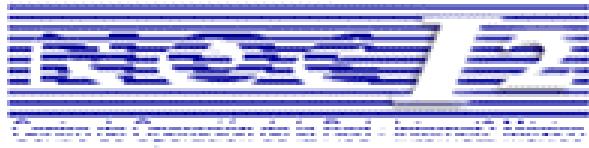


Tutorial de Enrutamiento en Internet2 con BGP

Ing. Hans L. Reyes Chávez



E-mail: hans@internet2.unam.mx

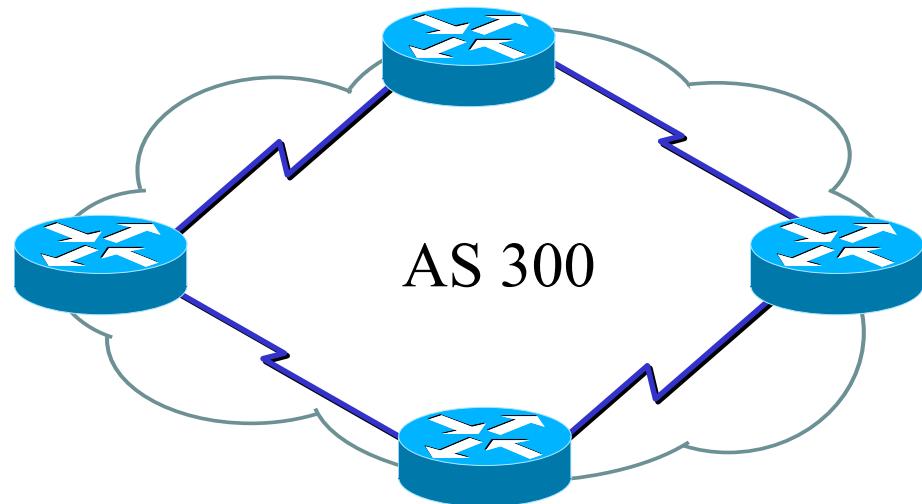
www.ngc-internet2.unam.mx

Agenda

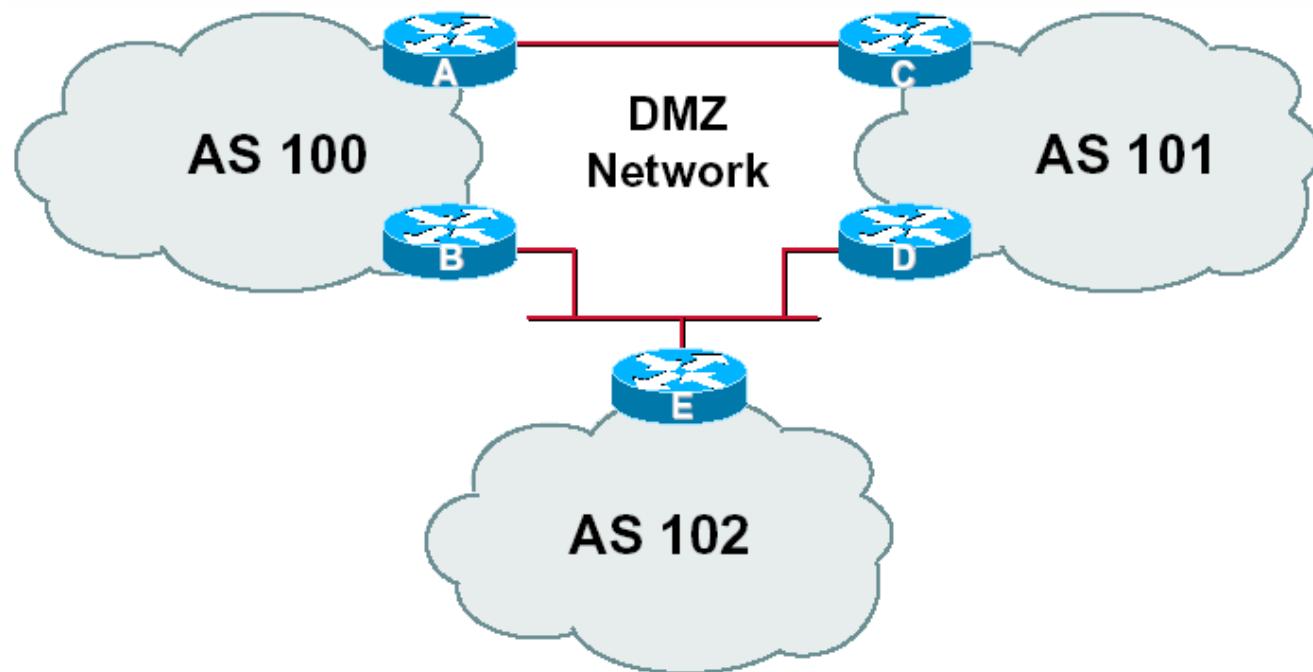
- Introducción a BGP
- Implementando BGP
- BGP Puesta a Punto
- Multi-Homing
- BGP en Internet/Internet2
- Multicast

Sistema Autónomo (AS)

- Conjunto de routers (y redes) bajo una misma administración y con las mismas políticas de ruteo
- Al exterior, un AS se ve como una sola entidad
- Cada AS posee un identificador único.



Demarcation Zone DMZ



- Red compartida entre los AS

IGP's vs EGP's

IGP:

- Interior Gateway Protocol.
- Intercambio de información dentro de un AS.
- Ejemplos: RIP, IGRP, EIGRP, OSPF, IS-IS.

EGP:

- Exterior Gateway Protocol.
- Intercambio de información entre AS's.
- Ejemplos: EGP, BGP.

BGP (Border Gateway Protocol)

- RFC 1771
- Provee intercambio de información entre SA's.
- Ruteadores que pertenecen al mismo SA e intercambian información de BGP, están hablando BGP interno (IBGP).
- Ruteadores que pertenecen a diferente SA e intercambian información de BGP, están hablando BGP externo (EBGP).

BGP (cont.)

- Antes de intercambiar información con un SA externo, BGP se asegura de que las redes dentro de su SA sean alcanzables (Sincronizacion):
 - Configuración full-mesh entre los ruteadores que hablan IBGP dentro del SA(excepto Route-Reflector).
 - Redistribución de rutas de BGP en los IGP's del SA.
- Actualmente se utiliza la versión 4

BGP (cont.)

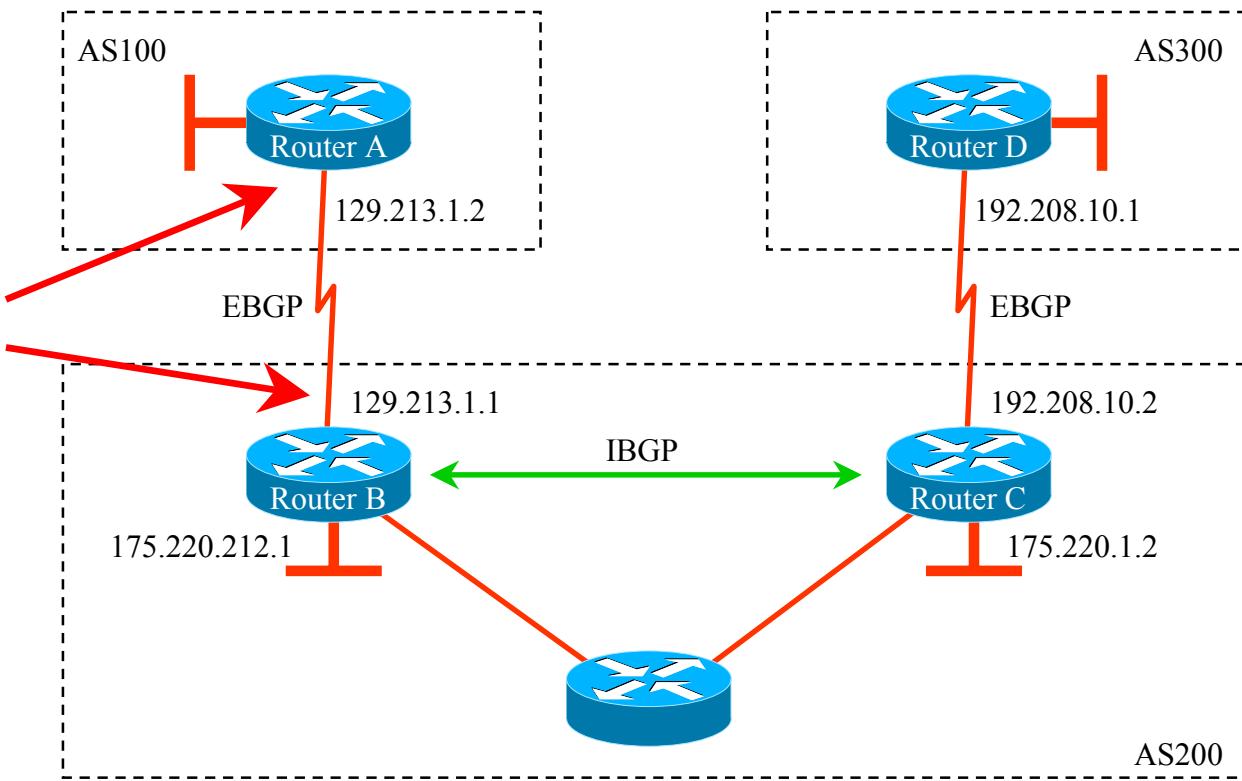
- Utiliza el protocolo TCP como protocolo de transporte (puerto 179).
- A dos ruteadores que tengan abierta una sesión de TCP con el propósito de intercambiar información de ruteo, se les conoce como vecinos o peers.
- Dentro de un mismo SA, los vecinos de BGP pueden o no pueden estar directamente conectados.

BGP (cont.)

- La información de ruteo consiste de una serie de números de SA's que describen la ruta completa hacia una red destino.
- Los vecinos de BGP inicialmente intercambian sus tablas de ruteo completas (tablas de ruteo de BGP).
- Intercambian también: updates incrementales, mensajes de “keepalive” y mensajes de notificación.

IBGP, EBGP y Múltiples AS's

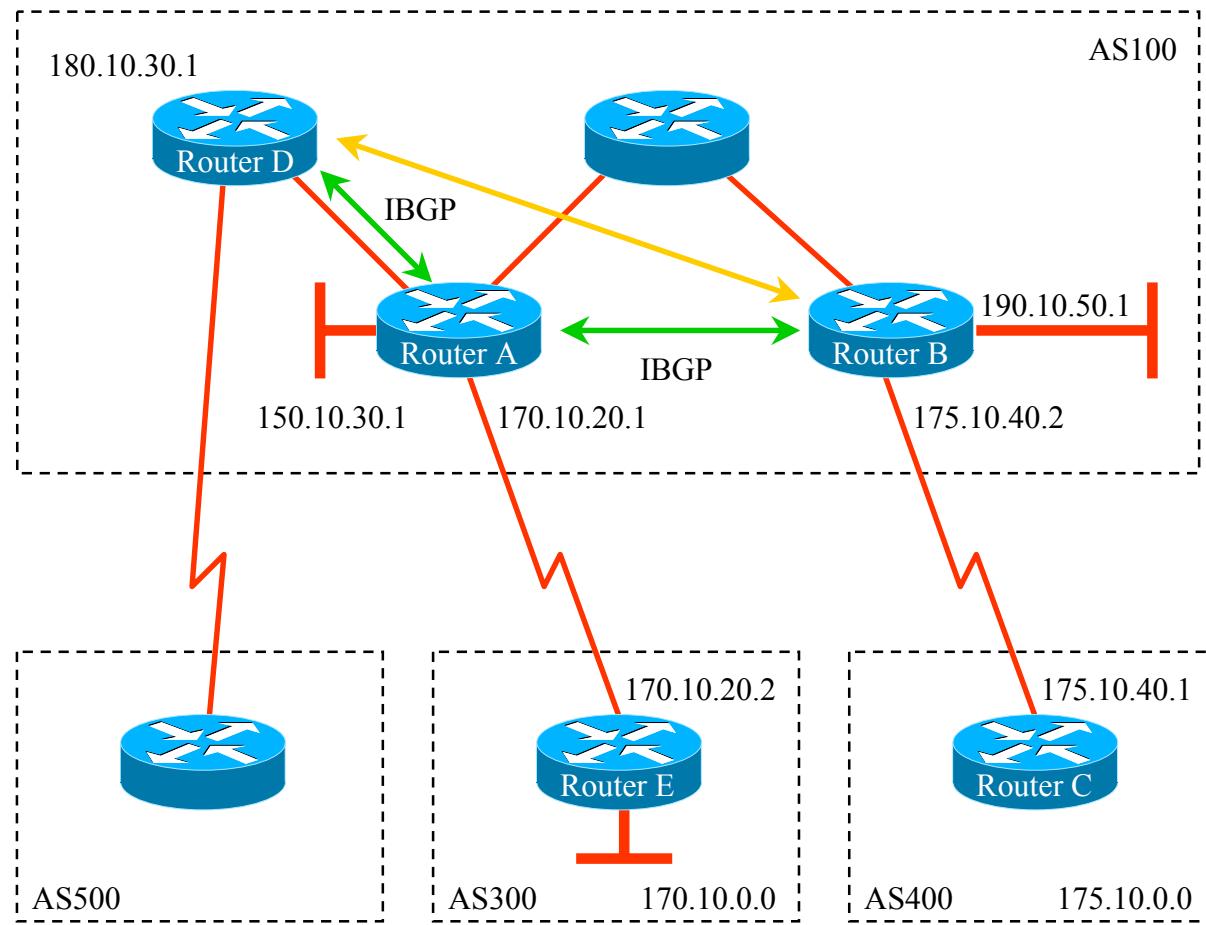
Peering



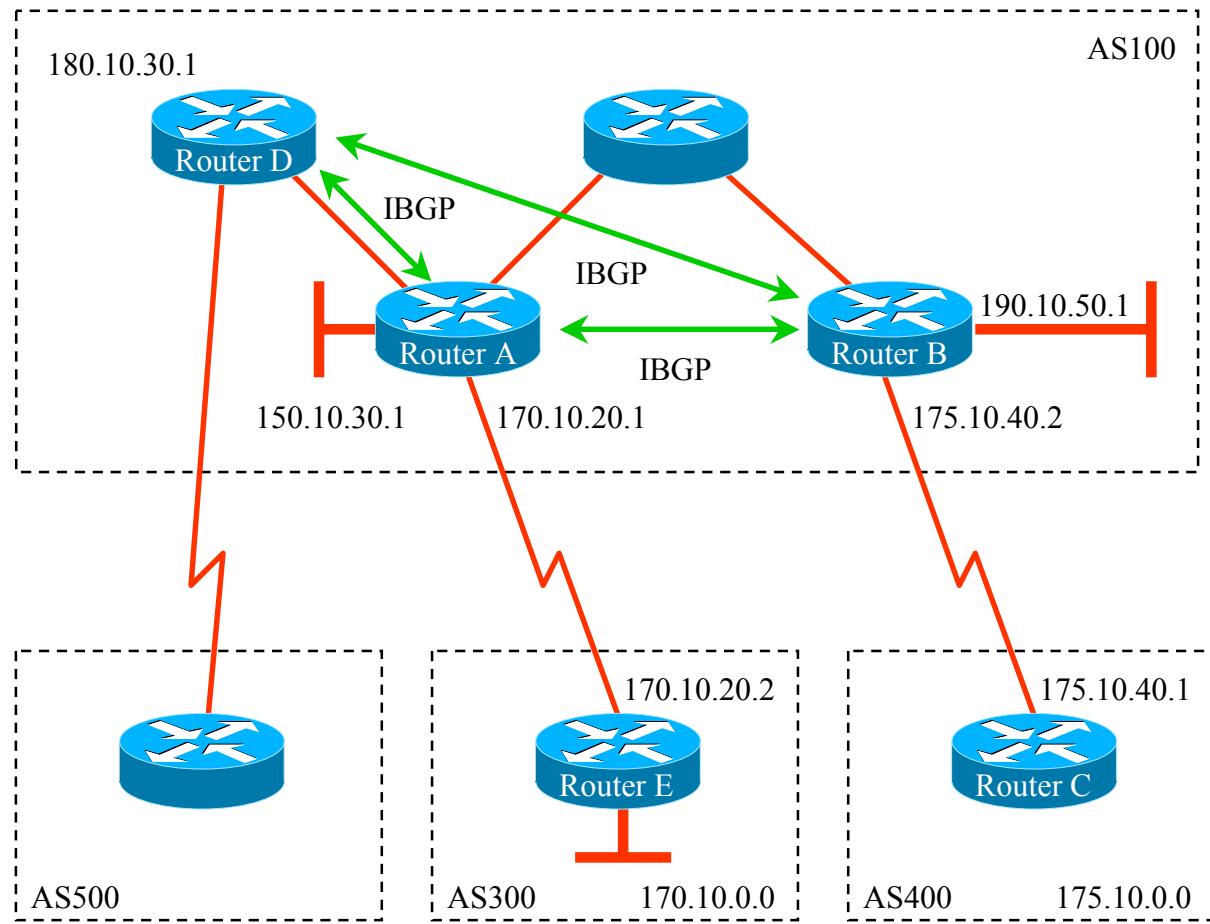
IBGP

- Cuando un ruteador que habla BGP recibe un anuncio vía IBGP, utiliza EBGP para anunciarlo a su vez, solamente a su(s) vecino(s) externo(s).
- Por este comportamiento de BGP, es necesario que todos los ruteadores que hablan IBGP tengan configuración full-mesh o se utilice un Route Reflector.

