

**Multicast IP: aplicaciones y gestión**  
*Multicast IP: applications and management*

**Miriet Espinosa Ojeda**

Universidad de Ciencias Informáticas

[miriet@uci.cu](mailto:miriet@uci.cu)

## Resumen

El objetivo de este artículo es caracterizar los elementos funcionales de multicast IP, demostrando su efectividad para servicios punto-multipunto. Describir como se realiza la gestión de grupos multicast, la gestión del envío de paquetes multicast, como se logra calidad de servicio empleando MPLS. Cual es el estado de desarrollo actual de esta tecnología y su aplicación.

**Palabras clave:** multicast IP, IGMP, ICMPv6, Mbone

## Abstract

*The purpose of this article is to characterize the functional elements of multicast IP. Also, to describe the way in which multicast management of groups and packages correspondence is made, as well as how it is achieved quality service using MPLS. Besides it is shown which is the current status of the development of this technology and its application.*

**Key words:** ICMPv6, IGMP, Mbone, multicast IP

## Introducción

La convergencia tecnológica pone a disposición de los usuarios múltiples servicios de telecomunicaciones mediante un único acceso a la red de datos. La transmisión de radio y televisión digitales, vídeo bajo demanda, teleconferencia y enseñanza a distancia son de los más populares. Este tipo de datos tiene la característica de ocupar grandes volúmenes de memoria (Tabla. 1) y tener requerimientos especiales en la demora y variación aceptable de la misma. Por lo que debe tratarse con especial atención las técnicas a emplear para ofertar el servicio y garantizar tener a los clientes satisfechos optimizando el empleo de los recursos en la red.

---

	Bitrate	1 hora
Cine	150-400 Mbps	69 GB
TV-HD	100-220 Mbps	110 GB
TV-SD-a	50 Mbps	23 GB
TV-SD-b	25 Mbps	11,5 GB
Satélite, Cable	5 Mbps	2,3 GB

---

DVD	8 Mbps	3,7 GB
Vídeo CIF	600 Kbps	270 MB
Radio	256 Kbps	115 MB
Imagen	Sin pérdidas	25 MB
PDF		10 MB

Tabla 1. Magnitud de almacenamiento en los datos.

Desde las primeras redes de datos IP una de las alternativas posibles consiste en atender de forma individual la solicitud de cada usuario, denominada unicast (unienvío). Donde se optimiza el empleo del ancho de banda pero a un costo elevado en tiempo de procesamiento al servidor donde se hospeda el servicio, pues debe enviarle a la información a cada de dispositivo por separado.

Con broadcast (difusión) se resuelve el problema de la sobrecarga en el servidor al enviar de una sola vez los datagramas a todos los ETD (Equipos Terminales de Datos) del dominio de difusión. Pero sin tener en cuenta si el usuario está interesado o no en la información a recibir, empleando de forma ineficiente ancho de banda, y en la transmisión es de materiales audiovisuales, no se puede dejar de tener en cuenta, por el gran volumen que representa.

Enviarle solo a los todos los usuarios interesados la información desde el servidor como si atendiese una sola petición, es la mejor solución en este tipo de aplicaciones. Por lo que se recomienda emplear la técnica de transmisión multicast. Definida como el envío de datagramas a un grupo definido de destinatarios. Los servicios ante mencionados además de la distribución de software para actualizaciones e instalaciones remotas son ejemplos de las múltiples aplicaciones que tiene multicast hoy en día.

El propósito del presente artículo es describir los aspectos fundamentales de multicast sobre redes IP. Cómo realiza la gestión de pertenencia a los grupos multicast, las formas en que se define el alcance de la transmisión. Cómo realizar el envío de los paquetes, como obtener calidad de servicio en multicast, y como se realizan transmisiones multicast en internet actualmente.

#### - Multicast IP

La arquitectura TCP/IP reina en el mundo de las redes de datos. IP (Internet Protocol) su protocolo de nivel de red incluye las características necesarias para de poder realizar multicast. Para realizar una transmisión multicast lo primero es definir a quién se le enviará la información, luego por que vía, y que alcance tendrá la misma.

