

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica



Corso di Reti di Calcolatori I

Roberto Canonico (roberto.canonico@unina.it)

Giorgio Ventre (giorgio.ventre@unina.it)

**Tecniche di trasmissione broadcast
IP multicasting: IGMP**

**I lucidi presentati al corso sono uno strumento didattico
che NON sostituisce i testi indicati nel programma del corso**

Nota di copyright per le slide COMICS



Nota di Copyright

Questo insieme di trasparenze è stato ideato e realizzato dai ricercatori del Gruppo di Ricerca COMICS del Dipartimento di Informatica e Sistemistica dell'Università di Napoli Federico II. Esse possono essere impiegate liberamente per fini didattici esclusivamente senza fini di lucro, a meno di un esplicito consenso scritto degli Autori. Nell'uso dovranno essere esplicitamente riportati la fonte e gli Autori. Gli Autori non sono responsabili per eventuali imprecisioni contenute in tali trasparenze né per eventuali problemi, danni o malfunzionamenti derivanti dal loro uso o applicazione.

Autori:

Simon Pietro Romano, Antonio Pescapè, Stefano Avallone,
Marcello Esposito, Roberto Canonico, Giorgio Ventre

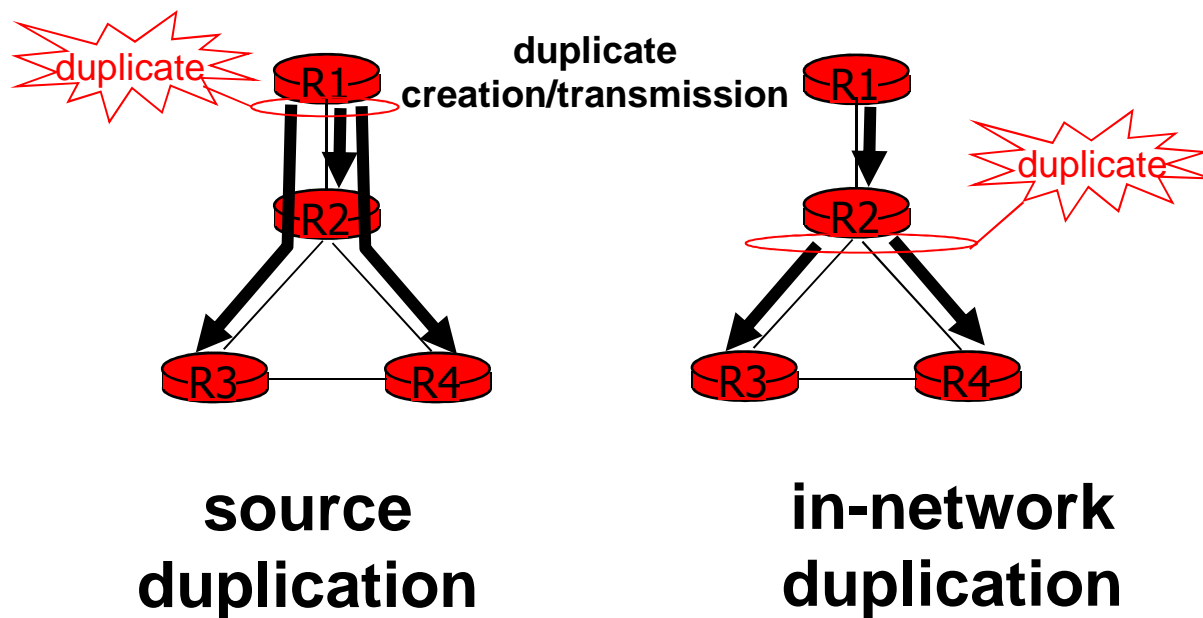


Tecniche di trasmissione broadcast



Broadcast Routing

- deliver packets from source to all other nodes
- source duplication is inefficient:



- source duplication: how does source determine recipient addresses?

