

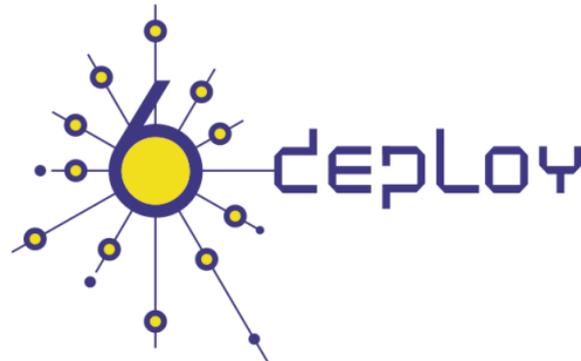
# WALC2012

## Track 2: Despliegue de IPv6

Día - 2

Panamá

15 - 19 Octubre 2012



Alvaro Vives (alvaro.vives@consulintel.es)



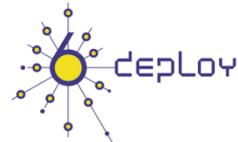
# Agenda

## 1. Encaminamiento con IPv6 PRÁCTICA: Encaminamiento



# 1. Encaminamiento con IPv6

- 1.1 Conceptos de Encaminamiento
- 1.2 Encaminamiento Estático
- 1.3 RIP
- 1.4 OSPF
- 1.5 IS-IS
- 1.6 BGP



# 1.1 Conceptos de Encaminamiento



# Visión General Encaminamiento

- Los encaminadores deben saber como llegar al destino final de los paquetes que se le reenvían
- Las rutas estáticas no son adecuadas para redes medianas ni grandes
  - Tampoco para las pequeñas si se producen cambios en la topología de red
- Los protocolos de encaminamiento proporcionan un método automático de generar las tablas de encaminamiento
  - Tienen en cuenta cambio de la topología de red



# Tipos de protocolos de encaminamiento

- Atendiendo al ámbito:
  - IGP (Interior Border Gateway)
  - EGP (Exterior Border Gateway)
- En los de tipo IGP
  - Atendiendo a la metodología de propagación
    - Vector Distancia
    - Estado de Enlace
  - Atendiendo al tipo de rutas que propagan
    - Classful
    - Classless



# Criterios de selección IGP

- La selección de uno u otro depende de varios factores:
  - Topología de la intrared
  - Tipos de rutas a propagar
  - Tiempo de convergencia
  - Criterio de cálculo de métricas de la ruta.
  - Escalabilidad
  - Seguridad



# Protocolos IGP

	VD	LS	Classful	Classless	Seguridad
RIPv1	X		X		
RIPv2	X			X	
IGRP	X		X		
EIGRP	X			X	X
OSPF		X		X	X
IS-IS		X		X	



# Protocolos EGP

- No hay muchas alternativas
- BGP
  - El estándar “de facto”



# Encaminamiento IPv6

- Mismo mecanismo CIDR “longest-prefix match” que actualmente en IPv4
- Cambios mínimos respecto de los protocolos existentes para encaminado en IPv4 (gestión de direcciones mayores)
  - Unicast: **RIP, OSPF, IS-IS, BGP4+, ...**
  - Multicast: **MOSPF, PIM, ...**
- Se puede utilizar la cabecera de routing con direcciones unicast para encaminar paquetes a través de regiones concretas
  - Por ejemplo, para la selección de proveedores, políticas, prestaciones, etc.



# Router ID

- Los protocolos de routing dinámicos requieren un **router ID** que identifique cada uno de los participantes
- Se usa un **número entero de 32 bits**
- En IPv4 servía el “formato IPv4”: a.b.c.d
- Para IPv6 también sirve y se usan las mismas reglas para definirlo:
  - De forma explícita: router-id a.b.c.d
  - Si no, se busca la mayor dirección IPv4 configurada en las interfaces de loopback (up/up)
  - Si no, la mayor dirección IPv4 de cualquier interfaz no loopback (up/up)



# 1.2 Encaminamiento Estático



# Encaminamiento Estático (1)

- Hay escenarios donde el encaminamiento estático es el adecuado
- Se puebla la tabla de rutas de manera manual
- La información solamente cambiará si se hace de manera manual
- Ventajas: sencillez y rapidez de configuración, no hay necesidad de aprender nada complicado
- Desventajas: No es escalable, no reacciona ante cambios en la red, requiere conocimientos
- Es muy normal utilizar un entorno **híbrido**, con rutas estáticas y dinámicas



