

# Reti di Calcolatori I

**Prof. Roberto Canonico**

**Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione**

**Corso di Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni**

**Corso di Laurea in Ingegneria dell'Automazione**

**A.A. 2017-2018**

---

**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:

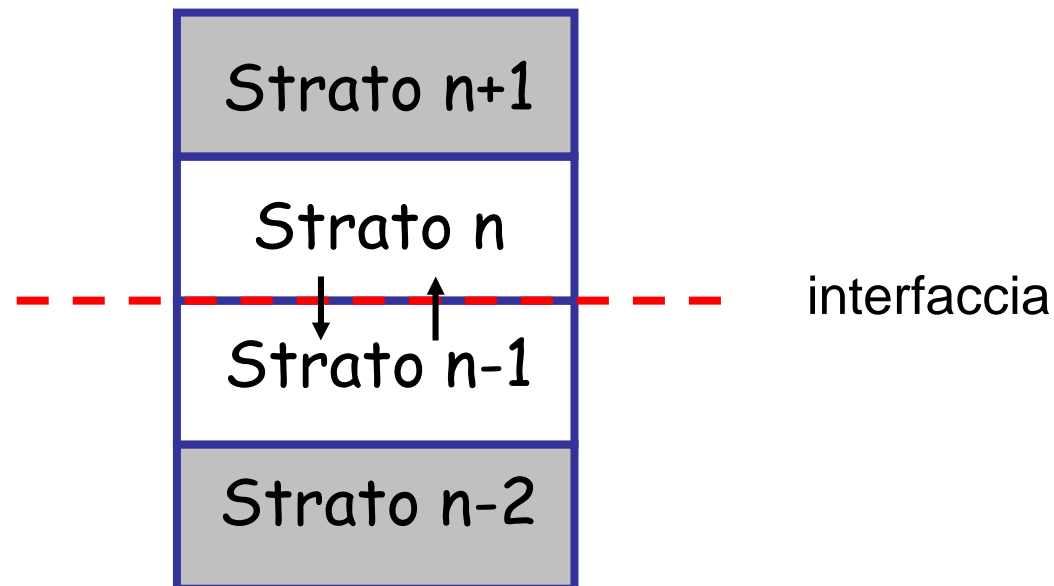
*“Divide et Impera”*
- Nelle reti di calcolatori questo ha condotto a modelli “a strati”

