



Bloque IV: El nivel de red

Tema 14: Broadcast y multicast



Índice

- Bloque IV: El nivel de red
 - Tema 14: Broadcast y multicast
 - Introducción
 - Broadcast
 - Multicast
 - Transmisión multicast
 - IGMP
 - Enrutamiento multicast

- **Referencias**
 - Capítulo 4 de “Redes de Computadores: Un enfoque descendente basado en Internet”. James F. Kurose, Keith W. Ross. Addison Wesley, 2ª edición. 2003.
 - Capítulos 12 y 13 de “TCP/IP Illustrated, Volume 1: The Protocols”, W. Richard Stevens, Addison Wesley, 1994.



Introducción

- Existen tres tipos de direcciones IP que determinan el destinatario de una comunicación:
 - Unicast (un destino)
 - Broadcast (múltiples destinos): todas las máquinas
 - Multicast (múltiples destinos): algunas máquinas
- Broadcast no es más que un caso concreto de multicast.
- Broadcasting y multicasting realizan una comunicación desde una máquina a un conjunto de ellas.
 - Solo es válido con UDP (el mecanismo de conexiones TCP exige dos interlocutores) → comunicación no fiable.
- En el caso de **broadcast** el paquete es recibido por todas las máquinas interesadas o no en el paquete.
 - El paquete es procesado hasta la capa UDP para aceptarlo o descartarlo.
 - Produce una fuerte sobrecarga cuando el broadcast es muy acusado.
- Este problema lo soluciona el **multicast** ya que para recibir estos paquetes la máquina tiene que estar suscrita a un grupo multicast:
 - Si no se está suscrito, los paquetes son directamente descartados por la interfaz de red.



Broadcast

- Cuatro tipos diferentes de direcciones IP de broadcast:
 - Broadcast limitado:
 - Dirección: 255.255.255.255
 - Nunca es redirigido por un router hacia la red exterior
 - Se utiliza en el proceso de configuración de hosts (p.e. DHCP)
 - Broadcast dirigido a red:
 - Dirección: Identificador de red + Identificador de host a 1
 - Clase A: <Id de red>.255.255.255
 - Clase B: <Id de red>.<Id de red>.255.255
 - Clase C: <Id de red>.<Id de red>. <Id de red>.255
 - Puede ser redirigido por los routers al exterior pero esta opción puede estar deshabilitada
 - Broadcast dirigido a subred:
 - Dirección: Identificador de red + identificador de subred + Identificador de host a 1
 - Broadcast dirigido a todas las subredes:
 - Dirección: Identificador de red + Identificador de subred y de host a 1
 - Para la red 210.53.23.0, con máscara de subred 255.255.255.192 la direcciones de broadcast para todas las subredes sería: 210.53.23.255
 - Si una red no tiene subnetting es lo mismo que un broadcast dirigido a red.



Multicast

- Proporciona dos tipos de servicios diferentes a la aplicación:
 - Envío de datagramas a destinos múltiples.
 - Solicitud de servidores por parte de clientes.
- Dirección IP multicast:

28 bits



- Las direcciones comprendidas entre 224.0.0.0 a 239.255.255.255 están reservadas para grupos de multicast.
- Hay algunos grupos de multicast asignados oficialmente por la IANA (Internet Assigned Numbers Authority) y otros que son para uso esporádico.
- Dentro de los grupos asignados por la IANA, algunos de los más conocidos son:
 - 224.0.0.1 = todas las máquinas de la red (que soportan multicast).
 - 224.0.0.2 = todos los routers de la red.
 - 224.0.1.1 = usado en NTP (Network Time Protocol)
 - 224.0.0.9 = usado por RIP versión 2.



