



LANCOM

Systems



WiFi 6: il nuovo standard Wi-Fi

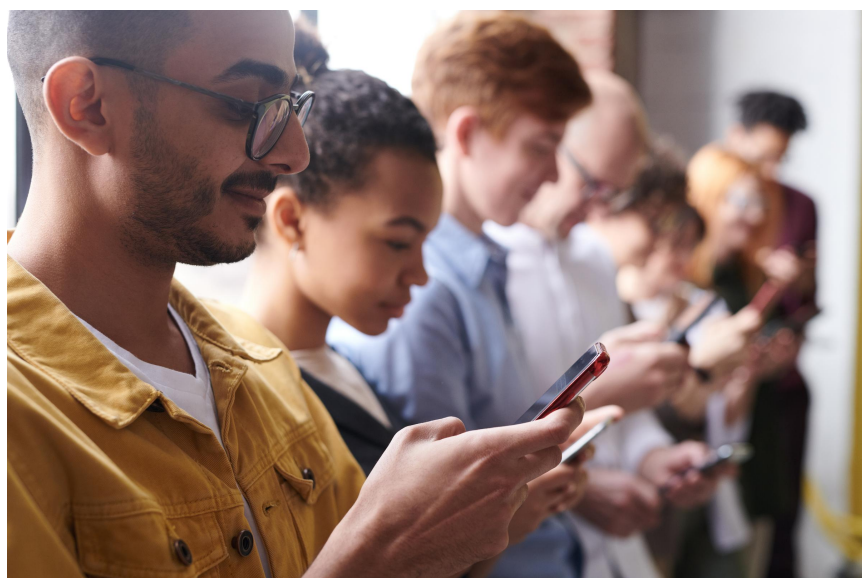
Il nuovo standard Wi-Fi Wi-Fi 6 - anche chiamato IEEE 802.11ax o alta efficienza Wireless (HEW) - offre nuove possibilità per il funzionamento dei cosiddetti "ambienti ad alta densità".

Nelle aree con un gran numero di client Wi-Fi, aumenteranno ulteriormente i numeri con l'aumentare della popolarità dei dispositivi IoT. Questa nuova tecnologia ridurrà il numero di collisioni che si verificheranno quando molti client opereranno contemporaneamente, aumentando il totale della portata. Facendo un uso più efficiente delle larghezze di banda disponibili e dei canali, Wi-Fi 6 offre maggiore stabilità e affidabilità del wireless LAN quando vi è un uso intensivo.

Il vantaggio del Wi-Fi 6 rispetto agli standard precedenti è una riduzione del tempo di latenza per ciascun client Wi-Fi.

Le larghezze di banda disponibili sono assegnate a ciascun client in modo molto più efficiente.

Un tempo era piuttosto semplice: un nuovo standard Wi-Fi portava principalmente maggiore velocità sulle autostrade dei dati. Oggi il mondo è molto più complesso. È così che emergono tecnologie che portano progressi (ma a volte solo in aree chiaramente definite). Il vecchio modo di pensare "Higher, faster, further" si applica quindi solo in misura limitata agli standard Wi-Fi. Il salto dalla quinta alla sesta generazione non è più solo di riguardo a più velocità, ma sull'aumento del throughput medio per client Wi-Fi (e soprattutto dove è necessario, vale a dire in ambienti ad alta densità).



Cosa è cambiato rispetto al precedente standard Wi-Fi 5

Il passaggio da Wi-Fi 5 a Wi-Fi 6* è dovuto a una stretta interazione delle seguenti già note ma anche a nuove funzionalità:

> MIMO multiutente (MU-MIMO) offre maggiore efficienza con pacchetti di dati di grandi dimensioni, non solo nel download, ma ora anche nel caricamento. Perfetto per le videoconferenze 4K.

*= Wi-Fi 5 e Wi-Fi 6 sono sinonimo di IEEE 802.11ac e IEEE 802.11ax. client density.

Per semplicità, ora stiamo usando la numerazione consecutiva del Wi-Fi standard introdotta con IEEE 802.11n (Wi-Fi 4), che è la nuova nomenclatura del Wi-Fi Alliance.

