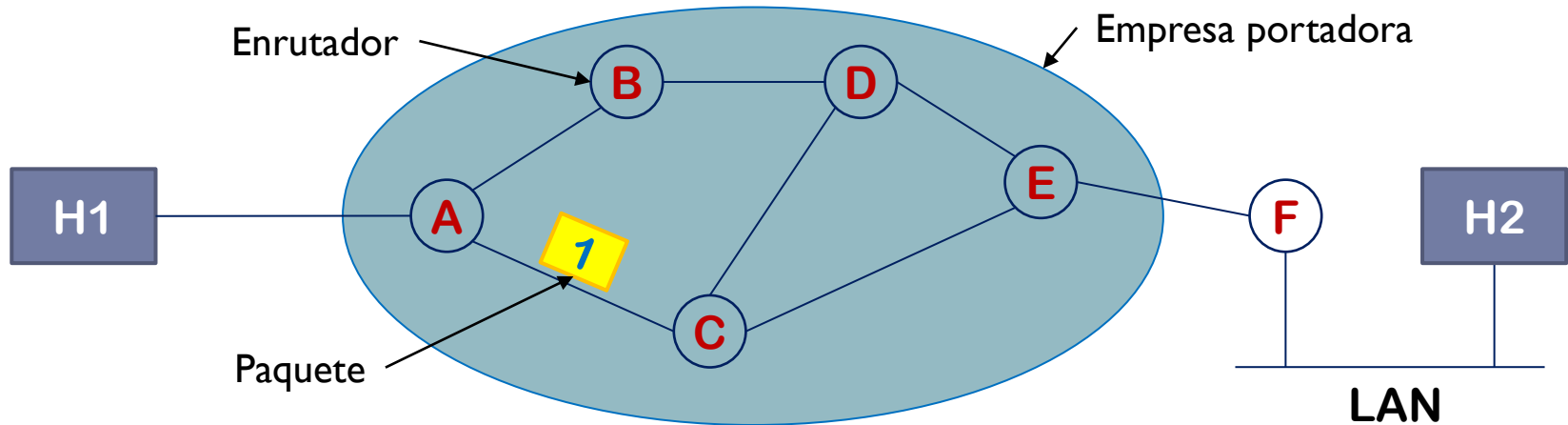


CAPA DE RED - ENRUTAMIENTO

PRINCIPIOS

Ing. William Marchand Niño

Diseño de la capa de RED



► Servicios a la capa de transporte

- Los servicios deben ser independientes de la tecnología del enrutador.
- La capa de transporte es independiente de la cantidad, tipo y topología de los enrutadores.
- Las direcciones de red disponibles para la capa de transporte deben seguir un plan de numeración uniforme.

