



LABORATORIO DE PROGRAMACIÓN DE REDES
Área de Ingeniería Telemática

Direccionamiento IP clásico

Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Laboratorio de Programación de Redes
3º Ingeniería Técnica en Informática de Gestión



Objetivo

- Cómo asignar direcciones a redes y hosts
- Esquemas clásicos para esta asignación



Contenido

- **Direccionamiento Classful**
 - ¿Cómo es?
 - ¿Por qué así?
 - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
 - Problemas
- **Subredes**
 - Proxy-ARP
 - Subnetting
 - ¿Cómo es?
 - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
 - ¿Problemas?



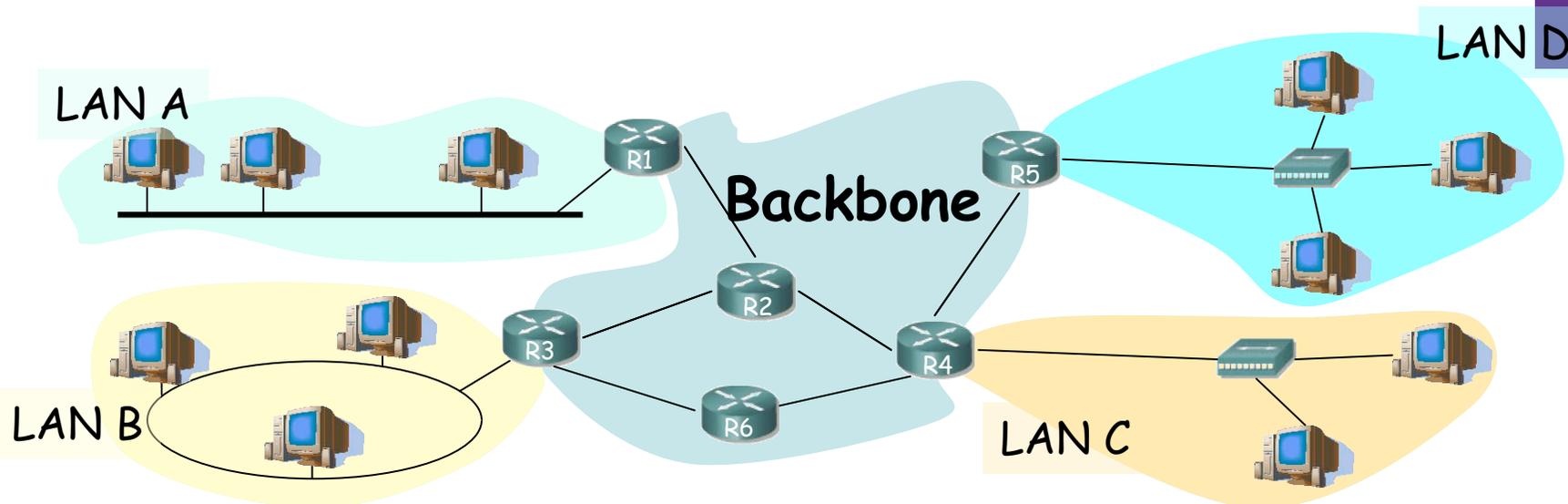
Contenido

- **Direccionamiento Classful**
 - ¿Cómo es?
 - ¿Por qué así?
 - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
 - Problemas
- **Subredes**
 - Proxy-ARP
 - Subnetting
 - ¿Cómo es?
 - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
 - ¿Problemas?



Direccionamiento Classful

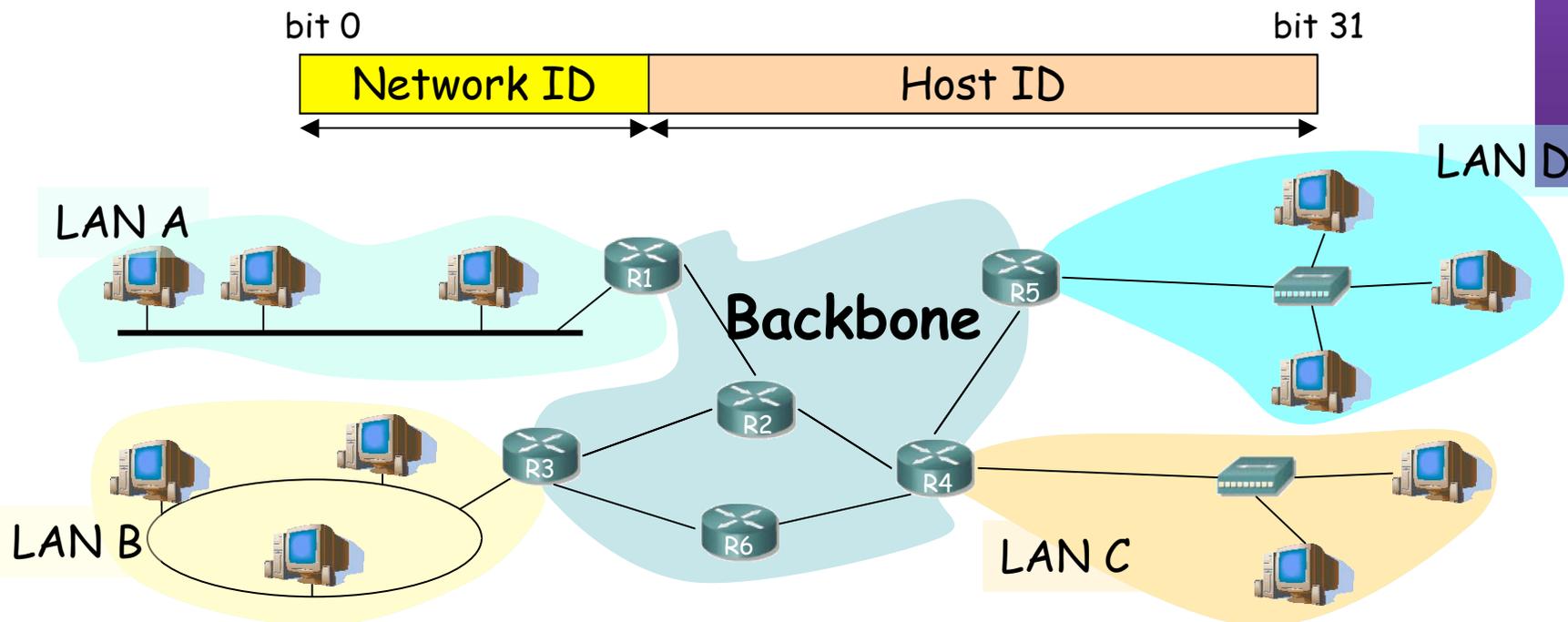
- La “abuela” de Internet: ARPANET
- Cada red tiene un router de acceso que la conecta con el backbone de la red y así con las otras redes
- A cada red se le asigna un rango de direcciones IP
- ¿Red? Si origen y destino están en la misma, la tecnología se debe encargar de hacer llegar el paquete





Direccionamiento Classful

- Se pensó que podría haber redes de diferente tamaño (número de hosts)
- Se crearon 3 “tipos” de redes: clase A, clase B y clase C
- Las direcciones IP tendrán 2 partes:
 - Identificador de la red (network ID) (...)
 - Identificador del host (host ID) (...)

