

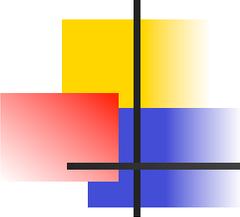
# Taller de Diseño de Redes

---

## Enrutamiento Dinámico

Original de Philip Smith

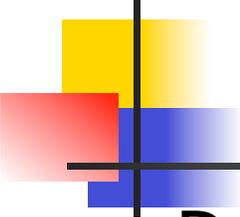
Traducido por Carlos Vicente



# Funciones de un Enrutador

---

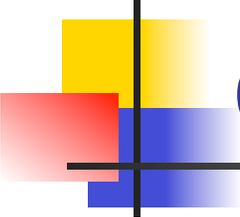
- Determinar las trayectorias óptimas a través de una red
  - Menor retardo
  - Mayor fiabilidad
- Transportar paquetes a través de la red
  - Examina la dirección de destino del paquete
  - Decide a través de que puerto enviar el siguiente paquete
  - Basa su decisión en la tabla de rutas
- Los enrutadores interconectados intercambian sus tablas de rutas para mantener una visión clara de la red
- En una red grande, los intercambios de tablas pueden consumir mucho ancho de banda
  - Se requiere un protocolo para actualización de rutas



# Protocolos de Enrutamiento

---

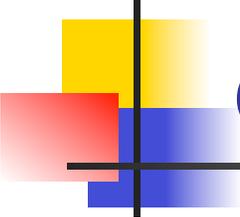
- Dos grandes categorías
  - Internos (Interior Gateway Protocols, IGP)
  - Externos (Exterior Gateway Protocols, EGP)
- Interior Gateway Protocols
  - Vector Distancia (Distance Vector)
    - Basa sus decisiones en la distancia (en saltos) hasta el destino
  - Estado del Enlace (Link State)
    - Mantiene una base de datos topológica con una representación de cada enlace y cada enrutador en la red y su estado. Utiliza un algoritmo para calcular el camino óptimo



# Enrutamiento estático y dinámico

---

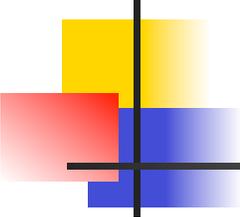
- Enrutamiento estático es la solución más simple
- Limitaciones
  - Laborioso de configurar
  - No se adapta a la adición de nuevos enlaces o nodos
  - No se adapta a las fallas de los enlaces o los nodos
  - No maneja fácilmente trayectorias diferentes hacia el mismo destino
  - No permite crecimiento
- La solución es usar enrutamiento dinámico



# Características deseables en el enrutamiento dinámico

---

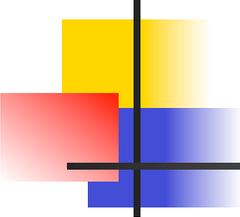
- Detectar automáticamente los cambios y adaptarse a ellos
- Proveer siempre trayectorias óptimas
- Escalabilidad
- Robustez
- Simplicidad
- *Convergencia Rápida*
- Algo de control sobre las alternativas de enrutamiento
  - Ej. Qué enlaces preferimos utilizar



# Convergencia: ¿Por qué me importa?

---

- La *Convergencia* ocurre cuando todos los enrutadores tienen la última información
- Mientras la red no converge, hay averías
  - Los paquetes no van a donde deben ir
    - Agujeros negros (Los paquetes “desaparecen”)
    - Bucles (Los paquetes viajan una y otra vez entre los dos mismos nodos)
  - Ocurre cuando un enlace o un enrutador cambian de estado



# Protocolos Interiores (IGPs)

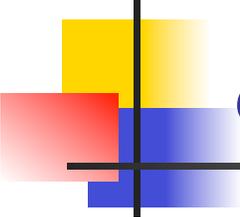
---

- Cuatro bien conocidos hoy día:
  - RIP
  - EIGRP
  - ISIS
  - OSPF

# RIP

- Viene de "Routing Information Protocol"
  - Algunos lo llaman "Rest In Peace" ☺
- Muchos problemas de escalabilidad
- RIPv1 es *classful*, y oficialmente obsoleto
- RIPv2 is *classless*
  - Tiene algunas mejoras sobre RIPv1
  - No es muy usado en el Internet actual
    - Sólo se usa en los extremos del Internet, entre dispositivos de agregación Dialup que sólo hablan RIPv2 y el nivel siguiente de la red.