Servicio no orientado a la conexión

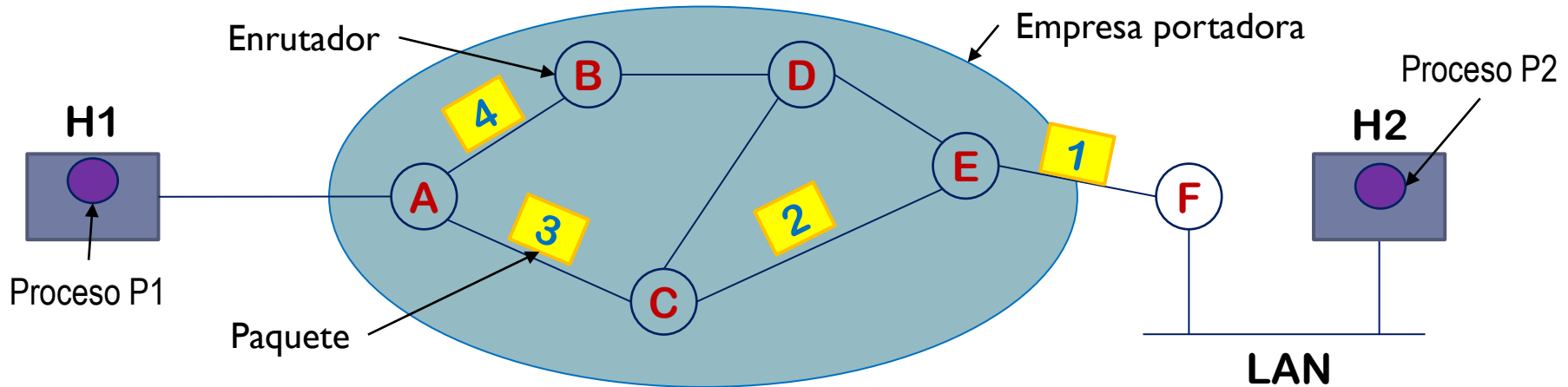


Tabla de A

inicialmente posteriormente

A	-
B	B
C	C
D	B
E	C
F	C

destino línea

A	-
B	B
C	C
D	B
E	B
F	B

Inicialmente:

Para llegar al router "E" se envía el paquete por el router "C"

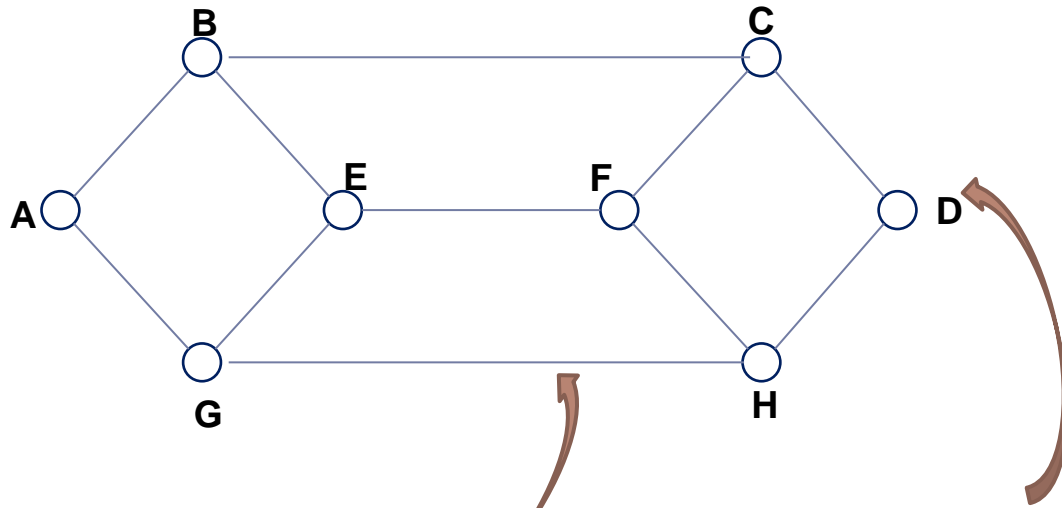
Posteriormente:

Para llegar al router "E" se envía el paquete por el router "B"

Algoritmos de Enrutamiento

- ▶ Diferenciar enrutamiento (tomar decisión de qué ruta utilizar) con reenvío (acción que se toma cuando llega un paquete y se conmuta hacia una línea de salida).
- ▶ Los algoritmos de enrutamiento pueden agruparse en dos clases principales: adaptativos y no adaptativos.
- ▶ Los algoritmos NO adaptativos, las decisiones de las rutas a usarse se toma por adelantado. Es conocido como **enrutamiento estático**.
- ▶ Los algoritmos adaptativos, cambian sus decisiones de enrutamiento según los cambios de topología y de tráfico. Conocido como **enrutamiento dinámico**.

