

TOPIC4: Inter-domain Routing (BGP)

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

Una política de encaminamiento está definida por una serie de atributos y puede ser de exportación o de importación. Una política de exportación determina si debe anunciar su AS a otro AS. Una política de importación define si debe aceptar la ruta de un AS. Cuando un AS se anuncia, comunica su política de exportación, el otro AS, con sus políticas de importación, decide si aceptarle o no. El tráfico fluye en sentido contrario al anuncio de la ruta.

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

Una tabla BGP contiene tantas entradas como conexiones BGP hay, si un router de un AS se conecta a otro de otro AS que es punto intermedio con otros AS, tiene una entrada para cada uno, por lo tanto la tabla crece según $N \times M$ (N siendo el número de sesiones BGP, M siendo el número de AS vecinos).

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

La dirección loopback es una interfaz virtual en un router creada por el administrador a la cual se le asigna una @IP cualquiera, sirve para establecer la sesión BGP, porque si cae el enlace físico establecería otra ruta para llegar hasta él, de otra manera, podría no detectar interfaces activas y se perdería la sesión.

4- ¿Cómo resuelve BGP el problema de los bucles?

Para detectar un bucle, los routers usan el AS-path vector. Si se detecta un bucle no se advierte la ruta, por ello los AS's no pueden añadirse a sí mismos, ni añadir un ASN varias veces, además, para detectar bucles dentro de un AS, I-BGP impide hacer UPDATES de rutas aprendidas por I-BGP, por lo que hace falta tener una malla completa para retransmitir.

TOPIC4: Inter-domain Routing (BGP)

5- ¿Qué diferencia hay entre IBGP e EBGP?

Ambos son el mismo protocolo, solo que el IBGP es una conexión BGP establecida entre dos routers del mismo AS, por lo que no modifica el AS-PATH vector y necesita una red full-meshed para evitar bucles, y el EBGP es entre dos routers de diferentes AS's, y sí modifica el AS-PATH vector así que no necesita que la red sea full-meshed.

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

BGP sólo anuncia las redes públicas para que sean accesibles por otros AS's.

OSPF anuncia todas las redes públicas y privadas a los neighbors del mismo AS.

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.

Un atributo *well-known* son atributos que deben soportar todas las implementaciones BGP. Sin embargo, uno *opcional* no tiene por qué ser soportado. Un atributo *mandatorio* es aquel que se siempre se envía en los mensajes de Update, mientras que el *discrecional* no tiene por qué.

- Conocido y discrecional: Atomic aggregate
- Conocido y mandatorio: Next-hop
- Opcional y transitivo: Aggregator

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?

Cuando ORIGEN es incompleto significa que no se conoce el origen de la ruta. Ocurre cuando el admin ha inyectado todo lo aprendido por OSPF en BGP. Al hacer esto, se anuncia todo, los loopback, rutas privadas... y está prohibido anunciar estas rutas a otros AS.

TOPIC4: Inter-domain Routing (BGP)

9- ¿Qué relación hay entre los atributos **ATOMIC AGGREGATE** y **AGGREGATOR**?

Atomic aggregate sirve para indicar que no se ha hecho as-set cuando se ha hecho agregación mediante Aggregator, indicando que sea posible que haya bucles. Dicho as-set se encarga de indicar que AS's pertenecen a la agregación.

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

La política **inbound** controla el tráfico hacia dentro del cliente que cuenta con más de una línea hacia otro ISP. La política de **outbound** controla el tráfico hacia fuera del mismo. El atributo que nos permite controlar el outbound es LocalPreference, puesto que permite elegir por qué interfaz sacar los paquetes según su destino.

11- ¿Qué es una política de “AS-path-prepend”? Explica mediante un ejemplo sencillo cómo 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 cómo un ISP puede usar esta política.

La política de prepending permite añadir el ASN propio al AS-path vector para inflarlo para que los demás AS's elijan rutas con menos saltos.