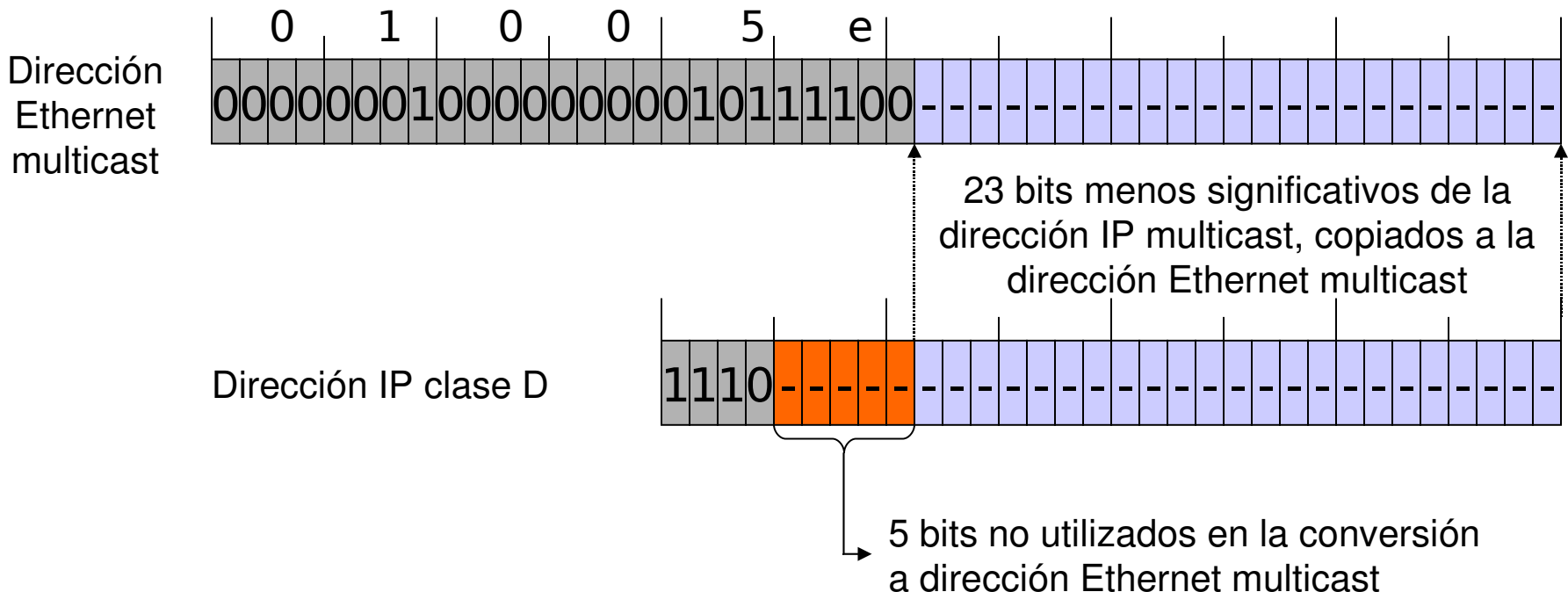
Multicast

- Los grupos de multicast son dinámicos: los hosts pueden darse de alta y de baja en cualquier momento.
 - No hay restricciones en el número de hosts en un grupo.
 - No es necesario pertenecer a un grupo para enviar un mensaje al grupo.
- Cuando un host se une a un grupo multicast se crea una interfaz de red virtual (con su propia dirección MAC) para recibir los mensajes multicast.
 - Durante una comunicación mediante direcciones unicast es necesario convertir direcciones IP en direcciones Ethernet (mediante ARP)
 - Las direcciones multicast también es necesario convertirlas a direcciones multicast Ethernet
 - Este mapeo se realiza de forma fija para Ethernet



Multicast: Direcciones Ethernet

- Las direcciones Ethernet constan de 48 bits y se denotan como: 0a:53:1f:84:82:0d
- El rango 01:00:5e:00:00:00 – 01:00:5e:7f:ff:ff está reservado para las direcciones Ethernet multicast, creando un espacio de direcciones de 23 bits.
- Mecanismo de conversión de direcciones IP multicast a direcciones Ethernet multicast





