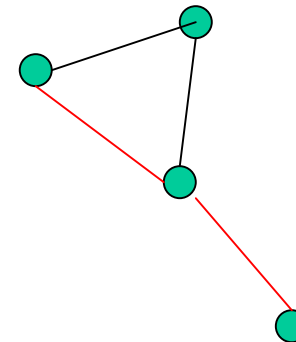
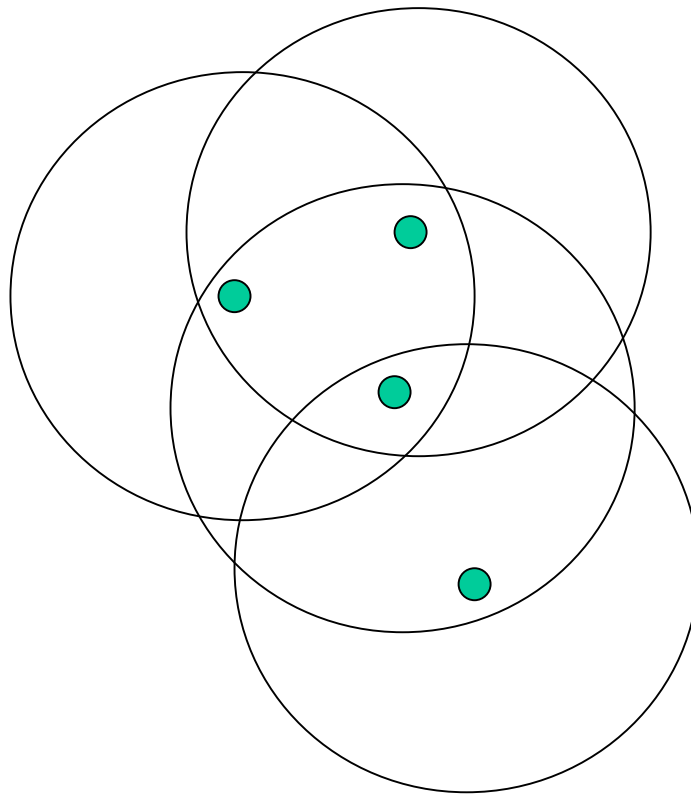


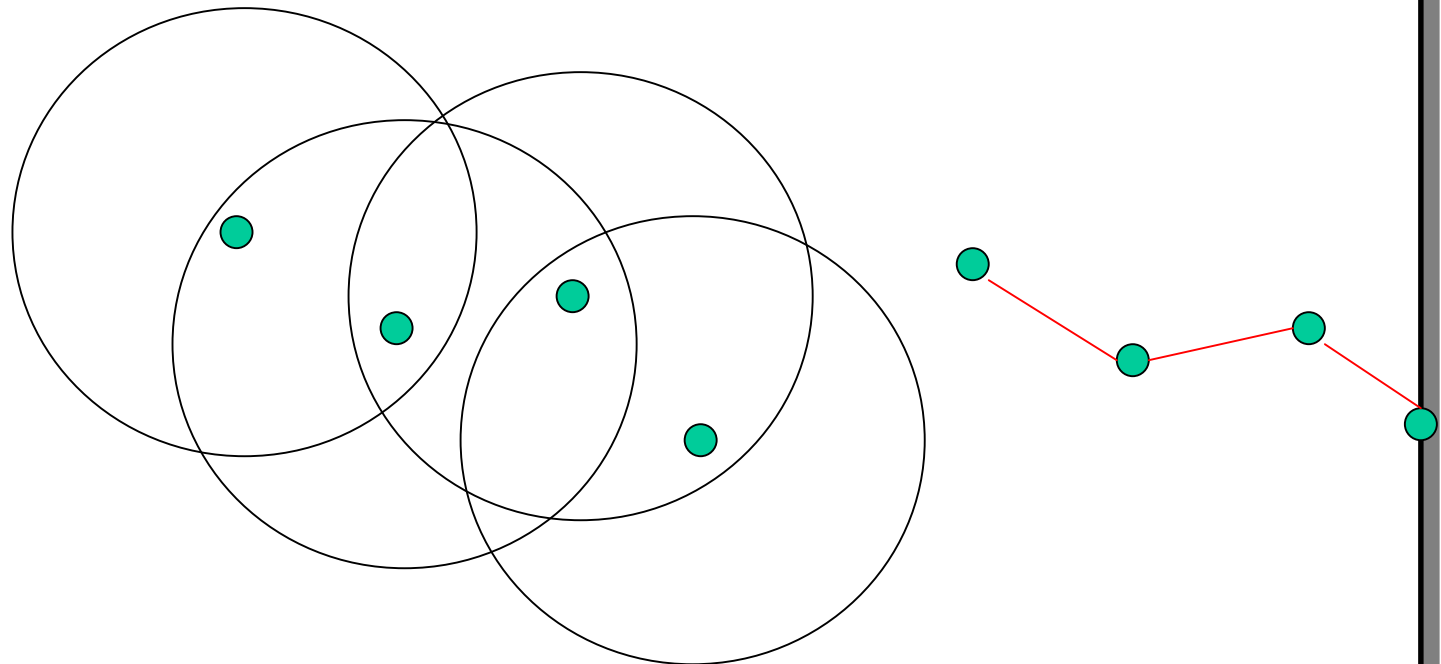
Un caso estremo per gli algoritmi di routing: Reti Mobili Ad Hoc (MANET)

- Può essere necessario che i pacchetti attraversino molti nodi per giungere a destinazione
- Ogni nodo intermedio agisce da router



Mobile Ad Hoc Networks (MANET)

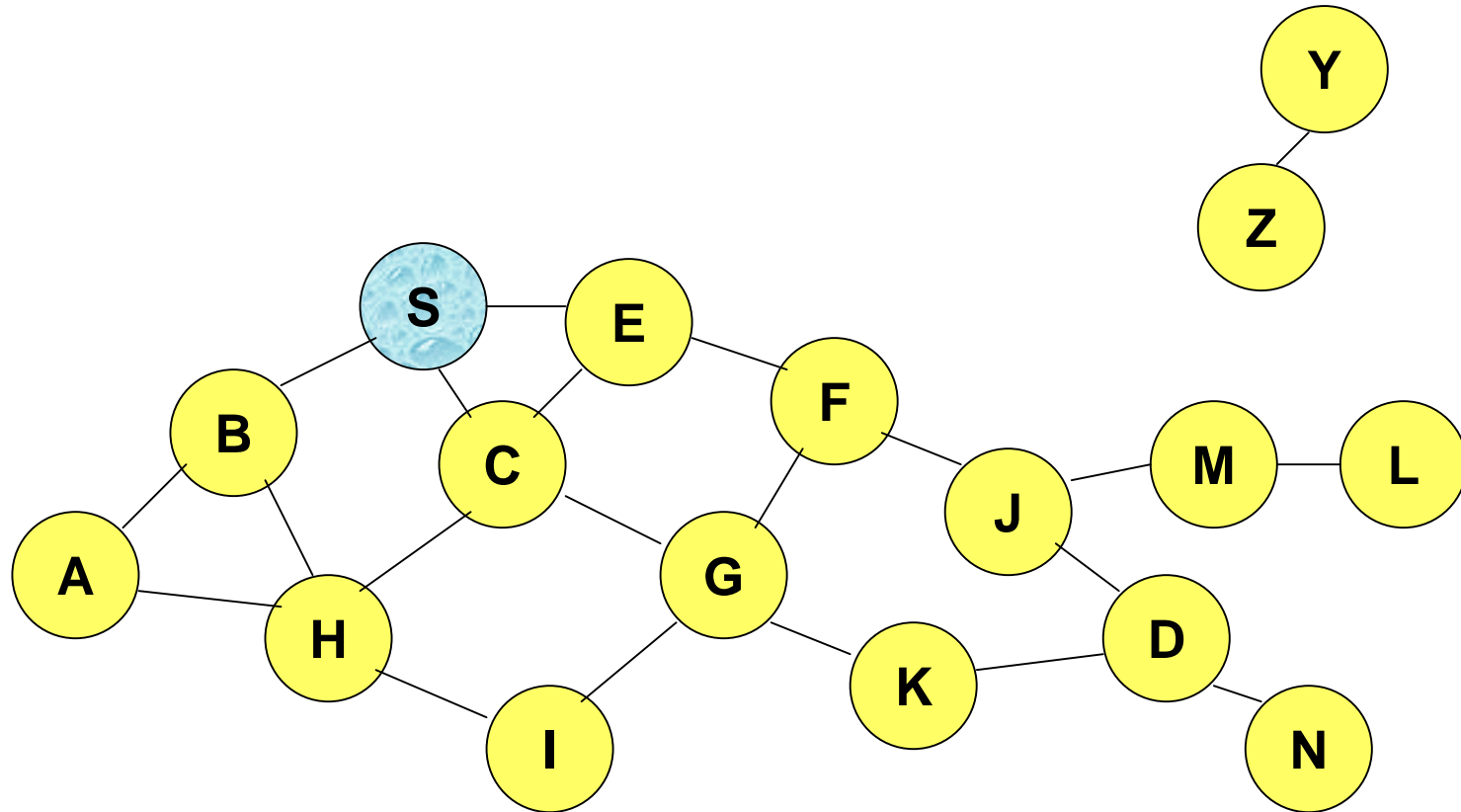
- La mobilità dei nodi può modificare dinamicamente i cammini e il routing dei nodi



Esempio: Routing mediante Flooding (inondazione)

- **Sender S manda pacchetto P a tutti i nodi vicini**
- **Ogni nodo che riceve P lo ritrasmette ai suoi vicini**
- **Il pacchetto P arriva a destinazione D ammesso che D sia raggiungibile da S e non ci siano state collisioni**

Flooding (1)

