

# TCP, UDP e Applicazioni

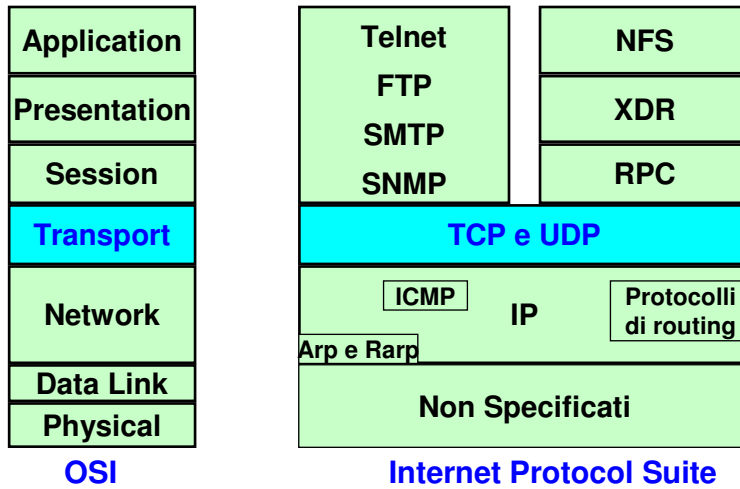
Silvano Gai  
Mario Baldi  
Pietro Nicoletti



## Nota di Copyright

- Questo insieme di trasparenze (detto nel seguito slides) 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 degli autori indicati a pag. 1.
- Le slides 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 altra utilizzazione o riproduzione (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti magnetici, su reti di calcolatori e stampate) in toto o in parte è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte degli autori.
- L'informazione contenuta in queste slides 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. Gli autori non assumono alcuna responsabilità per il contenuto di queste slides (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 slides.
- In ogni caso questa nota di copyright non deve mai essere rimossa e deve essere riportata anche in utilizzi parziali.

## I protocolli TCP e UDP



TCP-UDP3 - 3

Copyright: si veda nota a pag. 2

## TCP e UDP

- Due protocolli di trasporto alternativi
- Realizzano funzionalità comuni a tutti gli applicativi
- Possono operare simultaneamente con molti applicativi diversi, tramite il concetto di porta

TCP-UDP3 - 4

Copyright: si veda nota a pag. 2

## Porte TCP e UDP

### ■ Sono il mezzo con cui un programma client indirizza un programma server

- un ftp client per connettersi ad un ftp server indica:
  - l'indirizzo IP dell'elaboratore remoto
  - il numero della porta associata allo ftp server

### ■ Caratteristiche

- identificate da un numero naturale su 16 bit
- 0 ... 1023 = porte privilegiate
- 1024 ... 65535 = porte utente
- porte statiche
  - quelle dove un server è in ascolto
- porte dinamiche
  - quelle usate per completare una richiesta di connessione e svolgere un lavoro

## Well Known Port

### ■ Sono associate agli applicativi principali, ad esempio:

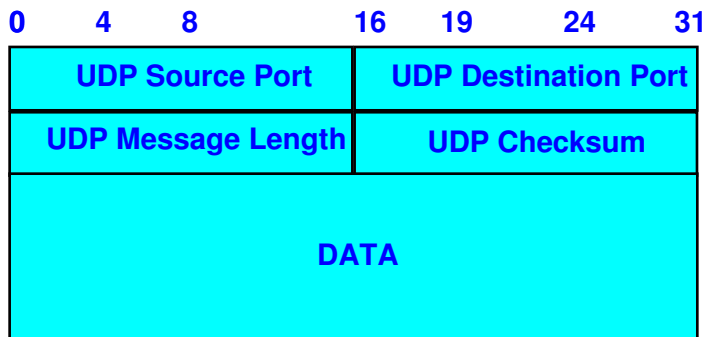
servizio	porta	TCP	UDP
daytime	13	X	X
ftp	20	X	
ftp	21	X	
telnet	23	X	
smtp	25	X	
tftp	69		X
http	80	X	
pop	109	X	