# Encaminamiento Estático (2)

- El uso y sintaxis de rutas estáticas con IPv6 es similar al de IPv4
- En Cisco IOS, por ejemplo:

```
ipv6 route prefix/length{outgoing interface [next-hop-address] | next-hop-address } [admin-distance]
```

- Sin embargo existen algunas diferencias:
  1. Como dirección next-hop se puede usar cualquiera del router vecino, incluida la link-local
  2. Si se usa la link-local como next-hop, hay que configurar tanto la interfaz de salida como la dirección de link-local



# 1.3 RIP



# RIPng (1)

- RIP para IPv6 o RIPng esta definido en el RFC2080: RIPng for IPv6
- Basado en RIPv2, RIPng es muy parecido al usado para IPv4
  - Vector distancia
  - Actualizaciones periódicas
  - No se establecen vecinos
  - Máximo 15 hops
  - Split-horizon
  - Se usa UDP (521) para enviar los mensajes RIP
  - La métrica usada es la misma



# RIPng (2)

- RIPng extiende RIPv1 y RIPv2 para soportar
  - Direcciones de 128 bits (Next Hop)
  - Encaminamiento de prefijos IPv6, prefijo/longitud
  - Uso de la dirección FF02::9, del grupo multicast all-RIP-routers, como la dirección destino de los mensajes de update de RIP
  - Se puede usar IPsec para ofrecer autenticación, RIPng no lo soporta



# RIPv2 vs. RIPv6

RIPv2	RIPv6
Mensajes RIP usan IPv4/UDP	Mensajes RIP usan IPv6/UDP
Puerto UDP: 520	Puerto UDP: 521
Puede efectuar sumarización automática	No disponible
Dirección Multicast usada para updates: 224.0.0.9	Dirección Multicast usada para updates: ff02::9
Autenticación: específica de RIP	Autenticación: IPv6 AH/ESP
Vector Distancia, distancia administrativa por defecto 120, soporta VLSM	
Usa split horizon y poison reverse	
Métrica cuenta de saltos, 16 saltos significan infinito	
Actualizaciones completas periódicamente cada 30 segundos (ligeramente variable), sirve para saber que el vecino sigue "vivo"	



# RIPng (3)

- RIPng es sólo para IPv6
  - En un entorno de doble-pila, si se usa RIP harán falta dos procesos distintos: RIPv2 (IPv4) y RIPng (IPv6)
- Cuando habilitemos RIPng en una interfaz, al igual que para RIPv1 y RIPv2, el proceso RIP hará tres cosas:
  1. Enviar actualizaciones RIP por esa interfaz
  2. Procesar las actualizaciones RIP recibidas en esa interfaz
  3. Anunciar las rutas “conectadas” de esa interfaz
- RIPng utiliza las direcciones link-local como next-hop