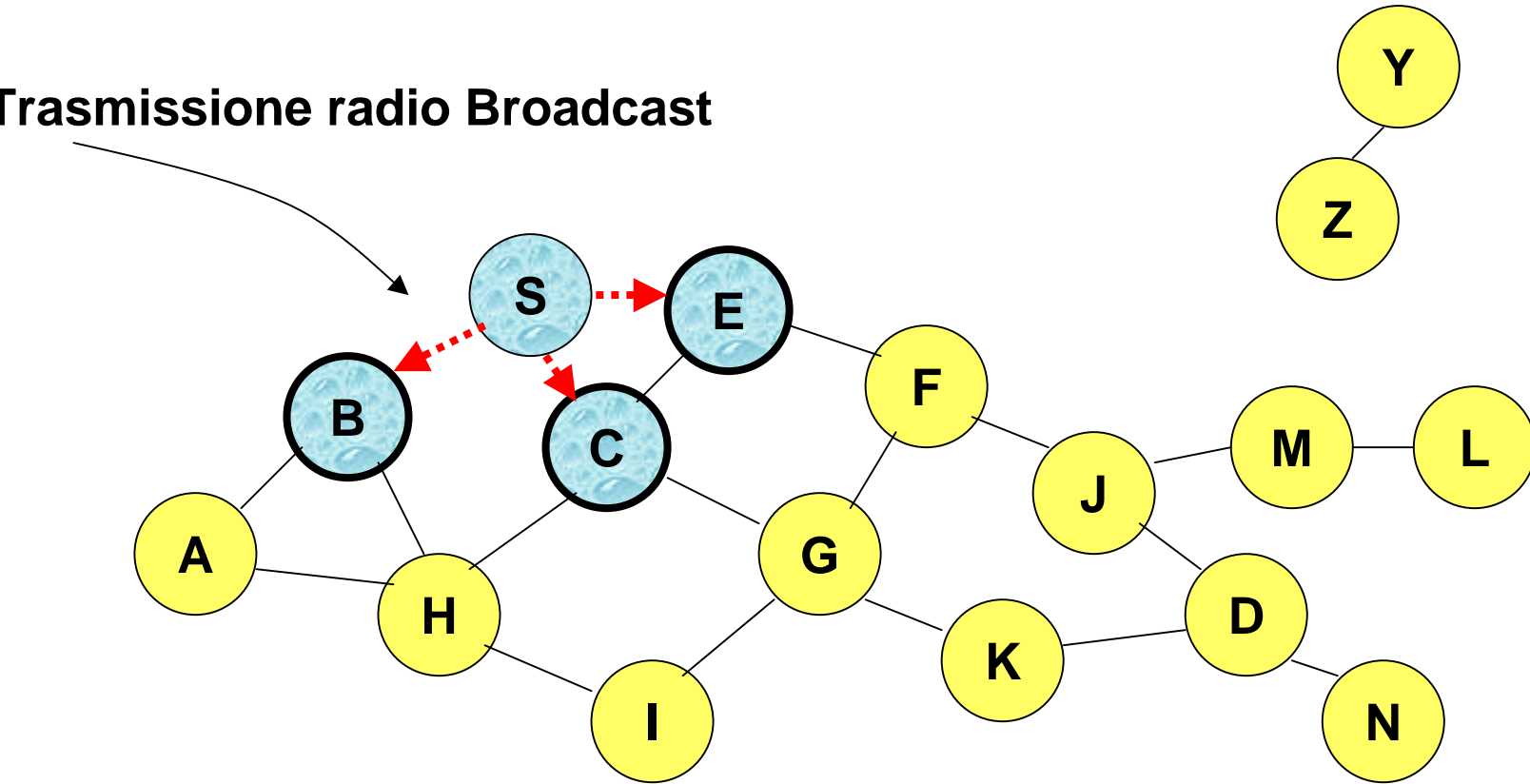


Nodi che hanno già ricevuto il pacchetto P

—— **Nodi connessi: nel range di prossimità delle trasmissioni**

Flooding (2)

Trasmissione radio Broadcast

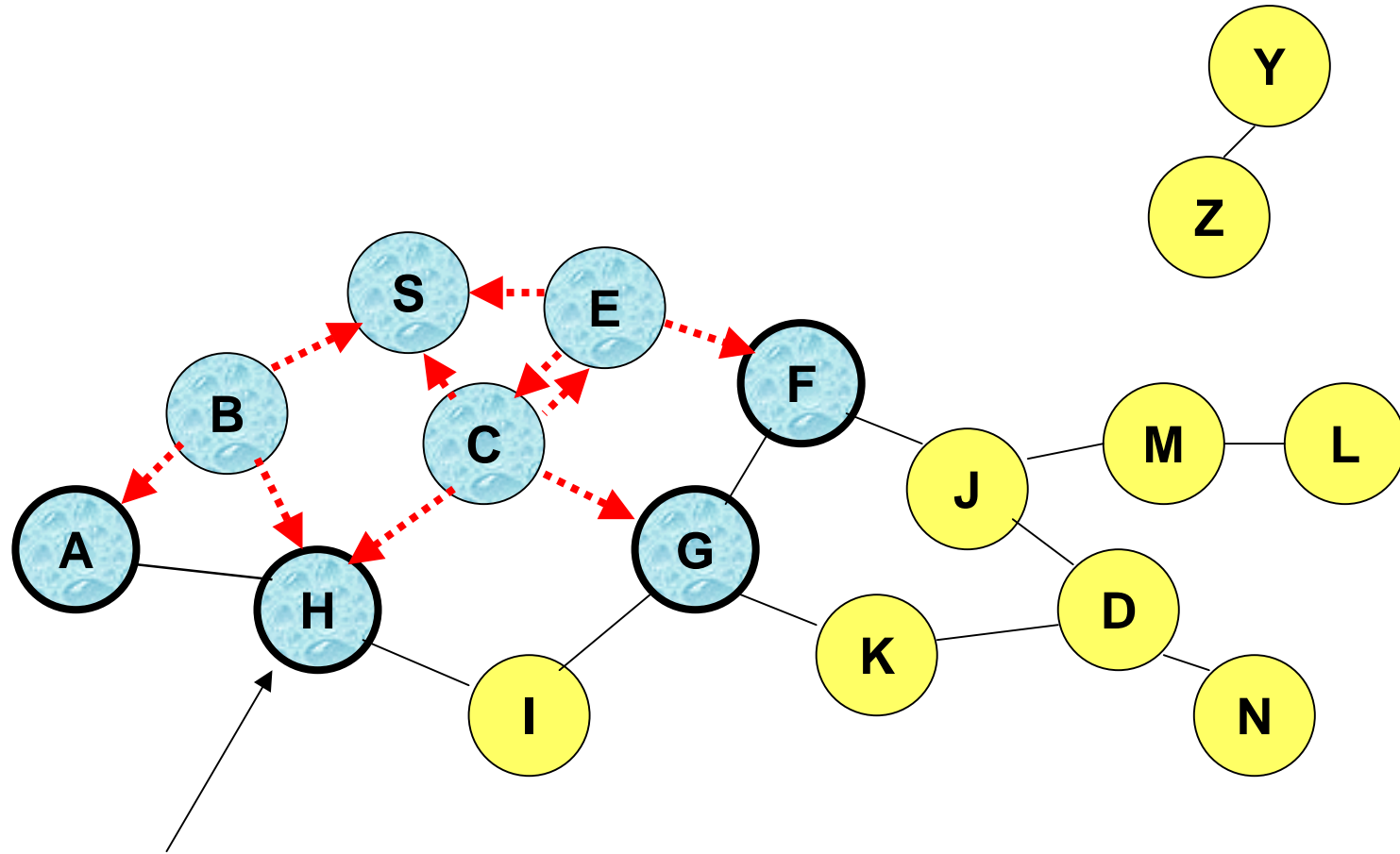


Nodi che ricevono P per la prima volta



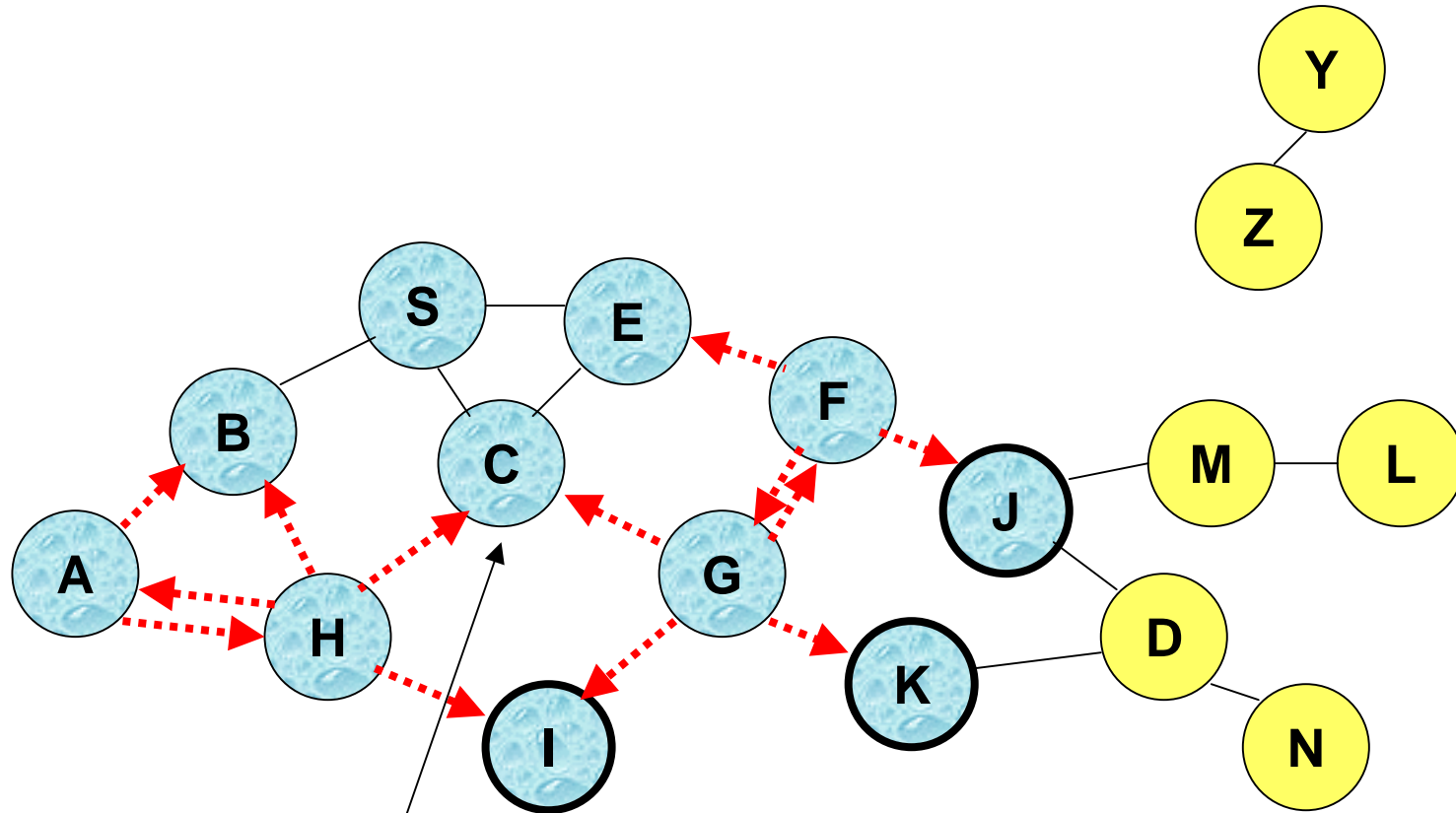
Trasmissione del pacchetto P

Flooding (3)



