

# L'architettura di rete TCP/IP



# Cenni Storici

---

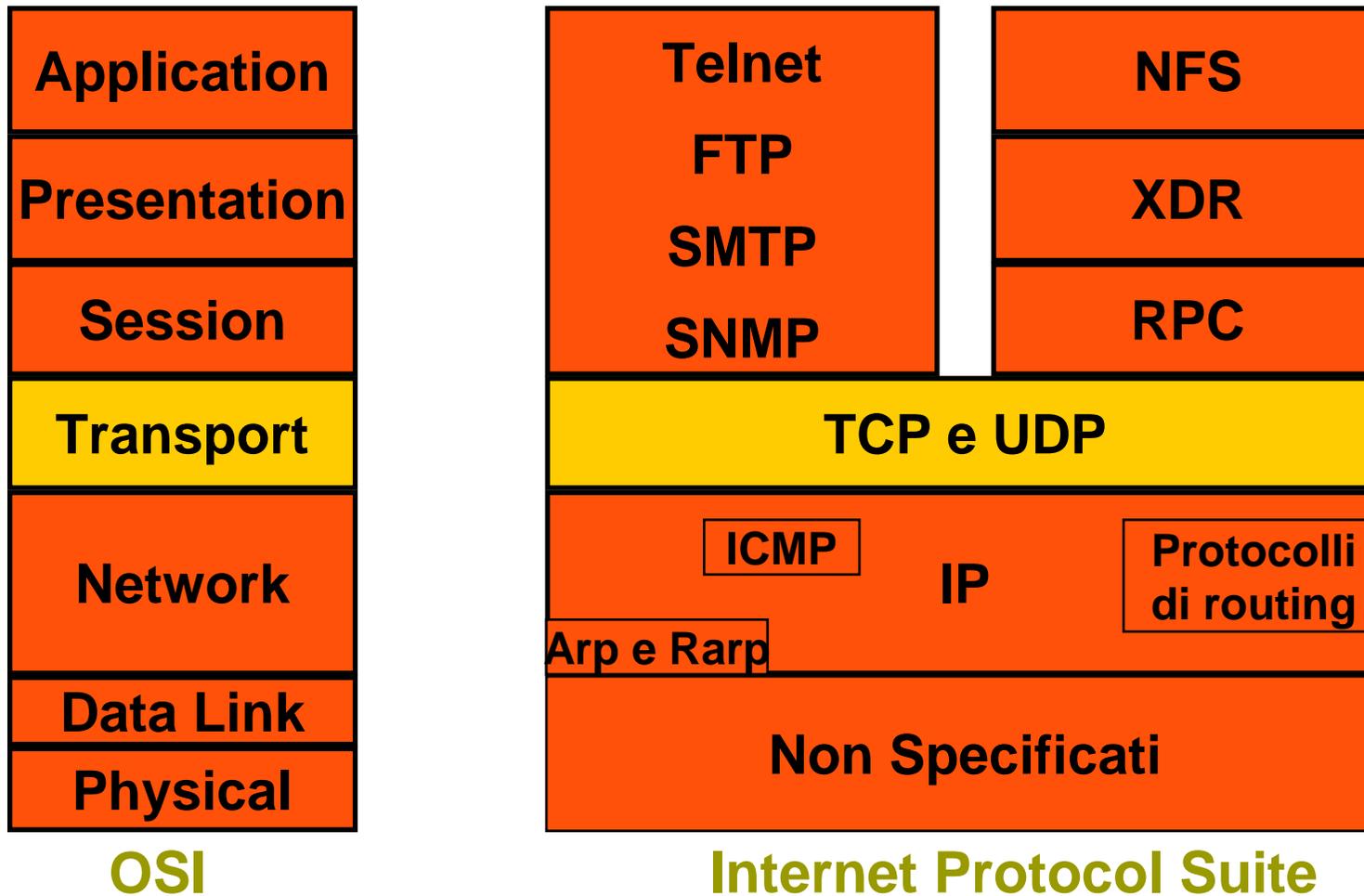
- Nella prima metà degli anni '70 la **DARPA** dimostra interesse e finanzia **l'Università di Stanford e la BBN (Bolt, Beraken e Newman)** per realizzare una rete:
  - a commutazione di pacchetto;
  - tra elaboratori eterogenei;
  - per le istituzioni di ricerca degli USA.
- Verso la fine degli anni '70 si completa la realizzazione dell'**Internet Protocol Suite**, di cui i due principali protocolli sono:
  - **IP: Internet Protocol;**
  - **TCP: Transmission Control Protocol.**
- Da cui il nome **TCP/IP** usato per questa architettura di rete.
- Nasce la rete **Arpanet**, prima rete della ricerca mondiale che evolve e diventa **Internet**.

