



Introduzione

Wi-Fi è (in estrema sintesi) il nome con cui si definiscono in genere una serie di protocolli e apparati atti a connettere in modalità differenti (**Access Point, Station, Ad-Hoc**) via segnali radio computers routers o altri apparati di rete in una modalità *simile* (ma non esattamente uguale) ad una LAN (Local Area Network).

Gli standard di riferimento per questo tipo di tecnologia sono raggruppati nella sigla **IEEE802.11x** dove la “x” può assumere vari valori (a,b,g,n,h,e ecc.) la lettera (in parole povere) serve a specificare la “versione” del protocollo adottato o anche uno specifico scopo (la lettera “e” ad esempio definisce alcune specifiche estensioni relative al QoS (Quality of Service)).

Sintesi pratica delle principali tipologie.

Senza addentrarci troppo nei dettagli (i nostri scopi sono di tipo *pratico* e si limitano a fornire una spiegazione il più **possibile comprensibile a tutti**) elenchiamo alcune caratteristiche di base dei diversi tipi di protocollo/apparato della **famiglia IEEE802.11x**.

802.11a:

È uno standard pubblicato in via definitiva nel 2007 (IEEE 802.11-2007) ma in realtà presente da prima.

È spesso associato allo standard [Hyperlan](#) da cui però in realtà differisce e che nasce in origine come standard “Made in EU” dal 2002 tuttavia ETSI ha ratificato l’uso di apparati **802.11a/h** con regole di radio emissione analoghe e con alcuni requisiti aggiuntivi (**DFS**) volti ad evitare conflitti con certe frequenze radar.

Usa uno schema di modulazione **OFDM** ([Orthogonal Frequency-Division Multiplexing](#)) che associato a vari tipi di encoding gli permette di raggiungere i 54Mbits secondo “teorici” altri data rate compatibili con questo standard sono 48Mbits, 36Mbits, 24Mbits, 18Mbits, 12Mbits, 9Mbits, 6Mbits. Alcuni chipset hanno estensioni proprietarie che consentono l’utilizzo contemporaneo di due canali adiacenti e di ottenere in tale modalità una larghezza doppia di banda (108Mbits, 96 Mbits ecc.) tali estensioni sono implementabili anche in modalità b e g.

Le frequenze operative sono nella fascia “unlicensed” (di libero uso) dei 5GHz.

Le frequenze al di sotto dei 5.4 GHz sono riservate all’uso indoor e vanno limitate come potenza di emissione a 100 milliWatt (20dBm) le frequenze superiori sono utilizzabili outdoor (all’esterno) con potenze massime fino a 1Watt (30dBm).

La potenza applicabile fino a 1Watt pur essendo molto piccola consente tramite l’uso di antenne direzionali ad alto guadagno di raggiungere distanze anche di diversi Km ma con la limitazione che devono essere (data la frequenza) in **line of sight** ovvero in linea di visibilità poiché la propagazione è sostanzialmente “ottica” e la capacità di penetrare ostacoli (data la potenza estremamente limitata) è sostanzialmente quasi nulla (anzi nulla ai fini pratici); anche se queste ultime affermazioni non

sono “strettamente vere” a corta distanza anche grazie al tipo di modulazione usata (OFDM).

Per raggiungere grandi distanze (decine di Km) è possibile adottare trucchi particolari come ad esempio applicare alla sola ricezione antenne paraboliche con guadagno altissimo in modo da aumentare la sensibilità in ricezione e altre con meno guadagno in trasmissione al fine di non superare i limiti consentiti.

Questo tipo di link è ovviamente molto usato anche da diversi provider cosiddetti “WISP” in modalità punto punto e punto multi punto.

Questo standard è particolarmente importante nella costruzione di link distanti.

Molti chipset impiegati oggi sono in grado di operare su base multi standard (a,b,g,n) e in “mixed mode” ovvero con più di un protocollo contemporaneamente (ad esempio b/g o b/g/n o a/n) ma non sono (in genere) in grado di operare contemporaneamente su fasce diverse di frequenza (2.4 e 5 GHz).

