

# EL64E

# Redes de Computadores

NETWORKING Y COMUNICACIONES

10010000101100100011000  
100010000010010010001001000100101

# NETWORKING Y COMUNICACIONES

1. Multiplexing
2. Switching
3. Routing
4. Redes Unicast y Broadcast
5. Redes Multicast

10010000101100100111000  
100010000010010001001000100101

# Multiplexing

# El concepto del Multiplexaje

- Mezclar varias señales para ser transportadas por una sola señal



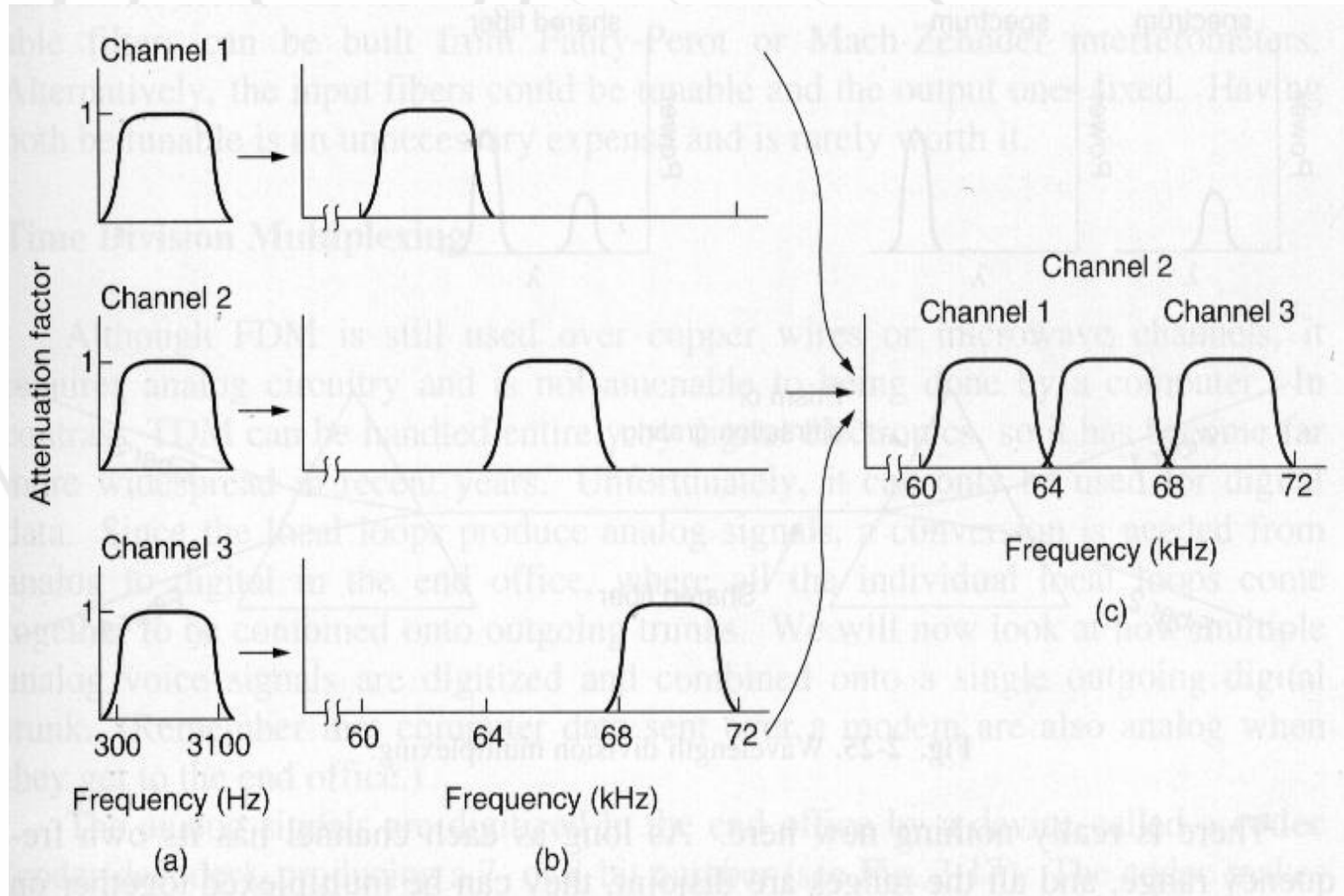
# Concentrador

- Consiste en extraer información útil de distintas fuentes, y transmitirla solamente cuando el medio (o circuito) de destino esta disponible.
- Gestión y control de flujo con las fuentes, no es transparente a las fuentes.
  - Necesidad de buffers
  - La suma de los flujos entrante puede llegar a ser superior al flujo saliente
- Utilidad: grupos de terminales asíncronos distantes

# Multiplexar

- Consiste en enviar **todas** las informaciones recibidas por varias fuentes
- Es en general transparente (par multiplexor / demultiplexor)
- Dos grandes familias:
  - Asignación de ancho de banda fijo a cada fuente (FDM y TDM)
  - Transmitir una fuente solamente cuando realmente transmite : Multiplexaje Estadístico

# Frequency Division Multiplexing



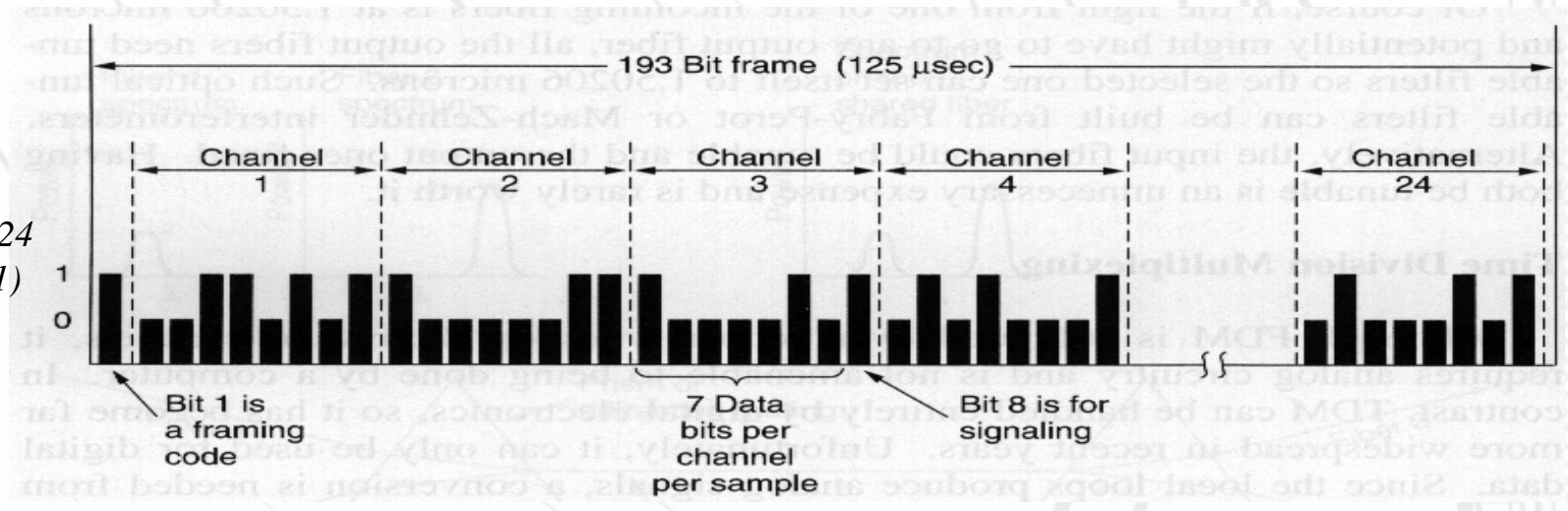
# Características

- Traslación en frecuencia de las señales entrantes
- Tecnología esencialmente analógica
- Definición de una jerarquía:
  - 12 canales en banda base conforman un grupo de 108 kHz de ancho
  - 5 grupos -> un supergrupo
  - 10 supergrupos -> Mastergroup : 600 canales
  - jumbogroup(6x), jumbogroup multiplex (3x)

# Time Division Multiplexing

- Mezclar bit a bit (o por paquete de bits) varias señales digitales en una señal de flujo mayor
- Reglas bases
  - Señales analógicas delimitadas en una banda
  - Teorema de Nyquis : Muestreo de frecuencia  $2 \times f$
  - Técnica Pulse Code Modulación

*Trama MIC 24  
vias USA (T1)*

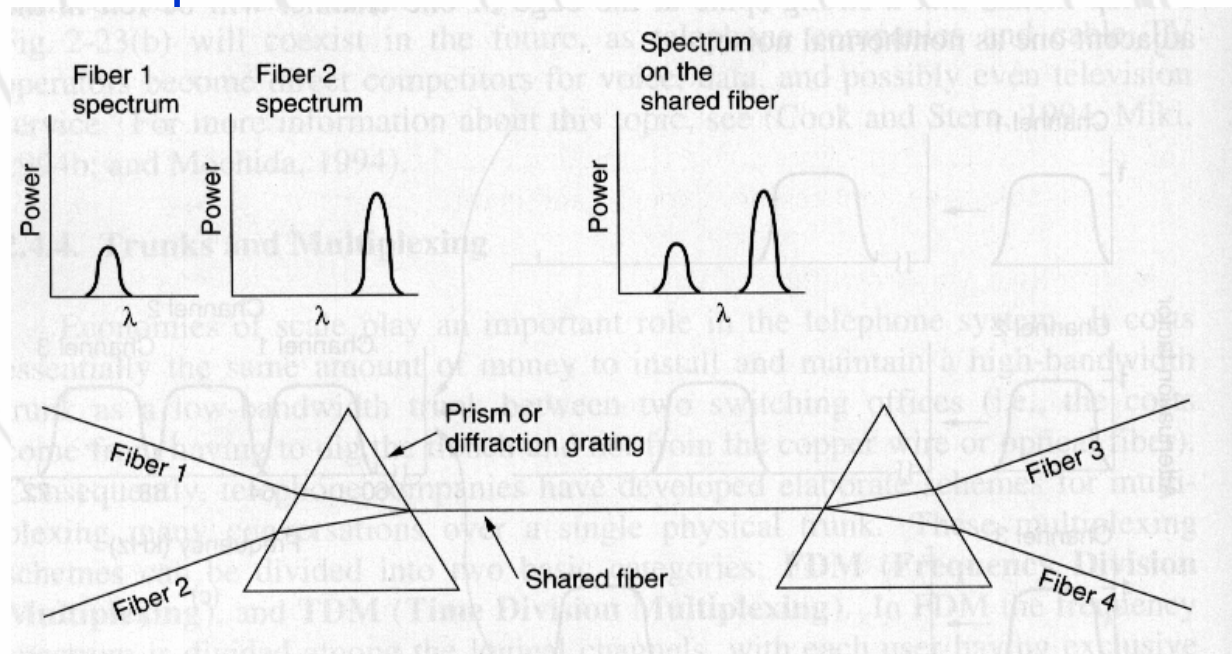


# Jerarquía Digital

- Norma US DS0 : equivalente digital de un canal analógico, DS1, DS2, DS3. En base a 7 bit/s (56 kbit/s)
  - Norma Europea : en base a 8 bits (64 kbit/s)
  - E1 : 30 x 64k
  - E2 : 4 x E1
  - E3: 16 x E1
  - E4: 4xE3
  - E5 : 4xE4 (7680 canales simultáneos)

# Wavelength Division Multiplexing

- Transmitir más de una frecuencia al mismo tiempo en la misma fibra.
- Es en realidad una tecnología de tipo FDM, aplicada a señales ópticas



## WDM (cont)

- Soporta en general hasta 4 longitudes de ondas diferentes
- Dense WDM : soporta desde 8 hasta 40 longitudes de onda (100 Gbit/s con OC48, 400 Gbit/s con OC192) o más
- Implementación muy de moda, permite transmitir mayores flujos sin instalar más fibra

