

La sperimentazione a Roma

Nell'ambito del progetto "#Roma 5G", promosso da Roma Capitale in collaborazione con Fastweb Spa ed Ericsson Italia, nel dicembre 2018 è stato presentato il primo scenario d'uso di *realtà virtuale* e *realtà aumentata*, in rete 5G, applicata al settore del turismo all'interno del complesso museale delle Terme di Diocleziano (foto). L'impianto, operante nella banda delle onde millimetriche [1-3], va ad arricchire il panorama delle sperimentazioni 5G disseminate su tutto il territorio nazionale e originariamente previste nelle città di Milano, Prato, L'Aquila, Bari e Matera.

L'introduzione della nuova tecnologia e la previsione delle numerose utilizzazioni della stessa in differenti nuovi settori come la mobilità il turismo e più in generale i servizi, determina la necessità della messa a punto di nuove e adeguate metodologie di esame e valutazione dei segnali generati da tali impianti, al fine di assicurare la compatibilità delle emissioni ai limiti fissati dalla normativa per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

In tale ottica, l'Arpa Lazio ha colto l'opportunità fornita dall'impianto oggetto della sperimentazione conducendo una campagna di misure finalizzata alla messa a punto delle prime procedure per la valutazione di segnali in tecnologia 5G, i cui risultati sono già stati occasione di confronto all'interno del Snpa, nonché di contributi tecnici presentati nei convegni scientifici di settore. Da un punto di vista tecnico, il segnale, implementato nella banda delle onde millimetriche, è caratterizzato da una frequenza centrale pari a 27.742,06 MHz e una larghezza di banda di 100 MHz. La numerologia utilizzata per i canali di controllo (SS-Block) è $\mu=4$, che corrisponde a sottoportanti con occupazione spettrali pari a 240 kHz. Per i canali dedicati al traffico, invece, il segnale implementa una numerologia diversa ($\mu=3$ e sottoportanti con occupazioni spettrali pari a 120 kHz) sfruttando così la possibilità della tecnologia 5G di organizzare la risorsa radio in *bandwidth parts* distinte e indipendenti. Il segnale è caratterizzato da 12 SS-Blocks attivi per frame. Infine, il segnale implementa il duplexing Tdd. La figura 1 mostra lo spettro del segnale 5G acquisito in campo, che risulta essere del tutto simile allo spettro caratteristico dei segnali in tecnologia 4G, tranne che



Impianto 5G presso le Terme di Diocleziano e postazione di misura.

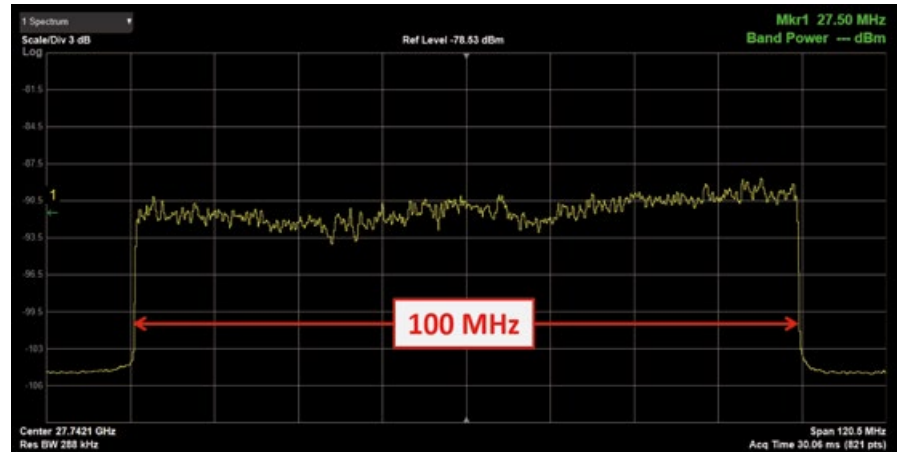


FIG. 1 - Spettro del segnale 5G.

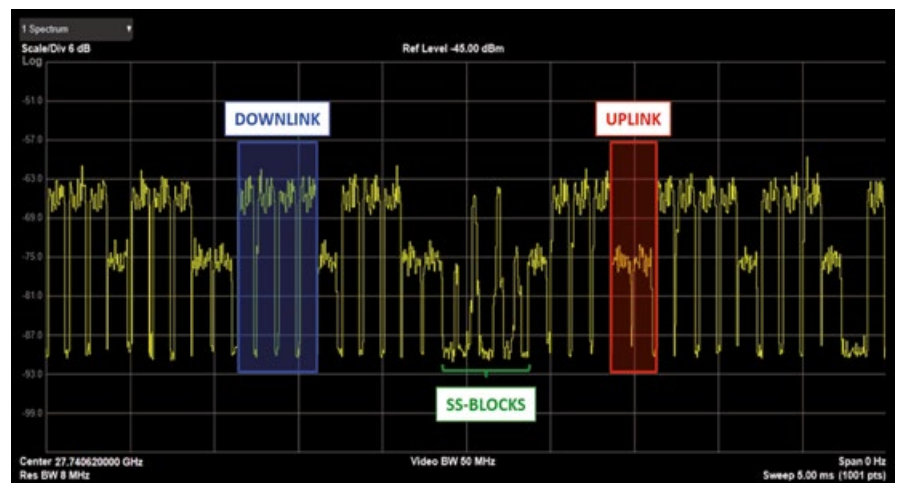


FIG. 2 - Misura in span zero e sweep time 5 ms.

per la larghezza di banda che per il 5G si estende fino a 100 MHz.

