

Índice hora 3

Hora 1

1 Características de IP

2 Cabecera IPv4

2.1 Opciones de cabecera IPv4

Hora 2

3 Direccionamiento IP

3.1 Direccionamiento classful

3.2 Subnetting

3.2.1 Variable-Length Subnet Mask (FLSM)

3.2.2 Variable-Length Subnet Mask (VLSM)

Hora 3

3.3 Supernetting

3.4 Direccionamiento classless

3.4.1 Classless Interdomain Routing (CIDR)

3.5 Direcciones IP especiales

3.6 Direccionando una red

Hora 4

4 Router

5 Reenvío

5.1 Reenvío en redes classful

5.2 Reenvío en redes con subnetting VLSM y FLSM

5.3 Reenvío en redes classless – CIDR

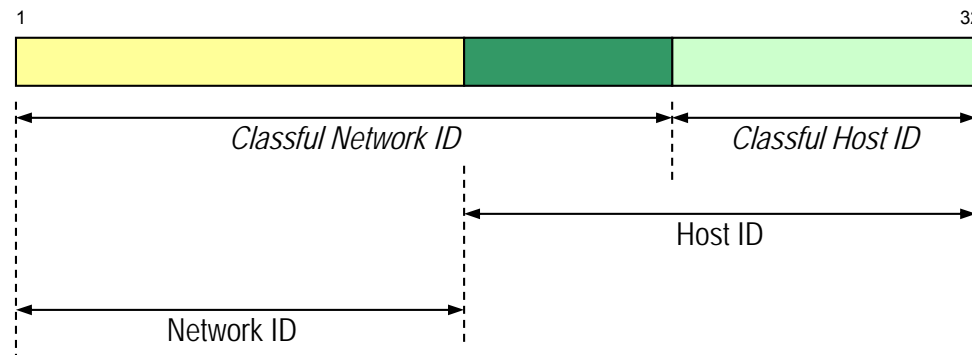
6 Fragmentación y reensamblado

Objetivos

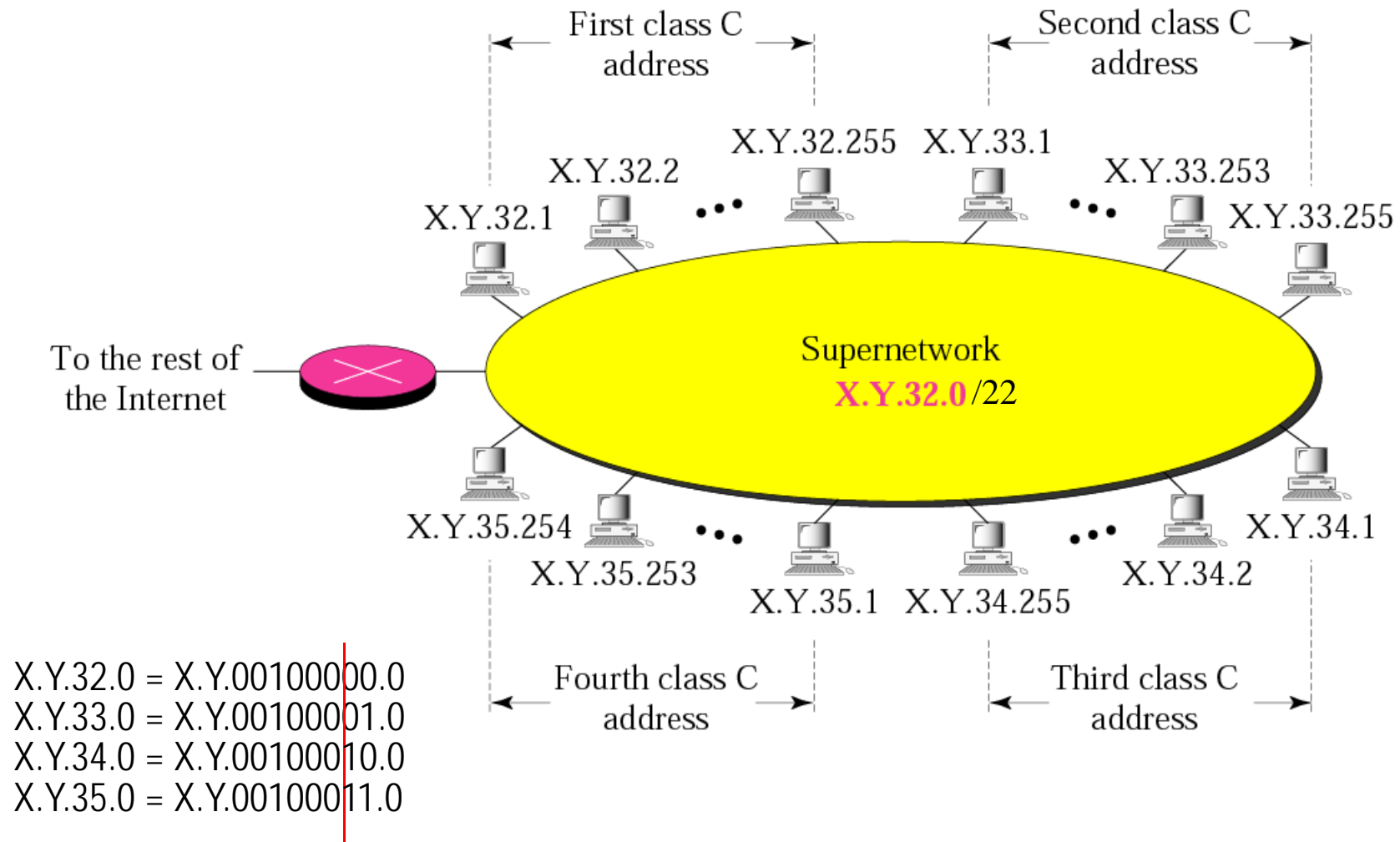
- Conocer el esquema de direccionamiento actual en Internet.
- Utilizar máscaras para conformar cualquier identificador de red.
- Conocer esquemas de agregación de redes.
- Distinguir un conjunto de direcciones IP con fines específicos.
- Saber realizar un ejemplo de direccionamiento dada una topología.

