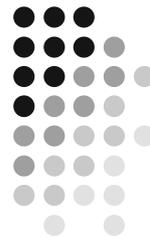


Direccionamiento IP

Tema 4.- Nivel de Red en Internet

Dr. Daniel Morató
Redes de Computadores
Ingeniero Técnico en Informática de Gestión, 2º curso



Material parcialmente adaptado del libro *Computer Networking: A Top Down Approach Featuring the Internet*,
3rd edition. Jim Kurose, Keith Ross, Ed. Addison-Wesley, Julio 2004

Temario

- 0.- Presentación de la asignatura
- 1.- Introducción
- 2.- Nivel de aplicación en Internet
- 3.- Nivel de transporte en Internet
- 4.- Nivel de red en Internet**
- 5.- Nivel de enlace



Temario

- 0.- Presentación de la asignatura
- 1.- Introducción
- 2.- Nivel de aplicación en Internet
- 3.- Nivel de transporte en Internet
- 4.- Nivel de red en Internet**
 - Funciones
 - Enrutamiento en Internet
 - Direccionamiento IP
 - Formato del paquete IP
 - ICMP
 - El router IP
 - Otros protocolos y servicios en redes IP
 - Multimedia en Internet
- 5.- Nivel de enlace



Contenido

- Introducción
 - Subredes
- CIDR: Classless Interdomain Routing
- Direccionamiento Classful
- Formato del datagrama IP
- Fragmentación y reensamblado



Contenido

- Introducción
 - Subredes
- CIDR: Classless Interdomain Routing
- Direccionamiento Classful
- Formato del datagrama IP
- Fragmentación y reensamblado

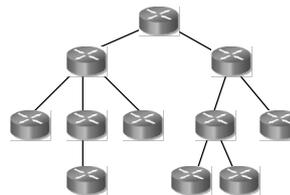
1 Dic

Direccionamiento IP

4/37

Tablas de rutas

- Si tuvieran una ruta para cada host posible:
 - 2^{32} entradas \rightarrow iii 4 mil millones !!!
- Si tuvieran una por cada host que hay en Internet
 - Hoy aprox i 250 millones !
- Continen una entrada por cada *Red* (también llamada a veces subred)
- De hecho hoy en día puede contener menos entradas
- Y siempre existe la posibilidad de tener una *ruta por defecto*
 - Enviar por ese camino todo el tráfico para el que no se tiene una ruta mejor
 - Fácil de emplear solo con una estructura en forma de árbol



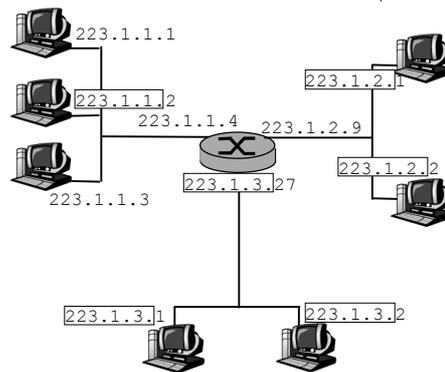
1 Dic

Direccionamiento IP

5/37

Direccionamiento IP: Introducción

- Dirección IP: identificador de 32bits para un interfaz de un host o router
- *Interfaz*: Conexión entre un host/router y un medio físico
 - Los routers típicamente tienen varios interfaces
 - Los hosts pueden tener varios interfaces
 - Una dirección IP asociada a cada interfaz



$$223.1.1.1 = \underbrace{11011111}_{223} \underbrace{00000001}_1 \underbrace{00000001}_1 \underbrace{00000001}_1$$

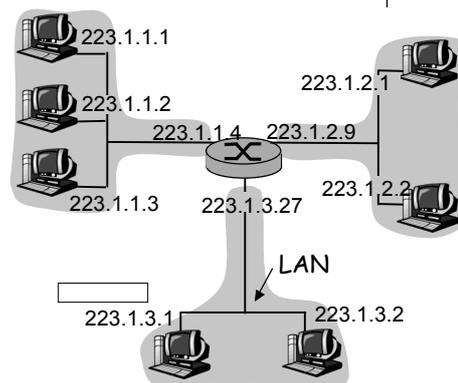
1 Dic

Direccionamiento IP

6/37

Subredes

- Dos partes en la IP:
 - Identificador de la red (bits más significativos)
 - Identificador del host (bits menos significativos)
- *¿Qué es una subred?*
 - Interfaces de red con la misma parte de identificador de red en su dirección
 - Cada uno puede comunicarse con otro en su misma subred sin emplear un router