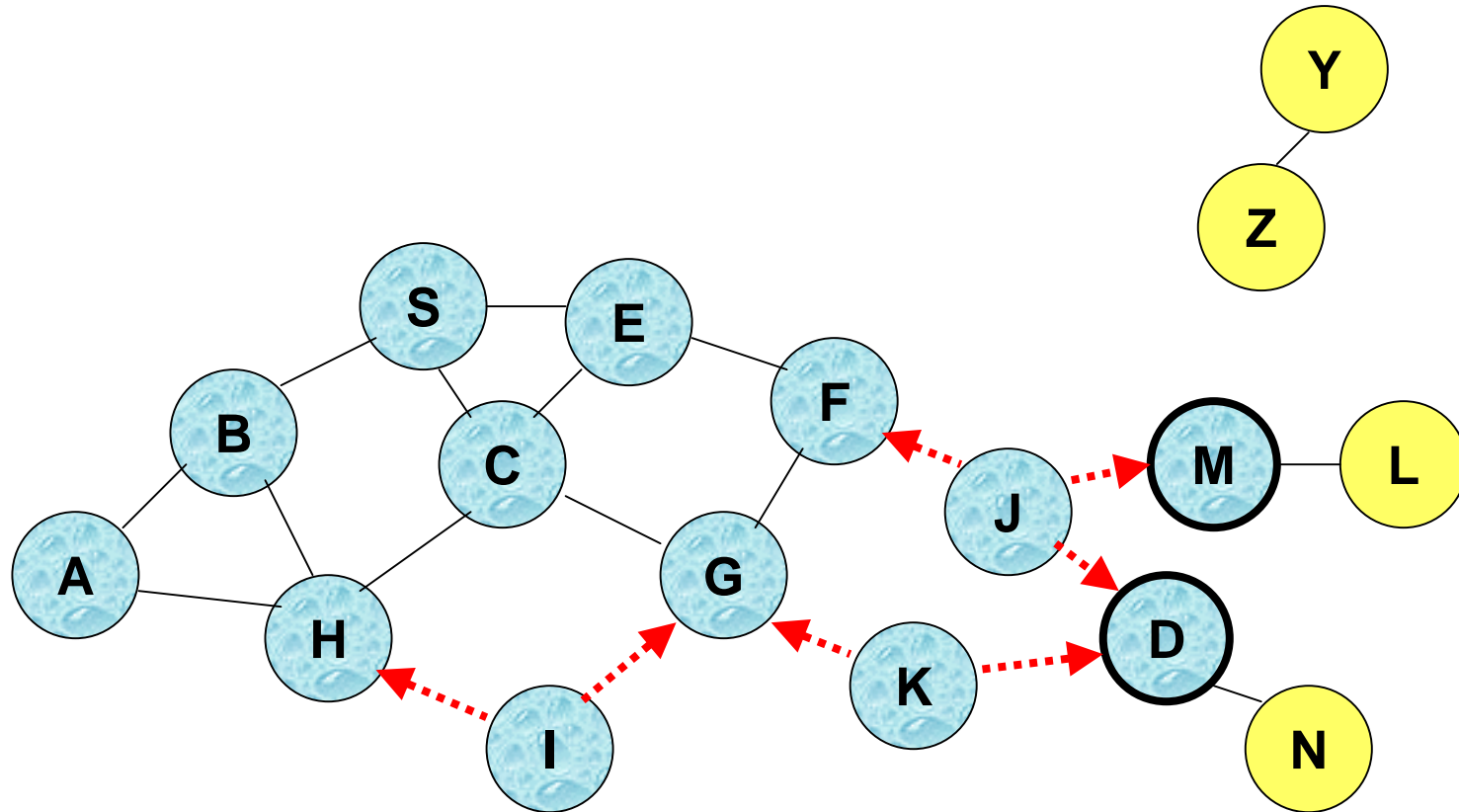
- **nodo H riceve pacchetto P da due vicini:**
collisione!!!

Flooding (4)



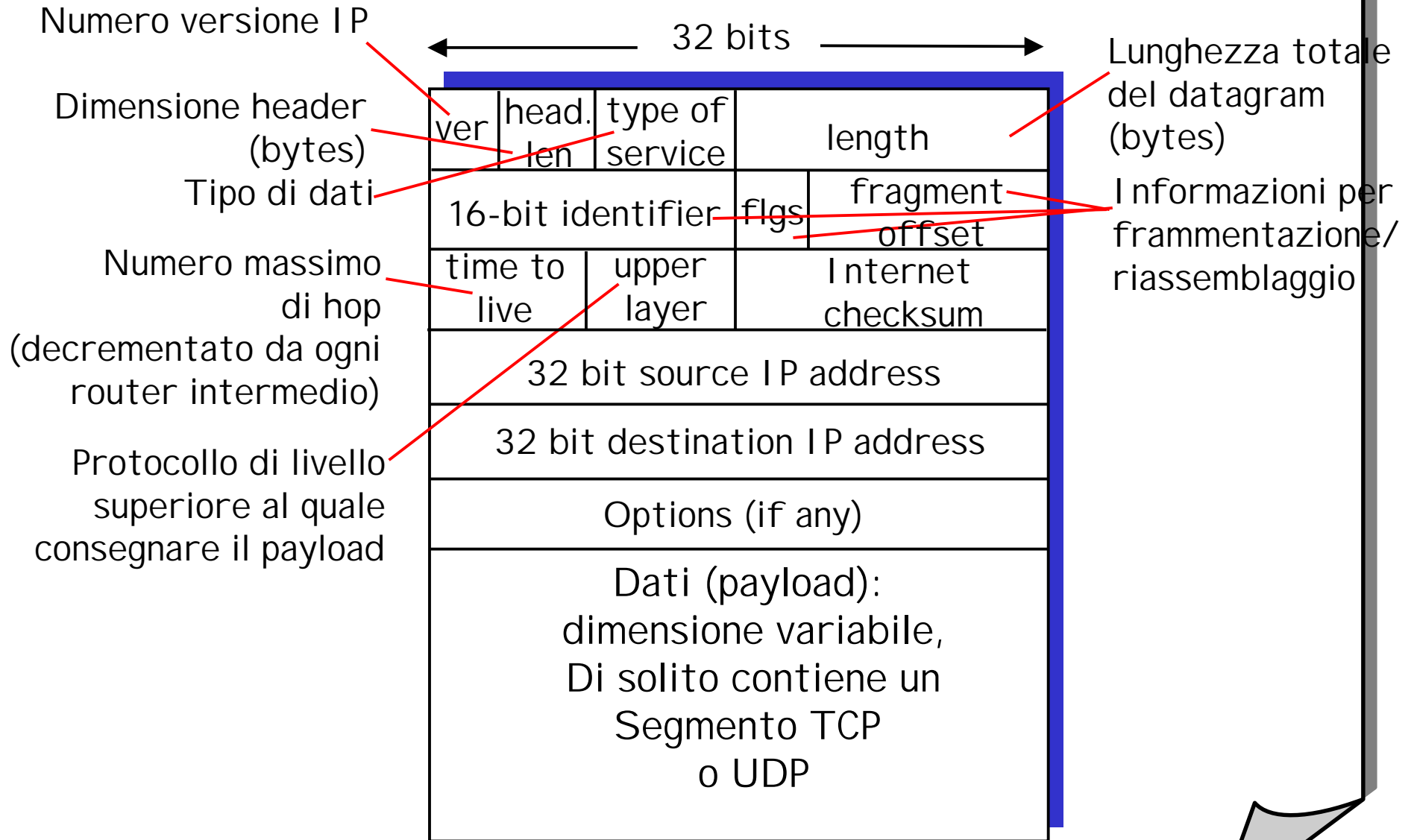
- **Nodo C riceve P da G e da H, ma non lo inoltra in quanto C ha già inoltrato P una volta in precedenza**

Flooding (5)



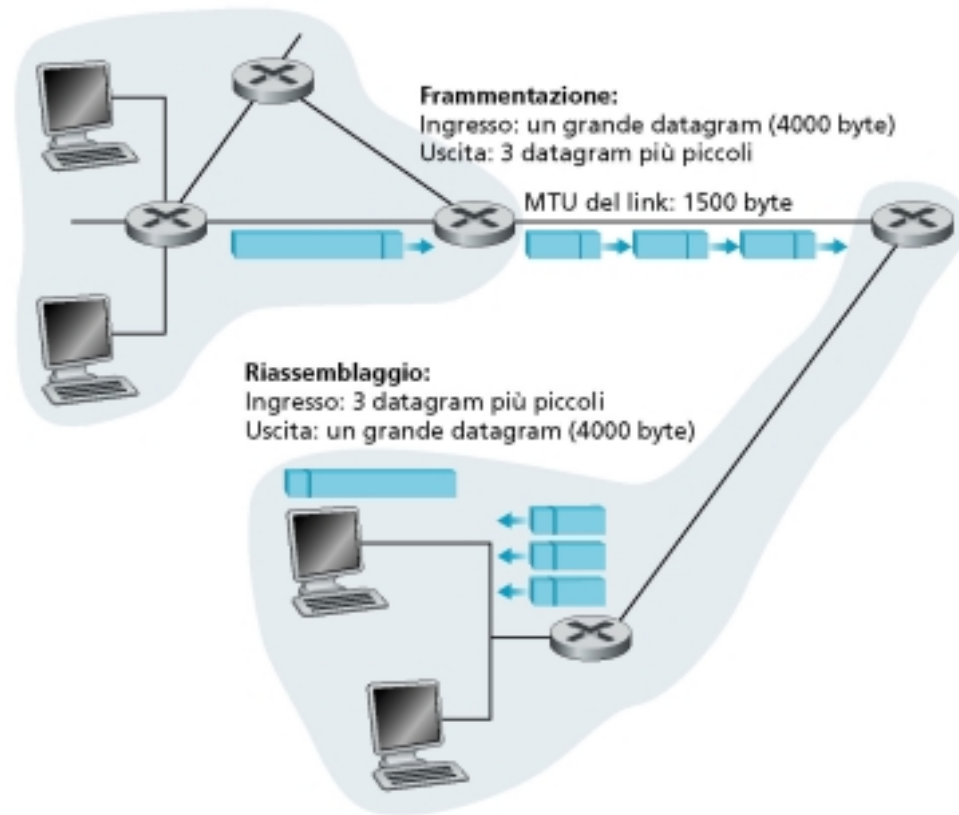
- Nodi J e K trasmettono P al destinatario D
 - potenziale collisione tra J e K su D!!!!
- => il pacchetto P potrebbe non arrivare a D a causa Delle collisioni**

Formato del pacchetto (datagram) IP



IP: frammentazione e riassetblaggio

- Collegamenti di rete hanno dimensione massima dei frame diverse (MTU)
 - Link diversi in sequenza
 - ...hanno MTU diverse
- IP datagram grandi possono essere frammentati durante il cammino, per esigenze di MTU
 - Un datagram IP si spezza in frammenti (ognuno un datagram IP)
 - Frammenti riassetblati solo dal destinatario finale
 - I bit dell'header IP sono usati per identificare e ordinare i frammenti



IP: frammentazione e riassetblaggio

length	ID	fragflag	offset	
=4000	=x	=0	=0	

Es. Un datagram IP viene spezzato in 3 datagram IP che poi viaggiano indipendentemente verso destinazione

Length:
è la dimensione
del datagram IP

length	ID	fragflag	offset
=1500	=x	=1	=0	

length	ID	fragflag	offset
=1500	=x	=1	=1480	

length	ID	fragflag	offset
=1040	=x	=0	=2960	

offset: è il
numero d'ordine
del primo byte
del frammento

ID = identifica il datagram originale dal quale deriva il frammento
Flag = se è 0 quello è l'ultimo frammento del datagram x

ICMP: Internet Control Message Protocol

- **Usato da hosts, routers, gateways per scambio di informazioni di livello rete**
 - Notifica di errori: es. host, rete, porta, protocollo non raggiungibile
 - echo request/reply (usato da applicazione ping)
- **È un protocollo a metà tra livello rete e livello trasporto (che usa IP):**
 - Messaggi ICMP sono trasferiti in datagram IP
- **ICMP message: tipo, codice, + primi 8 bytes del datagram IP che ha causato errore**

