

Clase 12

Características del enrutamiento dinámico en Internet

Tema 4.- Enrutamiento con IP

Dr. Daniel Morató

Redes de Ordenadores

*Ingeniero Técnico de Telecomunicación Especialidad en
Sonido e Imagen, 3º curso*

Temario

- 1.- Introducción
- 2.- Nivel de enlace en LANs
- 3.- Interconexión de redes IP
- 4.- Enrutamiento con IP
- 5.- Nivel de transporte en Internet
- 6.- Nivel de aplicación en Internet
- 7.- Ampliación de temas

Temario

1.- Introducción

2.- Nivel de enlace en LANs

3.- Interconexión de redes IP

4.- Enrutamiento con IP

- Características del enrutamiento dinámico en Internet

- Tipos de algoritmos. Enrutamiento Distance-Vector

- RIP

- Problemas de RIP

5.- Nivel de transporte en Internet

6.- Nivel de aplicación en Internet

7.- Ampliación de temas

Objetivos

- Conceptos básicos del enrutamiento jerárquico en Internet

Contenido

- Introducción
- Enrutamiento jerárquico
 - IGPs
 - EGPs
- Estructura de Internet

Contenido

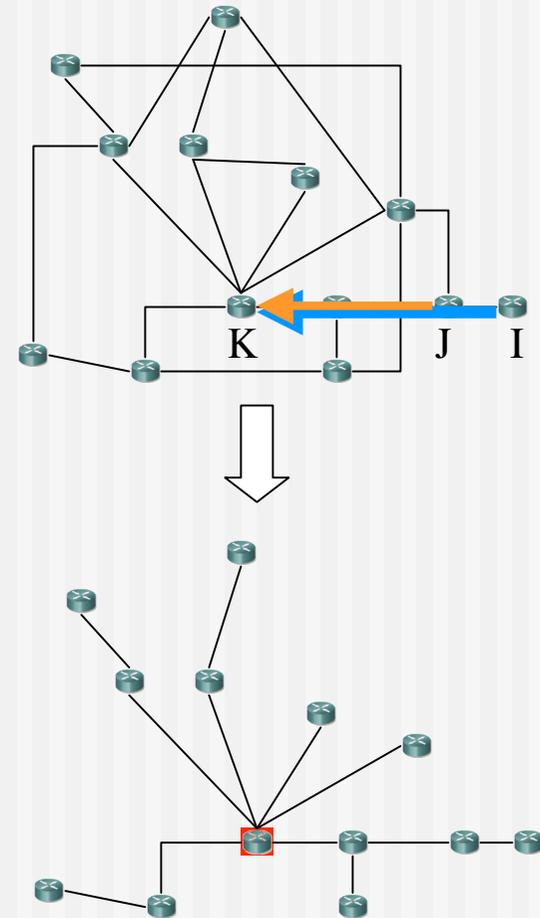
- **Introducción**
- **Enrutamiento jerárquico**
 - IGP
 - EGP
- **Estructura de Internet**

Funciones del nivel de red

- Forwarding (data plane)
- Routing (control plane)