Red formada por 3 subredes

1 Dic

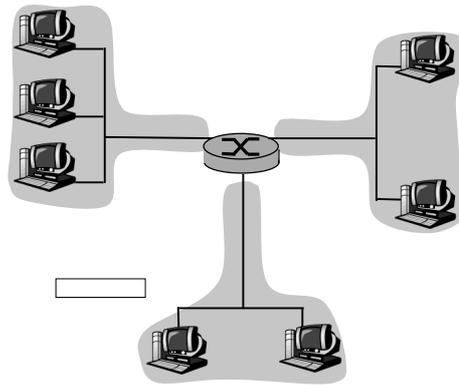
Direccionamiento IP

7/37

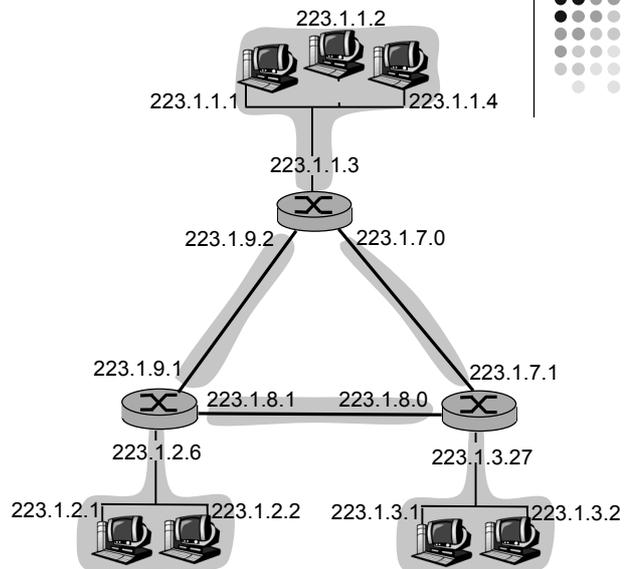
Subredes

Para reconocer las subredes presentes:

- Desconecte los interfaces de los routers
- Se crean zonas aisladas: las subredes



Subredes





Contenido

- Introducción
 - Subredes
- CIDR: Classless Interdomain Routing
- Direccionamiento Classful
- Formato del datagrama IP
- Fragmentación y reensamblado



Direccionamiento IP: CIDR

CIDR: Classless InterDomain Routing

- La parte que es el identificador de subred puede ser de cualquier longitud
- Formato de direcciones: a.b.c.d/x, donde x es el número de bits en el identificador de subred
- Otra forma de marcar la separación es mediante la máscara de subred



11001000 00010111 00010000 00000000

Máscara 11111111 11111111 11111110 00000000

200.23.16.0/23

Máscara: 255.255.254.0



¿Una IP en una Red?

¿Cómo se puede saber con facilidad si una IP pertenece a una Red?

Aplicar la máscara:

¿ 200.23.17.42 pertenece a la red 200.23.16.0/23 ?

	11001000	00010111	00010001	00101010
AND	11111111	11111111	11111110	00000000
<hr/>				
	11001000	00010111	00010000	00000000

Debe salir la dirección de la red: 200.23.16.0



Valores reservados

- Si el Identificador del host es todo 0's esta dirección está reservada para hacer referencia a la red (dirección de red)
200.23.16.0/23 → 200.23.16.0
- Si el Identificador del host es todo 1's esta dirección hace referencia a *todos los hosts de la subred*: Dirección de Broadcast
200.23.16.0/23 → 200.23.17.255
- Otra dirección de broadcast es la dirección de broadcast limitado:
 - Todo 1's = 255.255.255.255
 - Es independiente de la red
 - Paquetes dirigidos a esa IP nunca son reenviados por los routers

Valores reservados



- Direcciones reservadas para redes privadas:
 - 10.0.0.0/8
 - 172.16.0.0/12
 - 192.168.0.0/16
- Paquetes a esas IPs nunca deben llegar a Internet

CIDR

Envío y reenvío de paquetes



¿Cómo actúan los routers/hosts?

