

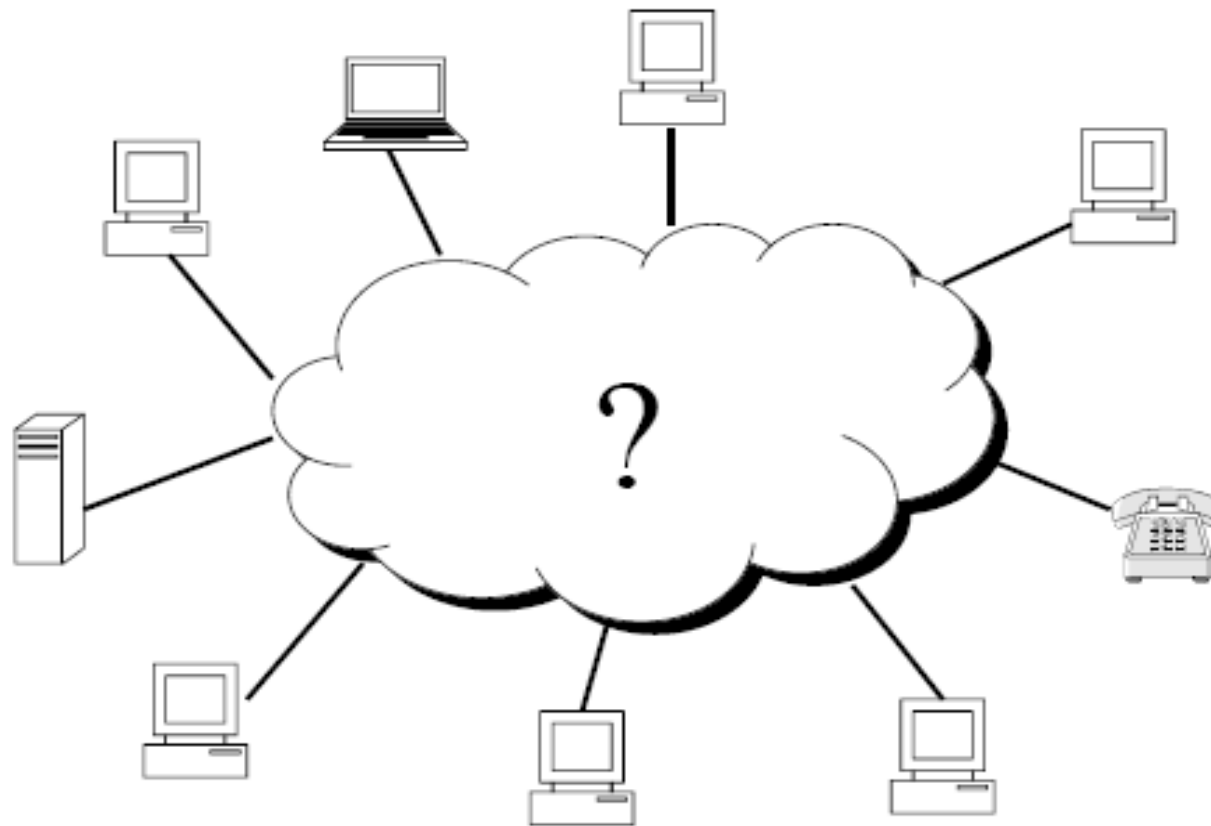
Una definizione di rete

Una moderna rete di calcolatori può essere definita come:

**UN INSIEME INTERCONNESSO DI
CALCOLATORI AUTONOMI**

Componenti delle reti

Come è fatta una rete di calcolatori?



Componenti delle reti

Una qualunque forma di comunicazione avviene:

- **a livello hardware tramite un mezzo fisico che interconnette i diversi elaboratori.**
- **a livello software tramite un protocollo che può essere definito come:**
un insieme di regole che disciplinano una conversazione

Software delle reti

Una rete è costituita da macchine diverse; come è possibile farle comunicare?

Un'analogia:



C. Marrocco

Università degli Studi
di Cassino

I protocolli di rete

Una qualunque forma di comunicazione avviene tramite un protocollo.

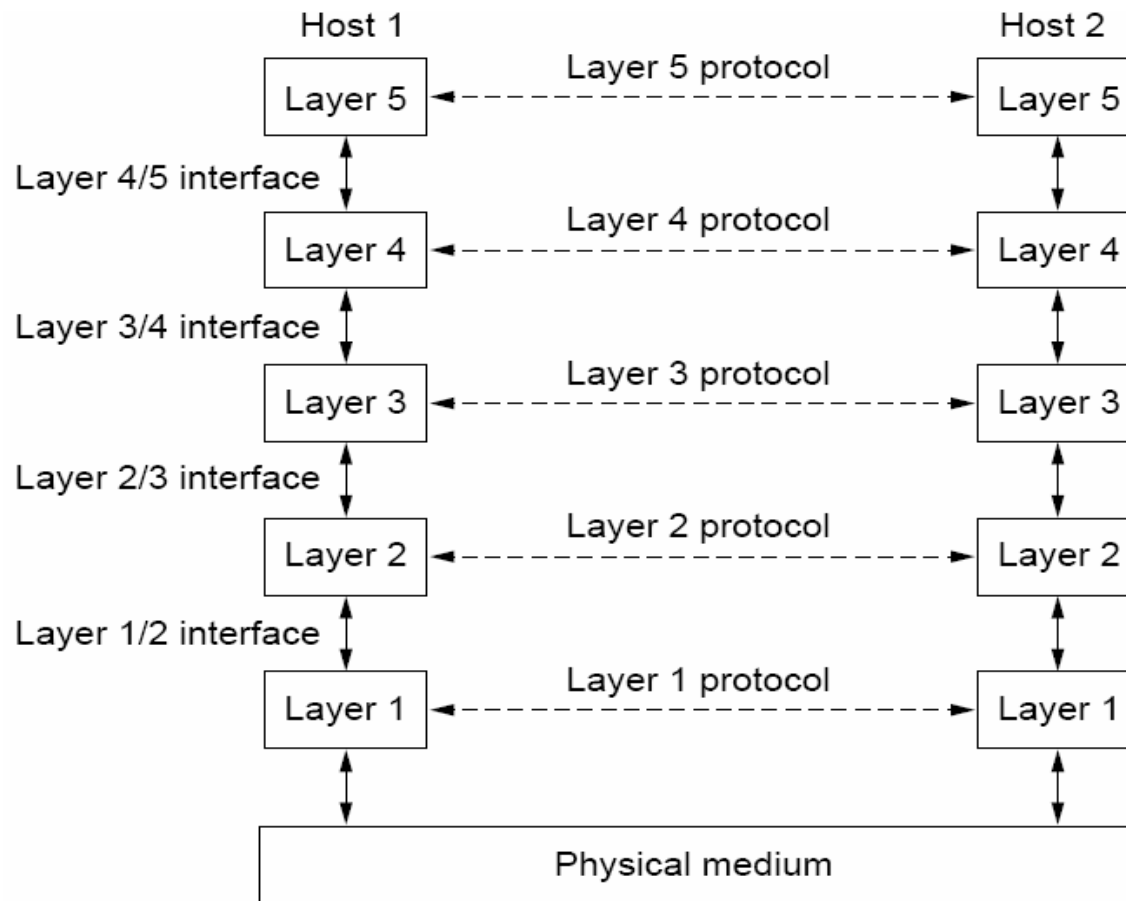
Un protocollo stabilisce le regole di comunicazione che debbono essere seguite tra due interlocutori.