> OFDMA può elaborare diversi piccoli pacchetti di dati in parallelo in un solo flusso. I canali radio disponibili sono utilizzati in modo molto efficiente da sottoportanti stretti fino a 2 MHz, alleggerendo così lo spettro già sovraffollato nell'aria.

> QAM-1024 con Wi-Fi 6 offre il 25% in più di throughput di dati rispetto al vecchio QAM-256 con Wi-Fi 5 grazie a un'alta densità di modulazione per il pacchetto dati.

> TWT (Target Wake Time) utilizza dei "wake-up mechanisms" intelligenti per prolungare la durata della batteria dei client Wi-Fi 6.

- > Basic Service Set (BSS) Coloring massimizza le prestazioni della rete attraverso la coesistenza senza problemi di client ad alta densità.

Investire sul Wi-Fi 5 o aspettare il Wi-Fi 6 ?

Per poter prendere una decisione di investimento a favore di uno dei due standard, vale la pena dare un'occhiata da vicino per scoprire quale tecnologia ha il valore aggiunto desiderato. Quindi la domanda non è "Qual è lo standard Wi-Fi più recente e più veloce sul mercato", ma "Quale standard attuale o futuro soddisfa meglio le mie esigenze".

Lo standard per l'high client density

Lo standard Wi-Fi 5 Wave 2 è particolarmente adatto per reti Wi-Fi ad alte prestazioni. Come seconda fase evolutiva del Wi-Fi 5, offre già la trasmissione dei dati a una velocità elevata. Ma in aggiunta, il Wi-Fi 6 consente di collegare un gran numero di dispositivi terminali, rendendolo ideale per i cosiddetti "ambienti ad alta densità", ovvero aree con un numero elevato di dispositivi WLAN.

I tipici campi di applicazione del Wi-Fi 6 sono uffici open space, stadi sportivi, sale da concerto, università, grandi edifici scolastici e centri commerciali o ambienti con un'alta densità di dispositivi IoT come le smart city.



Molto più di un semplice Access Point

Wi-Fi 6 non riguarda solo la velocità maggiore del suo predecessore, ma piuttosto il modo più efficiente di trasferire dati a più client, quindi se desideri semplicemente maggiore velocità per la tua WLAN aziendale, dovresti dare un'occhiata più da

vicino ai vantaggi e alla velocità dell'attuale standard Wi-Fi 5.

Inoltre, gli utenti delle infrastrutture Wi-Fi 5 devono tenere presente quando si passa a Wi-Fi 6 che, oltre ai nuovi access point, possono rendersi necessari switch più potenti con velocità di trasmissione più elevate, poiché le infrastrutture odierne di solito non dispongono di switch con porte veloci da 2,5 o 5 Gbit / s (IEEE 802.3bz o 2.5GBASE-T o 5GBASE-T).

L'alimentazione di punti di accesso Wi-Fi 6 con 8 antenne potrebbe richiedere switch che supportano il nuovo standard PoE IEEE 802.3bt con fino a 60 watt di potenza in uscita. Potrebbe essere necessario sostituire i cavi di rete meno recenti con cavi Ethernet multi-gigabit più avanzati e, naturalmente, sul lato client, sarà necessario effettuare nuovi investimenti per sfruttare appieno l'infrastruttura Wi-Fi 6.

Diamo un'occhiata alle tecnologie nuove o che sono state migliorate con Wi-Fi 6.



Bande più ampie per una maggiore larghezza (di banda)

Più ampi sono i canali, maggiore è la velocità. Nella banda wireless a 5 GHz, il Wi-Fi può realizzare 6 canali con larghezze di banda di 20, 40, 80 e 160 MHz, nella banda di 2,4 GHz è 20 o 40 MHz.

I canali da 80 e 160 MHz possono essere utilizzati per streaming video 4K o 8K ad alta risoluzione, videoconferenze di alta qualità o backup di dati di grandi dimensioni. Tuttavia, la velocità massima di un access point che offre una larghezza di banda di 160 MHz può essere raggiunta solo se il client collegato ad esso è anche in grado di supportare una larghezza di banda di 160 MHz. Finora, questo è ancora un sogno.

