

# RETI DI CALCOLATORI

Prof. PIER LUCA MONTESSORO

Facoltà di Ingegneria  
Università degli Studi di Udine

# Nota di Copyright

Questo insieme di trasparenze (detto nel seguito slide) è protetto dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo ed i copyright relativi alle slides (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica e testo) sono di proprietà dell'autore prof. Pier Luca Montessoro, Università degli Studi di Udine.

Le slide possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente dagli istituti di ricerca, scolastici ed universitari afferenti al Ministero della Pubblica Istruzione e al Ministero dell'Università e Ricerca Scientifica e Tecnologica, per scopi istituzionali, non a fine di lucro. In tal caso non è richiesta alcuna autorizzazione.

Ogni altro utilizzo o riproduzione (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti magnetici, su reti di calcolatori e stampe) in toto o in parte è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte dell'autore.

L'informazione contenuta in queste slide è ritenuta essere accurata alla data della pubblicazione. Essa è fornita per scopi meramente didattici e non per essere utilizzata in progetti di impianti, prodotti, reti, ecc. In ogni caso essa è soggetta a cambiamenti senza preavviso. L'autore non assume alcuna responsabilità per il contenuto di queste slide (ivi incluse, ma non limitatamente, la correttezza, completezza, applicabilità, aggiornamento dell'informazione).

In ogni caso non può essere dichiarata conformità all'informazione contenuta in queste slide.

In ogni caso questa nota di copyright e il suo richiamo in calce ad ogni slide non devono mai essere rimossi e devono essere riportati anche in utilizzi parziali.

# Lezione 23

## Internetworking in ambito TCP/IP

## Lezione 23: indice degli argomenti

- Problemi di internetworking
- Il protocollo IP (Internet Protocol)
- Indirizzi IP, reti e sottoreti

# Problemi di internetworking

# Internetworking

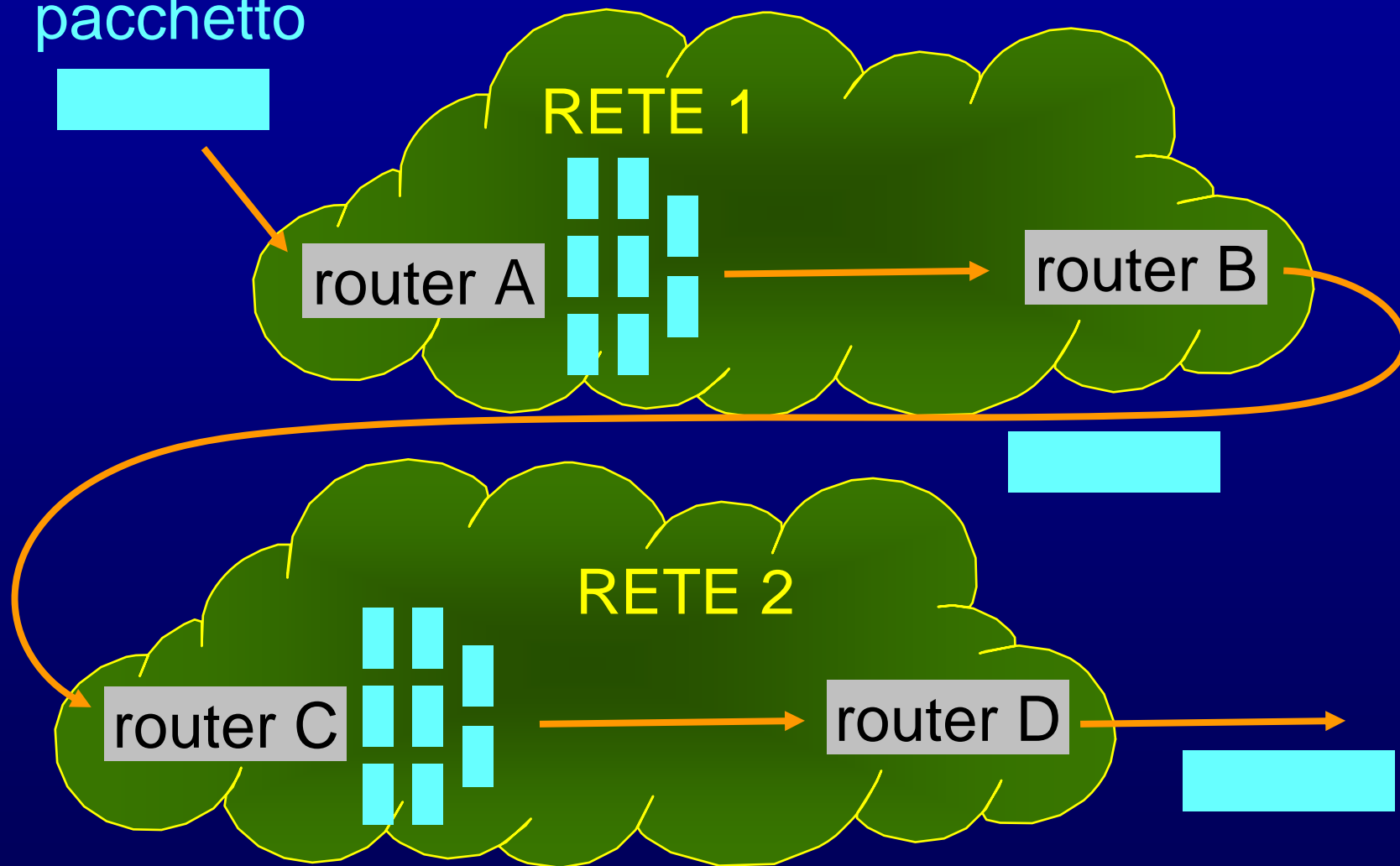
- I router possono collegare reti differenti per tipo (LAN, MAN, WAN) e per implementazione (802.3, 802.11, ...), realizzando una “internet”
- Diverse reti, diverse caratteristiche:
  - dimensione massima dei pacchetti
  - formato dei pacchetti
  - protocolli connessi o no
  - controlli di errore, flusso e congestione
  - supporto del traffico real-time
  - indirizzi
  - ...

# Frammentazione

- Limitazioni della dimensioni dei pacchetti:
  - hardware
  - sistemi operativi
  - protocolli
  - conformità a qualche standard
  - contenimento degli effetti degli errori
  - aumento della condivisione del canale
- Se il pacchetto da inoltrare è troppo grande è necessaria la frammentazione

# Frammentazione trasparente

pacchetto



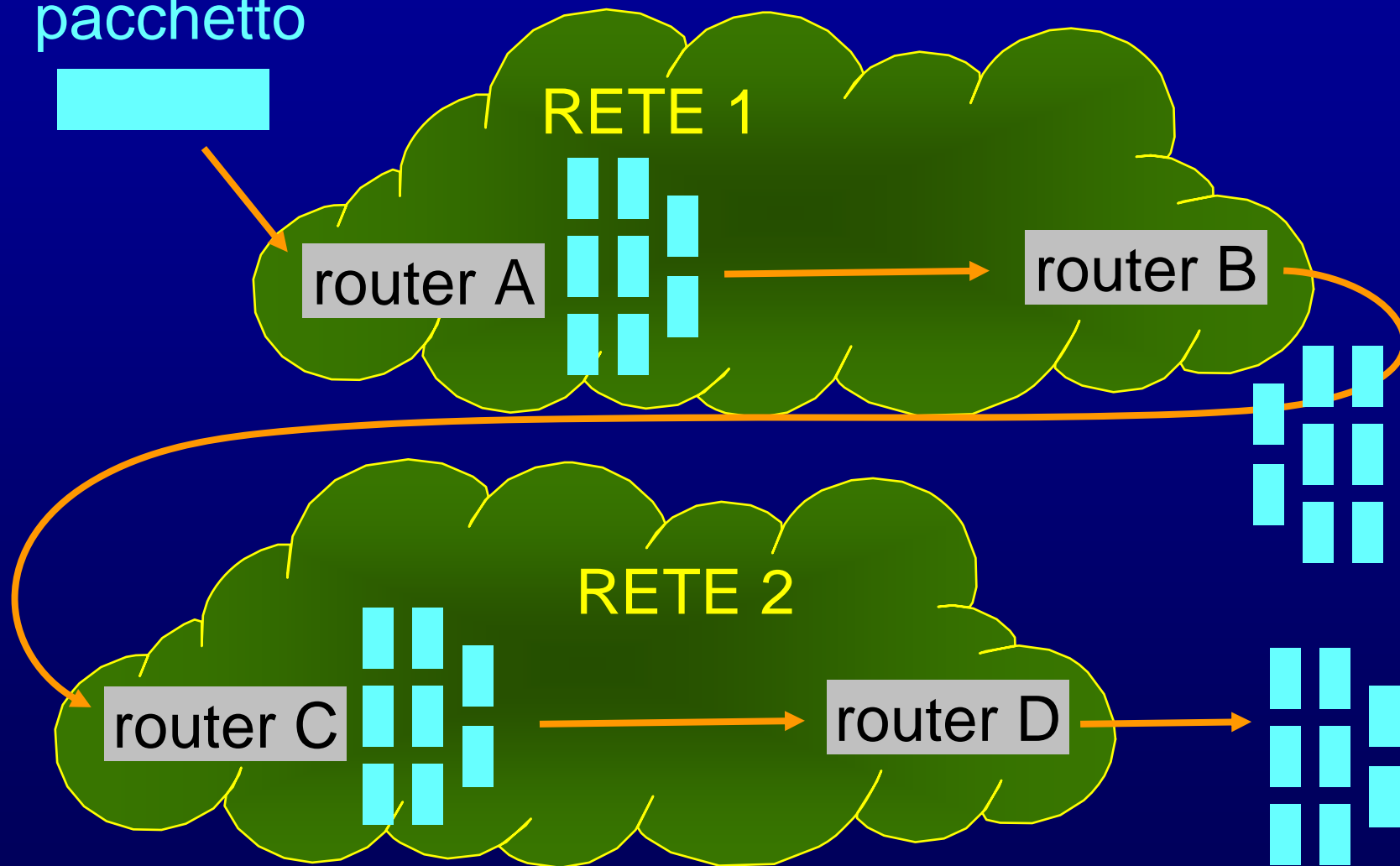


## Frammentazione trasparente

- Controllo dell'avvenuta ricezione di tutti i pacchetti in ogni nodo di uscita
- Tutti i frammenti devono arrivare allo stesso nodo di uscita