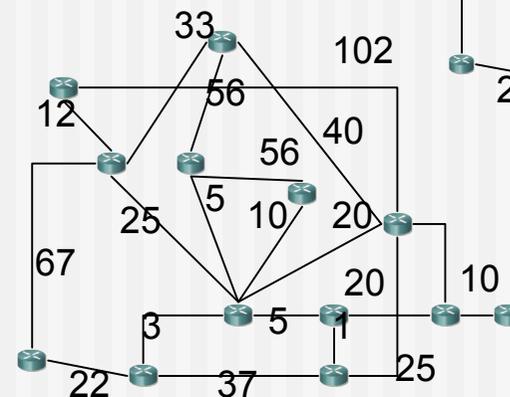
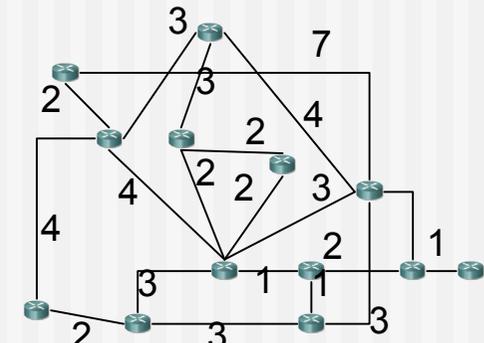
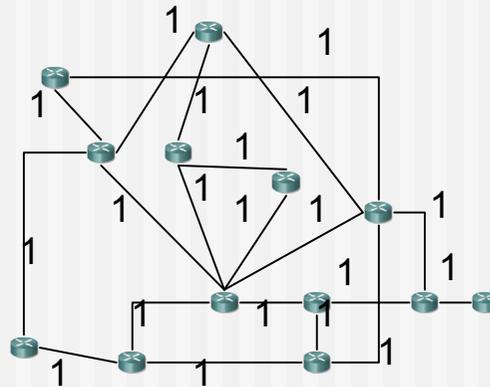
Principio de optimalidad

- Si router *J* está en el camino óptimo desde *I* a *K* entonces el camino óptimo de *J* a *K* está en la misma ruta (...)
- Si existiera una ruta mejor de *J* a *K* se podría concatenar con el de *I* a *J*
- El conjunto de rutas óptimas a un destino es un árbol = ***sink tree*** (...)
- Árbol \Rightarrow sin lazos (*loops*)



¿Camino óptimo?

- **Shortest path**
- ¿Cómo medirlo?
 - Número de *saltos*
 - Distancia geográfica
 - Retardo
- Peso de cada vértice:
 - BW
 - Tráfico medio
 - Coste (€€)
 - Longitud media de cola
 - Combinación



Construcción de las tablas de rutas

¿Estática o dinámica?

Estática:

- Configuración manual
- Cambios lentos

Dinámica:

- Mediante un protocolo de enrutamiento
 - Escalabilidad
 - Adaptabilidad
 - Complejidad

¿Información global o descentralizada?

Global:

- Todos los routers tienen información completa de la topología y los costes de los enlaces
- Algoritmos “link state”

Descentralizada:

- El router conoce solo a sus vecinos
- Mediante un proceso iterativo intercambia esa información con sus vecinos
- Algoritmos “distance vector”

Contenido

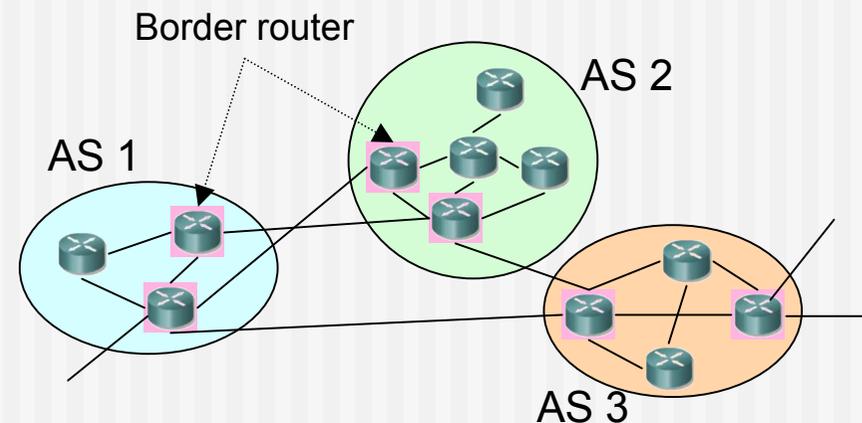
- Introducción
- **Enrutamiento jerárquico**
 - **IGPs**
 - **EGPs**
- Estructura de Internet

Enrutamiento jerárquico

- Escala:** con centenares de millones de destinos
- ¡No se pueden tener todos los destinos en las tablas de rutas!
 - Memoria
 - CPU
 - BW para informar de rutas
 - Autonomía administrativa
 - Cada administrador de red quiere controlar el enrutamiento dentro de su red