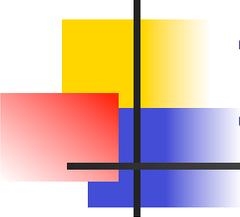




# ¿Por qué no usar RIP?

---

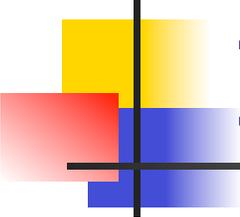
- RIP es un algoritmo de *Vector Distancia*
  - Escucha las rutas de vecinos
  - Instala todas las rutas en la tabla
    - El menor número de saltos gana
  - Anuncia todas las rutas en la tabla
    - Muy simple y muy tonto
- La única métrica es el número de saltos
- El máximo es 16 saltos (no es suficiente)
- Convergencia lenta (crea bucles)
- Robustez pobre



# IGRP/EIGRP

---

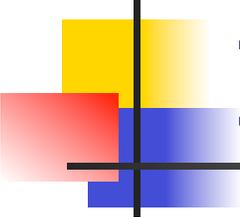
- “Enhanced Interior Gateway Routing Protocol”
- Su predecesor fue IGRP, que era *classful*
  - IGRP desarrollado por Cisco en los 1980s para solucionar los problemas de escalabilidad de RIP
- Es un protocolo cerrado propiedad de Cisco
- Es de tipo *Vector Distancia*
  - Muy buen control de métricas
- Muy utilizado en redes corporativas y en pocos ISPs
  - Multiprotocolo (Trabaja con otros además de IP)
  - Buena escalabilidad y convergencia rápida
  - Permite balanceo de carga asimétrico



# IS-IS

---

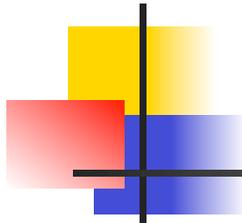
- “Intermediate System to Intermediate System”
- Elegido en 1987 por la ANSI como el OSI intradomain routing protocol (CLNP – connectionless network protocol)
  - Basado en trabajos de DEC para DECnet/OSI (DECnet Phase V)
- Extensiones para IP agregadas en 1988
  - NSFnet implementó su IGP basado en un draft de ISIS-IP



## IS-IS (cont.)

---

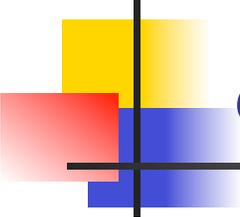
- Adoptado como estándar ISO en 1989
  - Integrated ISIS supporta IP y CLNP
- Debate sobre los beneficios de ISIS y OSPF
  - Algunos ISPs eligieron ISIS en vez de OSPF debido a su superior implementación en Cisco
- 1994-presente: Instalado por varios ISPs grandes
- Su desarrollo continúa en el IETF en paralelo con OSPF



# OSPF

---

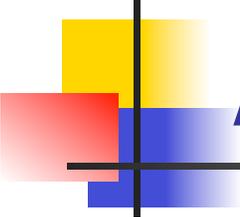
- Open Shortest Path First
  - “Open” significa que es de dominio público
  - Utiliza el algoritmo “Shortest Path First” – también conocido como “Algoritmo Dijkstra”
- Grupo de trabajo del IETF formado en 1988 para diseñar un IGP para IP
- OSPF v1 publicado en 1989 – RFC1131
- OSPF v2 publicado en 1991 – RFC1247
- Desarrollos continuaron en los 90s y aun hoy
  - OSPFv3 incluye extensiones para soportar IPv6



# ¿Por qué OSPF?

---

- Protocolo IGP, tipo *Link State*
  - Estándar IETF – RFC2328
    - Muchas implementaciones
  - Fomenta el buen diseño de la red
    - Las *áreas* concuerdan con la disposición de las redes de ISPs comunes
  - Relativamente fácil de aprender
  - Convergencia rápida
  - Permite crecimiento



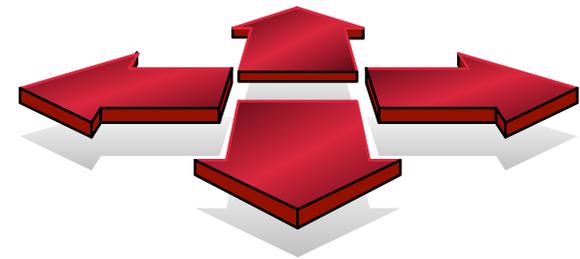
# Algoritmo *Link State*

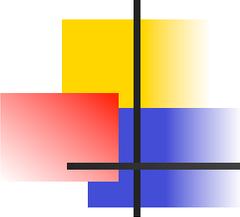
---

- Cada enrutador tiene una base de datos con un mapa de toda la topología
  - Enlaces
  - Su estado (incluyendo costo)
- Todos los enrutadores tienen la misma información
- Todos los enrutadores calculan la mejor trayectoria a cada destino
- Cualquier cambio origina propagación de mensajes en la red
  - “Propagación global de conocimiento local”

# Enrutamiento vs Reenvío

- Enrutamiento = Construir mapas y dar direcciones
- Reenvío = Mover paquetes a través de interfaces basado en las "direcciones"

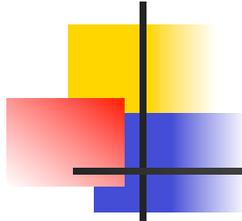




# Enrutamiento IP – Encontrando el camino (Path)

---

- El camino se deriva de la información recibida a través del protocolo de enrutamiento
- Puede haber varios caminos alternativos
  - El próximo salto mejor se guarda en la tabla de reenvío
- Las decisiones se actualizan periódicamente o cuando cambia la topología
- Las decisiones se basan en:
  - topología, políticas y métricas (número de saltos, filtrado, retardo, ancho de banda, etc.)

