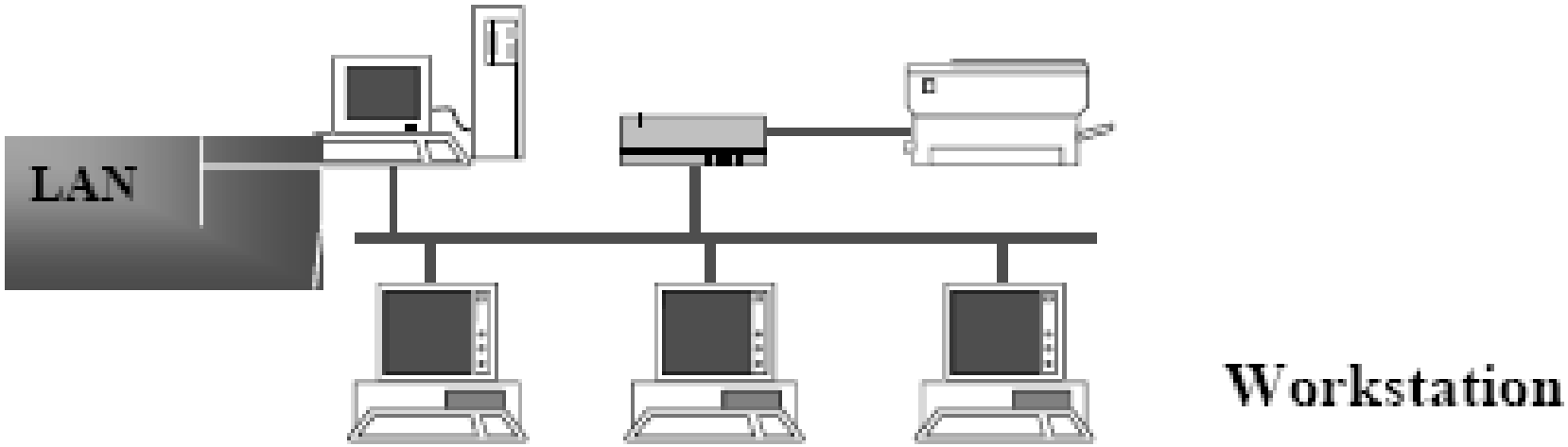
Reti di Calcolatori

Lezione 2

Una definizione di Rete

Una moderna rete di calcolatori può essere definita come:

UN INSIEME INTERCONNESSO DI CALCOLATORI AUTONOMI



Tipi di Rete

Le reti vengono classificate in base alla loro estensione geografica:

- **LAN**: Local Area Network;
- **MAN**: Metropolitan Area Network;
- **WAN**: Wide Area Network;

Local Area Network

- Hanno un'estensione che può arrivare fino a qualche km;

- Sono usate per connettere i PC degli utenti, o anche server.

Wide Area Network

- Le reti geografiche (Wide Area Network, WAN) si estendono a livello di una nazione, o anche di un intero continente;

- Viene utilizzata per connettere tra loro reti LAN e MAN;

Wide Area Network

- **Una WAN è tipicamente costituita di due componenti distinte:**
  - Elementi terminali: costituiti da LAN o MAN;
  - Una **sottorete** di comunicazione:
    - mette in comunicazione tutti gli elementi realizzando il collegamento fisico tra tutti gli elementi della WAN
    - consente al traffico di fluire tra tutti gli elementi della WAN.

WAN: la Sottorete

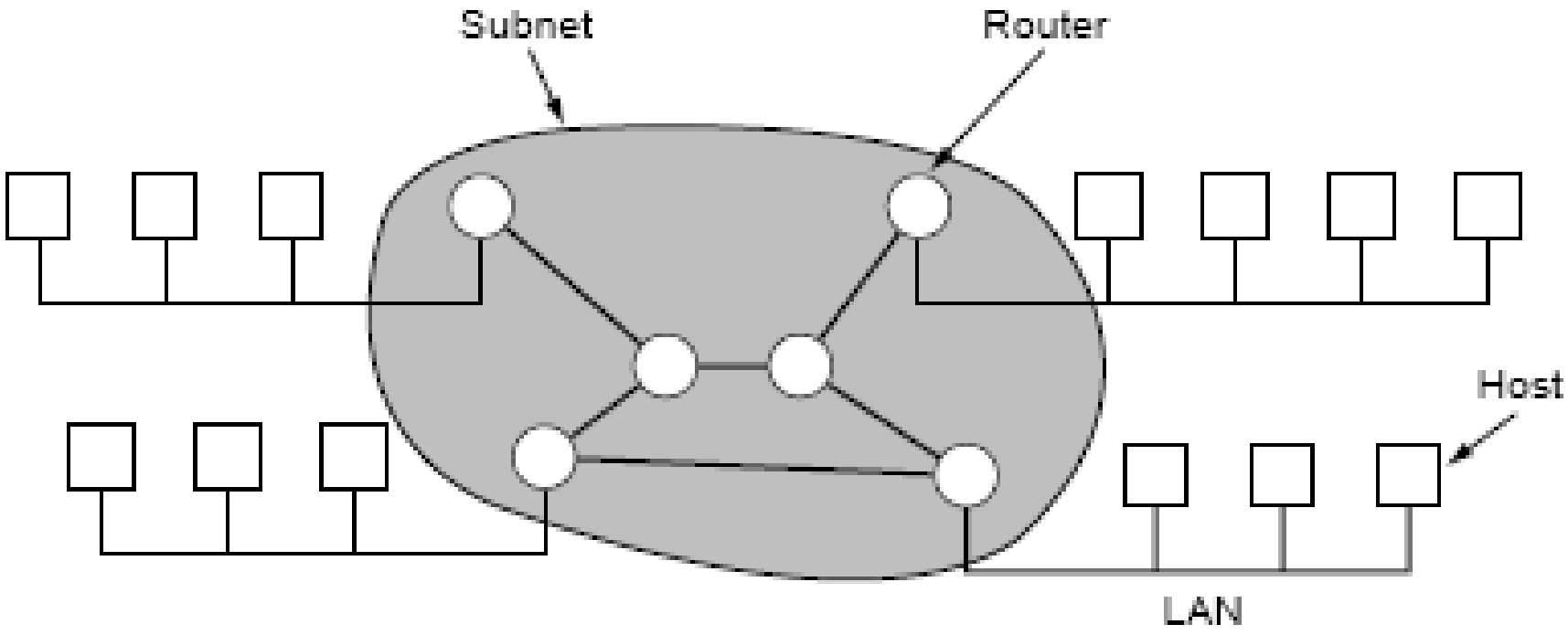
linee di trasmissione

mettono in comunicazione tra loro i punti fisicamente distanti della rete (possono essere cavi in rame, fibra ottiche, satelliti, ecc.);

Elementi di commutazione (router):

vengono utilizzati per smistare il traffico tra le varie linee;