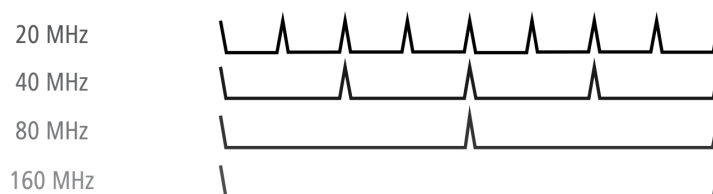


Fig. 1: possibili larghezze di banda del canale con Wi-Fi 6

MIMO

MIMO (multiple input multiple output) utilizza diversi trasmettitori e ricevitori per realizzare diversi flussi di dati paralleli, noti come flussi spaziali. Fino alla prima ondata con Wi-Fi 5, i punti di accesso supportavano solo la tecnologia MIMO per utente singolo, in cui solo

un client dopo l'altro poteva trasferire i dati in sequenza. Lo standard wireless Wi-Fi 5 Wave 2 ha visto l'arrivo del principio MU-MIMO. MU significa "multiutente" e consente ai vari flussi spaziali di essere distribuiti contemporaneamente a più client diversi, anziché servirli uno dopo l'altro come prima.

Flussi spaziali

Con la tecnologia MIMO, il punto di accesso trasmette una serie di flussi di dati indipendenti. Ogni flusso di dati viene chiamato flusso spaziale perché utilizza percorsi diversi nello spazio e trasporta i pacchetti di dati uguali o diversi al destinatario o al client Wi-Fi. A seconda del concetto di Wi-Fi, un trasmettitore come un punto di accesso può trasmettere simultaneamente due, quattro o persino otto flussi spaziali. In Wave 2 dello standard Wi-Fi 5, ciò consentiva fino a 4 flussi di dati simultanei a un ricevitore in modalità MIMO monoutente (SU-MIMO). Il Wi-Fi 6 è anche in grado di utilizzare SU-MIMO, anche se ora è possibile raggruppare fino a 8 stream per un singolo client Wi-Fi. Tuttavia, ciò richiede i dispositivi terminali appropriati, che non esistono ancora. Ecco il potenziale di sviluppo.

Fino a otto corsie veloci grazie a 8x8 MIMO

Con l'introduzione di Wave 2 nello standard Wi-Fi 5, MIMO è diventato disponibile per la prima volta con 4 stream, consentendo velocità di download fino a 1733,3 Mbps (complessivamente):

Wi-Fi 5, 80 MHz, QAM-256 with up to 4x4 MIMO				
1x1	2x2	3x3	4x4	
433.3 Mbps	866.7 Mbps	1300 Mbps	1733.3 Mbps	

Tab. 1: velocità di download possibili per diversi accoppiamenti trasmettitore-ricevitore con Wi-Fi 5 (larghezza canale 80 MHz, QAM-256)

Con Wi-Fi 6 che offre fino a 8 stream paralleli e QAM-1024, sono possibili velocità di dati lorde fino a un teorico di 4800 Mbps:

Wi-Fi 6, 80 MHz, QAM-1024 with up to 4x4 MIMO					
1x1	2x2	3x3	4x4	8x8	
600 Mbps	1.2 Gbps	1.8 Gbps	2.4 Gbps	4.8 Gbps	

Tab. 2: velocità di download possibili per diversi accoppiamenti trasmettitore-ricevitore con Wi-Fi 6 (larghezza canale 80 MHz, QAM-1024)

MU-MIMO – up and down

MU-MIMO non solo condivide i diversi flussi spaziali di un punto di accesso tra più client, ma può fornirli tutti contemporaneamente. Wave 2 nello standard Wi-Fi 5 ha visto l'arrivo di MU-MIMO, ma solo per il downlink. Con Wi-Fi 6, MU-MIMO può essere utilizzato non solo per il downlink ma anche per l'uplink. Questo nuovo supporto di MU-MIMO nella direzione di uplink migliora ulteriormente la latenza e il

throughput, che sono fondamentali per le applicazioni in tempo reale affamate di larghezza di banda come la realtà virtuale e aumentata.

