uc3m | Universidad Carlos III de Madrid

Terminología y conceptos prácticos de encaminamiento

Redes y Servicios de Comunicaciones Avanzadas

Departamento de Ingeniería Telemática

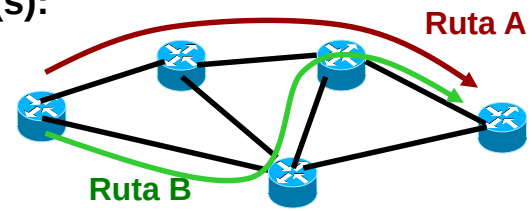
Carlos J. Bernardos cjbc@it.uc3m.es
Manuel Urueña muruenya@it.uc3m.es

Repaso de Terminología

- **Reenvío *(Forwarding)*: Operación mediante la cual se determina la salida (puerto, "conexión") de una unidad de datos:**
  - **Puede hacerse a muchos niveles (enlace, red, aplicación):**
    - La unidad de reenvío a nivel de enlace es la trama (*frame*)
    - La unidad de reenvío a nivel de red es el paquete/datagrama (*packet/datagram*)
    - La unidad de reenvío a nivel de transporte es el segmento (*segment*) para TCP y el paquete/datagrama/mensaje para UDP
    - La unidad de reenvío a nivel de aplicación es el mensaje (*message*)
  - **Se ejecuta en cada sistema por el que pasa el paquete:**
    - **Nivel de enlace Ethernet:** Nodo (*host*) y conmutador (*switch*/*bridge*)
    - **Nivel de red:** Nodo (*host*) y encaminador (*router*)
    - **Nivel de aplicación:** Aplicación local, siguiente servidor…
  - **Ocurre en el plano de datos (*data plane*), porque se activa con la llegada de paquetes de datos**
  - **Existen muchos mecanismos de reenvío:**
    - **Inundación (enviar por todas las salidas disponibles excepto por la entrante)**
      - Uso de un árbol de expansión (*spanning tree*)
    - **Utilizar información incluida en cada paquete:**
      - Encaminamiento fuente
    - **Almacenar información de reenvío específica para cada destino:**
      - Indicando el puerto de salida correspondiente a un destino dado

Repaso de Terminología

- **Encaminamiento (*Routing*): Función que determina el camino hacia cada destino, haciendo accesible esta información a la función de reenvío:**
  - **Encaminamiento y reenvío son funciones desacopladas:**
    - ✓ Por ejemplo, se pueden utilizar distintas funciones de encaminamiento para generar la información utilizada para el reenvío
  - **Encaminamiento opera en el plano de control sobre un localizador del destino ("dirección")**
  - **La ruta (*path*) es el camino (o caminos) que se pueden usar para llevar un paquete desde un punto dado a su(s) destino(s):**



  - **El encaminamiento puede ser:**
    - ✓ **Estático: La información de reenvío se configura por otros medios (configuración manual por parte del administrador, gestión de red, SDN):**
      - ➢ Permite controlar exactamente las rutas empleadas y realizar ingeniería de tráfico
    - ✓ **Dinámico: Intercambia información (a través de un protocolo de encaminamiento-función del plano de control) y ejecuta algún algoritmo para determinar el camino hacia cada destino:**
      - ➢ Facilita configuración
      - ➢ Permite recuperación dinámica frente a cambios en la topología
      - ➢ Permite obtener algún objetivo respecto a las rutas (menor distancia según una métrica, etc.)