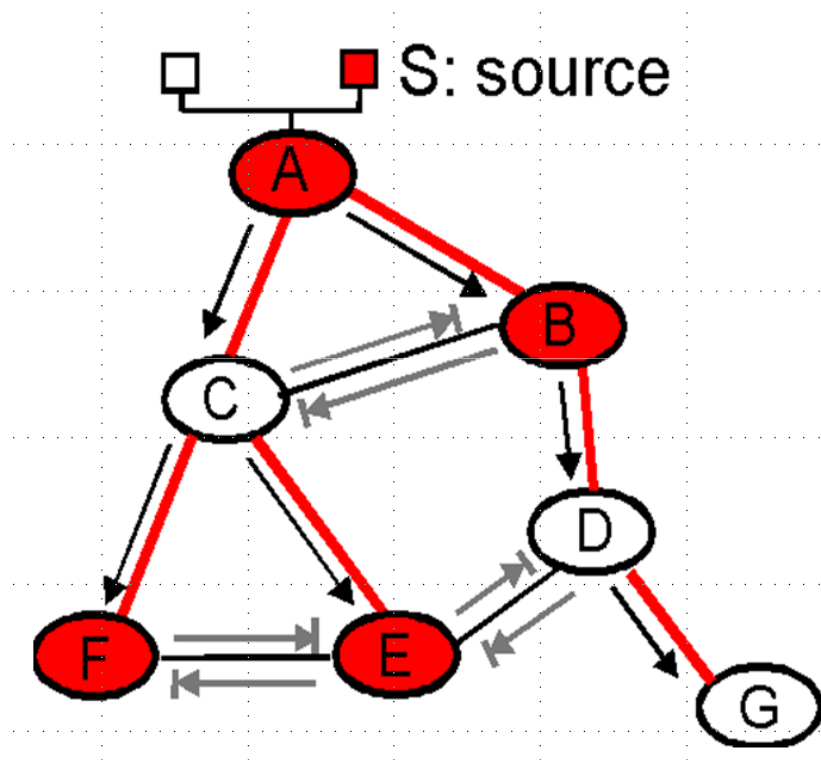


In-network duplication

1. **flooding**: when node receives broadcast packet, sends copy to all neighbors
 - Problems: cycles & broadcast storm
2. **controlled flooding**: node only broadcasts packet if it hasn't broadcasted same packet before
 1. **Sequence number**: node keeps track of pckt ids already broadcasted
 2. **Reverse path forwarding (RPF)**: only forward pckt if it arrived on shortest path between node and source
3. **spanning tree**
 - No redundant packets received by any node



Reverse packet forwarding (RPF)



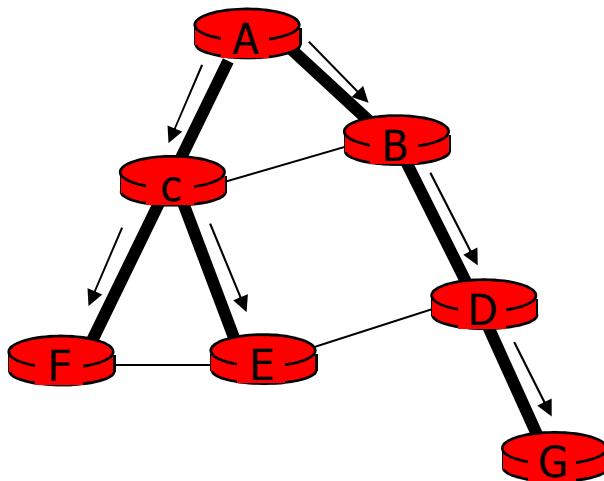
A node forwards a packet only if it arrived from the shortest path between node and source (reverse path)

Still some useless packets are transmitted

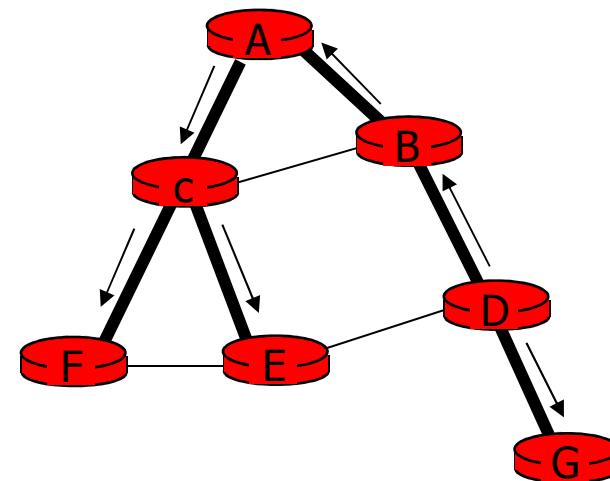


Spanning Tree

- First construct a spanning tree
- Nodes forward copies only along spanning tree