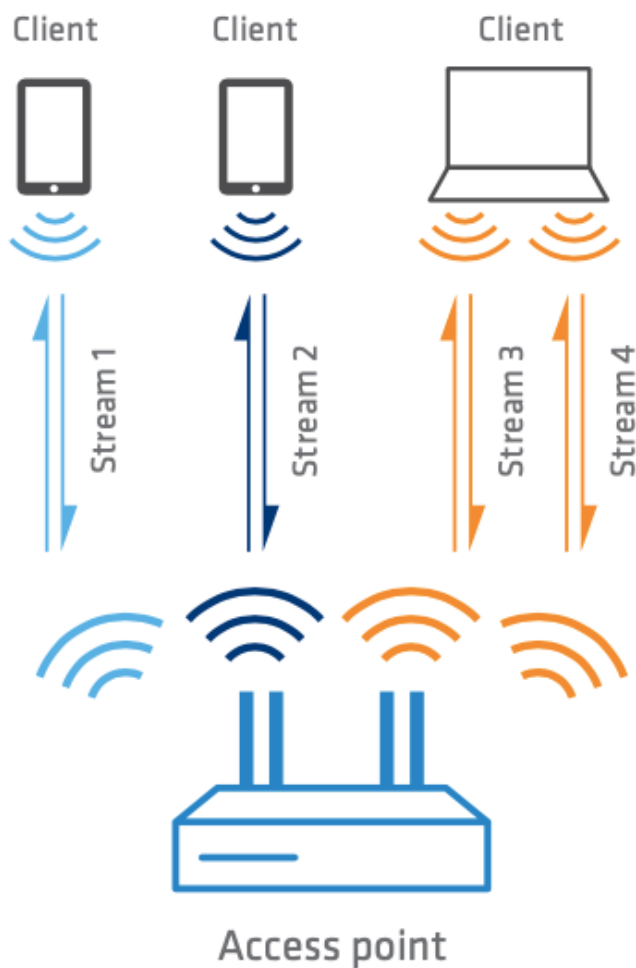


Fig. 2: Multi-User MIMO per down e uplink

Questo nuovo supporto di MU-MIMO nella direzione di uplink migliora ulteriormente la latenza e il throughput, che sono fondamentali per le applicazioni in tempo reale affamate di larghezza di banda come la realtà virtuale e aumentata. La notazione "trasmettitore x ricevitore" indica il numero delle antenne trasmettenti e riceventi. 8x8 MIMO descrive quindi otto antenne trasmettenti e otto riceventi, sebbene questo numero di antenne si trovi di

solito solo sul lato dei punti di accesso. Con 8x8 MU-MIMO, non è necessario che tutti gli otto flussi vengano distribuiti tra otto client diversi. In generale, i dispositivi terminali abilitati per MU-MIMO come notebook o tablet hanno al massimo due antenne. Ciò significa che è possibile raggruppare due flussi per fornire al dispositivo una velocità dati superiore. Gli smartphone di solito hanno solo un'antenna, perché avere di più aumenterebbe il loro consumo energetico. A causa del diverso numero di antenne dei client, è possibile trasmettere simultaneamente MU-MIMO a un massimo di 8 smartphone o a 4 tablet o notebook con due antenne ciascuno. Ciò è particolarmente evidente in ambienti in cui diversi utenti Wi-Fi devono ricevere e inviare dati in parallelo.

Transmitter x receiver = number of transmit x receive antennas	
8 x 8 MIMO = 8 transmit and 8 receive antennas	
8 streams	8 1x1 smartphones
8 streams	4 2x2 tablets or 2x2 notebooks
8 streams	4 1x1 smartphones + 1 2x2 tablet + 1 2x2 notebook

Divisione di frequenza ortogonale accesso multiplo (OFDMA)

Chi trae maggior vantaggio da 4x4 o addirittura 8x8 MU-MIMO sono le trasmissioni di pacchetti di dati di

grandi dimensioni come quelli per i flussi video HD. Inoltre, Wi-Fi 6 supporta una tecnologia chiamata OFDMA. Questo è di grande beneficio quando sono coinvolti pacchetti di dati più piccoli, come quelli inviati da dispositivi IoT.

