

Módulo 04

La Capa de Red

(Pt. 5)



Redes de Computadoras
Depto. Cs. e Ing. de la Comp.
Universidad Nacional del Sur



Copyright

- Copyright © 2010-2024 A. G. Stankevicius
- Se asegura la libertad para copiar, distribuir y modificar este documento de acuerdo a los términos de la **GNU Free Documentation License**, versión 1.2 o cualquiera posterior publicada por la Free Software Foundation, sin secciones invariantes ni textos de cubierta delantera o trasera
- Una copia de esta licencia está siempre disponible en la página <http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>
- La versión transparente de este documento puede ser obtenida de la siguiente dirección:

<http://cs.uns.edu.ar/~ags/teaching>

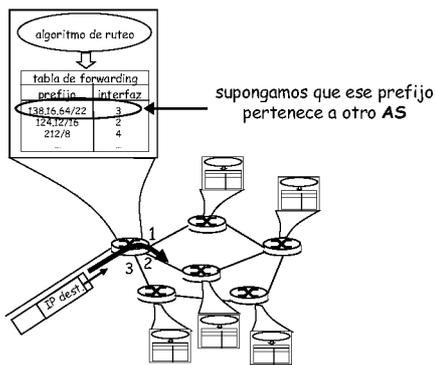
Contenidos

- Modelos de servicios de la capa de red
- Estructura interna de un router
- El protocolo **IP**
- **IPv4 vs. IPv6**
- Protocolos de ruteo
- Ruteo jerárquico
- Ruteo en internet
- Multicast

Putting it altogether

- Pregunta del millón: ¿cómo llega la información de una cierta entrada de la tabla de forwarding de un router hasta ese router?
 - La respuesta es no es simple
 - Este ejercicio a manera de ejemplo integra el funcionamiento de **BGP** con el de **OSPF**
 - De paso, nos da una idea (si bien somera) de cómo trabaja el protocolo **BGP** en la práctica

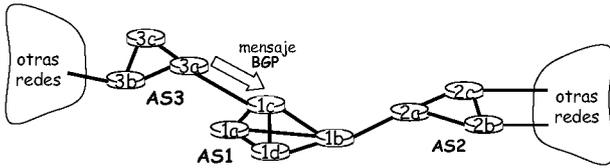
Putting it altogether



Putting it altogether

- Esta tarea admite ser descompuesta en tres subtareas:
 - El router en primer lugar descubre al prefijo en cuestión
 - Luego, el router determina por qué interfaz rutear los datagramas para ese prefijo
 - Como último paso el router incorpora el par prefijo-interfaz en su tabla de forwarding

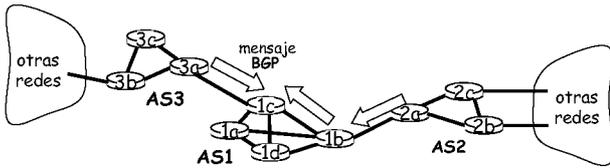
El router descubre al prefijo



- El mensaje **BGP** contiene rutas:

- Una ruta es un prefijo junto con sus atributos
- Por caso, prefijo: **138.16.64/22**; **AS-PATH: AS3 AS13 AS20**; **NEXT-HOP: 201.44.13.125**

El router debe elegir



- El router puede recibir varias rutas alternas para alcanzar al mismo prefijo

- Naturalmente debe optar por una de ellas

El router debe elegir

- El router elegirá la ruta en base al camino más corto reflejado en el atributo **AS-PATH**:

- Por caso, ¿cuál conviene entre estos dos caminos?

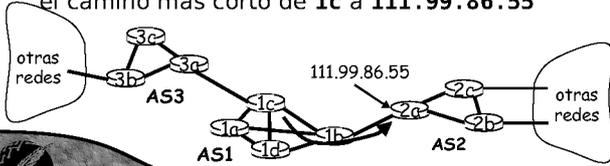
Prefijo: **138.16.64/22**; **AS-PATH: AS2 AS8**

Prefijo: **138.16.64/22**; **AS-PATH: AS3 AS13 AS20**

- ¿Y si hay un empate?

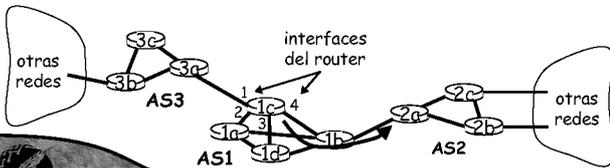
¿Qué interfaz debe usar?

- Usaremos el valor del atributo **NEXT-HOP** del camino seleccionado
 - Este atributo es la dirección **IP** de la interfaz del router que comienza el camino contenido en **AS-PATH**
 - Por caso: **AS-PATH: AS2 AS8; NEXT-HOP: 111.99.86.55**
 - El router usa por ejemplo **OSPF** para encontrar el camino más corto de **1c** a **111.99.86.55**



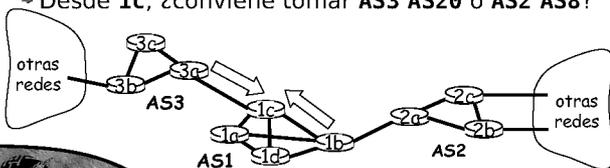
¿Qué interfaz debe usar?

