

Comunicaciones II

Tema 1:

Capa 3 – Enrutamiento y Direccionamiento

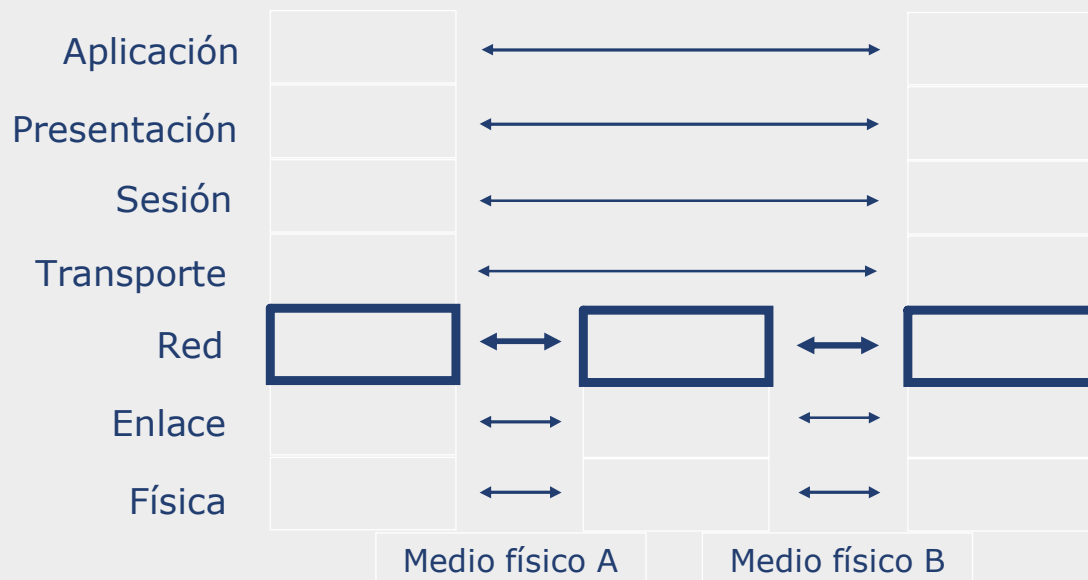
Comunicaciones II ©Robert Denda / Sergio Martín

Índice: Tema 1 – Enrutamiento y Direccionamiento

- 0. Conceptos Previos
- 1. La Capa de Red
- 2. Enrutamiento
 - 2.1. Circuitos virtuales versus datagramas
 - 2.2. Unicast, Multicast, Broadcast y Anycast
 - 2.3. Enrutamiento Unicast
 - 2.4. Enrutamiento Multicast
- 3. Direccionamiento
 - 3.1. Protocolo IP
 - 3.2. Direcciones IP
 - 3.3. Clases de direcciones IP
 - 3.4. Direcciones IP reservadas
 - 3.5. IP versión 6
- 4. Subredes
 - 4.1. Conceptos básicos
 - 4.2. Creación de subredes

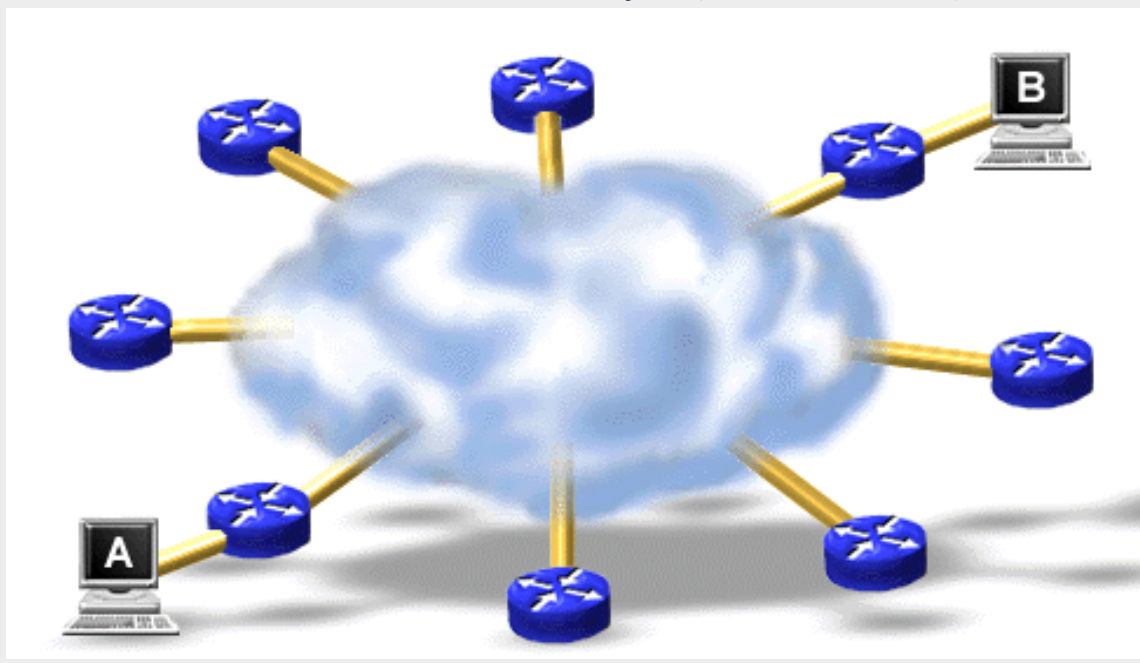
1. La Capa de Red

Capa de Red en el modelo de referencia OSI



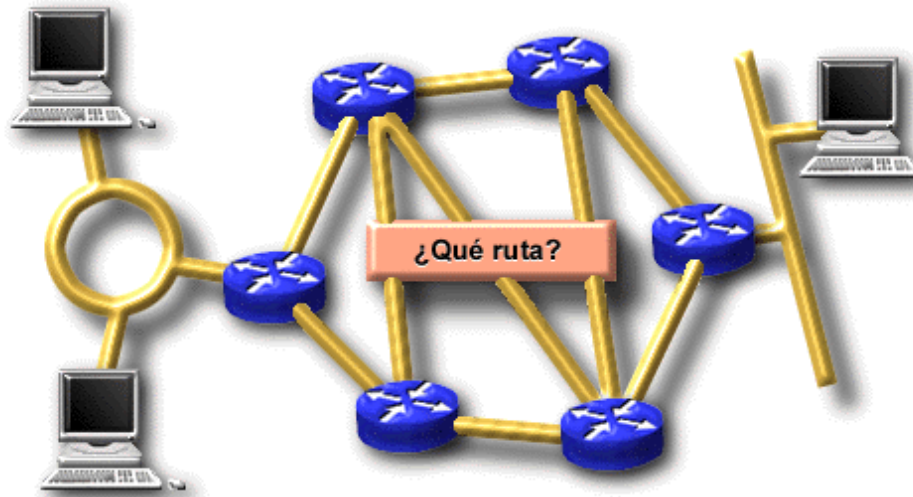
1. La Capa de Red

- Problema: comunicación entre A y B (distintas redes)



1. La Capa de Red

Capa de red: Determinación de ruta



● La Capa 3 opera para encontrar la mejor ruta a través de la internetwork

© Cisco Systems, Inc. 1999

1. La Capa de Red

Funciones de la capa de red:

- Enrutamiento de paquetes
- Direccionamiento lógico
- Multiplexión
- Segmentación de paquetes (fragmentación)
- Adicionalmente, en capas de red orientadas a conexión:
 - Establecimiento y terminación de la conexión
 - Detección y corrección de errores (extremo-extremo)
 - Garantizar el orden de los paquetes
 - Control de flujo (extremo-extremo)

Subredes *heterogéneas* se pueden interconectar por medio de la capa de red ("Internetworking").

0. Conceptos Previos
1. La Capa de Red
2. Enrutamiento
 - 2.1. Circuitos virtuales versus datagramas
 - 2.2. Unicast, Multicast, Broadcast y Anycast
 - 2.3. Enrutamiento Unicast
 - 2.4. Enrutamiento Multicast
3. Direccionamiento
 - 3.1. Protocolo IP
 - 3.2. Direcciones IP
 - 3.3. Clases de direcciones IP
 - 3.4. Direcciones IP reservadas
 - 3.5. IP versión 6
4. Subredes
 - 4.1. Conceptos básicos
 - 4.2. Creación de subredes

2. Enrutamiento – 2.1. Circuitos virtuales versus datagramas

Circuito virtual

El camino a través de la red se determina en el momento de establecimiento de la conexión:

- Para cada nueva conexión virtual, la decisión sobre la ruta se toma solo una vez al inicio.
- Todo el tráfico enviado por esta conexión virtual sigue esta misma ruta.

Datagrama

Cada paquete contiene la dirección completa de destino.