3.3 Supernetting

- Las clases A y B son escasas y casi agotadas, y sobre las que tiene sentido el subnetting. Sin embargo, existen muchas clases C disponibles pero que se quedan pequeñas para muchas organizaciones.
- El supernetting consiste en combinar varios bloques de direcciones clase C consecutivas como si fueran una única subred.



Supernetting



3.4 Direccionamiento classless

- A mediados de los 90's junto con la aparición de los ISPs y la fuerte expansión de Internet quedó en evidencia la necesidad de un sistema de direccionamiento más flexible que permitiese cualquier tamaño de red.
- El direccionamiento classless permite todo lo anterior (subnetting y supernetting) dividiendo los 32 bits de direcciones en bloques de distintos tamaños:
 - Las redes se definen con la primera dirección de la red (HostID=0) y una máscara.
 - Nueva terminología:
 - *prefijo*: antiguo NetID o ExtendedNetID, determina la red.
 - *sufijo*: antiguo HostID, identifica a las máquinas dentro de la red.
 - Típicamente se utiliza la notación de la máscara CIDR, que coincide con el tamaño en bits del prefijo.
 - Subredes de todo 0's o todo 1's son ahora perfectamente válidas.

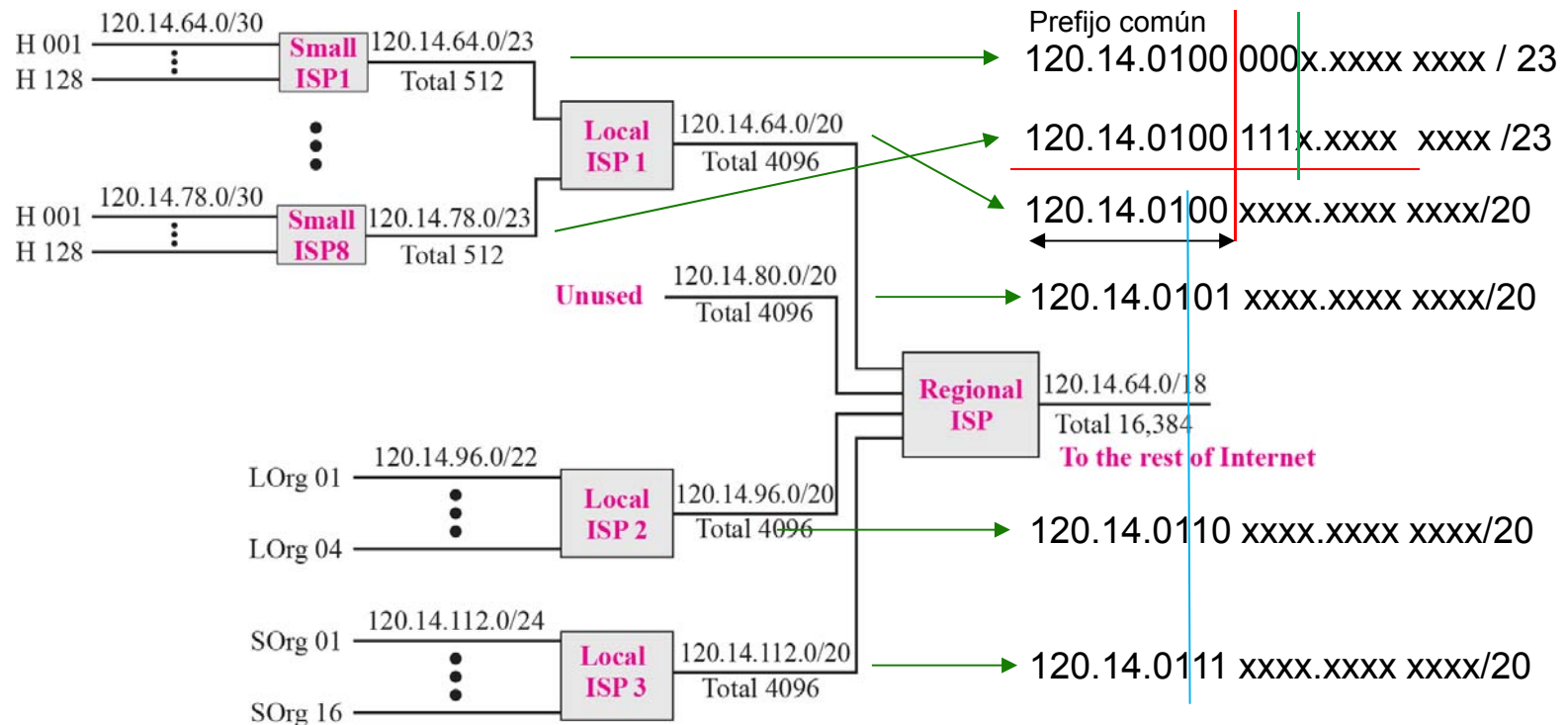
3.4.1 Classless Interdomain Routing (CIDR)