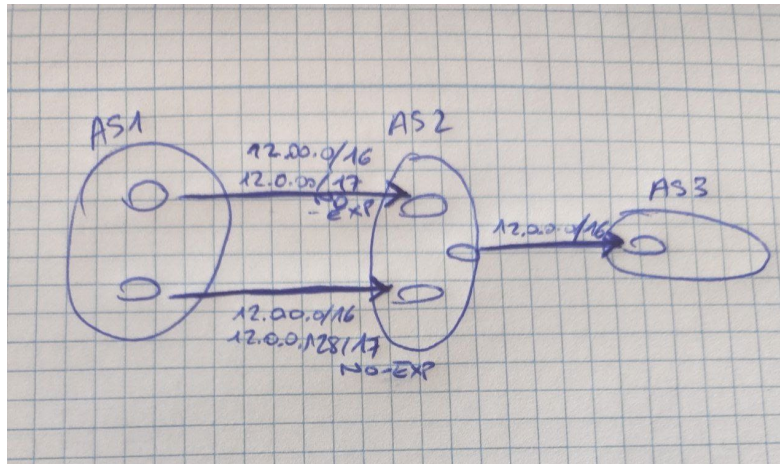
Un AS (B) que conecta dos AS's (A y C), puede inflar el AS-path vector para que A coja un camino alternativo por D para llegar a C, en lugar de pasar por B, como habrá más hops hacia B que hacia D porque ha inflado el camino, escogerá la ruta de D.

El atributo que define la política outbound es LocalPreference. Si tenemos un cliente con dos líneas hacia otro ISP, y ponemos el LocPref más bajo en el enlace A que en el enlace B, este será el principal, y si cae sacará el tráfico por la línea de backup, A.

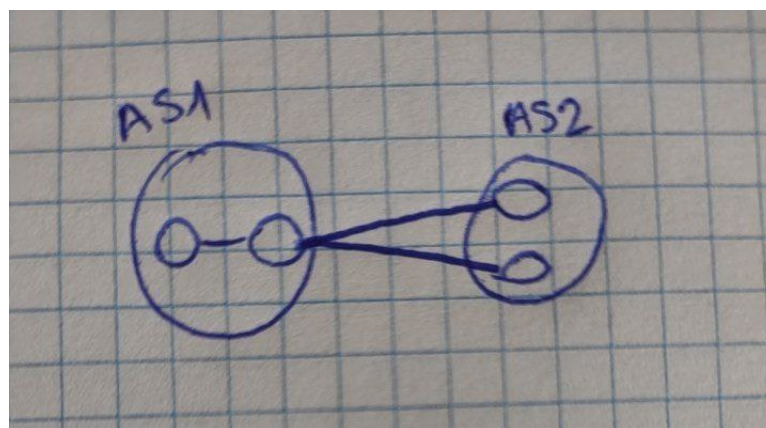
TOPIC4: Inter-domain Routing (BGP)

- 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 indica que quien recibe esta comunidad no debe advertir estas rutas fuera del AS. Son rutas sólo para el AS que las recibe. Por ejemplo: se puede usar para balanceo de cargas, de manera que AS2 conoce como llegar a las dos /17 pero AS3 sólo se dirige hacia la /16.