Fino allo standard Wi-Fi 5 utilizzato, incluso Multiplexing di divisione di frequenza ortogonale (OFDM) per la gestione dei canali: Durante la trasmissione dei dati, l'intera gamma di frequenza di un canale Wi-Fi è occupata per unità di tempo. Wi-Fi 6 introduce la tecnologia molto più complessa nota come OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access). Questa tecnologia è già in uso con le tecnologie mobili LTE / 4G. OFDMA divide la gamma di frequenza di un canale Wi-Fi in un numero di blocchi di frequenza per unità di tempo, il che si traduce in sub carrier o unità di risorse (RU). Questi vettori secondari possono avere una larghezza di soli 2 MHz, quindi non bloccano l'intera larghezza del canale di 20, 40 o addirittura 80 MHz per le piccole quantità di dati che trasmettono. D'altro canto, l'access point Wi-Fi 6 è in grado di raggruppare e trasportare più RU.

OFDMA offre agli access point Wi-Fi 6 un livello di prestazioni completamente nuovo che semplicemente non era disponibile con lo standard Wi-Fi 5. Poiché i canali Wi-Fi sono già merce rara, dovremmo usare quelli che abbiamo per ottenere il massimo risultato. In un certo senso, questa tecnologia può essere vista un po' come il car sharing. Anziché molte macchine, ciascuna con un solo passeggero, che intasano le strade, OFDMA libera le strade in modo che un minor numero di auto multi-occupante possa viaggiare più velocemente. Ciò vale anche nelle direzioni upstream e downstream.

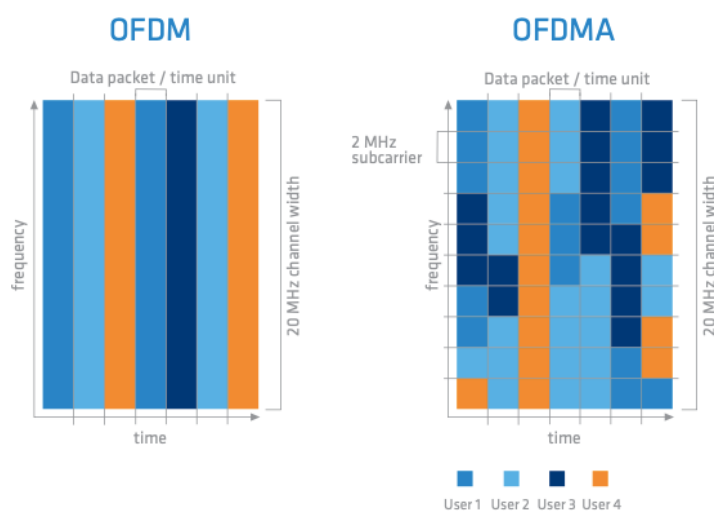


Fig. 3: Confronto tra le tecnologie OFDM e OFDMA

Quadrature Amplitude Modulation (QAM)

Questo metodo aumenta la velocità di trasmissione dei dati. La differenza tra Wi-Fi 5 con QAM-256 e Wi-Fi 6 con QAM-1024 è il 25% in più di throughput di dati, da 8 a 10 bit per symbol. Il metodo combina due segnali modulati in ampiezza in un singolo canale, raddoppiando così la larghezza di banda effettiva. Un segnale QAM contiene due portatori della stessa frequenza. I due portatori hanno un sfasamento di 90 gradi, cioè un quarto di ciclo (360 °). Matematicamente, questi due segnali possono essere rappresentati come una curva del seno e una curva del coseno (spostamento di 90 °).