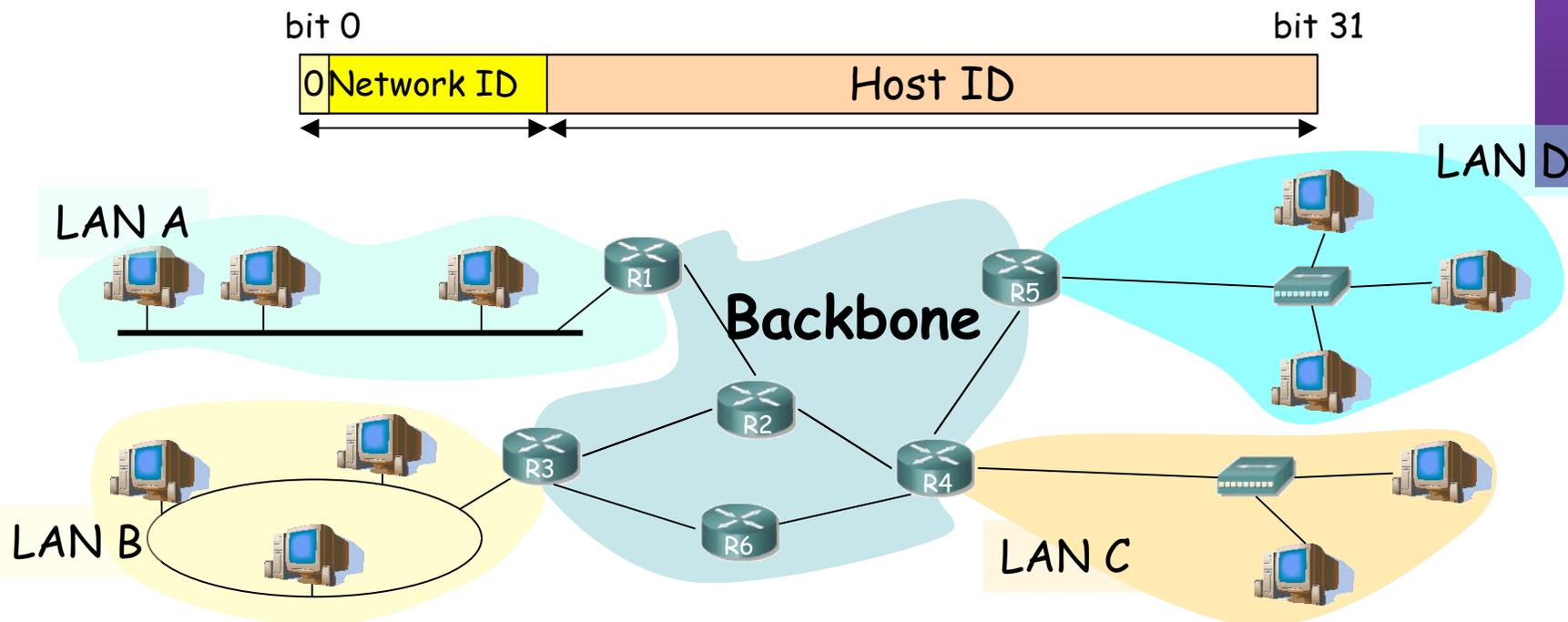




Clase A

- Network ID:
 - 8 bits, primero a 0 (...)
 - Primer byte: 0 - 127 (...)
 - 50% de las direcciones
- Host ID:
 - 24 bits (...)
 - Más de 16M direcciones!!

Redes “MUY” grandes

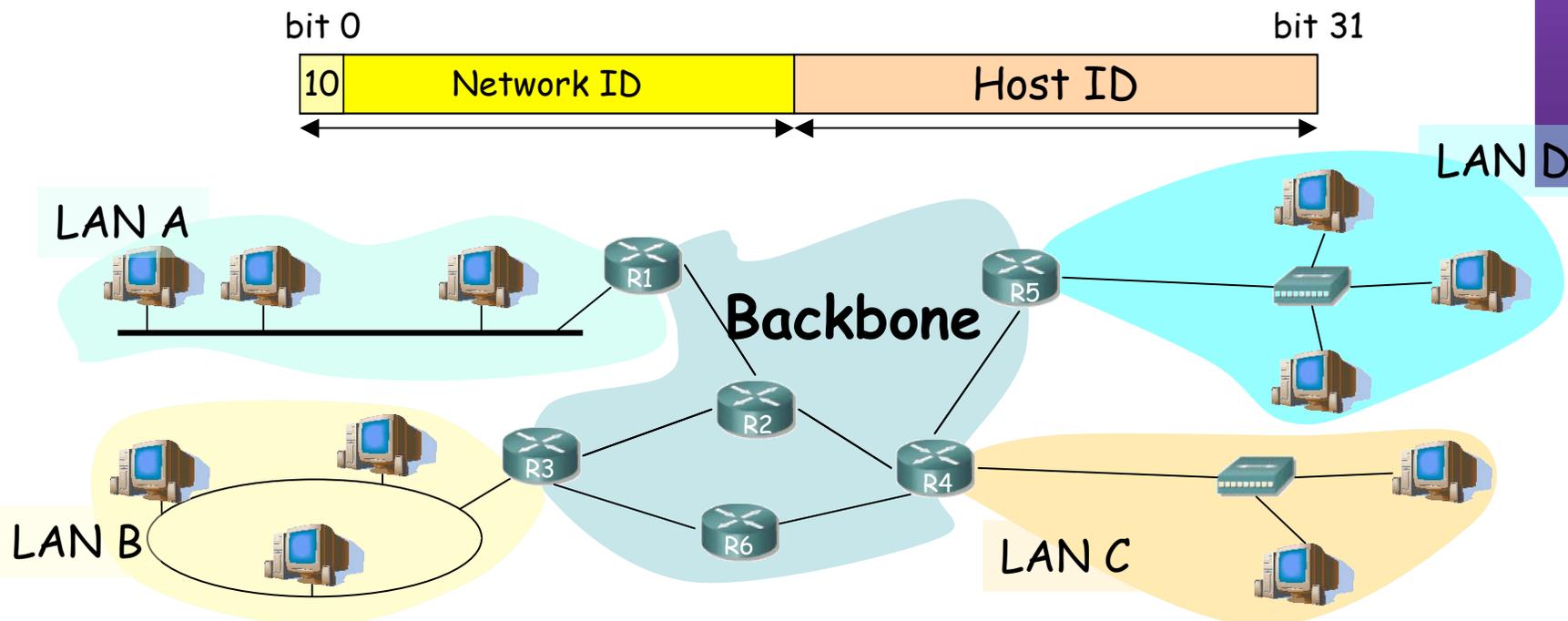




Clase B

- Network ID:
 - 16 bits, primeros a 10 (...)
 - Primer byte: 128 - 191 (...)
 - 16K redes
 - 25% de las direcciones
- Host ID:
 - 16 bits (...)
 - 64K direcciones

Redes grandes

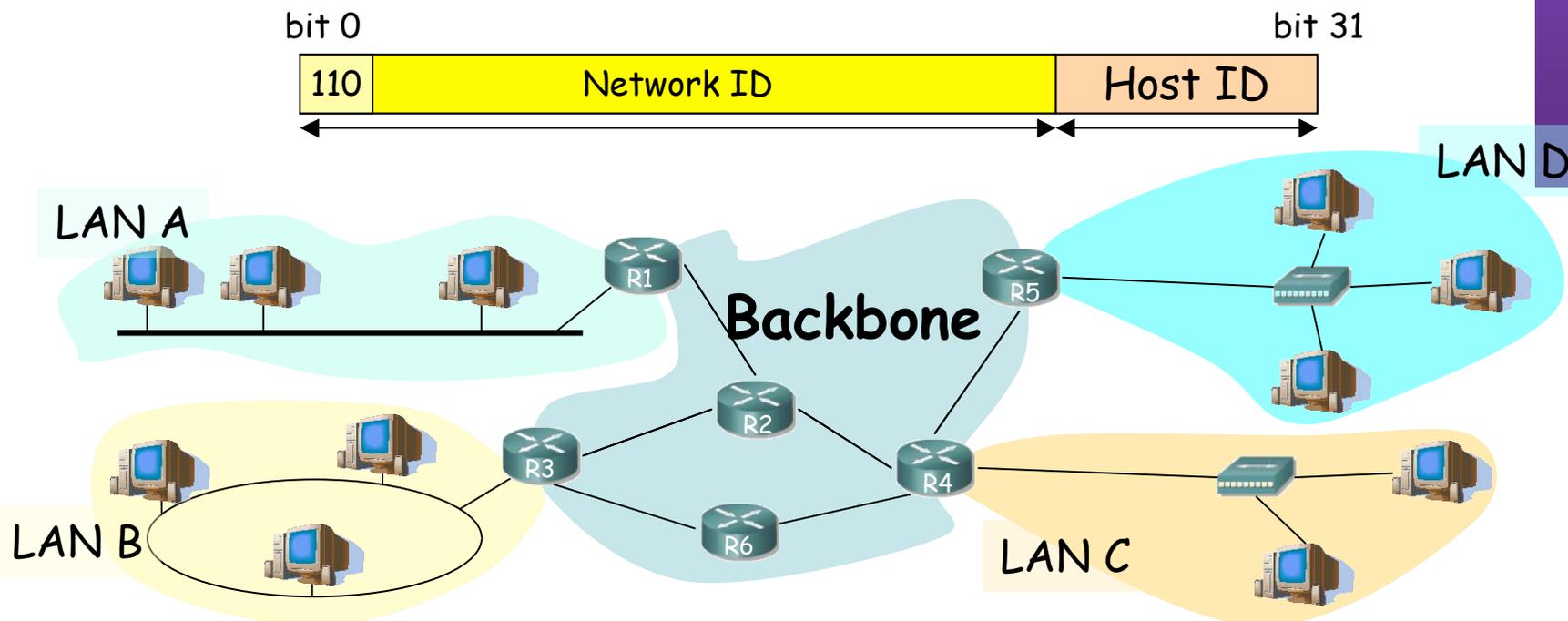




Clase C

- Network ID:
 - 24 bits, primeros a 110 (...)
 - Primer byte: 192 - 223 (...)
 - 2M redes
 - 12.5% de las direcciones
- Host ID:
 - 8 bits (...)
 - 256 direcciones