- CIDR [RFC1518, RFC1519] consiste en una estandarización del direccionamiento classless haciendo las subredes visibles para Internet.
 - Direccionamiento más ajustado.
- Los routers deberán encaminar conforme a esta nueva arquitectura.
- Al aplicar subnetting y dividir clases A y B, el nº de rutas a almacenar en la tabla de rutas tenderá a crecer. Para evitarlo se aplican cuatro técnicas que permiten agregar redes en redes más grandes, y anunciar únicamente las redes más grandes.
 - Enrutamiento jerárquico
 - Enrutamiento geográfico
 - Soporte de huecos
 - Soporte de solapamientos

CIDR

1- Enrutamiento jerárquico

- Se puede distinguir en Internet una jerarquía de redes y enlaces correspondientes a ISPs internacionales, nacionales, regionales y locales. Los ISPs de más alto nivel pueden agregar redes de nivel inferior.
- Se resumen las rutas que se ven desde Internet.



CIDR

2- Enrutamiento geográfico

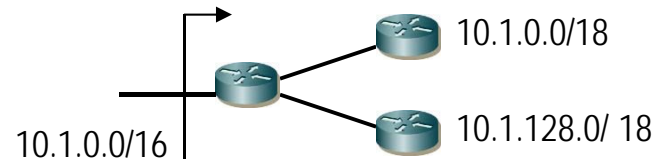
- Englobar todas las redes próximas dentro de la misma super-red.
- La ICANN, encargada del reparto de direccionamiento, ha implantado 5 zonas geográficas para el reparto de direcciones IP. De cada una de ellas se encarga una agencia: RIPE NCC, ARIN, APNIC, LACNIC y AfrinIC.
- Ej: si se asigna una misma super-red a los ISPs de Europa, ISPs de otro continente tendrán sólo una entrada en la tabla de rutas para acceder a cualquier ISP europeo.



CIDR

3- Soporte de huecos

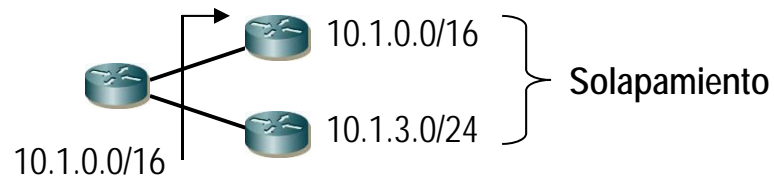
- Anunciar redes tras las cuales no existen realmente todas las subredes que abarca.



