

Clase 13

Tipos de algoritmos de enrutamiento

Enrutamiento Distance-Vector

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

Objetivo

- Características de los tipos de algoritmos de enrutamiento

Contenido

- Tipos de algoritmos de enrutamiento
- Algoritmos Distance-Vector
 - Descripción
 - Bellman-Ford

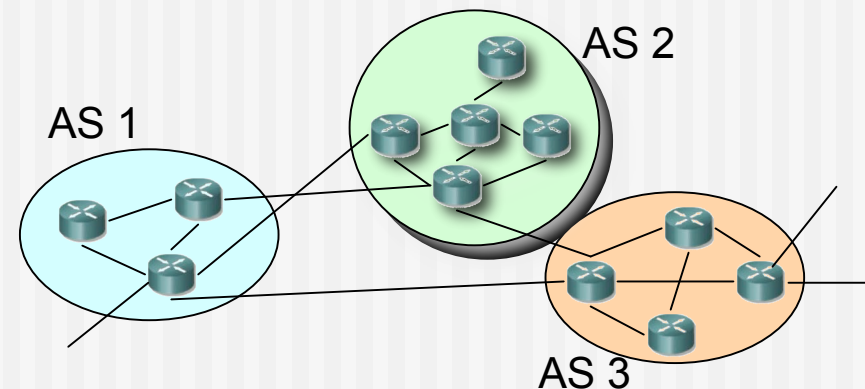
Contenido

- **Tipos de algoritmos de enrutamiento**
- **Algoritmos Distance-Vector**
 - Descripción
 - Bellman-Ford

Tipos de Protocolos de Enrutamiento

Enrutamiento jerárquico

- Sistemas Autónomos (AS)
- Dentro de un AS:
 - ***IGP = Interior Gateway Protocol***
- Entre ASs:
 - ***EGP = Exterior Gateway Protocol***



Tipos de Algoritmos de Enrutamiento

- Deben informar de la topología y los cambios en la misma
- Según cómo diseminan la información

Link State:

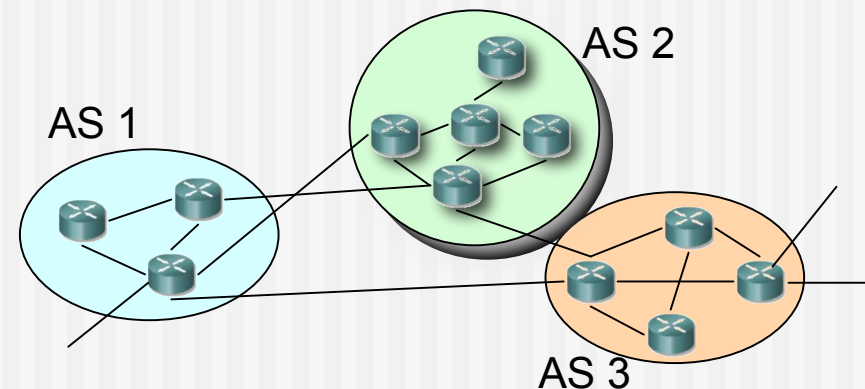
- Comunican qué vecinos tienen y el coste
- Inundan la red
- Cada nodo conoce la topología entera

Distance Vector:

- Comunican estimación de distancia a destinos
- Informan a vecinos

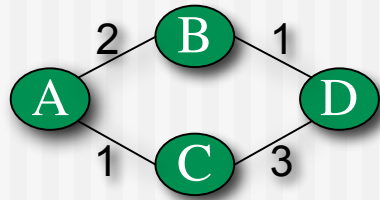
Path Vector:

- Comunican estimación de caminos preferidos a destinos



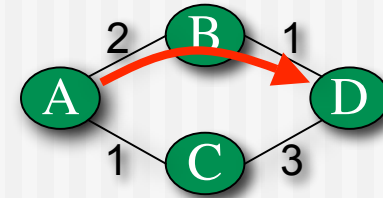
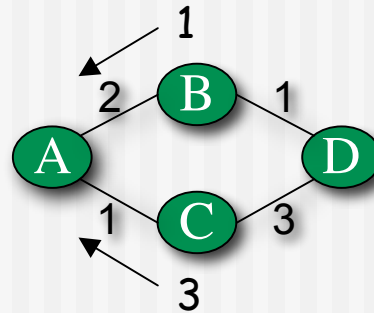
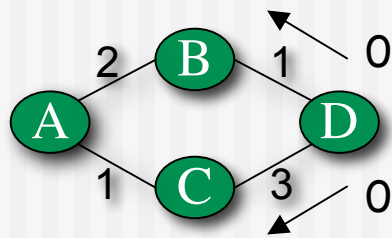
Tipos de Algoritmos de Enrutamiento

Link State

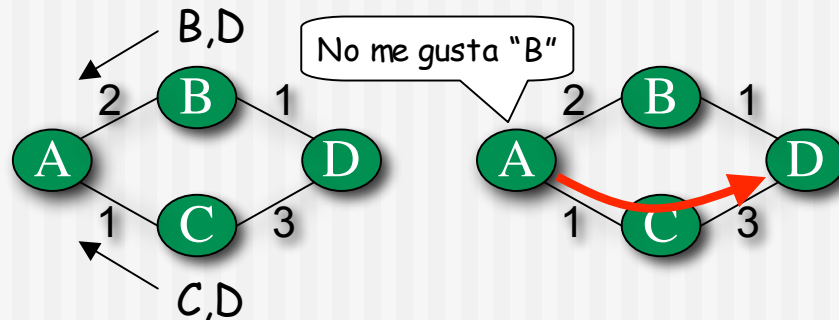
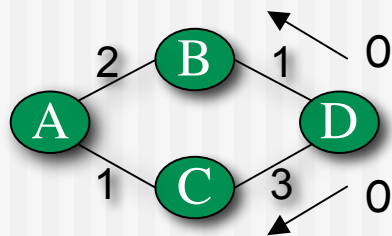


A: [B, 2], [C, 1]
 B: [A, 2], [D, 1]
 C: [A, 1], [D, 3]
 D: [B, 1], [C, 3]

Distance Vector



Path Vector



Enrutamiento distance vector

Contenido

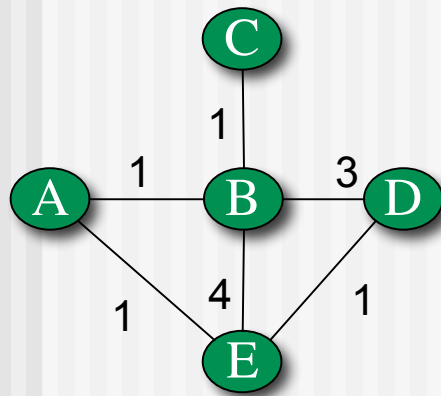
- Tipos de algoritmos de enrutamiento
- **Algoritmos Distance-Vector**
 - Descripción
 - Bellman-Ford
- Algoritmos Path-Vector

Distance Vector

- Cada nodo llega a conocer la distancia desde él a todos los destinos
 - $D(X,d_i)$
- Inicialmente cada nodo solo conoce la distancia a sus vecinos
 - $D(X,d)=c(X,d)$
- Periódicamente comunica $D(X,d)$ a todos sus vecinos
 - Informan con un **vector** con las **distancias** a los destinos
($D(X,d_1)$, $D(X,d_2)$, $D(X,d_3)$, $D(X,d_4)$...)
 - Asíncrono
- Al recibir información actualiza:
 - $D(X,d) \leftarrow \min_{j/c(X,j) < \infty} \{c(X,j) + D(j,d)\}$
- Algoritmo de **Bellman-Ford** distribuido
- Empleado desde los comienzos de la ARPANET

