

Wi-Fi 6 aka 802.11ax



LINK (<https://www.nexthardware.com/focus/networking/203/wi-fi-6-aka-80211ax.htm>)

Facciamo il punto sul nuovo standard di comunicazione senza fili ...

Nell'ottobre del 2018 la [Wi-Fi Alliance \(https://www.wi-fi.org/\)](https://www.wi-fi.org/)[®] ha pubblicato un [documento \(https://www.wi-fi.org/download.php?file=/sites/default/files/private/Generational_Wi-Fi_User_Guide_20181003.pdf\)](https://www.wi-fi.org/download.php?file=/sites/default/files/private/Generational_Wi-Fi_User_Guide_20181003.pdf) con cui illustrava il programma di marketing denominato "**Generational Wi-Fi**[®]", con il quale veniva introdotta la nuova naming convention "consumer-friendly" per identificare la compatibilità dei dispositivi Wi-Fi con gli emendamenti del protocollo IEEE 802.11.



Prima dell'introduzione del programma "Generational Wi-Fi[↔]®", per indicare l'aderenza di un dispositivo alle specifiche di una determinata **"Wi-Fi technology release"** si utilizzava una nomenclatura coincidente con l'emendamento al protocollo IEEE 802.11 corrispondente (es. 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n e 802.11ac).

Il nuovo programma prevede, invece, che per i dispositivi compatibili con i protocolli IEEE 802.11n, 802.11ac e 802.11ax siano utilizzate le diciture Wi-Fi 4, Wi-Fi 5 e Wi-Fi 6, mentre per le generazioni precedenti vengano mantenute quelle corrispondenti alla revisione del protocollo (quindi non esistono "Wi-Fi 1", "Wi-Fi 2" e "Wi-Fi 3", ma rimangono le denominazioni 802.11a, 802.11b e 802.11g).

Protocollo	Identificativo
IEEE 802.11n	Wi-Fi 4
IEEE 802.11ac	Wi-Fi 5
IEEE 802.11ax	Wi-Fi 6

In sostanza, il programma ha lo scopo di rendere più semplice per l'utenza non tecnica comprendere quale sia il dispositivo più avanzato tra due prodotti appartenenti a generazioni diverse adottando un sistema di identificazione più simile a quello in uso per la telefonia cellulare (che utilizza, appunto, le nomenclature 3G, 4G e 5G).

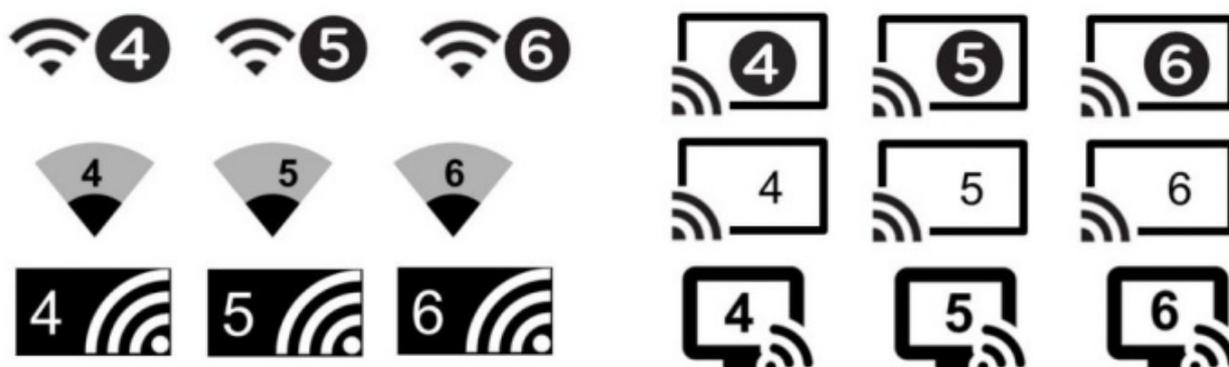
La dicitura corrispondente alla revisione del protocollo dovrebbe quindi sparire da tutta la documentazione pubblicitaria e di marketing, sostituita ovunque dalla nomenclatura prevista dal programma **"Generational Wi-Fi[↔]®"**: non vedremo più scritto, in tutto ciò che sarà ad uso del pubblico, che un determinato prodotto è "compatibile con il protocollo 802.11ax", ma dovremmo vedere sempre la dicitura "compatibile con Wi-Fi 6".

Nel documento di progetto, la Wi-Fi Alliance[↔]® sostiene che i consumatori sono spesso portati a valutare erroneamente le prestazioni della rete Wi-Fi a cui si connettono sulla base del numero di tacche che l'indicatore della forza del segnale riporta e non sulla base della generazione a cui appartiene la rete, associando un segnale più forte a una migliore esperienza utente: per spostare questa percezione verso la generazione della rete in uso, la Wi-Fi Alliance introduce nuove "User Interface (UI) visuals" che riportano il numero corrispondente alla generazione della connessione di rete.