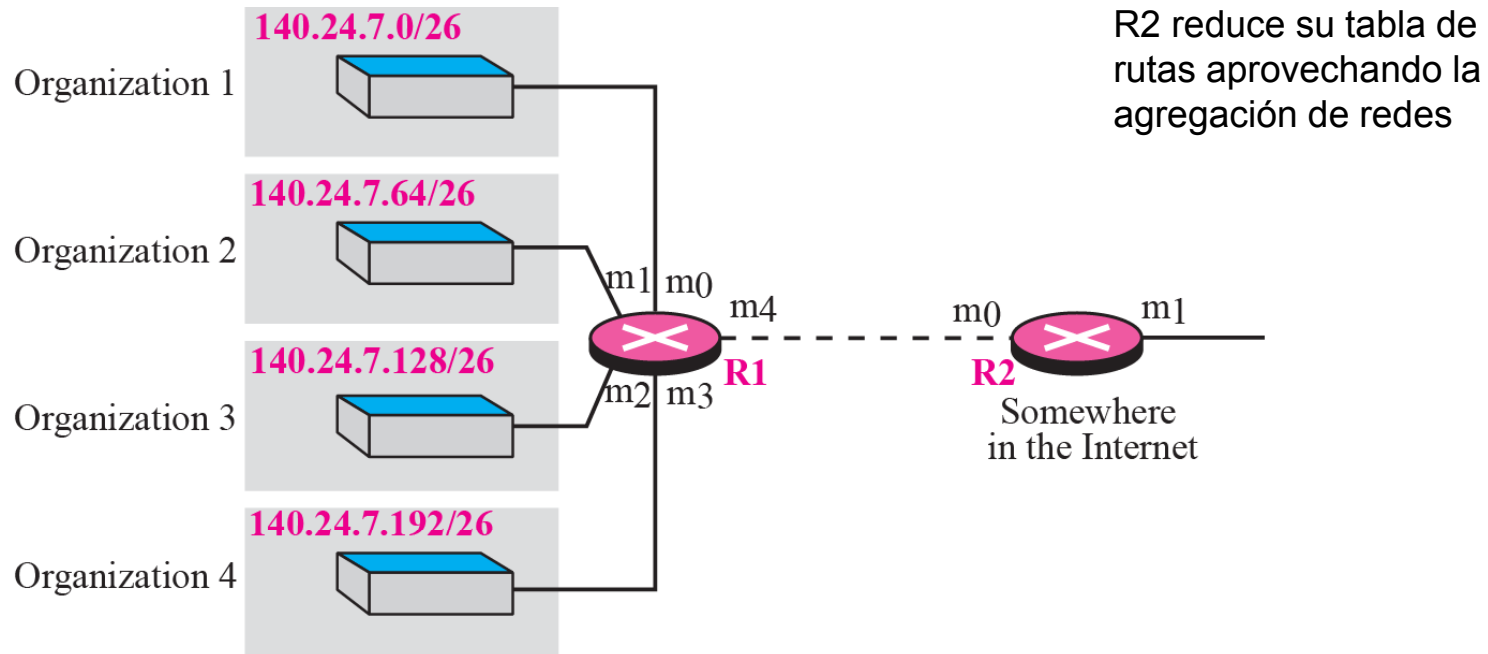
Huecos: 10.1.64.0/18 y 10.1.192.0/18

4- Soporte de solapamientos

- Anunciar redes tras las cuales existen subredes que se solapan en parte del espacio de direccionamiento.



CIDR, ejemplo



Mask	Network address	Next-hop address	Interface
/26	140.24.7.0	-----	m0
/26	140.24.7.64	-----	m1
/26	140.24.7.128	-----	m2
/26	140.24.7.192	-----	m3
/0	0.0.0.0	default router	m4