Algoritmo de Bellman-Ford

- Comienzo



Dest	Next	Cost
B	B	1
C	-	∞
D	-	∞
E	E	1

Dest	Next	Cost
A	A	1
C	B	1
D	D	3
E	E	4

Dest	Next	Cost
A	-	∞
B	B	1
D	-	∞
E	-	∞

Dest	Next	Cost
A	-	∞
B	B	3
C	-	∞
E	E	1

Dest	Next	Cost
A	A	1
B	B	4
C	-	∞
D	D	1

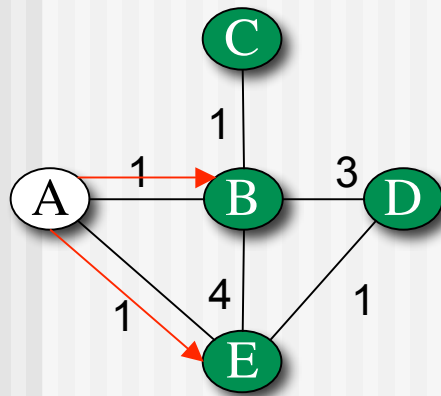
Algoritmo de Bellman-Ford

A envía

$$D(E,d) \leftarrow \min\{c(E,A)+D(A,d)\}$$

$$D(B,d) \leftarrow \min\{c(B,A)+D(A,d)\}$$

(...)



Dest	Next	Cost
B	B	1
C	-	∞
D	-	∞
E	E	1

Dest	Next	Cost
A	A	1
C	C	1
D	D	3
E	E	4

Dest	Next	Cost
A	-	∞
B	B	1
D	-	∞
E	-	∞

Dest	Next	Cost
A	-	∞
B	B	3
C	-	∞
E	E	1

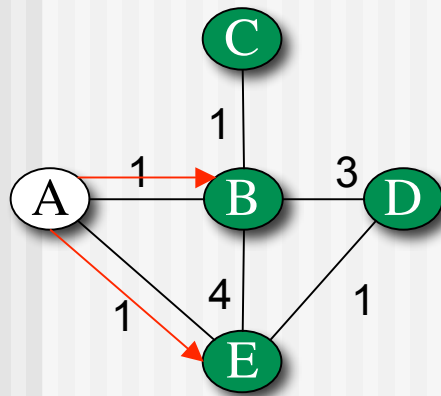
Dest	Next	Cost
A	A	1
B	B	4
C	-	∞
D	D	1

Algoritmo de Bellman-Ford

A envía

$$D(E,d) \leftarrow \min\{c(E,A)+D(A,d)\}$$

$$D(B,d) \leftarrow \min\{c(B,A)+D(A,d)\}$$



Dest	Next	Cost
B	B	1
C	-	∞
D	-	∞
E	E	1

Dest	Next	Cost
A	A	1
C	B	1
D	D	3
E	A (E)	2 (4)

