

**Escuela Superior de Cómputo**



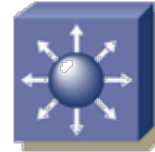
**Ingeniero en Sistemas Computacionales**



# Simbología



Router



Switch Multicapa



Modem - CSU/DSU



Servidor de Acceso



Línea Serial



LAN Switch



Red/Internet



Hub

# **Protocolos Enrutables**

# Protocolos Enrutables

## Protocolos

Un protocolo es un conjunto de reglas que determina como se comunican los hosts entre sí a través de las redes.

- Proveen reglas sintácticas y semánticas.
  - Contienen los detalles del formato de los mensajes.
  - Describen el intercambio de mensajes dentro del contexto de una actividad en particular.
  - Describen los procesos de comunicación independientemente de los detalles de hardware.
- 
- Existen dos categorías de protocolos en la capa de red: enrutados o enrutables y de enrutamiento

# Protocolos Enrutables

## Protocolos Enrutables

Cualquier protocolo que proporciona suficiente información en su dirección de capa de red para permitir que se envíe un paquete desde un host a otro basado en un esquema de direccionamiento.

- Transportan los datos a través de una red.
- Definen el formato y uso de los campos dentro de un paquete.

# Protocolos Enrutables

## Ejemplos de Protocolos Enrutables

- IP.
- IPX.
- AppleTalk.
- Banyan Vines.
- XNS (Sistema de Red de Xerox).
- IPng (IPv6).

# **Protocolos No Enrutables**

# Protocolos No Enrutables

## Protocolos No Enrutables

Son protocolos de comunicaciones que manejan solamente direcciones de dispositivos y no de red.

- Asumen que las computadoras se comunicaran con otras dentro de una misma red.
- Al contrario de los protocolos enrutables, no incorporan un esquema de direccionamiento para el envío de datos de una red a otra.

Ejemplos de protocolos no enrutables son:

- **NetBEUI.**
- **DLC.**
- **LAT.**
- **DRP.**
- **MOP.**



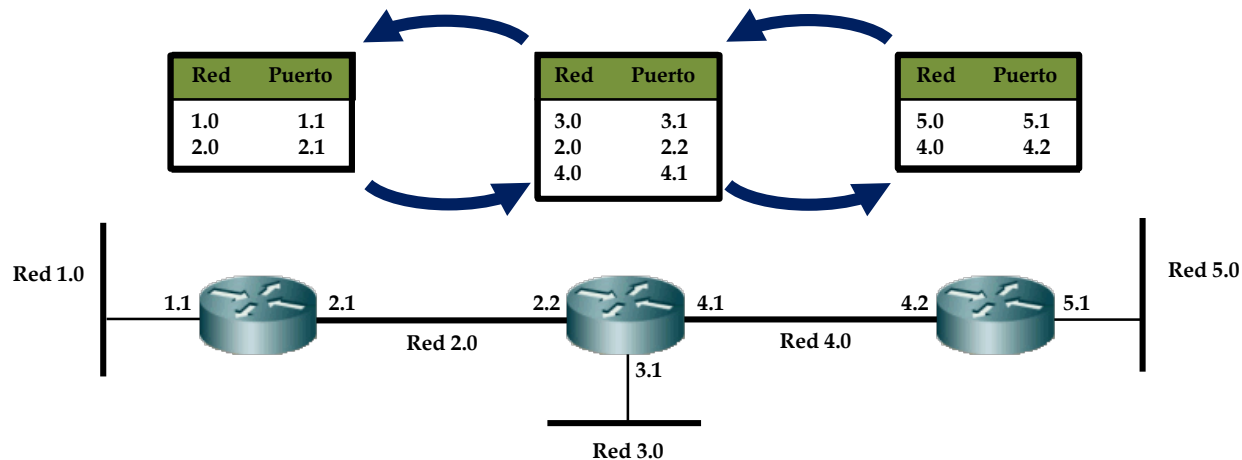
# **Definición de Protocolo de Enrutamiento**

# Definición de Protocolo de Enrutamiento

## Protocolos de Enrutamiento

Los protocolos de enrutamiento son los mecanismos necesarios para compartir la información de enrutamiento.

- Soportan un protocolo enrutable.
- Proporcionan la comunicación entre *routers* para el intercambio y mantenimiento de sus tablas de enrutamiento.



