**Introduzione**

Il termine **rete** (o sistema di comunicazione) è nato per indicare un collegamento tra due apparecchiature (sorgente e destinazione) attraverso un mezzo trasmissivo per effettuare una trasmissione di informazioni.

In passato le reti erano costituite da terminali remoti (senza alcuna capacità di elaborazione) collegati a unità centrali (**mainframe**) mediante linee telefoniche (**architettura centralizzata**). La realizzazione di questo tipo di reti era legata a soluzioni proprietarie ovvero soluzioni dipendenti dal costruttore e incompatibili con scelte di altri costruttori, le cui specifiche non sono pubbliche.

Attualmente per **rete di calcolatori** si intende un insieme di computer indipendenti, cioè che possono lavorare autonomamente, collegati fra loro in modo da potersi scambiare informazioni (**architettura distribuita**).

Inoltre si è sentita l’esigenza di realizzare **sistemi aperti** che consentono di collegare prodotti di costruttori diversi, rendendo necessario lo sviluppo do **standard** comuni.

Il collegamento di computer in rete (architettura distribuita) offre una maggiore **affidabilità (fault tolerance),** **minor costo** rispetto all’uso di mainframe e anche una maggiore **scalabilità**, ovvero la possibilità di aumentare le risorse della rete in base alle necessità.

Le reti permettono fra l’altro:

* **di condividere le risorse** (per esempio file, cartelle, stampanti, dischi ecc.)
* **di comunicare tra persone lontane** (attraverso posta elettronica, videoconferenze ecc.)
* **di utilizzare servizi** di vario tipo (consultazione di informazioni, commercio elettronico, applicazioni di tele-medicina ecc.). Questi servizi vengono detti anche servizi **telematici**

La maggior parte delle reti sono di tipo **client/server**. I **server** sono computer su cui girano delle applicazioni che mettono a disposizione delle risorse o dei servizi. I **client** sono computer che chiedono al server di accedere ad una risorsa o a un servizio. In una rete, di solito, ci sono pochi server, più potenti, condivisi e molti client poco potenti e meno costosi. Ma il ruolo non è così netto: uno stesso computer può svolgere i compiti da client o da server in situazioni diverse, server per una risorsa o un servizio, client per tutte le altre risorse/servizi.

Altre reti sono di tipo **peer-to-peer**, in cui tutti i computer sono allo stesso livello e mettono a disposizione risorse comuni. Quindi ogni computer è sia client che server. Un tipico esempio di rete peer-to-peer è il **file sharing** (condivisione di file tipicamente file musicali o file video) utilizzando la rete Internet. Una rete peer-to-peer è più semplice da gestire, ma non ha amministrazione e quindi è una rete meno sicura.

Ogni computer nella rete può essere usato in modo autonomo e quindi deve avere un proprio sistema operativo. Per il collegamento in rete deve utilizzare anche un opportuno **software di rete.** Attualmente i sistemi operativi sono dotati delle funzioni necessarie per il collegamento in rete, integrano cioè il software di rete necessario per la comunicazione tra computer.

Un’ulteriore evoluzione delle reti sono i **sistemi distribuiti**. Un sistema distribuito è una rete che usa un sistema operativo in grado di rendere trasparente all’utente l’esistenza di molteplici computer autonomi: l’utente utilizza il sistema distribuito in modo trasparente, cioè non sapendo dove si trovi in esecuzione il programma o dove si trovino i file che sta utilizzando. Un sistema distribuito può essere dotato di un sistema operativo distribuito su vari computer.

**Classificazioni**

Le reti possono essere classificate secondo diversi parametri, per esempio la tecnologia di trasmissione e la dimensione.

Dal punto di vista della **tecnologia di trasmissione** distinguiamo le reti di tipo broadcast o di tipo point to point.

Le reti con tecnologia **broadcast** hanno un unico canale di comunicazione condiviso da tutte le stazioni. Quando una stazione deve comunicare con un’altra stazione invia un messaggio che viene ricevuto da tutte le altre. Un campo indirizzo all’interno del messaggio indica poi a chi è diretto.