Aspetti chiave sono:

- Sintassi.
- Semantica.
- Tempificazione.

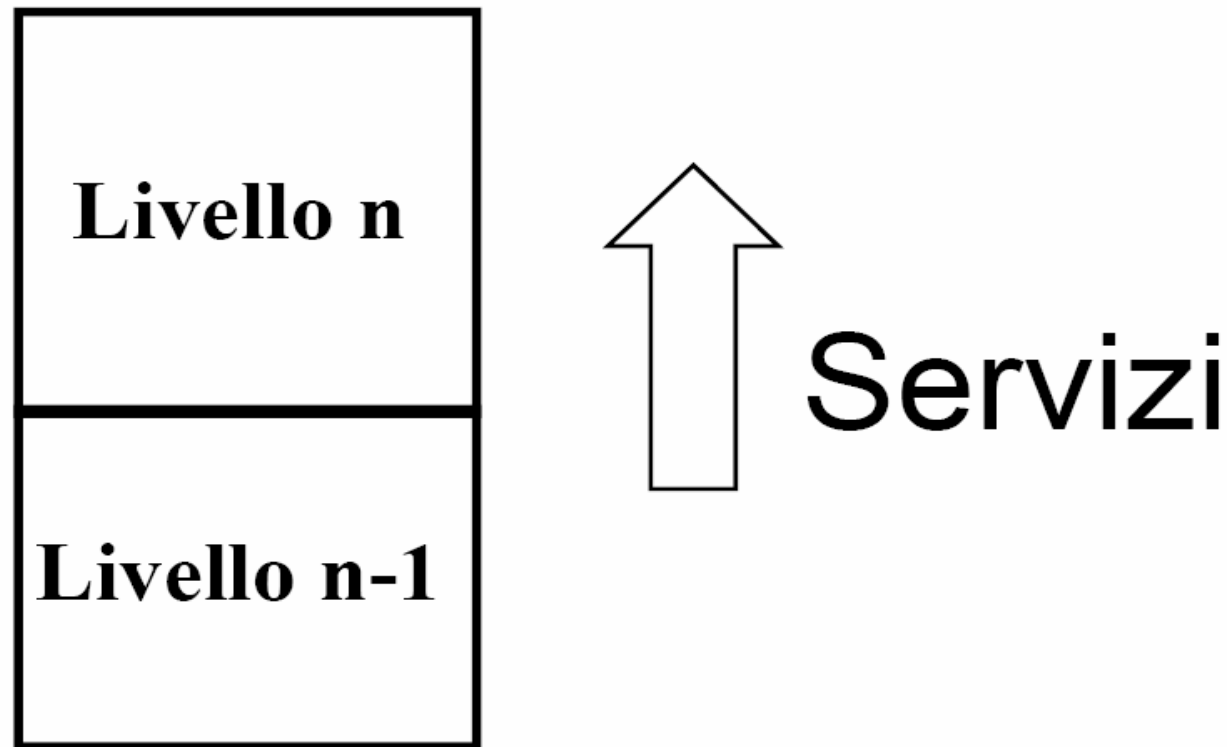
I livelli di una rete

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



I livelli di una rete

Lo scopo di un livello è offrire certi servizi ai livelli più alti, nascondendo i dettagli sul come tali servizi siano implementati.



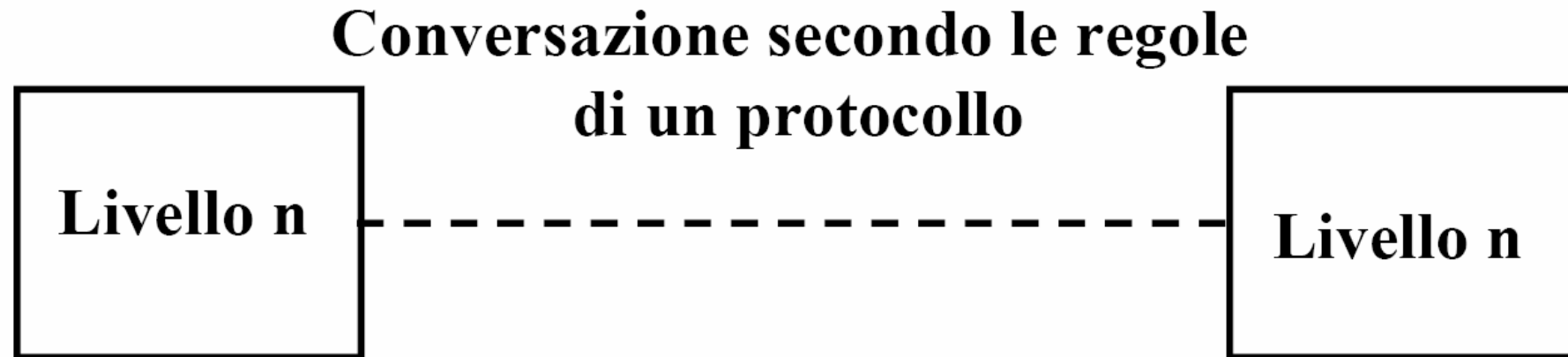
I livelli di una rete

Fra un tipo di rete ed un'altra, possono essere diversi:

- il numero di livelli;
- i nomi dei livelli;
- il contenuto dei livelli;
- le funzioni dei livelli.