(a) Broadcast initiated at A

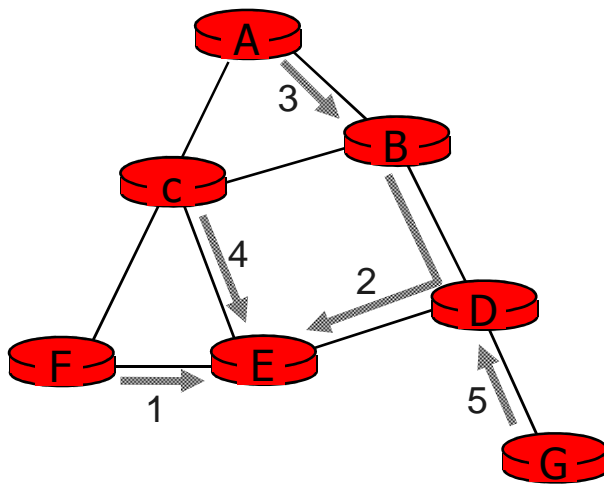


(b) Broadcast initiated at D

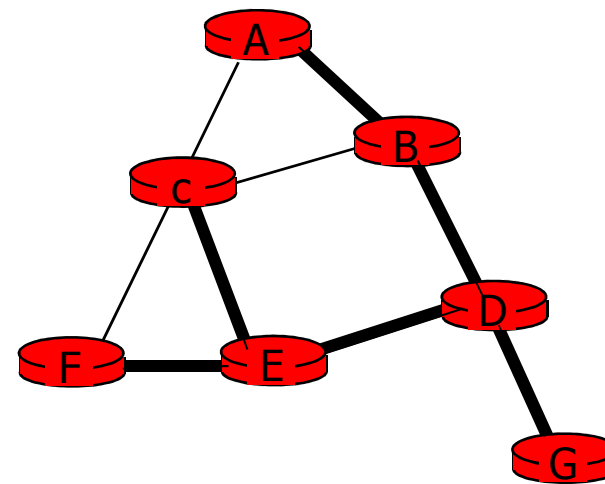


Spanning Tree: Creation

- Center node E
- Each node sends unicast join message to center node E
 - Message forwarded until it arrives at a node already belonging to spanning tree



(a) Stepwise construction of spanning tree



(b) Constructed spanning tree



Trasmissione multicast in reti IP

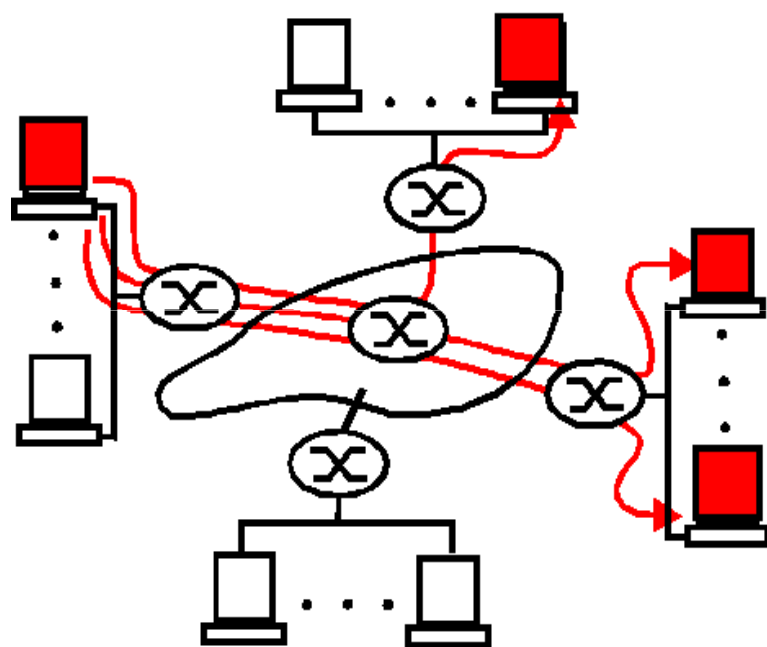


Multicasting: definizione del problema

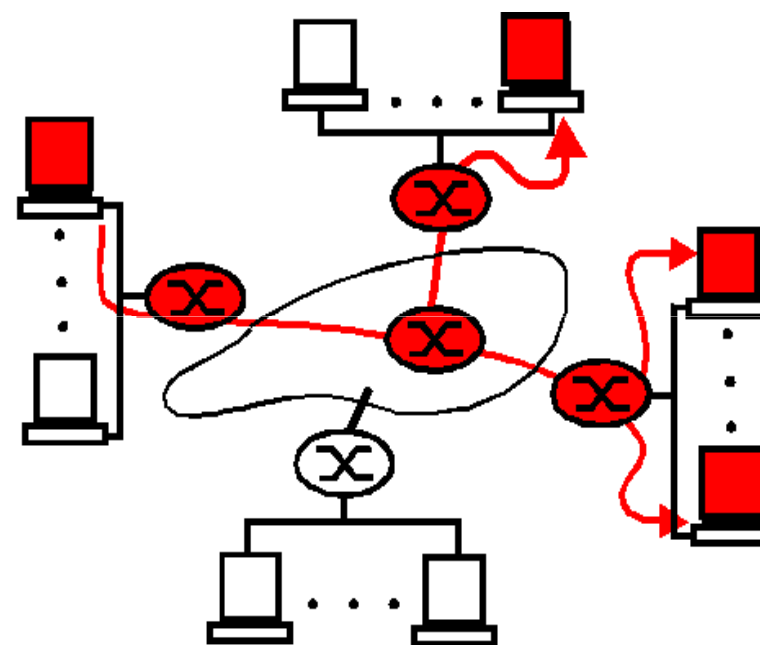
- Un numero sempre maggiore di applicazioni di rete richiedono la spedizione di pacchetti da uno o più sender a un gruppo di receiver
 - la trasmissione dell'aggiornamento di un software dal suo sviluppatore agli utenti che richiedono l'aggiornamento
 - il trasferimento di audio, video e testi per lettura diretta a un gruppo distribuito di partecipanti alla lettura
 - una riunione aziendale o una teleconferenza condivisa tra molti partecipanti distribuiti
 - quotazioni in borsa, distribuzione di listini e cataloghi in tempo reale
 - training, teledidattica
 - sfruttare Internet per trasmissioni di tipo televisivo
- Per ciascuna di queste applicazioni, un'astrazione molto utile è la nozione di **multicast**: l'invio di un pacchetto da un sender a molti receiver con una singola operazione di spedizione.