- A esta altura, el router identifica qué interfaz debe utilizar:
 - El protocolo **OSPF** provee el camino más corto, la interfaz utilizada será incorporada a la tabla de forwarding
 - Por caso, se agregará (**138.16.64/22**, interfaz **4**)



Hot potato routing

- Retomemos el caso hipotético de que se encuentren múltiples rutas óptimas
- Simplemente se debe optar por la ruta que cuente con el **NEXT-HOP** más cercano
 - Simplemente usaremos la información de **OSPF**
 - Desde **1c**, ¿conviene tomar **AS3 AS20** ó **AS2 AS8**?



Síntesis

1) El router descubre al prefijo

→ A través de los mensajes de propagación de rutas del protocolo **BGP**

2) El router determina por qué interfaz va a acceder a ese prefijo

- Usa **BGP** para comparar los caminos inter-**AS**
- En base a **OSPF** encuentra la mejor ruta intra-**AS**
- Finalmente, toma nota de cuál interfaz ha de usar

3) Por último, incorpora este par a la tabla

Inter-AS vs. intra-AS

● Para entender por qué razón es conveniente poder contar con diferentes algoritmos a nivel inter-**AS** e intra-**AS** debemos analizar esta problemática desde diversos enfoques.

● Considerando el establecimiento de políticas:

- **Inter-AS**: los administradores desean tener control total sobre cómo rutean su propio tráfico y más aun, elegir el tráfico de quién más atravesará sus redes
- **Intra-AS**: existe un único administrador, por lo que no hay decisiones políticas que tomar

Inter-AS vs. intra-AS

● Considerando la posibilidad de poder escalar la infraestructura:

- El ruteo jerárquico se transforma en una necesidad a la hora de disminuir el tamaño de la tablas de ruteo y de reducir el tráfico producto de las actualizaciones

● Considerando el desempeño:

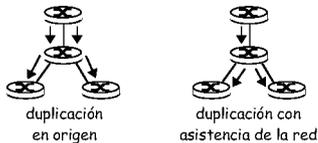
- **Intra-AS**: se puede y es conveniente elegir una solución que brinde un alto desempeño
- **Inter-AS**: las decisiones políticas puede tener más importancia que el desempeño

Taxonomía de tráfico

- La capa de red puede soportar distintos tipos de tráfico:
 - Tráfico unicast: el cual involucra un único origen y un único destino
 - Tráfico broadcast: el cual involucra un único origen pero la totalidad de los nodos como destino
 - Tráfico multicast: el cual involucra un único origen pero un subconjunto propio del total de los nodos como destino

Ruteo broadcast

- Al enrutar tráfico de tipo broadcast debería ser evidente que en algún punto se debe duplicar el datagrama original
 - Al hacer broadcast via unicast se toma la decisión de duplicar el datagrama en origen
 - Al hacer broadcast con asistencia de la capa de red, el datagrama se va duplicando a medida que haga falta

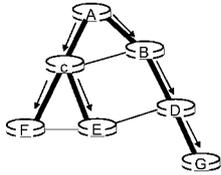


Asistencia de la capa de red

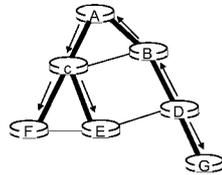
- La capa de red puede asistir en esta tarea de diversas formas:
 - Inundación indiscriminada: los routers replican por todas sus interfaces los datagramas que van recibiendo
 - Inundación selectiva: los routers sólo replican por todas sus interfaces la primera vez que toman contacto con un cierto datagrama
 - Árbol cubriente: los routers sólo replican por determinadas interfaces los datagramas recibidos

Árbol cubriente

- Primeramente, se construye el árbol cubriente
- Luego, los nodos propagan los datagramas sólo sobre los arcos de dicho árbol