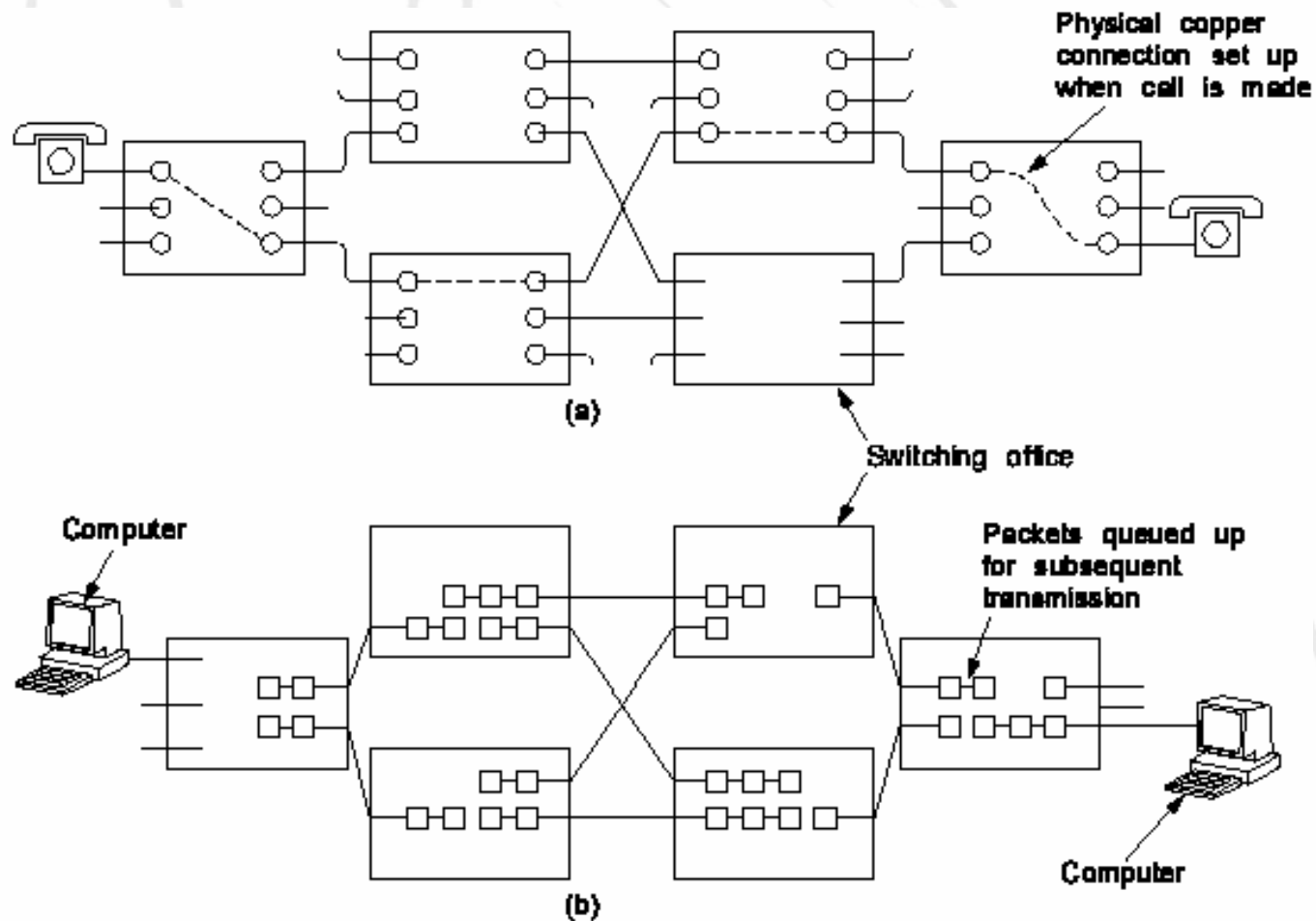


# Inter Net Working

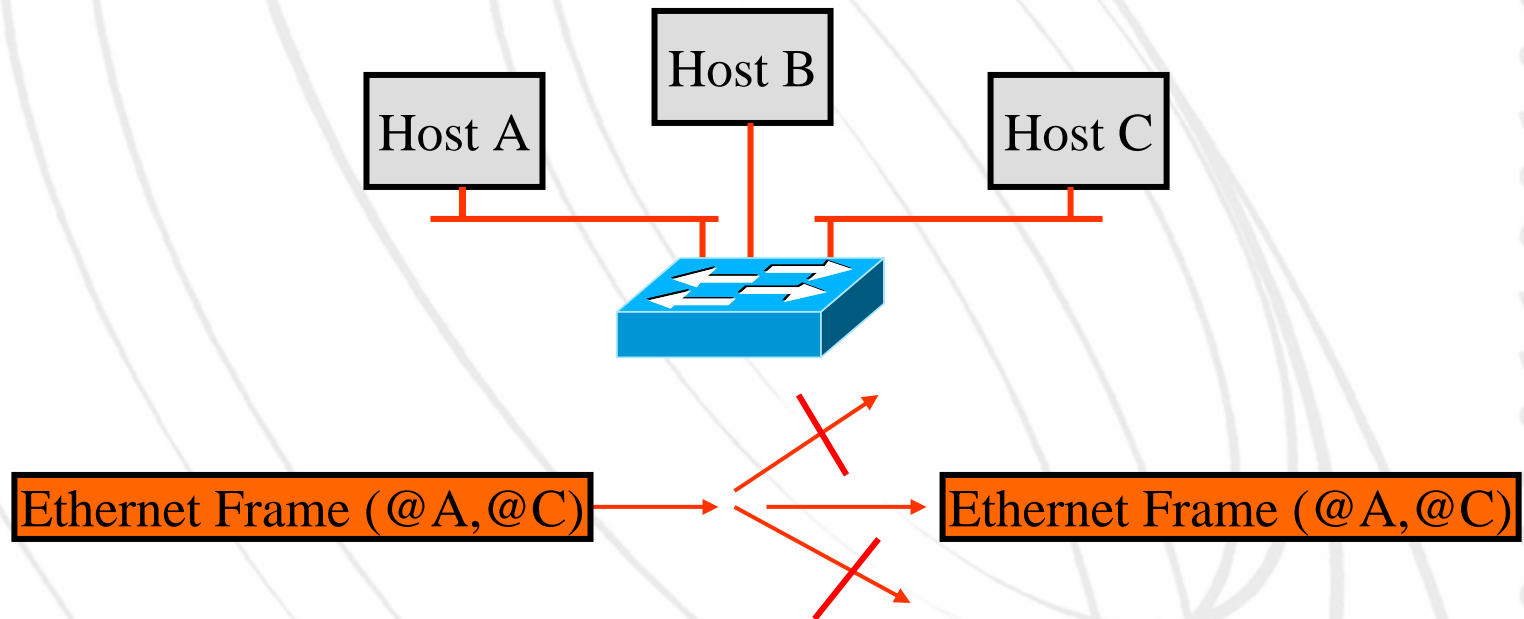
# Switching

- Es la tecnología utilizada para conectar dos o más segmentos LAN.
- Un bridge o un switch transmiten un datagrama de un segmento a otro.
- Packet switching es una técnica que consiste en dividir un paquete en pequeñas partes y enviarlo por la ruta óptima hacia su destino.

# Packet Switching v/s Circuit Switching



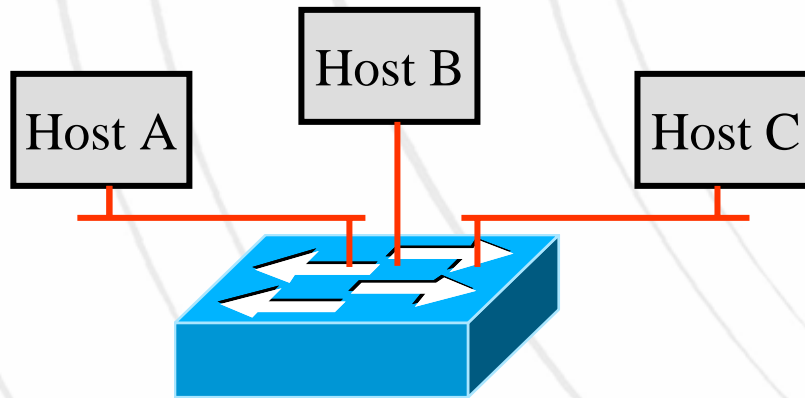
# SWITCHING



## Funcionamiento

- Cuando se energiza un bridge o switch, éste comienza a analizar las direcciones MAC de los datagramas que fluyen a través de él y comienza a construir una tabla con las direcciones conocidas.
- Si el switch conoce la dirección destino como miembro del segmento asociado a la misma puerta lo elimina

# Construcción de la tabla de conmutación



Ethernet Frame (@A,@C)

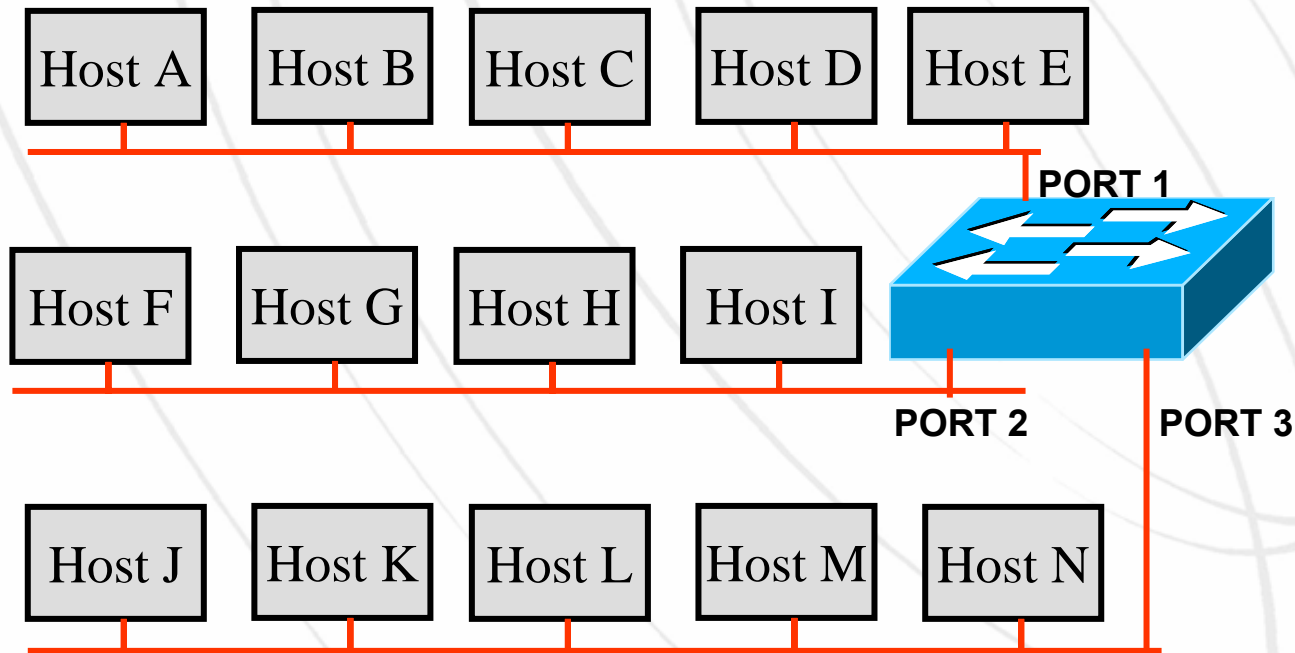
Ethernet Frame (@B,@C)

Puerta	Dirección
1	@A
2	@b

## Funcionamiento (cont.)

- Si el switch conoce la dirección destino como miembro del segmento asociado a la misma puerta lo elimina.
- Si el switch reconoce que la dirección está en otro segmento lo conmuta sólo a la puerta asociada.
- Si el switch no conoce la dirección lo envía a todas la puertas, excepto por la que lo recibe.(flooding)