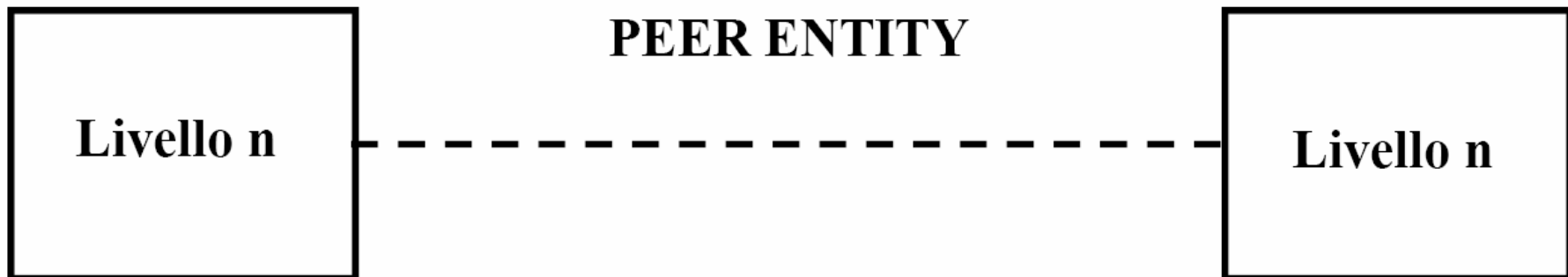
I livelli di una rete

Il livello n su un host porta avanti una conversazione col livello n su di un altro host. Le regole e le convenzioni che governano la conversazione sono collettivamente indicate col termine di protocollo di livello n .



I livelli di una rete

Le entità (processi) che effettuano tale conversazione si chiamano peer entity (entità di pari livello).



Il modello ISO/OSI

Siccome i protocolli devono essere utilizzati da elaboratori e reti diverse vengono definiti secondo standard internazionali. Il più famoso è lo standard **OSI (Open System Interconnection)** dell'**ISO (International Standard Organization)**.

Questo modello presenta un'architettura a livelli che serve come riferimento per tutti i protocolli di comunicazione.

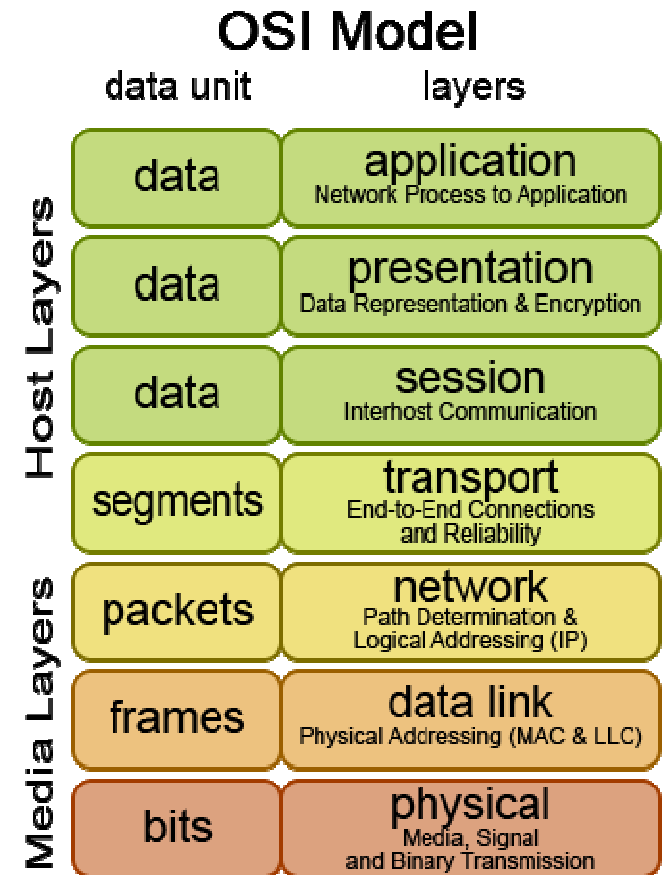
I protocolli associati ai livelli utilizzati ai nodi di origine e destinazione sono detti **protocolli end-to-end** e comprendono il livello transport e quelli superiori.

I protocolli usati per collegare nodi contigui in una sequenza sono detti **protocolli di accesso rete** e comprendono il livello network e quelli inferiori.

Lo stack protocollare ISO/OSI

- **Application**: è responsabile dei servizi telematici generalizzati;
- **Presentation**: conversione di codici e formati tra mittente e destinatario;
- **Session**: apre e chiude il dialogo fra gli elaboratori;
- **Transport**: trasferimento dati tra host;
- **Network**: controlla il routing dei messaggi dalla sorgente alla destinazione;
- **Data Link**: trasferimento dati tra elementi di rete vicini;
- **Physical**: bit sul mezzo fisico di trasmissione.

C. Marrocco



**Università degli Studi
di Cassino**

Il Formato dei Pacchetti

Tutto il traffico Internet è suddiviso in pacchetti:

- brevi messaggi caratterizzati da uno specifico formato.

La suddivisione del traffico in pacchetti consente una migliore utilizzazione delle risorse della rete.

Tutti pacchetti sono fatti in questo modo:



- Lo **header** contiene tutta l'informazione relativo al trasporto del pacchetto (inizio messaggio, mittente, destinatario, controllo di errore, fine messaggio);
- La parte **data** contiene i dati che devono essere effettivamente trasportati.

