



Introduzione alle reti

Utilizzo delle reti

- Servizi Internet (Web, posta elettronica, messaggistica, trasferimento file, collegamenti remoti...)
- Servizi di rete locale (servizi di autenticazione, condivisione di risorse,...)

In ogni caso ormai le reti utilizzando sempre lo stack di protocolli (la tecnologia) della rete Internet

Internet

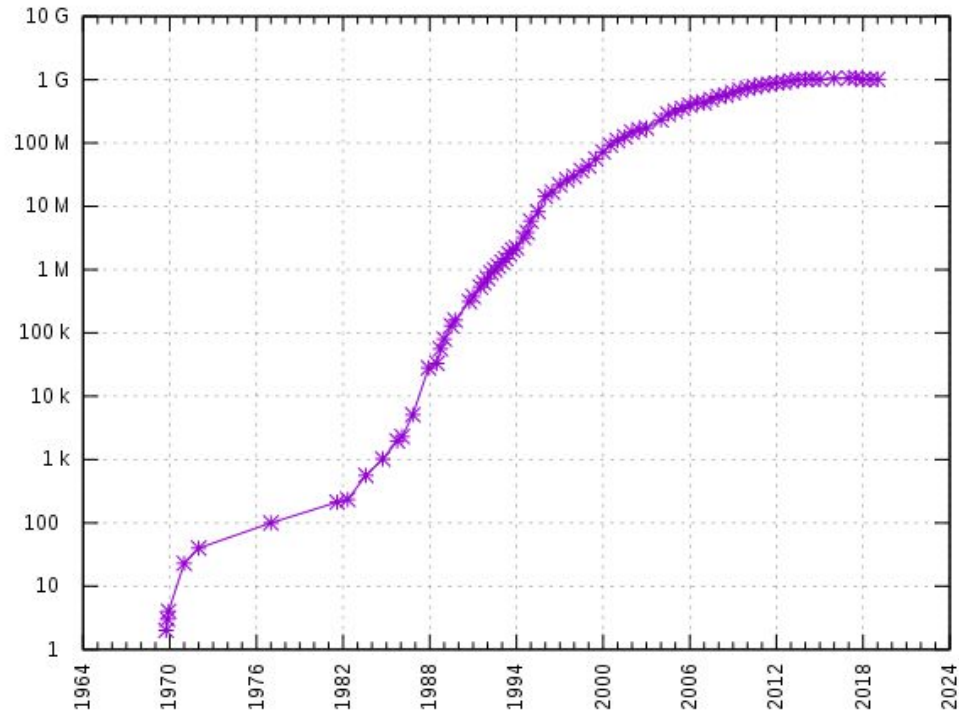
Internet" refers to the global information system that:

- is logically linked together by a globally unique address space based on the Internet Protocol (IP) or its subsequent extensions/follow-ons;
- is able to support communications using the Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) suite or its subsequent extensions/follow-ons, and/or other IP-compatible protocols;
- provides, uses or makes accessible, either publicly or privately, high level services layered on the communications and related infrastructure described herein.

Un po' di storia...

- 1969: ARPANET, progetto militare per una rete in grado di funzionare anche in caso di distruzione parziale di componenti;
- 1981: protocolli IPv4 e TCP;
- 1983: Milnet esca da ARPAnet, nasce NSFnet (Università e centri di ricerca USA e in seguito mondo);
- 1991: al Cern di Ginevra nasce il World Wide Web;
- 1995: NSF esce dal progetto, inizia la possibilità di utilizzo della rete per scopi commerciali.

Internet Hosts Count



Autori:

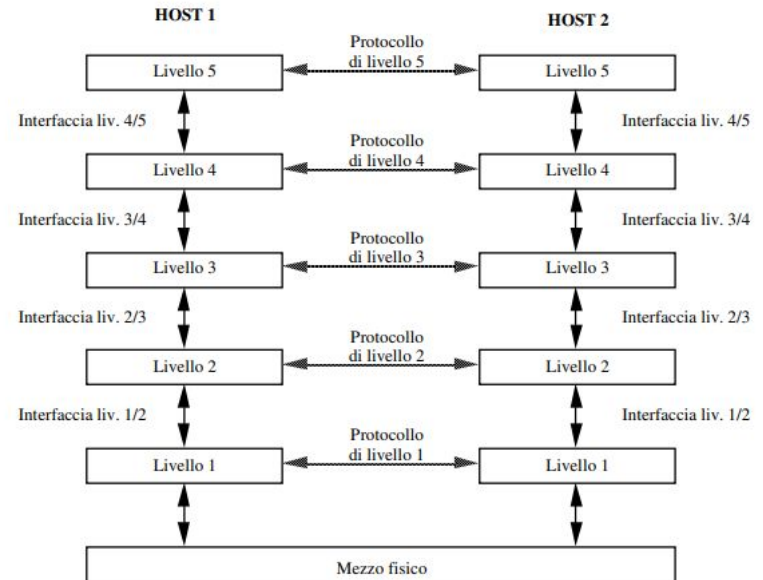
<https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Kopiersperre>, <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Ke4roh>



Organizzazione del s/w di rete: stack di protocolli

Il s/w di rete è organizzato in **livelli**.