# Construcción de la tabla de conmutación

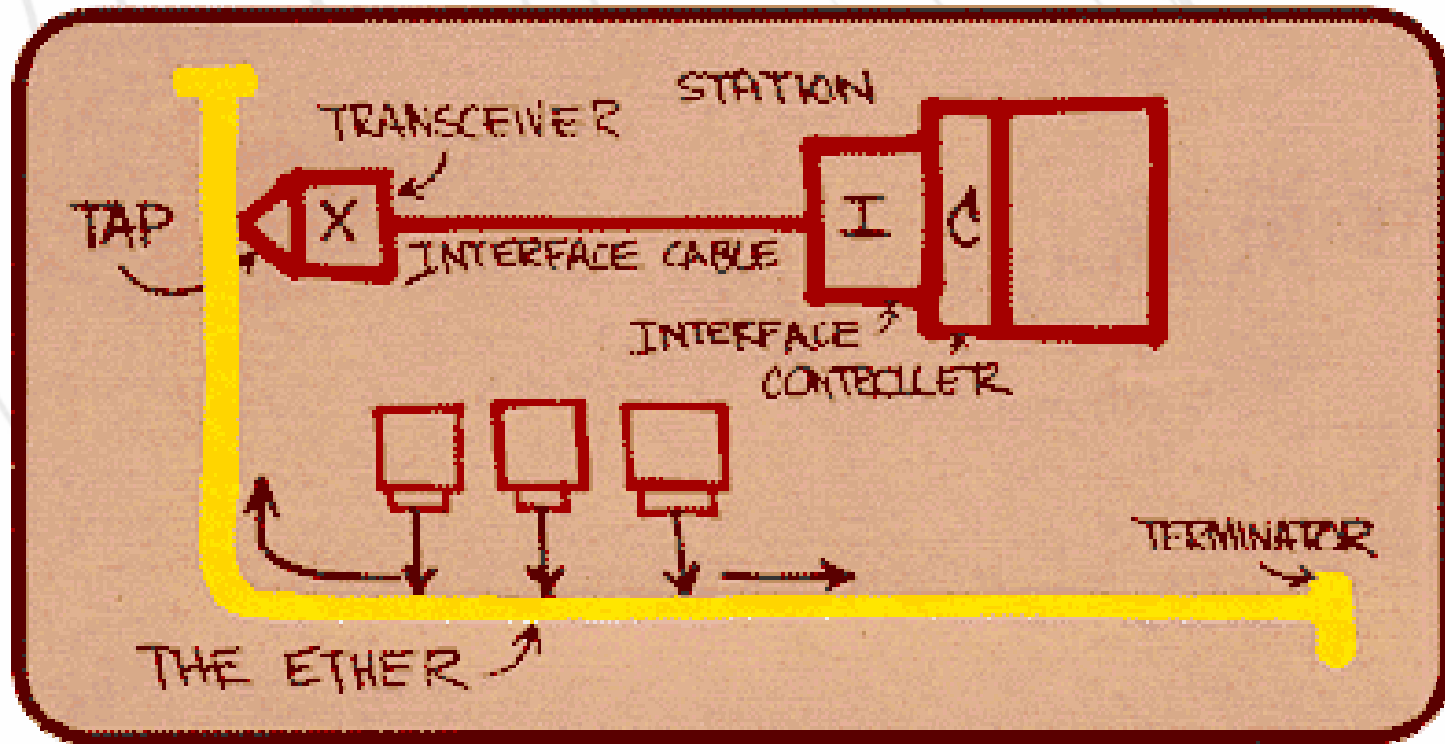


## Métodos de Switcheo

- **Cut-Through:** La primera parte del paquete sale de switch antes que el resto del paquete termine de entrar al switch.
- **Store-and-Forward:** El paquete completo es almacenado en el buffer de memoria del switch, se analiza el CRC y si el frame no tiene errores es conmutado, si los tiene es descartado.
- **Fragment-free Switching.** Método híbrido entre cut-through y Store-and-Forward. El switch analiza los primeros 64 bytes y luego conmuta a la puerta apropiada. Esto reduce las colisiones ya que normalmente los paquetes con errores por colisiones son menores que este valor.

# ETHERNET

- Tecnología basada en el sistema Aloha utilizado para interconectar dispositivos dentro de una misma LAN



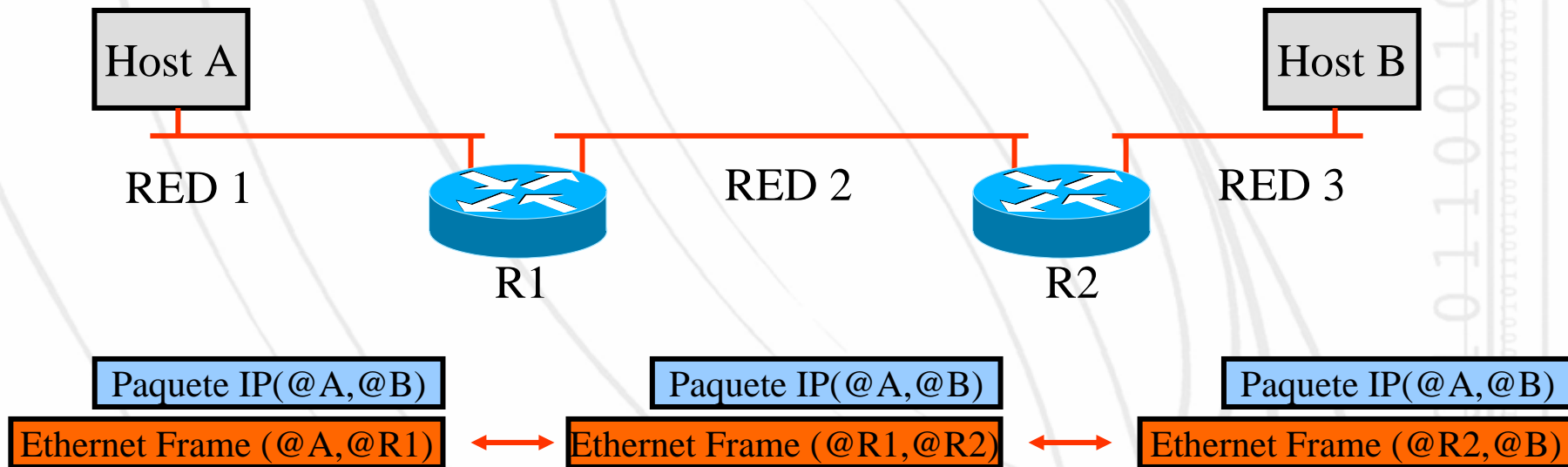
# EL64E

# Redes de Computadores

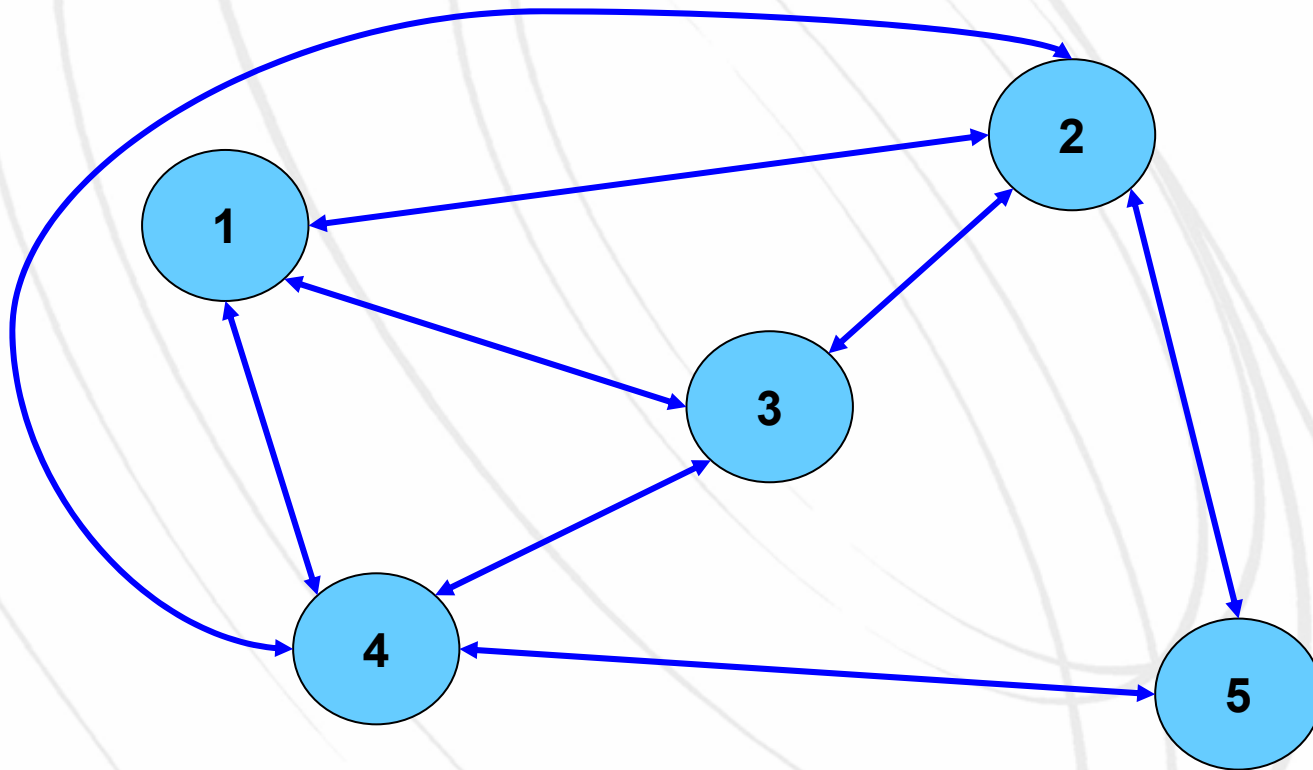
Routing

10010000101100100011000  
100010000010010001001001000100101

# Ruteo



# Ruteo



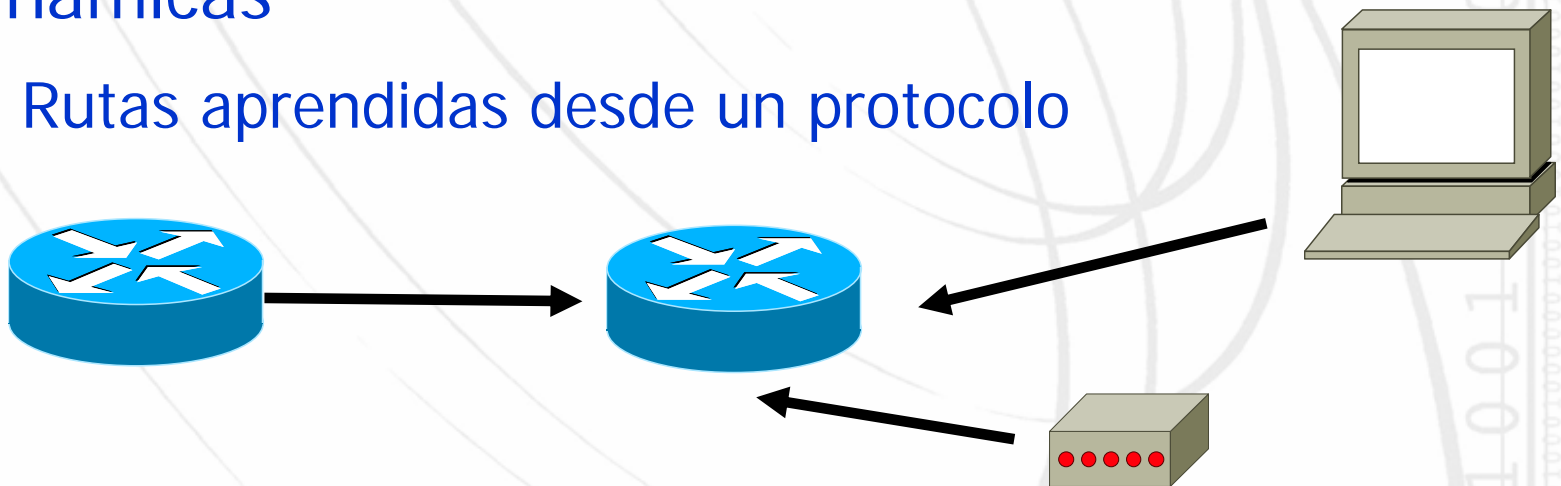
10010001011100100111000  
10001000001001000100100100100010101

# Tablas de Ruteo o Forwarding

Network #	Interface	Next Hop	Metric	Age	Source
198.113.181.0	Ethernet0	192.150.42.177	[170/304793]	02:03:50	D
198.113.178.0	Ethernet0	192.150.42.177	[110/9936]	02:03:50	O
192.168.96.0	Ethernet0	192.150.42.177	[120/3]	00:00:20	R
192.168.97.0	Ethernet0				C

# Mecanismos de construcción de tabla de ruteo

- Hardware state
- Estática
  - Manualmente definidas en los routers
- Dinámicas
  - Rutas aprendidas desde un protocolo

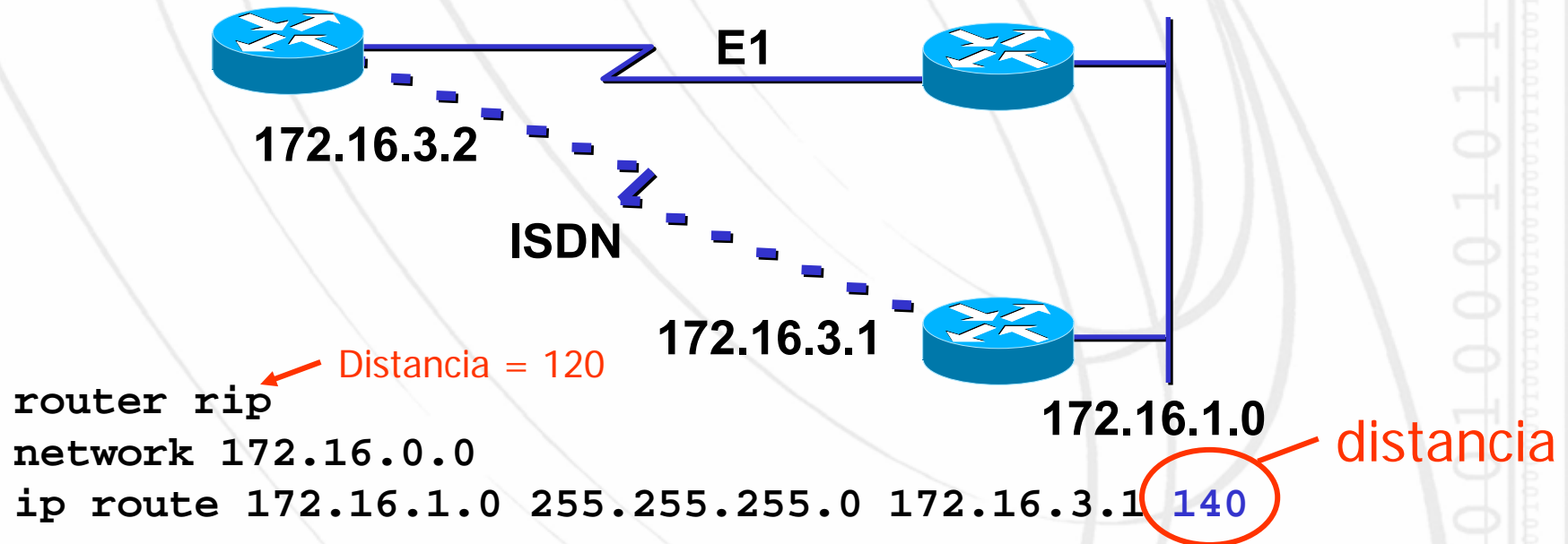


# RUTEO ESTÁTICO

- Ventajas:
  - Rutas configuradas manualmente
  - Útiles cuando existen pocos routers
  - Frecuentemente usadas por una ruta por defecto
  - Soporta subnetting
- Desventajas:
  - Requiere conocer la topología y todas las rutas
  - Difícil de Administrar
  - Al crearse una nueva red debe ser ingresada en todos los routers.