# L'architettura di rete TCP/IP

---

- **Comprende anche molti altri protocolli, quali:**
  - UDP (User Datagram Protocol);
  - NFS (Network File System).
- **È una architettura di dominio pubblico realizzata da tutti i costruttori di calcolatori.**
- **Molto spesso è l'unica architettura di rete fornita.**
- **Standardizzata con dei documenti detti RFC (Request For Comment).**

# L'Architettura di rete TCP/IP



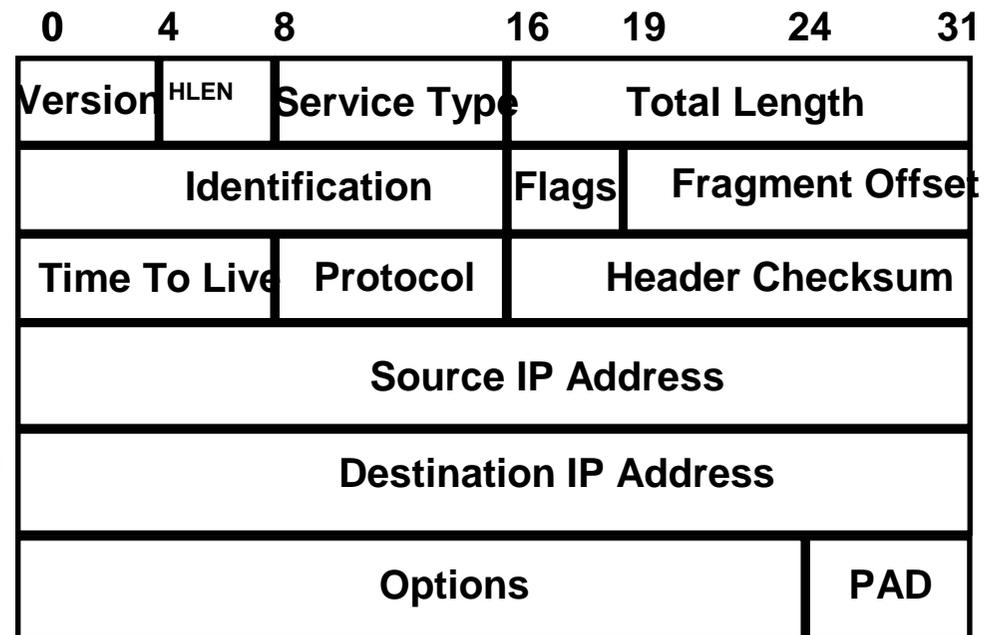
## Sotto l'IP - I livelli 1 e 2

---

- **L'architettura TCP/IP è concepita come un mezzo per fare internetworking tra reti (locali o geografiche).**
- **È in grado di operare su tutte le reti:**
  - Ethernet, token-ring, FDDI
  - ATM, SMDS, Frame Relay
  - X.25
  - SLIP, PPP, Dialup
- **Esistono realizzazioni di TCP/IP anche per reti non standard.**

# IP (Internet Protocol)

- È il livello Network di TCP/IP.
- Offre un servizio non connesso offrendo un semplice protocollo di tipo Datagram.
- Un protocollo datato ... ma non obsoleto.
- Si occupa di:
  - instradare i messaggi;
  - frammentare i messaggi;
  - rilevare gli errori.