- Tienen configurado:
 - La dirección IP de cada uno de sus interfaces
 - Cada interfaz tiene configurada la máscara empleada en la red a la que está conectado
 - Una tabla de rutas con rutas a redes. Cada entrada identifica la red destino con su dirección de red Y una máscara de red
 - La máscara puede no ser la de la red destino final

CIDR

Envío y reenvío de paquetes



¿Cómo actúan los routers/hosts?

- Si tiene un paquete IP que no es para una de sus direcciones:
 - Comprueba con todas las entradas en su tabla de rutas si esa IP pertenece a la red especificada por la ruta (teniendo en cuenta la máscara de red)
 - Si no pertenece a ninguna, descarta el paquete
 - Si encuentra una o más rutas válidas:
 - Escoge aquella con la máscara más "larga" (mayor número de 1s)
 - Reenvía el paquete por donde indica esa ruta
- Nombre: Longest Match

1 Dic

Direccionamiento IP

16/37

CIDR

Ejemplo

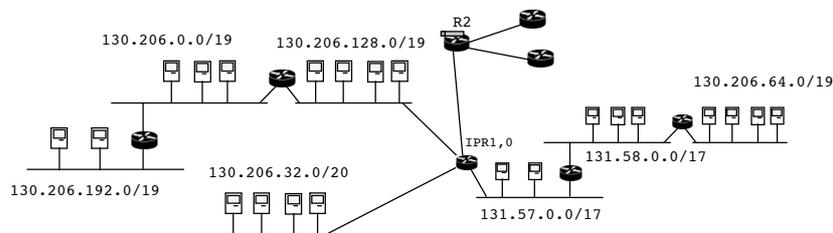


- El Router R2 tiene un paquete dirigido a la dirección 130.206.66.45

- Busca en su tabla de rutas aquellas redes destino a las que pertenece esta IP (solo 130.206.0.0/16)
- De ellas emplea la del prefijo más largo
- Fin

Tabla de rutas de R2

Red destino	Next-hop	Interfaz
130.206.0.0/16	IPR1,0	Ethernet 0
131.57.0.0/17	IPR1,0	Ethernet 0
131.58.0.0/17	IPR1,0	Ethernet 0



1 Dic

Direccionamiento IP

17/37

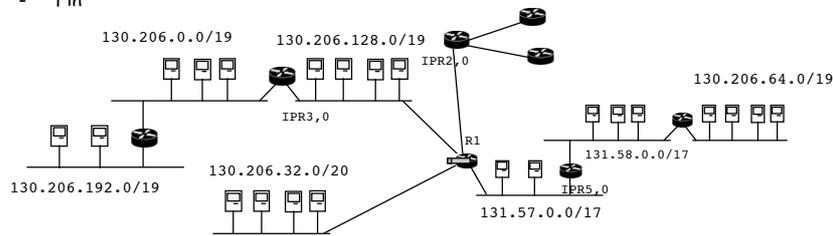
CIDR

Ejemplo

- El Router R1 tiene un paquete dirigido a la dirección 130.206.66.45
 - Busca en su tabla de rutas aquellas redes destino a las que pertenece esta IP (130.206.0.0/16, 130.206.64.0/19 y 0.0.0.0/0)
 - De ellas emplea la del prefijo más largo (130.206.64.0/19)
 - Fin

Tabla de rutas de R1

Red destino	Next-hop	Interfaz
130.206.0.0/16	IPR3,0	Ethernet 0
130.206.128.0/19	-	Ethernet 0
130.206.32.0/20	-	Ethernet 1
131.57.0.0/17	-	Ethernet 2
131.58.0.0/17	IPR5,0	Ethernet 2
130.206.64.0/19	IPR5,0	Ethernet 2
0.0.0.0/0	IPR2,0	Ethernet 3



Dirección IP: ¿cómo se consigue?