A ogni livello è assegnato un **compito** specifico. I livelli vengono ordinati dal basso (vicino alla macchina fisica) verso l'alto (vicino all'utente).

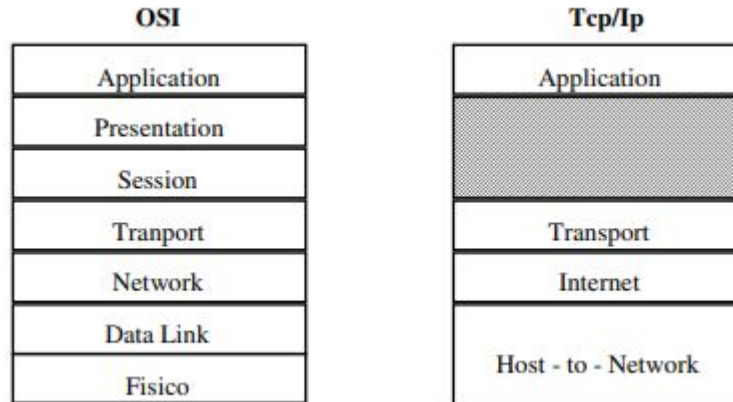


Organizzazione del s/w di rete: stack di protocolli

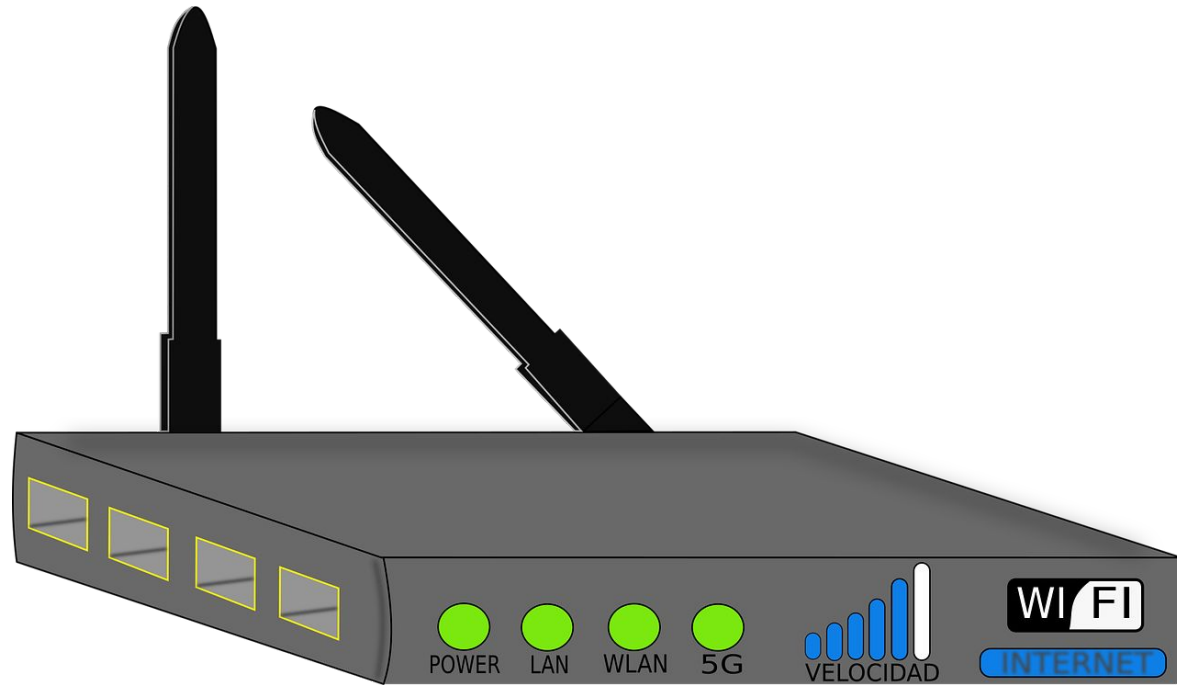
Sono importanti le definizioni di:

- **entità**: l'insieme dell'h/w e del s/w che realizza i compiti di un livello;
- **interfaccia**: l'insieme delle regole di comunicazione tra entità di livelli adiacenti;
- **protocollo**: l'insieme delle regole di comunicazione tra entità di pari livello.

