

Principios de ruteo

Agenda (1)

- **Función de forwarding**
- **Función de ruteo**
- **Clasificación de los algoritmos de ruteo**
- **Estado del enlace y vector distancia**
- **Ruteo jerárquico**
- **Ruteo externo e interno**

Función de forwarding

- Se encarga de encaminar los paquetes usando la tabla de ruteo
- Utiliza el algoritmo de longest prefix match
- Las entradas en la tabla de ruteo se ordenan desde las entradas con máscaras más largas (más 1's) hacia las entradas con máscaras más cortas (menos 1's)
- Las máscaras más largas indican redes más pequeñas y por lo tanto son entradas más específicas

Longest prefix match

- **Dado un destino, se recorre la tabla haciendo AND con las máscaras de cada entrada y determinando si el prefijo coincide**
- **Si coincide se elige la entrada y si no se compara con la siguiente**
- **Si no se encuentra ninguna coincidencia, se descarta el paquete**
- **Si hay ruta por defecto ésta aparece en última instancia pues tiene máscara 0**

Longest prefix match

Destino	Máscara	Próximo salto
192.168.1.128	/25	IP _{R1}
192.168.1.0	/24	IP _{R2}
192.168.0.0	/23	IP _{R3}
192.168.0.0	/16	IP _{R5}
192.0.0.0	/8	IP _{R6}
0.0.0.0	/0	IP _{R7}

Longest prefix match

Destino= 192.168.2.33

Destino	Máscara	Próximo salto
192.168.1.128	/25	IP _{R1}
192.168.1.0	/24	IP _{R2}
192.168.0.0	/23	IP _{R3}
192.168.0.0	/16	IP _{R5}
192.0.0.0	/8	IP _{R6}
0.0.0.0	/0	IP _{R7}

Longest prefix match

Destino= 192.168.2.33

Destino	Máscara	Próximo salto
192.168.1.128	/25	192.168.2.33 & /25 = 192.168.2.0
192.168.1.0	/24	IP _{R2}
192.168.0.0	/23	IP _{R3}
192.168.0.0	/16	IP _{R5}
192.0.0.0	/8	IP _{R6}
0.0.0.0	/0	IP _{R7}

Longest prefix match

Destino= 192.168.2.33

Destino	Máscara	Próximo salto
192.168.1.128	/24	IP _{R2}
192.168.1.0	/24	IP _{R2}
192.168.0.0	/23	IP _{R3}
192.168.0.0	/16	IP _{R5}
192.0.0.0	/8	IP _{R6}
0.0.0.0	/0	IP _{R7}

Diagram illustrating the longest prefix match process. A yellow box above the table contains the destination IP: **Destino= 192.168.2.33**. A blue double-headed arrow labeled **NO!** points from the destination IP to the entry for 192.168.2.0, indicating that this entry does not match the destination IP.

Longest prefix match

Destino= 192.168.2.33

Destino	Máscara	Próximo salto
192.168.1.128	/25	192.168.2.33 & /25 = 192.168.2.0
192.168.1.0	/24	192.168.2.33 & /24 = 192.168.2.0
192.168.0.0	/23	IP _{R3}
192.168.0.0	/16	IP _{R5}
192.0.0.0	/8	IP _{R6}
0.0.0.0	/0	IP _{R7}

Longest prefix match

Destino= 192.168.2.33

Destino	Máscara	Próximo salto
192.168.1.128	/25	192.168.2.33 & /25 = 192.168.2.0
192.168.1.0	/24	192.168.2.0
192.168.0.0	/23	IP _{R3}
192.168.0.0	/16	IP _{R5}
192.0.0.0	/8	IP _{R6}
0.0.0.0	/0	IP _{R7}

Diagram illustrating the longest prefix match process for destination 192.168.2.33. A yellow box above the table shows the destination IP. A yellow box above the /25 row shows the result of the bitwise AND operation: 192.168.2.33 & /25 = 192.168.2.0. A blue double-headed arrow labeled "NO!" points from the /25 row to the /24 row, indicating that the /25 prefix is not the longest match because the /24 prefix is more specific and also matches the destination IP.

Longest prefix match

Destino= 192.168.2.33

Destino	Máscara	Próximo salto
192.168.1.128	/25	192.168.2.33 & /25 = 192.168.2.0
192.168.1.0	/24	192.168.2.33 & /24 = 192.168.2.0
192.168.0.0	/23	192.168.2.33 & /23 = 192.168.2.0
192.168.0.0	/16	IP _{R5}
192.0.0.0	/8	IP _{R6}
0.0.0.0	/0	IP _{R7}

Longest prefix match

Destino= 192.168.2.33

Destino	Máscara	Próximo salto
192.168.1.128	/25	192.168.2.33 & /25 = 192.168.2.0
192.168.1.0	/24	192.168.2.33 & /24 = 192.168.2.0
192.168.0.0	/16	192.168.2.0
192.168.0.0	/16	IP _{R5}
192.0.0.0	/8	IP _{R6}
0.0.0.0	/0	IP _{R7}

Longest prefix match

Destino= 192.168.2.33

Destino	Máscara	Próximo salto
192.168.1.128	/25	192.168.2.33 & /25 = 192.168.2.0
192.168.1.0	/24	192.168.2.33 & /24 = 192.168.2.0
192.168.0.0	/23	192.168.2.33 & /23 = 192.168.2.0
192.168.0.0	/16	192.168.2.33 & /16 = 192.168.0.0
192.0.0.0	/8	IP _{R6}
0.0.0.0	/0	IP _{R7}

Longest prefix match

Destino= 192.168.2.33

Destino	Máscara	Próximo salto
192.168.1.128	/25	192.168.2.33 & /25 = 192.168.2.0
192.168.1.0	/24	192.168.2.33 & /24 = 192.168.2.0
192.168.0.0	/23	192.168.2.33 & /23 = 192.168.2.0
192.168.0.0	/8	192.168.0.0
192.0.0.0	/8	IP _{R6}
0.0.0.0	/0	IP _{R7}

A red double-headed arrow labeled "SI" points from the /8 entry (192.168.0.0) to the /23 entry (192.168.0.0), indicating that the /23 entry is the longest prefix match for the destination 192.168.2.33.

Longest prefix match

Destino= 192.168.2.33

Destino	Máscara	Próximo salto
192.168.1.128	/25	192.168.2.33 & /25 = 192.168.2.0
192.168.1.0	/24	192.168.2.33 & /24 = 192.168.2.0
192.168.0.0	/23	192.168.2.33 & /23 = 192.168.2.0
192.168.0.0	/16	192.168.2.33 & /16 = 192.168.0.0
192.0.0.0	/8	IP _{R6}
0.0.0.0	/0	IP _{R7}

Próximo salto es R5

Función de Ruteo

- **Función de Ruteo:** decide cuál es el siguiente enrutador para un determinado destino. Se encarga de **construir** la tabla de ruteo
- En general el camino se elige en base a un criterio de menor distancia (pero pueden tomarse en cuenta otros factores)
- La distancia puede tomarse según diferentes métricas: retardo, carga, distancia, ancho de banda de las líneas
- En la función de ruteo se distingue: el **protocolo** de ruteo y el **algoritmo** de ruteo

Protocolo de ruteo y algoritmo de ruteo

- El **protocolo de ruteo** se encarga de recopilar información de los enrutadores de la red
- El **algoritmo de ruteo** decide en base a la información recogida el mejor camino para un cierto destino

Clasificación de algoritmos (1)

- **No adaptativos o estáticos**

Conociendo la topología de la red se determinan los mejores caminos para cada destino y se configuran las tablas de ruteo para reflejar estas decisiones

El cálculo se hace off-line y los cambios se introducen manualmente

- **Adaptativos o dinámicos**

Se recibe información de la red (cambios de topología o de tráfico) y en base a ella se corre el algoritmo que determina los mejores caminos

Los cambios de caminos se reflejan en el contenido de las tablas de ruteo en forma automática

Clasificación de algoritmos (2)

