

Reti di Calcolatori I

Prof. Roberto Canonico

Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

A.A. 2019-2020

Modelli a strati delle reti di calcolatori - Il modello ISO/OSI

Il concetto di protocollo

**I lucidi presentati al corso sono uno strumento didattico
che NON sostituisce i testi indicati nel programma del corso**

Nota di copyright per le slide COMICS

Nota di Copyright

Questo insieme di trasparenze è stato ideato e realizzato dai ricercatori del Gruppo di Ricerca COMICS del Dipartimento di Informatica e Sistemistica dell'Università di Napoli Federico II. Esse possono essere impiegate liberamente per fini didattici esclusivamente senza fini di lucro, a meno di un esplicito consenso scritto degli Autori. Nell'uso dovranno essere esplicitamente riportati la fonte e gli Autori. Gli Autori non sono responsabili per eventuali imprecisioni contenute in tali trasparenze né per eventuali problemi, danni o malfunzionamenti derivanti dal loro uso o applicazione.

Autori:

Simon Pietro Romano, Antonio Pescapè, Stefano Avallone,
Marcello Esposito, Roberto Canonico, Giorgio Ventre

Le reti di calcolatori: gestire la complessità

- La comunicazione tra computer richiede soluzioni tecniche complesse riguardanti una serie di problemi:
 - Ricezione e Trasmissione fisica
 - Controllo degli errori
 - Controllo di flusso
 - Conversione dei dati
 - Crittografia e sicurezza
 - Sincronizzazione
- Un approccio logico è quello di analizzare tali problematiche singolarmente:

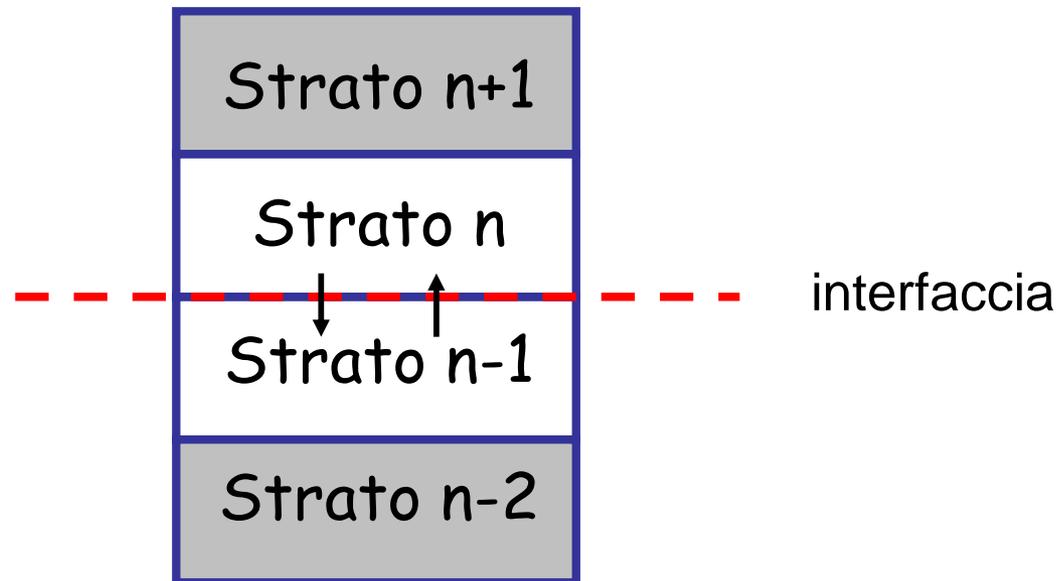
“Divide et Impera”
- Nelle reti di calcolatori questo ha condotto a modelli “a strati”

Modelli a strati: perché

- Come vedremo, la suddivisione delle funzionalità secondo un modello a strati agevola la gestione della complessità
- Ciascuno **strato** (o **livello**):
 - è responsabile di un sottoinsieme definito e limitato di compiti
 - funziona in maniera lascamente accoppiata con gli altri
 - interagisce solo con gli strati immediatamente superiore ed inferiore
 - fa affidamento sui “servizi” forniti dallo strato immediatamente inferiore
 - fornisce “servizi” allo strato immediatamente superiore
- Alcuni strati sono realizzati in software altri in hardware
- Vantaggi:
 - l'indipendenza tra gli strati consente la sostituzione di uno strato con un altro di pari livello che offra i medesimi servizi allo strato superiore
 - limitare le funzionalità di uno strato ne semplifica la realizzazione
- Svantaggi:
 - L'eccessivo numero di strati può portare ad inefficienze