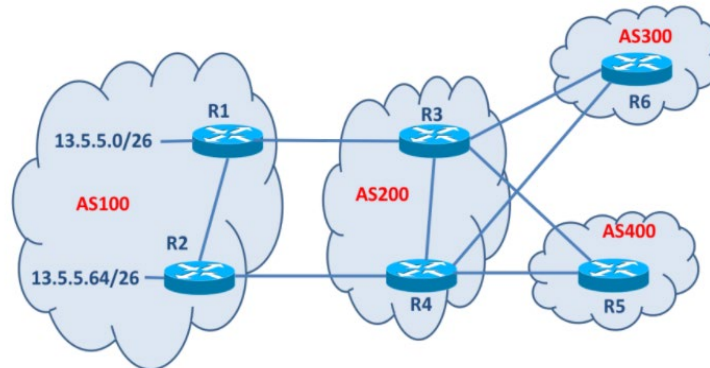


No-Advertise indica que quien recibe estas rutas no debe advertirlas ni siquiera a otros vecinos BGP dentro del mismo AS. Son rutas solo para el router que las recibe. Por ejemplo, se usa para anunciar a AS1 que su carga se dirija hacia uno de los routers de AS2, pero al router interno de AS1 no le hace falta saberlo, así que sólo se lo manda a ese router.



TOPIC4: Inter-domain Routing (BGP)

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 qué 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.

Los routers de AS200 saben llegar a las dos subredes, pero R6 y R5 no, puesto que no les llega el anuncio de estas, solamente el de la red 13.5.5.0/24. Igualmente, el tráfico se dividirá cuando llegue al AS200.

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 recibe la subred 13.5.5.0/26 con un locpref=200, al igual que R4 recibe la subred 13.5.5.64/26 con locpref=200, y reciben la red 13.5.5.0/24 con locpref default a 100. Además, cada router recibe la subred del otro con locpref default a 100. R5 y R6 reciben las dos subredes con sus locprefs a 200, así como la red /24 a 100.

TOPIC4: Inter-domain Routing (BGP)

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 conoce la subred 13.5.5.0/26 y R4 conoce 13.5.5.64/26, y conocerán la otra subred a través del otro router, pero ni R6 ni R5 van a saber llegar al AS100 porque nadie les compartirá dicha información.

d) 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. 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 recibe la subred 13.5.5.0/26 con locpref=200, y R4 recibe la subred 13.5.5.64/26 con locpref=200. R3 recibe la otra subred con locpref default (100) y R4 lo mismo. A su vez, R6 y R5 recibirán las dos subredes con locpref a 200.

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.

El modo in significa que los que pasan por el route-map son los updates de entrada, y en out los updates de salida. El modo in aplica los cambios especificados en la tabla BGP del que recibe el update.

Atributo in: MED

Atributo out: LocPref

La tabla de encaminamiento contiene las rutas entre direcciones @IP cualquiera. La tabla BGP contiene información sobre el encaminamiento entre AS's.

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.

Los routers BGP no anuncian por I-BGP las rutas aprendidas por I-BGP, por lo que para sincronizar toda la red los routers tienen que estar conectados directamente entre sí, así que hace falta que estén todos conectados entre ellos.

Las rutas aprendidas por I-BGP sólo se anuncian por E-BGP, mientras que las rutas aprendidas por E-BGP se anuncian por E-BGP y I-BGP.

TOPIC4: Inter-domain Routing (BGP)

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

El multi-homing es cuando un cliente tiene más de una conexión con uno o más ISP's.

Para tener una línea de backup con un ISP, se usa un LocPref más bajo para definir la línea de backup por la que sacar el tráfico si cae la principal, y el MED más alto para definir la línea de backup por la que recibir el tráfico.

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

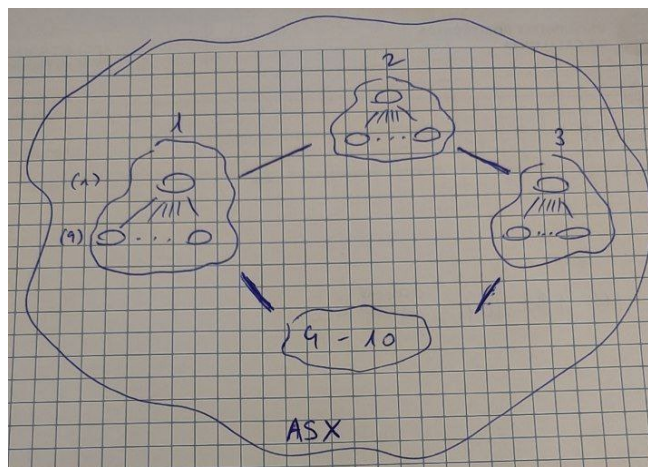
Significa que si un AS (A) pasa tráfico de otro AS (B) a un tercer AS (C), todos los routers de A deberían conocer la ruta de B antes de que BGP advierta la ruta a C, por lo que ha de esperar a que OSPF haya anunciado la ruta a todos los routers de A para que BGP la anuncie a C.