# Frammentazione non trasparente

pacchetto

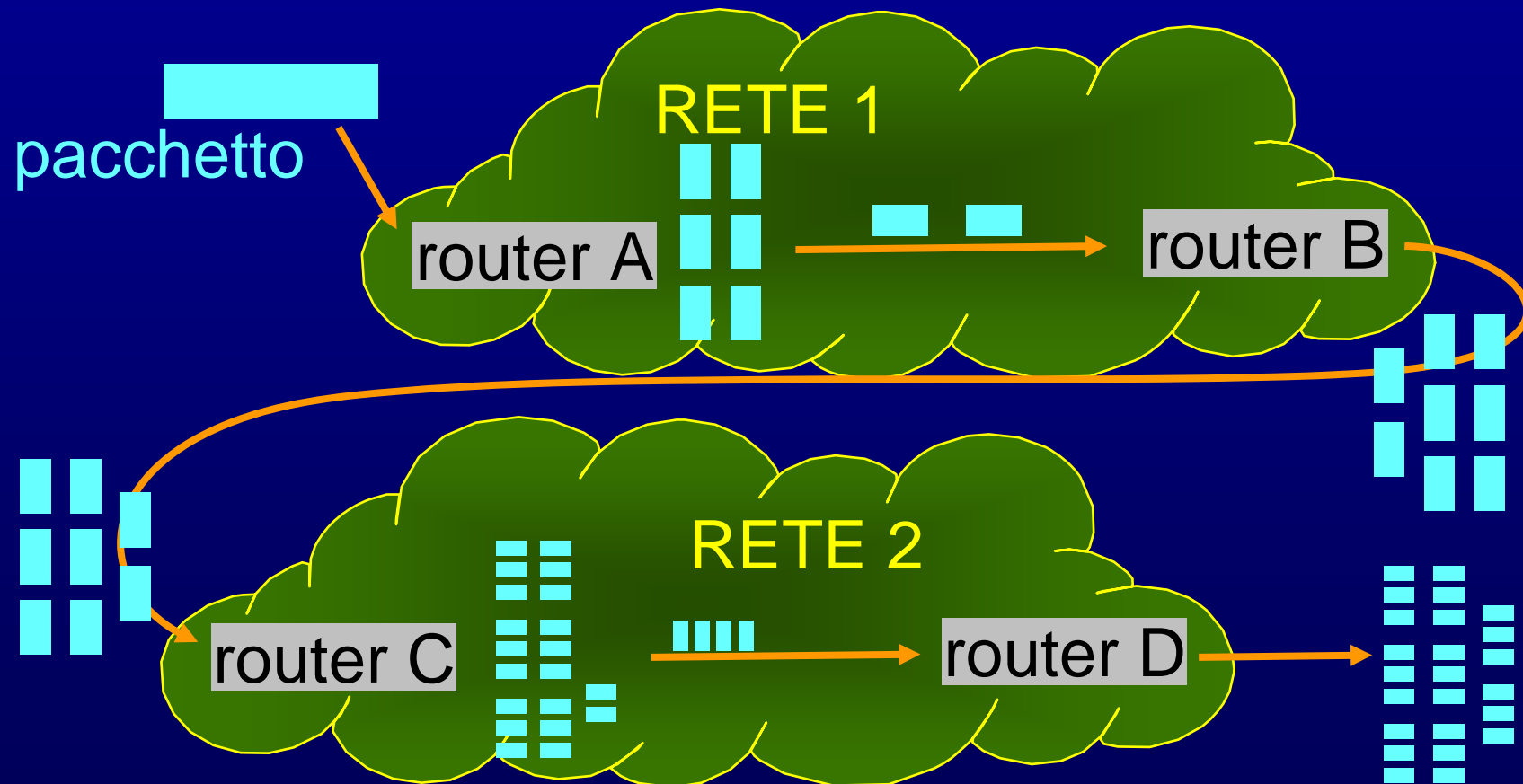


## Frammentazione non trasparente

- Ogni host deve essere in grado di riassemblare i pacchetti
- L'overhead dovuto alla frammentazione viene mantenuto in tutti i collegamenti, anche attraverso quelli che non ne avrebbero bisogno
- I frammenti possono attraversare diversi nodi di uscita
- È necessario un meccanismo di numerazione dei frammenti

# Numerazione dei frammenti

- Cosa succede in questo caso?

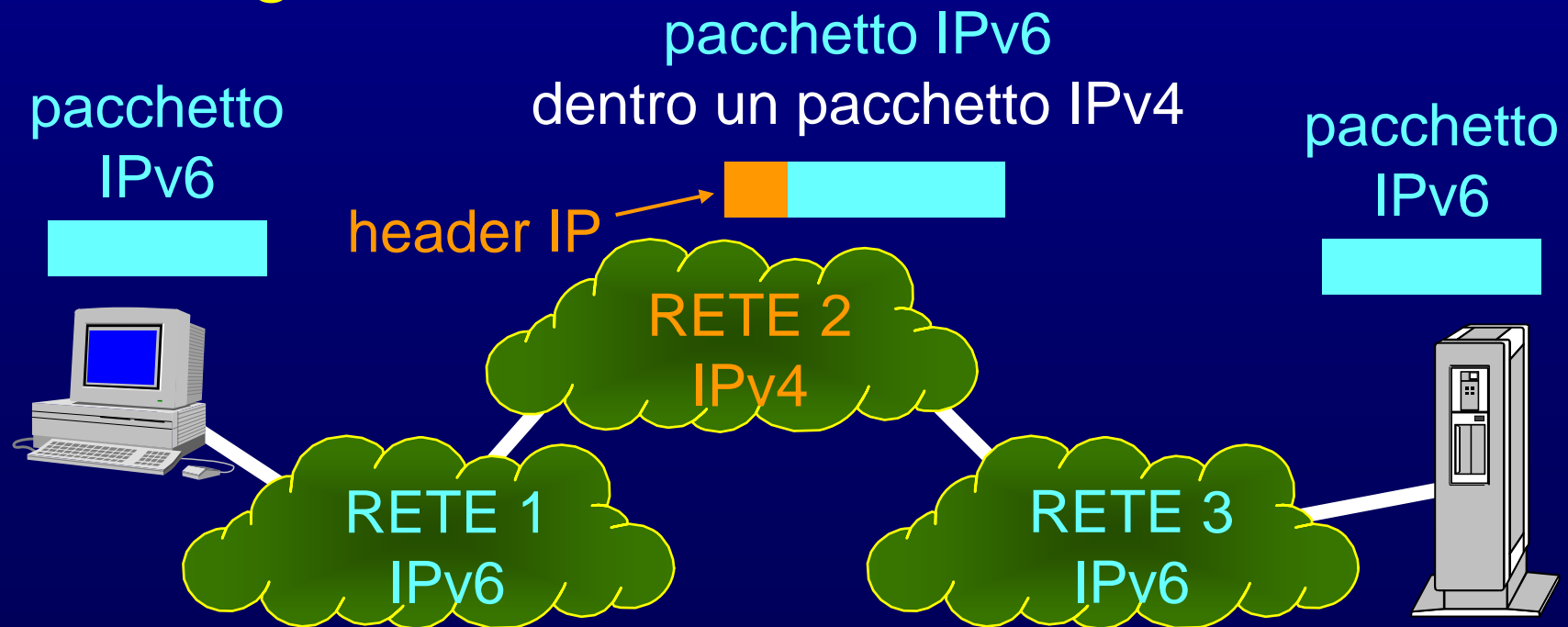


# Numerazione dei frammenti

- **Schema di numerazione ad albero**
  - i frammenti possono essere ulteriormente frammentati
  - complesso gestire le ritrasmissioni: possono attraversare reti diverse e essere frammentati diversamente
- **Dimensione elementare predefinita**
  - si garantisce che tutte le reti siano in grado di trasportare i frammenti senza ulteriori suddivisioni

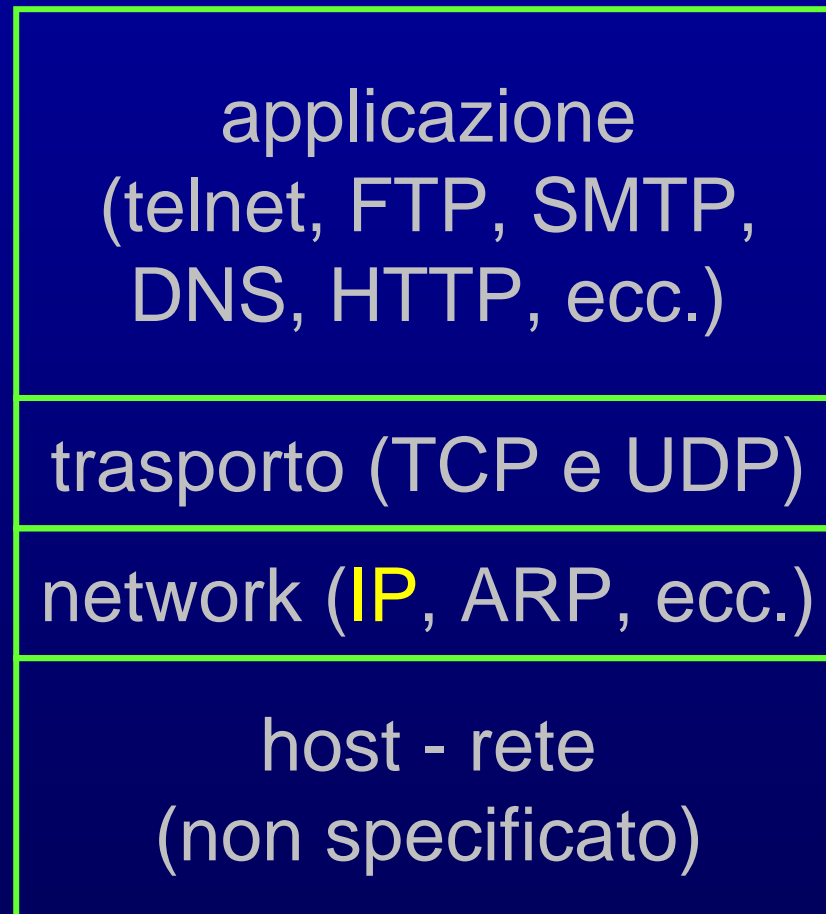
# Tunneling

- Tecnica utilizzabile nel caso speciale in cui rete di partenza e rete di arrivo siano omogenee



