

## SOLUZIONE MICRORAD PER LE MISURE DEI SEGNALE 5G

### Introduzione al 5G

**5G NR** (New Radio) è il nuovo standard per le reti cellulari di telefonia mobile, e costituisce l'evoluzione della precedente implementazione 4G LTE, da cui riprende molte caratteristiche, come le modulazioni digitali **OFDM** (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), la suddivisione dei canali uplink e downlink tramite FDD o TDD (Frequency e Time Division Duplex), la possibilità di accoppiare dinamicamente più canali (carrier aggregation) per aumentare le prestazioni, l'uso di antenne multiple (MIMO) per ottimizzare la qualità della comunicazione.

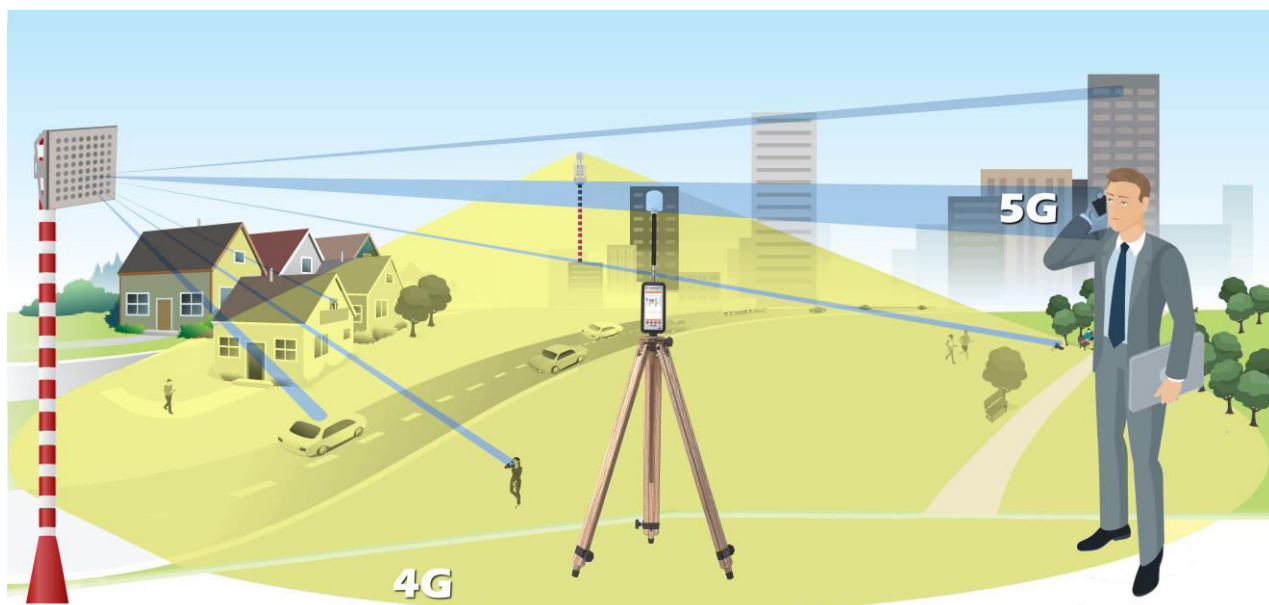
Le frequenze utilizzate dal 5G NR si trovano nel cosiddetto intervallo FR1 (frequenze inferiori a 6 GHz), adiacenti a quelle già in uso per la telefonia mobile ed altri servizi (es. WiFi, Bluetooth, DVBT) e nell'intervallo FR2 (frequenze superiori a 24 GHz) delle onde millimetriche, per applicazioni a corto raggio.

Le larghezze di banda dei canali sono state ampliate rispetto ai precedenti standard e possono arrivare a 100 MHz in FR1 e 400 MHz in FR2.