# Indirizzi IP

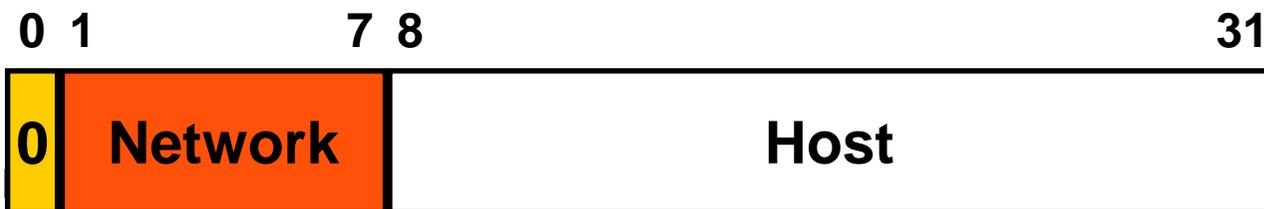
---

- **Ampi 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.**
- **Esempi:**
  - 131.190.0.2
  - 1.1.2.17
  - 200.70.27.33
- **Esistono 5 classi di indirizzi IP.**

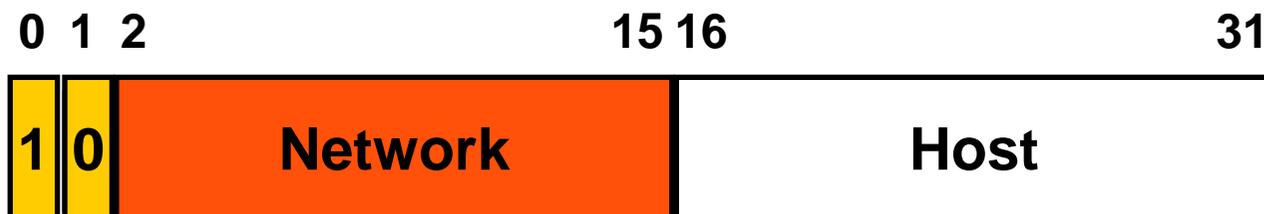
# Indirizzi IP

## □ Classe A

- Network 7 bit (128 reti)
- primo decimale dell' indirizzo tra 0 e 127
- Host 24 bit (16M host)



- Network 14 bit (16K reti)
- primo decimale dell'indirizzo tra 128 e 191
- Host 16 bit (64K host)



# Indirizzi IP

## □ Classe C

- Network 21 bit (2M reti)
- primo decimale dell'indirizzo tra 192 e 223
- Host 8 bit (256 host)

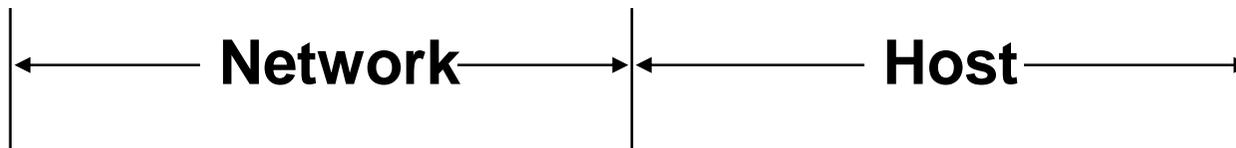
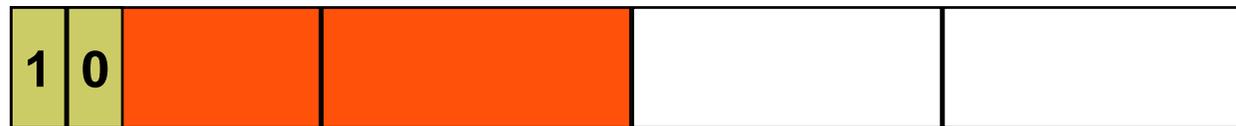


# Subnetting

---

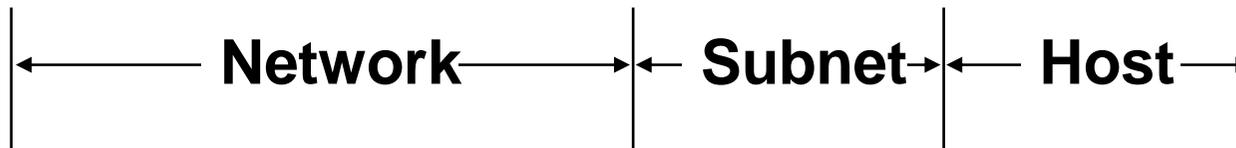
- **Il campo Host di un indirizzo di classe A, B e C può essere diviso in due parti:**
  - subnet
  - host
- **L'ampiezza del campo subnet può essere definito in base a un parametro detto netmask:**
  - bit a 1 in corrispondenza dei campi network e subnetwork;
  - bit a 0 in corrispondenza del campo host.
- **Esempio: si supponga di voler partizionare una rete di classe B in 16 subnet da 4096 host:**
  - Netmask 11111111 11111111 11110000 00000000
  - Netmask esadecimale ff ff f0 00
  - Netmask decimale 255.255.240.0