# Internet Protocol

# Internet Protocol



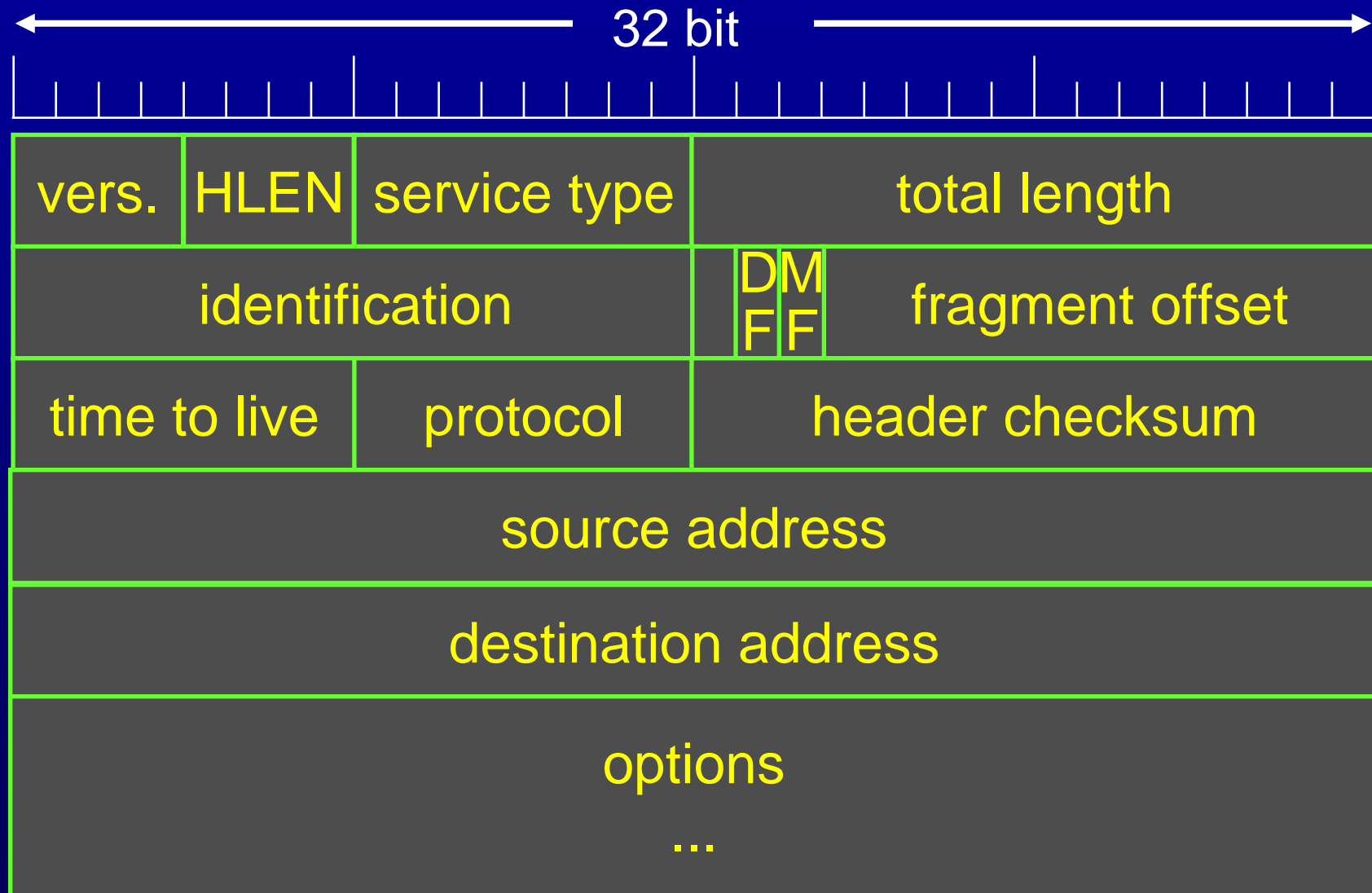
## Internet Protocol Suite (TCP/IP)



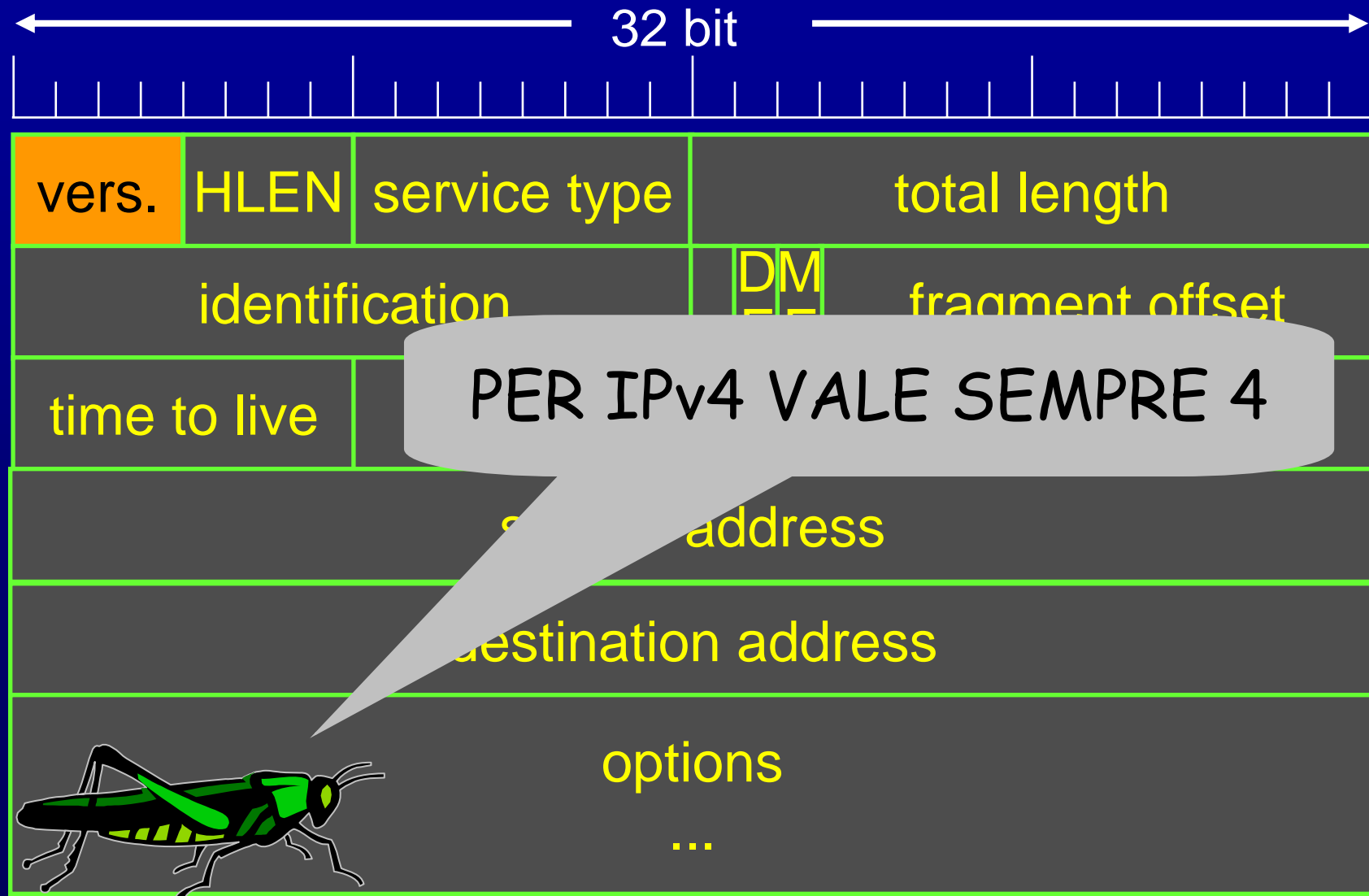
# Internet protocol

- Protocollo semplice di tipo datagram, non connesso
- Funzioni di:
  - instradamento dei messaggi basato su indirizzi 32 bit
  - frammentazione e riassetblaggio
  - rilevazione (senza correzione) degli errori
- Versioni:
  - IPv4 attuale
  - IPv6 futura, già definita