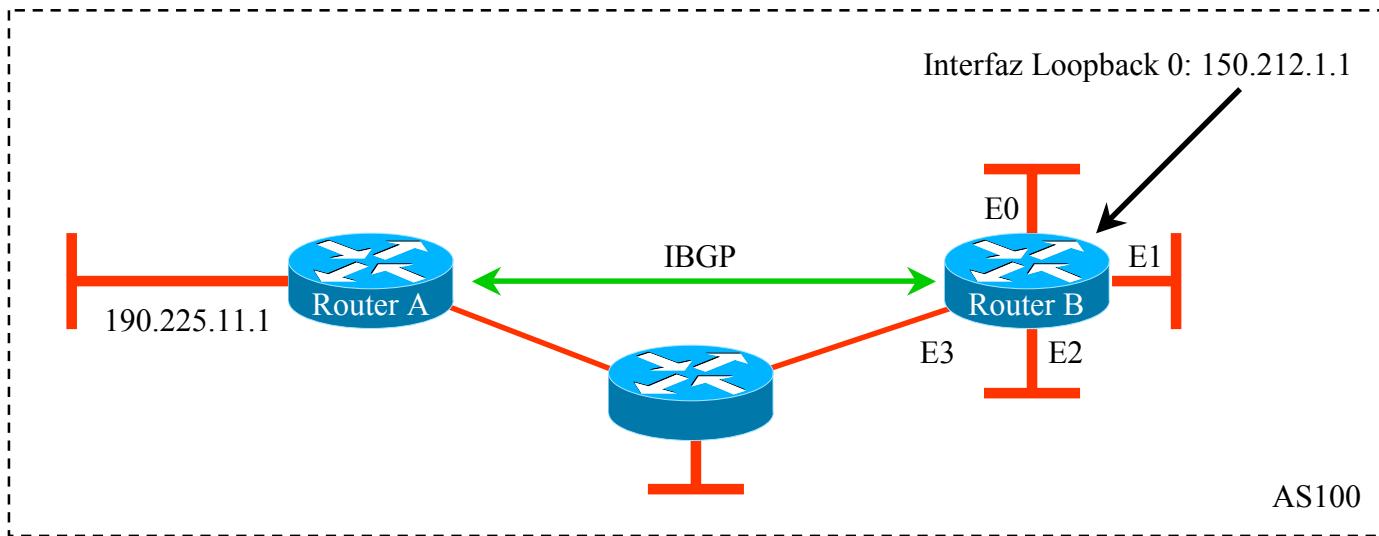
IBGP



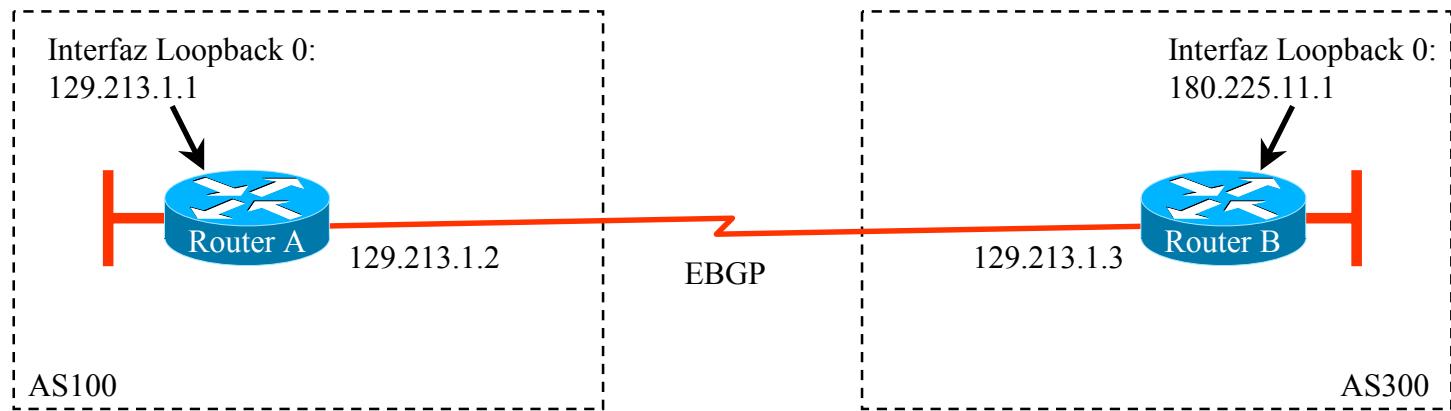
IBGP



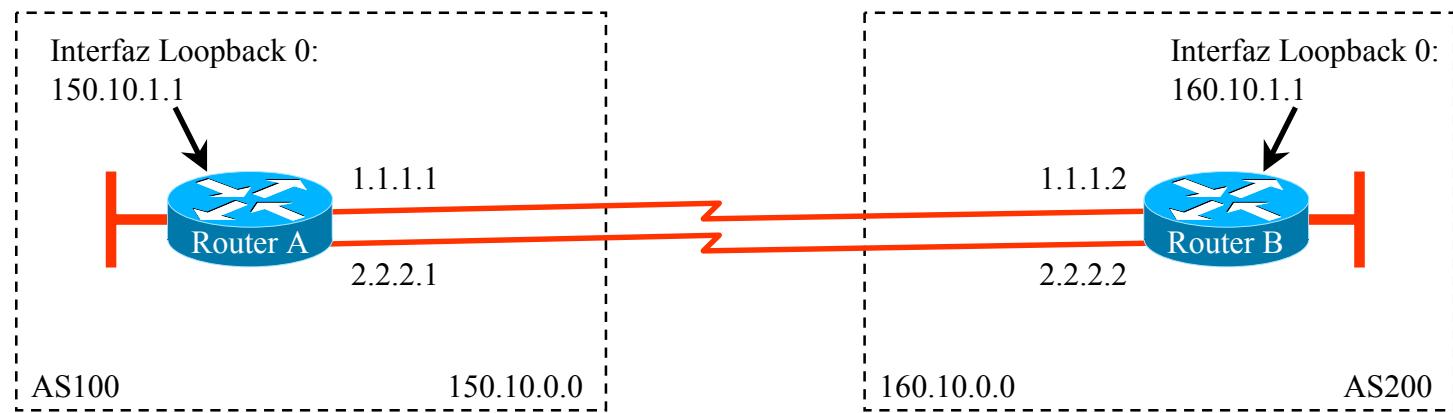
Interfaz de Loopback



EBGP Multihop



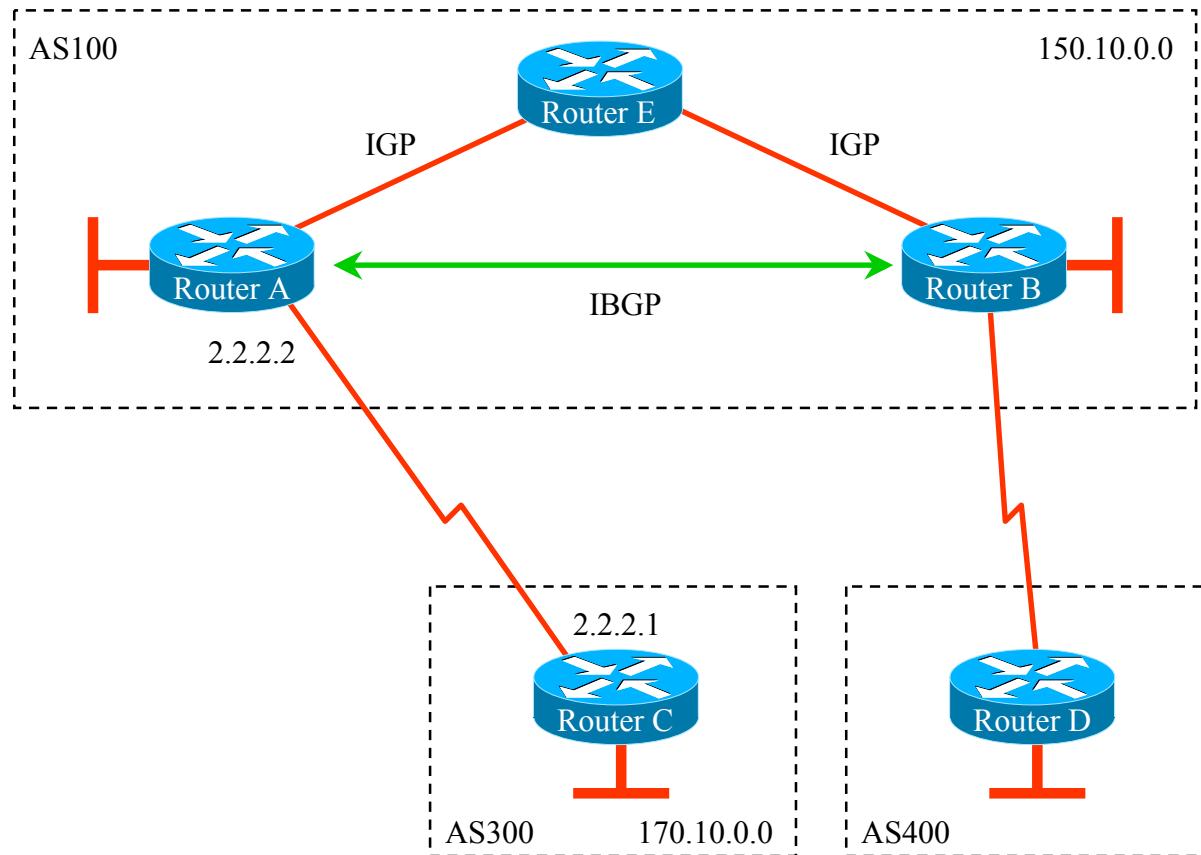
Balanceo de Cargas



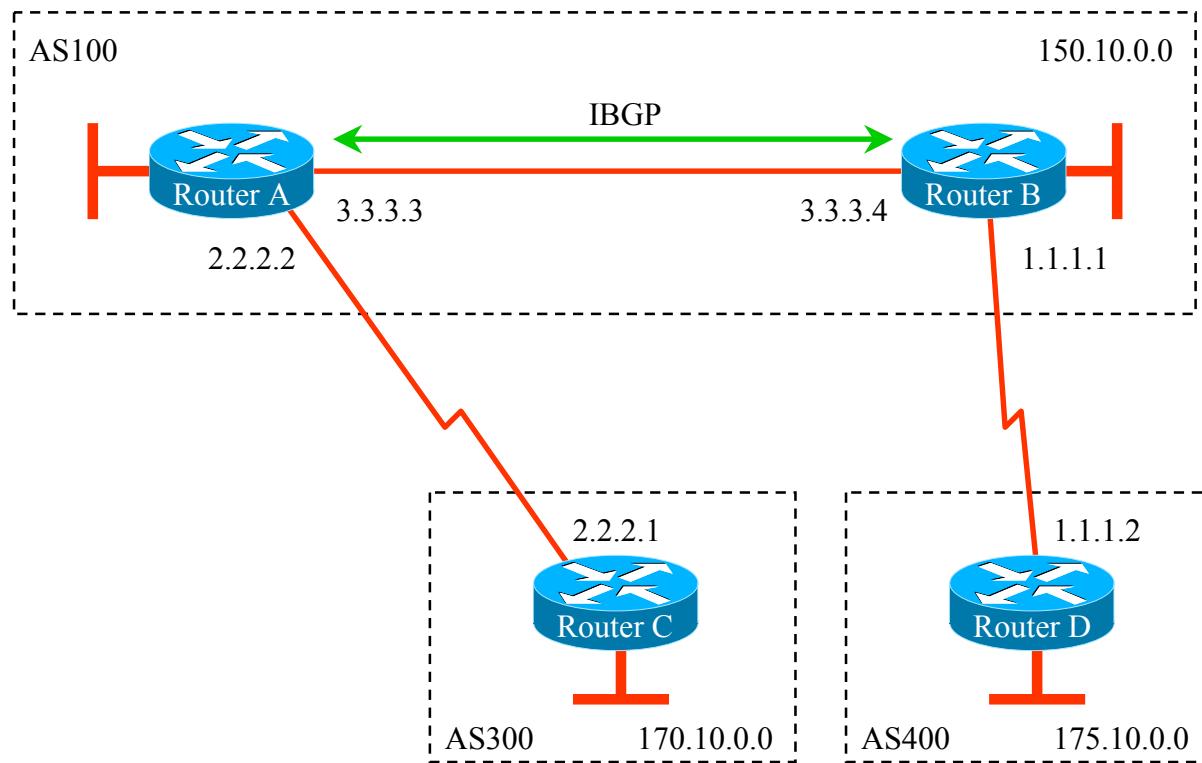
Sincronización

- Si un AS sirve de tránsito a otro, BGP no anunciará las rutas hasta que **todos** los ruteadores dentro del AS las hayan aprendido vía un IGP.
- Se puede deshabilitar la sincronización en los routers, pero se corre el riesgo de generar hoyos negros. Sólo se recomienda deshabilitar la sincronización si se cumplen las siguientes condiciones:
 - No se es AS de tránsito.
 - Todos los ruteadores de tránsito hablan BGP.

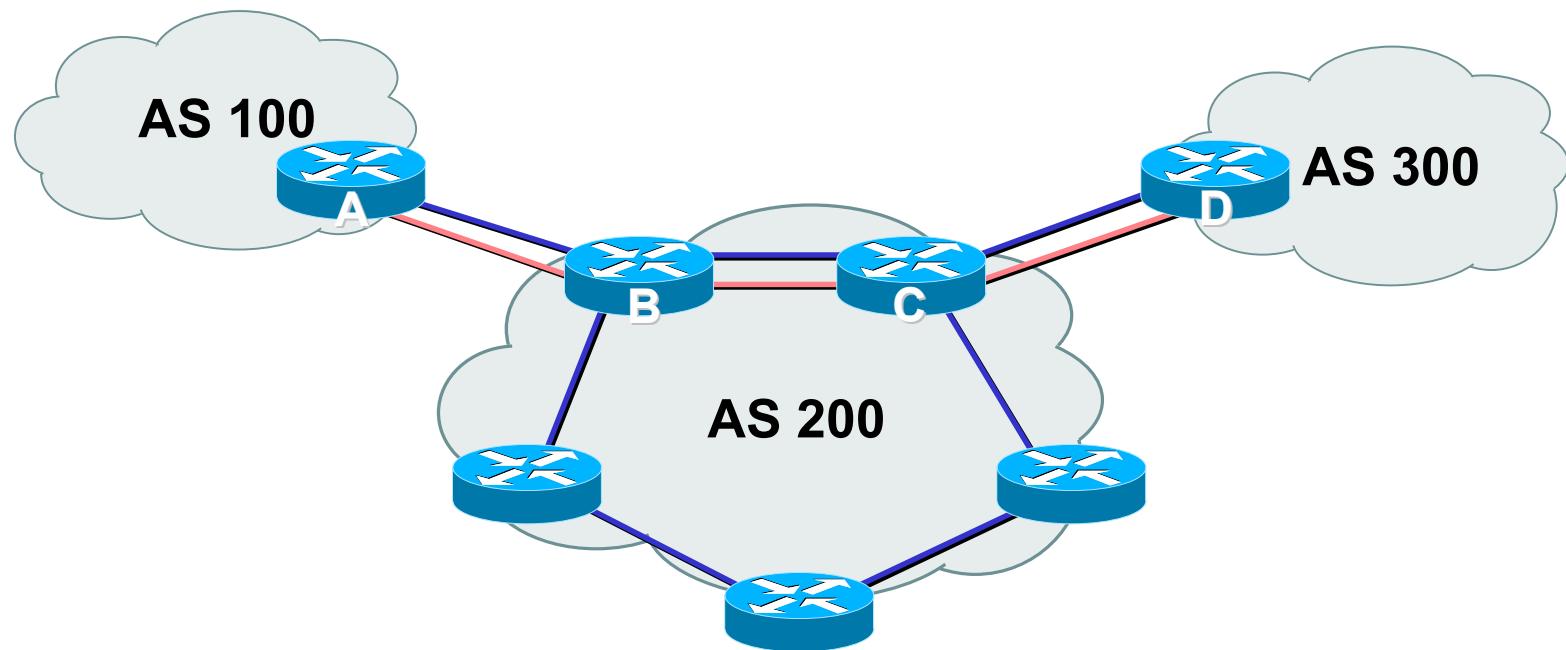
Sincronización



Sincronización Deshabilitada



AS Multi-Homed



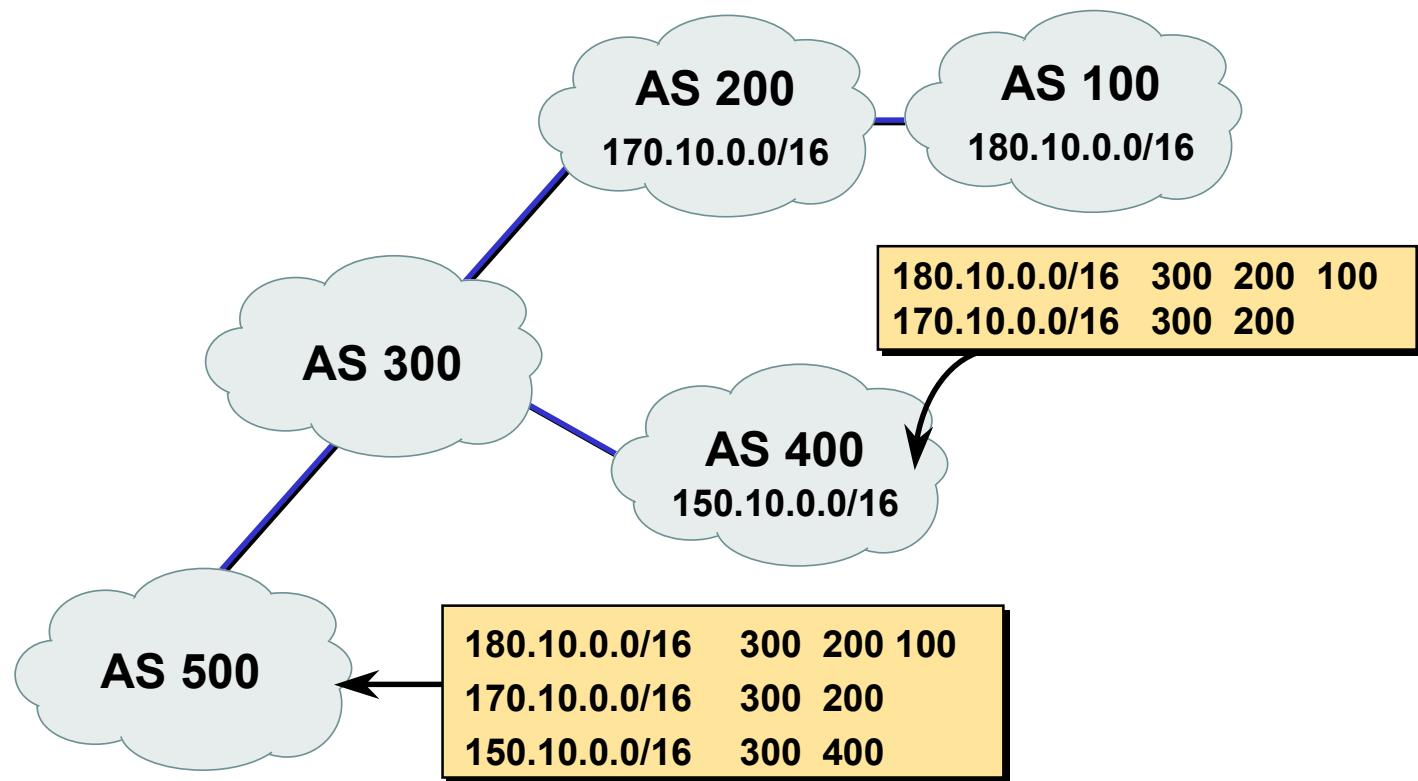
Anuncio de Redes

- Si una red reside dentro de un AS, se dice que esta red se origina en él. Para informar a otros AS's sobre ella, hay que anunciarla.
- Las redes se pueden anunciar de tres maneras:
 - Por redistribución de rutas estáticas.
 - Por redistribución de rutas dinámicas.
 - Utilizando el comando network.

Atributos de BGP

- Se define a BGP como un “path vector protocol”
- BGP es sumamente flexible (a costa de aumentar su complejidad), permite variar diferentes atributos como:
 - AS_PATH (transitivo)
 - Weight (no transitivo, local al router)
 - MED (transitivo al siguiente AS, siempre que este habilitado)
 - Local_Preference (Trasitivo pero solo al AS)
 - Comunidades (Transitivo)

AS_path



Origen

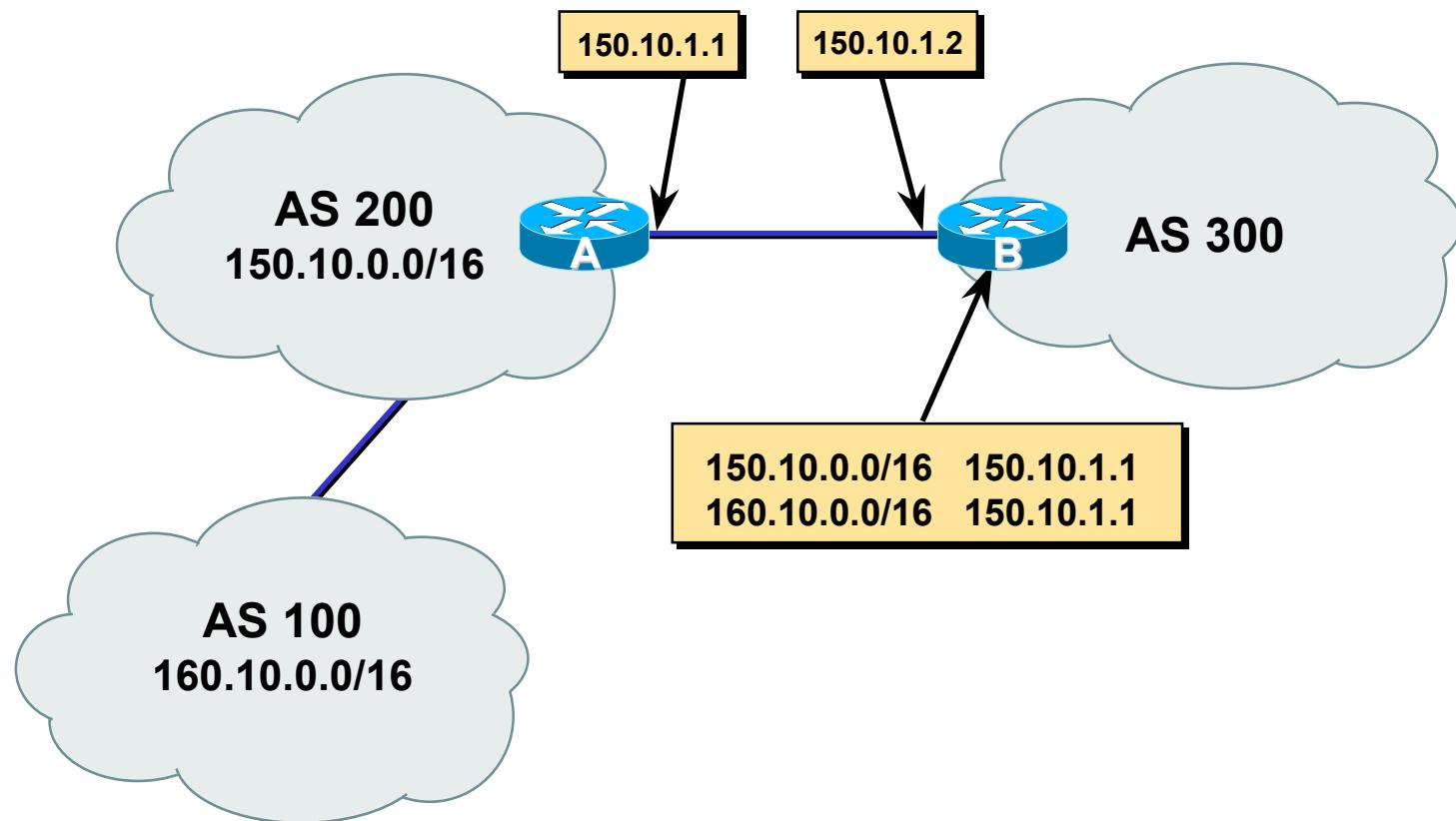
- IGP:
- La ruta se origina en el interior del AS.
 - Se utilizó el comando network para anunciarla.
 - Se representa con la letra “i”.