Le reti con tecnologia **point to point** usano collegamenti individuali tra coppie di stazioni. Per andare dal mittente al destinatario il messaggio può attraversare più stazioni intermedie.

Indipendentemente dalla tecnologia di trasmissione l’invio di un messaggio può essere rivolto:

* ad una stazione ben precisa (point to point)
* a tutte le stazioni (braodcasting)
* ad un gruppo di stazioni (multi casting)

Le reti con tecnologia broadcast per la loro natura permettono facilmente il braodcasting.

In base alla **dimensione** le reti si dividono in:

* **locali** (**LAN** – Local Area Network)
* **metropolitane** (**MAN** – Metropolitan Area Network)
* **geografiche** (**WAN** – Wide Area Network)

Le **reti locali** sono reti private occupanti un singolo edificio o edifici vicini ma non possono avere attraversamento di suolo pubblico. Hanno alte velocità e basso tasso di errore.

Le **reti metropolitane** possono coprire un gruppo di uffici o una intera città e possono essere pubbliche o private.

Le **reti geografiche** coprono una grande area geografica, una nazione, un continente o l’intero pianeta. I computer della rete (**host**) sono collegati da una sottorete di comunicazione costituita da linee di trasmissione ed elementi di commutazione chiamati **router**. Reti locali e metropolitane possono essere collegate a reti più ampie mediante un router. Il collegamento fra più reti si chiama **internet**. La comunicazione fra reti di tipo diverso è un problema noto come **internetworking**.

Un altro parametro di classificazione delle reti è il modo in cui i nodi della rete sono collegati fra loro, ovvero la **topologia** di rete.

Esistono varie topologie, ognuna con i propri vantaggi e svantaggi, consistenti di costi di comunicazione (il numero di nodi da attraversare per far giungere un messaggio dal mittente alla destinazione), la tolleranza ai guasti (quali nodi risultano isolati se un collegamento smette di funzionare), costi effettivi (ovvero quanti collegamenti fisici occorrono).

Le più note topologie sono: a maglia (tutti i nodi sono collegati fra loro), ad anello (i nodi sono collegati solo a due altri nodi formando un anello), a bus (i nodi sono collegati tutti ad un bus comune), ad albero (i nodi sono collegati in modo gerarchico) ecc.

**Software di rete**

Le **applicazioni di rete** sono la parte più nota del software di rete (servizio Web, posta elettronica, commercio elettronico, telemedicina ecc.) ma non è l’unica necessaria. Infatti è indispensabile avere un software di rete per la gestione della **comunicazione** fra le stazioni. Il software di rete è molto complesso e per questo viene strutturato a **livelli**, ognuno costruito su quello inferiore. Il numero di livelli, il loro nome e le loro funzioni variano da una rete all’altra. Lo scopo di ogni livello è di offrire dei servizi al livello superiore nascondendo i dettagli su come tali servizi offerti sono realizzati. Un **servizio** è un insieme di operazioni che un livello fornisce al livello superiore. Il livello superiore può richiedere un servizio mediante delle **primitive** che il livello inferiore esegue. Fra una coppia di livelli adiacenti c’è **un’interfaccia** che definisce quali servizi e primitive il livello sottostante offre a quello superiore.

Un livello di una stazione permette una comunicazione con il livello corrispondente di un’altra stazione. Le regole e le convenzioni usate nella comunicazione sono chiamate **protocolli**.

I protocolli descrivono le regole che governano il formato e il significato dei blocchi di informazioni che vengono scambiati fra livelli paritetici.

Un insieme di livelli e di protocolli è chiamato **architettura di rete**.

**Modello OSI**

Il **modello OSI** (Open Systems Interconnection Reference Model) è un modello di software di rete a livelli definito da una delle organizzazioni internazionale di standardizzazione **ISO** (International Standards Organization) per cercare di risolvere il problema delle differenze esistenti fra sistemi di elaborazioni diversi. Il nome si riferisce al fatto di voler realizzare **reti aperte** cioè reti a cui potersi collegare da un qualsiasi punto geografico e con qualsiasi sistema tramite un mezzo di comunicazione e opportuni protocolli.