## 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

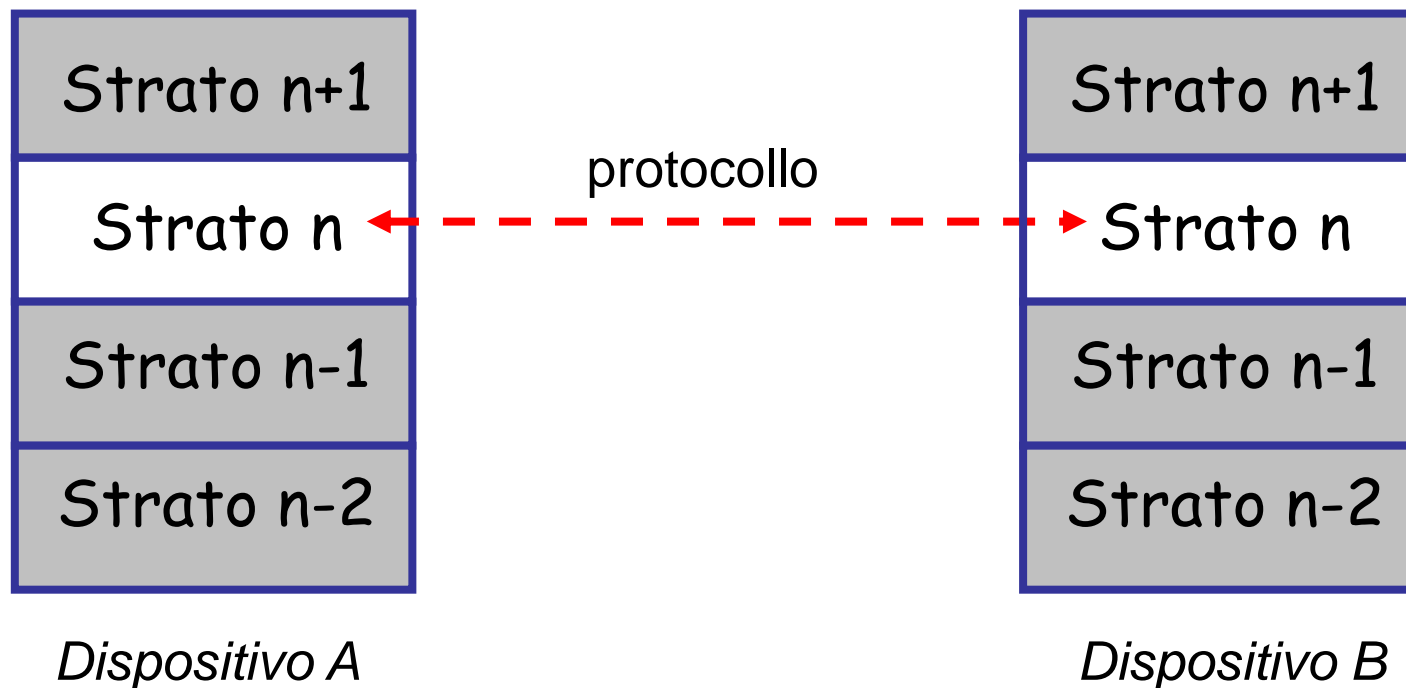
# Modelli a strati: interfacce

- 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

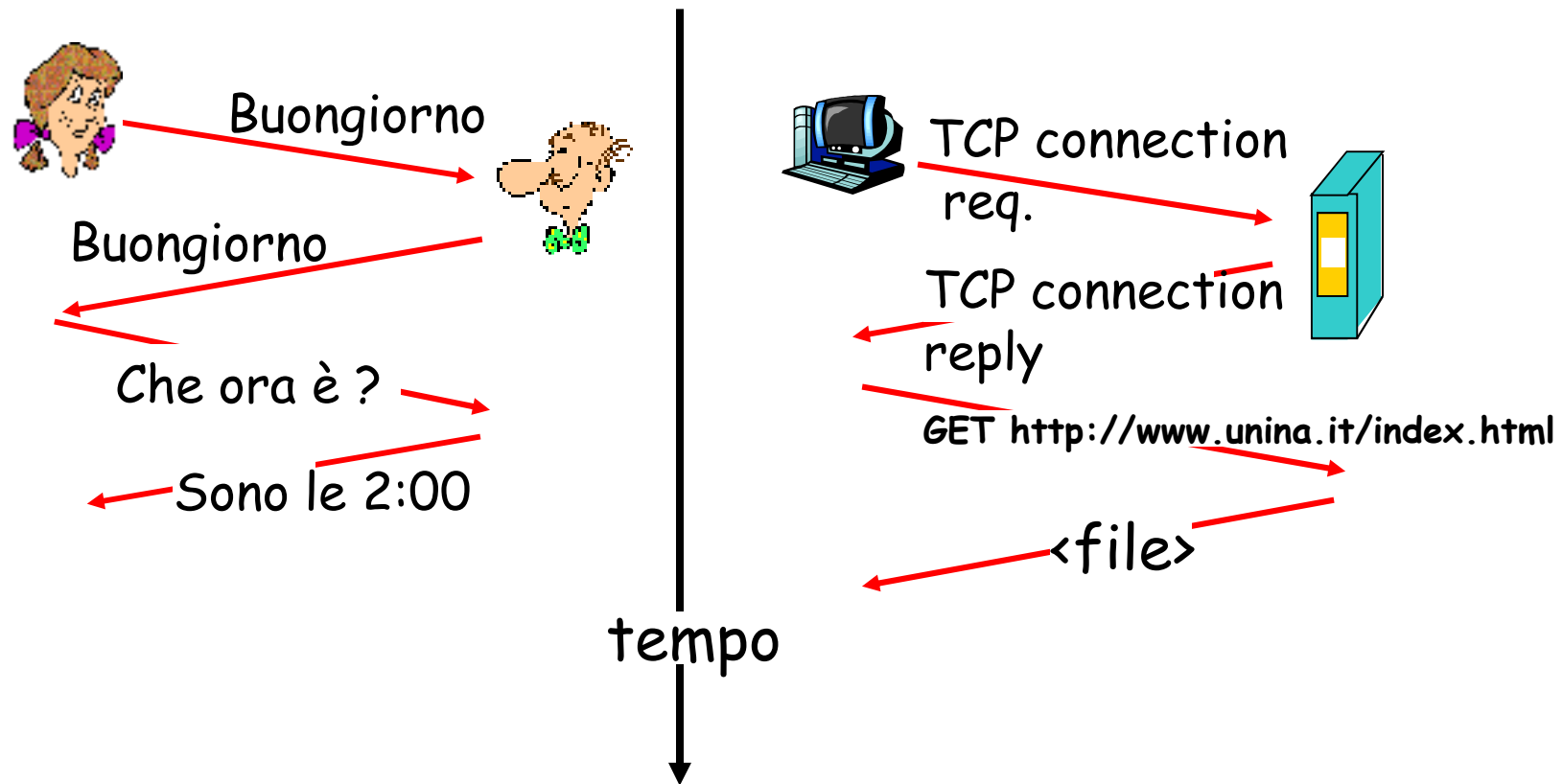