Multicast: Direcciones Ethernet

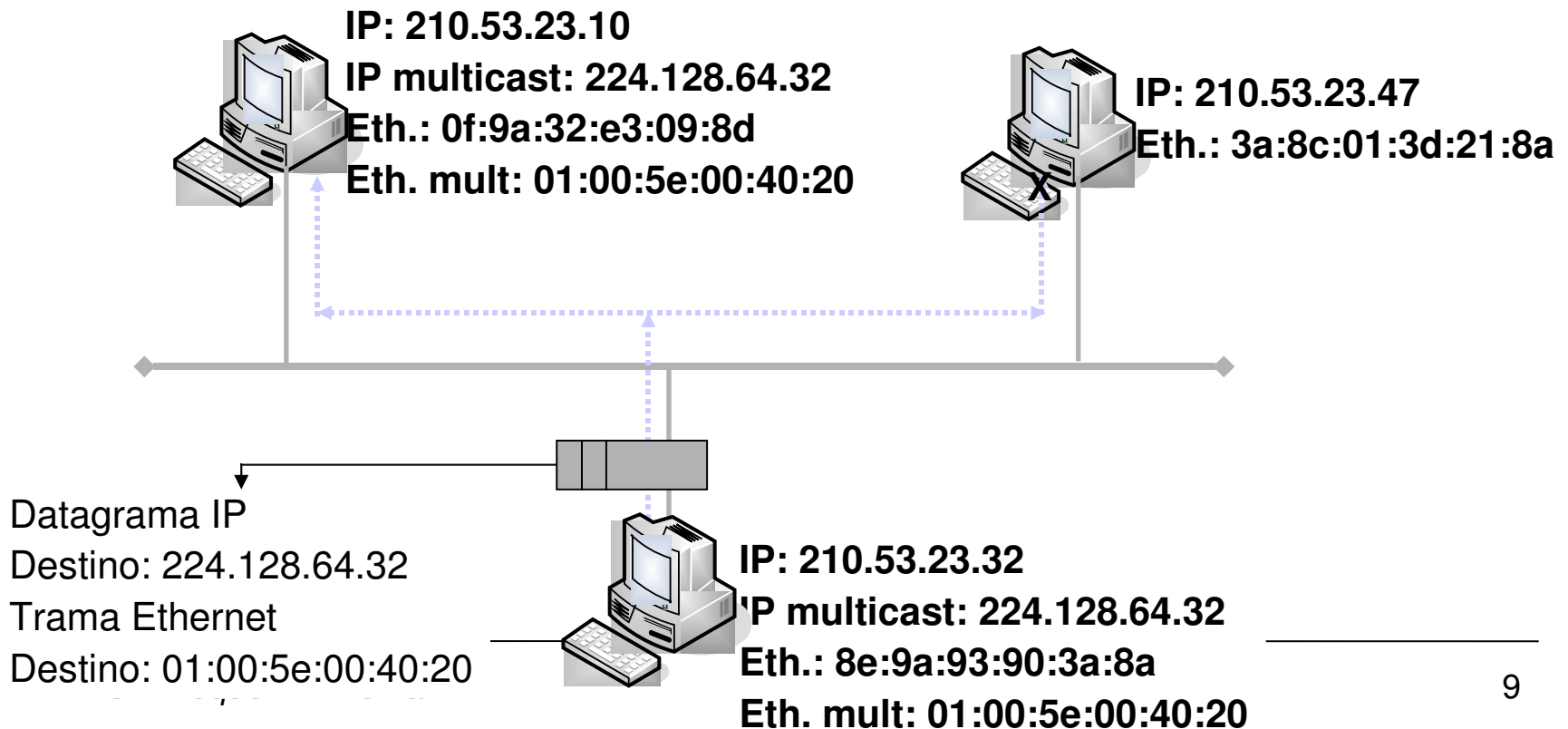
- El hecho de que haya 5 bits de la dirección IP que no se utilicen para la generación de la dirección Ethernet de multicast provoca que haya diferentes direcciones de grupos multicast ($2^5 = 32$) que se correspondan con la misma dirección Ethernet de multicast.

Dirección IP	Dirección IP hex.	Dirección Ethernet
224.128.64.32	e0.80.40.20	01:00:5e:00:40:20
224.0.64.32	e0.0.40.20	01:00:5e:00:40:20
225.128.64.32	e1.80.40.20	01:00:5e:00:40:20
...

- Esta conversión permite que la interfaz reconozca como propios tramas destinadas a las direcciones Ethernet multicast correspondientes.
- Como el mapeado no es único (1 dirección Ethernet multicast para 32 direcciones IP multicast) → Es necesario realizar un filtrado posterior para eliminar las tramas no importantes.
- En otros medios físicos el mapeo se realiza de una forma muy parecida.
 - FDDI tiene direcciones de 48 bits → Mismo mapeo.
 - Token ring utiliza otro mecanismo para realizar el mapeo.