Abbiamo due modelli di riferimento per le reti



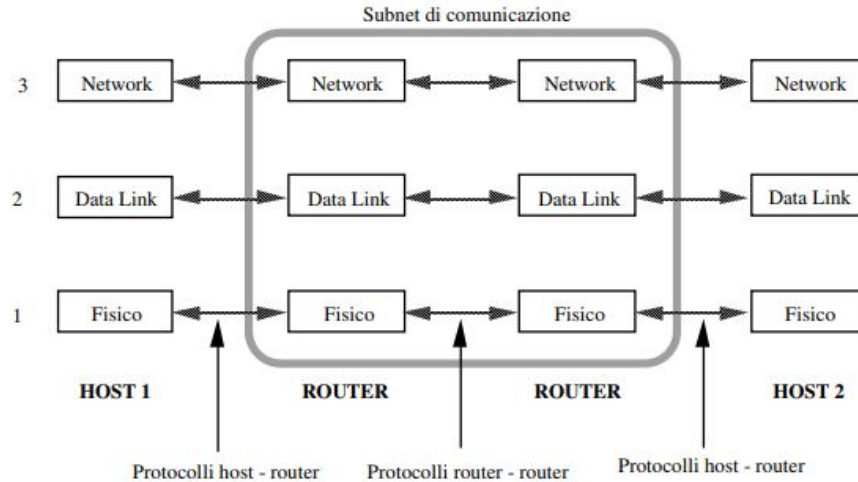
Perché i livelli?



Anche un dispositivo semplice come un modem router...

- Ha tre diversi tipi di interfaccia fisica:
 - porte per il collegamento cablato 802.3,
 - antenna per il collegamento 802.11,
 - porta per il collegamento PPPoE alla rete telefonica;
- deve quindi essere in grado di gestire diversi tipi di segnale (cioè diverse codifiche dei bit) diverse modalità di accesso al canale;
- deve poi instradare pacchetti tra le diverse linee di comunicazione.

I primi tre livelli del modello ISO/OSI



I primi tre livelli del modello ISO/OSI...

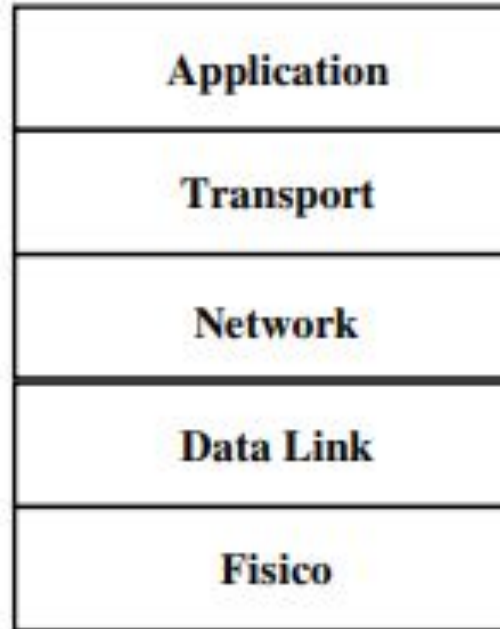
- ★ **Fisico**: si occupa di trasmettere e ricevere i bit sul mezzo trasmissivo.
- ★ **Data link**: si occupa della gestione del flusso e degli errori; ha lo scopo di garantire una linea di trasmissione priva di errori non segnalati. È diviso in due sottolivelli, MAC e LLC.
- ★ **Rete**: controlla il funzionamento della sottorete di comunicazione, si occupa di routing e forwarding.

N.B. Il livello **link** (host to network) svolge gli stessi compiti di fisico+data link, il livello **internet** di fatto corrisponde al livello rete.

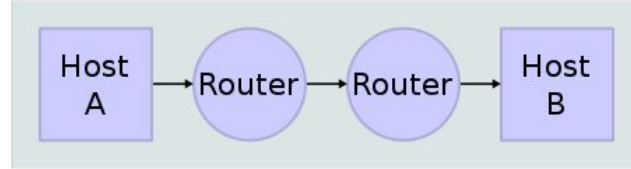
... gli altri quattro livelli:

- ★ **Trasporto**: migliora le caratteristiche offerte dal livello di rete (es. connessioni end-to-end, affidabilità).
- ★ **Sessione**: comunicazione inter-host, sessioni di lavoro.
- ★ **Presentazione**: rappresentazione dei dati, crittografia.
- ★ **Applicazione**: processi di rete, applicazioni.

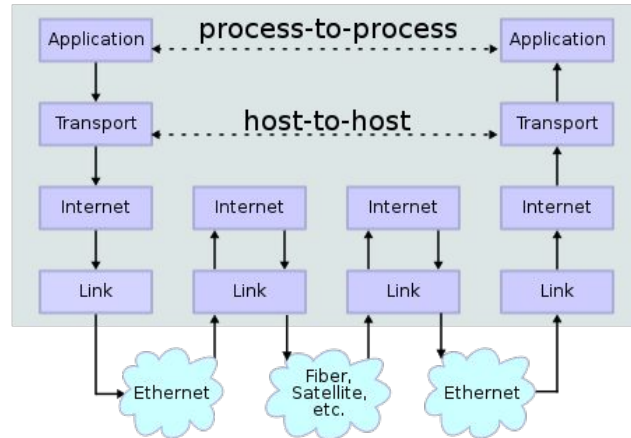
I livelli **trasporto** e **applicazione** della pila TCP/IP hanno le stesse funzionalità dei corrispondenti livelli della pila OSI, mentre le funzioni di sessione e presentazione se necessarie sono realizzate dalle applicazioni.