Il modello OSI definisce **sette livelli**:

La comunicazione avviene nel modo seguente: il messaggio generato dal livello applicativo del mittente passa al livello inferiore che prende il messaggio e inserisce una intestazione (**header**) in testa ad esso prima di inviarlo al livello sottostante. Questo procedimento viene applicato da ogni ulteriore livello fino a quello fisico che permette l’invio del messaggio al destinatario. Il livello fisico del destinatario riceve il messaggio e lo passa al livello superiore, il quale toglie l’header inserita dal livello paritario corrispondente e lo elabora e passa il messaggio al livello superiore fino ad arrivare al livello applicativo nello stesso formato originale generato dal livello applicativo del mittente.

La comunicazione fra livelli si può quindi dire che avviene sia in modo **orizzontale** che in modo **verticale**. In modo verticale per il passaggio diretto fra livelli verticali adiacenti (in discesa nel lato mittente, in salita nel lato destinatario); in modo orizzontale perché la comunicazione vera e propria avviene fra livelli paritari corrispondenti attraverso la header inserita dal lato mittente ed estratta dal lato destinatario e i protocolli che ne descrivono il formato e il significato delle informazioni contenute nella header.

**I sette livelli**

**LIVELLO 1 (FISICO)**

* si occupa della **trasmissione** di un flusso di bit su un mezzo di comunicazione in modo **seriale**
* definisce le **caratteristiche meccaniche, elettriche e funzionali** per la ricezione e trasmissione dei segnali (senza occuparsi dei mezzi di trasmissione)
* deve **codificare** i dati in modo da essere trasportati dal mezzo di trasmissione, codificando in modo opportuno ogni singolo bit inviato in trasmissione e riconoscendolo in ricezione
* i metodi di codifica del messaggio verranno trattati nella descrizione dei vari tipi di rete

**LIVELLO 2 (DATA LINK)**

* suddivisione del messaggio da inviare in **frame** con dei delimitatori
* **gestione degli errori di trasmissione** attraverso un codice di controllo (rilevatore o correttore)
* **controllo del flusso** per stabilire come avviene la comunicazione fra stazioni, regola l’invio degli ACK da parte del destinatario, regola il flusso in caso di stazioni che lavorano a velocità diverse

**LIVELLO 3 (RETE)**

* deve **individuare un percorso** fra un computer mittente e un computer destinatario e di trasmettere i pacchetti dalla sorgente alla destinazione attraverso diversi router. La ricerca del percorso (routing o instradamento) si basa su una tabella di instadamento preparata manualmente o automaticamente
* **controllo della congestione**: deve evitare di sovraccaricare parte dei router o linee lasciando altre inattivi
* risolvere problemi di comunicazione fra reti diverse (**internetworking**)

**LIVELLO 4 (TRASPORTO)**

* **gestisce la conversazione** fra mittente e destinatario nascondendo i dettagli del trasporto delle info lungo la rete
* offre **servizi di trasporto** ai livelli superiori
* garantisce che venga mantenuta la **qualità del servizio** richiesta
* servizi offerti sono simili a quelli del livello di rete, ma questi dipendono dal fornitore dei servizi di comunicazione, mentre quelli del livello di trasporto sono migliori perché esso è al di sopra del livello di rete
* l’interfaccia fra il livello di rete e quello di trasporto costituisce il confine della rete, il confine cioè fra il fornitore dei servizi di comunicazione e l’utente
* analogie con il livello 2 con compiti simili (controllo errori, controllo di flusso) ma nel livello 2 il collegamento fra due stazioni è un canale diretto, mentre nel livello di trasporto il canale è costituito dalla rete e aumenta la complessità

**LIVELLO 5 (SESSIONE)**

* dovrebbe aggiungere servizi avanzati al trasporto di dati
* permette di inserire dei punti di controllo nel flusso di info per poter riprendere dal punto in cui si è arrivati in caso di guasti: le info vengono suddivisi in gruppi detti attività ulteriormente suddivisi da punti di sincronizzazione che garantiscono che l’attività è stata completata fino a quel punto