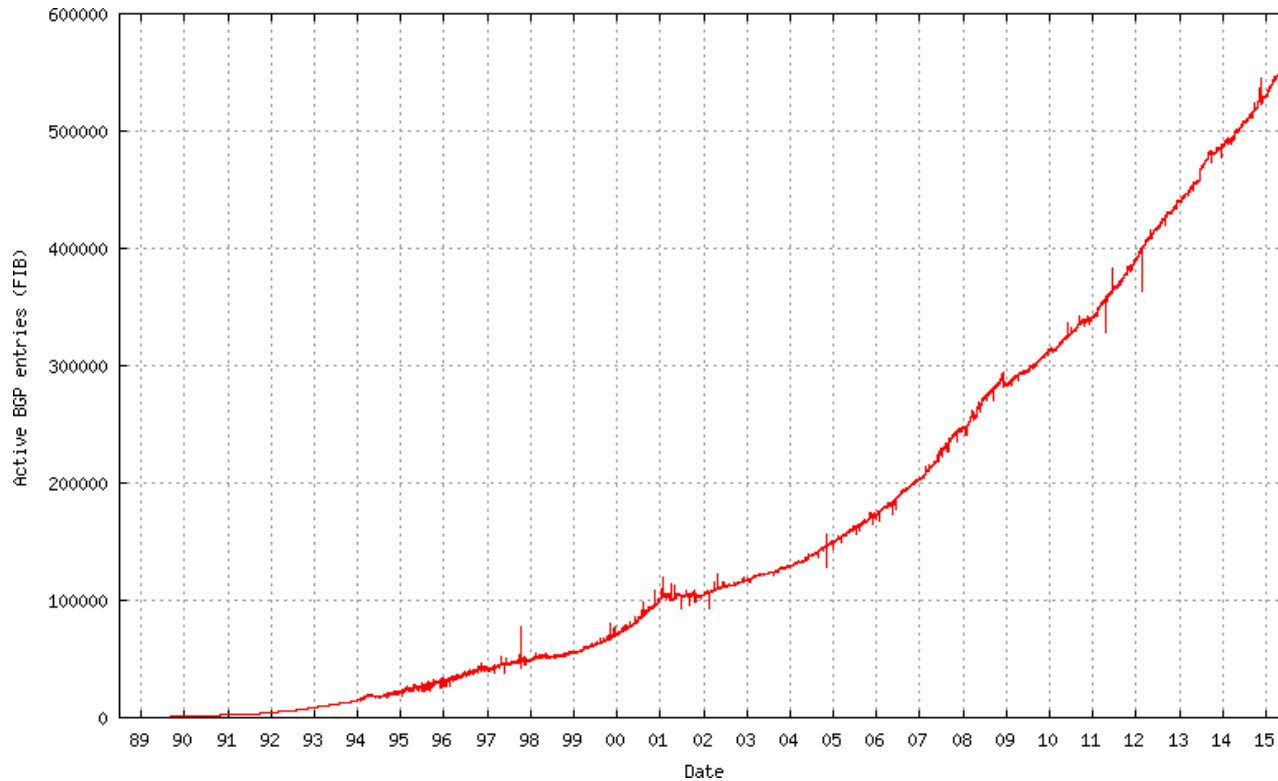
Routing table for R1

Mask	Network address	Next-hop address	Interface
/24	140.24.7.0	-----	m0
/0	0.0.0.0	default router	m1

Routing table for R2

Efecto CIDR en el número de redes anunciadas

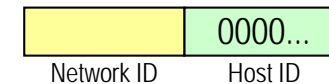
- Redes disponibles (obtenidas de BGP)



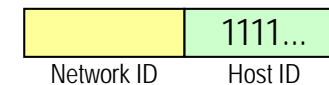
1994, introducción de CIDR

3.5 Direcciones IP especiales

- Direcciones de red: HostID=0's
 - La primera dirección de una red (HostID=0) hace referencia a la propia red. No se puede utilizar para identificar una máquina.
- Direcciones de broadcast dirigidas: HostID=1's
 - Hace referencia a todas las máquinas de la red.
 - Un router lo puede reenviar si procede de otra red (como si fuera un paquete unicast normal) y al llegar a la red destino se envía como broadcast de nivel de enlace.
 - Normalmente esta funcionalidad de reenvío se desactiva (para evitar ataques).



Ej: 198.200.26.0/24



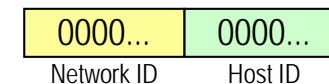
Ej: 198.200.26.255/24

Direcciones IP especiales

- Dirección de broadcast limitado:
255.255.255.255
 - Se interpreta como broadcast a nivel de enlace dentro de la LAN.
 - Los routers no lo reenvían fuera de la misma \Rightarrow imposible hacer broadcast a todo Internet (exceso de tráfico).
- Esta máquina en esta red: 0.0.0.0
 - Hace referencia a la propia máquina/interfaz.
 - Se utiliza únicamente como dirección origen en momentos donde todavía no se tiene IP (Ej: antes de conseguirla por DHCP).



Dirección IP: 255.255.255.255

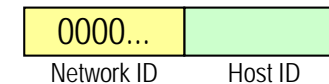


Dirección IP: 0.0.0.0

Direcciones IP especiales

■ Determinada máquina en esta red: NetID=0's

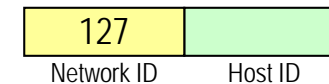
- ☐ Se utiliza únicamente como dirección destino, para enviar mensajes a una máquina de la misma red.
- ☐ Nunca se reenvía en los routers.



Ej: 0.0.0.3/24

■ Loopback: red 127.0.0.0/8

- ☐ Paquetes enviados a esta dirección no salen de la máquina y se retornan a la misma.
- ☐ Útil para verificar software TCP/IP.



Ej: 127.0.0.1/8

Direcciones IP especiales

- Direcciones privadas [RFC1918]
 - Reservadas para uso interno dentro de organizaciones pero nunca para conectarse directamente a Internet.
 - Necesidad de conversión de direcciones NAT (Network Address Translation), NAPT (Network Address Port Translation) o Proxy para que puedan acceder a otras máquinas de Internet.
 - Se pueden reutilizar en diferentes redes siempre que esas redes no estén conectadas entre sí.
 - Rangos
 - 10.0.0.0/8
 - 172.16.0.0/12
 - 192.168.0.0/16

