

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
  - IGP
  - EGP
- Estructura de Internet

# Contenido

---

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

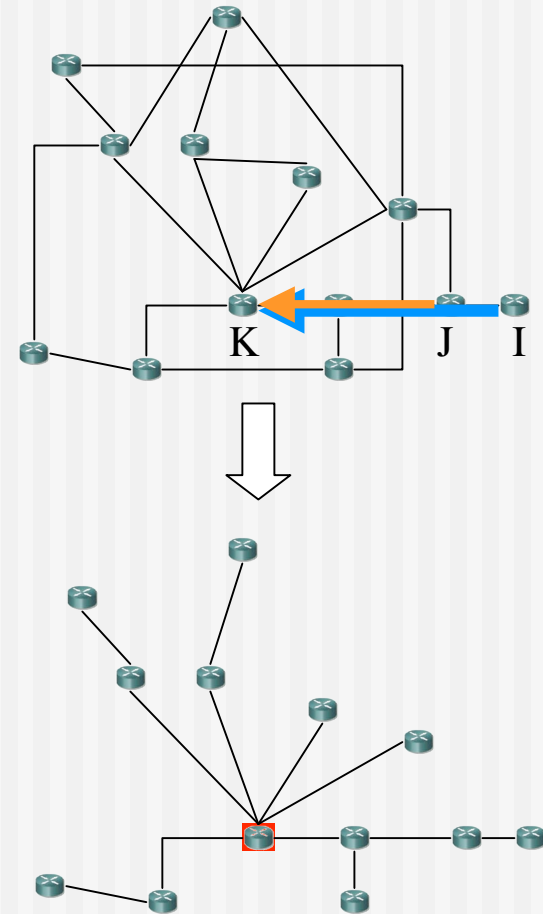
# Funciones del nivel de red

---

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

# Principio de optimalidad

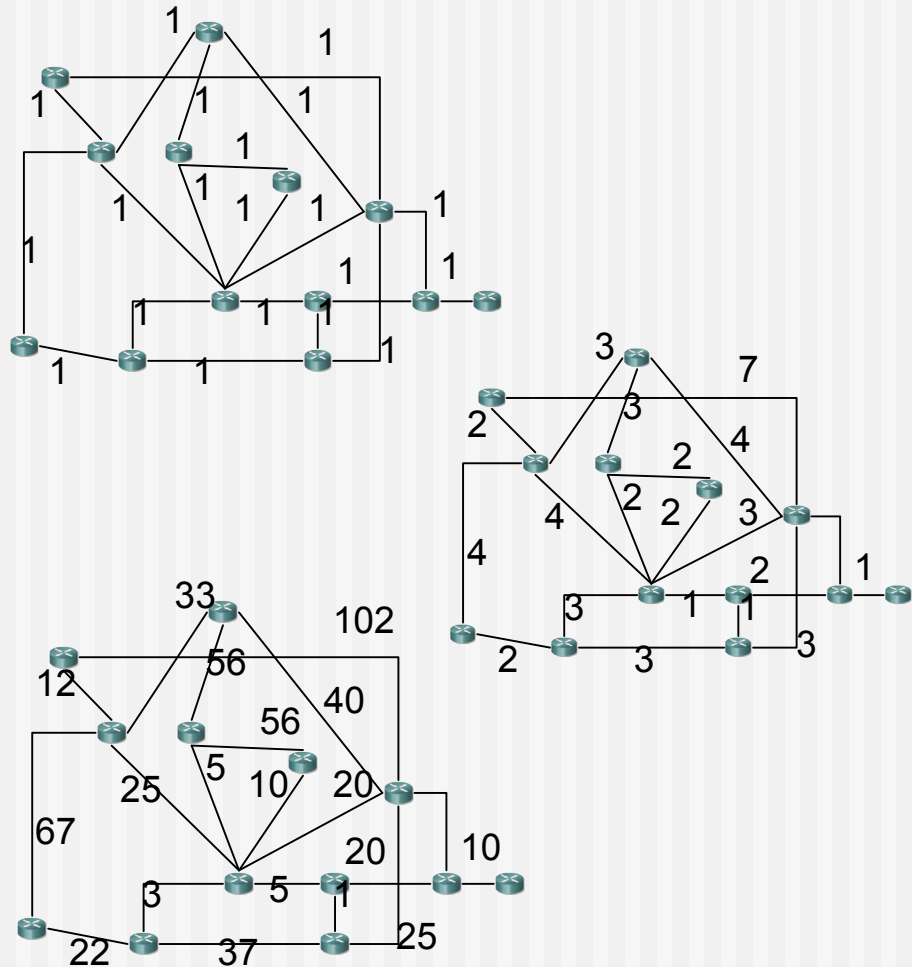
- Si router *J* está en el camino óptimo desde *I* a *K* entonces el camino óptimo de *J* a *K* está en la misma ruta (...)
- Si existiera una ruta mejor de *J* a *K* se podría concatenar con el de *I* a *J*
- El conjunto de rutas óptimas a un destino es un árbol = ***sink tree*** (...)
- Árbol  $\Rightarrow$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