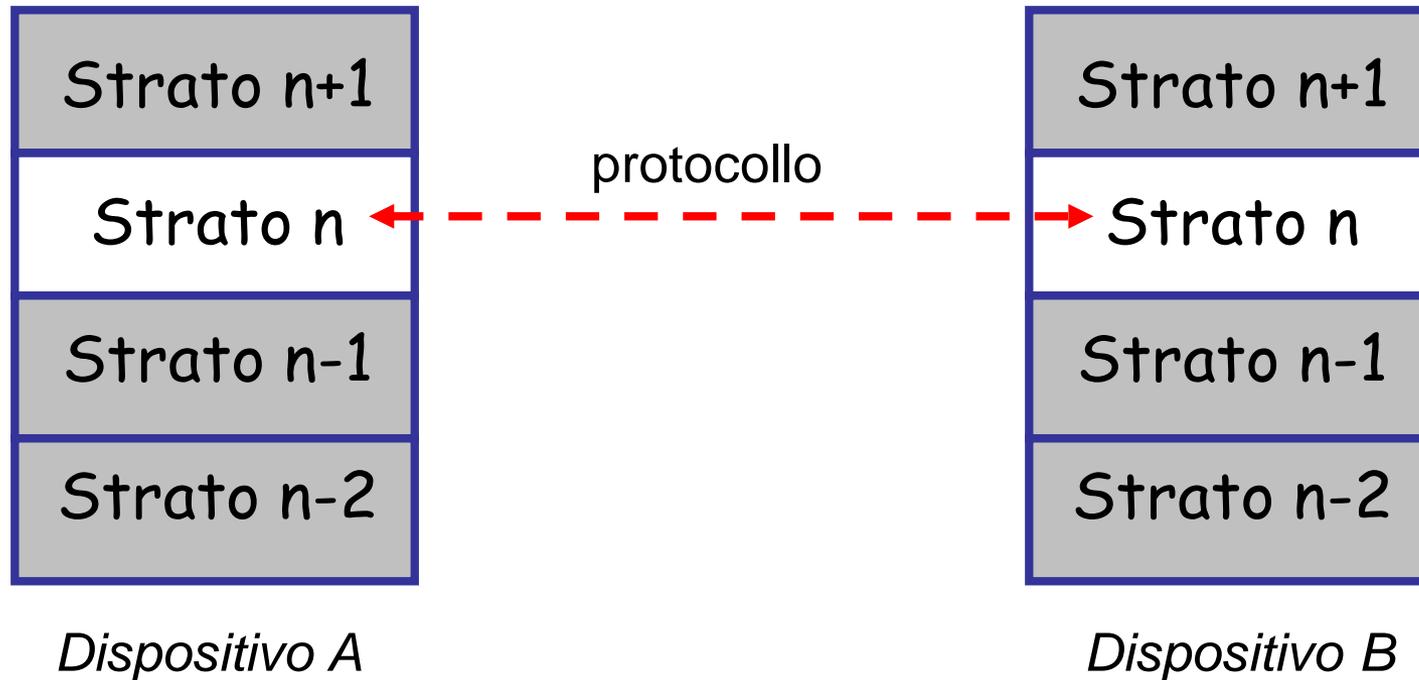
Modelli a strati: interfacce

- **All'interno di ciascun dispositivo di rete, lo scambio di informazioni tra due strati adiacenti avviene attraverso una interfaccia, che definisce i servizi offerti dallo strato inferiore allo strato superiore**



Modelli a strati: protocolli

- Lo strato n -esimo di un dispositivo comunica con lo strato n -esimo di un'altra entità secondo un protocollo assegnato

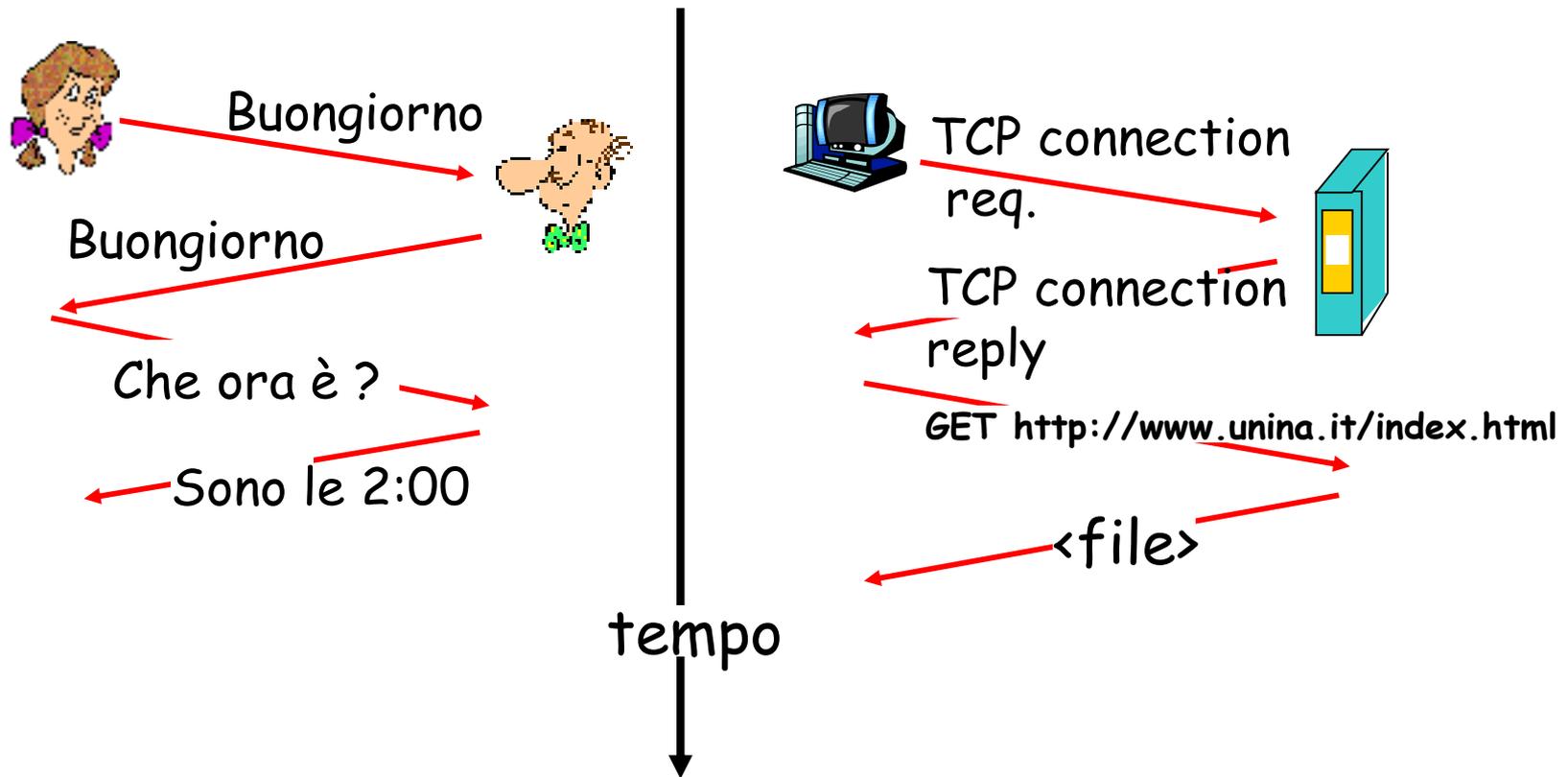


Protocolli di comunicazione

- Per *protocollo di comunicazione* si intende un insieme di regole che permette la corretta instaurazione, mantenimento e terminazione di una comunicazione di qualsiasi tipo tra due o più entità
- Un protocollo di comunicazione definisce il formato e l'ordine dello scambio di messaggi tra le entità comunicanti
- Nelle reti di calcolatori, un protocollo regola la comunicazione tra entità di pari livello esistenti in due dispositivi della rete tra loro comunicanti
- Nell'ambito delle reti di computer un notevole sforzo è stato compiuto per definire protocolli standard, allo scopo di consentire l'integrazione di reti differenti