- En cuanto un paquete se recibe en un nodo intermedio, la información de la dirección de destino se extrae del paquete y
- Se determina el enlace de salida hacia el siguiente nodo intermedio

2. Enrutamiento - 2.1. Circuitos virtuales versus datagramas

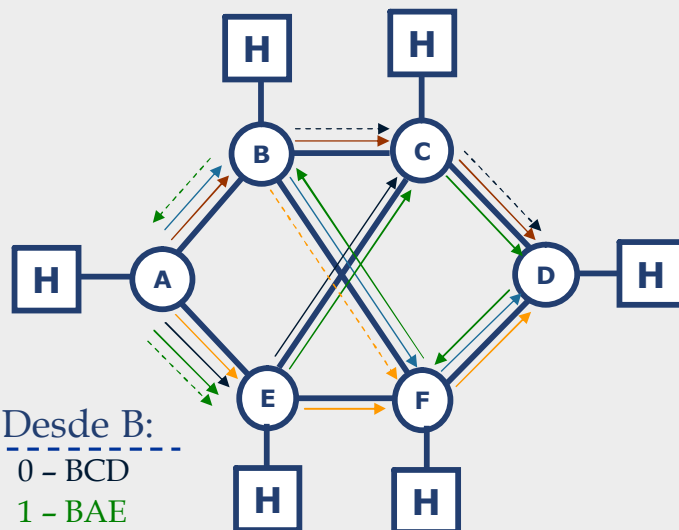
Circuito virtual:

- **Canal "perfecto" a través de la red**
 - Control de errores (errores de bit, control de paquetes perdidos y duplicados)
 - Control de flujo
 - Se mantiene el orden de los paquetes
- **Fases**
 - Establecimiento de la conexión
 - Transmisión de datos
 - Terminación de la conexión
- **Ventajas**
 - Mas eficiente:
 - menos información adicional se transmite durante la fase de transmisión de datos
 - Enrutamiento eficiente durante la fase de transmisión
 - Calidad alta en el flujo de paquetes recibido

2. Enrutamiento - 2.1. Circuitos virtuales versus datagramas

Implementación de circuitos virtuales:

Ejemplo de una subred
(H: host)



8 Conexiones virtuales:

- Desde A:
 - 0 - ABCD
 - 1 - AEFD
 - 2 - ABFD
 - 3 - AEC
 - 4 - AECDFB

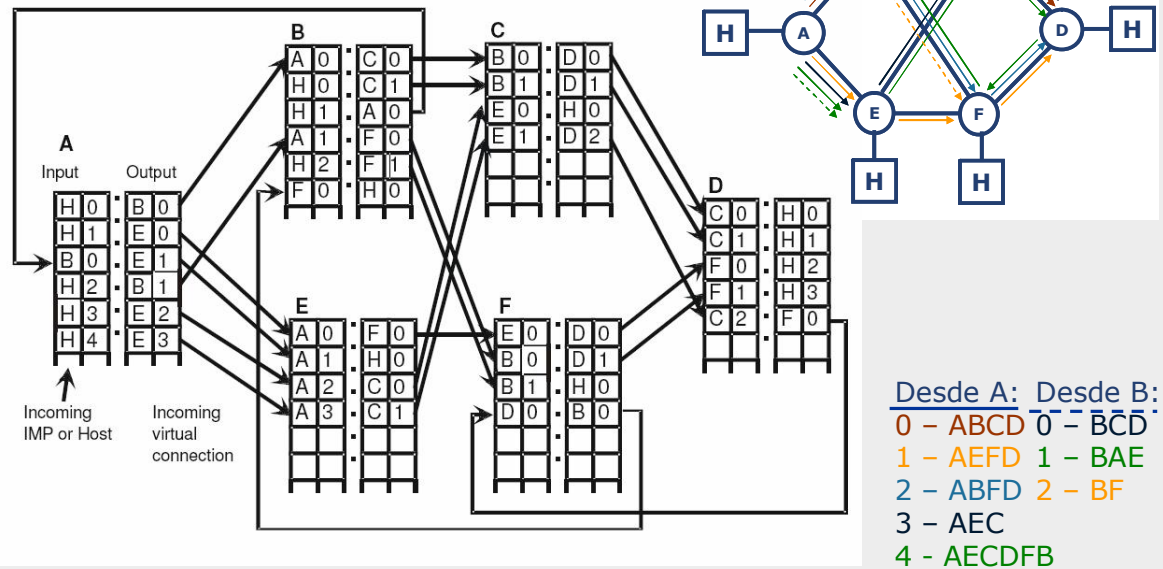
- Desde B:
 - 0 - BCD
 - 1 - BAE
 - 2 - BF

2. Enrutamiento -

2.1. Circuitos virtuales versus datagramas

Circuitos virtuales:

Información de estados en nodos
(tablas de enrutamiento):



2. Enrutamiento -

2.1. Circuitos virtuales versus datagramas

Datagrama:

- Cada paquete (datagrama) es una unidad independiente:
 - Dirección de destino completa en cada paquete
 - Los paquetes pueden llegar desordenados
 - Sin control de error y flujo a nivel 3
- Ventajas:
 - Mas sencillo que los circuitos virtuales
 - Sin fase de establecimiento y terminación de conexión:
 - Mejor para conexiones de corta duración
 - Mas fiable en caso de fallo en nodos intermedios
 - Mejor para internetworking en subredes heterogéneas

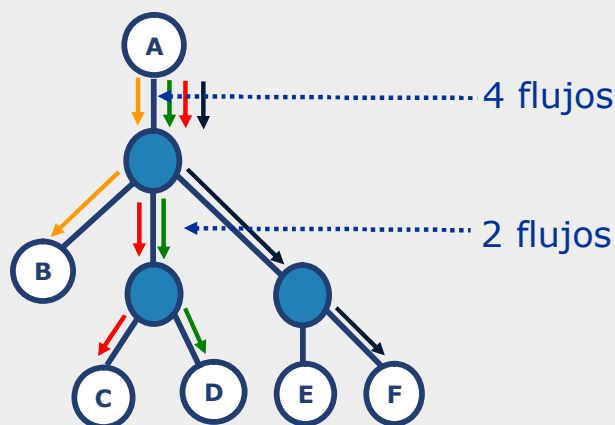
Índice: Tema 1 – Enrutamiento y Direccionamiento

0. Conceptos Previos
1. La Capa de Red
2. Enrutamiento
 - 2.1. Circuitos virtuales versus datagramas
 - 2.2. Unicast, Multicast, Broadcast y Anycast
 - 2.3. Enrutamiento Unicast
 - 2.4. Enrutamiento Multicast
3. Direccionamiento
 - 3.1. Protocolo IP
 - 3.2. Direcciones IP
 - 3.3. Clases de direcciones IP
 - 3.4. Direcciones IP reservadas
 - 3.5. IP versión 6
4. Subredes
 - 4.1. Conceptos básicos
 - 4.2. Creación de subredes

2. Enrutamiento – 2.2. Unicast, Multicast, Broadcast y Anycast

Unicast:

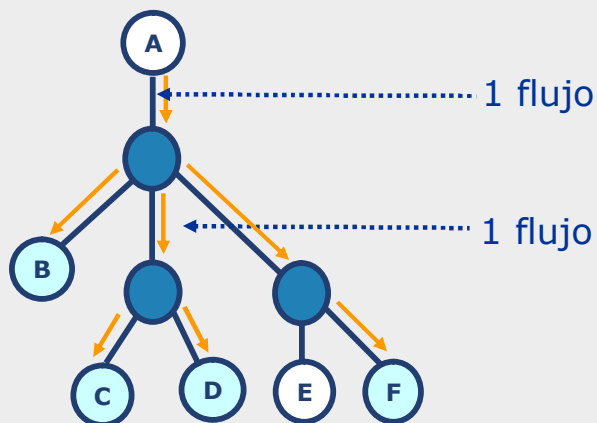
Ejemplo: A transmite a B, C, D y F 4 flujos individuales



2. Enrutamiento - 2.2. Unicast, Multicast, Broadcast y Anycast

Multicast:

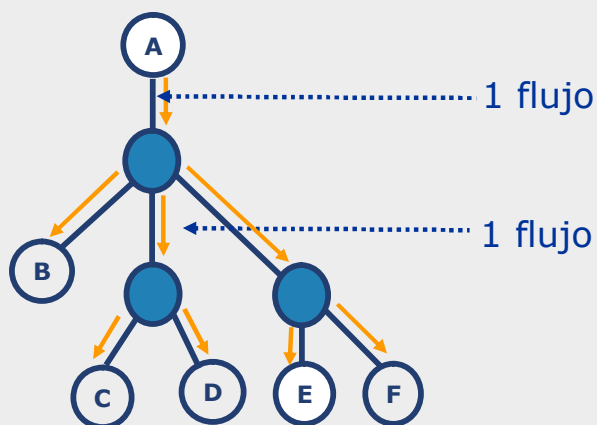
Ejemplo: A transmite al grupo (B, C, D, F) un único flujo



2. Enrutamiento - 2.2. Unicast, Multicast, Broadcast y Anycast

Broadcast:

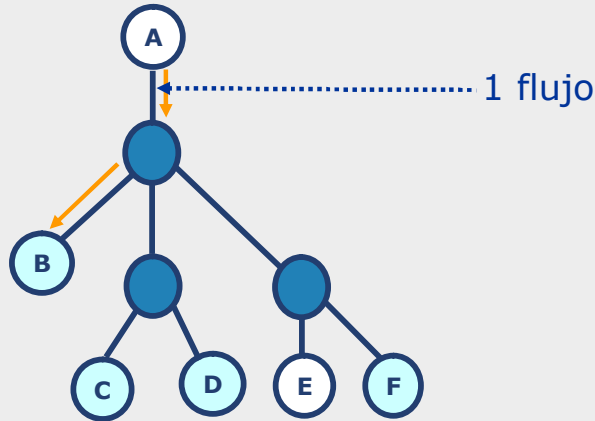
Ejemplo: A transmite vía broadcast -> recepción por todos



2. Enrutamiento – 2.2. Unicast, Multicast, Broadcast y Anycast

Anycast:

Ejemplo: A transmite al grupo (B, C, D, F) vía unicast -> recepción por un solo miembro del grupo



Índice: Tema 1 – Enrutamiento y Direccionamiento

0. Conceptos Previos
1. La Capa de Red
2. Enrutamiento
 - 2.1. Circuitos virtuales versus datagramas
 - 2.2. Unicast, Multicast, Broadcast y Anycast
 - 2.3. Enrutamiento Unicast
 - 2.4. Enrutamiento Multicast
3. Direccionamiento
 - 3.1. Protocolo IP
 - 3.2. Direcciones IP
 - 3.3. Clases de direcciones IP
 - 3.4. Direcciones IP reservadas
 - 3.5. IP versión 6
4. Subredes
 - 4.1. Conceptos básicos
 - 4.2. Creación de subredes

2. Enrutamiento -

2.3. Enrutamiento Unicast

Objetivo del enrutamiento:

- Enrutar los paquetes a través de la red desde el sistema origen al sistema destino

