



Università degli Studi di Firenze



Dipartimento di Elettronica
e Telecomunicazioni

Corso di Laboratorio di Tecnologie dell'Informazione

Protocolli a strati, Protocollo TCP/IP Modello di riferimento OSI

Obiettivi

- Presentazione del modello stratificato
 - principi base
 - vantaggi(/svantaggi)
- Definizione degli strati
 - struttura, entita', azioni
 - interfacce, protocolli
- Individuazione degli strati da usare
 - scelta di tutti i componenti e funzionalita'

Organizzazione del Sistema postale

Scrittura bozza (ROSSI)

Stampa Lettera (SEGR.)

1.o smist. (FATTORINO)

Postino

Ufficio smistamento

Trasporto (Es.: TRENO)

Lettura lettera (TAKAMURA)

Consegna Lettera (SEGR.)

1.a distrib. (FATTORINO)

Postino

Ufficio smistamento

Trasporto (Es.: TRENO)

viaggio

- Una serie di passi
- Ad ogni passo viene eseguito un particolare compito, su un *messaggio* che viene integrato e trasferito ad un altro agente, seguendo specifiche regole di esecuzione

Organizzazione del servizio postale: altra visione

ROSSI	TAKAMURA
Segretaria	Segretaria
Fattorino	Fattorino
Postino	Postino
Smistamento	Smistamento
Stazione	Stazione
Viaggio	

Strati: ogni strato implementa un servizio:

- attraverso le azioni interne allo strato
- confida sui servizi forniti dagli strati sottostanti
- ha uno strato corrispondente e reciproco

Perché stratificare?

Scomposizione dei sistemi complessi:

- la struttura esplicita permette l'identificazione delle relazioni tra gli elementi di un sistema complesso
 - **modello di riferimento** stratificato
- la modularizzazione facilita la manutenzione e l'aggiornamento del sistema
 - il cambiamento dell'implementazione di un servizio su uno strato rimane trasparente per il resto del sistema
 - es.: il cambiamento del modulo per l'accettazione delle raccomandate non influisce sul lavoro dell'ufficio smistamento

Principi base

- **Separation of Concern**

Separazione degli interessi e delle responsabilità: fare ciò che compete, delegando ad altri tutto ciò che è delegabile

- **Information Hiding**

Nascondere tutte le informazioni che non sono indispensabili a che il committente possa compiutamente definire l'operazione

Organizzazione del servizio postale: estensione



Trasporto: una o più stazioni intermedie

- accettano lettere da più mittenti
- le inoltrano verso la destinazione finale

Interfacce e API

Fattorino

Interfaccia

Postino

- **Interfaccia**
Insieme di regole che permettono a due entità di scambiarsi reciproci servizi
- **Application Programming Interface**
Regole e definizioni per scambio dati tra programmi

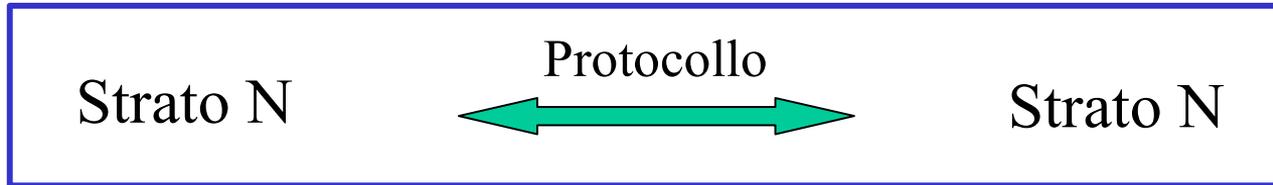
ISO OSI reference model

- Un set di protocolli è **aperto** se:
 - i dettagli del protocollo sono disponibili **pubblicamente**
 - i cambiamenti sono gestiti da un'organizzazione la cui partecipazione è **aperta al pubblico**
- Un sistema che implementa protocolli aperti è un **sistema aperto** (*open system*)
- L'International Organization for Standards (ISO) prescrive uno standard per l'interconnessione di sistemi aperti
 - *open system interconnection (OSI)*
 - OSI ha molto influenzato il modo di pensare ai protocolli stratificati

ISO OSI

- *Reference model*
 - definisce formalmente cosa si intende per strato (layer) e servizio etc.
- *Service architecture*
 - descrive il servizio fornito da ogni layer ed il punto di accesso al servizio (service access point, SAP)
- *Architettura protocollare*
 - insieme di regole che implementano l'architettura del servizio
 - architetture di servizio diverse ma compatibili possono usare architetture protocollari non compatibili

Protocollo



□ **Protocollo:**

Insieme di regole che permettono a due entità omologhe uno scambio efficace ed efficiente delle informazioni