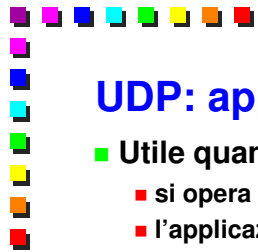
### ■ L'elenco aggiornato delle Well Known Port è sul sito internet <http://www.sockets.com/services.htm>

## 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

## UDP Header

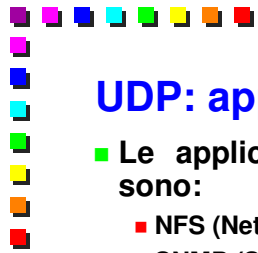




## UDP: applicabilità

### ■ 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



## UDP: applicazioni

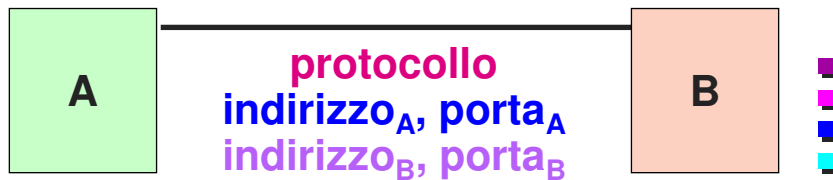
### ■ Le applicazioni principali che utilizzano UDP sono:

- NFS (Network File System)
- SNMP (Simple Network Management Protocol)
- Applicazioni Runix
  - rwho
  - ruptime
  - ...



## Connessione IP

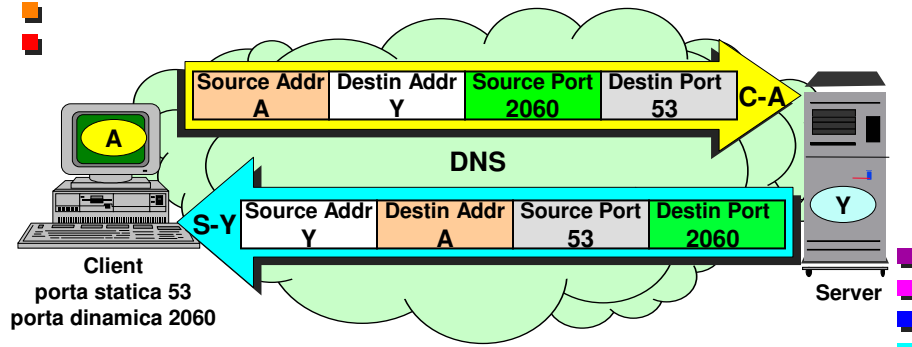
- una connessione è una quintupla:
  - protocollo = TCP o UDP
  - indirizzo = indirizzo IP (32 bit)
  - porta = punto di accesso (16 bit)



## Connessione client - server

- La connessione viene iniziata dal programma client di una stazione verso il programma applicativo server di un'altra stazione
- Una stazione può operare sia come client, sia come server
- Determinati sistemi operativi possono operare sono come client

## Connessione client - server



## TCP: Transmission Control Protocol

- Un protocollo di trasporto:
  - byte-oriented
  - 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: funzionalità

### ■ Funzionalità TCP:

- Supporto della connessione tramite circuiti virtuali
- Error Checking
- Controllo di flusso
- Multiplazione e demultiplazione
- Controllo di stato e di sincronizzazione

