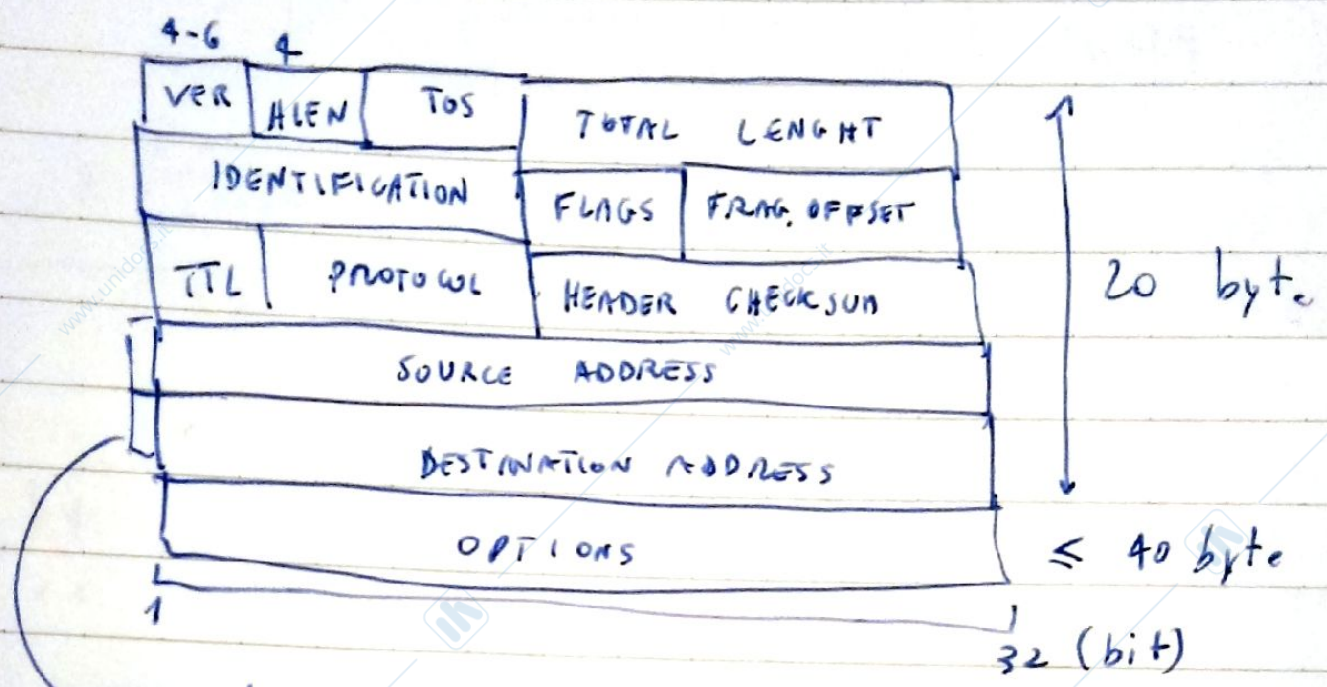


INTERNET PROTOCOL (IP)



indirizzo IP : 131.14.0.253
 8 bit
 ↓
 1 byte → Valore
 0.0.0.0
 a
 255.255.255.255
 2^{32} combinazioni

- Ver (4 o 6 bit) : Versioni protocollo
- HLEN (4 bit) : Header length → lunghezza header (espressa in righe da 32 bit)
 ↓
 $2^4 = 16$ versioni
 → da 0 a 15 - max 5 (= 20 byte)

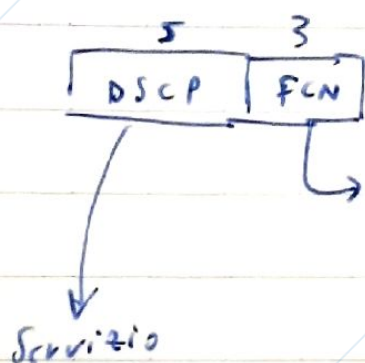
• Total length (16 bit) : lunghezza header + dati in byte
 $2^{16} - 1 = 65535$ ← lung. massima
 ↳ byte



Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa	Su
----	----	----	----	----	----	----