broadcast iniciado en A

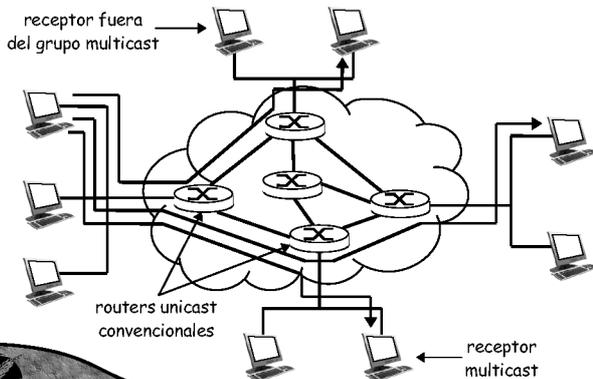


broadcast iniciado en D

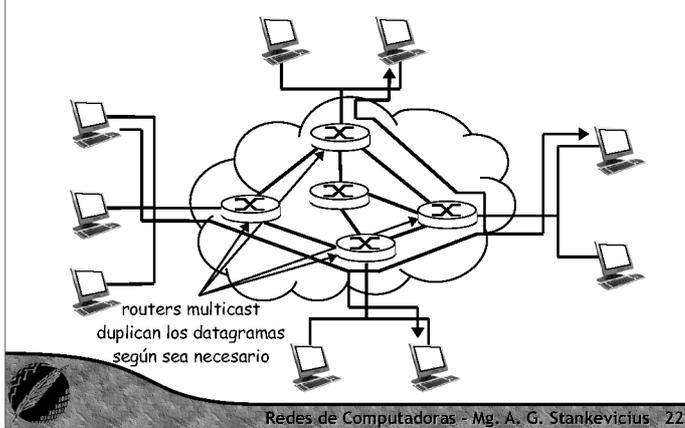
Ruteo multicast

- El ruteo multicast consiste en distribuir el mismo datagrama a múltiples destinos
- ¿Cómo implementar el ruteo multicast?
 - Haciendo uso de tantos envíos unicast como sea necesario (duplicación en origen)
 - Otra posibilidad es contar con alguna forma de asistencia por parte de la capa de red
 - Finalmente se puede implementar el multicast a nivel de la capa de aplicaciones

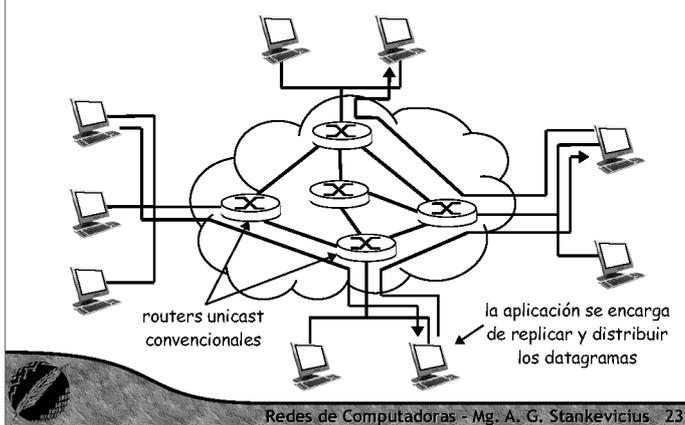
Multicast via unicast



Multicast con soporte de red



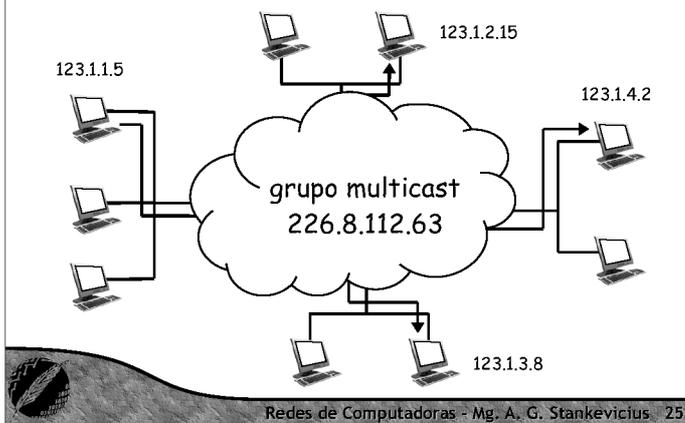
Multicast via aplicaciones



Multicast en internet

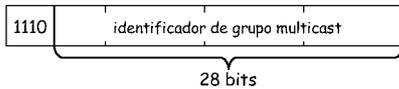
- La implementación de multicast en internet se basa en agregar un nivel de indirección a la infraestructura de red preexistente
 - Las computadores direccionan el tráfico multicast hacia una dirección en particular que denota a un cierto grupo multicast
 - Los routers se encargan de hacer llegar una copia de esos datagramas a las direcciones **IP** efectivas de las computadoras que conformen ese grupo multicast

Multicast en internet



Grupos multicast

- La clasificación de las direcciones **IP** reservó un conjunto de direcciones para ser usadas como identificadores de grupos multicast



- Semántica del grupo multicast:
 - Cualquiera puede unirse al grupo multicast
 - Cualquiera puede enviar al grupo multicast

Incorporación a un grupo

- La incorporación a un grupo multicast se lleva adelante en dos etapas:
 - **En la red de área local:** la computadora informa al router multicast local que desea incorporarse a un cierto grupo multicast haciendo uso del protocolo **IGMP** (Internet Group Management Protocol)
 - **En la red de área amplia:** el router local interactúa con otros routers para recibir el flujo de datagramas multicast correspondiente haciendo uso de diversos protocolos (por caso, **DVMRP**, **MOSPF**, **PIM**, etc.)

¿Preguntas?