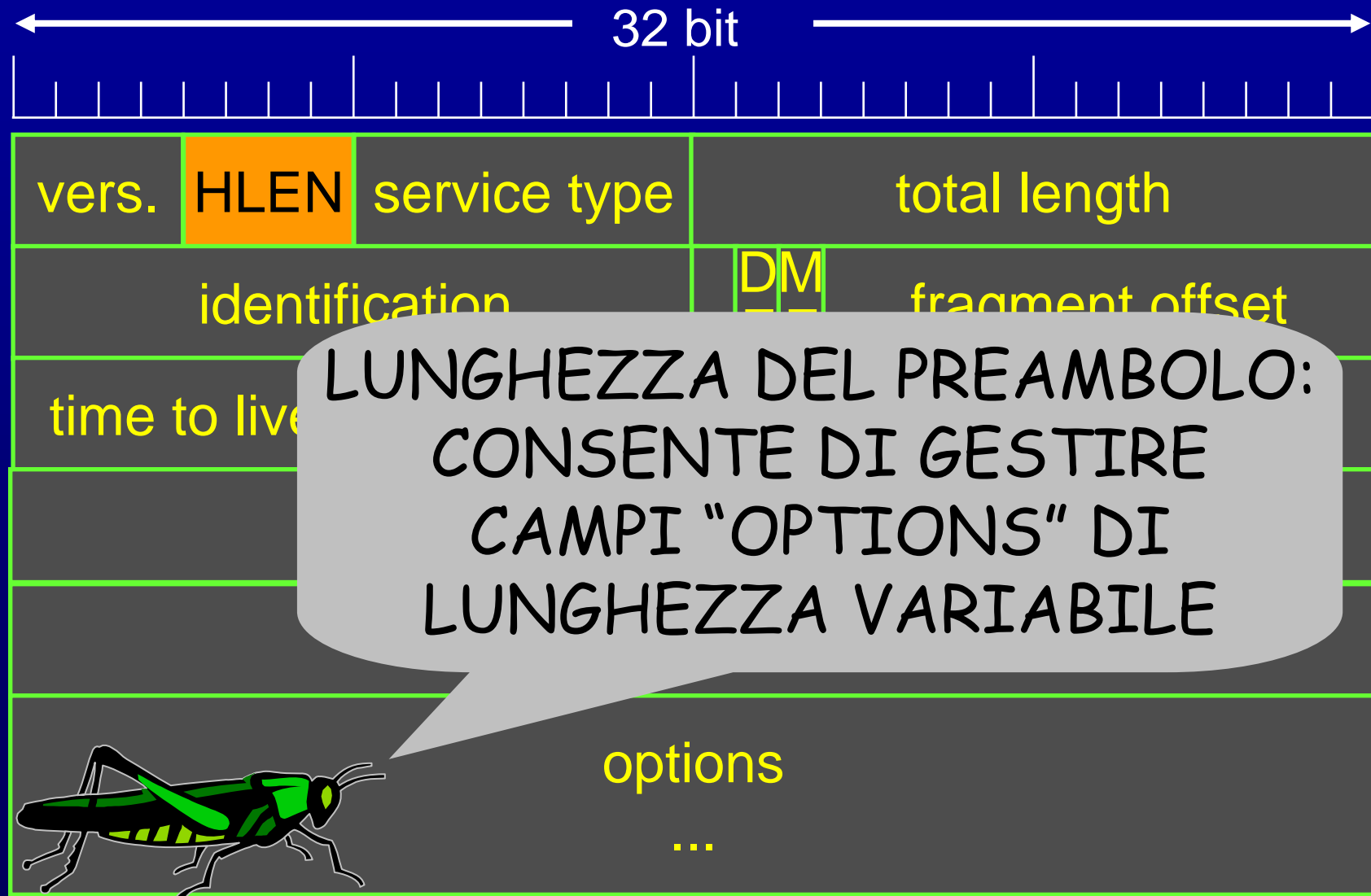
# Header IPv4



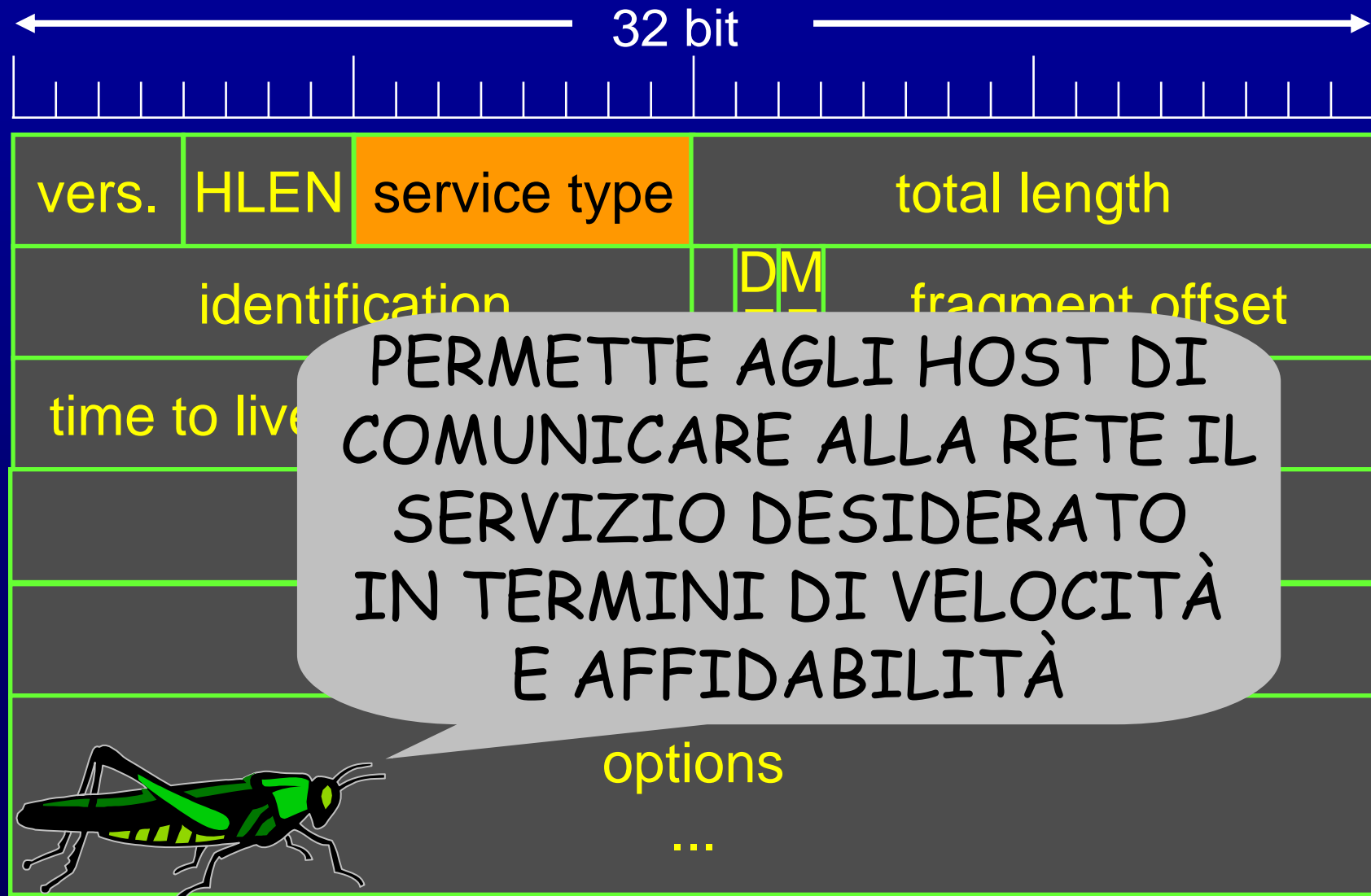
# Header IPv4



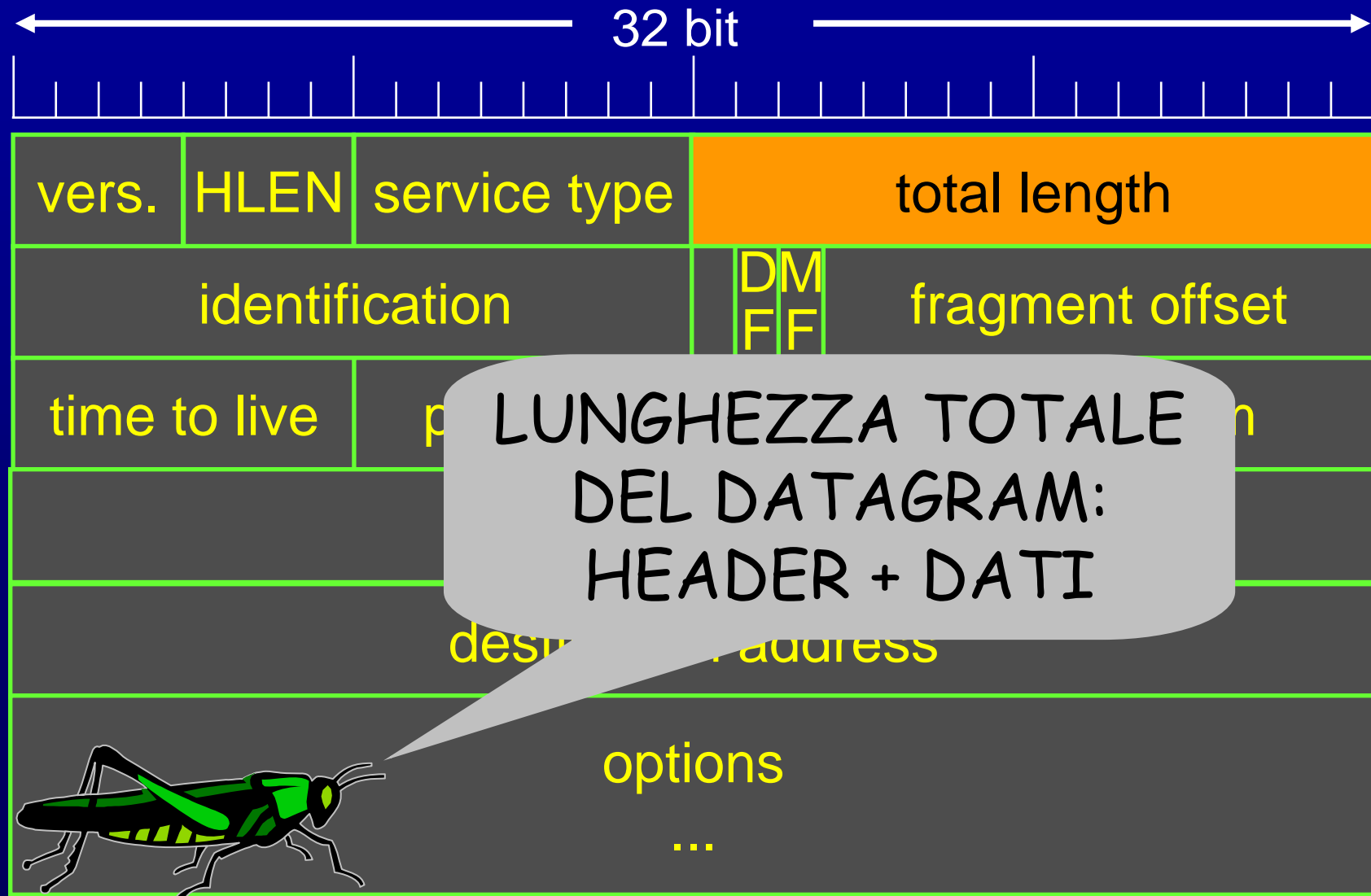
# Header IPv4



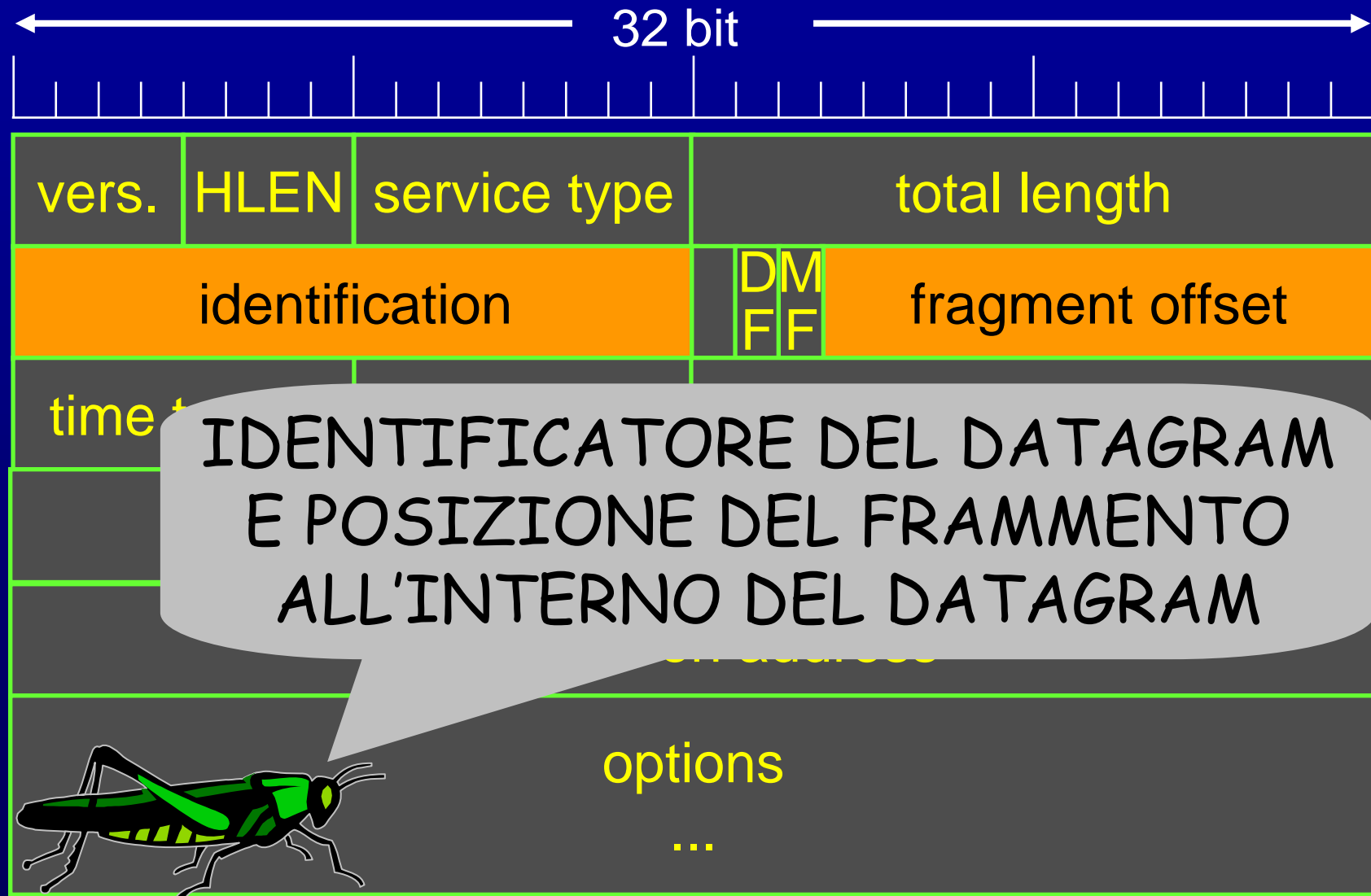
# Header IPv4



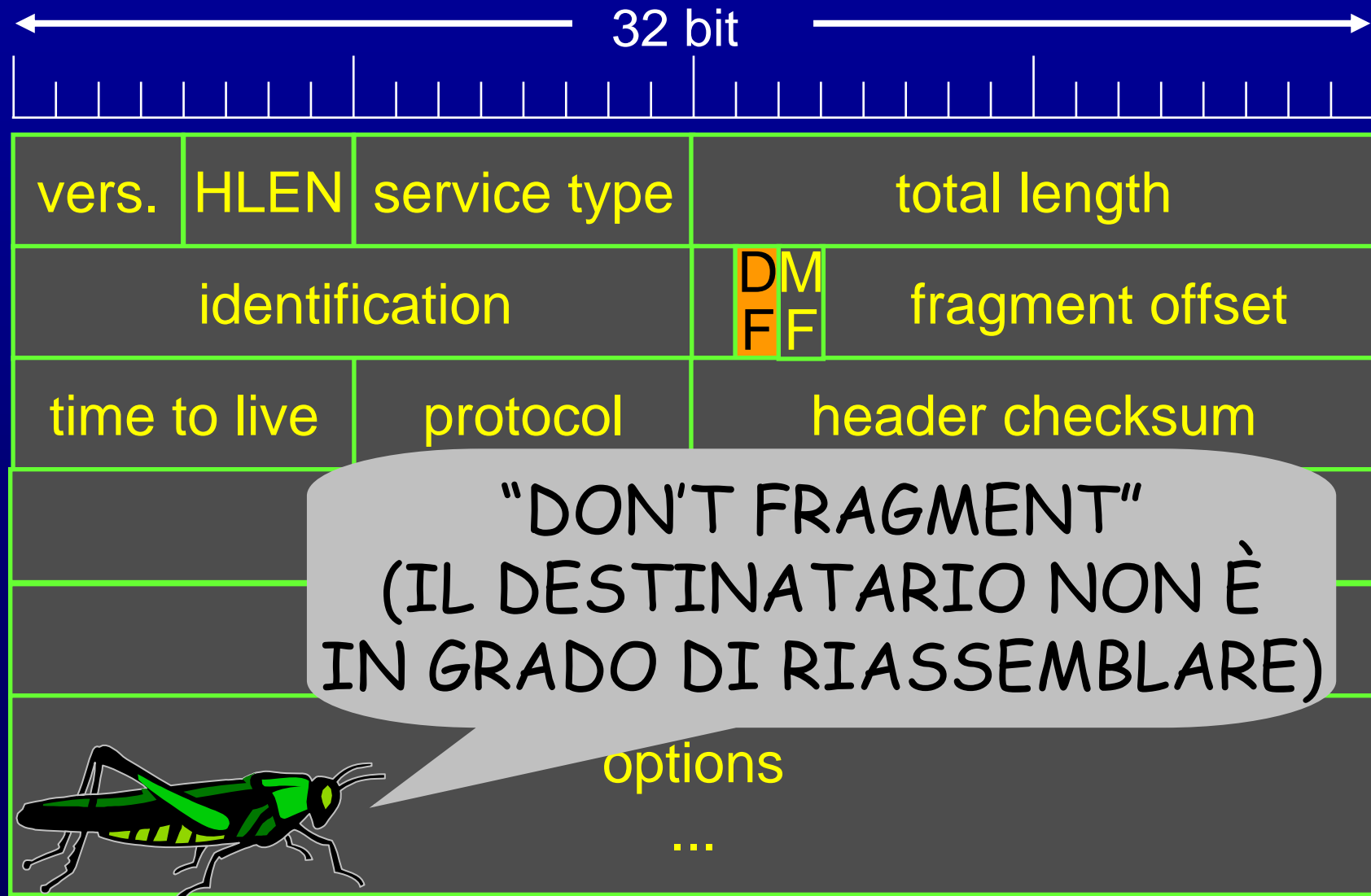
# Header IPv4



# Header IPv4

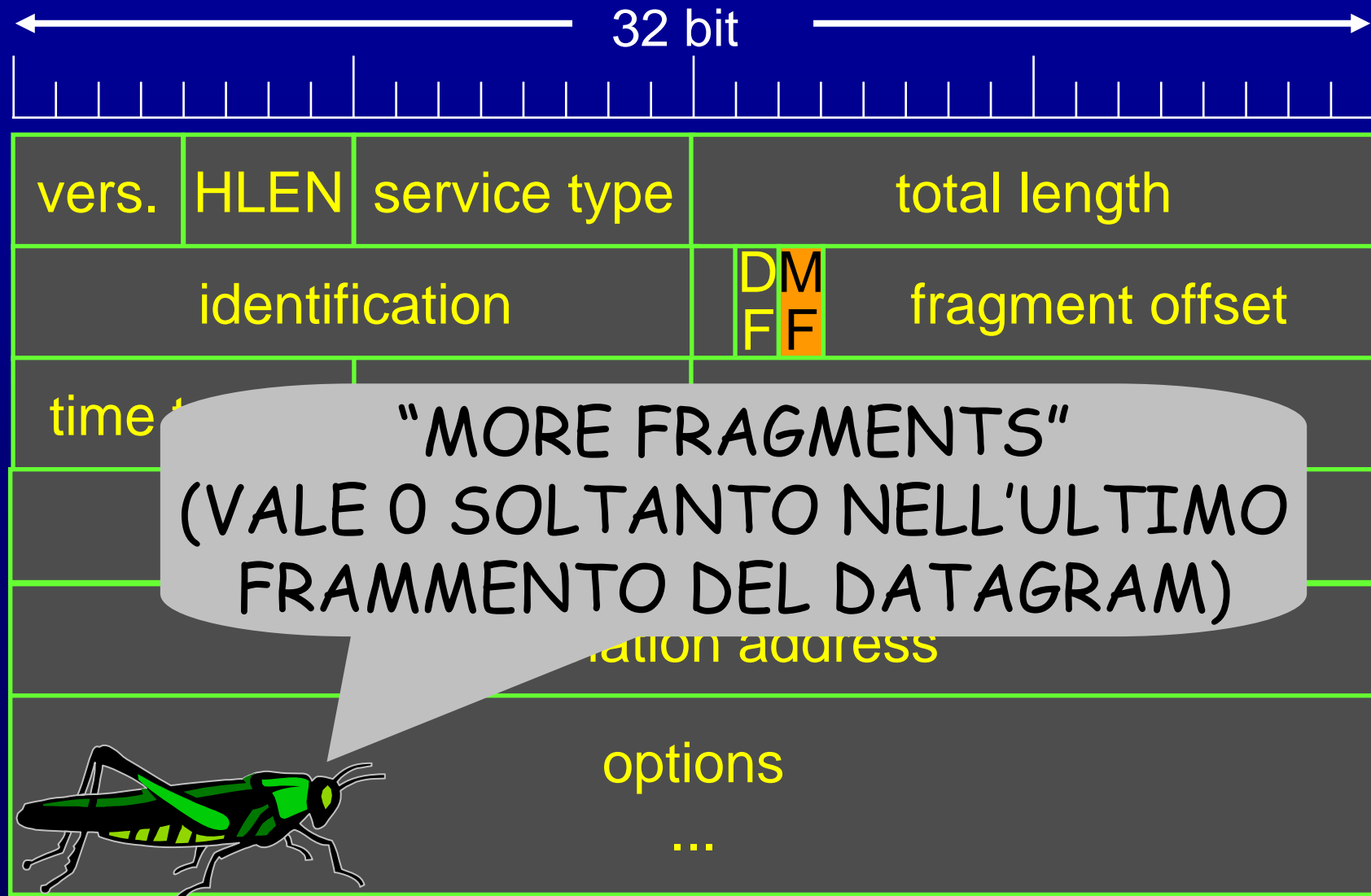


# Header IPv4

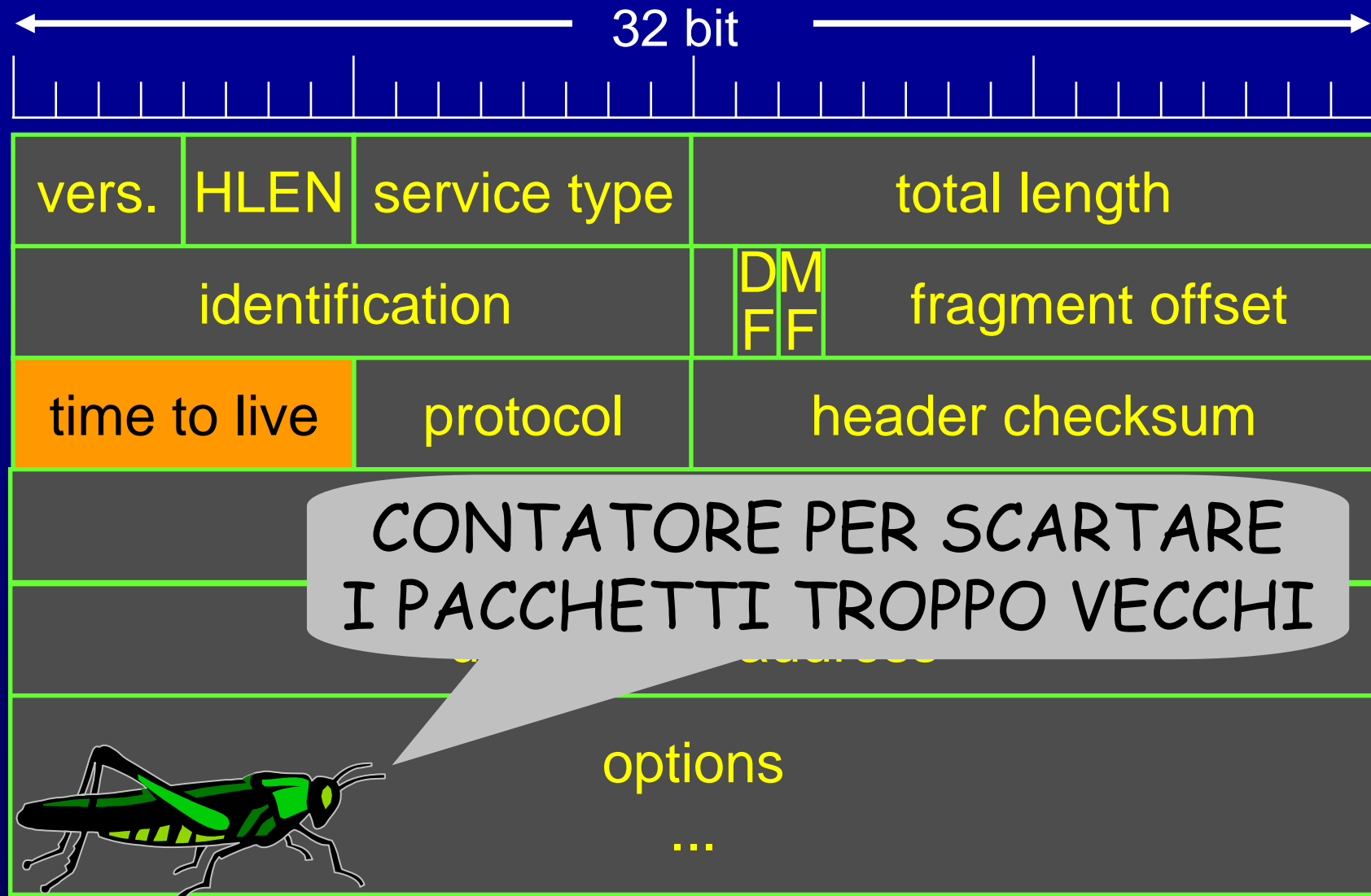




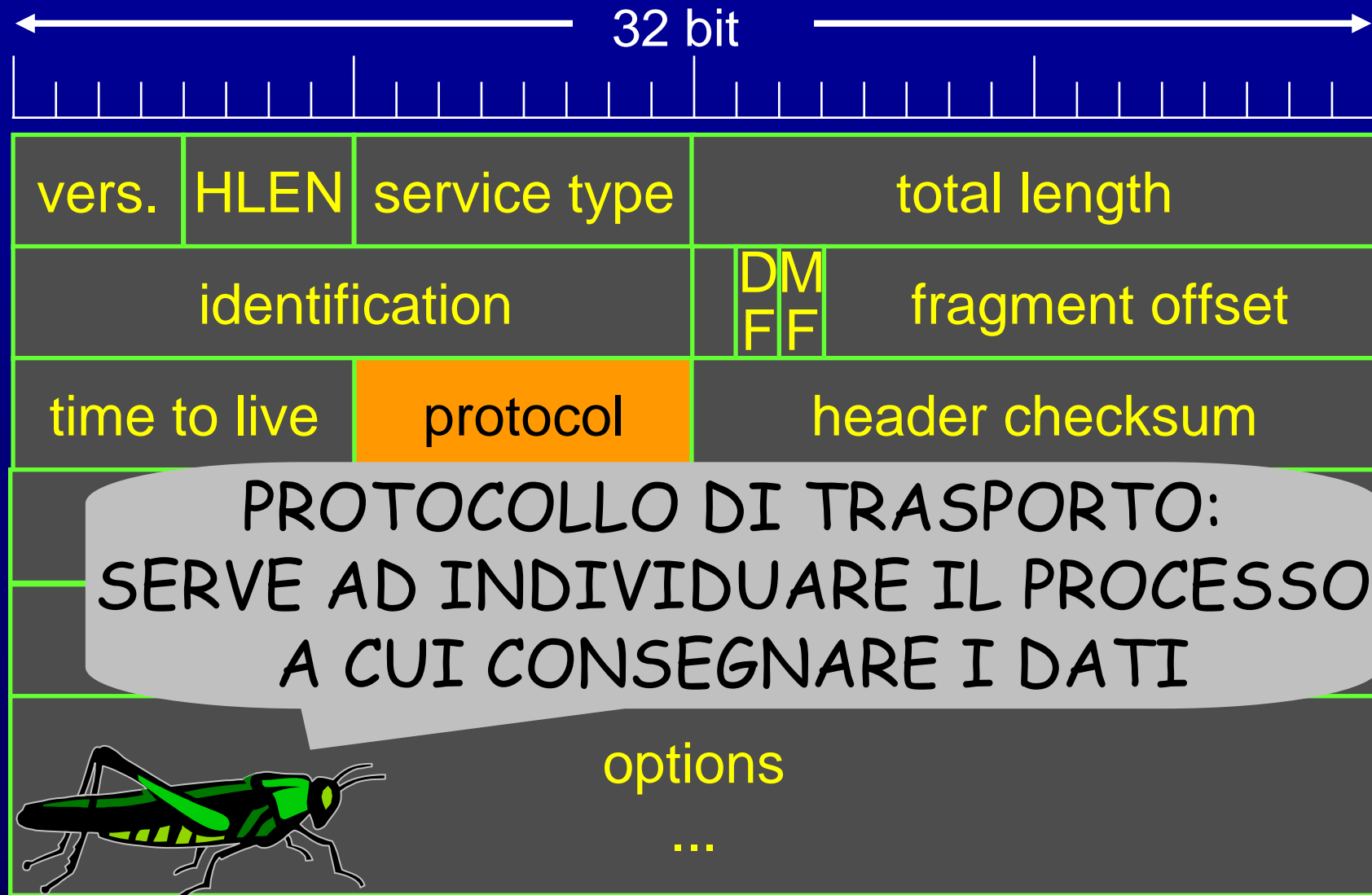
# Header IPv4



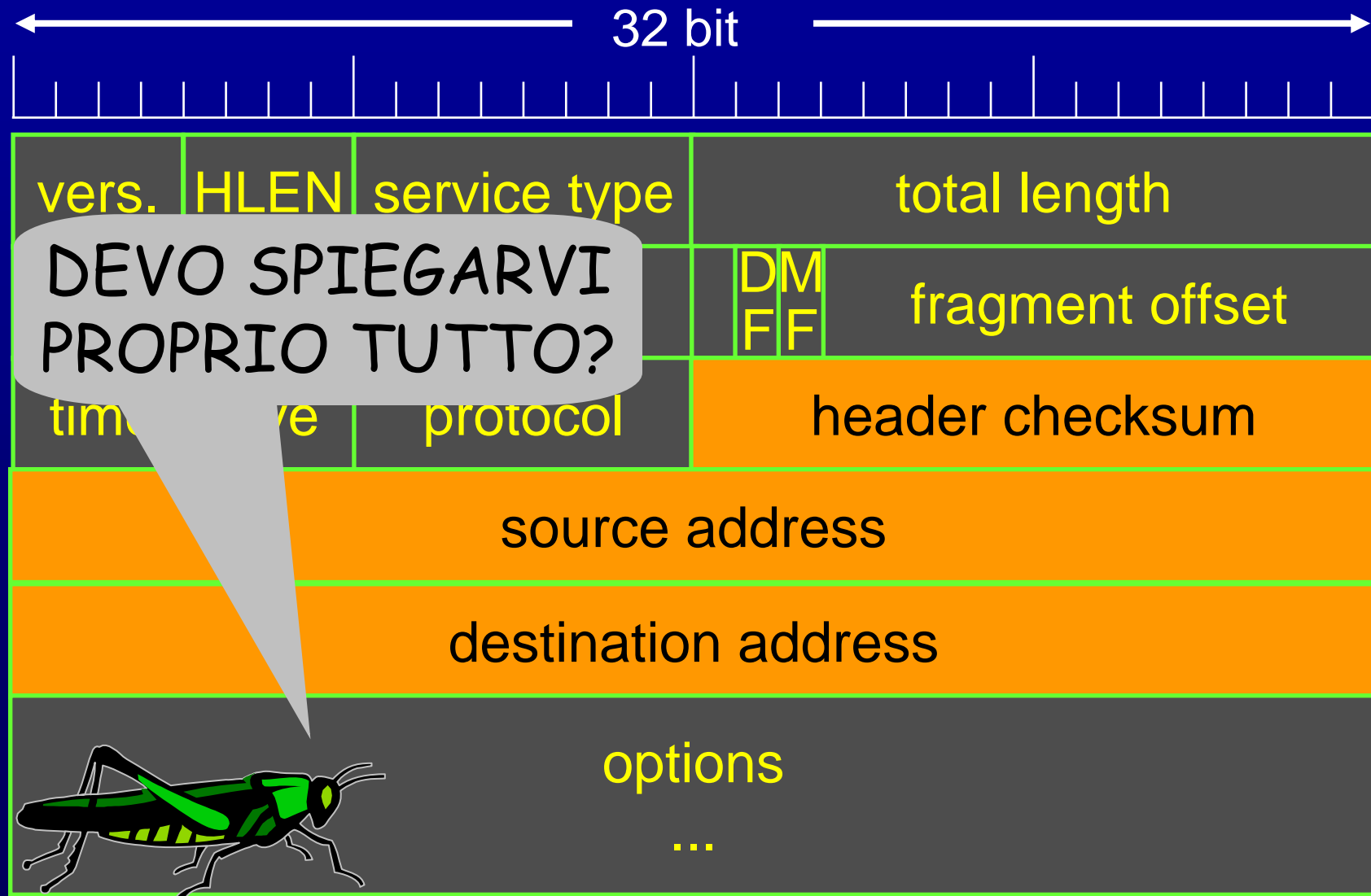
# Header IPv4



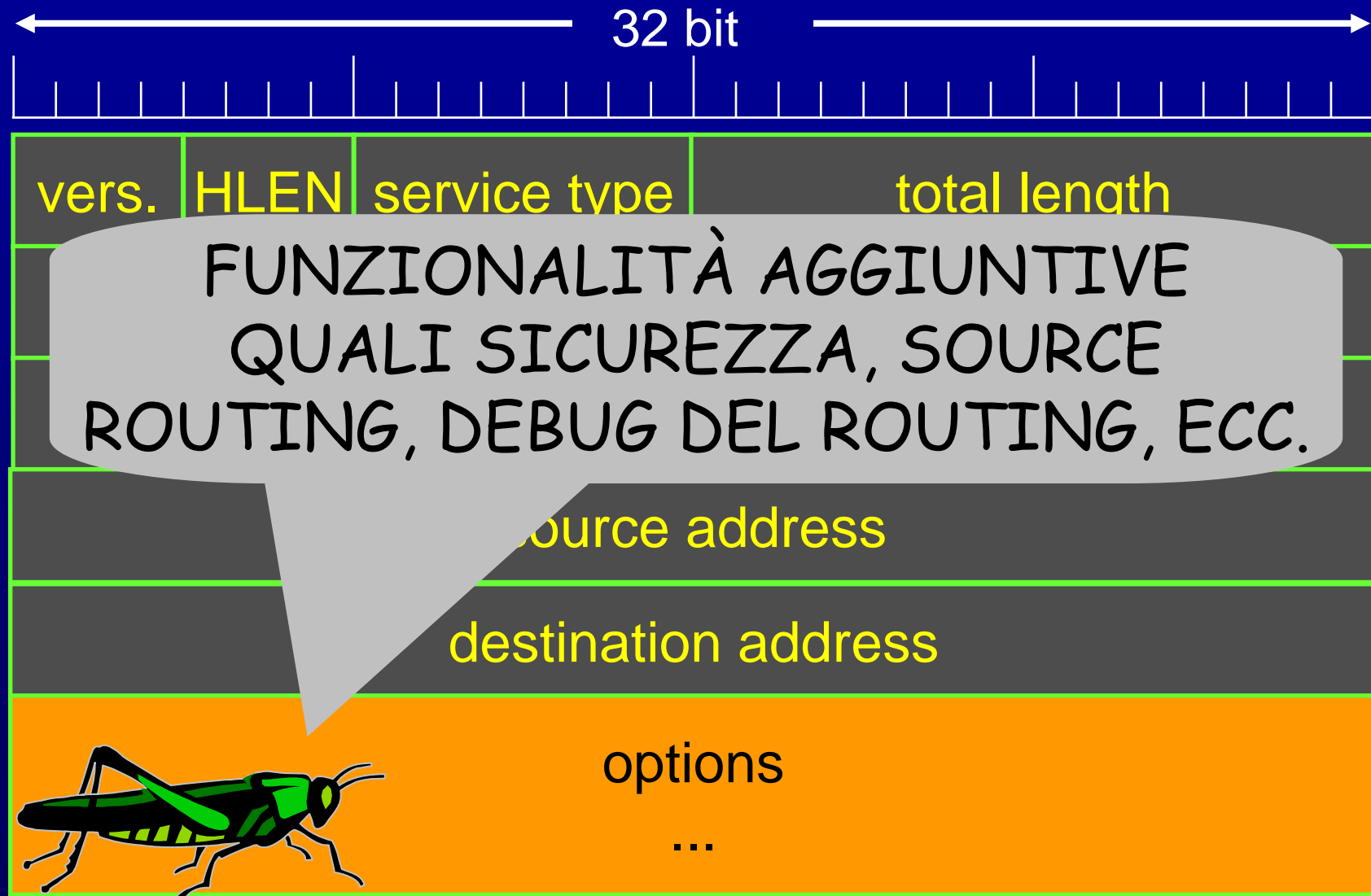
# Header IPv4



# Header IPv4



# Header IPv4



# Indirizzi IP, reti e sottoreti

# Indirizzi IP

- 32 bit (4 byte)