Para definir los destinatarios de la transmisión se crean grupos con todos los interesados, la gestión de pertenencia o no a un grupo multicast está orientada al receptor pues son los usuarios quienes definen si desean o no determinada información. También debe ser dinámica, para permitirles a los usuarios incorporarse ó abandonar el grupo cuando lo deseen.

Para el envío de los paquetes por la red es necesario el uso de protocolos de ruteo multicast los cuales deben construir y mantener actualizado el árbol de entrega, forma en que se encuentra conectado el transmisor con todos los pertenecientes al grupo. También son necesarios dispositivos de inconexión que los soporten y definir el alcance de la transmisión multicast

#### - Gestión de grupos multicast.

En IPv4 el protocolo que se emplea para la gestión de grupos multicast es IGMP (Internet Group Management Procol, Protocolo de Gestión de Grupos de Internet), se encuentra ubicado en un subnivel superior a IP, al igual que ICMP (Internet Control Message Protocol, Protocolo de Control de Mensajes de Internet) está estrechamente relacionado IP y viaja en su

campo de datos, pero sin llegar al nivel de transporte. Analizar el formato del mensaje IGMP facilita la comprensión de sus funciones. Se toma la versión dos de protocolo para la explicación y respecto a ella se referencian las diferencias con las versiones 1, y 3. Fig. 1

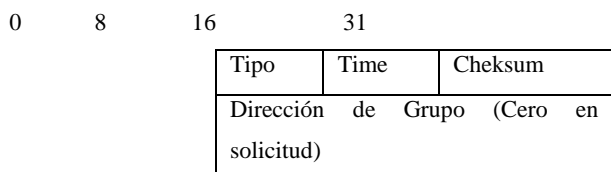


Fig. 1 Formato de mensaje IGMPv2.

**Cheksum (Suma de verificación):** es el complemento a uno de los 8 octetos. Al computar dicha suma el campo Cheksum se toma como 0. Si se detectan errores en datagramas multicast no se transmiten mensajes ICMP, pues IGMP está diseñado para evitar congestión.

**Dirección de Grupo:** Dirección IP clase D, se encuentran comprendidas en el rango 224.0.0.0 a 239.255.255.255. Son empleadas para la identificación de grupos multicast y no pueden ser utilizadas como origen, solo como destino.

Independientemente de su naturaleza dinámica, los grupos multicast pueden ser permanentes o transitorios. Un grupo permanente tiene asociada una dirección IP multicast fija, y existen independientemente del número de miembros que tenga el grupo. Se asocian con aplicaciones normalizadas.

Ejemplos:

224.0.0.1: Todos los host de la subred

224.0.0.2: Todos los routers (encaminadores) de la subred

224.0.0.4: Todos los routers DVMRP de la subred

224.0.0.5: Todos los routers OSPF del dominio

Se puede hacer uso del servicio DNS para localizar la dirección asociada a un grupo multicast permanente (dominio mcast.net) y lo mismo para sus resoluciones inversas (224.in-addr.arpa.)

Un grupo transitorio se crea en el momento que se lanza una aplicación multidifusión, y dejará de existir cuando deje de tener miembros activos.

El grupo multicast se considera siempre de receptores, no de emisores. Lo cual implica que el trasmisor de un datagrama multicast no tiene por qué ser miembro del grupo al que envía la información.

**Tipo:** este campo define la funcionalidad del mensaje IGMP. Ver Tabla 1.

Tipos	Funcionalidad
16H	Informe de pertenencia, enviado por un equipo que se une al grupo multidifusión. También reenvía como respuesta a un mensaje de consulta del router multidifusión.
11H	Consulta de pertenencia de equipos, enviado periódicamente por los router para sondear la subred en busca de los miembros del grupo.
17H	Dejar grupo, enviado por un equipo cuando abandona el grupo multidifusión.

Tabla 2. Funcionalidad dado el tipo de mensaje.

Existen tres versiones en la actualidad del protocolo IGMP las cuales ha ido eliminado las debilidades del original: IGMP Versión 1 (RFC-1112) No da la posibilidad de que el usuario mismo anuncie su separación del grupo.

IGMP Versión 2 (RFC-2236) Es la versión que se explica de forma más abundante en el presente documento.

