



NOC-RED CUDI

Hans Ludwing Reyes Chávez
hans@noc.cudi.edu.mx

Centro de Operación de Red, CUDI

Marzo 2007
Ciudad de Torreon
Taller de Conectividad



Objectives

- Mostrar las diferencias entre IGPs y EGPs
- Entender las diferencias entre Intra-AS y Inter-AS routing
- Describir los diferentes tipos de protocolos
- Entender el proceso de enrutamiento de BGP
- Describir los tipos de mensajes de BGP
- Describir las herramientas de BGP
- Configurar BGP
- Monitoreo del proceso de BGP



BGP

- **BGP – Border Gateway Protocol**
 - Estandar *de facto*
- **Path Vector Protocol**
 - similar a Distance Vector Protocol
 - cada Border Gateway envía a todos sus vecinos (*peers*) el camión completo y no solo la distancia
 - path – Secuencia de AS hasta el destino
 - Ejemplo – gateway **X** envía el camino hasta **Z**

Path (X,Z) = X,Y1,Y2,Y3,...,Z



BGP

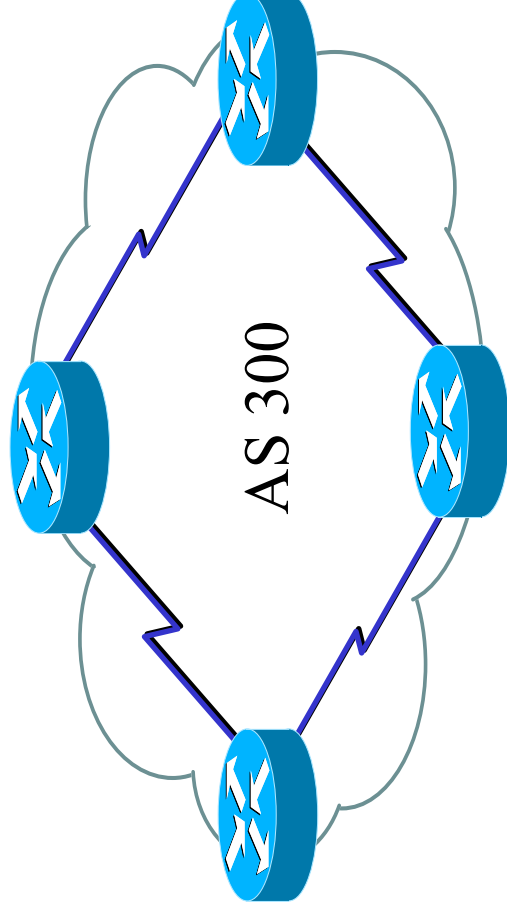
- **Path Vector Protocol**

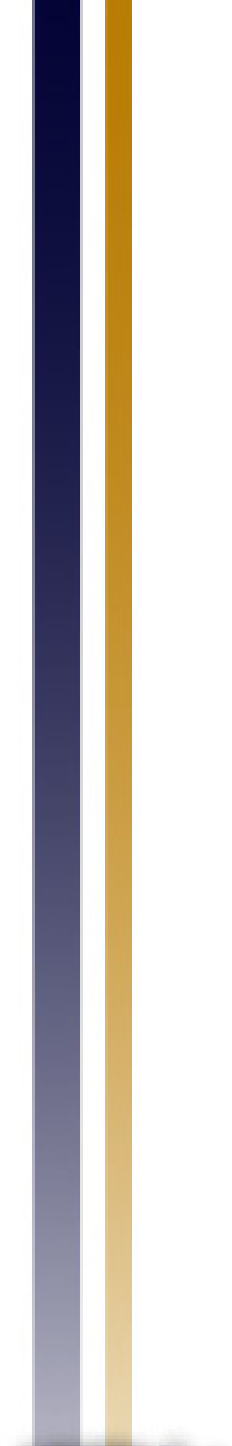
- gateway X envía cual es el camino a su vecino gateway W
- W puede aceptar o no el camino ofrecido por X
- Por razones de costo, políticas (no rutas a través de un AS competidor), prevención de loops
- Si W selecciona el camino anunciado por X, entonces el $(W,Z) = w, \text{Path}(X,Z)$
- Es posible controlar el tráfico de la red, controlando los anuncios que se intercambian con los vecinos
- Si X no quiere enrutar tráfico de Z es suficiente que no haga anuncios de rutas Z



Sistema Autónomo (AS)

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





IGP's vs EGP's

IGP:

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

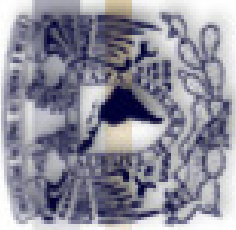
EGP:

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



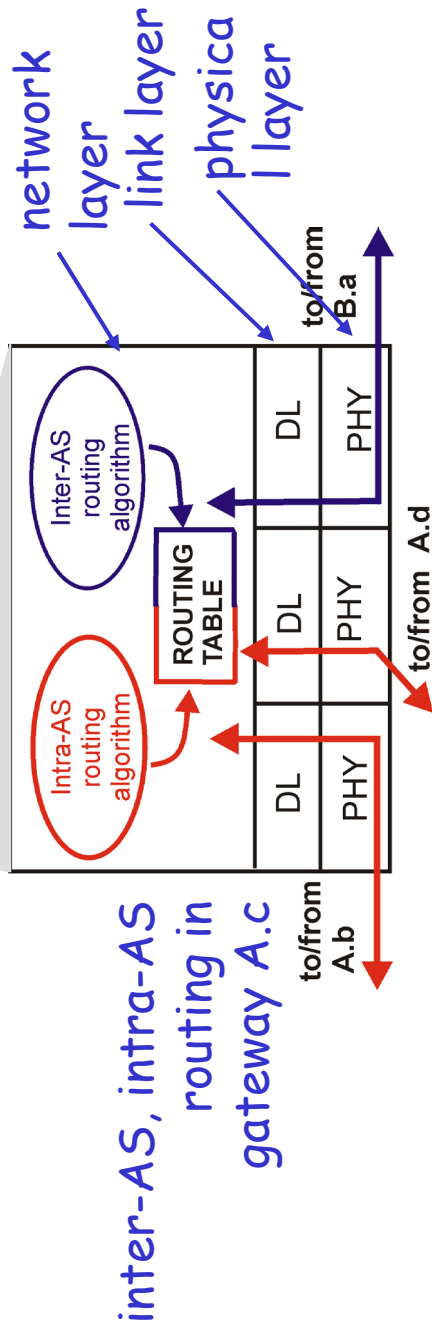
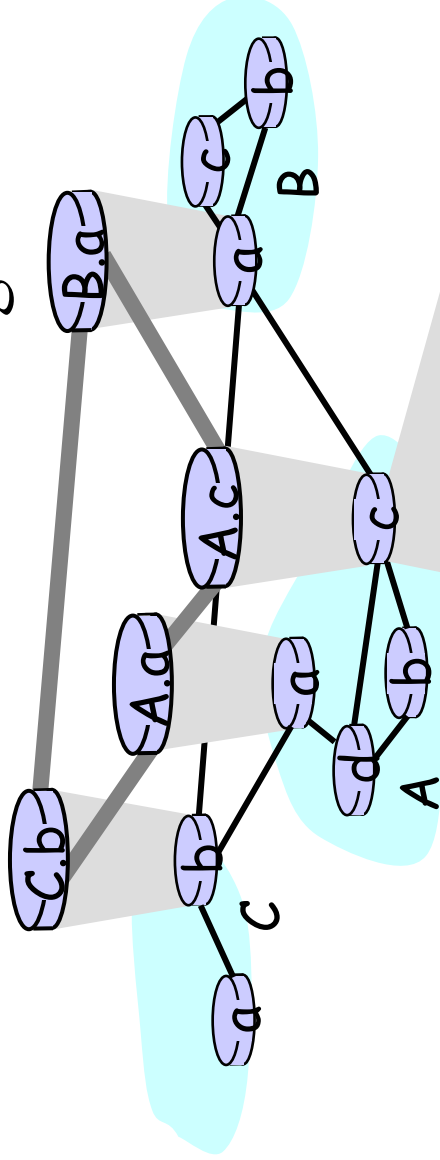
Internet Routing

- Internet Commodity – Autonomous Systems (ASs) interconnected
 - Stub AS – pequeñas corporaciones
 - Multi-homed AS – coporaciones de gran tamaño (sin tránsito)
 - Transit AS – Internet Service Provider
- Dos niveles de
 - Intra-AS – localmente administrado
 - Inter-AS – Estandar



Internet Routing

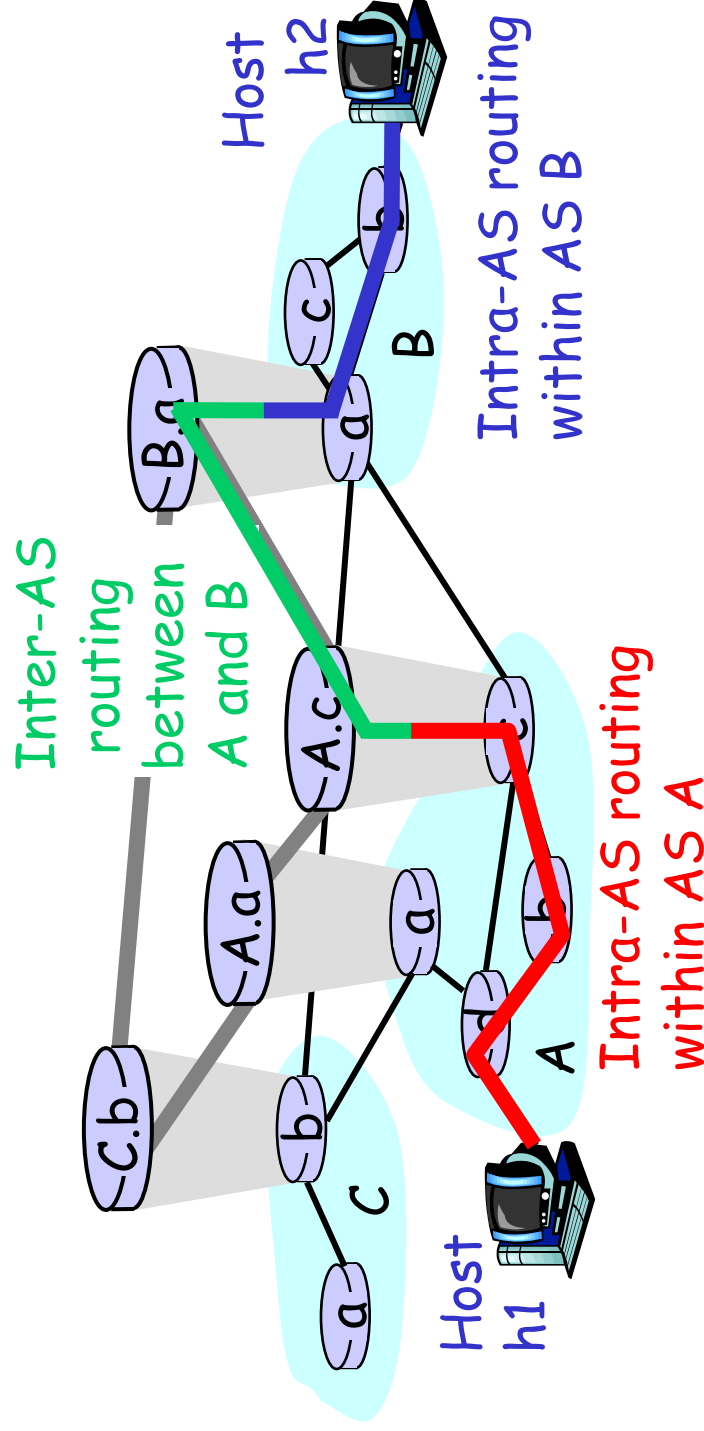
- Inter-AS and Intra-AS routing





Internet Routing

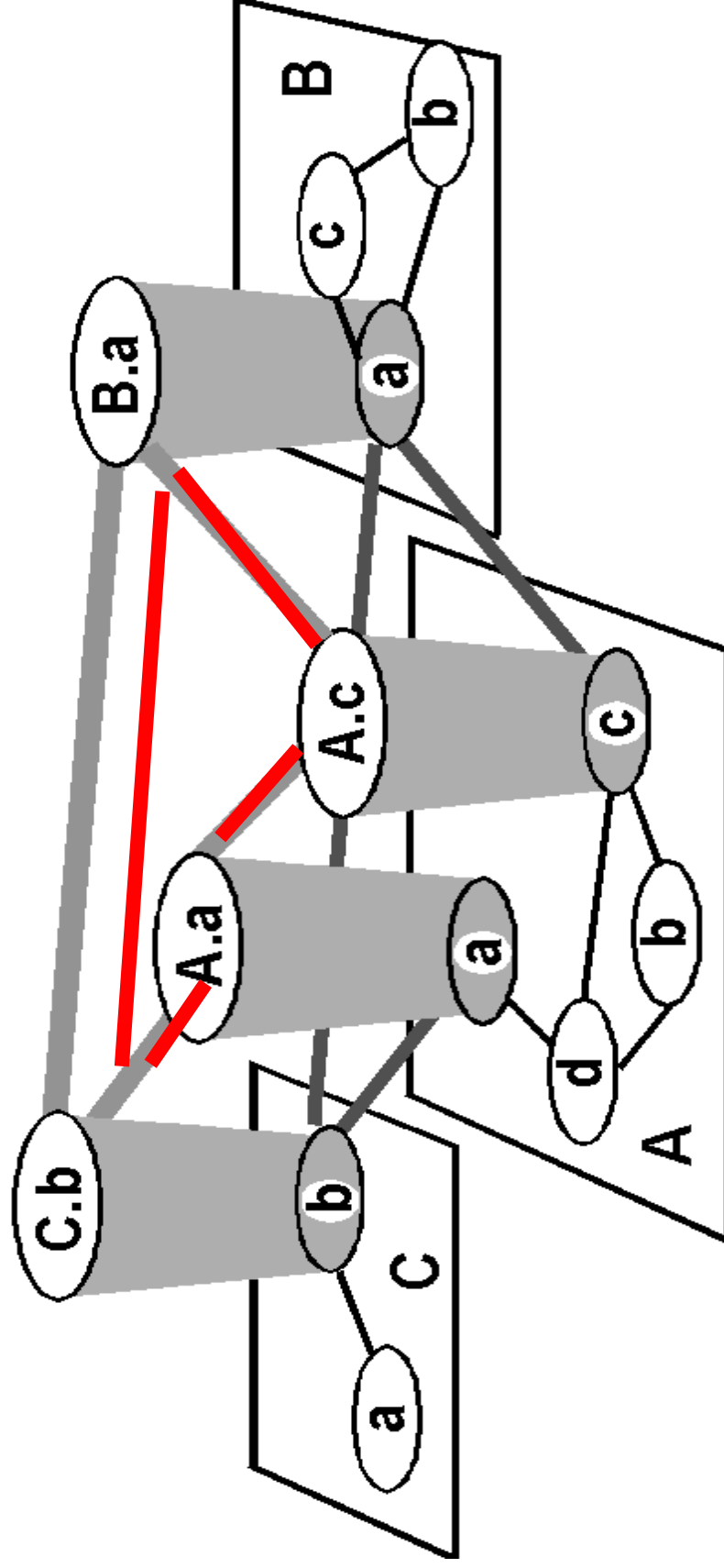
- Inter-AS and Intra-AS routing





Inter-AS Routing

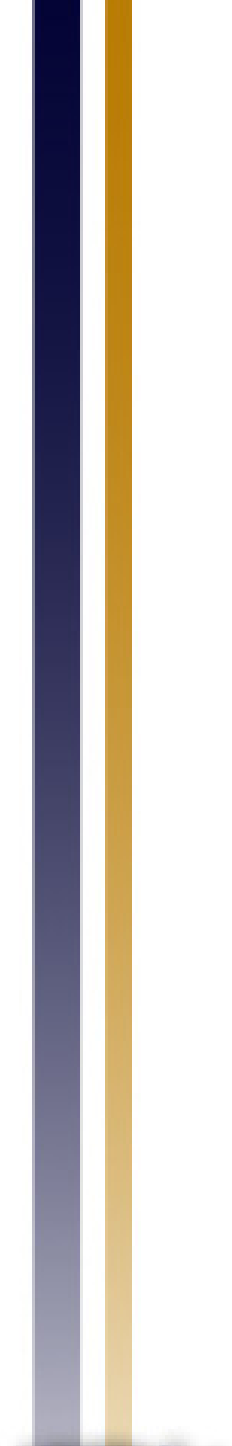
- Inter-AS Routing





Intra-AS Routing

- Interior Gateway Protocols (IGPs)
 - RIP – Routing Information Protocol
 - OSPF – Open Shortest Path First
 - IGRP – Interior Gateway Routing Protocol (Cisco)
 - EIGRP – Enhanced IGRP (Cisco)
 - IS-IS – Intermediate System to Intermediate System



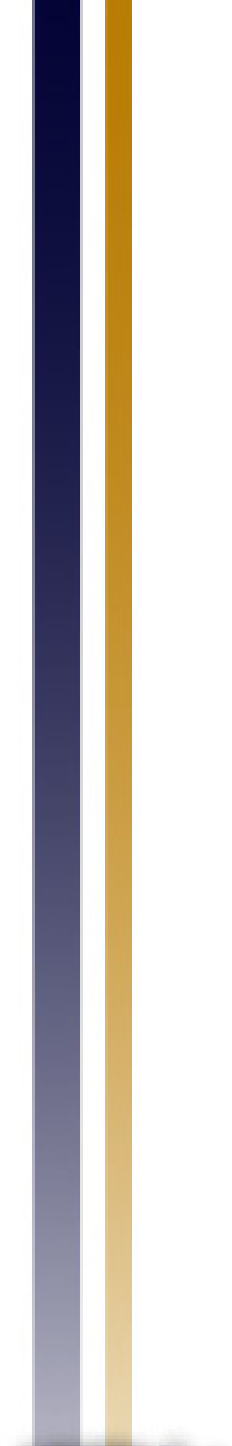
BGP (Border Gateway Protocol)

- 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 (Sincronización):
 - 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.

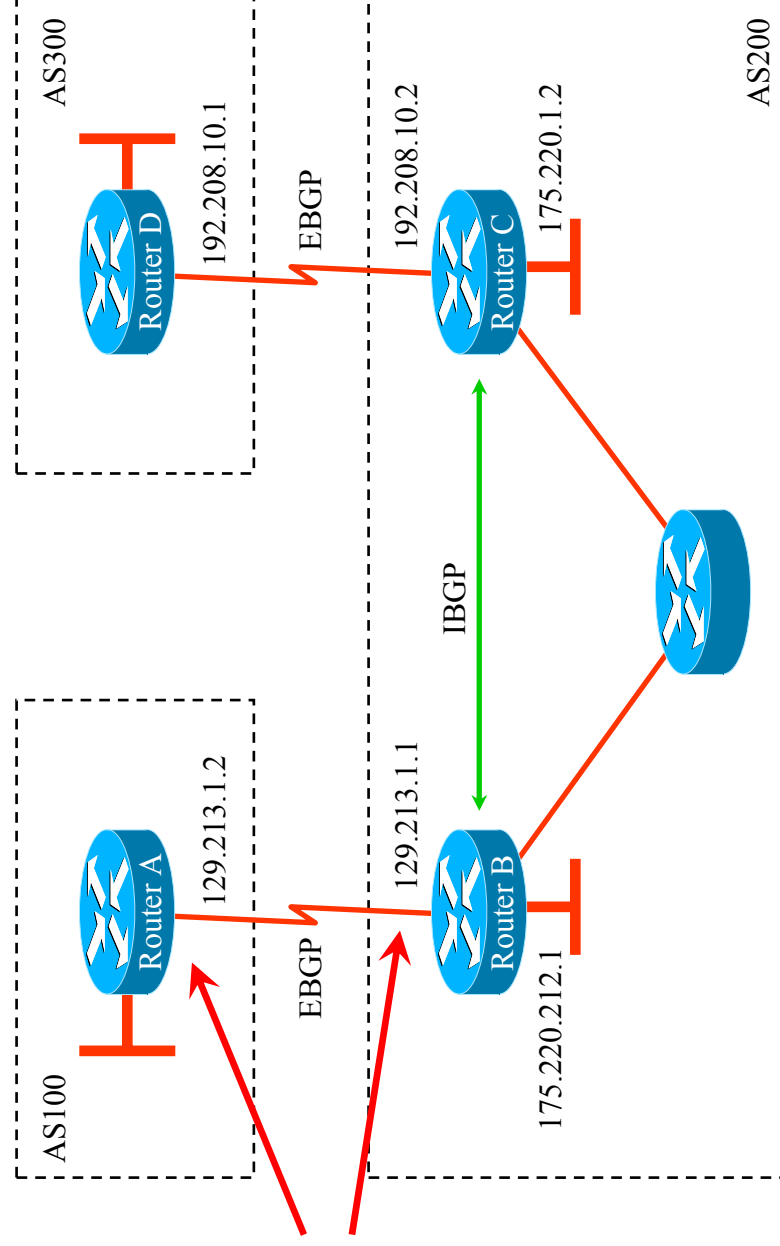


BGP (cont.)