• **TOS (8 bit):** type of service

↓ sarebbe dovuto usare
per segnalare la qualità del
servizio



usato nel router
mette un
valore che
serve a indicare
se c'è stata
una congestione

• **Protocol (8 bit):** si mette un'informazione riguardo
al Layer 4

un protocollo di livello 4
sto trasportando

↓
in base ai valori si associa il
protocollo di layer 4

• **TTL (8 bit):** Time To Live

$2^8 - 1 = 255$

decrementato
ad ogni hop
se un router

massima
tempo di vita

dopo un certo tempo
scarto il pacchetto
perché è "perso"

0 è arrivato
alla rete
e quindi
va scartato

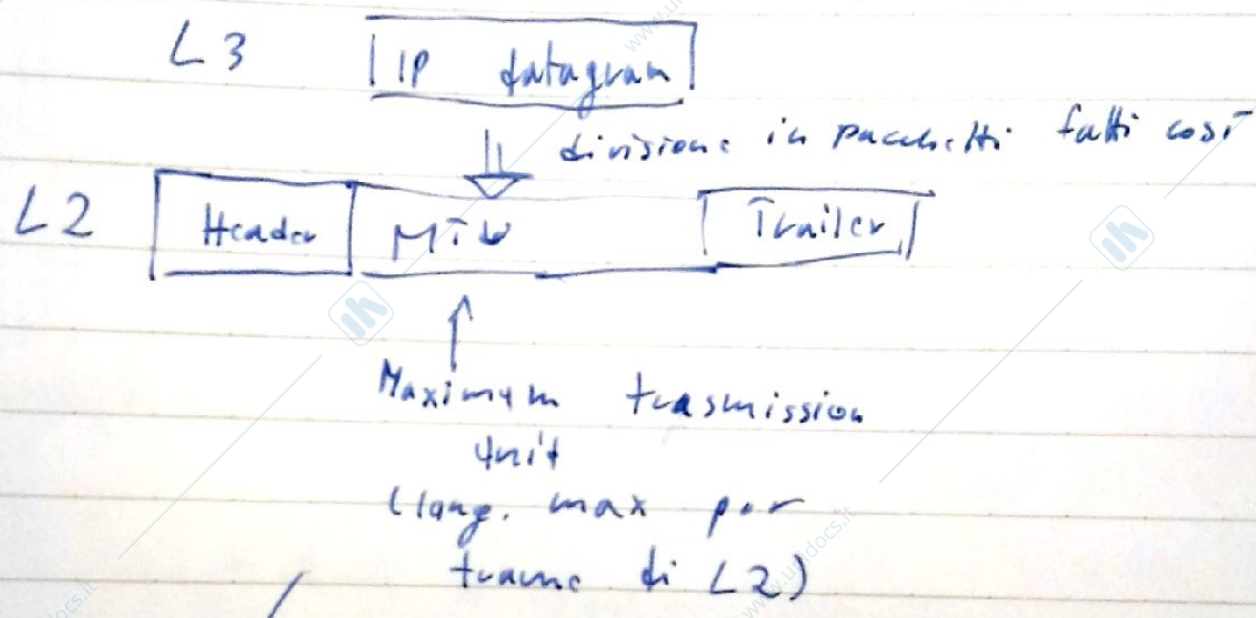
↳ condizione di scarto TTL=0

→ Frammentazione e Riasssemblaggio

Per evitare che i pacchetti siano troppo grossi o vadaho frammentati per passare a livello 2

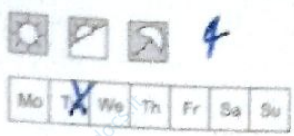
poi il router li riassume per L3

Frammentazione:



Campi usati per la frammentazione

- Identification (16 bit): campo identificativo uguale per tutti i frammenti di uno stesso pacchetto



• **Frag. Offset (13 bit):** questo campo mi dice qual è la posizione del primo byte del frammento nel pacchetto occupando
 → posizione espressa in multipli di 8 byte

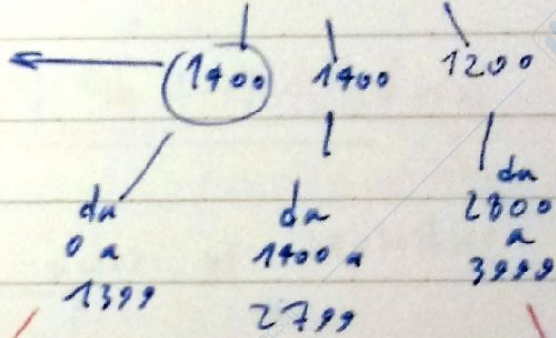
es.