# Protocolli di comunicazione

- 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

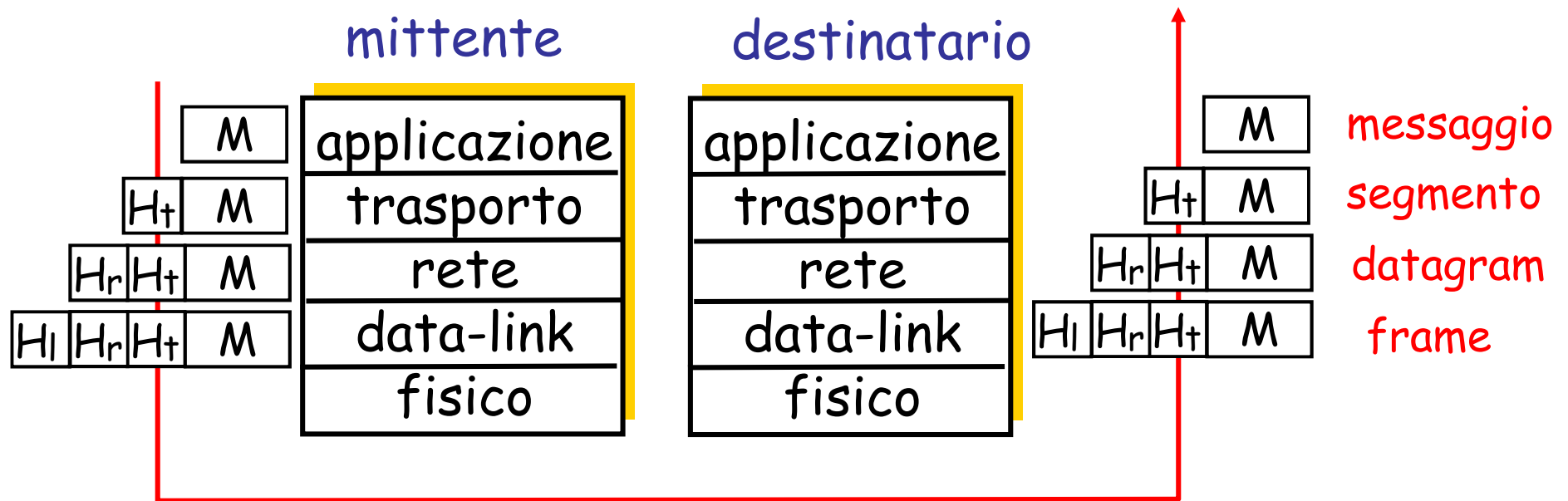
Un confronto tra un protocollo tra persone ed un protocollo per la comunicazione tra computer





