de back-up en lugar de la principal. Esto se hace generalmente mediante un protocolo de enrutamiento como BGP (Border Gateway Protocol).

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

Cuando el encaminamiento externo e interno están sincronizados, significa que todos los dispositivos de la red tienen la misma información de enrutamiento y que pueden enviar y recibir paquetes de forma eficiente. Esto es importante para garantizar la conectividad y el rendimiento de la red.

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.

Sin reducción:

$100 * 99 / 2 = 4950$ –} Un total 4950 I-BGP sessions

Para reducir el número de sesiones I-BGP se puede usar Router Reflectors en comunidades. Se modifica la regla de split-horizon para que la ruta reflector puede propagar rutas aprendidas por conexiones I-BGP bajo ciertas condiciones que reducen el número de sesiones I-BGP en el AS, y evitando bucles.

Con reducción decidimos coger 10 Routers reflectors con 9 routers dentro

$$9*10+(10*9/2) = 135 \text{ I-BGP sessions}$$

Con Confederaciones tambien se puede reducir. Estas crean mini AS dentro del AS reduciendo el numero de sesiones ya que se generan sesiones E-BGP.

Con reducción decidimos coger 10 Confederaciones con 9 routers dentro

$$(9*8/2)*10 = 360 \text{ I-BGP sessions}$$

Pregunta 19. Asume que tienes un ISP con 1000 routers BGP. **a)** Indica cuantas sesiones I-BGP necesita para funcionar correctamente. **b)** Definimos 10 reflectores de rutas con 99 clientes por cada reflector. ¿Cálcula el número de sesiones BGP que se necesitan? **c)** Definimos 10 confederaciones con 100 routers por confederación, ¿Cálcula el número de sesiones BGP que se necesitan?, **d)** Definimos 5 confederaciones con 200 routers por confederación y dentro de cada confederación, definimos 5 reflectores de rutas con 39 clientes, ¿Cálcula el número de sesiones BGP que se necesitan?

a) $1000*(999/2) = 499500$

b) $99*10+((10*9)/2) = 1035$

c) $(100*(99/2))*10 = 49500 \text{ I-BGP, min E-BGP} = 9 \rightarrow 49509$

d) $39*5+((5*4)/2) = 205+4 = 209 \text{ conexiones}$

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

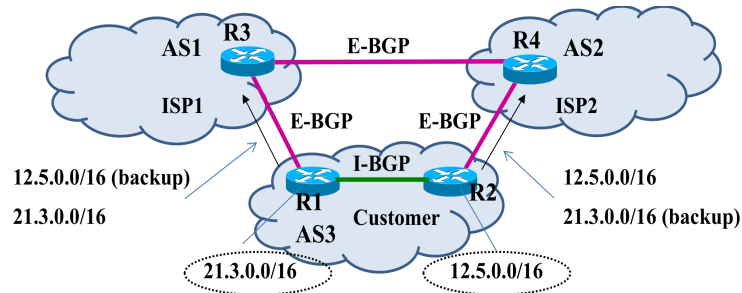
Se usan Router Reflectors dentro de comunidades. Se modifica la regla de split-horizon para que la router reflector puede propagar rutas aprendidas por conexiones I-BGP bajo ciertas condiciones que reducen el número de sesiones I-BGP en el AS, y evitando bucles.

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

Las Confederaciones se usan para reducir las sesiones I-BGP. Estas crean mini AS dentro del AS reduciendo el numero de sesiones ya que se generan sesiones E-BGP.

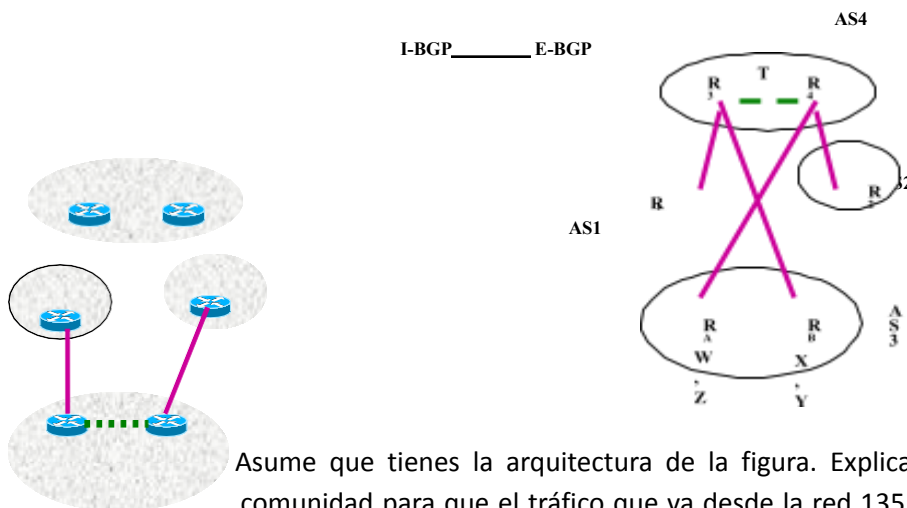
Pregunta 22. Explica los conceptos de escalabilidad, sincronización y convergencia en BGP y como se solucionan cada uno de ellos.