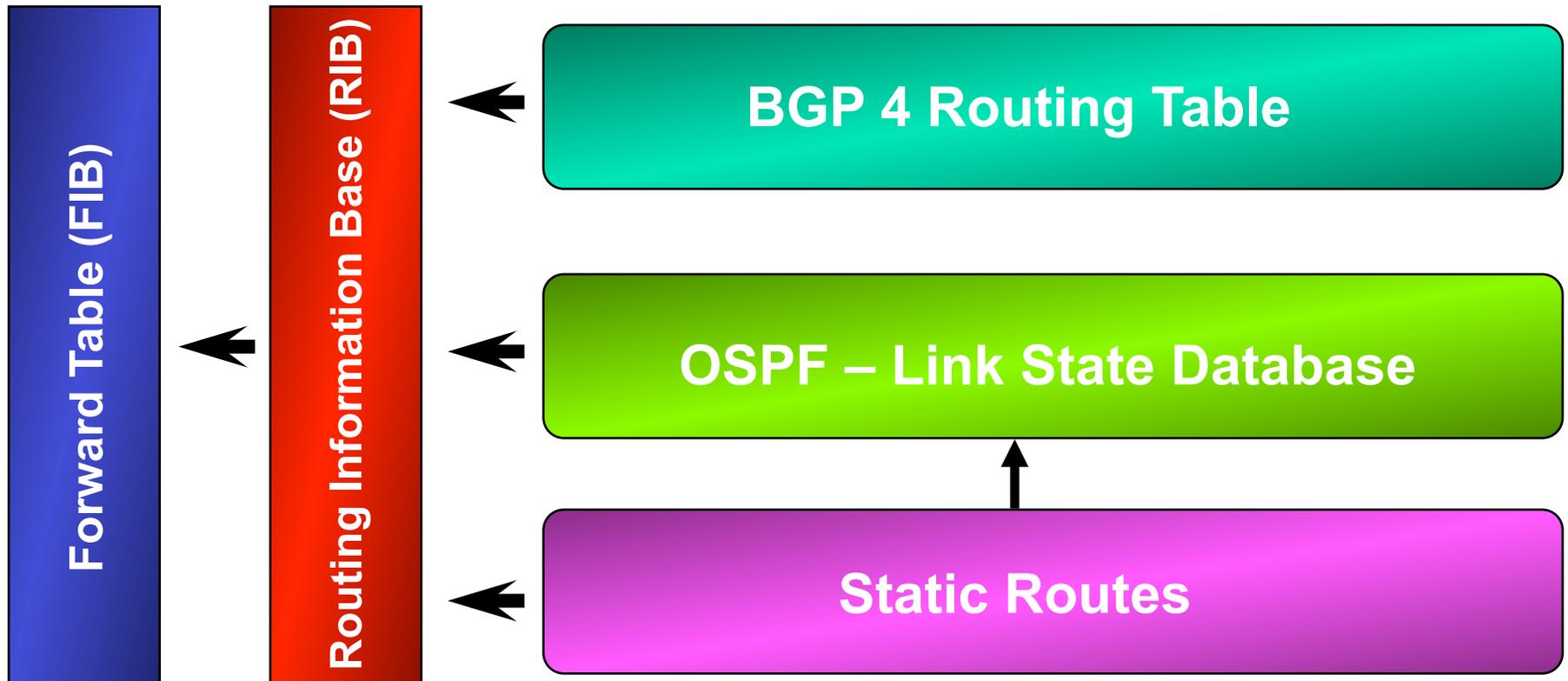


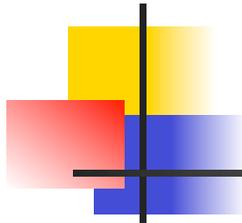
# Reenvío IP

---

- El enrutador toma la decisión de en qué interfaz colocar el próximo paquete
- La tabla de reenvío es poblada con la información del proceso de enrutamiento
- Decisiones de reenvío:
  - La dirección destino
  - Clase de Servicio (fair queuing, precedencia, etc)
  - Requerimientos locales (filtrado de paquetes)

# Las tablas de rutas alimentan la tabla de reenvío





# Resumen

---

- Ahora sabemos:
  - La diferencia entre rutas estáticas, RIP y OSPF
  - La diferencia entre enrutamiento y reenvío
  - Un ISP (o cualquier red de tamaño considerable) debe utilizar enrutamiento dinámico
  - Utilizar rutas estáticas no permite crecer
  - RIP no permite crecer (y es obsoleto)