

Modelli correnti e standard

Gli standard e le reti di comunicazione

Per lo sviluppo delle telecomunicazioni risultano fondamentali gli standard, che definiscono delle serie di regole secondo cui i sistemi e le reti di telecomunicazioni devono operare. Grazie agli standard è possibile che reti di amministrazioni o paesi diversi possano interconnettersi (si pensi alla rete telefonica con la teleselezione internazionale), che i terminali di utente continuino a funzionare anche in reti diverse (si pensi alla radio, alla televisione, al telefono cellulare) e così via.

La problematica della definizione e negoziazione degli standard ha quindi accompagnato da sempre il mondo delle reti di telecomunicazioni.

L'ente internazionale che istituzionalmente si occupa dell'emanazione di questi standard è l'**International Telecommunication Union (ITU)**, nato nel 1865 e rimasto sempre operativo da allora.

L'ITU (<http://www.itu.int>) emana delle **Raccomandazioni** che sono standard per la realizzazione di sistemi e reti di telecomunicazioni.

Nonostante sia certamente un soggetto importante nello scenario della standardizzazione delle telecomunicazioni l'ITU non è l'unico ente che emana o ha emanato standard. Altri enti pubblici e privati si sono occupati di queste problematiche e sono stati, a vario titolo promotori di standard:

- **ISO** - <http://www.iso.org>;
- **ETSI** - <http://www.etsi.org>;
- **IEEE** - <http://www.ieee.org>;
- **EIA** - <http://www.eia.org>;
- **IETF** - <http://www.ietf.org>;

Reti di calcolatori

Storicamente le prime reti di calcolatori vengono sviluppate negli anni '70. L'esperimento pilota, finanziato dall'agenzia statunitense *DARPA*, prende il nome di *ARPAnet* e nasce ufficialmente nel 1969.

A questa esperienza seguono, nel corso degli anni '70, numerose implementazioni di reti di calcolatori, molte delle quali di tipo proprietario, cioè sviluppate da un solo costruttore ed incompatibili con sistemi di altri costruttori. Alcune tra le più note furono **DECnet** della *Digital*, **SNA** di *IBM* e **XNS** della *Xerox*.

La caratteristica fondamentale di queste reti è quella di essere sistemi chiusi, ossia sostanzialmente incapaci di comunicare fra loro. Una volta che un utente decide di adottare una di queste reti è legato al relativo produttore, che è l'unico fornitore di apparati compatibili con la rete installata. Questo fenomeno detto di *captivity*, limita molto le scelte dell'utente, che è costretto a seguire l'evoluzione e le scelte tecnologiche del tipo di rete che ha scelto.

Al contrario sarebbe auspicabile che queste reti fossero sistemi aperti, ossia tali che qualunque calcolatore fosse in grado di comunicare con qualunque altro indipendentemente dalla sua architettura e dal suo costruttore. Un sistema aperto ha infatti alcuni importanti vantaggi:

- favorire la diffusione delle reti di calcolatori tramite l'interconnessione delle reti esistenti;
- rendere possibile agli utenti e ai costruttori di reti approvvigionarsi da qualunque produttore, favorendo la concorrenza.

Modello di comunicazione a strati

Per realizzare reti di calcolatori che siano sistemi aperti è necessario:

- delineare un modello di riferimento per la comunicazione fra calcolatori che sia base comune di questi sistemi;
- giungere alla definizione di standard universalmente accettati che specifichino in modo preciso le funzioni che sono necessarie per realizzare la comunicazione.

La comunicazione fra calcolatori di tipo diverso è in generale un problema abbastanza complesso. Per semplificare la progettazione dal punto di vista tecnico di una rete di calcolatori risulta quindi conveniente suddividere il problema complessivo in una serie di sottoproblemi ben confinati, chiarendo poi come essi debbano interagire.