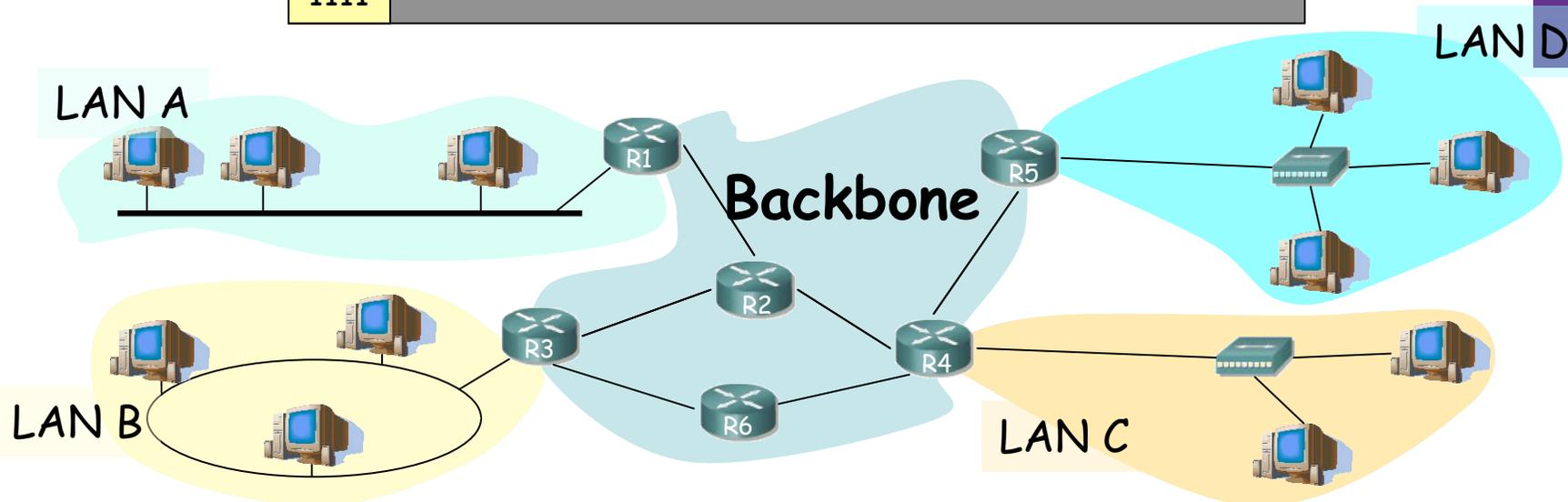
Redes pequeñas





¿Y el resto de direcciones?

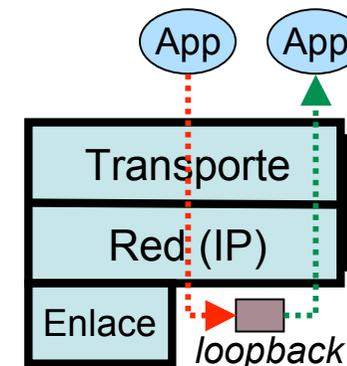
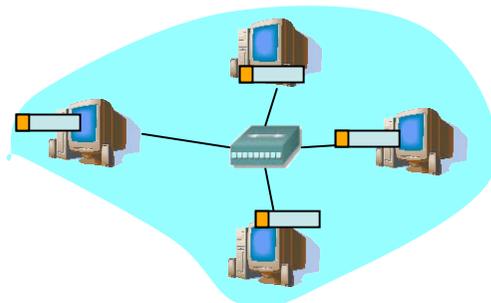
- Clase D:
 - Primeros bits a 1110
 - Primer byte: 224 - 239
 - Grupos multicast
- Clase E:
 - Reservadas para futuro uso
- Reparto en clases:





Direcciones especiales

- Dirección de red
 - Host ID = 0s
Ej: 130.206.0.0
- Dirección de broadcast de red (...)
 - Host ID = 1s
Ej: 130.206.255.255
- Broadcast limitado
 - 255.255.255.255
- Redes reservadas:
 - 0
 - 127 (loopback) (...)
 - 10 (privada)
 - 169.254 (no IP)
 - 172.16 a 172.31 (privada)
 - 192.0.2 (TEST-NET)
 - 192.168.0 a 192.168.255 (privada)
 - 192.18.0 a 192.19.255 (pruebas prestaciones)

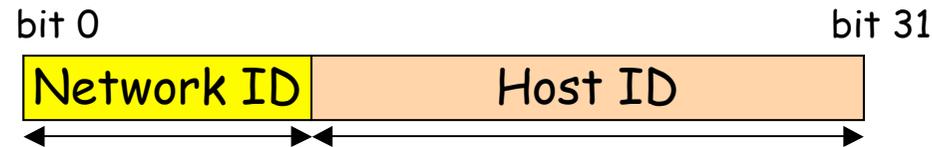




Direccionamiento Classful

¿Por qué así?

- Routers emplean el Network ID para la decisión de reenvío



- Deben averiguar rápidamente cuál es el Network ID de la red a la que pertenece el destino (IP_d)
 - primer bit = 0:
 - $IP_d \in$ red de clase A
 - NetID = primeros 8 bits
 - (primer bit = 1)&(segundo bit = 0):
 - $IP_d \in$ red de clase B
 - NetID = primeros 16 bits
 - (primer bit = 1)&(segundo bit = 1)&(tercer bit=0):
 - $IP_d \in$ red de clase C
 - NetID = primeros 24 bits



Direccionamiento Classful

¿Por qué así?

- En la propia dirección IP está codificado el número de bits del NetID
- Son comprobaciones rápidas de realizar
- Cuanto menos tiempo emplee el router con cada paquete más paquetes podrá procesar por segundo



Direccionamiento Classful

Ejemplos

- Describa las siguientes direcciones:
 - 32.45.65.21
 - 130.206.160.0
 - 63.0.0.0
 - 193.45.234.255
 - 10.12.145.1
 - 1.0.0.0
 - 127.0.0.1
 - 187.45.0.0
 - 25.45.0.0



Contenido

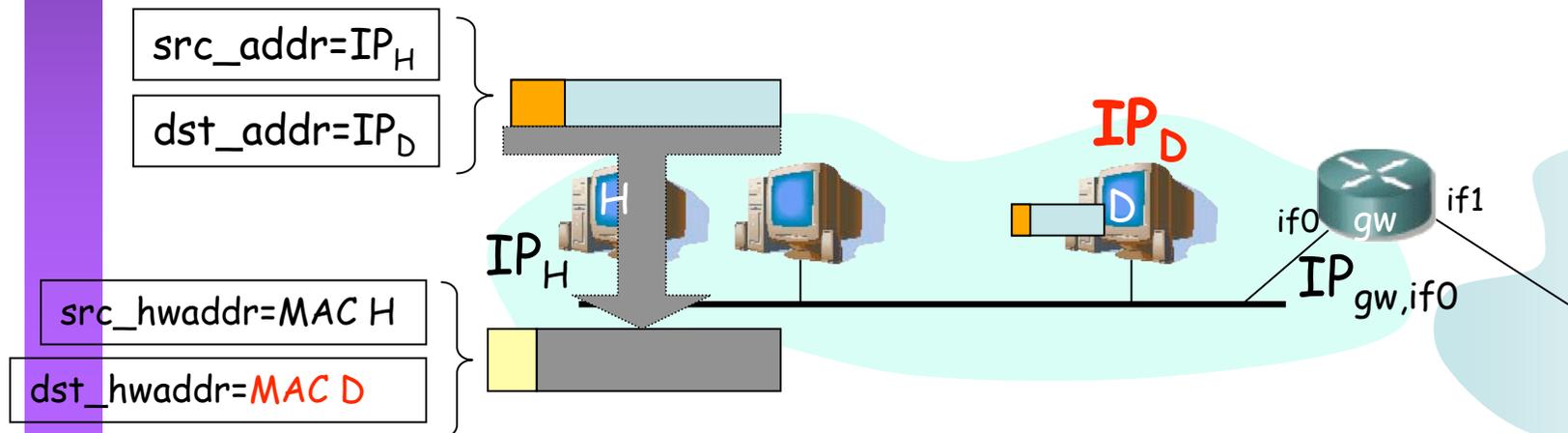
- **Direccionamiento Classful**
 - ¿Cómo es?
 - ¿Por qué así?
 - **¿Cómo funcionan los routers y los hosts?**
 - **Problemas**
- **Subredes**
 - Proxy-ARP
 - Subnetting
 - ¿Cómo es?
 - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
 - ¿Problemas?



Direccionamiento Classful

Envío de paquetes desde los hosts

- Tienen configurado:
 - Su dirección IP (IP_H)
 - Dirección IP del router de salida de su LAN en el interfaz conectado a la misma (IP_{gw})
 - Pueden averiguar el NetID de su LAN a partir de su IP
- Dada la IP_D del destino al que desean enviar un paquete :
 - Calculan el NetID
 - ¿Es el mismo que el de mi red?
 - Sí: está en mi red, se lo envío directamente (a su MAC) (... ..)
 - No: está en otra red, se lo envío al router (a la MAC del router) (... ..)