I singoli produttori sono liberi di "customizzare" le icone in uso attenendosi ad alcune linee guida rispetto agli esempi di riferimento proposti dalla Wi-Fi Alliance:

Generation of network connection	Sample user interface visual
Wi-Fi 6	
Wi-Fi 5	
Wi-Fi 4	

Sample Generational Wi-Fi incorporation into current UI visuals



[Immagini dal sito della Wi-Fi Alliance \(https://www.wi-fi.org/\)](https://www.wi-fi.org/)

Tali dispositivi, una volta disponibili, verranno identificati con il termine "**Wi-Fi 6E**" (Wi-Fi 6 Extended).

In base alla [timeline consultabile sul sito della IEEE 802 LAN/MAN Standards Committee \(http://www.ieee802.org/11/Reports/802.11_Timelines.htm\)](http://www.ieee802.org/11/Reports/802.11_Timelines.htm) lo "IEEE Std P802.11ax" è schedulato per l'approvazione definitiva alla fine del 2020, tra settembre e novembre.

Inoltre, l'estensione dell'emendamento per includere anche le frequenze nella banda dei 6GHz dovrebbe essere ratificata definitivamente dalla IEEE non prima di un paio d'anni, anche se è di questi giorni (23 aprile 2020) la concessione da parte della FCC (l'ente regolatore americano) di "[1,200 megahertz of spectrum in the 6 GHz band \(5.925-7.125 GHz\) available for unlicensed use \(https://www.fcc.gov/document/6-ghz-unlicensed-rofnprm\)](https://www.fcc.gov/document/6-ghz-unlicensed-rofnprm)", il che rende i dispositivi in questo spettro di frequenza già utilizzabili negli Stati Uniti.

Come per le generazioni precedenti, però, la gestione dei canali radio nello spettro dei 6GHz non sarà omogenea in tutti i paesi del mondo: come si può verificare dalla sezione del CEPT (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations) dedicata all'argomento "[Wireless Access Systems and RadioLAN \(WAS/RLAN\) \(https://www.cept.org/ecc/topics/other-spectrum-topics/wireless-access-systems-and-radiolan-wasrlan/\)](https://www.cept.org/ecc/topics/other-spectrum-topics/wireless-access-systems-and-radiolan-wasrlan/)", la Commissione Europea sta valutando la possibilità di autorizzare lo sfruttamento solo della prima metà della spettro, la banda di frequenze da 5925 a 6425MHz.

Ref:

[CEPT Report 73 \(https://www.ecodocdb.dk/download/0d0696a1-89ae/CEPT%20Report%2073.pdf\)](https://www.ecodocdb.dk/download/0d0696a1-89ae/CEPT%20Report%2073.pdf)

1. Qualità del collegamento

1. Qualità del collegamento

In [questa brochure pubblicitaria \(https://www.commscope.com/globalassets/digizuite/1524-1354-wp-deliver-great-wi-fi.pdf\)](https://www.commscope.com/globalassets/digizuite/1524-1354-wp-deliver-great-wi-fi.pdf) di un produttore di dispositivi Wi-Fi di classe enterprise (in inglese e abbastanza lungo) viene spiegato in modo molto chiaro perché sia così difficile realizzare un'infrastruttura che eroghi un collegamento Wi-Fi di elevata qualità .

- Mobilità
- Interferenze
- Sicurezza
- Standard
- Infrastrutture di supporto
- Implementazione dell'infrastruttura
- Densità di client
- Applicazioni che usano l'infrastruttura
- Compatibilità con client obsoleti

Mobilità : la mancanza dei fili agevola i dispositivi connessi a muoversi e questo significa spesso uscire dalla copertura dell'AP a cui si è collegati, magari per spostarsi nella zona di influenza di un altro AP appartenente alla stessa WLAN: la rete deve essere in grado di migrare l'utente da un AP all'altro in modo trasparente, possibilmente senza che l'utente noti interruzioni.

Questa problematica è particolarmente difficile da affrontare per i gestori della rete perché gli algoritmi utilizzati per calcolare quando è il momento di abbandonare il vecchio AP per passare sul nuovo (algoritmi di roaming) sono implementati "client-side", quindi è il dispositivo stesso a decidere quando il segnale dell'access point vecchio non è più adeguato ed è meglio passare su un altro eventualmente disponibile (appartenente o meno alla medesima WLAN) e non sono necessariamente standardizzati.

Interferenze: pavimenti, muri, altre reti Wi-Fi e, in generale, ogni altra emissione elettromagnetica su una banda di frequenza sovrapposta a quella in uso dalla rete Wi-Fi, possono introdurre un disturbo o un'interferenza con il segnale della WLAN.

La normativa che regola l'uso delle frequenze utilizzate per queste reti, inoltre, non è omogenea in tutti i paesi e la trasmissione del segnale con antenne omnidirezionali tende a massimizzare i problemi di sovrapposizione, soprattutto in presenza di diverse reti Wi-Fi contigue.