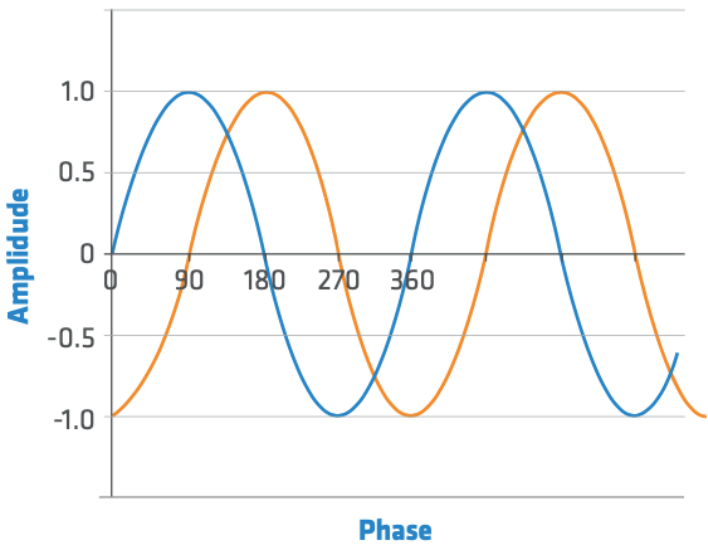


Fig. 4: Entrambi i portatori del segnale QAM, stessa frequenza, sfasati di 90 °

Se la fase e l'ampiezza delle onde sinusoidali sono modulate, producono segnali in grado di trasmettere una quantità sempre crescente di informazioni per segnale, ovvero una velocità più elevata di dati trasmessi simultaneamente. In parole povere, un livello di QAM più elevato fornisce un throughput di dati più elevato per i dispositivi Wi-Fi. Se l'ampiezza e la fase del segnale variano, i punti di accesso possono generare segnali nella seguente costellazione.

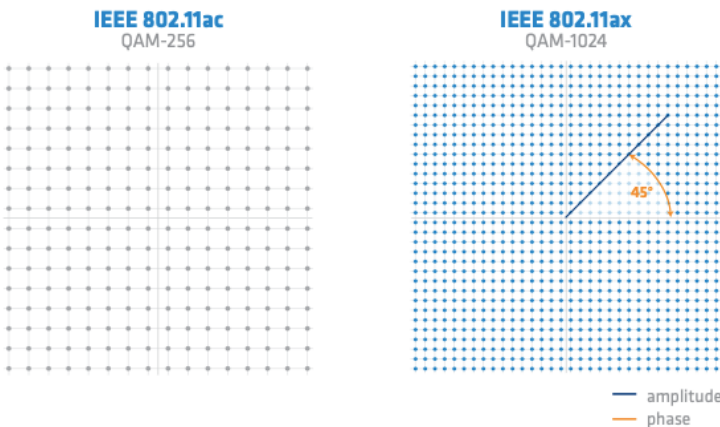


Fig. 5: QAM-256 vs. QAM-1024

QAM offre un ulteriore aumento di velocità nell'evoluzione del Wi-Fi: lo standard 11a ha portato QAM-64; con Wi-Fi 5 il valore è aumentato a QAM-256 e Wi-Fi 6 vede l'arrivo di QAM-1024. Ad ogni passo, potrebbero essere trasmessi più bit per symbol.

Modulation	Bits per symbol	Symbol rate
QAM-16	4	4 bit/rate
QAM-32	5	5 bit/rate
QAM-64	6	6 bit/rate
QAM-256	8	8 bit/rate
QAM-1024	10	10 bit/rate

Tab. 4: Bit trasmessi per symbol a diversi livelli di QAM

La modulazione intelligente produce velocità più elevate senza richiedere antenne aggiuntive. Va detto che il QAM funziona solo in condizioni ottimali, cioè su brevi distanze, a un livello di segnale ottimale e con solo livelli minori di interferenza.

Più vita alla batteria con TWT

Con i precedenti standard wireless fino al Wi-Fi 5 incluso, smartphone, tablet e notebook dovevano essere pronti a ricevere per non perdere i loro pacchetti di dati. Questo ovviamente ha un impatto significativo sulla durata della batteria. Wi-Fi 6 vede l'arrivo di una nuova tecnologia che pone fine allo spreco di carica della batteria per i clienti. Target Wake Time, abbreviato in TWT, è progettato per ridurre i consumi consentendo all'access point e al client di negoziare esattamente quando il destinatario deve "svegliarsi" per ascoltare la chiamata del mittente. Per molti smartphone ciò significherà meno tempo attaccati al caricabatterie.



Fig. 6: maggiore durata della batteria grazie a TWT

Vantaggi per il numero crescente di dispositivi IoT

Molti dispositivi IoT non trasmettono in modo permanente ma inviano le loro misurazioni o altri dati all'access point ogni pochi secondi, minuti o anche meno frequentemente.

L'arrivo di TWT non solo fa risparmiare batterie agli smartphone, ma è giusto in tempo per il boom dell'Internet of Things. Anche per i sensori e gli attuatori collegati in rete, periodi più lunghi in standby significano trasmissioni meno frequenti e quindi un minore consumo energetico, che consente di risparmiare energia e riduce anche le interferenze sulle frequenze radio densamente popolate. Inoltre, un vantaggio della tecnologia OFDMA che abbiamo menzionato in precedenza è che i dispositivi IoT occupano solo un vettore secondario a 2 MHz, quindi non devono bloccare l'intera banda da 20, 40 o 80 MHz per inviare solo una piccola misurazione (un significativo aumento dell'efficienza per il Wi-Fi).

