Programmazione in Rete

a.a. 2005/2006

http://www.di.uniba.it/~lisi/courses/prog-rete/prog-rete0506.htm

dott.ssa Francesca A. Lisi
lisi@di.uniba.it

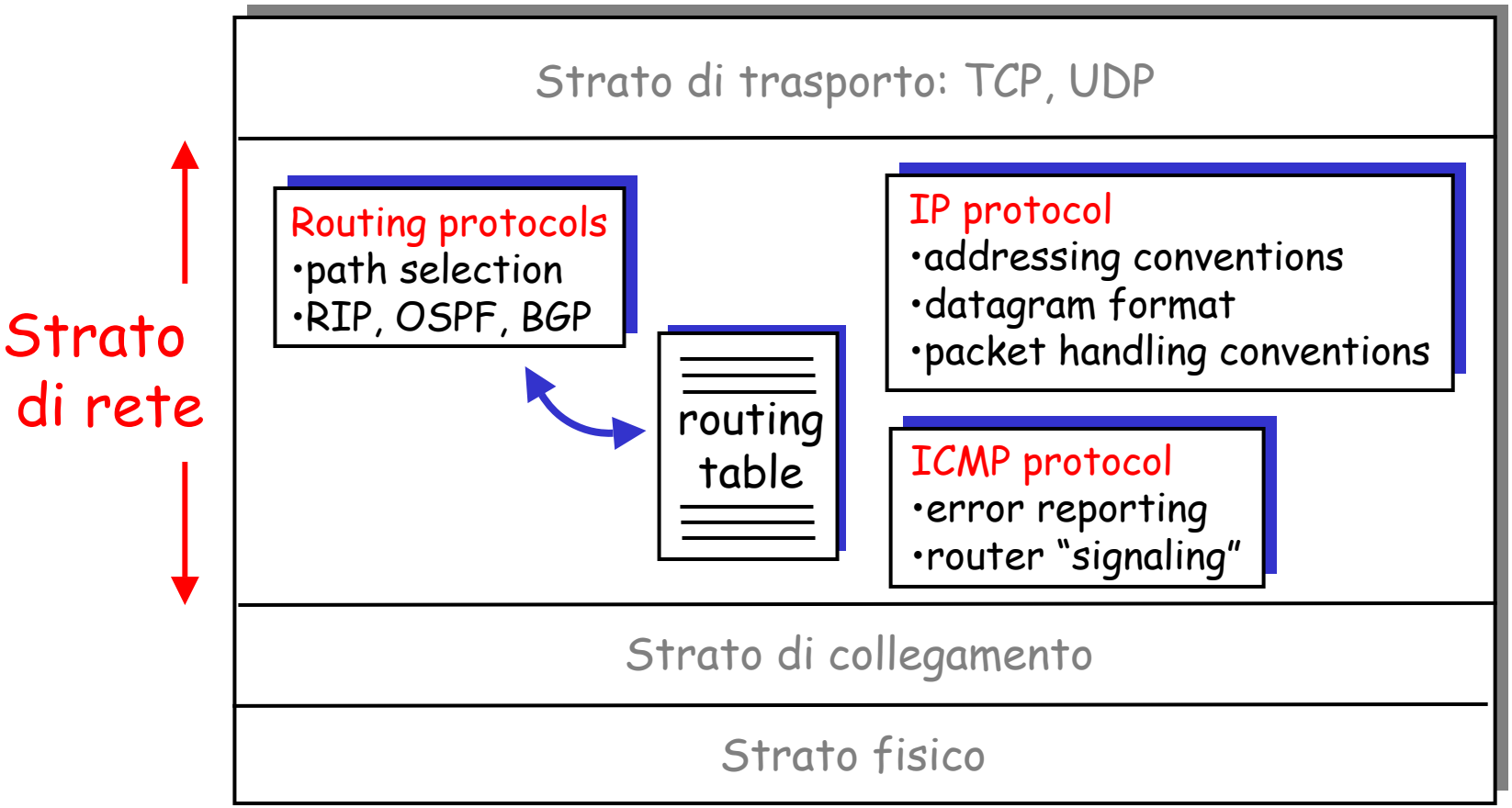
Orario di ricevimento: mercoledì ore 10-12

dib

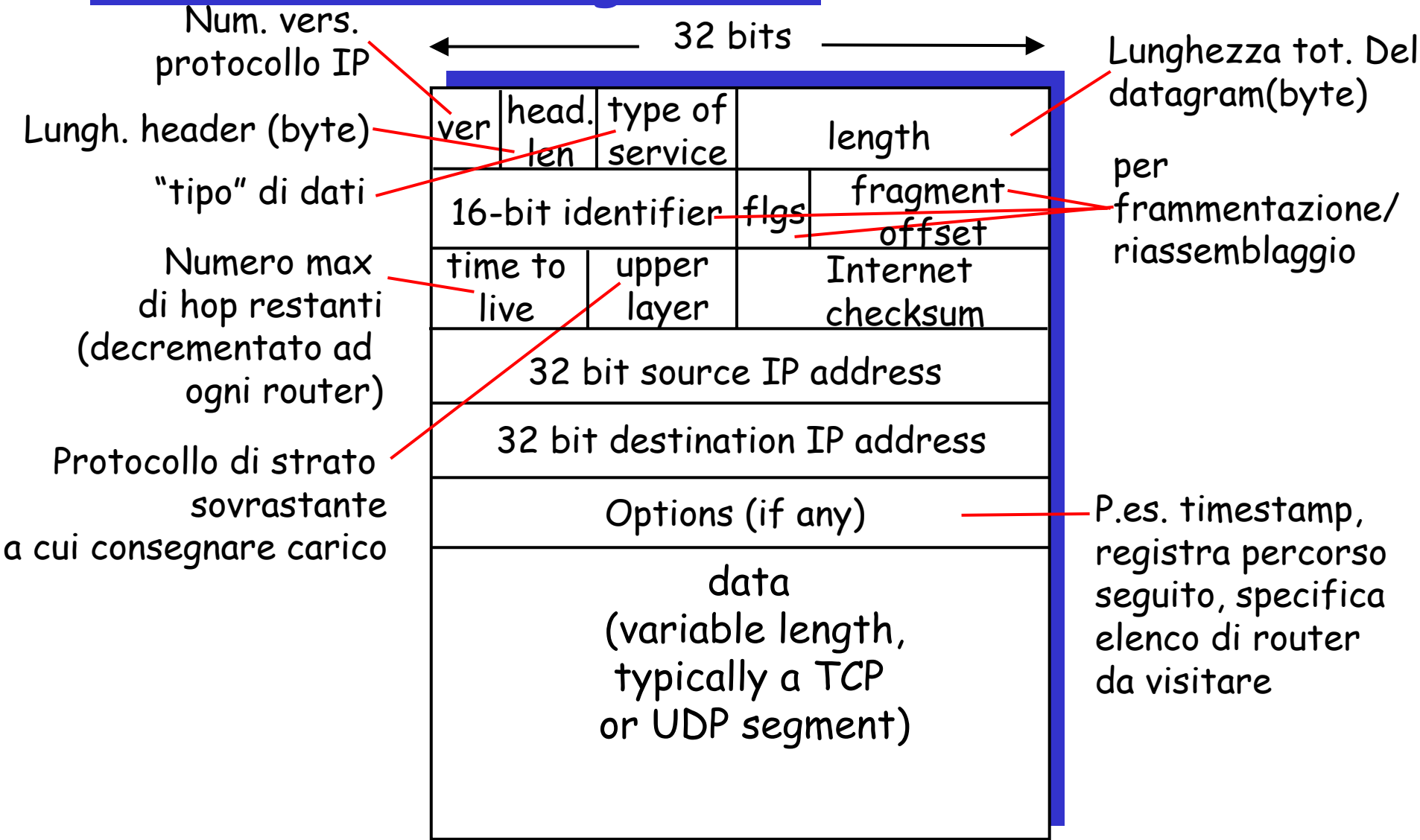
Sommario della lezione di oggi: Lo strato di rete (2/3)