# Rutas Estáticas Flotantes

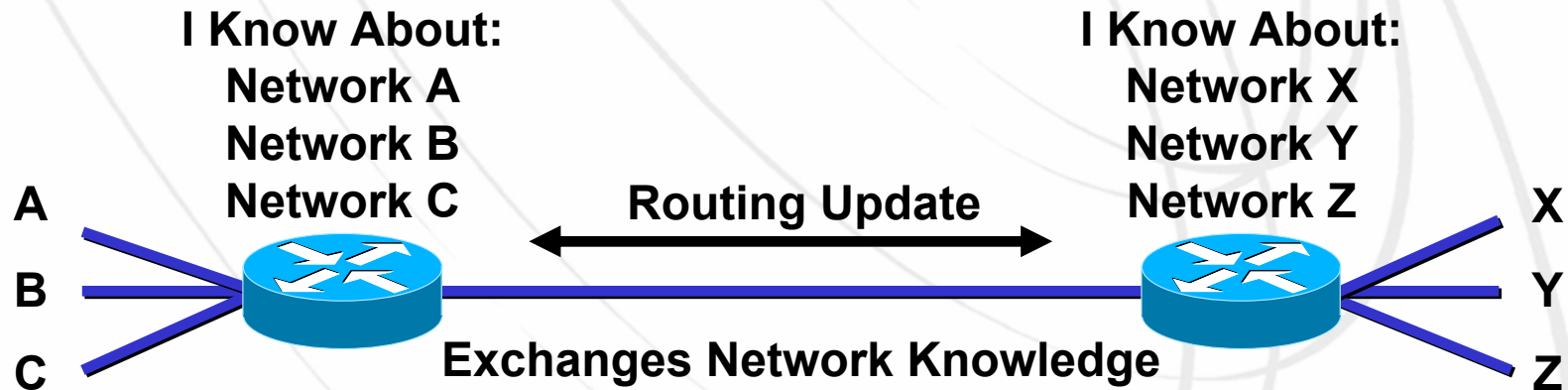
- Una ruta con distancia grande puede reemplazarse por información dinámica



# RUTEO DINÁMICO

## Protocolos de Enrutamiento

- Routers son conmutadores de paquetes que reenvían tráfico basados en la dirección lógica capa 3.
- Los updates de los protocolos de enrutamiento son intercambiados entre los router para aprender acerca de los caminos hacia otras redes.



# Protocolos de Enrutamiento (cont)

- Características:
  - Estático o Dinámico
  - Plano o Jerárquico
  - Interior o Exterior
  - Distance Vector – Link State
  - Métrica (hop, confiabilidad, retardo, ancho de banda, carga, costo de la comunicación)
  - Updates de Información de las Rutas
- Tablas de Rutas
- Sumarización (Superredes)

# Características

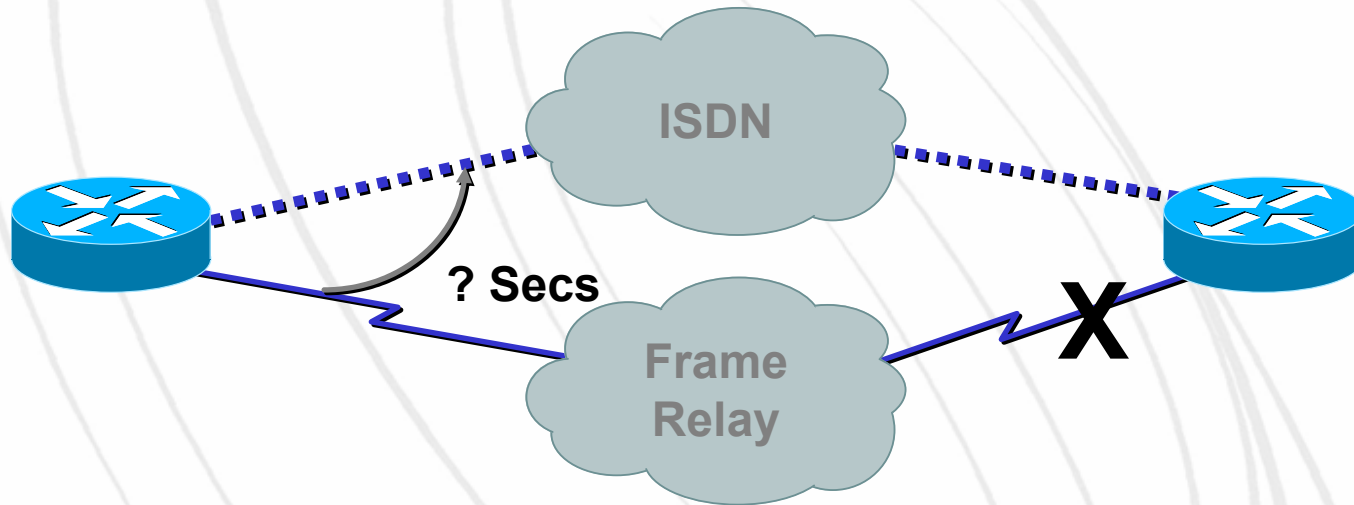
- Distancia:
  - Valor numérico utilizado para elegir entre diferentes protocolos de ruteos
- Métrica:
  - Valor numérico utilizado para elegir entre diferentes caminos.
  - En RIP en Hop Count.
  - En OSPF es Costo (Ancho de Banda)
  - En (E)IGRP es compuesta
  - El camino se determina a partir de la métrica.

## Características (cont)

- Convergencia:
  - Tiempo requerido por un router en identificar y utilizar un camino alternativo.
  - Depende del valor de los Timer.
  - Difícil de precisar exactamente el tiempo de convergencia.

10010000101100100011000  
10001000001001010001001000100101

## Características. Convergencia (cont)

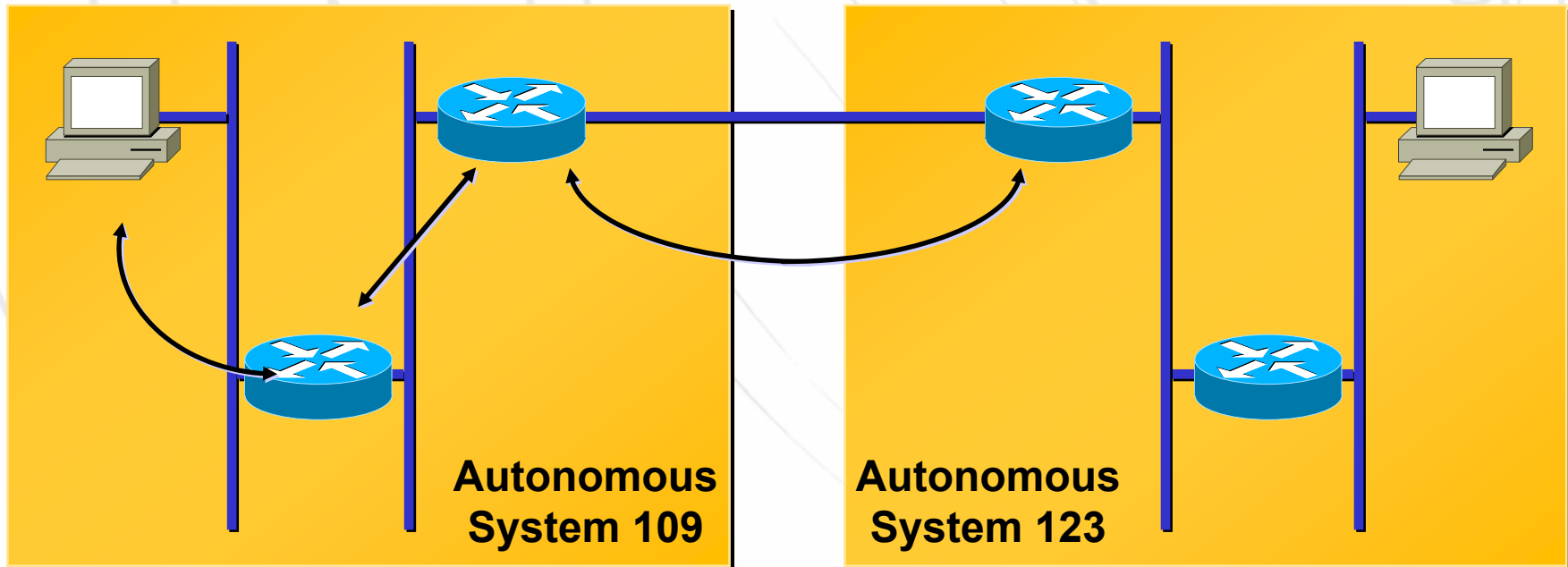


	Link State	Traditional Distance Vector	Advance Distance Vector
Convergence (Seconds)	Fast ~ 40	Slow ~ 300	Fast ~ 16

# Características (cont)

- Metas de los Protocolos de Ruteo:
  - Selección del camino óptimo
  - Enrutamiento libre de loops
  - Convergencia rápida
  - Minimizar actualizaciones y tráfico del protocolo
  - Manipular las limitaciones de las direcciones
  - Soportar topologías jerárquicas
  - Incorporar una rápida convergencia
  - Fácil de configuración
  - Adaptación a cambios rápida y fácilmente
  - Escalable
  - Compatible con host y routers existentes
  - Soportar largo variable de subnets mask y subnets discontinuas
  - Políticas de enrutamiento

# Protocolos de Ruteo IP



- Host to router
- Interior—router to router
- Exterior—Sistema autónomo a sistema autonomo

# Interior vs. Exterior Protocolos de Ruteo

- Interior

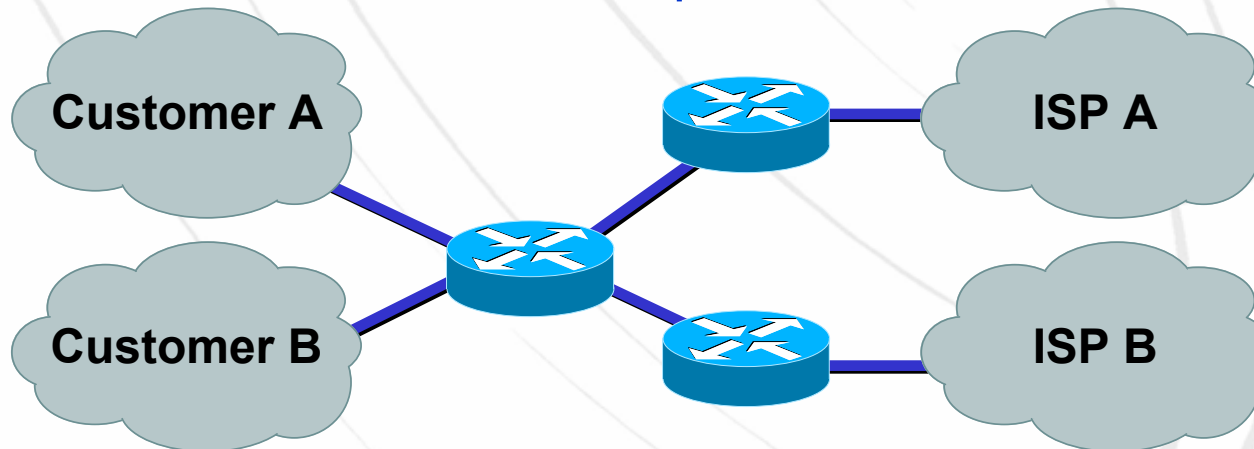
- Descubrimiento automático.
- Generalmente confía en los routers IGP
- Rutas van a todos los routers IGP
- Ejm: OSPF, ISIS, EIGRP

- Exterior

- Se configura en pares específicos
- Conectan redes externas
- Determinan límites administrativos
- Ejm: BGP.