Enrutamiento por la ruta mas corta



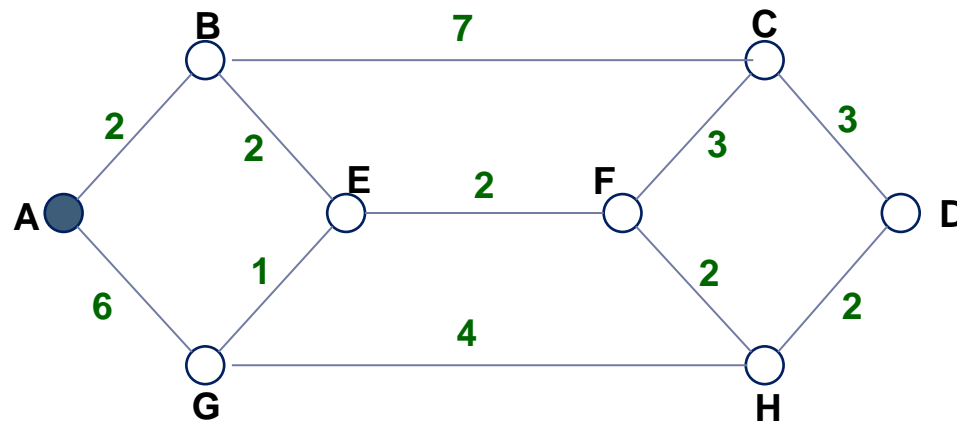
Enlace, puede medirse por medio de diversos factores (ancho de banda, distancia, tráfico medio, costo, longitud media de colas, retardo)

Nodo, enrutador o router (equipo de red intermediario)

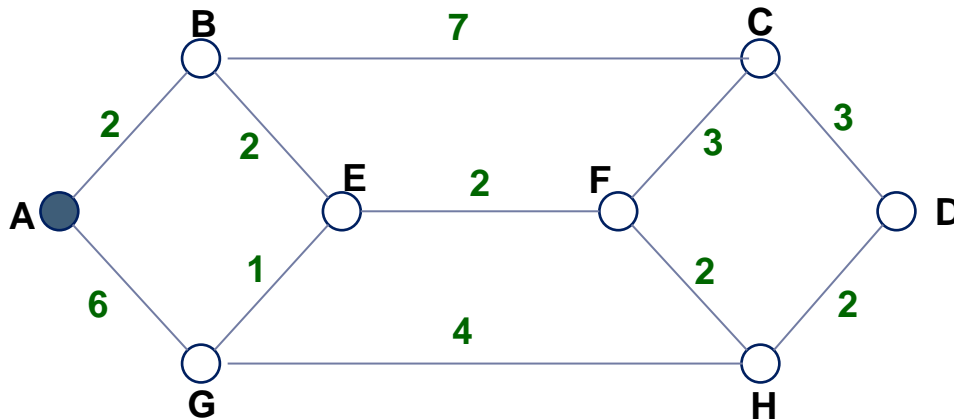
Algoritmos basados en Dijkstra.

Enrutamiento por la ruta mas corta

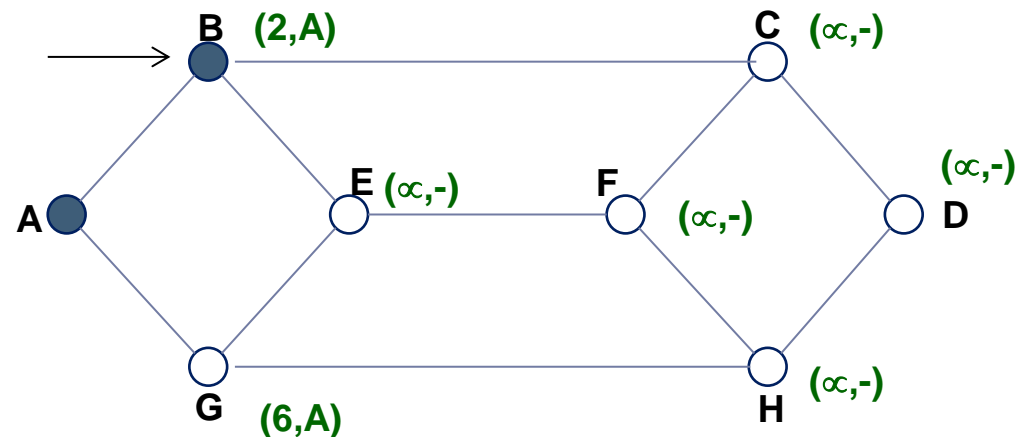
- ▶ Como ejemplo consideremos el grafo ponderado no dirigido, donde las ponderaciones representan “distancia”. Se desea calcular la ruta más corta de **A** a **D**.