# Subnetting



Indirizzo di classe B prima del subnetting

Indirizzo di classe B dopo il subnetting



# Subnetting

---

- **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;
  - mai più reti fisiche sulla stessa subnet.
- **Il routing tra subnet diverse è esplicito:**
  - gestito dai router tramite tabelle di instradamento.
- **All'interno della subnet l'instradamento deve essere fornito dalla rete fisica.**
- **Corrispondenza tra gli indirizzi di subnet (indirizzi IP) e gli indirizzi di livello 2 gestita da ARP.**

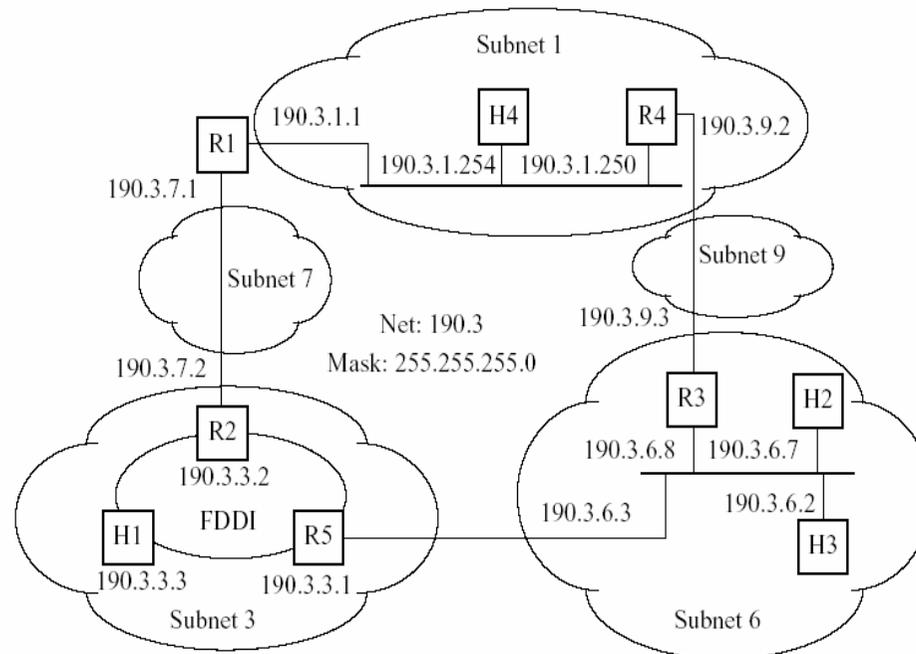
# Subnetting

---

- **Gli host devono conoscere almeno un router presente sulla loro rete fisica.**
- **Il protocollo ICMP permette di ottimizzare dinamicamente il routing.**
- **Ad esempio sull'host H4: `route add default 190.3.1.5`**
- **L'instradamento tra subnet diverse viene gestito da tabelle di instradamento presenti sui router. Ad esempio:**
  - tabelle di instradamento del router R5;
  - 3 subnet non raggiungibili direttamente.

<b>Subnet di Destinazione</b>	<b>Indirizzo del router</b>
<b>190.3.1.0</b>	<b>190.3.3.2</b>
<b>190.3.7.0</b>	<b>190.3.3.2</b>
<b>190.3.9.0</b>	<b>190.3.6.8</b>

# Subnetting



Subnet di Destinazione	Indirizzo del router
190.3.1.0	190.3.3.2
190.3.7.0	190.3.3.2
190.3.9.0	190.3.6.8

# ARP (Address Resolution Protocol) & RARP (Reverse ARP)

---

- Protocolli in broadcast di tipo sollicitation.
- ARP
  - la stazione che vuole scoprire l'indirizzo MAC di un'altra stazione, di cui conosce l'indirizzo di livello 3, invia la richiesta in broadcast di tipo sollicitation;
  - la stazione sollecitata risponde.
- RARP
  - usato da stazioni diskless per sapere il proprio indirizzo IP;
  - la stazione che vuole scoprire il proprio indirizzo IP conoscendo il proprio indirizzo MAC, invia la richiesta in broadcast di tipo sollicitation;
  - una stazione sollecitata risponde.