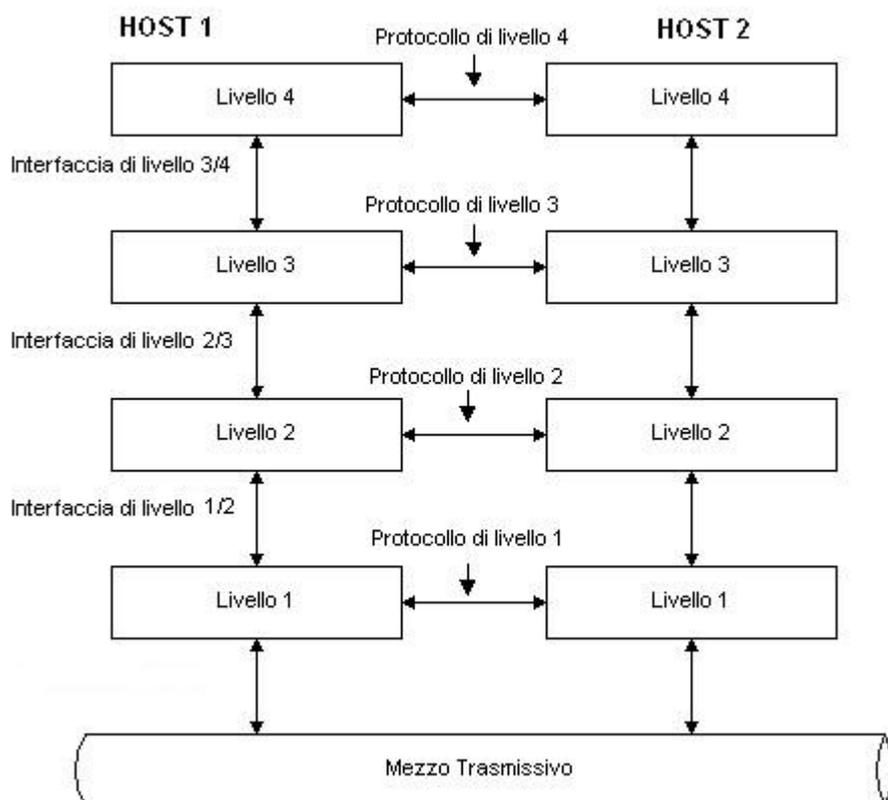
Questo tipo di approccio è stato sostanzialmente comune a tutte le implementazioni di reti di calcolatori, anche quando queste si presentavano come sistemi chiusi.

I vantaggi che si hanno nell'operare un approccio a strati sono:

- riduzione della complessità nella costruzione di architetture protocollari introducendo livelli di astrazione;
- indipendenza per l'operatività e le strutture interne di ogni strato; ogni strato deve compiere un compito diverso dagli altri e la sua struttura non è vincolata da quella degli altri livelli;
- interazione tramite servizi; i livelli sono disposti a pila, uno sopra l'altro. Ogni livello fornisce servizi al livello superiore e usufruisce di servizi dal livello sottostante, comunicando tramite la loro interfaccia;
- facilità di attuare cambiamenti su uno strato senza alterare i restanti; gli strati interagiscono tra loro tramite servizi, essendo quindi indipendenti tra loro possono essere modificati nel tempo con nuove tecnologie senza che questo richieda interventi negli altri strati;
- possibilità di utilizzare differenti protocolli per compiti specifici con complessità più trattabile; potendo scegliere le modalità di funzionamento e il livello su cui operare le funzioni di **commutazione** e di multiplazione, si possono ottimizzare alcuni aspetti del modo di trasferimento.

Due livelli di pari grado posti su due calcolatori differenti comunicano tra loro tramite **protocollo**, mentre due livelli adiacenti della stessa macchina comunicano tra loro tramite **interfaccia**.

L'obiettivo di un livello è quello di servire servizi al livello superiore nascondendo a questo il modo in cui i servizi sono realizzati.



Modello ISO-OSI

Nei primi anni '80 l'ISO promuove un'azione volta alla definizione di un modello di riferimento a strati e di una serie di standard per protocolli e interfacce atti a realizzare dei sistemi aperti. Questo lavoro prende il nome di **Open System Interconnection** o **OSI**.

L'ISO-OSI (Open System Interconnection) Reference Model ha lo scopo di:

- fornire uno standard per la connessione di sistemi aperti;
- fornire una base comune per lo sviluppo di nuovi standard per l'interconnessione di sistemi;
- fornire un modello rispetto a cui confrontare le architetture di rete.

Il modello OSI non definisce di per sé dei protocolli specifici di comunicazione, non può essere considerato quindi come un'architettura di rete. Il numero di livelli che compongono il modello strutturale è stato scelto in modo da associare una specifica funzionalità per livello, senza presentare funzionalità ridondanti su più livelli.