18- Asume que tienes un ISP con 100 routers BGP. Indica cuantas sesiones I-BGP necesita para funcionar correctamente. Indica qué 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.

$(100 \text{ routers} * 99) = 9900 \text{ conexiones (todos con todos bidireccional)}$.

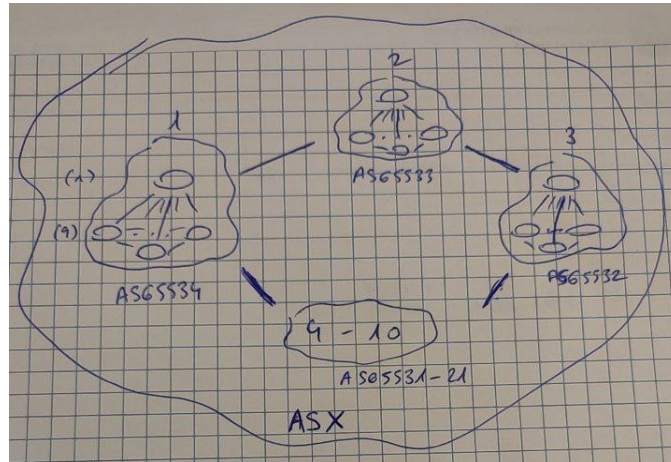
Existen dos técnicas para reducir el número de sesiones:

- Router Reflectors: consiste en definir clusters y routers reflectores de rutas que se comunicarán entre sí y propagarán bajo ciertas condiciones las rutas I-BGP dentro del cluster al que pertenecen.



TOPIC4: Inter-domain Routing (BGP)

- Confederaciones: consiste en crear AS privados, que forman mallas completas dentro de sí, y se comunican entre ellos por E-BGP.



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

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

$(1000 \text{ routers} * 999) = 999000$ conexiones (unidireccional).

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

$99 * 10$ reflectores = 990 conexiones dentro de los Reflectores + $10 * 9$ conexiones entre los RR= 1080 conexiones en total.

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

$(100 * 99) = 9900$ conexiones (unidireccionales) por confederación * 10 confederaciones = 99000 conexiones IBGP en total. No sabemos las EBGP.

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?

$39 = 39$ conexiones por reflector * 5 reflectores = 195 conexiones + $5 * 4 = 215$ conexiones por confederación * 5 confederaciones = 1070 conexiones en total. (unidireccionales todas).

TOPIC4: Inter-domain Routing (BGP)

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

Dentro de un AS se definen clusters de cierta cantidad de routers, uno de ellos será el RR, que será el único router conectado por I-BGP a todos los demás, sus clientes, y les propagará a estos las rutas I-BGP bajo ciertas normas. Si la ruta viene de un no cliente, entonces sólo la propaga a sus clientes, si viene de un cliente o de un vecino E-BGP, la ruta se propaga a todos los vecinos clientes y no clientes. Los RR están conectados en una malla full-meshed también por I-BGP, sólo se conectan por E-BGP hacia el exterior del AS.

21- Explica el funcionamiento de las confederaciones en BGP.

Dentro de un AS se definen confederaciones, que tendrán un número de AS privado y actuarán como AS privados, por lo que las confederaciones se conectan entre sí por E-BGP así como al exterior del AS público general. Los routers dentro de estas confederaciones sí que están mallados full-meshed y se conectan por I-BGP.