□ **Efficace:**

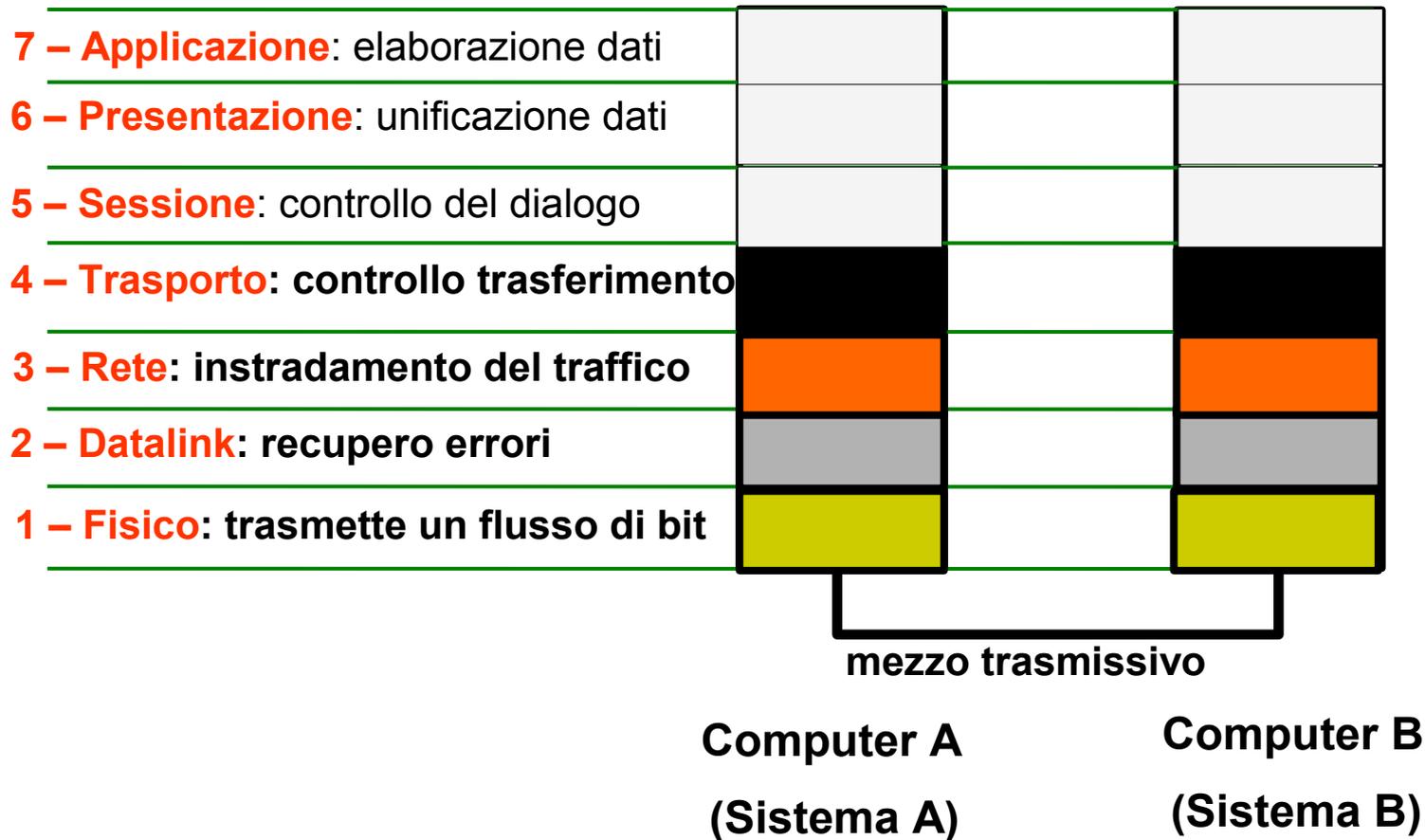
Un sistema che riesce a raggiungere lo scopo prefissato con la maggior frequenza possibile