Cómo consigue un *host* su dirección IP?

- *Hard-coded* por el administrador en un fichero del sistema
- DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol: Obtener la dirección dinámicamente de un servidor



Dirección IP: ¿cómo se consigue?

¿Cómo consigue una red la parte de identificador de la subred?

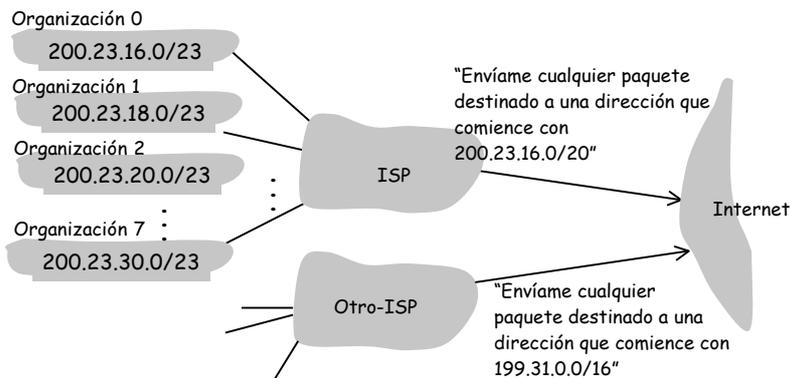
Es parte del espacio de direcciones de su ISP

Bloque del ISP	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00010000</u>	00000000	200.23.16.0/20
Organización 0	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00010000</u>	00000000	200.23.16.0/23
Organización 1	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00010010</u>	00000000	200.23.18.0/23
Organización 2	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00010100</u>	00000000	200.23.20.0/23
...					
Organización 7	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00011110</u>	00000000	200.23.30.0/23



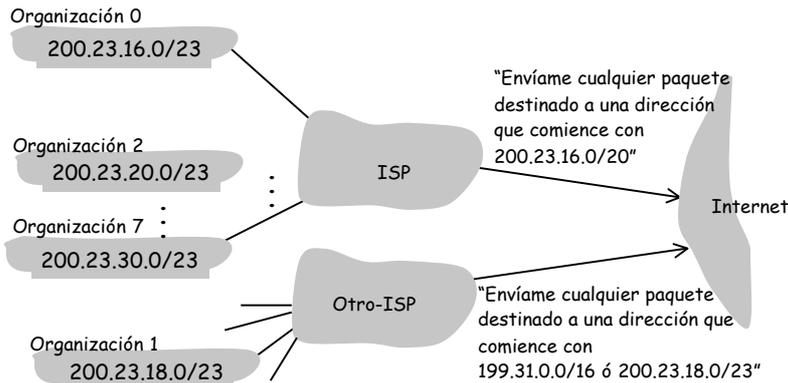
Direccionamiento jerárquico: agregación de rutas

Un direccionamiento jerárquico permite un anuncio de información de enrutamiento más eficiente:



Direccionamiento jerárquico: rutas más específicas

Otro-ISP tiene una ruta más específica a la Organización 1



Dirección IP: Finalmente..

¿Cómo obtiene un ISP su bloque de direcciones?

ICANN: Internet Corporation for Assigned Names and Numbers

- Asignar direcciones
- Gestionar el DNS
- Delega: según la región del mundo a la que pertenezca la red hay una organización (RIR, Regional Internet Registry) encargada de asignarle direcciones:
 - RIPE NCC (www.ripe.net): Europa, Oriente Medio, Asia Central y África al norte del ecuador
 - ARIN (www.arin.net): América, parte del Caribe y África subecuatorial
 - APNIC (www.apnic.net): Asia y Pacífico
 - LACNIC (lacnic.net): América Latina y el Caribe



Contenido

- Introducción
 - Subredes
- CIDR: Classes Interdomain Routing
- Direccionamiento Classful
- Formato del datagrama IP
- Fragmentación y reensamblado



Direccionamiento Classful (histórico)

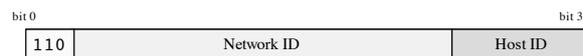
- Se pensó que podría haber redes de diferentes tamaños (respecto a número de hosts conectados)
- Se crearon 3 tipos de redes: Clase A, Clase B y clase C
- En las direcciones de una red de clase A:



- En las direcciones de una red de clase B:



- En las direcciones de una red de clase C:



Direccionamiento Classful

¿Por qué así?