MTU = 1420 byte

ho un pacchetto da 4000 byte

↓
divido in 3 pacchetti

poiché
 $MTU - 10(\text{header}) = 1410$



si deve fare
 $\times 8$
 poiché
 $FLAG + FRAG.OFFSET = 16$

frag.offset = 0

1° byte
 2° frammento
 $= 1400$
 nell'originale

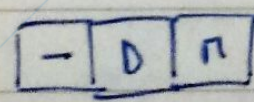
$\frac{2800 - 350}{8} =$
offset

in 8 byte

offset: $\frac{1400}{8} = 175$

FLAGS si mangia
 3 bit = 8
 ↑
 per questo
 devo moltiplicare
 $\times 8$

• **Flags (3 bit):**



- M (More fragments)
 - 0 (ultimo frammento)
 - 1
- D (Do not fragment)
 - 1 (non frammento)
 - 0 (frammento)

• **Academy Check sum (16 bit)**: controllo di errore

tipo
FCS
in ethernet

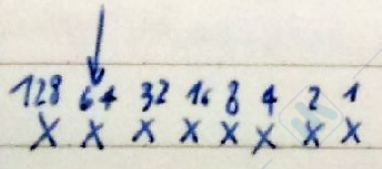
fornisce protezione
s4 header IP

• **Options (variabile)**: si usava per indicare da quali byte si doveva passare

Altre caratteristiche di IP

Gli indirizzi le sono assegnati su base globale

Imparare a traslare i numeri da 0 a 255 in binario a occhio



Qualunque numero tra 0 e 255 è una somma di questi numeri:

quando i numeri sono pieni di zeri toglierli da 11111111=255

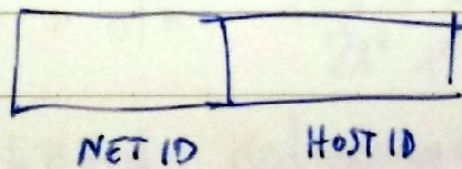
es. $731 = 128 + 2 + 1 = 10000011$

Classificazione degli indirizzi si fa capendo quale numero binario ci sta sotto.

l'indirizzo IP è per un'interfaccia o un nodo intero



l'indirizzo IP è costituito da 2 livelli:



NET ID

HOST ID

quando

HOST ID = 11111111 (broadcast)

accisa a tutti nella mia sottorete

debbiamo togliere questi 2 casi particolari:

192.168.0.0
00000000

si vuole individuare l'intera rete

L'indirizzo IP va associato a una net mask

131 14 0 253 (16)

↑
32 bit

indica
la lunghezza
del net id

NETMASK /16

11111111.1111.1111.0000.0000.0000.0000
16 16

Si rappresenta così poiché
lo scopo della net mask è mettere

(= 255.255.255.255.
0.0.0.0)

in AND → logica

0	1
0	0
1	0
1	1

l'indirizzo della rete

vogliamo conservare net id
e cancellare host id

es. 10000011.00001110. net id

AND → 11111111.11111111.00000000.

1000001100001110

si conserva net id



Affrontiamo i vari tipi indirizzanti IP usati nella storia per arrivare a quello oggi utilizzato.

Indirizzamento Classfull

Classi che si differenziano in base alla lunghezza di netid e hostid

L> tab. slide

es.

CLASSE A : $0 \overbrace{0000000}^{\text{byte}}$ - hostid
da 0 a 127

1
viti grandi
(14 bit)
da 1 a 126

0 - 127
Scopi particolari

CLASSE B : $10 \overbrace{000000}^{\text{byte}}$
hostid da 128 a 191

CLASSE C : $110 \overbrace{00000}^{\text{byte}}$
hostid da 192 a 223

CLASSE D : $1110 \overbrace{0000}^{\text{byte}}$
hostid da 224 a 239

CLASSE E : $1111 \overbrace{0000}^{\text{byte}}$
hostid da 240 a 255

Quante reti esistono per classe?

