

# DISEÑO Y ADMINISTRACIÓN DE REDES

Área de Ingeniería Telemática

**Grado en Ingeniería Informática**  
Cuarto curso. Primer Semestre.



**Departamento de  
Ingeniería Electrónica  
y Comunicaciones  
Universidad Zaragoza**

# Bloque 1. Interconexión de redes IP

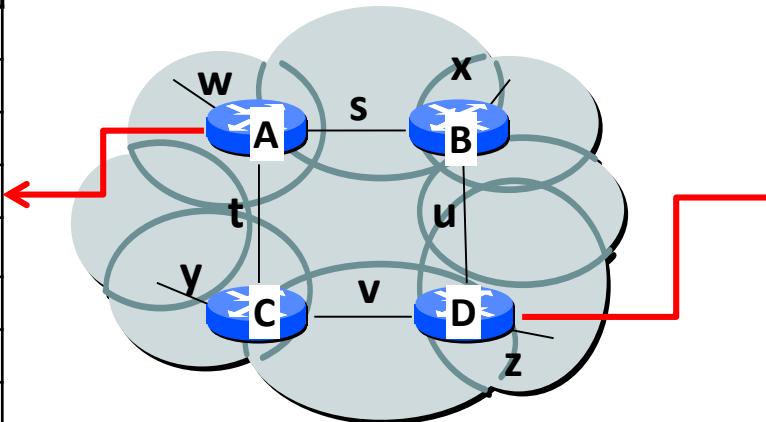
## Ejemplo RIP y OSPF

Área de Ingeniería Telemática

# Encaminamiento dinámico (IGP) – protocolo RIP

Conociendo la topología de la red se pueden calcular las tablas de forma manual ???

Destino	ruta	saltos
s	-	1
t	-	1
u	B	2
v	C	2
w	-	1
x	B	2
y	C	2
z	C	3



Destino	ruta	saltos
s	?	?
t	?	?
u	?	?
v	?	?
w	?	?
x	?	?
y	?	?
z	?	?

- Sin necesidad de conocer la topología de la red, **RIP** calcula las tablas automáticamente.
- Algoritmo **Vector-Distancia (Bellman-Ford)**
- Métrica = número de **saltos** (redes atravesadas, máximo = 15 saltos)
- Tabla de encaminamiento:** indicando la métrica

# Encaminamiento dinámico (IGP) – protocolo RIP

Routing Information Protocol. Se basa en el envío de mensajes entre *router* donde se informa de la tabla de rutas propia.

Los mensajes se envían sobre **UPD** utilizando el **puerto 520**.

## Tipos de Mensajes RIP

- **RIP request** (mensaje de petición): Lo envía un *router* pidiendo información de rutas a los vecino. La petición se hace cuando se inicializa el *router* (En linux cuando se lanza el servicio: *service ripd start*)
- **RIP Response** (mensaje de información y respuesta): tres tipos
  - Respuesta a *request* (petición).
  - Información periódica. Cada 30 segundos.
  - Información de cambio de métrica.

# Encaminamiento dinámico (IGP) – protocolo RIP

## Contenido de los Mensajes RIP

### ***Destino***

Es la dirección IP de la red y la máscara.

### ***Métrica***

Indica numéricamente el número de saltos. Si tiene valor 16 se considera métrica infinita.

Capacidad de hasta **25 rutas** destino dentro del response. Si hay mas rutas se envían mensajes concatenados.

En las próximas páginas vamos a ver un ejemplo (**no es exacto**) de cómo se usaría el protocolo **RIP** para llenar las tablas de forma automática.

# Encaminamiento dinámico (IGP) – protocolo RIP ejemplo

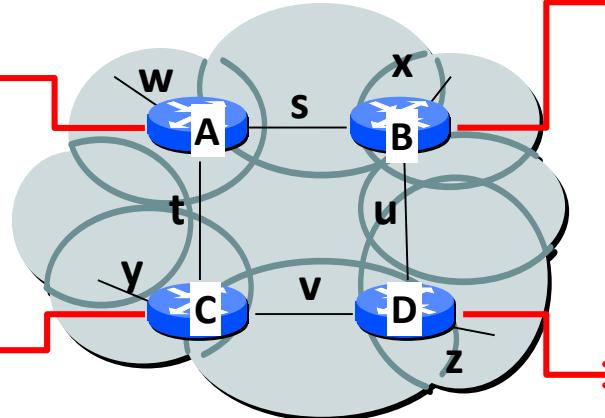
Al principio la tabla está rellenada parcialmente, sólo aparecen las filas correspondientes a los destinos inmediatos.