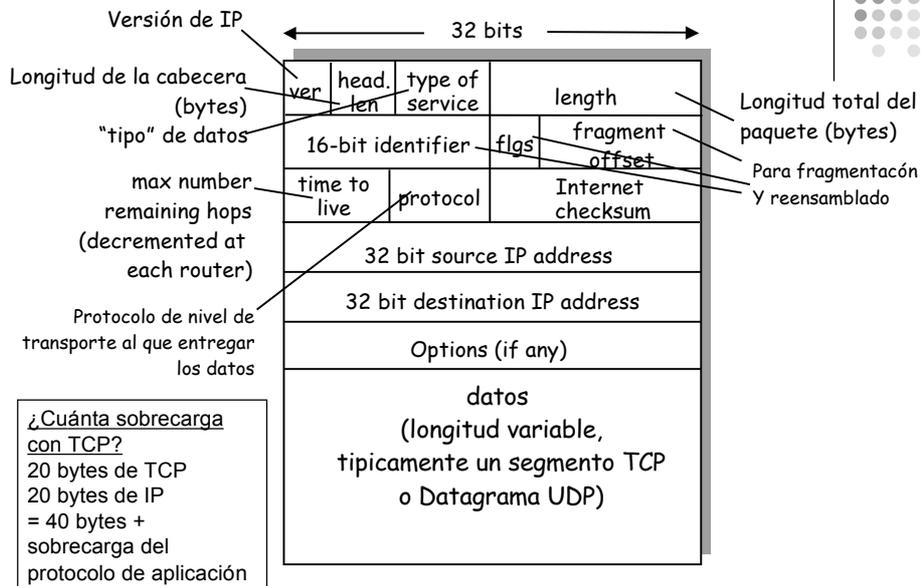
- Los routes emplean el Network ID para decidir por dónde deben reenviar un paquete
- Cuando reciben un paquete deben averiguar rápidamente cuál es el Network ID de la red a la que pertenece el destino
 - Si el primer bit es un 0 entonces pertenece a una red de clase A y el NetID son los primeros 8 bits
 - Si el primer bit es un 1 pero el segundo un 0 entonces pertenece a una red de clase B y el NetID son los primeros 16 bits
 - Si los dos primeros bits son 1 pero el tercero es un 0 entonces pertenece a una red de clase C y el NetID son los primeros 24 bits
- En la propia dirección IP está codificado el número de bits del NetID
- ¡No hace falta la máscara!
- Son comprobaciones rápidas de realizar
- Cuanto menos tiempo emplee el router con cada paquete más paquetes podrá procesar por segundo

Contenido



- Introducción
 - Subredes
- CIDR: Classes
- Interdomain Routing
- Direccionamiento Classful
- Formato del datagrama IP
- Fragmentación y reensamblado

Formato del datagrama IP



1 Dic

Direccionamiento IP

28/37

Contenido

- Introducción
 - Subredes
- CIDR: Classes Interdomain Routing
- Direccionamiento Classful
- Formato del datagrama IP
- Fragmentación y reensamblado

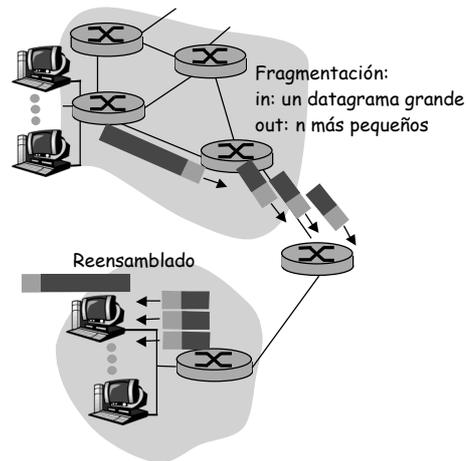
1 Dic

Direccionamiento IP

29/37

Fragmentación y Reensamblado

- Los enlaces tienen una MTU
 - MTU = Maximum Transfer Unit
 - Diferentes tipos de enlaces, diferentes MTUs
- Un datagrama IP es dividido (fragmentado) dentro de la red
 - Un datagrama se convierte en varios paquetes
 - Reensamblado en el host destino final