L'ampio utilizzo della tecnica del **beamforming** (anche essa già prevista anche nei precedenti standard ma ora più matura e performante) consente di direzionare dinamicamente la potenza di trasmissione nello spazio solo nelle zone ove è necessaria alla comunicazione.

L'implementazione di una rete molto fitta costituita da celle più o meno piccole ed una estrema varietà dei parametri di configurazione ne permettono l'ottimizzazione e l'adattamento alle più svariate condizioni operative.

Tutto ciò porta a vantaggi in termini di velocità nel trasferimento dei dati, tempi di latenza, numero di connessioni, consumi, e consentirà lo sviluppo di applicazioni ben oltre quelle tipiche della telefonia mobile come ad esempio la domotica, la telemedicina, le comunicazioni car-to-car, l'Internet Of Thing.



## Le emissioni del 5G

Le emissioni elettromagnetiche generate da apparati radio 5G, come d'altronde anche quelle relative ai precedenti standard di telefonia mobile, possono essere molto variabili, dipendentemente dall'apparato di trasmissione, dal numero di utenze, dalla tipologia di servizi erogati, dalla distanza tra stazione base e utenze.

La tecnica del beamforming introduce un'ulteriore incognita nella valutazione, in quanto la potenza non è più erogata in maniera uniforme nella zona di copertura della cella, ma concentrata ove è presente l'utenza; questo comporta un abbassamento del valore medio del campo elettromagnetico rispetto alle tecnologie precedenti, ma anche una ampia e rapida variabilità delle emissioni nello spazio e nel tempo, che possono dar luogo a valori di picco elevati anche se di breve durata, fenomeno già tipico nei segnali con modulazioni digitali.

In Italia è previsto per il 5G NR l'impiego di 3 bande di frequenza:

- la banda 700 MHz (694-790 MHz) non ancora utilizzata
- la banda 3700 MHz (3600-3800 MHz) già in funzione con i principali operatori commerciali
- la banda 26 GHz (26.5-27.5 GHz) ancora non in funzione se non per applicazioni sperimentali

Attualmente le frequenze tra 3300 e 3800 MHz sono tra le più utilizzate, per il 5G, nel mondo.

## Riferimenti normativi

L'Icnirp è l'organizzazione internazionale non governativa che fornisce linee guida derivate da evidenze scientifiche per la sicurezza e la salute rispetto alla problematica dell'esposizione ai campi elettromagnetici, e di fatto viene presa come riferimento dai legislatori in gran parte del mondo.

Dal punto di vista protezionistico le linee guida Icnirp del 1998 indicano che è necessario valutare gli effetti termici delle emissioni di campo elettrico e magnetico con frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz, considerando i valori quadratici medi (RMS) su un intervallo di 6 minuti per frequenze fino a 10 GHz o intervalli inferiori per frequenze oltre i 10 GHz, e confrontando il valor medio ottenuto con il livello di riferimento specificato alla frequenza della emissione sia per la popolazione che per gli ambiti occupazionali.

I valori misurati vanno in realtà anche mediati nello spazio in modo da valutare l'esposizione in più punti del volume occupato dal corpo umano.

Nel caso di emissioni simultanee a frequenze multiple vengono suggerite delle formule di calcolo per l'indice termico di esposizione costituita da sommatorie quadratiche pesate secondo i valori dei livelli di riferimento il cui risultato deve essere inferiore all'unità.

Nel caso di misura effettuata nelle regioni cosiddette di campo lontano, condizione piuttosto tipica per le emissioni nel range dei gigahertz, è sufficiente effettuare la verifica del solo campo elettrico o magnetico.

Oltre alle verifiche rispetto ai valori medi del campo elettrico e magnetico, vi è una prescrizione anche sui valori di picco delle emissioni, i quali devono risultare inferiori a 32 volte i valori dei livelli di riferimento.