OSI è costituito da 7 livelli:

- **strato fisico**; ha come compito principale effettuare il trasferimento fisico delle cifre binarie tra i due sistemi in comunicazione;
- **strato di collegamento (data link)**; la sua funzione fondamentale è quella di rivelare e recuperare gli errori trasmissivi che potrebbero essersi verificati durante il trasferimento fisico;
- **strato di rete (network)**; rende invisibile allo strato superiore il modo in cui sono utilizzate le risorse di rete per la fase di instradamento;
- **strato di trasporto (transport)**; fornisce le risorse per il trasferimento trasparente di informazioni;
- **strato di sessione (session)**; assicura la possibilità di instaurare un colloquio tra due sistemi;
- **strato di presentazione (presentation)**; è interessato alla sintassi e alla semantica delle

informazioni da trasferire;

- **strato di applicazione (application)**; ha lo scopo di fornire ai processi residenti nei due sistemi in comunicazione i mezzi per accedere all'ambiente OSI.



Modello Internet

La rete **Internet** si è sviluppata al di fuori dal modello ISO-OSI e presenta una struttura solo parzialmente aderente al modello **OSI**.

L'architettura di rete **Internet Protocol Suite** nota anche come architettura TCP/IP, è una architettura composta da 4 strati:

- strato di accesso alla rete (*network access layer*); comprende le funzioni che nel modello OSI sono comprese negli strati fisico, di collegamento e parte di quello di rete, non è specificato nell'architettura, perché prevede di utilizzare quelli delle varie piattaforme *hardware* e conformi agli standard;
- strato *Internet Protocol* (IP); è collocabile nella parte alta dello strato di rete del modello OSI, è di tipo senza connessione e *best effort*, si occupa di instradare e di controllo di congestione;
- strato di trasporto (TCO o **UDP**); corrisponde al livello di trasporto del modello OSI, ed è implementato in due versioni, **TCP** (*Transmission Control Protocol*) che è un **protocollo** con connessione ed affidabile, e **UDP** (*User Datagram Protocol*) che è senza connessione e non affidabile;
- strato di applicazione (*application protocol*); nell'architettura Internet non sono previsti gli strati di sessione e di presentazione, ma solo quello di applicazione; questo strato contiene i protocolli utilizzati poi dai programmi residenti sulle macchine. I protocolli utilizzati in questo strato sono **FTP** (*File Transfer Protocol* - per il trasferimento dei file), **POP** (*Post Office Protocol*) e **SMTP** (*Simple Mail Transfer Protocol*) per la posta elettronica, **Telnet** per il terminale virtuale, **HTTP** (*HyperText Transfer Protocol* - per le pagine *Web*), **DNS** (*Domain Name Service* - per convertire nomi alfanumerici in indirizzi IP), **NNTP** (*News Network Transfer Protocol* - trasferimento articoli dei *newsgroup*)

Modello OSI	Modello Internet
Applicazione	Applicazione
Presentazione	
Sessione	
Trasporto	Trasporto
Rete	Internet
Collegamento	Accesso alla rete
Fisico	

Le reti locali ed lo standard IEEE 802

Una **rete locale (LAN)** può essere definita come un'infrastruttura di telecomunicazioni che consente ad apparati *indipendenti* di comunicare in un'*area limitata* attraverso un *canale fisico condiviso* ad *elevata bit-rate* e con *bassi tassi di errore*.

Quindi, se si parla di reti locali, si intendono reti caratterizzate da estensione geografica limitata, dell'ordine di qualche chilometro al massimo, velocità di trasmissione (*bit-rate*) medio-alta, compresa tra 10-1000 Mbps (associata ad una bassa probabilità di errore per bit) e costi relativamente bassi. L'esigenza di contenere i costi porta alla scelta di topologie di rete molto semplici (a **bus** o ad anello), e a un utilizzo condiviso delle risorse trasmissive. L'utilizzo condiviso del mezzo trasmissivo è stato preferito ad un utilizzo esclusivo del mezzo anche per un'altra ragione. L'utente di LAN per la maggior parte del tempo non accede al mezzo trasmissivo, ma quando vi accede richiede delle prestazioni elevate. Se il mezzo fosse suddiviso in un numero di parti pari agli utenti che vi partecipano e ciascuna parte assegnata staticamente ed esclusivamente ad ogni utente, la velocità trasmissiva sarebbe notevolmente inferiore. Inoltre, i terminali interconnessi tramite una rete locale sono tipicamente indipendenti e tutti uguali tra loro, nel senso che non ce n'è uno che debba svolgere funzioni diverse dagli altri per il corretto funzionamento della LAN stessa, o che abbia diritto più degli altri all'utilizzo del mezzo condiviso.