1 Dic

Direccionamiento IP

30/37

Fragmentación y reensamblado

- Campos empleados:
 - Identificación
 - Fragment offset
 - Bit MF
- Reconoce los fragmentos de un mismo datagrama en base a:
 - identificación, IP origen, IP destino, protocolo
 - Si los cuatro son iguales son fragmentos del mismo datagrama
- El campo "longitud" de la cabecera es la longitud del *paquete*, no del *datagrama*
- Al recibir un primer fragmento se puede reservar una zona de memoria para el datagrama donde ir colocando los fragmentos
- Debe reservar suficiente para reensamblar al menos datagramas de 576 Bytes

1 Dic

Direccionamiento IP

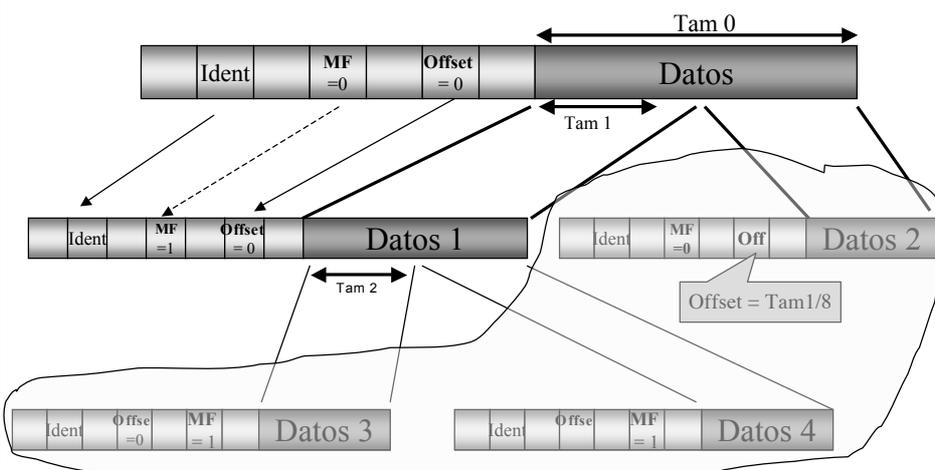
31/37

Fragmentación y reensamblado (ejemplo)



¿Cómo se fragmenta el datagrama?

Fragmentación y reensamblado (ejemplo)



Situaciones de "error"



- Bit DF:
 - En la cabecera IP
 - Si está a 1 los routers no pueden fragmentar el paquete
 - Si necesita fragmentar un paquete con DF=1 lo descarta y devuelve al host origen un paquete indicando el error (ICMP)
- Reensamblado:
 - El host destino inicia un *timer* con el primer fragmento que recibe
 - Si caduca el *timer* sin tener todos los fragmentos descarta todo lo recibido y devuelve al origen un paquete indicando el error (ICMP)

Problemas de la fragmentación



- La fragmentación añade más carga a los routers (IPv6 la elimina)
- Si se pierde un fragmento el receptor no puede recomponer el datagrama y tira todos los fragmentos recibidos
- Hasta que no se reciba todo el datagrama no se pueden pasar los datos al nivel de transporte (mayor retardo)



Resumen

- Direccionamiento CIDR para subredes: dirección de red y máscara
- Longest-Match para decidir qué entrada de la tabla de rutas a aplicar
- Se pueden agregar rutas
- Formato de la cabecera del paquete IP



Temario

- 0.- Presentación de la asignatura
- 1.- Introducción
- 2.- Nivel de aplicación en Internet
- 3.- Nivel de transporte en Internet
- 4.- Nivel de red en Internet**
 - Funciones
 - Enrutamiento en Internet
 - Direccionamiento IP
 - Formato del paquete IP
 - ICMP
- 5.- Nivel de enlace