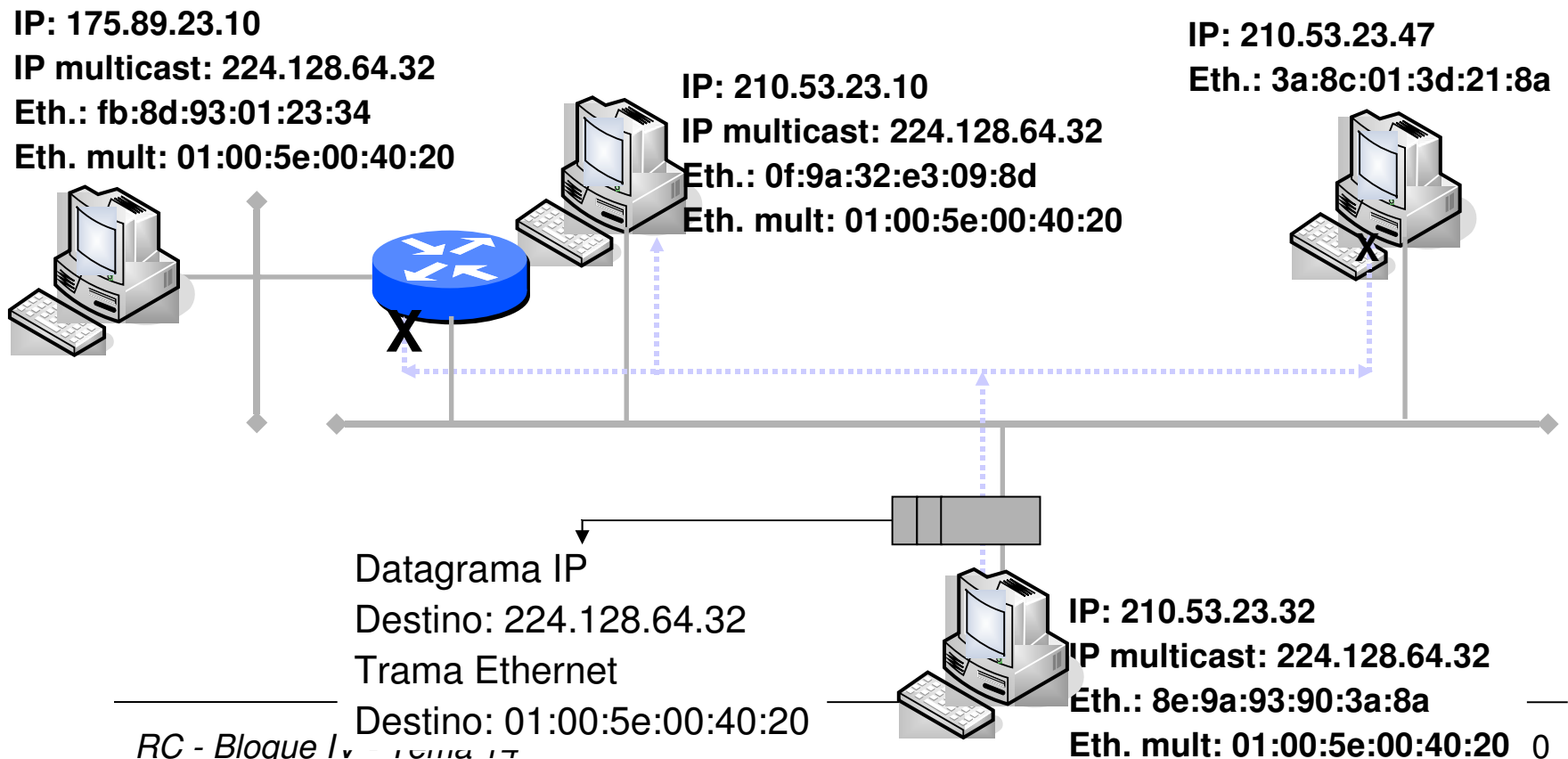
Transmisión multicast

- En una única red física no hay problemas para realizar multicast:
 - El emisor envía un datagrama IP a una dirección multicast, que es convertida en una dirección Ethernet multicast y se envía la trama.
 - El receptor se une a un grupo y la interfaz se habilita para la recepción de estos datagramas multicast.
 - Al recibir un mensaje multicast, se entrega una copia a uno o varios procesos.