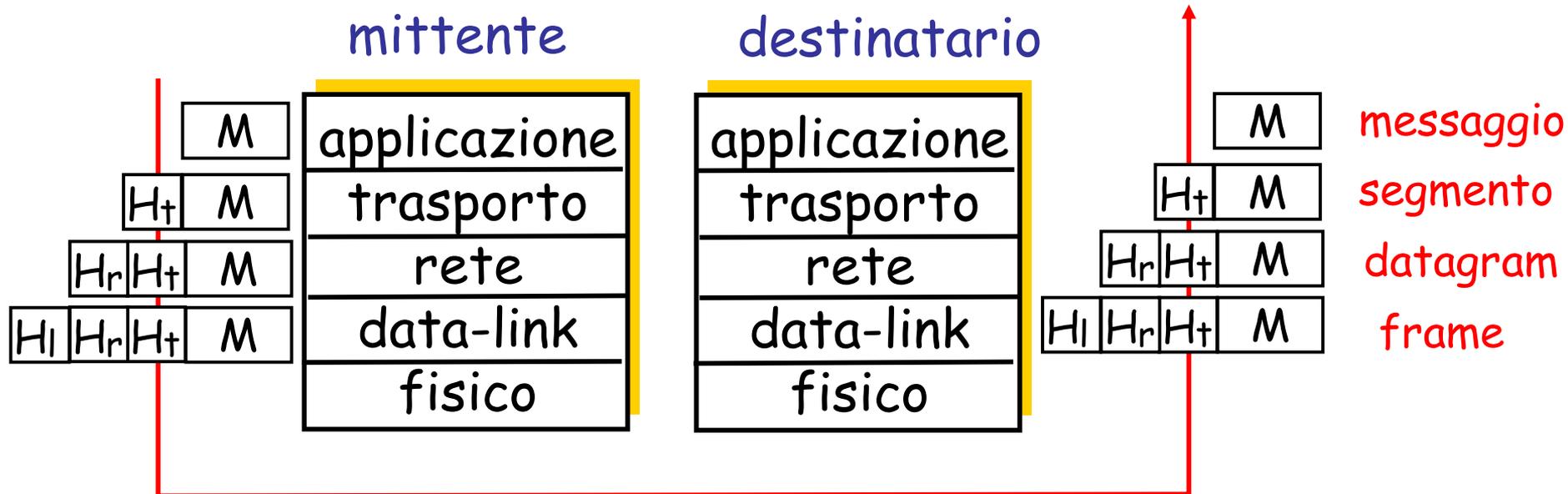
Protocolli: un esempio

Un confronto tra un protocollo tra persone ed un protocollo per la comunicazione tra computer