WAN: uno Schema



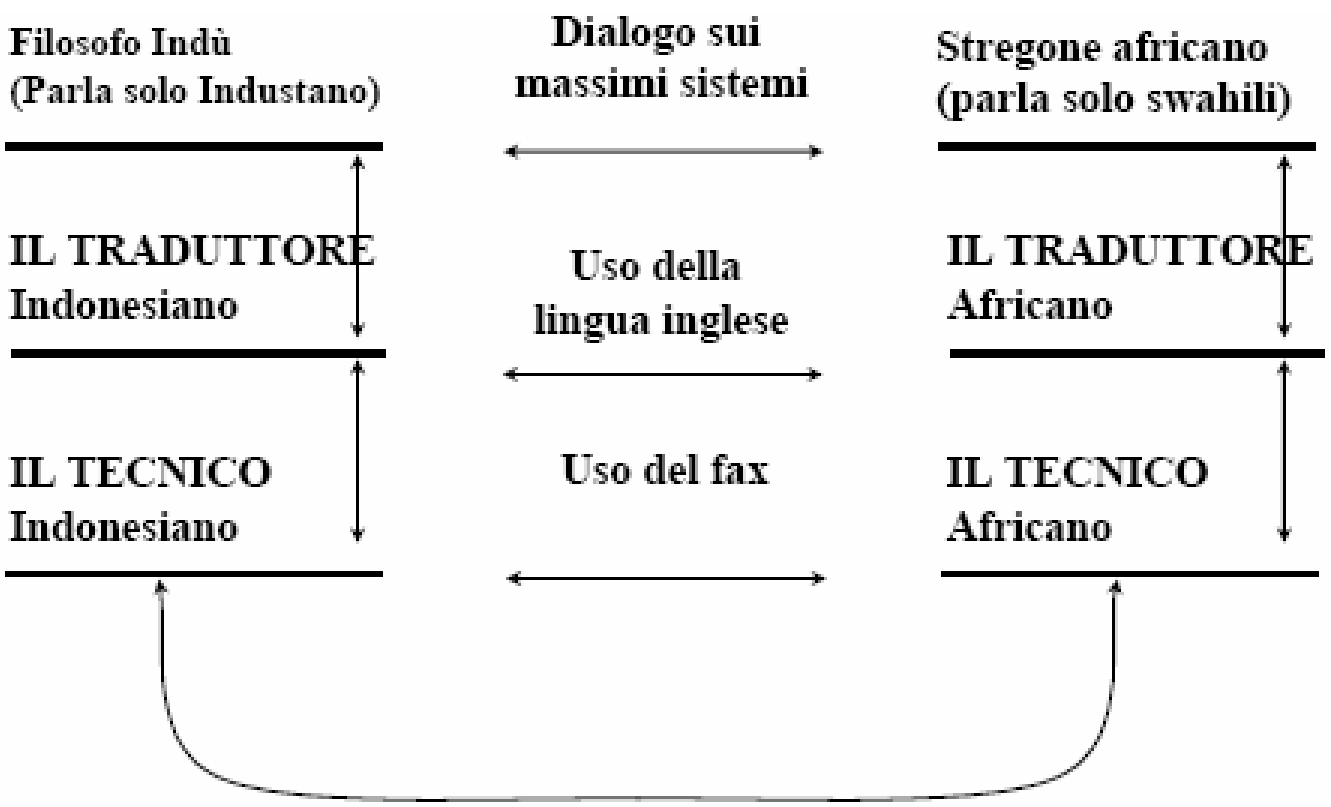
Internet

- Una internet è un insieme di reti generiche;
- Internet (I maiuscola) è:
  - NON è né una WAN, né una LAN né una MAN;
  - E un interconnessione di reti diverse, appartenenti ad enti diversi, tenute insieme da un particolare protocollo (TCP/IP);
  - E nata da un embrione costituito da quattro router e qualche workstation (ARPANET) ed è poi evoluta (per aggregazioni successive di reti diverse) nella rete mondiale che oggi conosciamo).

Il Software delle Reti

Software delle reti

Una rete è costituta da macchina diverse; Come è possibile farle comunicare?
Un analogia:



I protocolli di Rete

Una qualunque forma di comunicazione avviene tramite un protocollo che può essere definito come:

Un insieme di regole che disciplinano una conversazione

Aspetti chiave sono:

- Sintassi;
- Semantica;
- Tempificazione;

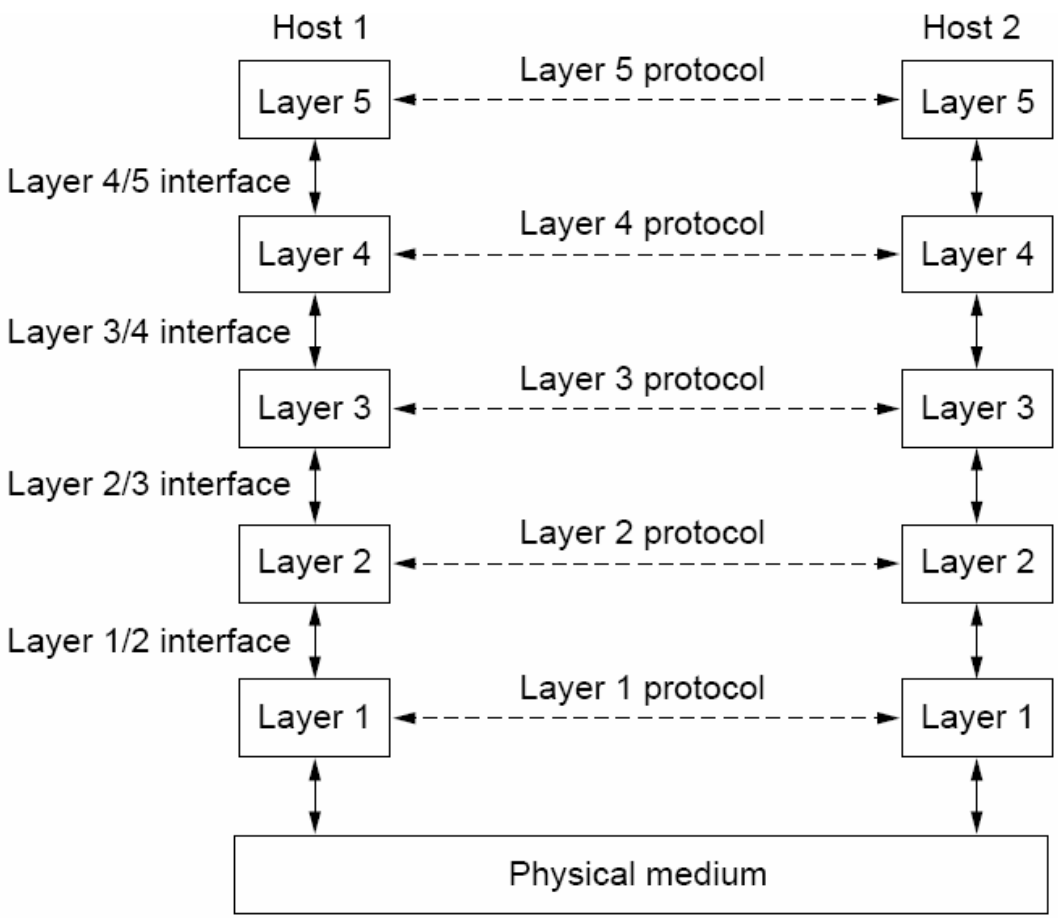
Lo stack Protocollare

- **application**: supporta le applicazioni che usano la rete;
- **transport**: trasferimento dati tra host
- **network**: instradamento (routing) di datagram dalla sorgente alla destinazione;
- **link**: trasferimento dati tra elementi di rete vicini (Ethernet);
- **physical**:
  - I bit diventano un segnale elettrico su un cavo in rame (bit on the wire);
  - I bit diventano un segnale luminoso lungo una fibra ottica (cavo in materiale vetroso);

application
transport
network
link
physical

I livelli di una rete (1/5)

Per ridurre la complessità di progetto, le reti sono in generale organizzate a livelli:



Il Traffico Internet (1/2)

- Tutta l'informazione che viaggia in Internet è suddivisa in pacchetti;

- Un pacchetto è può essere definito come:
  un breve messaggio caratterizzato da uno specifico formato

- Questo tipo di reti vengono chiamate:
  Reti a commutazione di pacchetti

Il Traffico Internet (2/2)

- Quando si trasferisce un file tra due host in Internet:
  - la sorgente frammenta il file in pacchetti e li invia lungo la rete;
  - La destinazione riassembla i pacchetti ricostruendo il file originale