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

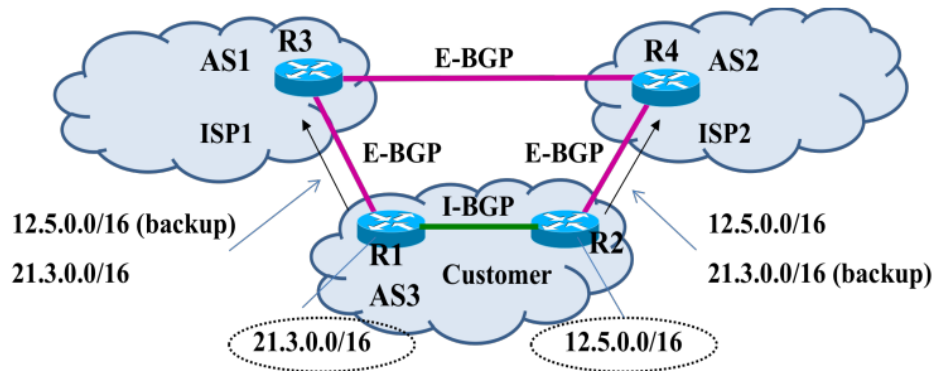
Escalabilidad: es la capacidad de una red para adaptarse al crecimiento o reducción de esta sin perder calidad. La solución a los problemas de escalabilidad en BGP son las técnicas Router Reflectors y Confederaciones, que disminuyen el número de sesiones abiertas entre los routers.

Sincronización: es el proceso por el que una red está actualizada en intra y interdomain, por lo que sus protocolos han actualizado a todos los nodos por igual, es decir los routers no se comunican con el exterior hasta que su interior está todo actualizado. Cuando hay cambios topológicos los routers han de recalcular las rutas y tablas de encaminamiento, por lo que hay que esperar a que alcancen la convergencia.

Convergencia: es el tiempo que tarda una red en actualizarse tras un cambio producido en la topología. Para reducir este tiempo lo máximo posible, los routers advierten la caída de enlaces y se comunican entre ellos para actualizar sus tablas y rutas.

TOPIC4: Inter-domain Routing (BGP)

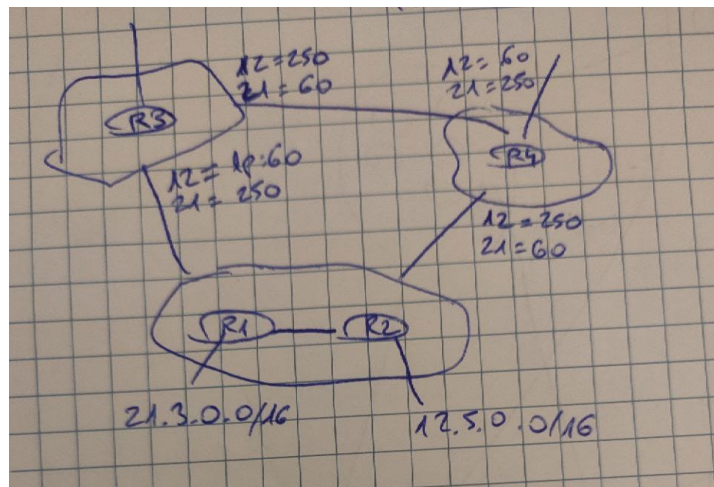
23- Explica cómo puede el AS3 forzar que la línea R3-R1 es backup para la red 12.5.0.0/16 y principal para la 21.3.0.0/16 y la línea R4-R2 es backup para la red 21.3.0.0/16 y principal para la 12.5.0.0/16.



Habría que crear dos comunidades (3:10 y 3:20), AS1 y AS2 pondrían a la 3:10 el locpref a 50, y la 3:20 a 200.