- Servizi e protocolli dello strato di rete
- Reti a circuito virtuale vs reti a datagramma
- Struttura di un router
- Inoltro e indirizzamento in Internet: il protocollo IP
- Instradamento in Internet

Lo strato di rete di Internet

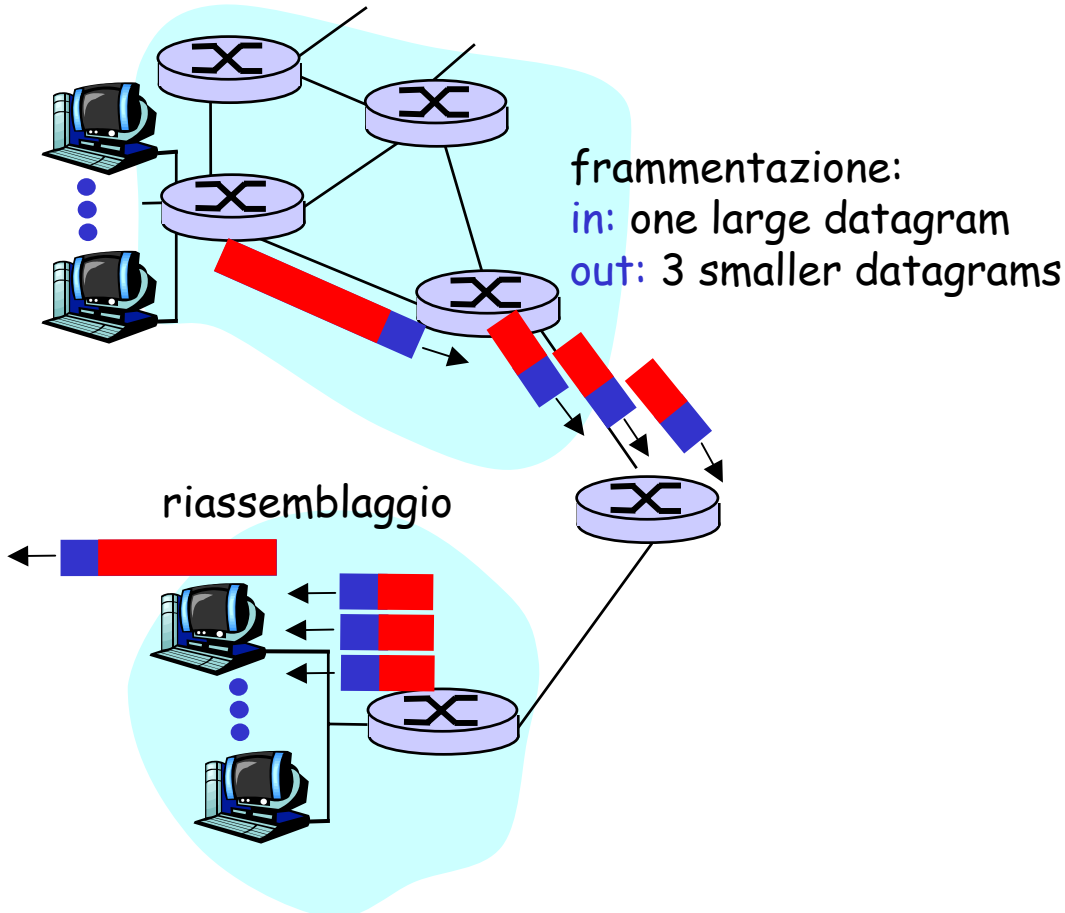


Protocollo IP: formato del datagramma

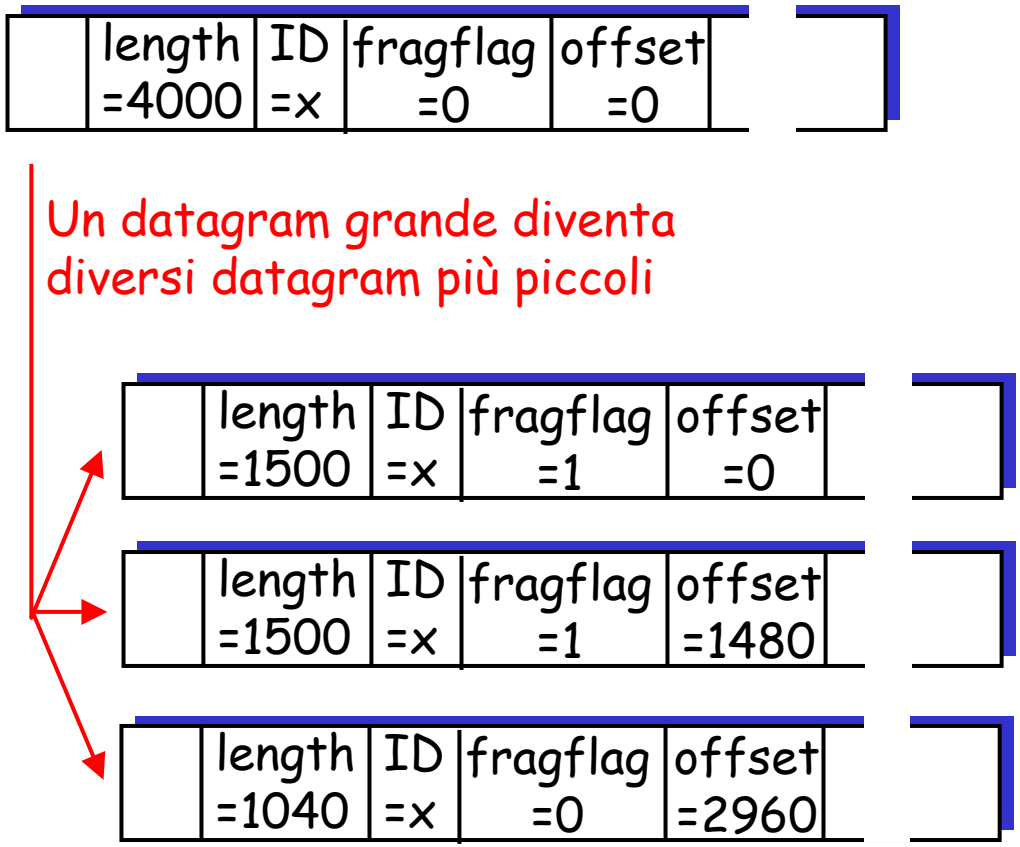


Protocollo IP: frammentazione e riassemblaggio

- MTU (Maximum Transfer Unit) - frame + largo possibile a livello di collegamento.
  - differenti tipi di link, different MTU
- datagram IP grandi suddivisi ("frammentati") nella rete
  - un datagram diventa diversi datagram
  - "riassemblati"solo alla destinazione finale