# Política de Enrutamiento

- La decisión de forwarding no es basada en la dirección de destino.
- La selección del camino se realiza en base a los atributos del paquete (source/destination IP address, puerto de aplicación, largo del paquete)
- Define el next hop o interface
- Define el default next hop o interface



## Criterios de Ruteo

- **Performance:** hops, distancia, velocidad, retardo, costo, etc.
- **Decision time:** paquetes, sesiones
- **Decision Place:** distribuido, centralizado, fuente.
- **Network Information Source:** nodos adyacentes, nodos a lo largo de la ruta.
- **Routing Strategy:** fija, adaptativa, aleatoria, aleatoria.
- **Adaptive Routing Update Time:** continua, periódica, cambios de topología, cambios de carga.

## Distance Vector vs Link State

- **Distance Vector:** cada router envía un vector de distancia a sus vecinos. Los vectores contienen la distancia a todos los nodos de la red.
- **Link State:** Cada router envía un vector de distancia a todos los nodos. El vector de distancia contiene sólo la información de distancia a sus vecinos.

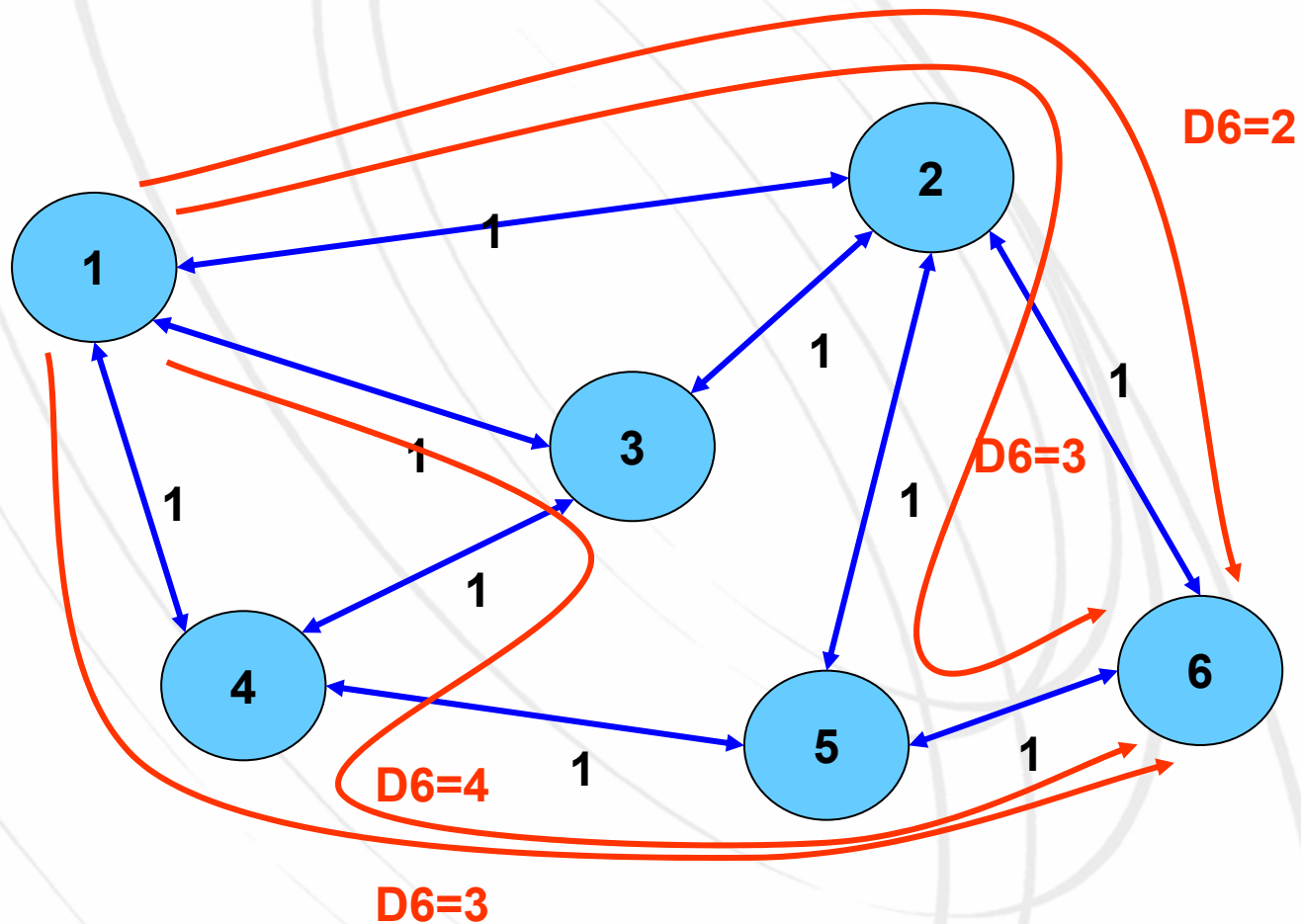
# Algoritmo

```
Route(dgram, table){
  IPn = network(dest(dgram));
  route = search(IPn, table);
  if( type(route) == DIR ) {
    sendphys(dgram, interface(route));
  }
  else if( route != NIL ) {
    send( dgram, gateway(route) );
  }
  else if( (route=search(default, table)) != NIL ) {
    send( dgram, gateway(route) );
  }
  else
    error("network unreachable");
}
```

## Algoritmo Bellman- Ford (RIP)

- Cada router tiene una tabla con la red destino y el costo para llegar a ella.
- La tabla es enviada a cada nodo en la red.
- Si un nodo detecta un camino con mejor costo se reemplaza el registro.

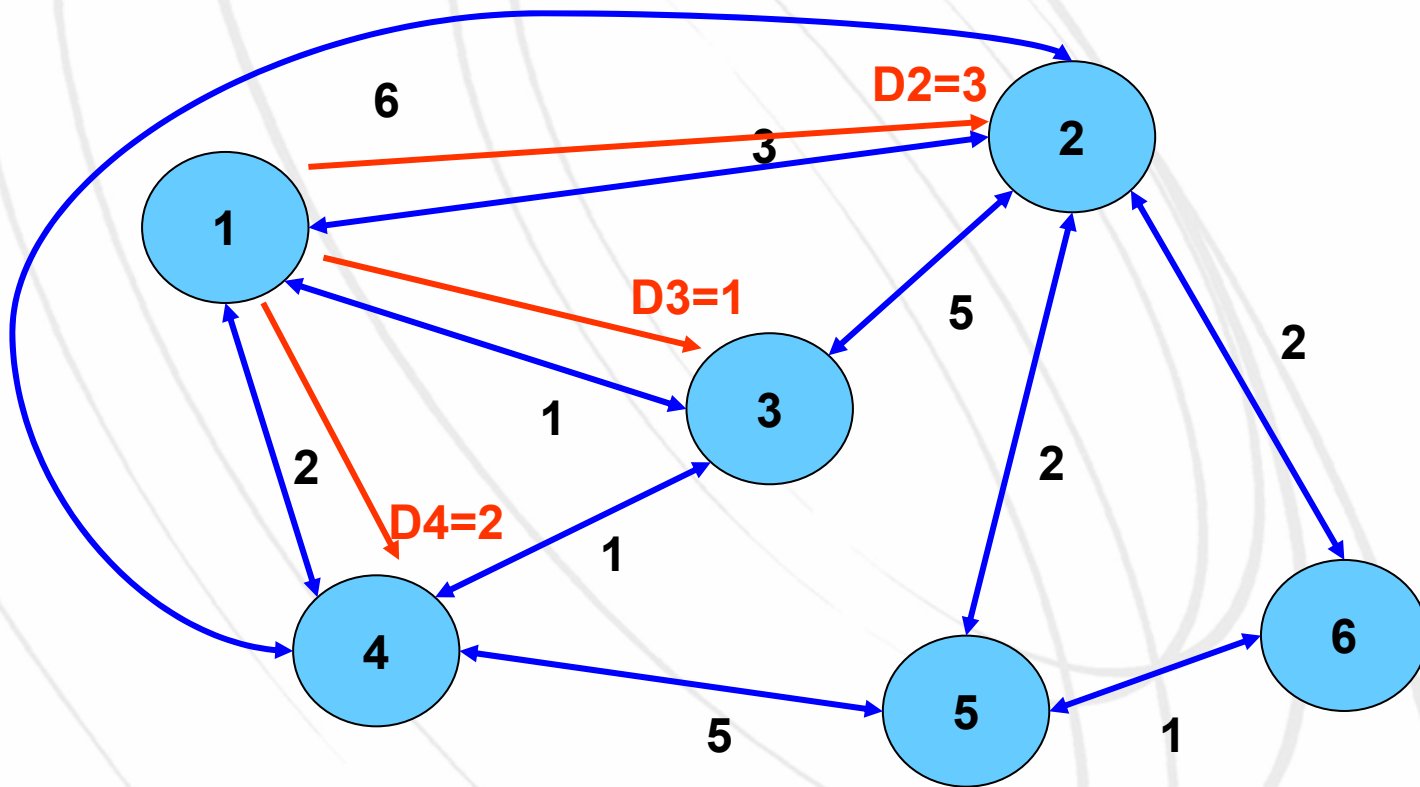
## Algoritmo Bellman- Ford (cont)



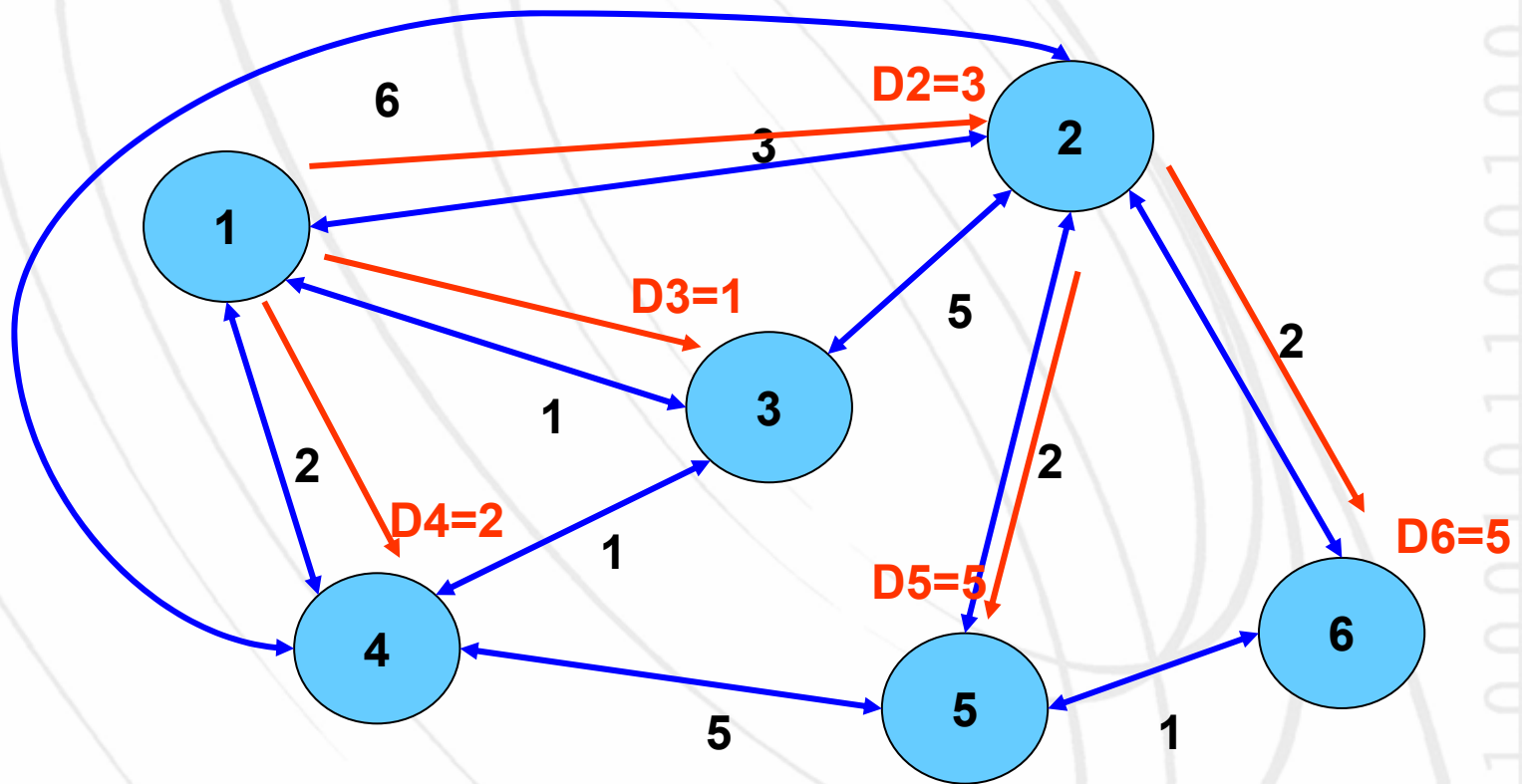
# Algoritmo Dijkstra (OSPF)