- 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.



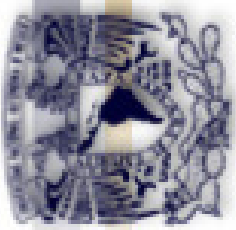
IBGP, EBGP y Múltiples AS's



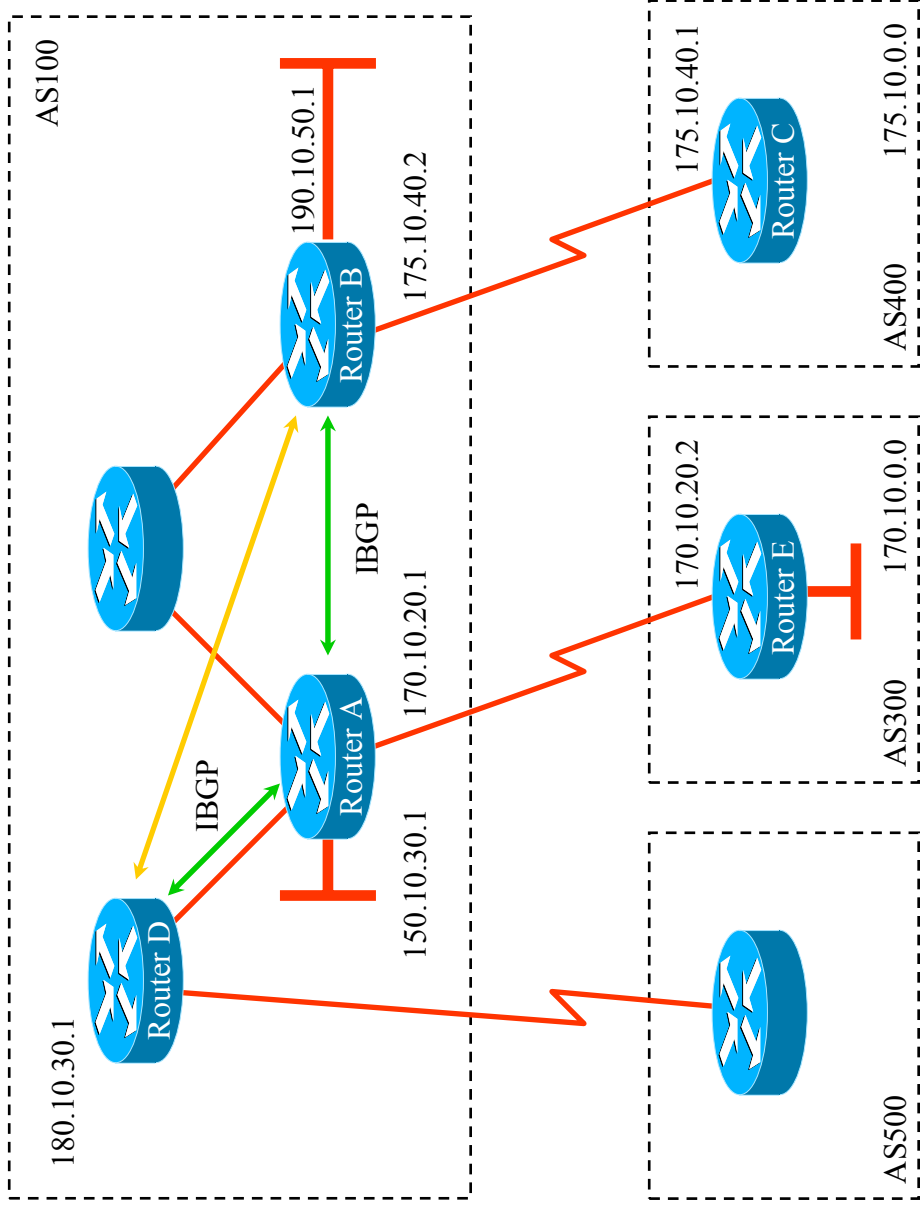


IBGP

- 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



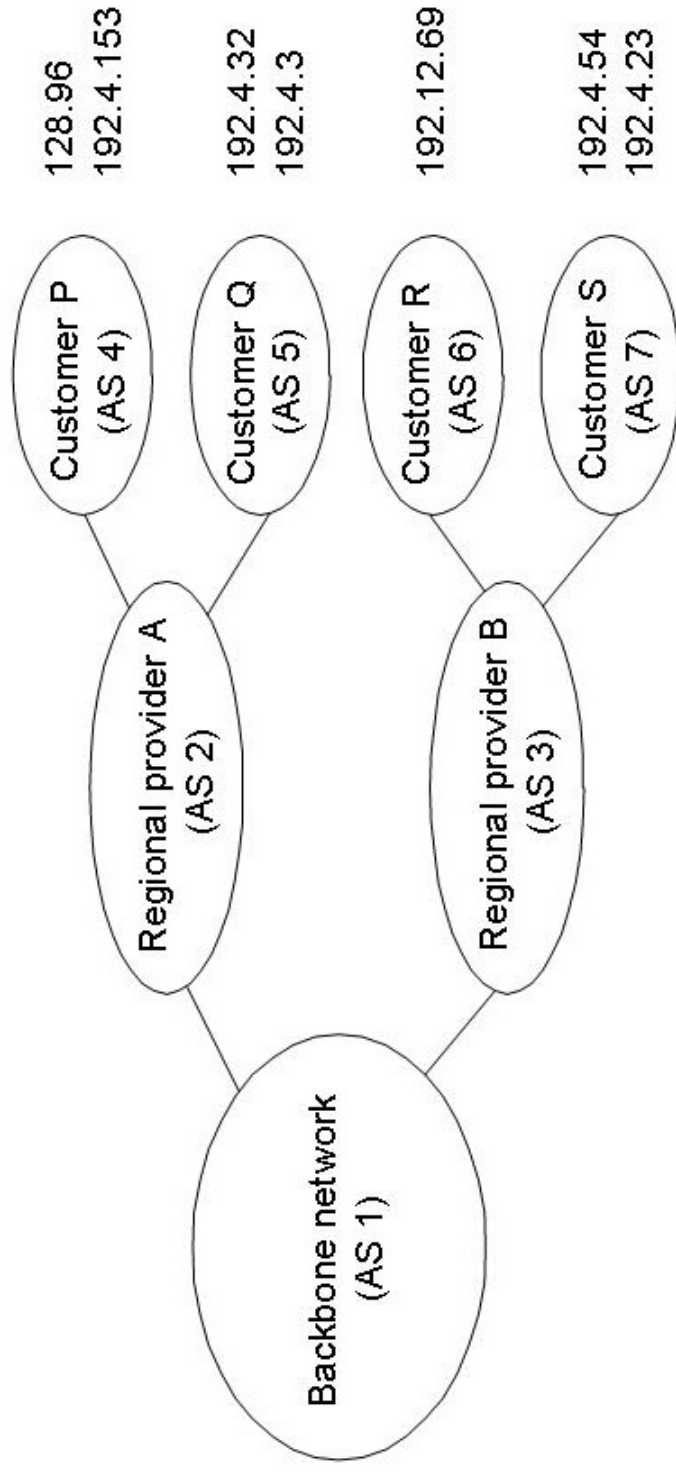
The diagram illustrates a network topology with four Autonomous Systems (ASes) and their internal routers. The ASes are defined by dashed boxes and labeled on the right: AS100, AS300, AS400, and AS500. The routers are represented by blue icons with a white 'X' pattern.

- AS100:** Contains three routers: Router D (IP: 180.10.30.1), Router A (IP: 170.10.20.1), and Router B (IP: 190.10.50.1). Green double-headed arrows labeled "IBGP" connect Router D to Router A, and Router A to Router B. Red lines connect Router D to Router A, Router A to Router B, and Router B to an external router in AS400.
- AS300:** Contains Router E (IP: 170.10.20.2). A red line connects Router E to Router A in AS100.
- AS400:** Contains Router C (IP: 175.10.40.1). A red line connects Router C to Router B in AS100.
- AS500:** Contains an unnamed router. A red line connects this router to Router D in AS100.



BGP

- BGP Prefixes





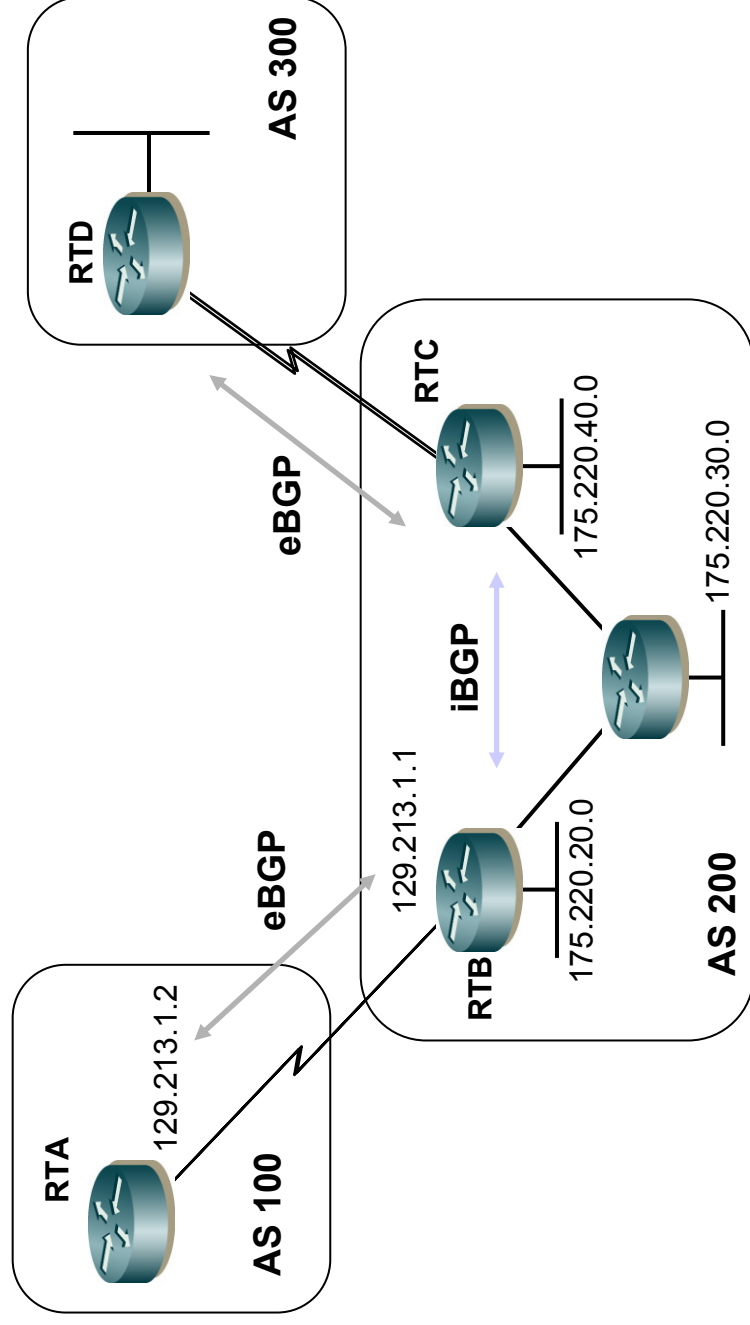
BGP

- The messages BGP are exchanged using a TCP connection
- BGP Messages
 - **OPEN** – opens the TCP connection for the neighbor
 - **UPDATE** – announces a new path (or confirms previously)
 - **KEEPALIVE** – keep the connection opened in the absence of UPDATES; also recognizes (ACKs) an OPEN request
 - **NOTIFICATION** – reports mistakes in previous messages; also used to close connections



BGP

- BGP Peerings





BGP

- Path Attributes
 - Well-known (mandatory/discretionary) – should be recognized by all routers and should be passed away (after updated if it is the case)
 - Mandatory – should be included in the UPDATE messages
 - Optional (transitive/nontransitive) – it is not expected that all BGP's Implementations support these attributes
 - Transitive – should be passed away
 - Path Attributes – ORIGIN (WM), AS_PATH (WM), NEXT_HOP (WM), LOCAL_PREF (WD), AGGREGATOR (OT) and community (OT)

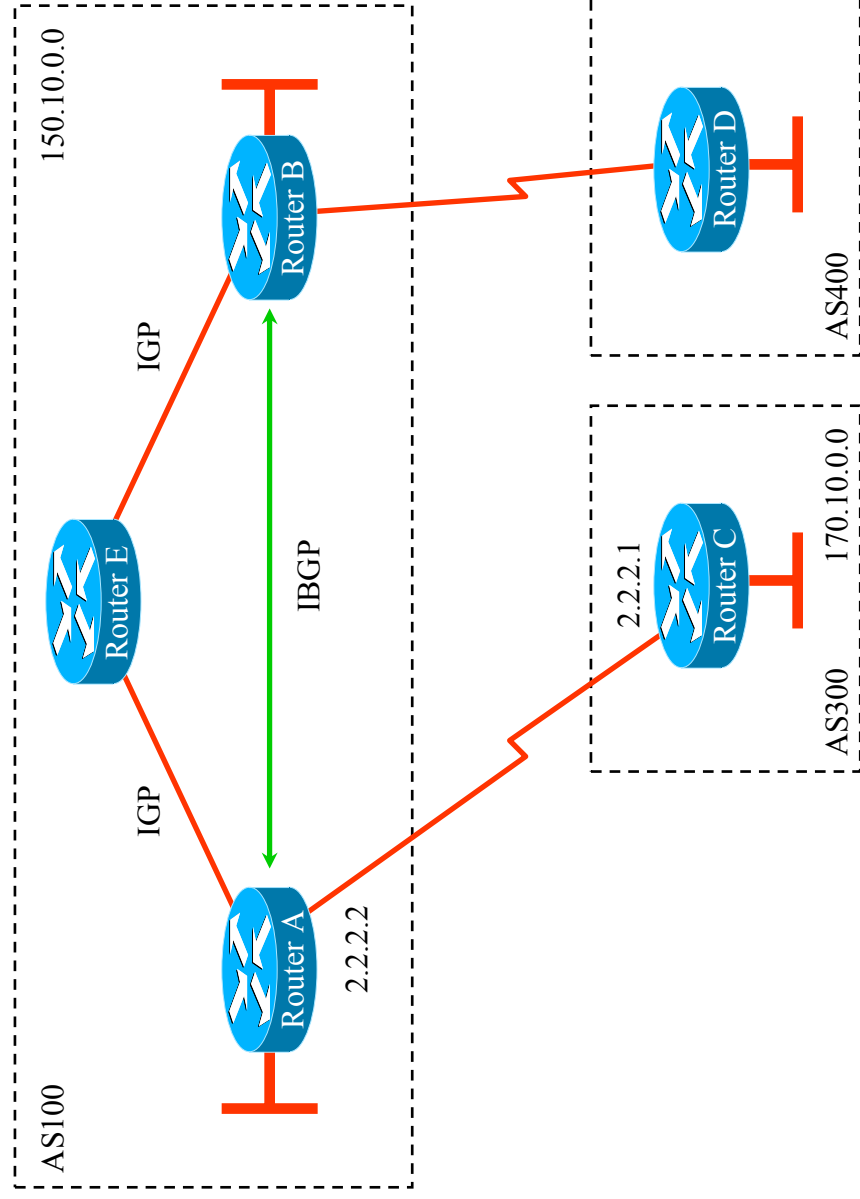


Sincronización

- 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.

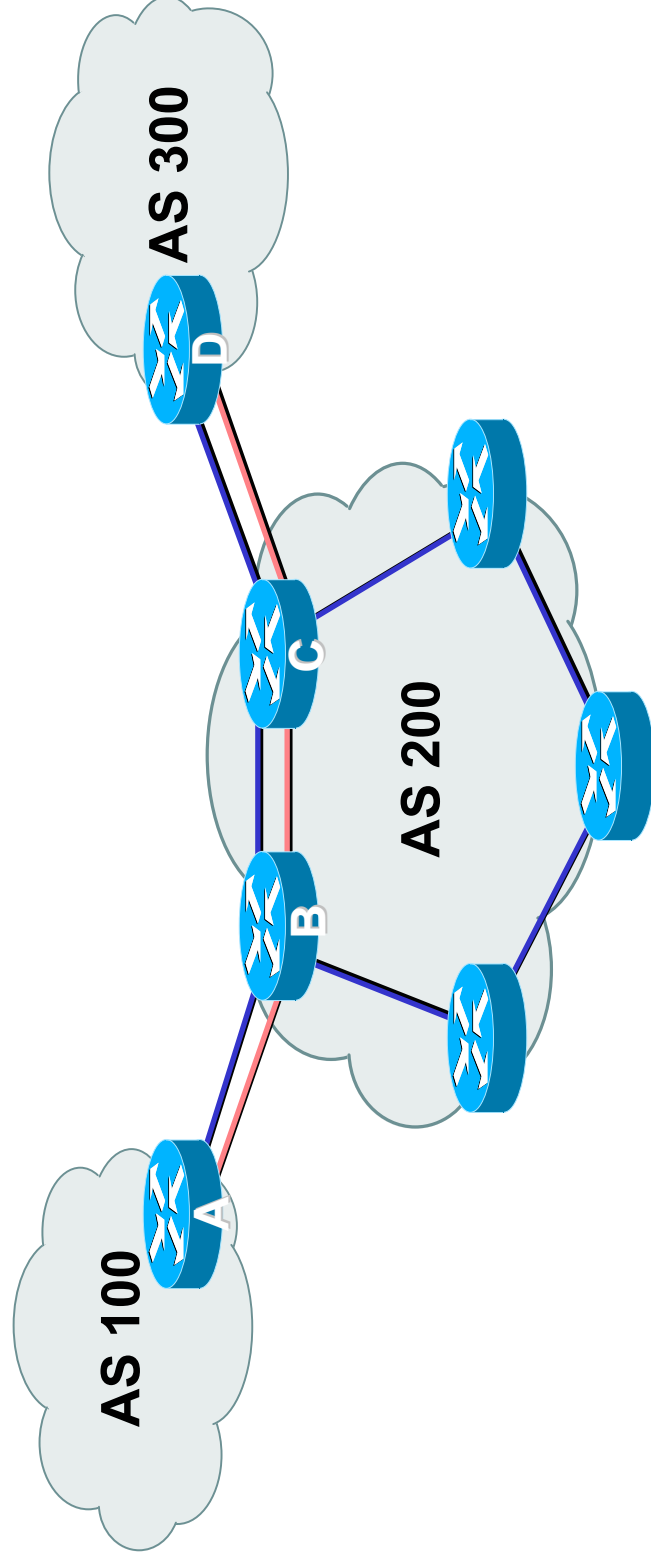


Sincronización





AS Multi-Homed





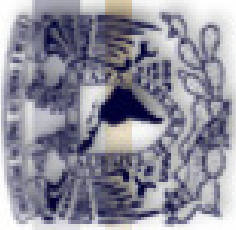
Generación de Anuncio de Redes

- 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.