Direcciones IP especiales

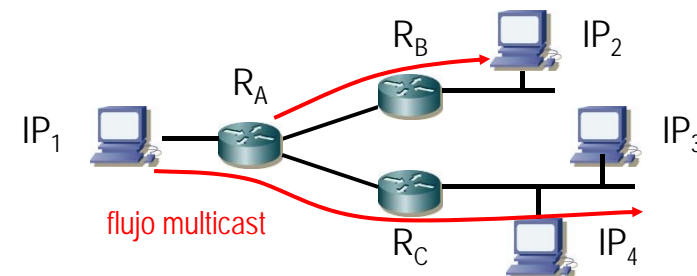
- Direcciones multicast: 224.0.0.0/4
 - Permiten la comunicación uno a varios en contraposición a las direcciones unicast ordinarias que permiten la comunicación uno a uno.
 - Las direcciones multicast pertenecen a la clase D (224-239/4) y reciben el nombre de grupo multicast.
 - Cuando una máquina quiere recibir las emisiones dirigidas a un grupo multicast, debe unirse al grupo mandando un mensaje IGMP (Internet Group Management Protocol) al router. A partir de ahí el router mandará los mensajes multicast a la LAN donde se encuentra la máquina.
 - A un grupo multicast se puede añadir un número ilimitado de máquinas, en cada uno de sus interfaces.
 - Son siempre direcciones destino (nunca origen).
 - Existe una serie de grupos multicast asignados por la ICANN:
 - 224.0.0.1 - todos los equipos (máquinas+routers) en esta red.
 - 224.0.0.2 - todos los routers en esta red.

Direcciones IP especiales

- 224.0.0.5 y 224.0.0.6 - mensajes de enrutamiento OSPF.
- 224.0.0.9 - mensajes de enrutamiento RIPv2.
- 224.0.1/24 - reservados para teleconferencia.
- Los grupos 224.0.0/24 no se reenvían fuera de la red.
- Ethernet: la ICANN tiene reservadas las direcciones MAC 01:00:5E:00:00:00 a 01:00:5E:7F:FF:FF. En los 23 bits bajos de la MAC se mapean los 23 bits bajos de grupo multicast.
 - Los 5 bits restantes para completar el tamaño de grupo multicast (28 bits) hace que haya colisiones: misma MAC puede hacer referencia a diferentes grupos multicast.

Ej:

- IP₁ genera un flujo multicast.
- IP₄ se apunta al grupo y empieza a recibir el flujo.
- IP₃ se apunta y recibirá los mismos paquetes que IP₄ (no se duplican).
- IP₂ se apunta y R_A tendrá que duplicar el flujo de paquetes.

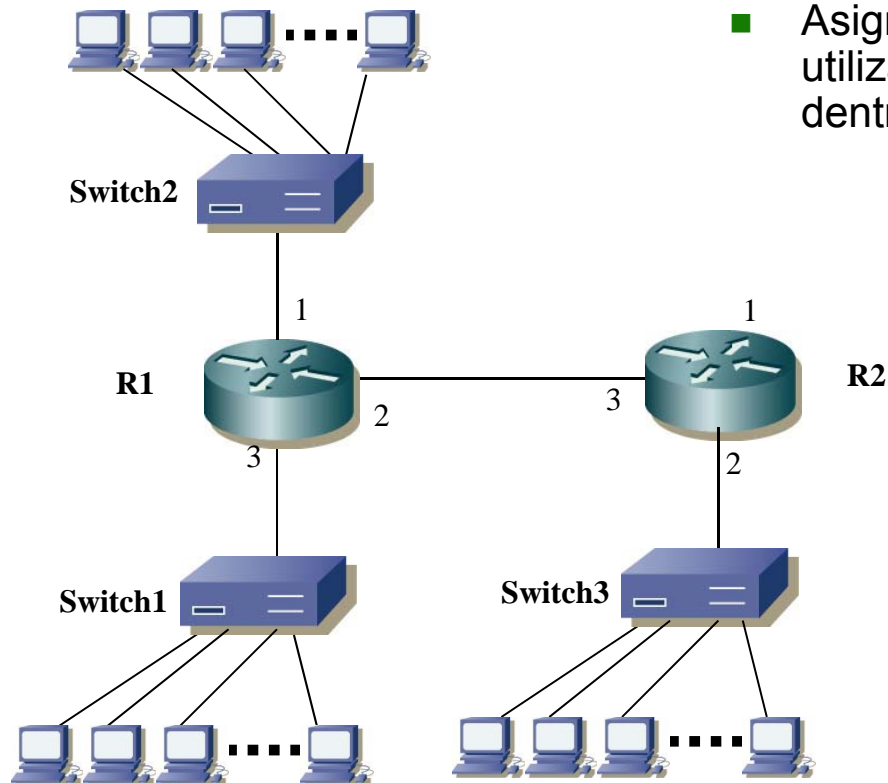


Direcciones IP especiales

- Direcciones públicas/unicast
 - Rango fuera de las privadas, broadcast y multicast
 - Únicas para todo Internet (no se pueden reutilizar entre máquinas distantes)