**LIVELLO 6 (PRESENTAZIONE)**

* è il primo livello che si occupa del **significato delle info** (sintassi e semantica)
* dà soluzioni generali a problemi frequenti non lasciando la loro gestione ad ogni applicazione:
* **transcodifica** dei dati (quando le stazioni mittente e destinatario adottano sistemi di codifica diversi)
* **compressione** delle info (permettendo l’aumento della velocità di trasmissione)
* problematiche legate alla **sicurezza** (crittografia, segretezza, autenticazione, firma digitale..)

**LIVELLO 7 (APPLICAZIONE)**

* contiene molti protocolli che offrono servizi all’utente: **applicazioni di rete e applicazioni di supporto** come i servizi di directory che permettono di individuare le risorse all’interno della rete

**Il livello 2 (data link)**

**Compiti**: **framing, controllo degli errori, controllo di flusso**

**FRAMING**: LATO TX suddivisione dei dati che proviene dal livello 3 in frame che verranno inviati sul mezzo dal liv. 1 (nel caso di **trasmissione sincrona**). I frame devono essere fatti precedere da caratteri di sincronizzazione (delimitatori) per permettere che la stazione ricevente si sincronizzi sulla velocità del trasmittente.

I delimitatori nella trasmissione **orientata al byte** (frame suddiviso in byte) sono all’inizio del frame i caratteri ASCII, DLE e STX, (data link escape+start of text) e alla fine del frame i caratteri DLE e ETX (data link escape+End of Text). Se i caratteri si “rovinano” durante la trasmissione” questa può essere sincronizzata di nuovo con la nuova sequenza DLE+STX. Se all’interno del frame casualmente appare il carattere DLE (è un numero binario quindi può trovarsi nel campo dati questo valore), viene aggiunto un ulteriore carattere DLE che viene poi rimosso dal ricevente (tecnica del character stuffing)

Il delimitarore nella trasmissione **orientata al bit** (frame può contenere un numero qualsiasi di bit) è la sequenza 01111110 chiamata flag. Se questa sequenza appare casualmente nei dati che vengono trasmessi, dopo il quinto 1 viene forzatamente inserito uno 0 che verrà eliminato dal ricevente.

**CONTROLLO ERRORI**: il trasmittente inserisce una **ckecksum** in fondo al frame calcolata con un algoritmo stabilito (bit di parità, codice di Hamming, CRC…) e invia il frame. Il ricevente ricalcola la checksum con lo stesso algoritmo e la confronta col valore ricevuto nel frame. Se coincidono non ci sono stati errori di trasmissione, altrimenti sì. Cosa fa il ricevente in caso di errore, dipende dal tipo di codice utilizzato: se è un **codice correttore** (più bytes) lo corregge automaticamente, se è un **codice rilevatore** la politica dipende dal controllo di flusso (richiesta di ritrasmissione del frame, oppure aspetta che al trasmittente scade un timer di mancato riscontro). Per reti affidabili e con basso tasso di errore (LAN) di solito si usano solo codici rilevatori.

**CONTROLLO DI FLUSSO**: gestito solo in caso di **servizi connessi e affidabili** (richiedono riscontro). Se il servizio è connesso fra mittente e destinatario viene stabilita, prima dell’invio dei dati, una connessione. In questo caso il liv. 2 garantisce che i dati vengano ricevuti tutti e in modo ordinato e senza duplicazioni di dati. In questo caso il liv. 2 permette ai livelli superiori di vedere connessioni affidabili.

Con il servizio affidabile i frame vengono numerati dal mittente e il destinatario li conferma (invia **ACK**, cioè acknowledgement ossia il riscontro dell’avvenuta ricezione del frame). Se il frame viene perso allora non arriva e non può essere inviato alcun riscontro. Il mittente all’invio del frame fa partire un timer e se non riceve un riscontro entro lo scadere dello stesso rispedisce il frame.