Il standard ci dice quanto occupa NETID per ogni classe

CLASSE A : 010000000 NETID
7 → $2^7 = 128 - 2 = 126$ reti

↓
24 bit di hostid

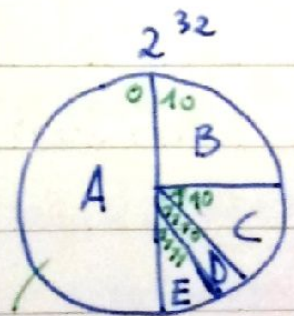
→ $2^{24} - 2$

casi particolari

⇒ 126 reti di circa 16 milioni di host

CLASSE B: 101000000000000000 NETID
14 → 2^{14} reti con $2^{16} - 2$ host

CLASSE C: 110100000000000000000000 NETID
21 → 2^{21} reti con $2^8 - 2$ utenti



metà partono con 0

ES: NETID = 73 → CLASSE A → $2^{24} - 2$ hostid

Salvo 73.0.0.1 → non 0.0.0 - individ. rete

↓
fino a

↓
casi particolari

73.255.255.254 → non 255.255.255 - broadcast

Nel periodo in cui questo tipo di indirizzamento veniva utilizzato

Si assegnava la classe A alle vite + quanto e così via

→ modello molto statico

→ Indirizzi speciali → tab. slide

pro chiedenti all'esame

es - NETWORK ADDRESS - CLASSE A 123.0.0.0
CLASSE D 134.11.0.0

- DIRECT BROADCAST ADDRESS - CLASSE C 220.14.9.255

- LIMITED BROADCAST ADDRESS 255.255.255.255
NETID (tutti 1) HOSTID (tutti 1)

- THIS HOST ON THIS NETWORK 0.0.0.0
NETID HOSTID

non ho un indirizzo IP ma voglio mandare un messaggio sulla rete

- SPECIFIC HOST NELLA RETE CLASSE A 0.11.11.170

- INDIRIZZO DI LOOPBACK

• INDIRIZZI PRIVATI

non possono essere inviati sulla rete globale
 vari blocchi in base alla classe

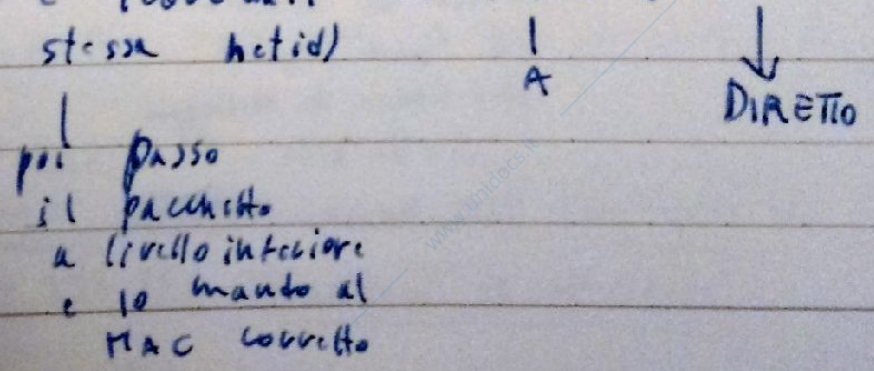
Mecanismo di inoltro pacchetti

All'interno dei router (o host) si costruiscono tabelle di instradamento per giungere attraverso router e host intermedi alla destinazione finale.

inoltro IP attraverso

	HOST	ROUTER
DIRETTO		
INDIRETTO		

es. host → inoltro diretto (da B ad A) st IP_B/IP_A
 Se ho un host B applico la netmask (così trovo NETID) e trovo che il "mio amico" è in locale (ossia con la stessa netid)