Sicurezza: questo problema, purtroppo, non riguarda solo il Wi-Fi, per anni questo aspetto è stato sottovalutato fino alla "disclosure" degli exploit [KRACK \(https://www.krackattacks.com/\)](https://www.krackattacks.com/) o [Kr00k \(https://www.cert-pa.it/tag/cve-2019-15126/\)](https://www.cert-pa.it/tag/cve-2019-15126/) che, al di là dei nomi che possono far sorridere, potenzialmente espongono al mondo il traffico generato da miliardi di dispositivi Wi-Fi.

Inoltre, l'uso predominante di "pre-shared keys" per l'accesso alle reti Wi-Fi (la classica password per l'accesso alla rete, quella usata anche nelle reti con protezione "WPA2 Personal") implica che un numero potenzialmente molto elevato e molto eterogeneo di dispositivi custodisce lo stesso set di credenziali che protegge il traffico di tutti i device collegati alla WLAN, rendendo il traffico di tutti i dispositivi connessi tanto più a rischio quanto è vulnerabile il dispositivo più debole del gruppo.

Standard: con l'esplosione del Wi-Fi e dei dispositivi IoT delle più disparate tecnologie, spesso ci si aspetta che un ricevitore sia in grado di supportare standard diversi (magari come il Bluetooth, il protocollo ZigBee o Z-Wave) e non solo il comune Wi-Fi, che già di suo ne prevede parecchi, ma ognuno di questi protocolli si porta dietro le sue limitazioni e le sue vulnerabilità .

Infrastrutture di supporto: l'infrastruttura che sta dietro agli "Access Points" e, in generale, agli apparati radio che compongono la rete, è importante quanto gli AP stessi.

Link Ethernet multi-gigabit in grado di supportare adeguatamente il traffico generato sono essenziali per la realizzazione di un collegamento Wi-Fi 6 di qualità , in quanto questi dispositivi sono teoricamente in grado di eguagliare e anche superare il "physical layer (PHY) rate" messo a disposizione da un comune link Ethernet Gigabit.

Implementazione dell'infrastruttura: la complessità , la dotazione e le dimensioni fisiche degli apparati devono essere dimensionate sulla base della destinazione d'uso.

Per tali motivi, non è detto che l'apparato più idoneo a servire l'area di uno stadio o un centro commerciale sia anche idoneo a servire un appartamento o un ufficio.

Densità dei client: ogni AP è in grado di gestire un numero limitato di client.

In ambito domestico o SOHO (small office, home office) questo problema è meno sentito, ma si porta in dote un corollario importante dato che, come vedremo, le prestazioni di una rete Wi-Fi sono fortemente influenzate dalle prestazioni del client più lento collegato alla rete stessa.

I problemi collegati alla densità e tipologia dei client che tipicamente un AP deve affrontare nella gestione di una rete WLAN sono:

- **Ping-ponging devices.** Sono i dispositivi che, trovandosi in una zona al limite della copertura di due diversi AP, passano continuamente dall'uno all'altro senza trovare una situazione stabile e innescando continui fenomeni di roaming.
- **Sticky devices.** Con questo termine si intendono i dispositivi che tardano troppo a trasferirsi dall'AP a cui sono collegati ad altri AP disponibili nel range di copertura e, magari, in grado di fornire un migliore segnale.

Causa e conseguenza di questo stesso problema è l'effetto detto anche di "asimmetria": normalmente un AP è in grado di trasmettere molto più lontano di quanto possa fare un client come, ad esempio, un dispositivo cellulare e questo può produrre la condizione per cui il dispositivo client riceve un segnale sufficientemente forte da un AP per considerarlo ancora utilizzabile anche quando, in realtà, l'AP si trova fuori o al limite della portata di trasmissione del dispositivo client e riceve un segnale inadeguato.

- **Dominant devices.** Sono dispositivi che occupano più risorse dell'AP di quelle che sarebbero necessarie, tipicamente a causa di driver scritti male o di vetustà e compatibilità solo con protocolli obsoleti.
- **Chatty devices.** In un mondo in cui tutto deve essere automatico ma Harry Potter non esiste, i dispositivi connessi eseguono continuamente operazioni di scoperta dei servizi vicini che comportano un consumo di banda, senza però generare vero traffico "utile".

Applicazioni che usano l'infrastruttura: per soddisfare le esigenze di applicazioni molto affamate di banda (in upload o in download) come lo streaming di contenuti 4k o di applicazioni fortemente dipendenti dalla latenza (e soprattutto dalla sua stabilità nel tempo) quali la videoconferenza o il gaming, è necessario che la rete WLAN risulti adeguatamente dimensionata sia nella sua parte radio a disposizione dei client che nella parte di backend.

Compatibilità con client obsoleti: la commistione di dispositivi di diverse generazioni provoca un fisiologico deterioramento complessivo delle prestazioni dell'infrastruttura di rete.