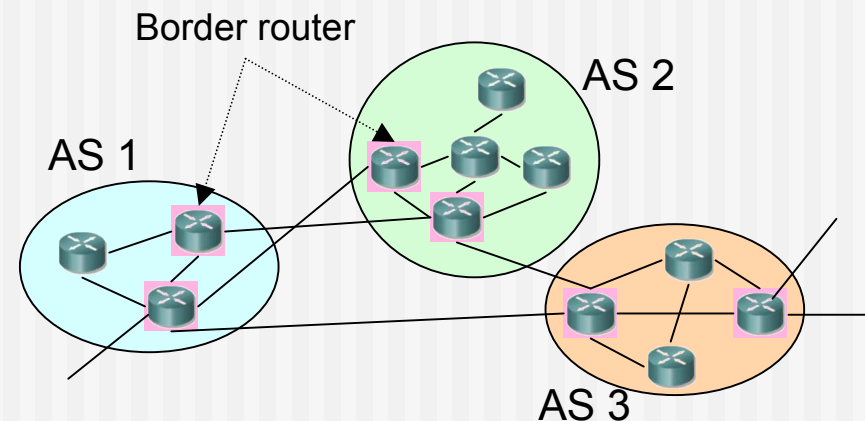
# Enrutamiento jerárquico

---

- **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

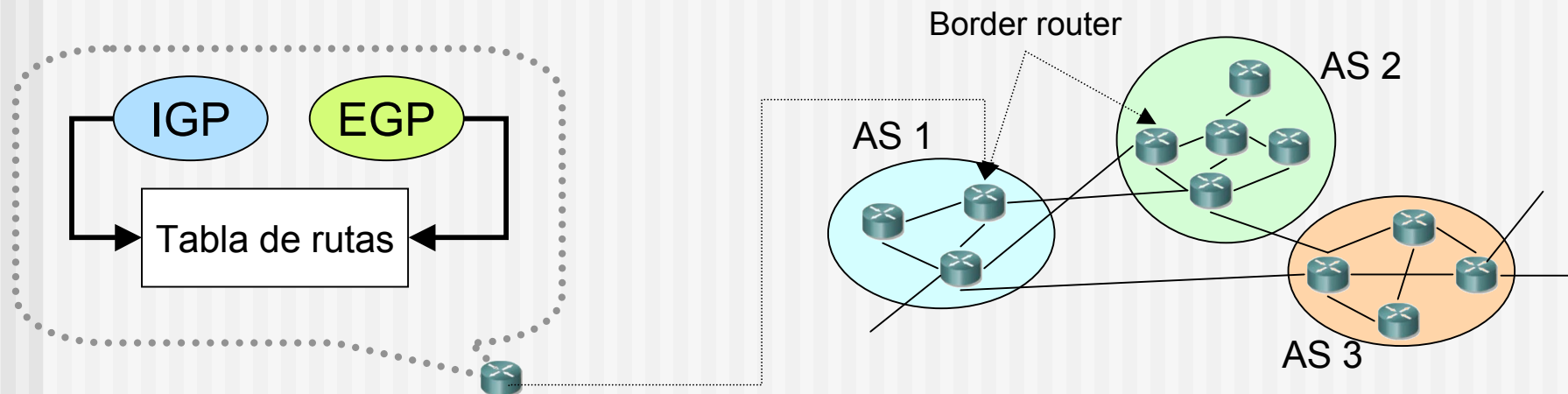
- Agrupar routers en regiones: “Autonomous Systems” (AS)
- Routers de un AS un solo administrador
- Normalmente los routers en el mismo AS emplean el mismo protocolo de enrutamiento
  - IGP = Interior Gateway Protocol
  - Routers en diferentes AS pueden emplear diferente IGP
  - Interior *oculto*
- Comunicar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



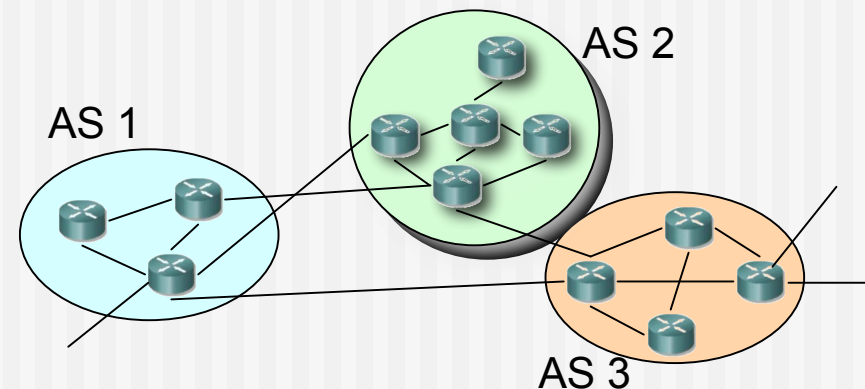
# Interior Gateway Protocols (IGP)