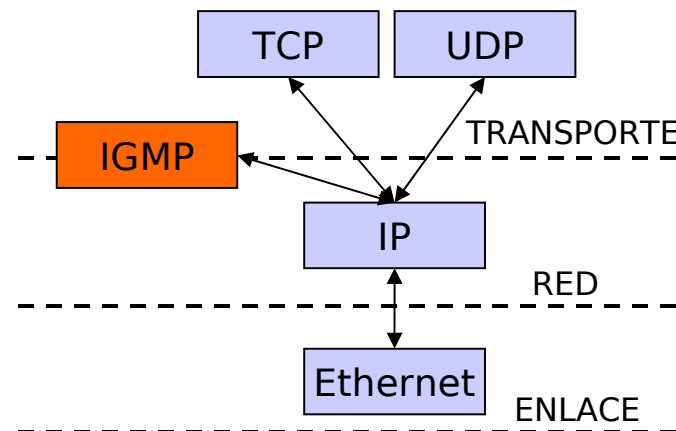
Transmisión multicast

- Las complicaciones se encuentran cuando hay que atravesar routers
→ Es necesario un protocolo en el router para determinar si algún host en alguna de sus redes pertenece a un grupo multicast.
- Para esto, se ha definido el protocolo denominado Internet Group Management Protocol (IGMP).



IGMP

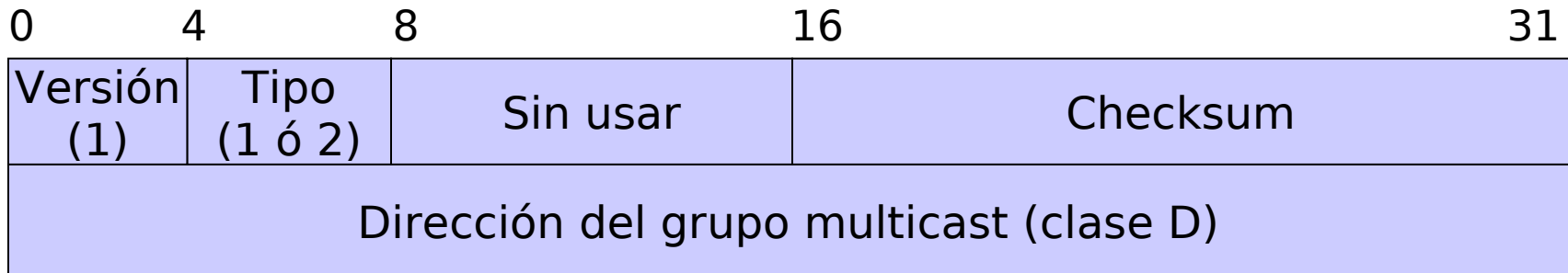
- Internet Group Management Protocol – Especificado en el RFC 1112.
- Es un protocolo utilizado por hosts y routers para poder soportar adecuadamente el multicasting.
- Principal objetivo: que los routers de entrada a las redes conozcan que hosts están utilizando multicast y con qué grupos.
- Así, los routers permiten o no el paso de los datagramas multicast en función del grupo al que pertenece:
 - Si está siendo utilizado en ese momento por algún host → Se envía por esa interfaz.





IGMP: Mensajes

- El tamaño del mensaje IGMP es fijo de 8 bytes
 - No se considera la posibilidad de que se puedan transportar datos adicionales.
 - El datagrama IP completo tiene una longitud de 28 bytes (20 de cabecera IP + 8 de mensaje IGMP)
- El campo del protocolo en la cabecera IP es 2.