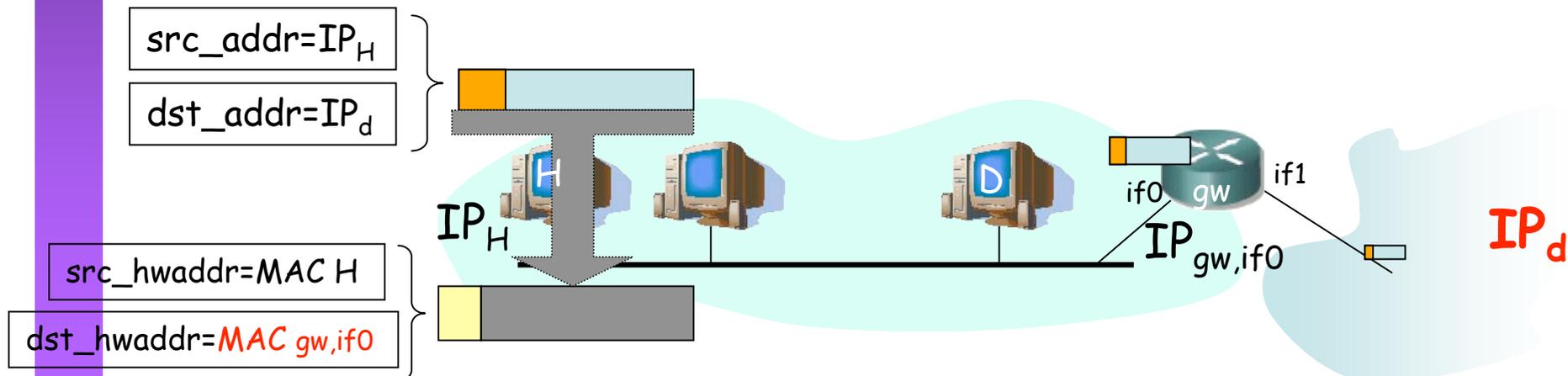




Direccionamiento Classful

Envío de paquetes desde los hosts

- Tienen configurado:
 - Su dirección IP (IP_H)
 - Dirección IP del router de salida de su LAN en el interfaz conectado a la misma (IP_{gw})
 - Pueden averiguar el NetID de su LAN a partir de su IP
- Dada la IP_D del destino al que desean enviar un paquete :
 - Calculan el NetID
 - ¿Es el mismo que el de mi red?
 - Sí: está en mi red, se lo envío directamente (a su MAC) (... ..)
 - No: está en otra red, se lo envío al router (a la MAC del router) (... ..)



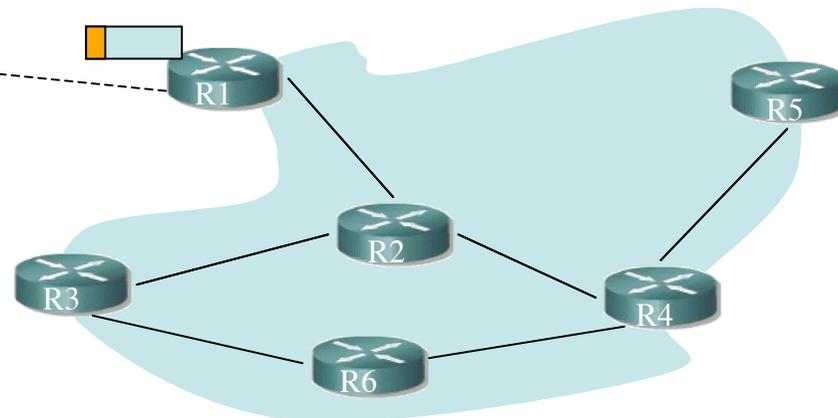


Direccionamiento Classful

Reenvío de paquetes en los routers

- Sin estado. Decisiones paquete a paquete.
 - Tienen configurado:
 - IP de cada uno de sus interfaces
 - Tabla de rutas
 - Dada IP_D que no es ninguna de sus direcciones IP:
 - Busca en la tabla fila t.q. “Destino” = IP_D
- ↓
- Sí: **ruta a host**, lo envía según indica
 - No: Calcula el NetID.
Busca una ruta a esa red
 - Sí: Es una **ruta a esa red**, lo envía según indica la fila
 - No: Busca en la tabla una **ruta por defecto**. ¿Encuentra una?
 - Sí: Lo envía según indica la fila
 - No: No sabe cómo hacer llegar el paquete al destino. Lo descarta (*lo tira*)

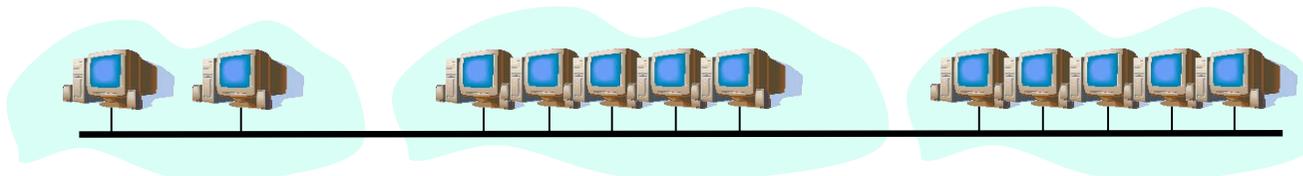
Destino	Next-hop	Interfaz





Problemas del esquema Classful

- Las redes pueden llegar a ser muy grandes
- Clase A:
 - Direcciones para millones de hosts
 - Difícil que una tecnología de LAN soporte esa cifra de máquinas conectadas
- Situaciones en que hace falta “partir” la red:
 - LANs en edificios distantes (enlaces punto-a-punto) (...)
 - LANs de diferentes tecnologías (...)
 - Exceder límites tecnológicos (número de hosts, distancias, etc)
 - Congestión por comunicación entre ciertos pares de hosts (...)
 - Excesivo tráfico de broadcast a nivel de enlace



Direccionamiento clásico



Contenido

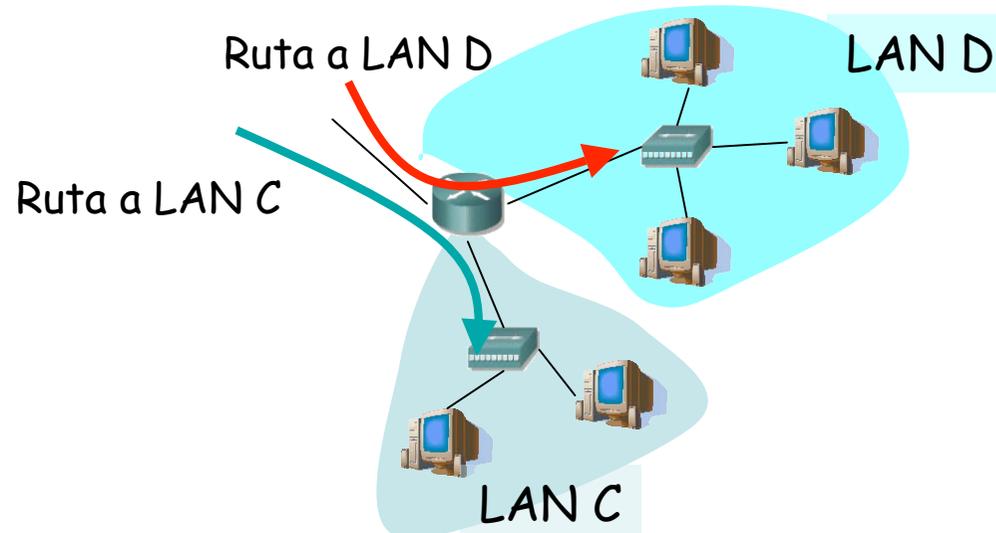
- Direccionamiento Classful
 - ¿Cómo es?
 - ¿Por qué así?
 - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
 - Problemas
- **Subredes**
 - **Proxy-ARP**
 - Subnetting
 - ¿Cómo es?
 - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
 - ¿Problemas?