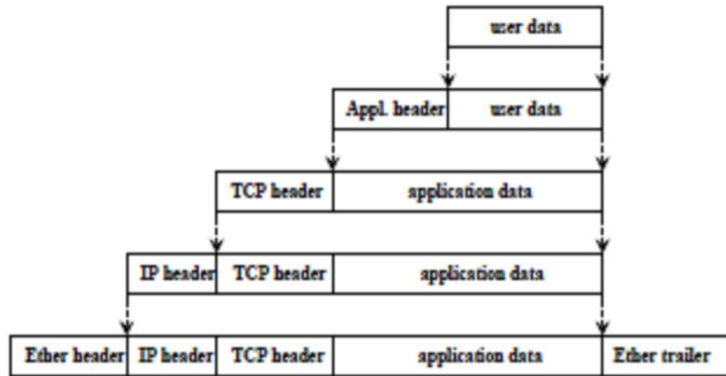
Network Topology



Data Flow



Protocol data unit (PDU)



Ogni livello organizza i dati in unità definite dal protocollo.

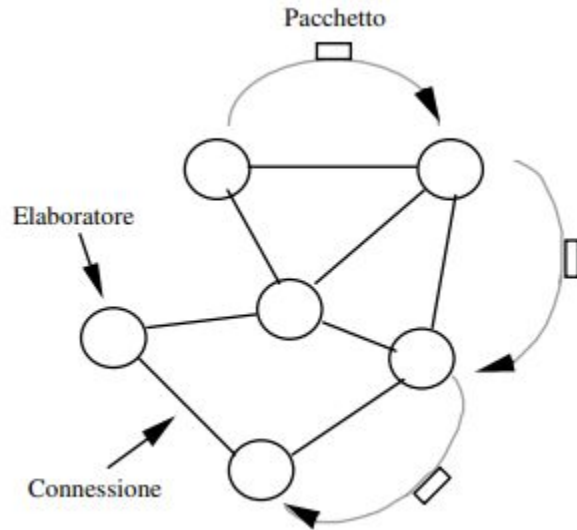
Le PDU hanno nomi diversi ai diversi livelli: messaggi (applicazione), segmenti (trasporto), pacchetti (rete), frame o trame (data link).

Tecnologie trasmissive

Broadcast: le stazioni condividono un unico canale trasmissivo, una sola stazione alla volta può trasmettere, tutte le altre possono “sentire” (non “ascoltare”). Per trasmettere protocollo MAC.



Tecnologie trasmissive



Punto-punto: connessioni fra coppie di elaboratori.

Per arrivare dalla sorgente alla destinazione, un pacchetto può dover attraversare uno o più elaboratori intermedi (routing).

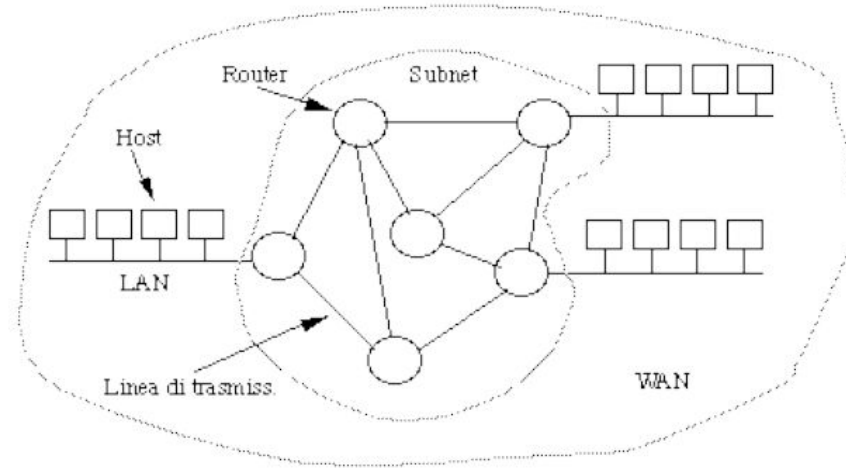
Scala dimensionale

- ★ LAN (Local Area Network):
 - contenute in un edificio o campus;
 - collegamenti gestiti da organizzazione “privata”;
 - tipicamente broadcast;
 - velocità maggiori, tassi di errore minore rispetto alle reti geografiche.