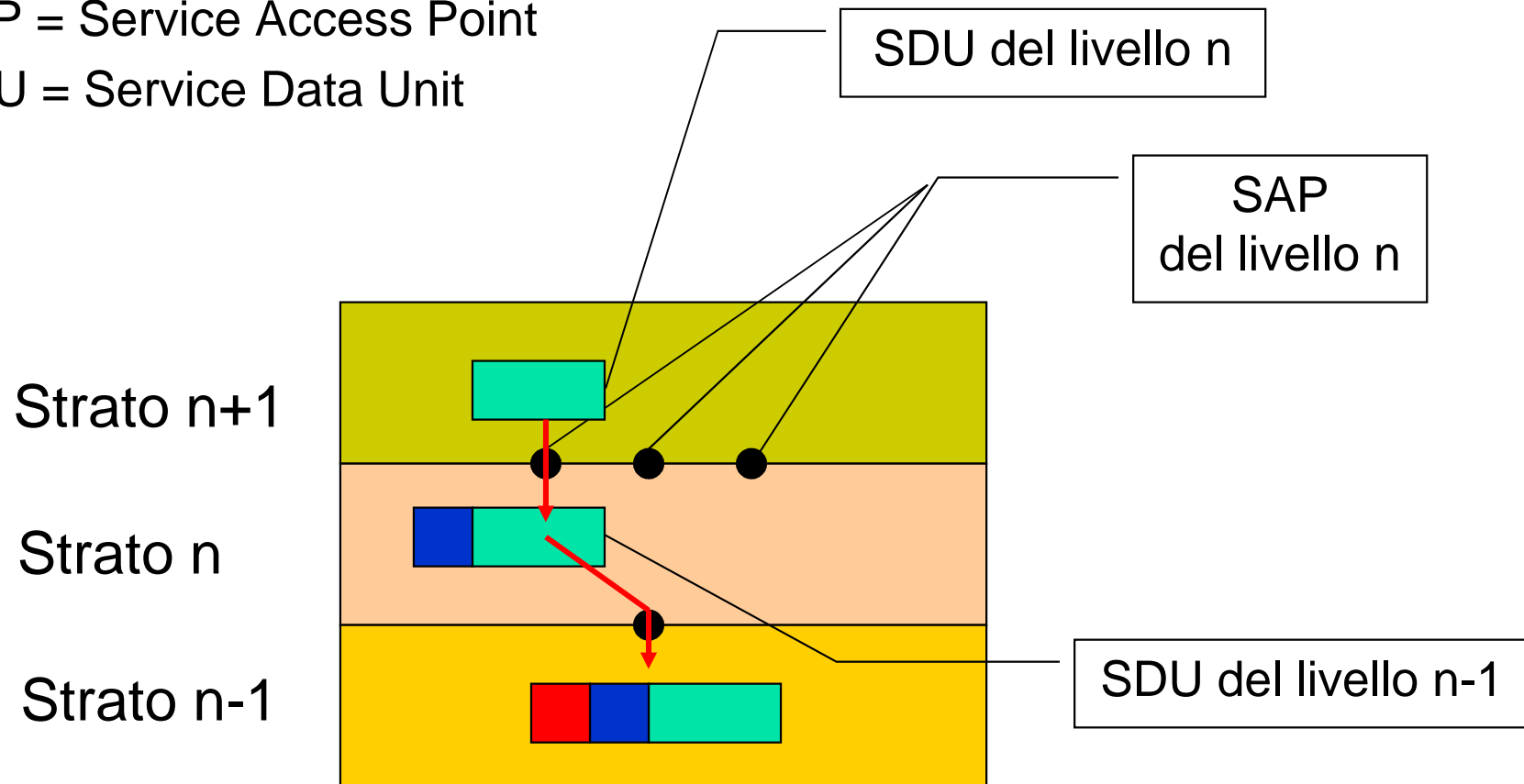
# “Imbustamento” dei messaggi

- 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



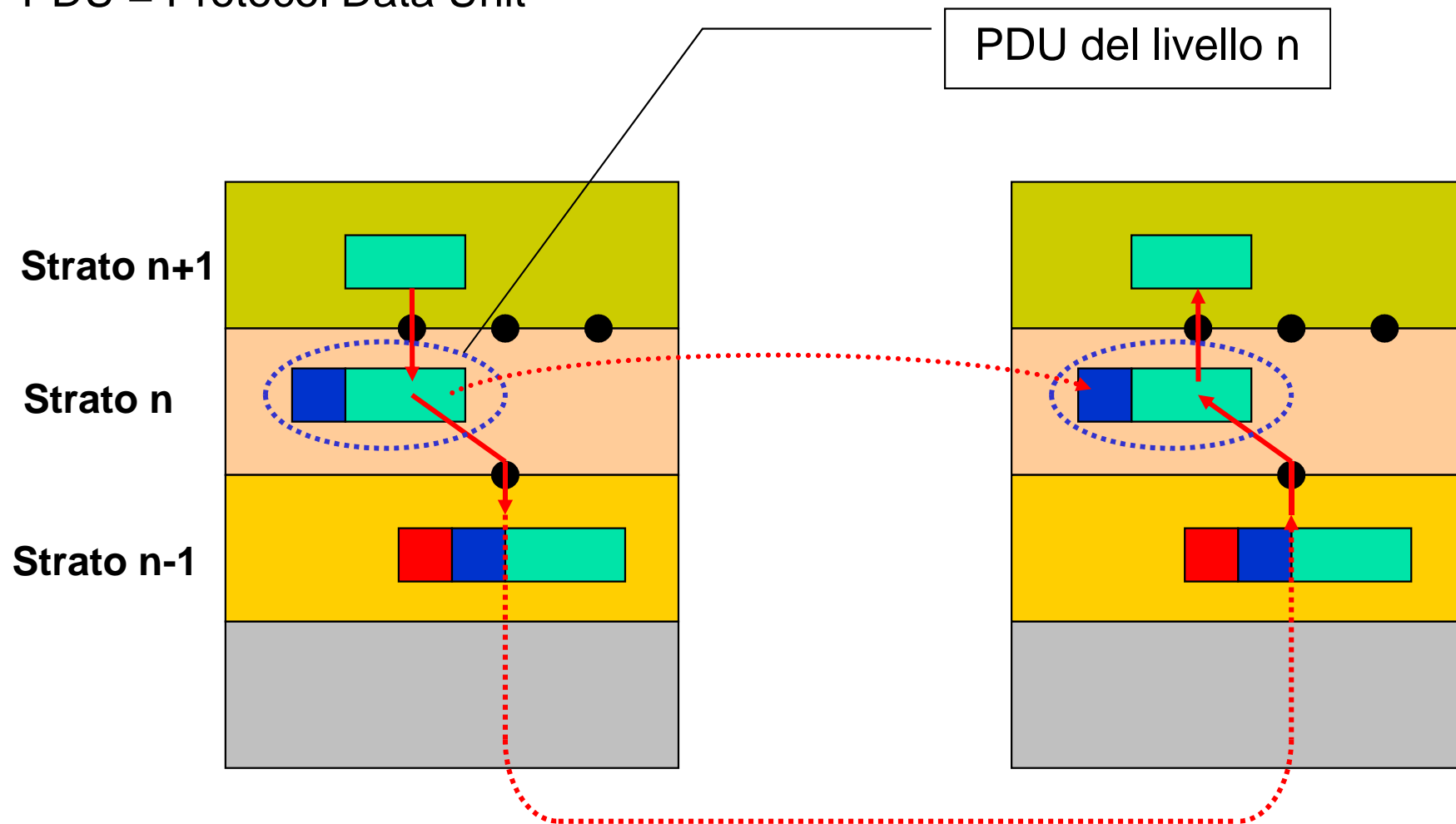
# SDU e SAP

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

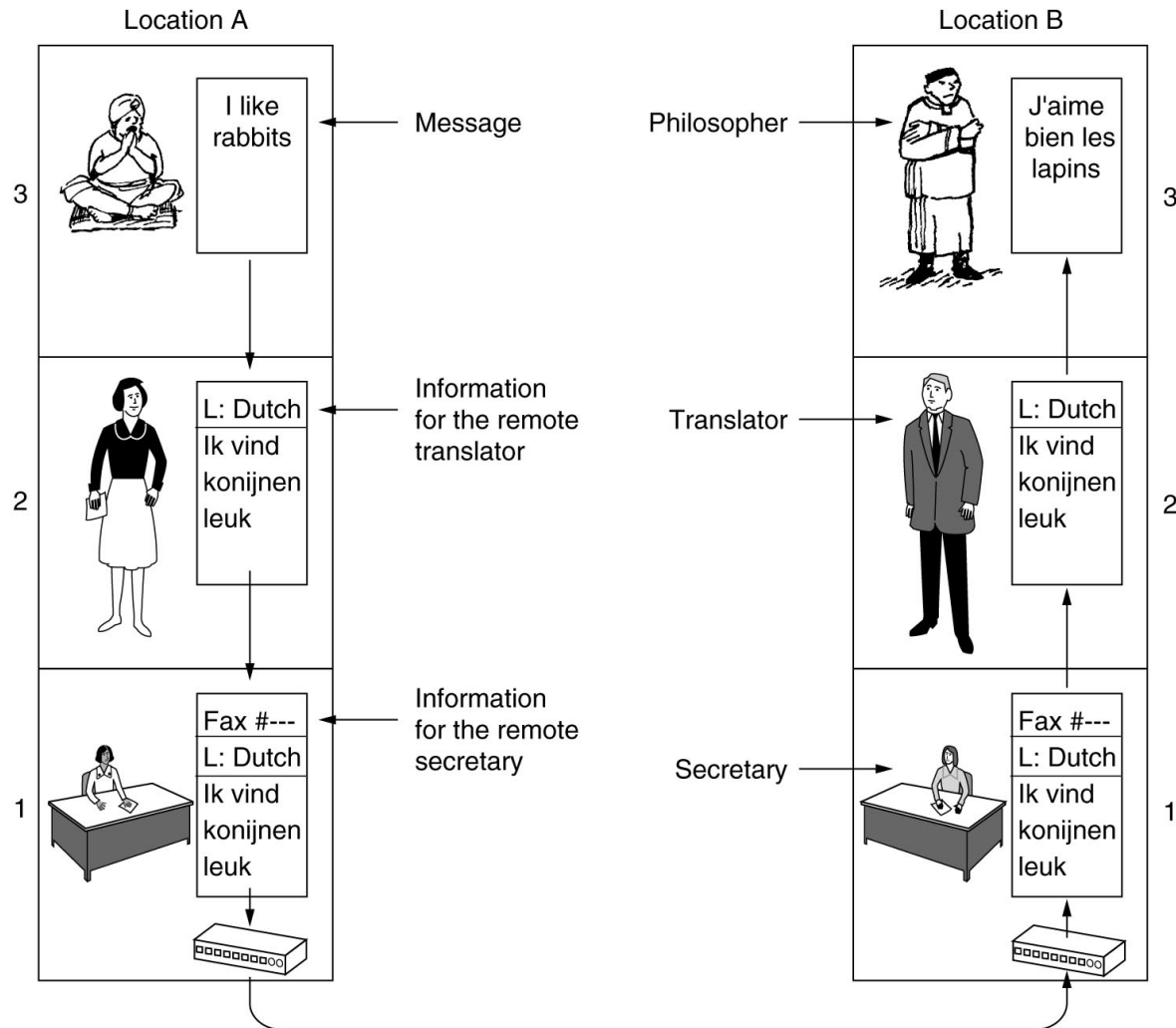


# PDU

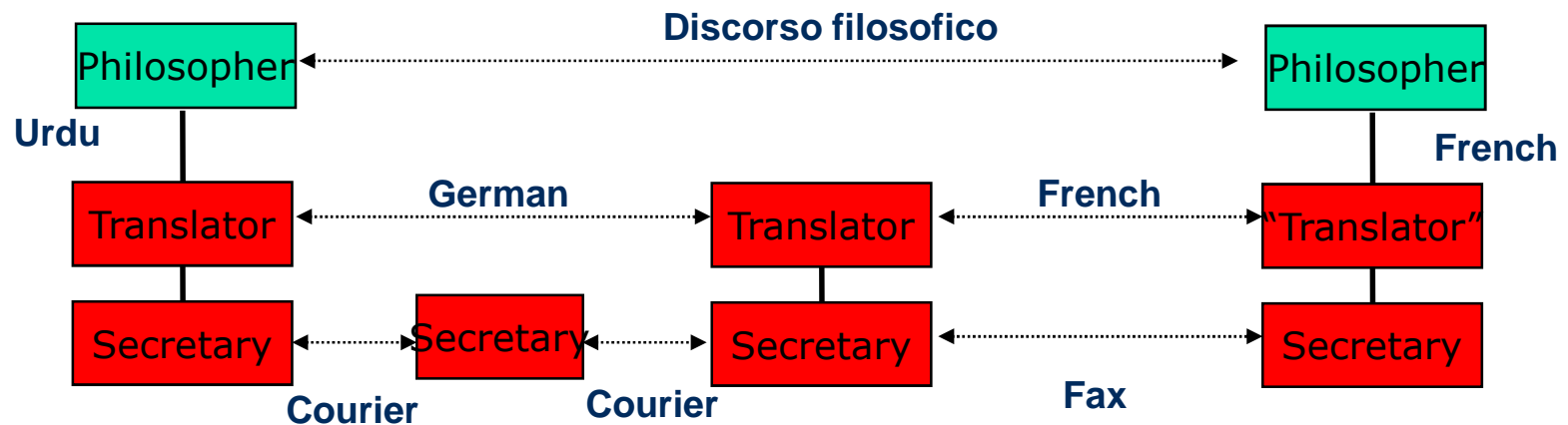
- PDU = Protocol Data Unit