Dest	Next	Cost
A	-	∞
B	B	1
D	-	∞
E	-	∞

Dest	Next	Cost
A	-	∞
B	B	3
C	-	∞
E	E	1

Dest	Next	Cost
A	A	1
B	A (B)	2 (4)
C	-	∞
D	D	1

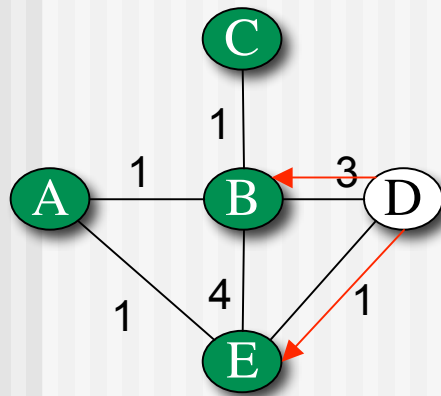
Algoritmo de Bellman-Ford

D envía

$$D(E,d) \leftarrow \min\{c(E,D)+D(D,d)\}$$

$$D(B,d) \leftarrow \min\{c(B,D)+D(D,d)\}$$

No hay cambios



Dest	Next	Cost
B	B	1
C	-	∞
D	-	∞
E	E	1

Dest	Next	Cost
A	A	1
C	C	1
D	D	3
E	A	2

Dest	Next	Cost
A	-	∞
B	B	1
D	-	∞
E	-	∞

Dest	Next	Cost
A	-	∞
B	B	3
C	-	∞
E	E	1

Dest	Next	Cost
A	A	1
B	A	2
C	-	∞
D	D	1

Algoritmo de Bellman-Ford

B envía

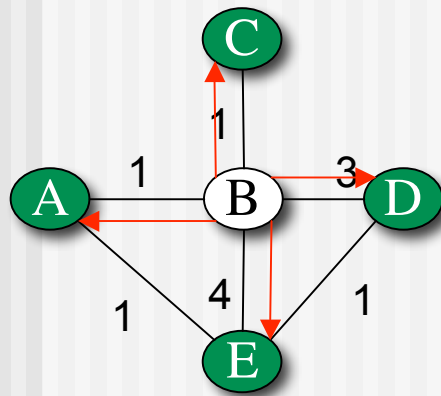
$$D(A,d) \leftarrow \min\{c(A,B)+D(B,d)\}$$

$$D(C,d) \leftarrow \min\{c(C,B)+D(B,d)\}$$

$$D(D,d) \leftarrow \min\{c(D,B)+D(B,d)\}$$

$$D(E,d) \leftarrow \min\{c(E,B)+D(B,d)\}$$

(...)



Dest	Next	Cost
B	B	1
C	A	∞
D	-	∞
E	E	1

Dest	Next	Cost
A	A	1
C	B	1
D	D	3
E	A	2

Dest	Next	Cost
A	-	∞
B	B	1
D	-	∞
E	-	∞

Dest	Next	Cost
A	-	∞
B	B	3
C	-	∞
E	E	1

Dest	Next	Cost
A	A	1
B	A	2
C	-	∞
D	D	1

Algoritmo de Bellman-Ford

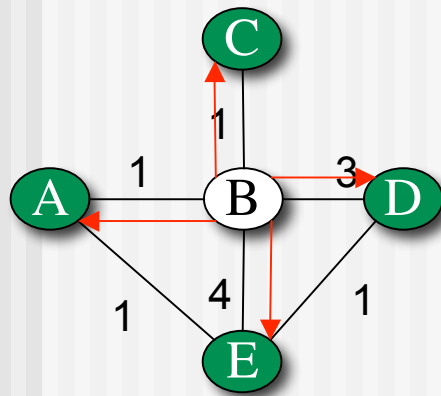
B envía

$$D(A,d) \leftarrow \min\{c(A,B)+D(B,d)\}$$

$$D(C,d) \leftarrow \min\{c(C,B)+D(B,d)\}$$

$$D(D,d) \leftarrow \min\{c(D,B)+D(B,d)\}$$

$$D(E,d) \leftarrow \min\{c(E,B)+D(B,d)\}$$



Dest	Next	Cost
B	B	1
C	B (-)	2 (∞)
D	B (-)	4 (∞)
E	E	1

Dest	Next	Cost
A	A	1
C	B	1
D	D	3
E	A	2

Dest	Next	Cost
A	B (-)	2 (∞)
B	B	1
D	B (-)	4 (∞)
E	B (-)	3 (∞)

Dest	Next	Cost
A	B (-)	4 (∞)
B	B	3
C	B (-)	4 (∞)
E	E	1

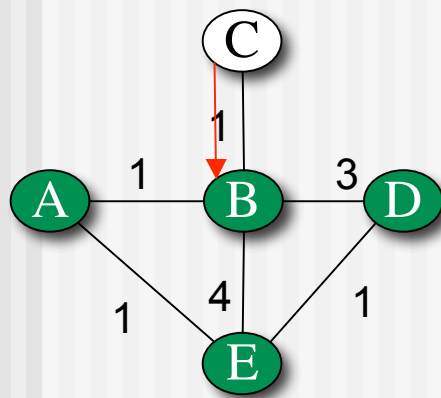
Dest	Next	Cost
A	A	1
B	A	2
C	B (-)	5 (∞)
D	D	1