La trasmissione multicast



multicast via unicast



network multicast



La trasmissione multicast

Come identificare i ricevitori di un datagramma multicast?

Come inviare un datagramma ai ricevitori, una volta identificati?

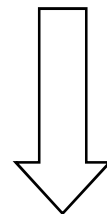




La trasmissione multicast



Address indirection:
da "indirizzo per
destinazione" ad "indirizzo
per evento"



Si utilizza un identificativo unico per il gruppo di ricevitori e una copia del datagramma è inviata, utilizzando tale identificativo, a tutti i membri del gruppo



Gli indirizzi multicast (1/2)

**Ad ogni gruppo è associato un indirizzo multicast,
cioè un indirizzo IP di classe D**



Classe D

All'interno di tale classe esiste un certo numero di indirizzi che sono riservati dall'authority che gestisce Internet a dei gruppi permanenti: tali indirizzi sono detti "well-known"

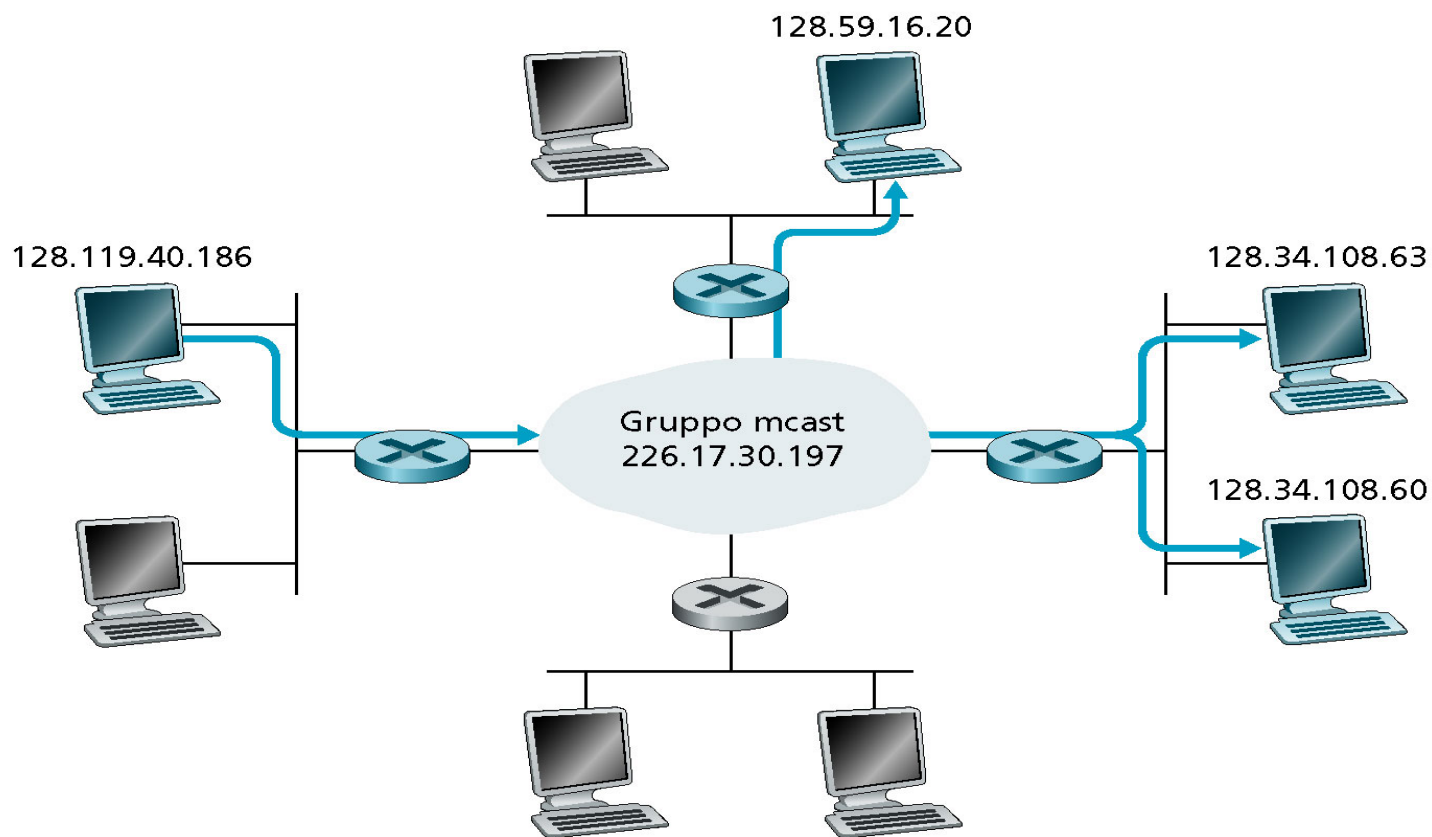


Gli indirizzi multicast (2/2)



- Indirizzi IP Multicast
 - Range da 224.0.0.0 a 239.255.255.255
 - Well known addresses stabiliti dallo IANA
 - Per usi riservati da 224.0.0.0 a 224.0.0.255
 - 224.0.0.1—all systems on subnet
 - 224.0.0.2—all routers on subnet
 - 224.0.0.13 – all PIM routers
 - “<http://www.iana.org/assignments/multicast-addresses>”
 - Altri indirizzi utilizzati dinamicamente:
 - Global scope: 224.0.1.0-238.255.255.255
 - Limited Scope: 239.0.0.0-239.255.255.255
 - Site-local scope: 239.255.0.0/16
 - Organization-local scope: 239.192.0.0/16
-



Il gruppo multicast



Legenda:

-  Router cui sono attaccati componenti del gruppo
-  Router cui non sono attaccati componenti del gruppo



Session Announcement Protocol (SAP)

- Per annunciare una sessione multicast e la sua descrizione si utilizza il protocollo SAP. Ci sono diverse possibilità:
 - Sessioni Global Scope → 224.2.127.254 (SAP.MCAST.NET).
 - 224.2.128.0 – 224.2.255.255
 - Sessioni Administrative Scope → indirizzo più alto
 - Es. se gli indirizzi vanno dal 239.16.32.0 al 239.16.33.255, allora l'indirizzo a cui mandare i pacchetti multicast con gli annunci è il 239.16.33.255.
 - Protocollo UDP, Porta 9875, TTL 255
 - Per cancellare una sessione
 - Explicit Timeout: la durata è parte dell'annuncio
 - Implicit Timeout: se non si riceve nulla per un intervallo prefissato
 - Explicit Deletion
-



La gestione dei gruppi

La gestione dei gruppi è di tipo dinamico:

- **Un host può unirsi o abbandonare un gruppo in qualsiasi momento e può appartenere contemporaneamente a più gruppi**
- **Non è necessario appartenere ad un gruppo per poter inviare ad esso dei messaggi**
- **I membri del gruppo possono appartenere alla medesima rete o a reti fisiche differenti**



Il multicast router

Si occupa dello smistamento dei datagrammi multicast, in maniera trasparente riguardo agli host interessati ad una determinata sessione di gruppo



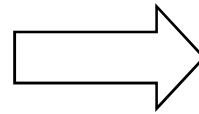
Il multicast router: funzionamento

- **Ogni elaboratore trasmette i datagrammi multicast sfruttando il meccanismo hardware messo a disposizione dalla rete locale su cui si trova**
- **Se un datagramma giunge al multicast router, quest'ultimo si occupa, se necessario, di instradarlo verso le altre reti**



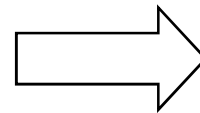
Protocolli per il multicast in Internet

IGMP
Internet Group
Management Protocol



Fornisce ad un host i mezzi per informare il multicast router ad esso più vicino che un'applicazione vuole unirsi ad un determinato gruppo multicast