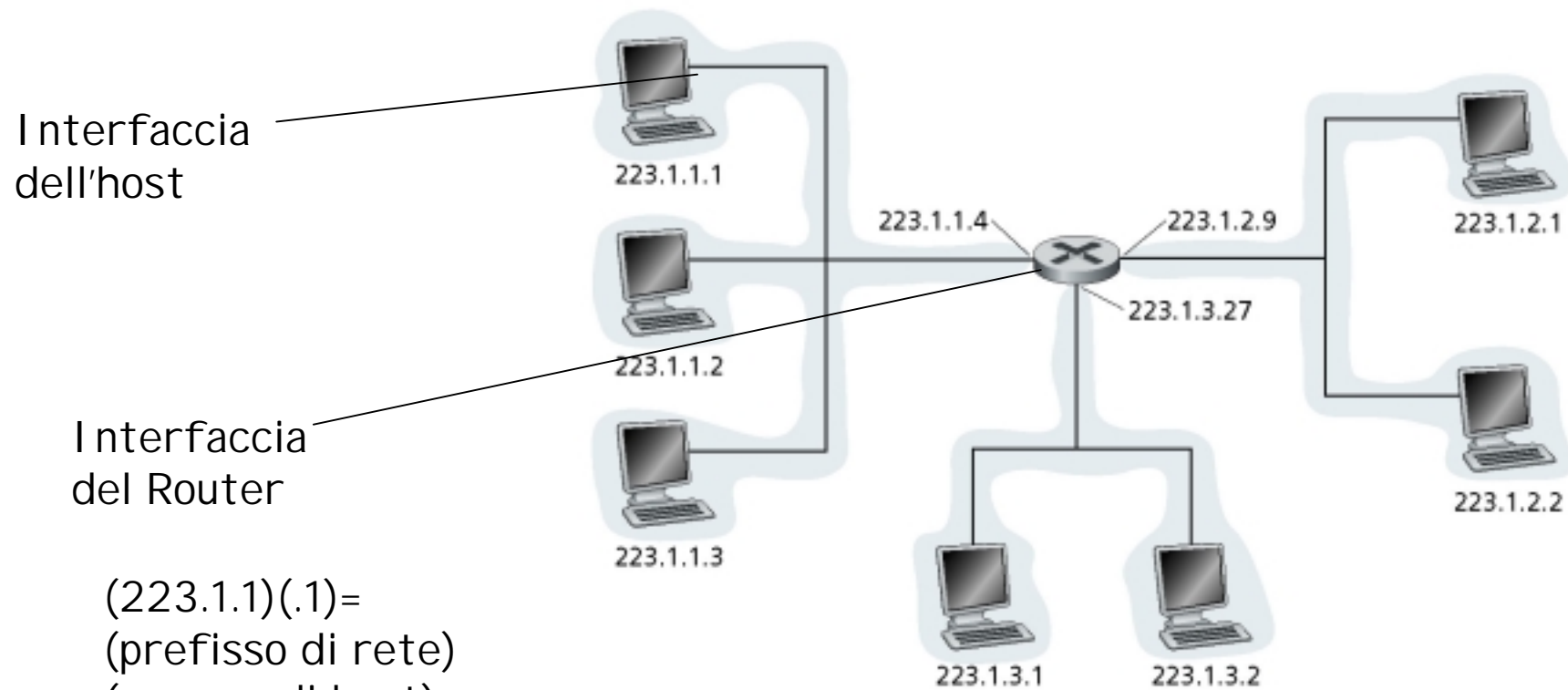
ICMP Tipo	Codice	Descrizione
0	0	risposta al messaggio di eco (a ping) - <i>echo replay</i> (vedi ping)
3	0	rete di destinazione irraggiungibile - <i>destination network unreachable</i>
3	1	host di destinazione irraggiungibile - <i>destination host unreachable</i>
3	2	protocollo di destinazione irraggiungibile - <i>destination protocol unreachable</i>
3	3	porta di destinazione irraggiungibile - <i>destination port unreachable</i>
3	6	rete di destinazione sconosciuta - <i>destination network unknown</i>
3	7	host di destinazione sconosciuto - <i>destination host unreachable</i>
4	0	strozzamento della sorgente (controllo della congestione) - <i>source quench</i>
8	0	richiesta di eco - <i>echo request</i> (vedi ping)
9	0	annuncio dal router - <i>router advertisement</i>
10	0	scoperta del router - <i>router discovery</i>
11	0	TTL scaduto - <i>TTL expired</i> (vedi traceroute)
12	0	cattiva intestazione IP - <i>IP header bad</i>

Routing su Internet: dove eravamo rimasti?

- **Internet è realizzata da sistemi autonomi (AS) tra loro interconnessi.**
- **Il routing agisce a due livelli:**
 - **Intra-AS:**
 - esiste un amministratore che fa le scelte
 - Algoritmi di routing:
 - RIP: Routing Information Protocol
 - OSPF: Open Shortest Path First
 - IGRP: Interior Gateway Routing Protocol
 - **Inter-AS:**
 - Le scelte sono dettate e definite da accordi e standard
 - Politiche di gestione
 - Algoritmi di routing:
 - Es. Border Gateway Protocol (BGP)

Routing in reti locali: LAN

Indirizzi IP: Notazione decimale puntata; es. 223 . 128 . 31 . 145
Nel router: un indirizzo per ogni interfaccia

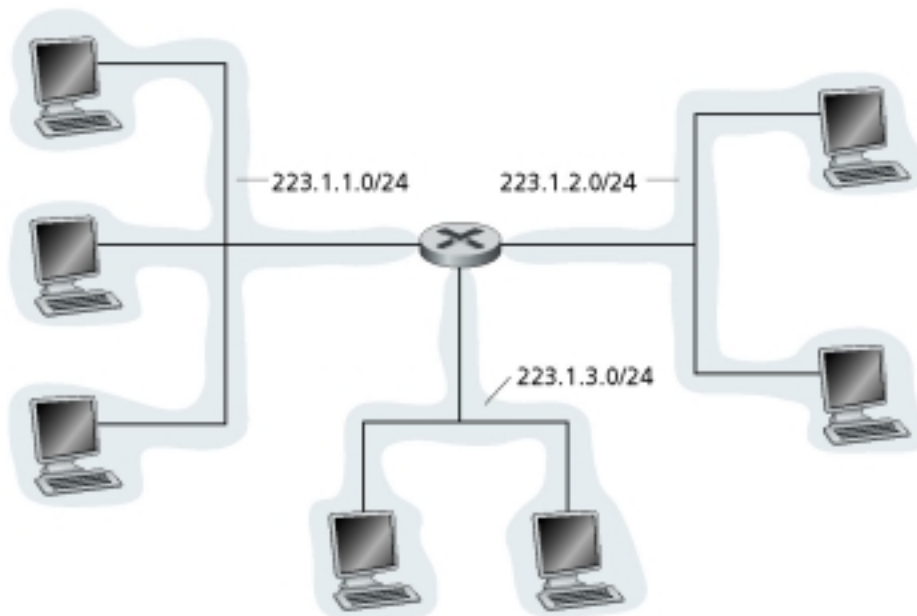


(223.1.1)(.1)=
(prefisso di rete)
(numero di host)

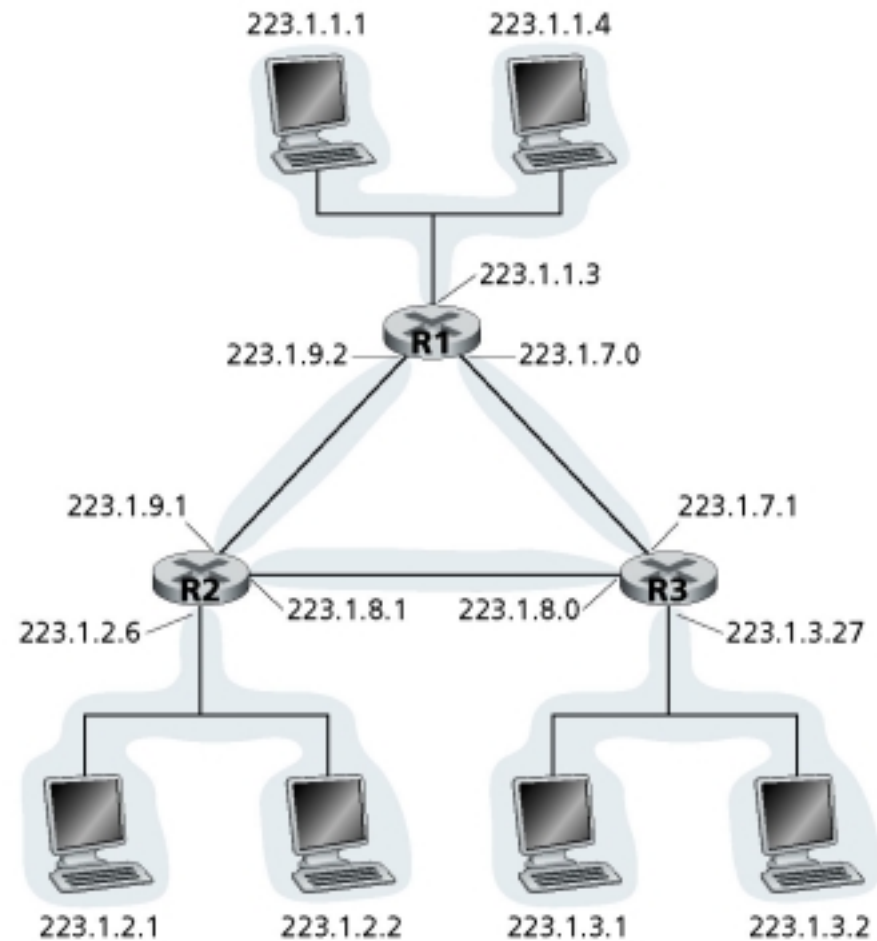
Quali sono reti IP?