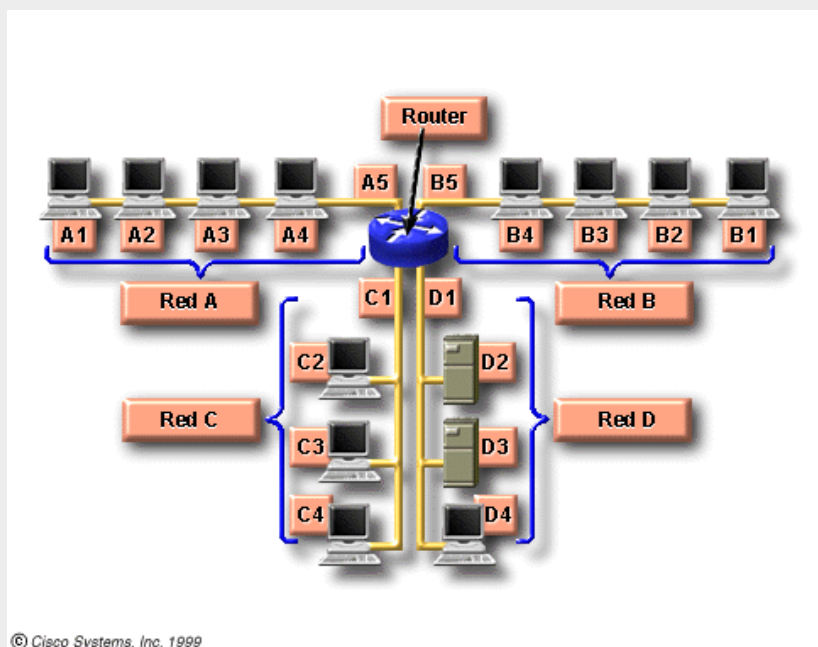
Características de diseño de un algoritmo de enrutamiento

- Correcto
- Sencillo
- Robusto (caso de fallo de enlaces o nodos)
- Ecuánime (*fair*)
- Óptimo (la mejor ruta, sobrecarga (*overhead*) mínima)

2. Enrutamiento -

2.3. Enrutamiento Unicast

Interconexiones de redes a través de un Router:

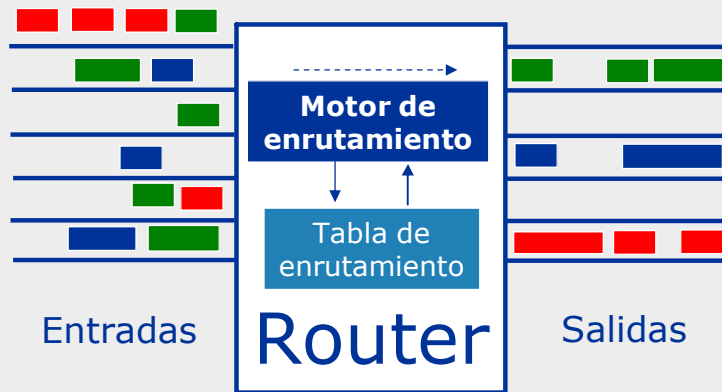


2. Enrutamiento -

2.3. Enrutamiento Unicast

Router:

- Dispositivo de red que interconecta redes e implementa el algoritmo de enrutamiento
- El algoritmo de enrutamiento decide a qué enlace de salida de cada router se transfiere cada paquete entrante



2. Enrutamiento -

2.3. Enrutamiento Unicast

Clasificación de algoritmos de enrutamiento:

1. Enrutamiento estático

- No considera las condiciones actuales de la red
- Las rutas se determinan antes de la puesta en servicio de la red y no se cambian durante la operación

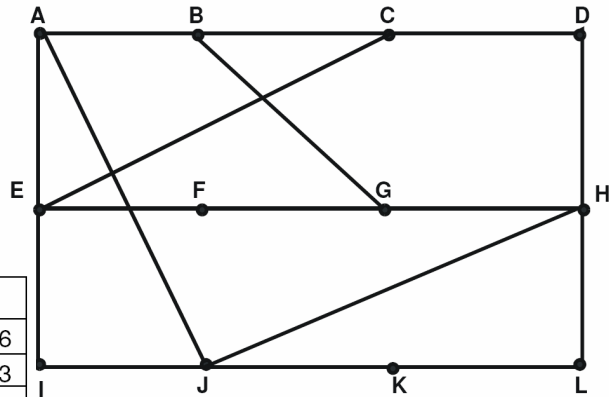
2. Enrutamiento adaptativo

- Decisiones se basan en la topología actual (y potencialmente la carga) de la red
- Tres subgrupos:
 - Centralizado
 - Aislado
 - Distribuido (se usa en el Internet - protocolos RIP y OSPF)

2. Enrutamiento - 2.3. Enrutamiento Unicast

Enrutamiento estático

Topología de ejemplo



Des.	1 st choice		2 nd choice		3 rd choice	
A	A	0.63	I	0.21	H	0.16
B	A	0.46	H	0.31	I	0.23
C	A	0.34	I	0.33	H	0.33
D	H	0.50	A	0.25	I	0.25
E	A	0.40	I	0.40	H	0.20
F	A	0.34	H	0.33	I	0.33
G	H	0.46	A	0.31	K	0.23
H	H	0.63	K	0.21	A	0.16
I	I	0.65	A	0.22	H	0.13
-						
K	K	0.67	H	0.22	A	0.11
L	K	0.42	H	0.42	A	0.16

Tabla de Enrutamiento (nodo J)
(enrutamiento *multipath*, decisión basada en número aleatorio z $0 \leq z \leq 1$)

2. Enrutamiento - 2.3. Enrutamiento Unicast

Enrutamiento estático:

- **Características**
 - Sencillo
 - Buenos resultados para topología y tráfico de red constantes
- **Inconvenientes:**
 - No apropiado para tráfico con grandes variaciones o cambios de topología
 - No apropiado para redes grandes por falta de escalabilidad
- No se usa en Internet, pero sigue siendo usado en redes SNA.
- Las tablas de enrutamiento se pueden calcular utilizando el algoritmo de Dijkstra.

2. Enrutamiento -

2.3. Enrutamiento Unicast

Enrutamiento adaptativo centralizado:

- Existe un Centro de Control de Enrutamiento (RCC)
- Cada nodo periódicamente envía información de estado al RCC:
 - Lista de nodos vecinos directos
 - Longitudes de colas
 - Utilización de sus enlaces
- El RCC
 - Recibe esta información
 - Calcula la ruta óptima para cada pareja de nodos
 - Calcula las tablas de enrutamiento de cada nodo
 - Distribuye las tablas a los nodos
- Problemas:
 - RCC y enlaces hacia el RCC son cuello de botella
 - Cálculo inexacto: basado en información de los nodos generada en momentos diferentes

2. Enrutamiento -

2.3. Enrutamiento Unicast

Enrutamiento adaptativo aislado:

- Sin intercambio de información de enrutamiento entre los nodos
- Decisiones están basadas solo en información local
- **Ejemplos de algoritmos**
 - *Backward Learning* (aprendizaje hacia atrás)
 - *Flooding* (inundación)

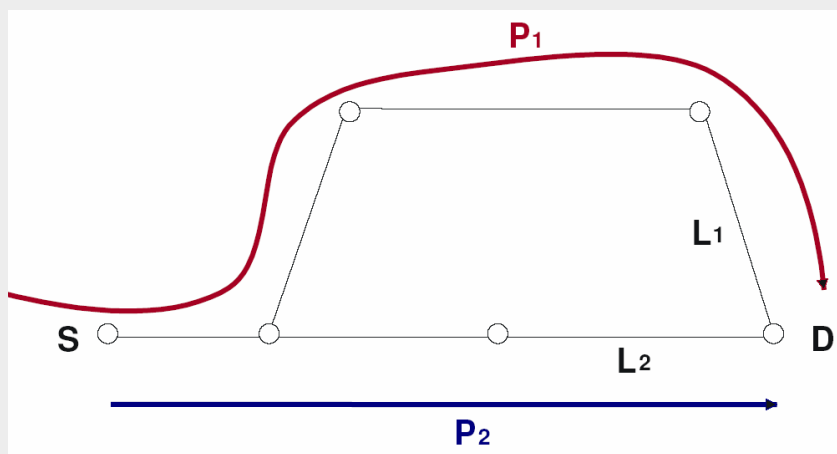
2. Enrutamiento - 2.3. Enrutamiento Unicast

Backward Learning:

- Se usa también en la capa 2 en *bridges* (puentes)
- Un nodo auto-aprende las rutas a través de los paquetes entrantes
- Cada paquete contiene la siguiente información en la cabecera:
 - S: nodo de origen
 - H: contador de saltos desde origen (*hop count*)
- La tabla de enrutamiento consiste en una tabla:
 - (nodo de destino, enlace de salida, H_{\min})
- En cuanto se recibe un paquete por el enlace L:
 - Se sabe, por la cabecera del paquete, que hay una ruta hacia el nodo S utilizando el enlace L y con una distancia de H saltos.
 - En caso que la nueva ruta tenga un valor H menor que el valor H_{\min} de la tabla de enrutamiento, se actualiza la tabla

2. Enrutamiento - 2.3. Enrutamiento Unicast

Backward Learning: ejemplo



- P1(..., S,4,...) -> añadir en tabla de enrutamiento (S, L1, 4)
- P2(..., S,3,...) -> actualizar tabla de enrutamiento: (S, L2, 3)

2. Enrutamiento - 2.3. Enrutamiento Unicast

Backward Learning:

Problema principal:

Algoritmo no se adapta a degradaciones en las rutas (p.ej. caídas de enlaces o nodos)

Solución:

Borrar periódicamente las tablas de enrutamiento

Pero: ¿ con qué frecuencia ?

- Frecuencia demasiado alta: la red está la mayor parte del tiempo en la fase de aprendizaje
- Frecuencia demasiado baja: reacción lenta a degradaciones

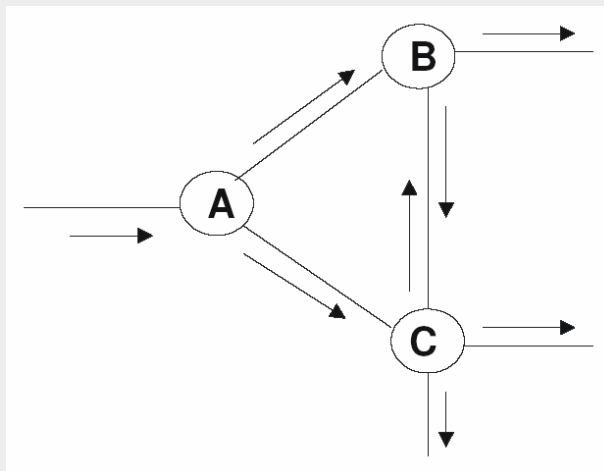
Otro problema:

- No se pueden enviar paquetes a nodos destino desconocidos (aquellos que desde la última actualización nunca han sido nodos origen enviando paquetes a través de este nodo intermedio).