  - bit di intestazione IP usati per identificare e ordinare frammenti correlati

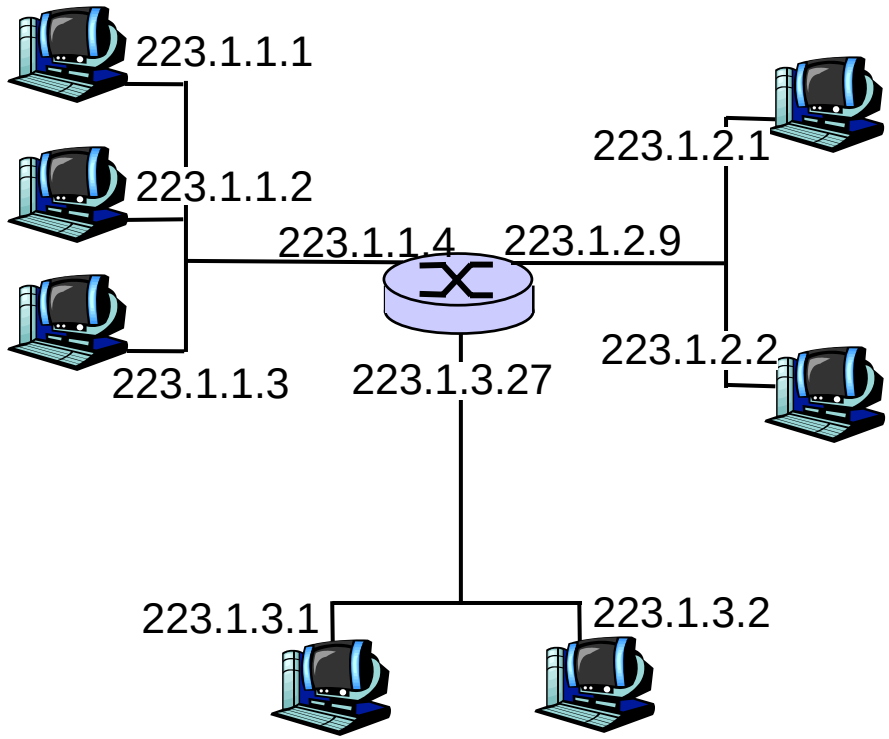


Protocollo IP: frammentazione e riassemblaggio (cont.)



Protocollo IP: indirizzamento

- *interfaccia:* connessione fra host/router e link
  - router hanno di solito interfacce multiple
  - host possono avere interfacce multiple
  - indirizzi IP associati ad interfaccia, non ad host/router
- **Indirizzo IPv4:** identificatore a 32 bit (**4** byte!) per un'interfaccia

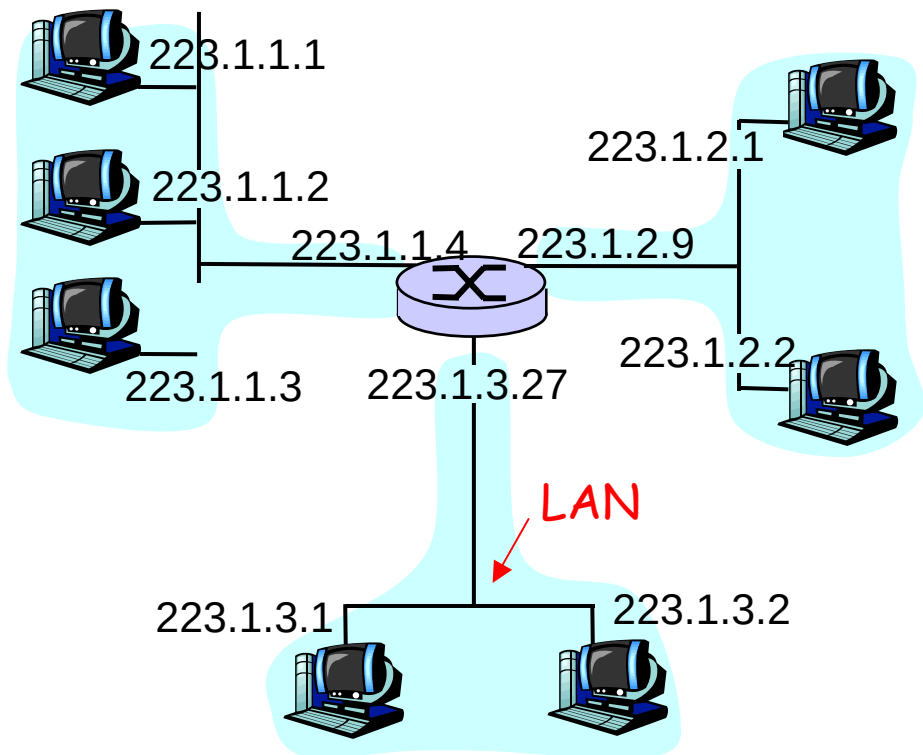


223.1.1.1 = 11011111 00000001 00000001 00000001

223 1 1 1

Protocollo IP: indirizzamento (cont.)