### ■ TCP garantisce la consegna del pacchetto, UDP no!

## TCP: caratteristiche

### ■ Come UDP ha il concetto di porta

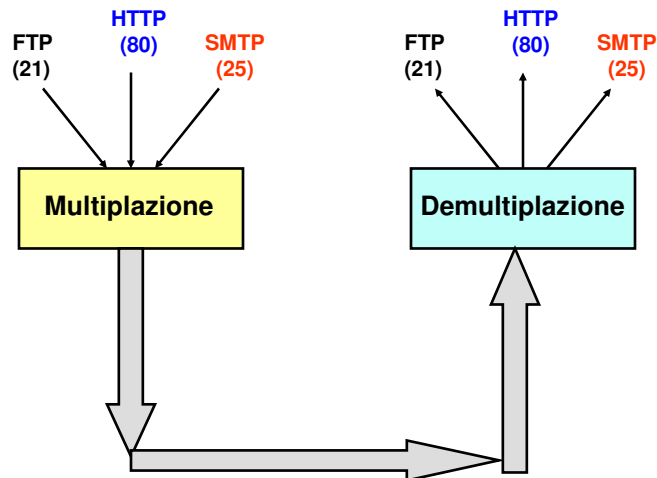
### ■ Il TCP di un nodo, quando deve comunicare con il TCP di un altro nodo, crea un circuito virtuale

### ■ Al circuito virtuale è associato un protocollo di trasporto

- full-duplex
- acknowledge
- controllo di flusso

### ■ TCP richiede più banda e più CPU di UDP

## TCP: moltiplicazione - demoltiplicazione



TCP-UDP3 - 17

Copyright: si veda nota a pag. 2

## TCP: caratteristiche

- Numera tutti i bytes di dati da trasferire
- 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

TCP-UDP3 - 18

Copyright: si veda nota a pag. 2

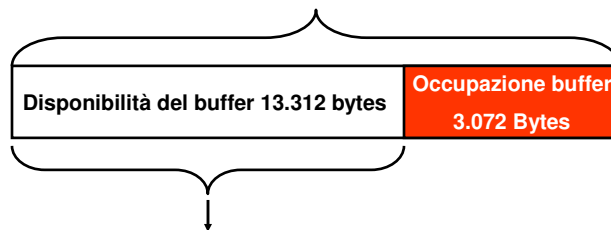
## TCP: Sliding Window

- 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

## Dimensione della window

- La stazione ricevente, in base alla disponibilità del suo buffer (settabile via software da 16k a 64k), avverte quella trasmittente indicandogli la dimensione della windows:
  - maximum window size = receiver buffer availability**
- La dimensione delle windows può variare nel corso di una trasmissione dati

Buffer interno = 16.384 Bytes

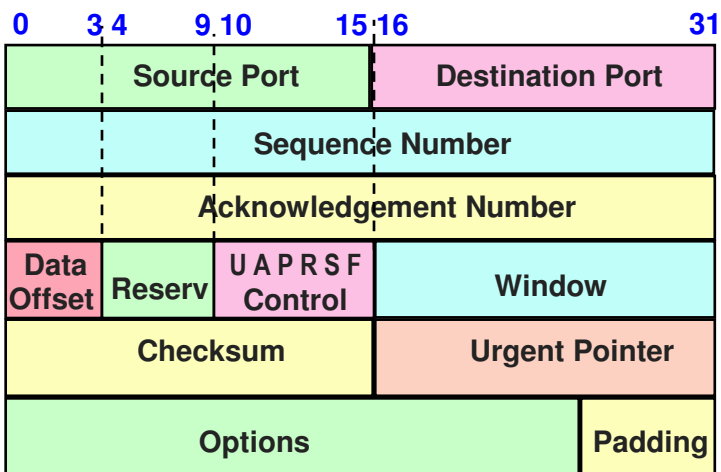


Massima Windows size del trasmittente

## Window e segmenti

- La stazione trasmittente determina il numero di segmenti che costituiscono una windows
- Il segmento indica la quantità di dati trasferiti nella busta TCP di un pacchetto
  - in un trasferimento tra due macchine su una LAN il valore di MSS (Maximum segment size) dipende in genere da quello di MTU tipico di quel tipo di rete
    - MSS = MTU - sizeof(TCPHDR) - sizeof(IPHDR)
  - macchine su reti fisiche differenti usano un MSS pari a 536 Bytes (576 se si considerano gli header IP e TCP)
    - lo RFC 879 definisce il Maximum Segment Size
    - nella maggior parte dei casi lo MSS è inpostato al valore di 1460 byte