# **Ejemplos de Protocolos de Enrutamiento**

# Ejemplos de Protocolos de Enrutamiento

- Ejemplos de protocolos de enrutamiento:
  - **RIP** (Protocolo de información de enrutamiento, *Routing Information Protocol*).
  - **OSPF** (Primero la ruta libre más corta, *Open Shortest Path First*).
  - **IGRP** (Protocolo de enrutamiento de *gateway* interior, *Interior Gateway Routing Protocol*).
  - **EIGRP** (Protocolo de enrutamiento de *gateway* interior mejorado, *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol*).
  - **BGP** (Protocolo de *gateway* de frontera, *Border Gateway Protocol*).

# **Objetivos de los Protocolos de Enrutamiento**

# Objetivos de los Protocolos de Enrutamiento

## Objetivos de los Protocolos de Enrutamiento

Los objetivos de un protocolo de enrutamiento son la creación y mantenimiento de la información en la tabla de enrutamiento a través de procesos dinámicos. Esta información se genera a partir de:

- La información en la configuración de las propias interfaces del *router*.
- Las rutas configuradas manualmente.
- El intercambio de información de enrutamiento con otros *routers*.

# Objetivos de los Protocolos de Enrutamiento

Los protocolos de enrutamiento permiten que los *routers* realicen lo siguiente:

- ✓ Identificar rutas potenciales a redes destino específicas.
- ✓ Basado en el algoritmo de ruteo y en métricas, efectuar un cálculo matemático para determinar la ruta óptima a cada destino.
- ✓ Detectar cualquier cambio en la topología de red que pueda representar rutas conocidas no válidas, y que refleje una visión exacta y coherente de la topología de red en un momento dado.

# Objetivos de los Protocolos de Enrutamiento

El diseño de los protocolos de enrutamiento con frecuencia incluye uno o más de los siguientes objetivos:

- ❑ **Optimización:** Describe la capacidad del algoritmo de enrutamiento para seleccionar la mejor ruta. Esta selección depende de las métricas y su peso usadas en el cálculo de rutas.
- ❑ **Simplicidad y bajo gasto:** Un algoritmo simple puede ser procesado más eficientemente por la CPU y la memoria del router. Importante en redes que pueden aumentar en grandes proporciones.
- ❑ **Solidez y estabilidad:** Ante situaciones inusuales o desconocidas, un algoritmo debe funcionar de manera correcta.
- ❑ **Flexibilidad:** El algoritmo de enrutamiento debe adaptarse rápidamente a una gran variedad de cambios en la red.
- ❑ **Convergencia rápida:** Cuando eventos provocan cambios en la disponibilidad de algún dispositivo o enlace, el algoritmo debe rápidamente actualizar la información de rutas disponibles en todos los routers.