- **Global**

Calcula los caminos más cortos en base a información completa de la red

Debe conocer todos los enlaces de la red y los costos de cada uno

Ej: **algoritmos de estado del enlace (link state)**

- **Descentralizado**

El cálculo de los mejores caminos se realiza en forma iterativa y distribuida

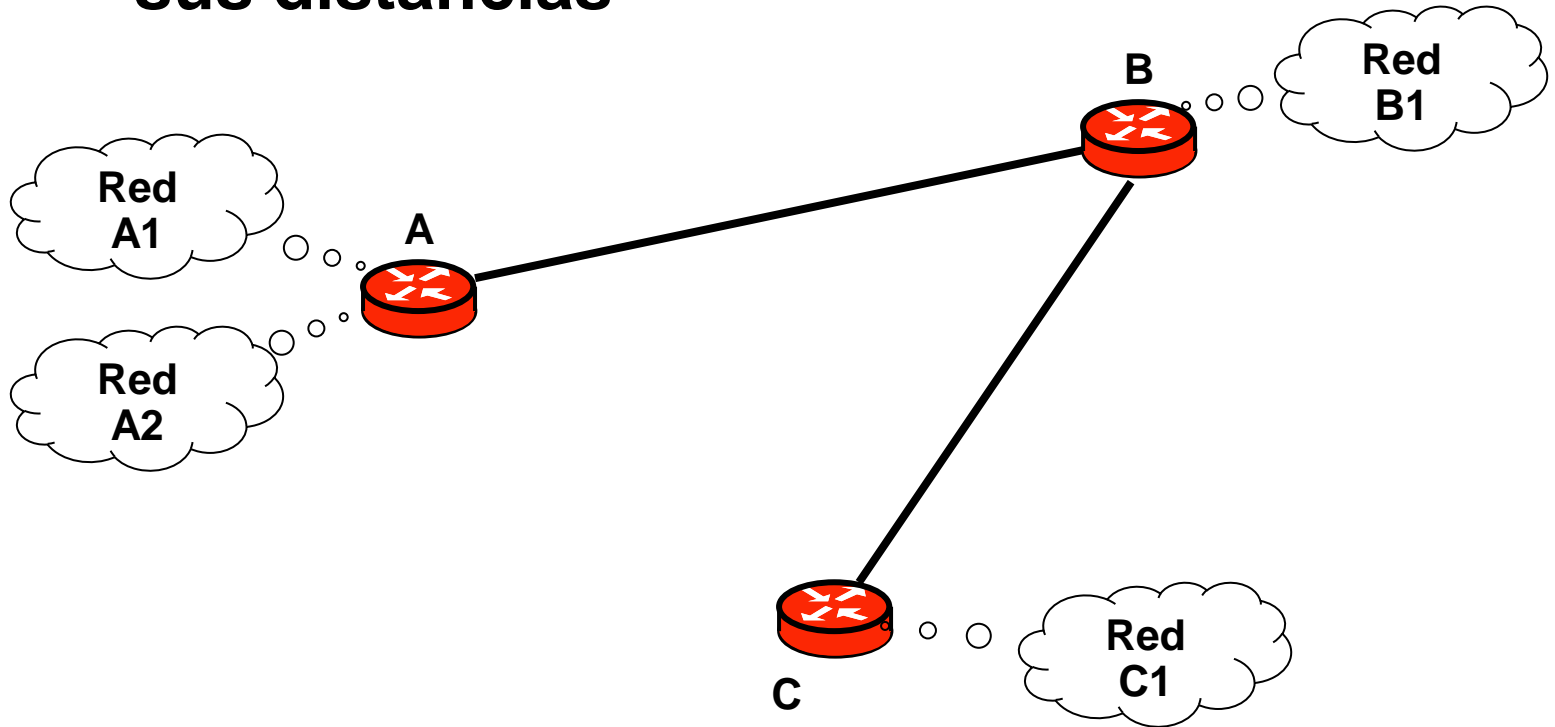
Cada enrutador empieza conociendo los destinos y costos de los enlaces directamente conectados y paulatinamente va aprendiendo otros destinos

No hay nodos que conozcan todos los enlaces con su costo

Ej: **algoritmos de estado vector distancia (distance vector)**

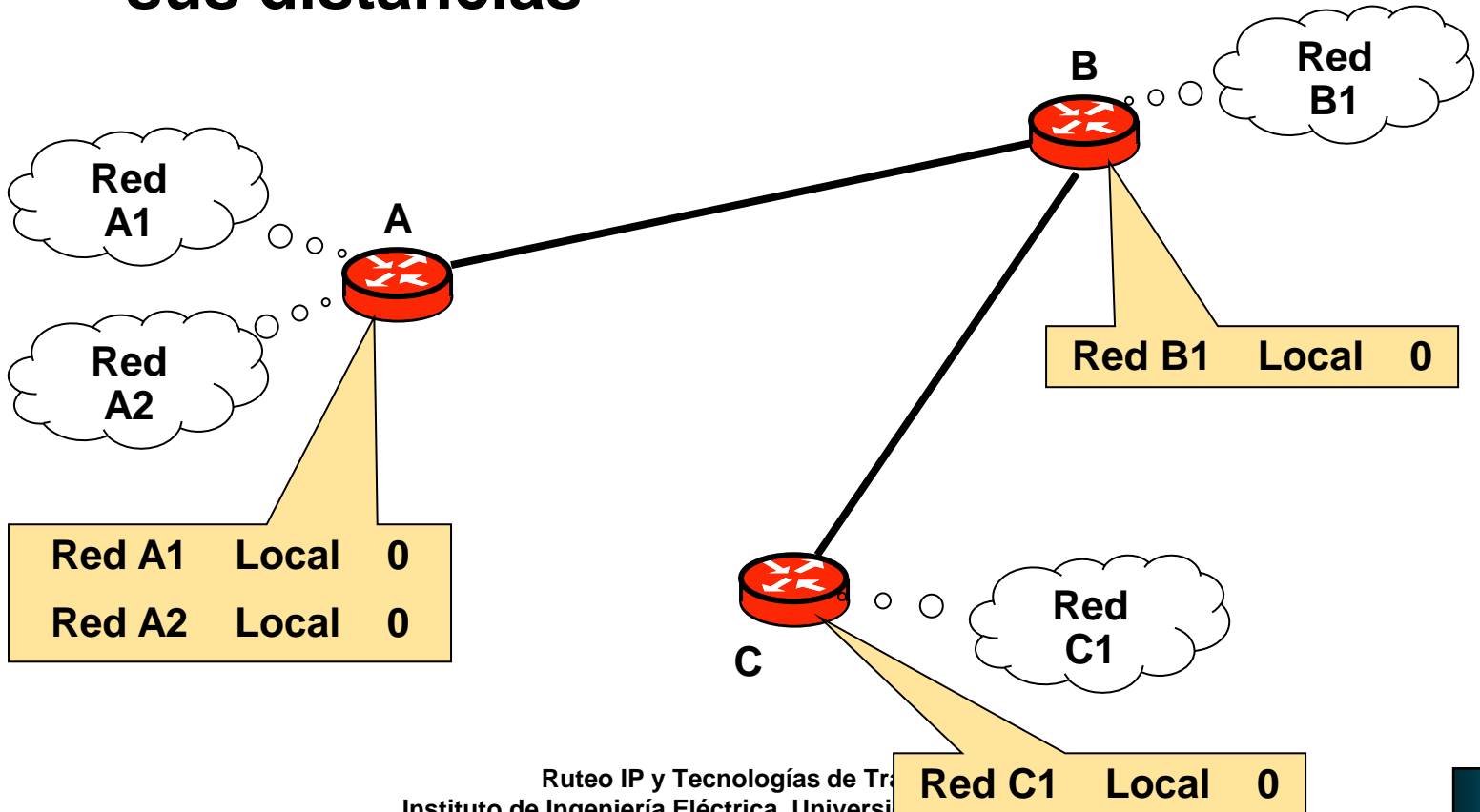
Vector distancia

- Inicialmente cada enrutador conoce los destinos directamente conectados a él con sus distancias



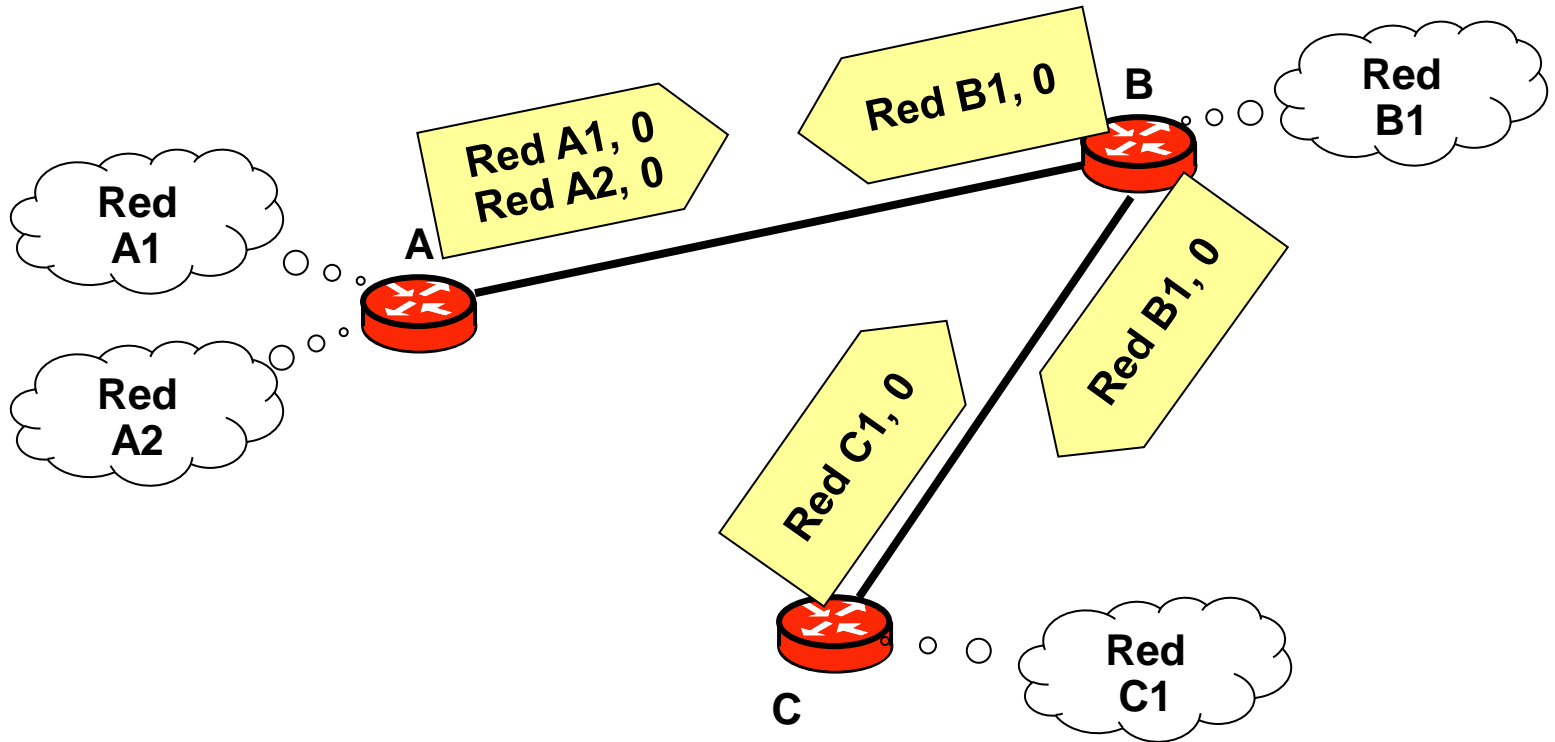
Vector distancia

- Inicialmente cada enrutador conoce los destinos directamente conectados a él con sus distancias