Destino	Ruta	saltos
s	-	1
t	-	1
w	-	1

Destino	Ruta	saltos
s	-	1
u	-	1
x	-	1

Destino	Ruta	saltos
t	-	1
v	-	1
y	-	1

Destino	Ruta	saltos
u	-	1
v	-	1
z	-	1



-Suponemos que todavía no se han iniciado el servicio RIP.

-Iniciamos RIP en A (en Centos-6: `service ripd start`). A envía los mensajes **RIP request** y **RIP response** de información periódica que le llegan a B y C, estos no hacen nada puesto que no han iniciado el servicio.

-Iniciamos RIP en B (en Centos-6: `service ripd start`). B envía los mensajes **RIP request** y **RIP response** de información periódica que le llegan a A y D. Sólo A actuará y responderá.

# Encaminamiento dinámico (IGP) – protocolo RIP ejemplo

Tabla del router A:

Destino	Ruta	saltos
s	-	1
t	-	1
u	B	2
w	-	1
x	B	2

Tabla del router B:

Destino	Ruta	saltos
s	-	1
t	A	2
u	-	1
w	A	2
x	-	1

-A actualiza su tabla para los destino **u** y **x** con la información del **RIP response** de B. Aquellos destinos que tengan localmente una métrica inferior, no se modifican.

-A envía el mensaje **RIP response** (como respuesta al **RIP request** de B o a la actualización de la tabla) y le llega a B.

-B actualiza su tabla para los nuevos destinos **t** y **w**.

-B envía un **RIP response** porque ha cambiado su tabla.

-En adelante, A y B enviarán periódicamente (cada 30s) su información mediante mensajes **RIP response**.

-Recordemos que en los **RIP response** se mandan las tablas actualizadas.

# Encaminamiento dinámico (IGP) – protocolo RIP ejemplo

- Iniciamos RIP en C (en linux: `service ripd start`)
- C envía los mensajes **RIP request** y **RIP response** de información periódica que le llegan a A y D.
- A actualiza su tabla con la información del **RIP response** de C.
- A envía el mensaje **RIP response** (como respuesta al **RIP request** de C o a la actualización de la tabla) y le llega a B y C que actualizan sus tablas.

Tabla del router A:

Destino	Ruta	saltos
s	-	1
t	-	1
u	B	2
v	C	2
w	-	1
x	B	2
y	C	2

Tabla del router B:

Destino	Ruta	saltos
s	-	1
t	A	2
u	-	1
v	A	3
w	A	2
x	-	1
y	A	3

Tabla del router C:

Destino	Ruta	saltos
s	A	2
t	-	1
u	A	3
v	-	1
w	A	2
x	A	3
y	-	1

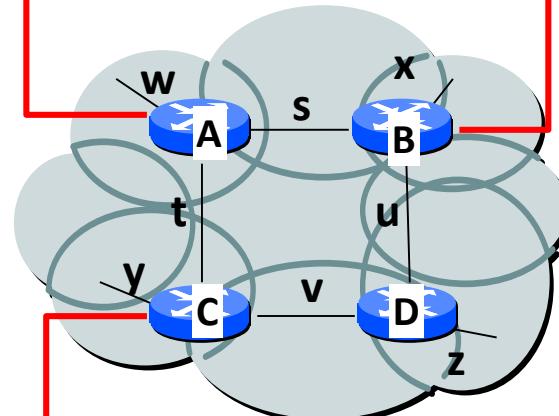
# Encaminamiento dinámico (IGP) – protocolo RIP ejemplo

En este momento la información de las tablas queda de la siguiente forma.