A causa delle caratteristiche peculiari delle LAN, che ne fanno uno strumento utilissimo all'interno di uffici, fabbriche e laboratori, diversi produttori di macchine da ufficio in passato hanno proposto numerose soluzioni proprietarie per interconnettere apparati in un'area limitata. La necessità, poi, di regolamentare ed unificare tutte queste soluzioni ha portato allo sviluppo di veri e propri standard internazionali che definiscono in maniera precisa le caratteristiche tecniche di diversi tipi di LAN, derivandole comunque dai migliori e più diffusi prodotti commerciali.

In particolare l'organizzazione internazionale denominata **IEEE** (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) ha sviluppato una serie di standard per le LAN attraverso il progetto **IEEE 802**, che si inquadra nei primi due strati del modello ISO-OSI: esso standardizza quindi strato fisico e strato di collegamento di diversi tipi di LAN. Proprio a causa del numero di problematiche eterogenee affrontate dallo standard IEEE 802, esso è stato suddiviso in diversi documenti (emanati dai relativi gruppi di lavoro in cui è suddiviso il comitato IEEE 802), i più importanti dei quali sono:

- **802.1** - introduce l'insieme degli standard e definisce l'architettura del modello 802;
- **802.2** - standardizza il livello più alto chiamato **Logical Link Control**;
- **802.3** - standardizza il protocollo **CSMA/CD**, noto anche come **Ethernet**;

- **802.4** - standardizza il protocollo *Token Bus*;
- **802.5** - standardizza il protocollo **Token Ring**;
- **802.11** - standardizza un protocollo per reti locali via radio (*wireless LAN*).

IEEE 802.1 - Architettura

L'architettura degli standard **IEEE 802** per reti locali è definita nel documento 802.1.

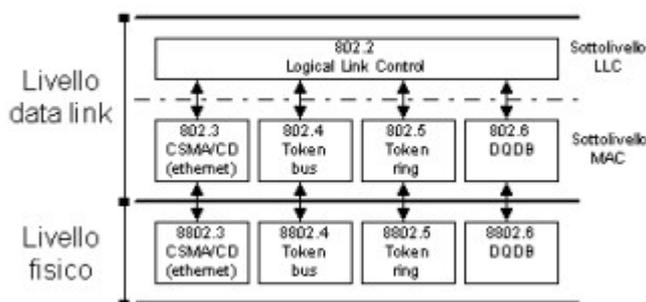


Il modello IEEE 802 si conforma al modello ISO-OSI, inquadrandosi perfettamente nei primi due livelli, fisico e di collegamento. Tuttavia, il modello IEEE 802 suddivide il secondo livello in due sottolivelli:

- **LLC (*Logical Link Control*)**, comune a tutti i tipi di LAN e avente lo scopo di fornire un'interfaccia unificata con il livello superiore (di rete);
- **MAC (*Media Access Control*)**, diverso per ciascun tipo di LAN e strettamente legato al relativo livello fisico;

Inoltre lo strato fisico definisce la tipologia di mezzo trasmissivo da utilizzare, le caratteristiche elettriche e meccaniche dell'interfaccia a tale mezzo e la topologia da utilizzare, cioè come la rete locale deve essere strutturata fisicamente. Le più importanti topologie adottate nelle LAN sono:

- **BUS**;
- **STELLA**;
- **ANELLO**;



Il sottolivello MAC

Per ciascun tipo di LAN, mentre il livello fisico specifica il mezzo trasmissivo da usare, la topologia e le modalità di trasmissione e ricezione dei bit di informazione, il sottolivello **MAC** si occupa delle seguenti problematiche:

- assemblamento dei dati provenienti dal sottolivello superiore **LLC** in trame con l'**indirizzo** sorgente, di destinazione ed il campo per il controllo degli errori;

- disassemblamento delle trame ricevute e consegna dei dati al sottolivello LLC;
- riconoscimento dell'indirizzo di destinazione;
- individuazione degli errori: il **canale** trasmissivo viene ritenuto sufficientemente esente da errori, per cui al più viene scartata la **trama** errata;
- regolamentazione dell'accesso al mezzo trasmissivo.