- **Meta:** Encontrar el camino de menor costo de un nodo dado a todos los nodos de la red
- **Notación:**
  - **dij** = Costo del camino entre los nodos adyacentes i y j
  - **Dn** = Costo del camino total al nodo n desde S
  - **M** = conjunto de nodos que conforman el camino de menor costo.
- **Método:**
  - **Inicio:**  $M = \{ S \}$ ,  $D_n = d_{sn}$
  - **Encontrar el nodo w donde Dn es mínimo.**
  - **Actualizar Dn**

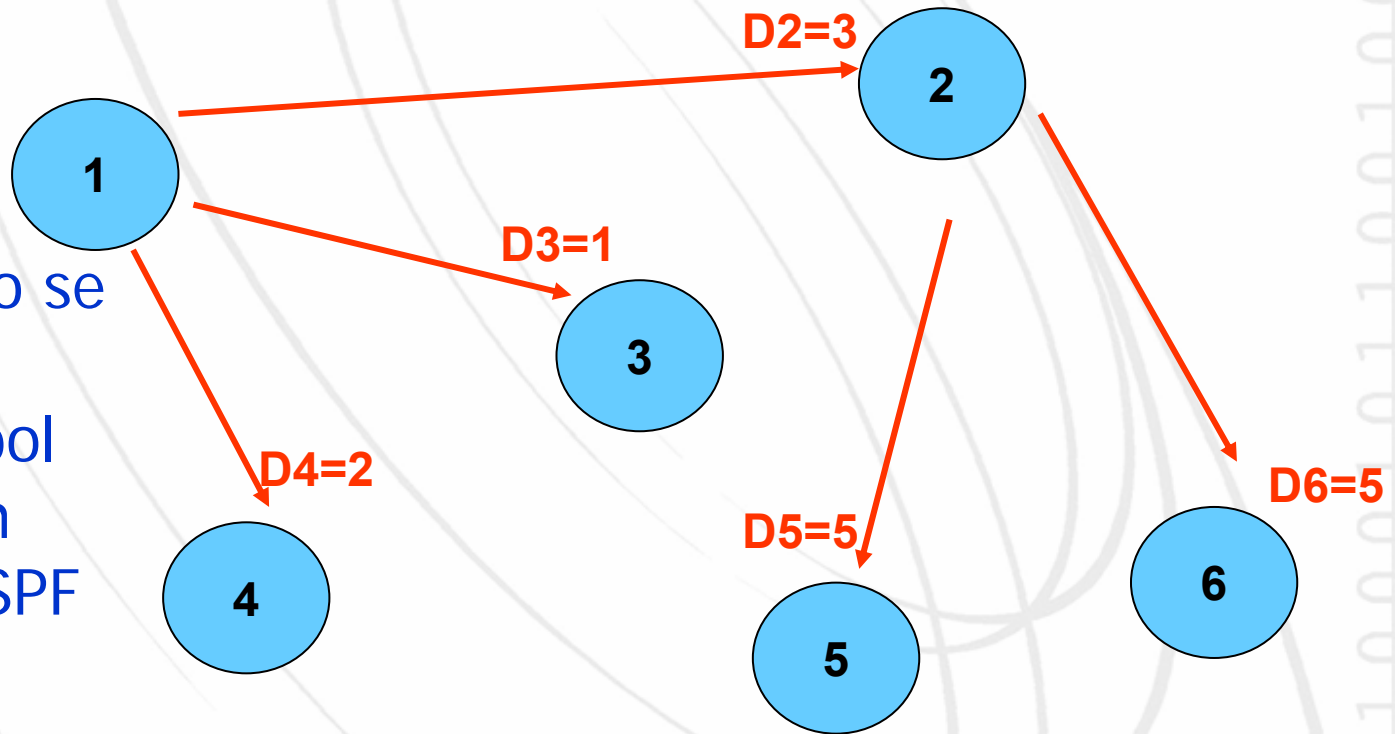
## Algoritmo Dijkstra (cont)



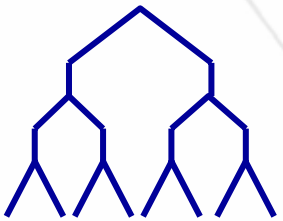
## Algoritmo Dijkstra (cont)



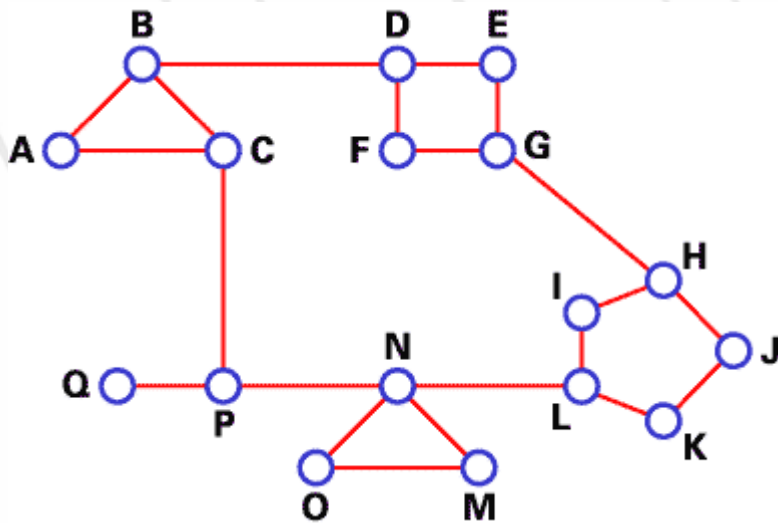
## Algoritmo Dijkstra (cont)



De este modo se  
genera el Se  
genera el árbol  
Shortest Path  
First-Tree o SPF



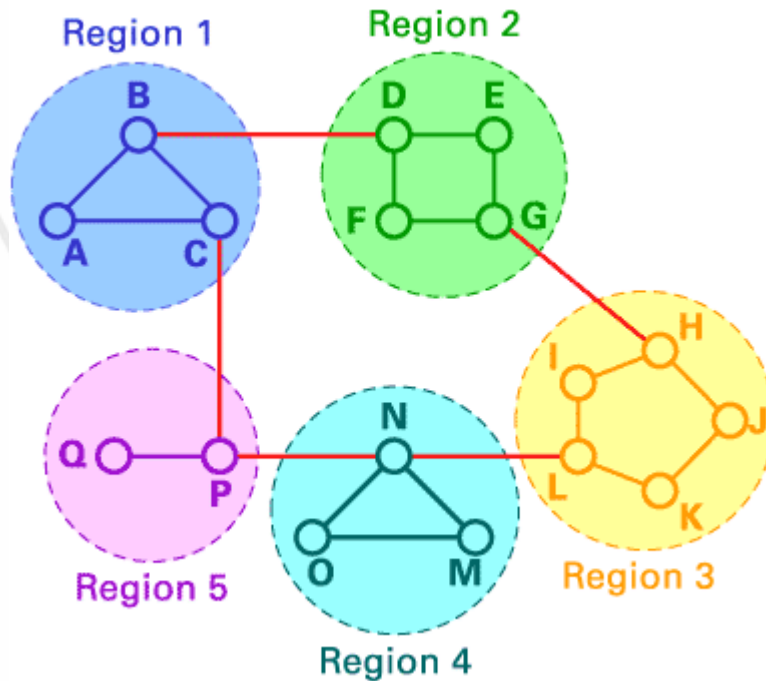
# Ruteo Jerárquico



Destination	Line	Weight
A	---	---
B	B	1
C	C	1
D	B	2
E	B	3
F	B	3
G	B	4
H	B	5
I	C	5
J	C	6
K	C	5
L	C	4
M	C	4
....	...	...

Tabla de ruteo según DV  
en Router A

# Ruteo Jerárquico (cont)



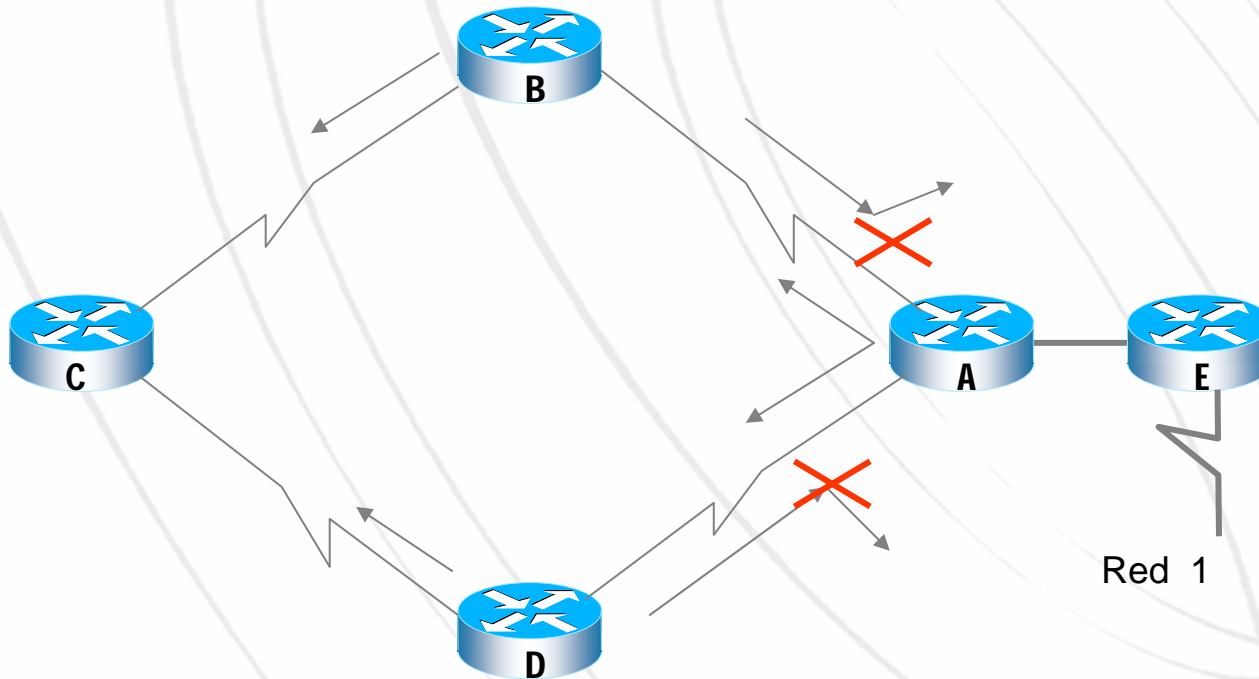
Destination	Line	Weight
A	---	---
B	B	1
C	C	1
Region 2	B	2
Region 3	C	2
Region 4	C	3
Region 5	C	4

Tabla de ruteo  
jerárquico

## Problemas potenciales

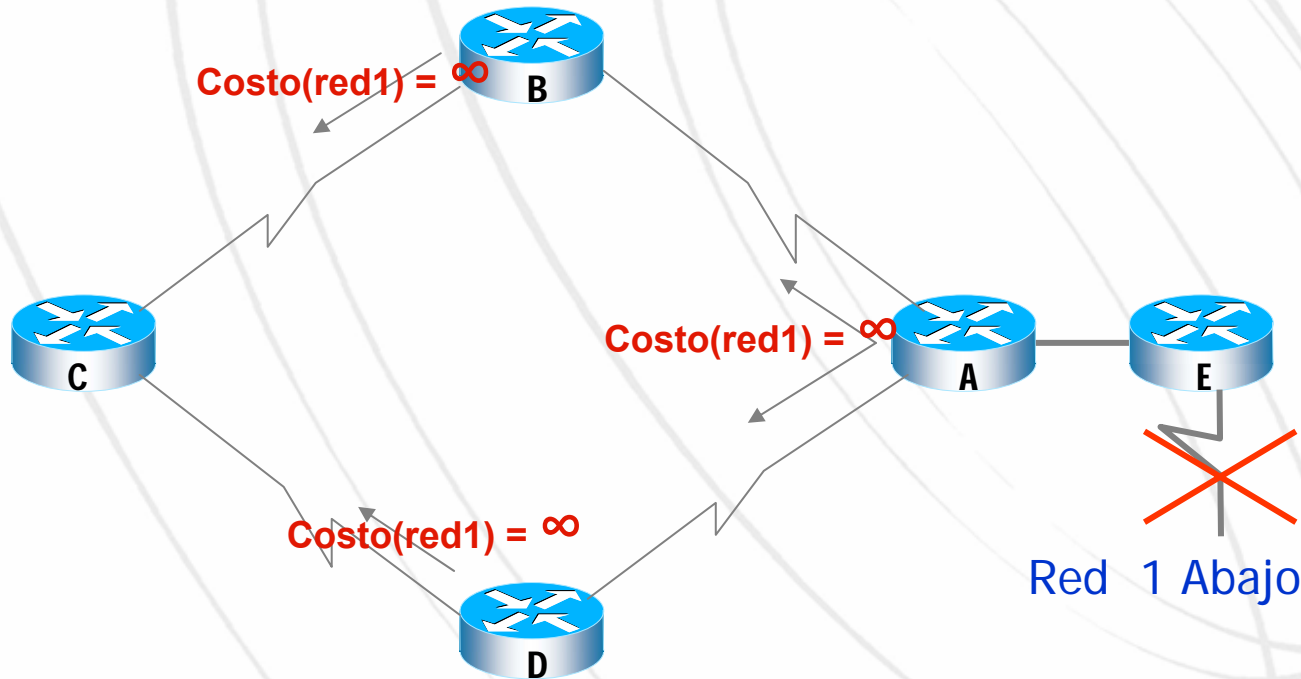
- Mecanismos para evitar loops de enrutamientos o que los costos se vaya a infinito.
  - Split Horizont
  - Poison reverse
  - Hold Down
  - Trigger update