Algoritmi per il multicast routing

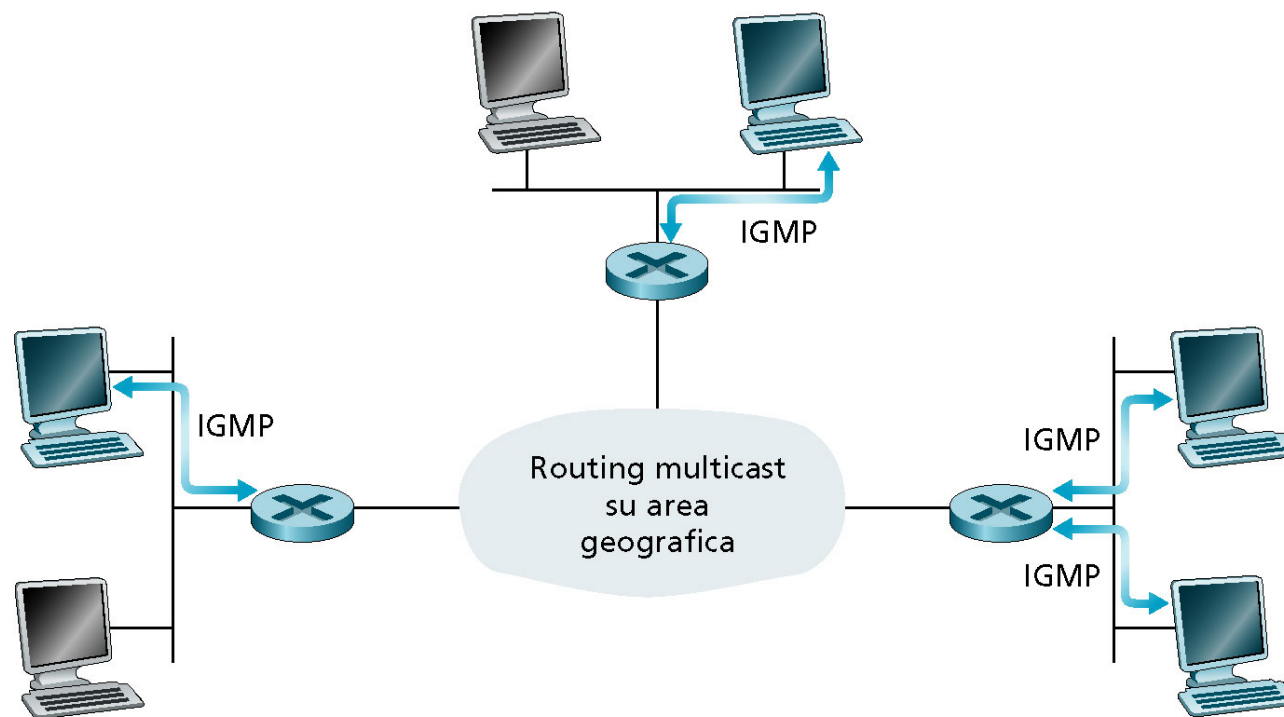


Coordinano i multicast router all'interno della rete Internet, per permettere l'instradamento dei datagrammi multicast



Protocolli per il multicast in Internet

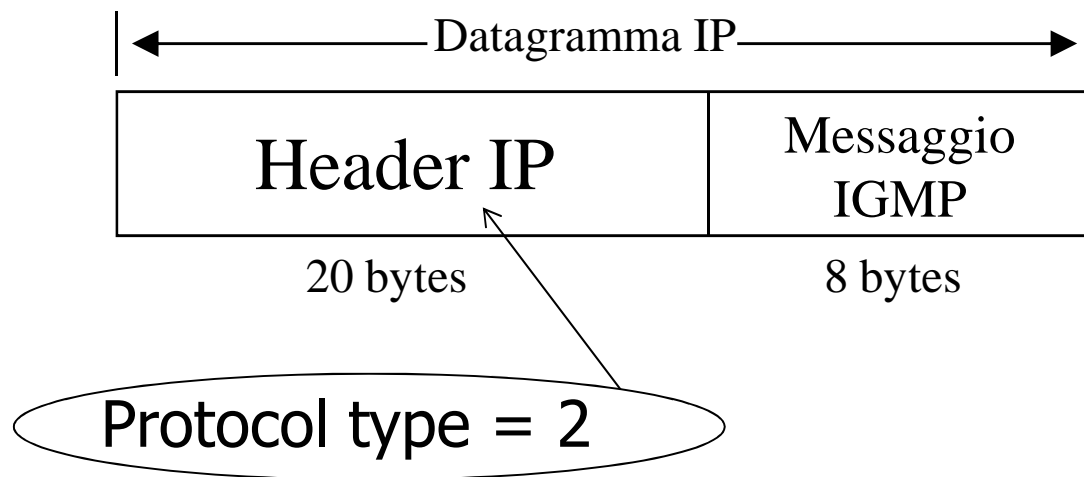
Internet Group Management Protocol opera tra un host ed il router ad esso direttamente collegato