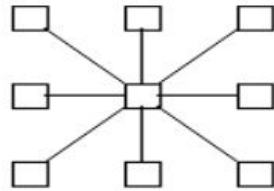
Scala dimensionale

- ★ WAN (Wide Area Network, reti geografiche):
 - attraversamento suolo pubblico;
 - dimensione variabile, fino alla “planetaria”;
 - collegamenti tramite provider;
 - tipicamente punto-punto;
 - velocità minori, tassi di errore maggiori rispetto alle reti locali.

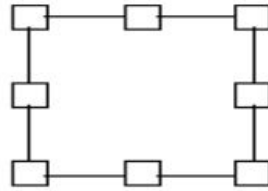
Una WAN può essere utilizzata per connettere più LAN fra loro



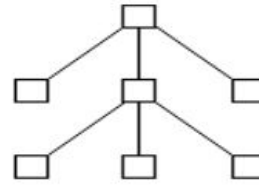
Topologie di rete



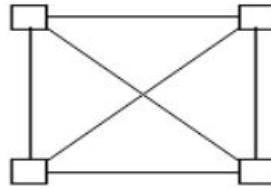
Stella



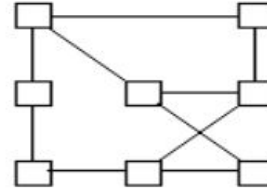
Anello



Albero



Compl. connessa



Magliatura

Servizi orientati alla connessione:

Per utilizzare il servizio:

- ★ si stabilisce una connessione tra le entità di pari livello, cioè si crea con opportuni mezzi un "canale di comunicazione" fra la sorgente e la destinazione. La relativa attività tipicamente coinvolge un certo numero di elaboratori nel cammino fra sorgente e destinazione;
- ★ la connessione, una volta stabilita, agisce come un tubo digitale lungo il quale scorrono tutti i dati trasmessi, che arrivano nello stesso ordine in cui sono partiti;
- ★ si rilascia la connessione (attività che coinvolge di nuovo tutti gli elaboratori sul cammino).

Analogia con il sistema telefonico.

Attenzione! Non confondere la connessione con il collegamento fisico.

Servizi non orientati alla connessione:

Le Protocol Data Unit (PDU) viaggiano indipendentemente le une dalle altre, possono prendere strade diverse ed arrivare in ordine diverso da quello di partenza o non arrivare affatto.

La fase è una sola: invio della PDU.

L'analogia è con il sistema postale.

Servizi affidabili e non affidabili

I servizi affidabili prevedono che l'entità ricevente spedisca una PDU di conferma (acknowledgement, ACK).

Con i servizi non affidabili questo non succede, quindi l'entità mittente non ha modo di sapere se la PDU trasmessa è arrivata o meno.

Segnali

Un segnale è una grandezza fisica variabile nel tempo alla cui variazione è associato un contenuto di informazione.

Dal punto di vista matematico un segnale può essere visto come un funzione $f(t)$ il cui il dominio viene chiamato insieme dei tempi (perché rappresenta l'intervallo di tempo durante il quale il segnale viene trasmesso) e il codominio viene chiamato insieme delle ampiezze.

La natura dell'insieme delle ampiezze dipende dal tipo di segnale, ad esempio se stiamo trasmettendo un segnale in cui la grandezza che varia è una tensione elettrica, potrebbe essere l'insieme dei valori tra -5V e 5V.

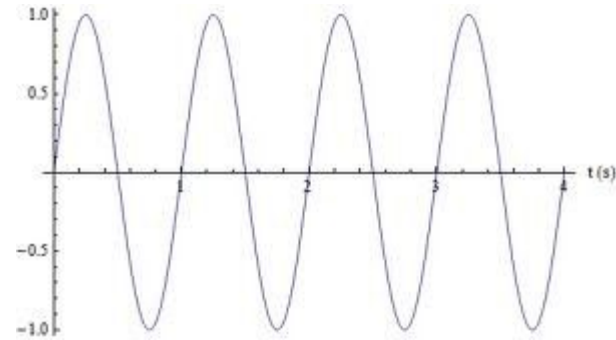
Trasmissione dei segnali

Un segnale può essere trasmesso a distanza variando opportunamente una qualche caratteristica fisica del mezzo scelto per la trasmissione.