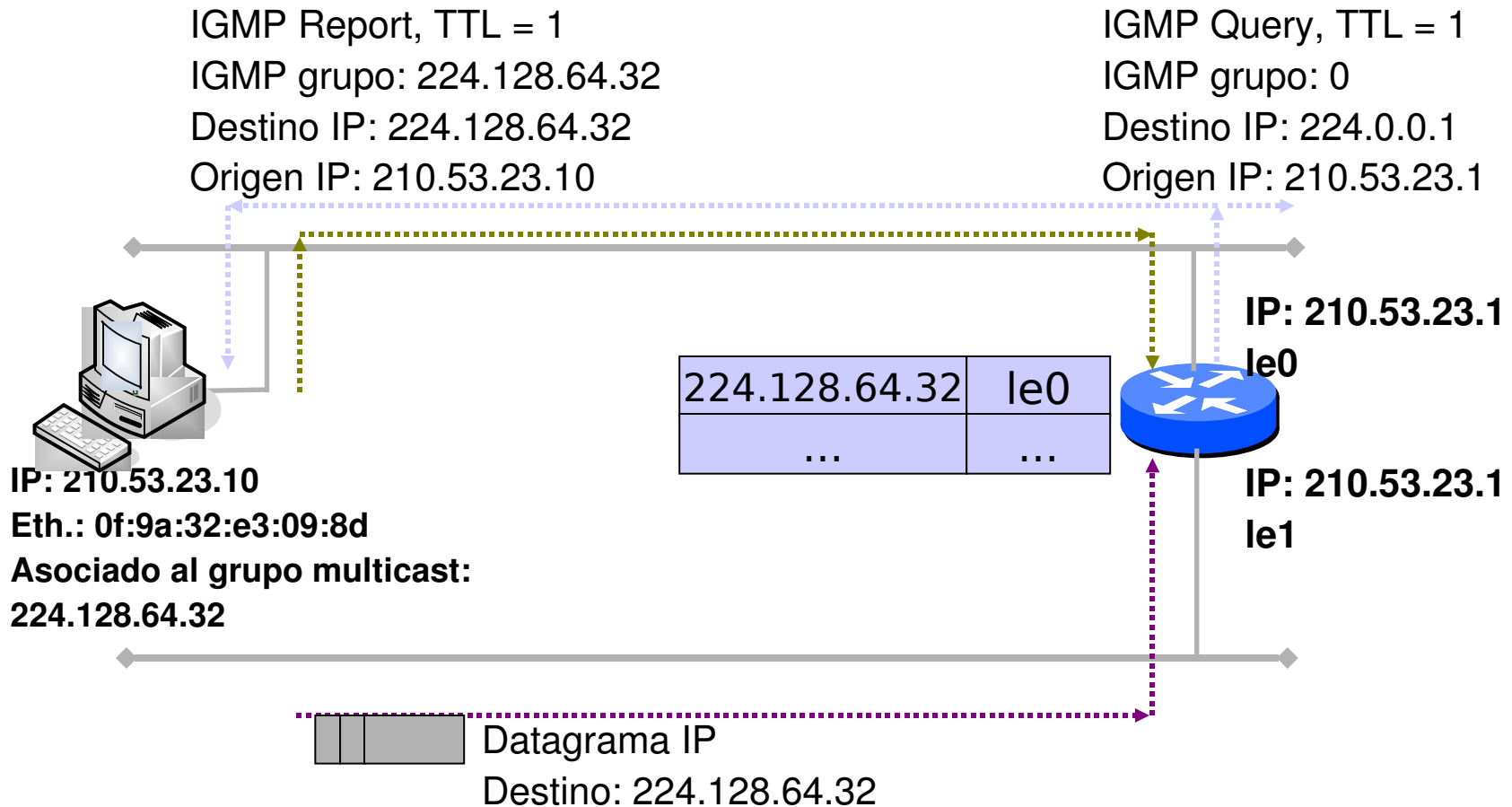
- Versión: es la versión 1.
- Tipo:
 - 1 (query): consulta enviada por un router multicast.
 - 2 (report): respuesta enviada por un host.
- Dirección del grupo: dirección IP clase D.
 - En las consultas, este campo se rellena a ceros.
 - En las respuestas, contiene el grupo multicast al que está asociado el host.



IGMP: Operación

- Base: un host se puede suscribir o abandonar dinámicamente grupos multicast.
- Dentro de un mismo host pueden existir uno o varios procesos que pertenecen a uno o varios grupos multicast → Un host que soporta multicasting contiene unas tablas que relacionan los procesos que actualmente están haciendo uso del multicasting con sus grupos asociados.
- Los hosts utilizan los datagramas IGMP para comunicar a los routers qué grupos multicast están utilizando sus procesos en ese momento:
- Funcionamiento:
 1. Un host envía un mensaje IGMP a su router cuando el primer proceso se suscribe a un grupo.
 - Este mensaje se envía por la misma interfaz utilizada por ese proceso en caso de que existan varias interfaces.
 2. Un host nunca manda un mensaje cuando un proceso abandona un grupo, incluso aunque sea el último proceso del host suscrito a ese grupo.
 3. Los routers que soportan multicast mandan regularmente mensajes para ver si los hosts mantienen todavía procesos interesados en esos grupos.
 - Si un router no obtiene ninguna confirmación de un grupo no permite pasar a los datagramas pertenecientes a ese grupo.
 4. Cuando un host recibe una petición por parte de un router responde con un mensaje IGMP tipo 2 para confirmar que todavía tiene procesos suscritos a ese grupo multicast.