In genere possono operare sia su una che sull'altra ma in alternativa tra le due.

In sostanza se una radio opera a 2.4 non può operare contemporaneamente anche nella fascia a 5 GHz e viceversa, pur potendo operare su ambedue le frequenze (ma solo su una per volta).

802.11b

È considerato da molti il più “povero” (e il più vecchio) della serie ha effettivamente diverse limiti a cominciare dalla velocità di connessione limitata a un massimo “teorico” di 11Mbit/s che si riducono (in pratica) a causa dell’overhead ad una velocità effettiva utilizzabile di 7.1Mbit/s (UDP) e 5.9Mbit/s (TCP) in condizioni ottimali.

Altri “data rate” compatibili (oltre al già citato 11Mb) sono 5.5Mb, 2Mb e 1Mb.

Usa uno schema di modulazione dei segnali noto come **DSSS** (Direct Sequence Spread Spectrum) meno efficiente e “robusto” (per robustezza si intendono diversi parametri tra cui la resistenza alle interferenze) rispetto a schemi più avanzati (OFDM ecc.).

Tuttavia 802.11b è una famiglia ancora molto usata sia per retro compatibilità sia per l'alto numero di apparati/devices a basso e bassissimo costo di questo tipo ancora in circolazione e ancora (anche se in calo) in produzione.

La operatività in termini di frequenza è limitata alla sola fascia di frequenze 2.4 Ghz.

In Italia la potenza di emissione massima è fissata in conformità alla normativa a 100 milliWatt (20dBm) sia indoor che outdoor questo limita fortemente (attorno a poco più di 100 metri) il raggio di azione di questa tecnologia anche se gli apparati più recenti con sensibilità in **ricezione** molto migliorata rispetto alla prima generazione estendono in misura notevole questo limite (anche il doppio).

802.11g

Ha caratteristiche che derivano dai 2 precedenti standard (a e b).

Dal primo eredita il tipo di modulazione OFDM e i data rates (fino a 54Mbits) più alti, mentre dal secondo eredita la fascia di frequenze, i canali operativi (opera a 2.4 Ghz) ma anche i limiti di emissione radio (100 milliWatt) sia indoor che outdoor.

Molti lo considerano una sorta di 802.11b “migliorato” e in effetti indubbiamente le tecniche di modulazione OFDM sono più efficienti.

La gran parte dei dispositivi di questo tipo è in grado di operare in “mixed mode” per retro compatibilità con lo standard 802.11b; va tuttavia osservato che un dispositivo che operi in “mixed mode” risulterà penalizzato in termini di efficienza in quanto è costretto a operare con 2 tecniche di modulazione (DSSS e OFDM) allo stesso tempo se si considera poi che tipicamente tutti e tre gli standard visti fino a ora (a/b/g) operano in modalità Half Duplex (a un dato istante o trasmettono o ricevono, non sono in grado di fare le due operazioni contemporaneamente) il “mixed mode” può risultare penalizzante in circostanze in cui invece (per omogeneità degli apparati) si possa usare la “pura modalità g”.

Le modalità pratiche di impiego sono comunque nella sostanza che ci riguarda molto simili a quelle del 802.11b.

802.11n

È, tra i protocolli di comunicazione approvati nel gruppo IEEE802.11x, quello che rappresenta la “nuova generazione del Wi-Fi”.

La tecnologia usata viene spesso identificata con l’acronimo **MIMO** (Multiple Input Multiple Output).

Ci sono 2 concetti fondamentali da *intuire* per comprendere le differenze sostanziali tra questa classe di protocolli e devices e i precedenti (a/b/g/n) il primo riguarda la “*molteplicità*” e il secondo la “*spazialità*” delle forme d’onda dei singoli pacchetti; proveremo a spiegarli in modo appunto, intuitivo, nei limiti del possibile.

Molteplicità.

Abbiamo già detto della natura *half-duplex* dei precedenti protocolli.