IGMP Versión 3 (RFC-3376) Elimina algunas debilidades de anteriores versiones como, por ejemplo, la transmisión de información no deseada a grupos de multidifusión. Para ello, permite a los sistemas finales especificar la lista de máquinas desde las que quieren recibir datagramas IP de multidifusión y que dicho tráfico sea bloqueado por los routers de multidifusión locales.

IGMP es un protocolo diseñado para operar con IPv4. Aunque sus funcionalidades también son necesarias en IPv6, en esta versión del protocolo IP, IGMP no existe como protocolo independiente, sus funcionalidades han sido incluidas en el protocolo ICMPv6 (RFC-1885). Todas las funcionalidades del protocolo IGMPv3 se cumplen en ICMPv6.

Existe otro un nuevo mecanismo para la gestión de grupos multicast que a diferencia de IGMP, no incluye en un mismo grupo a todos los interesados en pertenecer sin tener en cuenta ubicación física o calidad de servicio requerido. CGM (Contractual group membership, Asociación en grupos por contrato) tiene como idea fundamental dividir los grupos multicast en subgrupos homogéneos teniendo como parámetros para esta división su ubicación física y/o términos relacionados a la QoS (Calidad de Servicio) como pueden ser ancho de banda disponible, demora, probabilidad de pérdidas de los paquetes.

El transmisor deberá tener una comunicación por separado con cada subgrupo, de esta forma se logra minimizar la demora extremo a extremo, y su variación ambas variables importantes a tener en cuenta cuando se trata de aplicaciones en tiempo real, como por el ejemplo el video streaming (formato en el cual el video se puede reproducir sin necesidad de esperar a tener todo el fichero completo).

- Gestión del envío de paquetes.

Una vez definido quienes serán los destinatarios de la información se hace necesaria definir la forma en que viajará la información por la red. Los protocolos de ruteo multicast tienen la función de construir y mantener árboles de distribución para los distintos grupos. Dichos árboles están constituidos por información almacenada en las tablas de ruteo multicast de los nodos involucrados, y son utilizados para la diseminación en la red de los paquetes multicast. Este árbol de entrega es dinámico, en función de la conexión/desconexión de los miembros del grupo. Un árbol tiene por ramas todos los ETD que forman parte del grupo.

Existen dos modelos de algoritmo: Propagación por la Trayectoria Inversa (RPF, Reverse Path Forwarding) y Árbol Centralizado (CBT, Center-Based Tree)

El RPF construye un árbol de entrega desde el origen hasta cada miembro del grupo. Para ello cada datagrama multidifusión recibido en un router se reenviará por las restantes interfaces que cuenten con miembros del grupo, siempre que la interface por la que ha llegado es la utilizada por el router para enviar datagramas unicast hacia el origen del datagrama multicast, trayectoria inversa. Los árboles así obtenidos mantienen rutas óptimas, y además son dependientes de cada origen, distintos orígenes pueden dar lugar a diferentes árboles, con lo cual se distribuye mejor la carga multidifusión por toda la red.

El CBT se selecciona un router que actuará como punto central o raíz del árbol de entrega para un grupo multidifusión. El árbol obtenido es óptimo desde el punto central a los miembros del grupo, pero obliga a que el envío multicast desde un origen se envíe al punto central, para su posterior reenvío. Otra característica de CBT es que el árbol obtenido es único para el grupo, independientemente de el los transmisores.

Los protocolos que los implementan son múltiples: DVMRP (Distance Vector Multicast Routing Protocol), MOSPF (Multicast Extensions to OSPF), PIM-DM y PIM-SM (Protocol Independent Multicast Dense y Sparse Mode) son solo algunos ejemplos de los más conocidos. Se encargan de mantener las ramas de este árbol y podar las que ya no conducen a miembros del grupo.

Cada uno está diseñado para ambientes y entornos definidos. MOSPF y DVMRP son dependientes del protocolo de ruteo unicast que se emplee. PIM es independiente pero se puede seleccionar entre en modo denso y esparcido dependiendo del número y distribución de los usuarios multicast.

Este tipo de protocolos deben satisfacer los requerimientos de las diversas aplicaciones y los recursos de red consumidos deben ser mínimos, otra característica importante a considerar es el grado de escalabilidad que posee un protocolo de ruteo multicast, es decir, como afecta a su desempeño el crecimiento en número de nodos involucrados.