# Un esempio classico: i due filosofi



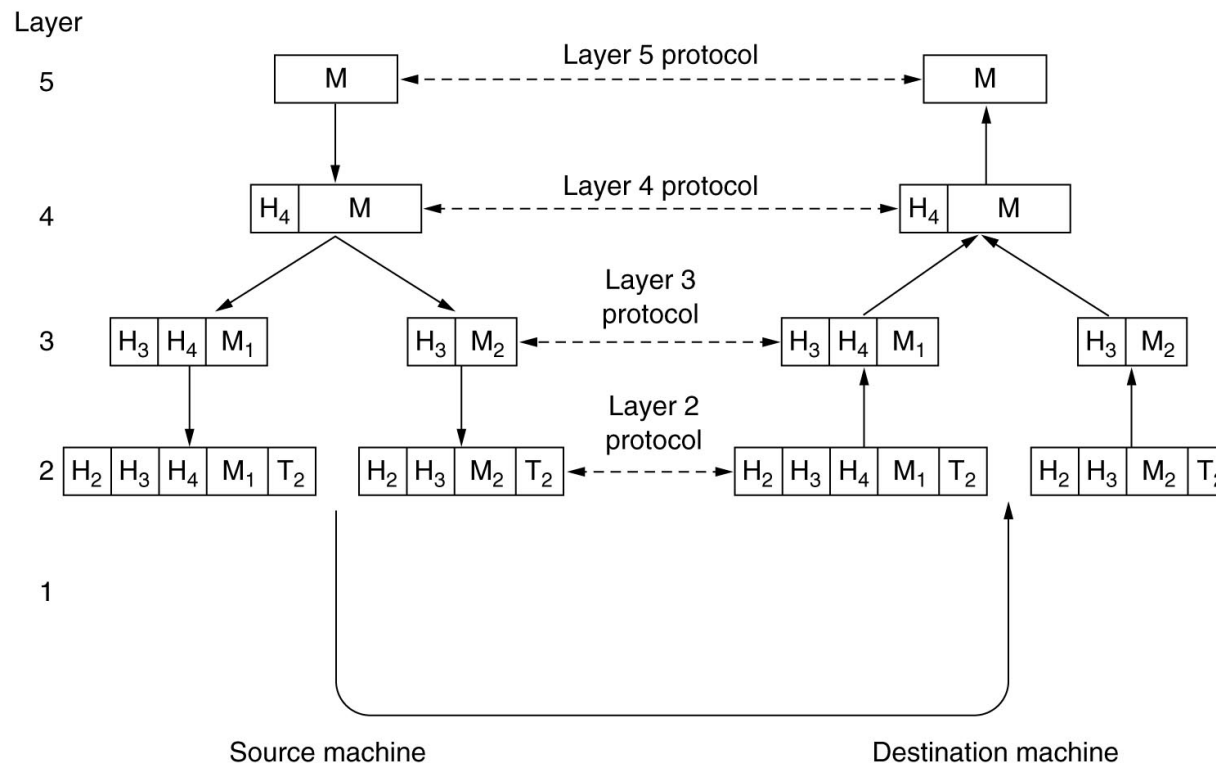
# L'esempio dei filosofi rivisitato



- 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 riassettraggio



## 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)

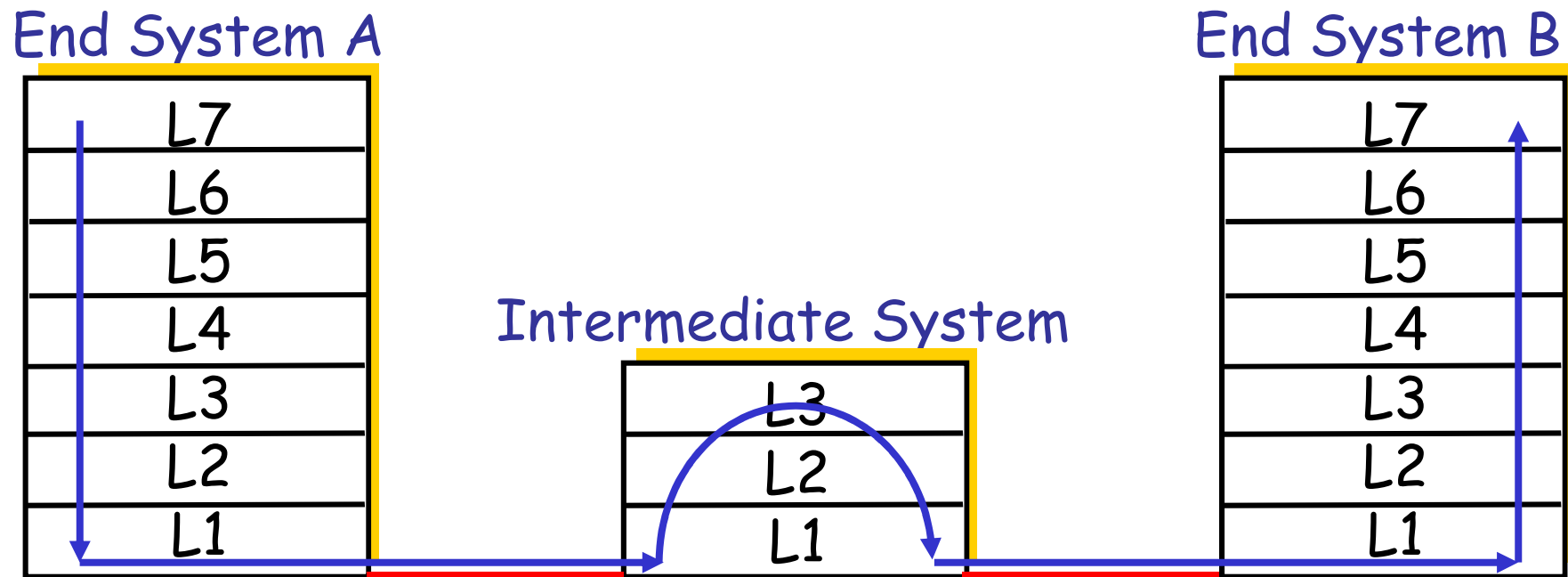


**OSI: Open Systems Interconnection**

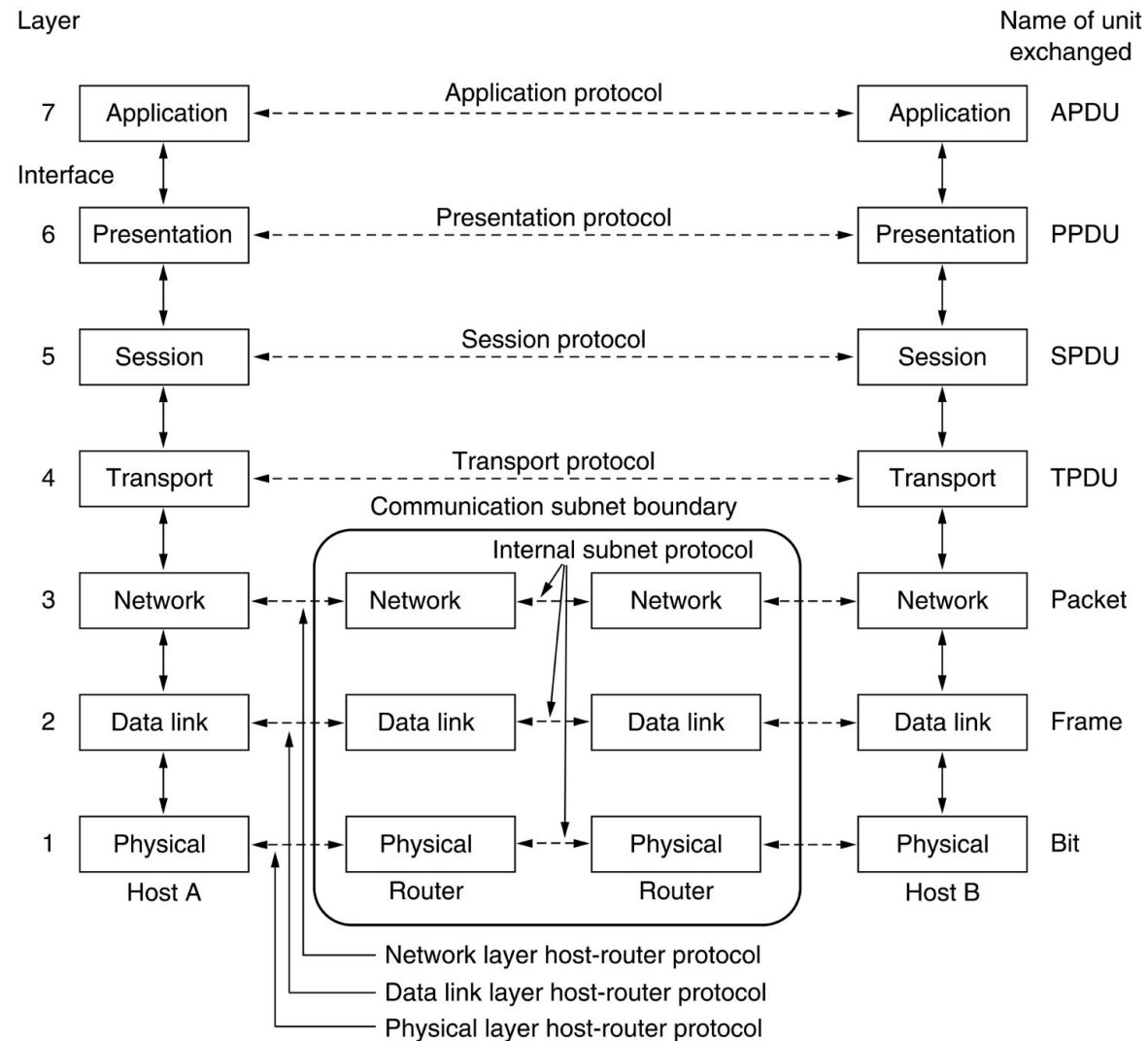