Va da sé che un client in grado di trasmettere solo a 10Mbit ma che occupa magari il 20% del tempo dell'AP perché si trova al limite della copertura o in presenza di interferenze e deve fare continue ritrasmissioni, contribuisce ad abbattere notevolmente la velocità complessiva risultante per il link e, di conseguenza, la user experience anche di chi magari sta utilizzando un dispositivo di ultima generazione collegato allo stesso access point.

2. Caratteristiche principali

2. Caratteristiche principali del Wi-Fi 6

È quindi attualmente utilizzabile sia nella banda dei 2.4GHz che in quella dei 5GHz e lo sarà in quella dei 6GHz quando questa verrà rilasciata dai regolamentatori internazionali e locali per l'utilizzo ISM ("Industrial, scientific and medical applications of radio frequency energy") e cioè negli spettri di frequenza (destinati all'uso in quei dispositivi non prettamente orientati alle telecomunicazioni tra cui anche i forni a microonde, ad esempio!) che sono poi stati estesi anche a utilizzi "non ISM" come, appunto, le comunicazioni wireless nello standard IEEE 802.11.

Rispetto al precedente Wi-Fi 5, nel Wi-Fi 6 sono stati introdotti alcuni accorgimenti tecnici con lo scopo di aumentare la banda messa a disposizione dal link ma, soprattutto, aspetto più importante, la quantità di dispositivi che possono essere serviti dalla singola stazione, con un miglioramento sia in termini di numero massimo di dispositivi che di performance in ambienti congestionati ed eterogenei e di efficienza energetica.

Wi-Fi generation comparison overview

Wi-Fi 6 technology continues to build on the performance of previous Wi-Fi generations, bringing advancements for Wi-Fi devices and networks.

Feature	Wi-Fi 4	Wi-Fi 5	Wi-Fi 6
Channel bandwidth (MHz)	20, 40	20, 40, 80, 80 + 80, 160	20, 40, 80, 80 + 80, 160
Frequency bands	2.4 and 5 GHz	5 GHz	2.4 and 5 GHz
Maximum data rate	150 Mbps	3.5 Gbps*	9.6 Gbps*
Highest subcarrier modulation	64-QAM	256-QAM	1024-QAM
Spatial streams	1	4	8
Underlying technology	IEEE 802.11n	IEEE 802.11ac	IEEE 802.11ax

* Depending upon number of spatial streams and channel used

Modulation and coding schemes for single spatial stream

MCS index ^[a]	Modulation type	Coding rate	Data rate (in Mb/s) ^[b]							
			20 MHz channels		40 MHz channels		80 MHz channels		160 MHz channels	
			1600 ns GI ^[c]	800 ns GI	1600 ns GI	800 ns GI	1600 ns GI	800 ns GI	1600 ns GI	800 ns GI
0	BPSK	1/2	8	8.6	16	17.2	34	36.0	68	72
1	QPSK	1/2	16	17.2	33	34.4	68	72.1	136	144
2	QPSK	3/4	24	25.8	49	51.6	102	108.1	204	216
3	16-QAM	1/2	33	34.4	65	68.8	136	144.1	272	282
4	16-QAM	3/4	49	51.6	98	103.2	204	216.2	408	432
5	64-QAM	2/3	65	68.8	130	137.6	272	288.2	544	576
6	64-QAM	3/4	73	77.4	146	154.9	306	324.4	613	649
7	64-QAM	5/6	81	86.0	163	172.1	340	360.3	681	721
8	256-QAM	3/4	98	103.2	195	206.5	408	432.4	817	865
9	256-QAM	5/6	108	114.7	217	229.4	453	480.4	907	961
10	1024-QAM	3/4	122	129.0	244	258.1	510	540.4	1021	1081
11	1024-QAM	5/6	135	143.4	271	286.8	567	600.5	1134	1201

Notes

- a. ^ MCS 9 is not applicable to all channel width/spatial stream combinations.
- b. ^ A second stream doubles the theoretical data rate, a third one triples it, etc.
- c. ^ GI stands for the guard interval.

1024 quadrature amplitude modulation mode (1024-QAM)

Questa modalità determina quindi la massima quantità di bit trasmissibili per hertz (c'è infatti una proporzione calcolabile tra QAM e Mbit/s, dati anche altri parametri della trasmissione).

Il Wi-Fi 5 supportava al massimo 256-QAM mentre i dispositivi Wi-Fi 6 possono arrivare fino a 1024-QAM il che significa, nel mondo reale, un incremento fino al 25% del throughput possibile tra dispositivi Wi-Fi 6 compatibili (il supporto allo schema a 1024-QAM è infatti opzionale per la certificazione Wi-Fi 6).

Per capire meglio cosa rappresenti la "QAM", immaginate le tavole optometriche che usano gli oculisti durante un test della vista: un "QAM" più elevato corrisponde a un carattere più piccolo quindi alla possibilità di scrivere più caratteri nella stessa pagina, ma richiede un maggiore impegno per leggerli a parità di distanza.