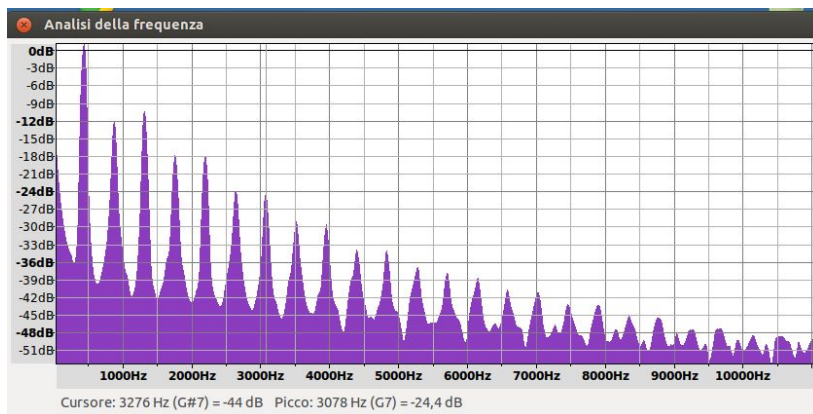
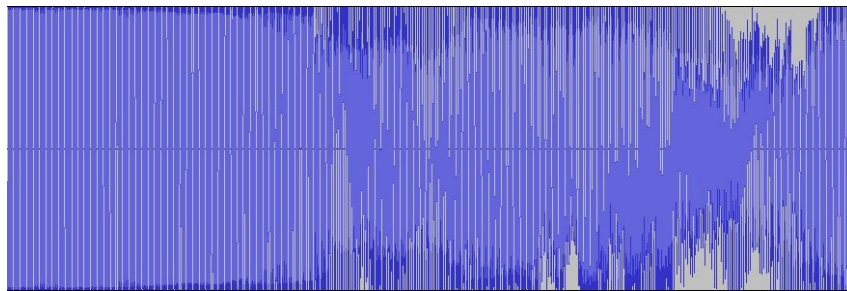
La variazione si propaga, con una certa velocità, lungo il mezzo di trasmissione e dopo un certo tempo arriva all'altra estremità del mezzo, dove può venir rilevata.

Ad esempio, se il mezzo è un cavo metallico, si può variare la tensione applicata ad un'estremità; la variazione di tensione verrà successivamente rilevata all'altra estremità.

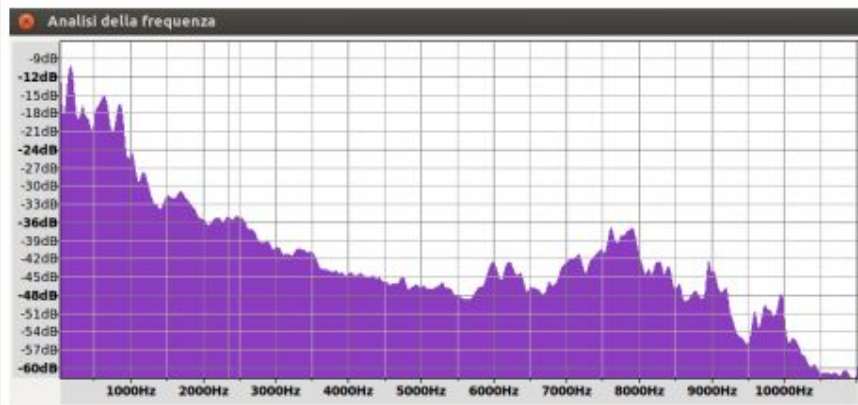
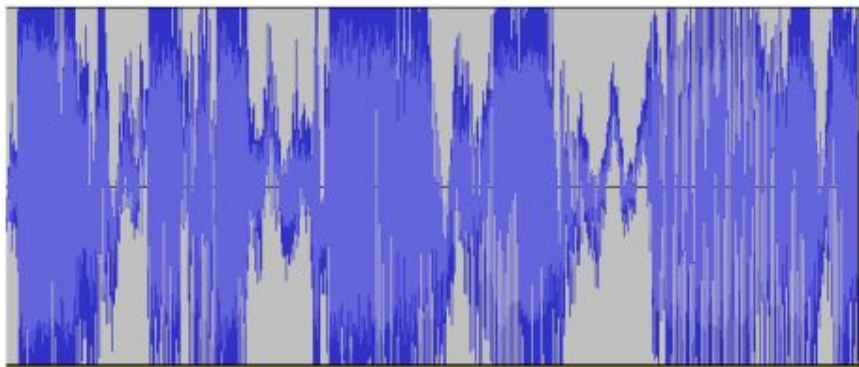
Analisi armonica: il LA del diapason