# 1.4 OSPF

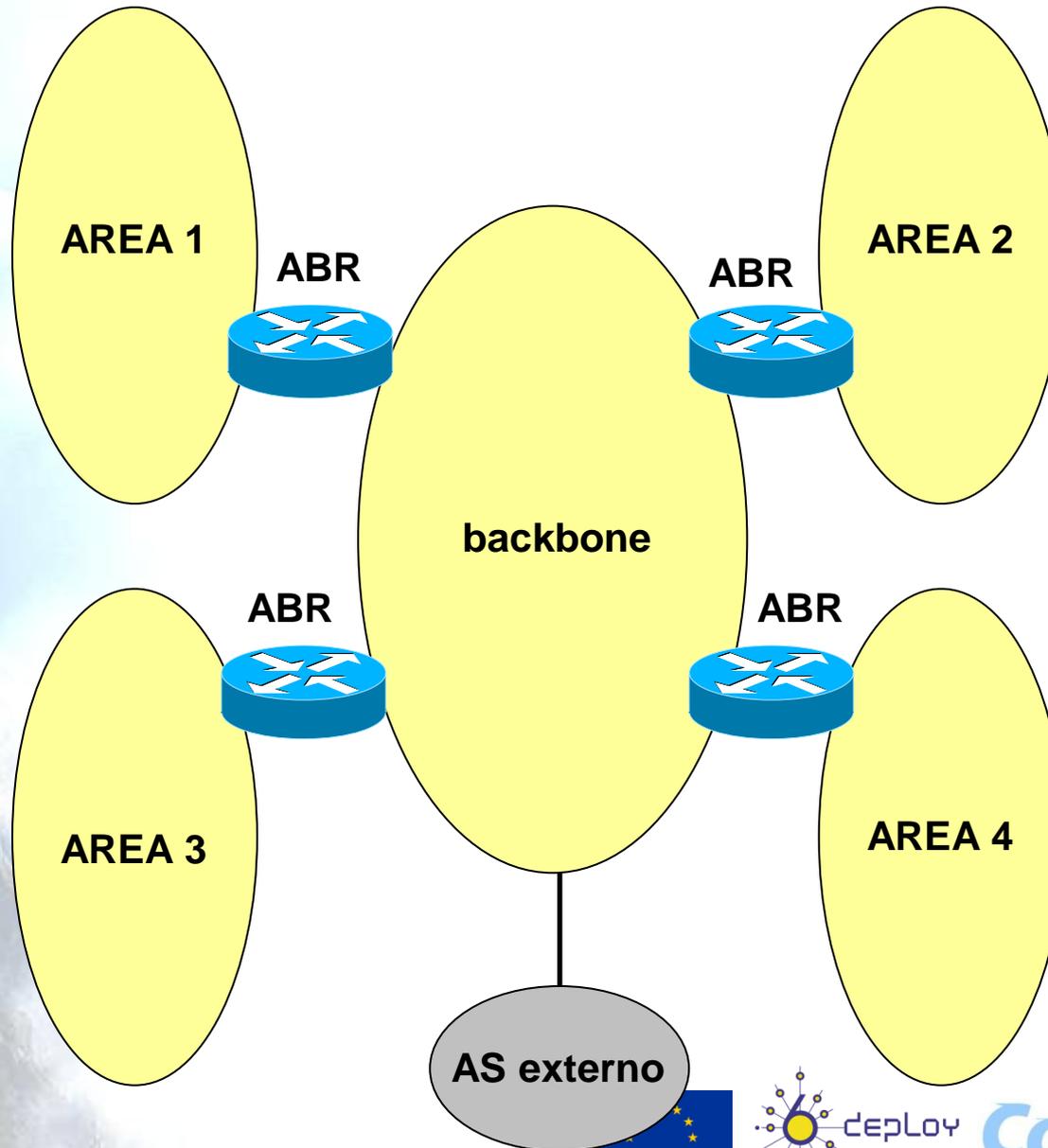


# Visión General OSPF (1)

- Protocolo de encaminamiento IGP de tipo “link-state” que intenta dar solución a las necesidades más avanzadas de los Sistemas Autónomos más exigentes:
  - soporte VLSM (Variable Length Subnet Masking)
  - autenticación
  - rápida convergencia cuando se producen cambios en la topología de la red
  - propagación de rutas por medio de multicast
  - consideración del ancho de banda en la elección de la mejor ruta
- Se divide la red en varias áreas, todas conectadas al área de backbone, para una mejor escalabilidad



# Visión General OSPF (2)



# Visión General OSPF (3)

- OSPF utiliza el protocolo Hello para determinar:
  - Qué interfaces recibirán los LSAs
  - Qué otros encaminadores vecinos existen
  - Si los encaminadores vecinos siguen activos (keepalive)
- Los encaminadores envían LSAs (Link-State Advertisements) a todos los encaminadores de la misma unidad jerárquica por medio de una dirección multicast e incluyen entre otros:
  - Prefijo de red
  - Máscara de red
  - Tipo de red
  - Encaminadores conectados
  - Etc.
- Todos construyen la misma base de datos topológica a partir de los LSAs recibidos
  - Se obtiene la nueva tabla de rutas a partir de la nueva topología.



# OSPF IPv6 (1)

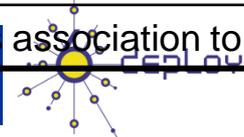
- La versión 3 OSPF, para IPv6 (RFC2740), extiende la versión 2 de OSPF (RFC2328) para soportar el encaminamiento de prefijos IPv6 y las direcciones de 128 bits
- OSPFv3 es solo-IPv6, en un entorno doble-pila hará falta ejecutar dos instancias distintas para IPv4 (OSPFv2) e IPv6 (OSPFv3)
- Nuevas características:
  - Se ejecuta directamente sobre IPv6
  - Se distribuyen prefijos IPv6
  - Nuevos tipos de LSA
  - Utiliza direcciones Multicast:
    - ALLSPFRouters (FF02::5)
    - ALLDRouters (FF02::6)