Multi-user multiple input multiple output (MU-MIMO)

In un link con tecnologia MIMO, il chipset del dispositivo trasmittente produce contemporaneamente diversi flussi, ognuno dei quali viene trasmesso da un'antenna diversa.

Più sono le immagini disponibili, più efficace è questa tecnica, ma anche più potenza di calcolo è necessaria per eseguire velocemente la comparazione delle "immagini".

Quando il valore di 'S' non è indicato, si assume che sia uguale al minore tra 'T' ed 'R'.

Già i dispositivi Wi-Fi 5 Wave2 (un aggiornamento del protocollo 802.11ac) hanno potuto beneficiare dell'introduzione nell'hardware della tecnologia MU-MIMO che significa semplicemente "Multi-User MIMO" e, cioè, la possibilità per l'AP, se la funzionalità è supportata sia dalla trasmittente che dalla ricevente, di servire tramite tecnologia MIMO gruppi composti da un massimo di 4 dispositivi contemporaneamente.

La differenza tra le generazioni 5 e 6 è che il Wi-Fi 6 supporta il MU-MIMO anche in uplink (quindi anche nelle comunicazioni tra dispositivi e access/point e non solo nella direzione access-point/dispositivi) e che la dimensione dei gruppi è stata estesa fino a 8 dispositivi contemporaneamente.

Idealmente, il MU-MIMO ha avuto come effetto quello di aumentare le corsie di una strada a disposizione del traffico: magari non è possibile andare oltre un certo limite di velocità, ma il MU-MIMO permette a più client contemporaneamente di muoversi alla loro massima velocità e riduce i tempi di attesa complessivi dovuti alla presenza lungo lo stesso percorso di veicoli lenti.

Transmit beamforming (TxBF o "Spatial filtering")

Tale tecnica era già disponibile, opzionalmente, per i dispositivi compatibili con il Wi-Fi 5 Wave2 ed è fondamentale per il corretto funzionamento anche del MU-MIMO, ma deve essere implementata sia dall'AP che dal ricevitore ed è quindi piuttosto rara nei dispositivi non Wi-Fi 6 per i quali è invece obbligatoria per ottenere la certificazione.

In pratica, per consentire la formazione di un fascio di radiazione sagomato in direzione del client, le due stazioni devono scambiarsi una serie di messaggi preliminari in cui il client comunica informazioni sui segnali omnidirezionali ricevuti (tutte le antenne dell'AP partecipano a questa fase): queste informazioni sulla fase e la frequenza delle onde ricevute permettono all'AP di calcolare le variazioni di segnale da applicare alle trasmissioni durante le Resource Units destinate al client così da emettere le onde radio con una sovrapposizione che determini l'amplificazione del segnale.

L'adozione di questa tecnica consente una maggiore velocità di trasferimento a parità di distanza dal ricevitore o una maggiore distanza di copertura e minori interferenze con le reti vicine in quanto, riducendo la quantità di energia emessa in direzione non utile alla comunicazione col dispositivo, diminuisce il disturbo arrecato alle altre reti nell'ambiente e permette anche di ottenere un valore maggiore del "signal-to-noise ratio" (SNR - cioè il rapporto tra la potenza del segnale utile ed il rumore di fondo presente nell'ambiente, naturalmente o a causa della presenza di emettitori come cavi elettrici o dispositivi non atti alle telecomunicazioni).

Target wake time (TWT)

È una funzionalità particolarmente utile per i dispositivi a batteria, in quanto permette di attivare ricevitori e trasmettitori solo quando è effettivamente disponibile uno slot (Resource Units) idoneo alla trasmissione o alla ricezione di segnali (un po' come se un'auto potesse decidere di mettersi in strada solo quando sa di trovare "l'onda verde" dei semafori) evitando le sovrapposizioni e le ritrasmissioni inutili.

Basic Service Set Coloring (BSS Coloring)

Ciò porta un grande vantaggio quando ci troviamo in presenza di diverse reti WLAN che utilizzano le stesse frequenze o canali che si sovrappongono, condizione frequente in zone ad elevata densità di reti wireless (ad esempio i palazzi di uffici).

Ref:

- https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11ax (https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11ax)