Algoritmo de Bellman-Ford

C envía

$$D(B,d) \leftarrow \min\{c(B,C)+D(C,d)\}$$

No hay cambios



Dest	Next	Cost
B	B	1
C	B	2
D	B	4
E	E	1

Dest	Next	Cost
A	A	1
C	B	1
D	D	3
E	A	2

Dest	Next	Cost
A	B	2
B	B	1
D	B	4
E	B	3

Dest	Next	Cost
A	B	4
B	B	3
C	B	4
E	E	1

Dest	Next	Cost
A	A	1
B	A	2
C	B	5
D	D	1

Algoritmo de Bellman-Ford

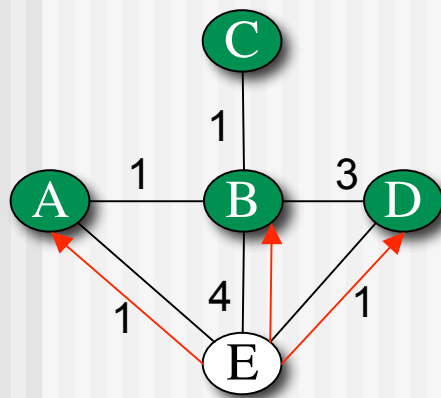
E envía

$$D(A,d) \leftarrow \min\{c(A,E)+D(E,d)\}$$

$$D(B,d) \leftarrow \min\{c(B,E)+D(E,d)\}$$

$$D(D,d) \leftarrow \min\{c(D,E)+D(E,d)\}$$

(...)