# Split Horizont



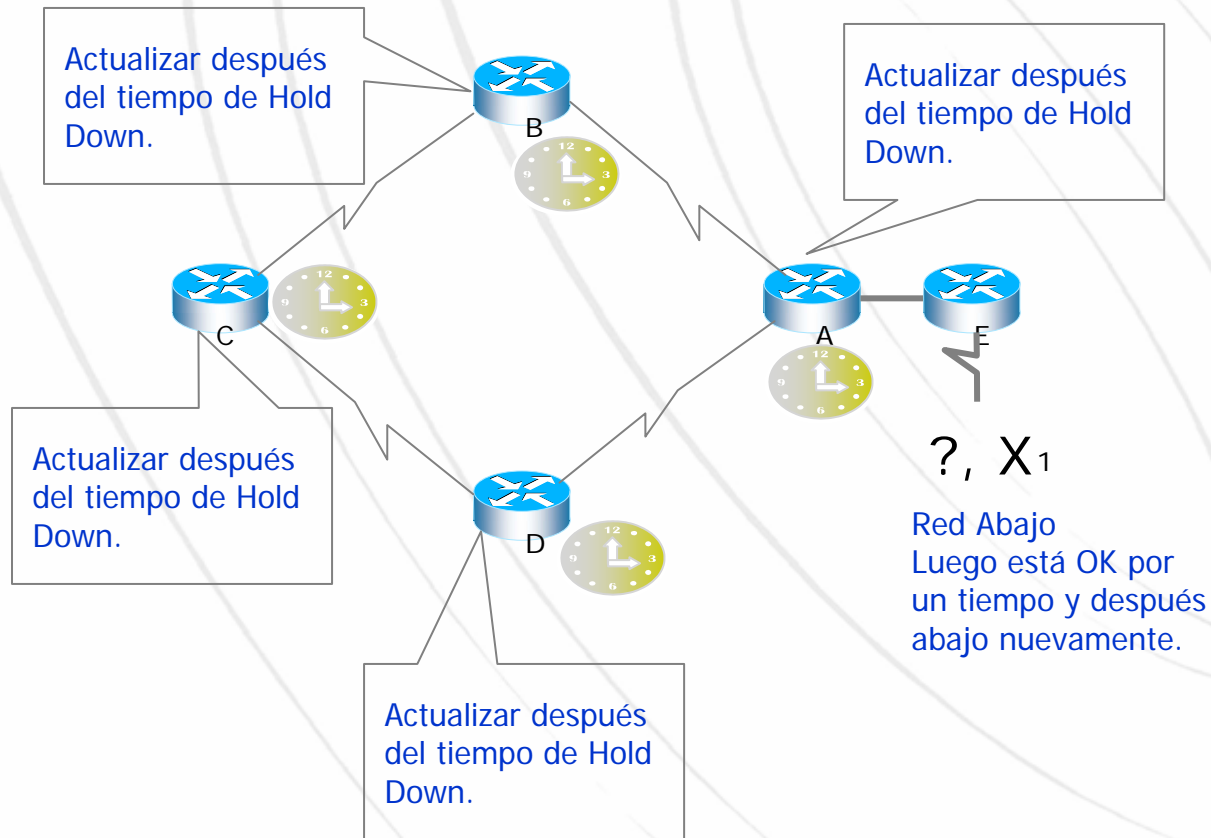
Si aprendes una ruta por una interfaz no puedes propagarla por la misma interfaz

# Poison Reverse



Se propaga una red caída con un costo infinito, manteniendo el registro en el router

# Hold Down

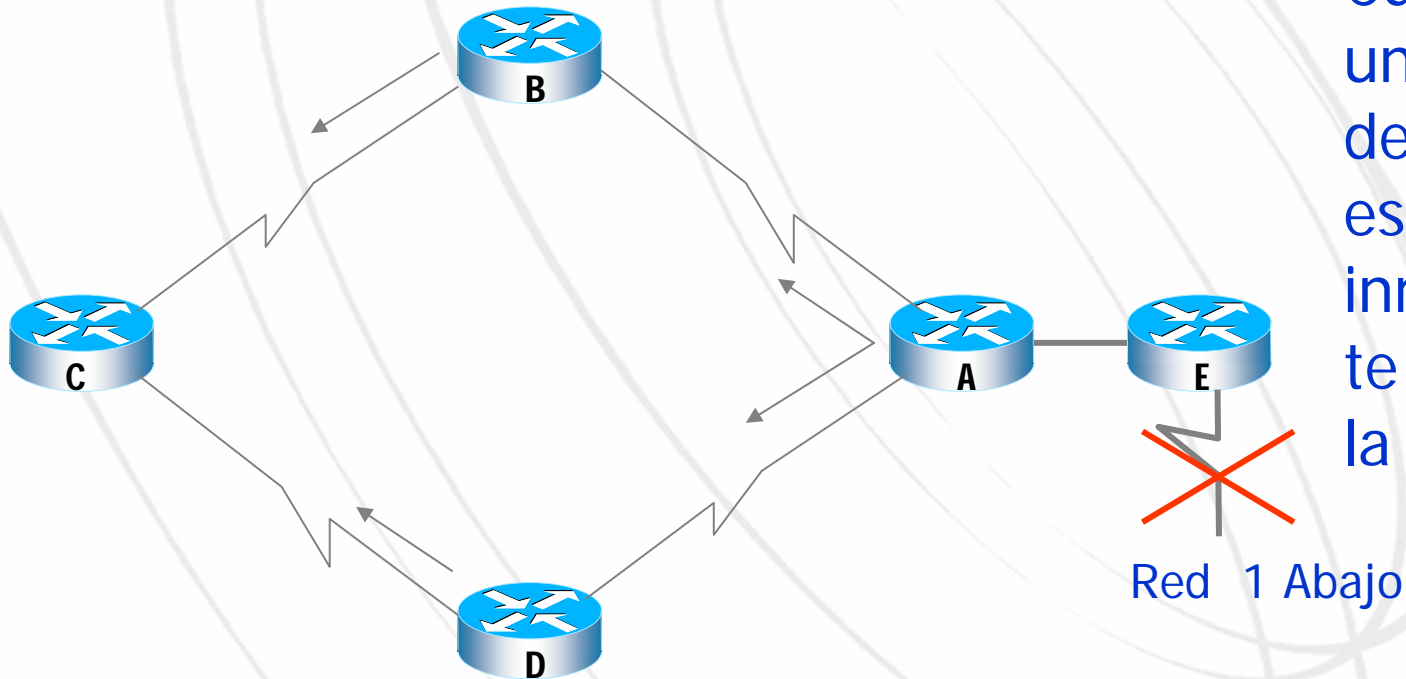


Se implementan temporizadores y cuando no se recibe información de una ruta se marca como caída

# Contadores de los protocolos de ruteo

- Routing Update Timer: intervalo de tiempo entre update periódicos de información de rutas.
- TimeOut Timer: período de tiempo en que la ruta es marcada como inválida pero es retenida en la tabla de rutas.
- HoldDown Timer: Período de tiempo en que la ruta se marca como caída.
- Flush Timer: período de tiempo en que la ruta es eliminada de la tabla de rutas.

# Trigger Update



Cuando ocurre una diferencia de estado ésta es propagada inmediatamente al resto de la red.

## Contadores de los protocolos de ruteo

- Routing Update Timer: intervalo de tiempo entre update periódicos de información de rutas.
- TimeOut Timer: periodo de tiempo en que la ruta es marcada como inválida pero es retenida en la tabla de rutas.
- HoldDown Timer: Periodo de tiempo en que la ruta se marca como caída.
- Flush Timer: periodo de tiempo en que la ruta es eliminada de la tabla de rutas.

# Comparación de Protocolos de Ruteo

	<b>Link State</b>	<b>Traditional Distance Vector</b>	<b>Advance Distance Vector</b>
<b>Scalability</b>	<b>Good</b>	<b>Low</b>	<b>Excellent</b>
<b>Bandwidth</b>	<b>Low</b>	<b>High</b>	<b>Low</b>
<b>Memory</b>	<b>High</b>	<b>Low</b>	<b>Moderate</b>
<b>CPU</b>	<b>High</b>	<b>Low</b>	<b>Low</b>
<b>Convergence</b>	<b>Fast</b>	<b>Slow</b>	<b>Fast</b>
<b>Configuration</b>	<b>Moderate</b>	<b>Easy</b>	<b>Easy</b>

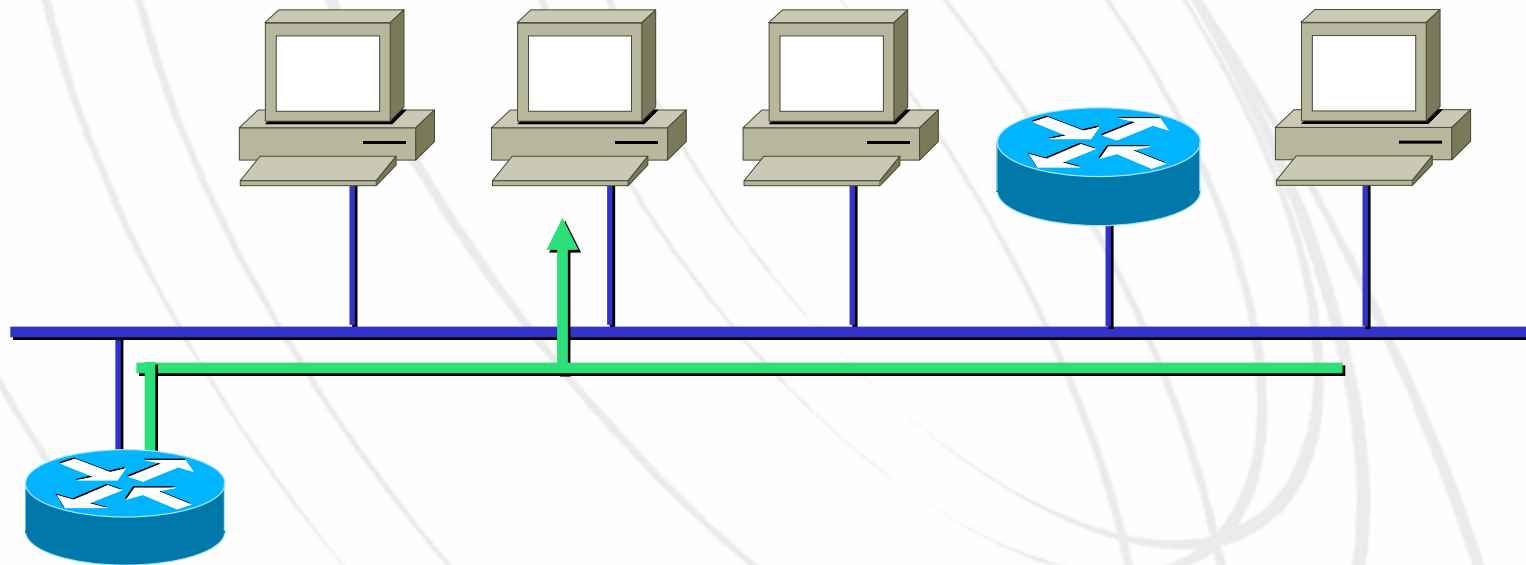
# Redes Unicast y Broadcast

10010000101110010011000  
10001000001001001000101100010101

## IP Unicast

- Corresponde a la comunicación directa Host to Host.
- El tráfico es enviado desde la fuente al destino agregar carga adicional en la fuente y en el receptor por cada conexión que se inicie, incrementando a su vez el uso de ancho de banda en la red.