6 reti IP

Quante sono le reti IP in questi schermi
Regola: staccare le interfacce dagli host
contare i segmenti connessi



3 reti IP



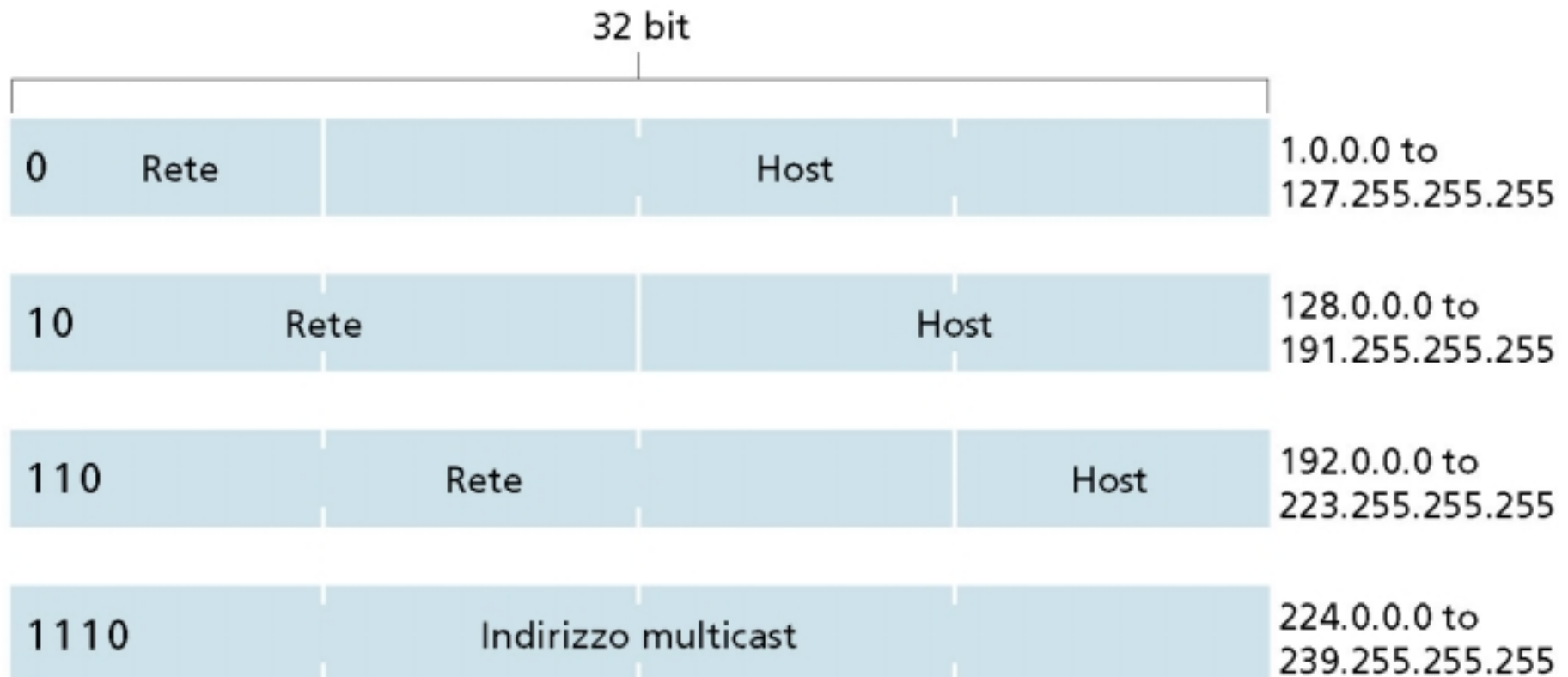
Formato degli indirizzi IPv4

Chi assegna indirizzi IP?

Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (I CANN)

ARIN (american registry internet numbers) ,

RIPE (reseaux IP européens), APNIC (asian-pacific netw. Info. Centre)



Classless Interdomain Routing (CIDR)

Notazione usata per subnetting (sottoreti)

Numero di rete

Numero di host

Blocco I SP: 200.23.16.0/20 = 11001000 00010111 00010000 00000000

Numero di sottorete

Sottorete 0: 200.23.16.0/23 = 11001000 00010111 00010000 00000000

Sottorete 1: 200.23.18.0/23 = 11001000 00010111 00010010 00000000

Sottorete 2: 200.23.20.0/23 = 11001000 00010111 00010100 00000000

Sottorete ? : 200.23.???.0/23 = 11001000 00010111 00011010 00000000

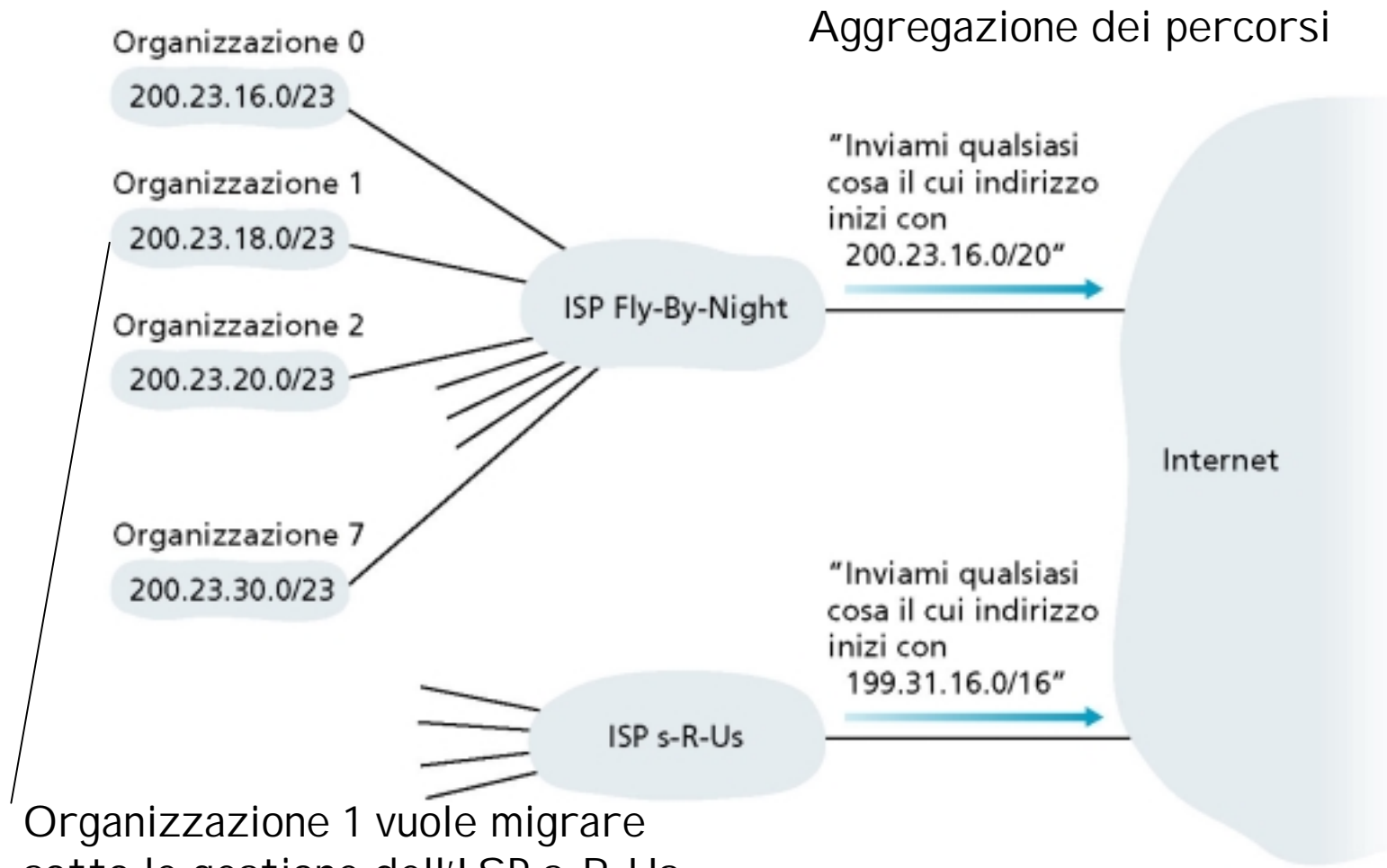
Sottorete 7: 200.23.30.0/23 = 11001000 00010111 00011110 00000000

5

16+ 8+2 +0 = 26

0001 101 0

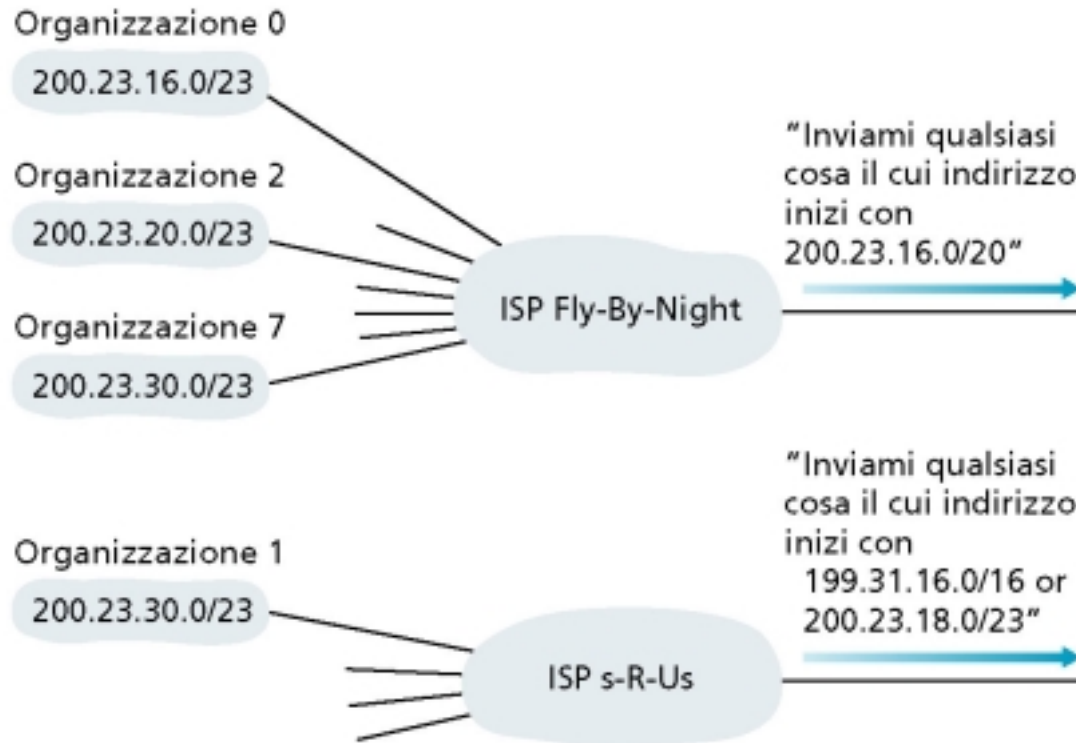
Indirizzamento gerarchico e aggregazione dei percorsi



Organizzazione 1 vuole migrare sotto le gestione dell'ISP s-R-Us mantenendo il proprio indirizzo di rete IP

Indirizzamento gerarchico e aggregazione dei percorsi

Aggregazione dei percorsi
in violazione della gerarchia IP



Regola del "prefisso più lungo": i router di internet mandano sempre i pacchetti verso il router che gestisce la rete, il cui numero è uguale all'indirizzo del destinatario, sul maggior numero di bit iniziali (da sinistra a destra)

Alternativa: rinumerazione indirizzi Org. 1? No!