Enrutamiento jerárquico

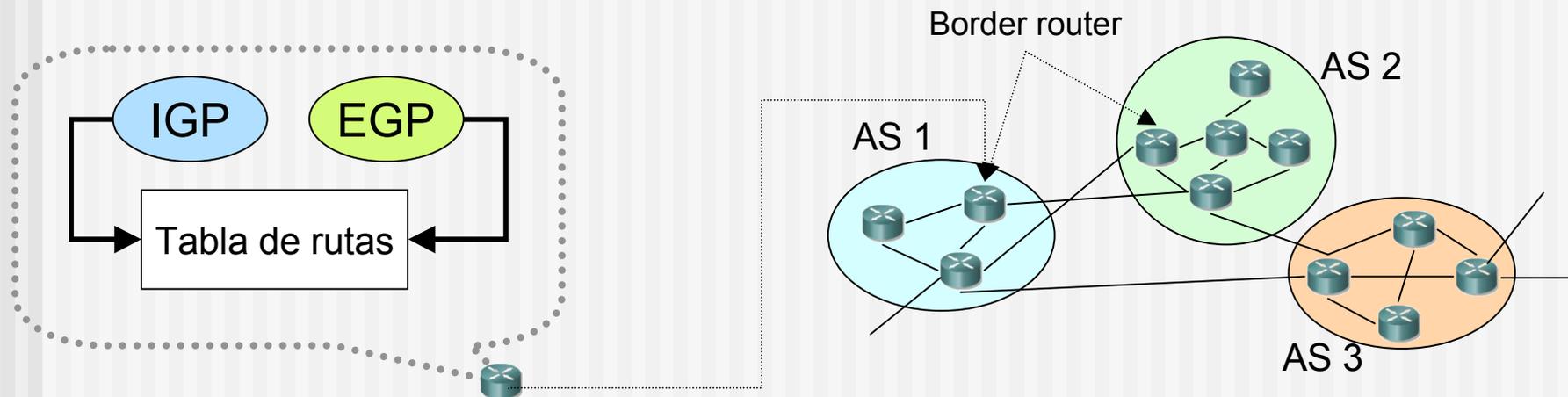
- Agrupar routers en regiones: “Autonomous Systems” (AS)
- Routers de un AS un solo administrador
- Normalmente los routers en el mismo AS emplean el mismo protocolo de enrutamiento
 - IGP = Interior Gateway Protocol
 - Routers en diferentes AS pueden emplear diferente IGP
 - Interior *oculto*
- Comunicar información de enrutamiento entre los AS
 - EGP = Exterior Gateway Protocol
 - Entre los **border routers** o routers frontera de los AS



Enrutamiento jerárquico

Border router

- La tabla de rutas es configurada por ambos
 - IGP: rutas a destinos internos
 - EGP: rutas a destinos externos
- IGP da las rutas internas
 - ¿Si hay más de un enlace al exterior?
 - EGP debe informar de a qué destinos se puede llegar por cada uno



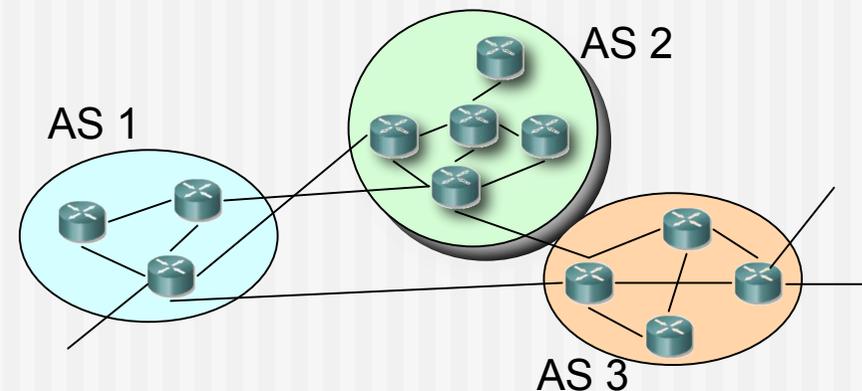
Interior Gateway Protocols (IGP)