# OSPF IPv6 (2)

- Puesto que en IPv6 una interfaz de red puede tener más de una dirección, los LSAs en OSPFv3 difieren de los de la versión para IPv4

Código	LSA	Link-State ID
1	Router LSA	Originating router ID of the router. En IPv6 no tienen información de la dirección de red y son independientes del protocolo de red.
2	Network LSA	Interface IP address of the DR En IPv6 no tienen información de la dirección de red y son independientes del protocolo de red.
3	Interarea-prefix LSAs for ABRs	Destination network number. En IPv6 se expresa como prefijo, longitud de prefijo.
4	Interarea-router LSAs for ASBRs	Router ID of AS boundary router
5	Autonomous system external LSAs	Redistributing routes from another AS. En IPv6 se expresa como prefijo, longitud de prefijo y la ruta por defecto, de longitud 0.
8	Link LSA	Local-link flooding scope. Informa de las direcciones link-local de todos los encaminadores del segmento de red
9	Intra-Area-Prefix LSA	Describes association to the router LSA.



# 7.5 IS-IS



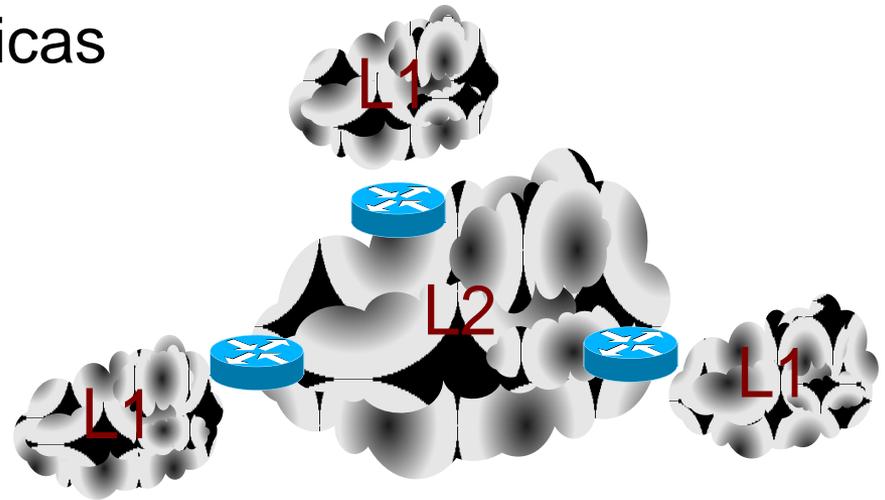
# Visión General IS-IS (1)

- IS-IS es un protocolo de encaminamiento OSI
- Diseñado para soportar el protocolo CLNP
  - Protocolo de la capa de red similar a IP
- Se ha extendido para soportar también IPv4 y IPv6 (RFC5308)



# Visión General IS-IS (2)

- Características
  - Encaminamiento jerárquico
  - Soporte “classless”
  - Uso de direcciones multicast
  - Autenticación mediante password
  - Soporte de múltiples métricas
  - Cálculo SPF local



# Visión General IS-IS (3)

- Se basa en dos niveles jerárquicos (backbone y stub)
- Se envían LSP (Link State Packets)
- La información se envía mediante TLVs (Tag / Length / Value)
- Se definen dos nuevos TLVs para IPv6:
  - IPv6 Reachability
  - IPv6 Interface Address
- Se define un nuevo identificador de red para IPv6:
  - IPv6 NLPID