- Un indirizzo IP consta di:
  - parte di *rete* (bit di ordine alto)
  - parte host (bit di ordine basso)
- *Cos'è una rete (dal punto di vista IP)?*
  - Interfacce di dispositivo con stessa parte di rete per indirizzo IP
  - Host all'interno di una rete può fisicamente raggiungere ogni altro altro host della stessa rete senza intervento di un router

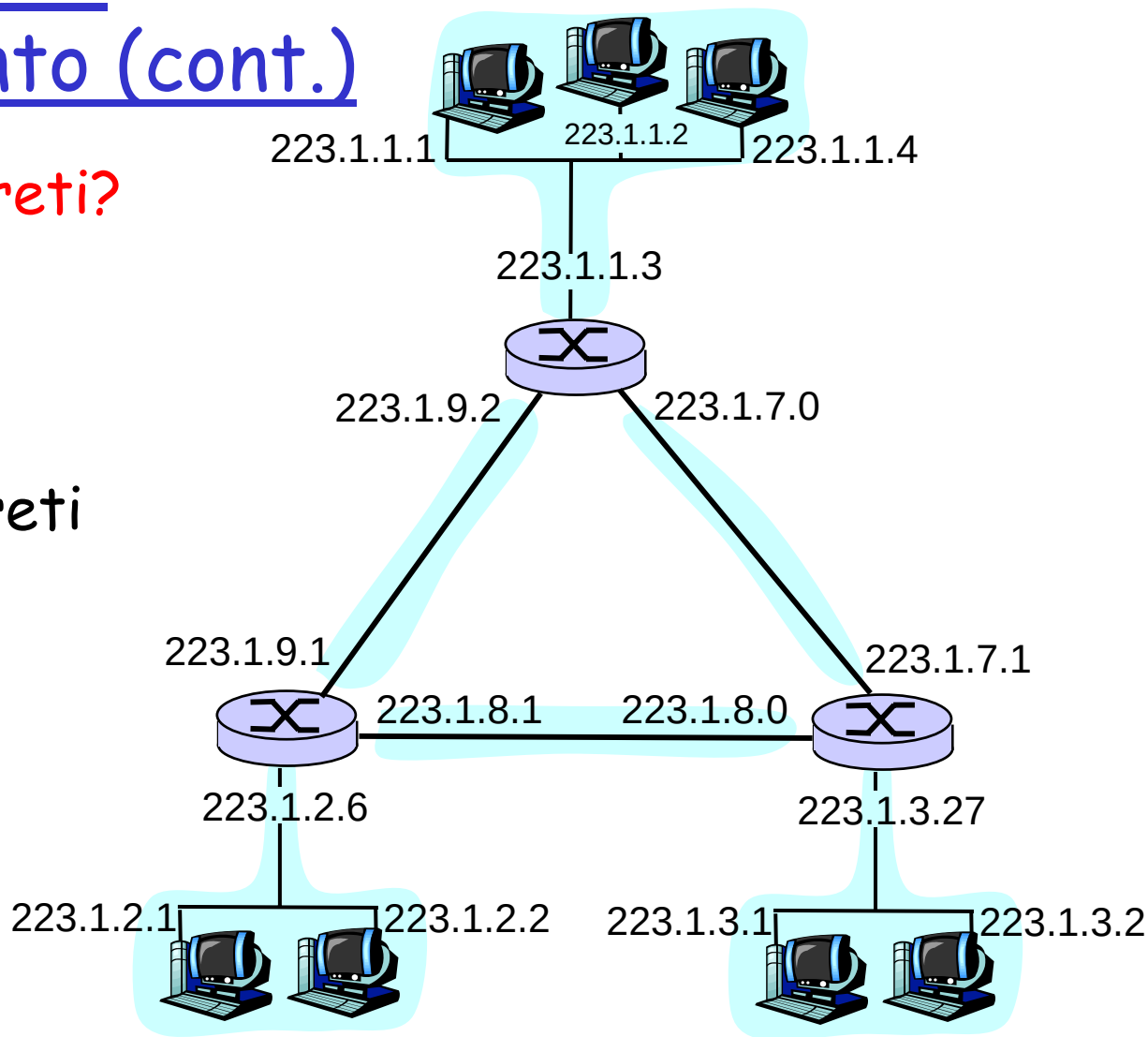


Rete consistente in 3 reti IP (per indirizzi IP che iniziano con 223, i primi 24 bit sono indirizzi di rete)

Protocollo IP: indirizzamento (cont.)

Come trovare le reti?

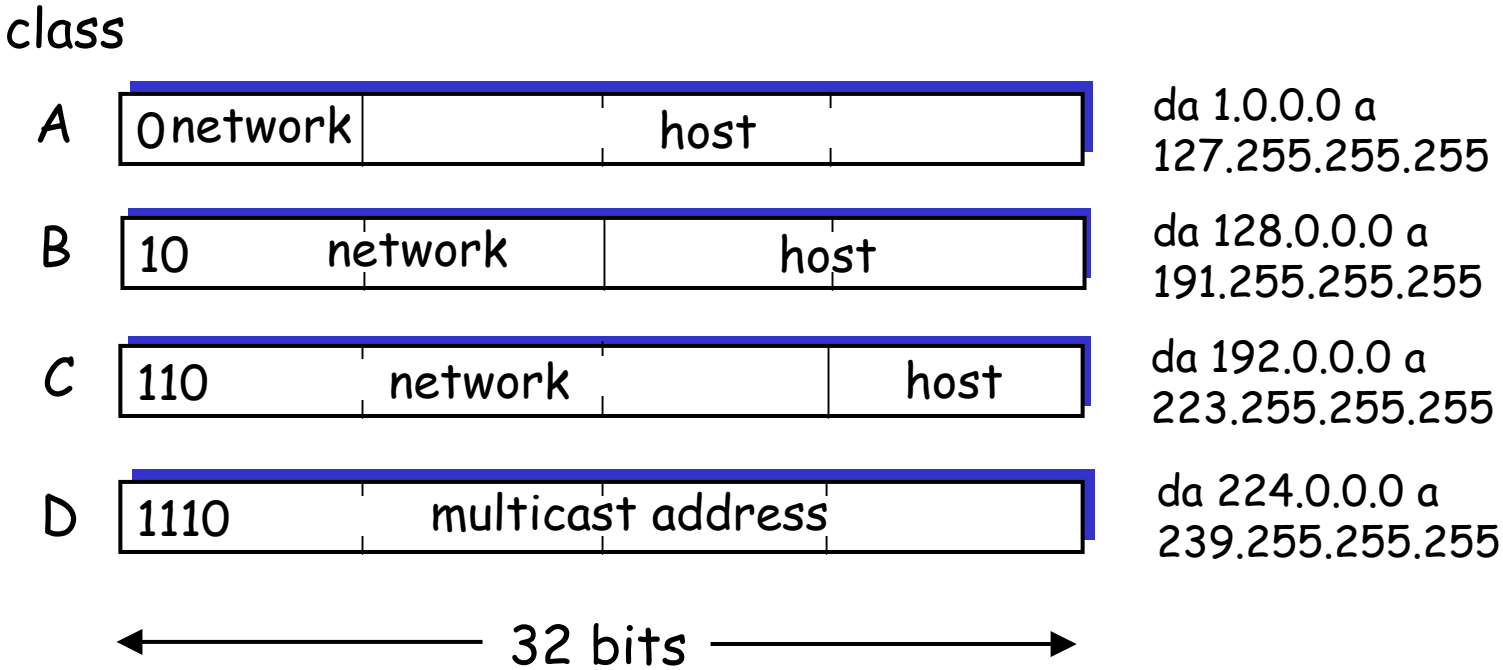
- Scollega ogni interfaccia da router/host
- Crea "isole di reti separate"