## 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)



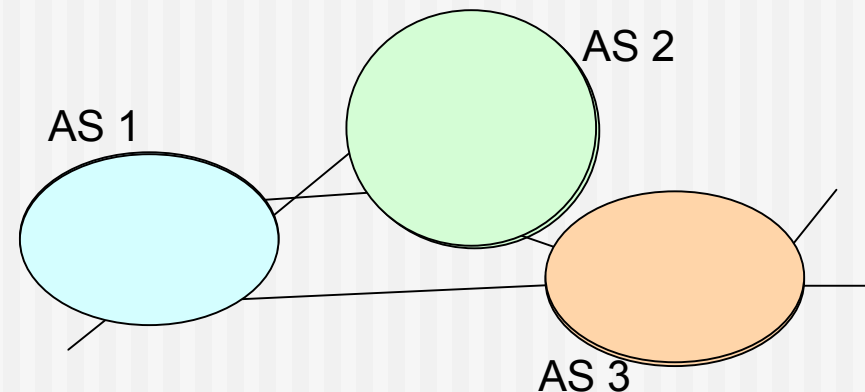
# Exterior Gateway Protocols (EGP)

## 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





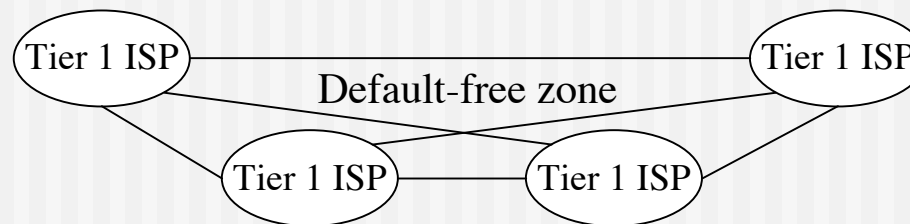
# Contenido

---

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

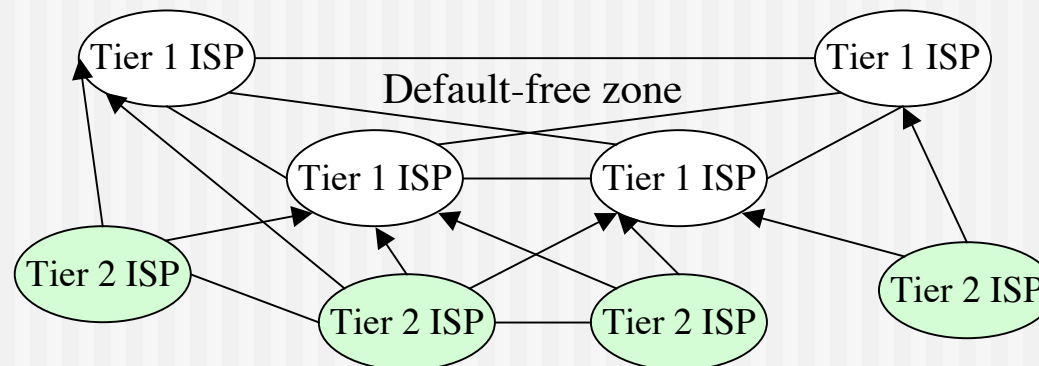
# Estructura de Internet

- 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)