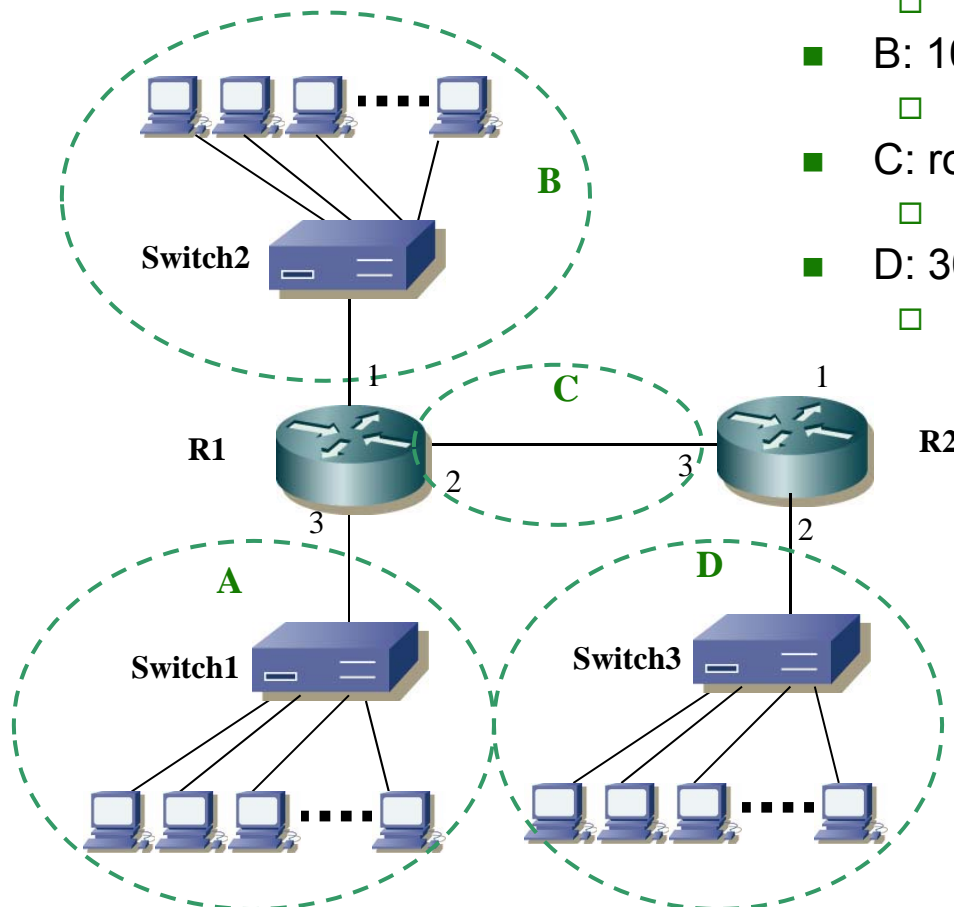
3.6 Direccionando una red

- Suponga el escenario en el que se encuentran conectadas las siguientes máquinas:
 - Switch1: 64 máquinas
 - Switch2: 10 máquinas
 - Switch3: 30 máquinas
- Asigne direccionamiento a todas las redes utilizando el menor rango posible de direcciones dentro de la red 10.0.0.0/8 y supuesto CIDR.



Direccionando una red

■ Identificando las redes y tamaño de cada una de ellas:

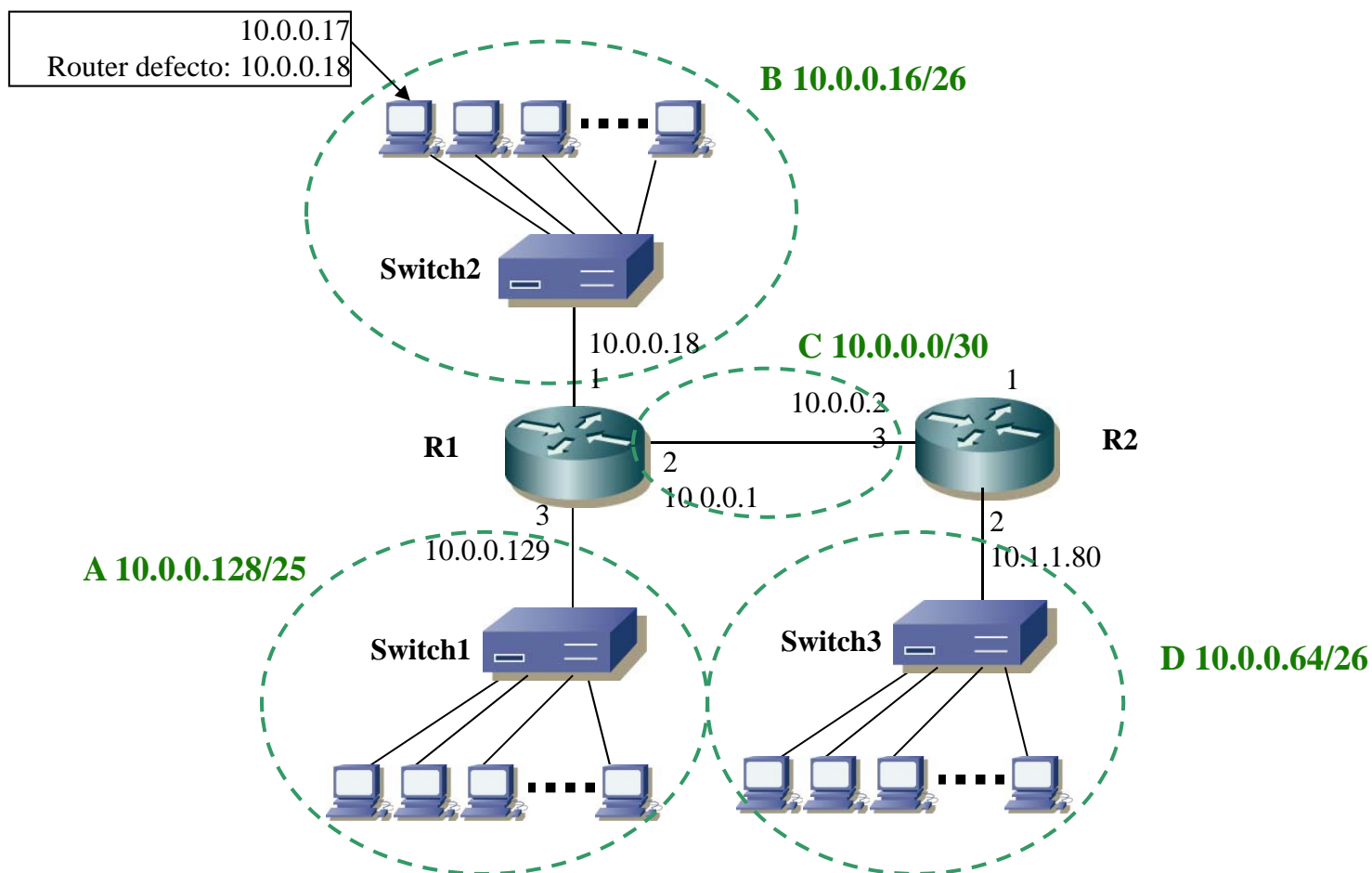


- A: 64 máquinas + router=65 direcciones IP,
 - bits necesarios $n=7$ porque $2^n-2 \geq 65$
- B: 10 máquinas + router=11 direcciones IP,
 - bits necesarios $n=4$ porque $2^n-2 \geq 10$
- C: router + router=2 direcciones IP,
 - bits necesarios $n=2$ porque $2^n-2 \geq 2$
- D: 30 máquinas + router=31 direcciones IP,
 - bits necesarios $n=6$ porque $2^n-2 \geq 31$

Direccionando una red

- Red original: 10.X.X.xxxx xxxx 10.0.0.0/8
- Ordenamos por tamaño de subred de menor a mayor, o de mayor a menor y se asignan subredes consecutivas sin que se solapen (identificador de red diferente).
- Red C (2 bits): 10.0.0.0000 00xx 10.0.0.0/30
- Red B (4 bits): 10.0.0.0001 xxxx 10.0.0.16/28
- Red D (6 bits): 10.0.0.01xx xxxx 10.0.0.64/26
- Red A (7 bits): 10.0.0.1xxx xxxx 10.0.0.128/25
- La primera y última dirección de cada subred no son usables, pero el resto pueden servir para direccionar routers o máquinas.
 - Ej: 10.0.0.128/25 abarca las direcciones de la .128 a la $128+2^7-1=128+128-1=255$. La .128 (id red) y .255 (broadcast) no son usables.

Direccionando una red



Resumen

- Supernetting
 - Aumenta el tamaño del HostID a costa de bits del NetID
- Direccionamiento classless
 - Combina subnetting y supernetting
 - CIDR (Classless InterDomain Routing), exporta las subredes y super-redes a Internet
 - Máscara notación CIDR: n° bits a 1 en la máscara
- Direcciones IP especiales
 - De red, de máquina
 - Broadcast dirigido y limitado
 - Loopback
 - Direcciones privadas
 - Direcciones multicast

Referencias

- [Forouzan]
 - Capítulo 5, secciones 5.3-5.4 “Classless addressing”, “Special addresses”
- [Stevens]
 - Capítulo 3, secciones 3.6-3.8 “Special case IP addresses”, “A subnet example”, “ifconfig command”
 - Capítulo 12 “Broadcasting and multicasting”