sistema interconnesso consistente di sei reti

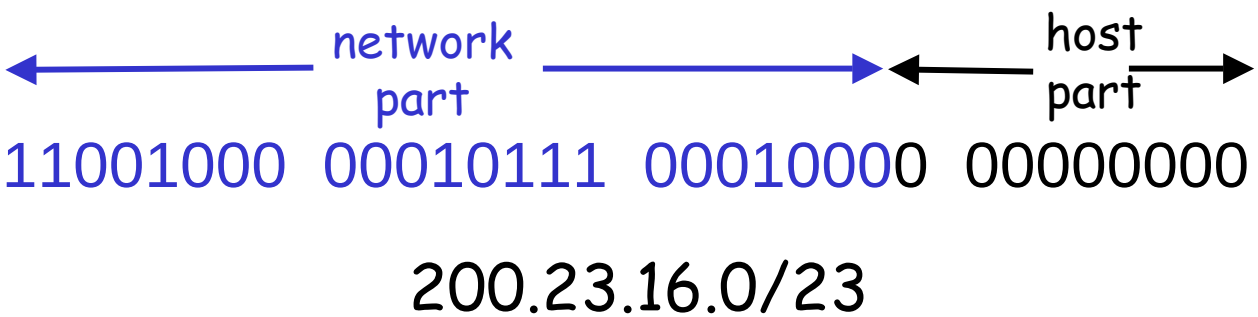
Protocollo IP: indirizzamento (cont.)

Sulla base della nozione di "rete IP", parliamo di indirizzamento "per classe" (classful addressing):



Protocollo IP: indirizzamento (cont.)

- Indirizzamento per classe:
  - uso inefficiente di spazio degli indirizzi, esaurimento di spazio indirizzi
  - e.g., rete di classe B allocati abbastanza indirizzi per 65K host, anche se ci sono solo 2K host in quella rete
- CIDR: Classless InterDomain Routing
  - porzione di rete nell'indirizzo è di arbitraria lunghezza
  - formato di indirizzo: a.b.c.d/x, dove x è # bit nella porzione di rete



Protocollo IP: indirizzamento (cont.)

Come ottenere un blocco di indirizzi IP?

Occorre contattare il proprio ISP!

ISP's block	11001000 00010111 00010000	00000000	200.23.16.0/20
Organization 0	11001000 00010111 00010000	00000000	200.23.16.0/23
Organization 1	11001000 00010111 00010010	00000000	200.23.18.0/23
Organization 2	11001000 00010111 00010100	00000000	200.23.20.0/23
...	.....	....	....
Organization 7	11001000 00010111 00011110	00000000	200.23.30.0/23

Protocollo IP: indirizzamento (cont.)

Come fa un ISP ad ottenere un blocco di indirizzi?

Occorre contattare ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers)

- alloca indirizzi
- gestisce DNS
- assegna nomi di dominio, risolve dispute

Protocollo IP: indirizzamento (cont.)

Come ottenere indirizzi per gli host di una rete?

- parte host codificata a mano da amministratore di sistema in un file, oppure
- DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) prende dinamicamente indirizzo -> "plug-and-play"
  - host invia msg "DHCP discover" in broadcasting
  - server DHCP risponde con msg "DHCP offer"
  - host richiede indirizzo IP con msg "DHCP request"
  - server DHCP invia indirizzo con msg "DHCP ack"

Protocollo IP: inoltro

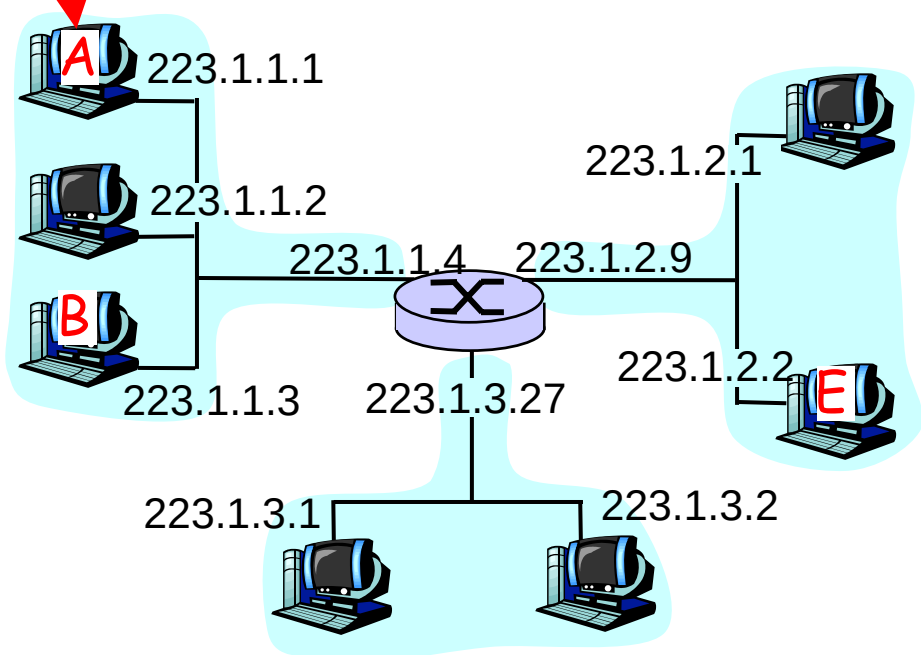
Tabella di inoltro in A

Dest. Net.	next router	Nhops
223.1.1		1
223.1.2	223.1.1.4	2
223.1.3	223.1.1.4	2

IP datagram:

misc fields	source IP addr	dest IP addr	data

- datagram rimane immutato, durante il viaggio da sorgente a destinazione
- campi indirizzo di interesse qui