Questo è essenzialmente dovuto ai limiti intrinseci dei chip-set utilizzati di precedente generazione che potevano fare “una cosa per volta” o trasmettevano o ascoltavano un pò come si vede nei film.

tango alfa a tango bravo, tango alfa a tango bravo.... passo... qui tango bravo .. siamo
in ascolto... passo...

O si parla o si ascolta è tipico delle comunicazioni radio su singolo canale.

Naturalmente i tempi di “commutazione” e l’automatismo della commutazione stessa se sono molto veloci danno la illusione che il canale sia full duplex ma la realtà è (appunto) diversa.

I nuovi chipset MIMO superano questo limite e utilizzando più “streams” contemporaneamente sono capaci non solo di full duplex reale ma anche di aumentare (per sommatoria) la densità di informazione trasportata e questo sia in INPUT che in OUTPUT.

Spazialità:

Le antenne sono fatte di “dipoli”, i dipoli hanno uno specifico orientamento elettrico-magnetico che corrisponde al piano dei poli del dipolo stesso. Le onde (pacchetti di onde) vengono quindi emesse con uno specifico “orientamento” o “polarità”; un dipolo orientato verticalmente emetterà onde polarizzate verticalmente e uno orientato orizzontalmente le emetterà polarizzate orizzontalmente, e così via in funzione dell’orientamento della nostra “antenna-dipolo”.

Potremmo sommariamente descrivere il fenomeno dicendo che la polarizzazione di un onda sta su un piano.

Un dispositivo che sia in grado di emettere più “streams” tramite differenti “antenne-dipolo” **contemporaneamente** gode della possibilità per un semplice fatto **geometrico** di aumentare la densità della informazione trasportata poiché può utilizzare “spazialmente” più piani.

Così in una configurazione a 2 streams di trasmissione/ricezione cui corrispondano due

orientamenti spaziali diversi (tale configurazione viene definita **2×2:2**) avremo una densità che invece di essere unidimensionale (su un piano solo) sarà bidimensionale (come una superficie) è quindi pari al quadrato di quella che avremmo in una configurazione su un solo piano; analogamente in una configurazione **3×3:3** (tre streams con tre antenne in grado di ricevere e trasmettere su tre differenti polarità) la nostra densità andrà come il cubo di una singola polarità e così via.

Tengo a precisare che questa spiegazione cerca di essere *intuitiva* più *cherigorosa*, e quindi, coi limiti che sono ovviamente dovuti a ragioni di spazio, e sforzo di semplificazione.

Ad ogni modo lo standard 802.11n consente configurazioni fino a 4×4:4 che portano a velocità teoriche di trasmissione fino a 600Mbps

Le configurazioni più facilmente reperibili sul mercato sono generalmente 2×2:2 (due antenne trasmissive e due riceventi) o 2×3:2 (due antenne trasmissive e tre riceventi) o 3×3:3 (tre trasmissive e tre riceventi).

I segnali codificati in modo multi spaziale sono oltre che più densi molto più resistenti alle interferenze e conferiscono non solo maggiore densità informativa ma anche una maggiore “definizione” del segnale che consente di raggiungere distanze molto maggiori a parità di potenza e fascia di frequenze.

Alcuni definiscono “beam forming” questo tipo di tecnologie.

Riassumendo in breve le altre caratteristiche del 802.11n possiamo concludere dicendo che anche questo standard opera sulle due classi di frequenze (2.4 e 5 GHz) che utilizzano i precedenti e che i dispositivi in commercio sono dotati di retro compatibilità coi precedenti.

Per cui avremo un “mixed mode” a 2.4 GHz (**802.11b/g/n**) e un “mixed mode” a 5 GHz (**802.11a/n**) i limiti di potenza per le rispettive classi di frequenza rimangono gli stessi (100 milliWatt e 1Watt) ma grazie alle tecniche MIMO le distanze raggiungibili sono molto maggiori a parità di potenza/frequenza, a patto ovviamente, che si utilizzino dispositivi di questo tipo, ovviamente un dispositivo di tipo precedente non trae alcun beneficio da tale tecnologia.