Tabella di instradamento su rete locale

- 1) Da A a B
sullo stesso
segmento di
rete locale

<u>Rete di destinazione</u>	<u>Router successivo</u>	<u>Numero salti</u>
223.1.1.0/24		1
223.1.2.0/24	223.1.1.4	2
223.1.3.0/24	223.1.1.4	2

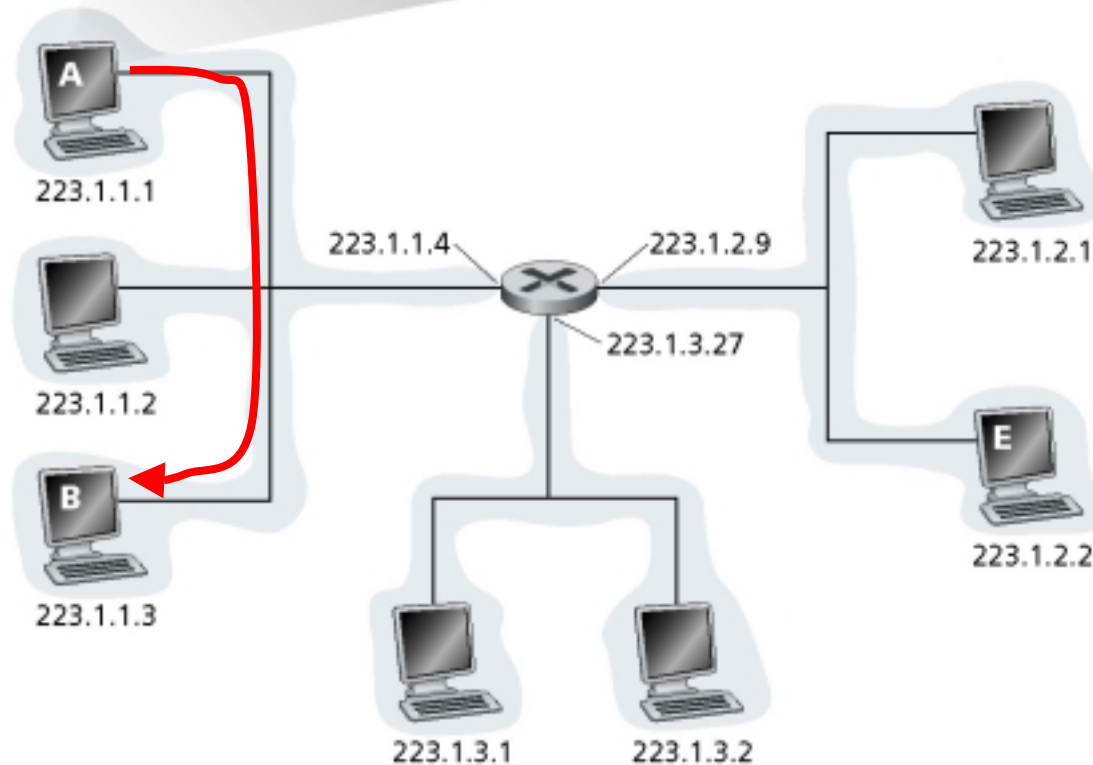


Tabella di instradamento su rete locale

- 1) Da A a E
su diverso
segmento di
rete locale
(gestione da
parte di A)

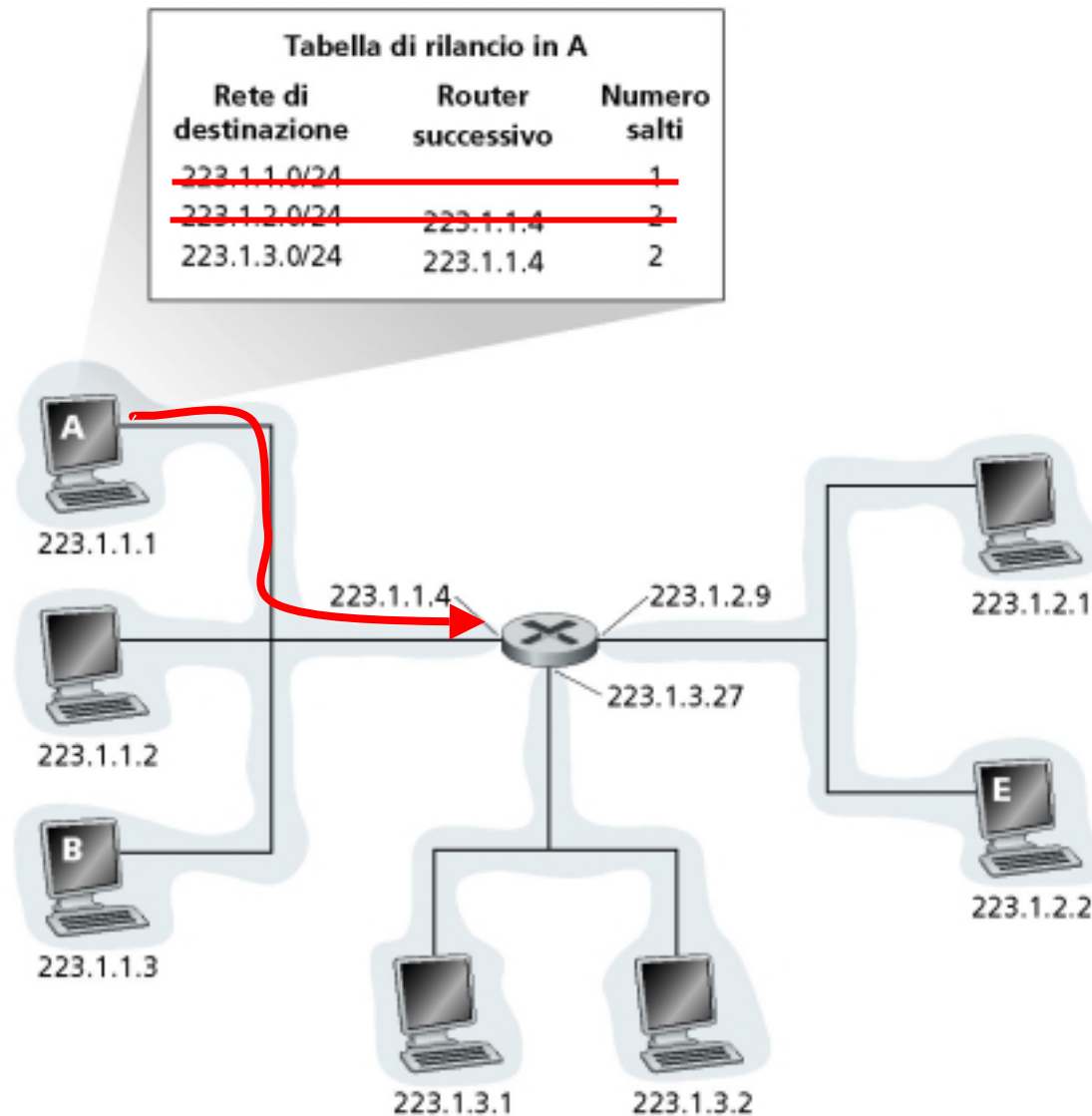
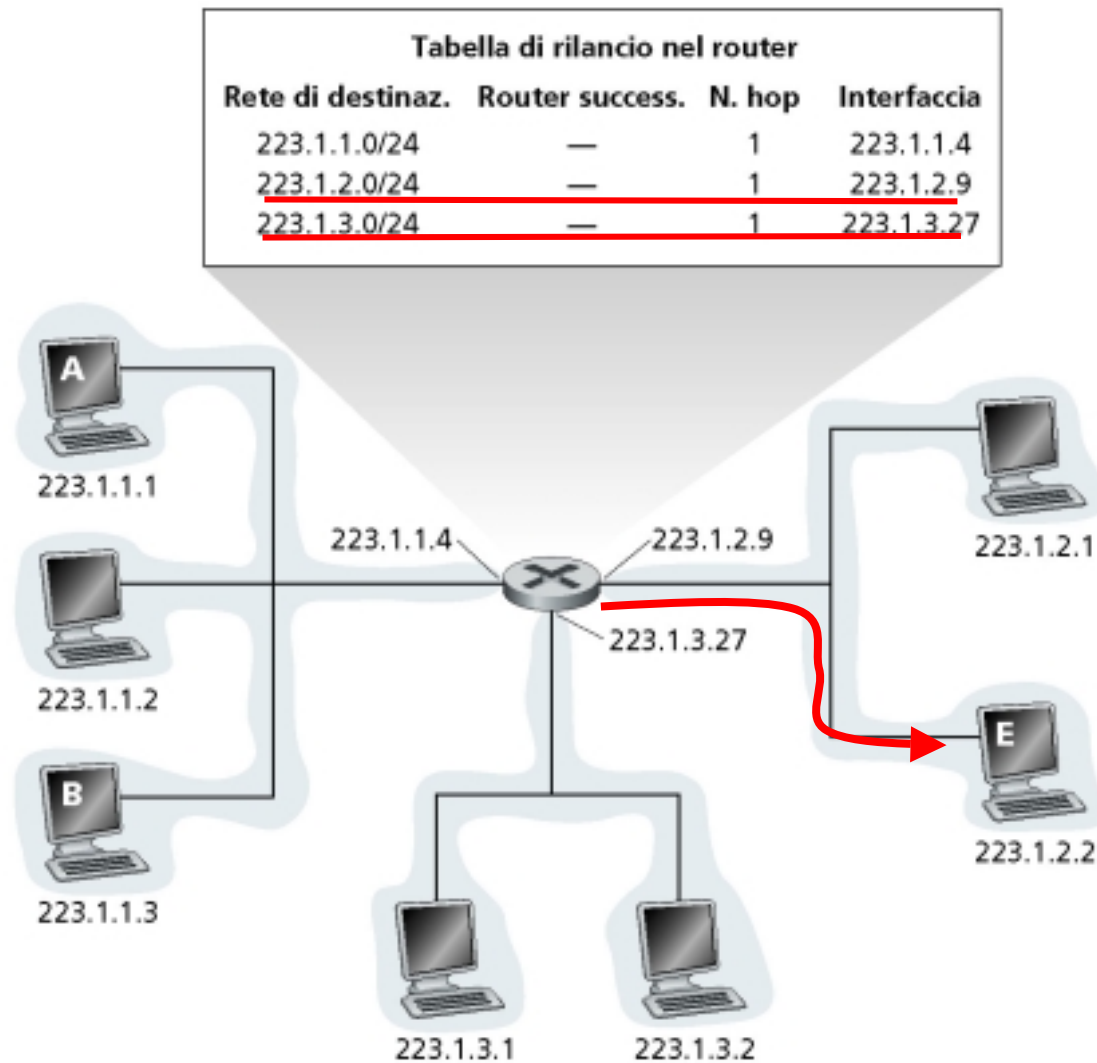