Una organización con más de una LAN

Un *NetworkID* para cada una

- Pro:
 - No requiere modificaciones
- Cons:
 - Crecen las tablas de rutas
 - Se propaga al exterior información interna

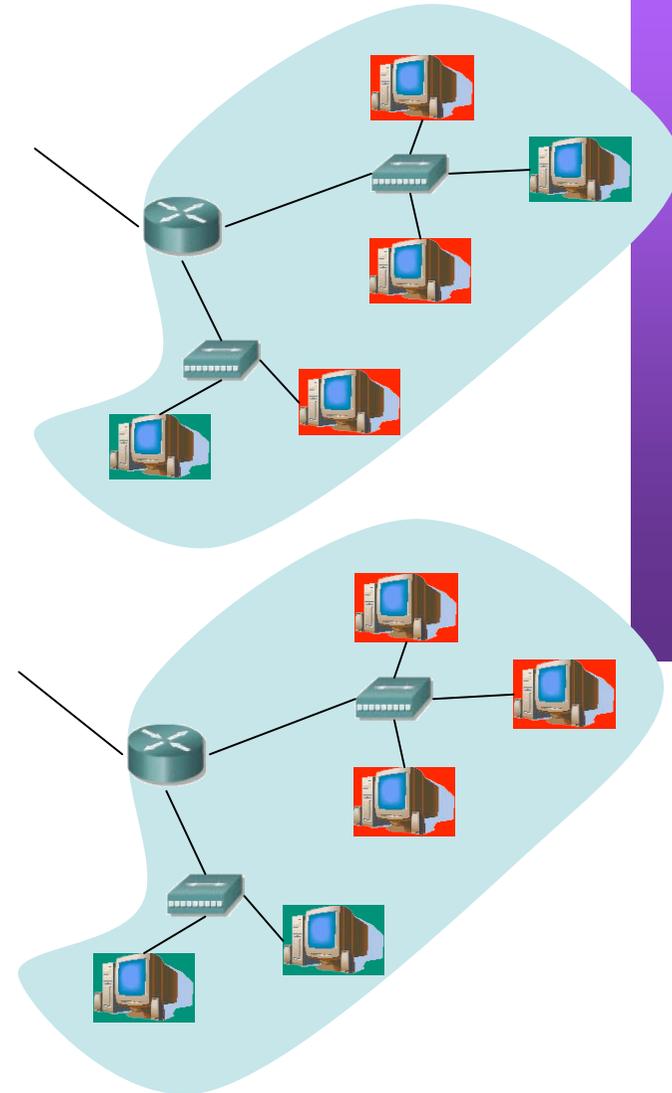




Una organización con más de una LAN

Un solo *NetworkID* y

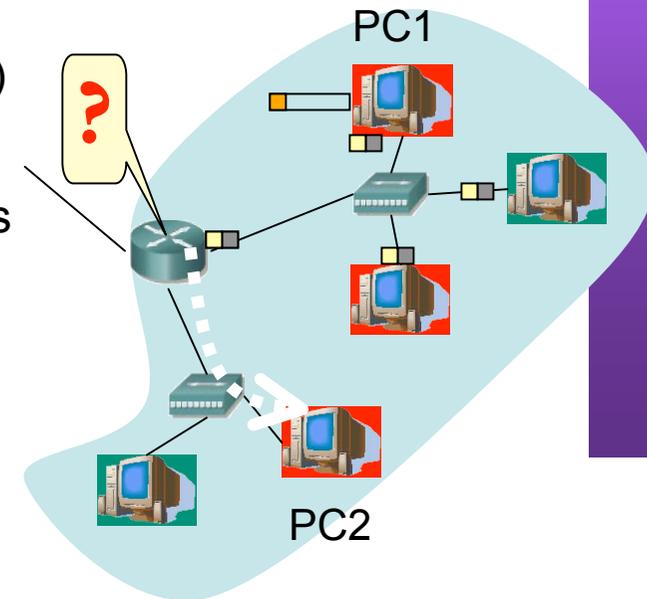
- asignar direcciones a los hosts sin tener en cuenta las diferentes LANs (*“transparent subnets”*)
 - Proxy ARP
- particionar el espacio de direcciones para las diferentes LANs (*“explicit subnets”*)
 - Modificar implementación de IP





Proxy ARP

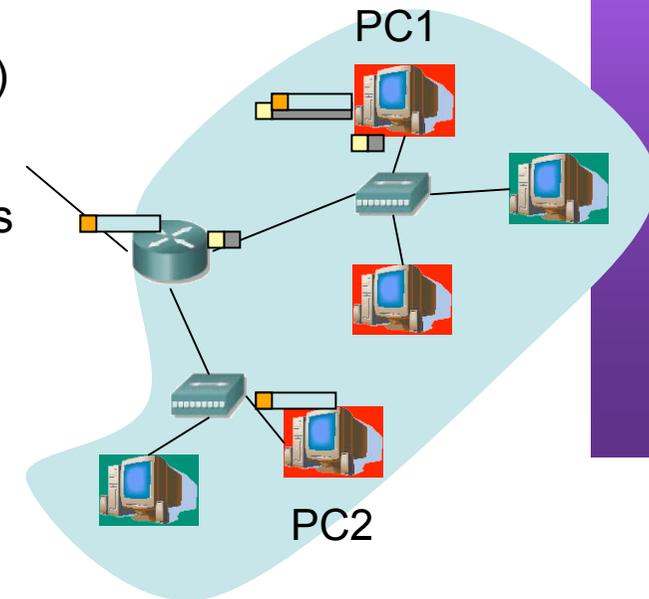
- También llamado el “*ARP Hack*”
- PC1 desea enviar un paquete IP a PC2
- Para PC1 ambos están en la misma LAN
- Manda un *ARP Request* (... ..)
- Router sabe que PC2 está en otro segmento (...)
- Router *responde al ARP* con su MAC (...)
- PC1 envía la trama al router pensando que es PC2 (...)
- El router reenvía el paquete IP (...)





Proxy ARP

- También llamado el “*ARP Hack*”
- PC1 desea enviar un paquete IP a PC2
- Para PC1 ambos están en la misma LAN
- Manda un *ARP Request* (... ..)
- Router sabe que PC2 está en otro segmento (...)
- Router *responde al ARP* con su MAC (...)
- PC1 envía la trama al router pensando que es PC2 (...)
- El router reenvía el paquete IP (...)





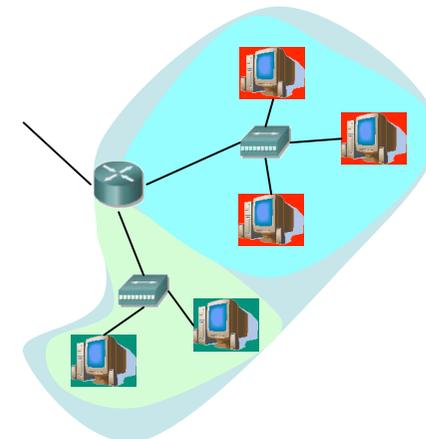
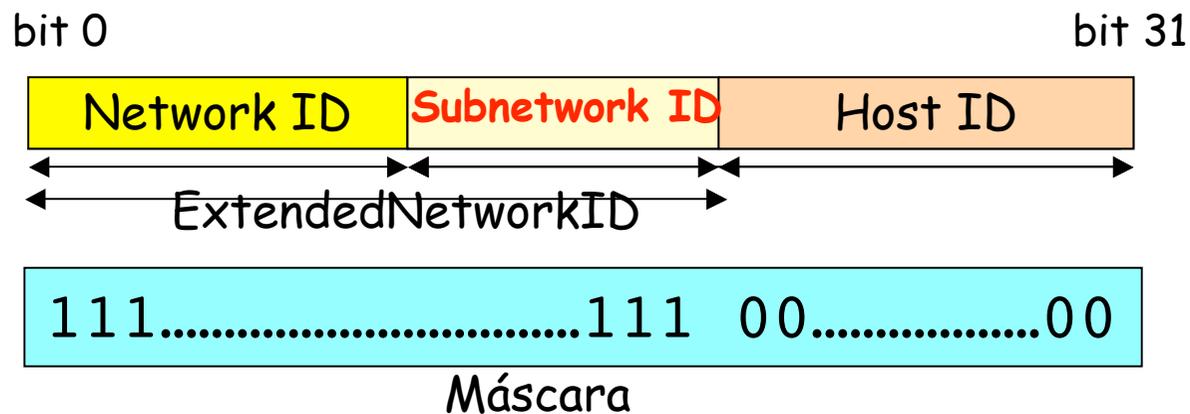
Contenido

- Direccionamiento Classful
 - ¿Cómo es?
 - ¿Por qué así?
 - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
 - Problemas
- **Subredes**
 - Proxy-ARP
 - **Subnetting**
 - ¿Cómo es?
 - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
 - ¿Problemas?