In particolare, il problema dell'accesso al mezzo è critico ed è legato al fatto che le reti locali utilizzano un unico mezzo condiviso tra i calcolatori connessi: reti di questo tipo sono dette **reti broadcast**, perché i dati trasmessi sul canale da una macchina vengono ricevuti da tutte le altre. Le stazioni collegate utilizzano il mezzo trasmissivo con tecnica di *multiplazione statistica*, cioè il **nod** che ha necessità di trasmettere richiede l'accesso al mezzo finché non ne entra in possesso, eseguendo una procedura, definita nel **protocollo** di accesso del MAC, chiamata *Channel Access Procedure (CAP)*. Il protocollo di accesso non ha un meccanismo di controllo centralizzato, ma è paritetico e distribuito; non esiste quindi un organo di arbitraggio con il compito di ricevere le richieste dalle stazioni e di assegnare la risorsa trasmissiva. La multiplazione non è centralizzata e deterministica, ma tutte le stazioni concorrono alla formazione del flusso informativo multiplato in maniera statistica. I possibili protocolli di accesso sono raggruppabili in due categorie:

- **protocolli ad accesso casuale**, in cui si trasmette senza acquisire il controllo della risorsa canale ed in cui è possibile la **collisione** fra più trasmissioni contemporanee; in tal caso la collisione, che provoca la perdita dell'informazione, va risolta dal protocollo stesso tramite un apposito algoritmo, detto *Collision Resolution Algorithm (CRA)*;
- **protocolli ad accesso controllato**, secondo i quali prima di trasmettere bisogna acquisire il controllo esclusivo della risorsa canale, in modo da evitare qualsiasi tipo di collisione; la peculiarità di ciascun protocollo ad accesso controllato è la modalità di assegnazione del canale.

L'utilizzo di reti di tipo *broadcast*, inoltre, implica la necessità di avere un sistema di indirizzamento univoco a livello MAC: poiché i dati inviati da una **stazione** vengono ricevuti da tutte le altre, è necessario indicare nella trama MAC a chi sono effettivamente destinati (indirizzo di destinazione) e chi ne è il mittente (indirizzo sorgente).

IEEE 802.2 - Il sottolivello LLC

Il sottolivello **LLC**, i relativi servizi offerti ed il **protocollo** che li implementa sono standardizzati nel documento IEEE 802.2. L'utilizzo di LLC ha due scopi principali:

- servire da ponte tra i vari standard del sottolivello **MAC** e il livello di rete, offrendo un'interfaccia unificata e svincolata dalle differenze tra diversi tipi di LAN;
- fornire, se richiesto dal livello superiore, un servizio più sofisticato di quello offerto dai vari sottolivelli MAC, che offrono solo servizi a **datagramma** non affidabili; i servizi offerti da LLC sono:
 - servizio a datagramma non affidabile; in pratica non aggiunge nulla alla modalità prevista dal MAC;
 - servizio a datagramma confermato; prevede che, al momento della ricezione di una **trama**, il destinatario invii un messaggio che ne confermi la corretta ricezione; il mancato ricevimento, da parte della sorgente, della conferma comporta la **ritrasmissione** della trama non confermata;
 - servizio affidabile orientato alla connessione; prevede l'instaurazione di una connessione, l'invio dei dati e la chiusura della connessione, garantendo così che ogni trama sia consegnata correttamente e nell'ordine giusto.

Mentre il sottolivello MAC si limita a rilevare gli errori e a scartare le trame errate, LLC invece espleta la gestione degli errori, richiedendo le eventuali ritrasmissioni delle trame errate. Il

protocollo adottato per LLC è una versione semplificata di **HDLC**, in quanto non deve gestire problematiche come il **bit stuffing** e la delimitazione delle trame, visto che si appoggia sul sottolivello MAC.