Destino	Ruta	saltos
s	-	1
t	-	1
u	B	2
v	C	2
w	-	1
x	B	2
y	C	2

Destino	Ruta	saltos
s	-	1
t	A	2
u	-	1
v	A	3
w	A	2
x	-	1
y	A	3

Destino	Ruta	saltos
s	A	2
t	-	1
u	A	3
v	-	1
w	A	2
x	A	3
y	-	1

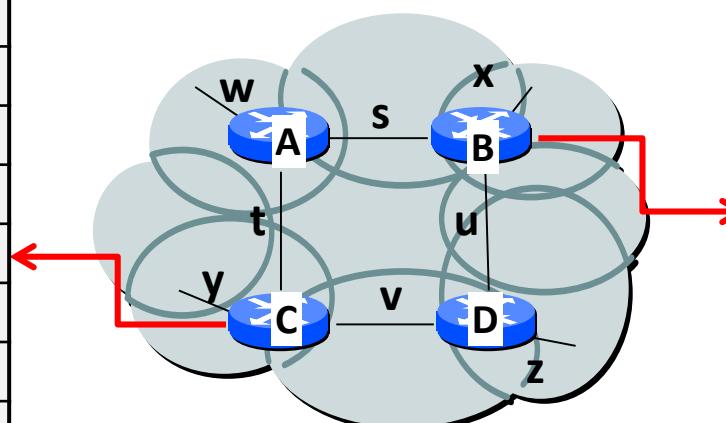


# Encaminamiento dinámico (IGP) – protocolo RIP

## ejemplo

- Iniciamos RIP en D (en linux: `service ripd start`)
- D envía los mensajes **RIP request** y **RIP response** de información periódica que le llegan a B y C que actualizan sus tablas.

Destino	Ruta	saltos
s	A	2
t	-	1
u	D	2
v	-	1
w	A	2
x	A	3
y	-	1
z	B	2



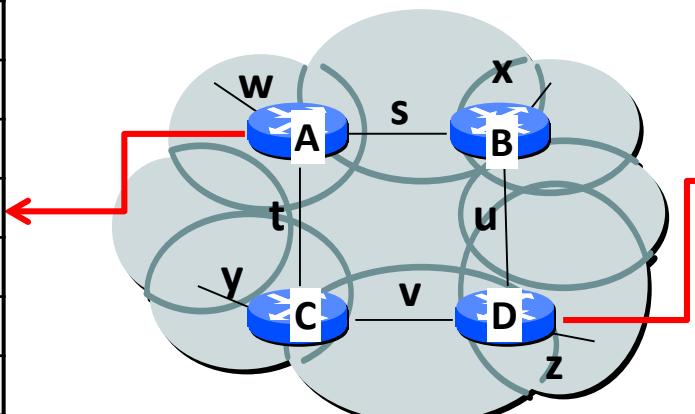
Destino	Ruta	saltos
s	-	1
t	A	2
u	-	1
v	D	2
w	A	2
x	-	1
y	A	3
z	D	2

- Tanto B como C envían mensajes **RIP response** (como respuesta al **RIP request** de D o a la actualización de la tabla).
- Estos mensajes llegan a A y D de tal forma que estos nodos deben comparar las dos tablas que les llegan y seleccionar las rutas con menor peso.

# Encaminamiento dinámico (IGP) – protocolo RIP ejemplo

-Es posible que en A y D aparezcan rutas con el mismo peso en cuyo caso habrá que seleccionar sólo una de ella. El criterio de selección no está definido a priori.