Subnetting

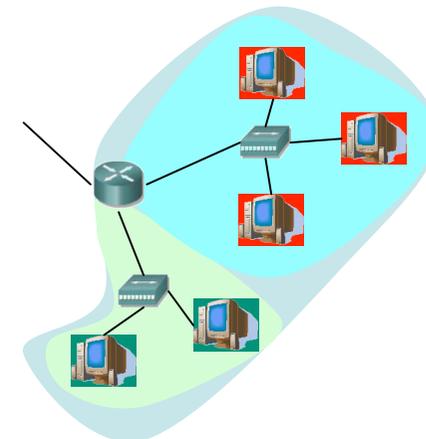
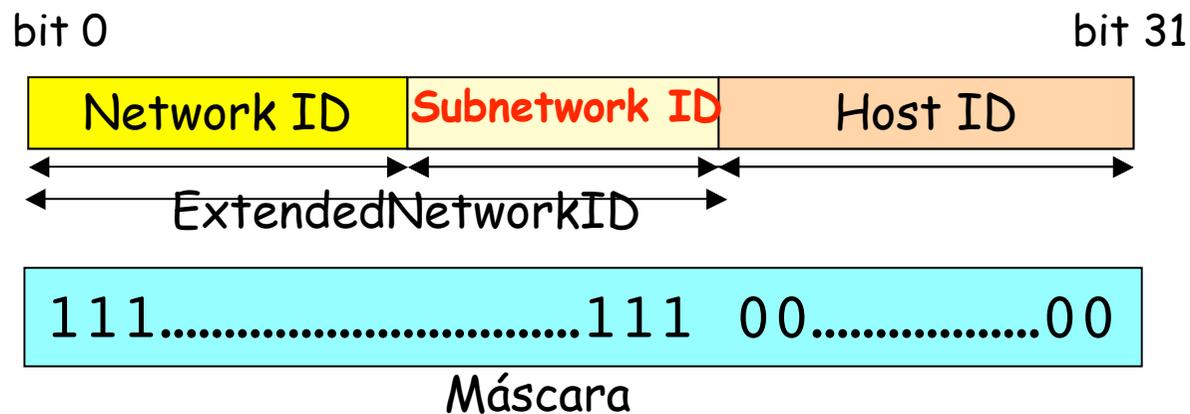
- También llamado FLSM (Fixed Length Subnet Masks)
- Parte del *Host ID* se emplea para diferenciar la *subred* (...)
- $NetworkID + SubnetworkID = \textbf{ExtendedNetworkID}$ (...)
- Determinado por la *máscara de subred* (...)
- Se empleó en redes Clase B
 - Muy pocas redes Clase A
 - Clase C muy pequeñas





Subnetting

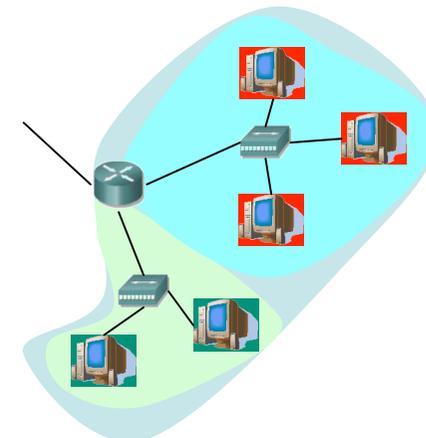
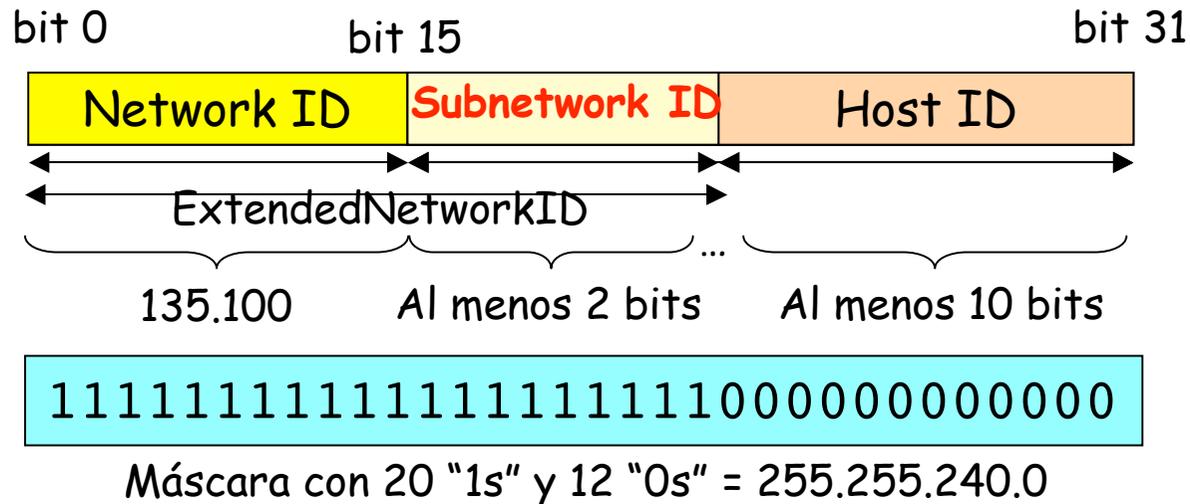
- Algunas restricciones:
 - SubnetworkID \neq 0s (“this” network)
 - SubnetworkID \neq 1s (“all” subnetworks) } \Rightarrow Al menos 2 bits
 - Misma máscara en todas las subredes de la misma red (FLSM)
- En cada subred:
 - Dirección de la subred (HostID=0s)
 - Dirección de *broadcast* de la subred (HostID=1s)





Subnetting: Ejemplo

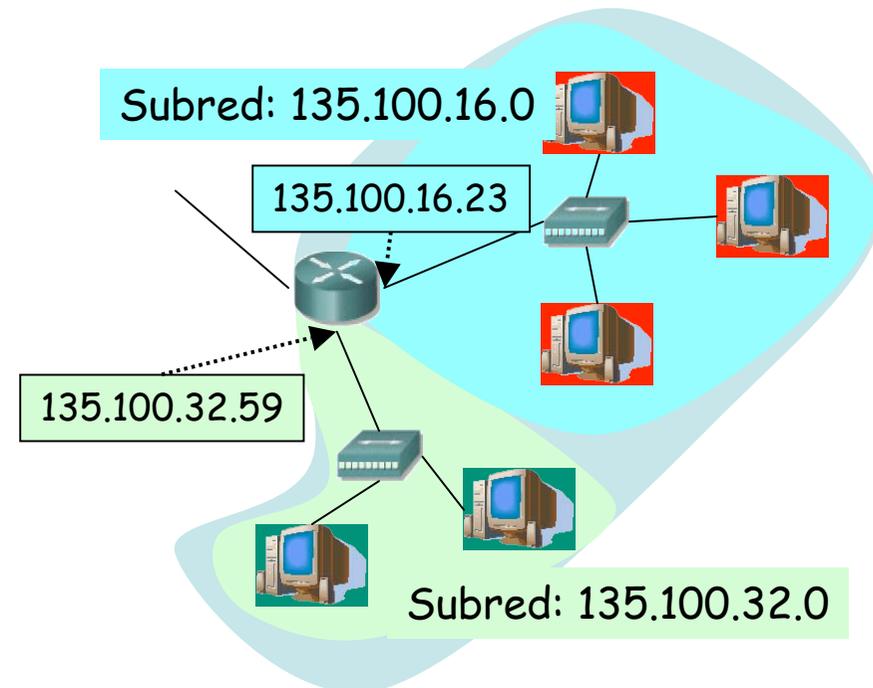
- LAN: 135.100.0.0 (clase ?) (...)
- Queremos al menos poder conectar 1000 máquinas en cada subred
- 2 subredes \Rightarrow mínimo número de bits? (...)
- 1000 máquinas \Rightarrow mínimo número de bits? (...)
- ¿Y si hay bits “sobrantes”? (...)
- Por ejemplo 4 bits para el Subnetwork ID (...)





Subnetting: Ejemplo

- Direcciones de subred:
 - 1000011101100100 0001 000000000000
 - Hosts: 135.100.16.1 a 135.100.31.254
 - 1000011101100100 0010 000000000000
 - Hosts: 135.100.32.1 a 135.100.47.254
- Máscara: 255.255.240.0





Contenido

- Direccionamiento Classful
 - ¿Cómo es?
 - ¿Por qué así?
 - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
 - Problemas
- **Subredes**
 - Proxy-ARP
 - Subnetting
 - ¿Cómo es?
 - **¿Cómo funcionan los routers y los hosts?**
 - ¿Problemas?