# 7.6 BGP



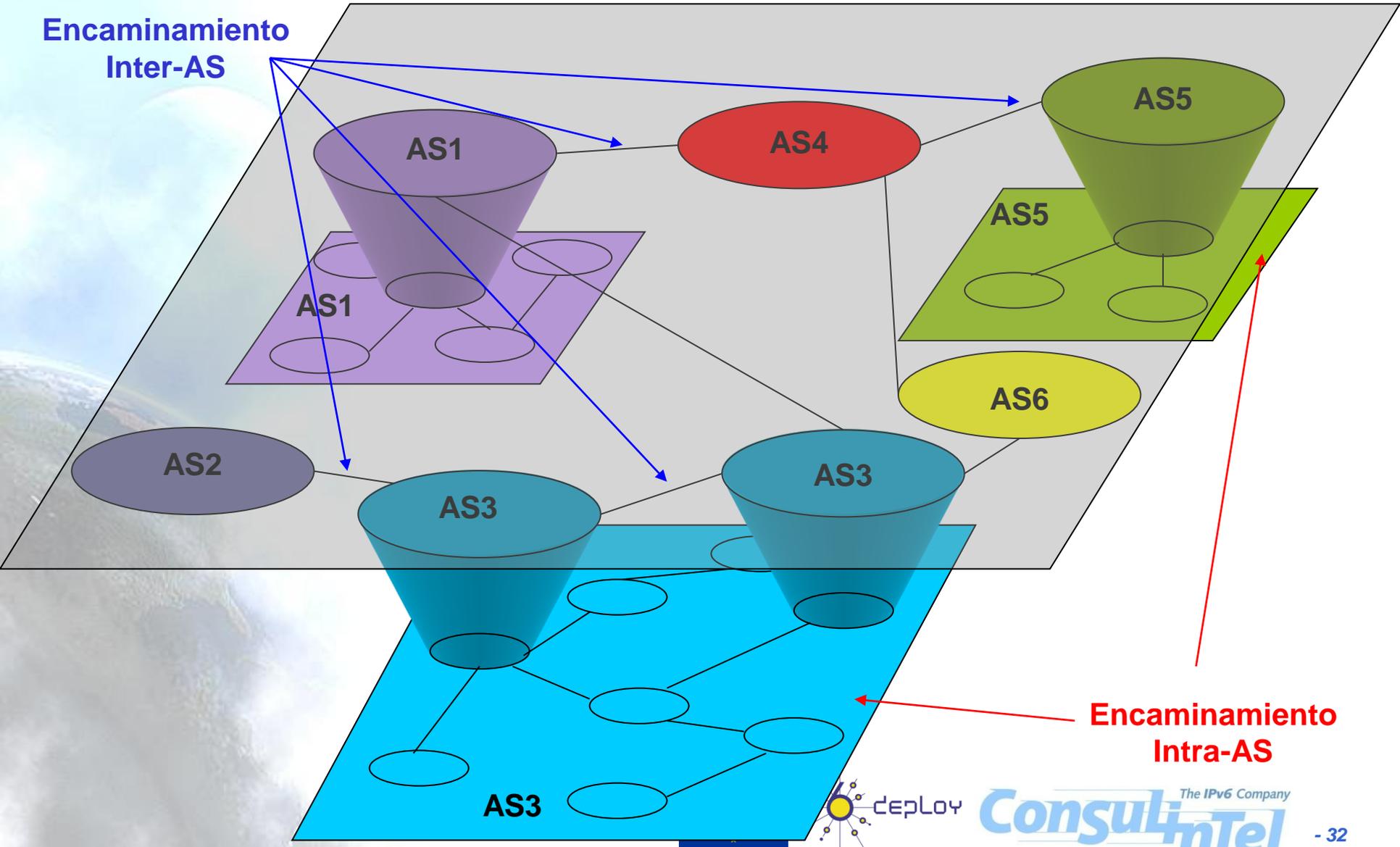
# Visión General de BGP (1)

- Sistema Autónomo (AS):
  - Conjunto de redes con políticas de enrutamiento comunes
  - El mismo protocolo de enrutamiento
  - Usualmente bajo el control administrativo de la misma entidad
- El encaminamiento en Internet se hace a dos niveles
  - Intra-AS => IGP
    - La gestión de cada AS es local, lo cual incluye el tipo de protocolo de encaminamiento usado
  - Inter-AS => EGP
    - Requiere una estandarización para que todos los ASs sean alcanzados por todos.
      - BGP estándar “de facto”



# Visión General de BGP (2)

Encaminamiento Inter-AS



Encaminamiento Intra-AS



# Visión General de BGP (3)

- BGP “Border Gateway Protocol”
  - estándar “de facto”
- Se basa en el PVP (Path Vector Protocol)
  - Similar al Distance Vector
  - Cada encaminador frontera envía a sus vecinos (“peerings”) la ruta completa a un destino, no solo la distancia
  - El camino (path) es una secuencia de ASs hasta el destino
    - Ejemplo: Path(X,Z)=X, Y1, Y2, Y3, Y5, Z



# Visión General de BGP (4)

- Se utiliza TCP para el intercambio de mensajes BGP
  - OPEN – abre una conexión TCP
  - UPDATE – anuncia o confirma un nuevo camino
  - KEEPALIVE – en ausencia de UPDATES sirve para mantener abierta la conexión TCP y como ACK de un mensaje OPEN
  - NOTIFICATION – informa de errores en mensajes precedentes y para cerrar conexiones