# Dispositivi di rete e livelli

- 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**



# Modello OSI: nome delle PDU

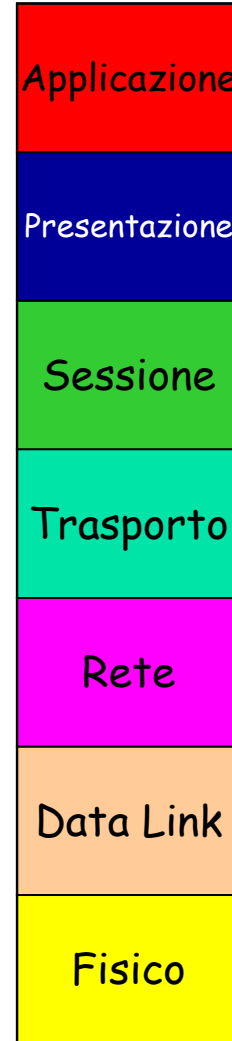


# Un approccio a livelli per la risoluzione dei problemi

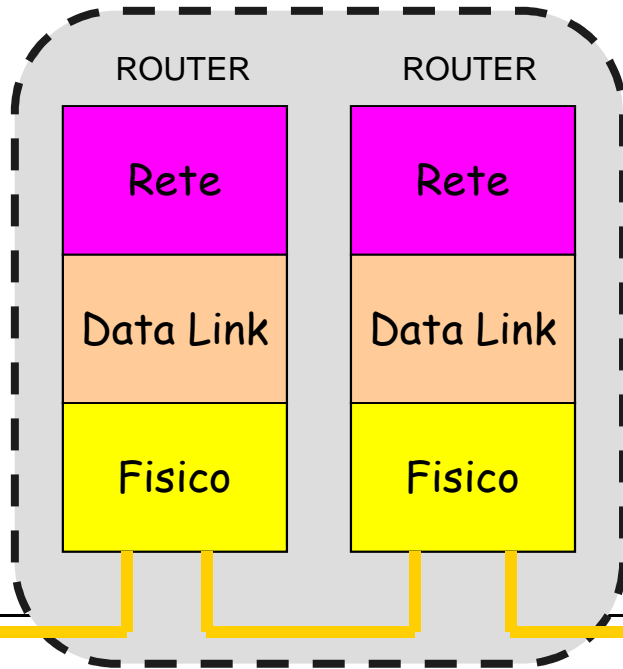
CALCOLATORE 1



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