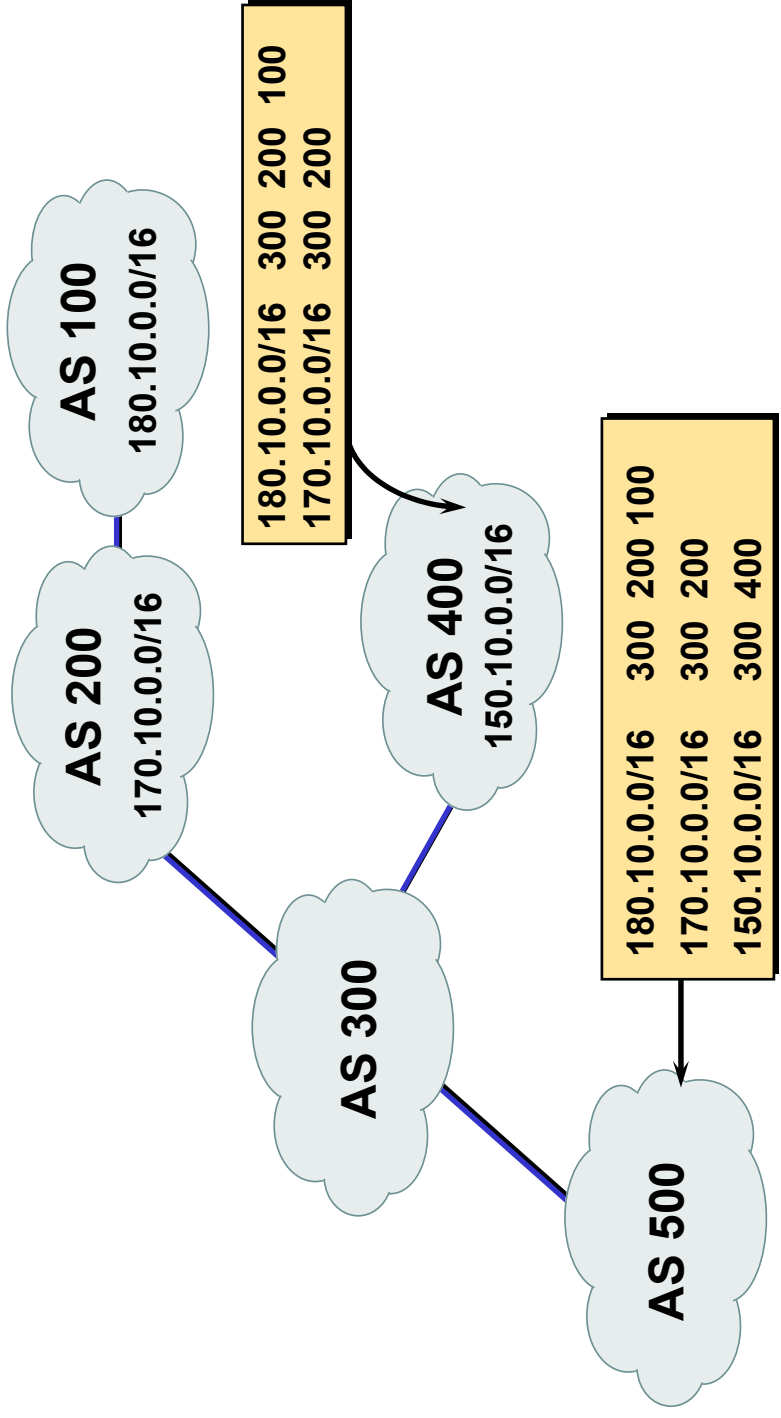


Atributos de BGP

- 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 (Transitivo pero solo al AS)
 - Comunidades (Transitivo)



AS_path





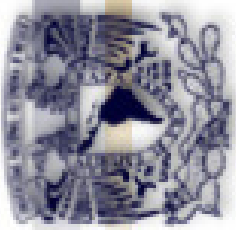
Origen

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

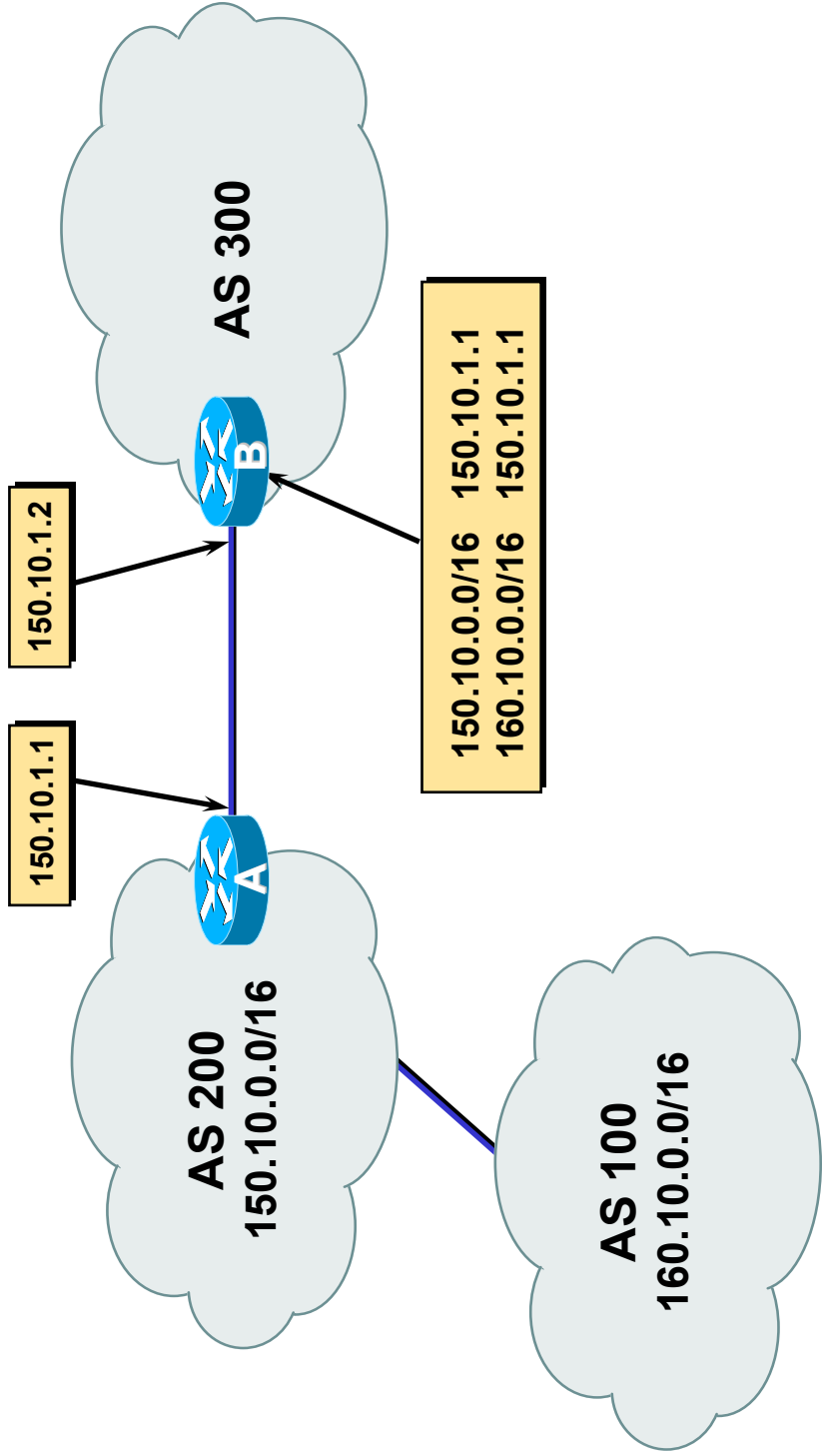
- EGP:
- La ruta fue aprendida vía el protocolo EGP.
 - Se representa con la letra “e”.

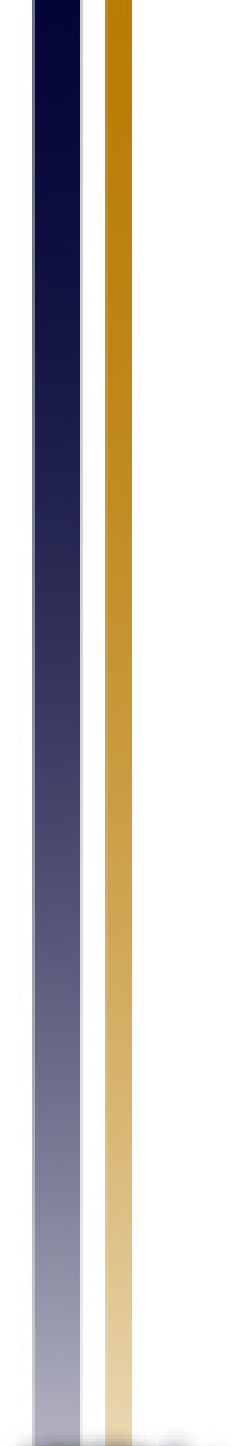
- Incompleto:
- El origen de la ruta es desconocido.
 - Fue redistribuida en BGP.
 - Se representa con el signo “?”.

- Aggregator:
- Es la IP del router que genero el Aggregator
 - Usado para resolución de problemas
 - No afecta en la selección de una ruta.
 - Actualmente no es muy utilizado

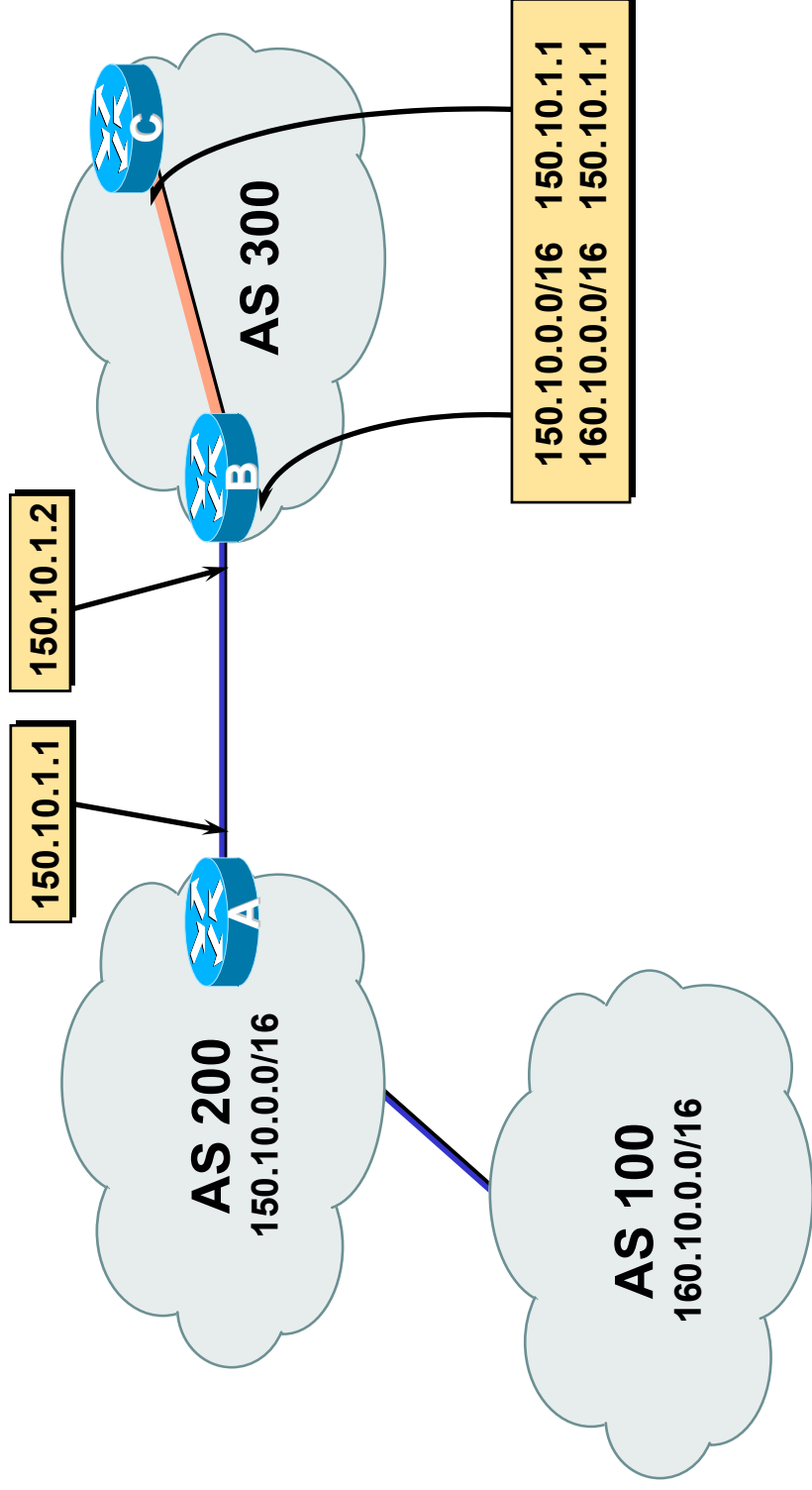


Next-Hop



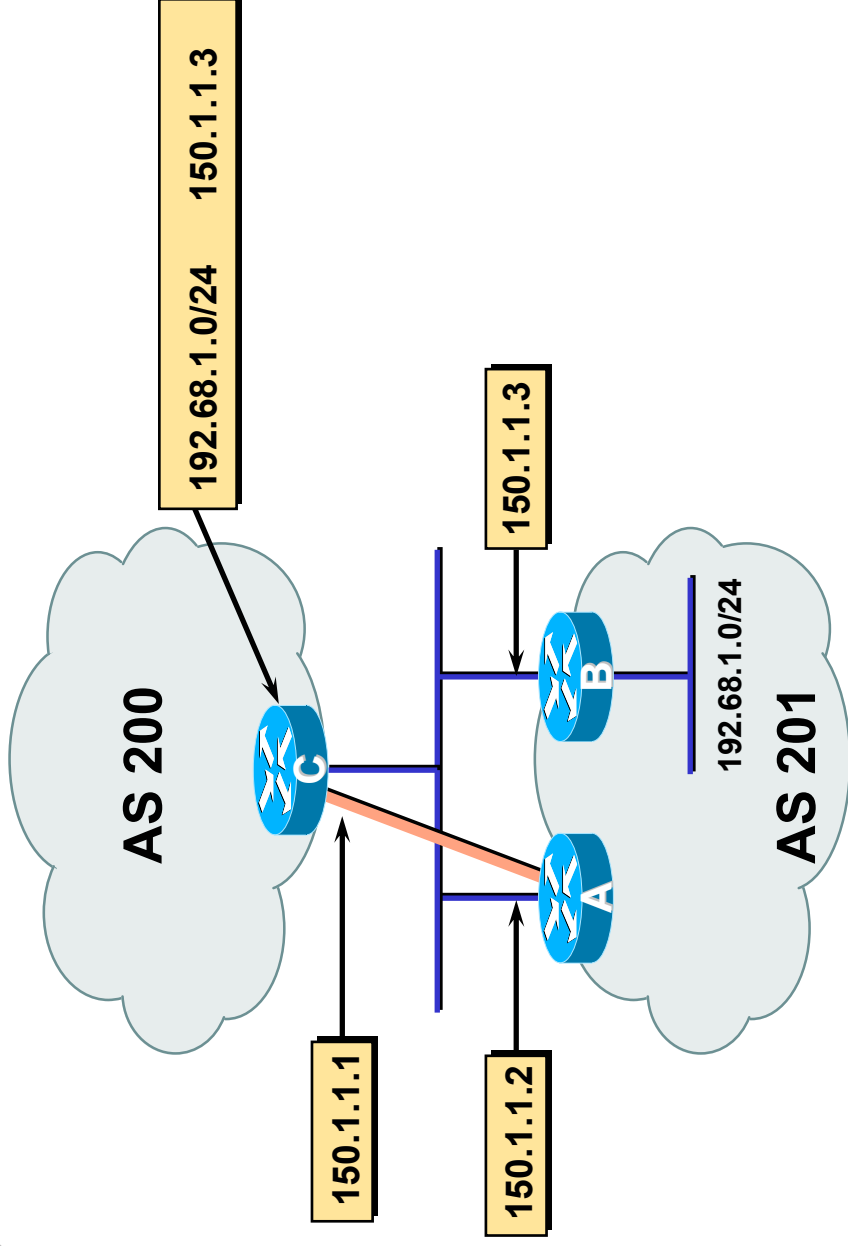


Next-Hop

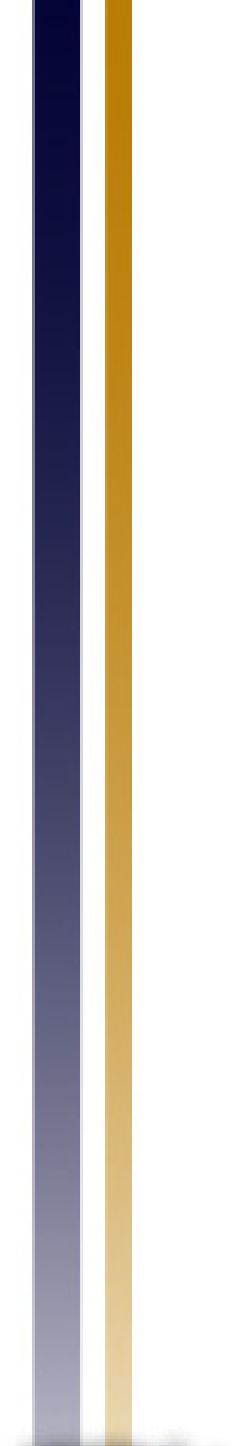




Next-Hop

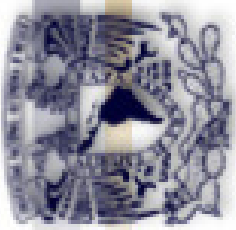


Nota: Utilizar el comando next-hop-self

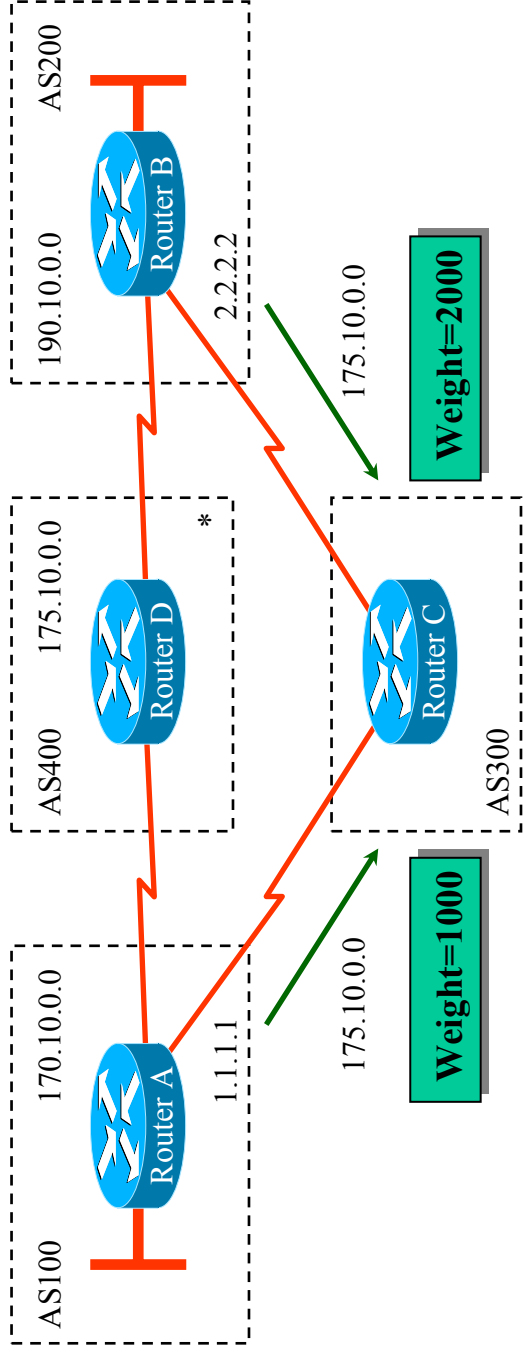


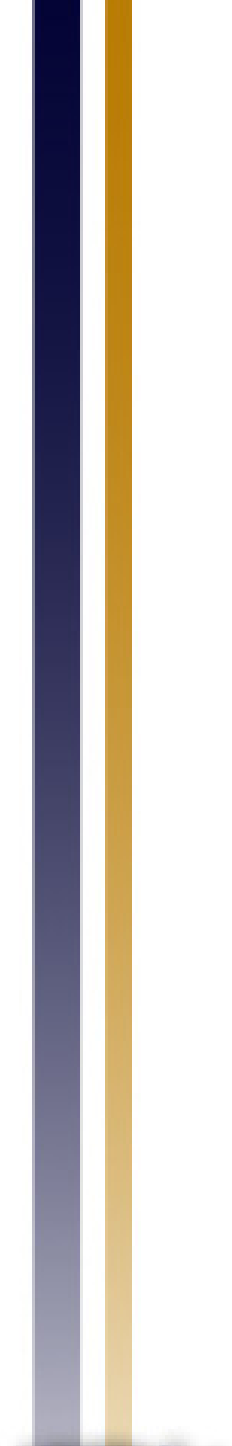
Peso

- 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.



