

# Direccionamiento IP

(2ª parte)

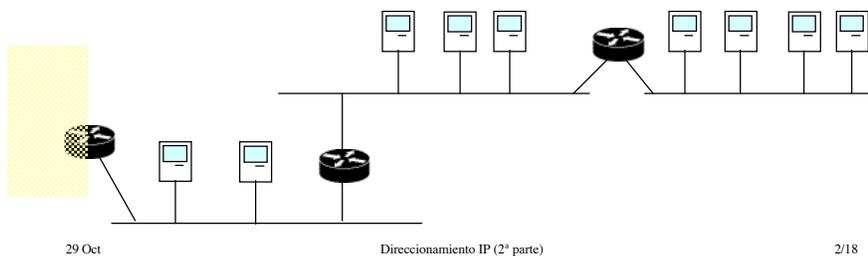
Daniel Morató  
Area de Ingeniería Telemática  
Departamento de Automática y Computación  
Universidad Pública de Navarra  
[daniel.morato@unavarra.es](mailto:daniel.morato@unavarra.es)  
Laboratorio de Programación de Redes  
<http://www.tlm.unavarra.es/asignaturas/lpr>

## Esquemas de direccionamiento IP

- Hemos visto:
  - Direccionamiento Classful
  - Subnetting
- Ahora veremos:
  - VLSM (Variable Length Subnet Masks)
  - Supernetting
  - CIDR (Classless Interdomain Routing)
- Hay que tener claro que la técnica actual empleada es CIDR pero resultará útil entender los conceptos uno a uno como se fueron creando

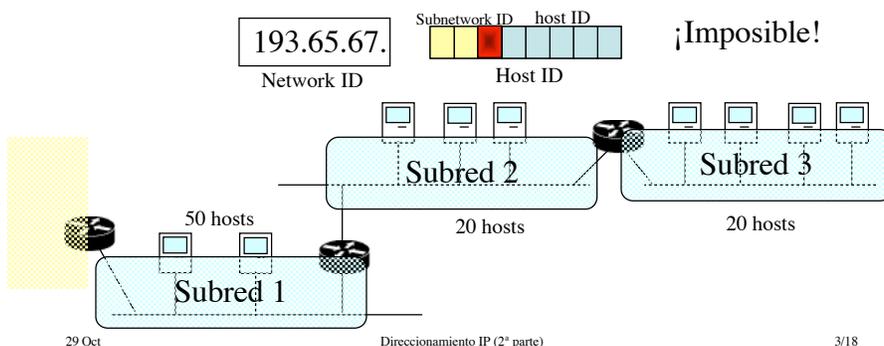
# Problemas con Subnetting

- Subnetting permite dividir un espacio de direcciones en subredes
- La restricción es que todas las subredes deben emplear la misma máscara
- Si las subredes no son de tamaño (número de hosts) homogéneo esto pueda dar lugar a un desaprovechamiento de direcciones
- Ejemplo:



# Problemas con Subnetting

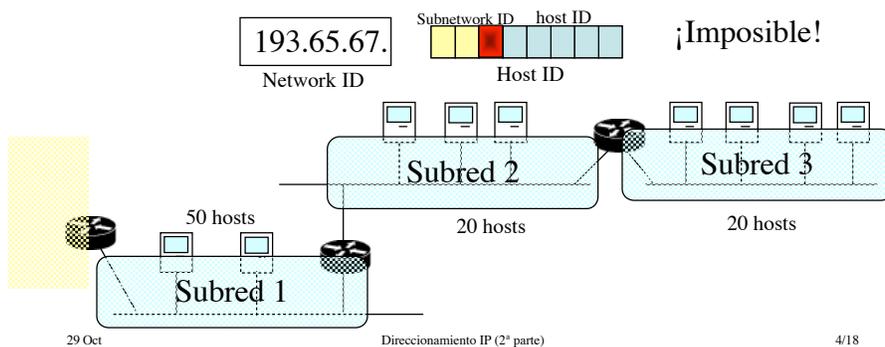
- Ejemplo:
  - En la red C 193.65.67.0 se crean tres subredes
  - El número de hosts en cada subred se quiere que sea: 50 en la subred 1, 20 en la subred 2 y 20 en la subred 3
  - Total 90 hosts. Tenemos una red C con 254 direcciones disponibles. ¿Suficiente?
  - El host ID de la red C es de 8 bits
  - Para tener 3 subredes el mínimo subnetwork ID es de 3 bits ( $2^2-2=2$ ,  $2^3-2=6$ )
  - Para tener 50 hosts en una red hacen falta al menos 6 bits en el host ID ( $2^5-2=30$ ,  $2^6-2=62$ )



# Problemas con Subnetting

- ¿Dónde se han perdido las direcciones?