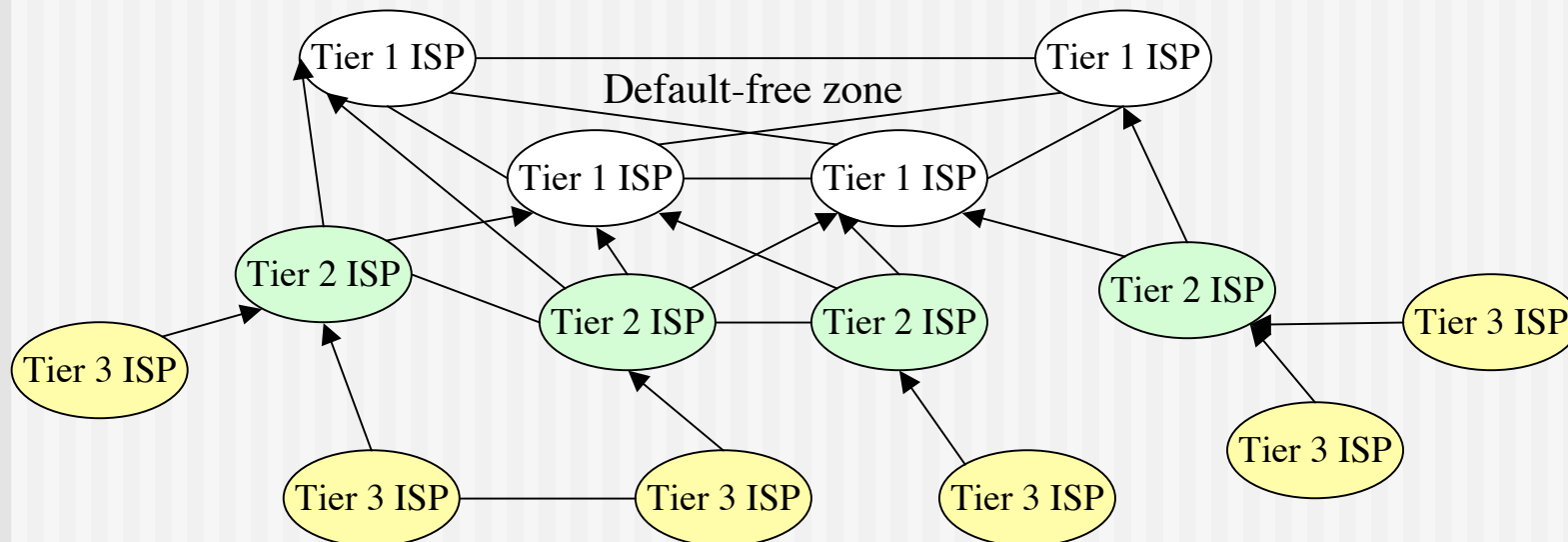
# Estructura de Internet

- 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



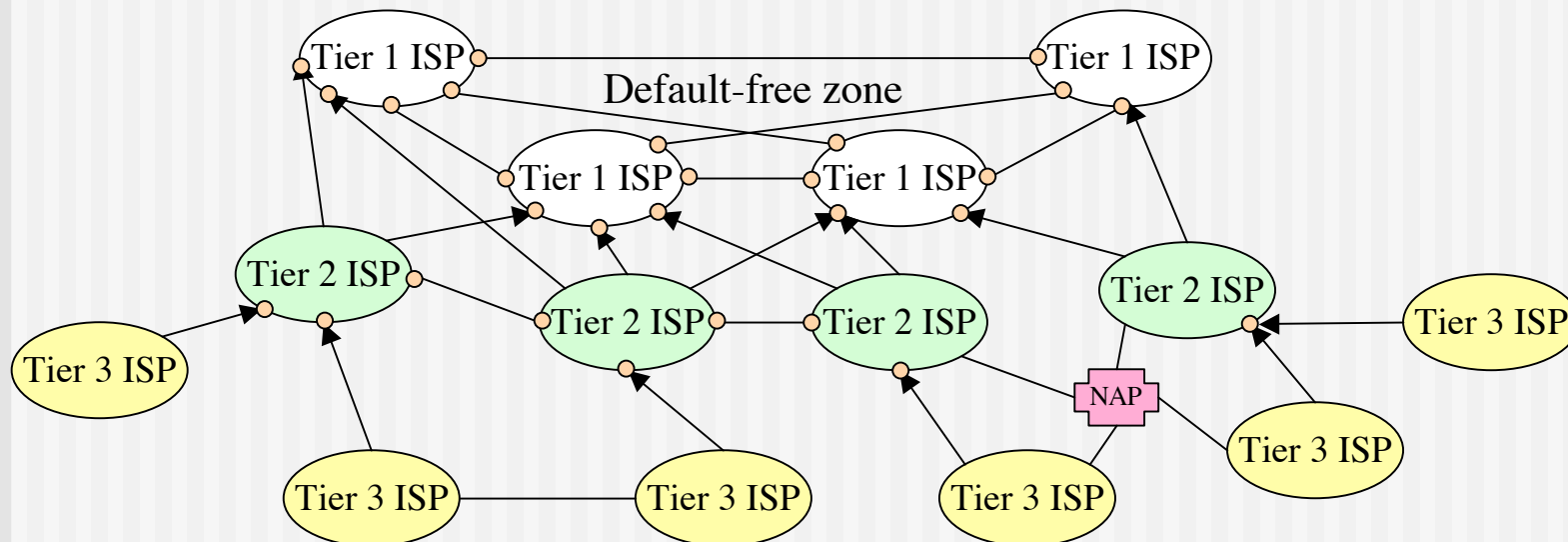
# Estructura de Internet

- 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*