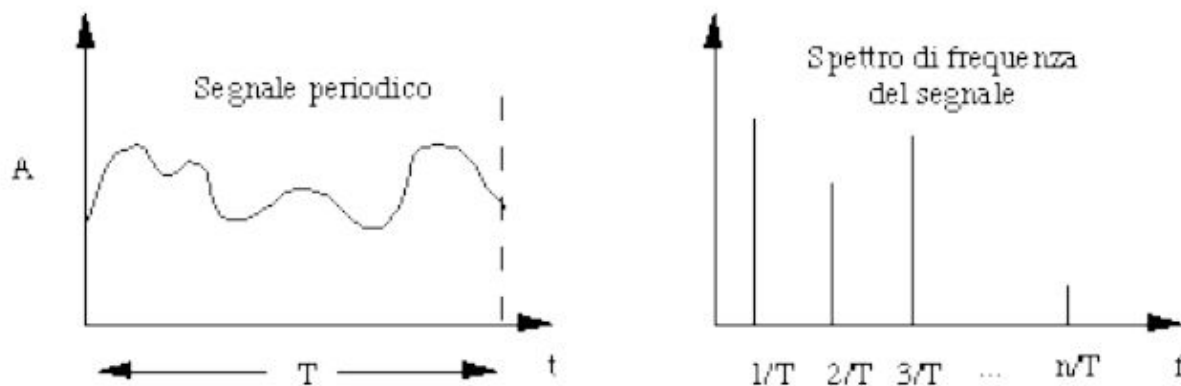
Analisi armonica: il LA del pianoforte



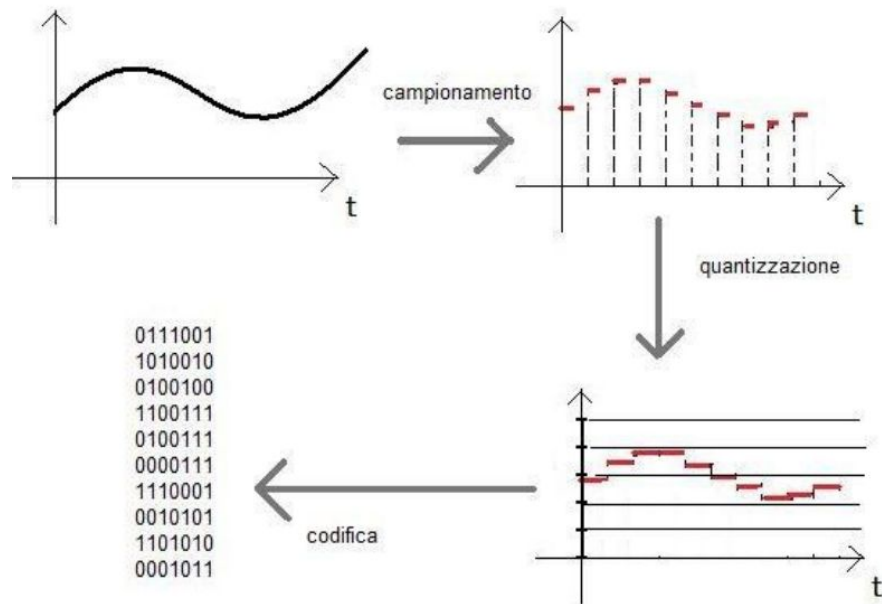
Analisi armonica: una frase



Un segnale e il suo spettro di frequenze



Conversione analogico-digitale



Campionamento

Il campionamento serve a discretizzare l'insieme dei tempi e consiste nel prendere il valore del segnale solo in alcuni istanti di tempo prefissati nel tempo, il segnale verrà sostituito dalla sequenza dei valori prelevati, che prendono appunto il nome di campioni (qui il termine “campione” è quindi usato nel senso di “esemplare”).

Ad esempio se un segnale dura 10 secondi e viene campionato con una frequenza di 100 campioni al secondo (significa prendere un campione ogni 10 millisecondi) si otterrà una sequenza di 1000 numeri che vanno a sostituire l'intero segnale.

Teorema di Nyquist-Shannon

Se si campiona un segnale a banda limitata B (B è la frequenza massima delle armoniche che compongono il segnale) con frequenza di campionamento $f_c \geq 2B$, il segnale può essere completamente ricostruito a partire dai suoi campioni.

Quantizzazione

I campioni sono numeri che appartengono a un insieme continuo, per poterli codificare con un numero finito di bit è necessario che assumano solo un numero finito di valori, appartenenti quindi a un insieme discreto.

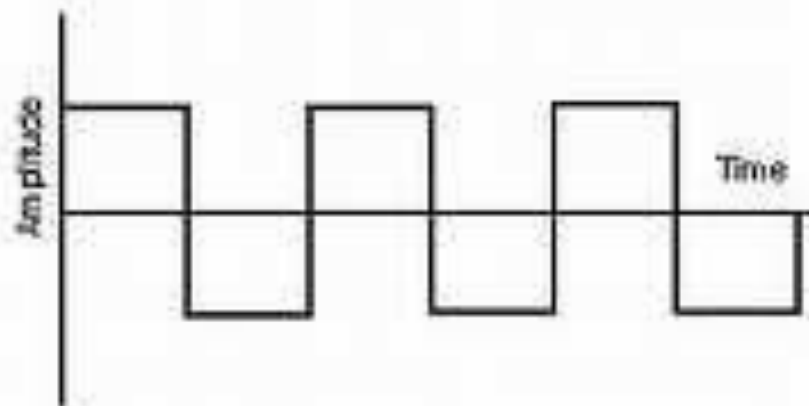
Per completare la conversione, oltre al campionamento è necessario effettuare la quantizzazione, che serve a discretizzare l'insieme delle ampiezze.

La quantizzazione non è completamente reversibile e introduce un errore chiamato “rumore di quantizzazione”.