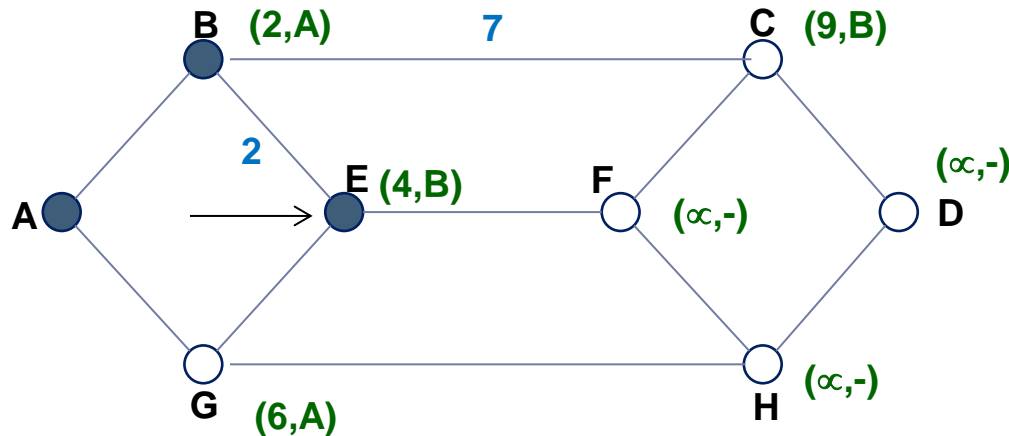
Enrutamiento por la ruta mas corta



- ▶ Se etiquetan las distancias en los nodos adyacentes al nodo A, los demás nodos al conocer la ruta se marca con " ∞ ".
- ▶ Se hace permanente el nodo con la etiqueta menor.