## TCP Header



## Campi principali dell'header TCP

- **Source e Destination port:**
  - coppia di puntatori a programmi applicativi
- **Sequence number:**
  - inviato dal trasmittente
  - indica il numero del primo byte del segmento
- **Acknowledgement number:**
  - inviato dal ricevente
  - indica il primo byte del segmento successivo che il trasmittente si aspetta di ricevere a conferma della ricezione del precedente segmento
- **Data Offset:**
  - indica dove iniziano i dati
    - numero di word (blocchi da 32 bit) dopo le quali iniziano i dati

## Campi principali dell'header TCP

- **Control Bits (6 bits):**
  - **URG: Urgent Pointer field significant**
    - indica che nel pacchetto ci sono uno o più byte urgenti
    - tipicamente associati ad eventi asincroni: interrupt
  - **ACK: Acknowledgment field significant**
  - **PSH: Push Function**
  - **RST: Reset the connection (resetta o abortisce la connessione)**
  - **SYN: Synchronize sequence numbers (usato durante apertura della connessione)**
  - **FIN: No more data from sender (usa nella fase di chiusura della connessione)**
- **Padding**
  - valore scelto per allineare l'header del TCP a 32 bit

## Opzioni del TCP

Le opzioni del TCP possono essere:

- contenute in un singolo byte
- un'opzione di lunghezza variabile a seconda del tipo che adotta il formato sotto rappresentato

Option	Length	Option Data
--------	--------	-------------

Option	Length	Descrizione
0	-	End of Option List
1	-	No Operation
2	4	Maximum Segment Size
3	3	Window Scale
4	2	Sack-Permitted
5	n	Sack
8	10	Timestamp

## Opzioni del TCP e MSS

Il TCP prevede un'opzione denominata MSS (Maximum Segment Size) che occupa 2 byte

- una macchina può comunicare in questa opzione quale MSS accetta
- lo MSS viene comunicato durante l'apertura di una connessione TCP (SYN)
- spesso quest'opzione non viene utilizzata

Option	Length	Option Data
00000010	00000100	Max Segment Size

## Opzioni del TCP e Window Scale

- Windows Scale espande la dimensione della Window del TCP a 32 bit
  - nel campo Shift-Count viene inserito il fattore di scala
  - la Window Scale viene comunicata durante l'apertura di una connessione TCP (SYN)

Option	Length	
00000011	00000011	Shift-Count

## Opzioni del TCP e Sack

- L'opzione Sack (Selective Acknowledgement) abilita il ricevitore ad informare il trasmettitore riguardo tutti i segmenti che sono stati ricevuti con successo

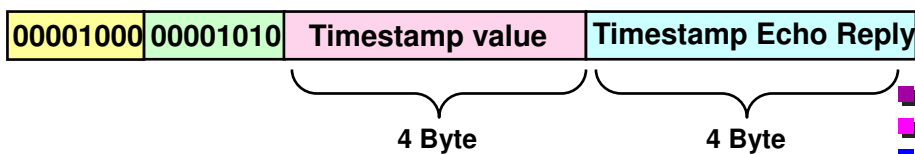
## Opzioni del TCP e Timestamp

### ■ Timestamp value

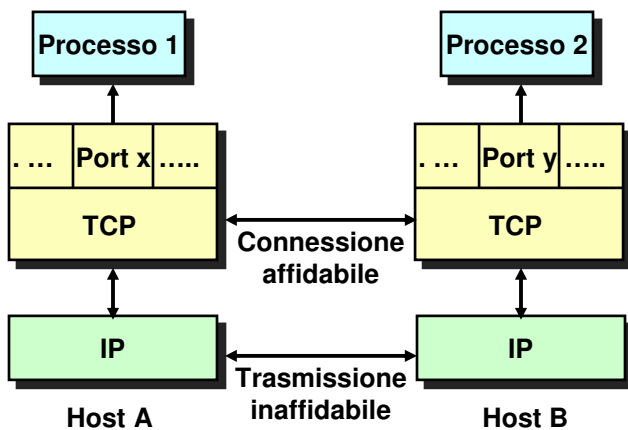
- indica il valore del clock dell'entità TCP che trasmette l'opzione