Il Controllo degli Errori

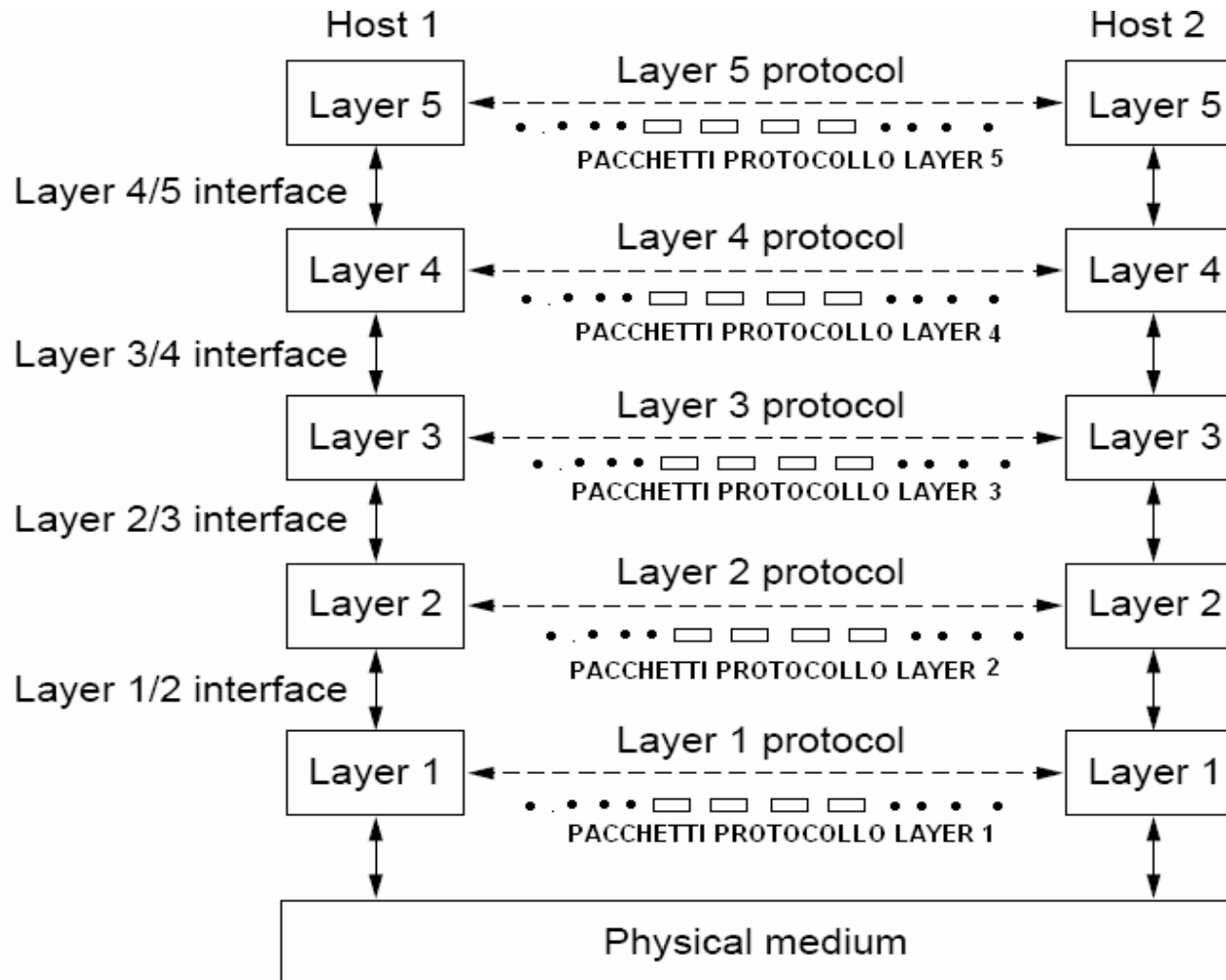
- Le linee di comunicazione sono soggette a disturbi (rumore);
- Questi disturbi possono provocare errori di trasmissione: i pacchetti ricevuti sono diversi da quelli trasmessi, contengono degli errori;
- E' possibile rilevare eventuali errori presenti in un pacchetto?
 - SI! (Esempio: controllo di parità);

Il Controllo degli Errori

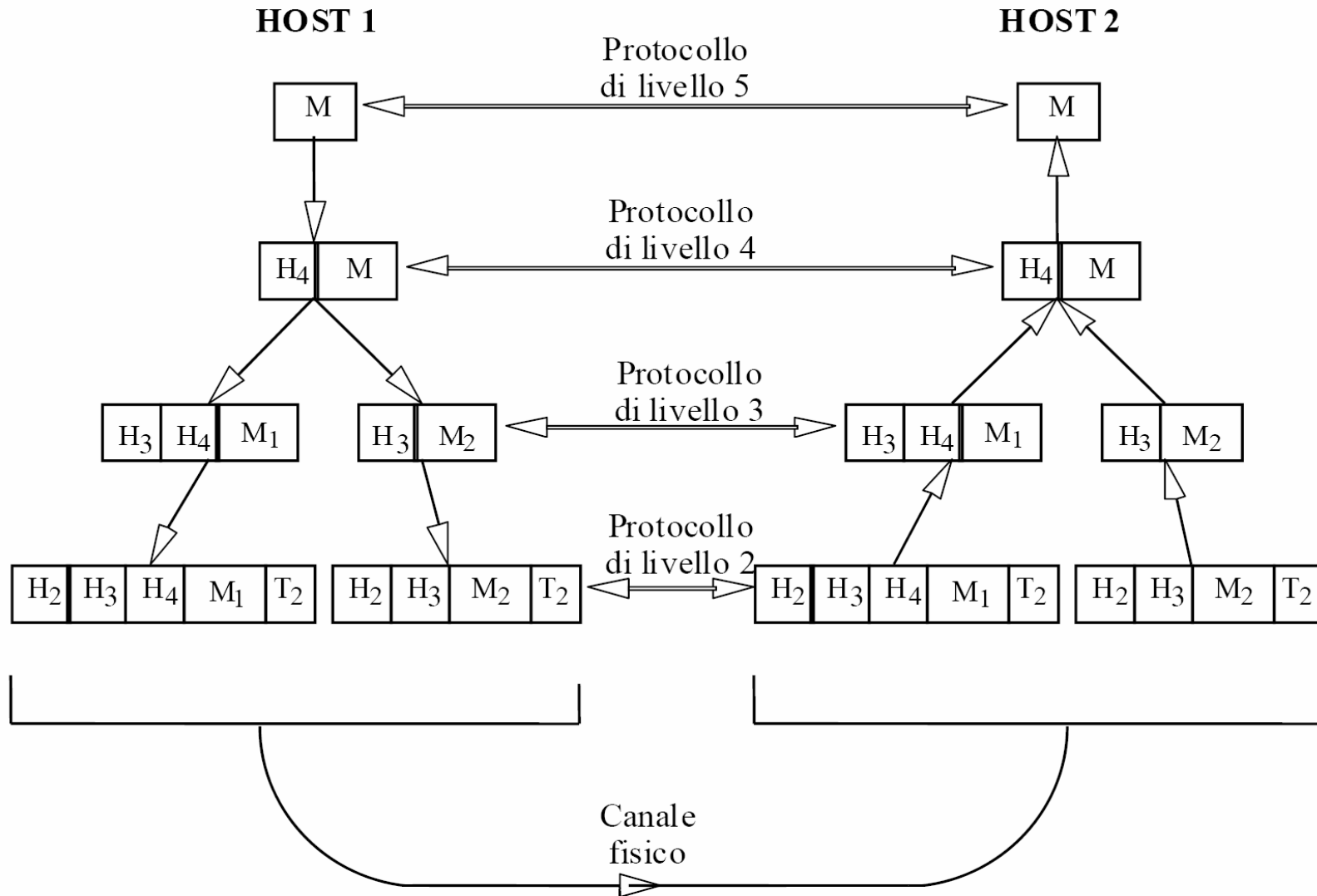
Gli eventuali errori di trasmissione presenti in un insieme di bit B può essere rilevato aggiungendo a B un altro insieme di bit C (**checksum**) in maniera tale che **$B+C=S$** . Quindi, dato il pacchetto B da trasmettere:

- 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.