- [http://www.commscope.com/.../.. \(https://www.commscope.com/blog/2018/802.11ax-fundamentals-orthogonal-frequency-division-multiple-access/\)](http://www.commscope.com/.../.. (https://www.commscope.com/blog/2018/802.11ax-fundamentals-orthogonal-frequency-division-multiple-access/))
- [http://www.commscope.com/.../.. \(https://www.commscope.com/blog/2018/wi-fi-6-fundamentals-what-is-1024-qam/\)](http://www.commscope.com/.../.. (https://www.commscope.com/blog/2018/wi-fi-6-fundamentals-what-is-1024-qam/))
- [http://www.commscope.com/.../.. \(https://www.commscope.com/blog/2015/making-the-most-of-multi-user-mimo/\)](http://www.commscope.com/.../.. (https://www.commscope.com/blog/2015/making-the-most-of-multi-user-mimo/))
- [http://www.commscope.com/.../.. \(https://www.commscope.com/blog/2018/802.11ax-fundamentals-target-wake-time-twt/\)](http://www.commscope.com/.../.. (https://www.commscope.com/blog/2018/802.11ax-fundamentals-target-wake-time-twt/))
- [http://www.commscope.com/.../.. \(https://www.commscope.com/blog/2018/wi-fi-6-fundamentals-basic-service-set-coloring-bss-coloring/\)](http://www.commscope.com/.../.. (https://www.commscope.com/blog/2018/wi-fi-6-fundamentals-basic-service-set-coloring-bss-coloring/))
- <http://www.ni.com/white-paper/53150/en/> (<http://www.ni.com/white-paper/53150/en/>)
- [http://www.anandtech.com/.../.. \(https://www.anandtech.com/show/15485/at-101-wifi-6-and-why-you-want-it/\)](http://www.anandtech.com/.../.. (https://www.anandtech.com/show/15485/at-101-wifi-6-and-why-you-want-it/))
- [http://networkingnerd.net/.../.. \(https://networkingnerd.net/2019/04/10/802-11ax-is-not-a-wireless-switch/\)](http://networkingnerd.net/.../.. (https://networkingnerd.net/2019/04/10/802-11ax-is-not-a-wireless-switch/))
- [http://www.ni.com/.../..ciency-wireless.html \(https://www.ni.com/it-it/innovations/white-papers/16/introduction-to-802-11ax-high-efficiency-wireless.html\)](http://www.ni.com/.../..ciency-wireless.html (https://www.ni.com/it-it/innovations/white-papers/16/introduction-to-802-11ax-high-efficiency-wireless.html))

3. Dov'è la fregatura ?

3. Dov'è la fregatura ?

E ovviamente ci sono anche diversi "ma"...

Il Wi-Fi 6 porta in dote sicuramente dei grossi miglioramenti per quanto riguarda la copertura di grandi superfici ad alta densità di client e, quando lo standard si diffonderà, le reti Wi-Fi faranno un grosso passo avanti per quanto ne riguarda la fruibilità e la velocità in generale.

Le considerazioni che seguono si applicano più o meno proporzionalmente e con qualche eccezione specifica a tutte le generazioni di Wi-Fi passate, presenti e (per quanto ne sappiamo ora) future, quindi non sono da intendere come critiche ad una tecnologia nata male o sfortunata ma, semplicemente, constatazioni derivanti dall'analisi di quanto scritto in precedenza, in larga parte applicabili a tutte le generazioni di Wi-Fi.

Si tratta però della tecnologia top di gamma (quindi ci siamo abituati) e questo seguirà la normale curva dei prezzi che abbiamo sempre visto.

Secondo [questo whitepaper di Huawei \(https://e.huawei.com/it/related-page/products/enterprise-network/wlan/wi-fi-6/Wi-Fi-6-top10\)](https://e.huawei.com/it/related-page/products/enterprise-network/wlan/wi-fi-6/Wi-Fi-6-top10) tutte le "key feature" sono già state "finalized" con la Draft 3.0 dello standard e il documento suggerisce che eventuali modifiche potranno essere implementate via aggiornamenti del firmware.

Inoltre, un [articolo scritto da una marketing engineer di Aruba \(https://www.networkworld.com/article/3366216/what-s-the-difference-between-ofdma-and-mu-mimo-in-11ax.html\)](https://www.networkworld.com/article/3366216/what-s-the-difference-between-ofdma-and-mu-mimo-in-11ax.html) (una compagnia di proprietà di Hewlett Packard Enterprise Company) di inizio 2019 riporta l'indicazione secondo cui l'introduzione del MU-MIMO in uplink sarebbe posticipata al "Wave 2 of 11ax".

Magari si sbaglia oppure questo posticipo è solo per i dispositivi Aruba (non abbiamo trovato una indicazione chiara in merito), certo è che, consultando il ["Product Finder" sul sito della Wi-Fi Alliance \(https://www.wi-fi.org/product-finder-results\)](https://www.wi-fi.org/product-finder-results)[↔]® (<https://www.wi-fi.org/>) per diversi dispositivi certificati "Wi-Fi 6", viene riportato effettivamente solo il "DL MU-MIMO".

Per sostenere adeguatamente il nuovo standard è necessaria anche un'infrastruttura che sia in grado di supportare link multi-gigabit, altrimenti lo sforzo fatto per migliorare la parte in aria verrebbe vanificato dal collo di bottiglia dato dall'interfacciamento con la parte alle spalle dell'AP: molti apparati router/AP Wi-Fi 6 integrano infatti almeno una porta a 2,5Gbit/s in luogo della tradizionale Gigabit Ethernet, proprio per poter sostenere il data rate messo a disposizione dal nuovo protocollo.