La struttura della trama è stata poi studiata nel dettaglio attraverso una misura in *span zero*, impostando uno *sweep time* pari a 5 ms (figura 2).

All'interno della trama possono essere riconosciuti con facilità gli slot temporali dedicati alle trasmissioni in *downlink* e *uplink*. La sostanziale differenza tra le due tipologie di slot risiede nel livello di potenza ricevuta, più elevato per la trasmissione in *downlink*. Nella trama possono anche essere riconosciuti i picchi relativi ai 12 SS-Blocks che caratterizzano il frame del segnale. Successivamente l'analisi è stata approfondita sugli SS-Blocks mediante

un'ulteriore acquisizione in *span zero* con uno *sweep time* molto più ridotto (500 μ s), in modo da visualizzare nella traccia acquisita esclusivamente i picchi relativi ai blocchi contenenti i canali di controllo.

La figura 3 mostra l'acquisizione in *span zero* in cui è possibile distinguere gran parte dei 12 SS-Block che caratterizzano il frame. È interessante notare che la potenza associata ai diversi SS-Block acquisiti non è costante. Tale peculiarità può essere facilmente spiegata attraverso il fenomeno del *beam sweeping*, caratteristico della tecnologia 5G. Le speciali antenne attive utilizzate per irradiare il segnale di nuova generazione hanno infatti la possibilità di modificare

nel tempo il proprio diagramma di irraggiamento. Nel fenomeno del *beam sweeping*, la Srb irradia in diversi SS-Blocks attraverso dei *beam* caratterizzati da forme e direzioni di puntamento differenti. Ciò si traduce in potenze ricevute variabili a seconda dell'intensità con cui lo specifico *beam* investe l'antenna in ricezione.

L'ultima misura effettuata è stata la demodulazione del segnale 5G mediante uno specifico software esterno dedicato (figura 4). Tale misura consente di apprezzare in maniera comprensiva le caratteristiche del segnale in esame. Nello specifico è possibile evidenziare le modulazioni dei canali di controllo, attraverso la visualizzazione del diagramma IQ. Da notare che i canali di controllo del segnale 5G coincidono con quelli della tecnologia precedente, con i quali condividono anche le particolari modulazioni utilizzate. Il software di analisi fornisce anche la potenza media ricevuta per i canali di sincronizzazione *Primary* e *Secondary Synchronization Signal* (Pss e Sss), per il *Physical Broadcast Channel* (Pbch) e per il *Reference Signal* (RS), tutti contenuti all'interno degli SS-Blocks. Infine, il software riporta una tabella riepilogativa delle potenze associate ai diversi SS-Blocks.

I risultati ottenuti consentiranno di valutare appieno l'impatto che questa tecnologia avrà, non appena si passerà alla fase commerciale e permetteranno una valutazione delle emissioni di tali impianti ai limiti fissati dalla normativa per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettromagnetici.

Daniele Franci, Settimio Pavoncello, Enrico Grillo, Stefano Coltellacci, Rossana Cintoli, Tommaso Aureli

Arpa Lazio, Dipartimento Pressioni sull'ambiente

RIFERIMENTI

- [1] Iec TR 62669:2019, "Case studies supporting Iec 62232 - Determination of RF field strength, power density and Sar in the vicinity of radiocommunication base stations for the purpose of evaluating human exposure".
- [2] Etsi TR 138 912 "5G; Study on New Radio (NR) access technology".
- [3] Quick Reference 5G/NR http://www.sharetechnote.com/html/5G/Handbook_5G_Index.html

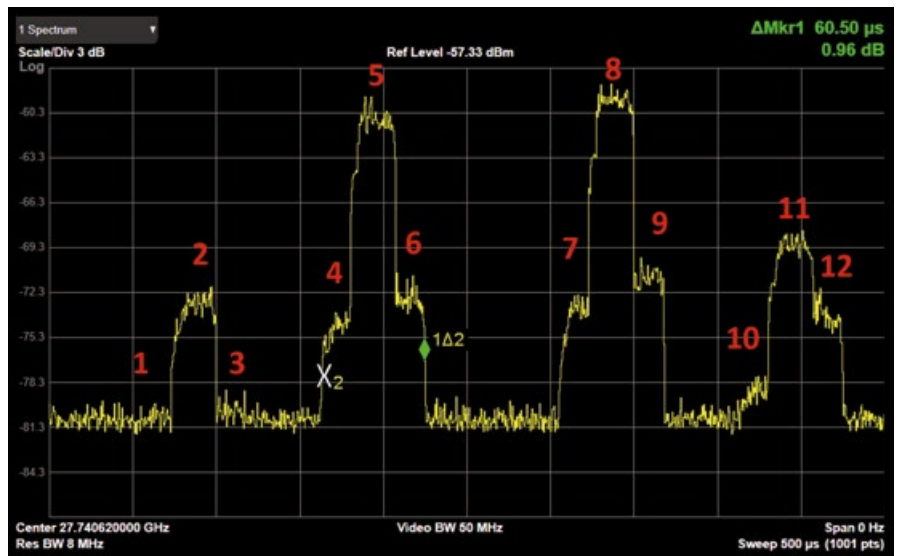


FIG. 3 - Misura in span zero e sweep time 500 μs.



FIG. 4 - Demodulazione del segnale 5G.