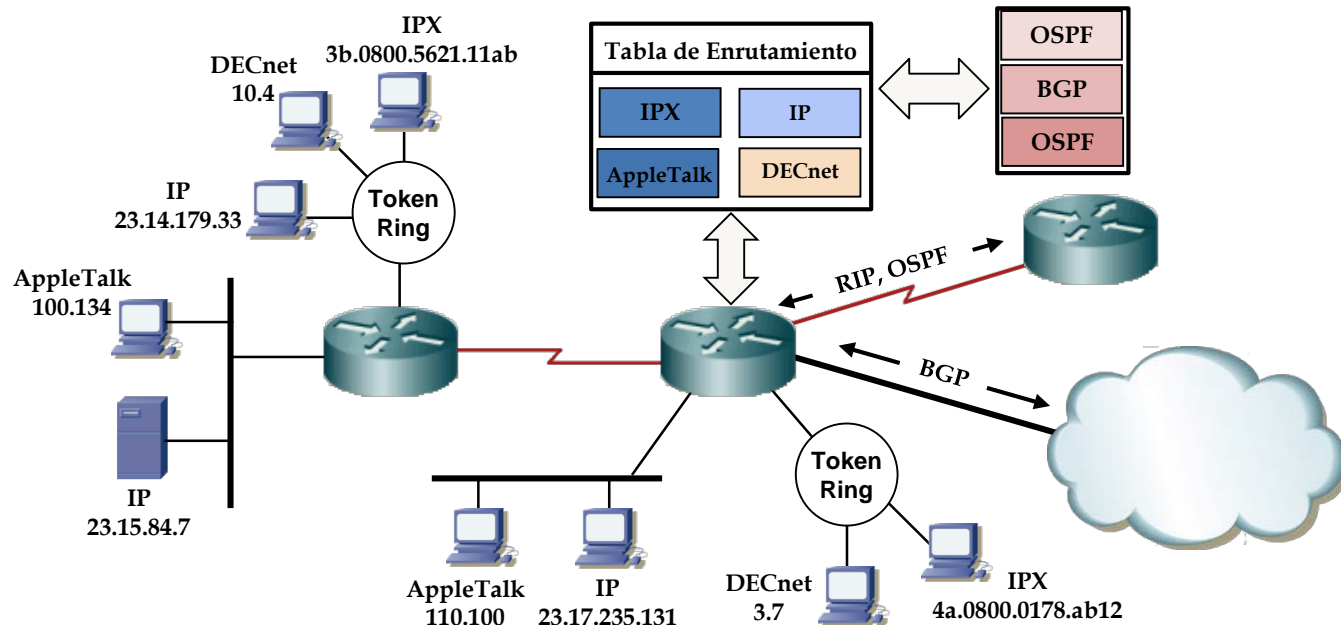
# **Enrutamiento Multiprotocolo**

# Enrutamiento Multiprotocolo

## Enrutamiento Multiprotocolo

Capacidad de los *routers* de soportar múltiples protocolos de enrutamiento independientes y de mantener las tablas de enrutamiento de diversos protocolos enrutables.

Permite entregar paquetes de diferentes protocolos enrutables sobre un mismo enlace de datos.



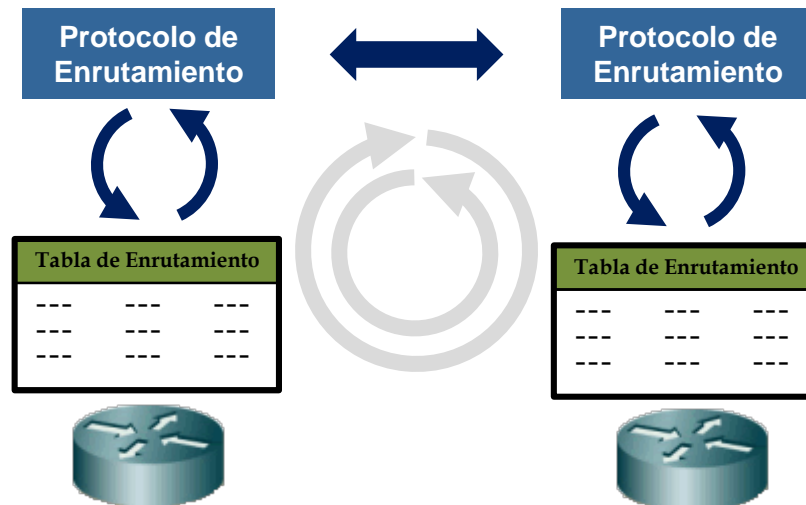
# **Operaciones de Enrutamiento Dinámico**

# Operaciones de Enrutamiento Dinámico

## Operaciones de Enrutamiento Dinámico

Para que el enrutamiento dinámico sea exitoso, requiere de dos operaciones básicas del *router*:

- Mantenimiento de la tabla de enrutamiento.
- La distribución periódica (o por cambios de en la topología de la red) de la configuración, al resto de los routers en forma de actualizaciones



# **Concepto de Métrica y sus Componentes**

# Distancia Administrativa

## **Distancia Administrativa**

Puede existir más de una fuente de información acerca de una red destino particular, por lo que el proceso de enrutamiento debe ser capaz de seleccionar la fuente de información a usarse en la tabla de enrutamiento.

Cada fuente de información tiene un peso asignado que indica la confiabilidad de método utilizado, y que es conocido como distancia administrativa.

Las rutas con distancias administrativas inferiores son preferidas a las rutas con distancias administrativas mayores.

El valor que puede tomar la distancia administrativa es un valor comprendido entre 0 y 255, siendo preferida la ruta con distancia menor.

# Distancia Administrativa

## Valores Predeterminados de la Distancia Administrativa

Origen de la Ruta	Valores Predeterminados de la Distancia
Interfaz conectada	0
Ruta estática	1
Ruta Resumen EIGRP	5
Protocolo BGP	20
EIGRP interno	90
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
EGP	140
EIGRP externo	150
BGP interno	200
Desconocido	255

# Concepto de Métrica y sus Componentes

## Concepto de Métrica

- Un algoritmo de enrutamiento debe determinar las ventajas de una ruta sobre otra.
- Para cada ruta a través de la red, un protocolo utiliza valores llamados **métricas** para determinar cuál es la ruta óptima.
- Las métricas pueden tomar como base una sola característica de la ruta, o pueden calcularse tomando en cuenta distintas características.
- Con las métricas, el algoritmo genera un número denominado **valor métrico**.
- Normalmente, los valores métricos menores indican la ruta preferida.