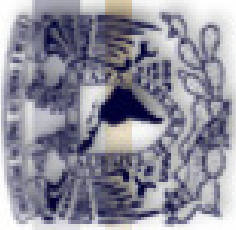
Peso



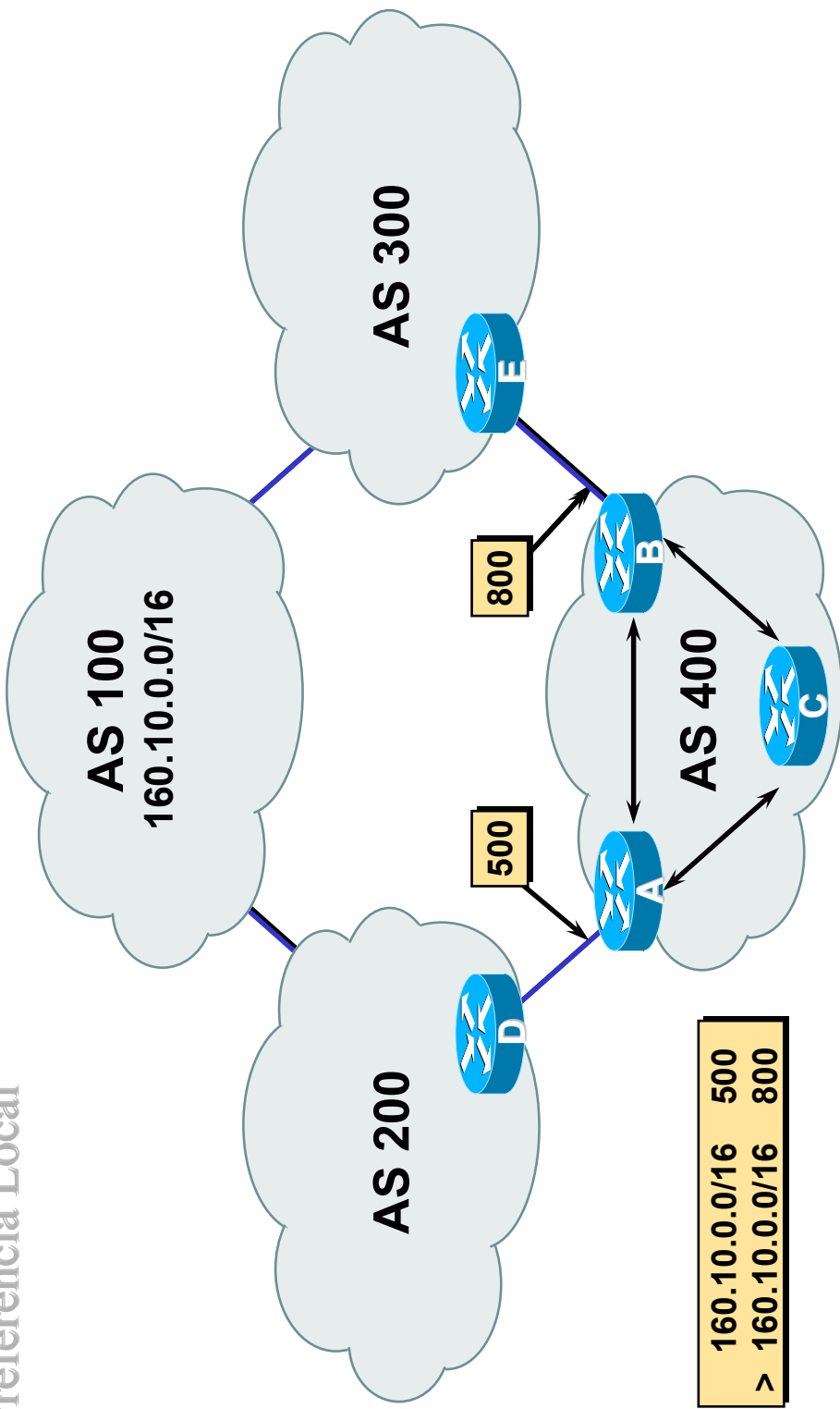


Preferencia Local

- 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



160.10.0.0/16	500
> 160.10.0.0/16	800

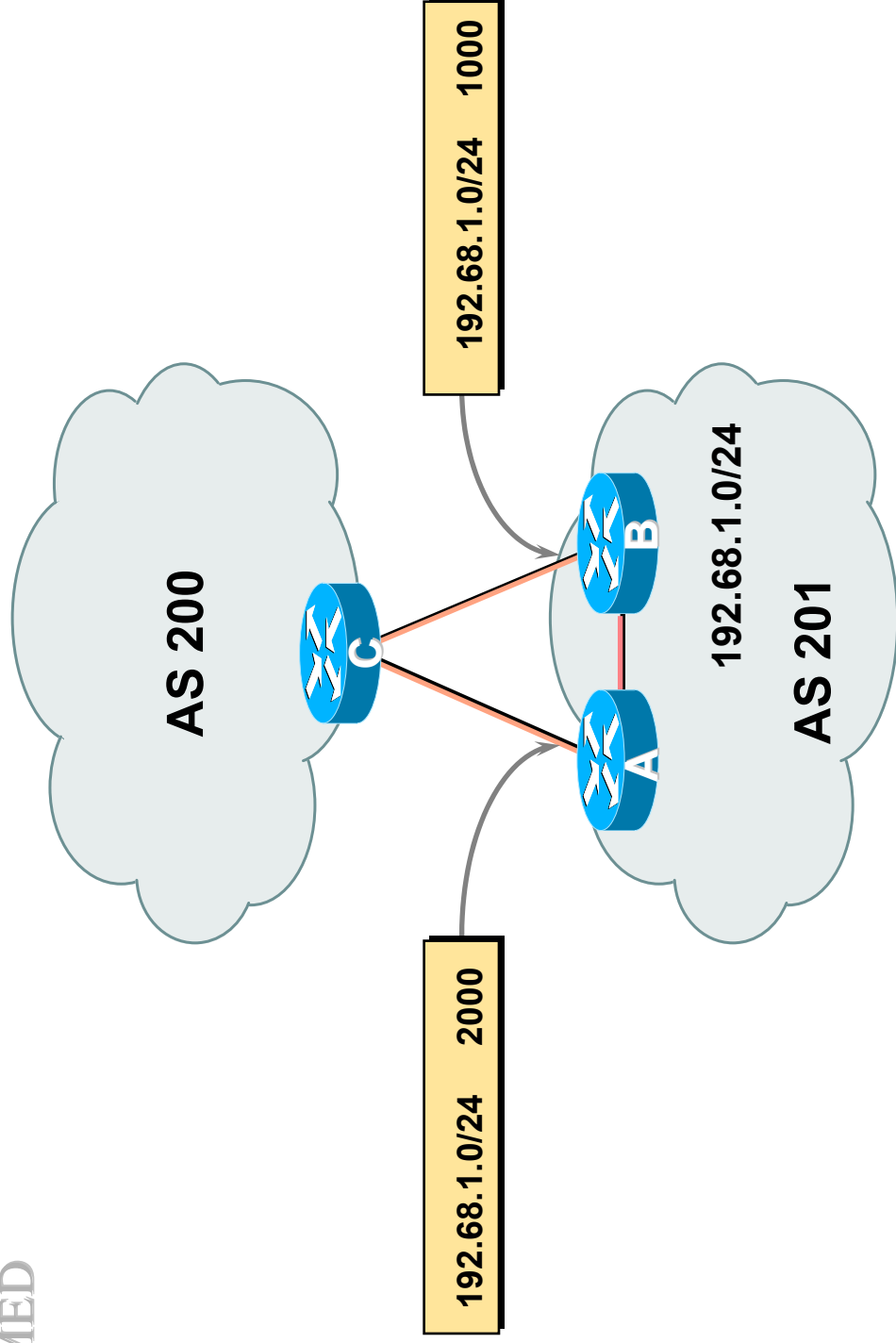


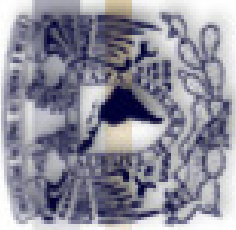
MED

- 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 deshabilitado en los routers
- Por default, el MED es de 0.

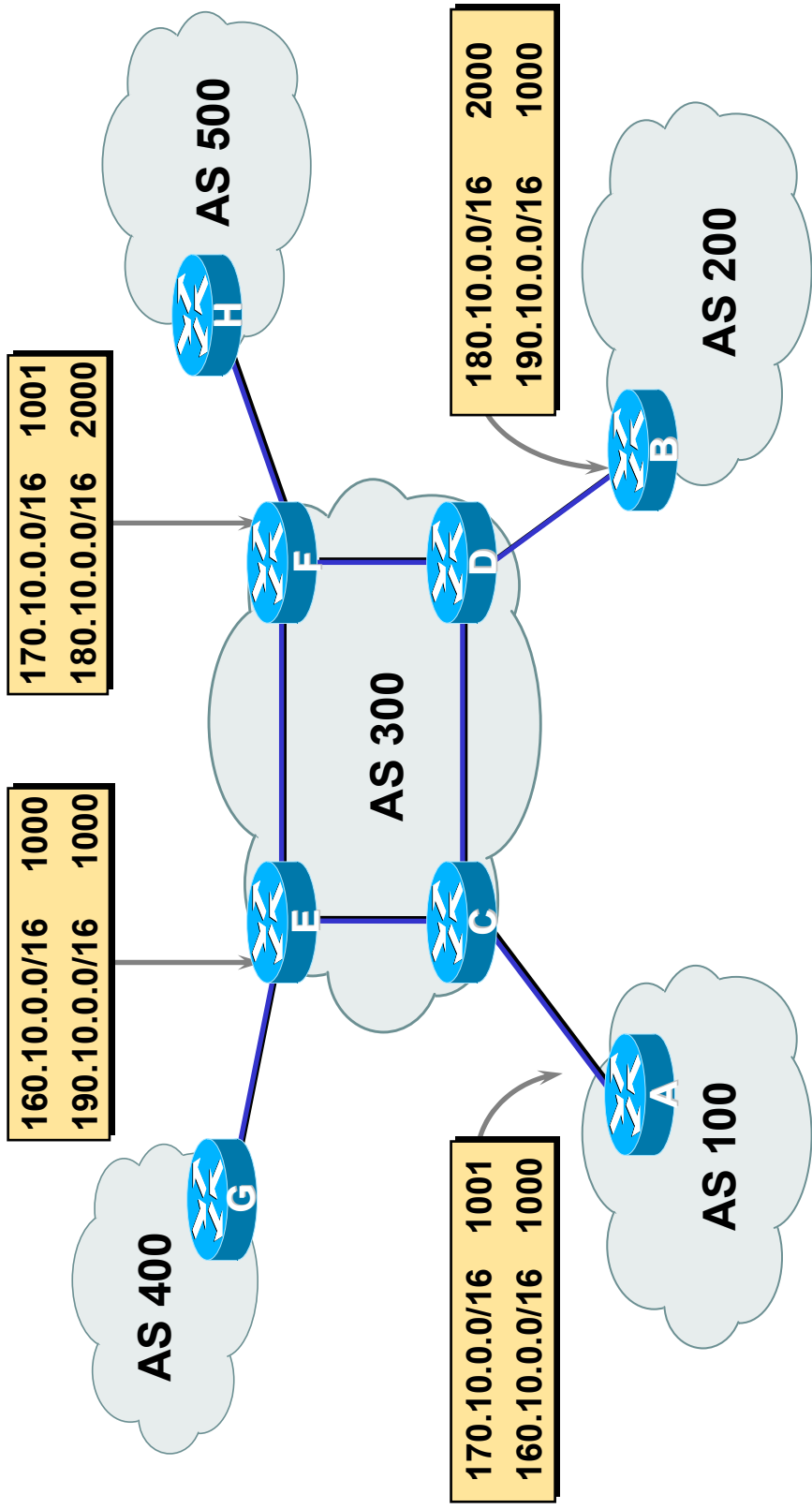


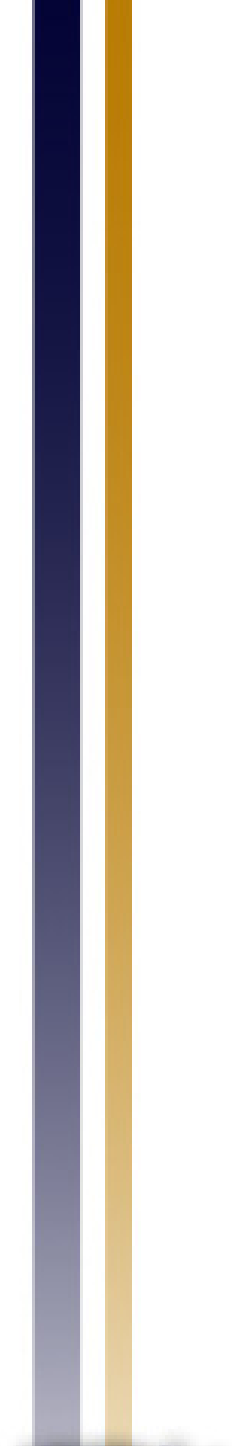
MED





Comunidades





Proceso de Selección de Ruta para BGP

1. Si la ruta tiene un next-hop inaccesible, se tira el anuncio.
2. Se prefiere la ruta con el peso más grande.
3. Si son iguales, se prefiere la ruta con la preferencia local más grande.
4. Si son iguales, se prefiere la ruta originada por BGP en el ruteador.
5. 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.)

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

Nota: En los routers Cisco se hace un balanceo entre las rutas si se tiene habilitado el comando de Multi-path <numero>



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

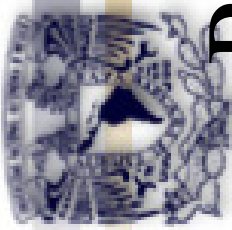
- . Cualquier carácter (pero solo uno)
- * Cualquier conjunto de Caracteres
- + Al menos uno en la siguiente cadena
- ^ Que la línea inicie con
- \$ Que la línea termine con
- | Or (pipe)
- () que contenga la expresión