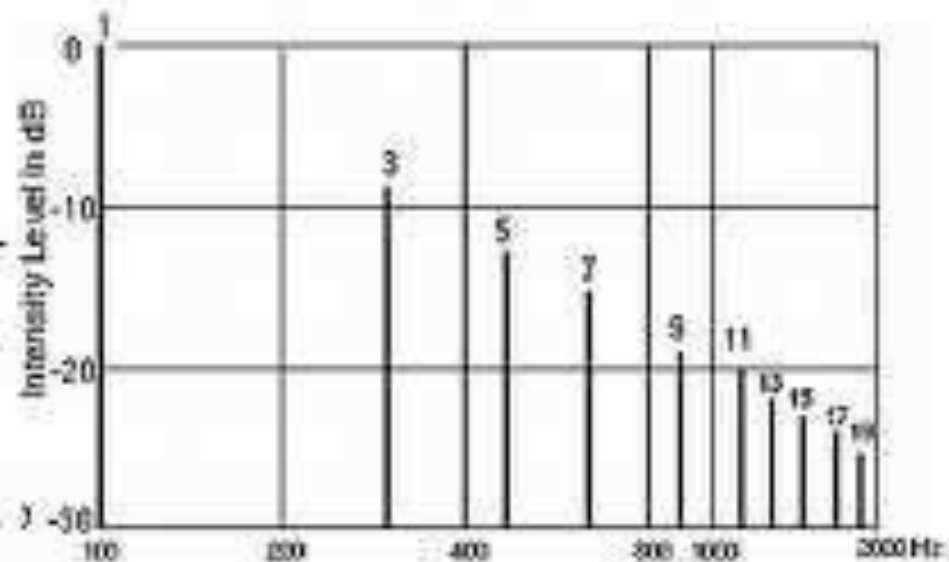
Caratteristiche del segnale digitale

Il segnale analogico può variare gradualmente in un intervallo costituito da un numero infinito di possibili valori;

Il segnale digitale può variare solamente passando bruscamente da un valore all'altro e i valori possibili del segnale appartengono a un insieme molto piccolo (da due a qualche decina). Queste variazioni molto rapide nel passaggio da un valore all'altro provocano la presenza di componenti ad alta frequenza nello spettro del segnale digitale.



$$\frac{2}{\pi} \left(\sin \omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t + \frac{1}{5} \sin 5\omega t + \frac{1}{7} \sin 7\omega t + \dots \right)$$

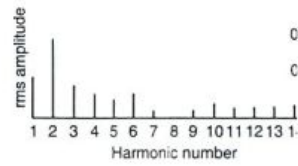
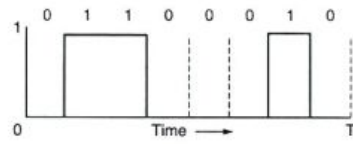


Banda passante

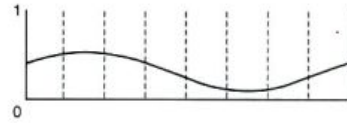
Anche i mezzi fisici sono caratterizzati da una banda di frequenze, detta **banda passante**, che rappresenta l'intervallo di frequenze che il mezzo fisico è in grado di trasmettere senza alterarle oltre certi limiti.

Le alterazioni principali sono la attenuazione e l'introduzione di ritardo (sfasamento), che di norma variano al variare delle frequenze trasmesse (e questo cambia completamente la forma d'onda del segnale risultante).

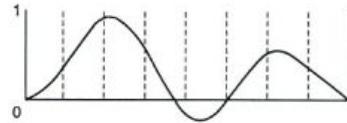
Componenti del segnale ad alta frequenza possono essere “filtrate” dal mezzo trasmissivo e non arrivare a destinazione.



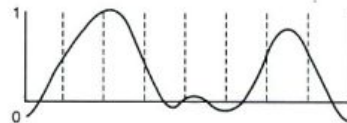
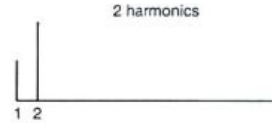
(a)



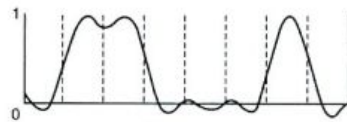
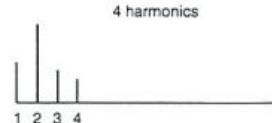
(b)



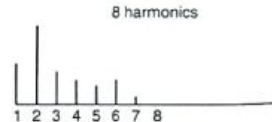
(c)



(d)



(e)



Teorema di Nyquist

Il massimo bit rate (velocità di trasmissione) di un canale di comunicazione dotato di una banda passante da 0 Hz ad B Hz (passa-basso di banda B) che trasporta un segnale consistente di V livelli discreti è:

$$\text{massimo bit rate (bit/sec.)} = 2B \log_2 V$$