Se viene perso un riscontro durante la trasmissione, può capitare che il mittente invii due volte lo stesso frame, ma il destinatario (che ha ricevuto il frame con quel numero) lo scarta.

Un altro problema che il controllo di flusso tratta è quello della maggiore velocità del mittente rispetto al destinatario; in questo caso il ricevente inizierà a perdere frame dopo poco. Il controllo di flusso obbliga il mittente a rispettare la velocità del destinatario.

Le tecniche maggiormente utilizzate nel controllo di flusso sono: **stop and wait** e **sliding windows**.

La prima è adatta a trasferimenti di dati in una solo direzione. Il mittente può mandare il prossimo frame solo dopo aver ricevuto il riscontro. Per riscontri non ricevuti scade un timer e il mittente invia di nuovo il frame non confermato. Non ci sono duplicazioni perché se è perso il riscontro e il frame viene spedito un’altra volta viene scartato dal destinatario.

Nella tecnica sliding windows il mittente può inviare più di un frame anche se non ha ricevuto il riscontro di frame già inviati. La tecnica garantisce che i frame non si perdano e arrivino in modo ordinato. Il metodo si basa su finestre scorrevoli (una per il mittente e una per il destinatario), cioè due intervalli che vengono modificati dall’algoritmo, avanzando sui numeri di frame spediti e ricevuti.

**METODI DI ACCESSO AL CANALE CONDIVISO**: Per tecnologie broadcast, che utilizzano un canale condiviso fra le stazioni (tecnologia utilizzata principalmente dalle LAN, ma anche nelle reti geografiche con collegamenti satellitari). Diverse stazioni potrebbero voler trasmettere nello stesso momento creando le cosiddette **collisioni** e i messaggi verrebbero rovinati. Ci sono **metodi** di accesso al canale **statistici** (esiste una probabilità che due stazioni inviino contemporaneamente) e **metodi deterministici** (si stabilisce l’ordine in cui le stazioni possono trasmettere e quindi non avvengono collisioni).

**METODI STATISTICI**: Aloha (la stazione che vuole trasmettere lo fa con alta percentuali di collisione), Aloha a slot (il tempo di trasmissione viene suddiviso in intervalli chiamati slot e una stazione può trasmettere solo all’inizio dello slot), **CSMA** (varie tecniche, le stazioni possono controllare la portante per sapere se è in corso o meno la trasmissione evitando così di trasmettere).

**METODI DETERMINISTICI**: Prenotazione della trasmissione (prima di trasmettere le stazioni fanno una prenotazione, n stazioni, n slot, ogni stazione può prenotarsi durante lo slot corrispondente al proprio numero; dopo la prenotazione inizia la trasmissione), **Token ring** (reti ad anello, sull’anello viaggia in continuazione una sequenza prestabilita di bit chiamata token, se una stazione vuole trasmettere si impossessa del token, modificando la sequenza di bit e trasmette; finito di trasmettere la stazione rimette in circolo il token).

**SEGNALI ANALOGICI O DIGITALI**

Per codificare e per trasportare i dati vengono usate le **onde elettromagnetiche**. La serie di oscillazioni usate costituisce un **segnale**. Un segnale può essere **analogico** (ovvero un segnale continuo nel tempo) o **digitale** (un segnale che varia in modo discreto nel tempo, ovvero mantiene lo stesso valore per un certo intervallo di tempo, cambiando poi bruscamente di valore). La **conversione** di un segnale da **digitale ad analogico o viceversa** è effettuata attraverso un dispositivo chiamato **modem** (**mo**dulatore/**dem**odulatore). Quando il segnale esce da un computer per entrare nella linea telefonica, occorre una **modulazione** (conversione dei segnali digitali del computer, i singoli bit, in un segnale analogico), mentre al contrario quando arriva dalla linea telefonica per andare al computer, il modem svolge la funzione di **demodulazione** (conversione del segnale analogico in digitale, cioè in bit). Da alcuni anni vengono utilizzati **modem ADSL** (**Asymmetrical Digital Subscriber Line**) sfruttando la tecnologia ADSL che permette servizi della rete telefonica ad alta velocità attraverso il doppino telefonico della rete fissa. La ADSL riserva un canale separato al servizio vocale. La separazione tra il segnale vocale e quello dati viene effettuato tramite appositi [filtri](https://it.wikipedia.org/wiki/Filtro_(elettronica)) denominati "[**splitter**](https://it.wikipedia.org/wiki/Splitter)" posizionati presso il domicilio dell'utenza e nella centrale telefonica. Il nome relativo alla rete telefonica ADSL è dato dalla **asimmetricità delle velocità** nella trasmissione dei dati. Infatti i dati provenienti da rete Internet sono più veloci di quelli inoltrati verso la rete Internet. Infatti i modem ADSL permettono di trasmettere dalla rete Internet verso il computer dell’utente (**download**) ad una velocità fino a 24 Mbps, mentre nella direzione opposta (**upload**) i dati viaggiano ad una velocità massima di 3.5 Mbps. Per la connessione alla rete Internet, occorre oltre ad un modem ADSL anche un abbonamento con un provider dei servizi Internet (**ISP o Internet Service Provider**), cioè una delle società che forniscono anche il servizio telefonico.