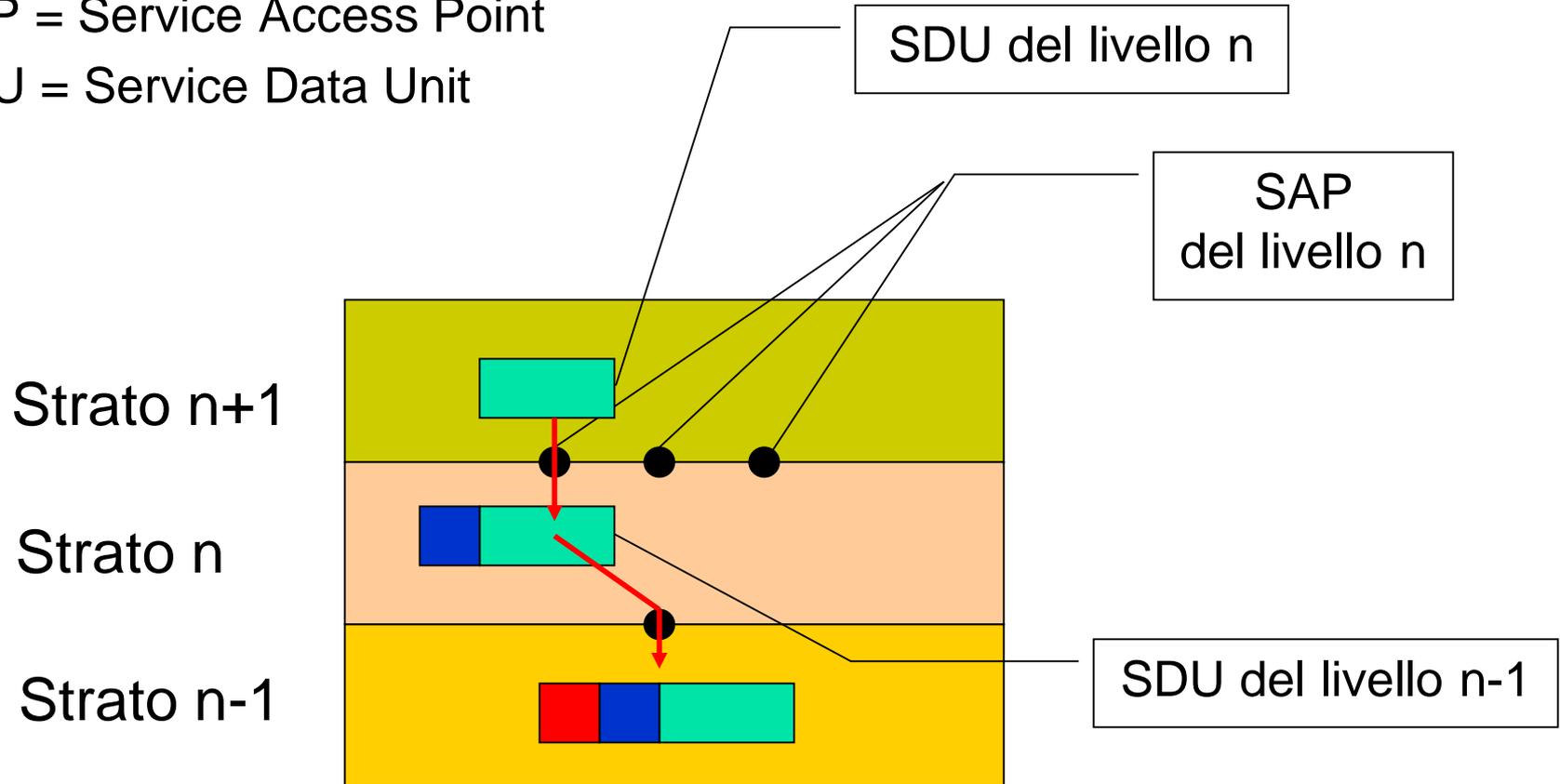
“Imbustamento” dei messaggi

- In trasmissione, ogni strato antepone una intestazione (*header*) al messaggio ricevuto dallo strato soprastante
 - Paragone con la busta di una lettera
- L'insieme messaggio+header viene passato allo strato sottostante
- A destinazione il messaggio risale la pila
- In ricezione, ad ogni strato l'header viene rimosso