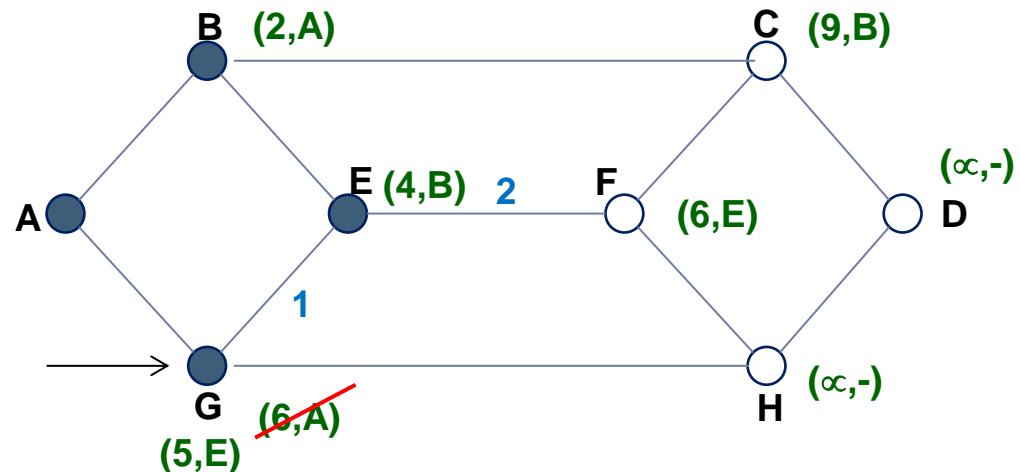


Enrutamiento por la ruta mas corta

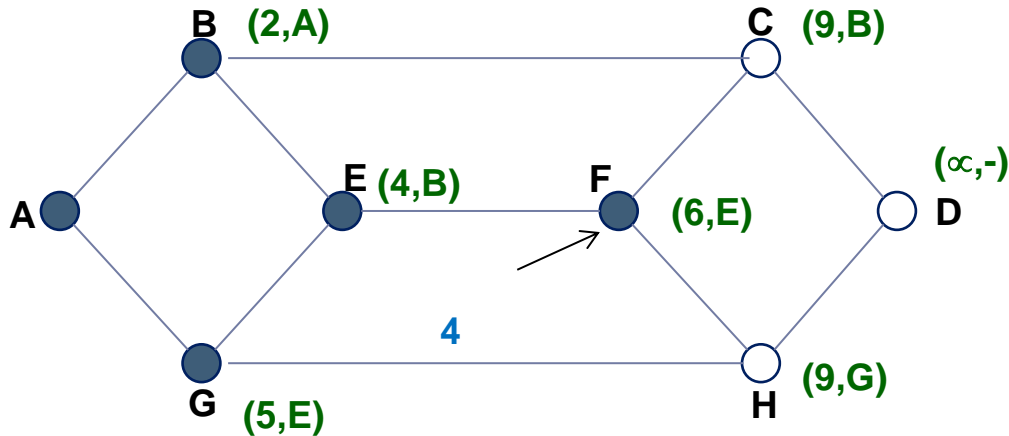


Se examina el nodo **B**, y sus adyacencias; y se obtiene al nodo **E** como permanente

El nuevo nodo de trabajo es **E**; por lo que se analizan sus adyacencias, el de menor etiqueta se declara como nodo permanente, en este caso **G**

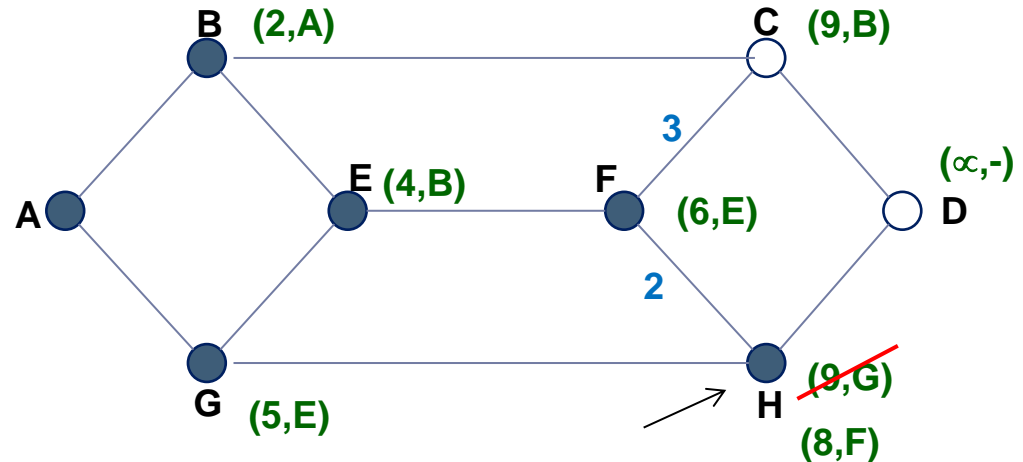


Enrutamiento por la ruta mas corta

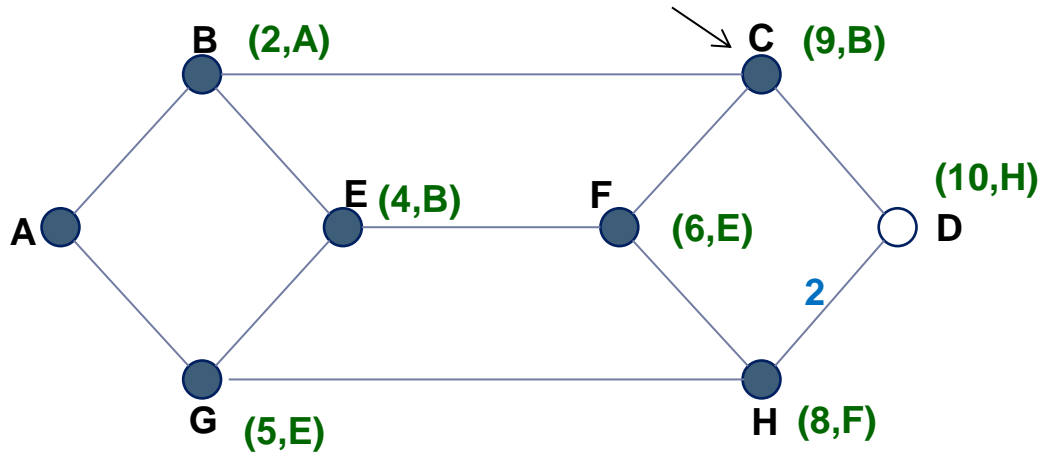


Se examina el nodo **G**, y sus adyacencias; en este caso solo el nodo **H**, pero su valor es mayor al del nodo **F**, por lo que este último se declara permanente.

