

Ecco che cos'è il Modem

L'evoluzione tecnica dell'apparecchio che consente di collegarsi alla Rete

La parola **modem** è il risultato della contrazione delle parole "modulatore" e "demodulatore", la cui tipica funzione è quella di inviare e ricevere dati digitali attraverso una linea telefonica.

In modalità **invio**, un modem "modula" i dati in un segnale che risulta compatibile con la trasmissione lungo le linee telefoniche. In modalità **ricezione**, il medesimo apparecchio si occupa di "demodulare" il segnale ricevuto dalla rete telefonica trasformandolo nuovamente in dati.

Esiste anche, ed è oramai molto comune, una particolare tipologia di apparecchi, detti **modem wireless** che hanno la proprietà aggiuntiva di poter convertire i dati digitali in segnali radio e viceversa. Essi sono quindi in grado di mettere in comunicazione con la rete telefonica, e quindi, nella stragrande maggioranza dei casi, con Internet, un dispositivo wireless, come ad esempio un tablet.

Evoluzione del modem

I primi modem sono stati prodotti negli anni Sessanta ed avevano lo scopo di connettere un terminale, in genere costituito soltanto da uno schermo ed una tastiera, con un computer remoto, attraverso le linee telefoniche. In quegli anni un tipico modem aveva una capacità di trasmissione di 300 bps (*bit per second*, bit al secondo) il che corrispondeva ad una capacità di invio di circa 37 caratteri alfanumerici per secondo, questo perché ogni singolo carattere alfanumerico con codifica ASCII (la tipica codifica utilizzata per descrivere ogni carattere presente su di una tastiera collegata ad un computer) è espresso da una successione di 8 numeri binari ("0" o "1") detti "bit".

Questa velocità era più che sufficiente per quei tempi, dato che supera di gran lunga la massima velocità di scrittura o lettura su terminale da parte di un essere umano, e tale rimase fino ai primi anni Ottanta. Non appena però i dati da scambiare per via lineare telefonica divennero qualcosa di più complesso di semplici caratteri alfanumerici, come ad esempio grossi programmi o immagini codificate, tale velocità risultò ben presto insufficiente.

Per questa ragione nell'arco di meno di vent'anni si passò dai 300 bps iniziali ai 56 Kbps (*Kilobit per second*, ovvero 56000 bps) che divenne la velocità di connessione standard nel 1998.

Il vero salto di qualità avvenne però a cavallo del 2000 quando vennero introdotti i primi modem ADSL (*Asymmetrical Digital Subscriber Line*) che potevano raggiungere un massimo teorico di 8 Mbps (*Megabit per second*, ovvero 8 milioni bps). Da allora la tecnologia ADSL ha subito ulteriori miglioramenti fino ad arrivare alla sua versione attuale, nota con l'acronimo di ADSL2+, capace di portare la normale linea telefonica in rame alla velocità teorica di 24 Mbps in *download* (scaricamento) e 3 Mbps in *upload* (caricamento).



I primi Modem

I primi modem, come ad esempio quelli da 300 bps, per scambiarsi informazioni utilizzavano un sistema detto **frequency-shift keying (FSK)**, modulazione numerica di frequenza) ed avevano un funzionamento tutto sommato semplice: si limitavano ad inviare lungo la linea telefonica un impulso sonoro, detto *tone* ("tono"), di diversa frequenza e quindi di diversa tonalità, a seconda del valore che assumeva la singola informazione binaria da trasmettere (il *bit*).

Per funzionare, il sistema richiedeva che due modem stabilissero anzitutto una comunicazione telefonica ed era quindi necessario che uno chiamasse l'altro, esattamente come avrebbero fatto due interlocutori umani. In quei tempi era di norma il modem agganciato al terminale che chiamava quello connesso con il computer remoto.

Il modem **chiamante** inviava un impulso sonoro a 1070 hertz per indicare uno "0" mentre, per indicare un "1", utilizzava un tono a frequenza 1270 hertz. Il modem **ricevente**, invece, utilizzava la tonalità 2025 hertz per uno "0" e 2225 hertz per indicare un "1".

Questa differenziazione tonale permetteva ai due modem di scambiarsi un flusso di informazioni continuo e contemporaneo senza interferenza e quindi senza il pericolo di "parlarsi uno sull'altro", come invece sarebbe successo a due interlocutori umani.

Il processo di trasformazione di un valore binario in impulso tonale è detto, come abbiamo visto prima, **modulazione**. Utilizzando questo metodo bastavano 8 toni, inviati in rapida successione, per trasmettere l'intera codifica binaria ASCII di un qualsiasi carattere alfanumerico.

Dall'altra parte del filo telefonico il modem ricevente recepiva e riconosceva la frequenza degli impulsi tonali occupandosi quindi di ritrasformarli in dati digitali, passando nuovamente dal tono al valore binario associato, attraverso un processo di **demodulazione**.

Nel tempo, questa tecnologia ha subito delle implementazioni e delle migliorie evolvendo dapprima nel sistema detto **phase-shift keying (PSK)**, modulazione numerica di fase) e poi nel sistema **quadrature amplitude modulation (QAM)**, modulazione numerica di ampiezza in quadratura) con la quale raggiunse l'apice della quantità di informazioni trasmissibili utilizzando un normale cavo telefonico, ovvero, come accennato in precedenza, il limite teorico di 56 Kbps.

Dall'altra parte del filo telefonico il modem ricevente recepiva e riconosceva la frequenza degli impulsi tonali occupandosi quindi di ritrasformarli in dati digitali, passando nuovamente dal tono al valore binario associato, attraverso un processo di **demodulazione**.