2. Enrutamiento - 2.3. Enrutamiento Unicast

Flooding:

Un paquete entrante se transmite a todos los enlaces de salida excepto al enlace desde donde ha sido recibido



2. Enrutamiento -

2.3. Enrutamiento Unicast

Flooding:

Problema principal:

Creación de un número inmanejable de copias de paquetes

Solución:

- Contador de saltos H en la cabecera de los paquetes
- Inicializar H con el número de saltos de la ruta mas larga de la red
- Disminuir H en cada salto
- Si se recibe un paquete con $H = 0$, se descarta el paquete

Características del Flooding:

- Muy robusto
- Muy sencillo
- Carga muy alta en la red
- Solo empleado en la primera fase de otros algoritmos de enrutamiento para el conseguir el estado inicial

2. Enrutamiento -

2.3. Enrutamiento Unicast

Enrutamiento adaptativo distribuido:

Los nodos intercambian información de enrutamiento con sus vecinos

Existen dos subgrupos:

- 1) Algoritmos de vectores de distancias
- 2) Algoritmos de estado de enlaces

2. Enrutamiento - 2.3. Enrutamiento Unicast

Algoritmos de vectores de distancias

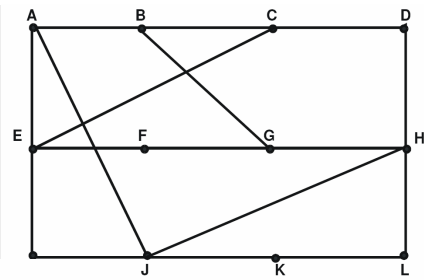
- Cada nodo conoce la distancia a cada uno de sus vecinos:
 - Número de saltos (= 1)
 - Retraso, tiempo de retorno (*round-trip time*)
 - Longitud de la cola, etc.

- Cada nodo periódicamente envía a todos sus vecinos una lista con sus estimaciones de distancia respecto a todos los nodos que conoce
 - Ejemplo:
 - El nodo X conoce la distancia a su vecino Y =: e
 - Un nodo X recibe la lista E de su nodo vecino Y que incluye la indicación de distancia entre Y y otro nodo Z =: E(Z)
 - Con esto, X sabe que la distancia de X a Z a través de Y es $E(Z) + e$
 - La tabla con estas distancias se llama **vector de distancias**

2. Enrutamiento - 2.3. Enrutamiento Unicast

Enrutamiento con vectores de distancias

Topología de ejemplo



	A	I	H	K	new DV	
A	0	24	20	21	8	A
B	12	36	31	28	20	A
C	25	18	19	36	28	I
D	40	27	8	24	20	H
E	14	7	30	22	17	I
F	23	20	19	40	30	I
G	18	31	6	31	18	H
H	17	20	0	19	12	H
I	21	0	14	22	10	I
J	9	11	7	10	0	-
K	24	22	22	0	6	K
L	29	33	9	9	15	K
	JA	JI	JH	JK		
	delay=8	delay=10	delay=12	delay=6		

Tabla de
Enrutamiento
(nodo J)

2. Enrutamiento - 2.3. Enrutamiento Unicast

Algoritmos de estado de enlaces

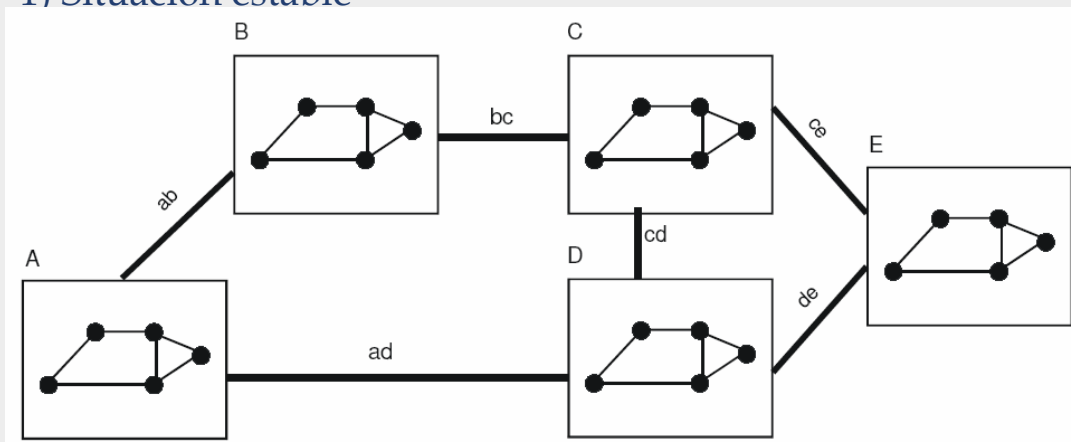
- En todos los momentos, cada nodo conoce la topología entera de la red.
- Los nodos calculan las rutas óptimas localmente.
- Los nodos intercambian con sus vecinos mensajes de actualización de topología.
- Cada nodo mantiene una base de datos de la topología de la red (base de datos de estado de enlaces).
- Las rutas óptimas se pueden calcular con el algoritmo de Dijkstra.

2. Enrutamiento - 2.3. Enrutamiento Unicast

Algoritmos de estado de enlaces

Ejemplo:

1) Situación estable

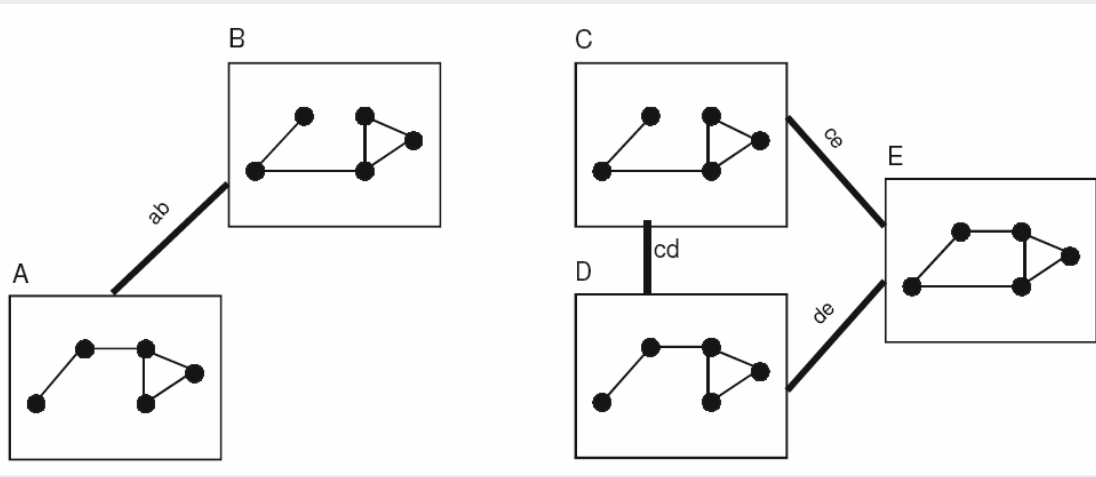


2. Enrutamiento - 2.3. Enrutamiento Unicast

Algoritmos de estado de enlaces

Ejemplo:

2) Caída de los enlaces bc y ad

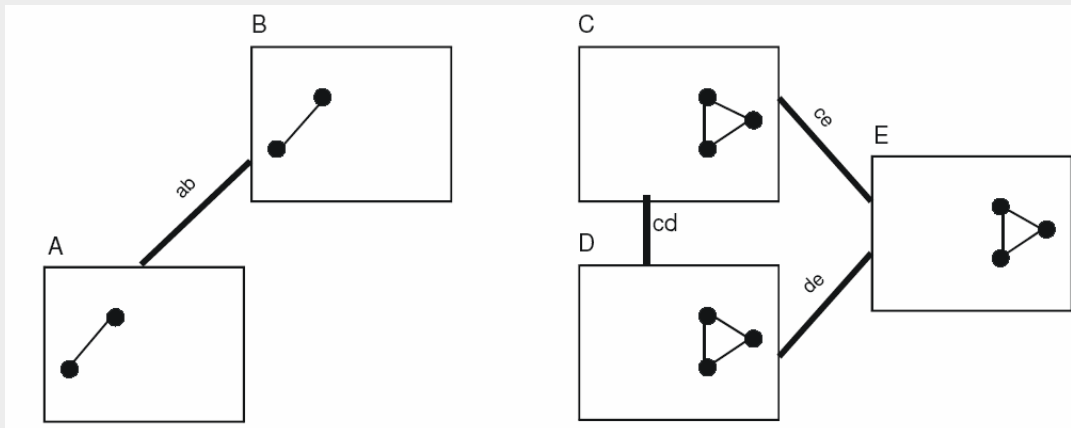


2. Enrutamiento - 2.3. Enrutamiento Unicast

Algoritmos de estado de enlaces

Ejemplo:

3) Después del intercambio de mensajes



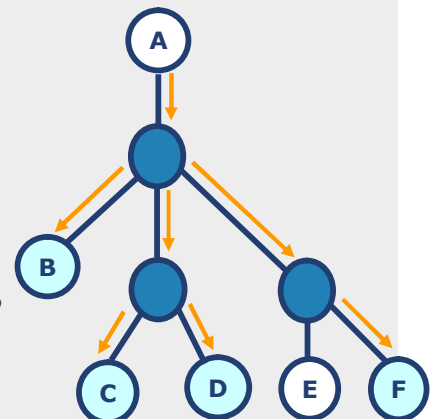
Índice: Tema 1 – Enrutamiento y Direccionamiento