- EGP:
- La ruta fue aprendida vía el protocolo EGP.
 - Se representa con la letra “e”.

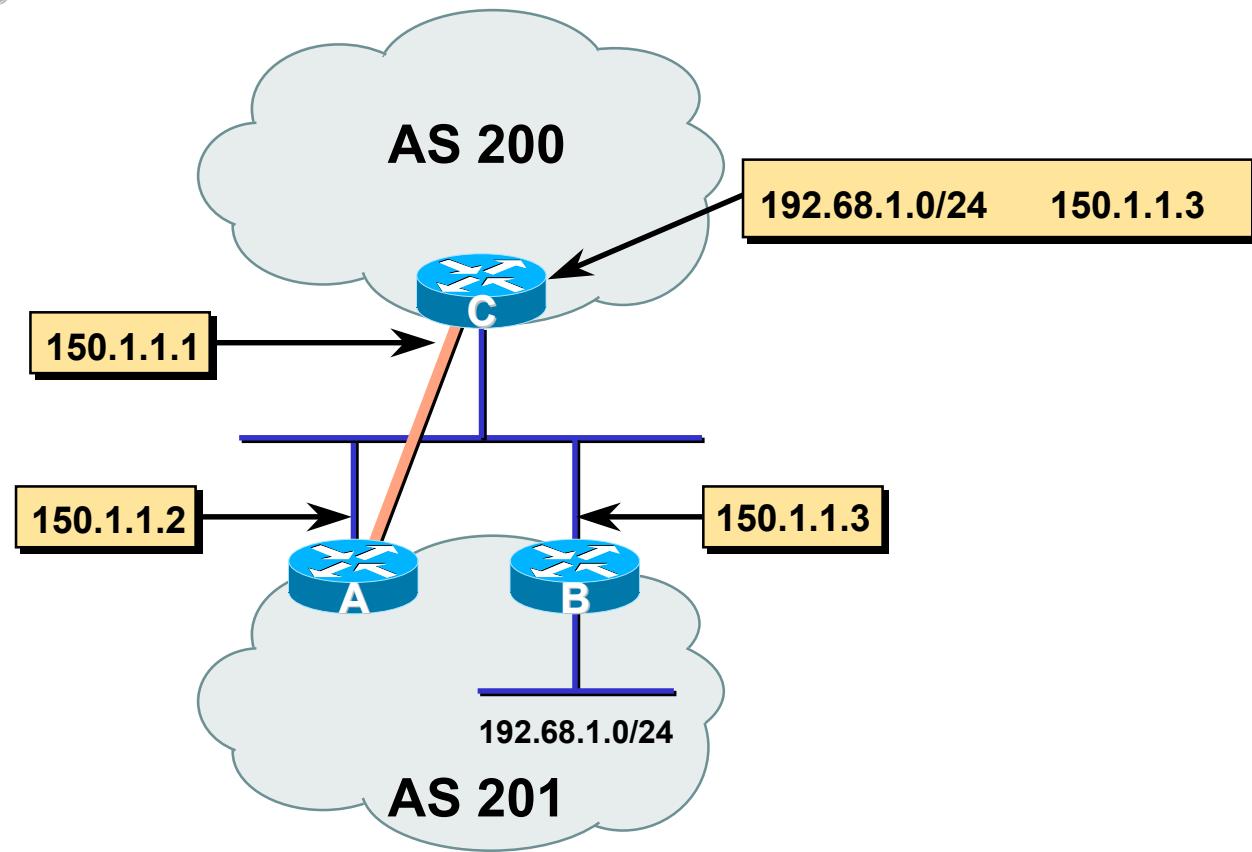
- Incompleto:
- El origen de la ruta es desconocido.
 - Fue redistribuida en BGP.
 - Se representa con el signo “?”.

- Aggregator:
- Es la IP del router que generó el Aggregator
 - Usado para resolución de problemas

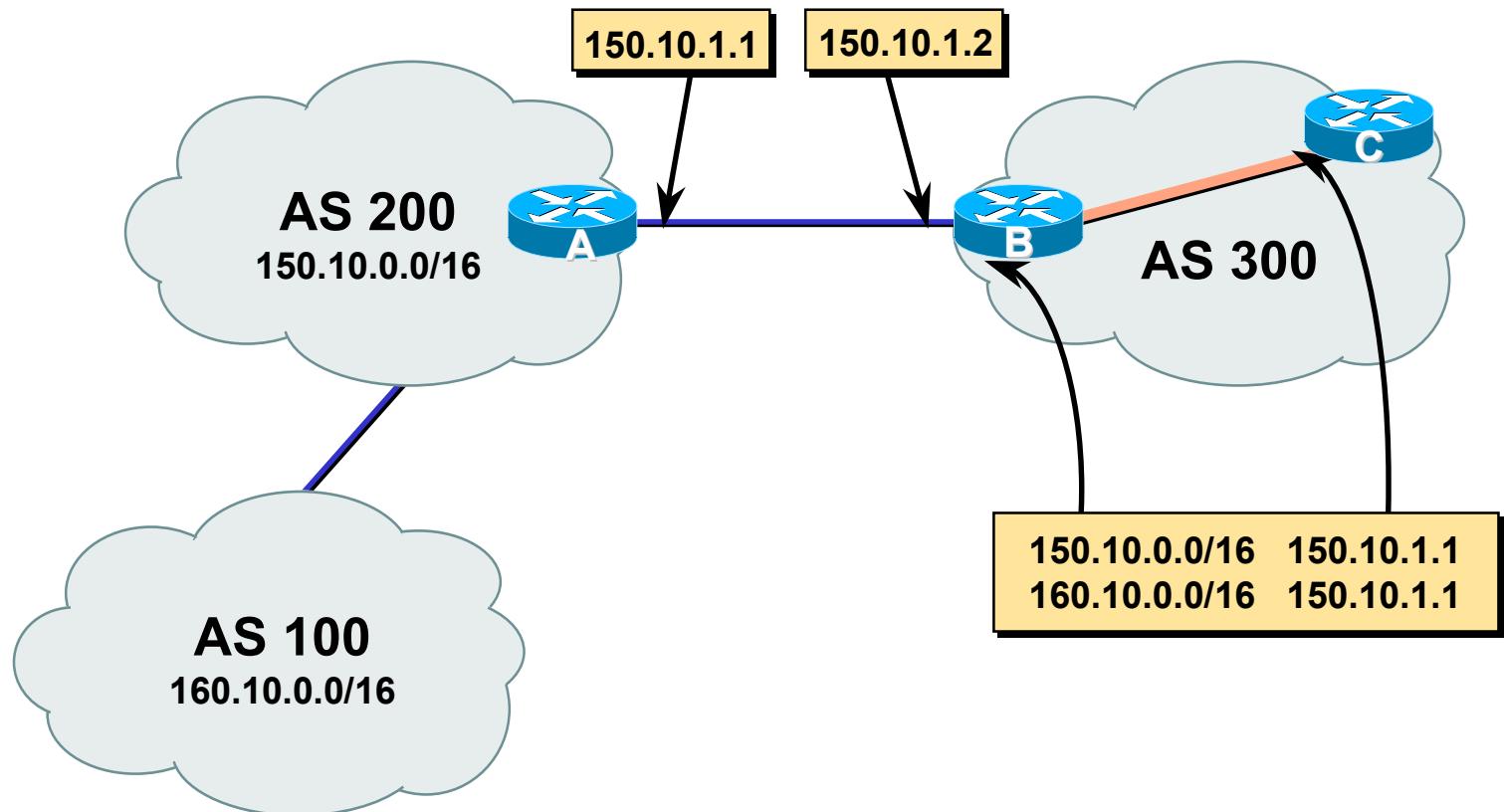
Next-Hop



Next-Hop



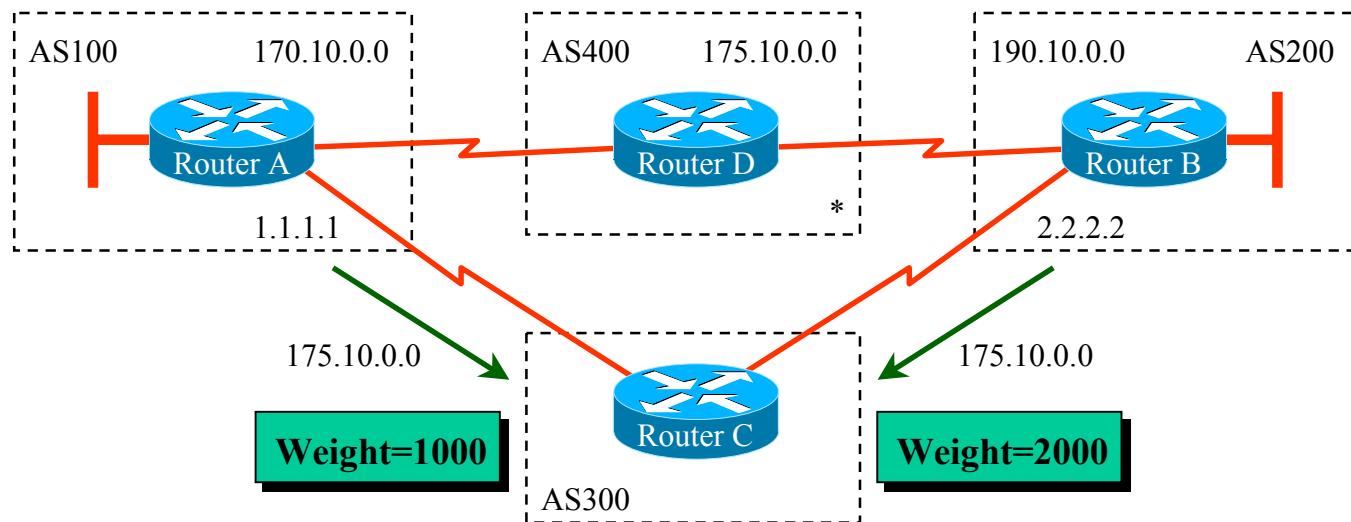
Next-Hop



Peso

- El peso es un atributo especial de Cisco y es usado para el proceso de selección de una ruta.
- Es local en el ruteador y no se propaga en los anuncios de ruteo.
- Rutas con mayor peso son preferidas.
- Por default, el peso es de 32768 para rutas que se originan en el ruteador y 0 para otras rutas.

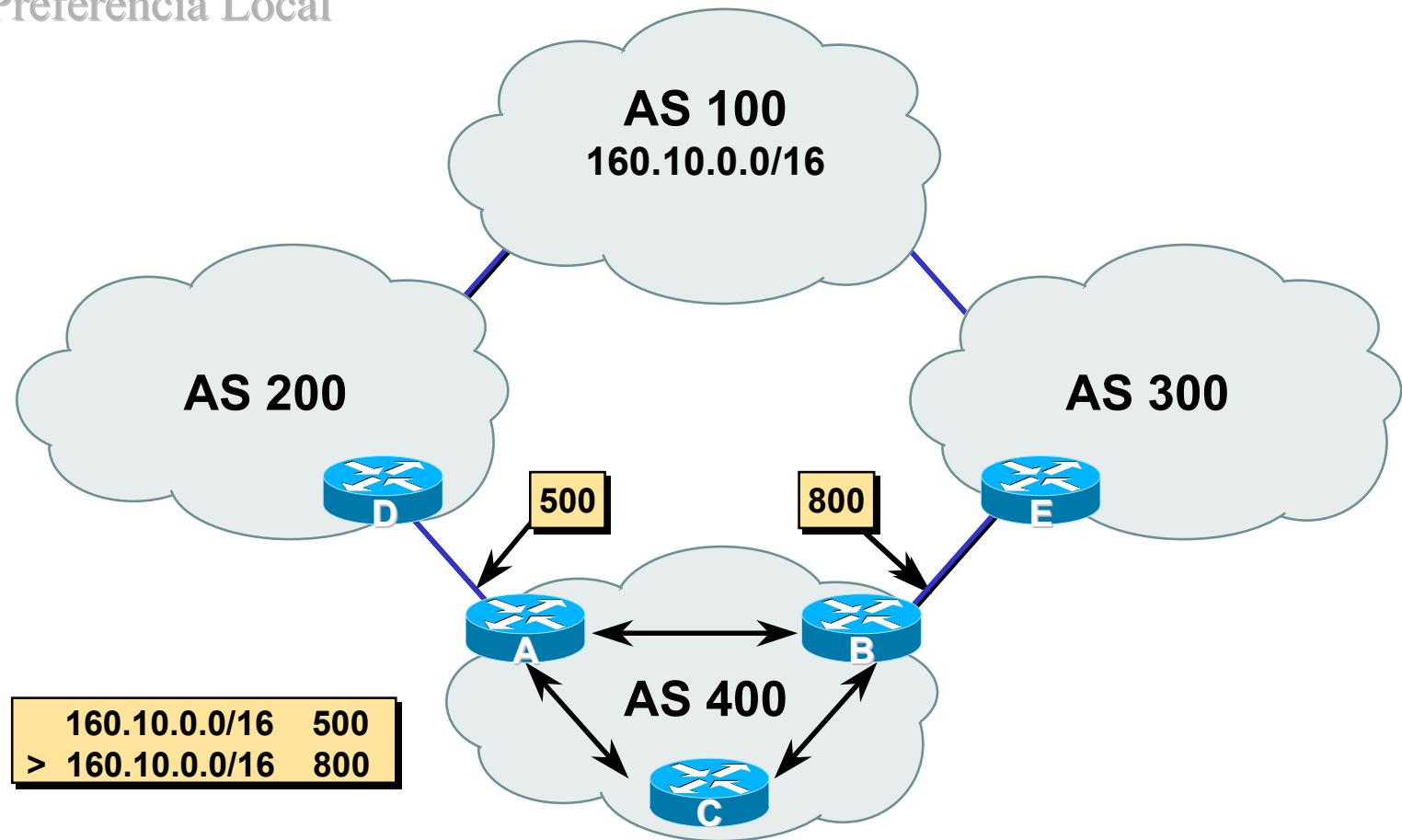
Peso



Preferencia Local

- La preferencia local es un atributo usado para el proceso de selección de una ruta.
- Es local en el SA y se propaga en los anuncios de ruteo.
- Rutas con mayor preferencia local son preferidas.
- Por default, la preferencia local es de 100.