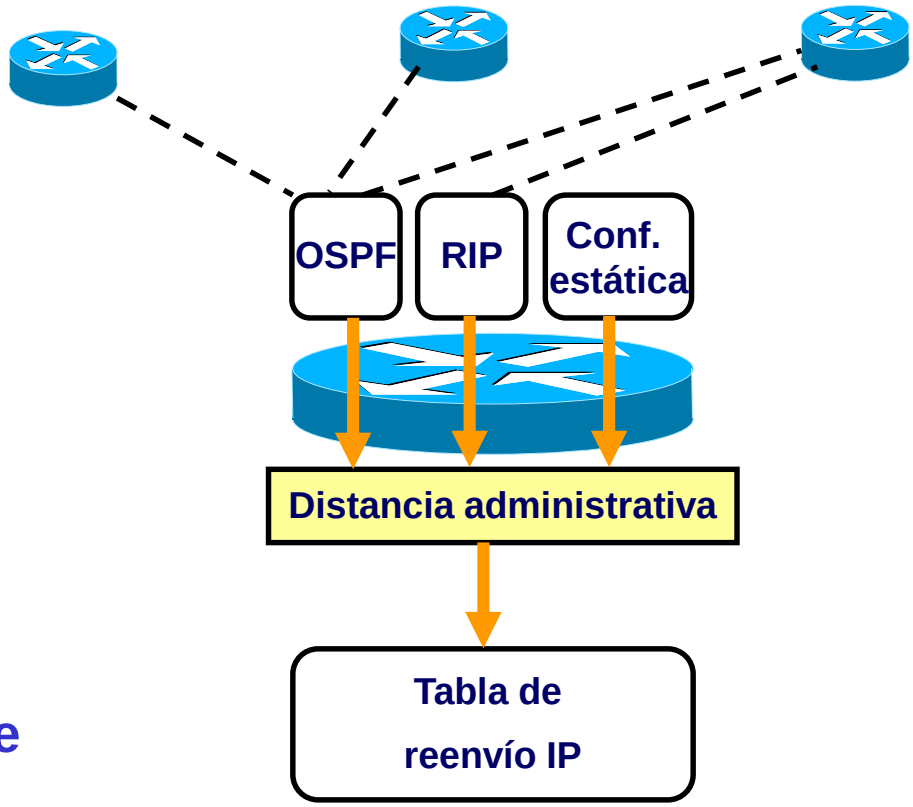
Repaso de Terminología

- **El nivel de red IP se ocupa de reenviar paquetes a través de sucesivos enlaces:**
  - Un enlace (*link*), visto desde el nivel IP es cualquier ámbito en el cuál se puede entregar un paquete con TTL = 1, es decir, en el que se ejecuta sólo un reenvío a nivel IP
- **Las interfaces se identifican al nivel IP por su dirección IP:**
  - **Se les llama *direcciones* porque dependen de la localización de la interfaz.**
    - ✓ Una dirección IP no identifica un nodo, sino una interfaz
  - **Capas superiores (transporte, y a veces aplicación) utilizan direcciones IP como identificadores**
    - ✓ Esto es un inconveniente de la implantación concreta del modelo de capas TCP/IP en Internet
- **Las redes IP se identifican por prefijos IP, que son agregaciones de direcciones IP contiguas (ej.: 163.117.139.0/24):**
  - **La agregación reduce la cantidad de información que es necesario intercambiar a través del protocolo de encaminamiento:**
    - ✓ **Mejora la escalabilidad del encaminamiento**
      - ➢ **Escalabilidad:** si un sistema atiende a N usuarios con R recursos, análisis de la función R=f(N). Se dice que un sistema 'es escalable' si esa función es lineal o menor
  - **El proceso de encaminamiento *unicast* genera una tabla de reenvío IP por nodo (*IP forwarding table* o *Forwarding Information Base* - FIB) que indica, al menos, el siguiente salto IP para cada prefijo de destino:**
    - ✓ Del siguiente salto se obtiene la interfaz de salida y la dirección de nivel de enlace a la que mandar los paquetes de dicha entrada
- **El algoritmo de reenvío en IP se denomina *Longest Prefix Match***

Selección de Rutas para FIB: Distancia Admin.