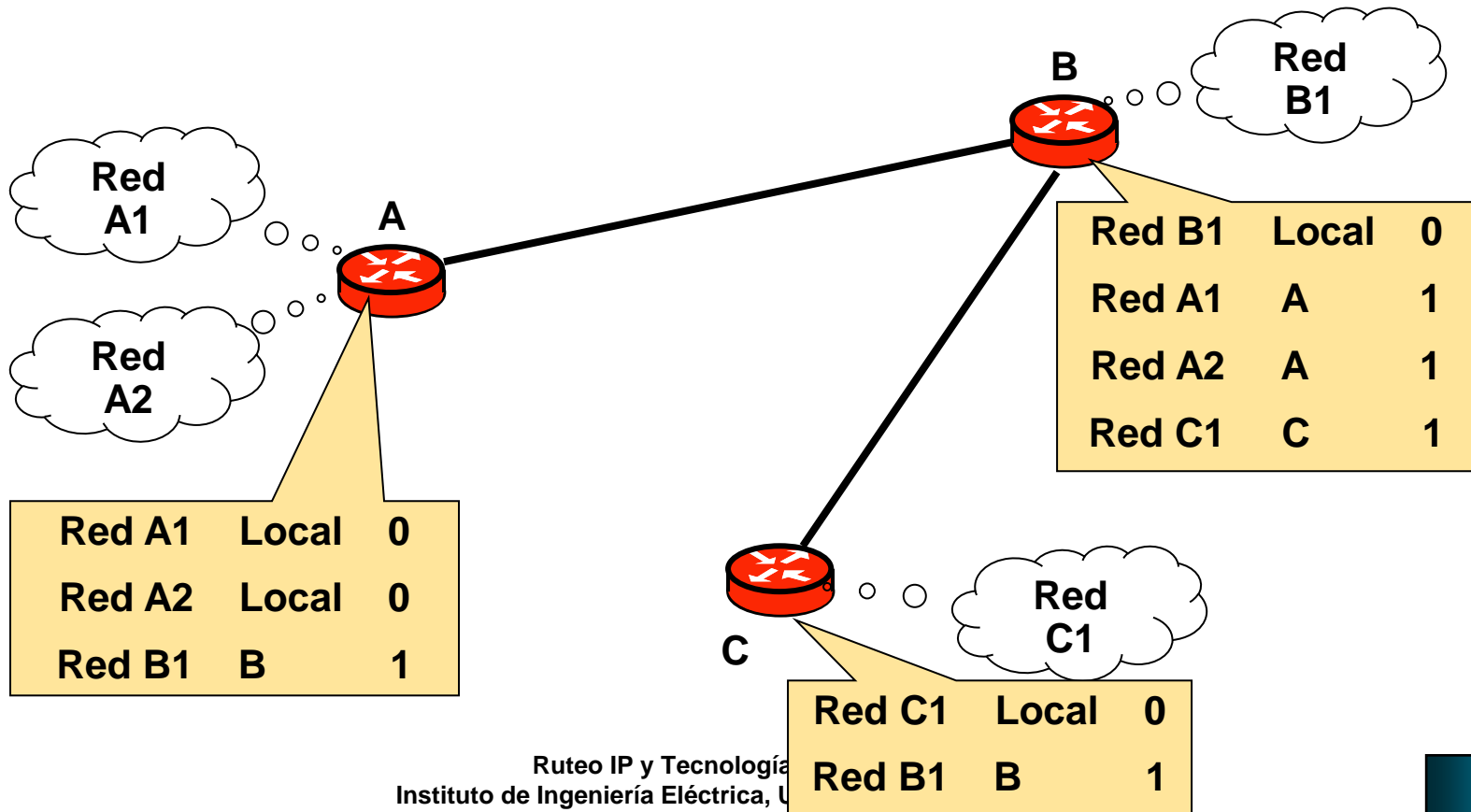
Vector distancia

- Luego cada uno envía la información que conoce a sus vecinos



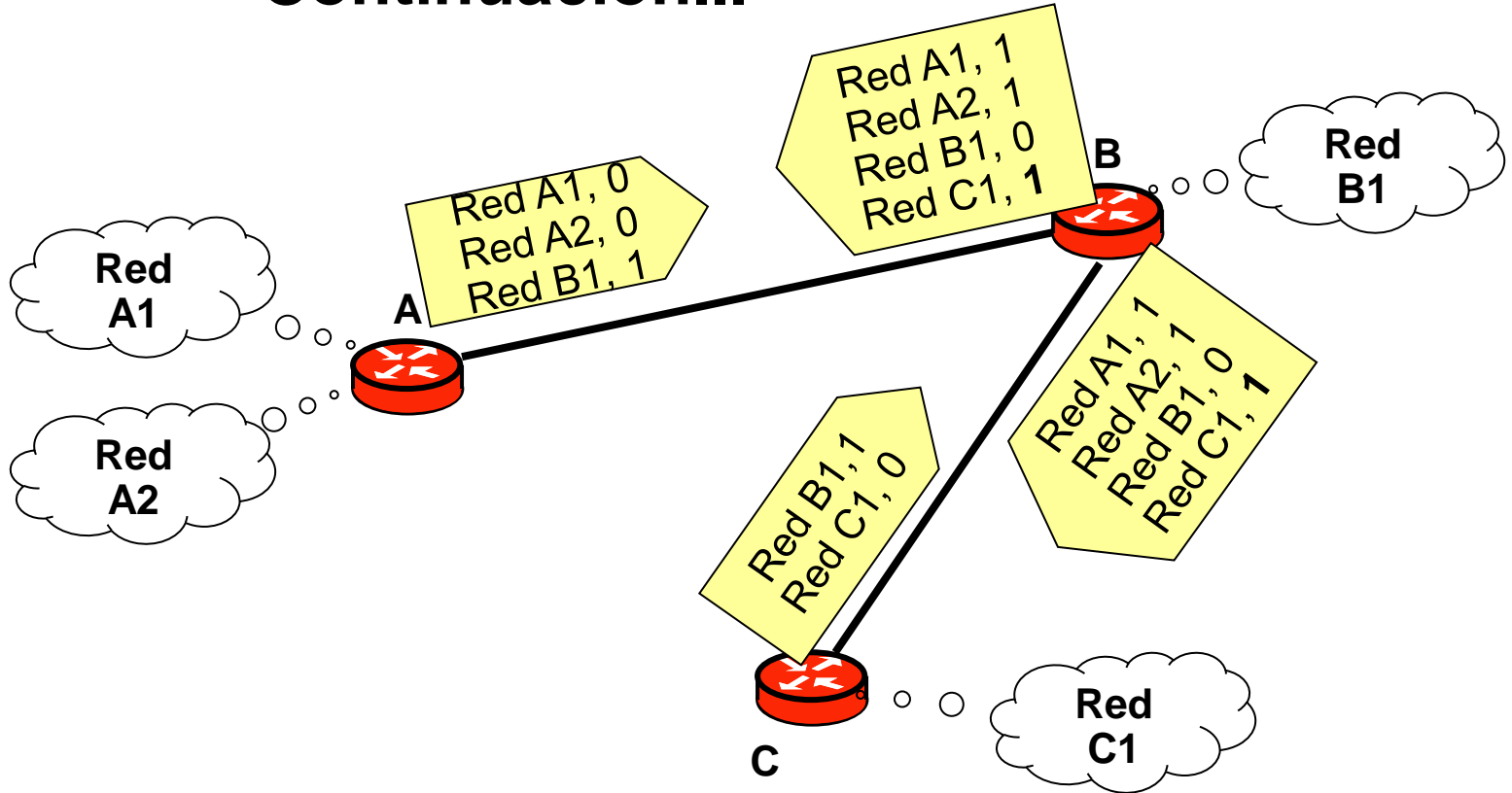
Vector distancia

- Con la información recibida cada uno actualiza su tabla de ruteo