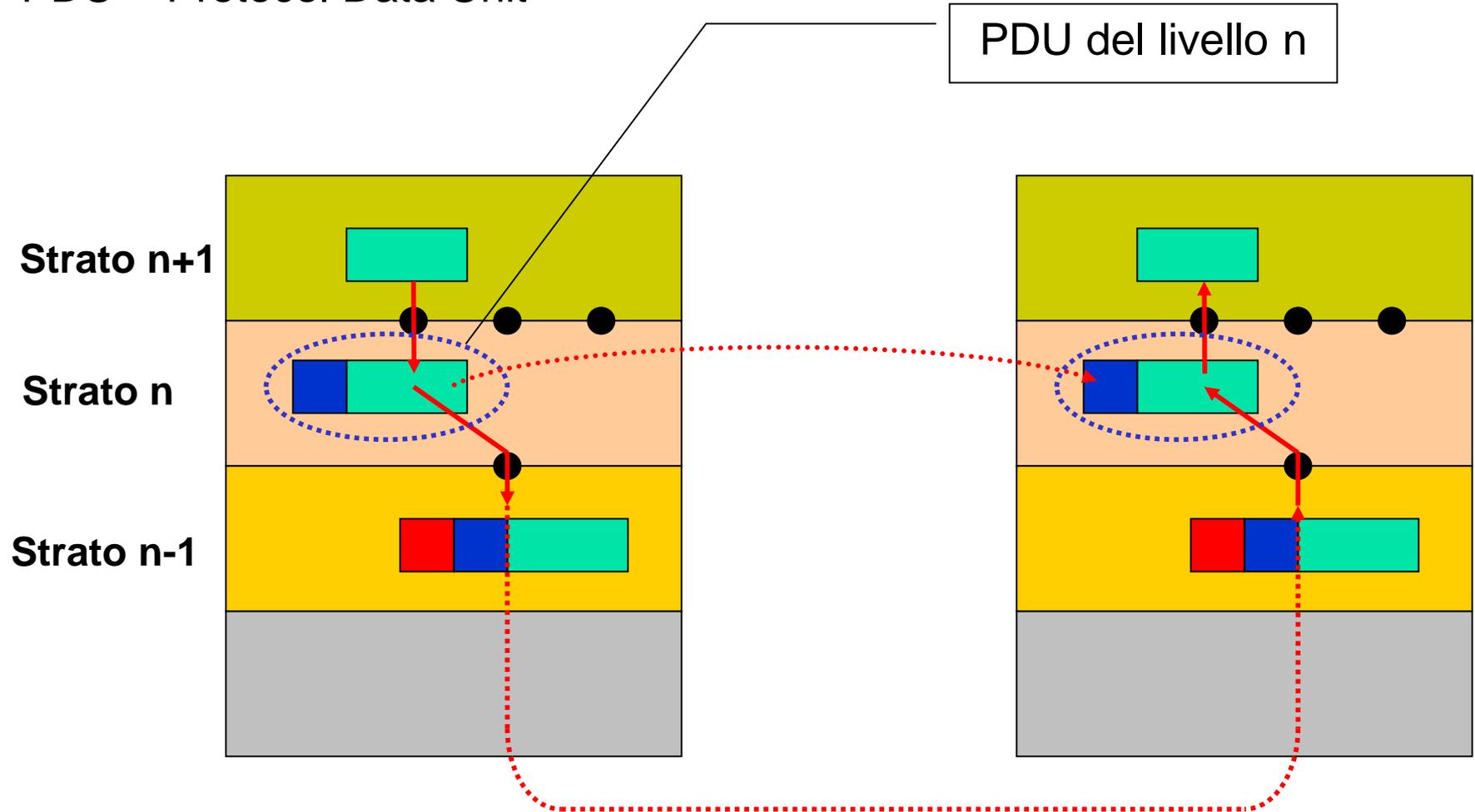
SDU e SAP

- SAP = Service Access Point
- SDU = Service Data Unit

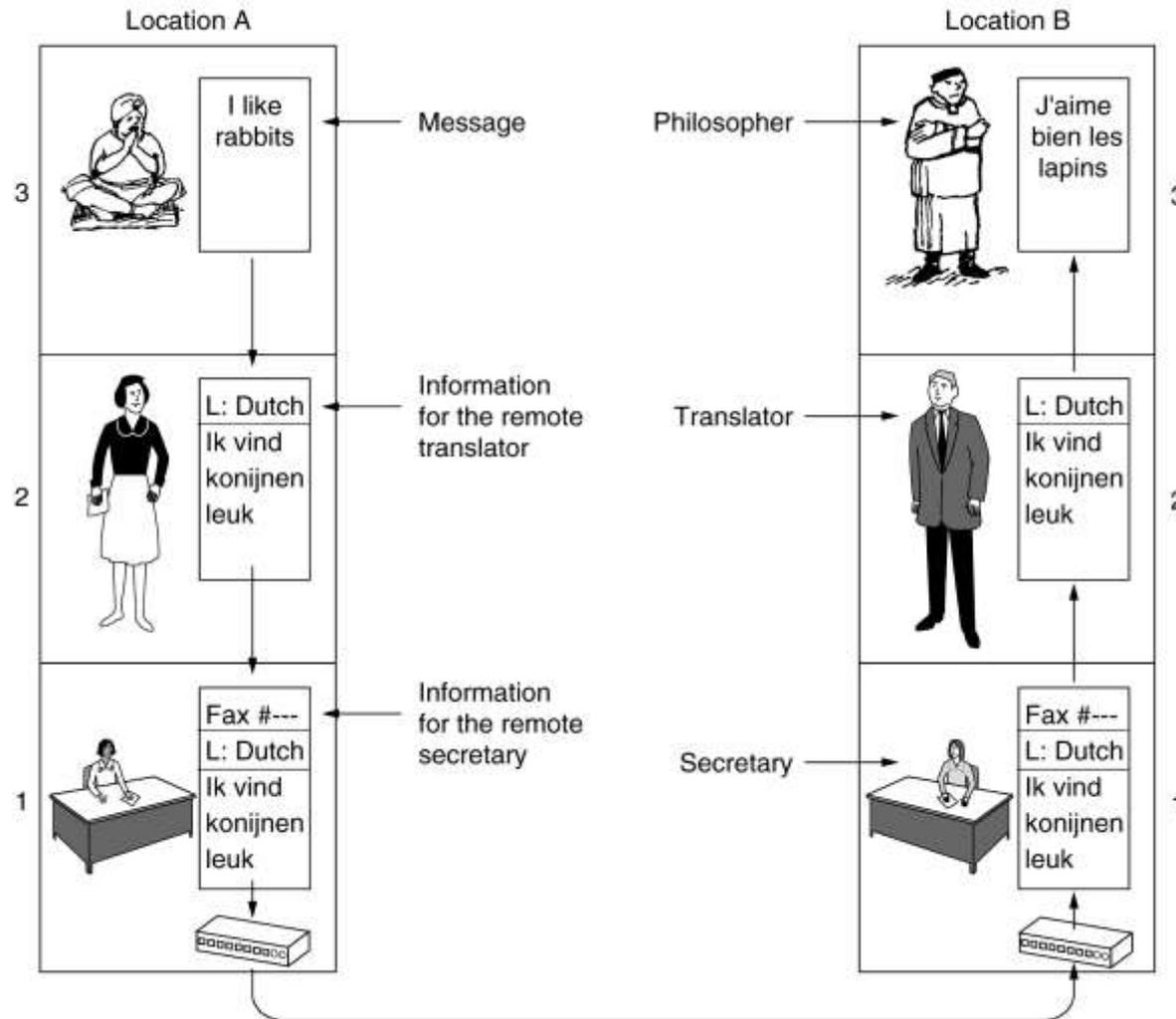


PDU

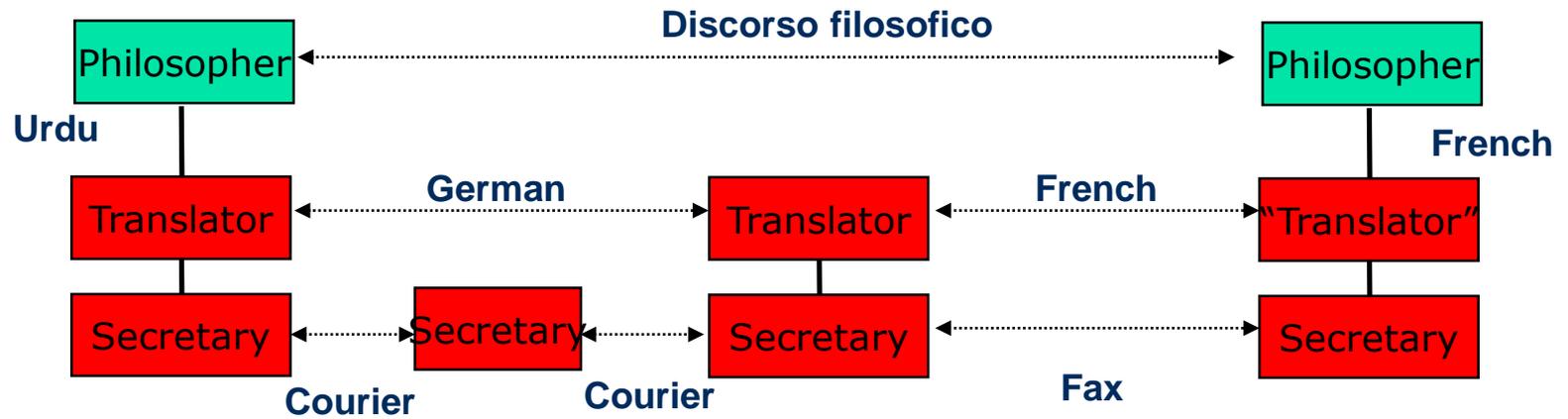
- PDU = Protocol Data Unit



Un esempio classico: i due filosofi



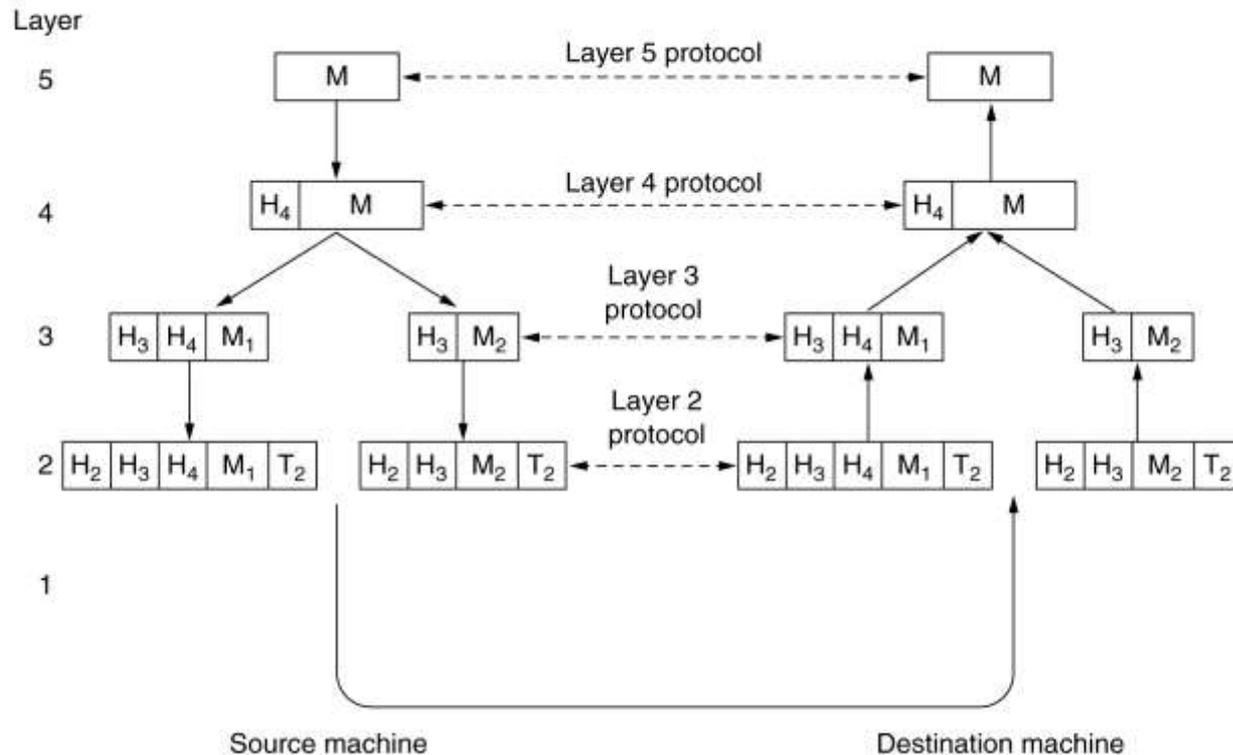
L'esempio dei filosofi rivisitato



- Esempio con intermediari lungo il percorso
- Gli intermediari agiscono solo sui livelli più bassi
- C'è un protocollo per la comunicazione tra ogni coppia di entità dialoganti, ad ogni livello

Frammentazione dei messaggi ad un livello

- Un livello della pila protocollare può essere costretto a frammentare il pacchetto ricevuto dallo strato superiore prima di passarlo allo strato inferiore
- Si rende necessaria una operazione di ricostruzione mediante riassettaggio



Il modello OSI