Destino	Ruta	saltos
s	-	1
t	-	1
u	B	2
v	C	2
w	-	1
x	B	2
y	C	2
z	C	3

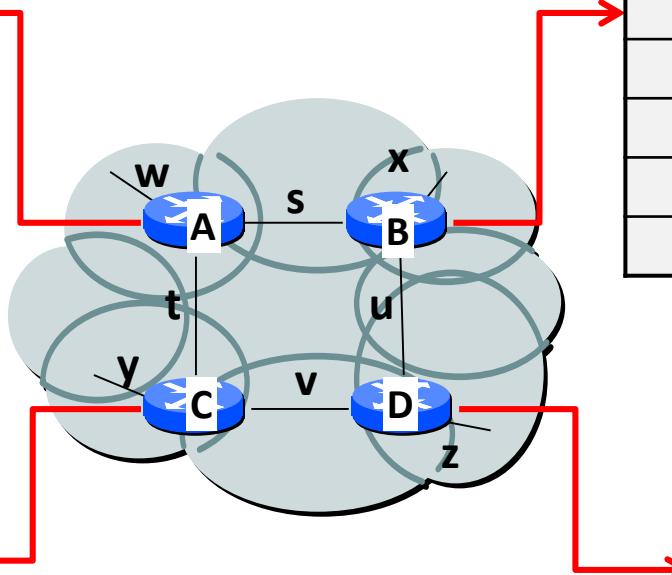


Destino	Ruta	saltos
s	B	2
t	C	2
u	-	1
v	-	1
w	C	3
x	B	2
y	C	2
z	-	1

# Encaminamiento dinámico (IGP) – protocolo RIP ejemplo

Destino	Ruta	saltos
s	-	1
t	-	1
u	B	2
v	C	2
w	-	1
x	B	2
y	C	2
z	C	3

-El contenido final de las rutas es el siguientes:



Destino	Ruta	saltos
s	A	2
t	-	1
u	D	2
v	-	1
w	A	2
x	A	3
y	-	1
z	B	2

Destino	Ruta	saltos
s	-	1
t	A	2
u	-	1
v	D	2
w	A	2
x	-	1
y	A	3
z	D	2

Destino	Ruta	saltos
s	B	2
t	C	2
u	-	1
v	-	1
w	C	3
x	B	2
y	C	2
z	-	1

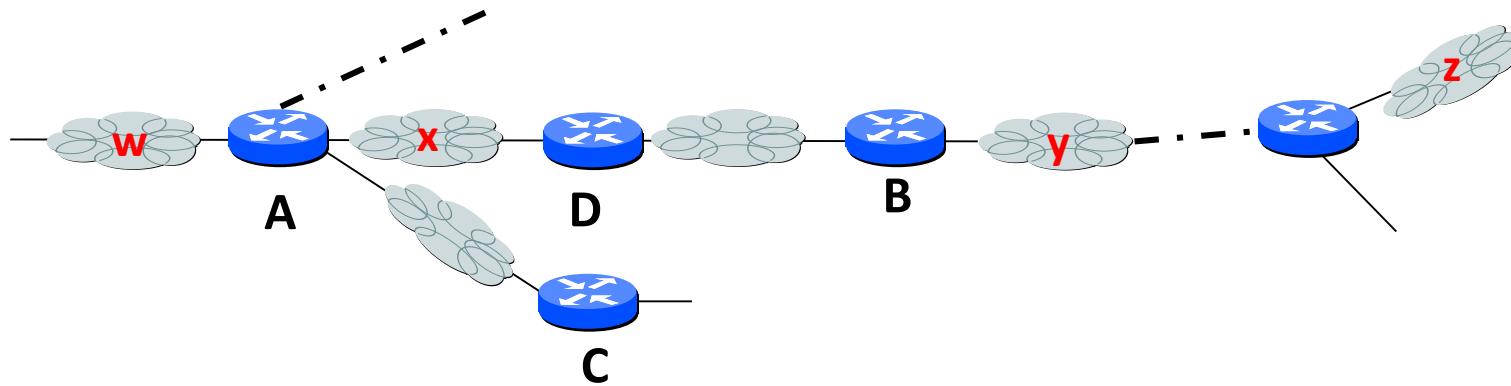
# Encaminamiento dinámico (IGP) – protocolo RIP

## Fallo en enlaces y recuperación:

- Si durante 180s no recibe un *request/response* → ruta inválida (vecino “muerto”).
- A pesar de ello pone la métrica a 16 (máximo valor, equivalente a infinito)
- A partir de este instante puede recibir las información de otros equipos que le proporcionen una nueva ruta.
- Si en 120s no recibe la posible ruta borra la información de la tabla.