0. Conceptos Previos
1. La Capa de Red
2. Enrutamiento
 - 2.1. Circuitos virtuales versus datagramas
 - 2.2. Unicast, Multicast, Broadcast y Anycast
 - 2.3. Enrutamiento Unicast
 - 2.4. Enrutamiento Multicast
3. Direccionamiento
 - 3.1. Protocolo IP
 - 3.2. Direcciones IP
 - 3.3. Clases de direcciones IP
 - 3.4. Direcciones IP reservadas
 - 3.5. IP versión 6
4. Subredes
 - 4.1. Conceptos básicos
 - 4.2. Creación de subredes

2. Enrutamiento – 2.4. Enrutamiento Multicast

Multicast:

- Transmisión de un flujo de datos desde una fuente a varios destinos (comunicación 1:n).
- Particularmente importante para flujos de datos de multimedia:
 - Conferencias de vídeo
 - Tele-cooperación
 - Tele-educación
 - Radio / TV
- Multicast en redes WAN requiere:
 - Mecanismo de direccionamiento a nivel 3
 - Mas inteligencia en los routers:
 - Extensión de las tablas de enrutamiento
 - Nuevos algoritmos de enrutamiento



2. Enrutamiento -

2.4. Enrutamiento Multicast

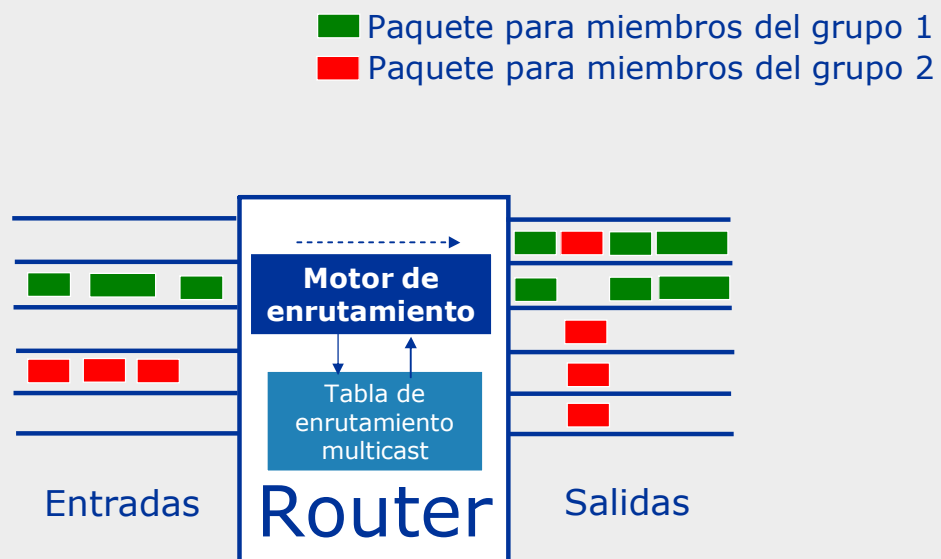
Enrutamiento Multicast:

- En Internet, el enrutamiento Multicast se realiza en la capa 3 (**multicast IP**).
- Algoritmos de enrutamiento multicast:
 - Extensiones de los algoritmos de enrutamiento unicast
 - Compatible con enrutamiento unicast
- Multicast en Internet es orientado al receptor:
 - Para una sesión multicast la fuente envía a un grupo multicast creado para este flujo de datos.
 - Todos los interesados en este flujo se tienen que unir al grupo.
 - Los routers multicast aseguran que el tráfico se envía a todos los miembros del grupo.
- Multicast en Internet es un servicio tipo datagrama:
 - Sin control de errores
 - Sin control de flujo
 - Sin control de orden de paquetes

2. Enrutamiento -

2.4. Enrutamiento Multicast

Funcionamiento de un router multicast:



2. Enrutamiento - 2.4. Enrutamiento Multicast

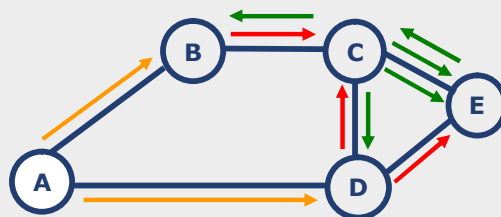
Algoritmos de Enrutamiento Multicast: RPB

- **Reverse Path Broadcasting (RPB):**
 - Basado en *flooding*, pero con una mejora:
 - Utiliza información de la tabla de enrutamiento unicast:
 - Cada nodo conoce el camino hacia la fuente del flujo de datos: el camino reverso óptimo (reverse path)
 - En el algoritmo de flooding con RPB solo se transmiten paquetes que han llegado a través del camino reverso óptimo
 - Genera mucho menos paquetes que *flooding*.
- Otra mejora:
 - Todos los nodos comunican a cada uno de sus vecinos si el vecino está en el camino óptimo hacia la fuente.
- RFB es la base para el protocolo multicast DVMRP

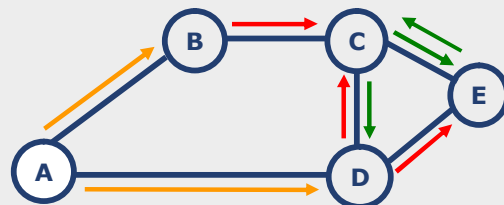
2. Enrutamiento - 2.4. Enrutamiento Multicast

Algoritmos de Enrutamiento Multicast: RPB

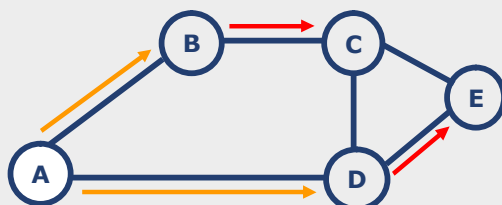
Flooding:



RFB (sin mejora):



RFB:



Índice: Tema 1 – Enrutamiento y Direccionamiento

0. Conceptos Previos
1. La Capa de Red
2. Enrutamiento
 - 2.1. Circuitos virtuales versus datagramas
 - 2.2. Unicast, Multicast, Broadcast y Anycast
 - 2.3. Enrutamiento Unicast
 - 2.4. Enrutamiento Multicast
3. Direccionamiento
 - 3.1. Protocolo IP
 - 3.2. Direcciones IP
 - 3.3. Clases de direcciones IP
 - 3.4. Direcciones IP reservadas
 - 3.5. IP versión 6
4. Subredes
 - 4.1. Conceptos básicos
 - 4.2. Creación de subredes

3. Direccionamiento – 3.1 Protocolo IP

IP (Internet Protocol):

- EL protocolo de la capa 3 en Internet:
 - Protocolo basado en datagrama
 - Implementa enrutamiento en Internet
 - Poca funcionalidad:
 - Asignar direcciones a los paquetes
 - Identificar tipo de contenido y tipo de servicio
 - Fragmentación de paquetes grandes
 - Poco mas
- Cuando se dice “IP”, en general se refiere a la versión 4 del protocolo IP.

3. Direccionamiento –

3.1 Protocolo IP

Campos del datagrama IP

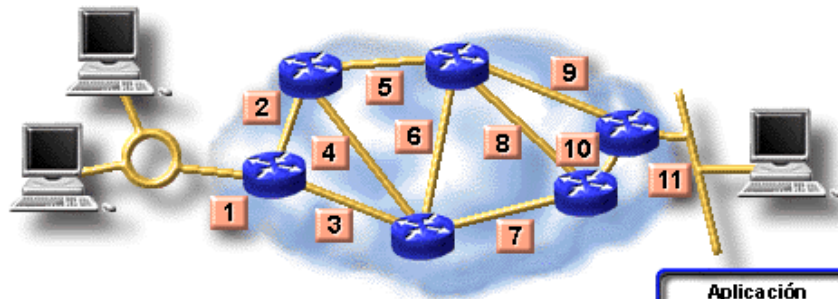
0	4	8	16	19	24	31
VERS	HLEN	Tipo de servicio	Longitud			
Identificación			Flags	Desplazamiento		
Tiempo de vida		Protocolo	Suma de comprobación de encabezado			
Dirección IP origen						
Dirección IP destino						
Opciones IP (si existen)					Relleno	
Datos						
...						

Índice: Tema 1 – Enrutamiento y Direccionamiento

0. Conceptos Previos
1. La Capa de Red
2. Enrutamiento
 - 2.1. Circuitos virtuales versus datagramas
 - 2.2. Unicast, Multicast, Broadcast y Anycast
 - 2.3. Enrutamiento Unicast
 - 2.4. Enrutamiento Multicast
3. Direccionamiento
 - 3.1. Protocolo IP
 - 3.2. Direcciones IP
 - 3.3. Clases de direcciones IP
 - 3.4. Direcciones IP reservadas
 - 3.5. IP versión 6
4. Subredes
 - 4.1. Conceptos básicos
 - 4.2. Creación de subredes