# ICMP (Internet Control Message Protocol)

---

- ❑ Verificare lo stato della rete
  - Echo request ed Echo reply
- ❑ Riportare anomalie
  - Destination Unreachable
  - Time Exceeded for a Datagram
  - Parameter Problem on a Datagram
- ❑ Scoprire la netmask
  - Introdotto nelle ultime versioni
  - Mask Request
  - Address Mask Reply
- ❑ Migliorare il routing
  - Redirect

Valore	Tipo di Messaggio
0	Echo Reply
3	Destination Unreachable
4	Source Quence
5	Redirect
8	Echo Request
11	Time Exceeded for a Datagram
12	Parameter Problem on a Datagram
13	Timestamp Request
14	Timestamp Reply
15	Information Request
16	Information Reply
17	Address Mask Request
18	Address Mask Reply

# Protocolli di Routing

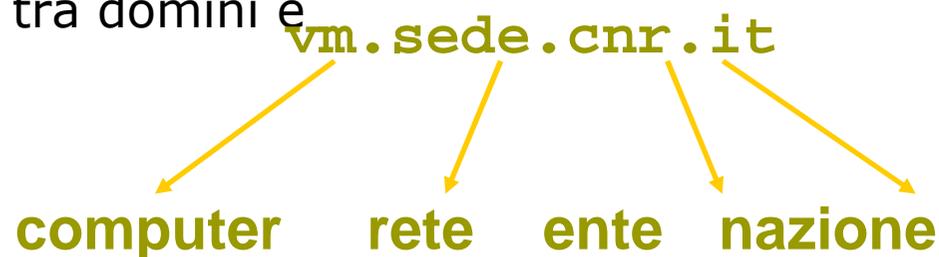
---

- ❑ Le reti sono raggruppate in Autonomous System cioè in gruppi di reti controllate dalla stessa autorità.
- ❑ I router si dividono in IR (Interior Router) e in ER (Exterior Router).
- ❑ Gli IR si scambiano informazioni di instradamento tramite dei IGP (Interior Gateway Protocol):
  - RIP (Routing Information Protocol)
  - IGRP (Interior Gateway Routing Protocol)
  - OSPF (Open Shortest Path First)
  - Integrated IS-IS
- ❑ Gli ER si scambiano informazioni di instradamento tramite dei Exterior Gateway Protocol (EGP):
  - EGP (Exterior Gateway Protocol)
  - BGP (Border Gateway Protocol)

# Nomi e Indirizzi

- ❑ Agli indirizzi IP si associano per comodità uno o più nomi memorizzati in un file "hosts".
- ❑ Il file hosts diviene impraticabile quando la rete IP cresce di dimensione.
- ❑ Si può utilizzare una base di dati distribuita per la gestione dei nomi DNS (Domain Name Server).
- ❑ Non esiste corrispondenza tra domini e reti.
- ❑ Nomi di tipo gerarchico.

223.1.2.1	alpha
223.1.2.2	beta
223.1.2.3	gamma
223.1.2.4	delta mycomputer
223.1.3.2	epsilon
223.1.4.2	iota