BSS Coloring con Spatial Re-Use

BSS Coloring con Spatial Re-Use è un meccanismo che massimizza le prestazioni della rete riducendo l'interferenza tra i dispositivi Wi-Fi e aiutandoli a fare un uso più efficiente

dello spettro disponibile in cui la densità di punti di accesso e client è elevata.

Le reti wireless hanno solo un numero limitato di canali disponibili per un punto di accesso. Se i punti di accesso vicini e i loro clienti (set di servizi di base, BSS) occupano lo stesso canale, interferiranno inevitabilmente tra loro. Per le infrastrutture wireless meno recenti, ciò significa che può trasmettere solo un dispositivo Wi-Fi e gli altri devono attendere che il canale sia libero. Ciò comporta rapidamente il sovraccarico del Wi-Fi e il rallentamento della trasmissione dei dati.

Questo cambia con il Wi-Fi 6. Per ridurre le interferenze all'interno dello stesso set di servizi di base, BSS Coloring assegna un'etichetta "color" a un SSID e aumenta la soglia di interferenza da altri "colori". Il metodo di colorazione identifica un set di servizi di base e quindi lo differenzia da qualsiasi altro BSS utilizzando lo stesso canale radio.

I dispositivi abilitati Wi-Fi 6 possono distinguere questo tag BSS e rilevare quando le radio "di colore diverso" stanno trasmettendo sullo stesso canale. Di conseguenza, i BSS di colore diverso interferiscono meno l'uno con l'altro. Ciò migliora

notevolmente le prestazioni della rete consentendo ai dispositivi Wi-Fi appartenenti a BSS diversi di condividere lo stesso canale ma, purché siano sufficientemente distanti e con codici colore diversi, possono comunque trasmettere contemporaneamente.

I vantaggi di questa tecnologia possono essere confrontati, in senso figurato, con la situazione in un ristorante con gruppi diversi seduti a tavoli diversi. Il gruppo al tavolo A non è interessato alle conversazioni del tavolo B adiacente, quindi le persone al tavolo successivo possono parlare a un certo volume senza che il gruppo A si senta disturbato. Solo quando viene superata una determinata soglia di volume, i due tavoli devono discutere della loro conformità a tale soglia; altrimenti, uno dei gruppi dovrebbe spostarsi in un'altra stanza.

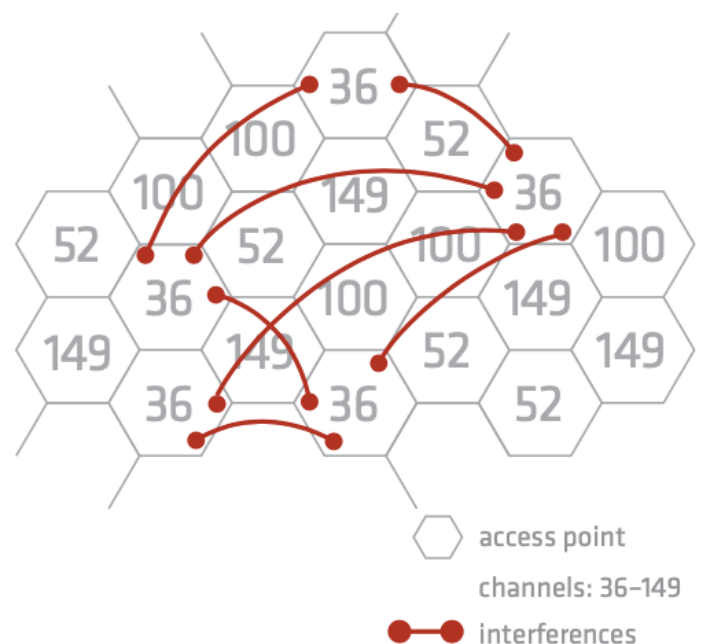


Fig. 7: High interference senza BSS Coloring

Ciò ha il vantaggio di aumentare la capacità di un BSS e di ridurre la latenza, poiché le reti vicine vengono ignorate e non possono interferire così tanto.