Subnetting

Envío de paquetes desde los hosts

Tienen configurado

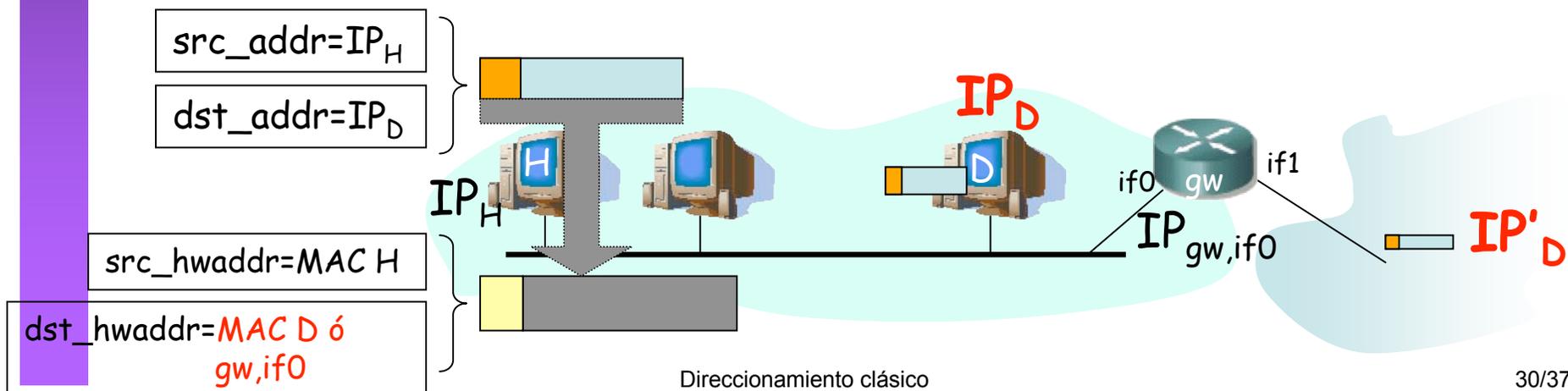
- Su dirección IP (IP_H)
- La máscara de subred
- Dirección IP del router de salida de su LAN en el interfaz conectado a la misma (IP_{gw})
- Pueden averiguar el Extended Network ID de su LAN a partir de su IP:

$$135.100.35.67 = 10000111011001000010001101000011$$

$$255.255.240.0 = 11111111111111111111000000000000$$

(AND)

$$\text{ExtendedNetID} = 10000111011001000010000000000000 = 135.100.32.0$$



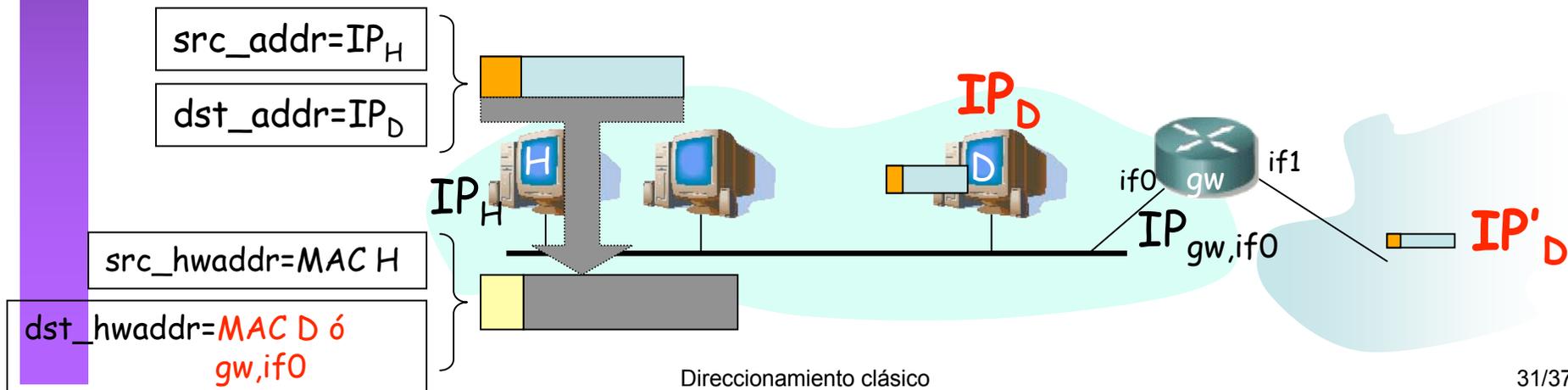


Subnetting

Envío de paquetes desde los hosts

Dada la IP_D del destino del paquete

- Aplica (AND) la máscara de subred
- ¿El resultado es el ExtendedNetworkID de mi subred?
 - Sí: se lo envío directamente (a su MAC)
 - No: está en otra subred o en otra red, se lo envío al router (a la MAC del router)





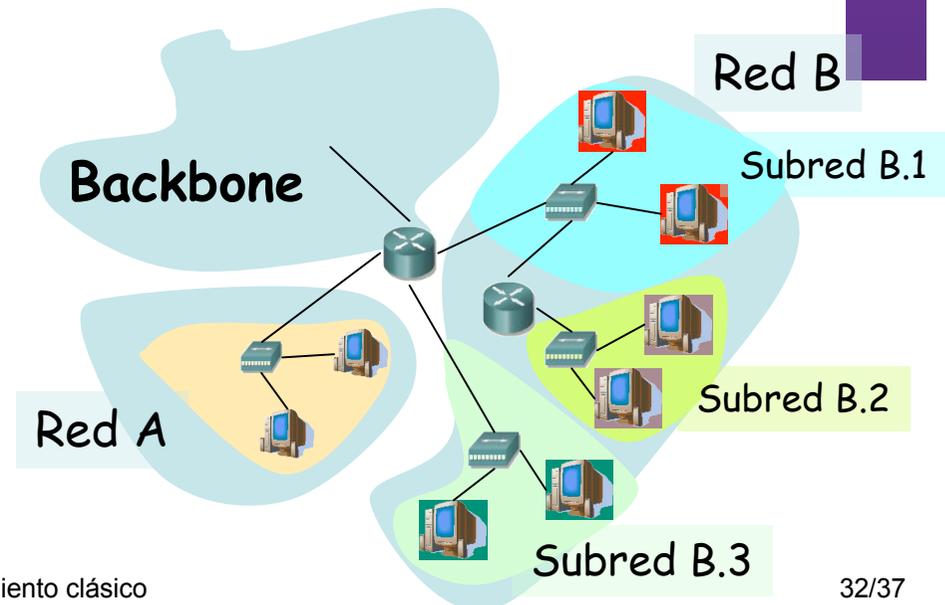
Subnetting

Reenvío de paquetes en los routers

- Tienen configurado:
 - IP en cada interfaz
 - Máscara en cada uno
 - Tabla de rutas
- IP_D que no es ninguna de sus direcciones IP
- Calcula el NetworkID de la red a la que pertenece (classful)
- ¿Tiene un interfaz en esa red?
 - No: Red destino identificada
 - Sí: Toma la máscara del interfaz que tiene en esa redCalcula el ExtendedNetworkID

Destino	Next-hop	Interfaz

- ¿Encuentra ese identificador de red/subred en su tabla de rutas?
 - Sí: lo envía según indica la ruta
 - No: Busca en la tabla una ruta por defecto
- ¿Encuentra una?
 - Sí: Lo envía según indica la ruta
 - No: Descarta el paquete

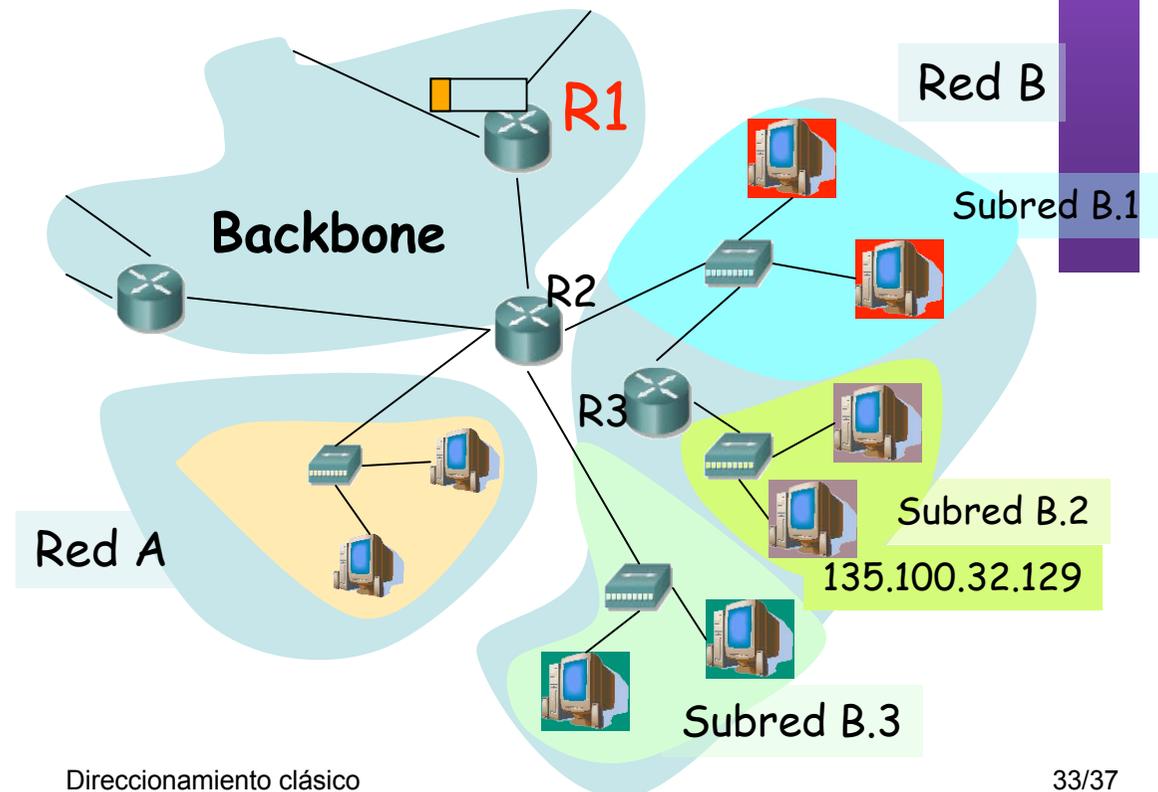




Subnetting

Ejemplo: $IP_d = 135.100.32.129$

Destino	Next-hop	if
135.100.0.0 (B)	10.50.43.12 (R2)	1
45.0.0.0	(otro)	0
64.0.0.0	(otro)	0
130.206.0.0	(otro)	2
...