Perché, anche stavolta, il data rate del link consentito dal protocollo è di 9,6Gb/s al massimo, aggregando tutti gli 8 SS (Spatial Streams) previsti: ad oggi, almeno per la fascia home/soho o in generale consumer, non ci risulta che ci siano in commercio access point o router con AP integrato in grado di supportare più di 4 SS contemporanei, il che significa un throughput massimo di 4,8Gb/s.

Infine, con una semplificazione che potrebbe essere eccessiva ma che chiarisce il concetto, possiamo dire che le trasmissioni Wi-Fi sono half-duplex (significa che un dispositivo mentre trasmette non può

contemporaneamente anche ricevere) contrariamente ai link Ethernet che sono full-duplex (il flusso dei dati può viaggiare contemporaneamente sia in trasmissione che in ricezione), quindi, mediamente, per servire un link 4,8Gb/s half-duplex un 2,5Gb/s full-duplex è generalmente sufficiente, anche se potrebbe risultare limitante in alcuni scenari.

Ma non vi preoccupate: normalmente in un dispositivo consumer Wi-Fi 6 la porta a 2,5Gbit/s è la sola porta WAN (quindi, in assenza di una connessione WAN a 2,5Gbit, rimane largamente inutilizzata), mentre le porte verso la LAN sono frequentemente delle normali porte Gigabit Ethernet che, quindi, risultano ulteriormente limitanti per tutto il traffico verso i client della rete locale come NAS o altri servizi collegati alla rete cablata.

Come se non bastasse, alcuni router/AP Wi-Fi "implementano" un supporto ai 160MHz ottenuto come aggregazione di due canali da 80MHz, che non è la stessa cosa in termini di velocità risultante di una vera trasmissione su un singolo canale a 160MHz.

Infine, la QAM-1024 necessaria per raggiungere le massime prestazioni è vero che è parte integrante dello standard e deve essere supportata dai router/AP perché possano ottenere la certificazione Wi-Fi 6 ma, per essere utilizzabile, deve essere gestita anche da parte del client e non abbiamo trovato conferma certa che il supporto alla QAM-1024 sia mandatorio anche per i terminali "client".

Sono tante le cose da controllare quando si sceglie un prodotto piuttosto che un altro e reperire queste informazioni in maniera dettagliata è sempre più difficile, dato che ormai le "schede tecniche" dei dispositivi che compriamo sembrano sempre più spesso essere brochure pubblicitarie e risultano molto superficiali.

Aggiungiamo, inoltre, che la QAM-1024 richiede un segnale estremamente pulito e chiaro, il che significa poche interferenze e la necessità di rimanere molto vicini alla stazione trasmittente (riprendendo ancora l'esempio della tavola optometrica, se le interferenze sono talmente rilevanti da impedire di leggere i caratteri più piccoli allora sarà per forza necessario usare una QAM diversa per trasmettere il segnale).

Purtroppo non abbiamo ancora trovato l'indicazione chiara di una misura che permetta ad un comune mortale (cioè a chiunque una indicazione del tipo "-47 dB PA EVM" non dica nulla) di capire quanto "vicino" sia necessario rimanere all'emettitore per poter fruire di QAM-1024, probabilmente perché la risposta giusta è: "dipende dalle caratteristiche specifiche dell'installazione".

In questo [whitepaper di Cisco \(https://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/wireless/white-paper-c11-740788.pdf\)](https://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/wireless/white-paper-c11-740788.pdf) a pagina 11 viene indicata in meno di 250m² (2500 ft²) la superficie coperta da una cella che possa ottenere i maggiori benefici in termine di throughput in seguito all'introduzione della QAM-1024, ma a pagina 12 (figura 10) viene riportata la seguente pianta di un ufficio tipo, coperto da 6 Access Point Wi-Fi 6 (che riportiamo di seguito per comodità):



Sul disegno non è riportata una scala ma, ammettendo che si tratti dell'ufficio di 250m² di cui parlavano e facendo una valutazione a spanne, ci sentiamo di azzardare che l'area coperta in QAM-1024 da un AP tipicamente di livello medio-alto (valori di Modulation and Coding Schemes - MCS - pari a 10/11) sia una superficie senza ostacoli inferiore ai 40m².

Nell'immagine sopra riportata è interessante notare come la presenza di una colonna portante (o comunque di un forte ostacolo) vicino all'AP centrale superiore azzeri praticamente la copertura in direzione della stessa, mentre l'assenza dei divisori lungo il corridoio coperto dall'AP centrale in basso ne estenda notevolmente la copertura, ulteriore conferma e promemoria della necessità di scegliere con estrema attenzione la posizione degli access point.