- **Para una mismo prefijo puede haber varias rutas de distintas procedencias:**
  - **Estática, RIP, OSPF, BGP, etc.**
    - ✓ Cada protocolo de encaminamiento mantiene su propia tabla de rutas:
      - ➢ ***Routing Information Base*** **(RIB)**
  - **¿Cuál escoger?**

1. **Cada protocolo selecciona la mejor ruta hacia un prefijo:**
   - Típicamente, minimizando un coste o métrica
2. **La "distancia administrativa" decide qué protocolo introduce la información en la tabla de reenvío IP (FIB)**
   - No tiene sentido comparar métricas de diferentes protocolos



Selección de Rutas para FIB: Distancia administrativa

- **Se define una precedencia entre ellas, según la distancia administrativa:**
  - Definida por Cisco
  - Cuanto menor, mejor
  - Se prefieren: 1) las rutas estáticas, 2) la salida por el exterior del AS y por último 3) los protocolos IGP

Fuente de la ruta	Distancia administrativa
Entrega directa	0
Estática	1
EIGRP (summary route)	5
E-BGP	20
Internal EIGRP	90
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
EGP	140
External EIGRP	170
I-BGP	200
Desconocido	255

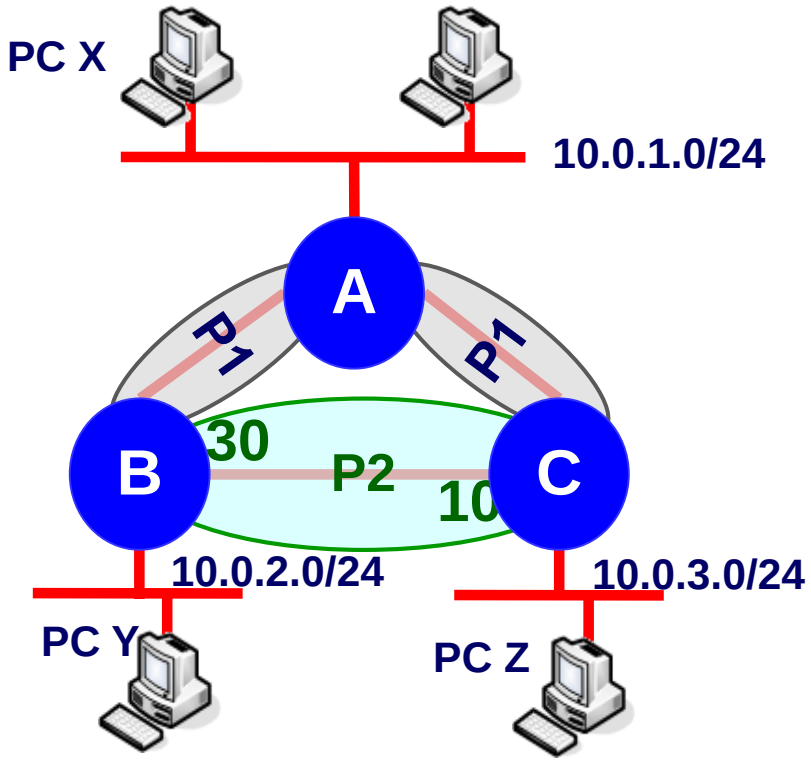
El proceso de Encaminamiento
Búsqueda en la tabla de encaminamiento

Destino	Siguiente salto	Interfaz de Salida	Distancia Administr.	Métrica
163.117.139.0/24	-	eth1	0	0
163.117.31.0/24	-	eth0	0	0
163.117.144.0/24	163.117.31.6	eth0	110	20
163.117.144.0/24	163.117.139.2	eth1	120	2
0.0.0.0/0	163.117.31.2	eth0	1	15

- **Búsqueda en la tabla de encaminamiento global → generación de la tabla de reenvío IP:**
  1. **Búsqueda según *Longest Prefix Match***
  - **Puede haber varias entradas para un mismo prefijo:**
    2. Se escoge la que tenga menor distancia administrativa
    - Si hay varias con la menor distancia administrativa, la decisión depende típicamente de la implementación concreta