Características:

- Simples
- Calculan caminos eficientes respecto a una métrica
- Recalculan rápidamente ante cambios
- No escalan bien para redes grandes

Los más comunes:

- RIP: Routing Information Protocol
- OSPF: Open Shortest Path First
- IGRP: Interior Gateway Routing Protocol (propietario de Cisco)



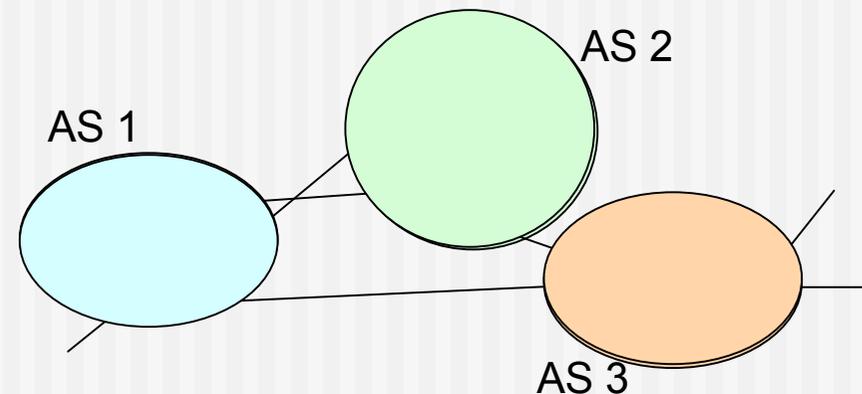
Exterior Gateway Protocols (EGP)

Características:

- Mejor escalabilidad
- Habilidad para agregar rutas
- Habilidad para expresar políticas
- Mayor carga en el router

BGP (Border Gateway Protocol): *estándar de facto*

- Algoritmo *path-vector* : anuncia el camino completo al destino (como una secuencia de ASs)
- Los anuncios emplean conexiones TCP entre los routers

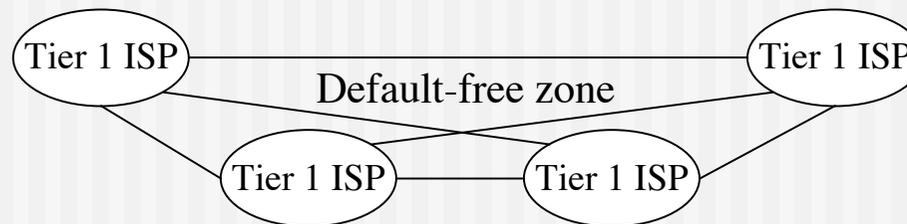


Contenido

- Introducción
- Enrutamiento jerárquico
 - IGP's
 - EGP's
- **Estructura de Internet**