□ **Efficiente:**

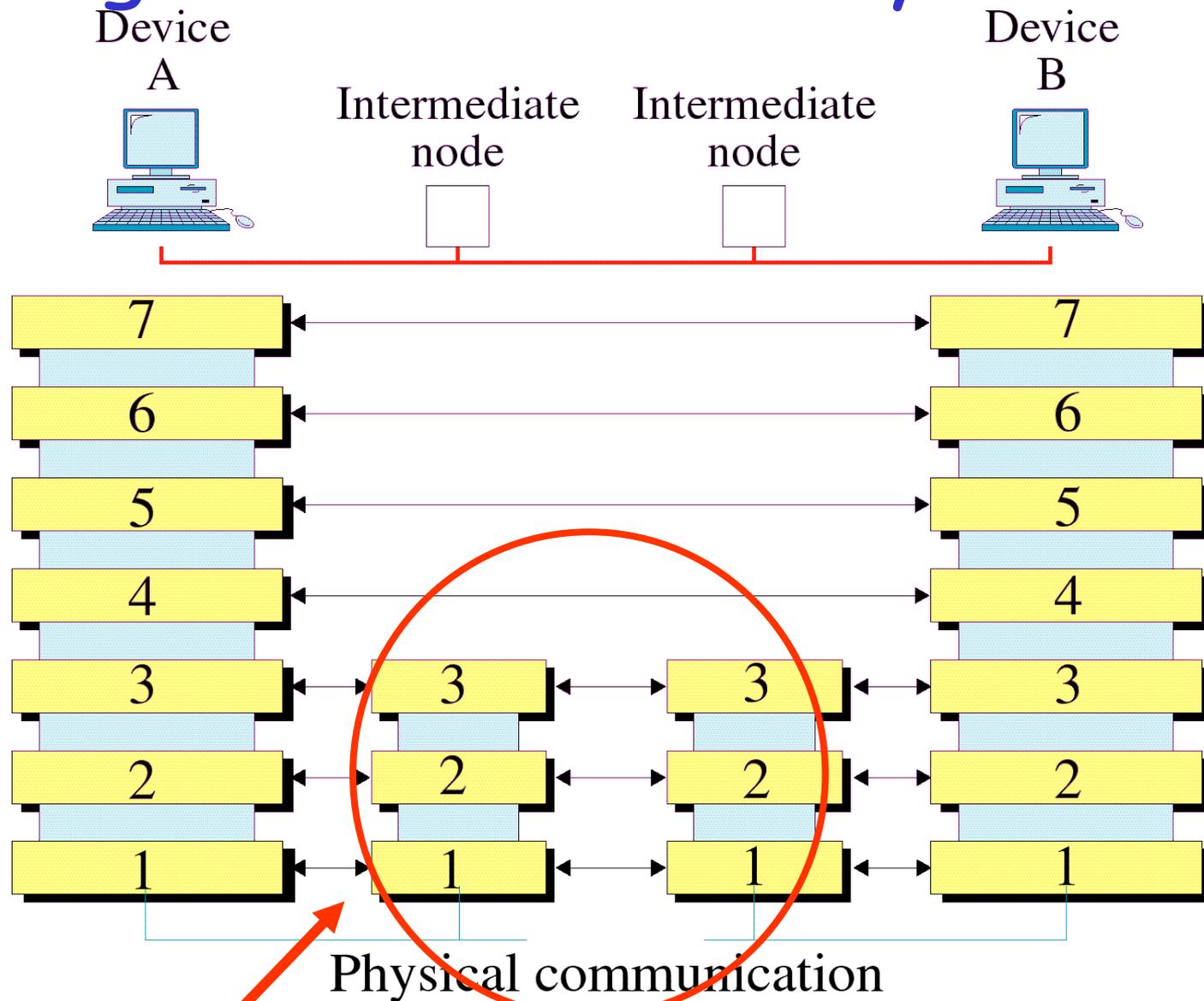
Un sistema che riesce a raggiungere lo scopo prefissato con il minor sforzo possibile

Gerarchia di Strati ("layer")