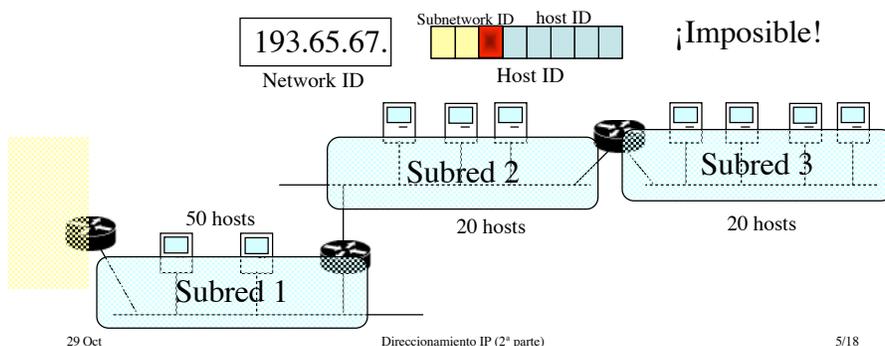
- Red C, 254 direcciones, no debería tener problemas con 90 hosts pero
- Al emplearse una máscara de tamaño fijo para toda la red hay que dimensionarla para la subred más grande. Es decir, la máscara de subred debe tener al menos 6 bits para hosts
- Las subredes que no necesitan tantos bits los tendrán, desperdiciando direcciones
- Para 20 hosts vale con 5 bits,  $2^5-2=30$  IPs y se desperdician 10 direcciones
- Asignando 6 bits se desperdician  $2^6-2-20=40$  direcciones en la subred 2 y en la subred 3



# Problemas con Subnetting

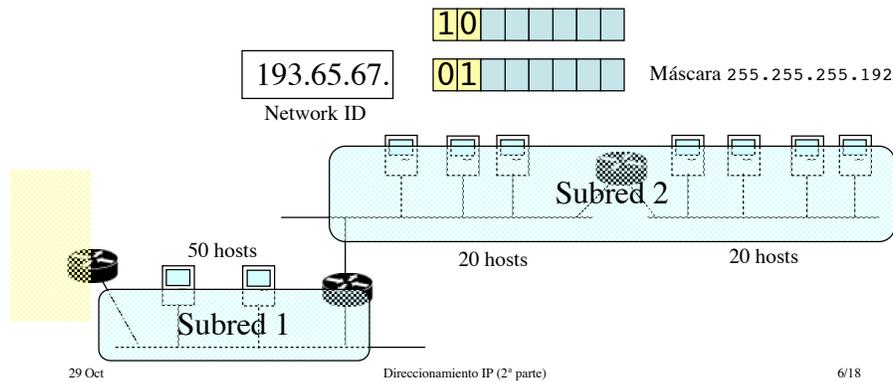
- ¿Dónde se han perdido las direcciones?

- Además, para hacer 3 subredes necesitamos al menos 3 bits en el subnetwork ID
- Pero 3 bits dan para  $2^3-2=6$  subredes
- Estamos empleando 3 subredes, ¡¡ desperdiciamos  $3 \times 2^6=192$  direcciones !!
- De hecho, con la subred 0 (000 en binario) y la 7 (111) estamos desperdiciando  $2 \times 2^6=128$  direcciones más
- Todo este desaprovechamiento hace que sea imposible el direccionamiento