Nel tempo, questa tecnologia ha subito delle implementazioni e delle migliorie evolvendo dapprima nel sistema detto **phase-shift keying (PSK)**, modulazione numerica di fase) e poi nel sistema **quadrature amplitude modulation (QAM)**, modulazione numerica di ampiezza in quadratura) con la quale raggiunse l'apice della quantità di informazioni trasmissibili utilizzando un normale cavo telefonico, ovvero, come accennato in precedenza, il limite teorico di 56 Kbps.

I Modem ADSL

Come abbiamo detto sopra, a cavallo del 2000 si verificò l'avvento dei modem basati su una tecnologia innovativa: l'**ADSL (Asymmetrical Digital Subscriber Line)**.

Una caratteristica peculiare della tecnologia ADSL, da cui il termine "*asymmetrical*" (asimmetrica) presente nel suo nome, è quella di offrire velocità diverse nelle due direzioni nelle quali i dati possono transitare lungo la linea telefonica: in *download* (scaricamento), ovvero dalla rete al modem, oppure in *upload* (caricamento), ovvero dal modem alla rete.

Di norma le velocità in *download* sono superiori a quelle in *upload* e questo sposa perfettamente l'esigenza tipica dell'utenza domestica che è quella di ottenere dati, e quindi informazioni, dalla rete (visualizzare pagine web, visionare filmati, scaricare software) piuttosto che inviarle.

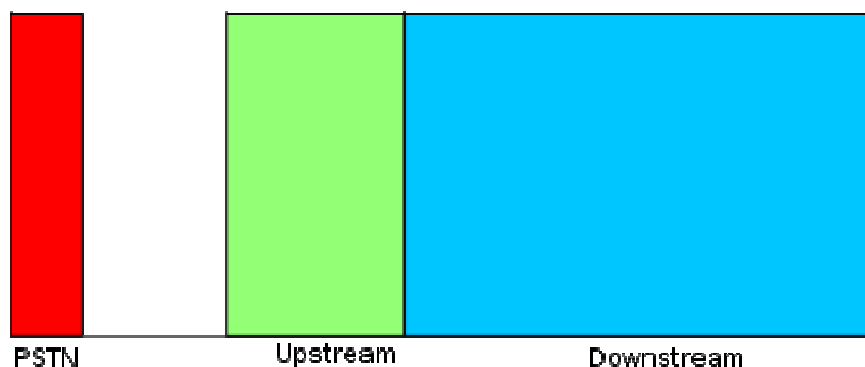
Questo tipo di tecnologia si basa su un principio semplice: una comune linea telefonica, di quelle, per capirci, costituite da un filo di rame e chiamate anche "doppino telefonico", è, ovviamente, progettata per essere in grado di trasportare la voce umana la quale copre sostanzialmente un intervallo di suoni, ovvero frequenze sonore, che vanno tipicamente dai 300 ai 4000 hertz. Il medesimo "doppino" è però in grado di trasportare anche molte altre frequenze sonore, ovvero

suoni, che non sono però udibili da un essere umano sebbene siano perfettamente rilevabili da un apparato tecnologico costruito allo scopo.

Da questa considerazione nasce la tecnologia ADSL: impiegare queste frequenze inutilizzate del doppino di rame per farci passare le informazioni digitali lasciando nel contempo libere le frequenze coperte dalla voce umana per la normale comunicazione. Ecco perché una linea ADSL permette contemporaneamente di effettuare una conversazione telefonica ed una connessione dati: esse avvengono utilizzando "finestre" di frequenza sonora diverse e quindi possono coesistere senza interferire l'una con l'altra.

Più precisamente, una connessione dati ADSL occupa la "finestra" di frequenze, detta "banda" o anche "banda passante", che va da circa 25.800 a circa 1.100.000 hertz (in una zona di frequenze superiori, quindi, rispetto alla "banda" utilizzata dalla normale comunicazione vocale).

0 4 kHz 25.875 kHz 138 kHz 1104 kHz



PSTN: banda frequenze voce

Upstream: banda frequenze dedicata invio dati

Downstream: banda frequenze dedicata ricezione dati

Tale finestra di frequenze viene poi suddivisa in numerose "sottobande" di frequenze da circa 4000 hertz che vengono sfruttate dal modem ADSL indipendentemente e contemporaneamente, assegnando a ciascuna di esse un "modem virtuale" in grado di inviare e ricevere segnali soltanto nella banda di sua competenza. Dalla somma delle velocità di tutti questi "modem virtuali" si ottiene la grande capacità di trasmissione e ricezione che contraddistingue i modem ADSL.

Vale la pena di evidenziare che la tecnologia ADSL, pur essendo in grado di sfruttare grandi ampiezze di "banda passante" (da cui il termine "**broadband**", ovvero "**banda larga**") sul buon vecchio doppino telefonico, permettendo quindi di ridurre al minimo gli interventi, e quindi gli investimenti, da effettuare sulla rete in rame già esistente, non è però esente da (almeno) un grande tallone d'Achille.

Questo limite prende il nome tecnico di **degradazione del segnale ADSL** ed implica il fatto che tanto più è lungo il percorso che devono compiere i dati attraverso il cavo telefonico (quindi tanto più è lungo il doppino di rame che collega il modem a casa dell'utente con la centrale telefonica che smista i segnali in zona), tanto meno il segnale sarà forte e quindi libero da interferenze che ne pregiudichino l'efficacia.

Questo problema può limitare anche fortemente la velocità effettiva che una connessione ADSL riesce a raggiungere: già a circa a 5 km di distanza dalla centrale telefonica la velocità effettiva in download non supera i 640 Kbps. E' per questo motivo che gran parte dei fornitori di connettività Internet non assicurano velocità di banda oltre questa soglia minima.