Comunicazione tra Entità



Incapsulamento dei Pacchetti

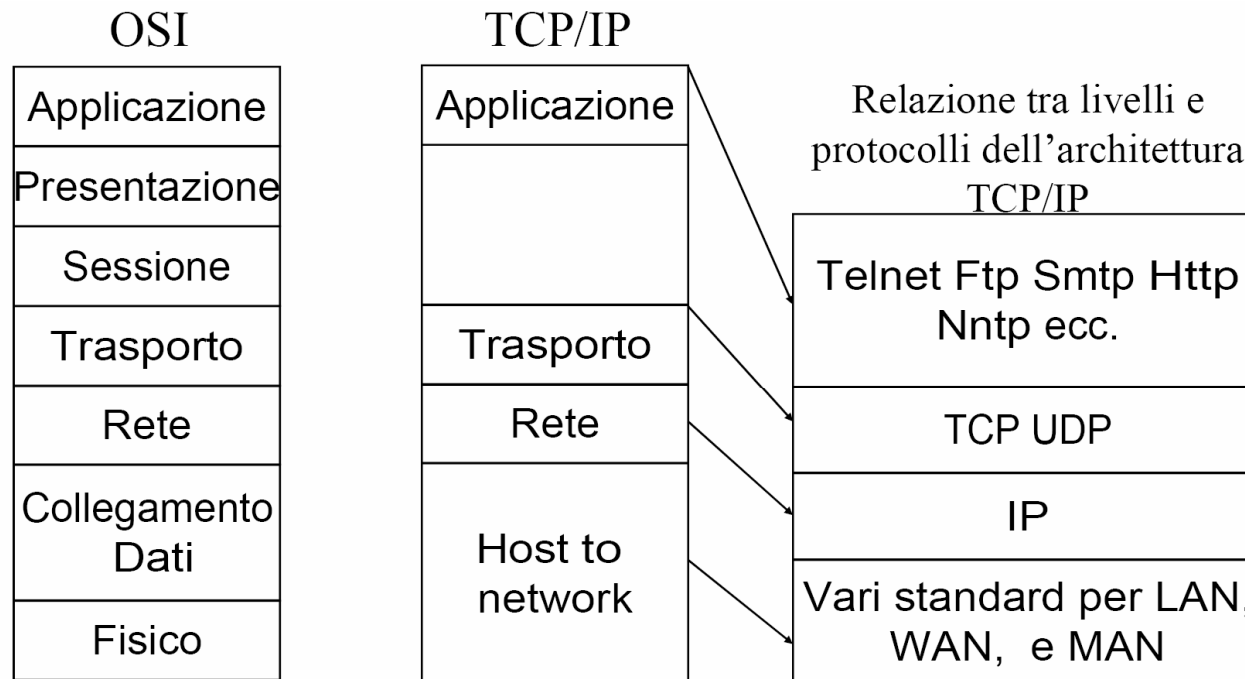


Protocolli: l'Indirizzamento

- 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 altro esempio di stack protocollare.
- **Internet** funziona con questo protocollo.



Relazione tra i livelli OSI e TCP/IP

Il protocollo TCP

- Il protocollo **TCP** (**Transmission 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.

Una Connessione TCP

E' un protocollo orientato alla connessione:

- L'host che vuole trasmettere (H_t) manda una richiesta di connessione all'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 **port** (**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.

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.
- Controlla inoltre il flusso dei dati:
 - La velocità di comunicazione tra gli host.
- Per ogni pacchetto è previsto un **acknowledgment (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

- Il protocollo **IP** (**Internet Protocol**) 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

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

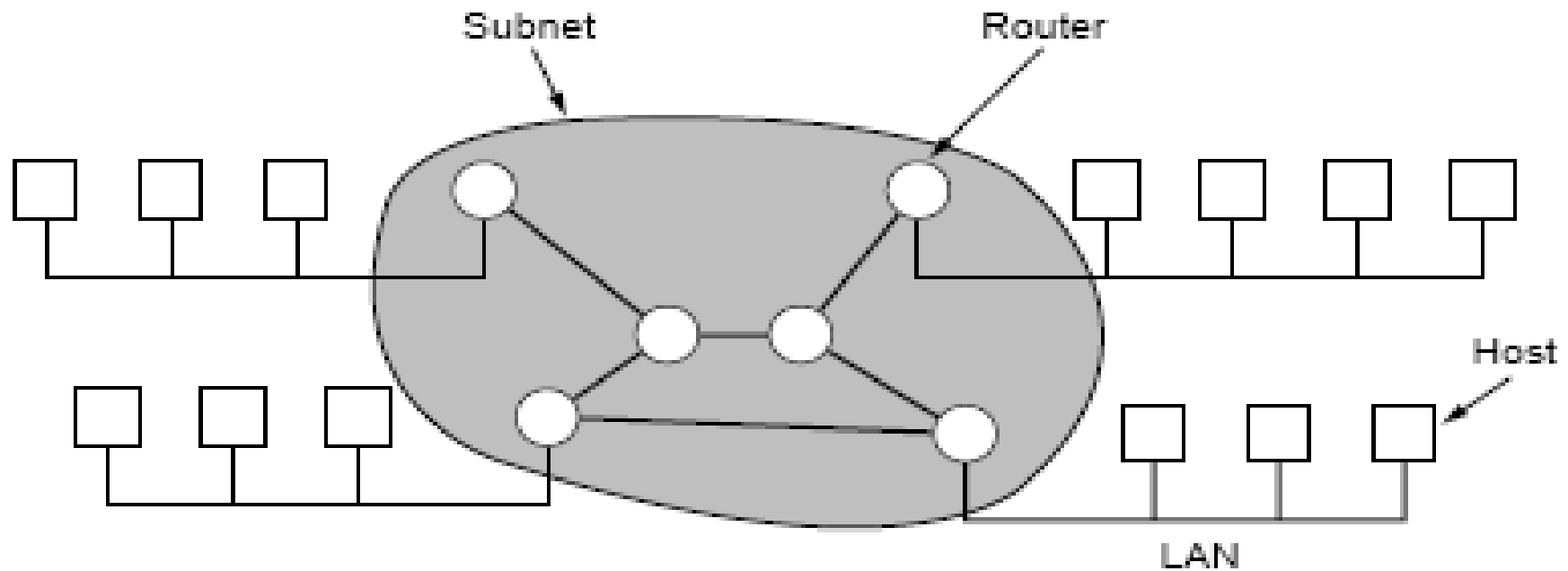
Il Protocollo IP

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 datagram avranno lo stesso percorso.
- Che la trasmissione è esente da errori.

IP: l'Instradamento

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



IP: l'Instradamento

Il routing dei pacchetti IP viene fatto (dai router) così:

- Si legge l'indirizzo destinazione del pacchetto.
- Si consulta una tabella detta di routing.
- Si immette il pacchetto nell'uscita prevista dalla tabella.