12

Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa	Su
		X				

No. reti di tele

Date 12.11.19

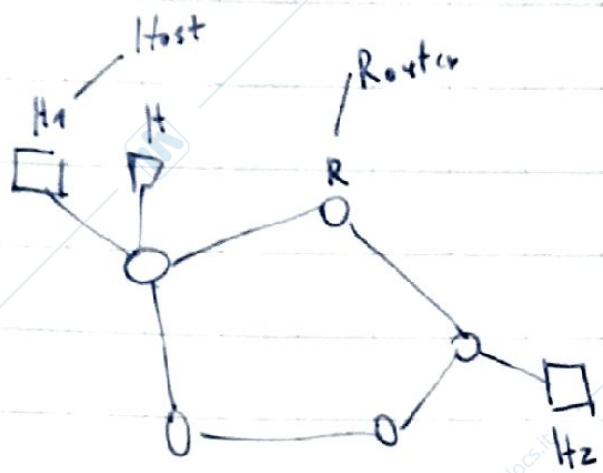
es. host -> molto indiretto

l'indirizzo MAC diventa da quello del router

ci permette di avere
poiche

$NETID(IP_B) \neq NETID(IP_A)$

• Inoltro (continuo)



l'inoltro possono farlo sia un host che un router

- Inoltro diretto nei router:

- Paccio (indirizzo interfaccia) AND (netmask)
- Poi faccio (indirizzo destinazione) AND (netmask)

inoltro diretto ← Se punti a un'istanza nella stessa rete ← Se solo locali

↳ nell'esempio della slide l'indirizzo di dest. e interf. sono di classe B ma applichiamo una netmask di classe C (vedremo poi perché)

Non solo un router può avere più interfacce se è collegato a più reti, ma anche un host può avere più interfacce

indirizzo default gateway → indirizzo router che permette di uscire dalla rete locale.

☀ ☁ 🌧 2

Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa	Su
----	----	----	----	----	----	----

Logiche instradamento nei router:

1. DESTINATION BASED: basato solo su l'indirizzo della destinazione

belle tabelle di routing — non conoscono
Si usano gli indirizzi tutti le
delle reti non degli host reti del
mondo

ogni indirizzo di rete fa da entry

Se ho più di una entry che corrisponde prendo quella con la netid più lunga

longest prefix matching

- Inoltro indiretto nei router:

Si fa attraverso longest prefix matching.

In questo caso il net id dell'indirizzo di interfaccia e il net id dell'indirizzo di destinazione non corrispondono

↳ deve uscire dalla rete

Applico come netmask 0.0.0.0 al mio indirizzo in ingresso e alla mia entry 0.0.0.0

↓
Usa in qualsiasi caso 0.0.0.0 → quindi corrispondono

(indirizzo ingresso) AND (0.0.0.0) = 0.0.0.0

(outgoing = 0.0.0.0) AND (0.0.0.0) = 0.0.0.0

default router

matching

quello con cui esco dalla rete locale

indirizzo destination
131.175.21.86

es.

NETWORK	NETMASK	FIRST HOP
131.175.15.0	255.255.255.0	131.175.21.1
.	.	.
.	.	.
.	.	.
0.0.0.0	0.0.0.0	131.175.12.254

metto (indirizzo destination) AND (netmask) e confronto con (indirizzo network) and (netmask) o vedo se c'è matching

→ qui unico matching con 0.0.0.0

ma se ho un'interfaccia: 131.175.21.254, 255.255.255.0

anche qui c'è matching

→ prendo l'interfaccia a priori ho un matching
 (la più lunga) → la più lunga rispetto a 10 (router di default)
 netmask



Mo	Tu	W	Th	Fr	Sa	Su
----	----	---	----	----	----	----

Un meccanismo di assegnamento dello netmask che impedisca ma sia possibile fare matching con 2 reti che hanno la stessa lunghezza di netmask.

- **Subnetting**: nasce dal problema di voler suddividere una rete in un numero finito di host

es. voglio $\sqrt[4]{1000}$ host

→ classe C → 254 host (pochi)

→ classe B → 65534 host (troppi)

o prendo 4 blocchi di classe C

però non sempre applicabile se i numeri
crescono

↓
si risolve lasciando una parte di bit
dell'hostid a 4 subnet id

es. HOST IP address: 159.100.9.18

→ classe B

↓
netmask = 255.255.0.0

→ introduce la **SUBNET MASK**

↳ indica dove è effettivamente
il confine della rete host