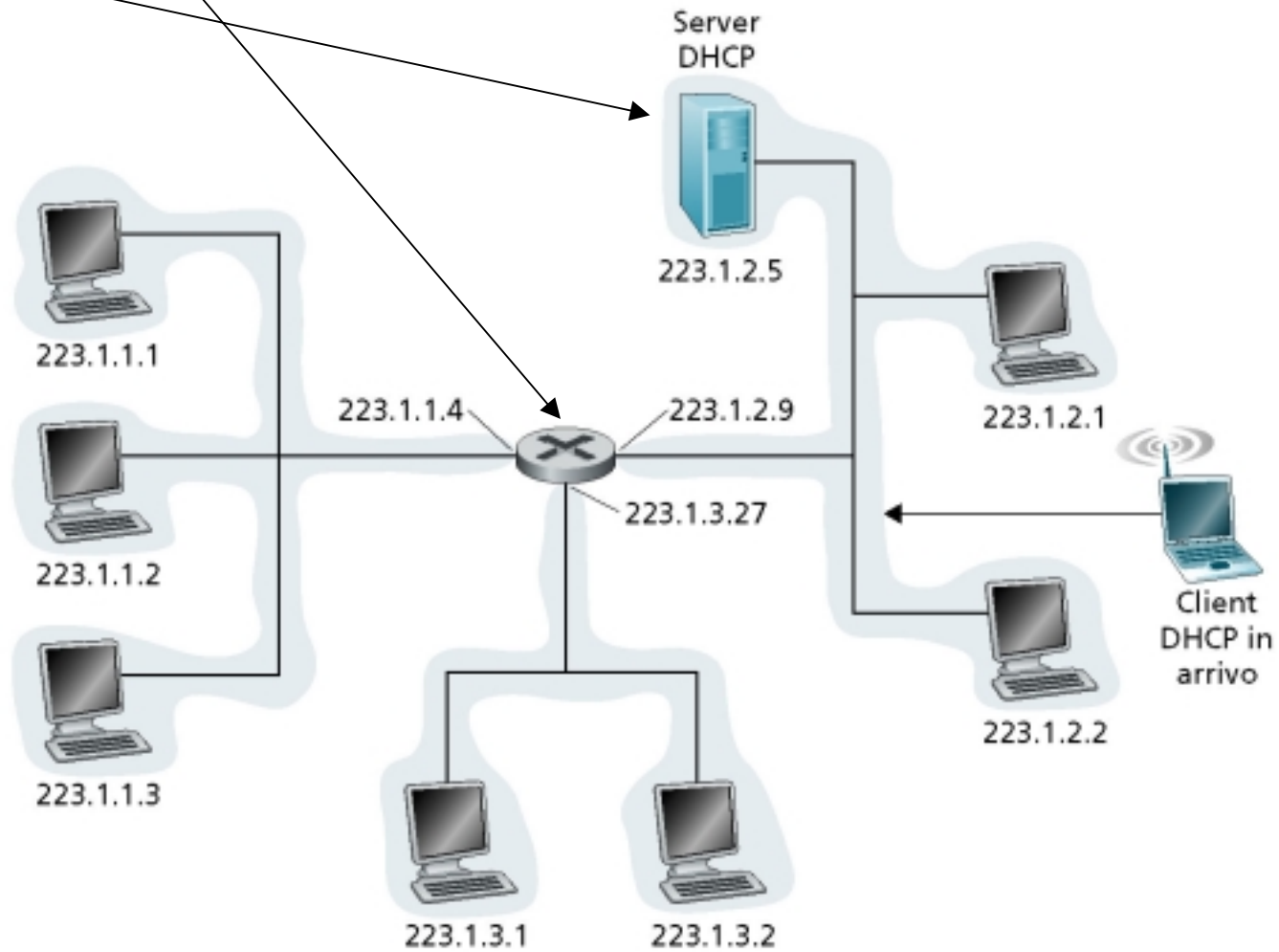
Tabella di instradamento su rete locale

- 1) Da A a E
su diverso
segmento di
rete locale
(gestione da
parte del
router)



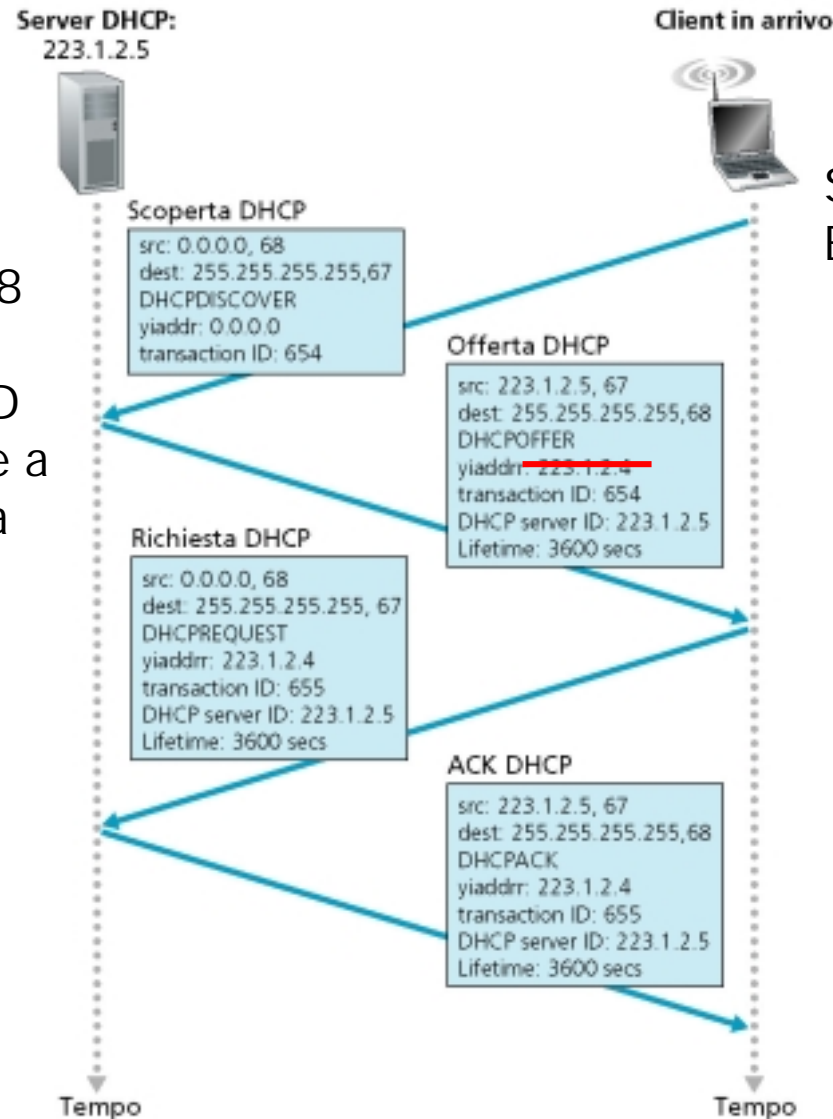
Scenario Client-Server DHCP

Server (o agente=router) DHCP presente in ogni rete



Interazione Client-Server DHCP

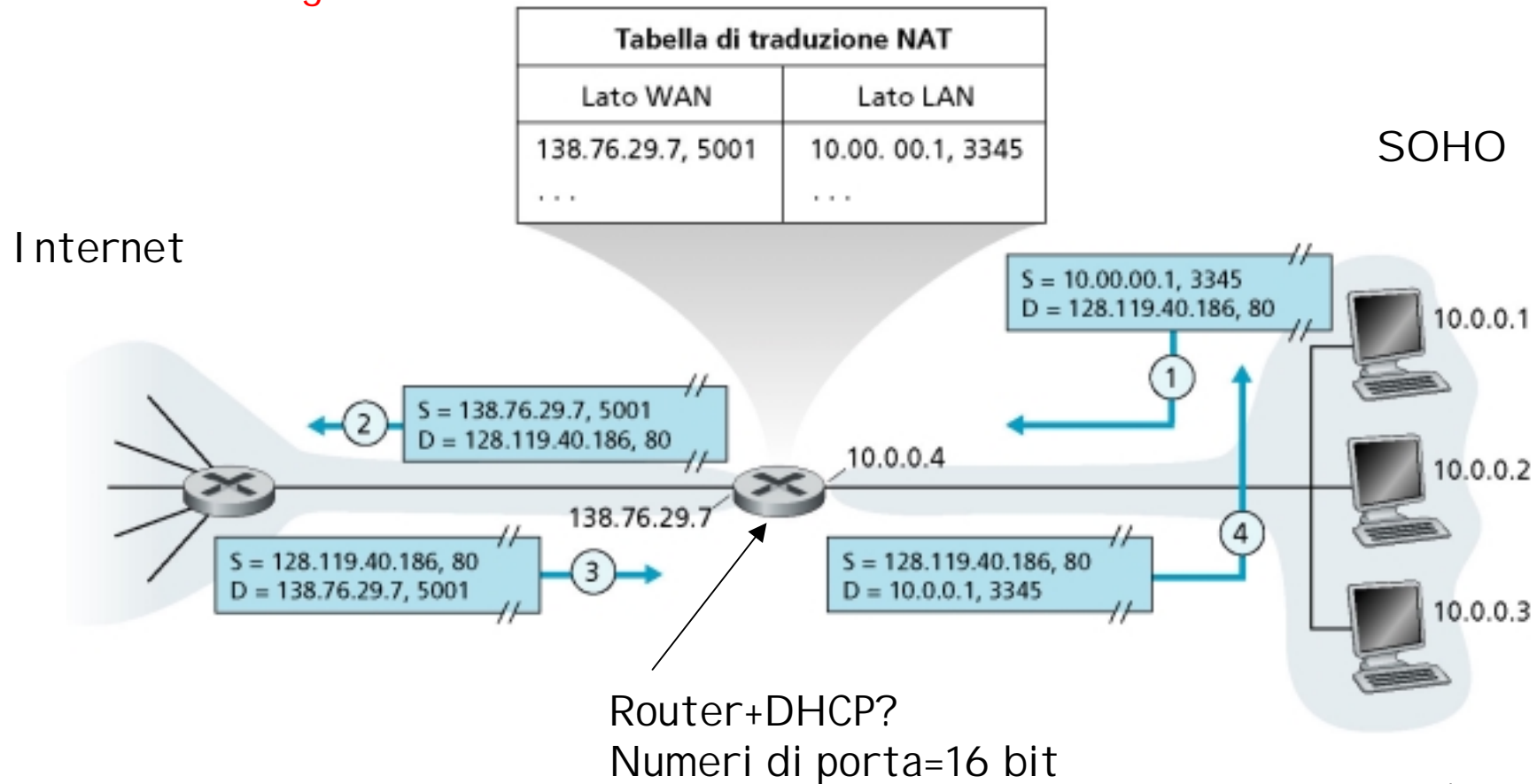
Su UDP porta 68 offerta IP (il transactionID serve per capire a quale offerta fa riferimento una risposta)



Traduzione indirizzi di rete con NAT Network Address Translator

Soluzione SOHO: small office, home office

Violazione regole di comunicazione da estremo a estremo allo stesso livello

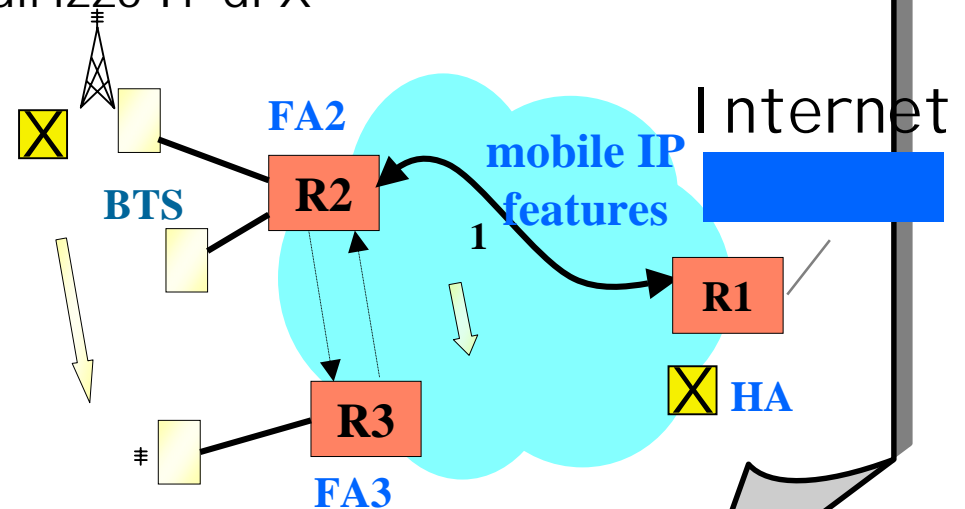


Mobile IP in reti Wireless con infrastruttura

■ Mobile IP:

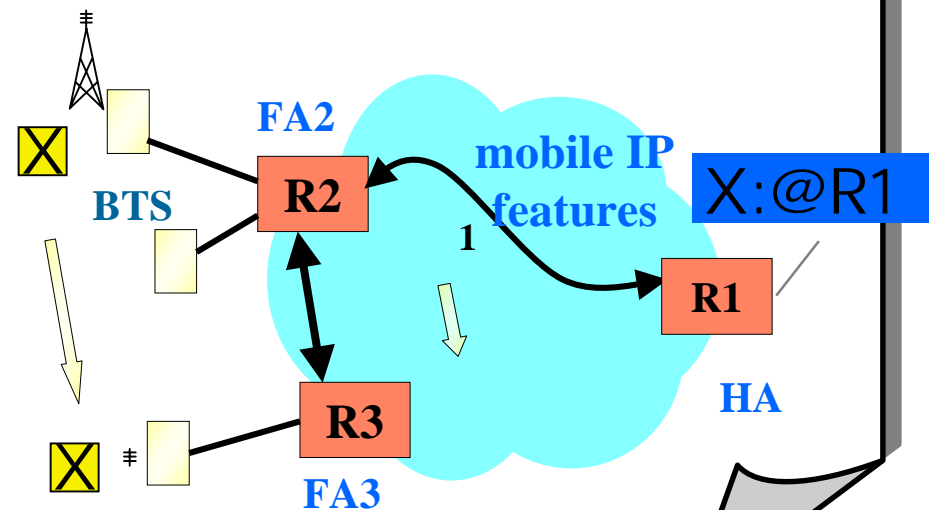
soluzione per permettere la mobilità di host tra domini diversi con indirizzo di rete IP diversi, continuando a mantenere le connessioni di rete instaurate

- X Home Agent (HA) è fisso sul Router R1
- X si sposta sotto il dominio del router R2, poi R3...
 - Foreign Agents FA2 and FA3 di X sono dinamicamente creati in R2 e R3
 - FA2 informa HA del nuovo indirizzo IP di X
 - HA inoltra al nuovo IP(x)



Mobile IP in reti Wireless con infrastruttura

- Home Agent (HA) di X è fisso su Router R1
- X si sposta di nuovo sotto R3, da R2
 - FA3 informa FA2 del nuovo IP di X sotto R3
 - FA2 inoltra al nuovo IP(x)
- doppio inoltra IP: da HA a FA2, da FA2 a FA3
 - Si può migliorare? Da HA a FA3!

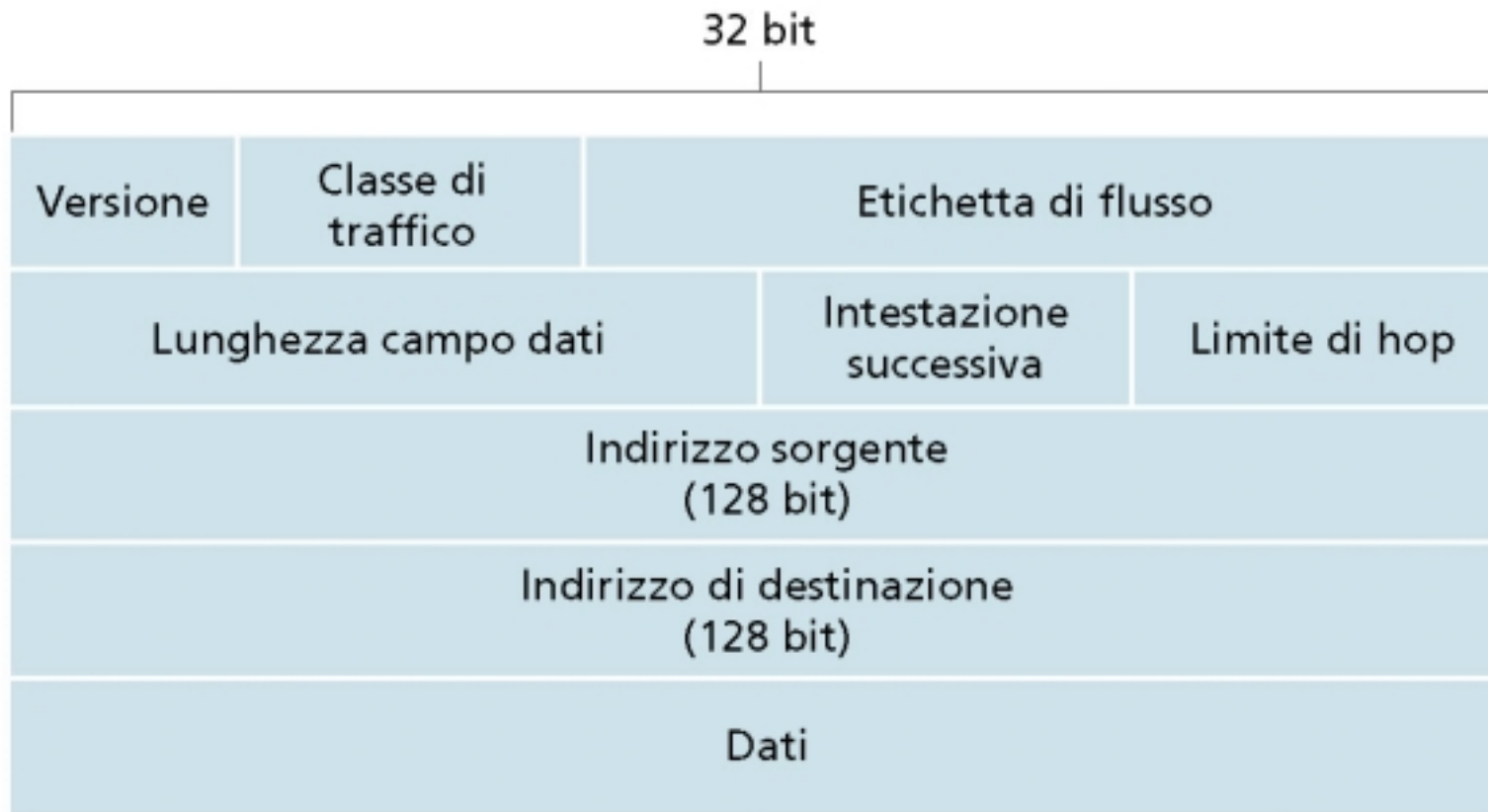


IPv6

- **perch'è?:** lo spazio di indirizzamento su 32 bit sarà esaurito circa dal 2008 in poi
- **inoltre:**
 - Il nuovo formato dell'header velocizza elaborazione e inoltro
 - Nuovo header permette di gestire qualità del servizio (QoS)
 - Nuovo indirizzo "anycast": il pacchetto viene inoltrato al migliore router di un certo insieme
- **IPv6 datagram:**
 - Intestazione (header) fisso di 40 Byte
 - Non è permessa la frammentazione!!!

Formato Datagram IPv6

- Classe di traffico:* determina livello di priorità tra i flussi in transito
- Etichetta di flusso:* identifica i datagram appartenenti a un certo flusso
- Intestazione successiva:* identifica il protocollo superiore al quale passare i dati

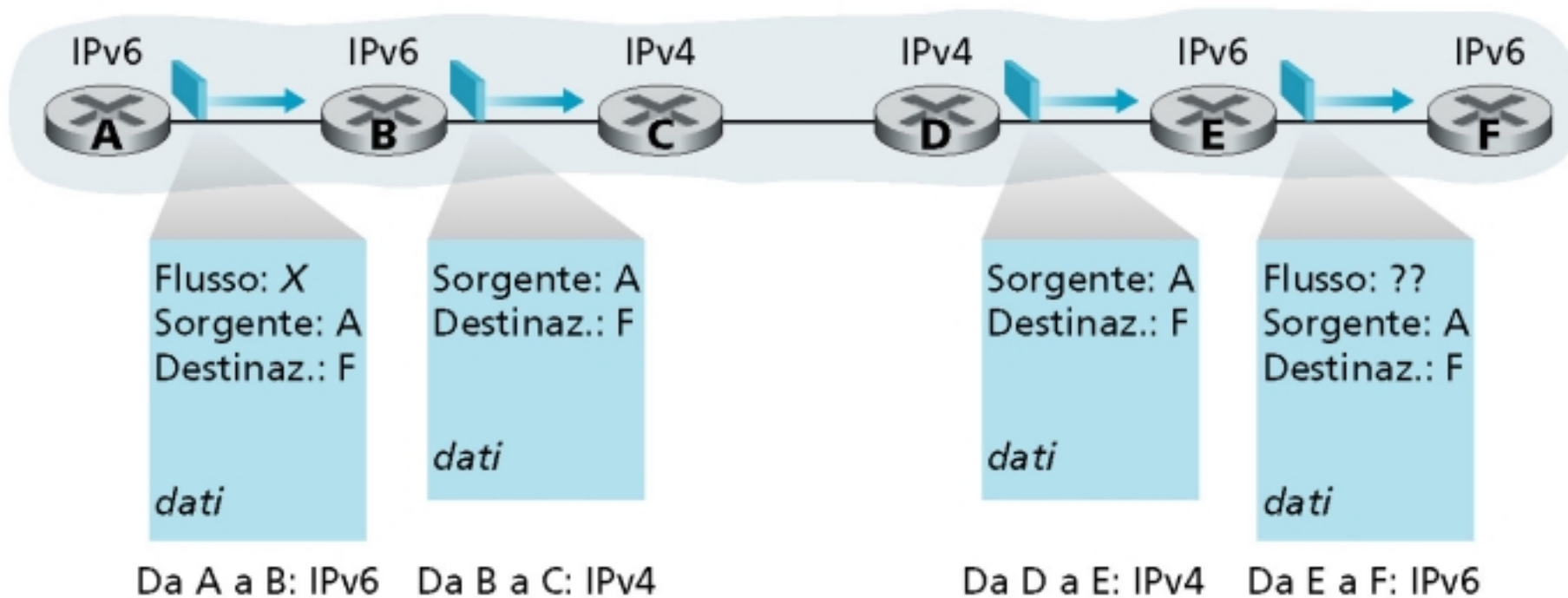


Cosa altro cambia da IPv4 a IPv6?

- **Checksum:** non si effettua la somma di controllo a livello IP per ridurre i tempi di inoltro
- **ICMPv6:** nuova versione di ICMP
 - Nuovi tipi di messaggio, es. "pacchetto troppo grande"
 - Funzioni di gestione di gruppi multicast
 - Indirizzo Multicast: un indirizzo IP che specifica un insieme di destinatari IP

Integrazione IPv4 e IPv6: dual stack

- ❑ Non tutti i router possono essere sostituiti alla data X
- ❑ Due possibili approcci per l'integrazione/sostituzione:
 - *Dual Stack*: alcuni router detti "dual stack (v6, v4)" possono tradurre i due formati



Integrazione IPv4 e IPv6: tunnelling

Tunneling: pacchetti IPv6 sono trasportati come payload in pacchetti IPv4 quando transitano su router IPv4

Vista logica



Vista fisica