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:

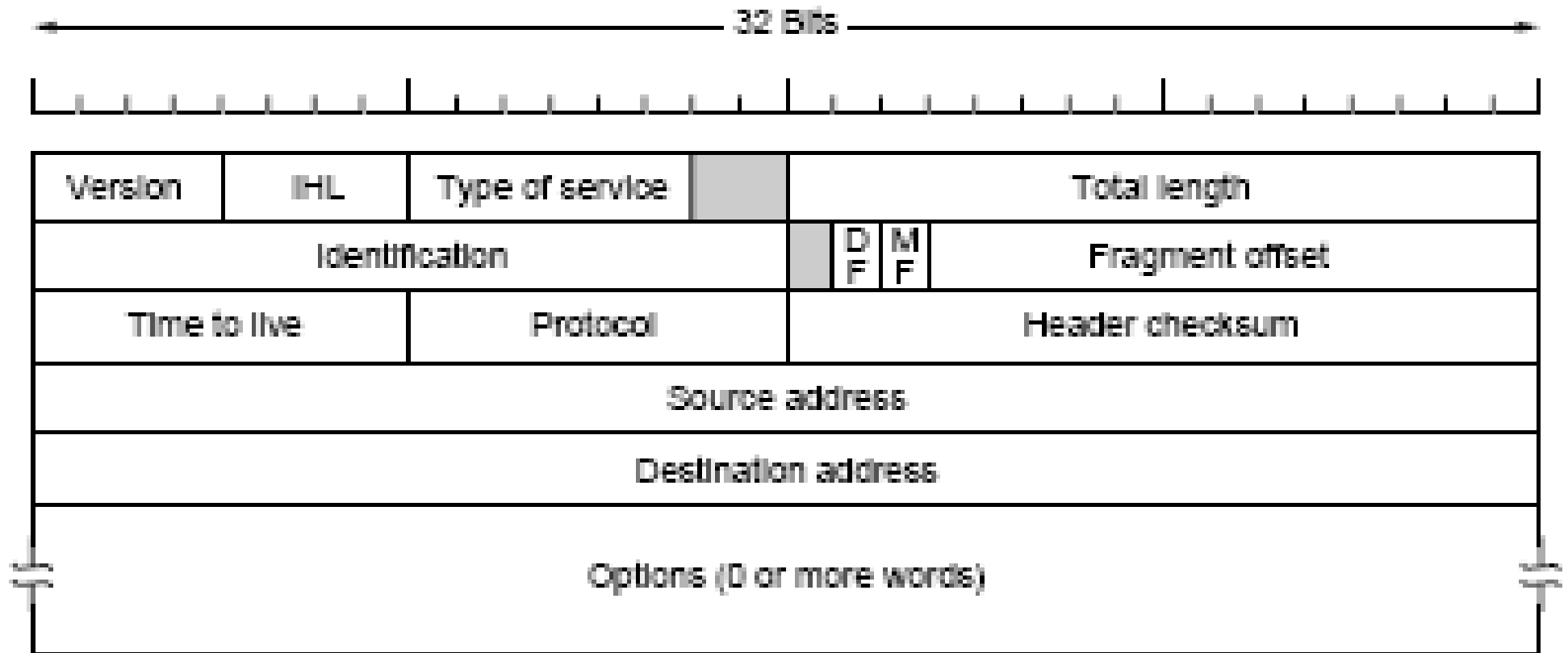
- Una rete si dice congestionata quando la quantità di pacchetti presenti nella rete è maggiore della sua capacità: perdita di pacchetti.
- La capacità di una rete è determinata da:
 - **Larghezza di banda** delle linee di trasmissione.
 - **Capacità di smistamento** dei routers (nell'unità di tempo).

IP: Il Controllo della Congestione

- 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 IP è fatto in questo modo:

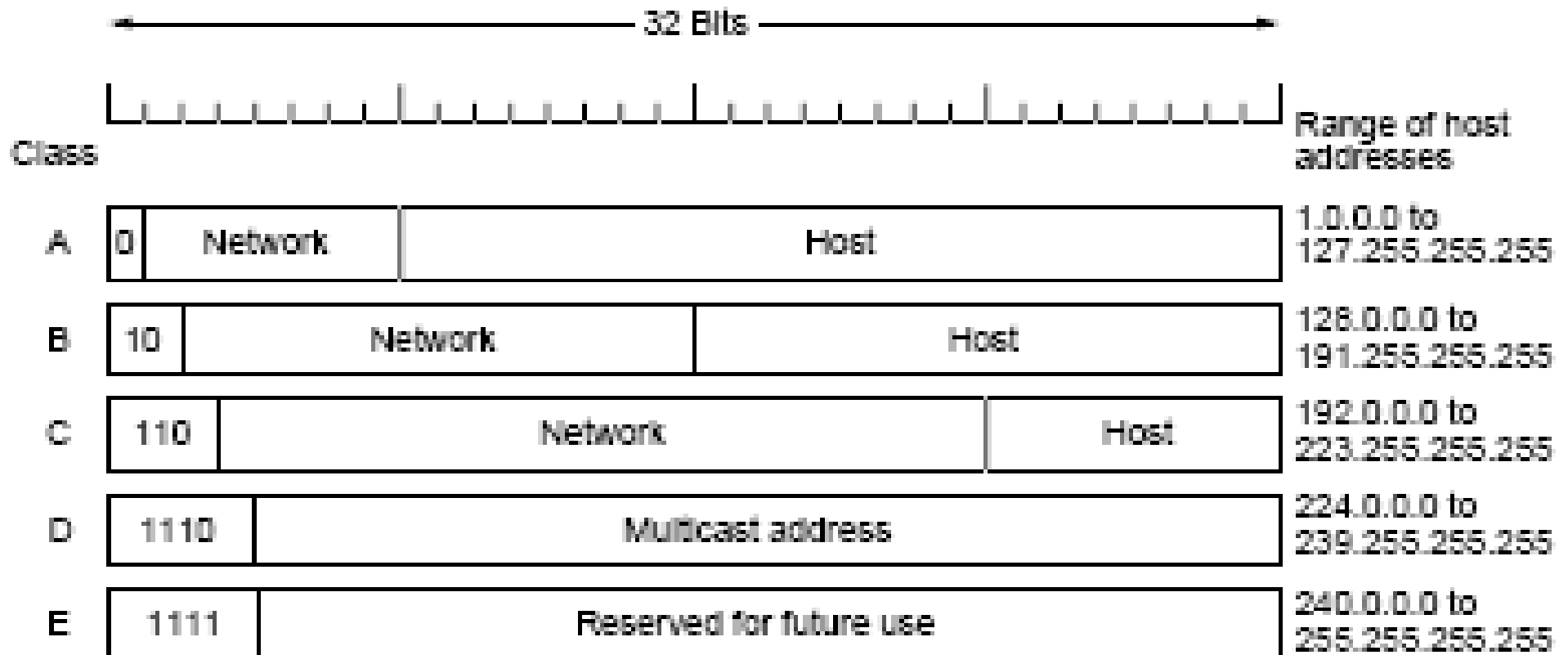


Gli Indirizzi IP

- 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 oltre 4 miliardi di macchine: gli indirizzi disponibili si stanno esaurendo!
- Soluzione: **IPv6** usa indirizzi a **16 byte** ($\sim 10^{38}$ indirizzi).