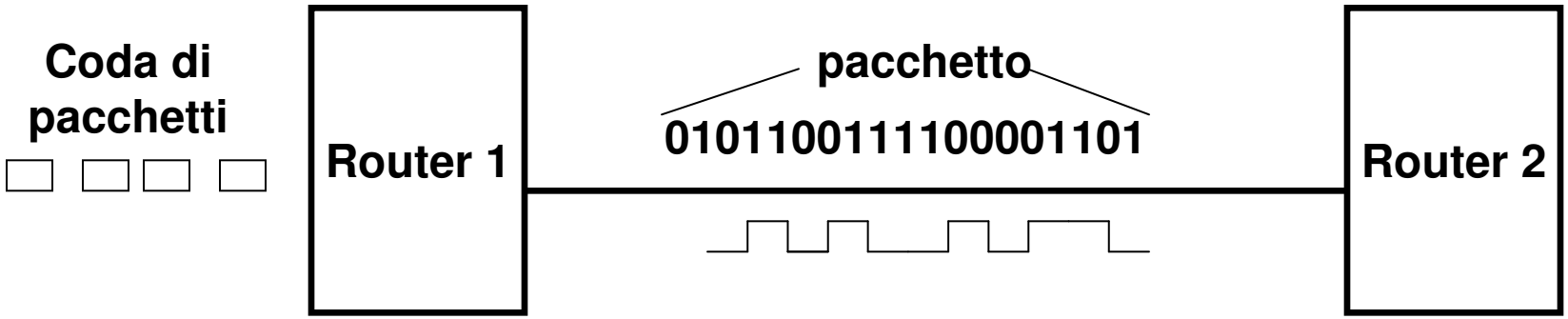
- I pacchetti vengono inviati **individualmente** attraverso la rete;

- I pacchetti relativi ad uno stesso file possono anche prendere percorsi diversi;

Il Traffico Internet (2/2)

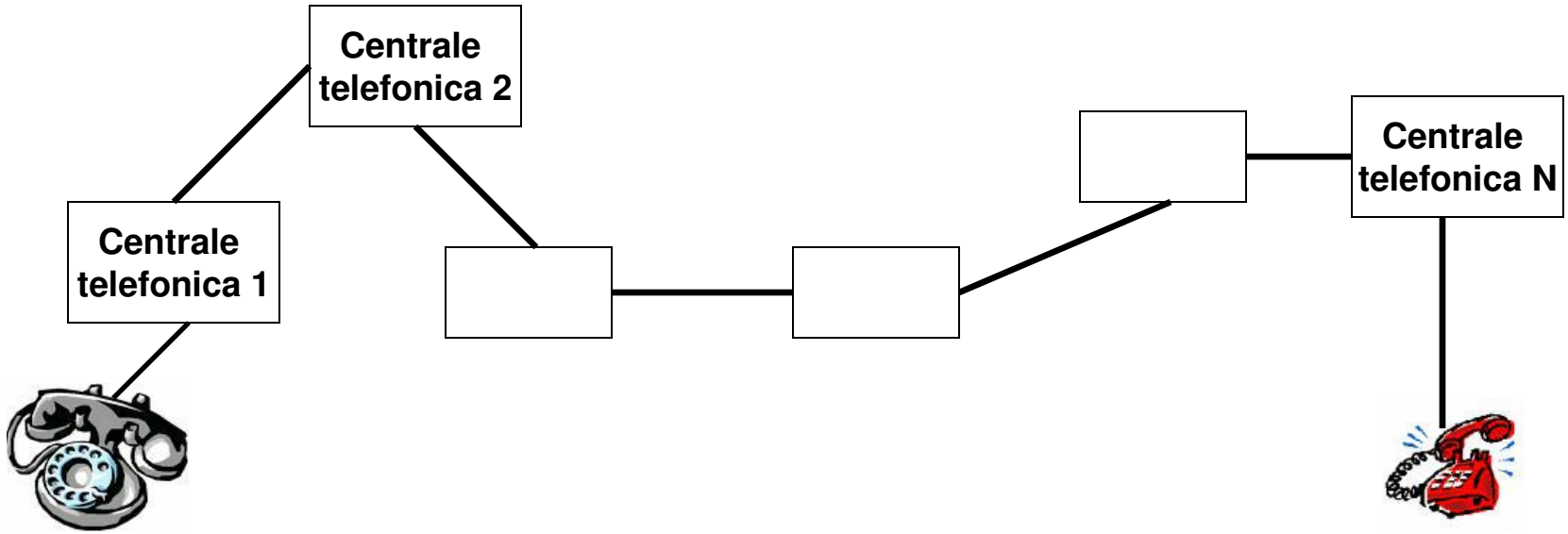
- Lungo una linea di trasmissione i pacchetti vengono trasmessi uno alla volta;

- Se vi sono più pacchetti da trasmettere contemporaneamente, questi vengono memorizzati in una **coda**,



Le Reti Telefoniche

- Le reti telefoniche funzionano a **commutazione di circuito**;
- Quando si effettua una chiamata, si stabilisce una connessione fisica tra i due telefoni attraverso le vari centrali telefoniche;
- Tutti le connessioni coinvolte in questa chiamata sono dedicate in maniera esclusiva ad essa.



Confronto tra reti

- ***C*ommutazione di circuito**;
  - Le risorse coinvolte nella comunicazione sono dedicate in maniera esclusiva a tale comunicazione

- **Commutazione di pacchetto**
  - La commutazione di pacchetto si rivela molto più efficiente nonostante la maggior quantità di dati inviata, perché le linee sono utilizzate solo per il tempo strettamente necessario.

  - La commutazione di pacchetto permette quindi a più utenti di inviare informazioni attraverso la rete in modo efficiente e simultaneo, risparmiando tempo e costi mediante la condivisione di uno stesso canale trasmissivo (cavo elettrico, etere, fibra ottica, ecc.).

  - E' possibile aggiungere una "priorità" ai pacchetti per i quali è richiesto un flusso costante (trasmissione video) a scapito di altri pacchetti che non abbiano un'urgenza specifica (trasferimento file). Si parla di:

    Quality of Service (QoS)