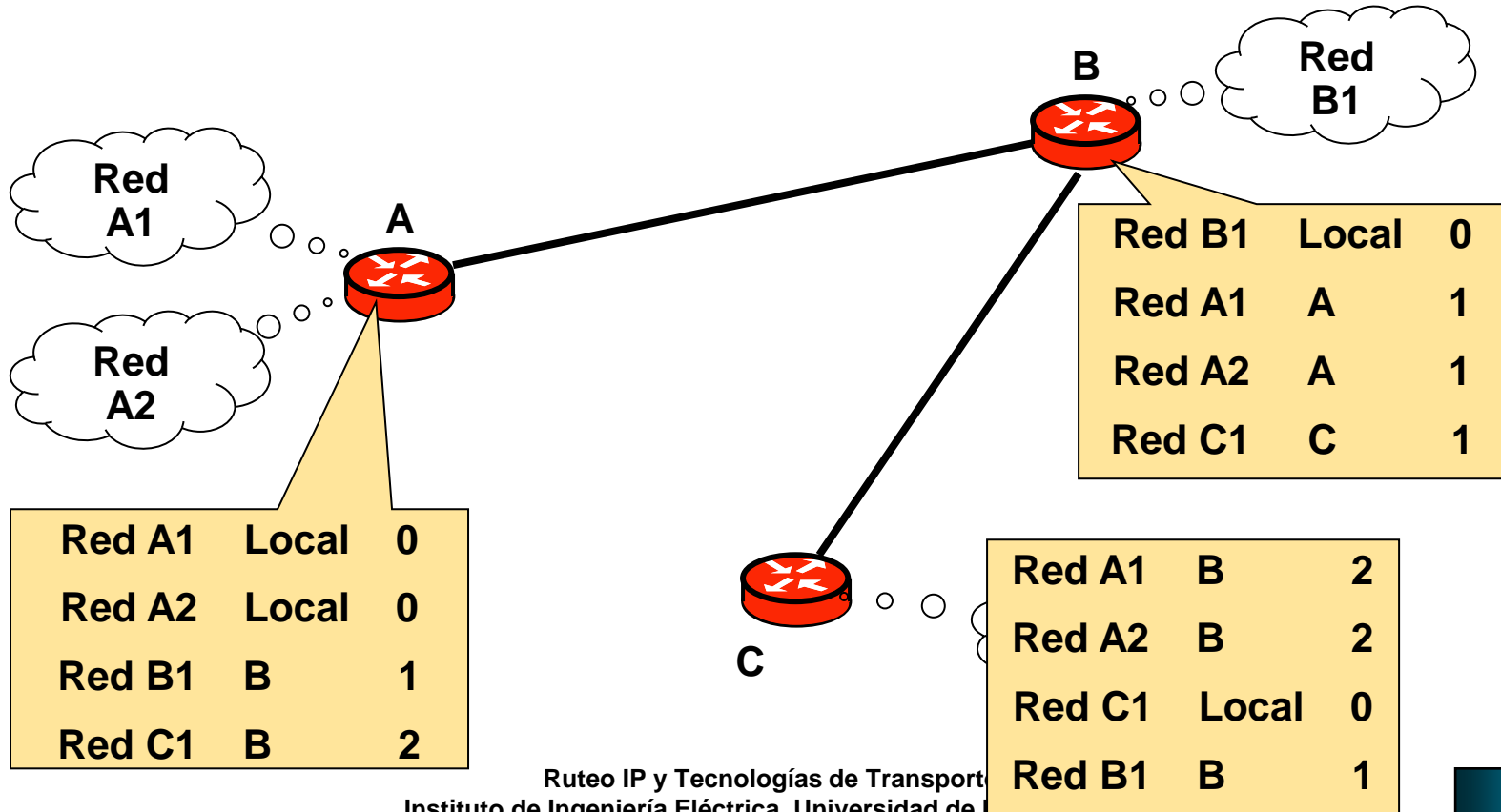
Vector distancia

- Continuación...



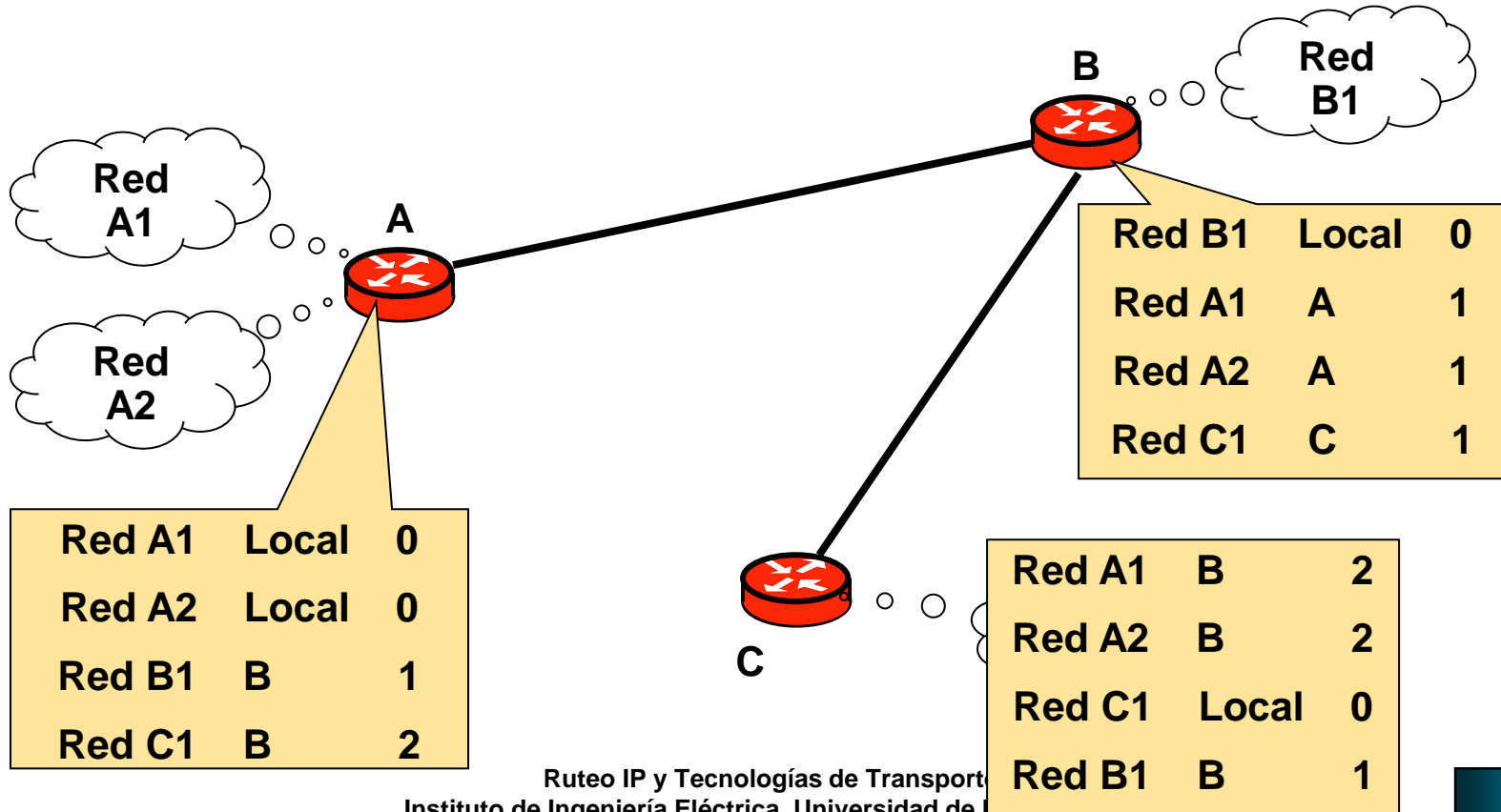
Vector distancia

- Continuación...



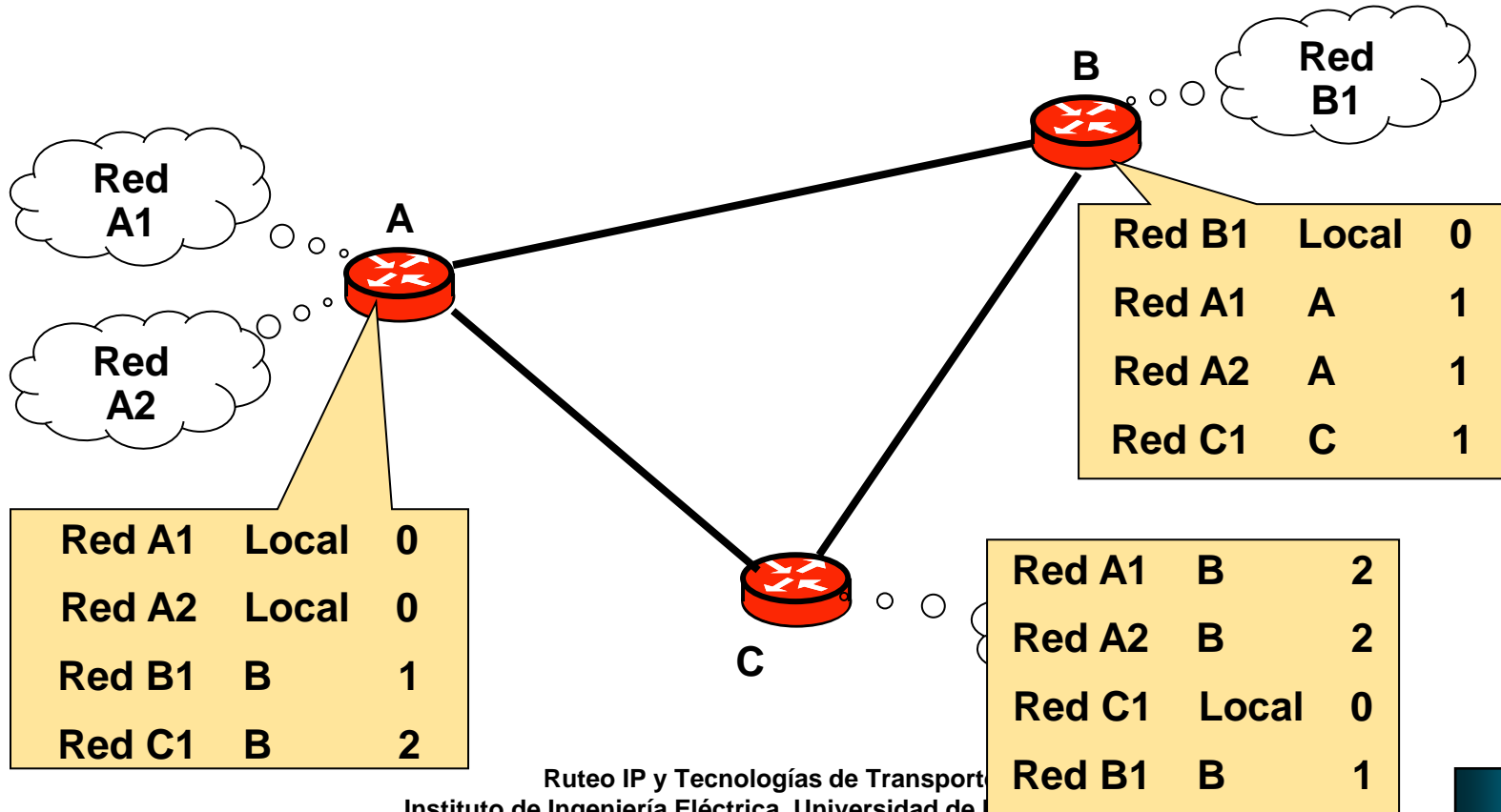
Vector distancia

- Al cambiar la topología...