Il Formato degli Indirizzi IP

Gli indirizzi IP sono del tipo: **RETE-HOST**.



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.

Il protocollo PPP

E' necessario un protocollo **point-to-point (PPP)** (livello data link) che:

- Definisca 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).

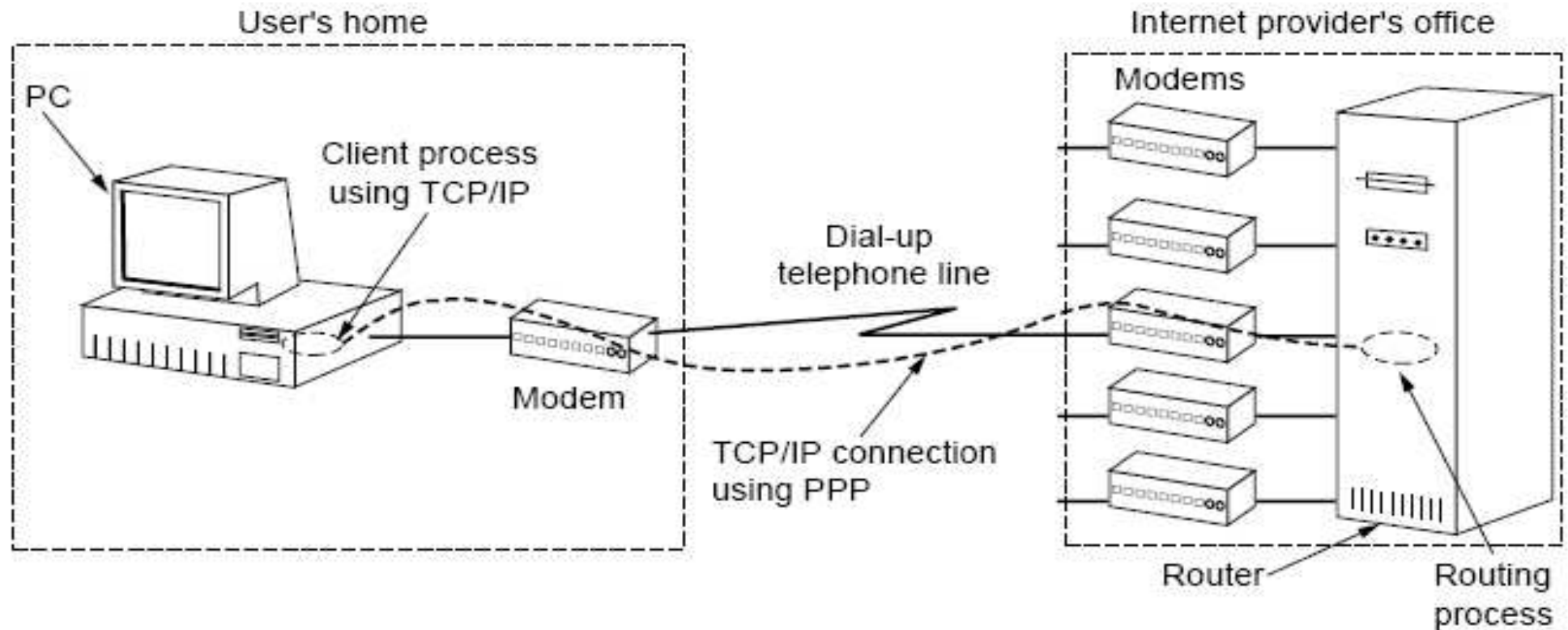
Una Connessione PPP

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".

Internet da casa

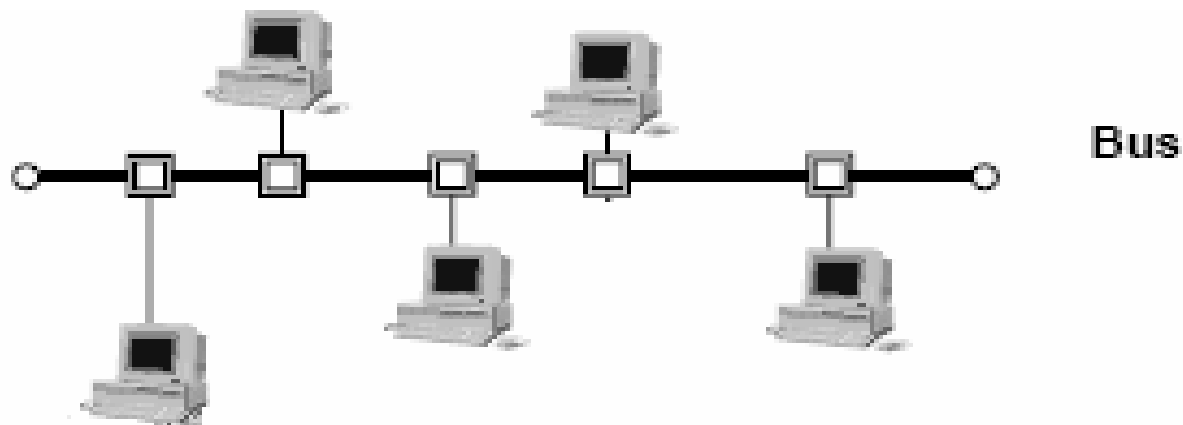
- Milioni di utenti accedono ad Internet connettendosi da casa con il proprio PC utilizzando un modem e la propria linea telefonica.
- Il PC si connette ad un Fornitore di servizi Internet (**ISP, Internet Services Provider**).
- Il PC è connesso ad un router dell'ISP tramite modem.
- Il router è connesso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

Internet da Casa



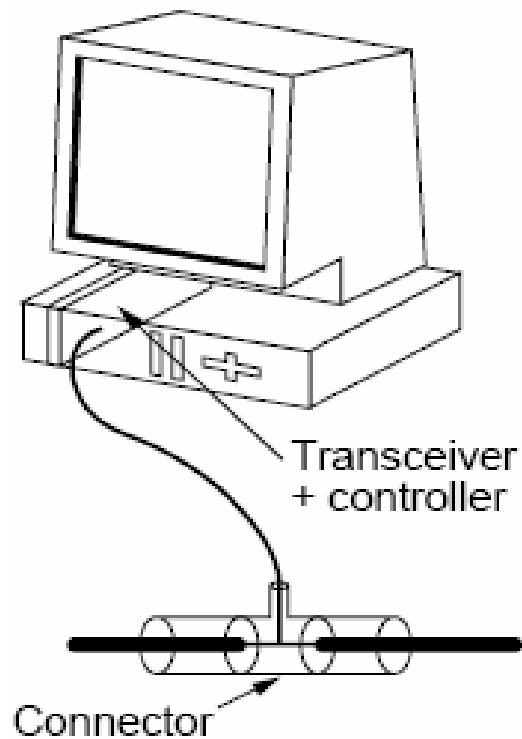
Il protocollo Ethernet

- 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**.