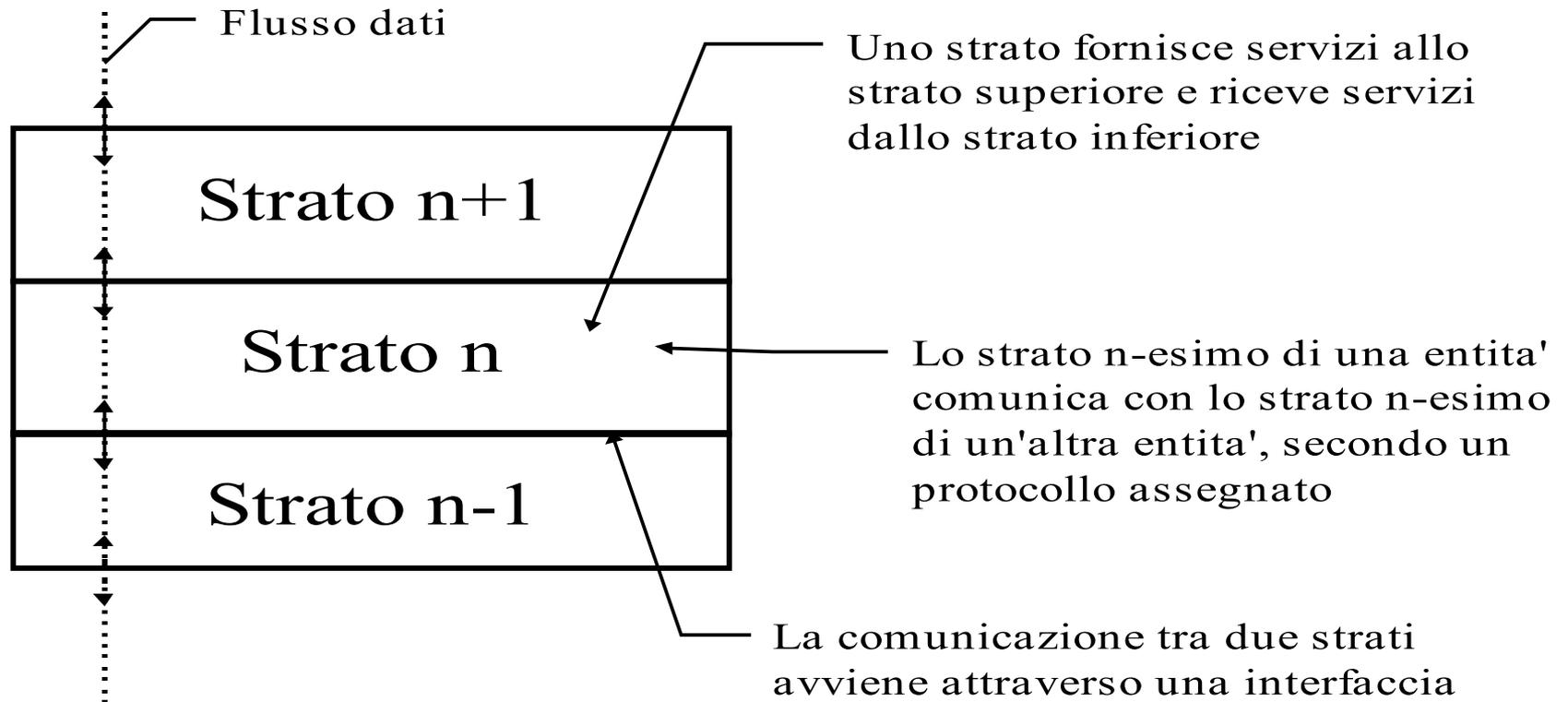
STRATI OSI



Collegamento tra end-systems

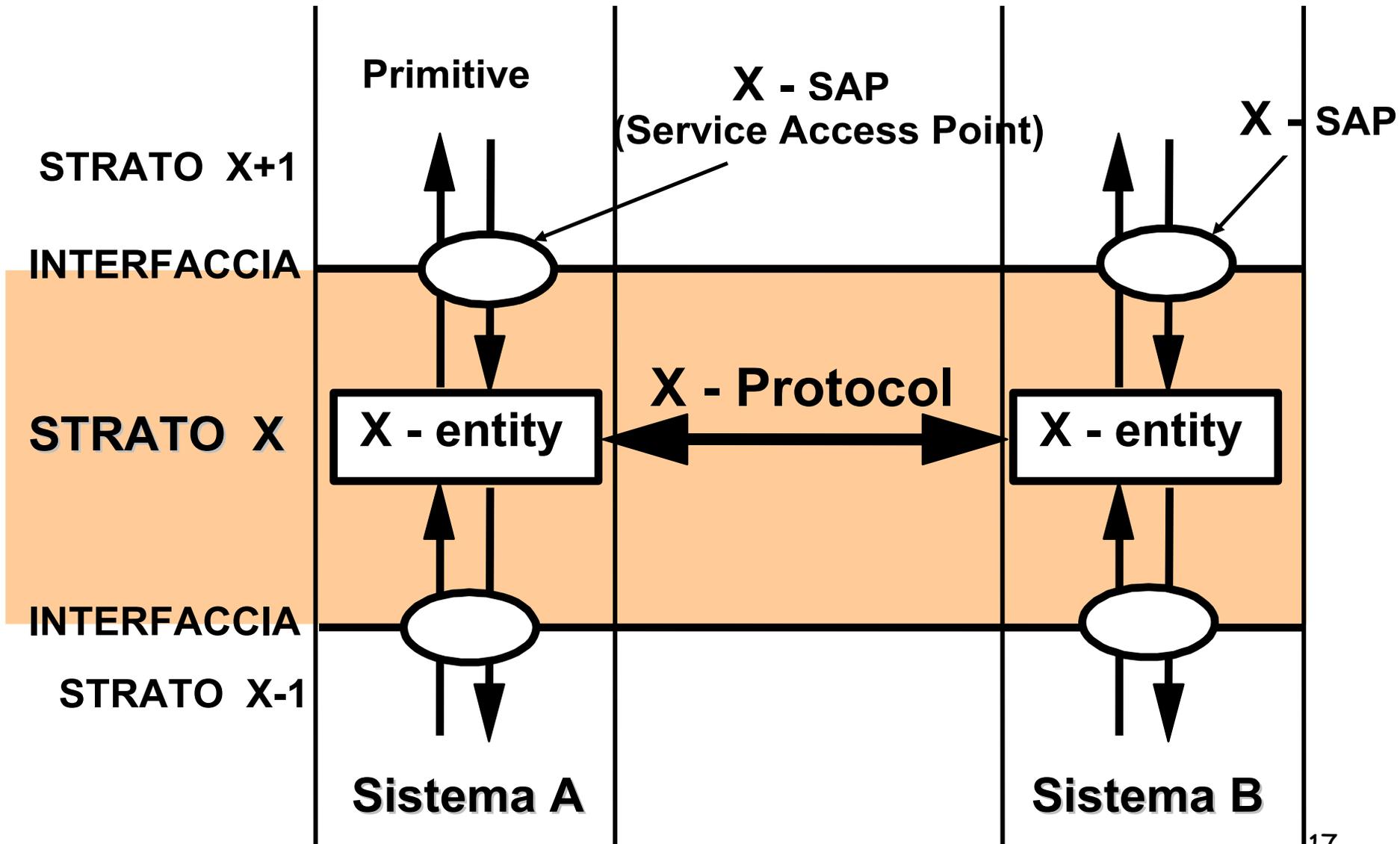


Modello a strati



Entita' stratificata

Modello Funzionale del generico Strato X



Modello a strati

Elementi fondamentali del modello stratificato:

- Flusso dati
- Servizi
- Protocolli
- Interfacce

Definizioni

Strato

- E' un modulo interamente definito attraverso i servizi, protocolli e le interfacce che lo caratterizzano

*Nota: e' spesso indicato con il nome di **LIVELLO***

Servizio

- insieme di primitive (operazioni) che uno strato fornisce ad uno strato soprastante

Definizioni

Protocollo

- insieme di regole che governano il formato e il significato dei frame, dei pacchetti o dei messaggi che vengono scambiati tra gli strati paritari di due entita' diverse

Interfaccia

- insieme di regole che governano il formato e il significato dei frame, dei pacchetti o dei messaggi che vengono scambiati tra due strati successivi della stessa entita'

Criteri di stratificazione

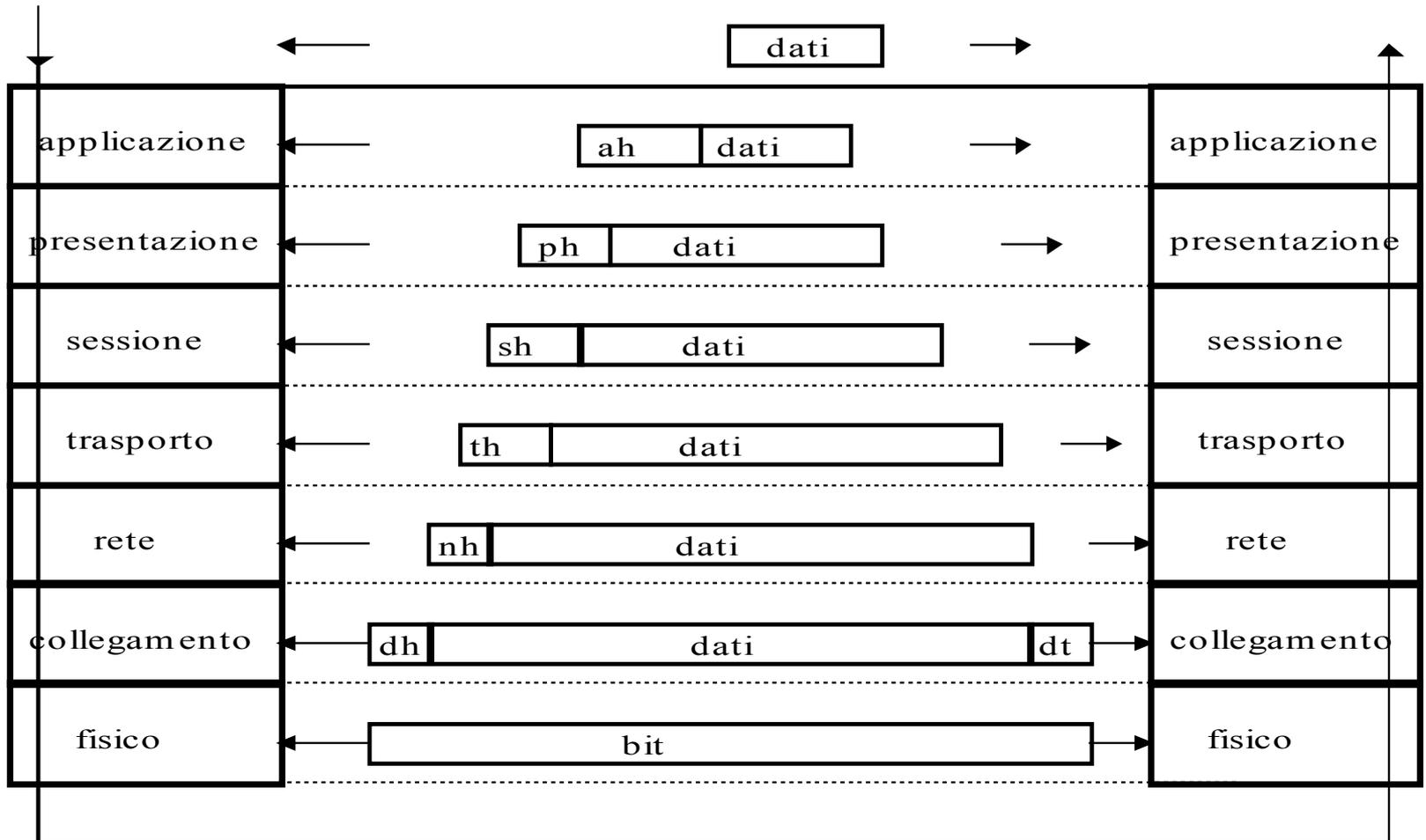
- Ogni livello logico di astrazione e' realizzato in un apposito strato
- Ogni strato svolge una sola e ben definita funzione
- Il flusso dati attraverso le interfacce di ogni strato deve essere minimizzato
- Il numero degli strati deve essere minimizzato, compatibilmente con la loro complessita'

Modello ISO/OSI

Nel modello OSI sono previsti 7 livelli:

- 3 LIVELLI DI RETE
 - fisico,
 - link,
 - rete
- 4 LIVELLI DI UTENTE
 - trasporto,
 - sessione,
 - presentazione,
 - applicazione