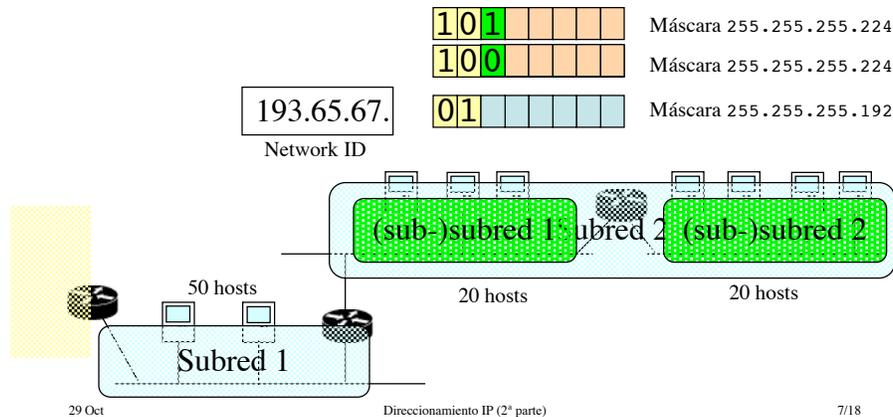
# VLSM

- ¿Cómo podrían aprovecharse mejor las direcciones de esa red?
  - Supongamos por un lado la subred 1 y por otro lado las otras dos subredes que en conjunto llamaremos ahora subred 2 (ficticia, solo para calcular el reparto en subredes)
  - La subred 1 tiene 50 hosts, la subred 2 tiene 40 hosts (en 2 sub-subredes), empleamos 6 bits para host ID en la subred 1 y fijamos el subnetwork ID a 01
  - A la subred 2 le asignamos las direcciones que tienen el subnetwork ID 10



# VLSM

- ¿Cómo podrían aprovecharse mejor las direcciones de esa red?
  - Ahora podemos empezar de nuevo el problema suponiendo que a la subred 2 se le asigna un espacio de direcciones con 6 bits para el host ID
  - Tiene dos (sub-)subredes con 20 hosts cada una
  - Empleamos 1 bit para distinguir una (sub-)subred de otra y nos quedan 5 bits para host ID

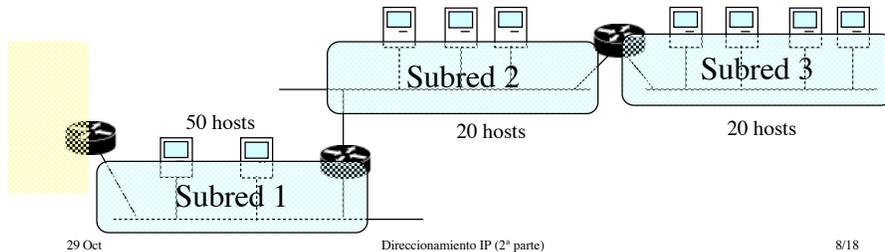


# VLSM

- ¿Resultado?

- Subred 1: Dirección de red 193.65.67.64 máscara 255.255.255.192
- Subred 2: Dirección de red 193.65.67.128 máscara 255.255.255.224
- Subred 3: Dirección de red 193.65.67.160 máscara 255.255.255.224
- Quedan disponibles las direcciones:
  - 193.65.67.0 máscara 255.255.255.192
  - 193.65.67.192 máscara 255.255.255.192

- Ahora la máscara es más importante porque puede ser diferente según la subred
- VLSM = Variable Length Subnet Masks
- Los routers deben ser capaces de almacenar en cada ruta no sola la dirección de la red sino también la máscara
- Veremos más adelante que requiere que el protocolo de enrutamiento transporte no solo las direcciones de las redes sino también las máscaras



# Supernetting

## El problema

- Supongamos otra situación: Se desea un espacio de direcciones para una red que dispone de 1000 máquinas
- Una red de clase C solo dispone de 254 direcciones: insuficiente
- Tendríamos que solicitar una red de clase B pero
- Desperdiciaríamos  $2^{16} - 2 - 1000 = 64534$  direcciones, ¡¡ el 98% de las direcciones !!
- Ante esta situación, redes de tamaño medio reservaban redes B sin utilizarlas a penas con lo que el espacio de direcciones de las redes B se agotaba

# Supernetting

- Una alternativa es asignarle varias redes C
- Una red de 1000 hosts necesitaría al menos 4 redes C y se necesitaría una entrada en las tablas de rutas de todos los routers de Internet por cada red C

- Solución:

- Asignar redes C “consecutivas”

- Ejemplo:

200.45.64.0	11001000	00101101	01000000	00	00000000
200.45.65.0	11001000	00101101	01000001	01	00000000
200.45.66.0	11001000	00101101	01000010	10	00000000
200.45.67.0	11001000	00101101	01000011	11	00000000
Red: 200.45.64.0	11001000	00101101	01000000		00000000
Máscara: 255.255.255.252.0	11111111	11111111	11111100		00000000