- Si scrivono come 4 numeri decimali separati dal carattere “.”
- Ogni numero rappresenta il contenuto di un byte ed è quindi compreso tra 0 e 255
- Esempio:

00001001 00100011 11100001 00101101

9.35.225.45

# Indirizzi IP

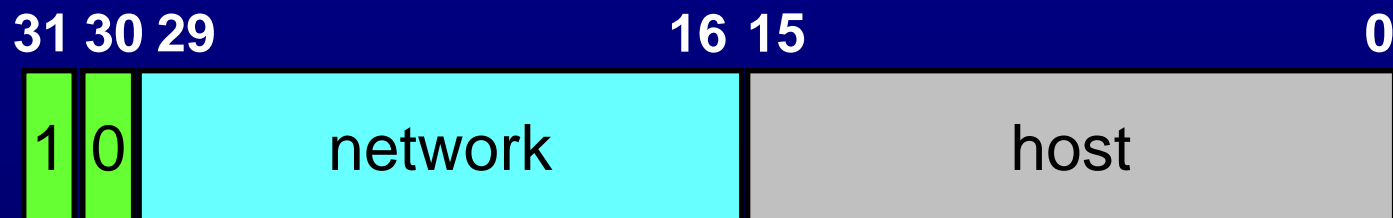
- Sono organizzati gerarchicamente in reti
- Le reti sono raggruppate in classi di dimensione variabile:
  - poche reti con molti nodi
  - tante reti con pochi nodi



# Classi di indirizzamento



Classe A



Classe B



Classe C

# Classi di indirizzamento



Classe D



Classe E

## Indirizzi speciali

- “Questo host”:
  - 00000000 00000000 00000000 00000000  
(0.0.0.0)