# Concepto de Métrica y sus Componentes

- Ciertos factores que constituyen una métrica son estáticos. Permanecen iguales para cada interfaz hasta una reconfiguración del *router* o un rediseño de red.
- Los factores dinámicos, son calculados por el router en tiempo real para cada interfaz.
- Los protocolos de enrutamiento simples soportan una o dos métricas. Otros más sofisticados pueden soportar más métricas (incluso cinco o más) combinándolas en un solo valor compuesto.

# Concepto de Métrica y sus Componentes

## Las Métricas de Enrutamiento

- **Ancho de banda:** La capacidad de datos de un enlace (la conexión entre dos dispositivos de red).
- **Retardo:** El tiempo requerido para transportar un paquete a lo largo de cada enlace desde el origen hacia el destino. Depende del ancho de banda de los enlaces intermedios, del almacenamiento de datos temporal en cada router (*port queues*), de la congestión de la red, y de la distancia física .
- **Carga:** La cantidad de actividad en un recurso de red como, por ejemplo, *un router* o un enlace. Su valor puede variar entre 1 (menor carga) y 255 (mayor carga).

# Concepto de Métrica y sus Componentes

- **Confiabilidad:** El índice de error de cada enlace de red. Puede tomar valores entre 1 y 255, donde 255 es la fiabilidad más alta.
- **Número de saltos:** El número de *routers* que un paquete debe atravesar antes de llegar a su destino. La ruta elegida es la que tiene el menor número de saltos.
- **Tictacs:** El retardo en el enlace de datos medido en tictacs de reloj PC de IBM. Un tictac dura aproximadamente  $1/18$  de segundo o 55 milisegundos.
- **Costo:** Un valor arbitrario asignado por un administrador de red. Se basa por lo general en el ancho de banda, la preferencia del administrador u otra medida.

# **Clases de Protocolos de Enrutamiento**

# Clases de Protocolos de Enrutamiento

## Clases de Protocolos de Enrutamiento

Las formas más comunes de clasificar a los protocolos de enrutamiento son:

- Campo de uso. Sus características funcionales por el rol que desempeñan en la red:
  - IGP - Protocolos de Enrutamiento Interior (*Interior Gateway Protocols*).
  - EGP - Protocolos de Enrutamiento Exterior (*Exterior Gateway Protocols*).
- El método en que descubren y calculan rutas:
  - Protocolos Vector-Distancia.
  - Protocolos de estado de enlace.
  - Protocolos híbridos balanceados.
- El soporte de direccionamiento IP:
  - Protocolos Classful.
  - Protocolos Classless.

# Convergencia

# Convergencia

## Convergencia

En el enrutamiento dinámico, siempre que un cambio ocurre en una red, todos los *routers* en esa red deben desarrollar una nueva comprensión de la topología.

- La convergencia implica un proceso tanto colaborativo como independiente:
  - Los *routers* comparten información uno con otro para ser enterados de los cambios.
  - De forma independiente, cada *router* debe calcular los impactos de la topología en sus rutas.
- Los *routers* hacen un acuerdo mutuo de la nueva topología, se dice que *convergen en un consenso*.

# Convergencia

- El tiempo que demora un *router* efectúa para coincidencia con un cambio de la red es llamado **tiempo de convergencia**.
- Entre menor sea el tiempo de convergencia, mejor, y en este sentido, cada protocolo de enrutamiento se desempeña de forma diferente.
- La convergencia es necesaria para las decisiones de enrutamiento de los routers, y puede representar fortalezas o vulnerabilidades de forma simultánea.
  - En condiciones normales, proporciona una “inteligencia” independiente y distribuida.
  - Durante cambios de topología, el proceso de convergencia puede representar problemas de enrutamiento e inestabilidad.
- La convergencia es un punto crítico en la capacidad de una red ante fluctuaciones operacionales, donde el factor clave es la comunicación entre los routers.