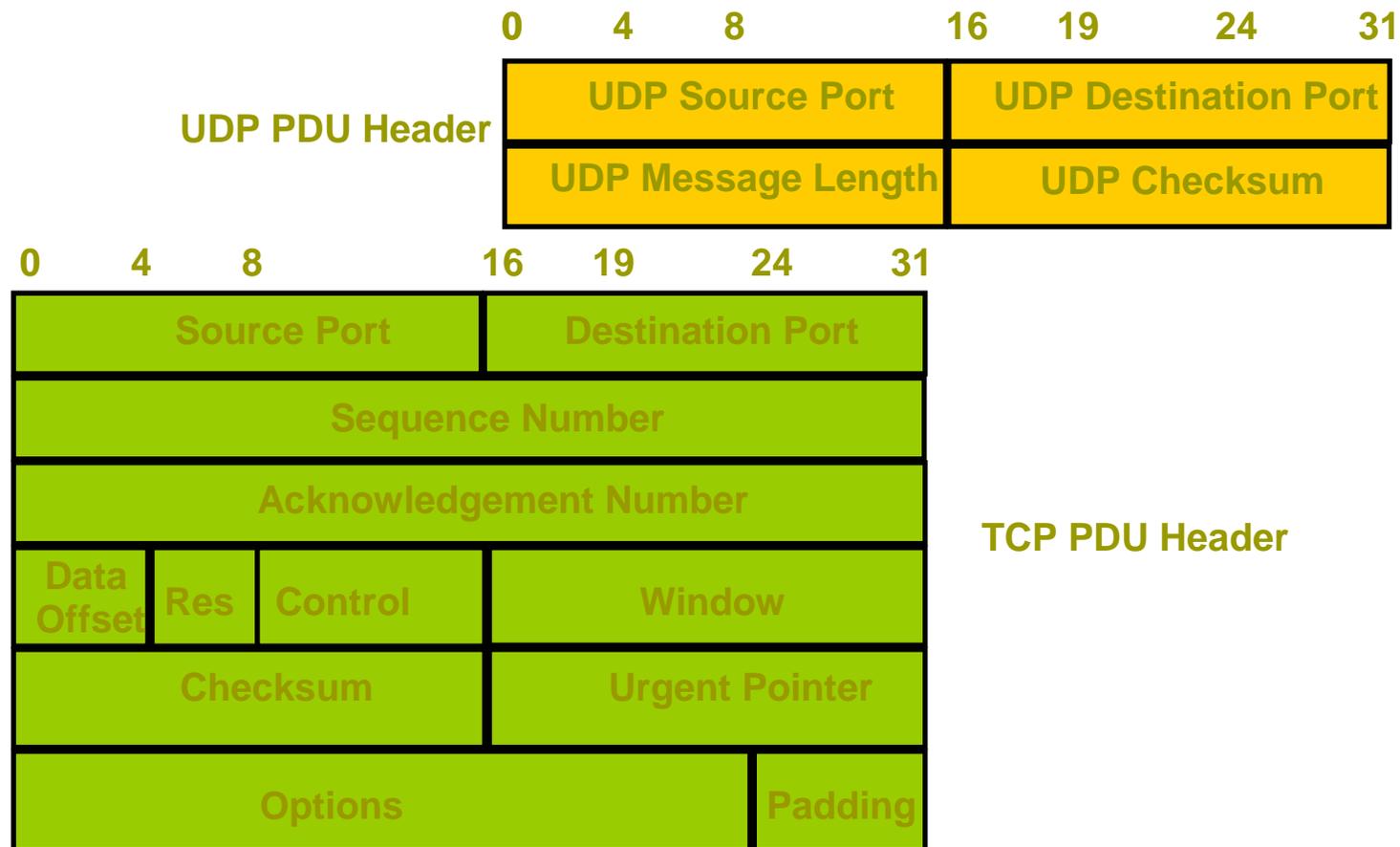


# I protocolli UDP e TCP

---

- ❑ Due protocolli di trasporto alternativi.
- ❑ Realizzano funzionalità comuni a tutti gli applicativi.
- ❑ Possono operare simultaneamente con molti applicativi diversi, tramite il concetto di **porta**.
- ❑ Le porte sono il mezzo con cui un programma client su un elaboratore indirizza un programma server su un altro elaboratore:
  - ad esempio un ftp client che voglia connettersi ad un ftp server lo specifica indicando l'indirizzo IP dell'elaboratore remoto e il numero della porta associata allo ftp server.
- ❑ Gli applicativi principali hanno una Well Known Port, ad esempio:
  - Telnet è associato alla porta 23 di TCP;
  - SNMP è associato alla porta 161 di UDP.

# I protocolli UDP e TCP



# UDP (User Datagram Protocol)

---

- ❑ Protocollo di trasporto di tipo non connesso.
- ❑ Aggiunge due funzionalità a quelle di IP:
  - multiplexing delle informazioni tra le varie applicazioni tramite il concetto di porta;
  - checksum (opzionale) per verificare l'integrità dei dati.
- ❑ Utile quando:
  - si opera su rete locale;
  - l'applicazione mette tutti i dati in un singolo pacchetto;
  - non è importante che tutti i pacchetti arrivino a destinazione;
  - l'applicazione gestisce meccanismi di ritrasmissione.
- ❑ Le applicazioni principali che utilizzano UDP sono:
  - NFS (Network File System);
  - SNMP (Simple Network Management Protocol);
  - Applicazioni Runix (rwho, ruptime, ...).