### ■ Timestamp Echo Reply

- valore usato in congiunzione con il bit ACK dell'header TCP



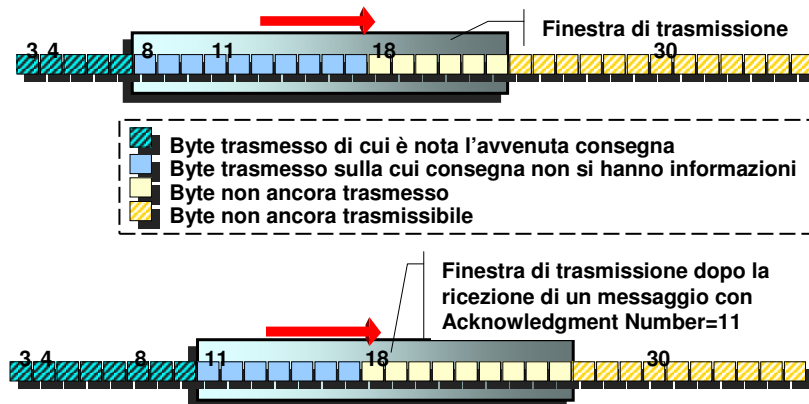
## TCP e processi



## Principi operativi

- Il TCP stabilisce la dimensione della window, dei segmenti ed il numero di questi che costituiscono la window
- Ogni volta che il TCP trasmette un segmento fa una copia di questo nella coda di ritrasmissione
  - quando riceve l'ACK cancella il segmento dalla coda di ritrasmissione
  - se non riceve l'ACK, allo scadere del timer, ritrasmette il segmento
- Ad ogni ricezione dell'ACK di un segmento sposta la window (sliding window)
  - la window ha come primo segmento quello successivo

## Come agisce la sliding window



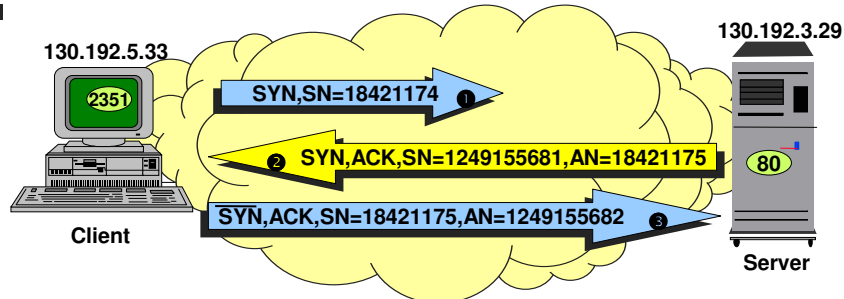
## Congestione

- Si ha una congestione quando entro un certo tempo (timeout) non è stato ricevuto il messaggio ack di un segmento trasmesso
- Il timeout viene calcolato in base alla media del *Round Trip Time* (RTT, tempo di andata e ritorno)