- Negli anni '80 l' *ISO, International Standards Organization*, ha definito un modello di riferimento per reti di calcolatori a commutazione di pacchetto: il modello *OSI, Open System Interconnection*
- Il modello OSI è un modello a strati su 7 livelli:
 - Applicazione
 - Presentazione
 - Sessione
 - Trasporto
 - Rete
 - Data link
 - Fisico
- Il modello OSI non è risultato vincente, a causa della sua eccessiva complessità

Il modello OSI (2)

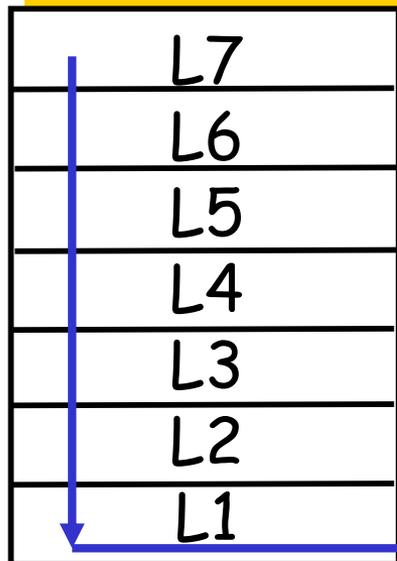


OSI: Open Systems Interconnection

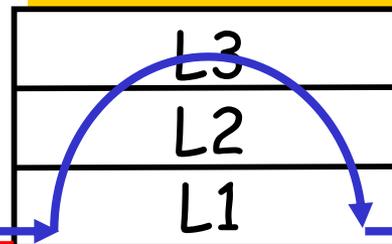
Dispositivi di rete e livelli

- L'intera pila di livelli è realizzata negli end system
- I dispositivi di rete si differenziano per il numero di livelli fino a cui operano
 - Fino a L1 operano i **ripetitori**
 - Fino a L2 operano i **bridge / switch** di rete locale
 - Fino a L3 operano i **router**