# Encaminamiento dinámico (IGP) – protocolo RIP

- Protocolo RIP: ejemplo básico de funcionamiento

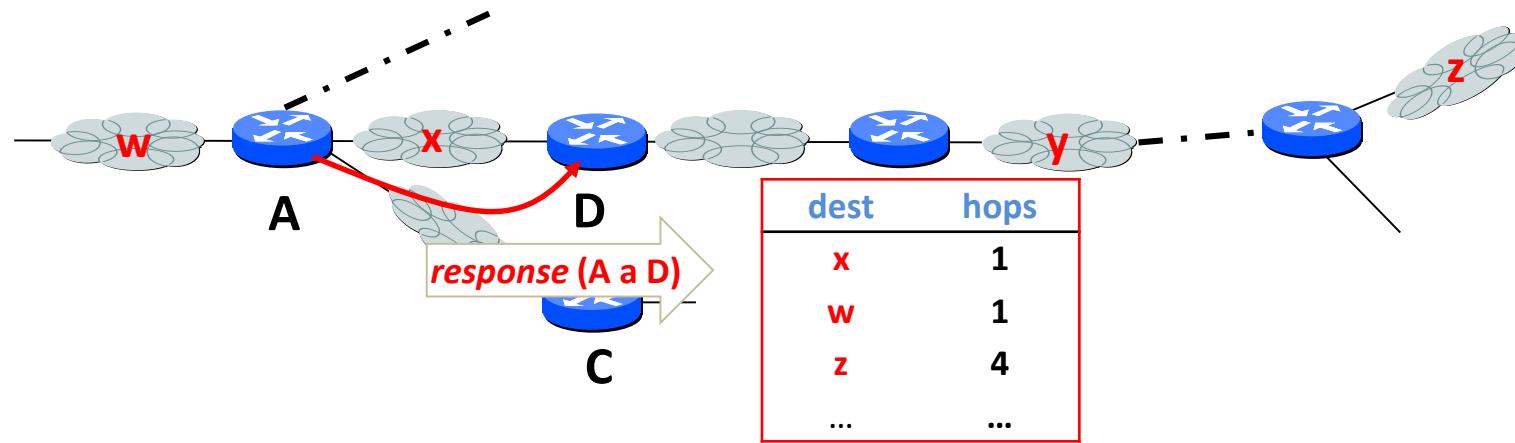


Red destino	Siguiente salto (router)	Número de saltos
W	A	2
Y	B	2
Z	B	7
X	--	1
...	...	...

Tabla de reenvío/encaminamiento en D  
(Routing/Forwarding table)

# Encaminamiento dinámico (IGP) – protocolo RIP

- Protocolo RIP: ejemplo básico de funcionamiento



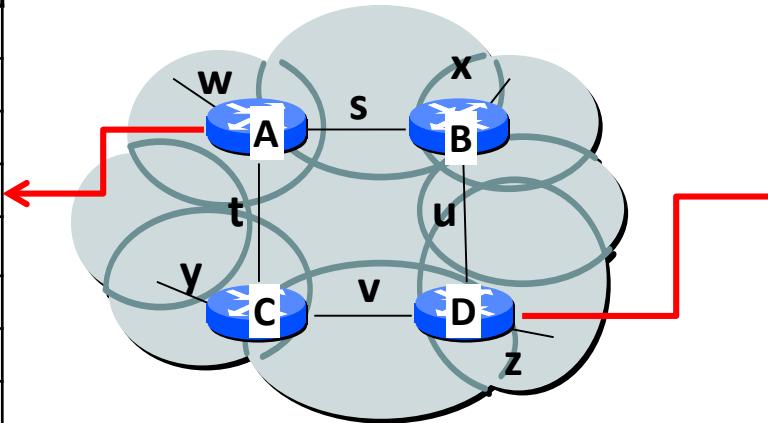
Red destino	Siguiente salto (router)	Número de saltos
w	A	2
y	B	2
z	<del>B</del> A	<del>z</del> 5
x	--	1
...	...	...

Tabla de reenvío/encaminamiento en D  
(Forwarding/Routing table)

# Encaminamiento dinámico (IGP) – protocolo OSPF

Conociendo la topología de la red se pueden calcular las tablas de forma manual ???

Destino	ruta	saltos
s	-	1
t	-	1
u	B	2
v	C	2
w	-	1
x	B	2
y	C	2
z	C	3



Destino	ruta	saltos
s	?	?
t	?	?
u	?	?
v	?	?
w	?	?
x	?	?
y	?	?
z	?	?

- Para topologías de red complejas, **OSPF** calcula automáticamente las tablas partiendo del conocimiento de la topología.
- Algoritmo basado en el **estado del enlace (Dijkstra)**.
- Métrica = Coste del enlace (función de la capacidad).