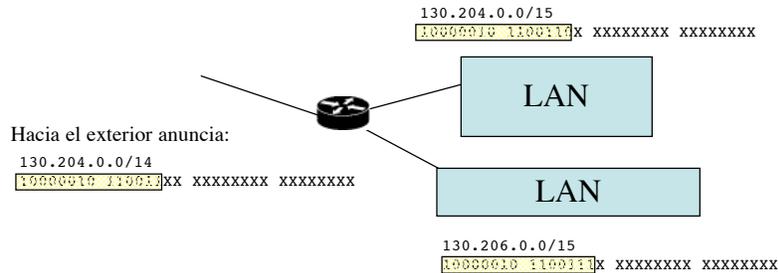
- Se agrupan las redes consecutivas en un solo prefijo/máscara
- Los routers pueden almacenar una sola entrada en su tabla de rutas siempre que sean capaces de recordar también la máscara de la red

# CIDR

- Classless InterDomain Routing
- Respuesta a los problemas que estaba teniendo Internet de:
  - Agotamiento de direcciones
  - Crecimiento de las tablas de rutas
- Junta el funcionamiento de VLSM y Supernetting
- Las clases (A, B y C) dejan de tener significado
- Las entradas en las tablas de rutas de los routers deben tener no solo la dirección de la red sino también la máscara
- El protocolo de enrutamiento que se emplee debe transportar las máscaras
- Permite:
  - Asignar redes más ajustadas al tamaño necesario. Se asigna un identificador de red y una máscara del tamaño deseado (VLSM)
  - Al no tener significado las clases la red puede estar en cualquier rango disponible (no hace falta que sea dentro de una red B o agrupando redes C)
  - Reducir el número de entradas en las tablas de rutas “resumiendo” varias entradas en una (Supernetting)

# CIDR

## Ejemplo de agregación de rutas



29 Oct

Direccionamiento IP (2ª parte)

12/18

# 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
- 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

29 Oct

Direccionamiento IP (2ª parte)

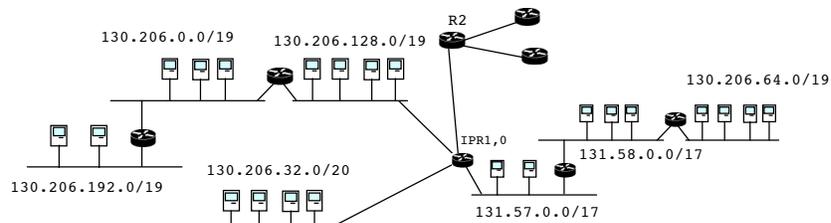
13/18

# 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



29 Oct

Direccionamiento IP (2ª parte)

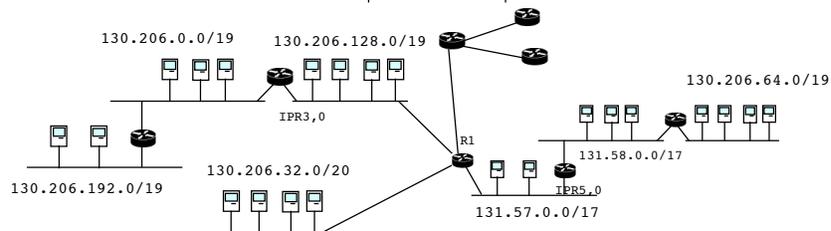
14/18

# 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



29 Oct

Direccionamiento IP (2ª parte)

15/18

# CIDR

- Ya no existe un “Subnetwork ID”
- Por lo tanto ya no hay que eliminar subredes que tengan todo 0s o 1s antes del Host ID
- Para que se puedan ir agregando rutas hace falta que el reparto de direcciones mantenga esa jerarquía
- Ahora se asignan direcciones manteniendo una jerarquía geográfica
- 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](http://www.ripe.net)): Europa, Oriente Medio, Asia Central y África al norte del ecuador
  - ARIN ([www.arin.net](http://www.arin.net)): América, parte del Caribe y África subecuatorial
  - APNIC ([www.apnic.net](http://www.apnic.net)): Asia y Pacífico
  - LACNIC ([lacnic.net](http://lacnic.net)): América Latina y el Caribe
- Las redes A, B y C que veíamos que estaban reservadas para redes privadas son:
  - 10/8
  - 172.16/12
  - 192.168/16

# Resumen

- Podemos tener mucha más flexibilidad en el tamaño de las redes empleando la máscara de red y así asignar espacios de direcciones más ajustados a las necesidades
- De esta forma aprovechamos mejor los bloques de direcciones aún disponibles
- CIDR ignora el significado de las clases A, B y C
- Con CIDR se pueden crear subredes con el prefijo que se desee y estén en el rango que estén (A, B...)
- Podemos también resumir varias rutas en una sola siempre que tengan un prefijo común

# Próximo día

## Routing IP Protocolos de enrutamiento

29 Oct

Direccionamiento IP (2ª parte)

18/18