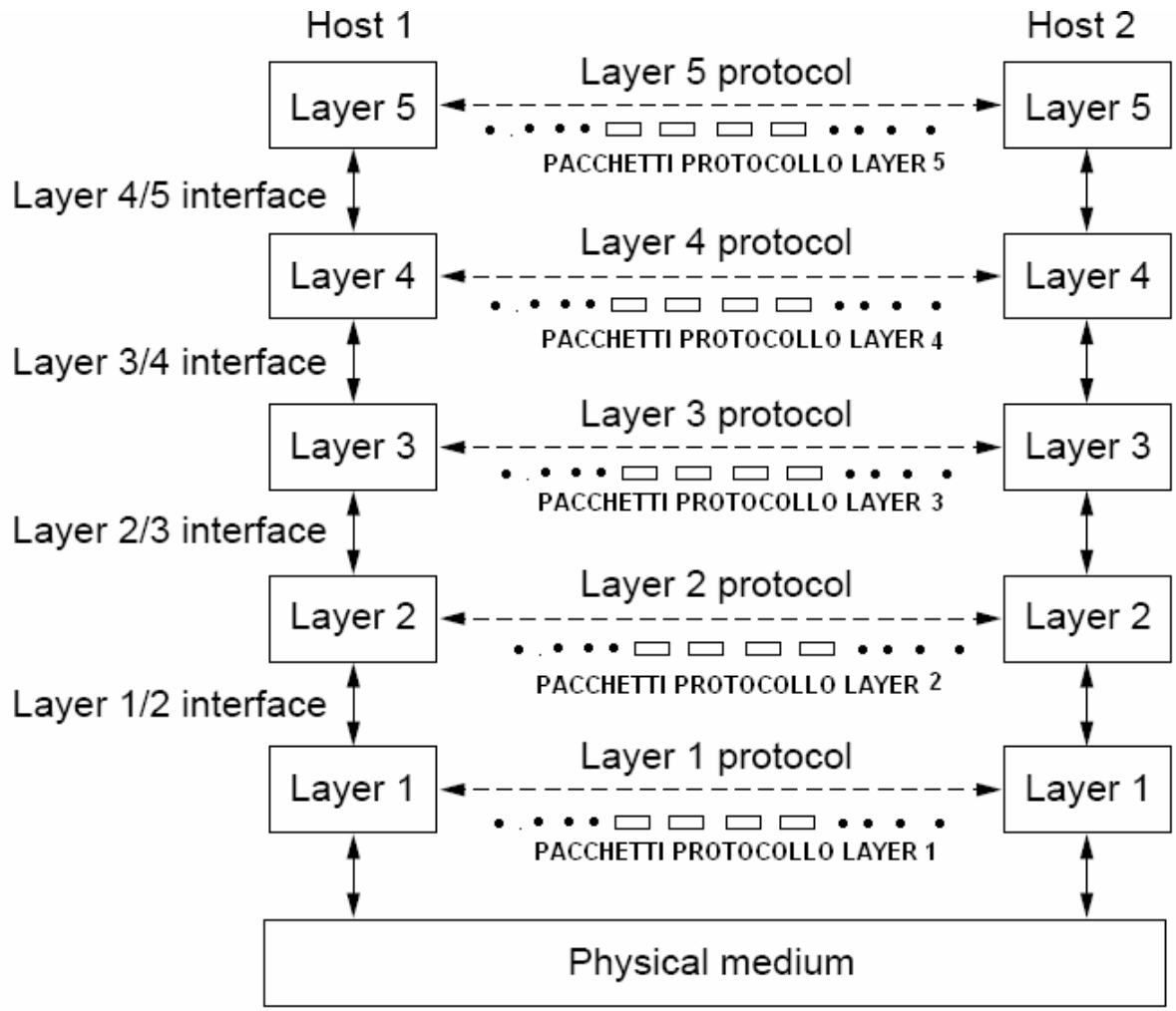
Il Formato dei Pacchetti

Tutti pacchetti sono fatti in questo modo:

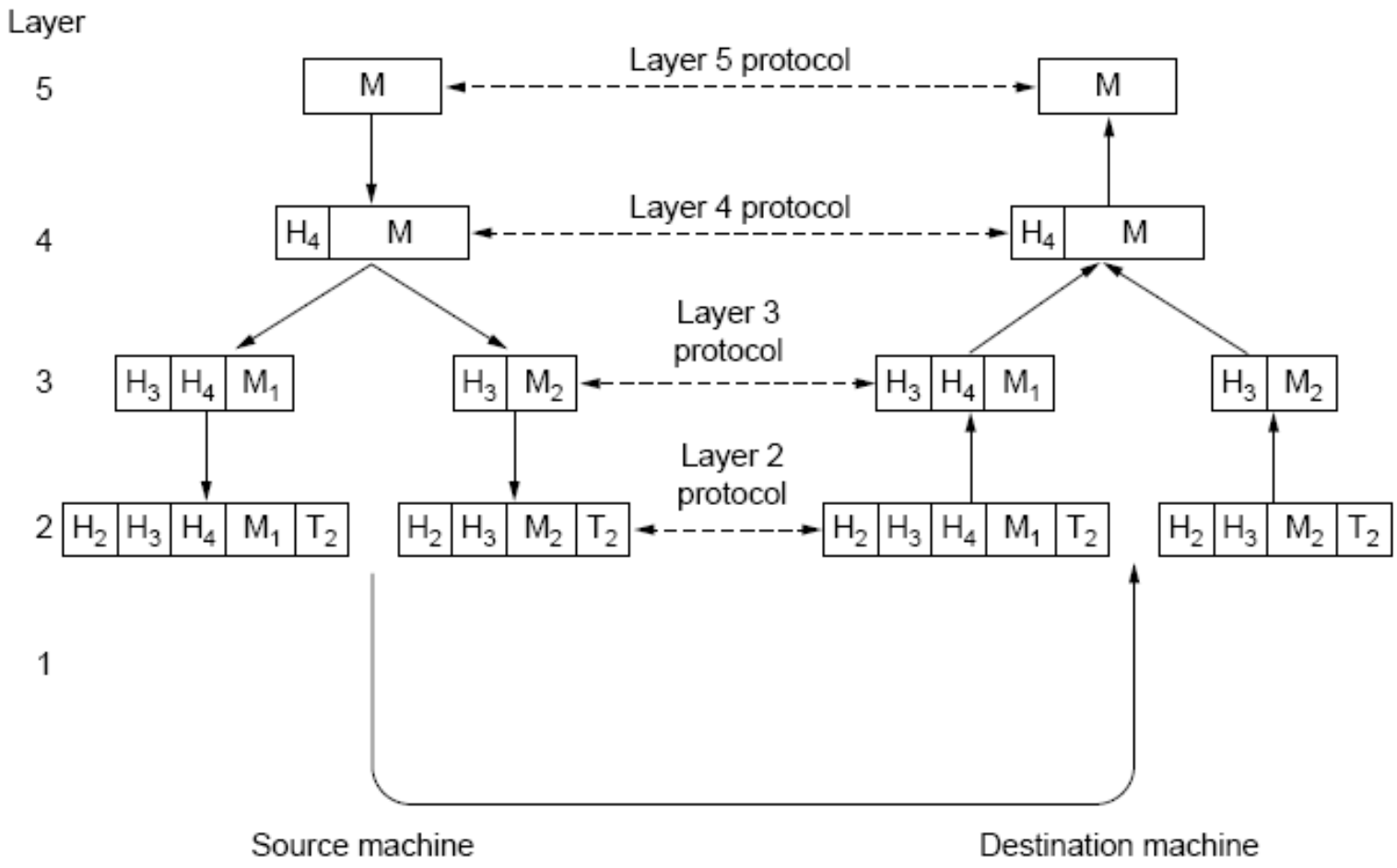
HEADER	**DATA**

- Lo **header** contiene tutta l'informazione relativa al trasporto del pacchetto;
- La parte **data** contiene i dati che devono essere effettivamente trasportati;

Comunicazione tra Entità



Incapsulamento dei Pacchetti



Il Controllo degli Errori (1/3)

- Le linee di comunicazione sono soggette a disturbi;
- Questi disturbi possono provocare errori di trasmissione: i pacchetti ricevuti sono diversi da quelli trasmessi, contengono degli errori;
- E' possibile rilevare eventuali errori presenti in un pacchetto?
  - SI! (Esempio: controllo di parità);
- La maggior parte dei protocolli di rete prevedono un controllo degli errori.