Similar a UNIX



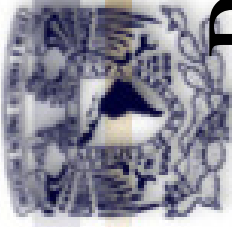
Ejemplos

- `.*` 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 infilter in
  !
  route-map infilter permit 10
    match ip address prefix-list HIGH-PREF
    set local-preference 120
  !
  route-map infilter permit 20
    match ip address prefix-list LOW-PREF
    set local-preference 80
  !
  route-map infilter permit 30
  !
  ip prefix-list HIGH-PREF permit 10.0.0.0/8
  ip prefix-list LOW-PREF permit 20.0.0.0/8
```



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

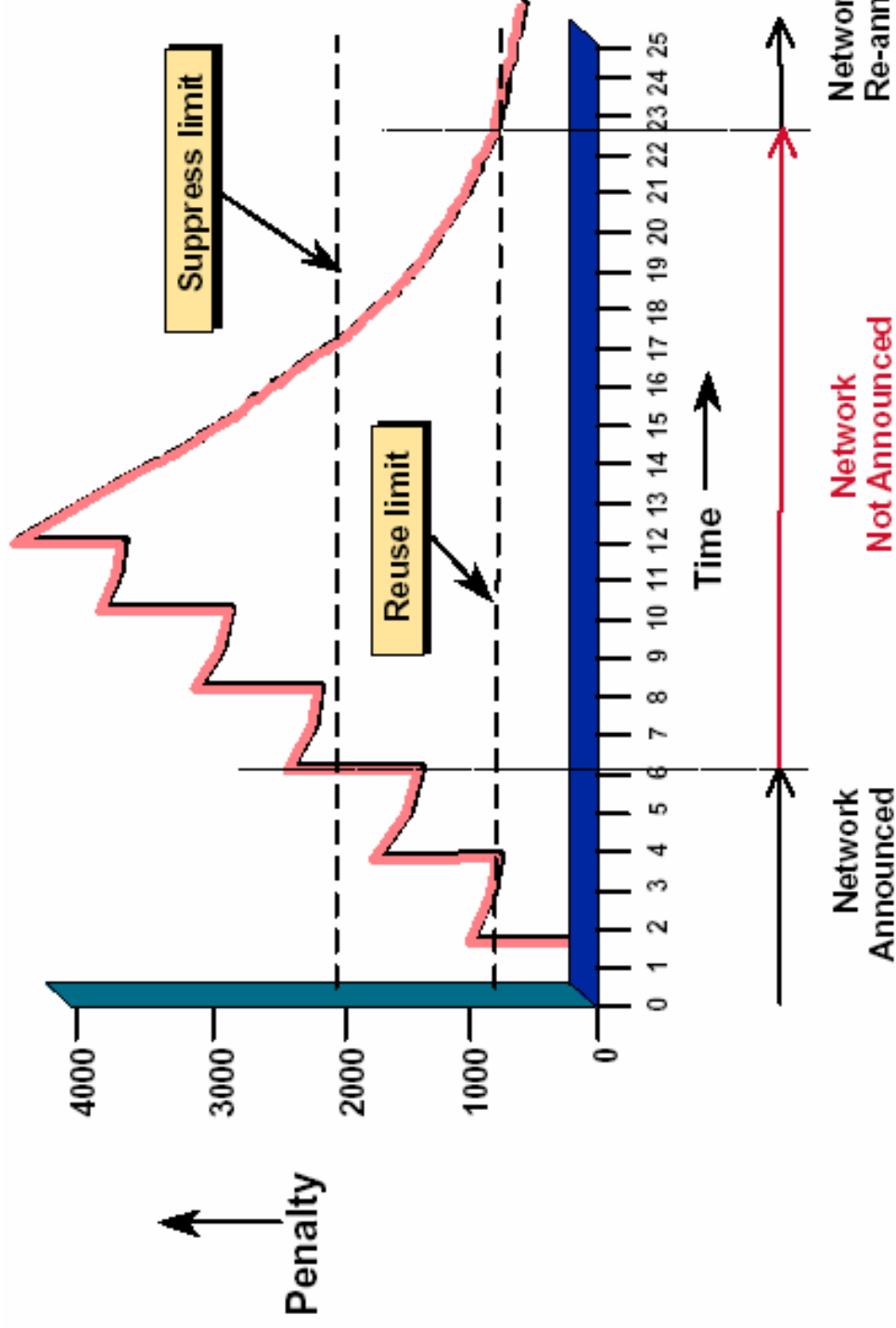
- Route Flap
 - Cada vez que un camino va a up, down o se modifica un Atributo
 - Las oscilaciones son a través de toda la Internet
 - Desperdicio de CPU
- La penalizaciones reduce la propagación de la oscilación.
- Documentado el uso de penalizaciones en el RFC-2439



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 supreción
 - 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

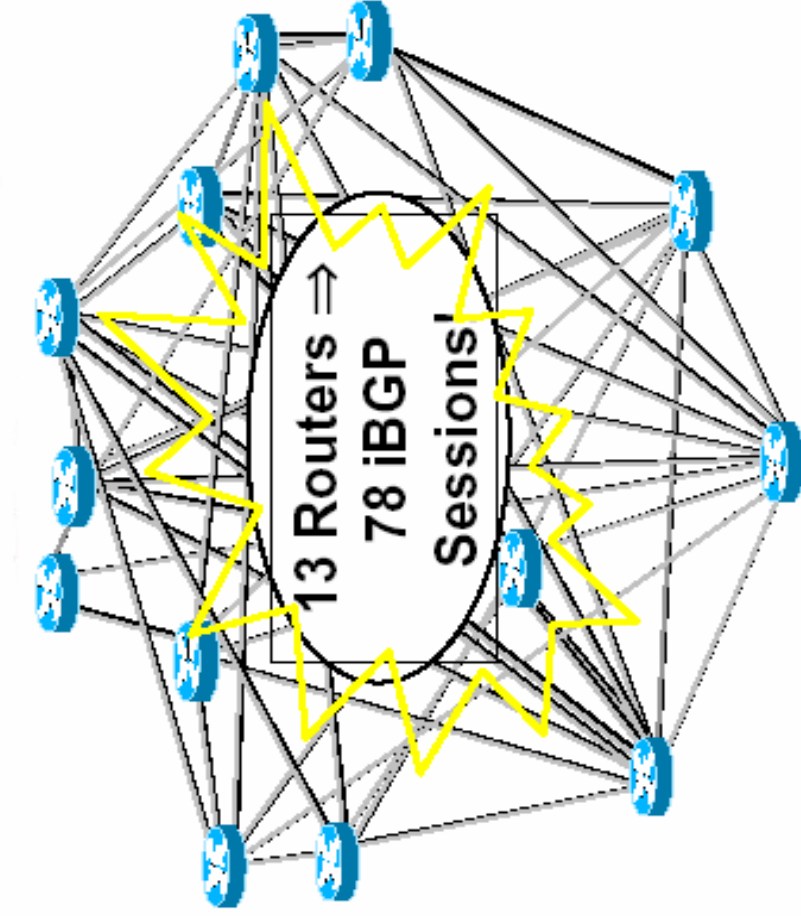
- Se aplica solamente de entrada a los anuncios de los eBGP
- Los caminos alternos son todavia utiles
- Esta normalmente definido:
 - Half-life (default 15 minutos)
 - Reuse-limit (default 750)
 - Supress-limit (default 2000)
 - Maximun suppress limit (default 60 minutos)

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



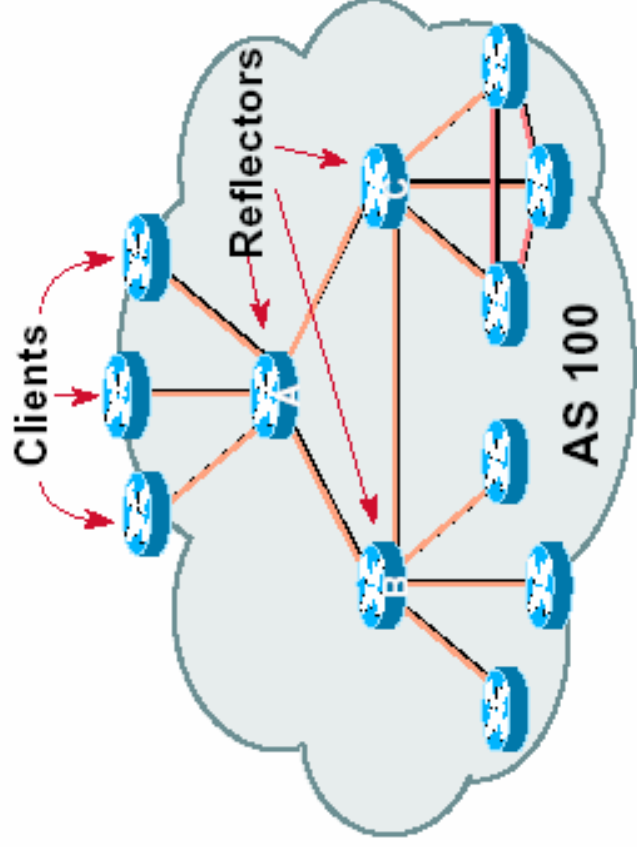
Route-Reflectors

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

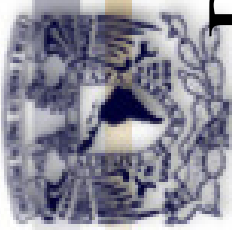




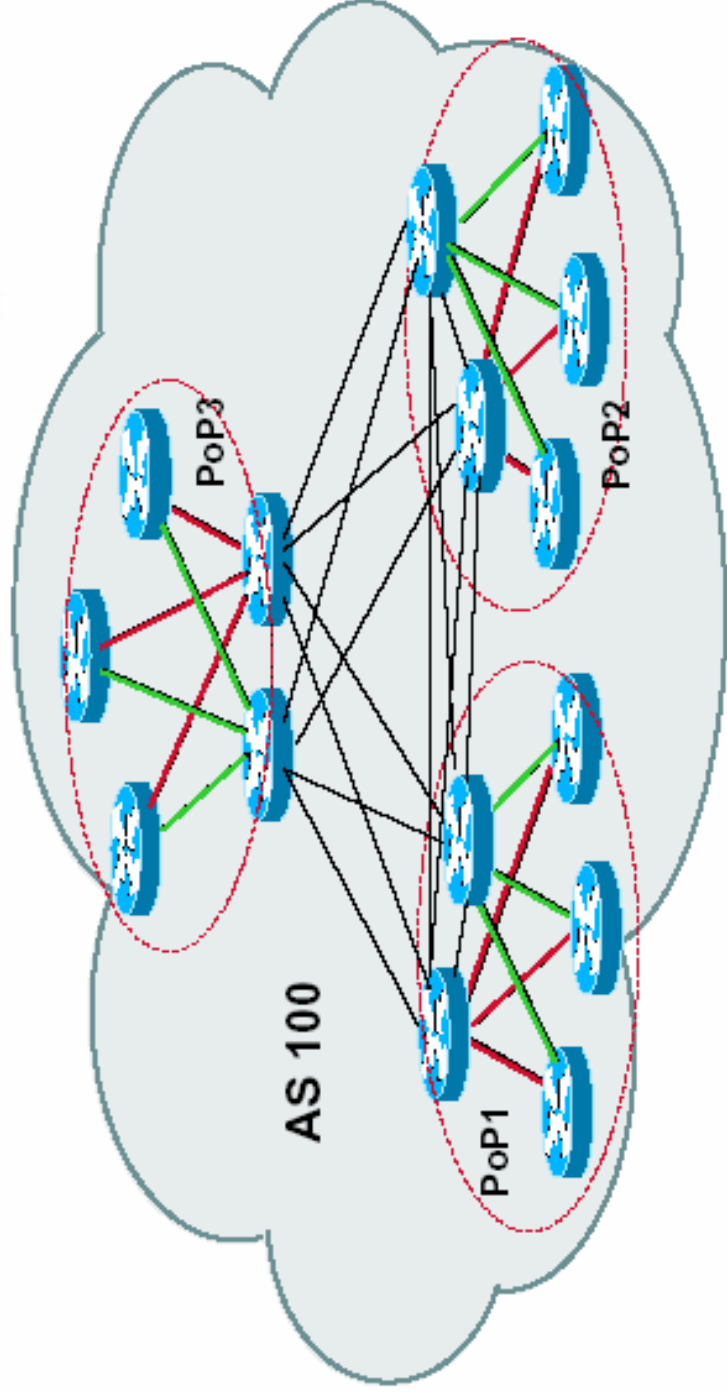
Route-Reflectors



- 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
- Descrito en RFC-2796



Route-Reflectors - Redundancia

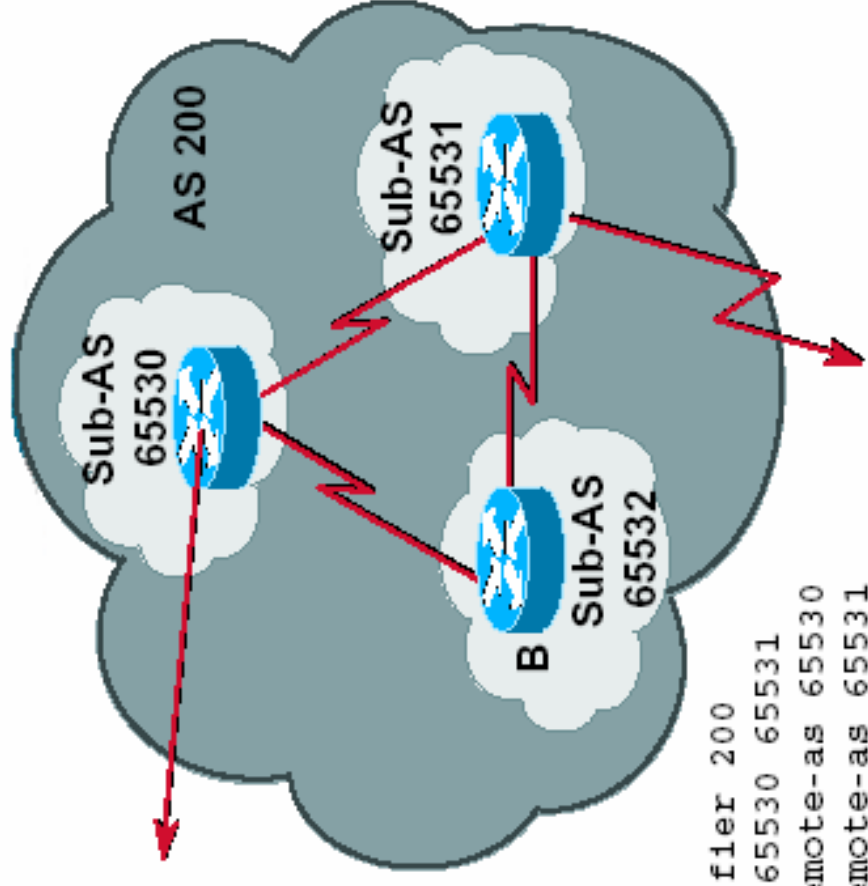


Cluster uno

Cluster dos



Confederaciones



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
```



BGP vs IGPs

- Internal Routing Protocols
 - Ejemplos OSPF, RIP, etc..
 - Usados para transportar las direcciones de la **infraestructura de la organización**
 - 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)
 - Intercambio de prefijos con los clientes (Afiliados)
- iBGP usado para transportar
 - Los prefijos de Internet a través del Backbone
 - Los prefijos de los clientes (Afiliados)
 - Utilizar /32 para las interfaces loopbacks de enrutamiento y levantar las sesiones de IBGP con ellas



BGP

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



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
 - Lista de Martian-Networks (Bogus)



BGP

- Que anuncios no debo de recibir (Bogus list)

```
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
```



Multihoming

Definición

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



Configuración de Políticas

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

Definición

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



Multihoming

Opciones



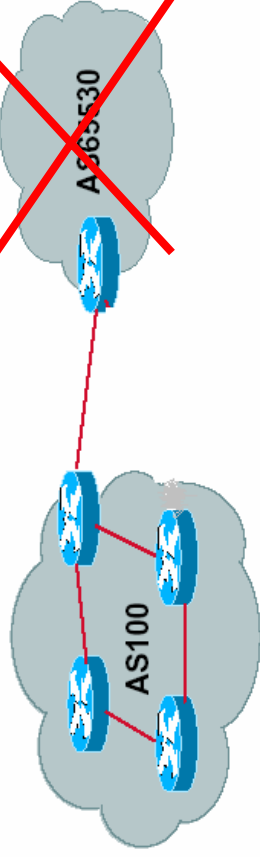
Formas de Multihoming

- 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

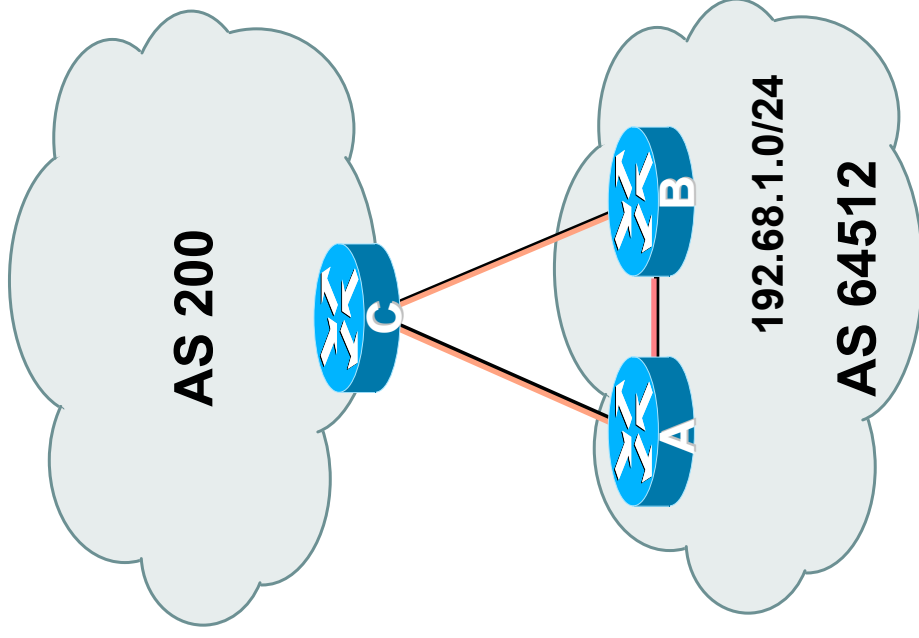


El Upstream ISP debe anunciar la stub network

- Las políticas dependen de las políticas del Upstream ISP



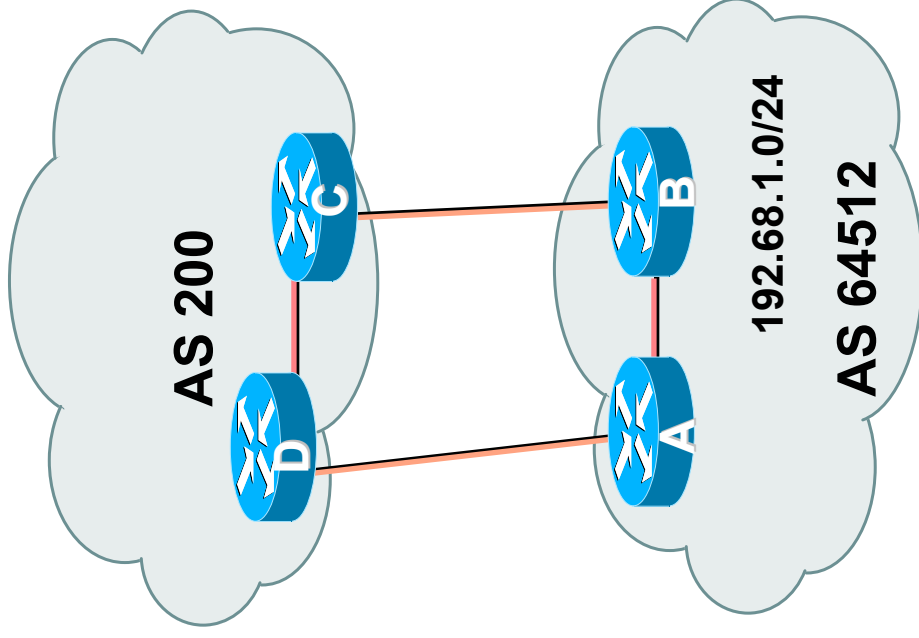
Multi-homed Stub Network



- 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

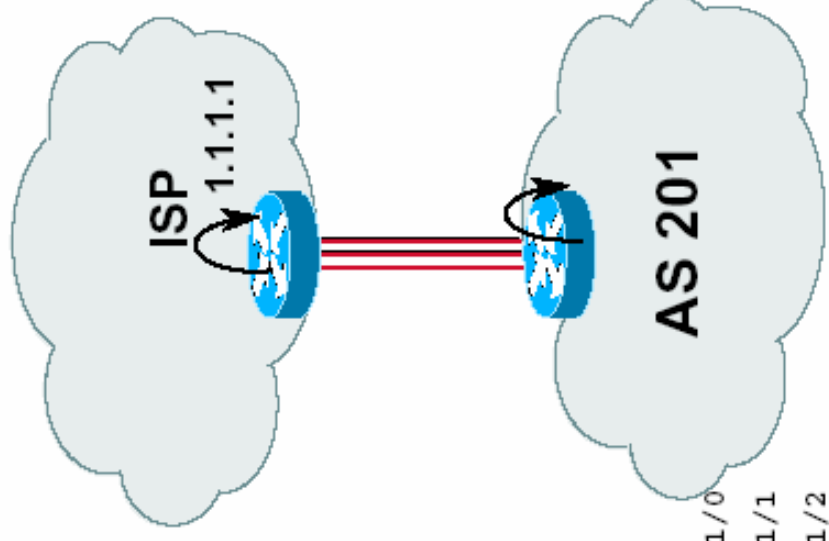


- Muchas situaciones posibles
 - Múltiples sesiones a un mismo ISP
 - Un secundario como backup solamente
 - Balanceo entre el primario y el secundario
 - Selectivamente usar un ISP



Multiples Sesiones a un ISP

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



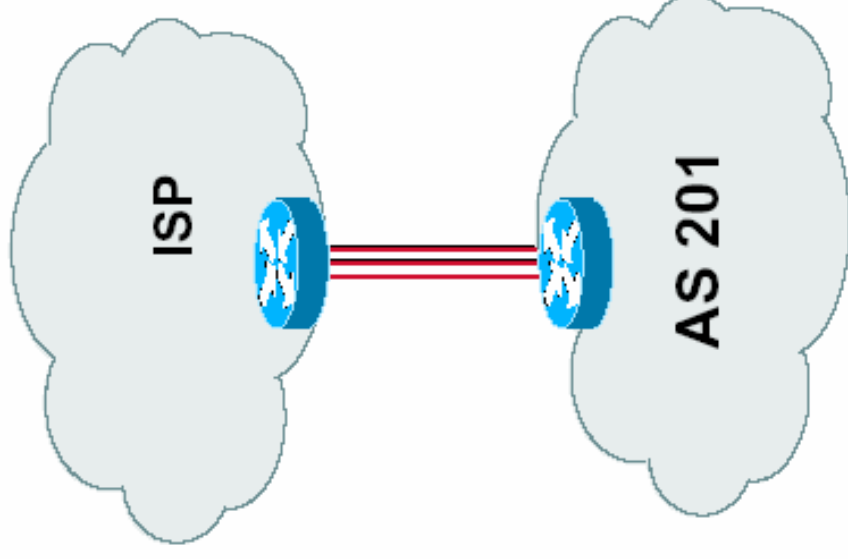
```
router bgp 201
 neighbor 1.1.1.1 remote-as 200
 neighbor 1.1.1.1 ebgp-multihop 5
 ip route 1.1.1.1 255.255.255.255 serial 1/0
 ip route 1.1.1.1 255.255.255.255 serial 1/1
 ip route 1.1.1.1 255.255.255.255 serial 1/2
```