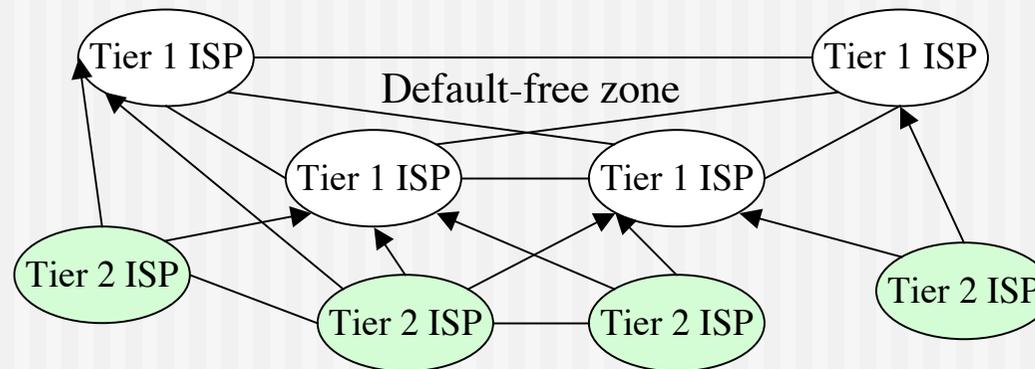
Estructura de Internet

- Tier-1 ISPs o Internet backbone networks
 - Grandes proveedores internacionales (AT&T, BBN, BT, Cable&Wireless, Sprint, UUNET, etc.)
 - Conexión completamente mallada
 - No emplean “ruta por defecto”, tienen rutas a todas las redes (Junio04: 140.396 rutas)



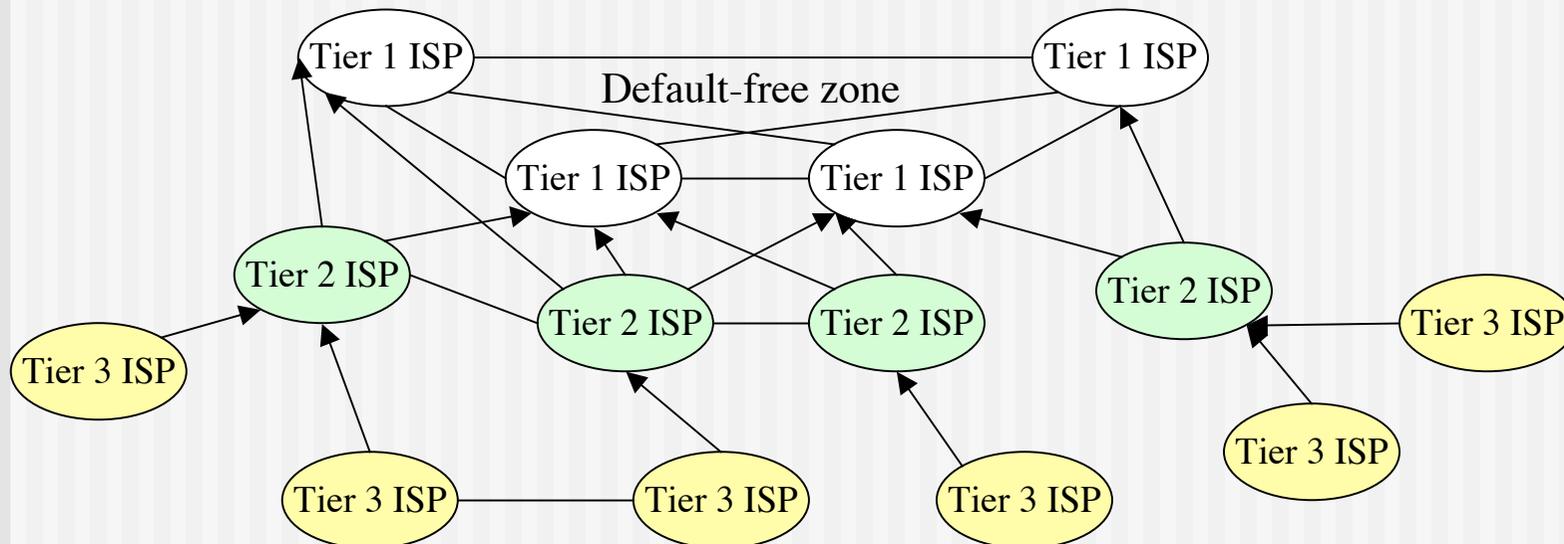
Estructura de Internet

- Tier-2 ISPs
 - Regionales o nacionales
 - Se conectan (peering agreement) a unos pocos tier-1 ISPs (ellos son los clientes y el tier-1 el proveedor de tránsito)
 - Se pueden conectar a otros tier-2