EJERCICIOS

Ejercicio 1

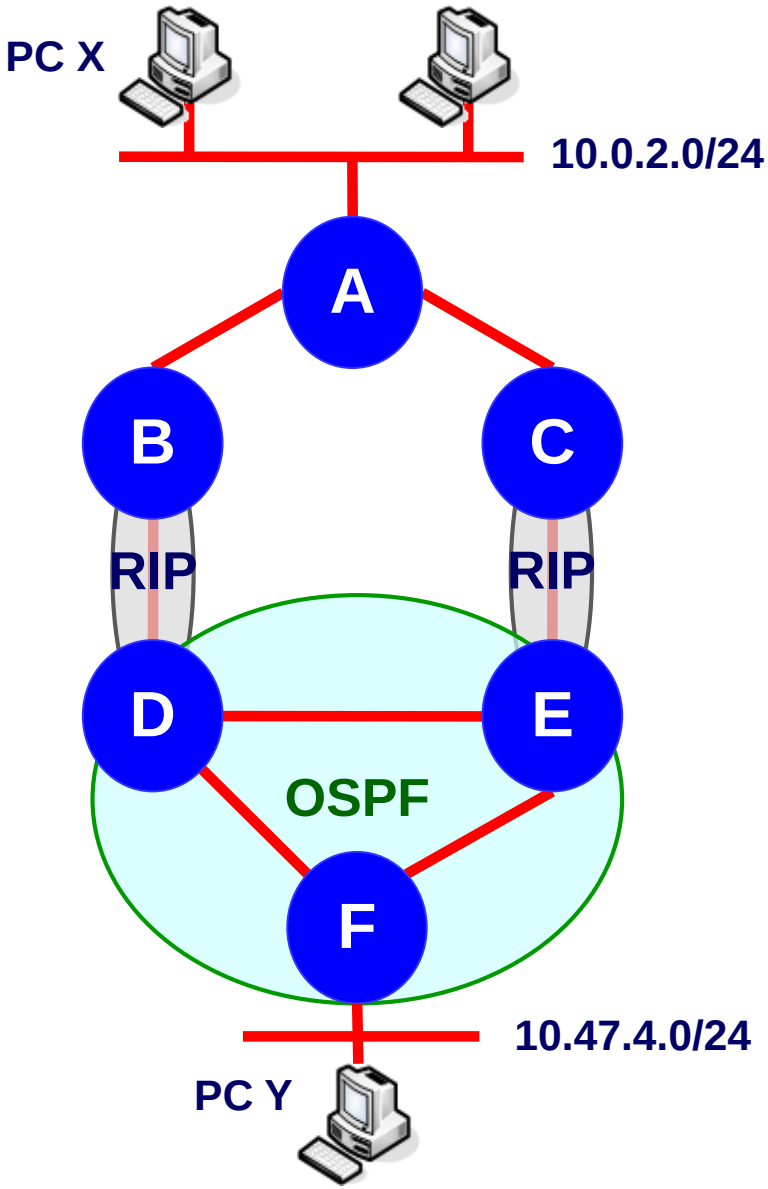


- Los PCs tienen configurados al *router* conectado a su subred como *router* por defecto (0.0.0.0/0)
- P1 es un protocolo de encaminamiento dinámico cuya métrica es el número de saltos. Su distancia administrativa es 60
- P2 es un protocolo de encaminamiento cuya métrica es el coste de los enlaces. Su distancia administrativa es 40
- Los routers NO redistribuyen la información de encaminamiento aprendida por protocolos de encaminamiento distintos

Detalle la tabla de encaminamiento de los todos *routers* (A, B y C) usando la siguiente plantilla (añada entradas si fuera necesario):

DESTINO	SIGUIENTE SALTO	DISTANCIA ADMINISTRATIVA	MÉTRICA
10.0.1.0/24			
10.0.2.0/24			
10.0.3.0/24			

Ejercicio 2



- Los PCs tienen configurados al *router* conectado a su subred como *router* por defecto (0.0.0.0/0)
- Los routers B y C tienen configurada una ruta estática hacia 10.0.2.0/24 a través de A
- Los routers B y C redistribuyen sus rutas estáticas mediante RIP
- Los routers D y E redistribuyen las rutas aprendidas por RIP mediante OSPF
- Todos los routers utilizan las distancias administrativas definidas por defecto

Describa el camino que sigue un paquete enviado por PC Y con destino PC X