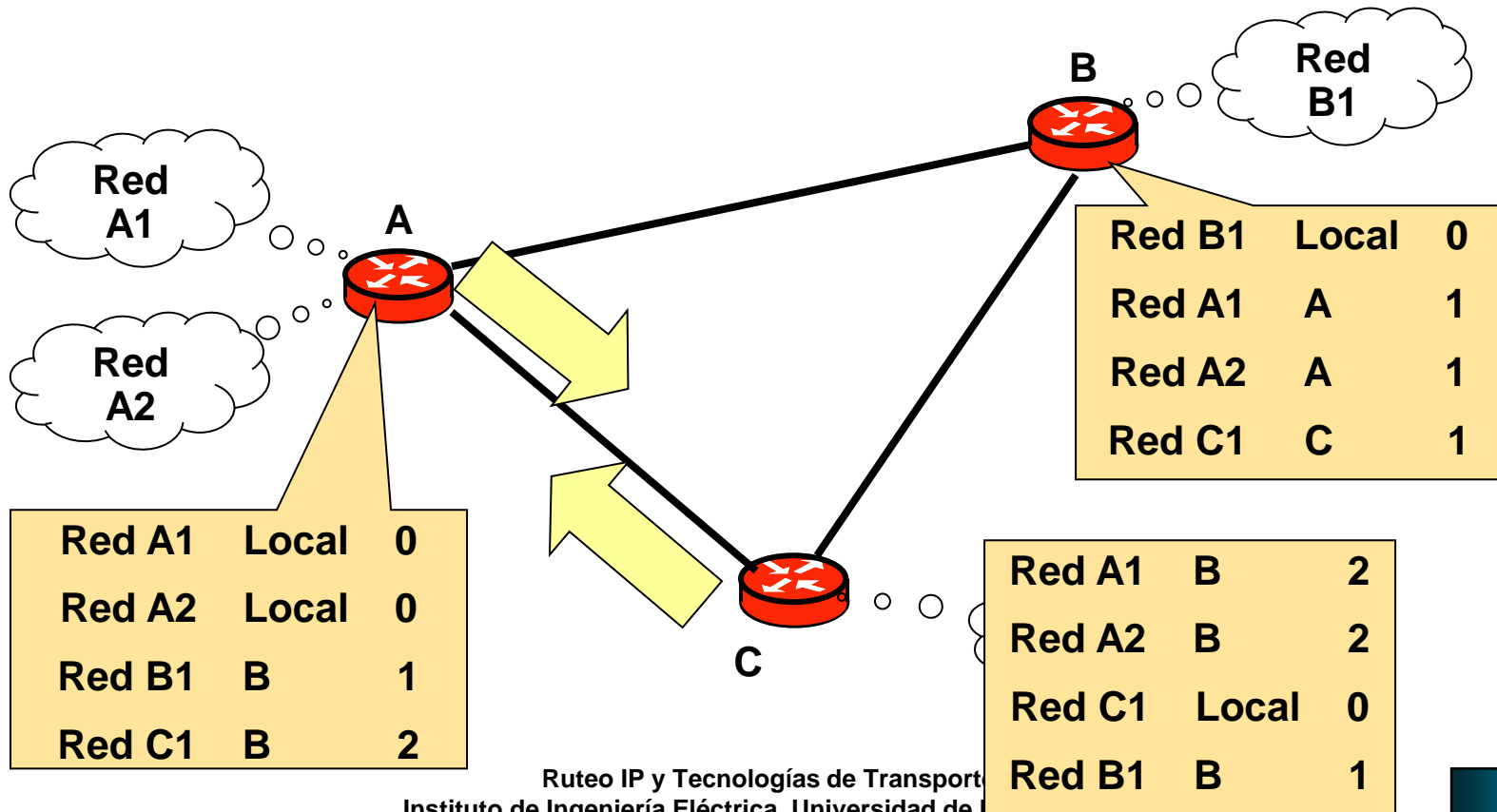
Vector distancia

- Al cambiar la topología...



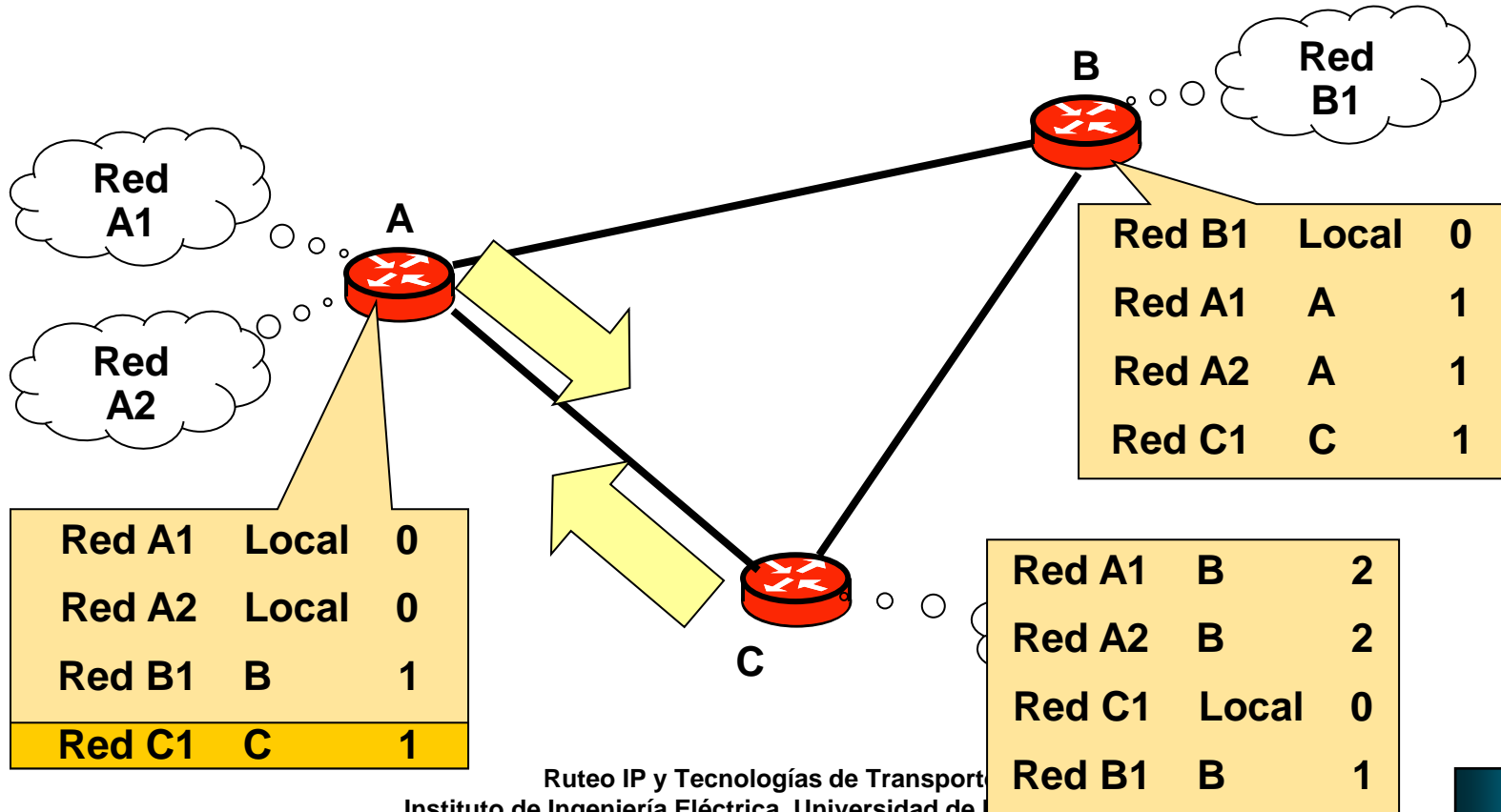
Vector distancia

- Al cambiar la topología...