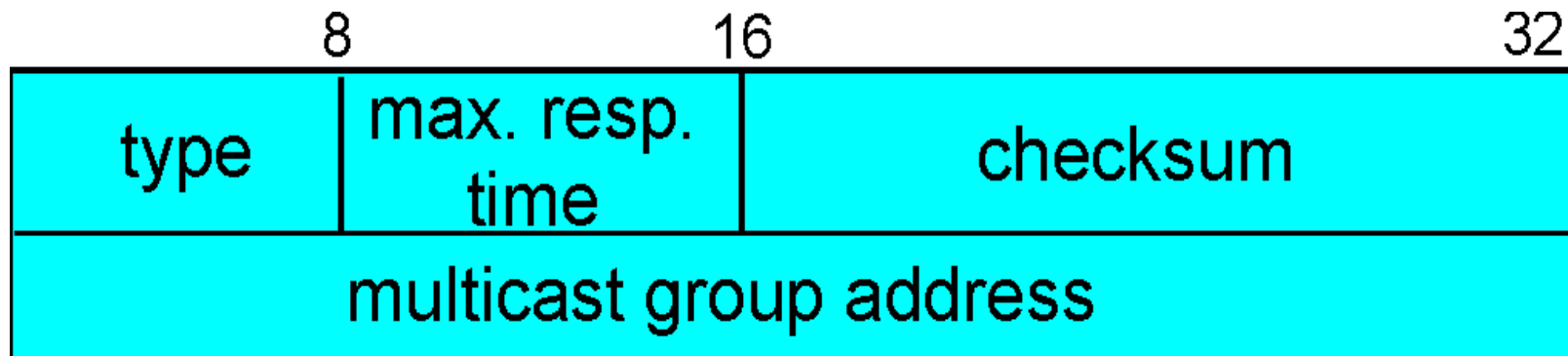
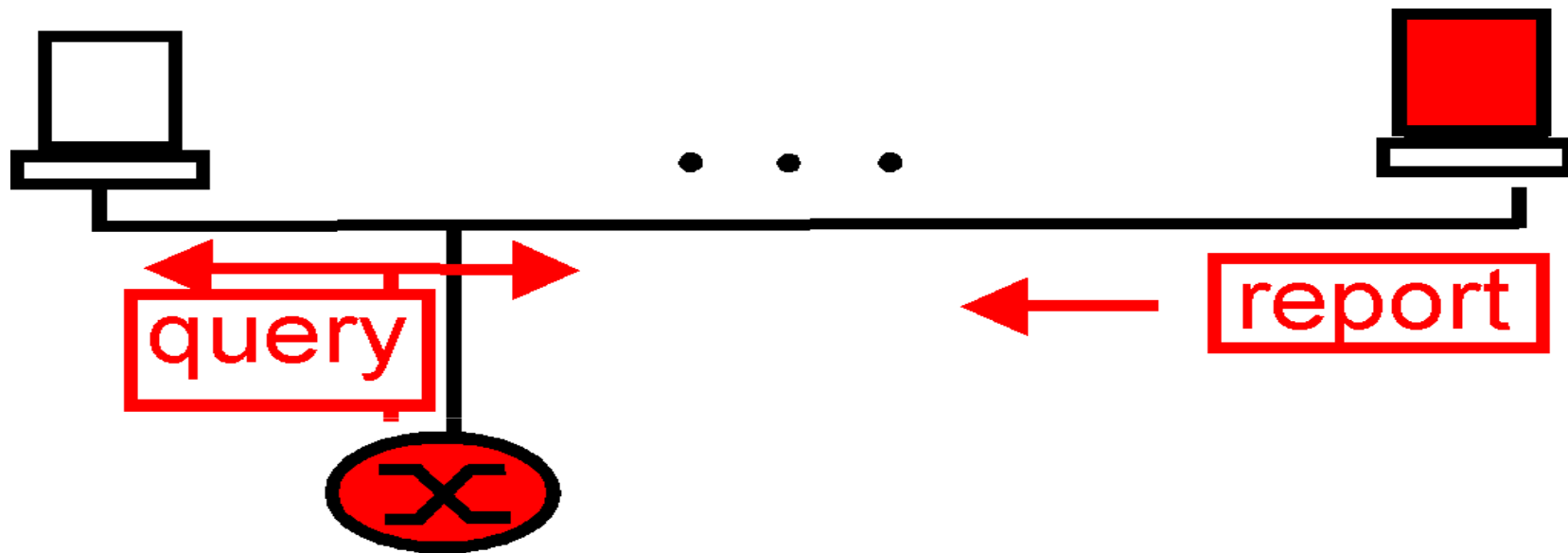
Il protocollo IGMP

- IGMP serve a garantire la trasmissione, tra host e multicast router ad essi direttamente collegati, dei messaggi relativi alla costituzione dei gruppi
- Pacchetti IGMP sono incapsulati in datagrammi IP con numero di protocollo 2
- Il raggio di interazione di tale protocollo è locale
 - cioè i messaggi IGMP sono scambiati tra end-system e router