# **Protocolos de Enrutamiento Classless y Classfull**

# Protocolos de Enrutamiento Classful y Classless

## Enrutamiento *Classful*

- ❑ Los protocolos de enrutamiento *classful* no incluyen las máscaras de red en los anuncios de red.
- ❑ Dentro de la misma red, se asume una consistencia de máscaras de subred. Esto es, todas las subredes dentro de una red mayor deben usar la misma máscara de subred.
- ❑ En el intercambio de rutas entre redes independientes, los protocolos de enrutamiento *classful* lleva acabo la sumarización (resumen de rutas) de forma automática.
- ❑ Estos son ejemplos de protocolos de enrutamiento *classful*:
  - **RIP**
  - **IGRP**

# Protocolos de Enrutamiento Classful y Classless

En el enrutamiento *classful*, un *router* hace alguna de las siguientes acciones para determinar la porción de red de una ruta cuando recibe un paquete de actualización de enrutamiento:

- ❑ Si la información de actualización de enrutamiento contiene un número de la misma red mayor, el *router* aplica la máscara que está configurada en la interfaz de recepción.
- ❑ Si la información de actualización de enrutamiento contenida contiene una red mayor diferente a la configurada en la interfaz de recepción, el *router* aplica una máscara por defecto:
  - Para direcciones clase A, la máscara por defecto es 255.0.0.0.
  - Para direcciones clase B, la máscara por defecto es 255.255.0.0.
  - Para direcciones clase A, la máscara por defecto es 255.255.255.0.

# Protocolos de Enrutamiento Classful y Classless

## Enrutamiento *Classless*

- ❑ Los protocolos de enrutamiento *classless* resuelven algunas limitaciones de los protocolo *classful*.
- ❑ La máscara de subred es intercambiada durante el proceso de actualización de enrutamiento.
- ❑ Con la el prefijo de red, los protocolos de enrutamiento *classless* soportan **enrutamiento interdominio sin clase** (CIDR) y **máscaras de subred de longitud variable** (VLSM), con lo que se hace un uso más eficiente del espacio de direccionamiento IP:
  - Los prefijos variables permiten segmentar el espacio de direcciones de forma no uniforme (más de una máscara de subred en el mismo espacio de direcciones) .
  - Se puede segmentar una subred, en subredes más pequeñas.
  - Permite que el esquema de direccionamiento se estructure jerárquicamente.
  - Se eliminan las clases, que representaban rígidos espacios pre-dimensionados de direcciones.

# Protocolos de Enrutamiento Classful y Classless

- ❑ En el enrutamiento *classless*, el proceso de sumarización es controlado manualmente. Debido a que las rutas son propagadas dentro del dominio, la sumarización manual puede ser requerida para administrar el tamaño de las tablas de enrutamiento.
  
- ❑ Los siguientes son protocolos de enrutamiento *classless*:
  - RIPv2
  - OSPF
  - EIGRP
  - IS-IS
  - BGPv4

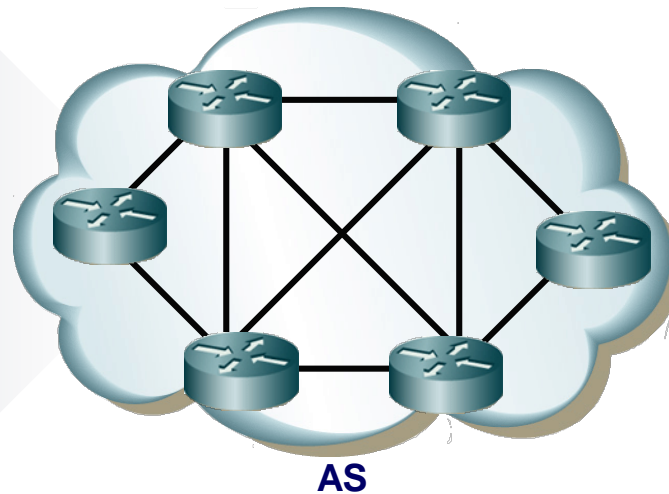
# **Protocolos de Enrutamiento Interior**

# Protocolos de Enrutamiento Interior

## Protocolos de Enrutamiento Interior

Se utilizan para intercambiar información dentro de un sistema autónomo.

- RIP.
- IGRP.
- OSPF.
- EIGRP.
- IS-IS.



Las dos categorías principales en las que están divididos los protocolos de enrutamiento interior son: protocolos vector distancia, y protocolos de estado de enlace.