Un segnale analogico è caratterizzato dalla **frequenza** e si misura in Hertz (**Hz**, con i suoi multipli **KHz**, **MHz**, **GHz**). Un insieme finito di frequenze adiacenti viene chiamato **banda**.

L’intervallo di valori fra la frequenza massima e minima di un canale di comunicazione viene chiamata **larghezza di banda** e si misura in Hertz e dà la capacità di un canale, ovvero la quantità massima di dati che possono essere trasportati dal canale nell’unità di tempo. Se la larghezza di banda ha valori elevati si dice che la trasmissione avviene in **banda larga**.

**CANALI O MEZZI TRASMISSIVI**

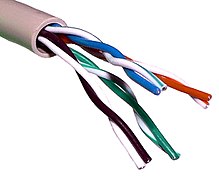
Nelle reti l’unità di misura della velocità di trasmissione è il **bit per secondo** (**bps** o **bit/s**) e i suoi multipli (**Kbps**, **Mbps** ,**Gbps**, rispettivamente migliaia, milioni o miliardi di bit per secondo).

Per codificare e trasportare i dati possono essere utilizzati diversi mezzi di trasmissione (**canali**) che servono a guidare e proteggere la loro propagazione. Esistono molti tipi di mezzi di trasmissione: **elettrici** (che sfruttano la proprietà dei metalli di condurre l’energia elettrica), **ottici** (che trasportano onde luminose) e quelli **wireless** che utilizzano onde radio o microonde.

Alcuni canali permettono la comunicazione in un solo senso, altri in entrambi i sensi e le linee di comunicazione si distinguono in **simplex** (permettono la comunicazione in un solo senso, come la televisione o la radio), **half-duplex** (permettono la comunicazione in entrambi i sensi ma alternativamente, come i walkie-talkie) o **full-duplex** (permettono la comunicazione in entrambi i sensi contemporaneamente, come i telefoni).

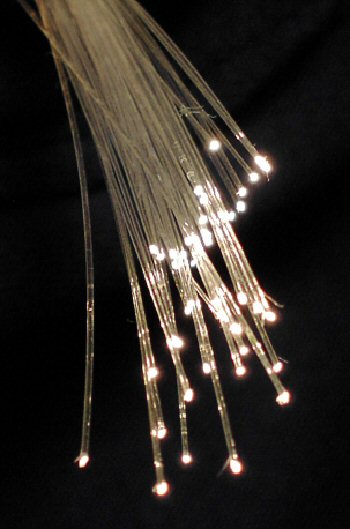
**Mezzi elettrici**

Il doppino telefonico (quello che dal telefono fisso raggiunge la rete telefonica) è formato da una coppia di fili di rame avvolti a spirale (binati o twisted). La binatura serve per eliminare le interferenze elettromagnetiche. Esistono varie versioni di doppini. I **doppini non schermati** sono noti come **cavi UTP** (Unshielded Twisted Pair o coppia intrecciata non schermata). Questo mezzo utilizzato per le reti telefoniche per decenni ha avuto negli anni recenti un netto miglioramento nella qualità di produzione e per aumento di velocità e di efficienza nella trasmissione da essere utilizzato molto nel cablaggio delle reti locali. Le **categorie** di cavi UTP distinguono la velocità di trasmissione e il grado di riduzione di interferenze. Le categorie utilizzate per le reti vanno dalla 5 alla 7 (che può raggiungere velocità a 10 Gbps e interferenze ridotte al minimo)