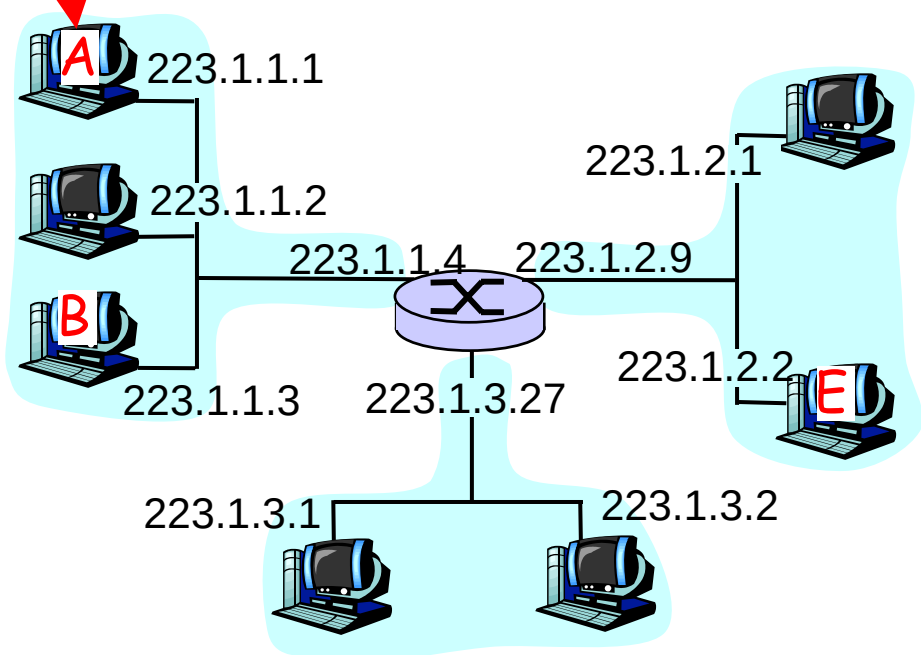
Protocollo IP: inoltro (cont.)

misc fields	223.1.1.1	223.1.1.3	data

Dest. Net.	next router	Nhops
223.1.1		1
223.1.2	223.1.1.4	2
223.1.3	223.1.1.4	2

1) Datagram destinato a B:

- controlla indirizzo di rete di B
- trova che B è nella stessa rete di A
- strato di collegamento invierà datagram direttamente a B nel contesto dello strato di collegamento
  - B e A sono direttamente connessi



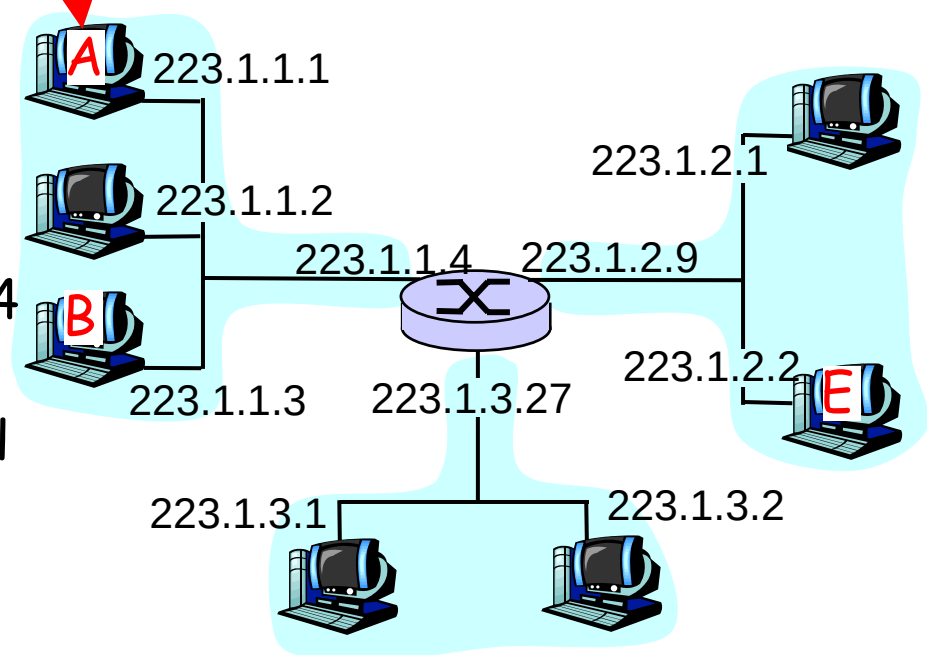
Protocollo IP: inoltro (cont.)

misc fields	223.1.1.1	223.1.2.3	data

Dest. Net.	next router	Nhops
223.1.1		1
223.1.2	223.1.1.4	2
223.1.3	223.1.1.4	2

2) datagram destinato ad E:

- controlla indirizzo di rete di E
- E si trova in *rete diversa*
  - A, E non direttamente collegati
- tabella di instradamento: prossimo hop verso E è 223.1.1.4
- strato di collegamento invia datagram al router 223.1.1.4 nel contesto link-layer
- datagram arriva a 223.1.1.4
- vedi prox slide ...



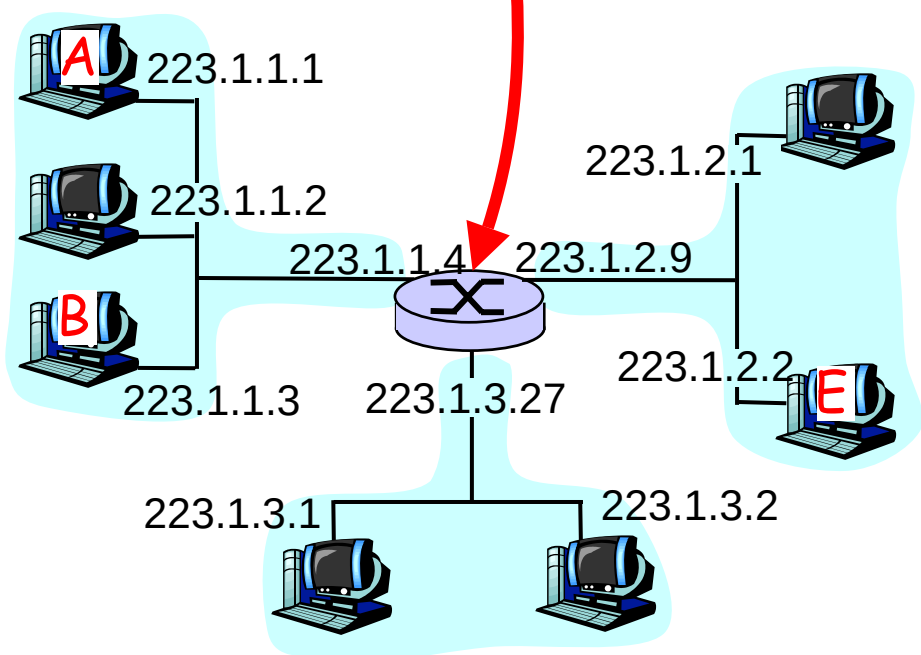
Protocollo IP: inoltro (cont.)