- Un host di questa rete:
  - zeri nel campo rete seguiti dal campo host
- Broadcast su questa rete
  - 11111111 11111111 11111111 11111111  
(255.255.255.255)
- Broadcast su una rete remota
  - identificatore della rete seguito da tutti 1 nel campo host

## Indirizzi speciali

- Inoltre, la rete 127.0.0.0 (di classe A) è normalmente usata dai sistemi operativi unix come rete di “loopback”, per permettere di provare il funzionamento del software senza usare realmente la rete
- Esempio (effettua il ping su se stesso):  
`# ping 127.0.0.1`

## Indirizzi IP per uso privato

- Le seguenti reti sono riservate all'uso privato e gli indirizzi non possono essere annunciati dai router (RFC 1918):
  - la rete 10 (classe A)
    - da 10.0.0.0 a 10.255.255.255
  - parte della rete 172 (classe B)
    - da 172.16.0.0 a 172.31.255.255
  - la rete 192.168 (classe C)
    - da 192.168.0.0 a 192.168.255.255

# Classe A

- Campo rete
  - 7 bit
  - max 128 reti
  - valori compresi tra 0 e 127
- Campo host
  - 24 bit
  - max 16M host

## Classe B

- Campo rete
  - 14 bit
  - max 16K reti
  - valori compresi tra 128 e 191
- Campo host
  - 16 bit
  - max 64K host

## Classe C

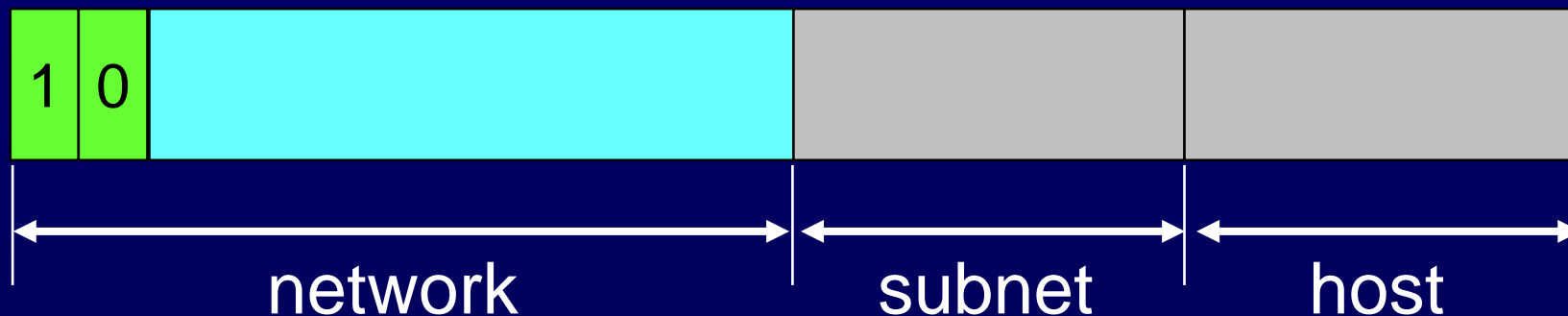
- Campo rete
  - 21 bit
  - max 2M reti
  - valori compresi tra 192 e 223
- Campo host
  - 8 bit
  - max 256 host