Se examina el nodo **F**, y sus adyacencias; el nodo **H**, tiene la etiqueta de menor valor, y se declara permanente.



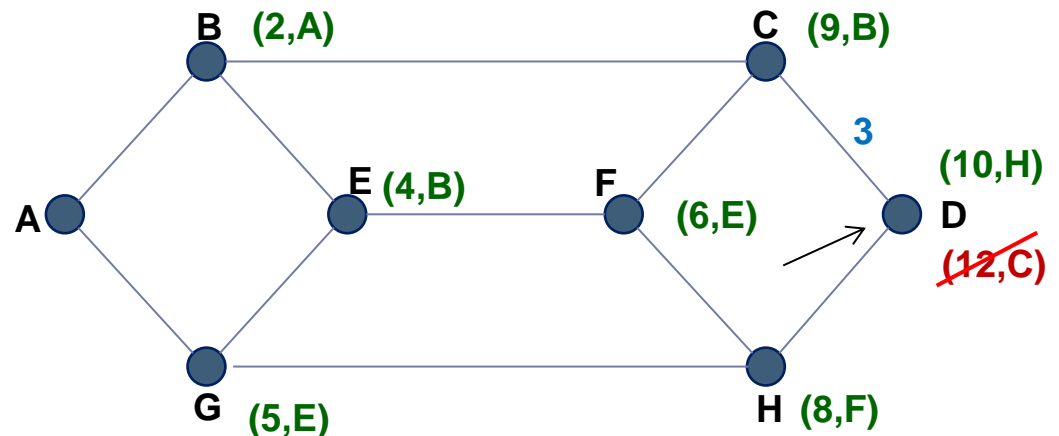
Enrutamiento por la ruta mas corta



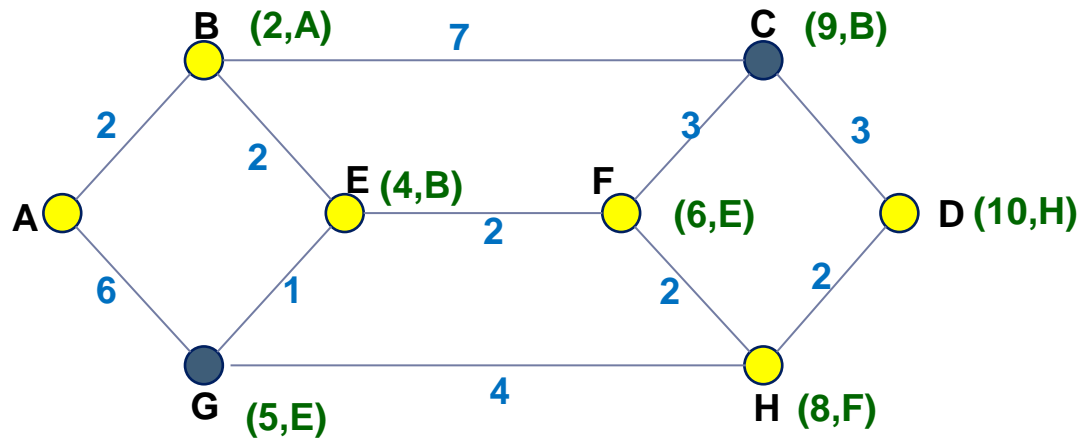
Se examina el nodo **H**, y sus adyacencias; el nodo **C**, tiene la etiqueta de menor valor, y se declara permanente.

Se examina el nodo **C**, y sus adyacencias; el nodo **F** no se considera porque ya fue evaluado.

La etiqueta hacia **D** que pasa por **C** es mayor a la etiqueta evaluada con el nodo **H**; por lo tanto prevalece el menor.