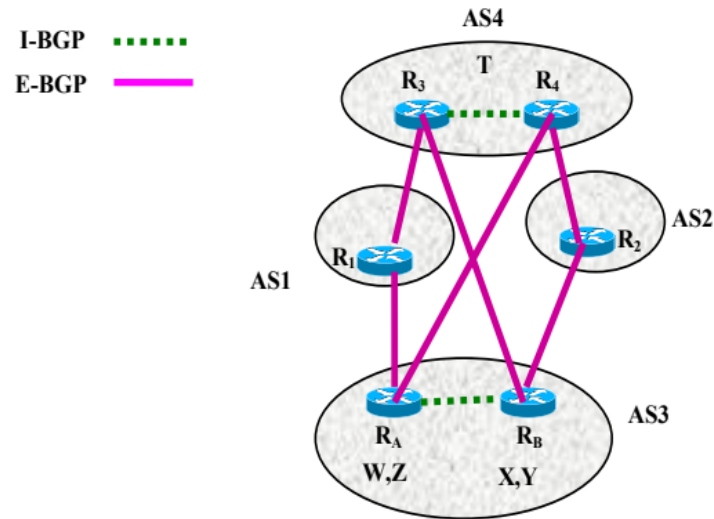
AS3 anunciaría a R3 la 12.5.0.0 como 3:10 y la 21.3.0.0 como 3:20 para que en esa interfaz les asigne los locpref. Lo contrario para R2 hacia R4.

Al propagar la comunidad, a R3 le llegará en el anuncio de la 12.5.0.0 un locpref 250, por lo que como en la otra interfaz era menor el tráfico irá hacia R4.



TOPIC4: Inter-domain Routing (BGP)

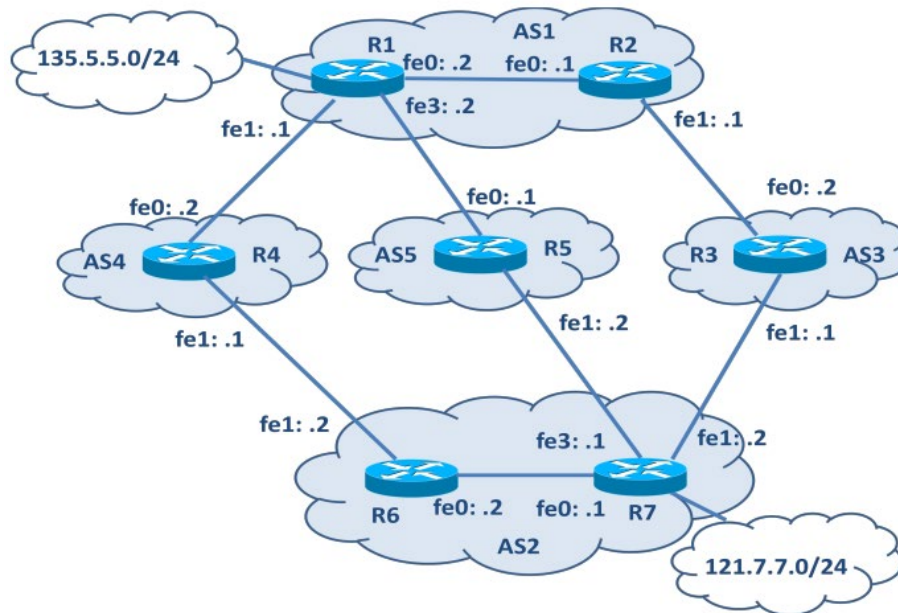
24- Asume que tienes la siguiente red. Explica como AS3 puede definir una comunidad para que el tráfico que va desde AS4 hacia las redes X,Y en AS3, vaya preferentemente vía R3-RB en vez de usar otras rutas y que el tráfico que va desde AS4 hacia las redes W,Z en AS3, vaya preferentemente vía R4-RA.