Nota:

Modulation and coding schemes for single spatial stream

MCS Index ^[a]	Modulation type	Coding rate	Data rate (in Mb/s) ^[b]							
			20 MHz channels		40 MHz channels		80 MHz channels		160 MHz channels	
			1600 ns GI ^[c]	800 ns GI	1600 ns GI	800 ns GI	1600 ns GI	800 ns GI	1600 ns GI	800 ns GI
0	BPSK	1/2	8	8.6	16	17.2	34	36.0	68	72
1	QPSK	1/2	16	17.2	33	34.4	68	72.1	136	144
2	QPSK	3/4	24	25.8	49	51.6	102	108.1	204	216
3	16-QAM	1/2	33	34.4	65	68.8	136	144.1	272	282
4	16-QAM	3/4	49	51.6	98	103.2	204	216.2	408	432
5	64-QAM	2/3	65	68.8	130	137.6	272	288.2	544	576
6	64-QAM	3/4	73	77.4	146	154.9	306	324.4	613	649
7	64-QAM	5/6	81	86.0	163	172.1	340	360.3	681	721
8	256-QAM	3/4	98	103.2	195	206.5	408	432.4	817	865
9	256-QAM	5/6	108	114.7	217	229.4	453	480.4	907	961
10	1024-QAM	3/4	122	129.0	244	258.1	510	540.4	1021	1081
11	1024-QAM	5/6	135	143.4	271	286.8	567	600.5	1134	1201

Notes

- a. ^ MCS 9 is not applicable to all channel width/spatial stream combinations.
- b. ^ A second stream doubles the theoretical data rate, a third one triples it, etc.
- c. ^ GI stands for the guard interval.



"Modulation and Coding Schemes" (MCS): non l'abbiamo citato in precedenza perché non è una particolarità di Wi-Fi6, ma è un parametro specifico di tutte le connessioni con "high-throughput orthogonal frequency division multiplexing" (HT-OFDM) introdotto con lo standard 802.11n ed è utilizzato per determinarne il data rate.

Il valore di MCS è negoziato continuamente tra client e access point per garantire che siano sempre utilizzate le migliori combinazioni di modulazione, ampiezza del canale di trasmissione e "Guard Interval" (GI) per garantire un bilanciamento ottimale tra "data rate" ed "error rate".

Il "guard interval" è un ritardo (di 800 o 1600 nanosecondi per il protocollo 802.11ax) introdotto tra due trasmissioni successive di un blocco "QAM" per evitare sovrapposizioni e impedire che il device partner possa, a causa del MIMO e in condizioni sfavorevoli, ricevere in ritardo un blocco di simboli QAM e non sapere, per capirci, se è l'ultimo frame del set precedente o se è il primo del set successivo, questo fenomeno di indeterminazione si chiama "intersymbol interference" (ISI).

A MCS più elevati corrisponde tipicamente il maggior throughput, ma anche la minor robustezza del segnale trasmesso e viceversa per i valori più bassi di MCS.

"Coding rate" o "information rate": è un valore che determina, sul totale dei bit trasmessi, il rapporto tra quelli destinati al dato utile e quanti vengono riservati per gli algoritmi di correzione dell'errore.

Maggiore è la quantità di bit riservata al controllo errori, minori saranno le ritrasmissioni necessarie per trasferire l'informazione corretta, ma sarà anche minore la quantità di dato utile che potrà essere trasmessa con il singolo pacchetto di dati.

Ref:

- <https://www.duckware.com/tech/wifi-in-the-us.html#wifi6> (<https://www.duckware.com/tech/wifi-in-the-us.html#wifi6>)
- <http://e.huawei.com/.../..Wi-Fi-6-top10> (<https://e.huawei.com/it/related-page/products/enterprise-network/wlan/wi-fi-6/Wi-Fi-6-top10>)
- <http://www.cisco.com/.../..paper-c11-740788.pdf> (<https://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/wireless/white-paper-c11-740788.pdf>)
- <http://www.networkworld.com/.../..mu-mimo-in-11ax.html> (<https://www.networkworld.com/article/3366216/what-s-the-difference-between-ofdma-and-mu-mimo-in-11ax.html>)
- <https://www.wi-fi.org/product-finder-results> (<https://www.wi-fi.org/product-finder-results>)
- <http://www.controleng.com/.../..> (<https://www.controleng.com/articles/understanding-modulation-and-coding-schemes/>)
- https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11ax (https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11ax)

4. Conclusioni

4. Conclusioni

L'incremento di velocità teorica è notevole, il valore reale sul campo probabilmente non lo sarà altrettanto, ma dove la velocità del link è preminente rispetto agli altri aspetti si tira un cavo e basta (banalmente anche solo per avvicinare l'access point, se la mobilità è indispensabile).



In una rete affollata e composta principalmente da device compatibili 802.11n/ac/ax (o Wi-Fi 4/5/6 che dir si voglia), i miglioramenti dovuti alla sostituzione di un router/AP con un modello compatibile con Wi-Fi 6 potrebbero invece essere sensibili.

Inoltre, i benefici tecnologici che si porta in dote sono applicati sia alla banda di frequenza dei 2,4GHz che a quella dei 5GHz permettendo, grazie alla più estesa copertura e penetrazione della banda a frequenza minore, di costruire soluzioni che possono coprire un maggior numero di casi d'uso rispetto al precedente standard Wi-Fi 5, che operava solo sui 5GHz e risultava quindi più limitato dalla presenza di ostacoli fissi.