La Checksum

- Gli eventuali errori di trasmissione presenti in un insieme di bit B può essere rilevato aggiungendo a B un altro insieme di bit C (checksum) in maniera tale che

$$\mathbf{B+C=S}$$

- Quindi, dato il pacchetto B da trasmettere:
  - Il trasmittente calcola C in maniera tale che B+C=S;
  - Il ricevente controlla se B+C= S, in caso contrario il pacchetto contiene degli errori;

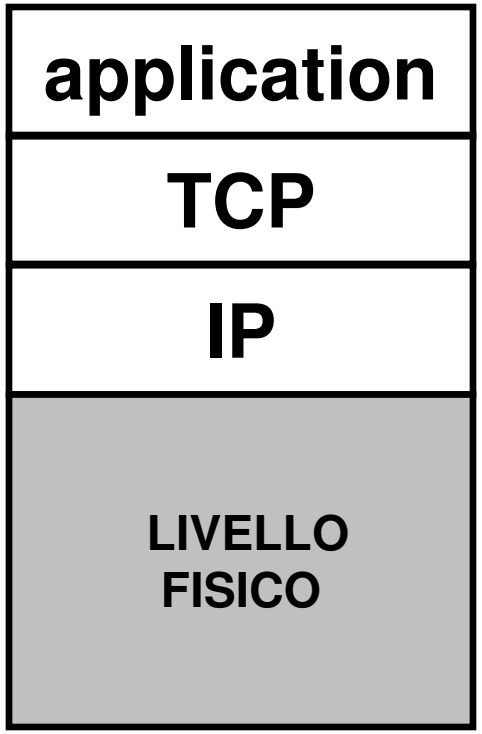
NOTA La checksum viene anche usata per verificare l'integrità degli hard disk

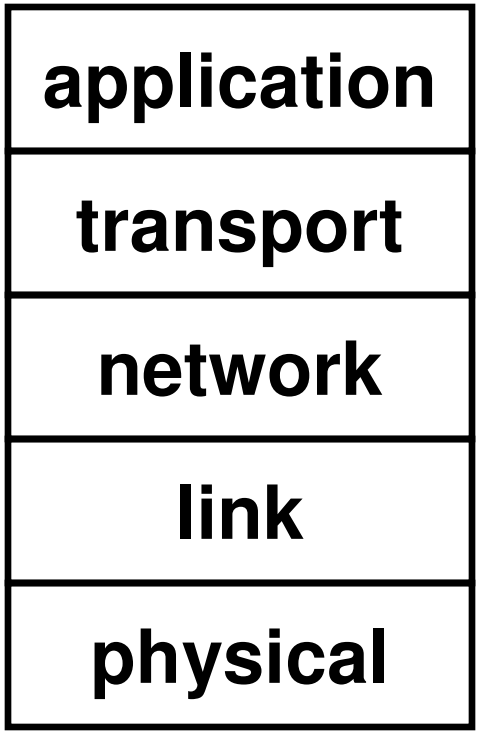
Protocolli: l'Indirizzamento

- Per individuare l'entità con la quale si vuole comunicare è necessario conoscerne l'indirizzo;
- Ad ogni entità deve essere associato un indirizzo;
- Ogni protocollo definisce una modalità di indirizzamento, utilizzata per individuare in maniera univoca le entità relative ad un protocollo (layer);

Il Protocollo TCP/IP

- **TCP/IP** è un esempio di stack protocollare.
- Internet funziona con questo protocollo.





Il Protocollo TCP

- Il protocollo TCP (Trasmission Control Transport) è un protocollo di trasporto**:**
  - mette in contatto processi che si trovano su due diversi host che si trovano nella rete (servizio end-to-end).
  - Garantisce un flusso di byte **affidabile** al livello applicazione su una rete potenzialmente inaffidabile.

L’affidabilità di TCP

- **Il protocollo TCP offre un servizio affidabile, garantendo che:**
  - i dati arrivino nello stesso ordine in cui sono partiti;
  - non ci sia perdita dei dati;
  - Controllo degli errori sui dati;

- **Controlla inoltre il flusso dei dati:**
  - La velocità di comunicazione tra gli host;

Una Connessione TCP

E' un protocollo orientato alla connessione:

- L'host che vuole trasmettere (H_t) manda una richiesta di connessione al host che vuole contattare (H_r) e aspetta una sua risposta;
- H_r risponde alla richiesta;
- Si è stabilita una connessione tra i due host: può iniziare il trasferimento dati;

L’indirizzamento TCP

- Nel protocollo TCP l’indirizzamento viene definito tramite il concetto di **PORTA.**

- Ogni entità TCP possiede 65. 536 porte indirizzabili;

- Ogni processo che intende utilizzare TCP deve scegliere una porta TCP sul proprio host e conoscere la porta TCP utilizzata dal processo con cui intende comunicare.

Alcune Porte Standard TCP

APPLICAZIONE	PORTA
FTP	20
HTTP	80
POP3	110
SSH	22
DNS	53

Trasmissione Affidabile

- Per ogni pacchetto è previsto un aknowledgment (ack) in pratica l'host che riceve deve confermare al trasmittente l'avvenuta ricezione del pacchetto.

- Se il trasmittente non riceve l'ack entro un certo limite di tempo allora ritrasmette il pacchetto.

Il Protocollo IP (1/2)

- Il protocollo IP è il protocollo di rete più usato in Internet;
- I servizi offerti sono indipendenti dalla tecnologia di rete presente;
- La sua funzione è quella di trasferire dati (pacchetti) attraverso la rete;
- I principali problemi che devono affrontare i protocolli di rete sono:
  - Instradamento dei pacchetti;
  - Controllo della congestione della rete;

Il Protocollo IP (2/2)

- Il protocollo IP riceve pacchetti dal livello TCP;
- I pacchetti TCP possono essere ulteriormente frammentati, ma vengono riassemblati all'arrivo;
- Utilizza il livello fisico sottostante per immettere i pacchetti nella rete;

Il Protocollo IP

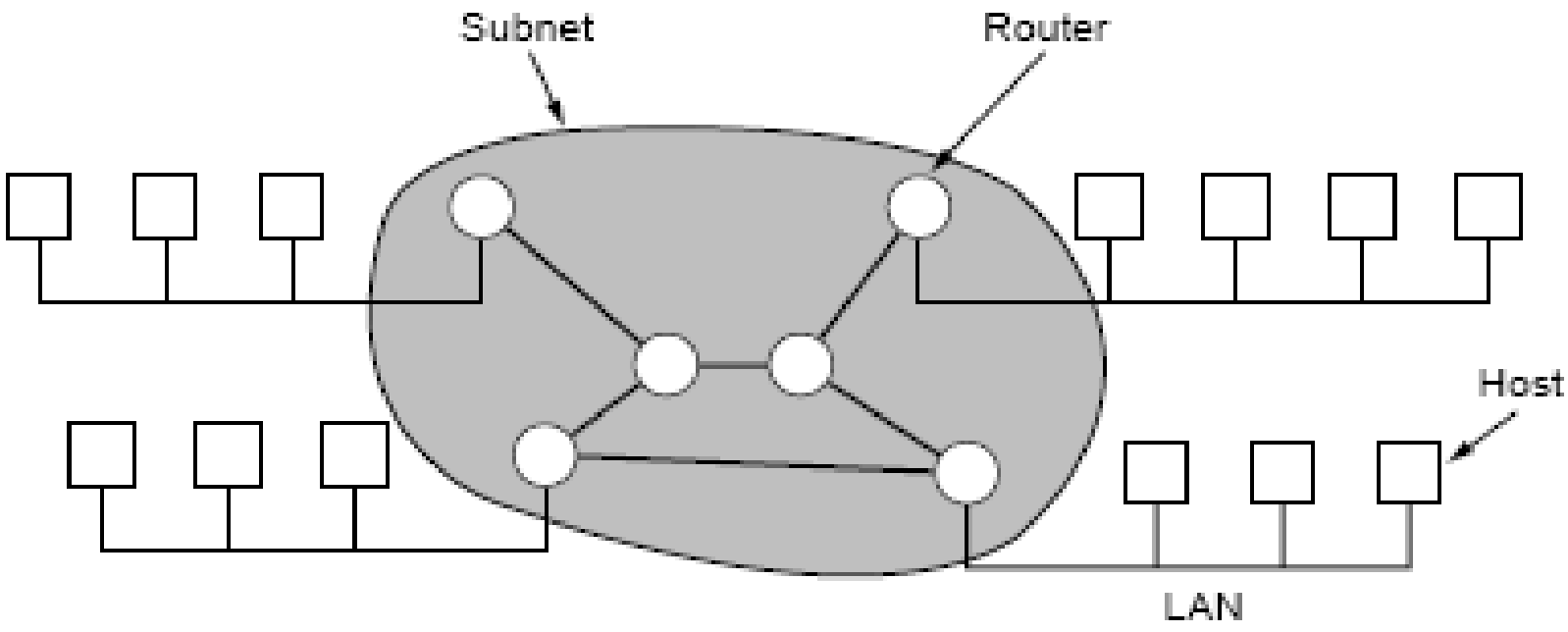
Questo protocollo è detto senza connessione (connectionless) e NON garantisce:

- La consegna dei pacchetti;
- L'arrivo in ordine dei pacchetti;
- Che i pacchetti di uno stesso file avranno lo stesso percorso;
- Che la trasmissione è esente da errori;

NOTA: Il protocollo IP prevede il controllo checksum solo sul header

IP: l'Instradamento (1/3)

Il protocollo IP è quello usato dai router per instradare i pacchetti attraverso la rete;



I Router

- In una WAN i router realizzano il livello IP della Rete;

- Ogni router, in generale, ha:
  - Più linee di ingresso/uscita;
  - Un programma che legge :
    - legge l'indirizzo del traffico in ingresso;
    - Legge delle tabelle di instradamento (routing);
    - In base alla tabella decide su quale linea di output inviare quel traffico

IP: l'Instradamento (2/3)

- Il routing dei pacchetti IP viene fatto dai router;
- Ogni router, in generale ha più linee di ingresso/uscita;
- L'instradamento (routing) di un pacchetto in arrivo viene fatto in questo modo:
  - Si legge l'indirizzo IP destinazione del pacchetto;
  - Si consulta una tabella detta di routing;
  - Si immette il pacchetto nell'uscita prevista dalla tabella;

IP: l'Instradamento (3/3)

- Le tabelle presenti nei diversi routers di una rete implementano, in maniera distribuita un algoritmo di routing;

- Questi algoritmi possono essere statici o dinamici:
  - In quelli statici i percorsi sono fissati una volta e per sempre;
  - In quelli dinamici i percorsi tengono conto del livello di congestione della rete (è previsto un aggiornamento periodico delle tabelle);

IP: Il Controllo della Congestione

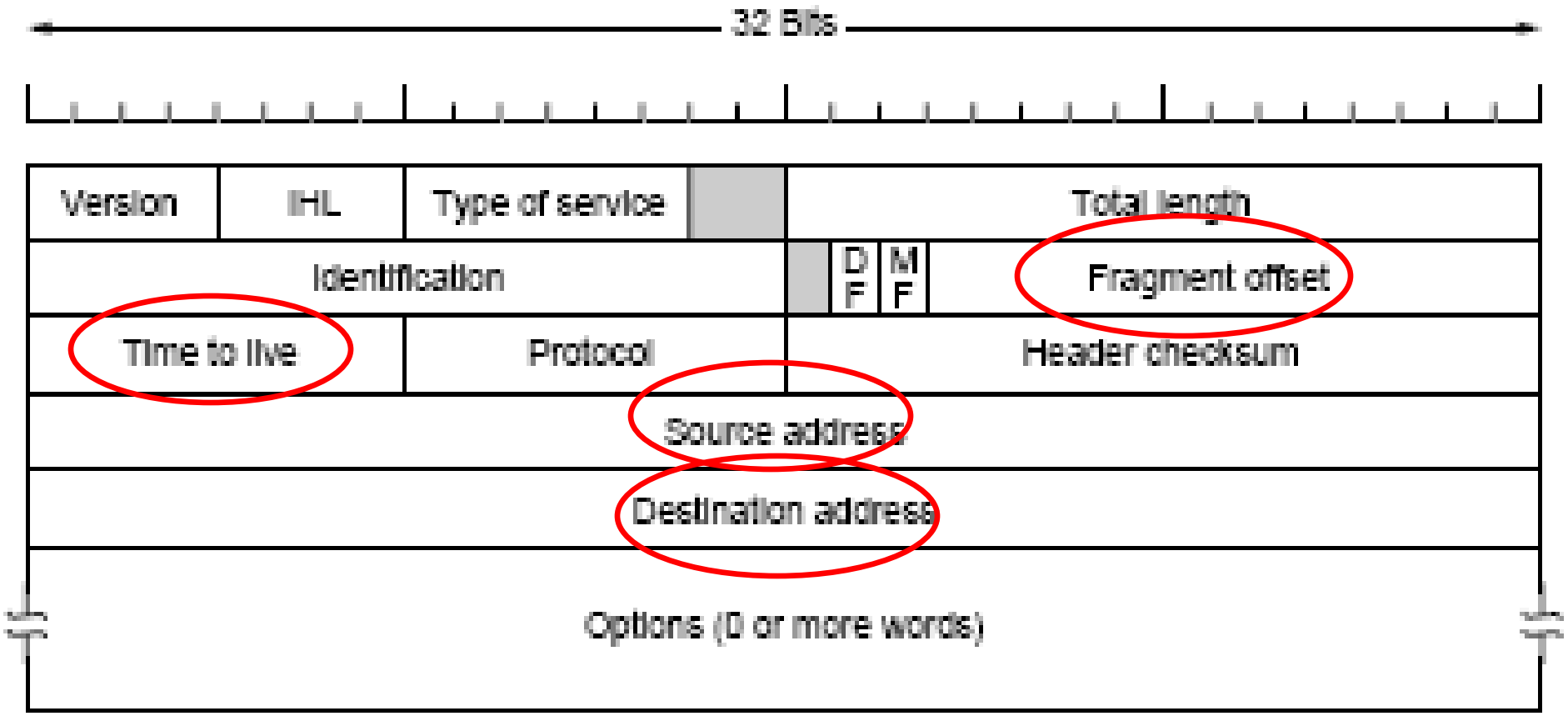
- Il protocollo IP deve anche controllare la congestione della rete;
- Una rete si dice congestionata quando la quantità di pacchetti presenti nella rete è maggiore della sua capacità: perdita di pacchetti;
- La capacità di una rete è determinata da:
  - Larghezza di banda delle linee di trasmissione;
  - Capacità di smistamento dei routers (nell'unita di tempo);

IP: Il Controllo della Congestione (2/2)

- La congestione dei pacchetti provoca perdita dei pacchetti;
- Il protocollo IP implementa una serie di strategie per:
  - prevenire la congestione;
  - eliminare la congestione quando quest'ultima viene rilevata;

Il pacchetto IP

Il preambolo (header) IP è fatto in questo modo:



Gli Indirizzi IP

- Ogni host e router in Internet ha un indirizzo IP;
- Gli indirizzi IP sono lunghi 32 bit;
- Gli indirizzi vengono assegnati dal NIC (Network Information Center) per evitare conflitti;
- La versione attuale di IP (IPv4) consente di indirizzare circa 4 miliardi di macchine: gli indirizzi disponibili si stanno esaurendo!
- Soluzione: IPv6 usa indirizzi a 16 byte ($\sim 10^{38}$);

Gli Indirizzi IP Privati

- Gli indirizzi assegnati dal NIC sono detti pubblici, sono cioè visibili da tutta la rete Internet

- Allo scopo di ridurre le richieste di indirizzi pubblici sono stati definiti degli indirizzi IP speciali detti **privati**
- Gli indirizzi privati sono validi sono all'interno di una rete (tipicamente LAN);
- Se poi tali macchine sono collegate ad Internet, si usa un:

  Network Address Traslation (NAT)
- Il consente a tutte le macchine private della LAN di essere visibili in Internet tramite il suo indirizzo IP.