# Definiciones BGP

- **AS Vecinos (Neighbors)** – ASs con los que se intercambia información de enrutamiento directamente
- **Anunciar (Announce)** – enviar información de enrutamiento a un vecino
- **Aceptar (Accept)** – recibir y utilizar información de enrutamiento enviada por un vecino
- **Originar (Originate)** – insertar información de enrutamiento en anuncios externos (usualmente como resultado de un IGP)
- **Vecinos (Peers)** – enrutadores, en AS vecinos o dentro del mismo AS, con los se intercambia información de políticas y enrutamiento

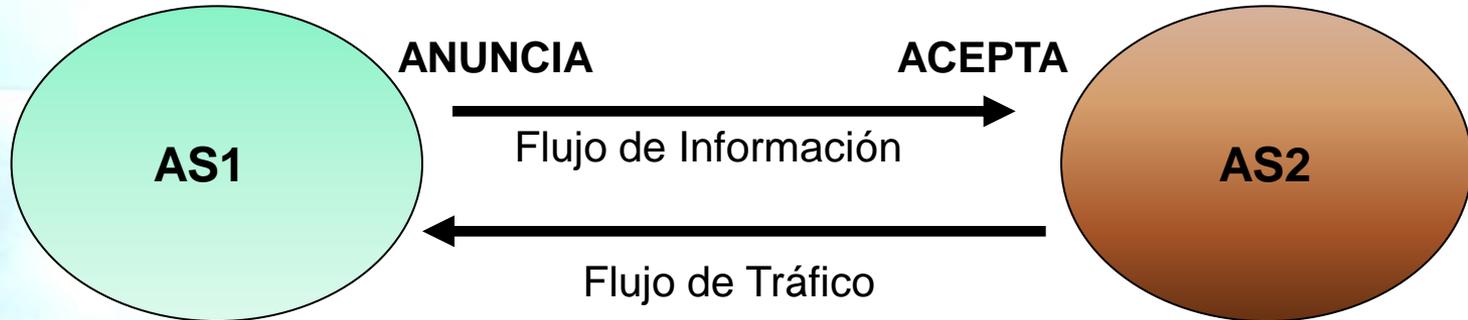


# Flujo de Información y Tráfico (1)

- El flujo de tráfico ocurre en la dirección opuesta al flujo de la información de enrutamiento
  - Filtrado de información de enrutamiento a la salida inhibirá el flujo de tráfico hacia adentro
  - Filtrado de la información de enrutamiento a la entrada inhibirá el flujo de tráfico hacia fuera