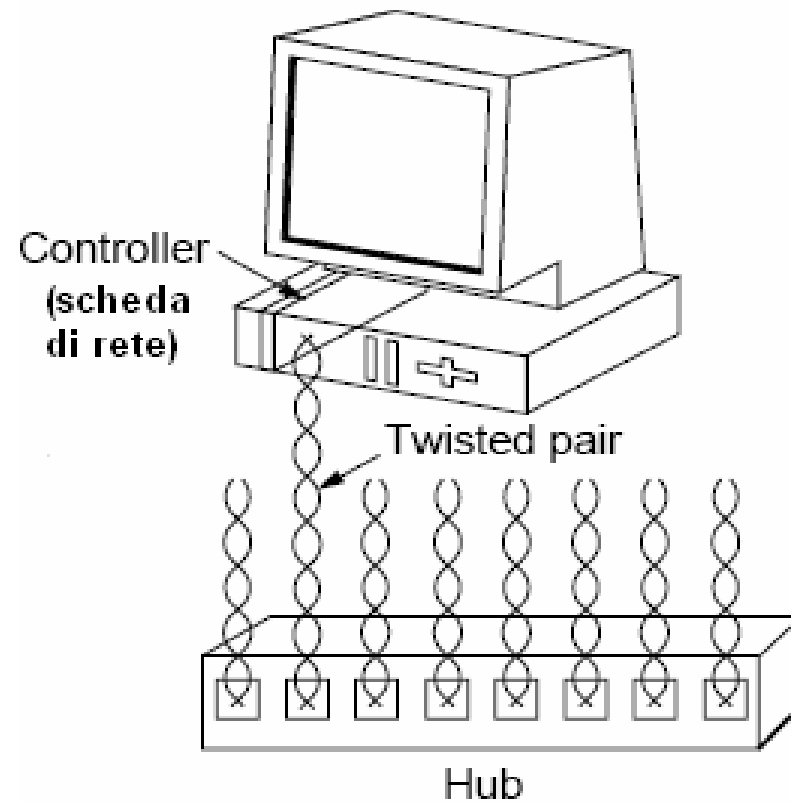
Ethernet: Il Cablaggio

IERI



C. Marrocco

OGGI



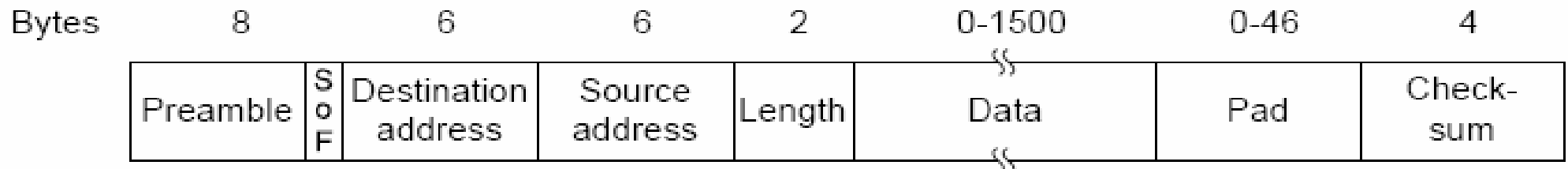
**Università degli Studi
di Cassino**

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: Il pacchetto

Il **formato** di un pacchetto Ethernet è:

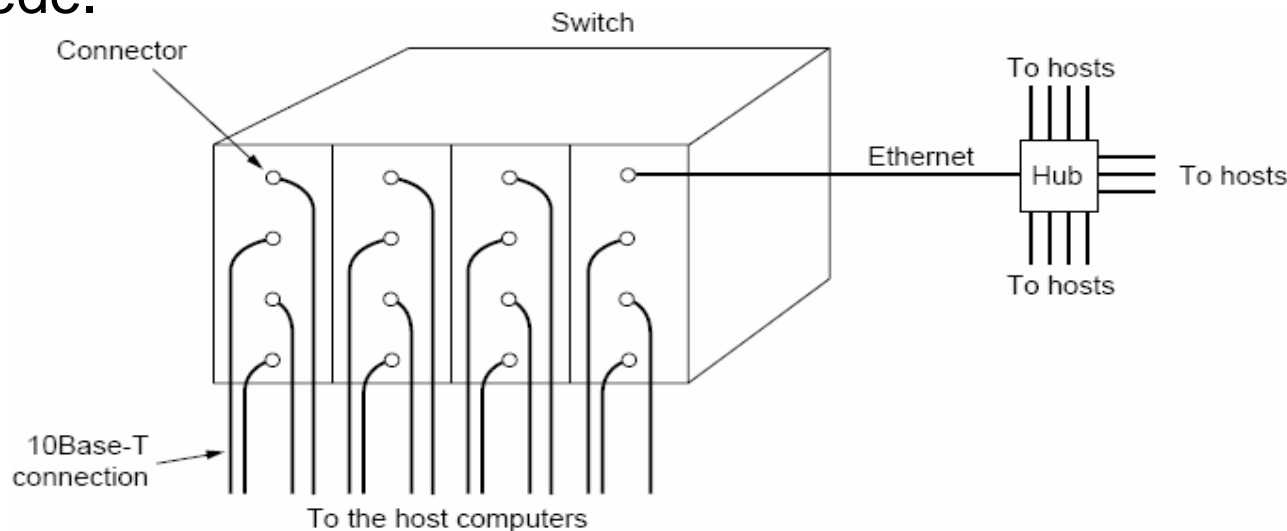


- Il **preambolo** contiene il byte 10101011 ripetuto 7 volte.
- Sul cavo sarà presente un'onda quadra di 10 MHz per 5.6 μ S con **codifica di Manchester**.
- Il preambolo consente la sincronizzazione tra mittente e ricevente (**trasmissione seriale**).

Lo switch

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

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



- Ogni scheda funziona come una singola LAN.
- Le 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.