misc fields	223.1.1.1	223.1.2.3	data

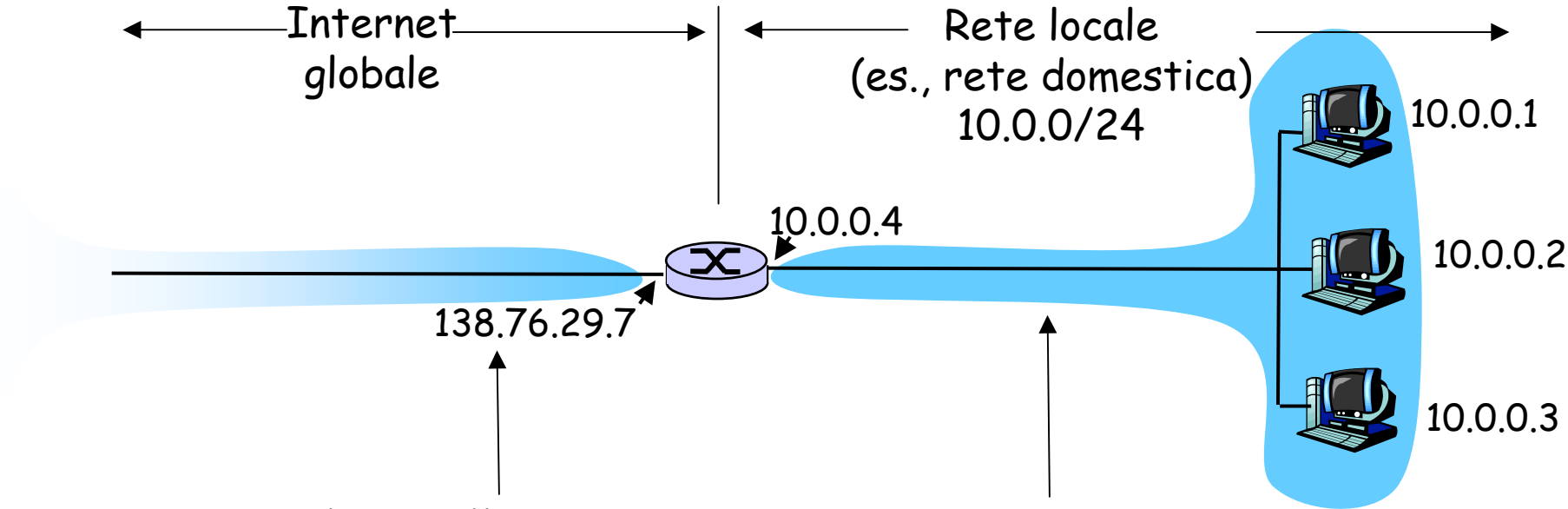
Dest. network	next router	Nhops	interface
223.1.1	-	1	223.1.1.4
223.1.2	-	1	223.1.2.9
223.1.3	-	1	223.1.3.27

2) continua

- controlla indirizzo di rete di E
- E si trova nella stessa rete in quanto interfaccia di router è 223.1.2.9
  - router, E directly attached
- strato di collegamento invia datagram a 223.1.2.2 nell'ambito link-layer attraverso interfaccia 223.1.2.9
- datagram arriva a 223.1.2.2 (!)



Protocollo IP: Traduzione degli indirizzi di rete (NAT)



I router abilitati alla NAT non appaiono al mondo esterno come router ma come un *unico* dispositivo con un *unico* indirizzo IP. Indirizzo IP origine: 138.76.29.7, e tutto il traffico verso Internet deve riportare lo stesso indirizzo

Spazio di indirizzi riservato alle reti private, molte delle quali usano un identico spazio, 10.0.0/24 per scambiare pacchetti tra i loro dispositivi

Protocollo IP: Traduzione degli indirizzi di rete (NAT)

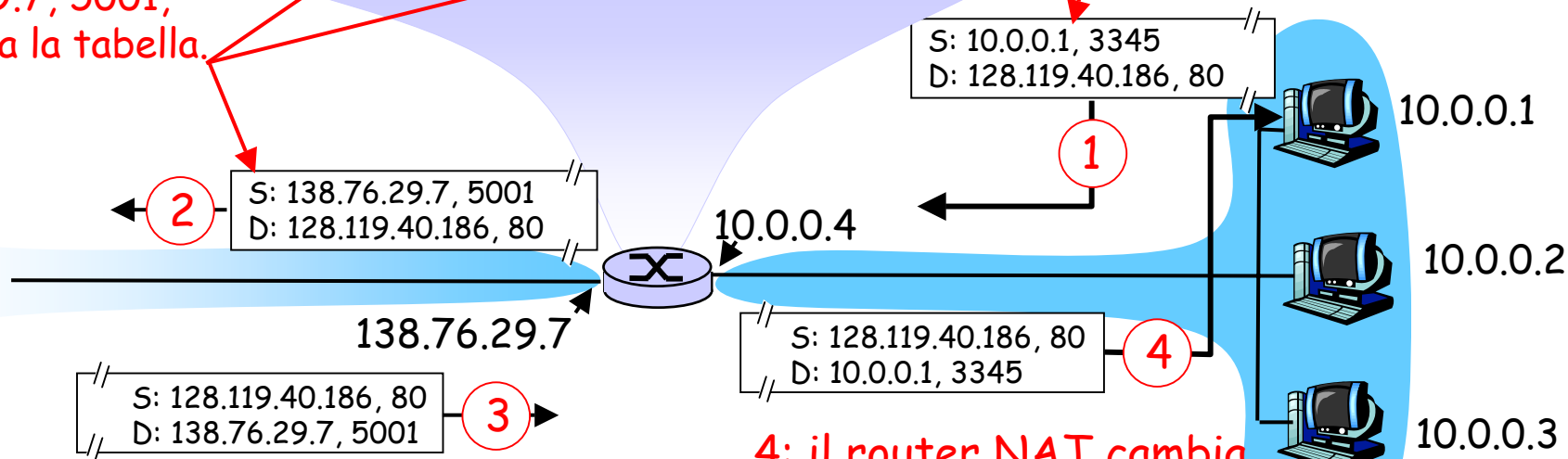
- Il router abilitato alla NAT nasconde i dettagli della rete domestica al mondo esterno
  - Non è necessario allocare un intervallo di indirizzi da un ISP: un unico indirizzo IP è sufficiente per tutte le macchine di una rete locale.
  - È possibile cambiare gli indirizzi delle macchine di una rete privata senza doverlo comunicare all'Internet globale.
  - È possibile cambiare ISP senza modificare gli indirizzi delle macchine della rete privata

Protocollo IP: Traduzione degli indirizzi di rete (NAT)

Tabella di traduzione NAT	
Lato WAN	LatoLAN
138.76.29.7, 5001	10.0.0.1, 3345
……	……

2: il router NAT cambia l'indirizzo d'origine del datagramma da 10.0.0.1, 3345 a 138.76.29.7, 5001, e aggiorna la tabella.