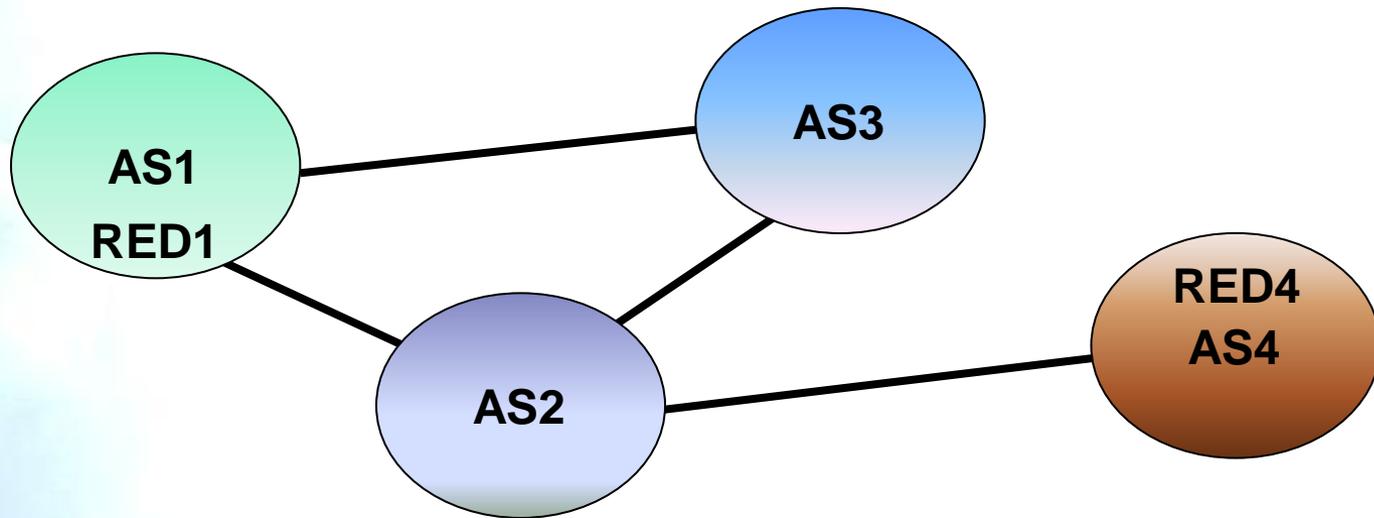


# Flujo de Información y Tráfico (2)



- AS2 aprende cómo llegar a AS1
- AS2 también debe anunciar su información para que AS1 sepa cómo llegar
- Para que haya comunicación, ambos deben anunciarse

# Flujo de Información y Tráfico (3)



- Para que red RED1 en AS1 puede enviar tráfico hacia red RED4 en AS4:
  1. AS4 debe originar y anunciar RED4 hacia AS2
  2. AS2 debe aceptar RED4 desde AS4
  3. AS2 debe anunciar RED4 hacia AS1 o AS3
  4. AS1 debe aceptar RED4 desde AS2 o AS3
- Para que los paquetes fluyan en la otra dirección, AS1 debe implementar políticas similares.

# eBGP

## eBGP – External BGP

- Entre routers en AS diferentes
- Usualmente con conexión directa
- Con next-hop apuntando a si mismo
- Se modifica el AS\_PATH

- Router B

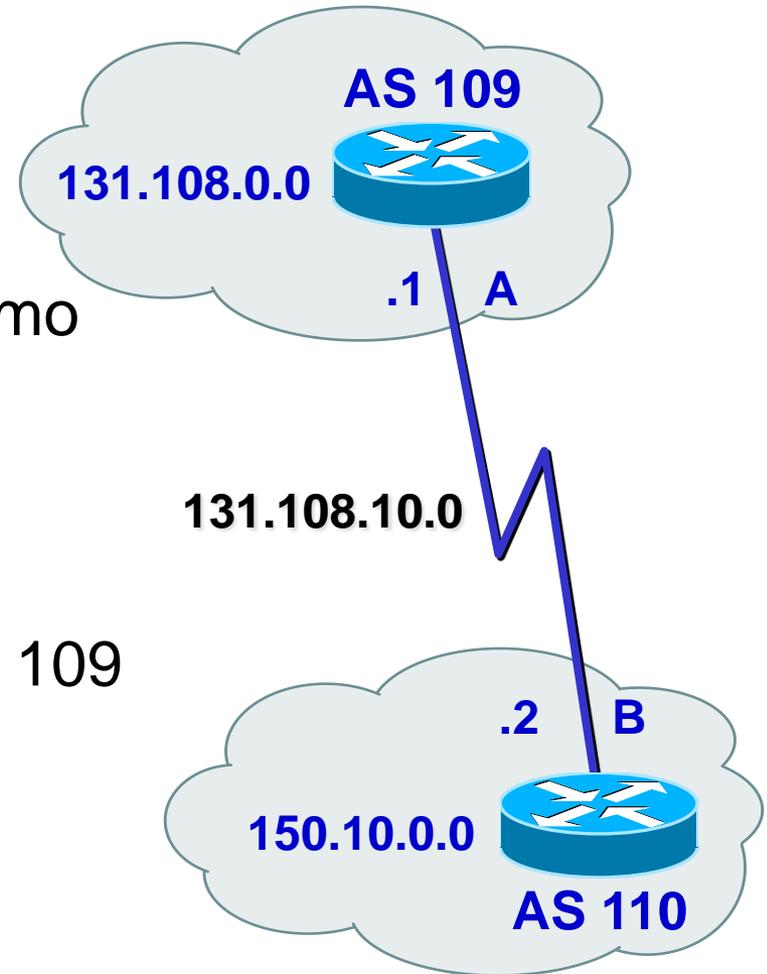
```
router bgp 110
```

```
neighbor 131.108.10.1 remote-as 109
```

- Router A

```
router bgp 109
```

```
neighbor 131.108.10.2 remote-as 110
```



# iBGP

## iBGP – Internal BGP

- Vecinos en el mismo AS
- No se modifica el Next-hop ni el AS\_PATH
- No necesariamente con conexión directa
- No anuncia otras rutas aprendidas por iBGP
- Se pueden usar direcciones de loopback (alcanzables) para peering