## TCP: Slow Start

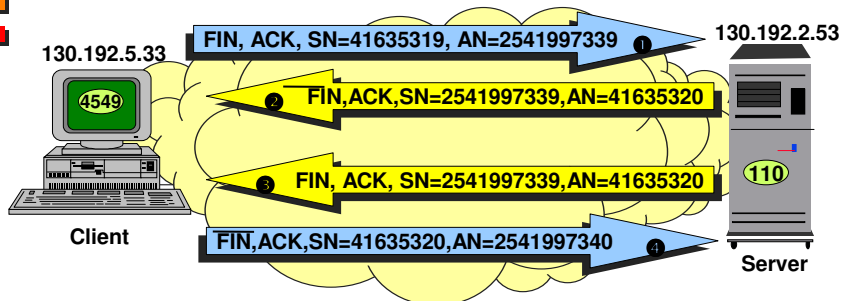
- Le prime versioni di TCP quando andavano in timeout ritrasmettevano l'intera window
- Questo poteva causare gravi congestioni della rete:
  - Nell'ottobre 1986 Arpanet fu bloccata da una congestione (da 32 kbs a 40 bps)
- Per evitare le congestioni venne introdotto l'algoritmo slow-start
  - quando si verifica una congestione la window viene reinizializzata al valore minimo (1 segmento) e fatta crescere lentamente, per evitare nuove congestioni
    - cresce per successive potenze di 2 ad ogni ACK ricevuto (2, 4, 8 ecc.) fino a raggiungere il valore massimo

## Apertura di una connessione TCP



AN: Acknowledgment Number  
SN: Sequence Number

## Chiusura di una connessione TCP

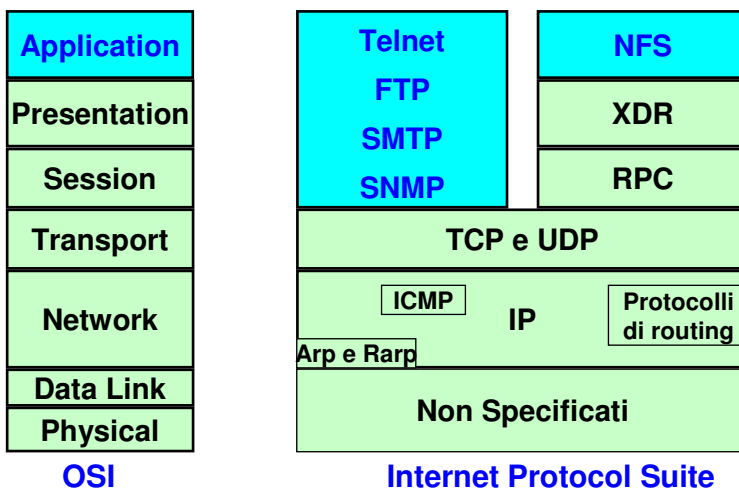


AN: Acknowledgment Number  
SN: Sequence Number

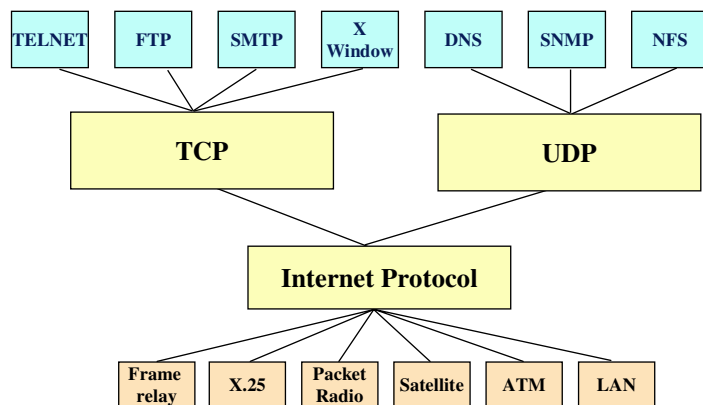
## Stati del TCP

- LISTENING
  - (Servizio è in attesa sulla porta assegnata, nessun messaggio TCP inviato)
- SYN-SENT
  - (In attesa di ricevere acknowledgment dall'altro partecipante – condizione temporanea generalmente di un client)
- SYN-RCVD
  - (In attesa di ricevere acknowledgment dall'altro partecipante – condizione temporanea generalmente di un server)
- ESTABLISHED
  - (Connessione stabilita tra client e server)
- CLOSE-WAIT
  - (FIN inviato in attesa di conferma della chiusura da parte dell'altro partecipante)