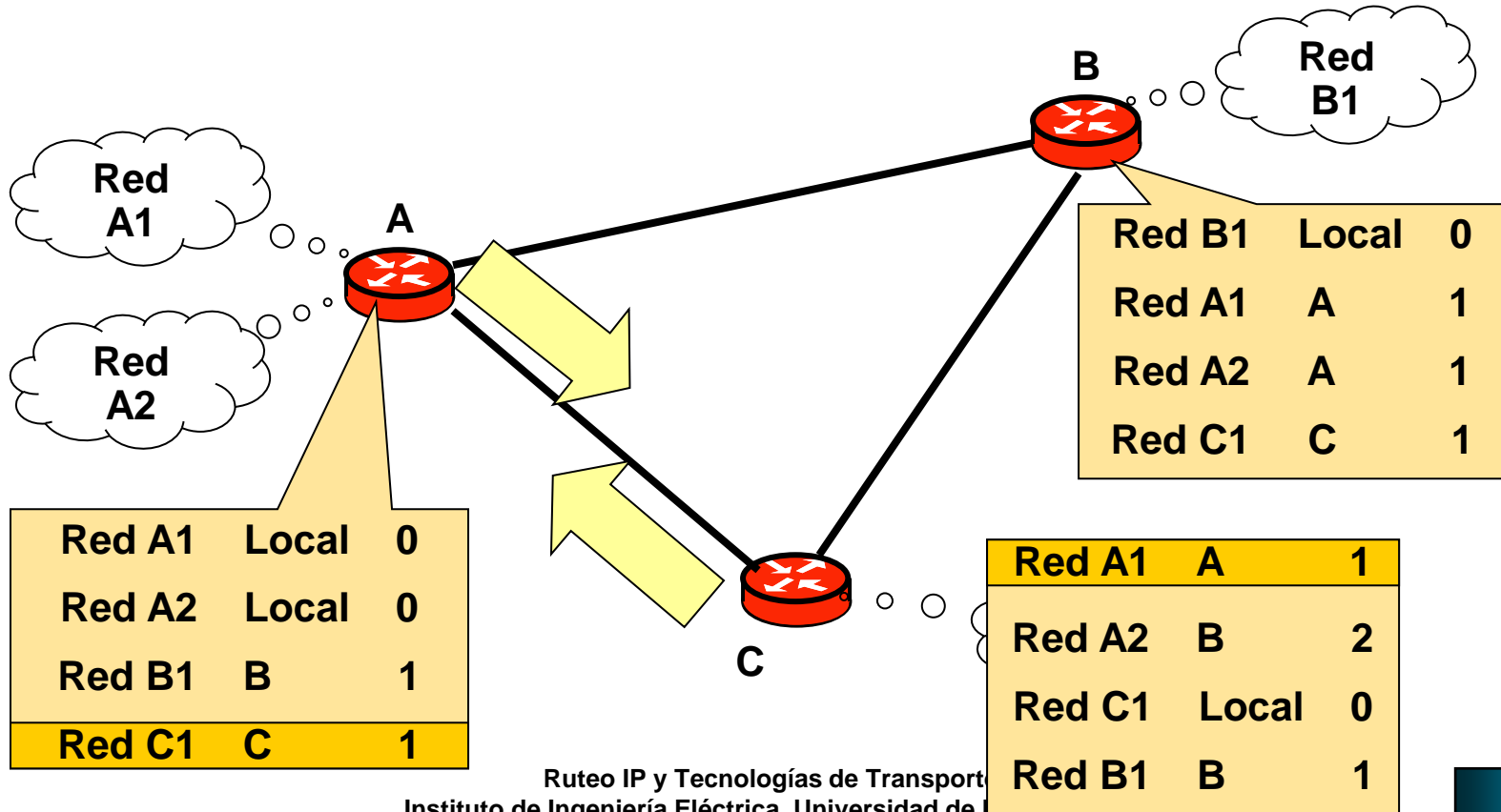
Vector distancia

- Al cambiar la topología...



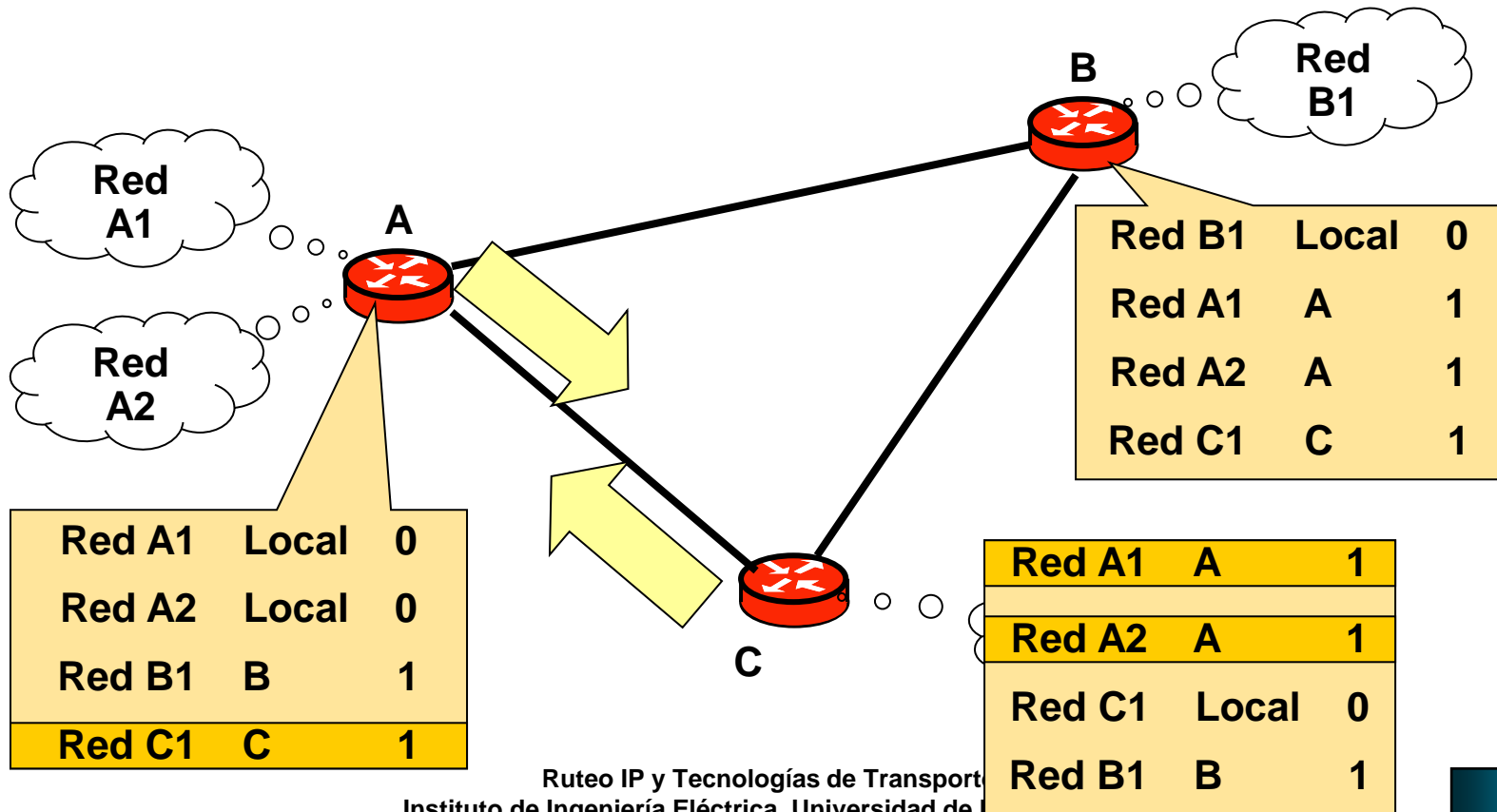
Vector distancia

- Al cambiar la topología...



Vector distancia

- Al cambiar la topología...



Problema

- **Conteo a infinito**

El problema radica en que los enrutadores no conocen la topología

- **Paliativo: Horizonte dividido (split horizon)**

No se envía información al router B de los destinos a los que se llega pasando por B

Estado del enlace

- **Los enrutadores:**

Descubren a sus vecinos (HELLO)