IGMP: Operación





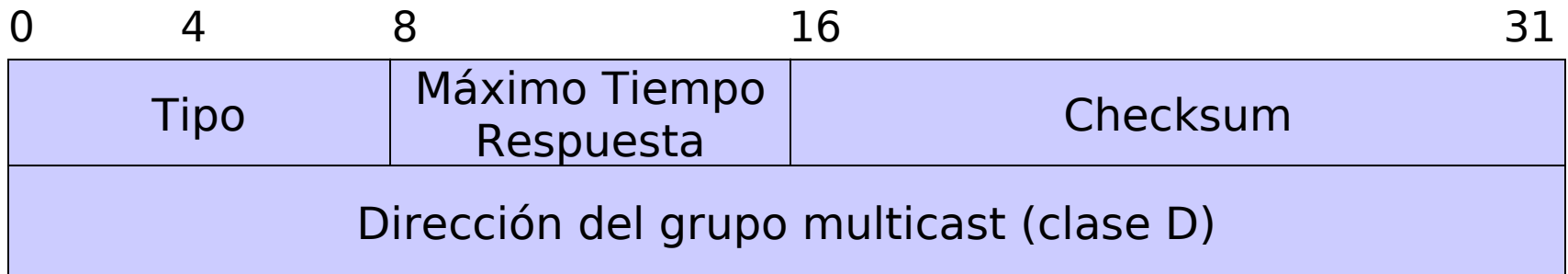
IGMP: Operación

- El mensaje inicial de un host hacia su router para unirse a un grupo es replicado (IP no es fiable):
 - El segundo mensaje es enviado con un retraso de 0 a 10 segundos en función del sistema operativo.
- Las respuestas a las consultas de un router para confirmar la unión a un grupo no se realizan inmediatamente sino con un retardo aleatorio para de esta forma garantizar que una respuesta masiva y simultánea no provoque colisiones.
- Si un host escucha la confirmación de otro hacia un router sobre un grupo al que él está inscrito → no manda su confirmación.
- El valor del TTL es 1 para que el datagrama pueda ser enviado a la misma subred.
 - Valores mayores del TTL son utilizados por routers de reenvío de datagramas.
- El rango de direcciones 224.0.0.0 - 224.0.0.255 está reservado para aplicaciones que no necesitan un multicast con un TTL superior a un salto → Un router nunca reenviará uno de estos datagramas.
- Dirección 224.0.0.1:
 - Se unen todos los hosts y routers de una red física para todas las interfaces que soportan multicast.
 - Este grupo nunca es confirmado durante la operación de IGMP.