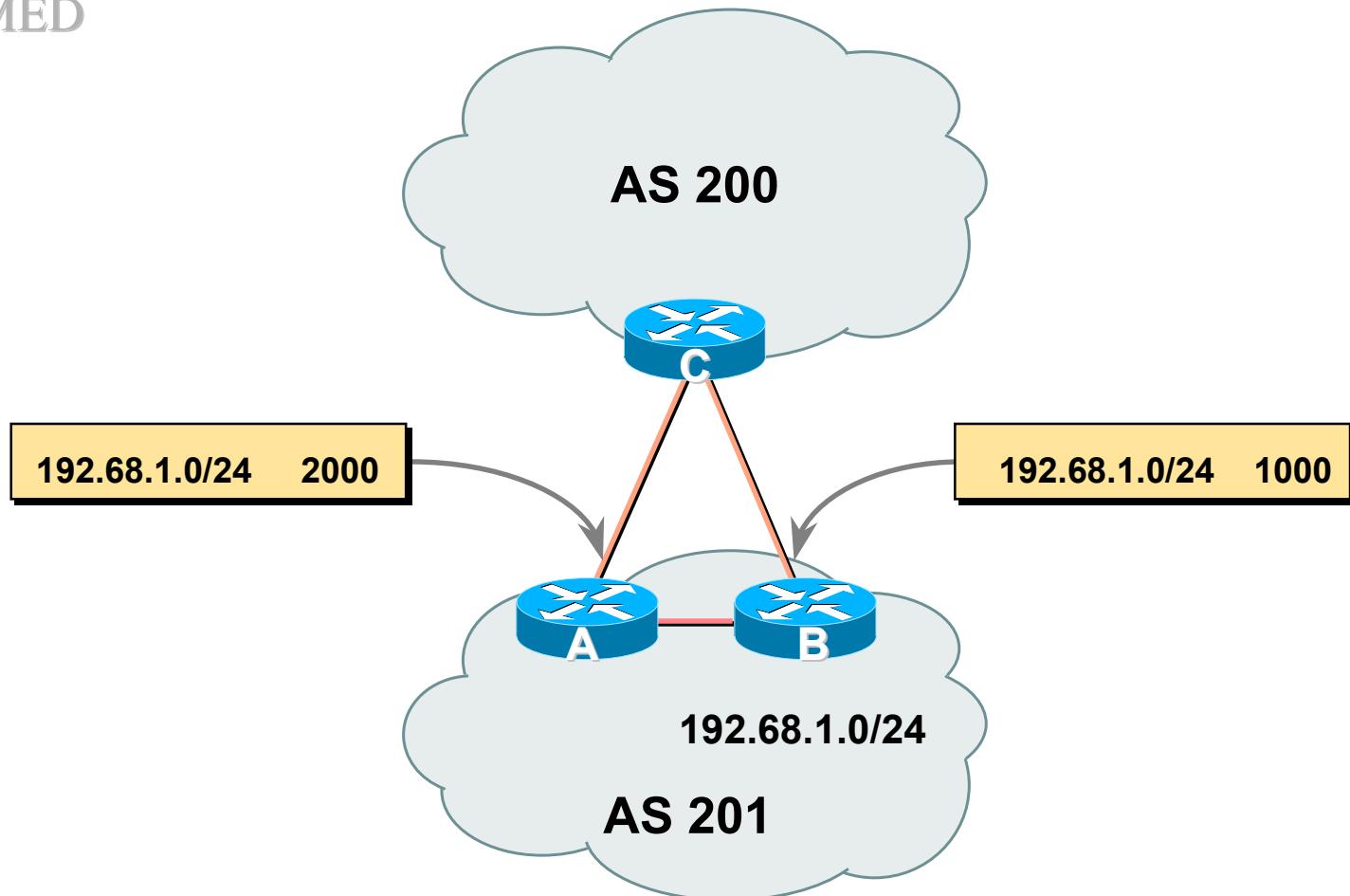
Preferencia Local



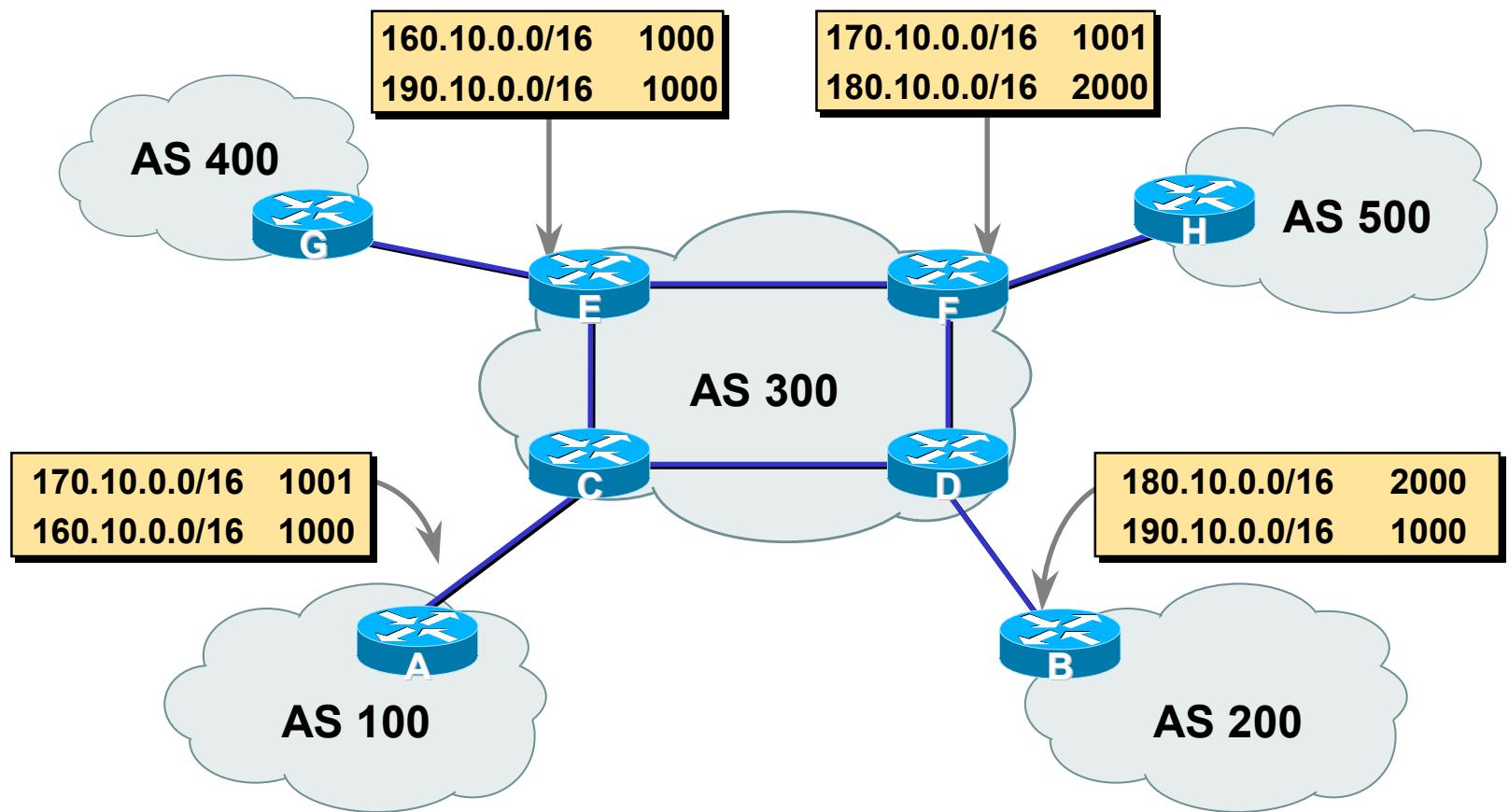
MED

- Multi-Exit Discriminator.
- El MED es un atributo usado para el proceso de selección de una ruta.
- Se propaga en los anuncios de ruteo y entre SA's, pero solamente en el primero (su valor vuelve a 0 cuando se propaga a más SA's).
- Rutas con menor MED son preferidas.
- Por default, el MED es de 0.

MED



Comunidades



Proceso de Selección de Ruta para BGP

- Si la ruta tiene un next-hop inaccesible, se tira el anuncio.
- Se prefiere la ruta con el peso más grande.
- Si son iguales, se prefiere la ruta con la preferencia local más grande.
- Si son iguales, se prefiere la ruta originada por BGP en el ruteador.
- Si en el ruteador no se originó, se prefiere la ruta con el AS_path más corto.

Proceso de Selección de Ruta para BGP (cont.)

- Si son iguales, se prefiere la ruta con el origen más pequeño: $i < e < ?$.
- Si son iguales, se prefiere la ruta con el MED más pequeño.
- Si son iguales, se prefieren las rutas externas sobre las internas.
- Si siguen siendo iguales, se prefiere la ruta a través del vecino de IGP más cercano.
- Se prefiere la ruta con el menor identificador de vecino (Router ID).

Agenda

- Introducción a BGP
- Implementando BGP
- BGP Puesta a Punto
- Multi-Homing
- BGP en Internet/Internet2
- Multicast

Aplicando Políticas de Ruteo Con BGP

Aplicando Políticas de Ruteo

- Aplicando Políticas de Ruteo
 - Basadas de AS-PATH, Prefijos y comunidades
 - Rechazando/Aceptando rutas
 - Modificando Atributos para la selección de Rutas
- Herramientas
 - Lista de acceso ACL/Prefix-list (Prefijos)
 - Filtro de AS Filter-list
 - Route-Maps y comunidades

Filtrado de Prefijos - ACLs

```
router bgp 200
```

```
neighbor 200.200.1.1 remote-as 210
```

```
neighbor 200.200.1.1 distribute-list 10 in
```

```
neighbor 200.200.1.1 distribute-list 11 out
```

```
access-list 10 deny 218.10.0.0 0.0.255.255
```

```
access-list 10 permit any
```

```
access-list 11 permit 215.7.0.0 0.0.255.255
```

Filtrado de Prefijos - Prefix-list

```
router bgp 200
    neighbor 220.200.1.1 remote-as 210
    neighbor 220.200.1.1 prefix-list PEER-IN in
    neighbor 220.200.1.1 prefix-list PEER-OUT out
!
ip prefix-list PEER-IN deny 218.10.0.0/16
ip prefix-list PEER-IN permit 0.0.0.0/0 le 32
ip prefix-list PEER-OUT permit 215.7.0.0/16
```

Filtrado de AS-PATHs

```
router bgp 100
    neighbor 220.200.1.1 remote-as 210
    neighbor 220.200.1.1 filter-list 5 out
    neighbor 220.200.1.1 filter-list 6 in
!
ip as-path access-list 5 permit ^200$
ip as-path access-list 6 permit ^150$
```

Expresiones Regulares

- . Cualquier carácter (pero solo uno)
- * Cualquier conjunto de Caracteres
- + Al menos uno en la siguiente cadena
- ^ Que la linea inicie con
- \$ Que la linea termine con
- | Or (pipe)
- () que contenga la expresión

Similar a UNIX

Ejemplos

- `.*` Match con cualquier cosa
- `.+` Match con al menos un carácter
- `^$` Match con las rutas de mi AS
- `_1400$` Originado en este AS
- `^1400_` Recibido por el AS
- `_810_` Pasa por el AS
- `_810_1400_` Pasa por cualquiera de los AS
- `_(1400_)+_` Match al menos una vez
- `_\\(65350\\)_` Via 65350 (Conferederación)

Políticas de Control - Route-Map

- Un Route-Map es como un programa
- Tiene numeros de secuencia
- Cada linea es un condicion separada
 - If (condicion) then (sentencia)
else
If (condicion) then (sentencia)
etc ...

Políticas de Control - Route-Map

```
router bgp 100
  neighbor 1.1.1.1 route-map infiler in
!
route-map infiler permit 10
  match ip address prefix-list HIGH-PREF
  set local-preference 120
!
route-map infiler permit 20
  match ip address prefix-list LOW-PREF . . .
```

Políticas de Control - Route-Map

```
router bgp 100
  neighbor 220.200.1.2 route-map filter-on-as-path in
!
route-map filter-on-as-path permit 10
  match as-path 1
  set local-preference 80
!
route-map filter-on-as-path permit 20
  match as-path 2
  set local-preference 200
!
route-map filter-on-as-path permit 30
!
ip as-path access-list 1 permit _150$
ip as-path access-list 2 permit _210_
```

Políticas de Control - Route-Map

Ejemplo. Uso de PREEND

```
router bgp 300
  network 215.7.0.0
  neighbor 2.2.2.2 remote-as 100
  neighbor 2.2.2.2 route-map SETPATH out
!
route-map SETPATH permit 10
  set as-path prepend 300 300
```

- Cuando se utilice el Preend utilizar su propio AS
 - De lo contrario BGP puede detectar un loop que provoca una desconexión

Políticas de Control

Uso de Comunidades

```
router bgp 100
  neighbor 220.200.1.1 remote-as 200
  neighbor 220.200.1.1 send-community
  neighbor 220.200.1.1 route-map set-community out
!
route-map set-community permit 10
  match ip address prefix-list NO-ANNOUNCE
  set community no-export
!
route-map set-community permit 20
!
ip prefix-list NO-ANNOUNCE permit 172.168.0.0/16 ge 17
```

Políticas de Control

Uso de Comunidades

```
router bgp 100
  neighbor 220.200.1.2 remote-as 200
  neighbor 220.200.1.2 route-map filter-on-community in
!
route-map filter-on-community permit 10
  match community 1
  set local-preference 50
!
route-map filter-on-community permit 20
  match community 2 exact-match
  set local-preference 200
!
ip community-list 1 permit 150:3 200:5
ip community-list 2 permit 88:6
```

Agenda

- Introducción a BGP
- Implementando
- **BGP Puesta a Punto**
- Resolución de Problemas
- BGP en Internet/Internet2

Peer Groups

- Sin Peer Groups
 - Los vecinos de iBGP reciben las misma actualizaciones
 - Una construir un iBGP full-mesh es lento
 - El router desperdicia tiempo en calculos repetidos
- Solución Peer Groups
 - Peer groups con mismas politicas de salida
 - Las actualizaciones se generan solo una vez por grupo

Peer Groups Ventajas

- Hace la configuración mas facil
- Hace la configuracion menos suceptible a errores
- Hace la configuración mas facil
- La iBGP mesh es mas rapido construir la
- Los miembros pueden tener diferentes politicas de entrada
- También puede ser usada en eBGPs

Peer Groups ejemplo

```
router bgp 100
    neighbor ibgp-peer peer-group
    neighbor ibgp-peer remote-as 100
    neighbor ibgp-peer update-source loopback 0
    neighbor ibgp-peer send-community
    neighbor ibgp-peer route-map outfilter out
    neighbor 1.1.1.1 peer-group ibgp-peer
    neighbor 2.2.2.2 peer-group ibgp-peer
    neighbor 2.2.2.2 route-map infilter in
    neighbor 3.3.3.3 peer-group ibgp-peer
```

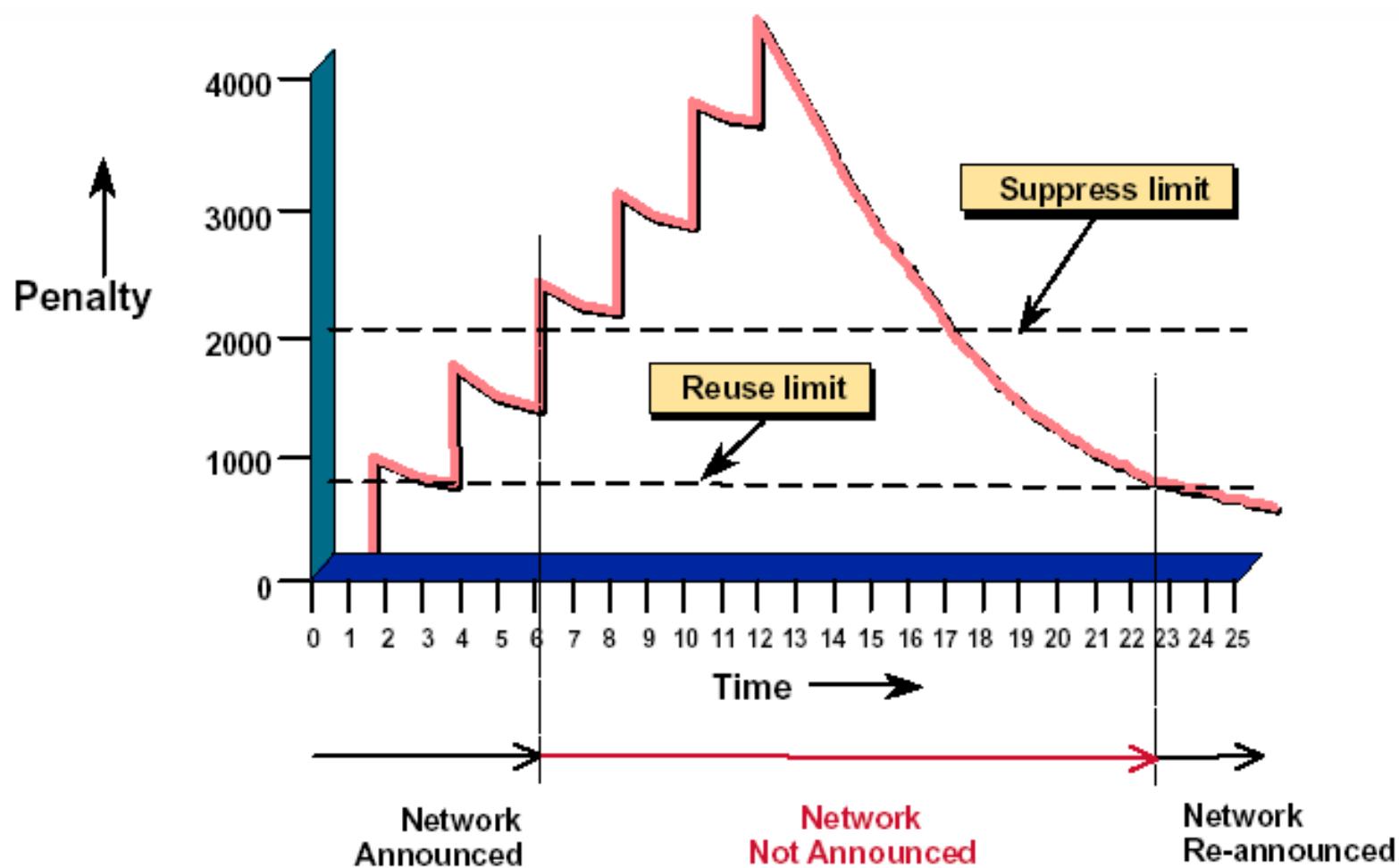
Route Flap Damping

- Route Flap
 - Cada vez que un camino va a up, down o se modifica un Atributo
 - Las oscilaciones son a través de toda la Internet
 - Desperdicion de CPU
- La penalizaciones reduce la propagación de la oscilación.
- Documentado el uso de penalizaciones en el RFC-2439

Route Flap Damping

- Se suma a una penalidad (1000) por cada oscilación
 - Un cambio en Atributo 500
- Exponencialmente decae la penalidad
- Penalida arriba del limite se supresión
 - No se propaga el anuncio a los vecinos
- Penalidad abajo del limite de Reuso
 - Se propaga el anuncio a los vecinos
 - Las penalidades se reinician a cero cuando estas caen debajo de la mita del limite de Reuso

Route Flap Damping



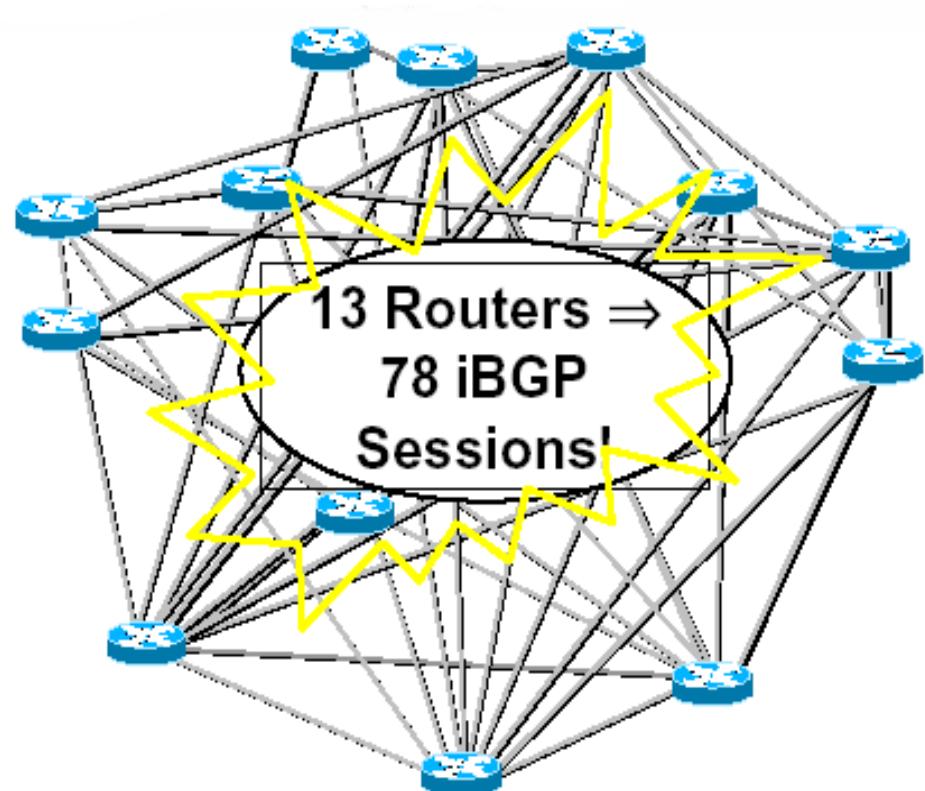
Route Flap Damping

- Se aplica solamente de entrada a los anuncios de los eBGP
- Los caminos alternos son todavía útiles
- Está normalmente definido:
 - Half-life (default 15 minutos)
 - Reuse-limit (default 750)
 - Supress-limit (default 2000)
 - Maximum suppress limit (default 60 minutos)

Recomendación de su uso www.ripe.net/docs/ripe-210.html

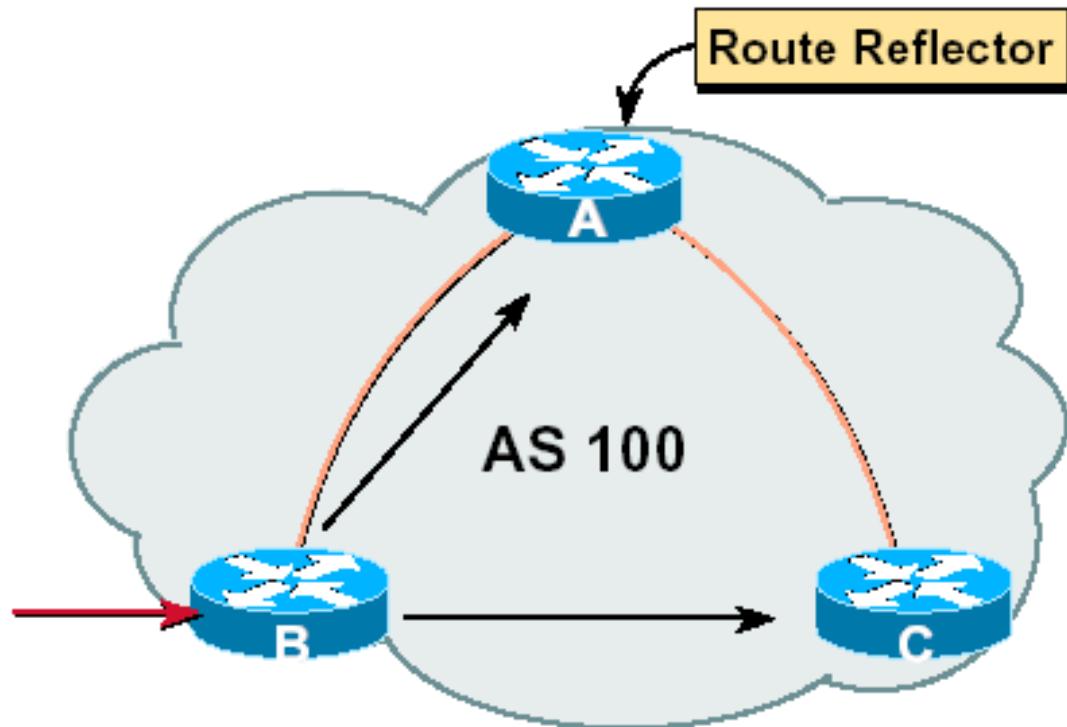
Route-Reflectors

Route-Reflectors

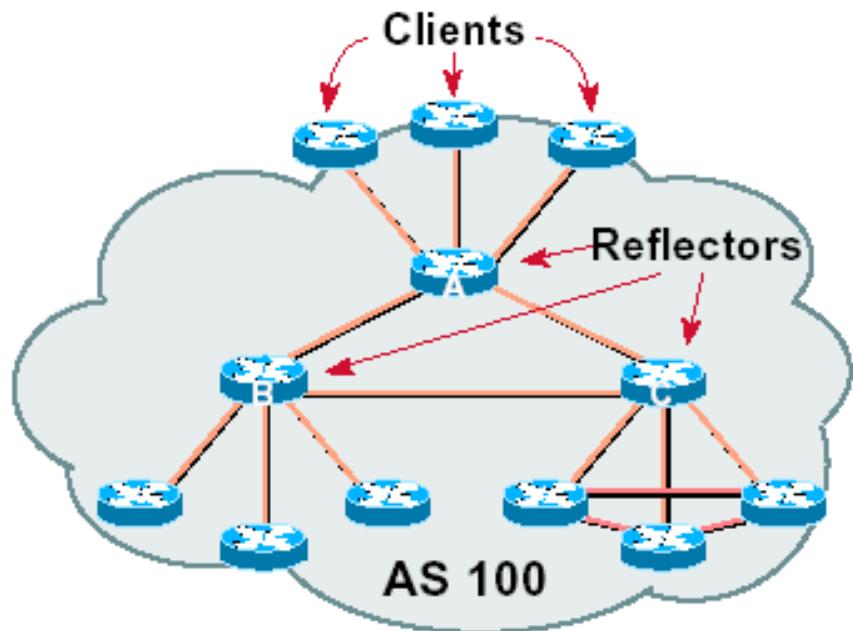


- Evitar el factor de $n(n-1)2$ iBGP mesh
- Dos soluciones
 - Route Reflectors
 - Conferederaciones