**Miden el costo hacia cada uno de ellos (ECHO)
(o se utilizan métricas administrativas)**

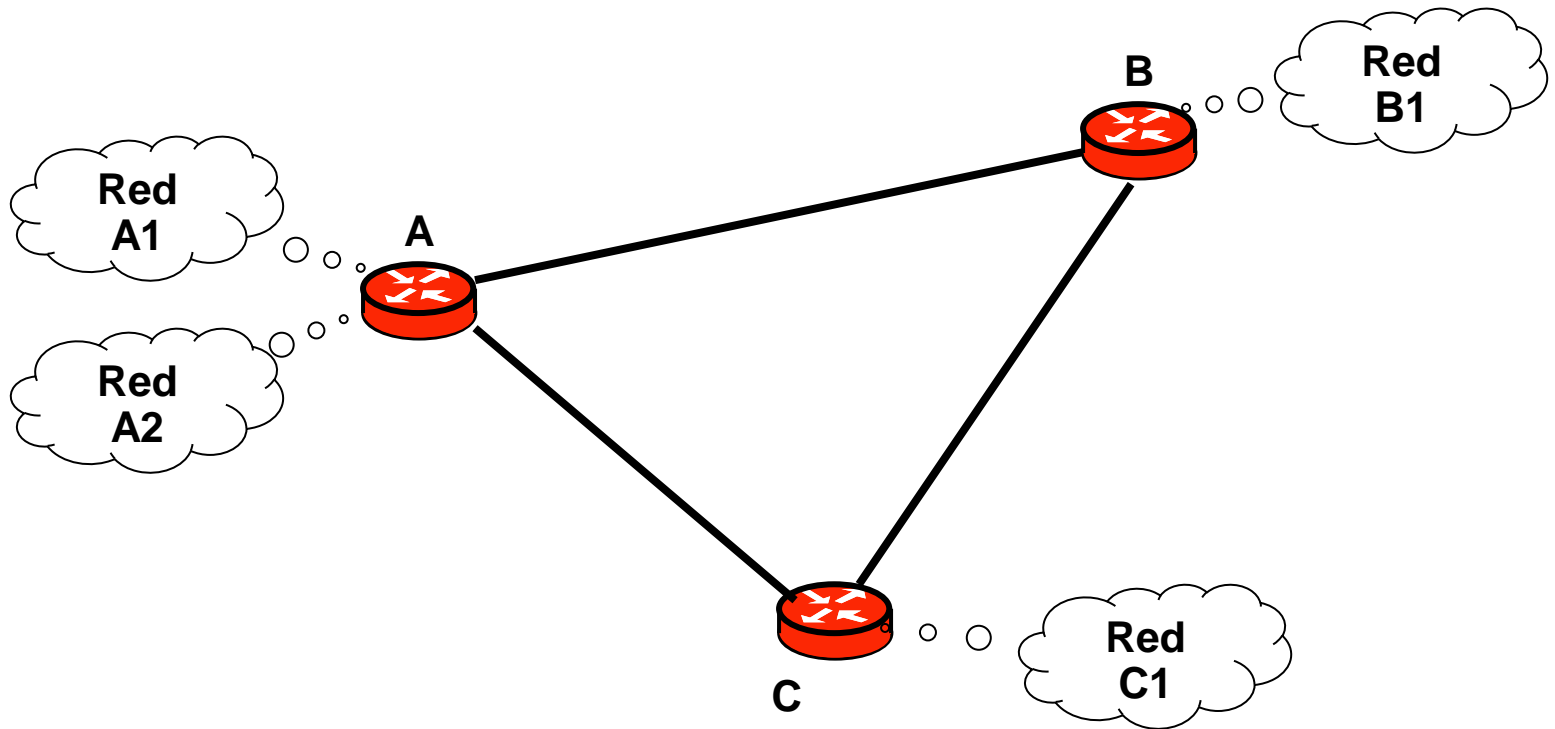
Construyen paquetes con el estado de los enlaces con sus vecinos (quienes y la distancia, secuencia, TTL)

Envían la información a todos los enrutadores

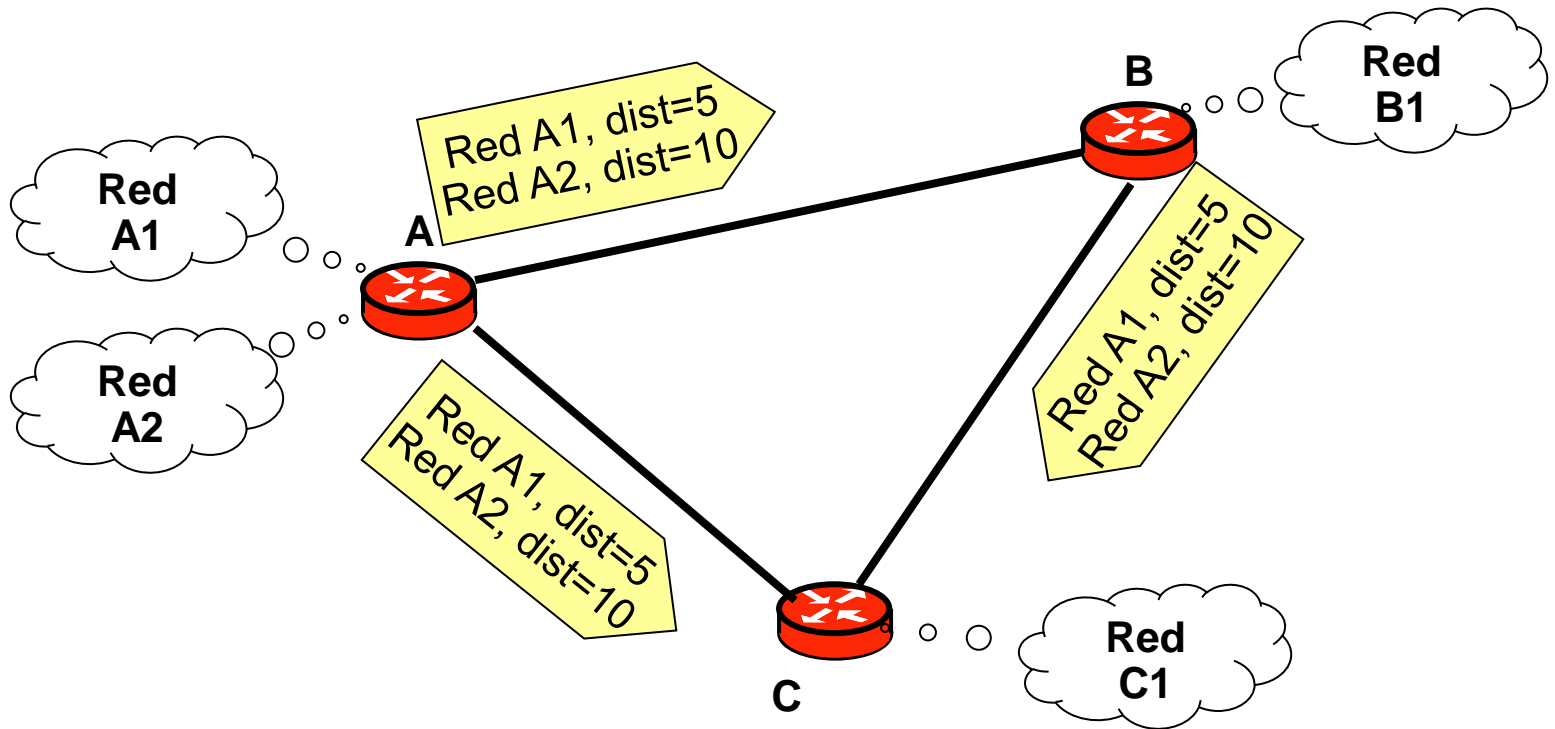
Con la información propia y la recibida se hacen una idea de la topología de la red