Multiple Sessions a un ISP BGP

Multi-Path

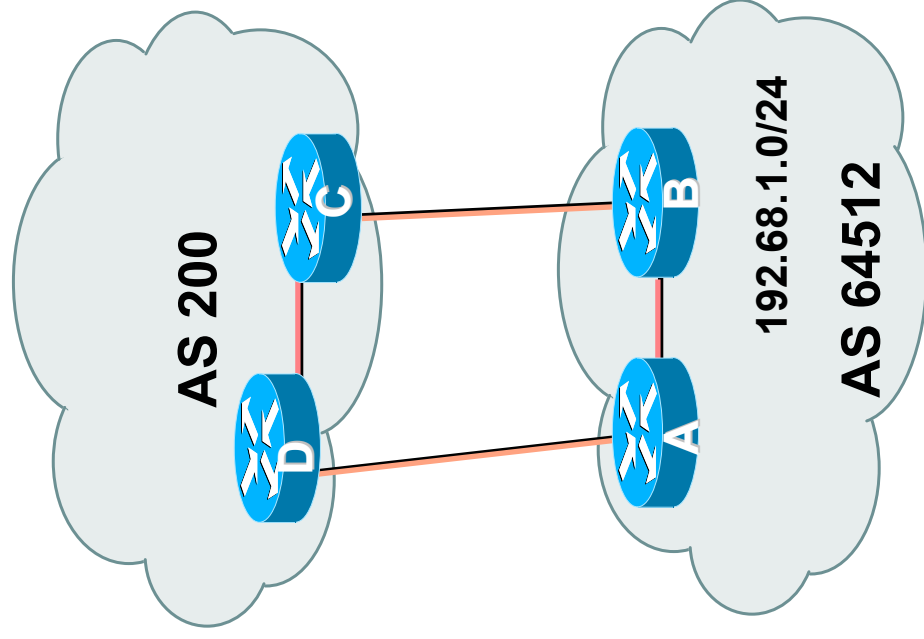
- Tres sessions de BGP requeridas
- Limitado a 6 caminos paralelos

```
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



Múltiples sesiones a un ISP

- Planeación y algo de trabajo para lograr el balanceo
 - Definición del Default
 - Modificar el número de prefijos que se aprenden en cada
- No hay una solución Mágica

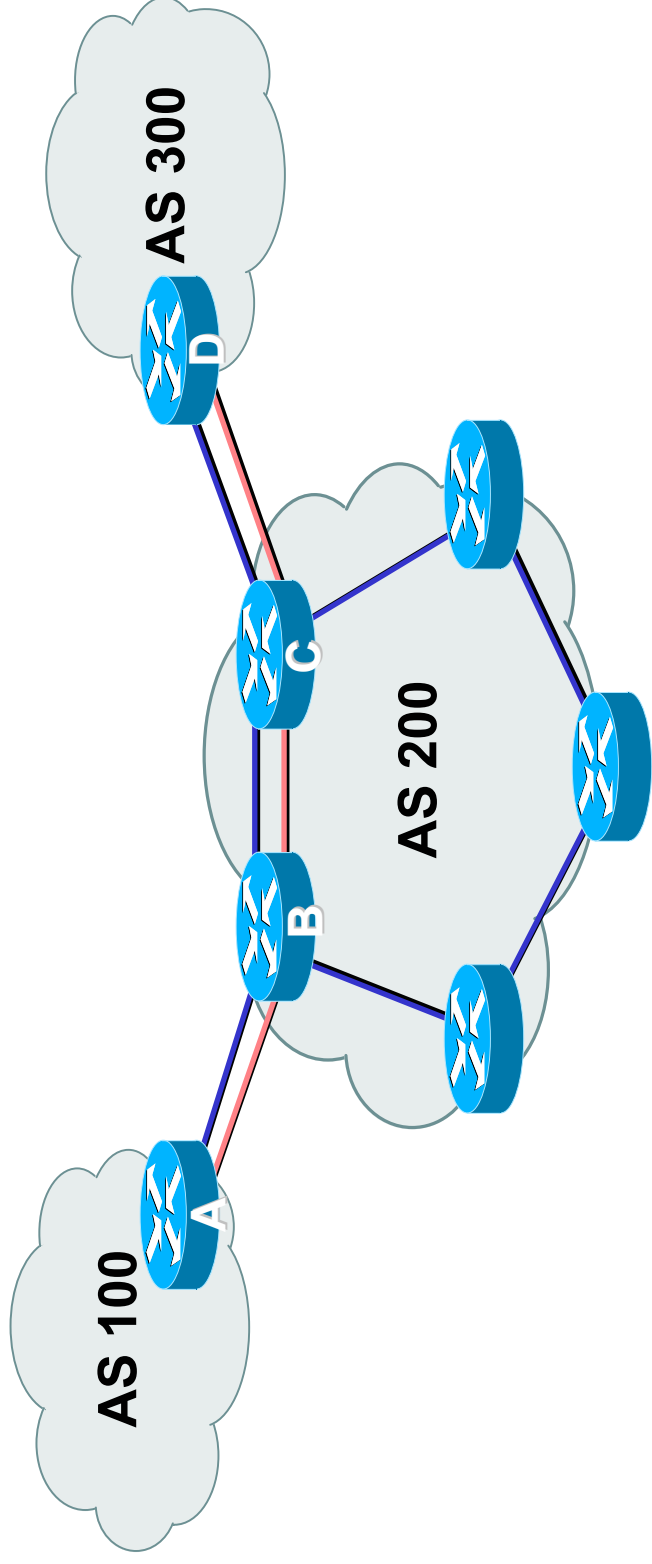


Definiciones

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

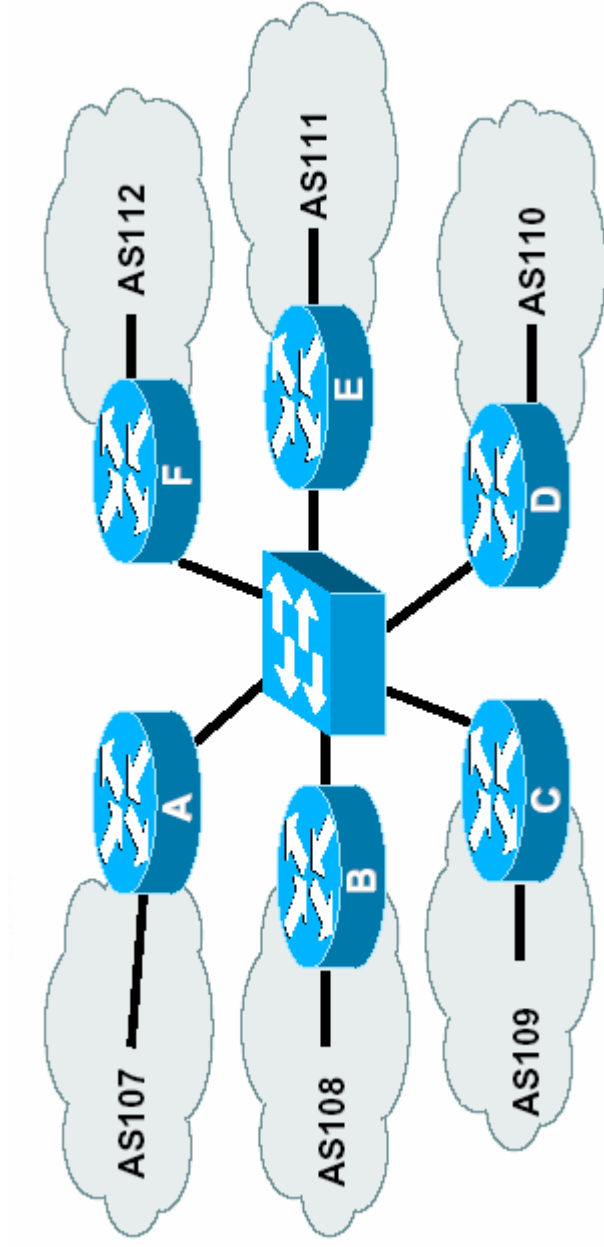


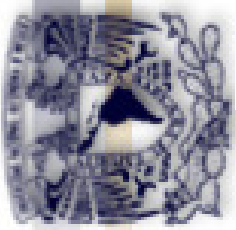
Transito



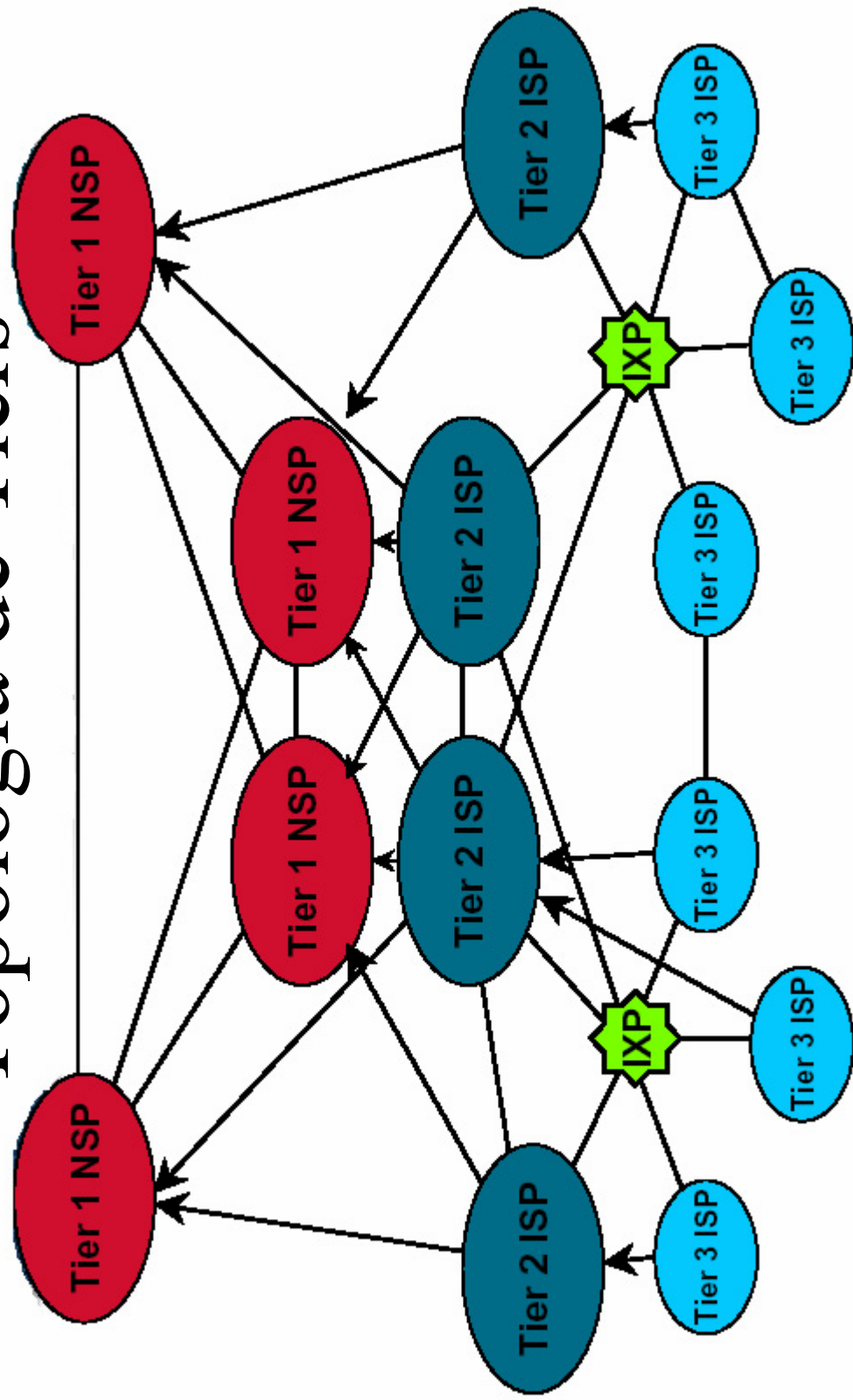


Exchange Points



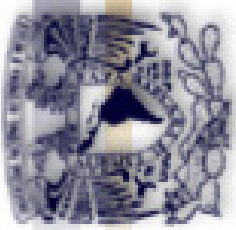


Topologia de Tiers

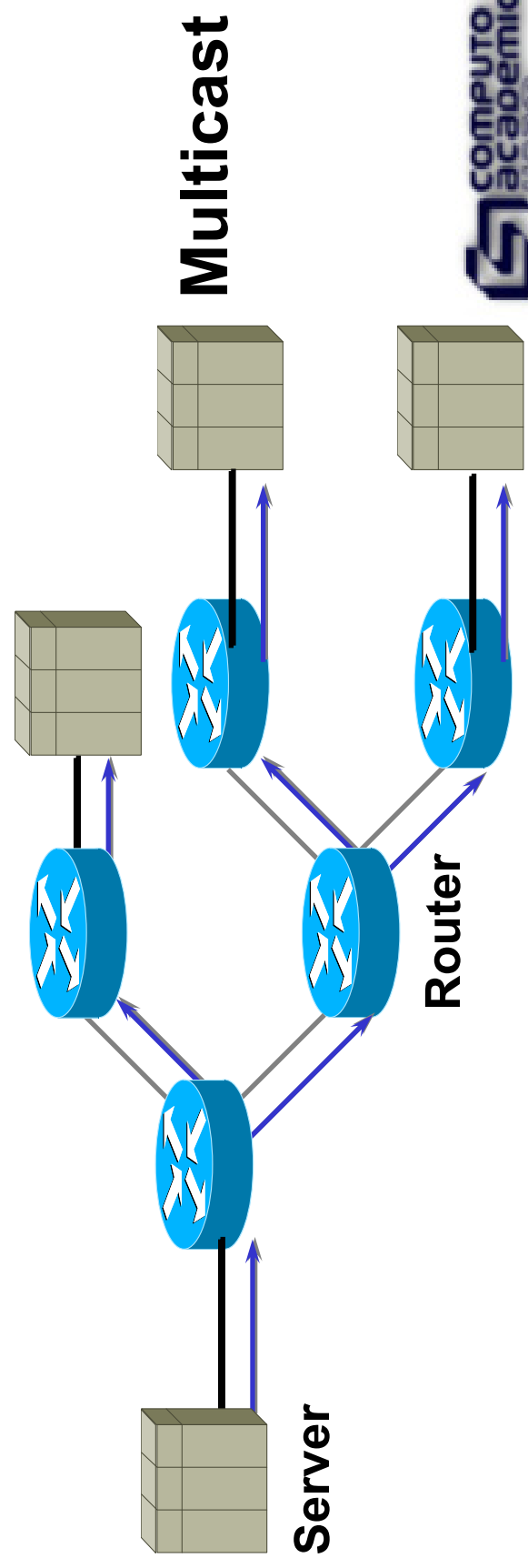
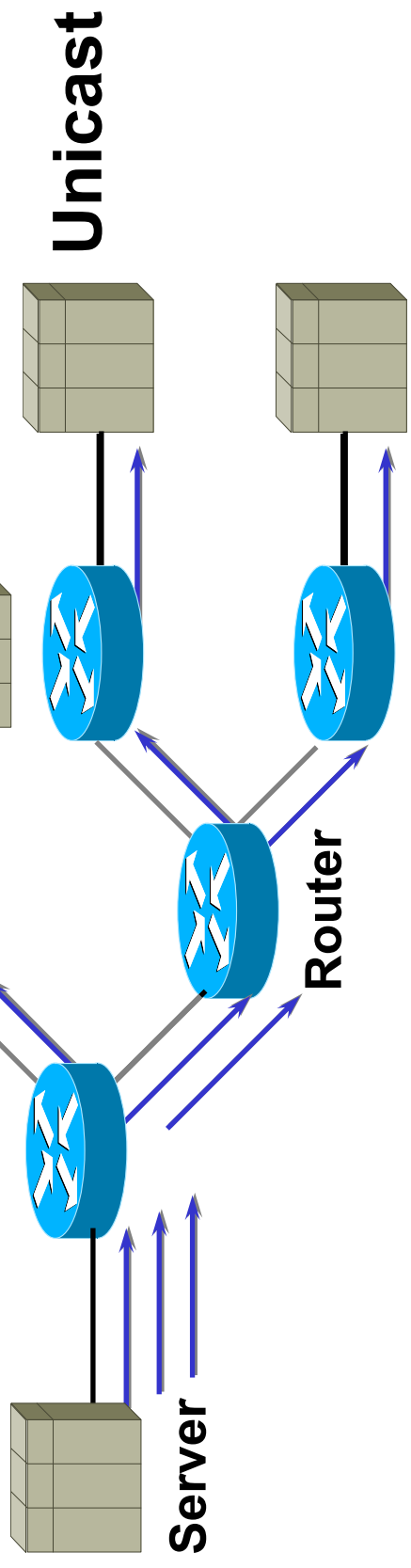




Multicast



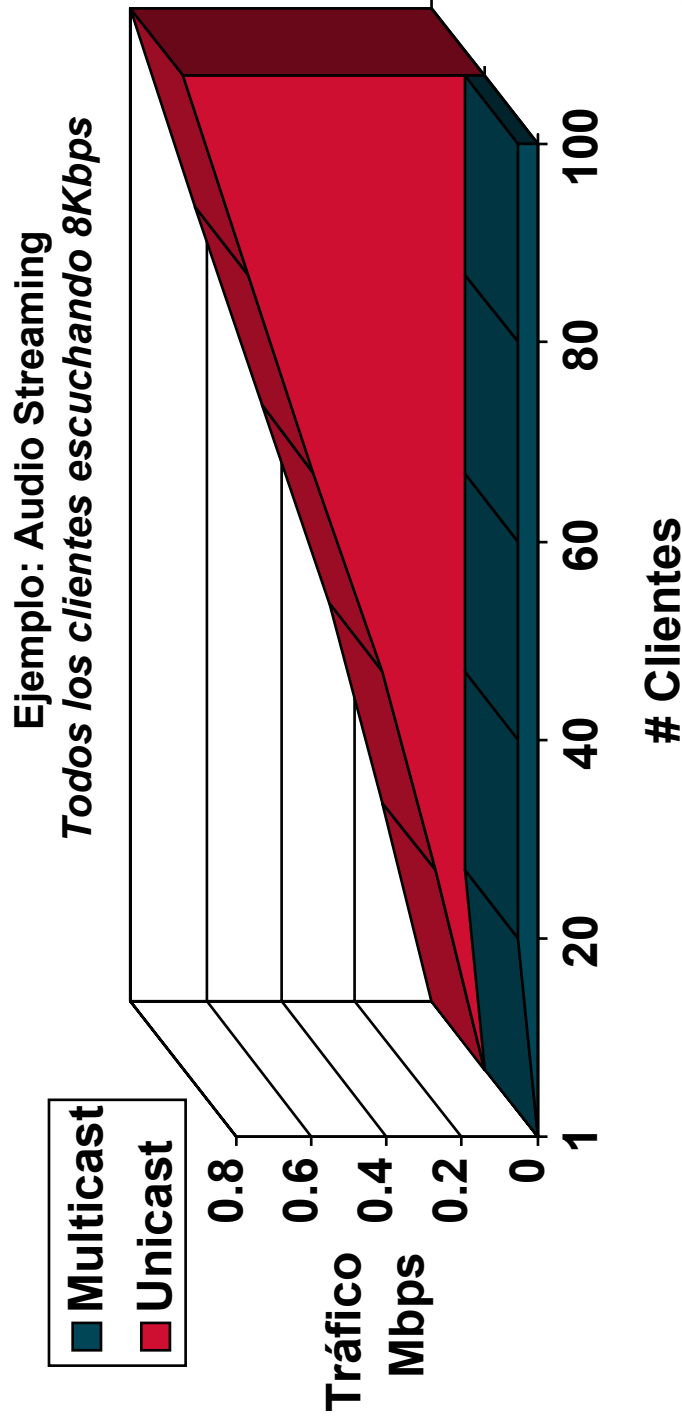
Unicast vs. Multicast





Multicast Ventajas

- **Mejora la Eficiencia:** 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***: Días perdidos no son recuperados. Las aplicaciones de multicast no son diseñadas para una entrega no confiable. Un multicast confiable está en desarrollo.
- ***No Congestion Avoidance***: La falta de un TCP windowing y un “slow-start” son mecanismos que pueden resultar en una congestión de la red. De ser posible las aplicaciones Multicast deberían detectar y evitar congestiones.
- ***Duplicates***: Algunos mecanismos de los protocolos de Multicast pueden generar el que se dupliquen paquetes (ejem. Asserts, Registers y SPT Transitions). Las aplicaciones de multicasts se diseñan para que acepten paquetes duplicados.
- ***Out of Order Delivery*** : Algunos mecanismos 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
- Transmision con TTL = 1
- Ejemplos:

• 224.0.0.1	Todos los sistemas en esta subred
• 224.0.0.2	Todos los routers en esta subred
• 224.0.0.4	DVMRP routers
• 224.0.0.5	OSPF routers
• 224.0.0.13	PIMv2 Routers

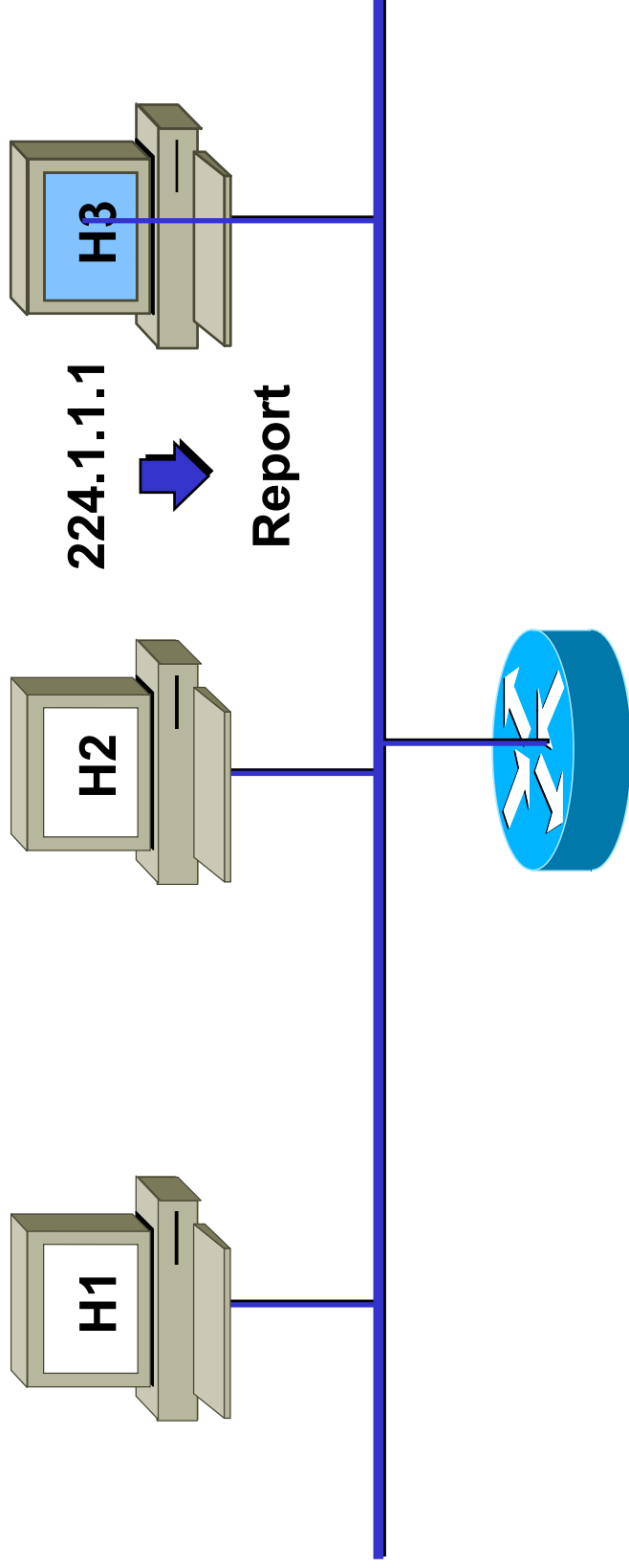


Multicast Addressing

- 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

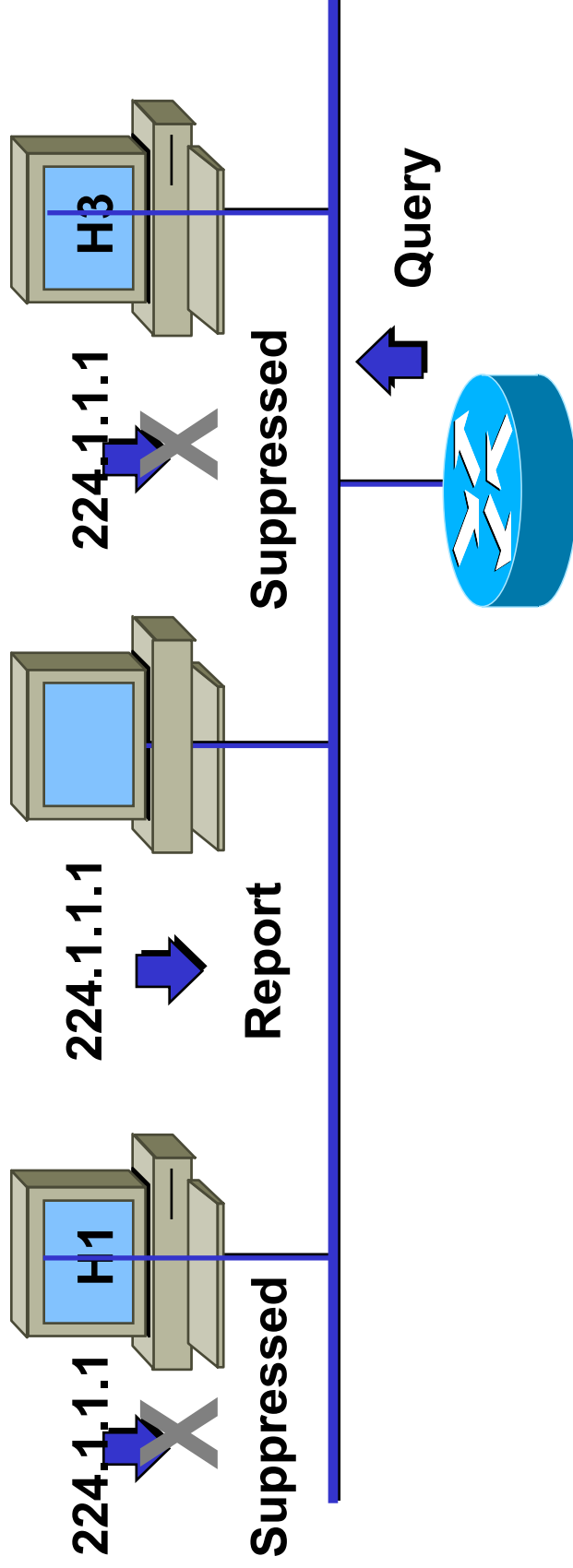
Joining a Group



- El Host envía IGMP Report para unirse al grupo

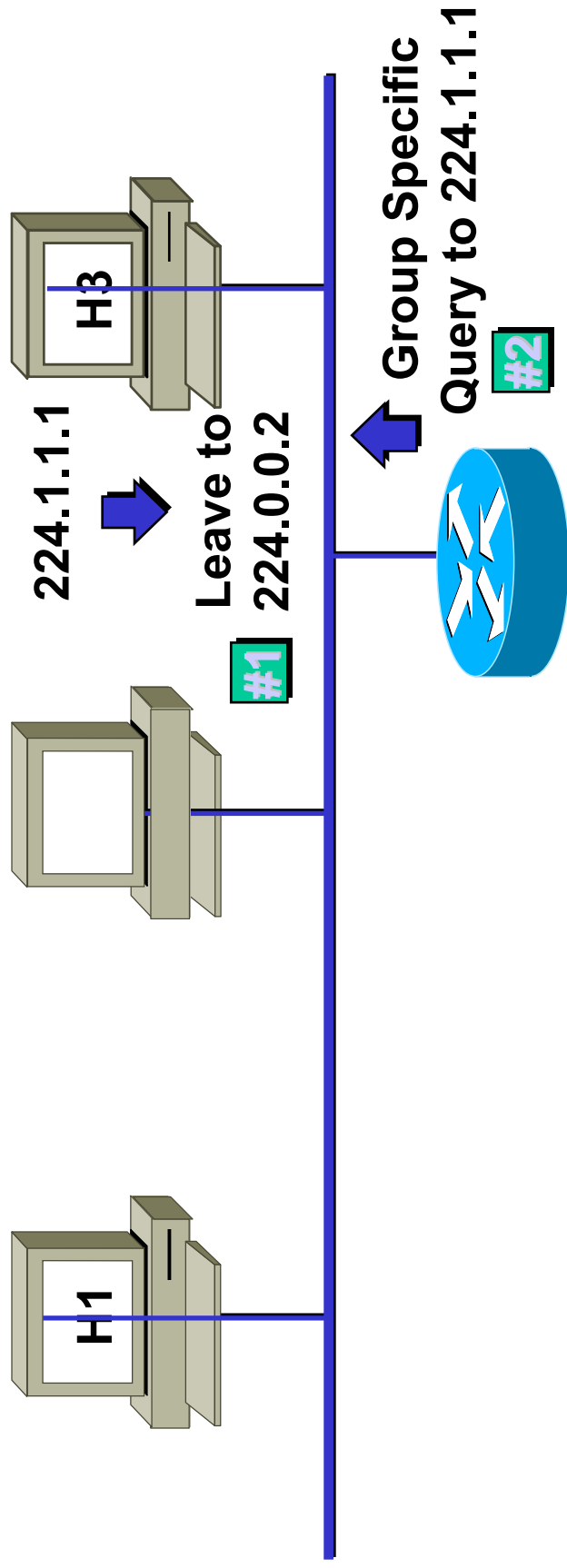
Host-Router Señalización: IGMP

Manteniendo un grupo



- El Router envía peticiones (Queries) periódicas en to 224.0.0.1

Host-Router Señalización: 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).

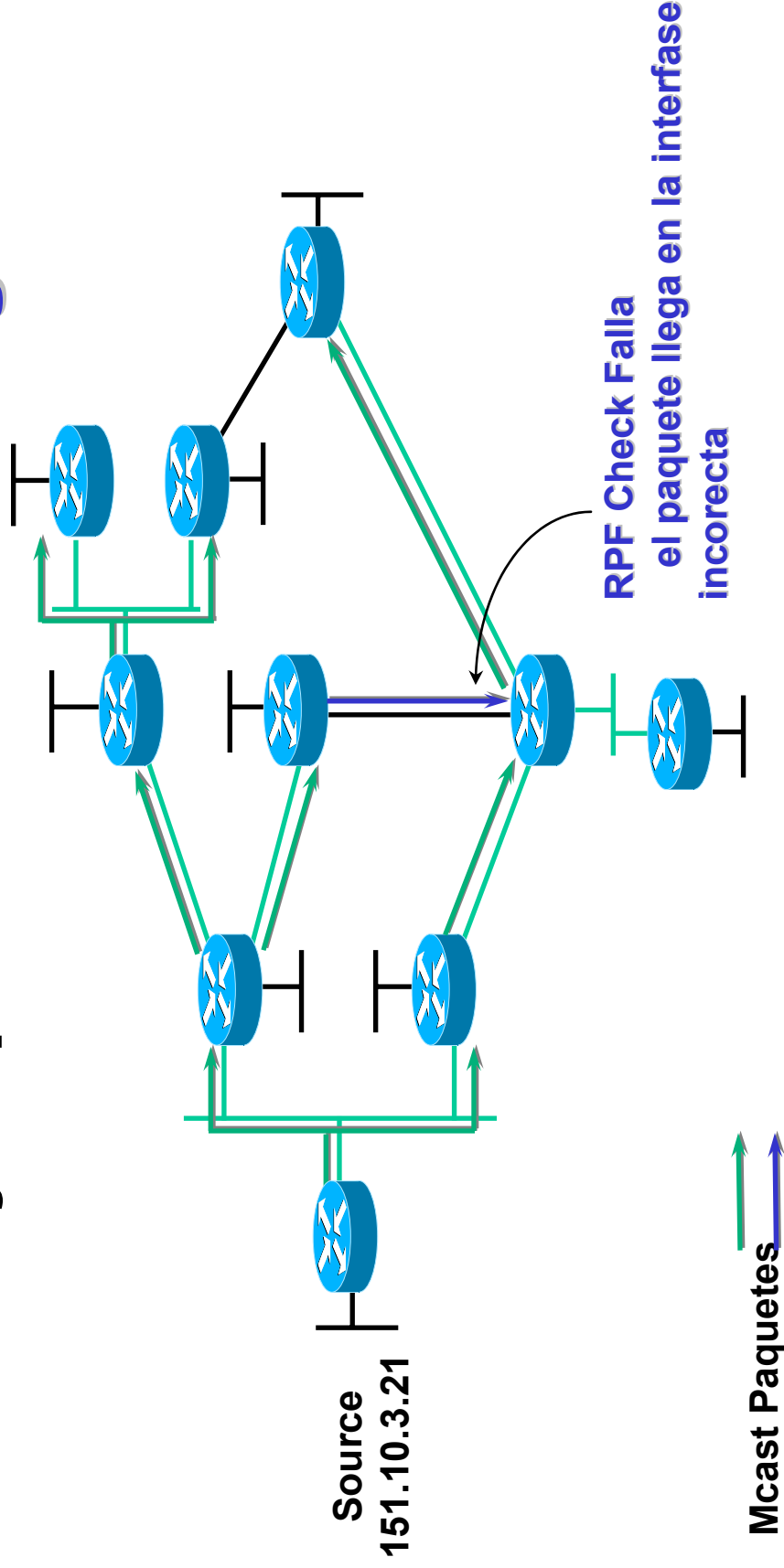
- **The RPF Check**