Enrutamiento por la ruta mas corta



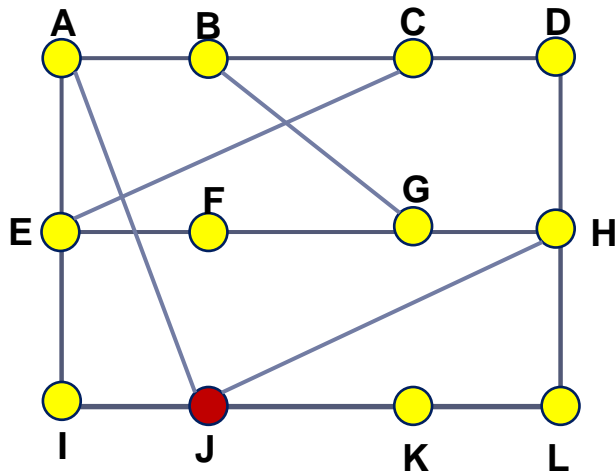
- ▶ Ruta mas corta: **A-B-E-F-H-D**
- ▶ Distancia total: **10**

Enrutamiento por vector distancia

- ▶ Cada router mantiene una tabla (vector), que da la mejor distancia conocida a cada destino.
- ▶ Las tablas se actualizan intercambiando información con los routers vecinos.
- ▶ También conocido como algoritmo de enrutamiento Bellman-Ford distribuido, y el algoritmo Ford-Fulkerson.
- ▶ Algoritmo usado en ARPANET y se usa en Internet con RIP.
- ▶ La métrica usada podría ser cantidad de saltos, retardo, número total de paquete encolados, etc.

Enrutamiento por vector distancia

- Proceso de actualización de una tabla de enrutamiento por vector distancia.



Calcular la tabla de enrutamiento de J

	A	I	H	K
A	0	24	20	21
B	12	36	31	28
C	25	18	19	36
D	40	27	8	24
E	14	7	30	22
F	23	20	19	40
G	18	31	6	31
H	17	20	0	19
I	21	0	14	22
J	9	11	7	10
K	24	22	22	0
L	29	33	9	9

- Retardo JA es de 8.
- Retardo JI es de 10.
- Retardo JH es de 12.
- Retardo JK es de 6.

Vectores recibidos de los cuatro vecinos de J (métrica: retardo en mseg.)

Enrutamiento por vector distancia

	A	I	H	K
A	0	24	20	21
B	12	36	31	28
C	25	18	19	36
D	40	27	8	24
E	14	7	30	22
F	23	20	19	40
G	18	31	6	31
H	17	20	0	19
I	21	0	14	22
J	9	11	7	10
K	24	22	22	0
L	29	33	9	9

Vectores recibidos de los cuatro vecinos de **J**

- ▶ Retardo JA es de 8.
- ▶ Retardo JI es de 10.
- ▶ Retardo JH es de 12.
- ▶ Retardo JK es de 6.

- ▶ Para calcular la ruta de **J** hacia **G**, el compara los retardos totales relativos:
 - ▶ Para llegar a G por el router A, se sabe que se demorará **26 mseg.** (de J-A 8, y de A a G 18)
 - ▶ Para llegar a G por el router I, se demorará **41 mseg.**
 - ▶ Para llegar a G por el router H, se demorará **18 mseg.**
 - ▶ Para llegar a G por el router K, se demorará **37 mseg.**
- ▶ Por lo tanto la ruta para llegar a **G** será por el router **H** con un retardo de 18 mseg.; y esta será la entrada en la tabla de enrutamiento de **J**.