OSI-RM



Flusso dell'informazione

- Per la rete, l'informazione ha origine al livello Applicativo
- L'informazione discende i vari livelli fino alla trasmissione sul canale fisico
- Ogni livello aggiunge all'informazione del livello superiore una propria sezione informativa (o piu' di una)
- Per i dati ricevuti si segue il cammino inverso

Flusso dell'informazione

Il processo di incapsulamento delle informazioni è:

ricorsivo

- ogni livello esegue una operazione di incapsulamento su dati già incapsulati dal livello precedente

reversibile

- la definizione dell'incapsulamento è tale da garantire la possibilità di estrarre i dati precedentemente incapsulati

Incapsulamento



Incapsulamento completo, con Testata e Coda
(Header & Trailer)

Incapsulamento

- Header
 - Qualificazione del pacchetto dati per questo livello
- DATA
 - Ogni livello e' *trasparente* ai dati del livello superiore
- Trailer
 - Generalmente usato in funzione di trattamento dell'errore (rivelazione, correzione)

Primitive

I comandi e le risposte che livelli si scambiano attraverso l'interfaccia sono chiamati *primitive*

Le primitive sono divise in quattro classi:

- richiesta
- indicazione
- risposta
- conferma

Esempio

- **CONNECT.REQUEST**
 - richiede che venga stabilita una nuova connessione
- **CONNECT.INDICATION**
 - segnala una richiesta di connessione al partner chiamato

(segue)

Esempio

- **CONNECT.RESPONSE**
 - usato dal partner chiamato per accettare o rifiutare le chiamate.
- **CONNECT.CONFIRM**
 - informa il chiamante sull' accettazione o sul rifiuto della chiamata.

Esempio

- analogia col sistema telefonico
 - ◆ Data request: invito a cena
 - ◆ Data indication: lei ascolta l'invito
 - ◆ Data response: lei dice che accetta
 - ◆ Data confirm: ascolto l'accettazione dell' invito

Osservazione

Alcune azioni non hanno necessità di tutte le quattro primitive

Esempio: troncamento di una conversazione:

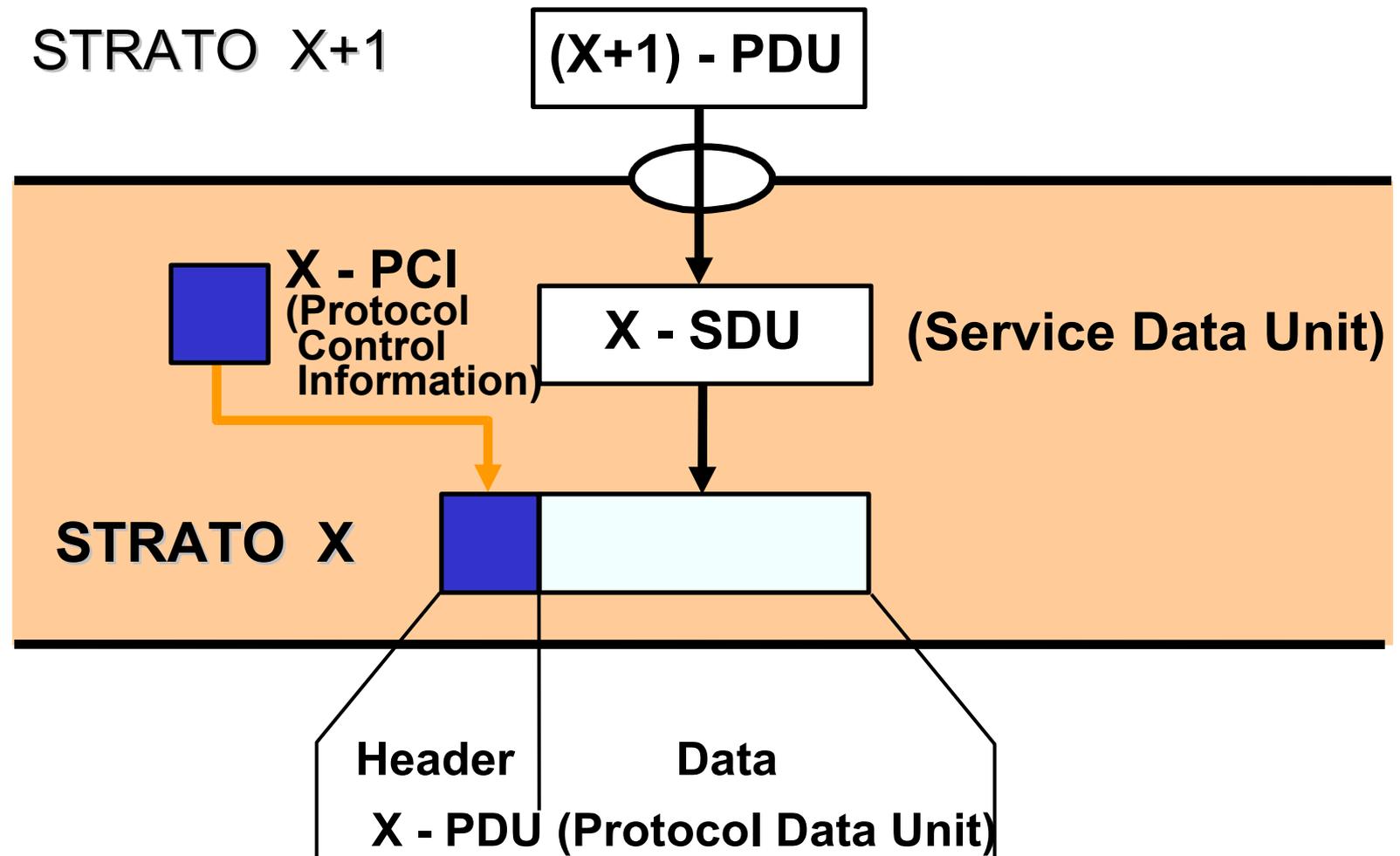
- ♦ richiesta : riappendo la cornetta
- ♦ indicazione : lei sente che ho riappeso
(e fa altrettanto).