#### - Multicast e Internet.

Inicialmente multicast estaba reservado para redes LAN pero desde 1992 es posible realizar multicast en internet donde no todos los dispositivos de interconexión lo soportan. En este caso el tráfico multicast es encapsulado en paquetes IP unicast desde el mrouter o router multicast que inicia el túnel hasta llegar al otro extremo donde es tratado nuevamente como un paquete multicast. Así los paquetes multicast podrán viajar entre redes que no soporten multicast.

Esta forma de comunicación permite la interacción de islas multicast en internet, y es conocida como Mbone (backbone multicast) pero que es una red virtual para la experimentación del uso de multicast en internet. La implementación real del Mbone como un servicio operativo global, requerirá un cambio topológico esencial en el que, las cada vez más numerosas islas multicast interconectadas entre sí, dejen paso a un medio completamente multicast integrado dentro del enrutamiento IP.

#### - Multicast con QoS.

Con el desarrollo de MPLS (MultiProtocol Label Switching) se han superado algunas deficiencias de los niveles superiores, como por ejemplo en TCP/IP se mejora el factor de transmisión, debido a que en vez de realizar el envío de paquetes a través de enrutamientos basados en direcciones IP este se realiza mediante conmutación a través de etiquetas; se logra ofertar servicios diferenciados, y calidad de servicio acorde a las necesidades del cliente. Para el envío de información de multidifusión IP sobre MPLS se utilizan protocolos de señalización como el CR-LDP (Constraint-based Label Distribution Protocol Overview, Protocolo General de Distribución por etiquetas basado en restricciones) ó el RSVP-TE (Resource Reservation Protocol - Traffic Engineering, Protocolo de Reservación de recursos). RSVP es un protocolo de señalización que para un flujo específico reserva recursos a lo largo de un camino entre el nodo origen y el nodo destino lo que le permite garantizar la Calidad de Servicio. El CR-LDP asegura parámetros de Calidad de Servicio como por ejemplo la reserva de recursos y el retardo máximo para un flujo de información.

#### - Gestión Multicast.

Para realizar la gestión de servicios multicast podemos utilizar alguna herramienta de monitoreo, que sea capaz de discriminar entre tráfico unicast y multicast y brindar información suficiente. Aunque el proceso es trabajoso por la característica multicast de poder estar comunicando PC's en diferentes subredes. Será necesario realizarlas en varios puntos físicos de la red para llegar a resultados concluyentes.

En la UCI se han realizado algunas pruebas con el Traceplus Ethernet, potente herramienta de análisis y monitorización de redes, que obtiene toda la información necesaria directamente desde el subsistema de red de Windows, y de esta forma puede visualizar todo el tráfico generado por las máquinas conectadas en la red local. Muestra toda la información recogida en distintas tablas, gráficas e informes, detallados y fáciles de interpretar. Figura 2.