3. Direccionamiento - 3.2 Direccionamiento IP

La capa de red: Comunicación de la información de ruta



Las direcciones representan la ruta de las conexiones de los medios

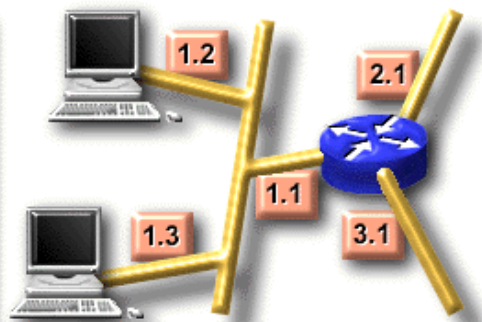


© Cisco Systems, Inc. 1999

3. Direccionamiento - 3.2 Direccionamiento IP

Direccionamiento: Red y host

Red	Host
1	1 2 3
2	1
3	1

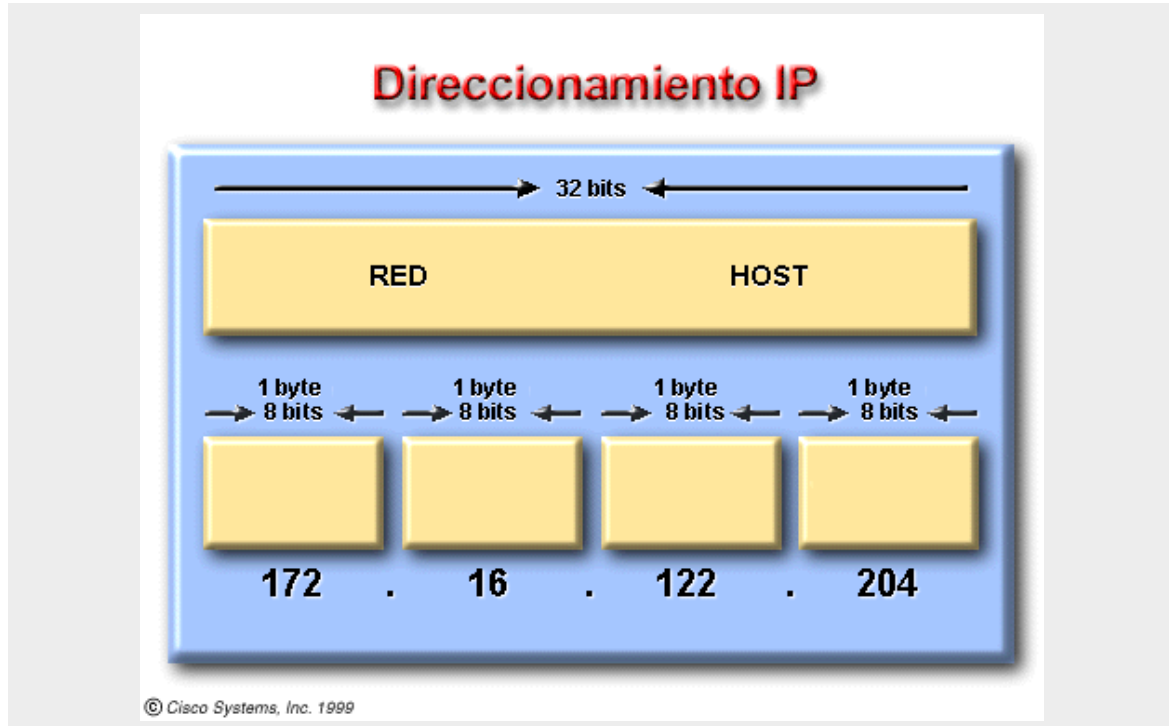


- **Dirección de red**
Parte de la ubicación utilizada por el router
- **Dirección de host**
Puerto o dispositivo específico de la red



© Cisco Systems, Inc. 1999

3. Direccionamiento - 3.2 Direccionamiento IP



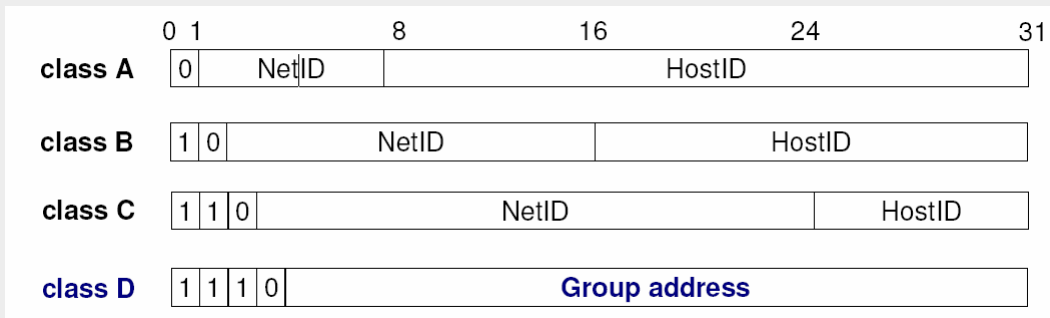
Índice: Tema 1 - Enrutamiento y Direccionamiento

0. Conceptos Previos
1. La Capa de Red
2. Enrutamiento
 - 2.1. Circuitos virtuales versus datagramas
 - 2.2. Unicast, Multicast, Broadcast y Anycast
 - 2.3. Enrutamiento Unicast
 - 2.4. Enrutamiento Multicast
3. Direccionamiento
 - 3.1. Protocolo IP
 - 3.2. Direcciones IP
 - 3.3. Clases de direcciones IP
 - 3.4. Direcciones IP reservadas
 - 3.5. IP versión 6
4. Subredes
 - 4.1. Conceptos básicos
 - 4.2. Creación de subredes

3. Direccionamiento - 3.3 Clases de direcciones IP

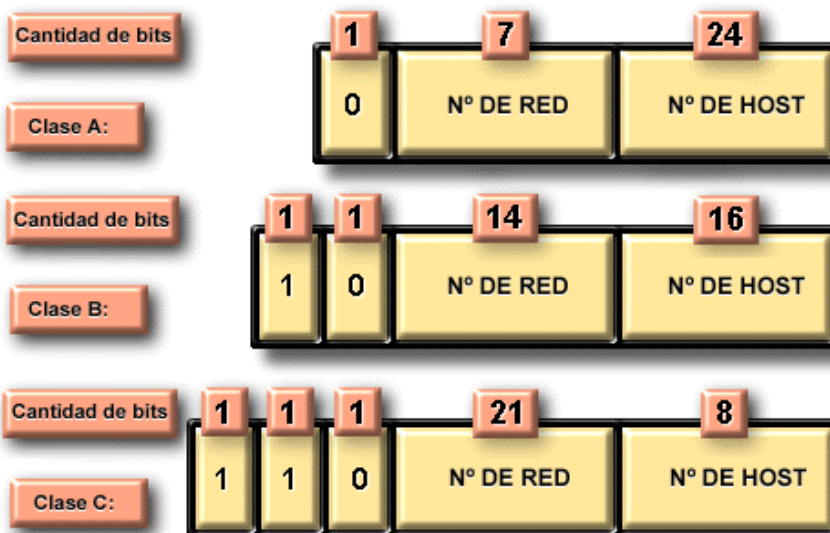
Una dirección IP es una dirección jerárquica que consiste de un número de identificación de red (NetID) y un número de identificación del host (HostID).

Existen tres formatos para subredes unicast de distintos tamaños, y adicionalmente un formato para multicast:



3. Direccionamiento - 3.3 Clases de direcciones IP

Patrones de bit de la dirección IP

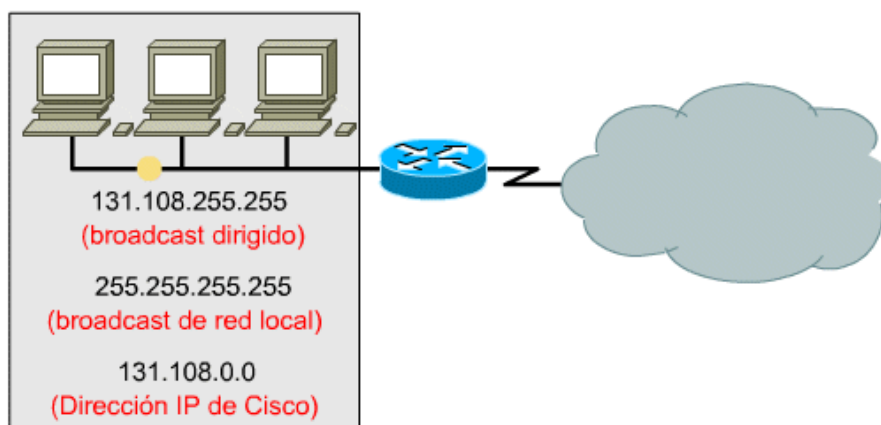


Índice: Tema 1 – Enrutamiento y Direccionamiento

0. Conceptos Previos
1. La Capa de Red
2. Enrutamiento
 - 2.1. Circuitos virtuales versus datagramas
 - 2.2. Unicast, Multicast, Broadcast y Anycast
 - 2.3. Enrutamiento Unicast
 - 2.4. Enrutamiento Multicast
3. Direccionamiento
 - 3.1. Protocolo IP
 - 3.2. Direcciones IP
 - 3.3. Clases de direcciones IP
 - 3.4. Direcciones IP reservadas
 - 3.5. IP versión 6
4. Subredes
 - 4.1. Conceptos básicos
 - 4.2. Creación de subredes

3. Direccionamiento – 3.4 Direcciones IP reservadas

Direcciones IP reservadas



3. Direccionamiento –

3.4 Direcciones IP reservadas

Espacio de dirección privada (private address)

Los siguientes intervalos están disponibles para el direccionamiento privado

10.0.0.0 - 10.255.255.255

172.16.0.0 - 172.31.255.255

192.168.0.0 - 192.168.255.255

Adicionalmente: 169.254.0.0 – 169.254.255.255

© Cisco Systems, Inc. 1999

Índice: Tema 1 – Enrutamiento y Direccionamiento

0. Conceptos Previos
1. La Capa de Red
2. Enrutamiento
 - 2.1. Circuitos virtuales versus datagramas
 - 2.2. Unicast, Multicast, Broadcast y Anycast
 - 2.3. Enrutamiento Unicast
 - 2.4. Enrutamiento Multicast
3. Direccionamiento
 - 3.1. Protocolo IP
 - 3.2. Direcciones IP
 - 3.3. Clases de direcciones IP
 - 3.4. Direcciones IP reservadas
 - 3.5. IP versión 6
4. Subredes
 - 4.1. Conceptos básicos
 - 4.2. Creación de subredes

3. Direccionamiento

3.5. IP versión 6

Problema con IP(v4):

- Direcciones IP escasas.
- Direcciones de clase B casi ya no disponibles.
- Dispositivos (móviles) IP en coches, casas, etc.
- 10.000.000.000 personas en 2020 y 100 direcciones IP por persona ?
- Soluciones actuales:
 - CIDR (Classless Inter-Domain Routing)
 - NAT (Network Address Translation)

Solución IP

- Nueva versión de protocolo IP protocol version 6 (IPv6) con un rango de direcciones IP mas grande

3. Direccionamiento

3.5. IP versión 6

Características IPv6:

- **Direcciones extendidas:**
 - 128 bit (1023 direcciones por m2 de la superficie de la tierra)
- Jerarquías de direccionamiento
- Configuración automática de direcciones (incorporado en el protocolo - similar a DHCP)
- **Nuevo formato de cabecera IP:**
 - Cabecera IP simplificada
 - Soporte para extensiones
 - Fragmentación y reensamblaje solo en origen y destino

3. Direccionamiento

3.5. IP versión 6

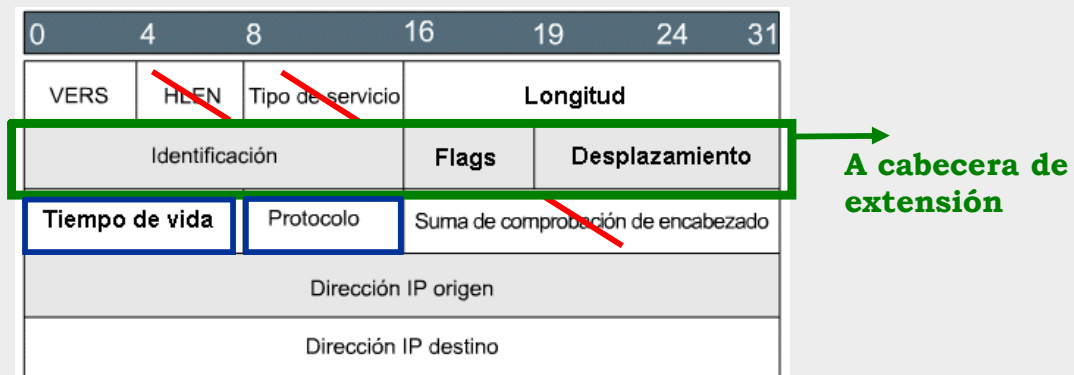
Características IPv6:

- **Soporte de calidad de servicio:**
 - Etiquetas de flujo (*Flow Labels*) permiten marcar flujos a nivel IP
 - Clases de tráfico para *Differentiated Services*
- **Integración de Multicast**
 - Grupos pre-definidos de multicast para funciones de control
 - Protocolo IGMP (*Internet Group Management Protocol*) integrado en ICMP (*Internet Control Message Protocol*)
 - Formato especial de direcciones multicast
 - Todos los routers implementan multicast
- **Seguridad IP (*IP Security*)**
 - Autenticación y encriptación integradas.

3. Direccionamiento

3.5. IP versión 6

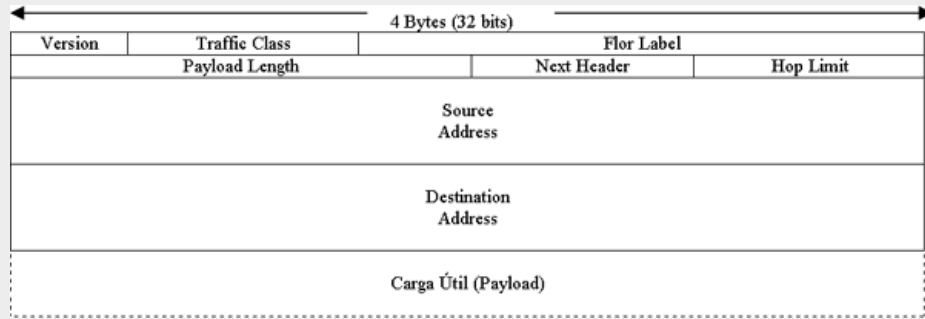
Cabecera IPv4 (20 bytes, 13 campos):



3. Direccionamiento

3.5. IP versión 6

Cabecera IPv6 (40 bytes, 8 campos):



- **Version:** Número de versión del Protocolo de Internet de 4 bits = 6.
- **Traffic Class:** Campo clase de tráfico de 8 bits.
- **Flow Label:** Etiqueta de flujo de 20 bits.
- **Payload Length:** entero sin signo de 16 bits, longitud de la carga útil en octetos.
- **Next Header:** Selector de 8 bits. Identifica el tipo de cabecera que sigue inmediatamente a la cabecera IPv6. Utiliza los mismos valores que el campo "Protocolo" del IPv4 [RFC-1700 et seq].
- **Hop Limit:** análogo al campo tiempo de vida (*time-to-live*) del IPv4.
- **Source Address:** dirección de 128 bits, dirección de origen del paquete.
- **Destination Address:** dirección de 128 bits, dirección del recipiente deseado, si existe cabecera de enrutamiento posiblemente no sea el recipiente final.

3. Direccionamiento

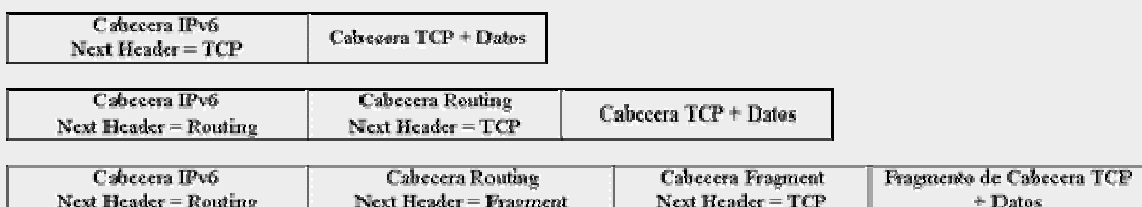
3.5. IP versión 6

Cabeceras de extensión en IPv6

Varias alternativas:

- Opciones salto a salto (*hop-by-hop*) [RFC2460]
- Enrutamiento (*routing*) [RFC2460]
- Fragmento [RFC2460]
- Opciones de destino [RFC2460]
- Autenticación [RFC-2402]
- Seguridad del Encapsulado de la Carga Útil [RFC-2406]

Ejemplos:



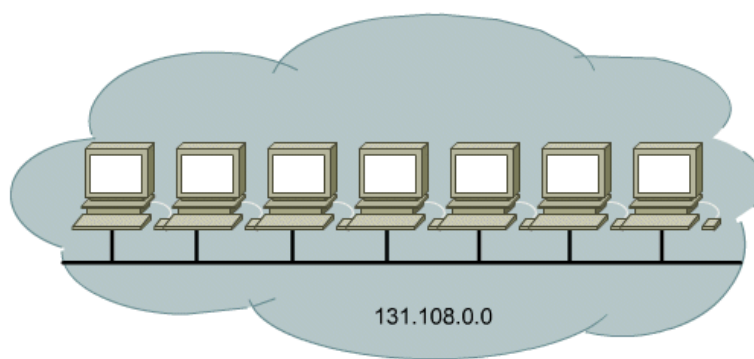
Índice: Tema 1 – Enrutamiento y Direccionamiento

- 0. Conceptos Previos
- 1. La Capa de Red
- 2. Enrutamiento
 - 2.1. Circuitos virtuales versus datagramas
 - 2.2. Unicast, Multicast, Broadcast y Anycast
 - 2.3. Enrutamiento Unicast
 - 2.4. Enrutamiento Multicast
- 3. Direccionamiento
 - 3.1. Protocolo IP
 - 3.2. Direcciones IP
 - 3.3. Clases de direcciones IP
 - 3.4. Direcciones IP reservadas
 - 3.5. IP versión 6
- 4. Subredes
 - 4.1. Conceptos básicos
 - 4.2. Creación de subredes

4. Subredes

4.1. Conceptos básicos

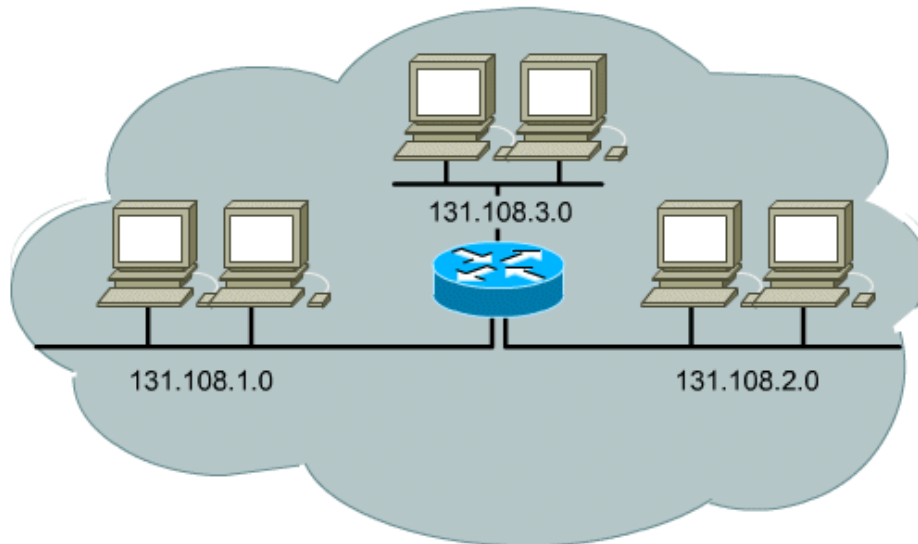
Direccionamiento sin subredes



4. Subredes

4.1. Conceptos básicos

Direccionamiento con subredes

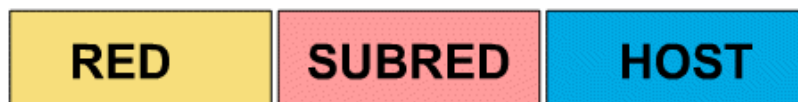


4. Subredes

4.1. Conceptos básicos

Subredes y máscara de subred

SOLUCIÓN: Crear otra sección en la dirección IP denominada subred.



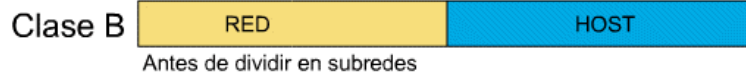
¿¿¿CÓMO???