Route-Reflectors



Route-Reflectors

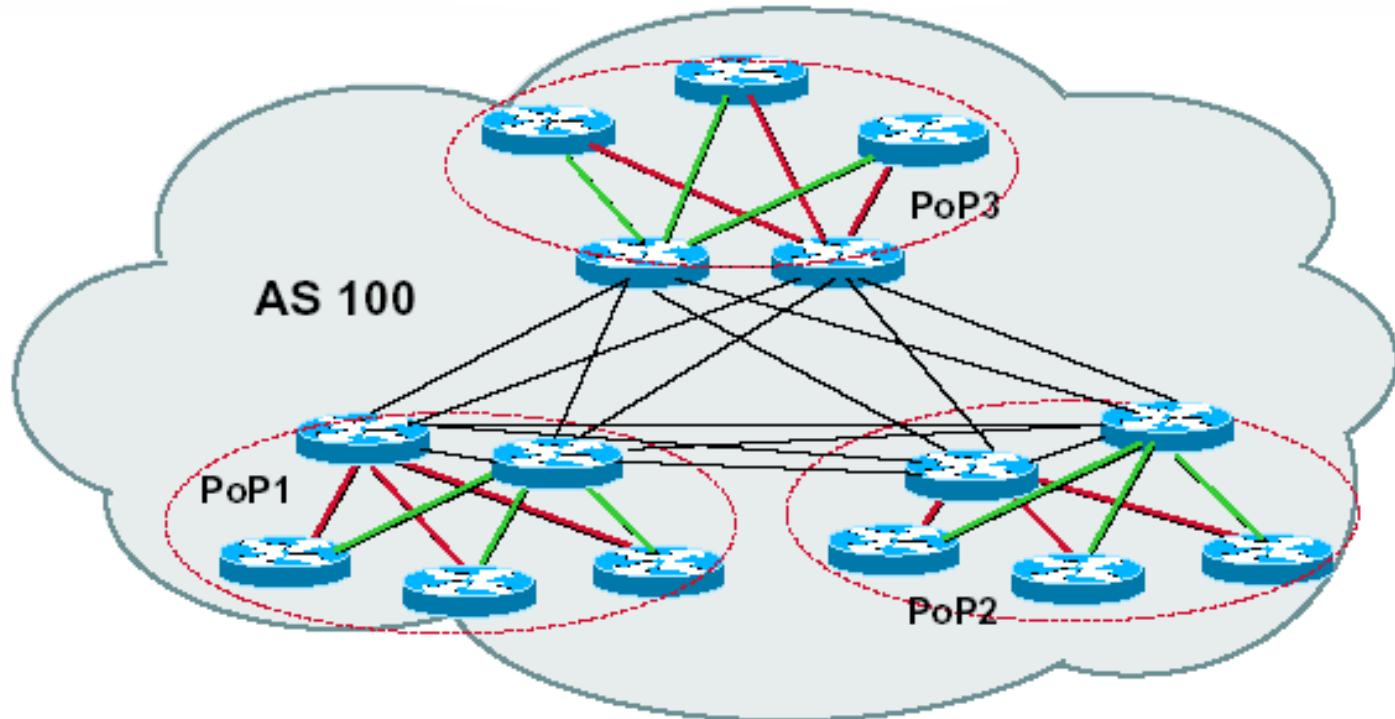


- El reflector recibe paths desde los clientes y no-clientes
- Selecciona el mejor path
- Si el mejor es de un cliente lo refleja a los otros clientes y no-clientes
- Si el mejor path es de un no-cliente, lo refleja solo a los clientes
- Non-mesh requerida en los clientes
- Describo en RFC-2796

Route-Reflectors Topología

- Dividir el Backbone en multiples clusters
- Al menos un route-reflector y unos pocos clientes por cluster
- Los route-reflectors deben de estar en full-mesh
- Los clientes en un cluster pueden estar en full-mesh
- Un solo IGP para transportar el next hop y rutas locales
- Se debe seguir a la topología Física

Route-Reflectors - Redundancia



Cluster uno

Cluster dos

Conferederaciones

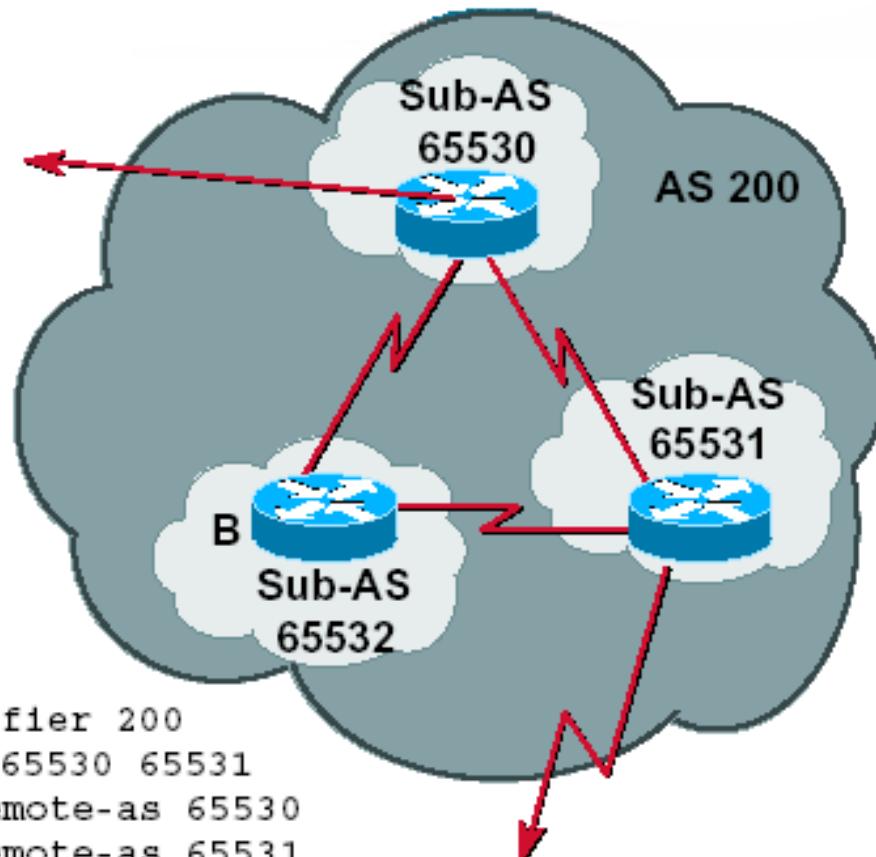
Conferederaciones

- Dividir el AS en sub-As
 - eBGP entre sub-AS, pero todavía alguna información de iBGP se mantiene
 - Se preserva el Next-Hop a través del sub-AS (el IGP transporta esta información)
 - Se preservan también Local-Pref y MED
- Usualmente un IGP
- Descrito en el RFC-3035

Conferederaciones (Cont.)

- Visible desde afuera como un solo AS "Confederation Identifier"
- Cada confederación usa un AS del espacio privado arriba de 64512
- IBG full-mesh dentro de un sub-AS

Conferederaciones



Configuración router B

```
router bgp 65532
  bgp confederation identifier 200
  bgp confederation peers 65530 65531
  neighbor 141.153.12.1 remote-as 65530
  neighbor 141.153.17.2 remote-as 65531
```

Agenda

- Introducción a BGP
- Implementando BGP
- **BGP Puesta a Punto**
- Multi-Homing
- BGP en Internet/Internet2
- Multicast

BGP vs IGPs

- Internal Routing Protocols
 - Ejemplos OSPF, RIP, etc..
 - Usados para transportar las direcciones de la **infraestructura**
 - No usados para transportar los prefijos de Internet or clientes
 - Diseñados de tal forma que se minimice el numero de prefijos

BGP vs IGPs

- BGP usar internamente (iBGP) y externamente (eBGP)
- iBGP usado para transportar
 - Los prefijos de Internet a través del Backbone
 - Los prefijos de los clientes
 - Utilizar /32 para las interfaces loopbacks de enrutamiento y levantar las sesiones de IBGP con ellas
 - Usar Peer Groups
 - Usar Passwords en la sesiones de IBGP

BGP vs IGPs

- IGP
 - El IGP debe contener a las redes de la DMZ o usar
neighbor x.x.x.x next-hop-self
- eBGP usados para
 - Intercambiar prefijos con otros AS
 - Implementar politicas de Ruteo

BGP

- Nunca hacer
 - Redistribuir BGP en un IGP
 - Redistribuir un IGP dentro de BGP
 - Usar IGP para transportar los prefijos de los clientes

BGP

- Herencia de BGP
 - Sincronización
 - En redes grandes es mejor apagarla
 - router bgp 278
no synchronization
 - Auto-Sumarización
 - router bgp 278
no auto-summary
 - *Hacer la distancia administrativa mas grande que cualquier IGP*
 - *Distance bgp 200 200 200*

BGP

- Que anuncios no debo de recibir
 - No recibir los prefijos definidos en el RFC1918
 - No aceptar tus propios prefijos
 - No aceptar el default (a menos que se requiera)
 - No aceptar prefijos mayores de /24

BGP

- Que anuncios no debo de recibir

```
ip prefix-list in-filter deny 0.0.0.0/0          ! Block default
ip prefix-list in-filter deny 0.0.0.0/8 le 32
ip prefix-list in-filter deny 10.0.0.0/8 le 32
ip prefix-list in-filter deny 127.0.0.0/8 le 32
ip prefix-list in-filter deny 169.254.0.0/16 le 32
ip prefix-list in-filter deny 172.16.0.0/12 le 32
ip prefix-list in-filter deny 192.0.2.0/24 le 32
ip prefix-list in-filter deny 192.168.0.0/16 le 32
ip prefix-list in-filter deny 221.10.0.0/19 le 32 ! Block local prefix
ip prefix-list in-filter deny 224.0.0.0/3 le 32    ! Block multicast
ip prefix-list in-filter deny 0.0.0.0/0 ge 25      ! Block prefixes >/24
ip prefix-list in-filter permit 0.0.0.0/0 le 32
```

BGP

- Como debo crear los anuncios
 - Usar el comando Network
 - Mientras exista una ruta estatica el anuncio se mantendra en BGP
 - Estatica de Pull-Up ejemplo
- ```
ip route 200.15.0.0 255.255.0.0 null0
router bgp 100
 network 200.15.0.0 mask 255.255.0.0
```

# BGP

```
interface loopback 0
 ip address 215.17.3.1 255.255.255.255
!
interface Serial 5/0
 ip unnumbered loopback 0
 ip verify unicast reverse-path
!
ip route 215.34.10.0 255.255.252.0 Serial 5/0
!
router bgp 100
 network 215.34.10.0 mask 255.255.252.0
```

# Agenda

- Introducción a BGP
- Implementando BGP
- BGP Puesta a Punto
- Multi-Homing
- BGP en Internet/Internet2
- Multicast

# Multihoming

## Definición

- Más de un enlace externo de la red local
  - Dos o más enlaces a el mismo ISP
  - Dos o más enlaces a diferentes ISP
- Usualmente a dos diferentes routers externos
  - Un solo router da solo redundancia en el enlace.

# Configuracion de Politicas

- Supocición
  - Los prefix-list son usados en lugar de las ACL por ser mas faciles, rapidos.
- Las tres herramientas Basicas
  - Prefix-list (o ACL) para filtrar Prefijos
  - Filter-list para Filtrar ASNs
  - Route-map para aplicar Politicas de Ruteo

# Suposiciones Basicas

- Se deben anunciar a Internet/Internet2 bloques de direcciones que previamente hallan sido asignado.
- Se pueden anunciar subprefijos, pero su alcance no esta garantizado.
- En RIR la maxima longitud es de /20 y en EU mucho ISP estan siguiendo esta politica, en Internet2 la maxima longitud es de /24

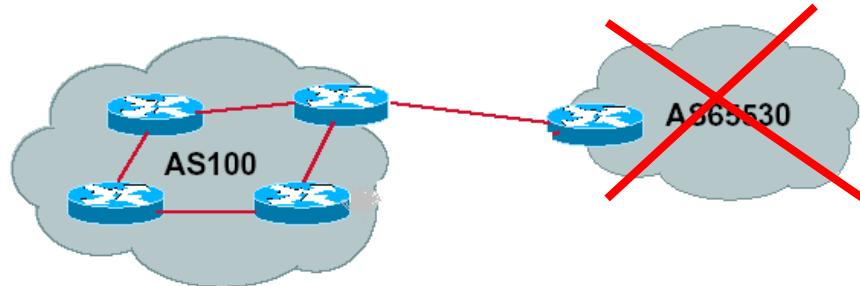
# Multihoming

## Opciones

# Formas de Multihoming

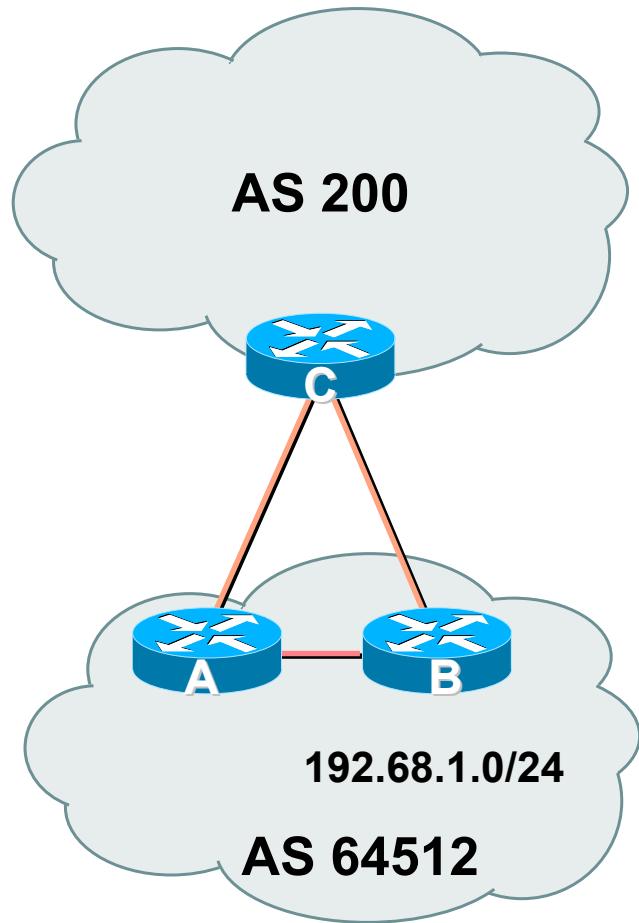
- Stub-homed stub Network
- Multi-home stub network
- Multi-home network

# Stub Network



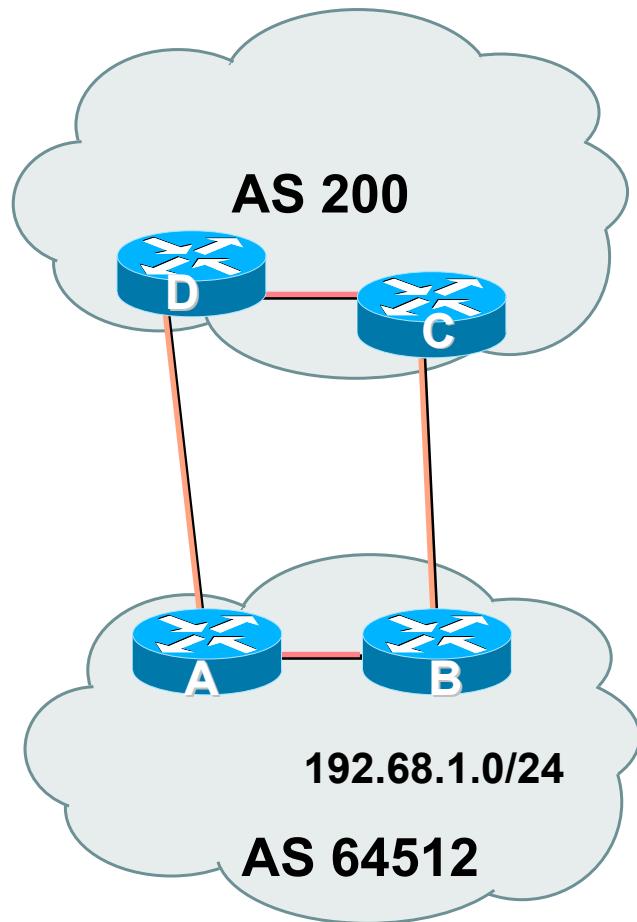
- No requiere de BGP
- Requiere que se genere solamente el default al Upstream ISP  
El Upstream ISP debe anunciar la stub network
- Las politicas dependen de las politicas del Upstream ISP

# Multi-homed Stub Network



- Utilizar BGP (no un IGP o estaticas) para balancear
- Utilizar un As privado (ASN >64511)
- Upstream ISP debe anunciar la stub network
- Las politicas dependen de las politicas del Upstream ISP

# Multi-homed Network

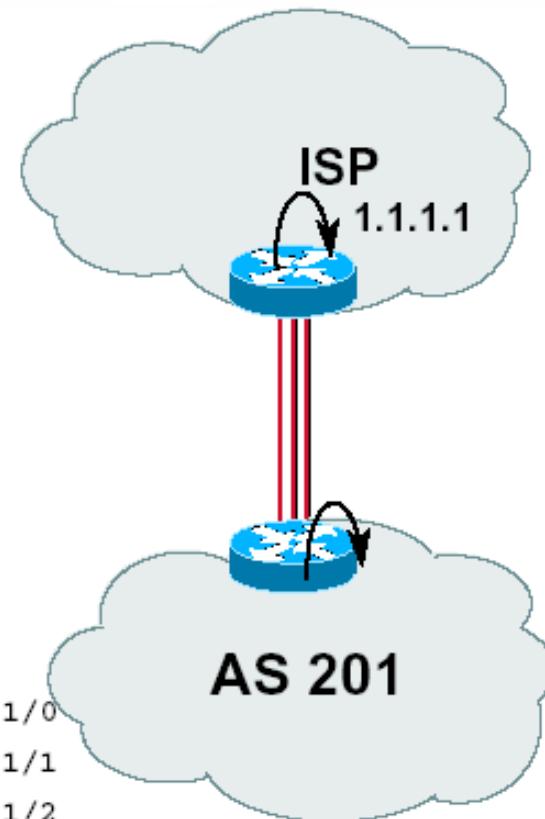


- Muchas situaciones posibles
  - Multiples sesiones a un mismo ISP
  - Un secundario como backup solamente
  - Balanceo entre el primario y el secundario
  - Selectivamente user un ISP