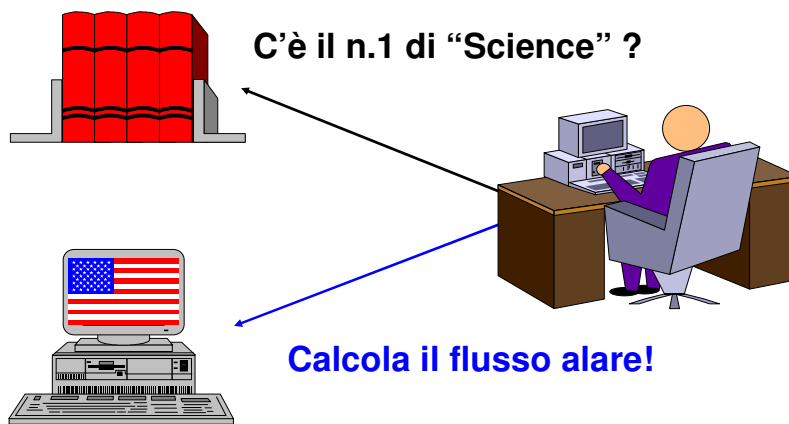
## Gli applicativi



## The Internet Protocol Suite



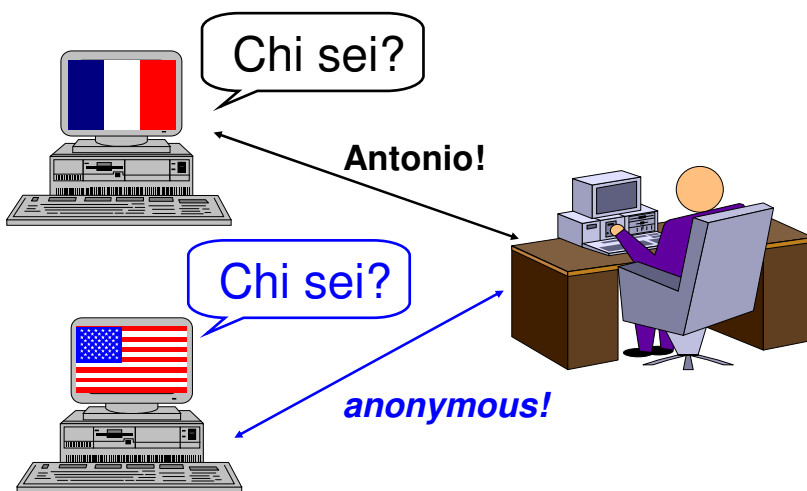
## Accesso remoto: TELNET



## Accesso remoto: TELNET

- Protocollo TELNET (TCP/23)
- Terminale remoto
  - apre una sessione di lavoro sulla macchina remota come se si fosse alla console
- Autenticazione basata sul meccanismo di password del sistema remoto

## Accesso remoto a file : FTP



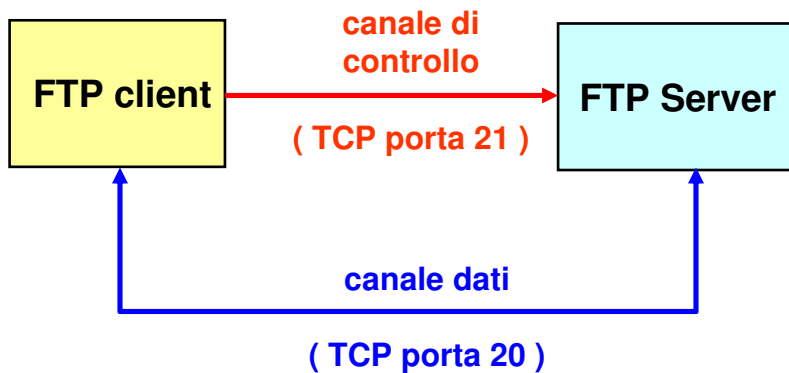
## Accesso remoto a file : FTP

- FTP: File Transfer Protocol, RFC-959, TCP porta 21
- trasferimento file tra host eterogenei
- formato ASCII (conversione automatica) o binario
- autenticazione basata sul meccanismo di password del sistema remoto
- anonymous-ftp:
  - accesso ad un'area comune in modo anonimo (no-user name e no-password)
    - area non critica