# Encaminamiento dinámico (IGP) – protocolo OSPF

El funcionamiento general consiste en:

- Descubrimiento de los vecinos (usando el protocolo HELLO).
- Mediante el intercambio de información entre vecinos DBD ( DataBase Description), cada *router* obtiene un mapa completo de la topología de red construyendo una base de datos LSDB (Link State Data Base).
- Esta base de datos se mantiene mediante el intercambio de mensajes LSR (Link State Request) y LSU (Link State Update),
- En caso de cambios en la red, cada *router* envía la correspondiente información a sus vecinos mediante un LSA (link State Advertisement, que en realidad es un LSU).
- En general tiene un funcionamiento complejo, detalles en **RFC 2328**
- Mediante el algoritmo Dijkstra, cada *router* rellena a partir de la LSDB (Grafo) su tabla de encaminamiento.

# Encaminamiento dinámico (IGP) – protocolo OSPF

Tipos de mensajes OSPF:

- HELLO** (tipo 1): Paquetes periódicos para el descubrimiento y mantenimiento de vecinos.
- DBD** (Tipo 2): contienen información de la topología de red (enlaces y costes).
- LSR** (tipo 3)(Link State Request) y **LSU** (tipo 4)(Link State Update):
- LSAck** (tipo 5): Actúa como reconocimiento de los paquetes OSPF haciendo fiable la comunicación.

Estos mensajes se encapsulan **directamente sobre IP**.

Campo de protocolo en la cabecera IP es **89**.

Lo primero que aparece en el mensaje es el tipo y a continuación el contenido.

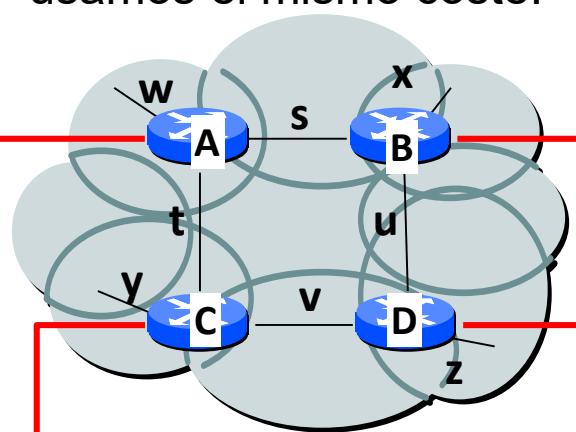
Recomendable el uso de **autenticación** de los mensajes para que no haya ataques de seguridad.

# Encaminamiento dinámico (IGP) – protocolo OSPF

ejemplo

Destino	Ruta	saltos
s	-	1
t	-	1
u	B	2
v	C	2
w	-	1
x	B	2
y	C	2
z	C	3

-OSPF basa el cálculo en disponer de la topología. El resultado debe ser el mismo que en RIP si usamos el mismo coste.



Destino	Ruta	saltos
s	-	1
t	A	2
u	-	1
v	D	2
w	A	2
x	-	1
y	A	3
z	D	2

Destino	Ruta	saltos
s	A	2
t	-	1
u	D	2
v	-	1
w	A	2
x	A	3
y	-	1
z	B	2

-RIP va calculando conforme le llega información. OSPF lo hace de manera única.

Destino	Ruta	saltos
s	B	2
t	C	2
u	-	1
v	-	1
w	C	3
x	B	2
y	C	2
z	-	1

# Encaminamiento dinámico (IGP) – protocolo OSPF

Para redes muy complejas queremos mantener la **CONVERGENCIA**. OSPF utiliza **Encaminamiento JERÁRQUICO en ÁREAS**. Esto nos permite tener **ESCALABILIDAD**.

ÁREA: Conjunto de redes **CONTIGUAS** agrupadas

Copia separada del algoritmo, su LSDB y su grafo. La topología de un área es invisible fuera del área. Los *router* internos desconocen la topología externa

OSPF (en un área) puede usarse en diversas topologías (comportamiento distinto):

BMA (*Broadcast Multi-Access*): LANs

Punto a punto: líneas dedicadas (e.g.; E1)

NBMA (*Non-Broadcast Multi-Access*): ATM o FR