# Multiples Sesiones a un ISP

- ebgp Multihop
- eBGP a loopbacks
- Prefijos a prendidos a través de las loopbacks

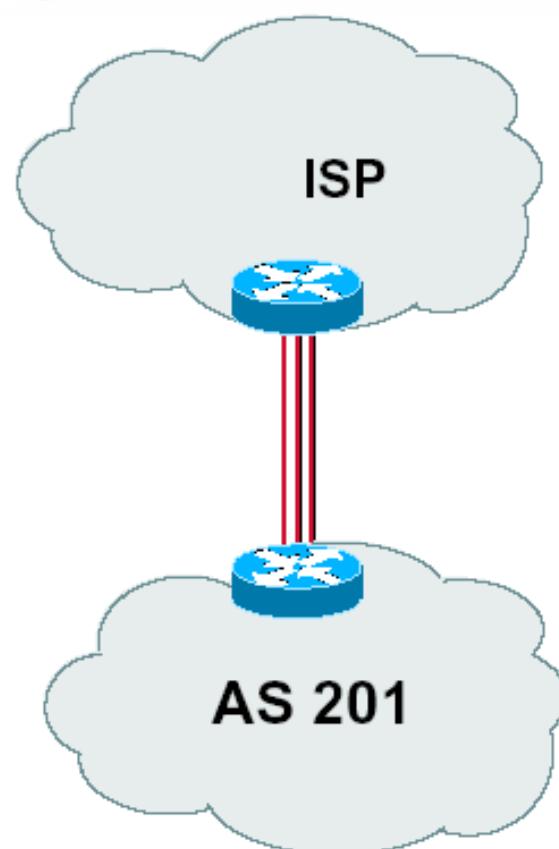
```
router bgp 201
 neighbor 1.1.1.1 remote-as 200
 neighbor 1.1.1.1 ebgp-multihop 5
 ip route 1.1.1.1 255.255.255.255 serial 1/0
 ip route 1.1.1.1 255.255.255.255 serial 1/1
 ip route 1.1.1.1 255.255.255.255 serial 1/2
```



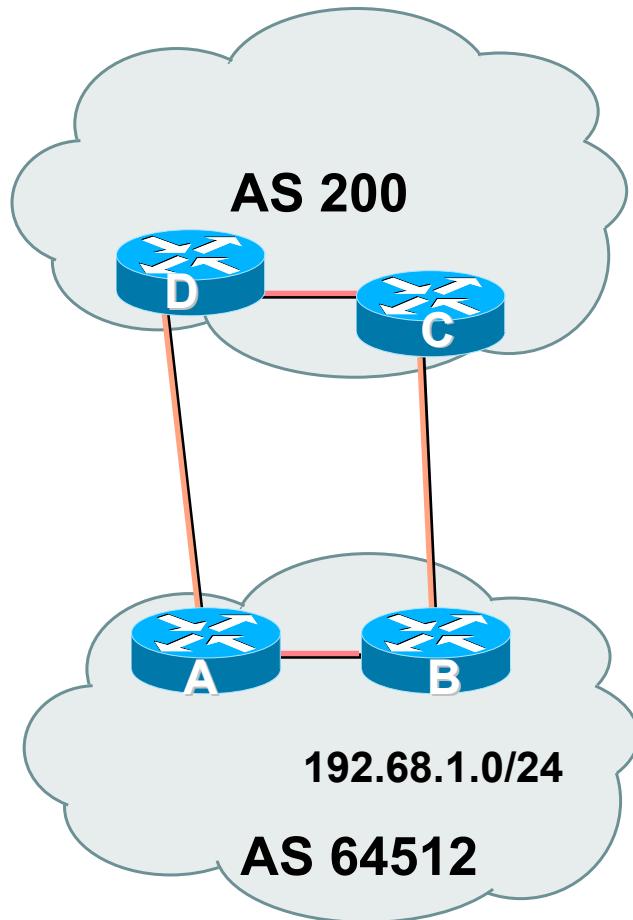
# Multiple Sessions a un ISP BGP Multi-Path

- Tres sessions de BGP requeridas
- Limitado a 6 caminos paralelos

```
router bgp 201
 neighbor 1.1.2.1 remote-as 200
 neighbor 1.1.2.5 remote-as 200
 neighbor 1.1.2.9 remote-as 200
 maximum-paths 3
```



# Multiples Sesiones a un ISP



- Usar eBGP multi-path para crear multiples paths en la tabla de ruteo
- Hacer balanceo entre los caminos

# Multiples sesiones a un ISP

- Planeacion y algo de trabajo para lograr el balanceo
  - Definición del Default
  - Modificar el numero de prefijos que se aprenden en cada
- No hay una solución Magica

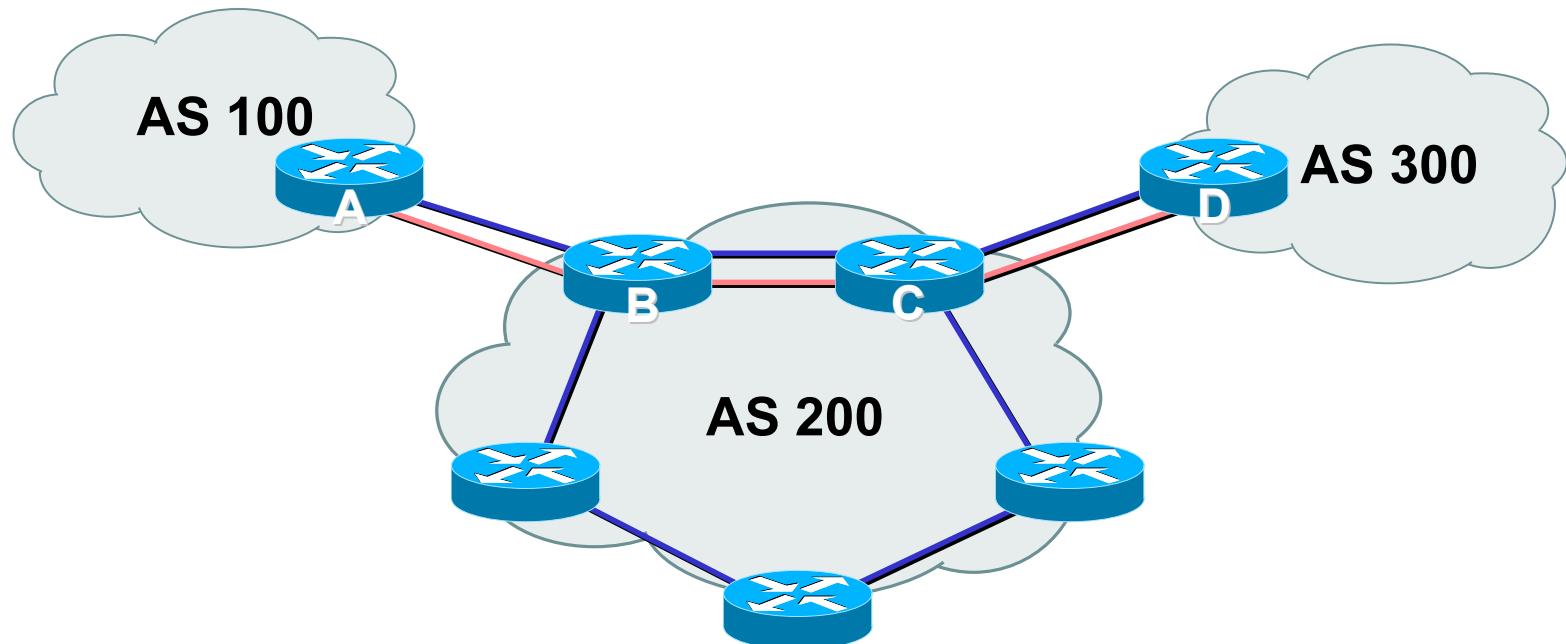
# Agenda

- Introducción a BGP
- Implementando BGP
- BGP Puesta a Punto
- Multi-Homing
- BGP en Internet/Internet2
- Multicast

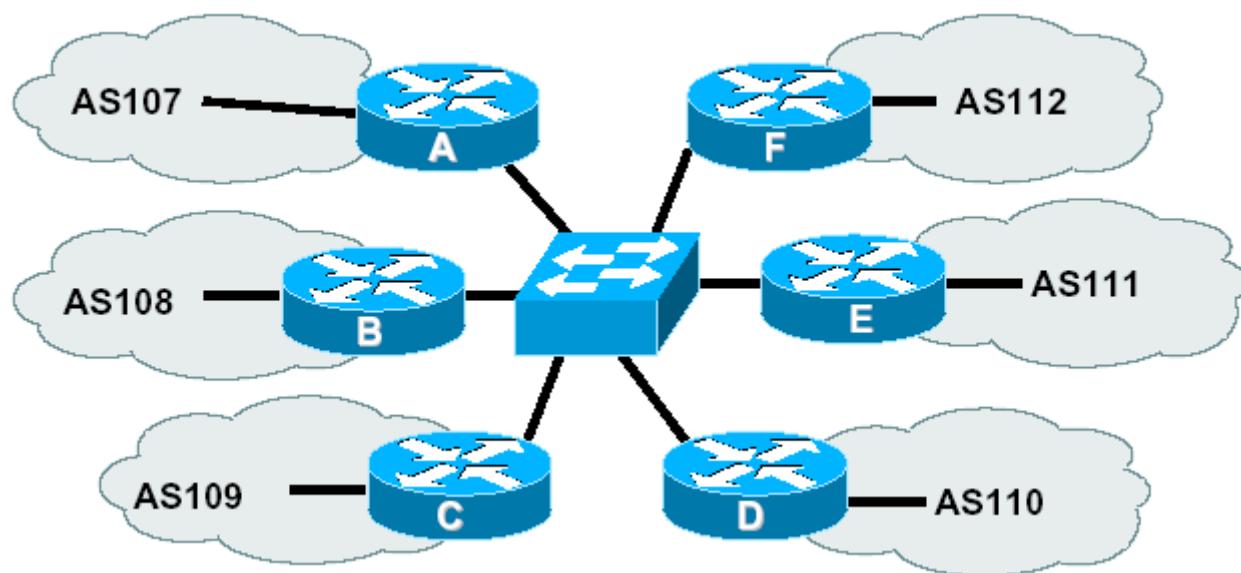
# Definiciones

- **Transit**
  - Transporta tráfico a través de su red normalmente por un pago
- **Exchange Points**
  - Punto en común donde varios Ases intercambian información de routeo y tráfico