## FTP: client e server

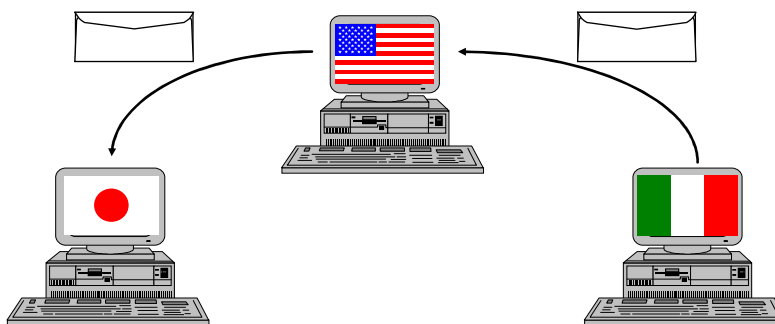
- FTP Server:
  - fornisce i servizi di trasferimento file dal server al client e viceversa
- FTP Client:
  - utilizza i servizi offerti dal server per caricare e scaricare dei file da e verso il server

## FTP: client e server



## Posta elettronica (e-mail)

- messaggi personali / mailing-list
- accesso ad altre risorse (DB, a non-ftp)
- veloce (minuti)



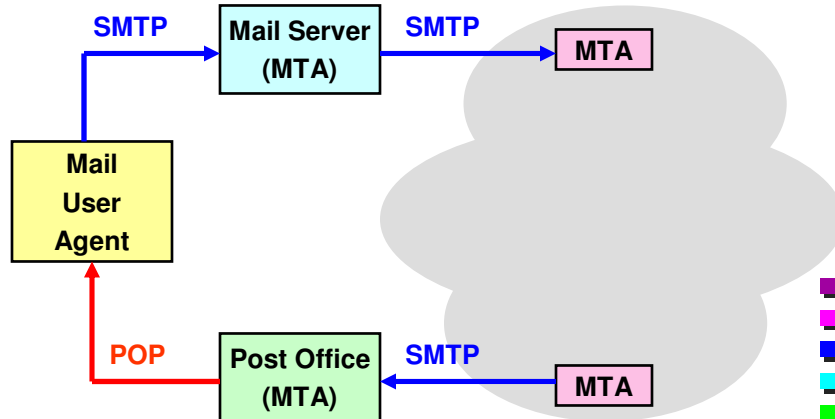
## Posta elettronica (e-mail)

- Scambio di messaggi in formato elettronico
- dati testuali
  - non viene impiegato il set completo di caratteri ASCII
  - attenzione alle lettere accentate
- dati binari
  - richiedono traduzione ASCII
  - es. uuencode / uuencode

## Posta elettronica (e-mail)

- Protocolli:
  - trasporto:
    - SMTP RFC-821, TCP porta 25
    - POP 2 RFC-937, POP3 RFC-1725
  - indirizzamento e formato:
    - RFC-822
    - MIME
- indirizzi RFC-822 (Internet)
  - *nome @ dominio-postale*
  - esempio p.nicol@inrete.it

## E-mail: client e server



## WWW (World Wide Web)

- sistema informativo distribuito
  - linguaggio HTML
  - protocollo HTTP
- dati ipertestuali
  - *link* ad altri documenti distribuiti in rete
- testo, grafica, filmati, suono
  - testo ASCII + grafica GIF
  - dati binari (suono, video, grafica) tramite *helper-application*
- gestione complessa
- alto traffico



## I link

■ URL (Uniform Resource Locator)

*schema* : // *host* : *porta* / *path* # *àncora*

- **schemi regolari:**
  - http, telnet, ftp, gopher, file
- **schemi irregolari:**
  - news:newsgroup
  - mailto:indirizzo-postale