# **Protocolos de Enrutamiento Exterior**

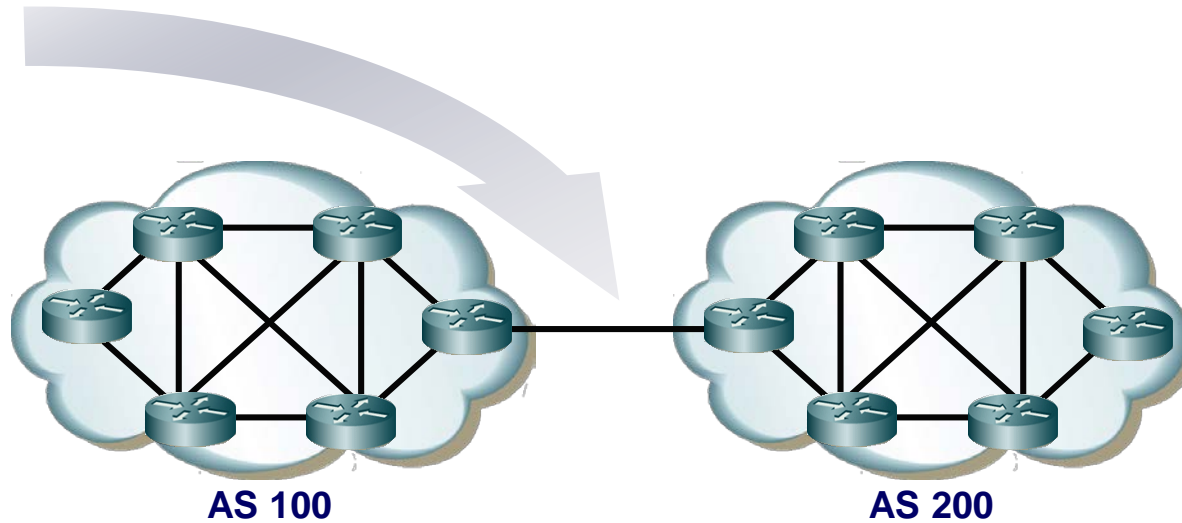


# Protocolos de Enrutamiento Exterior

## Protocolos de Enrutamiento Exterior

Se usan para intercambiar información de enrutamiento entre sistemas autónomos.

- **BGP**



**Comparación Entre Enrutamiento Vector**

**Distancia y Estado de Enlace**

# Comparación Entre Enrutamiento Vector Distancia y Estado de Enlace

La mayoría de los algoritmos de enrutamiento pertenecen a una de estas dos categorías:

- Vector-distancia
- Estado del enlace

# Comparación Entre Enrutamiento Vector Distancia y Estado de Enlace

## Enrutamiento Vector Distancia

- El método de enrutamiento por vector-distancia determina la dirección (vector) y la distancia (cuenta de saltos) hacia cualquier enlace o red en la internetwork.
- El *router* no tiene que conocer el camino completo a cada segmento de red.
- Con algoritmos vector distancia, los *routers* envían actualizaciones periódicamente (30 segundos).
- En las actualizaciones envían toda la tabla de enrutamiento a los *routers* adyacentes, aún cuando no haya cambios en la red.

BW↑ CPU↓

# Comparación Entre Enrutamiento Vector Distancia y Estado de Enlace

## Enrutamiento de Estado de Enlace

- En el método de estado del enlace, cada *router* construye un mapa interno de la topología de red, y mantiene en una compleja base de datos con información específica acerca de las redes y los *routers* distantes.
- Las actualizaciones se envían:
  - Sólo cuando se ha producido un cambio.
  - Periódicamente (actualizaciones de estados de enlace) en intervalos largos (30 minutos).
- Las actualizaciones sólo incluyen la porción que describe el estado del enlace (no la tabla de enrutamiento completa).
- A diferencia del enrutamiento vector distancia, los protocolos de estado de enlace responden rápidamente a los cambios de la red.
- Estos protocolos requieren más capacidad de CPU y memoria de sistema.

BW ↓ CPU ↑

# Comparación Entre Enrutamiento Vector Distancia y Estado de Enlace

Vector Distancia	Estado de Enlace
No maneja topología. Solo conoce el vector y la distancia.	Crea una topología exacta de la red.
Envía copias de las tablas de enrutamiento a los <i>routers</i> vecinos.	Envía actualizaciones del enrutamiento por estado de enlace a los otros <i>routers</i> .
Construye su tabla de enrutamiento con la tabla proporcionada por los vecinos.	Las rutas son seleccionadas del árbol de la topología construida.
Actualizaciones frecuentes y periódicas, aún sin cambios.	Actualizaciones activadas por cambios.
Convergencia lenta.	Convergencia rápida.
Requiere poco procesamiento de la información recibida.	Requiere mayor capacidad de CPU y memoria del sistema.