Il protocollo IGMP





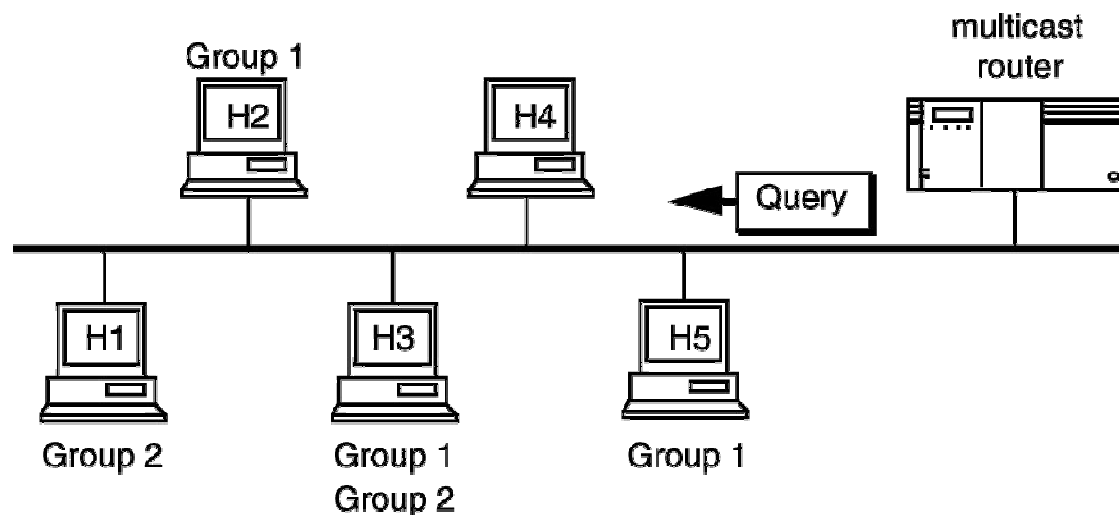
Il protocollo IGMP

| <u>Tipo di messaggio</u> | <u>Inviato da</u> | <u>Scopo</u> |
|-----------------------------|-------------------|---|
| membership query: generale | router | Informarsi sui gruppi multicast cui gli host locali partecipano |
| membership query: specifico | router | Informarsi se uno o più host locali partecipano ad un determinato gruppo multicast |
| membership report | host | Informa il multicast router locale che l'host vuole unirsi ad (o fa parte di) un determinato gruppo multicast |
| leave group | host | Informa il multicast router locale che l'host vuole lasciare un determinato gruppo multicast |



Il protocollo IGMP

- **Membership Query** **224.0.0.1 ALL-SYSTEMS.MCAST.NET**
- **Membership Report**
- **Leave Group** **224.0.0.2 ALL-ROUTERS.MCAST.NET**





IGMP : funzionalità

Le funzioni di IGMP sono relative a due fasi differenti:

- **Fase 1**

- **Quando un host si unisce ad un nuovo gruppo, invia un messaggio IGMP ad un particolare indirizzo multicast**
- **I multicast router appartenenti alla rete locale sulla quale tale host è situato, ricevono il messaggio e stabiliscono i meccanismi di routing propagando le informazioni concernenti il gruppo attraverso la rete interconnessa**



IGMP : funzionalità (segue)

- **Fase 2**

Dovendo gestire i gruppi in maniera dinamica, i multicast router interrogano periodicamente (mediante opportune tecniche di “polling”) gli host sulle varie reti locali, per aggiornare le informazioni relative alla composizione dei gruppi stessi



IGMP : implementazione

IGMP è stato accuratamente progettato per evitare di aggiungere carico eccessivo sulla rete:

- **Esso cerca, laddove possibile, di sfruttare al massimo i meccanismi hardware dei livelli sottostanti**
- **Il multicast router evita di trasmettere messaggi di richiesta individuali per ciascun gruppo, cercando, piuttosto, di raccogliere informazioni relative alla composizione dei singoli gruppi con una sola richiesta (“poll request”)**



IGMP : implementazione (segue)

- **host appartenenti a più di un gruppo non inviano risposte multiple in contemporanea, ma le diluiscono, in maniera random, su di un intervallo di 10 secondi (campo max resp. time)**
- **ogni host ascolta le risposte inviate dagli altri e sopprime le proprie nel caso in cui risultino superflue**



IP multicast : distribuzione su LAN ethernet

- Per la trasmissione di datagram IP multicast su reti LAN ethernet, occorre mappare un indirizzo in classe D su di un indirizzo MAC multicast
- Non è possibile in maniera univoca, dato il range degli indirizzi MAC riservati al multicast

da

01:00:5e:00:00:00

a

01:00:5e:7f:ff:ff

- L'OUI 01:00:5E è riservato al mapping degli indirizzi IP multicast
- Indirizzo IP multicast: 28 bit liberi → Indirizzo MAC ethernet: 23 bit
- Aliasing: $2^5=32$ gruppi multicast IP per ogni MAC multicast
 - Possibili conflitti



IP multicast e Ethernet multicast

Il mapping tra indirizzi IP multicast ed indirizzi MAC multicast avviene come illustrato sotto