Sono sufficienti due primitive

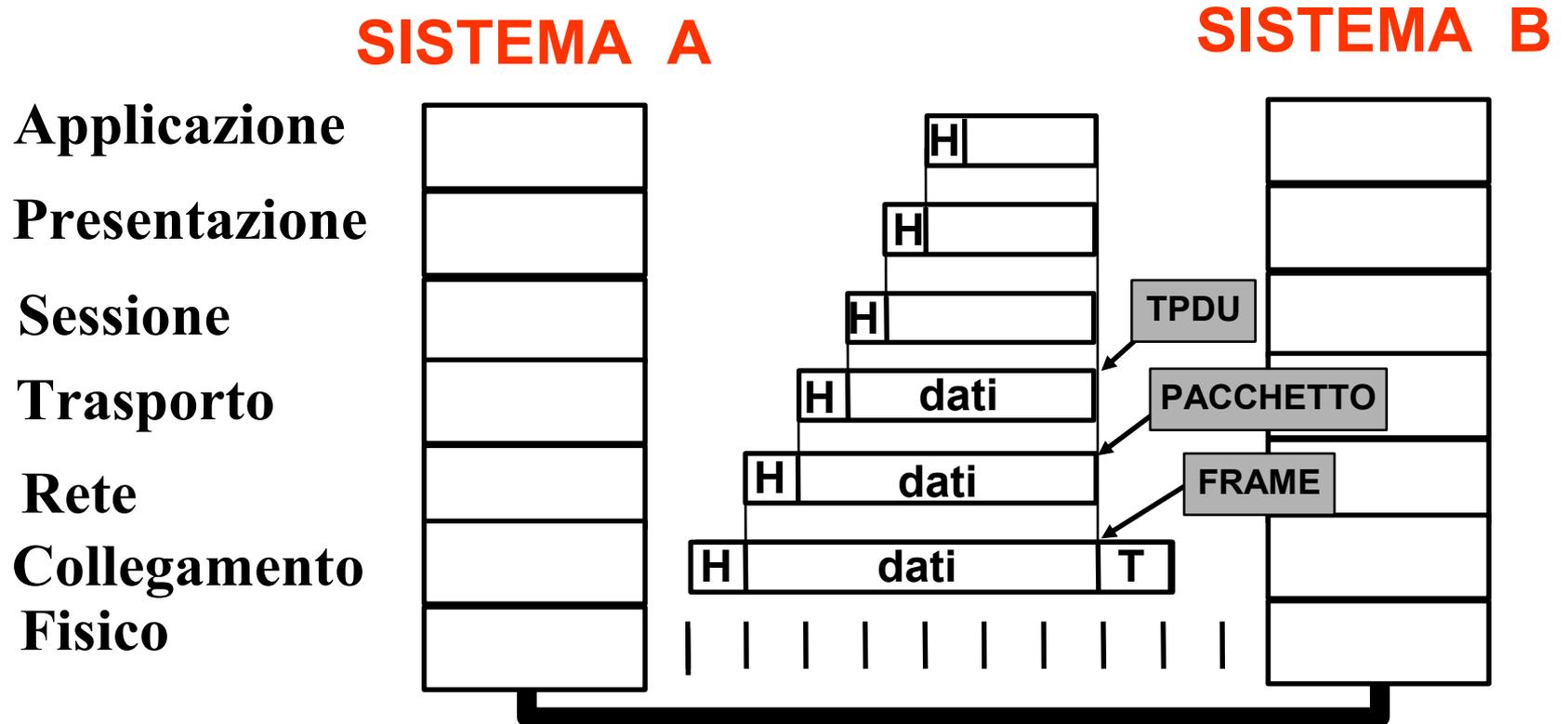
Nota finale sulle primitive

- Tutti i livelli si basano su queste primitive per il controllo di tutte le loro interazioni attraverso le interfacce che li separano
- Non sono necessari altri tipi di interazione per il controllo degli scambi dati

Formattazione dell'Informazione



Incapsulamento dei dati



H = Header
T = Trailer

PDU = Protocol Data Unit
TPDU = Transport PDU

LIVELLO FISICO

- ❑ **Compito:** trasmettere sequenze binarie (bit) sul canale trasmissivo
- ❑ **Lo standard prescrive**
 - le caract. fisiche dell'interfaccia e del mezzo
 - codifica per rappresentare i bit
 - frequenza dei dati
 - configurazione della linea
 - topologia
 - modalità di trasmissione (HD, FD, S)
 - la forma e la dimensione dei connettori
 - la sincronizzazione dei bit



Mezzo trasmissivo

cavo: materiale (metallo, vetro), struttura (rivestimento, schermatura, numero di conduttori), lunghezza, etc.

etere: antenna (tipo, forma, etc.)