- Gli indirizzi privati sono del tipo 10.x.x.x oppure 192.168.x.x

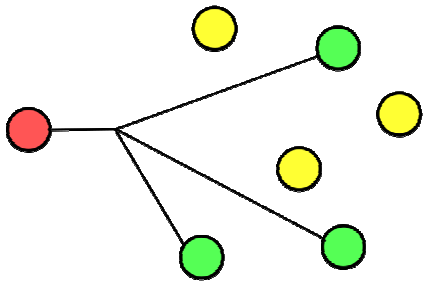
Il Multicast (1/2)

– Il protocollo IP altre a prevedere la trasmissione unicast, tra due singoli computer, prevede anche una trasmissione detta

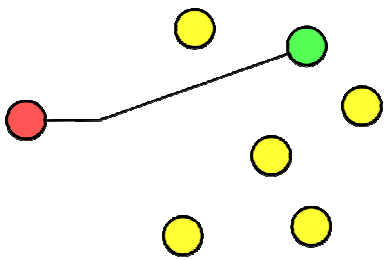
Multicast

– La trasmissione multicast consente ad una sorgente di informazione di inviare un singolo pacchetto a più destinazioni **contemporaneamente**

multicast



unicast



Il Multicast (2/2)

L'indirizzo di destinazione contenuto nel pacchetto è appunto di tipo multicast, in quanto specifica un insieme di host e un singolo host;

- In pratica:
  - Si definisce un gruppo Multicast, al quale viene assegnato un indirizzo IP speciale;
  - La sorgente trasmette i pacchetti all'indirizzo IP del gruppo;
  - I riceventi che vogliono ricevere da quella sorgente devono registrarsi a quel gruppo;

- La trasmissione multicast è fondamentale per la diffusioni di contenuti multimediali (es. IP TV);

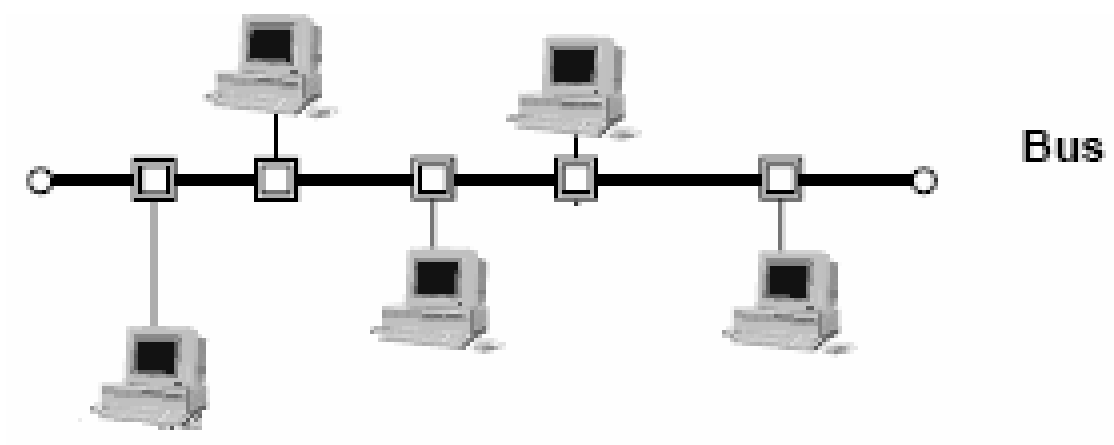
TCP/IP

La coppia di protocolli TCP/IP consente di mettere in collegamento due processi ovunque presenti su Internet:

- TCP divide il flusso di byte in pacchetti e ne garantisce un collegamento affidabile;
- IP immette i pacchetti nella rete ma non dà nessuna garanzia di affidabilità della rete, ma consente uno sfruttamento ottimale delle risorse;

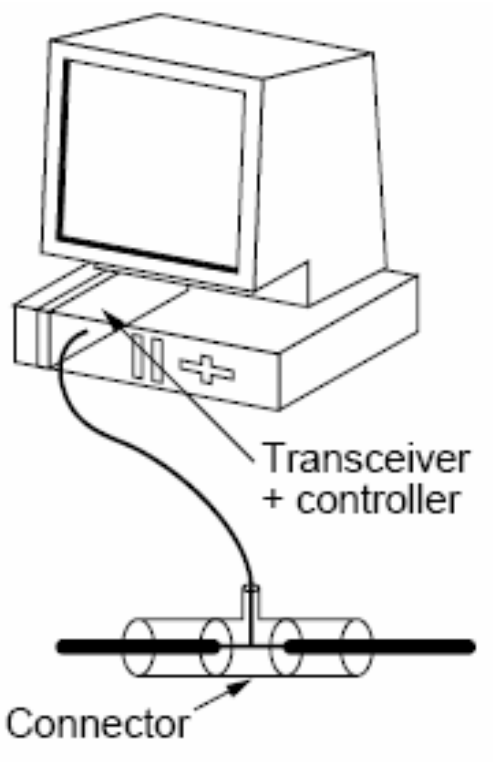
Il protocollo ETHERNET

- E' un protocollo IEEE (802.3) per reti LAN;
- Gestisce la comunicazione di tipo broadcast;
- E' di tipo CSMA/CD: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

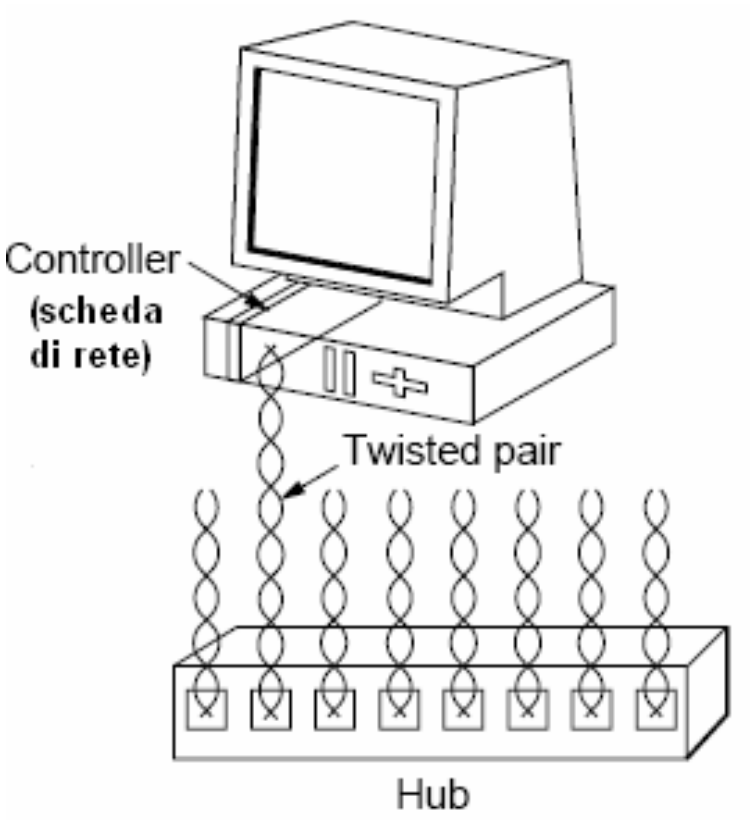


Ethernet: Il Cablaggio

IERI



OGGI



Ethernet: gli Indirizzi

- Ad ogni scheda Ethernet è associato un indirizzo formato da 48 bit (MAC address);
- L'indirizzo viene inserito nella scheda dal costruttore;
- Gli indirizzi vengono assegnati dall'IEEE;
- L'IEEE assicura che nel mondo non ci siano due schede con lo stesso indirizzo;