- 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

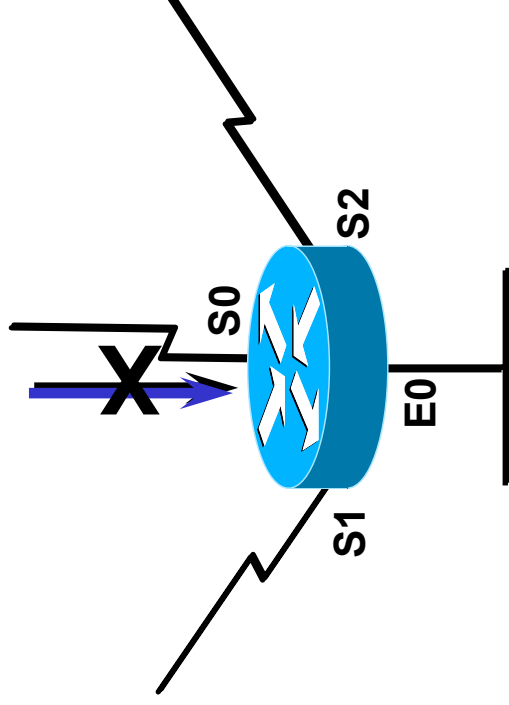




Multicast Forwarding

Un acercamiento cuando el RPF Check Falla

Paquetes de Multicast desde 151.10.3.21



RPF Check Falla!

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 interfaz!

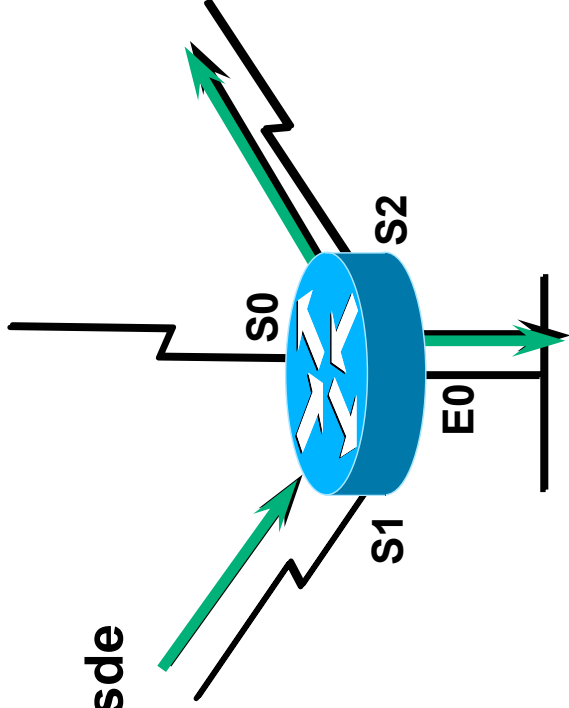
Se descartan los paquetes!



Multicast Forwarding

Un acercamiento : RPF Check ok

Paquetes de Multicast desde
151.10.3.21



RPF Check Succeeds!

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

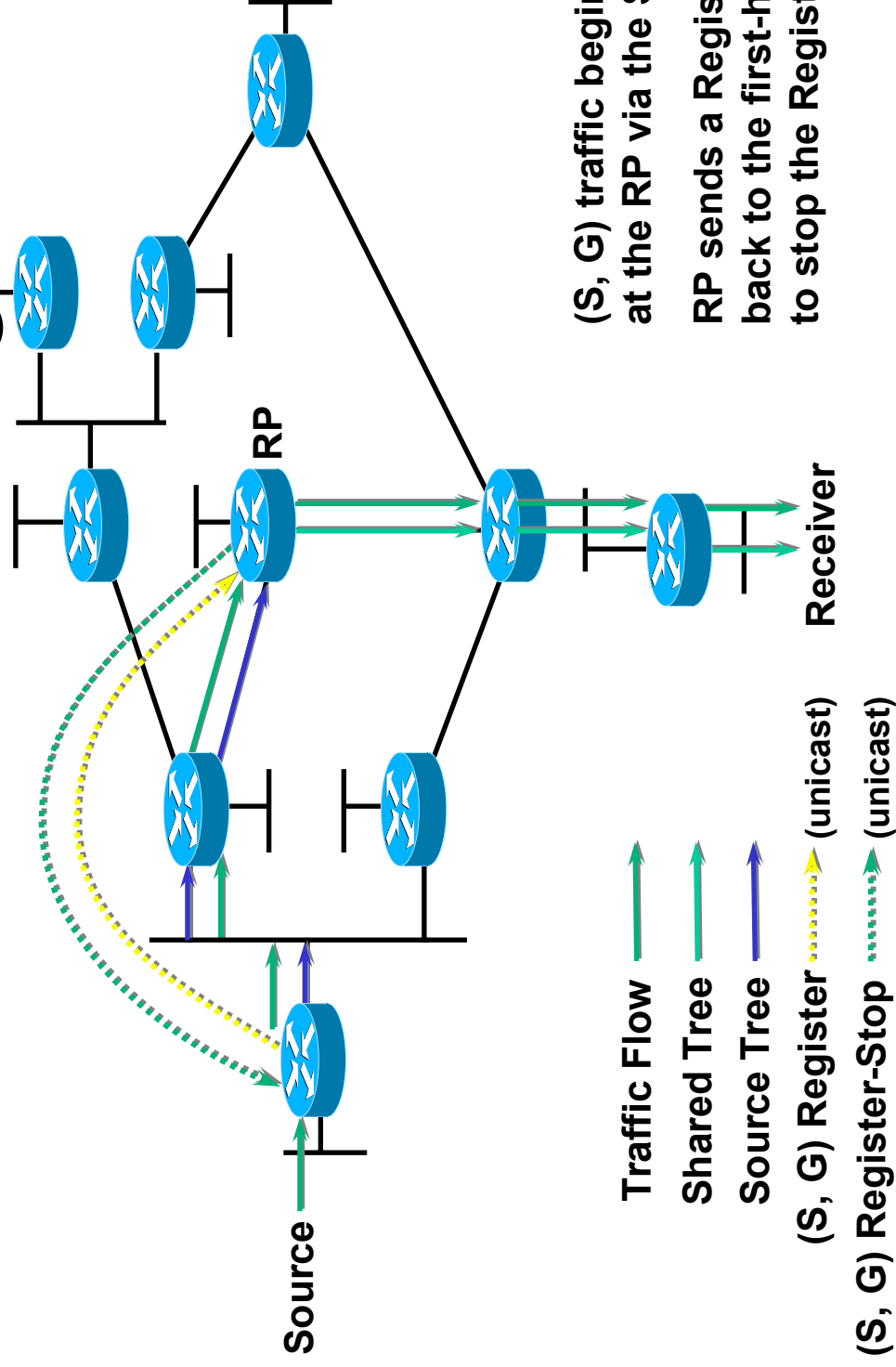
- Tener un protocolo eficiente para el registro de los grupos (creación de share-trees)

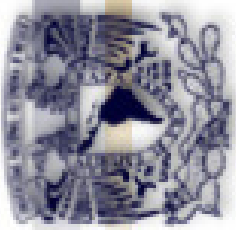
PIM-SM (forwarding)

- Usar el modelo de unicast de ruteo
MBGP (routing)
- Tener un método para descubrir fuentes de multicast en otros dominios
MSDP - Interdomain source discovery

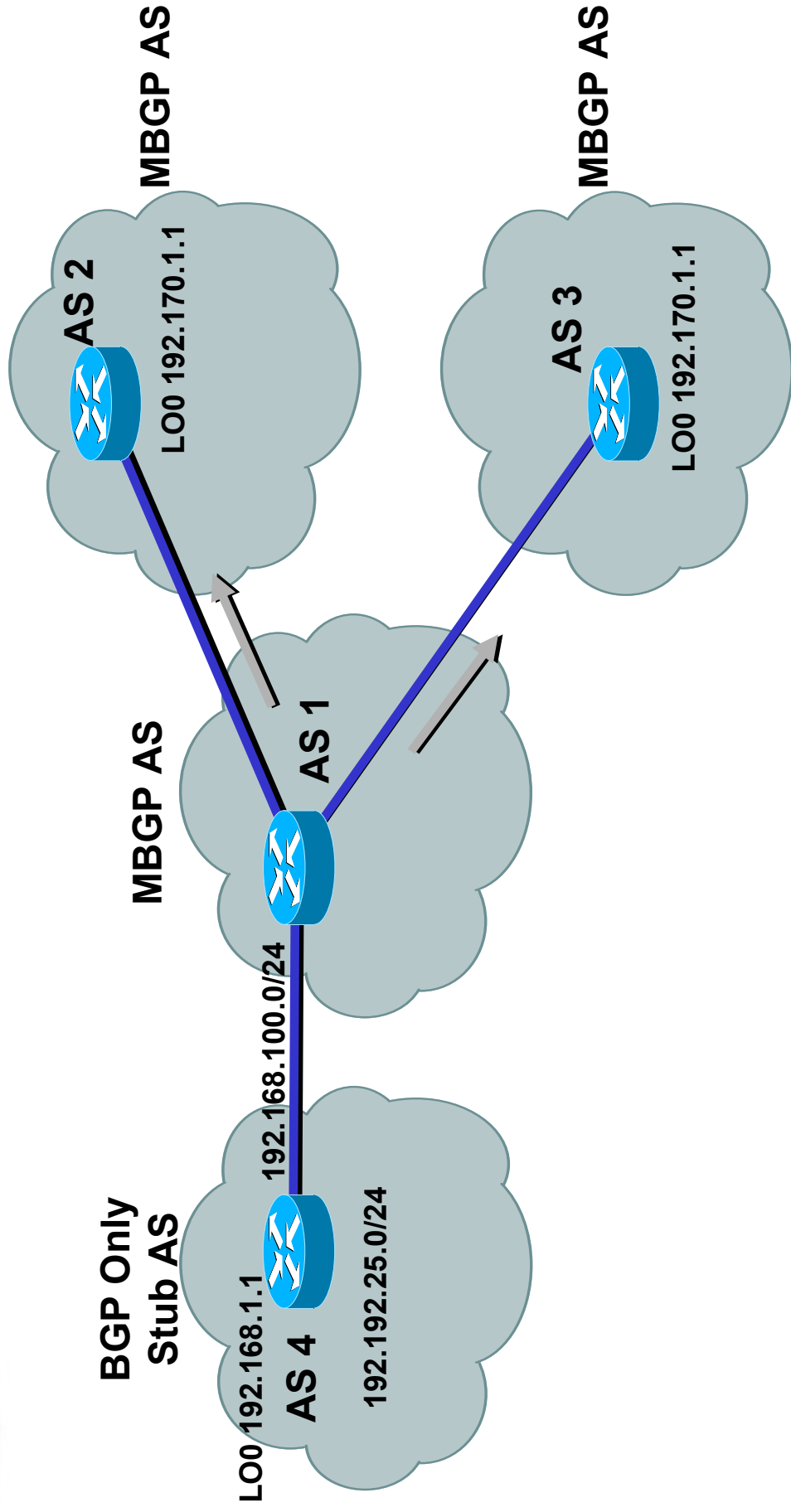


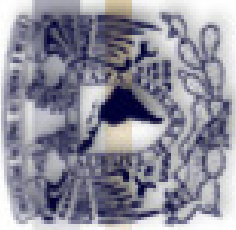
PIM-SM Sender Registration



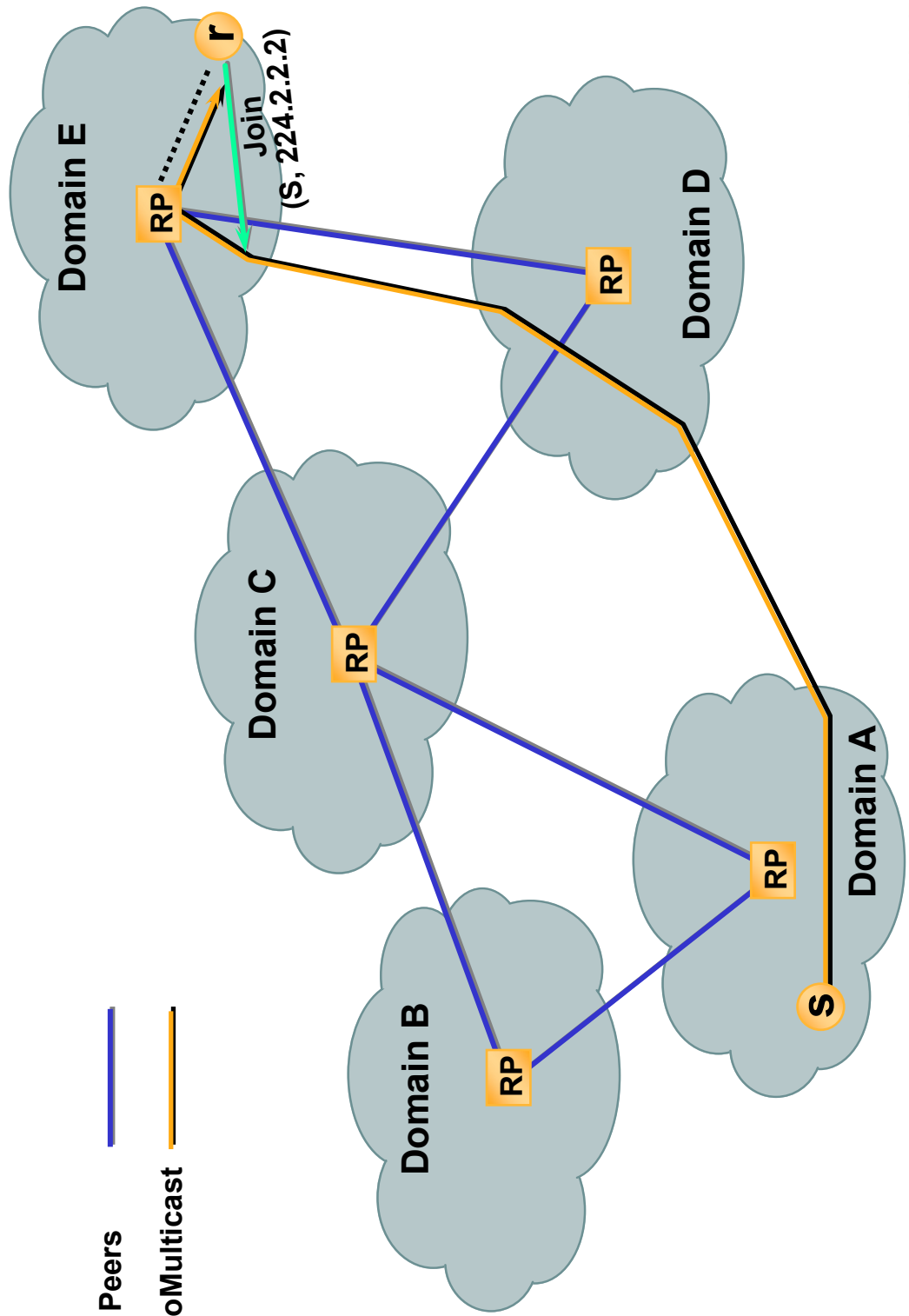


Funcionamiento MBGP





Funcionamiento MSDP





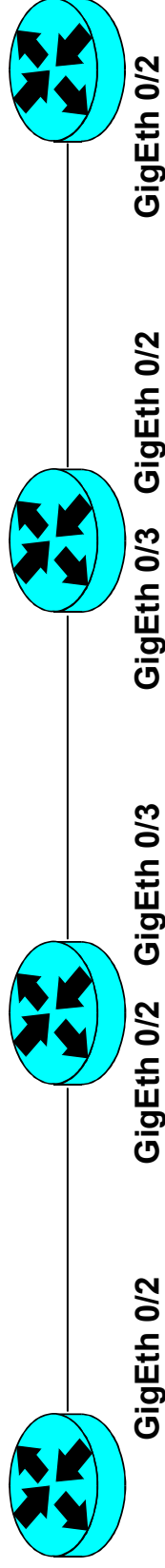
BCP - configuración de la administración

- Paso para configuración de la red
 - Conectar todos los equipos físicamente de acuerdo al diagrama
 - Configurar las direcciones IP de las interfaces
 - Configurar las interfaces de las estaciones de Trabajo
 - Accesar al puerto de consola de los routers
 - Verificar la conectividad



BGP configuration

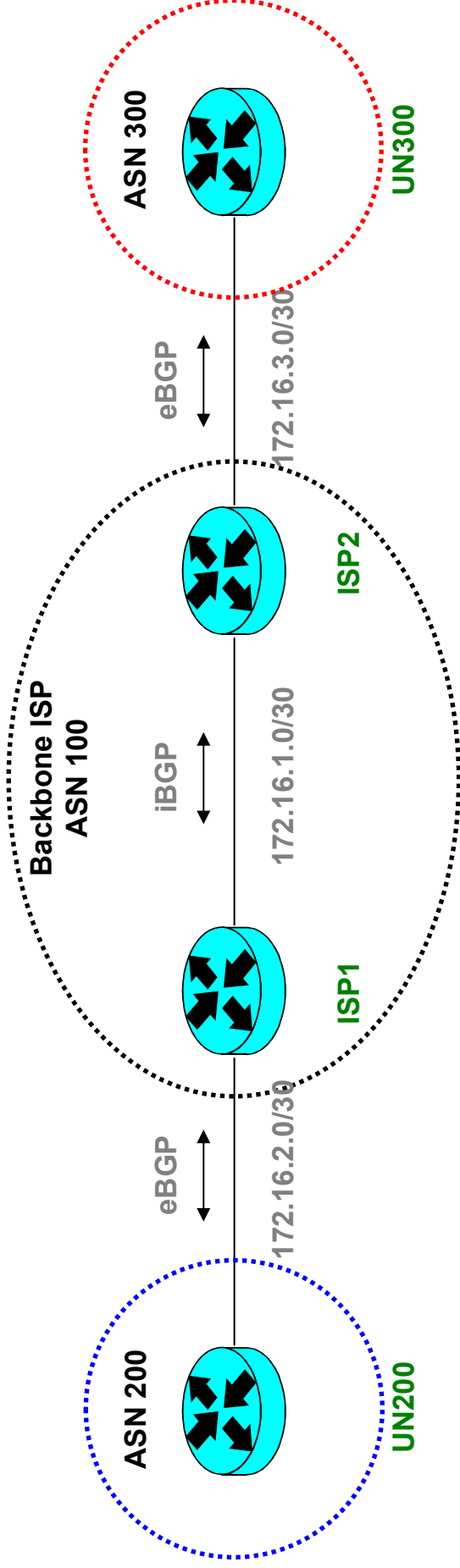
- Topología para el lab – BGP network
 - Misma topología para cada Pod



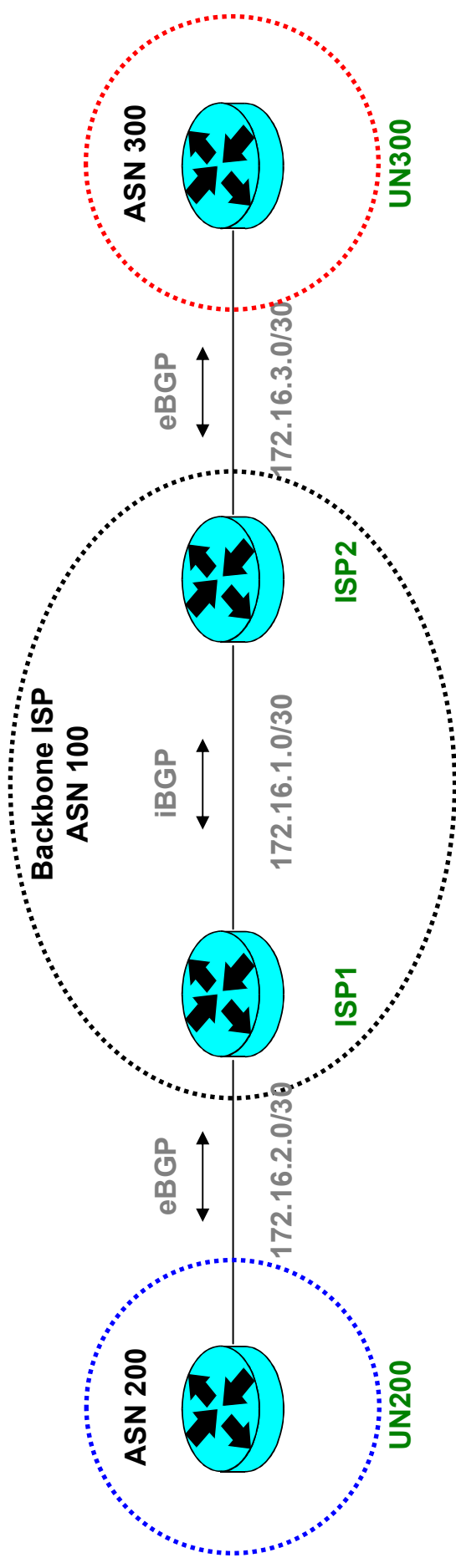


BGP configuration

- BGP Topología



Loopback ISP1 – 172.16.100.101/32
Loopback ISP2 – 172.16.100.102/32
Loopback UN200 – 172.17.20.1/32
Loopback UN300 – 172.18.30.1/32



Loopback ISP1 – 172.16.100.101/32
Loopback ISP2 – 172.16.100.102/32
Loopback UN200 – 172.17.20.1/32
Loopback UN300 – 172.18.30.1/32



configuración de BGP

- Pasos Basicos para la configuración del proceso de BGP
 - Planeación de la red – definir los rangos de las direcciones IPs para las redes (areas)
 - Conectar las interfaces como se muestra en la topología
 - Configura las interfaces de loopback en los routers
 - Crear un proceso de un IGP entre los routers en el mismo sistema autónomo
 - Verificar la conectividad de capa 3 al ISP
 - Crear el proceso de enrutamiento de IGP a los routers clientes



Configuration Template

- ISP1 – interfaces and IGP configuration using IS-IS