# TCP (Transmission Control Protocol)

---

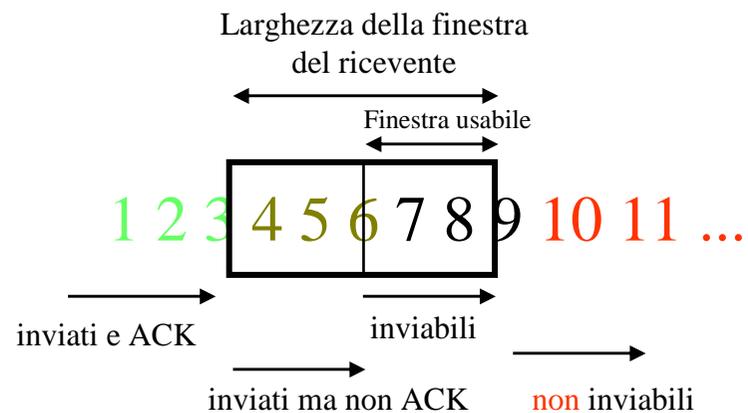
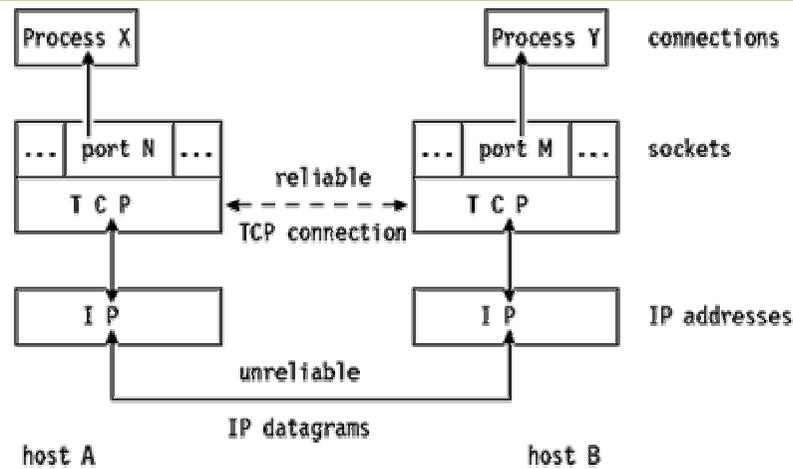
- ❑ Un protocollo di trasporto connesso.
- ❑ Utilizzato da applicativi che richiedono la trasmissione affidabile dell'informazione:
  - telnet
  - ftp (file transfer protocol)
  - smtp (simple mail transfer protocol)
  - rcp (remote copy)
- ❑ TCP garantisce la consegna del pacchetto, UDP no!
- ❑ Il TCP di un nodo, quando deve comunicare con il TCP di un altro nodo, crea un circuito virtuale.
- ❑ Al circuito virtuale è associato un protocollo di trasporto:
  - full-duplex;
  - acknowledge;
  - controllo di flusso.

# TCP (Transmission Control Protocol)

---

- ❑ TCP richiede più banda e più CPU di UDP.
- ❑ TCP segmenta e riassembla i dati secondo le sue necessità:
  - non garantisce nessuna relazione tra il numero di read e quello di write
- ❑ Il TCP remoto deve fornire un acknowledge dei dati, normalmente tramite piggybacking.
- ❑ Protocollo con sliding window, timeout e ritrasmissione.
- ❑ I protocolli a sliding window richiedono di fissare la dimensione della finestra.
- ❑ In TCP la dimensione della finestra è in byte, non in segmenti.
- ❑ Il campo "window" del pacchetto TCP indica quanti byte possono ancora essere trasmessi prima di un ACK.