**Mezzi ottici**

Le **fibre ottiche** si presentano come sottili fili di vetro e non sono soggette a interferenze elettromagnetiche e sono sicure. I segnali elettrici vengono convertiti in impulsi luminosi con un **modulatore** e, instradati nella fibra ottica, vengono trasmessi alla velocità della luce all’altro capo della fibra, dove si ottiene la riconversione in segnali elettrici, consentendo **velocità molto elevate**. I valori 1 o 0 sono rispettivamente rappresentati da un impulso di luce o dall’assenza di luce.

Le fibre ottiche stanno sostituendo i cavi UTP nelle **dorsali** ovvero nelle interconnessione delle reti telefoniche e in alcuni casi nelle reti LAN offrendo maggiori velocità ed efficienza, seppure ad un costo più alto.

**Wireless**

Il termine **wireless** viene usato per indicare trasmissioni senza cavi. Un’antenna trasmette **onde elettromagnetiche** che possono essere ricevute da un ricevitore ad una certa distanza. Le onde si propagano eseguendo delle oscillazioni: il numero di oscillazioni al secondo si chiama frequenza e si misura in Hz.

Le trasmissioni wireless si sono diffuse recentemente nell’ambito delle reti locali, perché offrono la possibilità di risparmiare molto sul cablaggio, anche se ancora esistono problemi riguardanti il raggio di azione. Il primo standard per le reti locali wireless **IEEE 802.11** che sfruttavano le **onde radio** ma a velocità abbastanza ridotte. Alla fine degli anni ’90 fu introdotto lo standard 802.11b (chiamato **WiFi**) che permetteva velocità più elevate. Negli anni successivi sono stati utilizzati standard che utilizzano **microonde**, aumentando la velocità di trasmissione ed un raggio di azione più ampio (120-180m) nello standard 802.11n.

Nelle reti locali, spesso le **reti wireless sono collegate a reti cablate** (con cavi UTP e/o fibre ottiche). Nelle reti wireless viene utilizzato un apparecchio, denominato **Access Point**, indicato più estensivamente come Wireless Access Point (spesso identificato con gli acronimi AP e WAP). Un Access Point è un dispositivo [elettronico](https://it.wikipedia.org/wiki/Elettronica) di [telecomunicazioni](https://it.wikipedia.org/wiki/Telecomunicazioni) che, collegato ad una [rete](https://it.wikipedia.org/wiki/Rete_di_computer) [cablata](https://it.wikipedia.org/wiki/Cablaggio), o anche, per esempio, ad un [router](https://it.wikipedia.org/wiki/Router), permette all'utente mobile di accedervi [in modalità wireless](https://it.wikipedia.org/wiki/Wireless_Local_Area_Network) direttamente tramite il suo [terminale](https://it.wikipedia.org/wiki/Terminale_(telecomunicazioni)), se dotato di [scheda wireless](https://it.wikipedia.org/wiki/Scheda_di_rete#Scheda_di_rete_wireless). Se esso viene collegato fisicamente ad una rete cablata (oppure [via radio](https://it.wikipedia.org/wiki/Radiocomunicazione) ad un altro Access Point), può ricevere ed inviare un [segnale radio](https://it.wikipedia.org/wiki/Segnale_radio) all'utente grazie ad [antenne](https://it.wikipedia.org/wiki/Antenna) e apparati di [ricetrasmissione](https://it.wikipedia.org/wiki/Ricetrasmettitore), permettendo così la [connessione](https://it.wikipedia.org/wiki/Connessione_(informatica)) sotto forma di accesso radio.