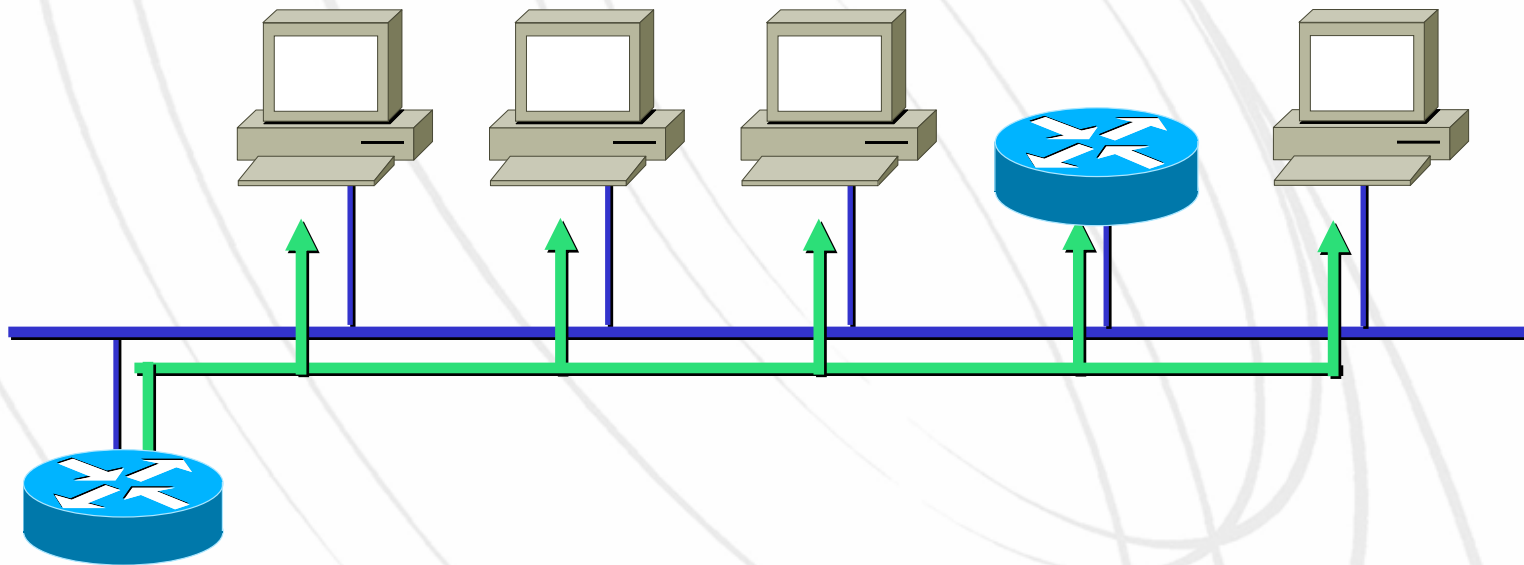
# Unicast



## Broadcast

- Corresponde a la comunicación entre un Host y TODOS los hosts de una red.
- El tráfico es enviado desde la fuente al destino sin multiplicar los paquetes y es recibido por TODOS los hosts de la red.

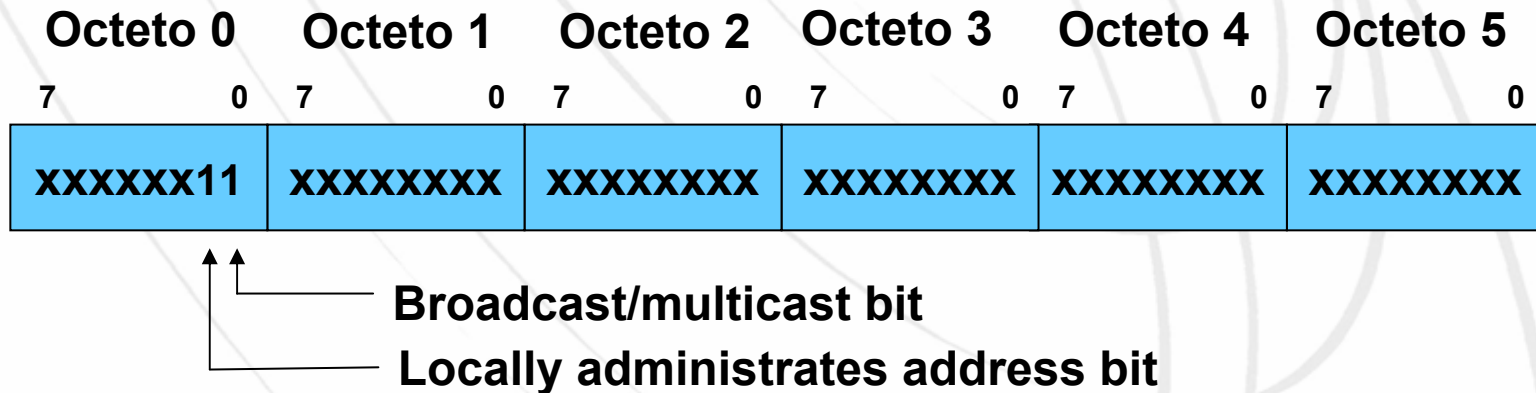
# Broadcast



1001000010110010001100011000  
10001000001001010001001000100101

# Broadcast Address

- Capa 2. MAC
  - Dentro del primer octeto del direccionamiento MAC los bit 0 y 1 indican si el frame es multicast o broadcast.
- FF FF FF FF FF FF



# EL64E

# Redes de Computadores

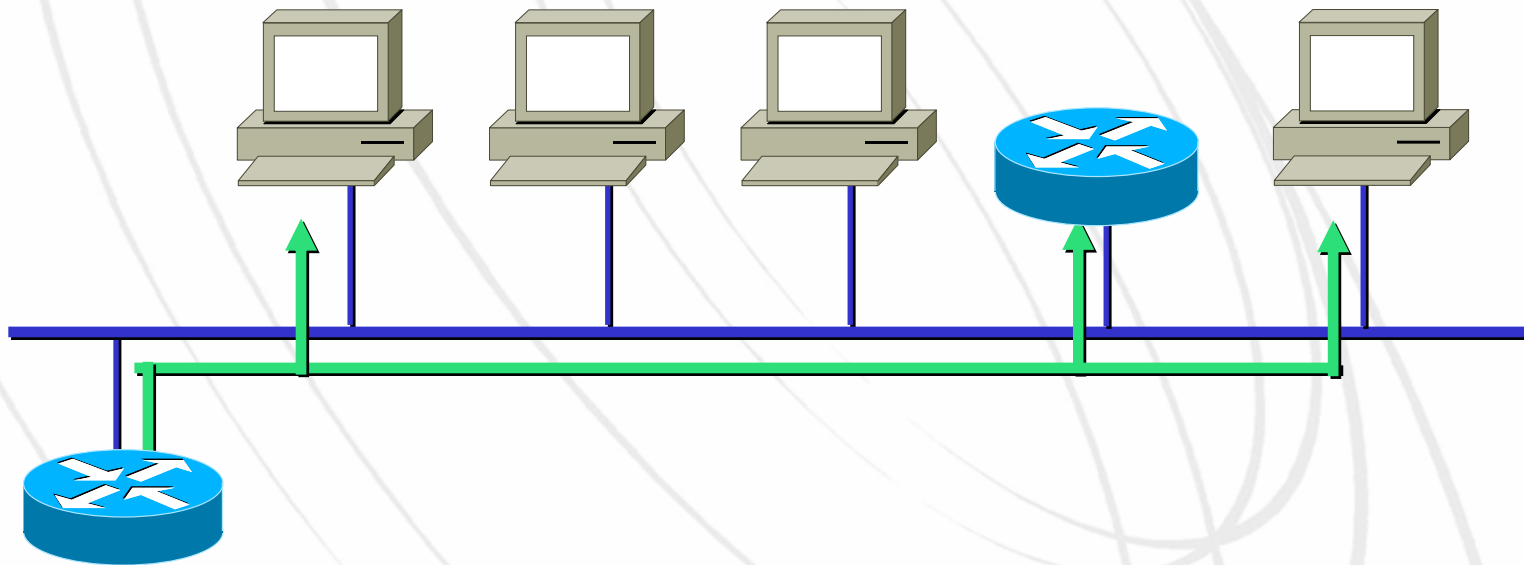
Redes Multicast

10010000101100100011000  
10001000001001000100100100100101

## IP Multicast

- Es una tecnología de conservación de ancho de banda que reduce el tráfico para envío simultaneo de un flujo de información a múltiples receptores.
- IP Multicast envía tráfico desde la fuente a múltiples destinos sin agregar carga adicional en la fuente o en los receptores y sin incrementar ancho de banda en la red.

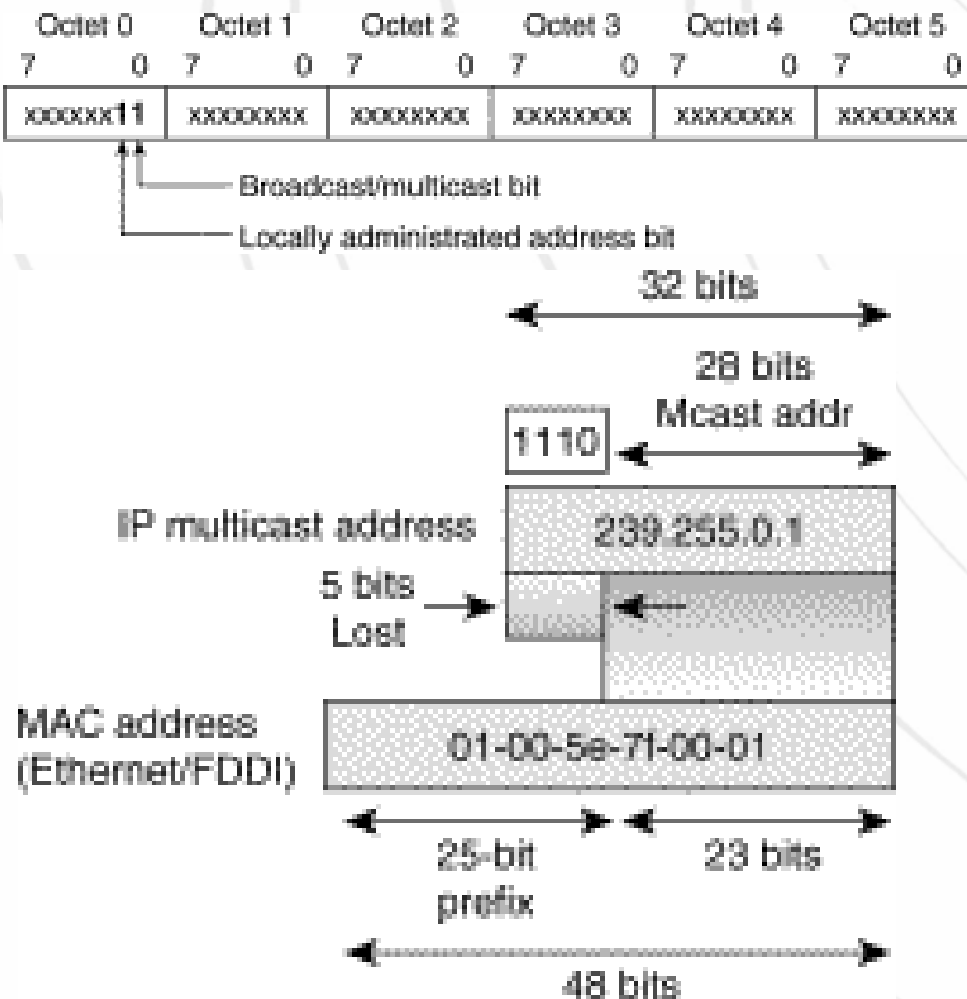
# Multicast



# Multicast Address

## • Capa 2. MAC

- Dentro del primer octeto del direccionamiento MAC los bit 0 y 1 indican si el frame es multicast o broadcast.
- Se realiza un mapeo entre al dirección de Capa 3 y la de Capa 2.



## Multicast Address (cont)

- Capa 3. IP
  - La IANA ha asignado la utilización direccionamiento IP en la clase D, es decir IPs en el segmento 224.0.0.0 al 239.255.255.255 .
  - Se reservó el segmento 224.0.0.0 al 224.0.0.255 para ser usado en el segmento local, los que se transmiten con TTL = 1.
    - 224.0.0.1 All systems on this subnet
    - 224.0.0.2 All routers on this subnet
    - 224.0.0.5 OSPF routers
    - 224.0.0.6 OSPF designated routers
    - 224.0.0.12 DHCP server/relay agent
  - El Segmento 224.0.1.0 al 238.255.255.255 es utilizable para transmitir a través de organizaciones o de Internet.

# Preguntas

1001000010110010011000  
1000100000100101000100100010101