# TCP (Transmission Control Protocol)



# TCP (Transmission Control Protocol)

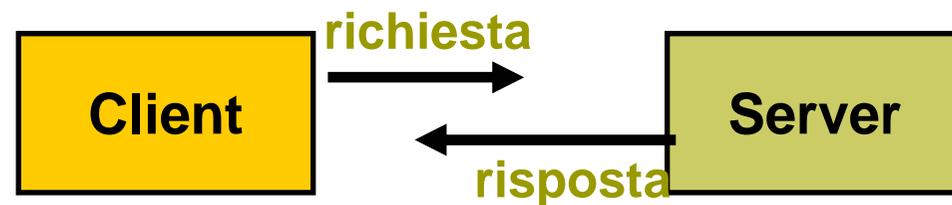
---

- ❑ Le prime versioni di TCP quando andavano in timeout ritrasmettevano l'intera window.
- ❑ Questo poteva causare gravi congestioni della rete:
  - Nell'ottobre 1986 Arpanet fu bloccata da una congestione (da 32 kbs a 40 bps).
- ❑ Per evitare le congestioni venne introdotto l'algoritmo slow-start:
  - Quando si verifica un timeout la window viene reinizializzata al valore minimo e fatta crescere lentamente, per evitare nuove congestioni.
- ❑ Il campo "Urgent Pointer" indica che nel pacchetto ci sono uno o più byte urgenti.
- ❑ Tipicamente associati ad eventi asincroni (interrupt).

# RPC (Remote Procedure Call)

---

- ❑ Sviluppato da SUN Microsystem.
- ❑ È un paradigma di programmazione distribuita di tipo client-server:
  - un programma (client) genera una richiesta e un programma (server) gli risponde.
- ❑ Imita la chiamata di una procedura locale.
- ❑ Il processo client su una macchina chiama una procedura che è realizzata da un processo server su un'altra macchina, passandogli dei parametri.
- ❑ Il processo server è "dormiente" in attesa di chiamate:
  - viene risvegliato
  - esegue la procedura
  - ritorna il risultato al client



# RPC (Remote Procedure Call)

---

- ❑ Non vengono fatte ipotesi sul modello di concorrenza, client e server possono operare, ad esempio, in modo sincrono o asincrono.
- ❑ Rispetto alle chiamate a procedure locali RPC si differenzia per:
  - Gestione degli errori.
  - Variabili Globali e "side effect".
  - Prestazioni.
  - Meccanismi di autenticazione.
- ❑ RPC è indipendente dal protocollo di trasporto: può appoggiarsi su TCP, UDP e altri protocolli.
- ❑ RPC non aggiunge affidabilità.
- ❑ L'applicativo deve essere a conoscenza di quale protocollo di trasporto è utilizzato sotto RPC.

# XDR: eXternal Data Representation

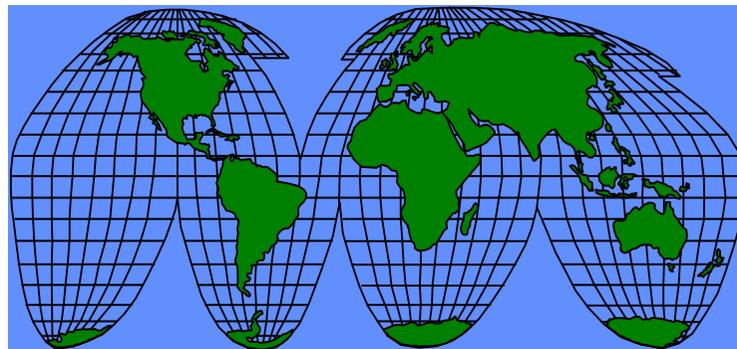
---

- ❑ È uno standard per la descrizione e la codifica dei dati.
- ❑ Dati con identica semantica possono essere rappresentati su elaboratori diversi con formati diversi.
- ❑ XDR permette di descrivere formati di dati molto complessi in modo conciso e non ambiguo.

# INTERNET

---

- rete mondiale: è una rete di reti
- milioni di nodi.
- crescita di circa 80% all'anno.
- protocolli TCP/IP.



# Applicativi

---

- A UDP/TCP si appoggiano i seguenti applicativi:
  - telnet per l'accesso a calcolatore remoto;
  - ftp per l'accesso a file remoto;
  - e-mail per la posta elettronica;
  - Usenet News;
  - Sistemi Informativi concentrati:
    - Archie
    - Wais
  - sistemi informativi distribuiti:
    - X500
    - Gopher
    - WWW
  - X-Window
  - NFS (Network File System)
  - NTP (Network Time Protocol)
  - SNMP (Simple Network Management Protocol)