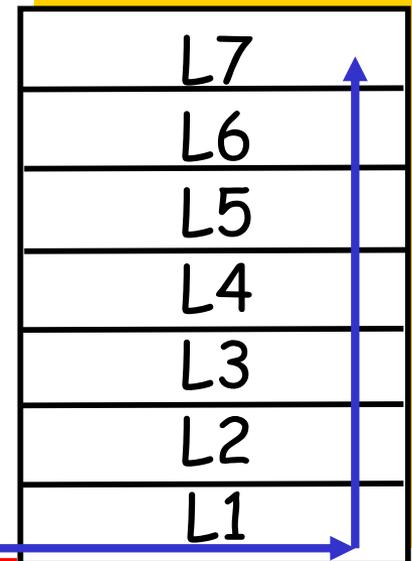
End System A



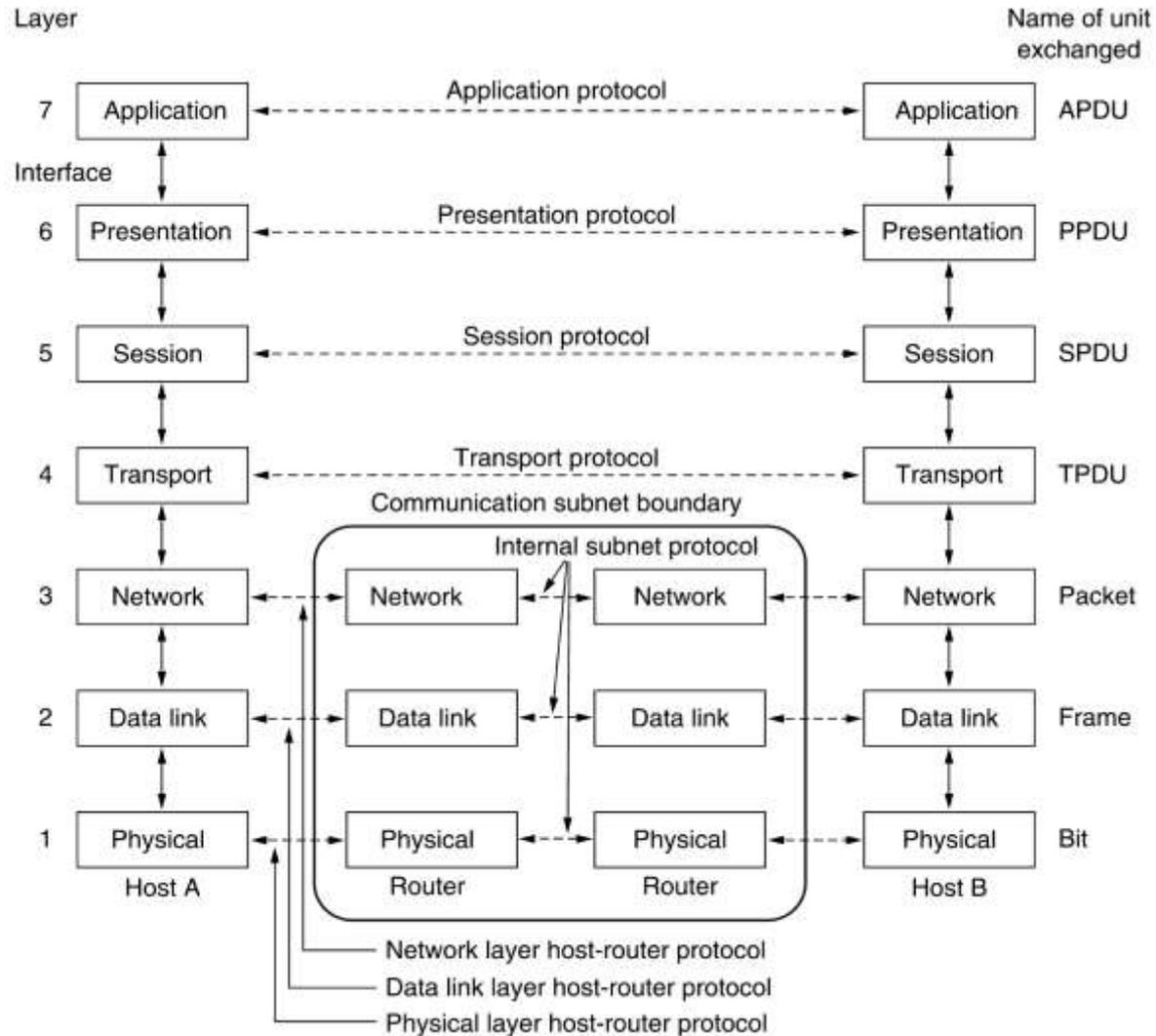
Intermediate System



End System B



Modello OSI: nome delle PDU

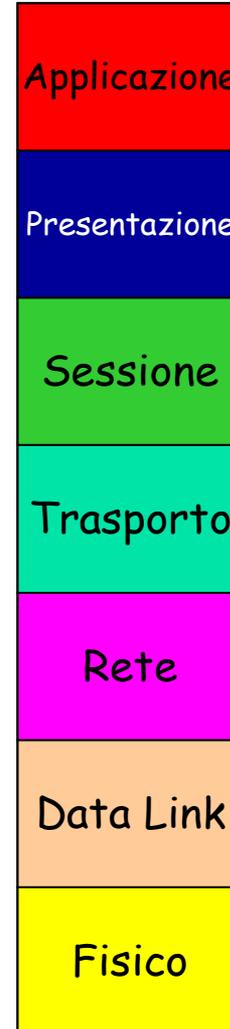


Un approccio a livelli per la risoluzione dei problemi

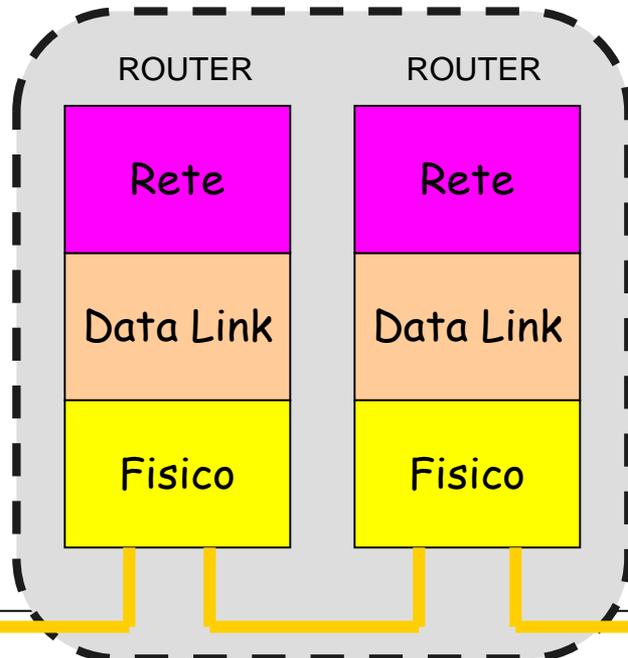
CALCOLATORE 1



CALCOLATORE 2



INTERNET



- Fornitura dei servizi e generica elaborazione
- Codifica uniforme dei dati per il colloquio tra entità eterogenee
- Mantenimento informazioni in un dialogo persistente
- Controllo di errore end-to-end
- Controllo di flusso
- Multiplexing e demultiplexing dei flussi
- Instradamento dei pacchetti
- Trattamento di eterogeneità nella rete
- Frammentazione
- Composizione dei bit in frames
- Controlli dell'errore point-to-point
- Controllo di flusso
- Accesso al mezzo fisico
- Trasmissione e ricezione di singoli bit
- Conversione digitale/analogico