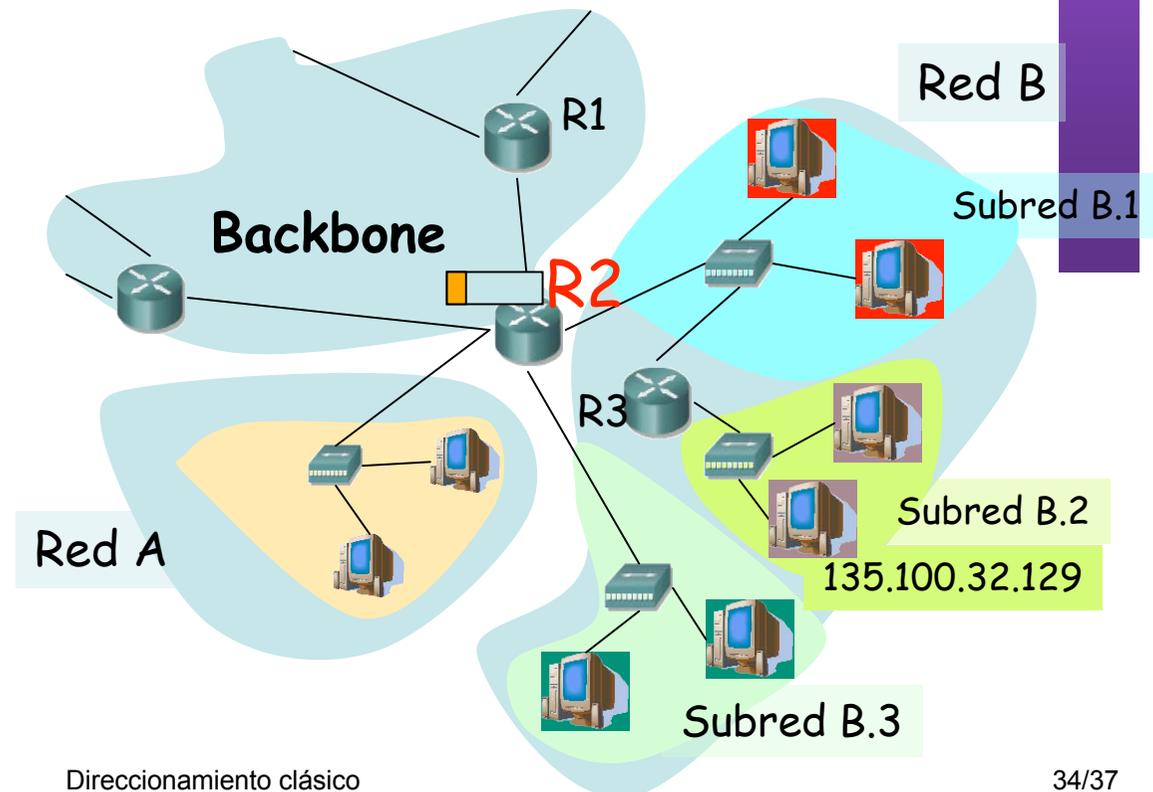


Subnetting

Ejemplo: $IP_d = 135.100.32.129$

Destino	Next-hop	if
135.100.0.0 (B)	10.50.43.12 (R2)	1
45.0.0.0	(otro)	0
64.0.0.0	(otro)	0
130.206.0.0	(otro)	2
...

Destino	Next-hop	if
135.100.16.0 (B.1)	-	1
135.100.32.0 (B.2)	135.100.16.1 (R3)	1
135.100.48.0 (B.3)	-	2
180.40.0.0 (A)	-	3
...





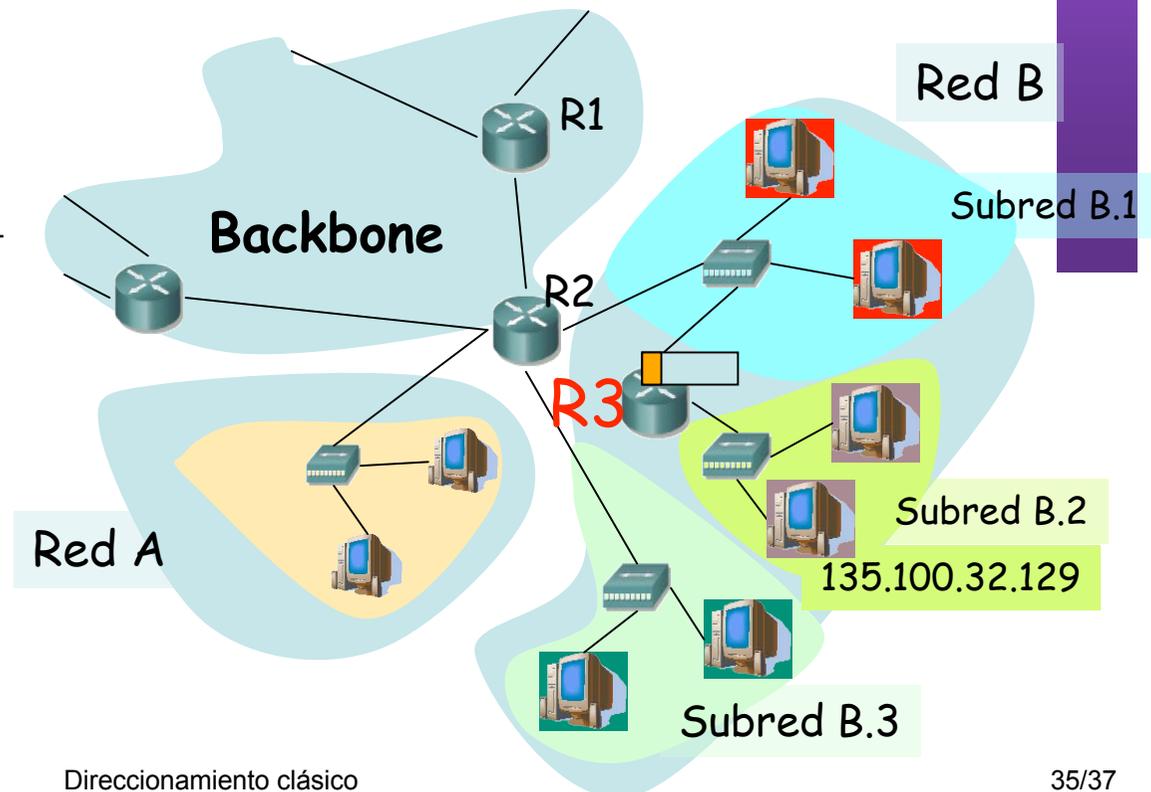
Subnetting

Ejemplo: $IP_d = 135.100.32.129$

Destino	Next-hop	if
135.100.0.0 (B)	10.50.43.12 (R2)	1
45.0.0.0	(otro)	0
64.0.0.0	(otro)	0
130.206.0.0	(otro)	2
...

Destino	Next-hop	if
135.100.16.0 (B.1)	-	1
135.100.32.0 (B.2)	135.100.16.1 (R3)	1
135.100.48.0 (B.3)	-	2
180.40.0.0 (A)	-	3
...

Destino	Next-hop	if
135.100.16.0 (B.1)	-	0
135.100.32.0 (B.2)	-	1
135.100.48.0 (B.3)	135.100.16.2 (R2)	0
default	135.100.16.2 (R2)	0





Contenido

- Direccionamiento Classful
 - ¿Cómo es?
 - ¿Por qué así?
 - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
 - Problemas
- **Subredes**
 - Proxy-ARP
 - Subnetting
 - ¿Cómo es?
 - ¿Cómo funcionan los routers y los hosts?
 - **¿Problemas? Pensarlo para la próxima clase**



Resumen

- El direccionamiento classful ofrece 3 tipos de redes de diferente tamaño
- Subnetting nos permite introducir routers dentro de una red y dividirla en subredes
- Desde el exterior de la red no se sabe si hay subredes o no (compatible hacia atrás, como si no hubiera habido cambios)
- Una vez escogida la máscara queda fijada para toda la red