1: l'host 10.0.0.1 invia il datagramma a 128.119.40.186, 80



3: la risposta arriva all'indirizzo di destinazione: 138.76.29.7, 5001

4: il router NAT cambia l'indirizzo di destinazione del datagramma da 138.76.29.7, 5001 a 10.0.0.1, 3345

Protocollo IP: Traduzione degli indirizzi di rete (NAT)

- Il campo numero di porta è lungo 16 bit:
  - Il protocollo NAT può supportare più di 60.000 connessioni simultanee con un solo indirizzo IP sul lato WAN.
- NAT è contestato perché:
  - i router dovrebbero elaborare i pacchetti solo fino al livello 3.
  - Viola il cosiddetto *argomento punto-punto*
    - Interferenza con le applicazioni P2P, a meno che non sia specificamente configurato per quella specifica applicazione P2P.
  - Per risolvere la scarsità di indirizzi IP si dovrebbe usare IPv6.

Protocollo ICMP: Internet Control Message Protocol

- Usato da host, router, gateway per comunicazione a livello di rete
  - error reporting: unreachable host, network, port, protocol
  - echo request/reply (used by ping)
- strato di rete "su" IP:
  - msg ICMP trasportati nei datagramIP
- messaggio ICMP: tipo, codice più primi 8 byte di datagram IP che causano errore

Type	Code	description
0	0	echo reply (ping)
3	0	dest. network unreachable
3	1	dest host unreachable
3	2	dest protocol unreachable
3	3	dest port unreachable
3	6	dest network unknown
3	7	dest host unknown
4	0	source quench (congestion control - not used)
8	0	echo request (ping)
9	0	route advertisement
10	0	router discovery
11	0	TTL expired
12	0	bad IP header

Protocollo IPv6

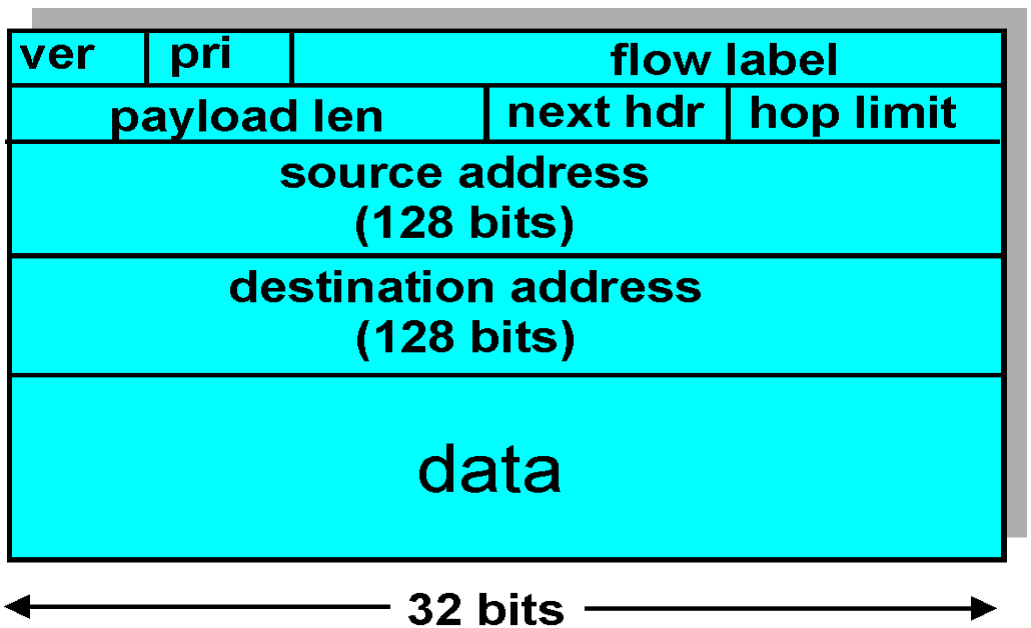
- Esigenza principale: lo spazio di indirizzamento IP a 32 bit stava incominciando a esaurirsi.
- Altre motivazioni:
  - Il formato dell'intestazione aiuta a rendere più veloci i processi di elaborazione e inoltro
  - Agevolare la QoS.

Formato dei datagrammi IPv6:

- Intestazione a 40 byte e a lunghezza fissa.
- Non è consentita la frammentazione.

Protocollo IPv6: Formato dei datagrammi

Priorità di flusso: attribuisce priorità a determinati datagrammi di un flusso.
Etichetta di flusso: identifica i pacchetti che appartengono a flussi particolari (anche se non è ben chiaro il concetto di "flusso").
Intestazione successiva: identifica il protocollo cui verranno consegnati i contenuti del datagramma.



Protocollo IPv6: altre novità

- *Checksum*: i progettisti hanno deciso di rimuoverla dal livello di rete in quanto risultava ridondante.
- *Opzioni:* non fa più parte dell'intestazione IP standard. Il campo non è del tutto scomparso ma è diventato una delle possibili "intestazioni successive" cui punta l'intestazione di IPv6.
- *ICMPv6:* nuova versione di ICMP:
  - Ha aggiunto nuovi tipi e codici, es. "Pacchetto troppo grande".
  - Assume le funzionalità dell'IGMP, e gestisce l'ingresso e l'uscita di host nei gruppi multicast.

Protocollo IPv6: Passaggio da IPv4 a IPv6

- Non è possibile aggiornare simultaneamente tutti i router:
  - Impossibile dichiarare una "giornata campale" in cui tutte le macchine Internet verranno spente e aggiornate da IPv4 a IPv6.
  - Come riuscirà la rete a funzionare in presenza di router IPv4 e IPv6?
- *Due soluzioni*
  - *Approccio a doppia pila*
  - *Approccio a tunneling*

Sommario della prossima lezione: Lo strato di rete (3/3)

- Servizi e protocolli dello strato di rete
- Reti a circuito virtuale vs reti a datagramma
- Struttura di un router
- Inoltro e indirizzamento in Internet: il protocollo IP
- Instradamento in Internet