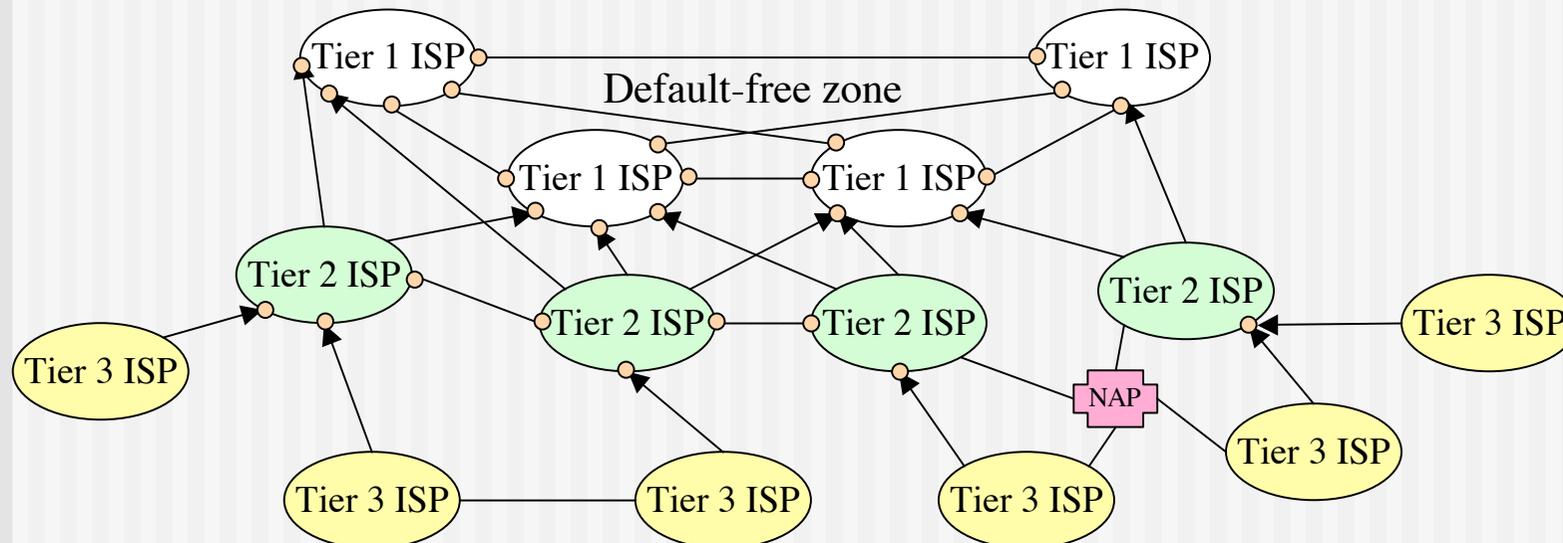
Estructura de Internet

- Tier-3 ISPs
 - ISPs locales de acceso
 - Se conectan a uno o más tier-2 y entre ellos



Estructura de Internet

- **Points of Presence** (POPs)
- **NAPs** (Network Access Points) o **IXP** (Internet eXchange Point)
 - Son redes de alta velocidad en sí mismas
 - Pretenden ahorrar €€
 - Reducir retardo
 - Mantener local el tráfico local (ej: Espanix)



Resumen

- Los routers (conmutadores de paquetes) reenvían paquetes IP en función de sus tablas de rutas
- Aprenden estas tablas por medio de protocolos de enrutamiento
- La estructura de Internet es jerárquica (Tiers)
- Esto lleva a un enrutamiento jerárquico dividido en:
 - Intradomain
 - Interdomain
 - Diferente problemática para ambos

Temario

1.- Introducción

2.- Nivel de enlace en LANs

3.- Interconexión de redes IP

4.- Enrutamiento con IP

- Características del enrutamiento dinámico en Internet

- Tipos de algoritmos. Enrutamiento Distance-Vector

- RIP

- Problemas de RIP

5.- Nivel de transporte en Internet

6.- Nivel de aplicación en Internet

7.- Ampliación de temas

Próxima clase

Tipos de algoritmos de enrutamiento
Enrutamiento Distance-Vector