RB anunciará su red X,Y a R3 con la comunidad 3:10, a la cual R3 le asignará un locpref 300, y RA anunciará su red WZ a R4 con la comunidad 3:20 a la cual R4 le asignará un locpref de 300, de manera que cualquier otro camino que no sea el de R3-RB y R4-RA tendrán locprefs más bajos y no los elegirán.

TOPIC4: Inter-domain Routing (BGP)

25- 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.



R7 definirá una comunidad 2:70 que propagará a R4, R5 y R3, que le asignarán respectivamente el locpref a 50, 200 y 100, creando estas prioridades. A R1 le llegará por transición esta comunidad y asignará el locpref de R2 a 100, el de R5 a 200 y el de R4 a 50.

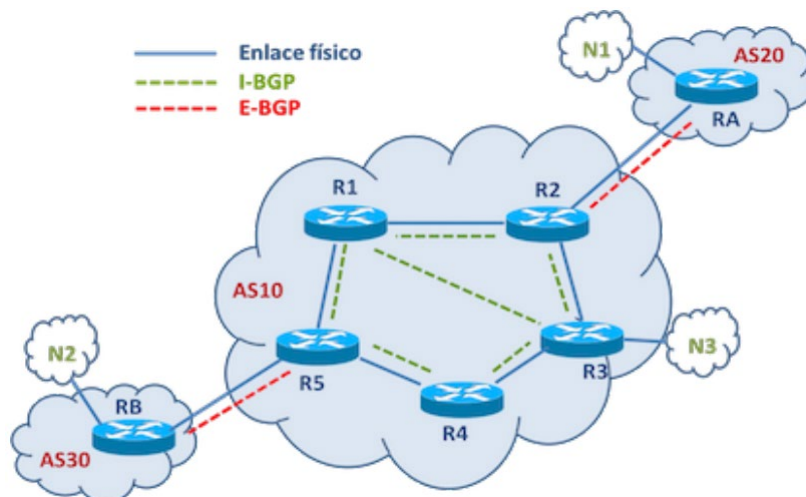
TOPIC4: Inter-domain Routing (BGP)

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= 9900 sesiones unidireccionales I-BGP.

$4 \cdot 3 \text{ sesiones entre RR} + (4 \cdot 4) \text{ declientes} = 28 \text{ sesiones por confederación} \cdot 3 \text{ confederaciones} = 84 \text{ sesiones} + 27 \cdot 26 \cdot 2 \text{ (suponemos que los routers restantes se reparten a medias entre las 2 confederaciones restantes)} = 1488 \text{ sesiones en total.}$

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.

R1, R2 y R5 son reflectores, de manera que queda una malla full-meshed bien conectada y todos los routers pueden llegar a las 3 redes.

TOPIC4: Inter-domain Routing (BGP)

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

Flapping es cuando un enlace se conecta y desconecta con frecuencia provocando que la red se encuentre constantemente actualizándose con un tiempo alto de convergencia.

Las técnicas slow-down consisten en frenar el envío de mensajes de update sobre la caída de un enlace para solucionar este problema.

El exponential back-off consiste en poner un temporizador para notificar, que se reinicia con cada evento y se va incrementando con cada notificación.

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).

El dampening es una técnica de slow-down que consiste en reducir el tiempo de envío de mensajes update para evitar un tiempo alto de convergencia en la red. Pone un contador que se incrementa con cada evento mediante una penalización. Tras un tiempo vuelve a decrementarse. Si el contador pasa un límite se congela en estado Dampened y el enlace pasa a estar caído hasta que reduce lo suficiente el contador.

El half-time es cada cuanto se reduce el contador de penalización.

El max-supress-limit es el tiempo máximo que se puede estar en estado Dampened.

El damp threshold es el límite que si se sobrepasa, declara el estado Dampened y retira el enlace de servicio.

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

El max-penalty es la penalización máxima que se puede aplicar.

$$\text{max-penalty} = \text{reuse-limit} * 2^{(\text{max-suppress-time}/\text{half-life})} = 2000 * 2^{(60/15)} = 32000$$