```
!  
hostname isp1  
!  
interface loopback 0  
ip addr 172.16.100.101  
255.255.255.255  
ip router isis  
interface giga 0/1  
ip addr 192.168.10.y 255.255.255.0  
interface giga 0/2  
ip addr 172.16.2.1 255.255.255.252  
ip router isis  
interface giga 0/3  
ip addr 172.16.0.1 255.255.255.252  
ip router isis  
!  
router isis  
net 49.0001.1720.1610.0101.00  
metric-style wide  
is-type level-2-only  
passive-interface Giga 0/0  
!
```



Configuration Template

- ISP2 – interfaces and IGP configuration using IS-IS

```
!  
hostname isp2  
!  
interface loopback 0  
ip addr 172.16.100.102  
255.255.255.255  
ip router isis  
interface giga 0/1  
ip addr 192.168.10.y 255.255.255.0  
interface giga 0/2  
ip addr 172.16.3.1 255.255.255.252  
ip router isis  
interface giga 0/3  
ip addr 172.16.0.2 255.255.255.252  
ip router isis  
!  
router isis  
net 49.0001.1720.1610.0102.00  
metric-style wide  
is-type level-2-only  
passive-interface Giga 0/0  
!
```



Configuration Template

- UN200 – interfaces configuration
 - create several sub-interfaces for training prefix distribution

```
!  
hostname un200  
!  
interface loopback 0  
ip addr 172.17.20.1 255.255.255.255  
interface giga 0/1  
no ip addr  
interface giga 0/1.1  
ip addr 192.168.10.y 255.255.255.0  
interface giga 0/1.2  
ip addr 172.17.2.1 255.255.255.0  
interface giga 0/1.3  
ip addr 172.17.3.1 255.255.255.0  
interface giga 0/1.4  
ip addr 172.17.4.1 255.255.255.0  
interface giga 0/2  
ip addr 172.16.2.2 255.255.255.252  
!
```




Configuration Template

- UN200 – IGP configuration
– using OSPF as the IGP routing protocol

```
!  
hostname un200  
!  
router ospf 200  
network 172.17.2.1 0.0.0.255  
area 0  
network 172.17.3.1 0.0.0.255  
area 0  
network 172.17.4.1 0.0.0.255  
area 0  
!  
!
```



Configuration Template

- UN300 – interfaces configuration
 - create several sub-interfaces for training prefix distribution

```
!  
hostname un300  
!  
interface loopback 0  
ip addr 172.18.30.1  
255.255.255.255  
interface giga 0/1  
no ip addr  
interface giga 0/1.1  
ip addr 192.168.10.y  
255.255.255.0  
interface giga 0/1.2  
ip addr 172.18.2.1 255.255.255.0  
interface giga 0/1.3  
ip addr 172.18.3.1 255.255.255.0  
interface giga 0/1.4  
ip addr 172.18.4.1 255.255.255.0  
interface giga 0/2  
ip addr 172.16.3.2  
255.255.255.252  
!
```



Configuration Template

- UN300 – IGP configuration
 - using OSPF as the IGP routing protocol

```
!  
hostname un300  
!  
router ospf 300  
network 172.18.2.1 0.0.0.255  
area 0  
network 172.18.3.1 0.0.0.255  
area 0  
network 172.18.4.1 0.0.0.255  
area 0  
!  
!
```



BGP configuration

- Further steps to configure BGP
 - configure internal BGP (iBGP) on the ISP routers (ASN 100)
 - configure the external BGP (eBGP) peering between ISP routers and the UN routers
 - verify the connectivity between autonomous systems



BCP Configuration Template

- ISP1 – BGP configuration

```
!  
router bgp 100  
  bgp log-neighbor-changes  
  neighbor INTERNAL peer-group  
  neighbor INTERNAL remote-as 100  
  neighbor INTERNAL update-source Loopback0  
  neighbor UN200 peer-group  
  neighbor UN200 remote-as 200  
  neighbor UN200 update-source Gig 0/2  
  neighbor 172.16.1.2 peer-group INTERNAL  
  neighbor 172.16.2.2 peer-group UN200  
!  
  address-family ipv4  
    neighbor INTERNAL activate  
    neighbor INTERNAL soft-reconfig inbound  
    neighbor UN200 activate  
    neighbor UN200 soft-reconfig inbound  
  no auto-summary  
  no synchronization  
  bgp dampening  
  network 172.16.1.0  
  network 172.16.100.0  
  exit-address-family  
!
```



BGP Configuration Template

- ISP2 – BGP configuration

```
!  
router bgp 100  
  bgp log-neighbor-changes  
  neighbor INTERNAL peer-group  
  neighbor INTERNAL remote-as 100  
  neighbor INTERNAL update-source Loopback0  
  neighbor UN300 peer-group  
  neighbor UN300 remote-as 300  
  neighbor UN300 update-source Gig 0/2  
  neighbor 172.16.1.1 peer-group INTERNAL  
  neighbor 172.16.3.2 peer-group UN300  
!  
  address-family ipv4  
    neighbor INTERNAL activate  
    neighbor INTERNAL soft-reconfig inbound  
    neighbor UN300 activate  
    neighbor UN300 soft-reconfig inbound  
  no auto-summary  
  no synchronization  
  bgp dampening  
  network 172.16.1.0  
  network 172.16.100.0  
  exit-address-family  
!
```

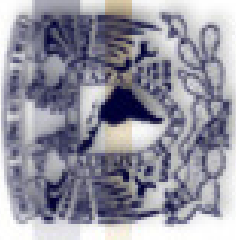


BCP Configuration Template

- UN200 – BGP configuration

```
!  
router bgp 200  
  bgp log-neighbor-changes  
  neighbor ISP100 peer-group  
  neighbor ISP100 remote-as 100  
  neighbor ISP100 update-source Gig 0/2  
  neighbor 172.16.2.1 peer-group ISP100  
!  
  address-family ipv4  
    neighbor ISP100 activate  
    neighbor ISP100 soft-reconf inbound  
  no auto-summary  
  no synchronization  
  bgp dampening  
  network 172.17.20.0  
  network 172.17.2.0  
  network 172.17.3.0  
  network 172.17.4.0  
  exit-address-family  
!
```

!!!! Gracias !!!!!



!!! GRACIAS !!!