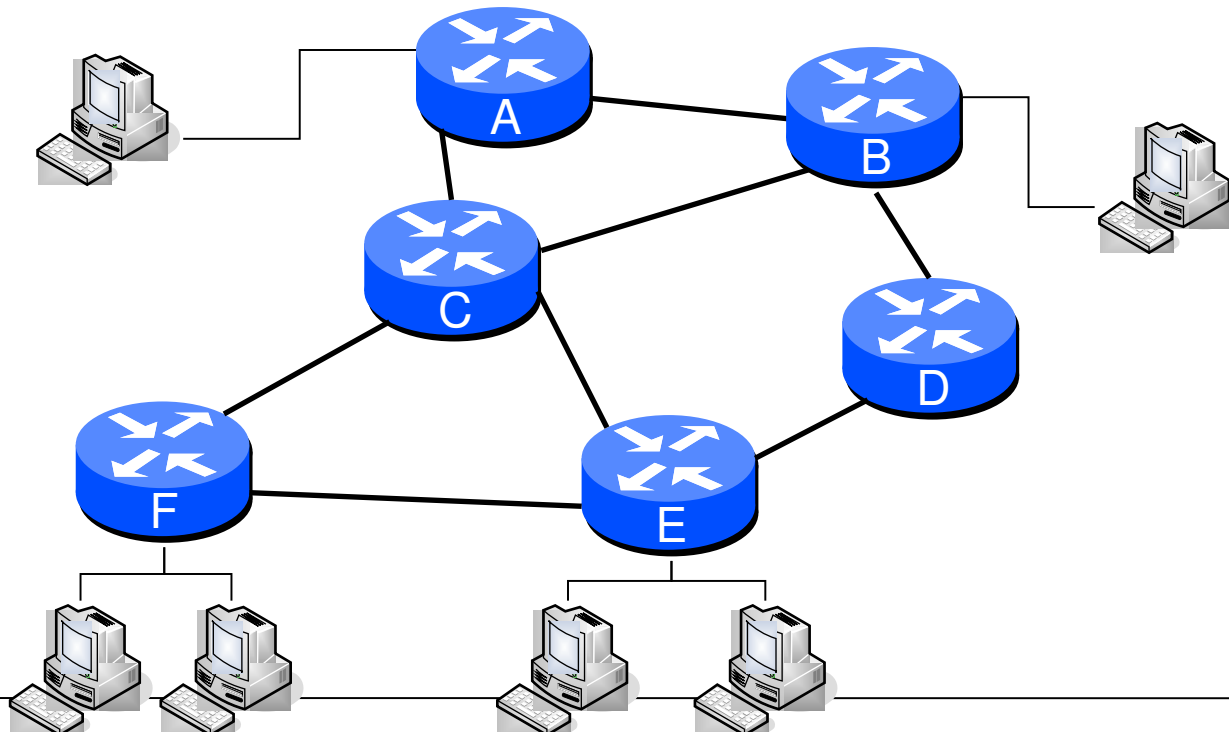
IGMP v2

- Tipo: incluye el campo versión anterior.
 - Query (0x11): consulta IGMP v1
 - Report (0x12): respuesta IGMP v1
 - Report (0x16): respuesta IGMP v2
 - Leave (0x17): abandono de grupo (IGMPv2)
- Máximo Tiempo Respuesta:
 - Establecido por los routers en las consultas
 - Utilizado por los hosts para generar el tiempo aleatorio de envío de la respuesta.



Enrutamiento multicast

- IGMP permite a un router determinar qué tráfico multicast necesita recibir (para sus hosts) → ¿Cómo deben enrutarse los paquetes entre los routers para asegurarse de que cada router recibe sólo el tráfico multicast que necesita?
- Problema de enrutamiento multicast → Obtener el árbol que conecte a todos los routers del grupo.
 - El árbol puede contener a otros routers para enrutar (p.e. C o D)





Enrutamiento multicast

- Enrutamiento multicast mediante árboles de grupo compartido:
 - Se define un árbol que es compartido por todos los miembros del grupo (independientemente del emisor).
 - Cada enlace tiene asociado un coste → Problema del árbol de Steiner → NP-completo, aunque existen buenas aproximaciones
 - Problemas:
 - Requiere información de todos los enlaces de la red
 - Hay que volver a ejecutar el algoritmo cada vez que se modifica el coste de un enlace
 - Se definen otras alternativas, como la aproximación basada en un centro:
 - Se identifica un nodo central para el grupo multicast
 - El nodo central recibe todos los mensajes de unión, creándose el árbol según el camino seguido por estos mensajes
 - Problemas:
 - ¿Cómo se selecciona el punto central?



Enrutamiento multicast

- Enrutamiento multicast basado en el emisor:
 - Se construye un árbol multicast específico para cada emisor
 - Enrutamiento de camino inverso:
 - Cuando un router recibe un mensaje multicast lo retransmite por todos sus interfaces de salida (excepto por donde lo recibió), sólo si ha entrado por el enlace que está en la ruta más corta hacia el emisor.
 - En otro caso, el mensaje es descartado (porque el router recibirá el mensaje a través de la ruta más corta).
 - Problemas:
 - Escalabilidad por el uso de inundación
 - Existen algunas soluciones basadas en la poda → Un router envía un mensaje de poda al router superior si no tiene hosts asociados al grupo multicast.



Enrutamiento multicast

- Algoritmos de enrutamiento empleados hoy en día en Internet:
 - Dense Mode (DM): se basa en la técnica de enrutamiento de camino inverso y poda → Válido para muchos hosts y gran ancho de banda.
 - DVMRP (Distance Vector Multicast Routing Protocol) – RFC 1075
 - Primero definido y base para Mbone.
 - Basado en los protocolos RIP v1 y RIP v2.
 - MOSPF (Multicast OSPF)
 - Utiliza la topología definida por OSPF
 - PIM-DM (Protocol Independent Multicast – Dense Mode)
 - Operación equivalente a DVMRP, aunque independiente del protocolo de enrutamiento.
 - Sparse Mode (SM): construye un árbol de distribución → Válido para hosts multicast distribuidos y con un ancho de banda limitado.
 - PIM-SM (PIM – Sparse Mode)
 - Construyen árboles multicast compartidos a través de un router central (rendezvous point – RP).