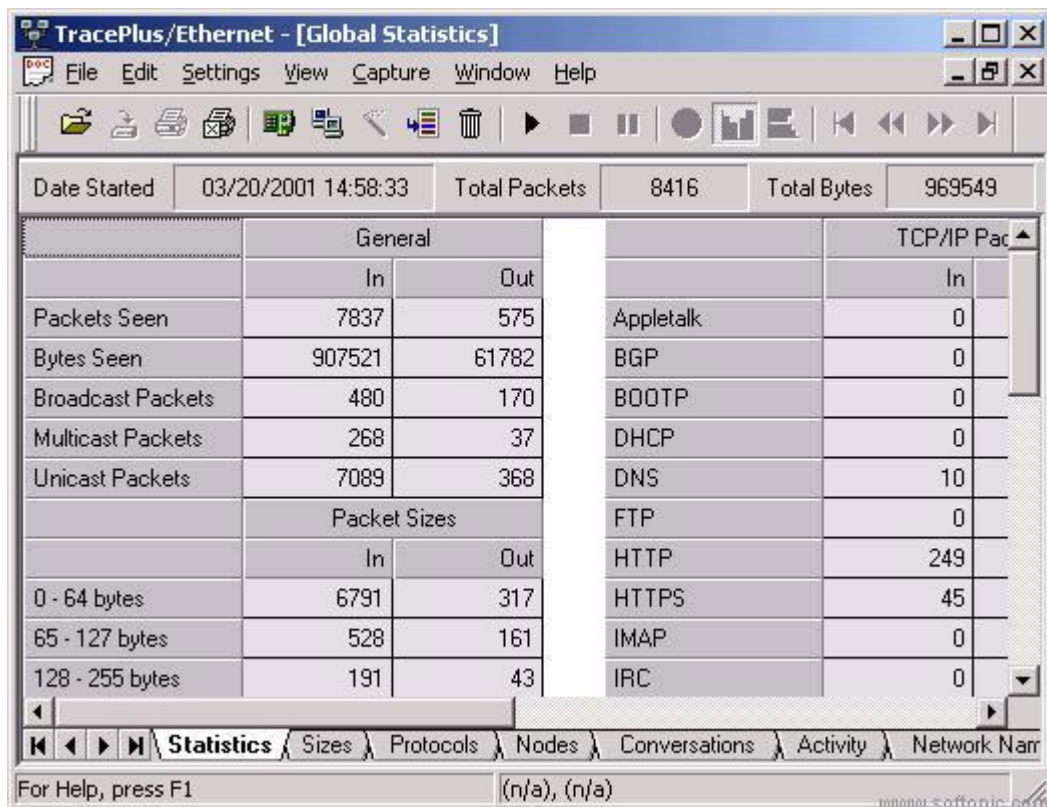


Fig. 2 Trace/Plus-Ethernet

## Conclusiones

El desarrollo de sistemas multicast es acelerado en la actualidad, por la necesidad de garantizar la base tecnológica al gran número de aplicaciones punto multipunto que existen. Se espera poder ofertar esta tipología de servicios de forma mucho más amplia a través de Internet en un futuro: IP multicast se encuentra en aplicación y desarrollo. En la universidad de las ciencias informáticas se han realizado pruebas para su próximo empleo, donde solo será necesario el cambio de algunos dispositivos de interconexión. Sus principales aplicaciones serán en la transmisión de teleclases, documentales, radio y televisión digital, series, y películas servicios que actualmente de ofertan mediante unicast, migrar la forma de implementación a multicast permitirá un uso más eficiente de la red gracias a las ventajas inherentes a multicast.

## Referencias Bibliográficas

- Adolfo Rodriguez, John Gatrell, John Karas, Roland Peschke "TCP/IP Tutorial and Technical Overview"

Fecha de presentación: diciembre 2006

Disponible en: <http://www.redbooks.ibm.com/cgi-in/searchsite.cgi?query=TCP/IP+Tutorial+and+Technical+Overview>

- Asfour, T.; Block, S.; Serhrouchni, A.; Tohme, S. "Contractual group membership CGM: a new mechanism for multicastgroup management"

Computers and Communications, 2000. Proceedings. ISCC 2000. Fifth IEEE Symposium on Volume , Issue , 2000  
Page(s):666 – 671

Digital Object Identifier 10.1109/ISCC.2000.860715

Disponible en: [http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs\\_all.jsp?tp=&arnumber=860715&isnumber=18650](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?tp=&arnumber=860715&isnumber=18650)

- Douglas E. Comer "Redes Globales de Información con Internet y TCP/IP" Tomo I
- Dr. Emilio López Zapata, Dept. Arquitectura de Computadores  
Universidad de Málaga "Conferencia de Almacenamiento Distribuido de Datos"  
Fecha de presentación: junio 2008
- Herramienta de monitoreo traceplus-ethernet  
Fecha de actualización: agosto 2007  
Disponible en: <http://traceplus-ethernet.softonic.com/>
- "Multifusión con QoS"  
Fecha de presentación: diciembre 2006  
Disponible en: [http://bcds.udg.es/papers/yezid\\_02.pdf](http://bcds.udg.es/papers/yezid_02.pdf)
- "Mbone arquitectura y aplicaciones"  
Fecha de Presentación noviembre 2007  
Disponible en: <http://www.rediris.es/rediris/boletin/43/enfoque3.html>
- Rigotti, Guillermo "Implementación y Análisis de CBTv2 en el medioambiente Ns"  
Fecha Presentación: enero, 1998  
Disponible en: <http://www.sedici.unlp.edu.ar/>