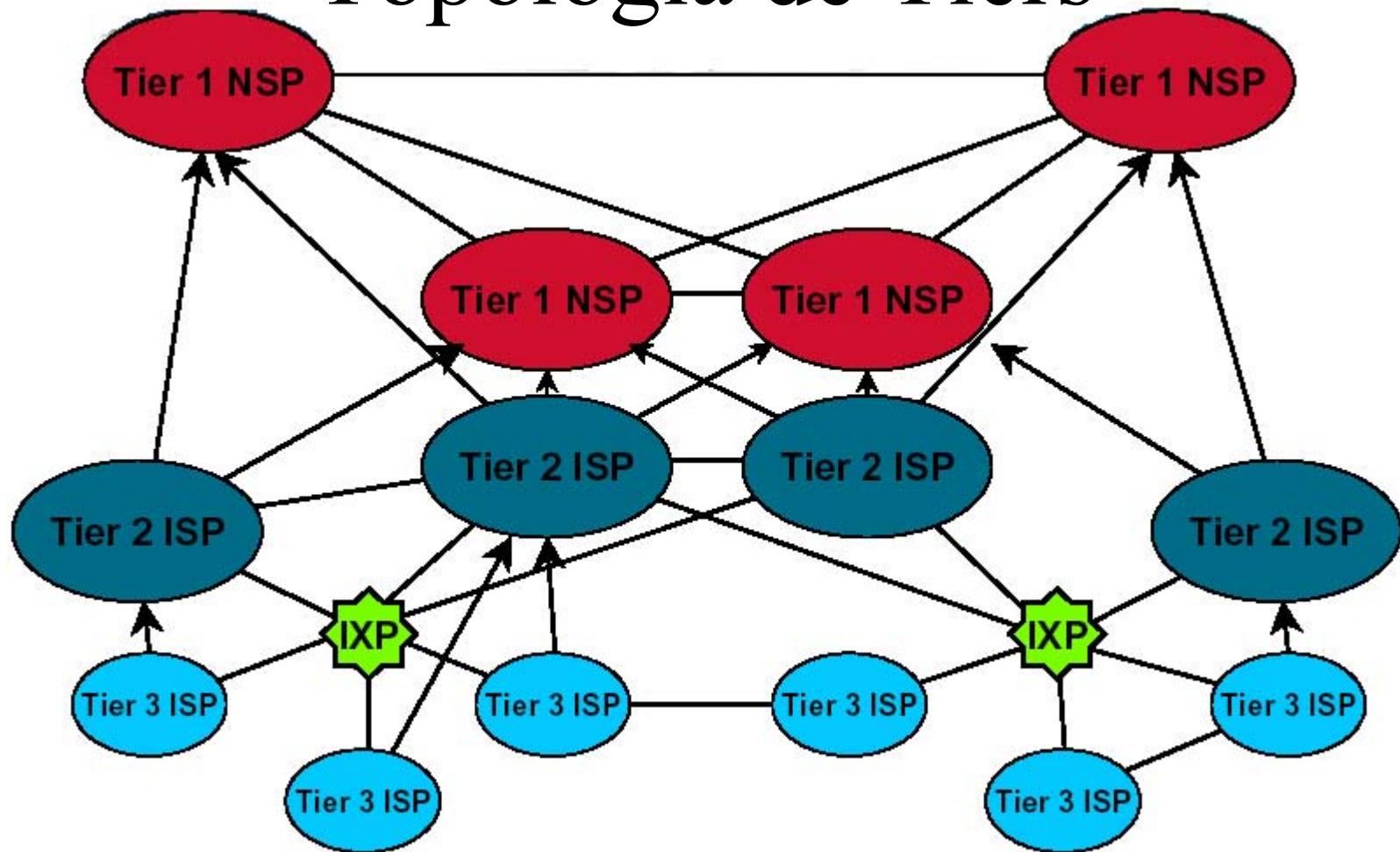
# Transito



# Exchange Points



# Topología de Tiers



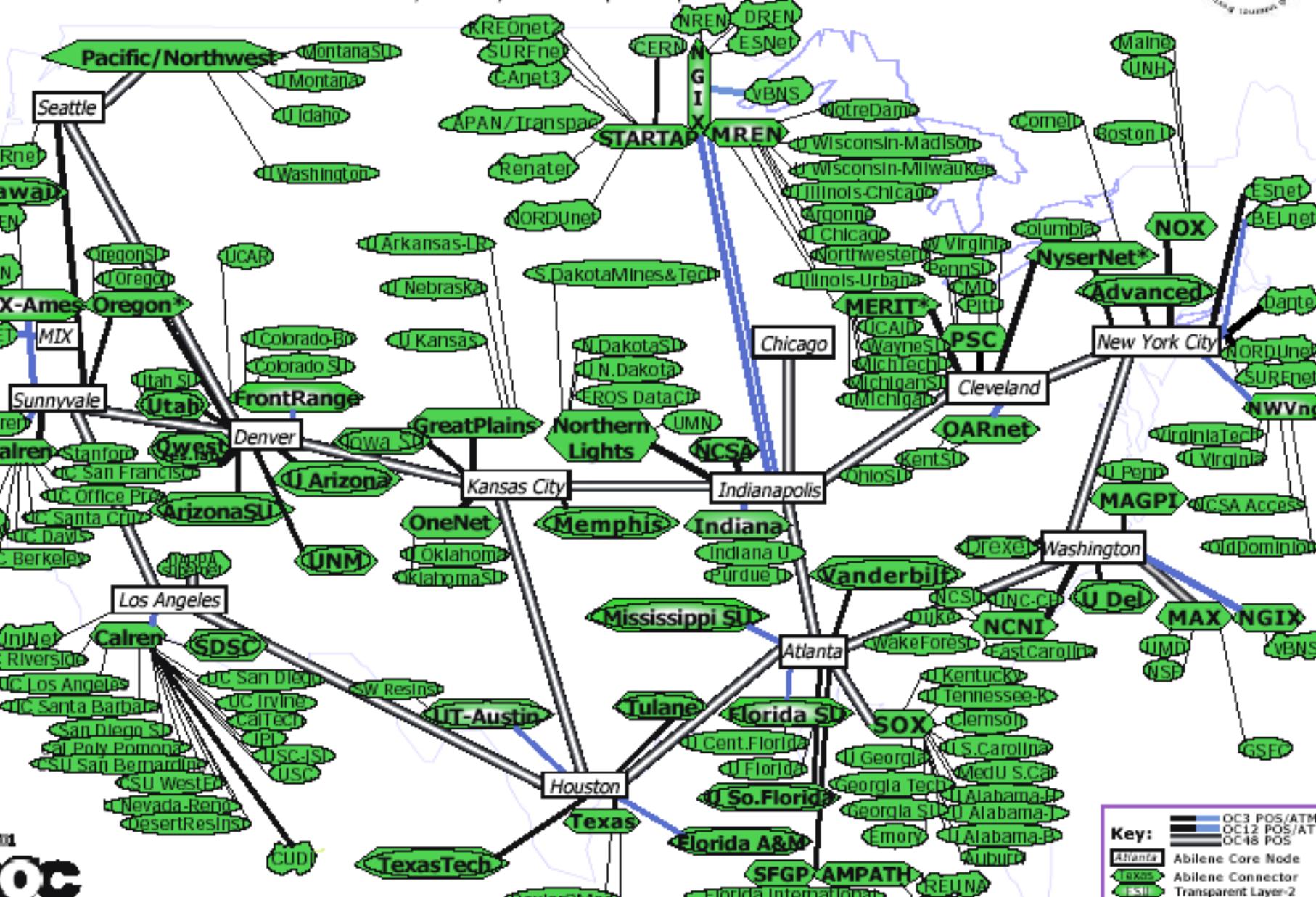
# Internet 2

multicast connections:  
participants: 120  
connectors: 41  
inter networks: 18

# The Abilene Network

## Multicast deployment

includes MBGP, MSDP, & PIM-sparse protocols full-mesh on backbone

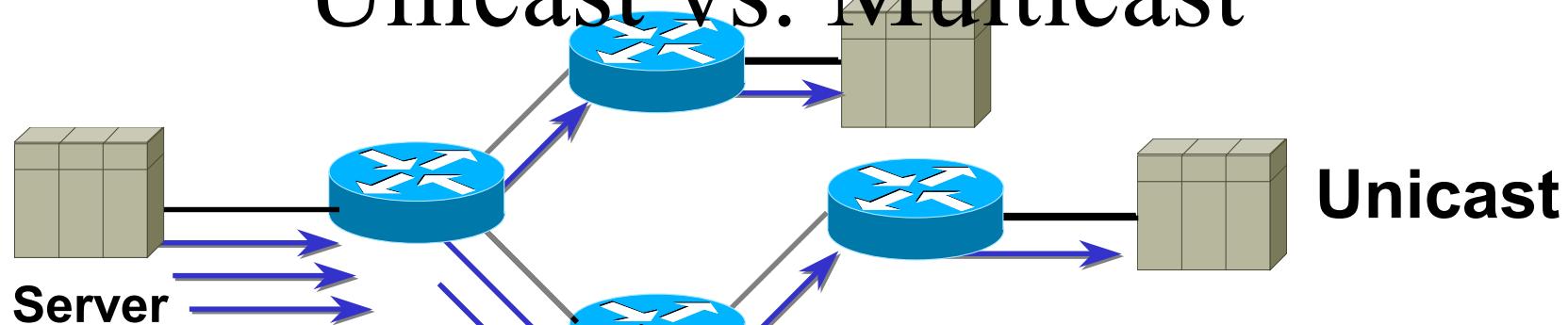


# Agenda

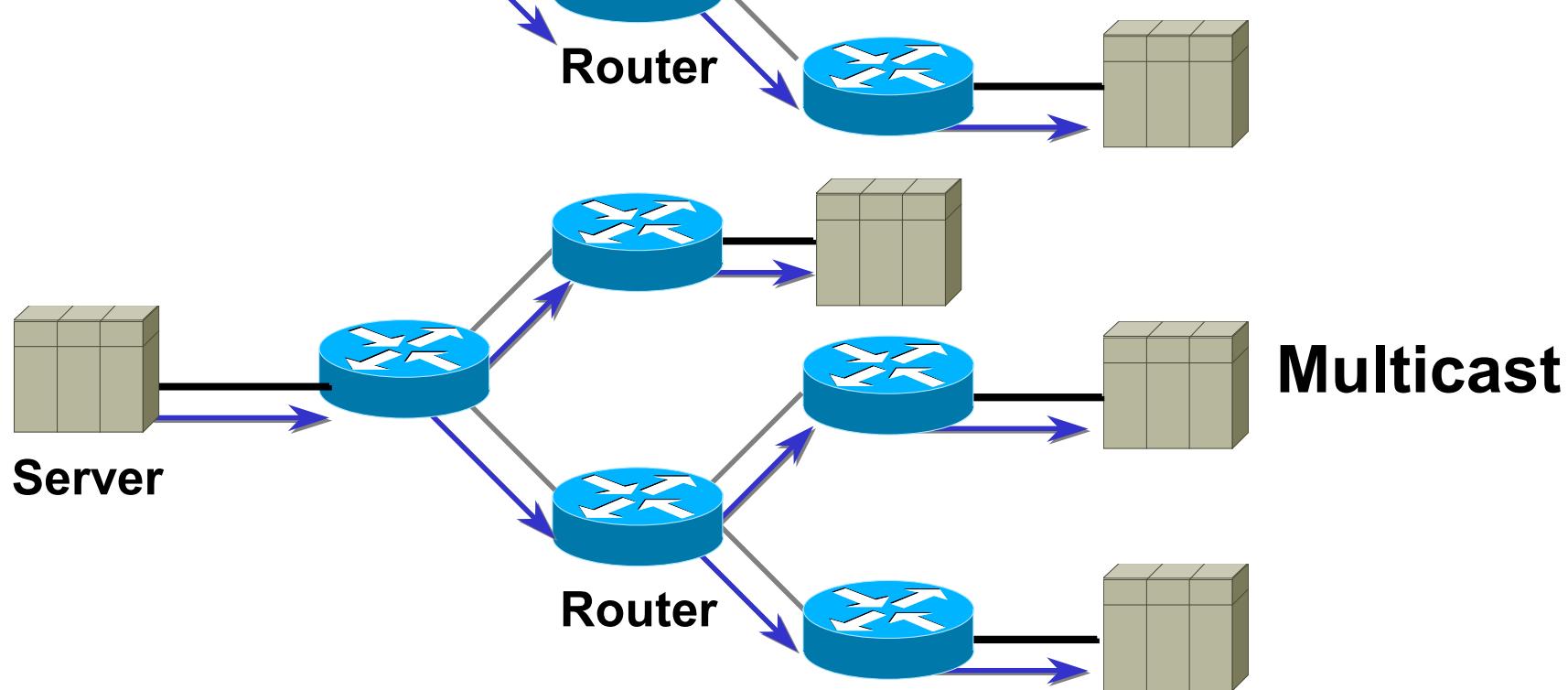
- Introducción a BGP
- Implementando BGP
- BGP Puesta a Punto
- Multi-Homing
- BGP en Internet/Internet2
- Multicast

# Multicast

# Unicast vs. Multicast



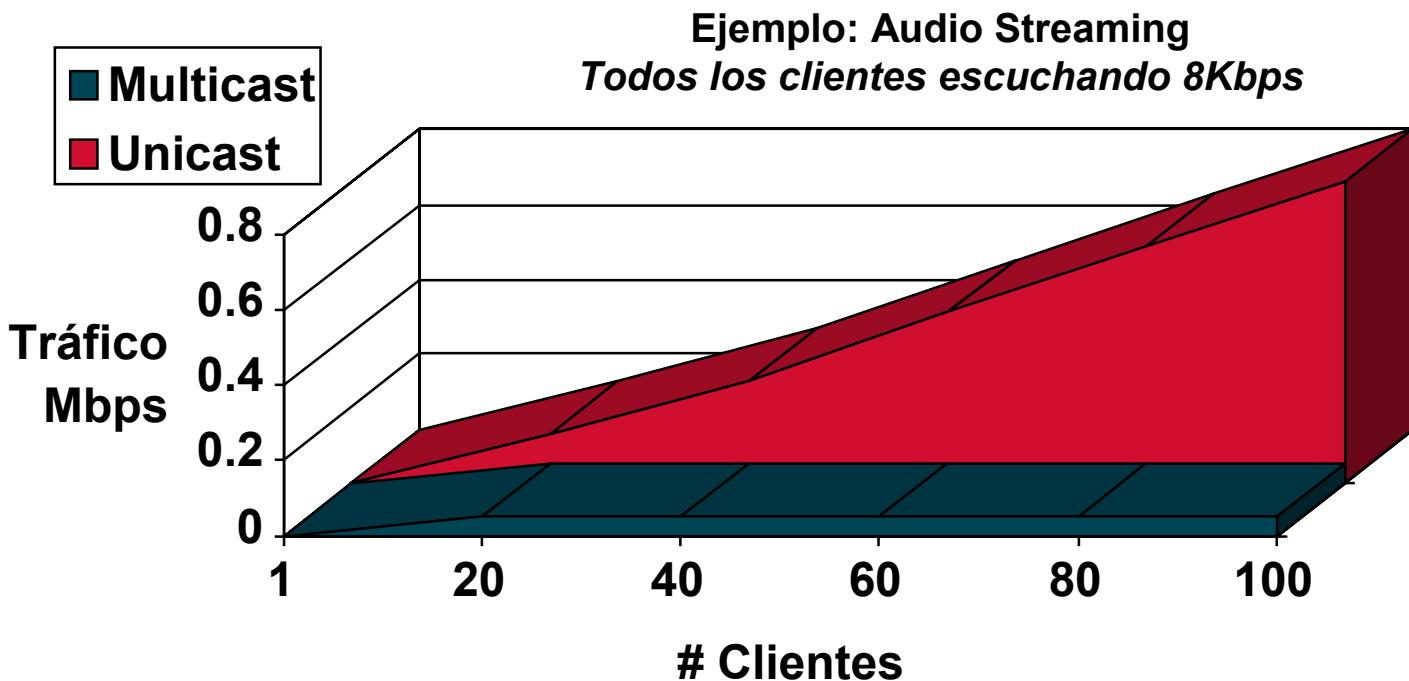
**Unicast**



**Multicast**

# Multicast Ventajas

- **Mejora la Efficiencia**: Contralar el trafico de la red y reducir la carga de cpu  
**Optimizar el Funcionamiento** : Elimina el trafico redundante
- **Aplicaciones Distribuidas** : hace posible aplicaciones multipuntoes



# Multicast Desventajas

## ***Multicast esta basado en UDP !!!***

- ***Best Effort Delivery***: Dlas perdidas no son recuperadas. Las aplicaciones de multicast no son diseñadas para una entrega no confiable. Un multicast confiable esta un en desarrollo.
- ***No Congestion Avoidance***: La falta de un TCP windowing y un “slow-start” son mecanismos que pueden resultar en una congestion de la red . De ser posible las aplicaciones Multicast deberian de detectar y evitar congestiones
- ***Duplicates***: Algunos mecanismo de los protocolos de Multicast pueden generar el que se dupliquen paquetes (ejem. Asserts, Registers y SPT Transitions). La aplicaciones de multicas se diseñan para que acepten paquetes duplicados.
- ***Out of Order Delivery*** : Algunos mecanismo pueden ocasionar la entrega de paquetes no solicitados.

# Aplicaciones que se Benefician de IP Multicast

- Multimedia
  - Streaming media
  - Educacion a Distancia, comunicaciones corporativas
  - Conferencias—video/audio
- Data warehousing
- Aplicaciones Financieras
- Cualquier aplicación de datos de uno a muchos

# Mitos de Multicast

- Es solo para Streamings de Audio y Video
- Multicast es UDP y UDP es peligroso
- Multicast no es implementado a nivel mundial

# Multicast Addressing

## IP Multicast Group Addresses

- 224.0.0.0–239.255.255.255
- Class “D” espacio de direccionamiento
  - Los bits de mayor orden del 1er Octeto = “1110”

## Reservados para uso local

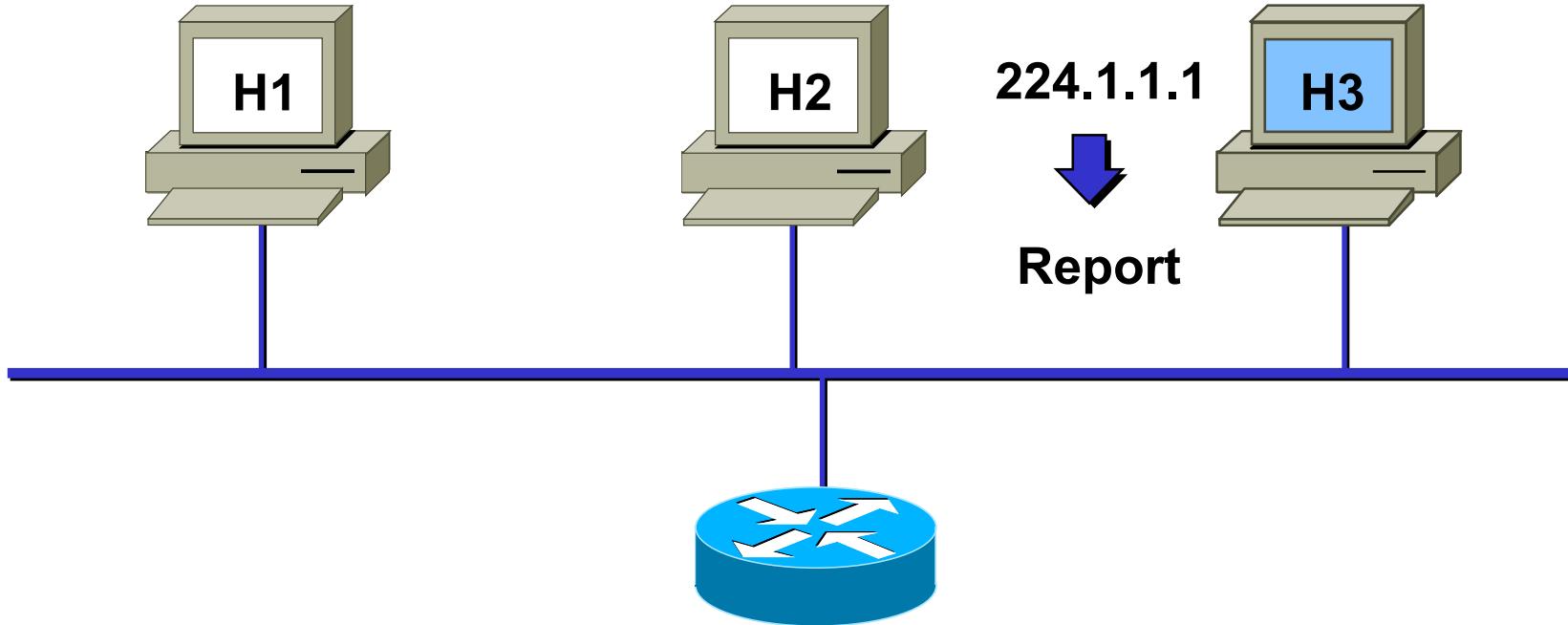
- 224.0.0.0–224.0.0.255
- Trasmirtir con TTL = 1
- Ejemplos:
  - 224.0.0.1 Todos los sistemas en esta subred
  - 224.0.0.2 Todos los routers en esta subnet
  - 224.0.0.4 DVMRP routers
  - 224.0.0.5 OSPF routers
  - 224.0.0.13 PIMv2 Routers

# Multicast Addressing

- Alcance Administrativo de las direcciones
  - 239.0.0.0–239.255.255.255
  - Espacio de direcciones Privado
    - Similar a RFC1918 unicast
    - No usadas para uso global en Internet
    - Uso de alcance limitado
    - Las mismas direcciones pueden ser utilizadas en diferentes localidades.
  - Ejemplos:
    - Alcance local: 239.253.0.0/16
    - Alcance Corporativo: 239.192.0.0/14

# Host-Router Señalización: IGMP

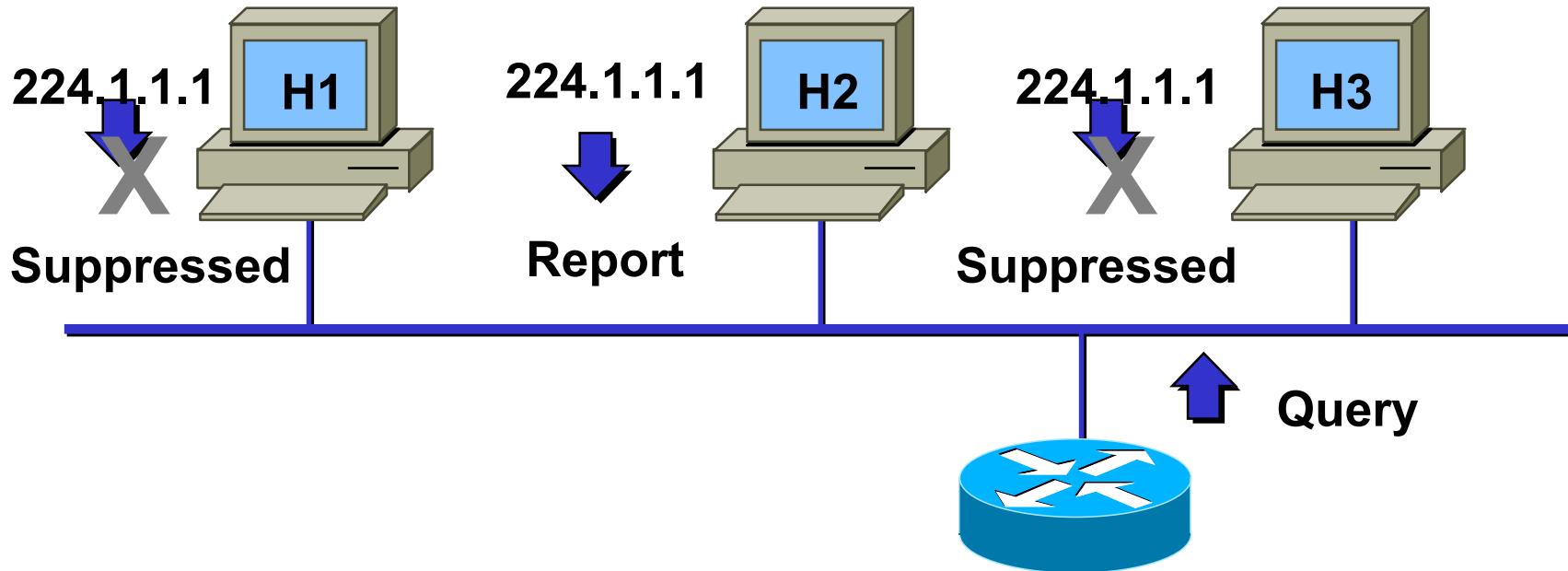
## Joining a Group



- El Host envia IGMP Report para unirse al grupo

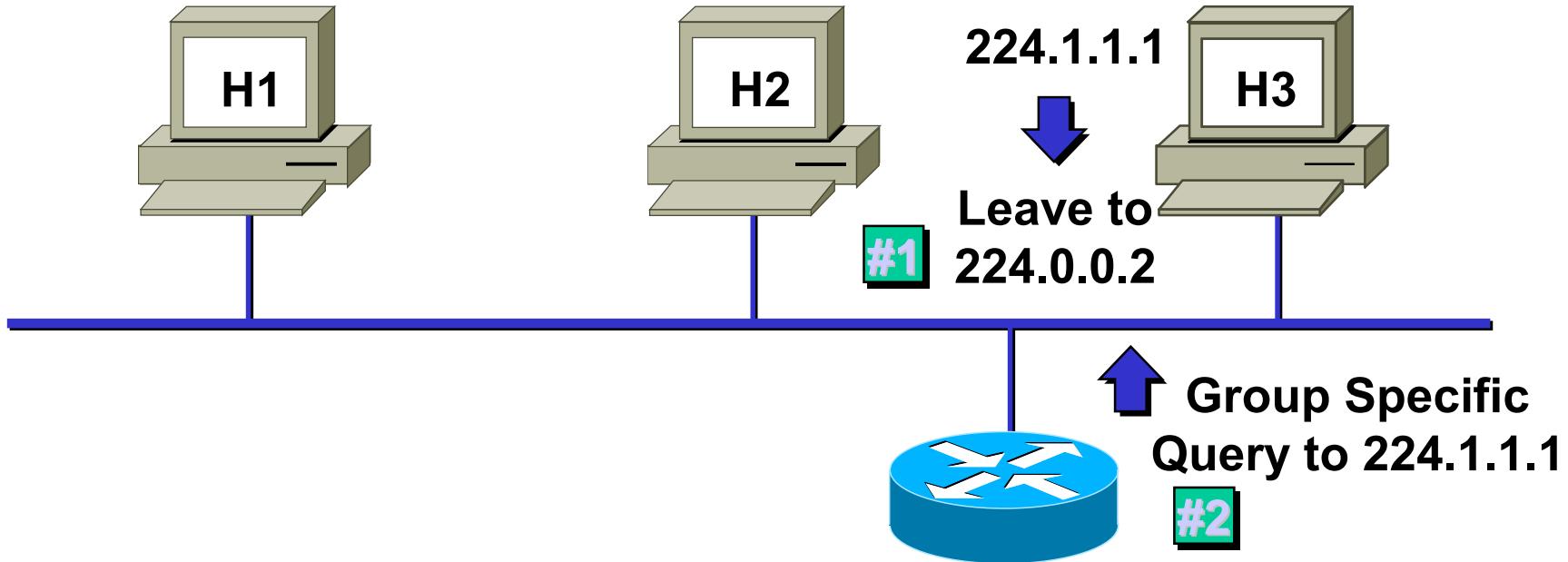
# Host-Router Señalizacion: IGMP

## Manteniendo un grupo



- El Router envia peticiones (Queries) periodicas en to 224.0.0.1

# Host-Router Señalizacion: IGMP



- **Host envia un mensaje de abandono a 224.0.0.2**
- **El Router envia una petición para 224.1.1.1**
- **Si No hay IGMP Report recibida en ~3 sec**
- **Group 224.1.1.1 times out**

# Multicast Forwarding

- Multicast Routing es al contrario de Unicast Routing
  - En Unicast Routing es importante a donde van los paquete (Ruteo por destino).
  - En Multicast Routing es importante de donde se originan los paquetes(Ruteo por origen).
- Multicast Routing usa “Reverse Path Forwarding”

# Multicast Forwarding Reverse Path Forwarding (RPF)

- **Que es RPF?**

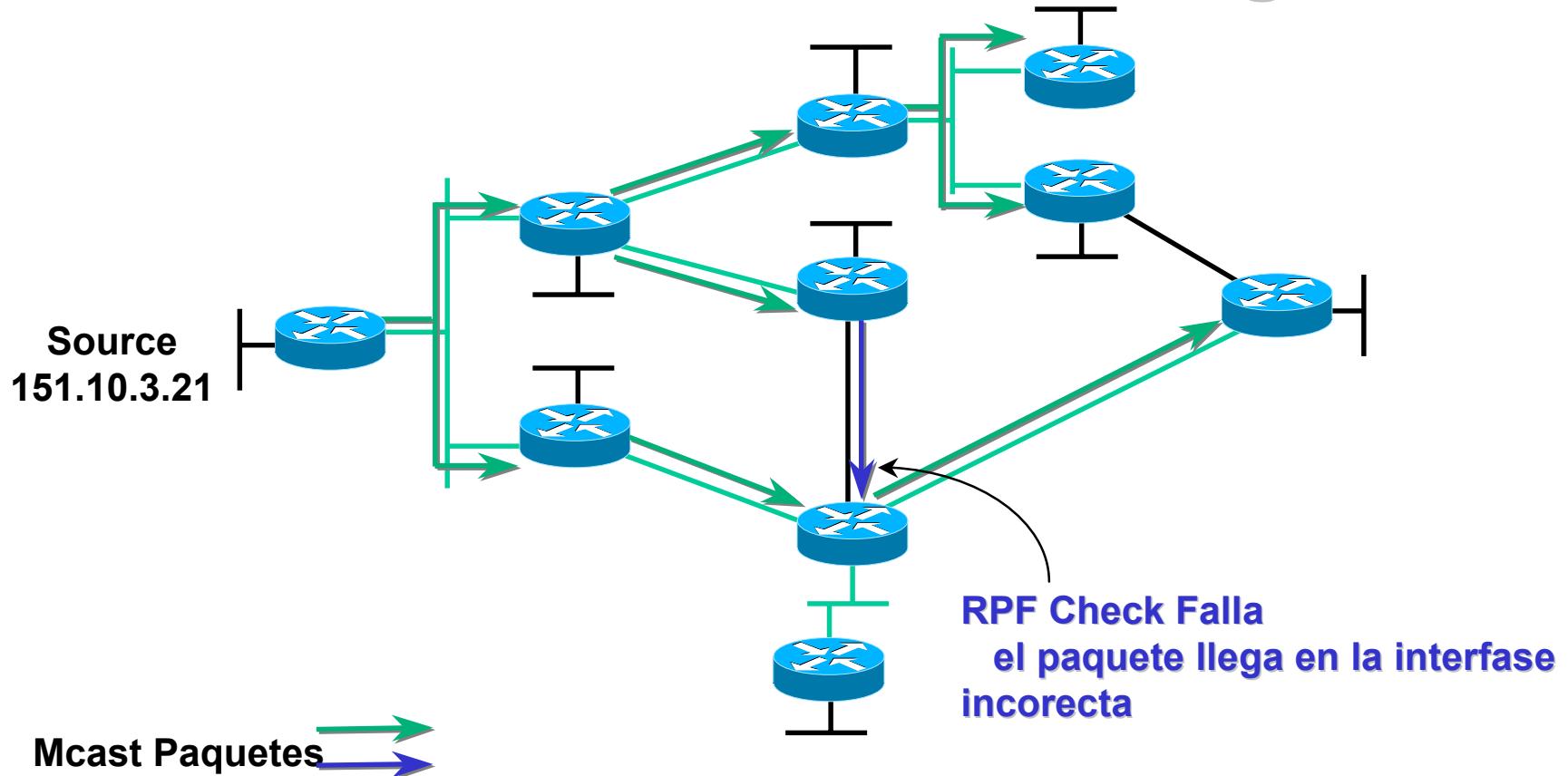
Un router avance un paquete de multicast solo si lo recibio por su interfase de up stream hacia la fuente (the distribution tree).