Segnali

frequenza, tensione, etc.

LIVELLO DATI



□ **Compito:**

- creare trame (*frame*) e trasmetterle con "sufficiente" affidabilità tra due entità direttamente connesse, rilevare errori di trasmissione ed eventualmente correggerli
 - smistamento
 - controllo flusso
 - controllo errore
 - controllo accesso

• Rilevazione e correzione errori

- codici autocorreggenti (FEC), ritrasmissione (ARQ), schemi ibridi (H-ARQ)

Trama

delimitazione, ordinamento dei bit, suddivisione in campi, indirizzi, etc.

LIVELLO RETE

□ **Compito:**

- gestire l'instradamento (routing) di trame attraverso sistemi intermedi, ed eventualmente trovare percorsi alternativi in caso di guasti
 - Indirizzamento
 - logico
 - Algoritmi di instradamento
 - definizione e/o apprendimento (completo o parziale) della topologia della rete, calcolo del percorso su base locale e/o globale, riconfigurazione in caso di guasti, etc.
 - Non necessariamente garantisce
 - affidabilità della trasmissione delle trame, non duplicazione alla destinazione, rispetto alla destinazione del loro ordine di invio
- **è responsabile della consegna mittente-destinatario di un pacchetto**

Applicazione
Presentazione
Sessione
Trasporto
Rete
Dati
Fisico

LIVELLO TRASPORTO

□ **Compito:**

- trasferire *end-to-end* l'informazione (messaggio) affidabilmente e trasparentemente, ottimizzando l'uso delle risorse
- **Affidabilità'**
 - tutte le trame arrivano a destinazione, in copia unica e in ordine
- **Trasparenza**
 - "forma" dell'informazione qual era alla sorgente conservata a destinazione
- **Ottimizzazione**
 - traffico ripartito sui canali disponibili, prevenzione della congestione della rete
- **Funzioni:** segmentazione, riassettaggio, controllo della connessione, controllo flusso, controllo errore (e2e)

Applicazione
Presentazione
Sessione
Trasporto
Rete
Dati
Fisico

LIVELLO SESSIONE

□ **Compito:**

- gestire il dialogo *end-to-end* tra due programmi applicativi che debbono comunicare
- Dialogo
 - garantire la mutua esclusione nell'utilizzo di risorse condivise, intercalare domande e risposte garantendo la consequenzialita'
- Sincronizzazione
 - stabilire punti intermedi nella comunicazione rispetto ai quali entrambe le parti abbiano la garanzia che quanto accaduto "prima" sia andato a buon fine

Applicazione
Presentazione
Sessione
Trasporto
Rete
Dati
Fisico

LIVELLO PRESENTAZIONE

□ **Compito:**

- gestire la sintassi dell'informazione lungo l'intero percorso *end-to-end*, convertendo l'uno nell'altro i vari formati
- **traslazione, crittografia, compressione**

Applicazione
Presentazione
Sessione
Trasporto
Rete
Dati
Fisico

LIVELLO APPLICAZIONE

□ **Compito:**

- definire i servizi attraverso cui l'utente utilizza la rete, con tutte le relative interfacce di accesso
- Servizi di utente
 - terminale virtuale, trasferimento di file, posta elettronica, servizi di directory, etc.
- Servizi di sistema operativo
 - risoluzione di nomi, localizzazione di risorse, sincronizzazione degli orologi tra sistemi diversi, controllo di diritti di accesso, etc.



Perché 7 livelli?

- È necessario una cima ed un fondo $\Rightarrow 2$
- è necessario nascondere il collegamento fisico, dunque c'è bisogno di un datalink $\Rightarrow 3$
- sono necessarie sia azioni end-to-end che link-to-link (nodo-nodo); pertanto occorrono almeno sia un livello di rete che uno di trasporto $\Rightarrow 5$
- Sessione e presentazione non sono così importanti e sono spesso ignorati
- così sono necessari almeno 5 livelli, e 7 sembrano eccessivi

Pila protocollare di Internet

- **applicazione:** supporta le applicazioni di rete
 - FTP, SMTP, HTTP
- **trasporto:** trasferimento dati host-host
 - TCP, UDP
- **rete:** instradamento dei datagrammi dalla sorgente alla destinazione
 - IP, ICMP
- **link:** trasferimento dati tra elementi di rete vicini
 - ◆ PPP, Ethernet (IEEE 802.3), ... qualunque cosa



Stratificazione protocollare e dati

IMBUSTAMENTO dei messaggi

- Processo **ricorsivo**, che può essere ripetuto per un numero indefinito di livelli
- Processo **reversibile**, che può essere riportato ad uno stato precedente senza perdite