Sobre esa “idea” calculan los mejores caminos y actualizan la tabla de ruteo

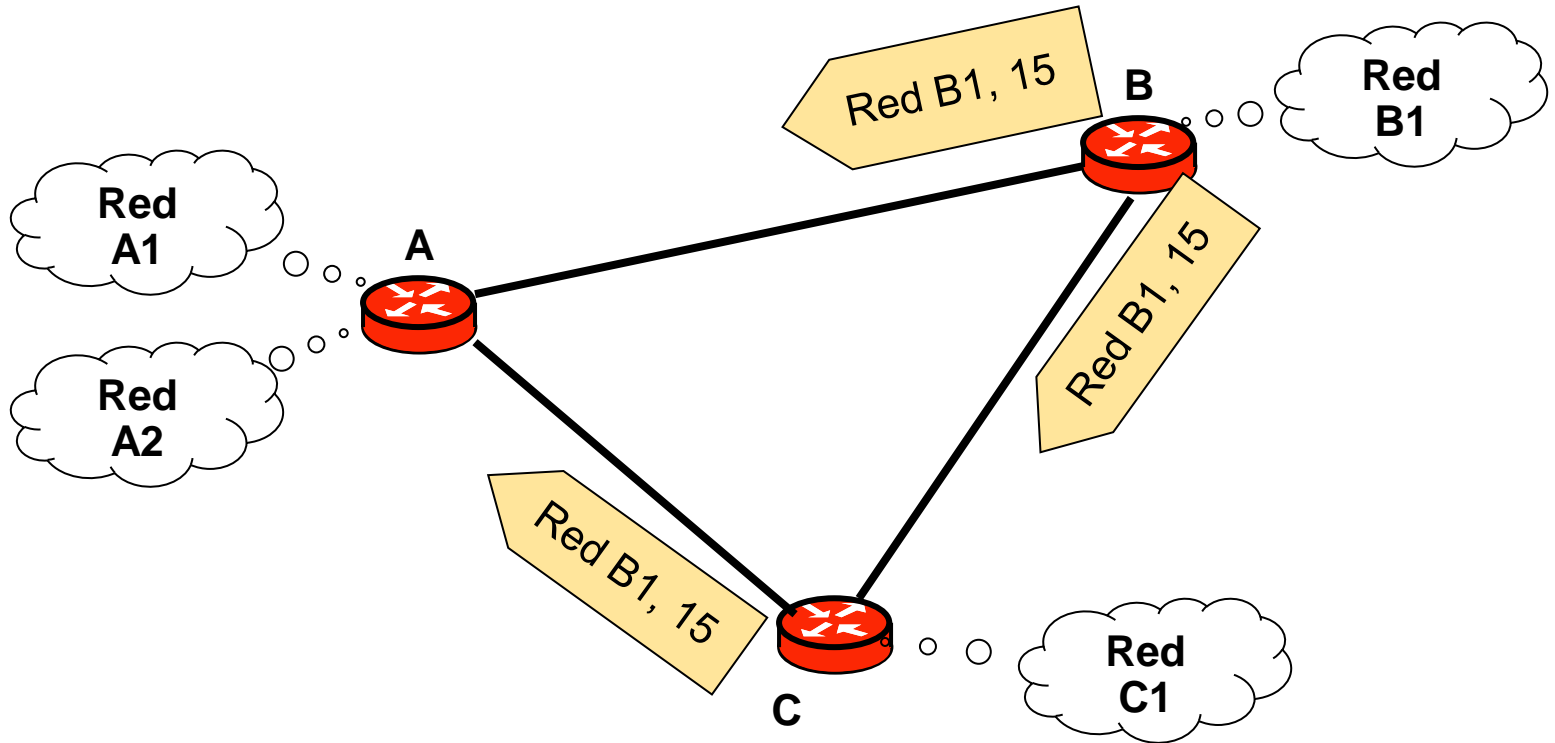
Estado del enlace



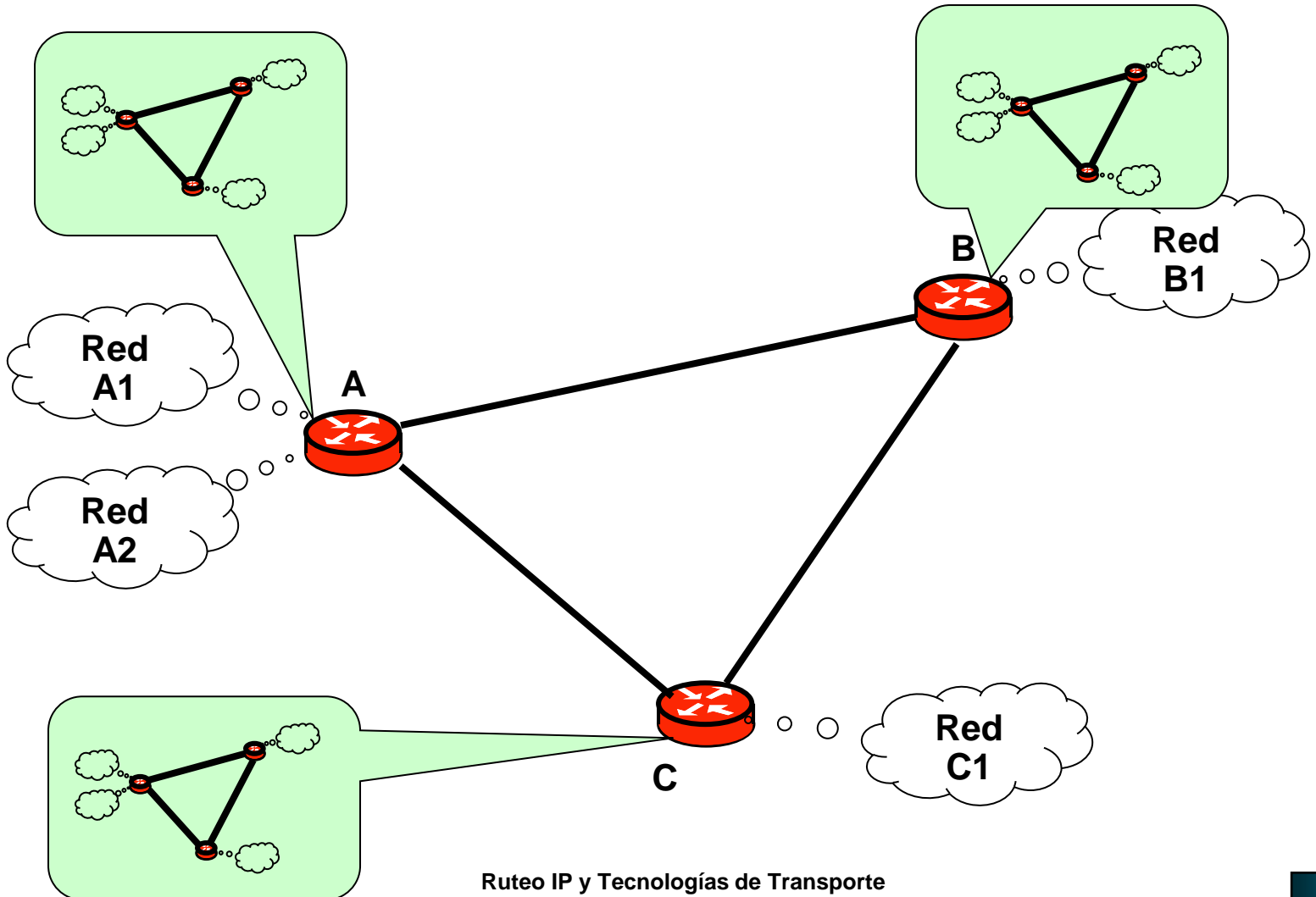
Estado del enlace



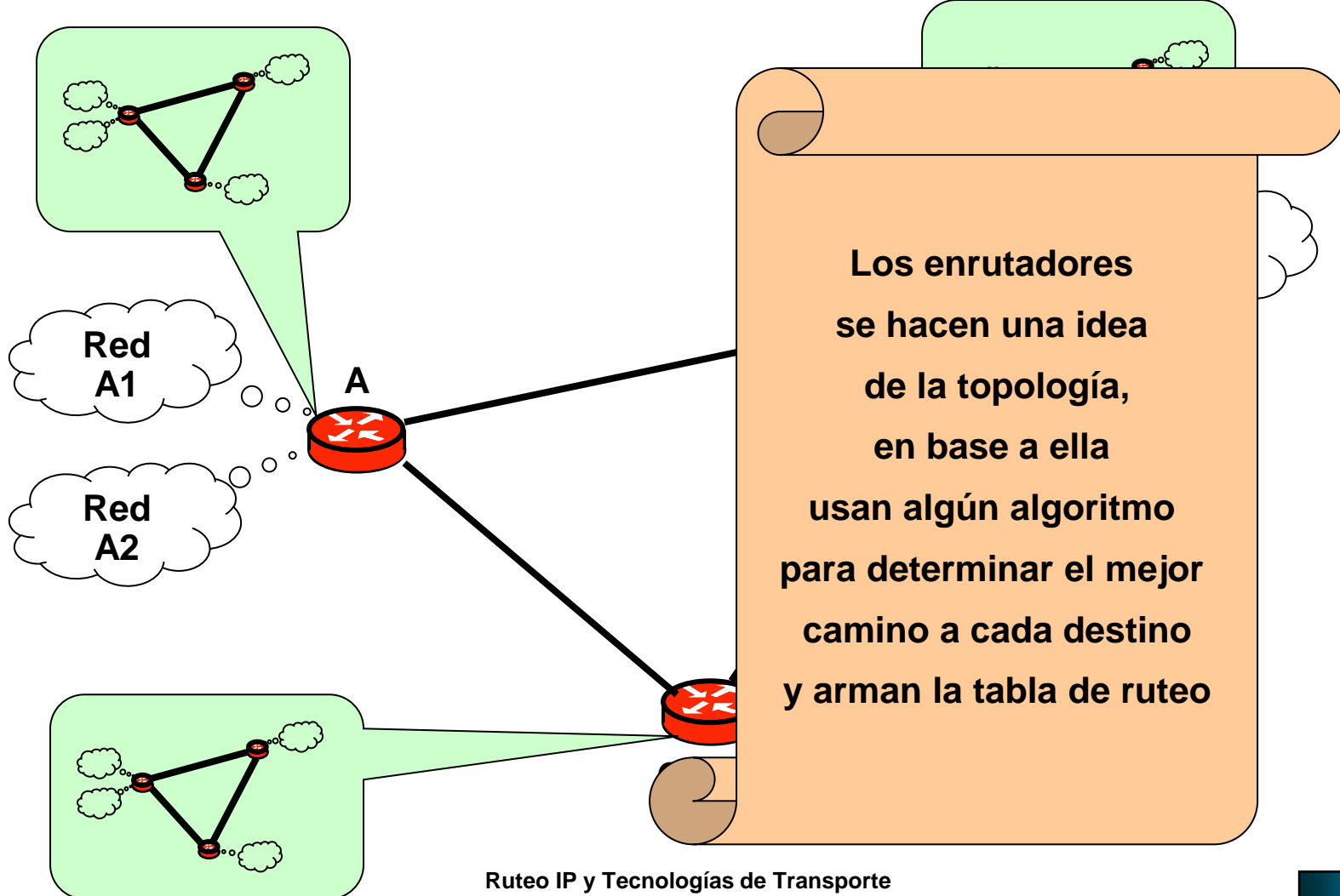
Estado del enlace



Estado del enlace



Estado del enlace



Comparación vector distancia vs. estado del enlace

	Vector Distancia	Estado del enlace
Qué envía ?	Todo lo que aprendió	Solo distancias a sus vecinos
A quién envía ?	A sus vecinos	A todos los enrutadores que participan del protocolo
Convergencia frente a cambios de topología	Lenta (por conteo a infinito)	Rápida
Carga a la red	Mucha (propaga todo periódicamente)	Poca (informa cuando hay cambios)
Necesidad de CPU y memoria	Baja	Alta

Ruteo jerárquico

- **Cuando las redes crecen, las tablas de ruteo también crecen y la búsqueda en ellas se hace más lenta, requiere más capacidad de procesamiento y memoria en los routers**
- **Se usan esquemas de ruteo jerárquico**
- **Para achicar las tablas se agrupan entradas utilizando entradas con máscaras más cortas que agrupan subredes**

Agrupación de subredes

- **Si tengo entradas para:**
192.168.1.0/24 y
192.168.0.0/24
- **Puedo agruparlas en una entrada para la red**
192.168.0.0/23
- **Se puede utilizar siempre que el destino asignado a la entrada agrupada sea adecuado (para ambas subredes se usa el mismo next_hop)**

Ruteo interno y externo

- La red se divide en sistemas autónomos (AS) que son zonas administradas por una autoridad común
- Dentro de los AS se utilizan **protocolos de ruteo interior (IGP)** y entre AS's o con los enrutadores de mayor jerarquía se usan **protocolos de ruteo exterior (EGP)**

Ruteo interno y externo

- **Los IGP:**

Su objetivo es llegar por el mejor camino a todos los destinos dentro del AS

Son los “técnicos”

- **Los EGP:**

Hacen enrutamiento por políticas

Se pueden impedir o preferir ciertos tránsitos

Son los “políticos”