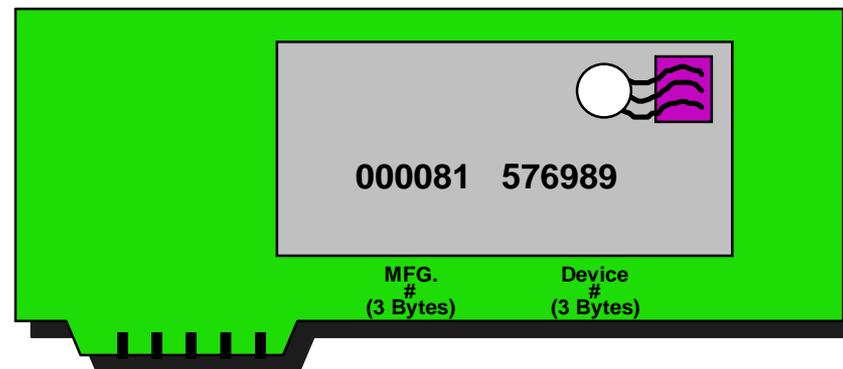
Livello 1: Fisico

- **Si occupa di trasmettere sequenze binarie sul canale di comunicazione**
- **A questo livello si specificano:**
 - **Caratteristiche elettriche dei segnali**
 - **Tecniche di codifica/decodifica**
 - **Caratteristiche dei mezzi trasmissivi**
 - **Tipi di connettori**
- **Il livello fisico è nel dominio dell'ingegneria elettronica: descrizione elettrico/meccanica dell'interfaccia**

0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0

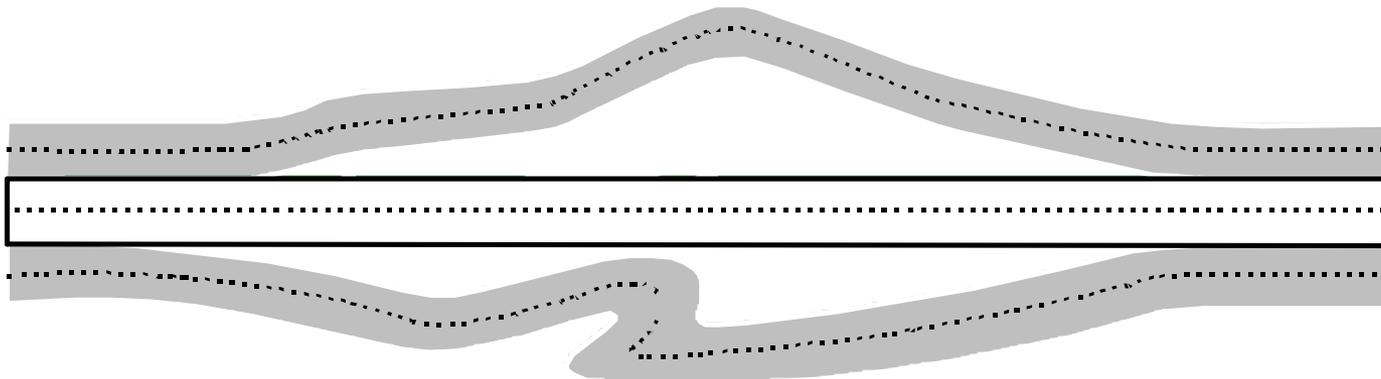
Livello 2: Data Link

- Ha come scopo la trasmissione affidabile di pacchetti di dati (*frame*)
 - Affidabile nel senso di “garanzia di inoltrò”
- Accetta come input i *frame* (tipicamente poche centinaia di byte) e li trasmette sequenzialmente
- Verifica la presenza di errori di trasmissione aggiungendo delle informazioni aggiuntive di controllo
 - *Frame Control Sequence*, FCS
- Può gestire meccanismi di correzione di errori tramite ritrasmissione



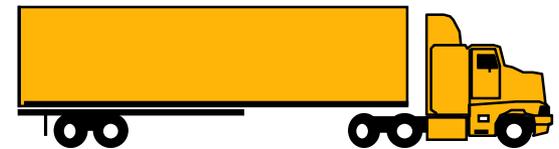
Livello 3: Rete

- Questo livello gestisce l'instradamento dei messaggi
- Determina quali sistemi intermedi devono essere attraversati da un messaggio per giungere a destinazione
- Il livello 3 gestisce, quindi, delle tabelle di instradamento per ottimizzare il traffico sulla rete



Livello 4: Trasporto

- Fornisce servizi per il trasferimento dei dati da terminale a terminale (ovvero *end-to-end*), indipendentemente dalla rete sottostante
- In particolare il livello 4 può:
 - frammentare i pacchetti in modo che abbiano dimensioni idonee al livello 3
 - rilevare/correggere gli errori
 - controllare il flusso
 - controllare le congestioni



Livello 5: Sessione

- Il livello 5 è responsabile dell'organizzazione del dialogo e della sincronizzazione tra due programmi applicativi e del conseguente scambio di dati
- Si occupa cioè di stabilire la **sessione**



Livello 6: Presentazione

- Il livello di presentazione gestisce la sintassi dell'informazione da trasferire
- L'informazione è infatti rappresentata in modi diversi su elaboratori diversi (es. ASCII o EBCDIC)



Livello 7: Applicazione

- È il livello dei programmi applicativi, cioè di quei programmi appartenenti al sistema operativo o scritti dagli utenti, attraverso i quali l'utente finale utilizza la rete
- Esempi di applicazioni previste dall'OSI sono:
 - VT: Virtual Terminal, connessione interattiva ad un elaboratore remoto
 - FTAM: File Transfer and Access Management
 - X.400: Posta Elettronica
 - X.500: Directory Service
 - ...
- Nel mondo Internet, le applicazioni sono:
 - WWW (World Wide Web)
 - Mail
 - News
 - FTP (File Transfer Protocol)
 - IRC (Internet Relay Chat)
 - NTP (Network Time Protocol)
 - Telnet
 - X-terminal (non standard)
 - Terminal Server (non standard)
 - SNMP (Simple Network Management Protocol)
 - ...