- Router B:

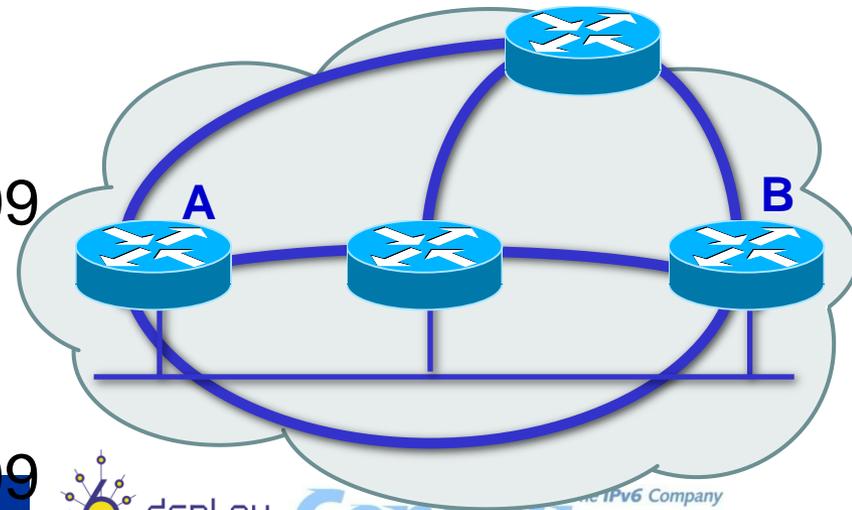
```
router bgp 109
```

```
neighbor 131.108.30.2 remote-as 109
```

- Router A:

```
router bgp 109
```

```
neighbor 131.108.20.1 remote-as 109
```



# BGP para IPv6 (BGP4+) (1)

- La versión actual de BGP es la versión 4, i.e. BGP4
  - BGP4 (BGP para IPv4) se describe en RFC4271
- Las Extensiones Multiprotocolo para BGP [RFC4760], i.e. BGP4+, permiten usar BGP4 con diferentes familias de direcciones (address family), tales como IPv6 y Multicast



# BGP para IPv6 (BGP4+) (2)

- Las extensiones multiprotocolo para BGP para IPv6 soportan las mismas funcionalidades y características que BGP para IPv4
  - Las extensiones para IPv6 incluyen el soporte para
    - La familia de direcciones IPv6 (IPv6 address family) y la network layer reachability information (NLRI)
    - El atributo de next hop (el router siguiente en el camino hacia el destino), que ahora usa direcciones IPv6
- Las extensiones multiprotocolo para BGP para IPv6 Multicast soportan las mismas funcionalidades y características que BGP para IPv4 Multicast
  - Las extensiones para IPv6 Multicast incluyen el soporte para
    - La familia de direcciones IPv6 Multicast (IPv6 Multicast address family) y la network layer reachability information (NLRI)
    - El atributo de next hop (el router siguiente en el camino hacia el destino), que ahora usa direcciones IPv6 Multicast



# Características de BGP4+ (1)

- Los únicos componentes de información de BGP que son específicos para IPv4 son los atributos
  1. NEXT\_HOP (expresado como una dirección IPv4)
  2. AGGREGATOR (contiene una dirección IPv4)
  3. NLRI (expresado como prefijos de direcciones IPv4)
- RFC4760 asume que cualquier router BGP (incluyendo los que soportan el mismo RFC4760) tiene una dirección IPv4 (la cual se usará, entre otras cosas en el atributo de AGGREGATOR)



# Características de BGP4+ (2)

- Se definen dos nuevos atributos opcionales y no-transitivos (permite compatibilidad hacia atrás)
  - **Multiprotocol Reachable NLRI (MP\_REACH\_NLRI)**, contiene la información de los destinos alcanzables, así como la información de next hop usada para hacer el reenvío (forwarding) hacia esos destinos
  - **Multiprotocol Unreachable NLRI (MP\_UNREACH\_NLRI)**, contiene la información de los destinos inalcanzables
- Cada atributo contiene una o más triplas:
  - **AFI** (Address Family Information)
  - **NEXT\_HOP** Information (debe ser de la misma address family)
  - **NLRI** Network Layer Reachability Information (independiente del protocolo)



# Gracias !!

## Contacto:

– Alvaro Vives (Consulintel):

[alvaro.vives@consulintel.es](mailto:alvaro.vives@consulintel.es)



The IPv6 Company  
**Consulintel**