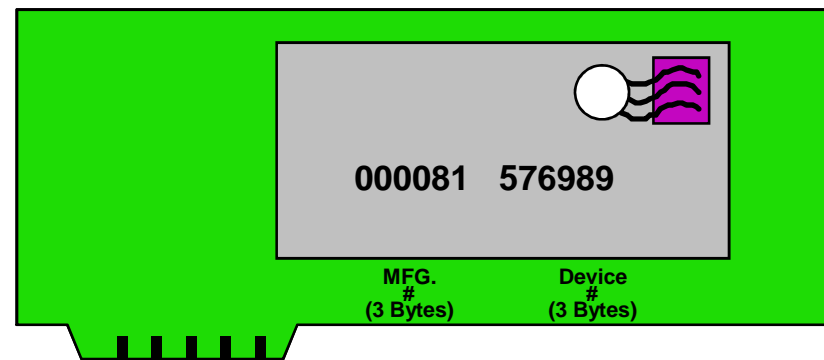
## Livello 1: Fisico

- **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

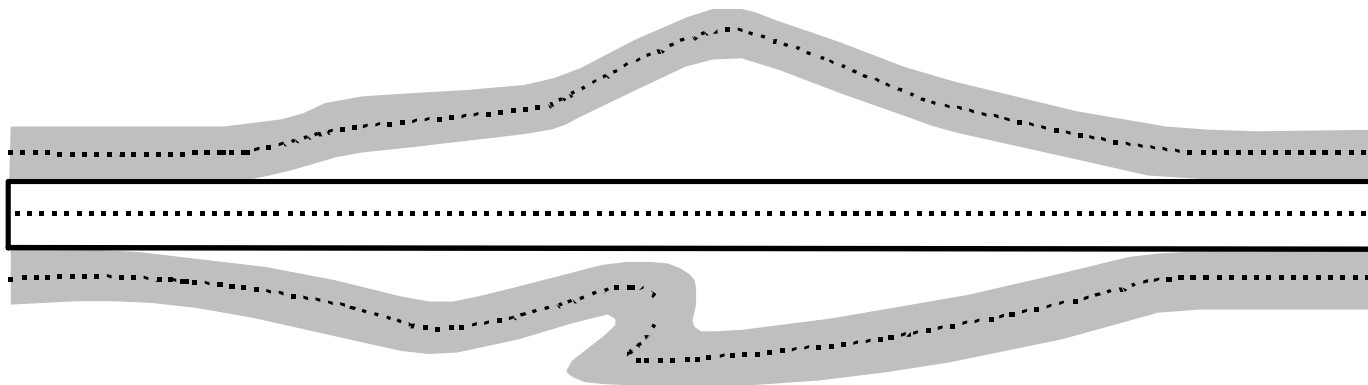
## Livello 2: Data Link

- Ha come scopo la trasmissione affidabile di pacchetti di dati (*frame*)
  - Affidabile nel senso di “garanzia di inoltro”
- 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

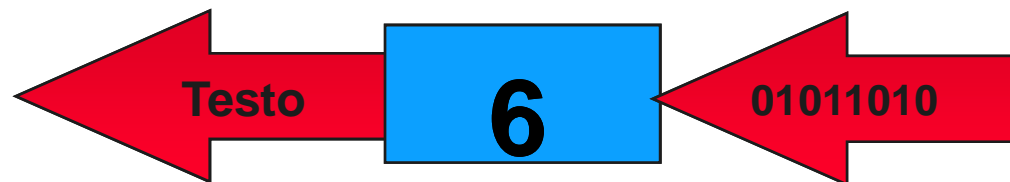
- Il livello 5 è responsabile dell'organizzazione del dialogo e della sincronizzazione tra due programmi applicativi e del conseguente scambio di dati
- Si occupa cioè di stabilire la **sessione**





## 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)
  - ...