- **The RPF Check**

- La tabla de ruteo es usada por multicast para comprobar la dirección origen del paquete.
- Si el paquete llega por la interfase especificada en la tabla de ruteo; entonces el RPF es exitoso.
- En cualquier otro caso el RPF Check falla.

# Multicast Forwarding

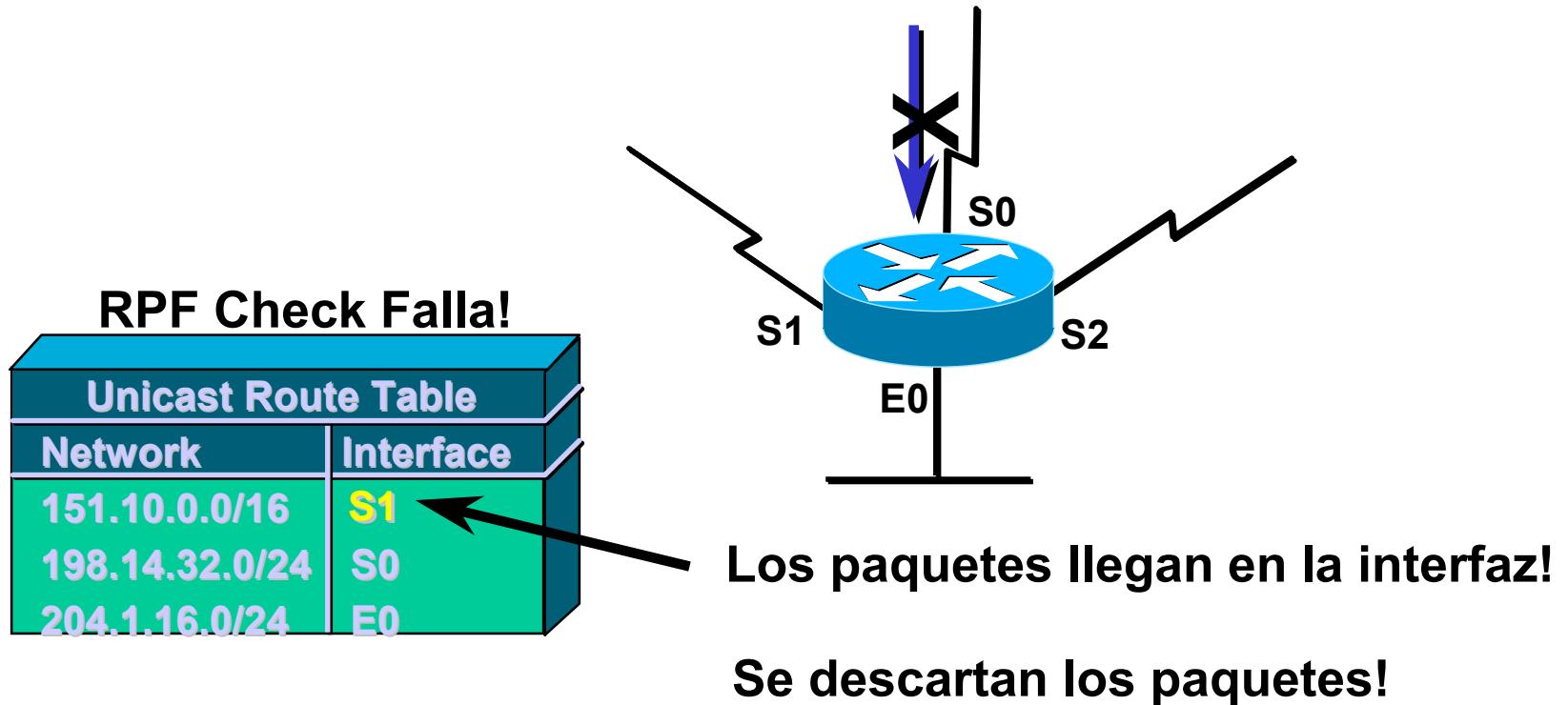
## Ejemplo: RPF Checking



# Multicast Forwarding

## Un acercamiento cuando el **RPF Check Falla**

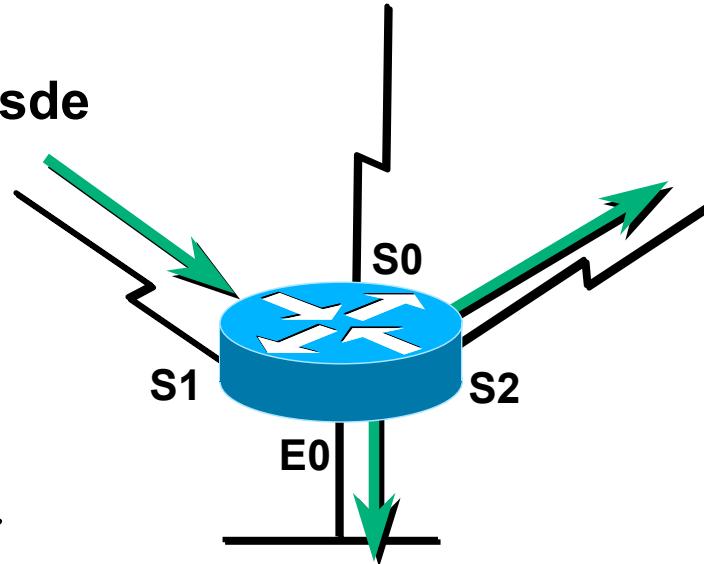
Paquetes de Multicast desde 151.10.3.21



# Multicast Forwarding

## Un acercamiento : **RPF Check ok**

Paquetes de Multicast desde  
151.10.3.21



| Unicast Route Table |           |
|---------------------|-----------|
| Network             | Interface |
| 151.10.0.0/16       | S1        |
| 198.14.32.0/24      | S0        |
| 204.1.16.0/24       | E0        |

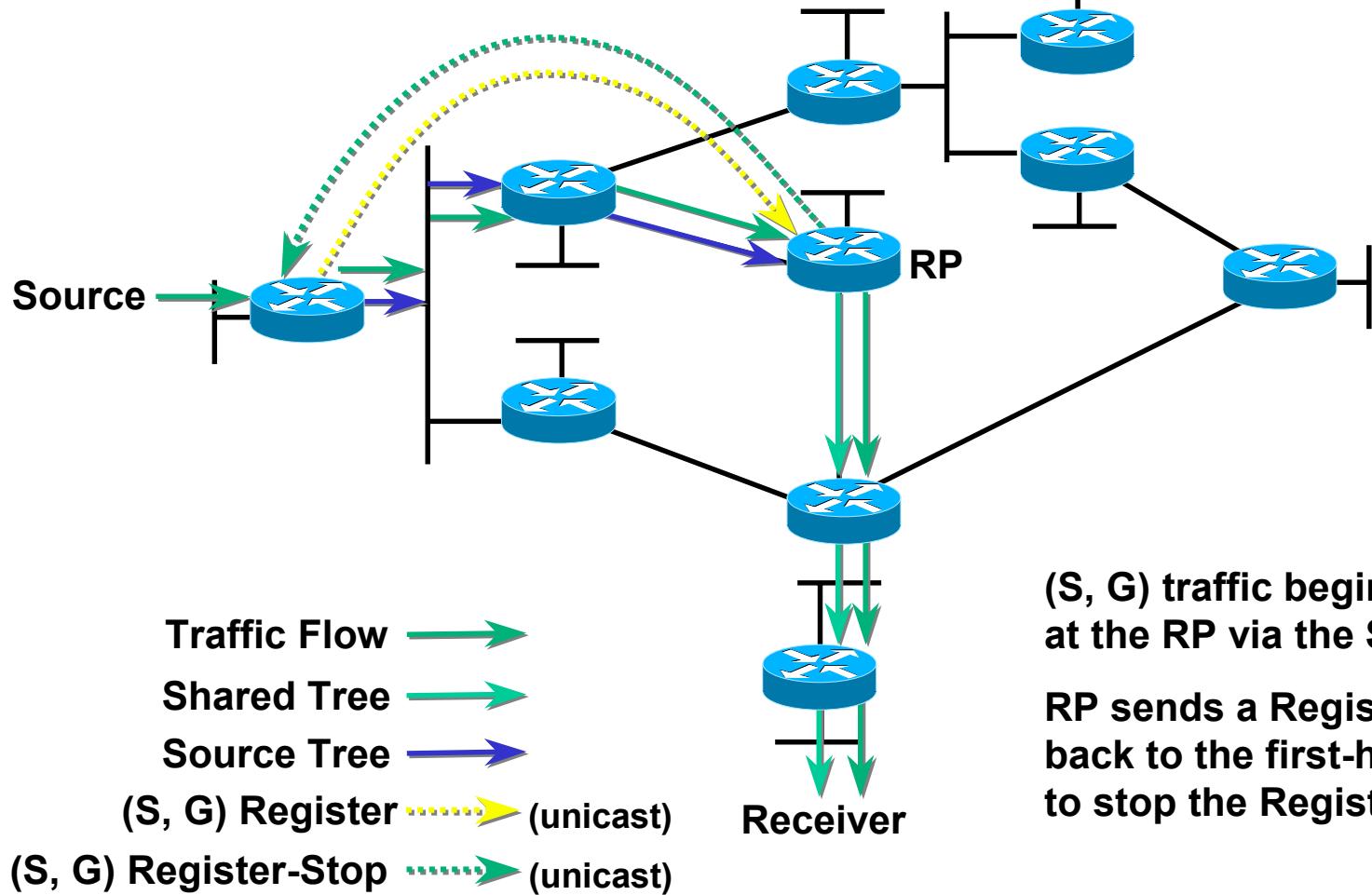
Los Paquetes llegan en la interfase correcta!

Se avanza a todas las interfaces de salida (abajo del distribution tree)

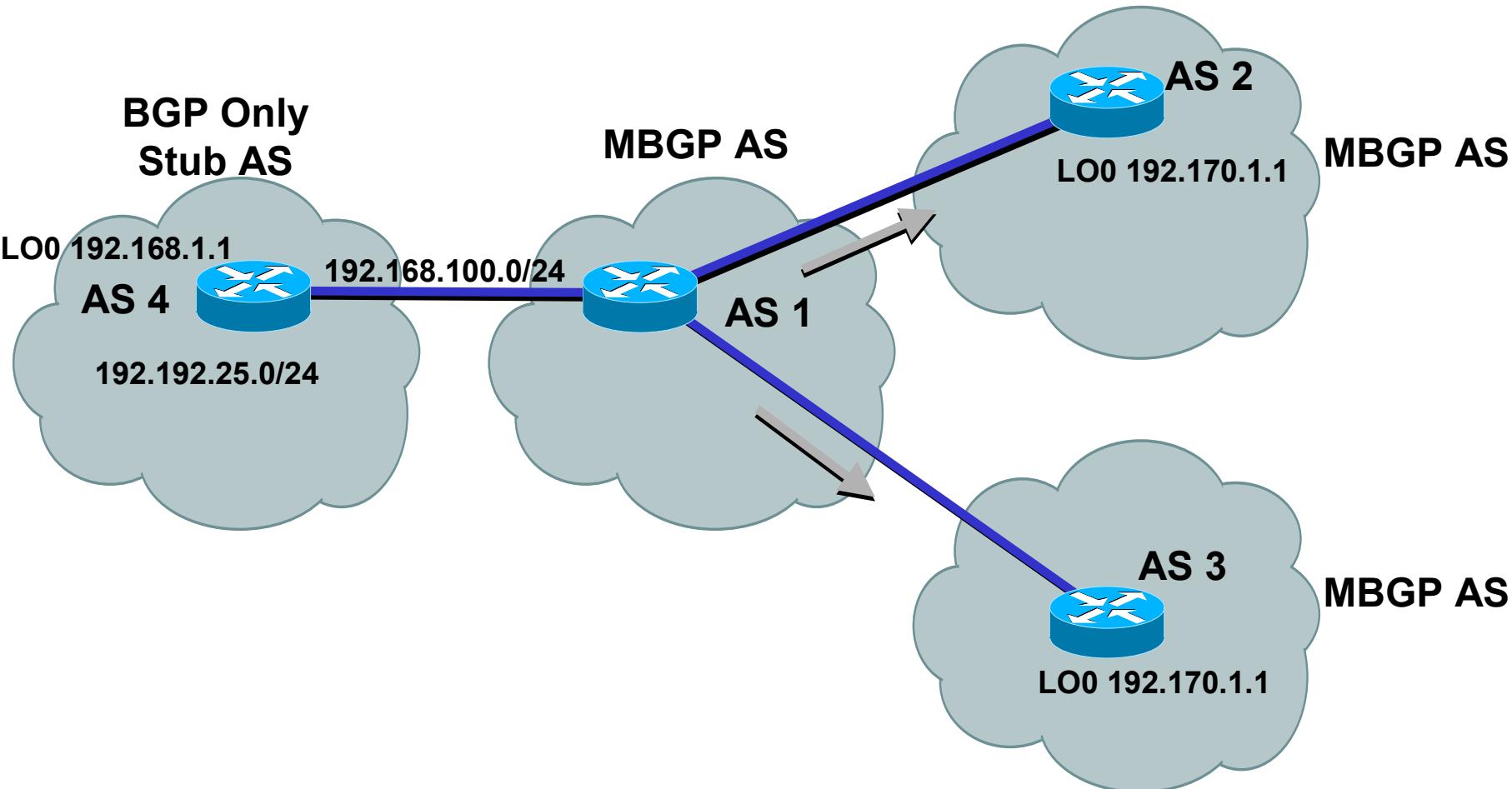
# Que necesito para tener Multicast

- Tener un protocolo eficiente para el registro de los grupos(creacion de share-trees)  
**PIM-SM (forwarding)**
- Usar el modelo de unicast de ruteo  
**MBGP (routing)**
- Tener un metodo para descubrir fuentes de multicast en otros dominios  
**MSDP - Interdomain source discovery**

# PIM-SM Sender Registration



# Funcionamiento MBGP

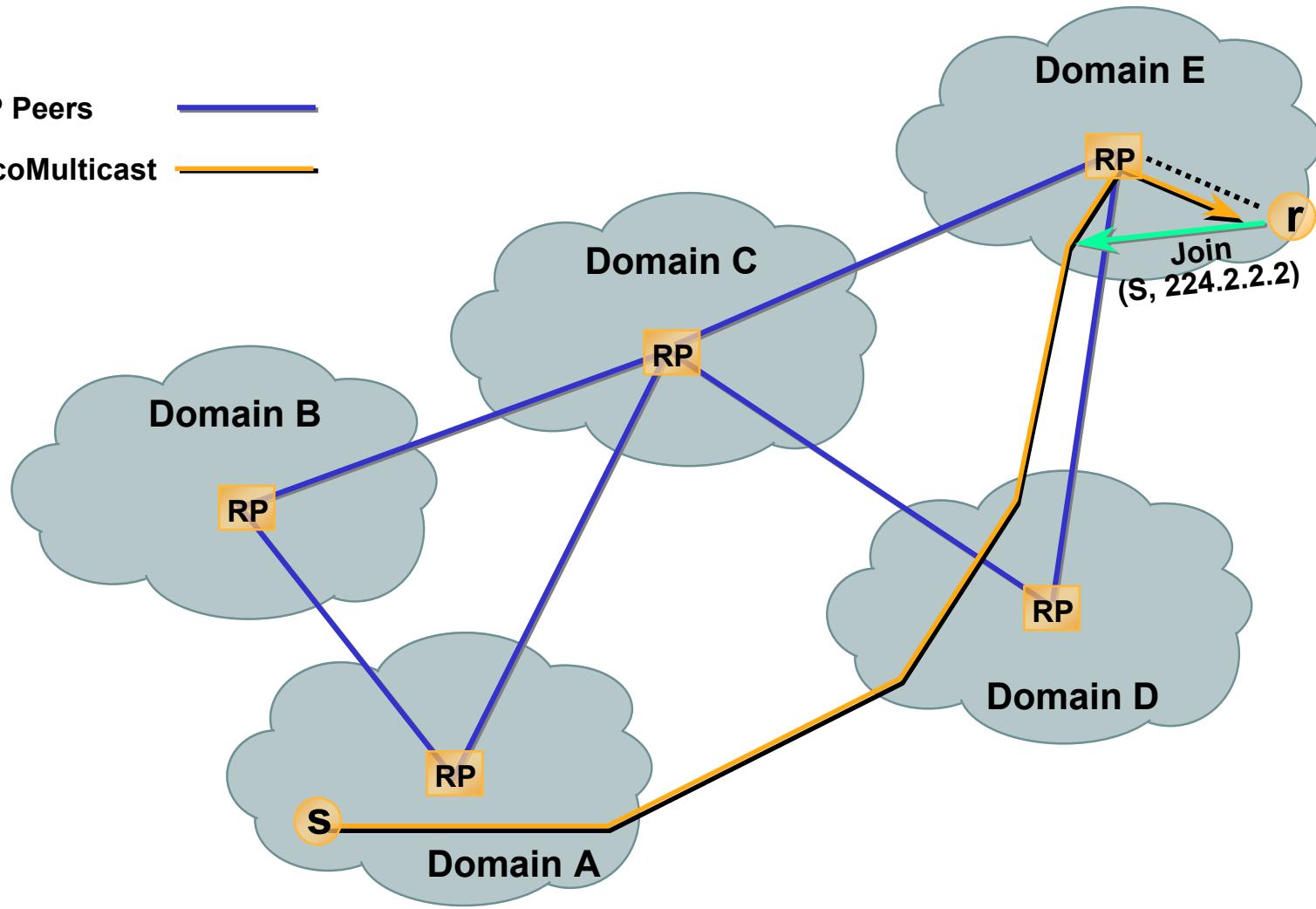


# Funcionamiento MSDP

MSDP Peers



Traffic Multicast



!!!! Gracias !!!!