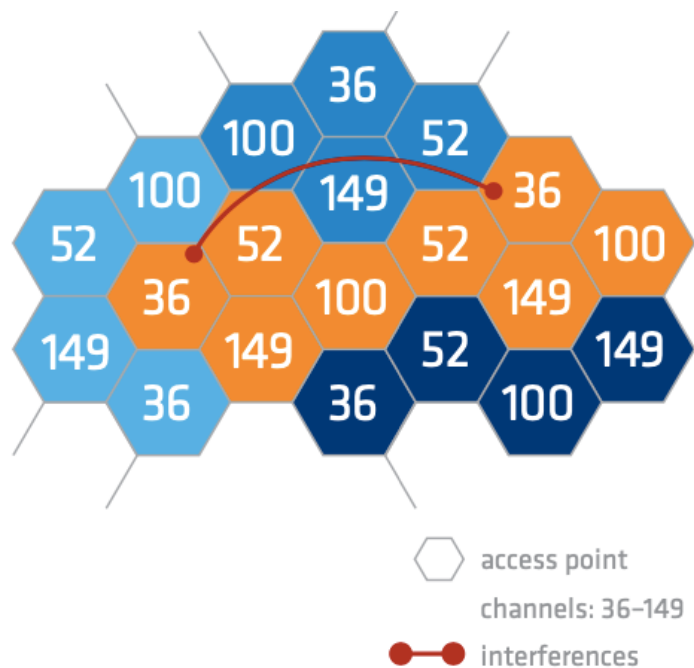


Fig. 8: Low interference con BSS Coloring e Spatial Re-Use

Bande di frequenza: Wi-Fi a 2,4 e 5 GHz

Importante per molte delle tecnologie sopra elencate è lo spazio di frequenza disponibile, in modo che possano essere utilizzati canali larghi 80 o anche 160 MHz. Wi-Fi 4 e i suoi predecessori condividono la vasta gamma di 83,5 MHz a 2,4 GHz.

Conclusioni

Il Wi-Fi è onnipresente oggi e le sue applicazioni sono diverse. D'altra parte, esiste una vasta gamma di soluzioni tecniche con cui è possibile ottenere il miglior risultato. Man mano che il Wi-Fi 5 si evolve in Wi-Fi 6, le tecniche che sono state aggiunte ad esso non riguardano più la maggiore velocità, ma piuttosto la fornitura efficiente della larghezza di banda disponibile per client Wi-Fi. Il punto di riferimento per l'IT aziendale non dovrebbe quindi essere quanto sia "alla moda", ma quanto fortemente supporti i propri requisiti per il funzionamento del Wi-Fi. Vale quindi la pena dare un'occhiata da vicino agli standard Wi-Fi e prendere la tua decisione a favore del Wi-Fi 6 se il tuo caso aziendale è caratterizzato da un elevato numero di client che trasmettono in parallelo (ambiente ad alta densità) e speri anche che l'apertura di nuove gamme di frequenza avrà un effetto positivo.

Al contrario, il Wi-Fi 5 operava in tre possibili intervalli nella banda 5 GHz con larghezze due volte 100 MHz e una volta 255 MHz, ma tralasciava la banda 2,4 GHz. Tuttavia, il Wi-Fi non è l'unico utente della banda a 5 GHz in quanto condivide molte di queste frequenze con utenti primari, come il radar. Se necessario, i dispositivi devono passare a una frequenza diversa.

Wi-Fi 6 ora utilizza i canali disponibili nella banda a 5 GHz e quelli nella banda a 2,4 GHz. In breve: dove il Wi-Fi 5 era "solo 5 GHz", il Wi-Fi 6 ora utilizza tutte le bande di frequenza approvate.

Uno sguardo al futuro: 6 GHz

Negli Stati Uniti, sono stati approvati per il Wi-Fi 6 1200 MHz di spettro nella banda da 6 GHz. Per l'Europa, la Commissione europea sta valutando il rilascio di 500 MHz nella banda di frequenza a 6 GHz. Questi ampi canali rendono le tecnologie di Wi-Fi 6 ancora più efficaci.