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.

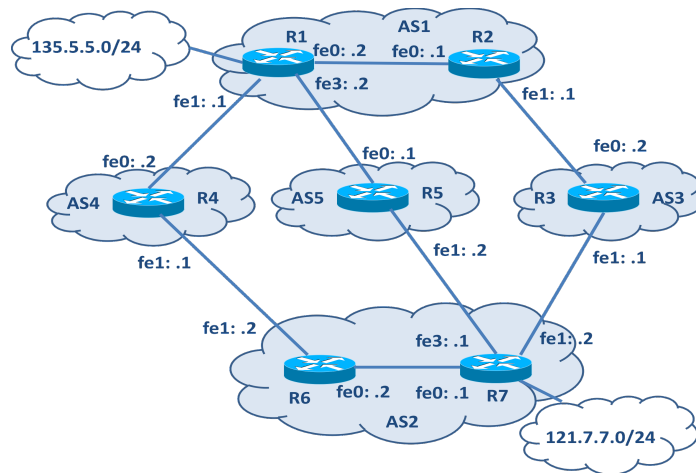


Usando comunidades. En estas se asignan diferentes local preferences según como se quiera dirigir el tráfico. Para que la línea R3-R1 sea backup de la red 12.5.0.0/16 se le asignará un local preference bajo para evitar que circule por ahí mientras que a la otra ruta uno alto. Esto hará que salga por la ruta R2-R4 y en caso de que fallase por la R1-R3. De opuesta manera se haría para la red 21.3.0.0/16, asignándole un local preference alto a la ruta R1-R3 y uno bajo a la ruta R2-R4.

Pregunta 24. Asume que tienes la siguiente red. Explica como 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.



Asume que tienes la arquitectura de la figura. Explica como 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



Pregunta 26. Asume que tienes un ISP con 100 routers BGP. Para que funcionen correctamente necesitas una red totalmente mallada i-BGP. Obten 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. Obten el numero total de sesiones i-BGP de cada confederación y el total de la nueva configuración en el AS.

a) $100 * (99/2) = 4950$

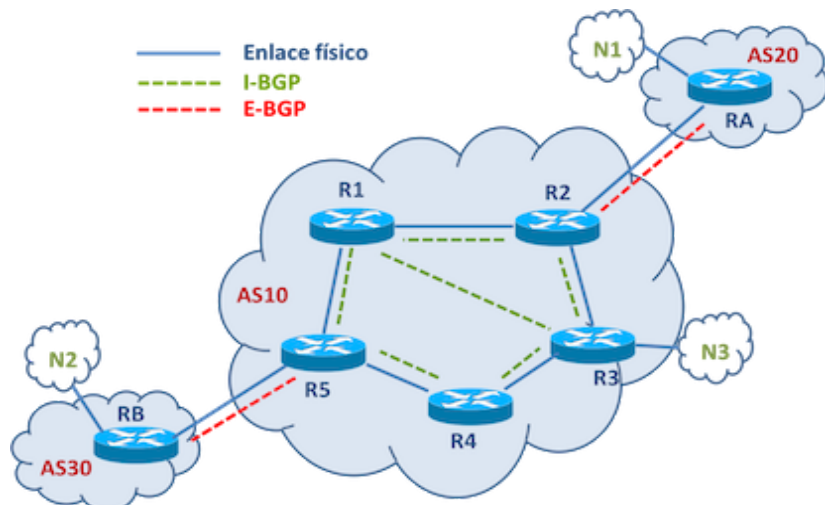
b)

solo comunidades $\rightarrow (20 * 19) / 2 = 190 * 2 = 380 + 1E-BGP = 381$

comunidades + RR $\rightarrow RR \rightarrow 4 + 4 + 4 + 4 + (4 * 3 / 2) = 22$

Total = 403 conexiones

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



Pregunta 28. Explica que es el “flapping”. ¿Para qué sirven las técnicas de “slow-down” en BGP?

Explica el “exponential back-off”.

Pregunta 29. Explica que 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).

Pregunta 30. ¿Qué es y que 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?

maximo Supress-limit = max penalty

max penalty = $2000 * 2^{(60/15)} = 32000$;