Mediante una **MÁSCARA DE SUBRED**

4. Subredes

4.1. Conceptos básicos

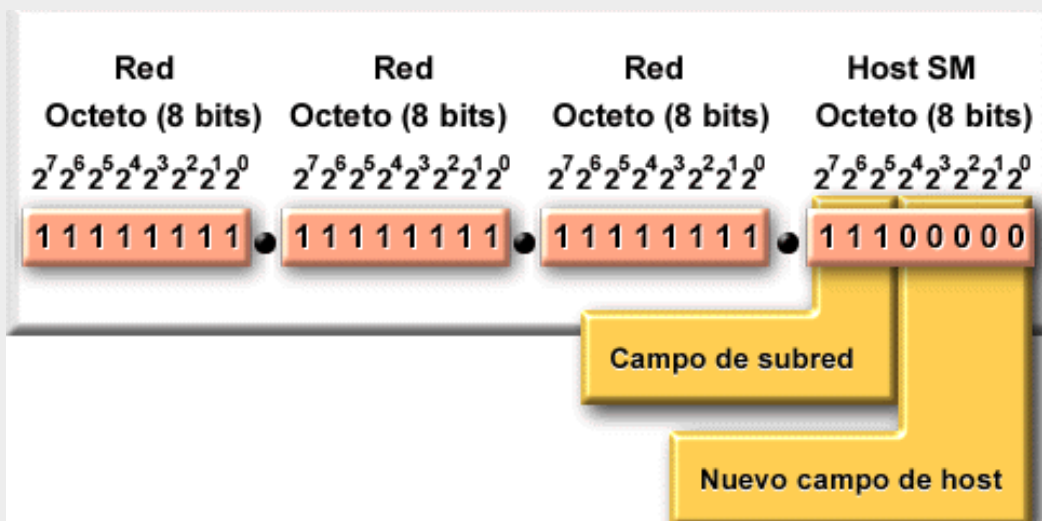
Direcciones de subred



Una dirección de subred se crea "pidiendo prestados" bits del campo de host y designándolos como campo de subred. Se puede pedir prestada cualquier cantidad de bits mientras queden siempre dos bits. Estos dos bits se reservan para las direcciones de broadcast y de red de las cuales hablamos anteriormente. La ilustración muestra una dirección de clase "B" con ocho bits prestados.

4. Subredes

4.1. Conceptos básicos



Índice: Tema 1 – Enrutamiento y Direccionamiento

0. Conceptos Previos
1. La Capa de Red
2. Enrutamiento
 - 2.1. Circuitos virtuales versus datagramas
 - 2.2. Unicast, Multicast, Broadcast y Anycast
 - 2.3. Enrutamiento Unicast
 - 2.4. Enrutamiento Multicast
3. Direccionamiento
 - 3.1. Protocolo IP
 - 3.2. Direcciones IP
 - 3.3. Clases de direcciones IP
 - 3.4. Direcciones IP reservadas
 - 3.5. IP versión 6
4. Subredes
 - 4.1. Conceptos básicos
 - 4.2. Creación de subredes

4. Subredes

4.2. Creación de subredes

Máscara de subred

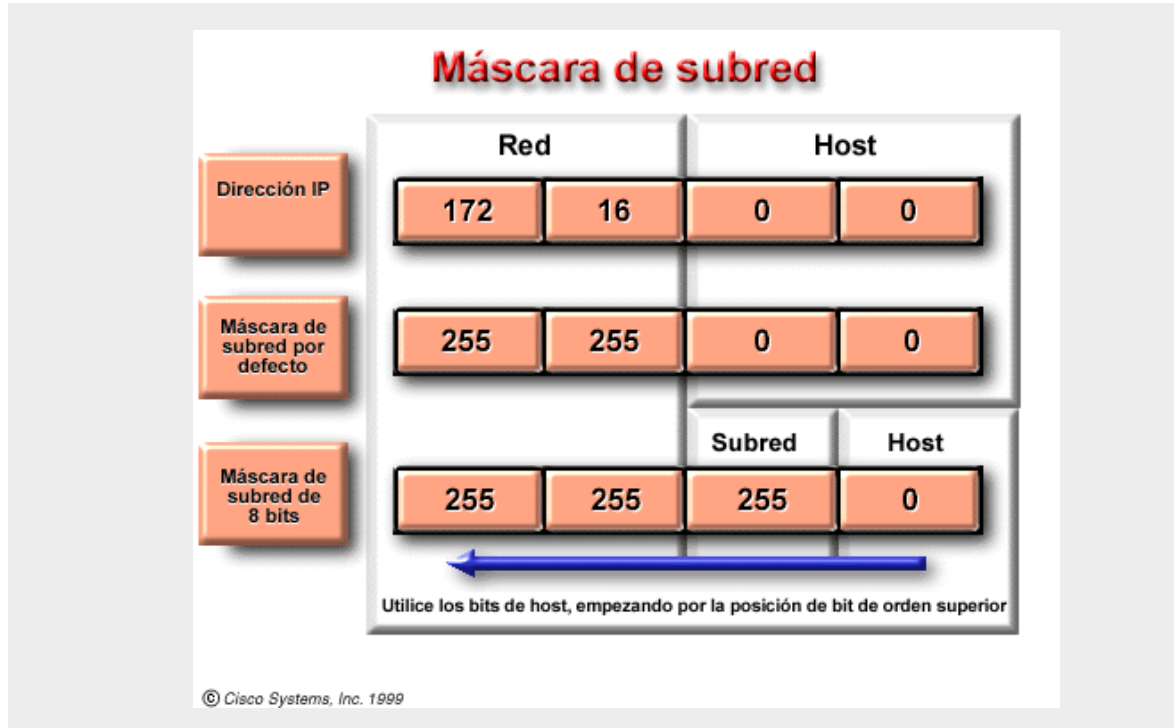
- Longitud igual a 32 bits
- Se dividen en cuatro octetos
- Las porciones de red y subred se componen exclusivamente de números uno
- La porción del host se compone exclusivamente de números cero

11111111.11111111.11110000.00000000

16 bits para red
16 bits para host

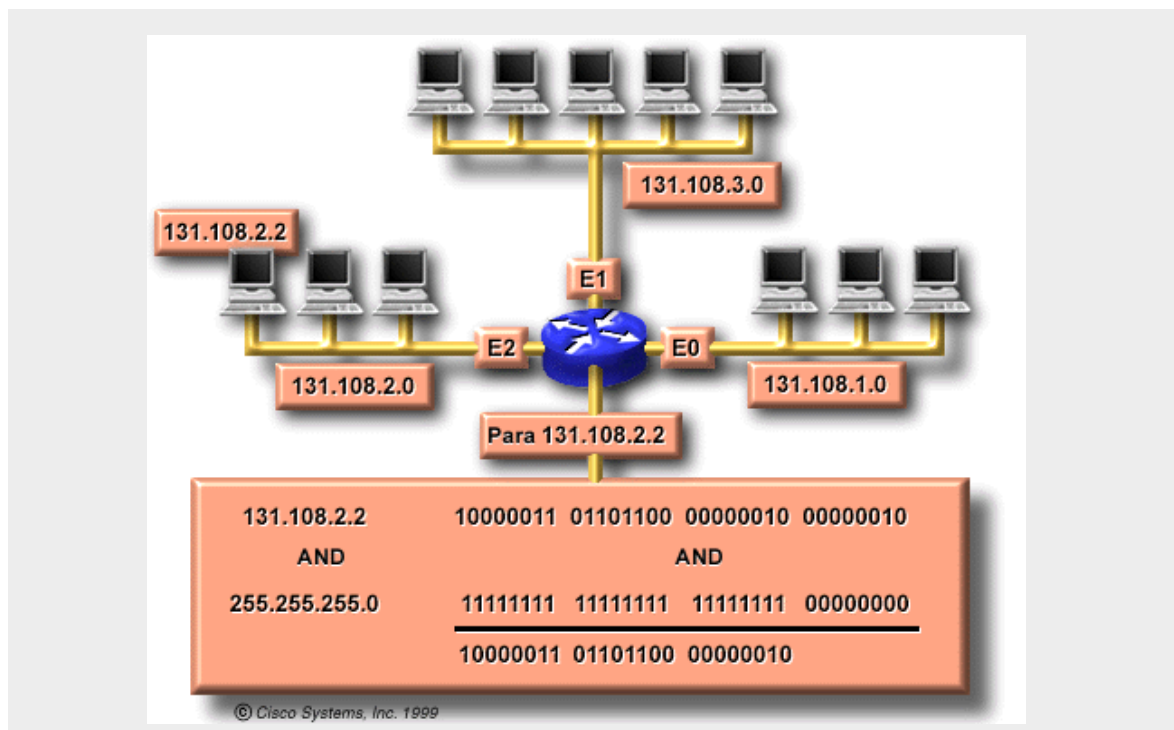
4. Subredes

4.2. Creación de subredes



4. Subredes

4.2. Creación de subredes



4. Subredes

4.2. Creación de subredes

Máscaras de subred con subredes

	Red	Subred	Host
Dirección de host IP 172.16.2.120	10101100 00010000	00000010	01111000
Máscara de subred 255.255.254.0 /7:	11111111 11111111	11111110	00000000
Subred	10101100 00010000 172 16	00000010 2	00000000 0

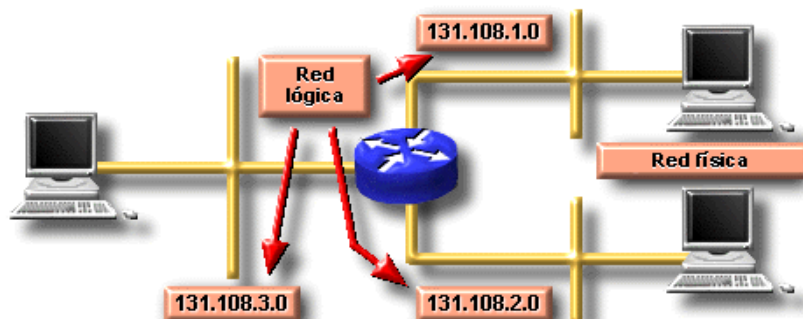
• Número de red extendido en siete bits

© Cisco Systems, Inc. 1999

4. Subredes

4.2. Creación de subredes

Paso 3: Direccionamiento de la Capa 3



- El router divide las subredes y las redes
- El router estructura una internetwork
- El direccionamiento lógico se debe asignar a la red física

© Cisco Systems, Inc. 1999