# Subnetting

- Consente un ulteriore livello di gerarchia
- N bit più significativi del campo host identificano la subnet

indirizzo di classe B dopo il subnetting



# Netmask

- Parametro che specifica il subnetting
  - bit a 1 in corrispondenza dei campi network e subnetwork
  - bit a 0 in corrispondenza del campo host
- Esempio: rete di classe B partizionata in 16 subnet da 4096 host
  - netmask: 255.255.240.0, cioè  
11111111 11111111 11110000 00000000
  - esempio di indirizzo: 172.16.16.7 / 20 (host 7 della subnet #1:  $16_{10} = 0001\ 0000_2$ )

## Subnet e reti fisiche

- IP assume una corrispondenza biunivoca tra reti fisiche e subnet:
  - routing implicito all'interno di una subnet
- Realizzazioni più moderne ammettono
  - più subnet sulla stessa rete fisica
  - singola subnet su più reti fisiche distinte (Proxy ARP)
- Il routing tra subnet diverse è esplicito e gestito dai router tramite le tabelle di instradamento

## Appartiene alla mia subnet?

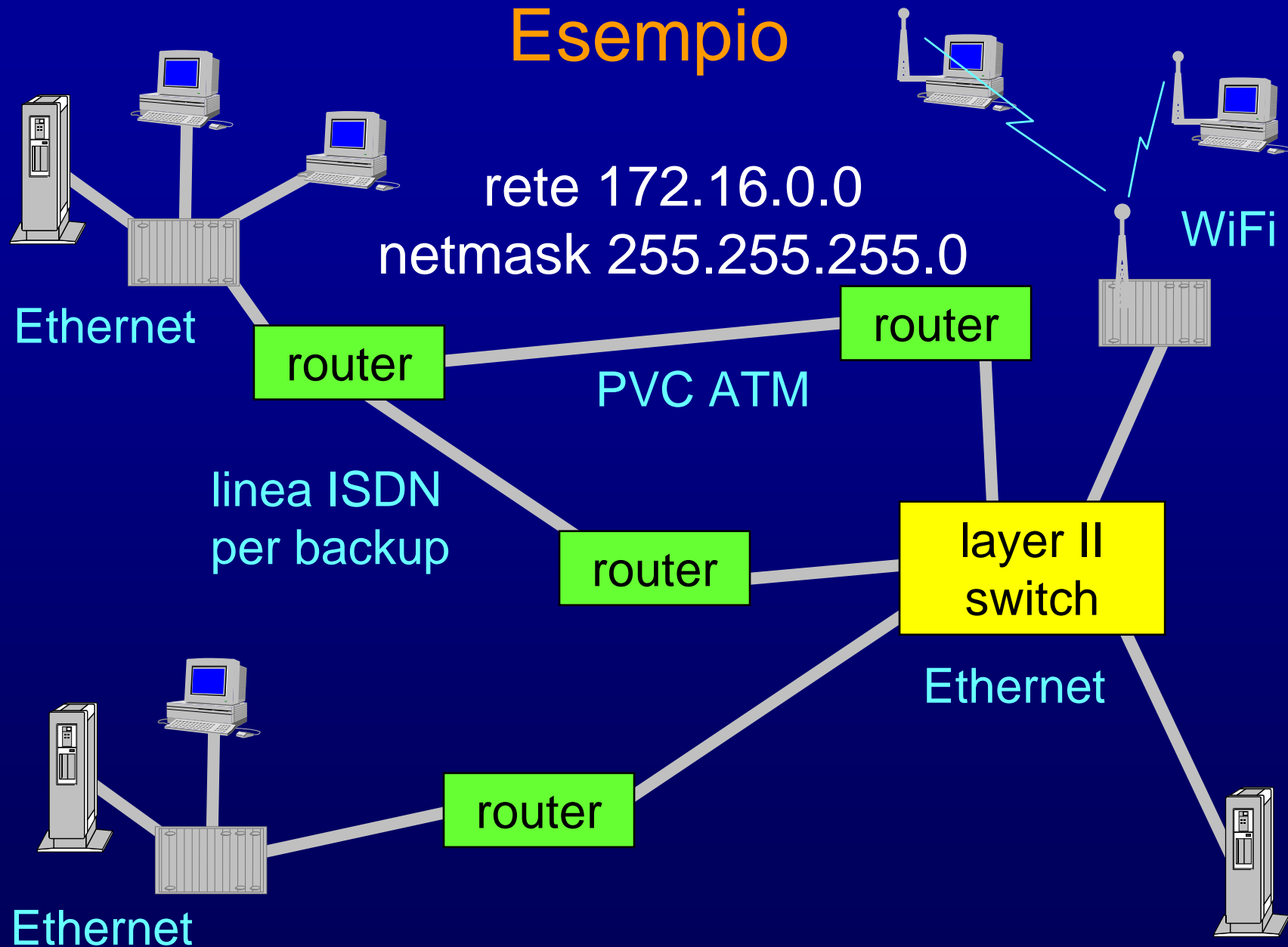
- Per calcolare se un indirizzo IP di destinazione appartiene o no alla propria subnet:

$(IP_{\text{source}} \text{ EXOR } IP_{\text{destination}}) \text{ AND netmask}$

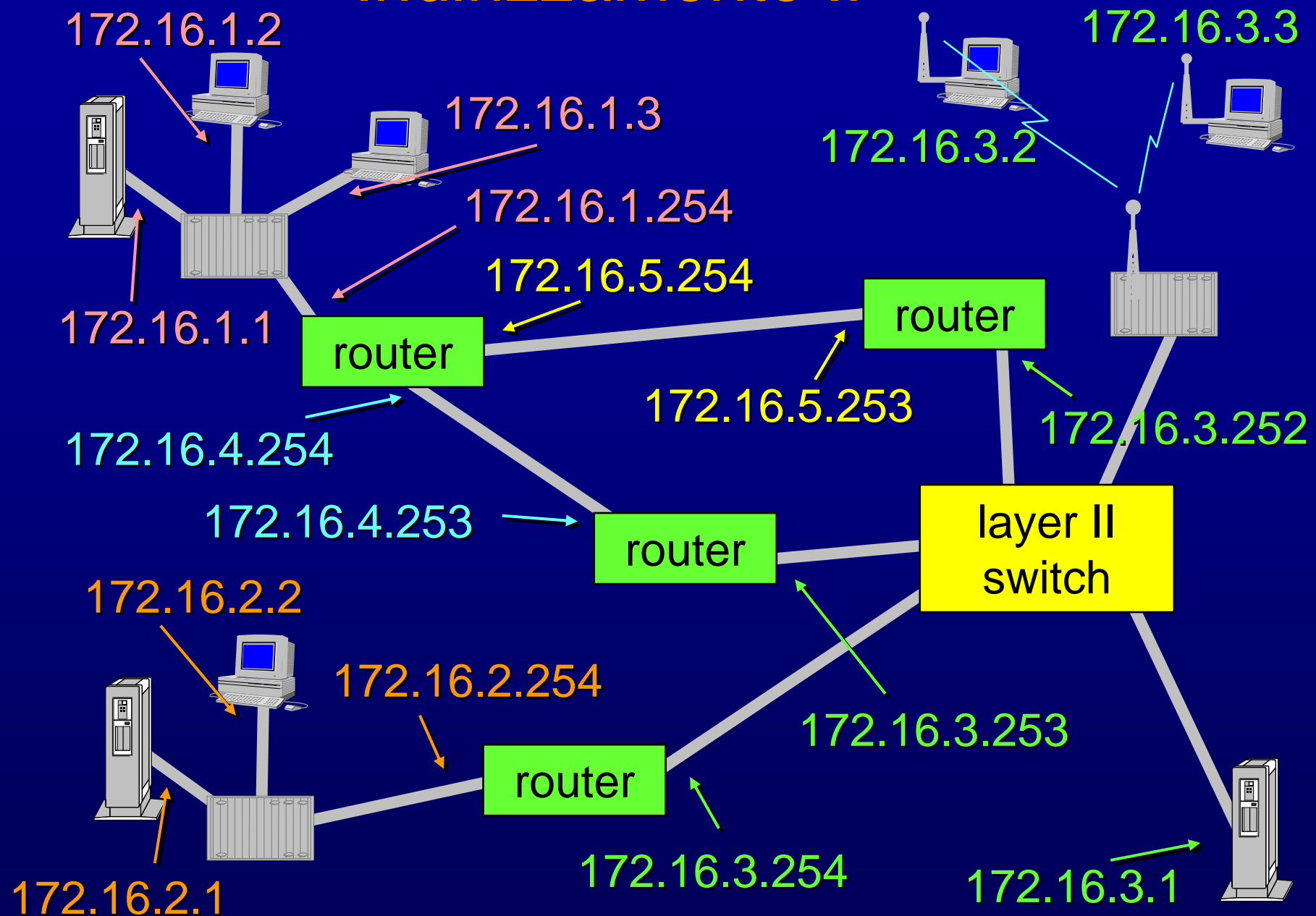
# Assegnazione degli indirizzi

- Gli indirizzi vengono associati alle interfacce di rete
- Ad ogni interfaccia sono note le seguenti informazioni:
  - proprio indirizzo IP
  - netmask
  - indirizzo IP del “default gateway”: il router da utilizzare per inviare messaggi al di fuori della propria subnet / rete fisica

# Esempio



# Indirizzamento IP



# Bibliografia

- “Reti di Computer”
  - Capitolo 5
- Libro “Reti locali: dal cablaggio all'internetworking”  
contenuto nel CD-ROM omonimo
  - Capitolo 16



# Come contattare il prof. Montessoro

E-mail: [montessoro@uniud.it](mailto:montessoro@uniud.it)

Telefono: 0432 558286

Fax: 0432 558251

URL: [www.montessoro.it](http://www.montessoro.it)