Dest	Next	Cost
B	B	1
C	A	2
D	B	4
E	E	1

Dest	Next	Cost
A	A	1
C	B	1
D	D	3
E	A	2

Dest	Next	Cost
A	B	2
B	B	1
D	B	4
E	B	3

Dest	Next	Cost
A	B	4
B	B	3
C	B	4
E	E	1

Dest	Next	Cost
A	A	1
B	A	2
C	B	5
D	D	1

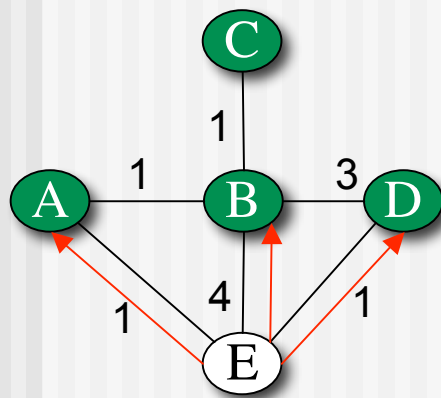
Algoritmo de Bellman-Ford

E envía

$$D(A,d) \leftarrow \min\{c(A,E)+D(E,d)\}$$

$$D(B,d) \leftarrow \min\{c(B,E)+D(E,d)\}$$

$$D(D,d) \leftarrow \min\{c(D,E)+D(E,d)\}$$



Dest	Next	Cost
B	B	1
C	B	2
D	E (B)	2 (4)
E	E	1

Dest	Next	Cost
A	A	1
C	C	1
D	D	3
E	A	2

Dest	Next	Cost
A	B	2
B	B	1
D	B	4
E	B	3

Dest	Next	Cost
A	E (B)	2 (4)
B	B	3
C	B	4
E	E	1

Dest	Next	Cost
A	A	1
B	A	2
C	B	5
D	D	1

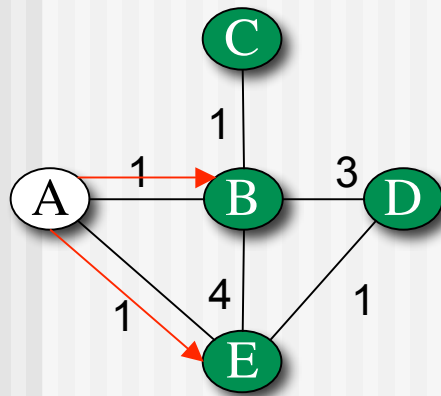
Algoritmo de Bellman-Ford

A envía

$$D(E,d) \leftarrow \min\{c(E,A)+D(A,d)\}$$

$$D(B,d) \leftarrow \min\{c(B,A)+D(A,d)\}$$

(...)



Dest	Next	Cost
B	B	1
C	B	2
D	E	2
E	E	1

Dest	Next	Cost
A	A	1
C	B	1
D	D	3
E	A	2

Dest	Next	Cost
A	B	2
B	B	1
D	B	4
E	B	3

Dest	Next	Cost
A	E	2
B	B	3
C	B	4
E	E	1

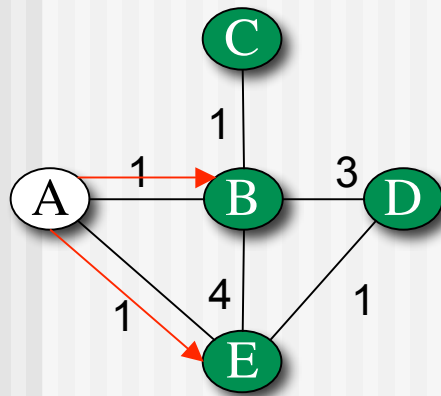
Dest	Next	Cost
A	A	1
B	A	2
C	B	5
D	D	1

Algoritmo de Bellman-Ford

A envía

$$D(E,d) \leftarrow \min\{c(E,A)+D(A,d)\}$$

$$D(B,d) \leftarrow \min\{c(B,A)+D(A,d)\}$$



Dest	Next	Cost
B	B	1
C	B	2
D	E	2
E	E	1

Dest	Next	Cost
A	A	1
C	B	1
D	D	3
E	A	2

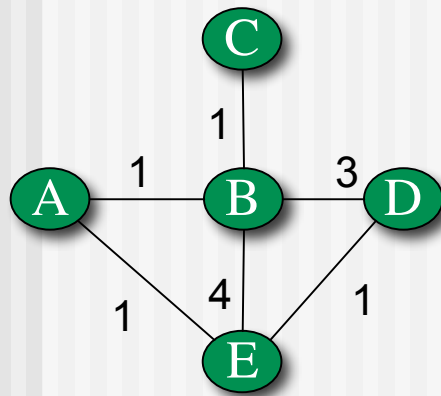
Dest	Next	Cost
A	B	2
B	B	1
D	B	4
E	B	3

Dest	Next	Cost
A	E	2
B	B	3
C	B	4
E	E	1

Dest	Next	Cost
A	A	1
B	A	2
C	A (B)	3 (5)
D	D	1

Algoritmo de Bellman-Ford

D envía
 No hay cambios
 B envía
 No hay cambios
 C envía
 No hay cambios
 E envía
 No hay cambios
 A envía
 No hay cambios



Dest	Next	Cost
B	B	1
C	B	2
D	E	2
E	E	1

Dest	Next	Cost
A	A	1
C	C	1
D	D	3
E	A	2

Dest	Next	Cost
A	B	2
B	B	1
D	B	4
E	B	3

Dest	Next	Cost
A	E	2
B	B	3
C	B	4
E	E	1

Dest	Next	Cost
A	A	1
B	A	2
C	A	3
D	D	1

Distance Vector

- Cálculo distribuido
- Iterativo e incremental
- Asíncrono
- Converge a los caminos de menor coste
- Protocolos: RIP, IPX-RIP, DECnet, IGRP, EIGRP, DSDV

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

RIP

- Lecturas recomendadas:
 - [Forouzan03] 13.2
 - 12 páginas