Ethernet Commutate

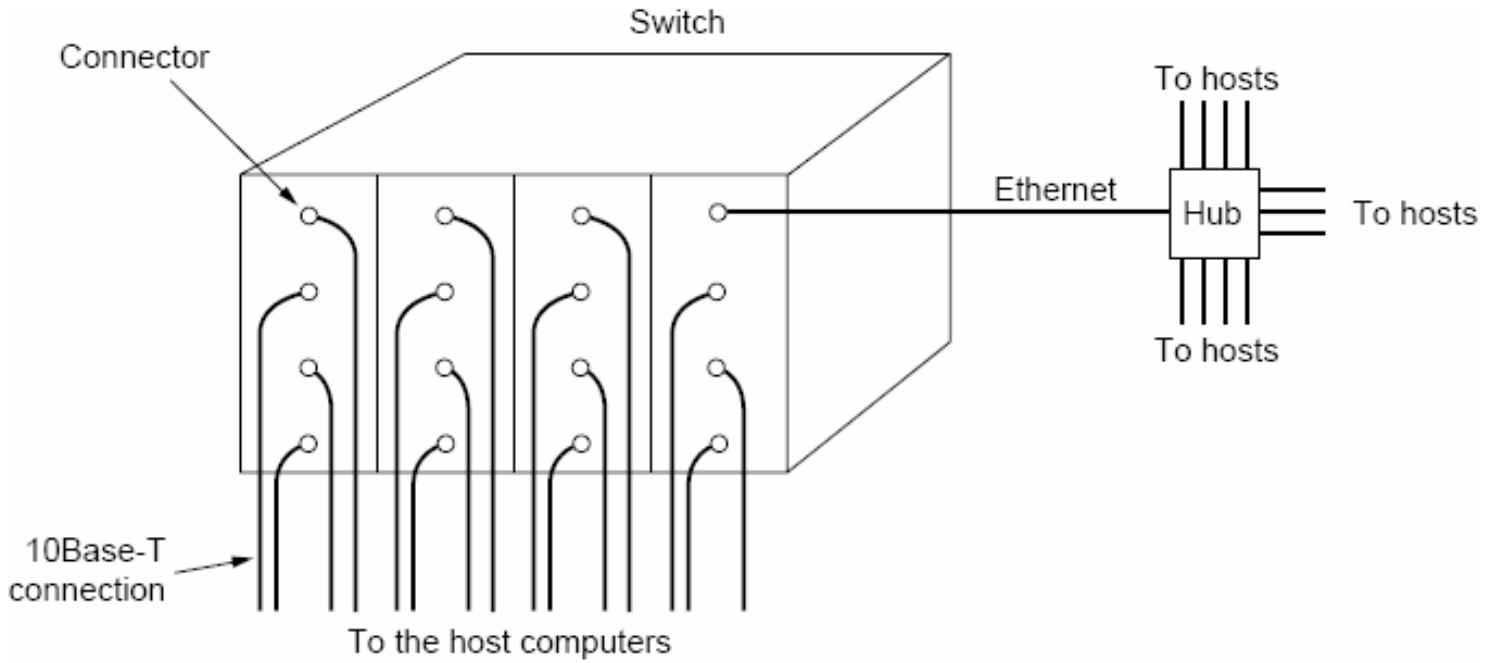
- All'aumentare delle macchine sulla rete avere un unico canale broadcast crea problemi di prestazioni;

- Ci sono troppo macchine che devono condividere la stessa risorsa (il cavo) per trasmettere lungo la rete

- **Soluzione:**

  Si usa un commutatore ad alta velocità (switch) che può contenere diverse schede;

Lo switch

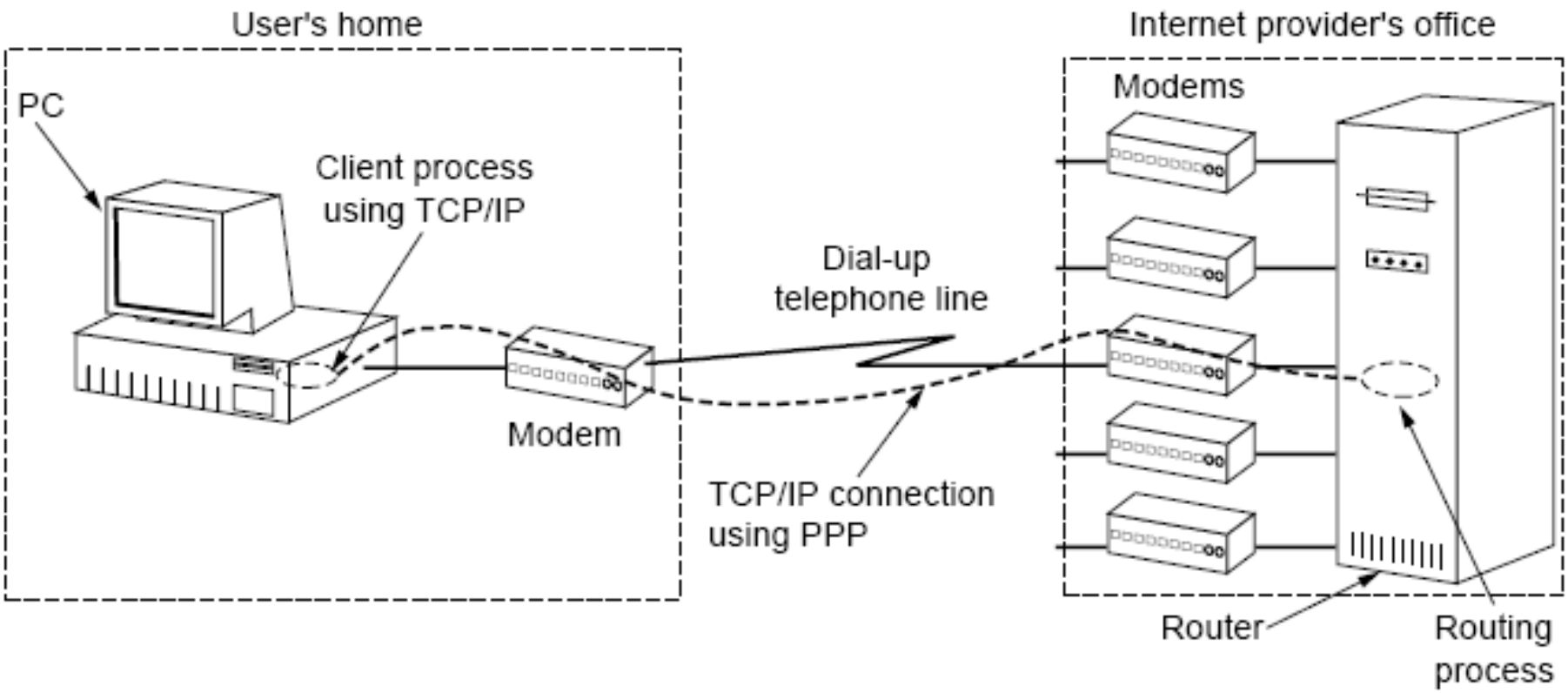


- Ogni scheda funziona come una singola LAN;
- Lo schede sono collegate ad un bus ad alta velocità
- Le schede sono in grado di leggere gli indirizzi nei pacchetti e inviarli sulla scheda giusta

Internet da casa (1/2)

- Milioni di utenti accedono ad Internet connettendosi da casa con il proprio PC utilizzando un modem e la propria linea telefonica;
- Il PC si connette ad un Fornitore di servizi Internet (ISP);
- Il PC è connesso ad un router dell'ISP tramite modem;
- Il router è connesso ad Internet (via LAN);
- Tramite il router il PC può accedere ad Internet;

Internet da Casa (2/2)



Il protocollo PPP

E' necessario un protocollo point-to-point (PPP) che:

- Definisce le modalità di trasmissione lungo il cavo telefonico;
- Consenta l'autenticazione degli utenti (account);
- Possa definire le opzioni del livello rete al momento della connessione (indirizzo IP);

Una Connessione PPP

1. Il PC si connette fisicamente al router via modem;
2. Si definiscono i parametri PPP (velocità del collegamento);
3. Si riconosce l'utente;
4. Si assegna l'indirizzo IP;
5. Adesso il PC è "su Internet";