Enrutamiento por vector distancia

Retardo estimado desde J

	A	I	H	K
A	0	24	20	21
B	12	36	31	28
C	25	18	19	36
D	40	27	8	24
E	14	7	30	22
F	23	20	19	40
G	18	31	6	31
H	17	20	0	19
I	21	0	14	22
J	9	11	7	10
K	24	22	22	0
L	29	33	9	9

Vectores recibidos de los cuatro vecinos de J

Línea de salida o siguiente salto

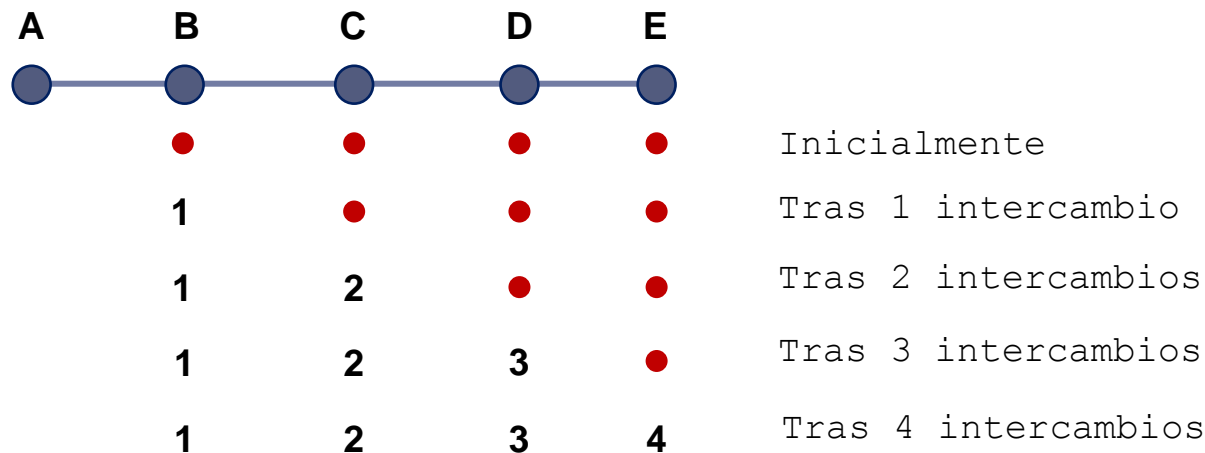
8	A
20	A
28	I
20	H
17	I
30	I
18	H
12	H
10	I
0	-
6	K
15	K

Tabla de enrutamiento para J

- ▶ Retardo JA es de 8.
- ▶ Retardo JI es de 10.
- ▶ Retardo JH es de 12.
- ▶ Retardo JK es de 6.

El problema de la cuenta al infinito

- ▶ Inicialmente A está desactivado y todos los demás routers saben eso, declarando la métrica en infinito. Luego se activa y se propaga la información por medio de intercambios entre los routers.



El problema de la cuenta al infinito

- ▶ Ahora el router A se desactiva, o pierde el enlace con B.

A	B	C	D	E	
●	●	●	●	●	
	1	2	3	4	Inicialmente
	3	2	3	4	Tras 1 intercambio
	3	4	3	4	Tras 2 intercambios
	5	4	5	4	Tras 3 intercambios
	5	6	5	6	Tras 4 intercambios
	7	6	7	6	Tras 5 intercambios
	7	8	7	8	Tras 6 intercambios
	⋮	⋮			
	●	●	●	●	

Enrutamiento por Estado de Enlace

- ▶ ARPANET utilizó el enrutamiento vector-distancia hasta 1979, siendo reemplazado por el enrutamiento por estado de enlace.
- ▶ Supera los problemas de tiempo de convergencia.
- ▶ Se basa en:
 - ▶ Descubrir vecinos y conocer sus direcciones de red.
 - ▶ Medir retardo o costo para cada uno de sus vecinos.
 - ▶ Construir un paquete que indique todo lo que acaba de aprender.
 - ▶ Enviar el paquete a todos los demás enrutadores.
 - ▶ Calcular la ruta mas corta a todos los demás enrutadores.

Enrutamiento por Estado de Enlace

▶ Conocimiento de vecinos

- ▶ Se realiza enviando un paquete HELLO por cada línea de salida activa.
- ▶ Se espera que el otro enrutador responda.

▶ Medición del costo de la línea.

- ▶ Se envía un paquete ECHO para medir el retardo.
- ▶ Se pueden hacerse varios envíos y promediar los resultados.
- ▶ Se debe ignorar la carga y considerar solo el ancho de banda para evitar oscilaciones sin control en la red, debido a los cálculos erráticos producto de la carga.