Le recenti linee guida Icnirp del 2020 aumentano la complessità delle casistiche di valutazione, specificando esattamente quali grandezze andare a valutare in base alle frequenze in gioco e alla tipologia di zona elettromagnetica (reactive near field, radiative near field, far field), prescrivendo la valutazione con media di 30 minuti su tutto il corpo, con media di 6 minuti su regioni più piccole (4 cm<sup>2</sup> o meno), con medie ancora più brevi per segnali di carattere transistorio/impulsivo, o valutando direttamente i valori istantanei di picco, e riportando per ciascuna tipologia di misura la rispettiva tabella di livelli di riferimento.



In Europa la protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz è affidata alla Raccomandazione del Consiglio Europeo del 12 luglio 1999 (1999/519/CE).

Essa recepisce in pratica i livelli di riferimento e le modalità indicate nelle linee guida Icnirp 1998.

In Italia le emissioni sono regolate, per la popolazione, dal DPCM dell'8/7/2003 e dall'articolo 14 del DL 179 del 2012, con livelli molto più restrittivi rispetto alla raccomandazione Europea.

Per quanto riguarda la sicurezza in ambito lavorativo sono invece in vigore le prescrizioni indicate nella direttiva europea 2013/35/UE.

## La misura con la strumentazione Microrad

Gli strumenti di misura Microrad **NHT310F** e **NHT3DL** in abbinamento con le sonde per radiofrequenza **01E**, **03E**, **04E** consentono di effettuare misure di campo elettrico relative ai segnali per le telecomunicazioni nell'intervallo dello spettro che va da 100 kHz a 40 GHz, ivi comprese le emissioni legate allo standard 5G NR.

La presenza di modulazioni digitali, caratterizzate da elevati fattori di cresta, così come le variazioni rapide del segnale dovute al beamforming, vengono ben tracciate dalle sonde Microrad, grazie ai loro tempi di risposta rapidi, nell'ordine dei microsecondi, e ad un fitto campionamento del segnale, che permette una buona ricostruzione dell'andamento nel tempo del campo elettrico RMS e la rilevazione dei valori di picco.

Non sono perciò necessarie procedure particolari per la misura in uno scenario 5G rispetto ad esempio a misure di emissioni 3G o 4G.

La valutazione del solo campo elettrico, trascurando le componenti magnetiche, possono ritenersi sufficienti in condizioni di campo lontano, situazione piuttosto usuale con le frequenze dell'ordine dei gigahertz.

Le sonde elettriche citate sono di tipologia a banda larga, ovvero non distinguono le frequenze che contribuiscono alla formazione del valore di campo misurato, e non consentono quindi un'analisi dell'apporto di diverse sorgenti al valore complessivo misurato.

D'altronde ai fini protezionistici tutti gli standard internazionali prescrivono di tener conto della somma di tutte le sorgenti di campo.

Inoltre spesso la misura viene fatta nei pressi di un impianto di cui si conosce la tipologia, e il cui contributo sarà preponderante rispetto ad altre sorgenti più lontane.

Se invece sono presenti più sorgenti per cui si possono ritenere comparabili le emissioni, è necessario confrontare il risultato della misura con il valore più restrittivo dei livelli di riferimento alle frequenze in questione.

Per esempio, il DPCM 2003 prevede un limite di esposizione di 20 V/m tra 3 MHz e 3 GHz, e di 40 V/m sopra a 3 GHz. Nelle vicinanze di un impianto 5G a 3700 MHz, basterà verificare quest'ultimo valore. Se sono presenti sorgenti sotto i 3 GHz si farà riferimento al livello più cautelativo di 20 V/m. Il DPCM 2003 inoltre prevede la verifica del valore di attenzione di 6 V/m su 24 ore, che è indipendente dalla frequenza, e quindi non richiede alcuna analisi sulle sorgenti coinvolte.

La direttiva 1999/519/CE per e la 2013/35/UE prevedono livelli di riferimento costanti per frequenze superiori a 2 GHz (61 V/m per la popolazione e 137 V/m per l'occupazionale), mentre sotto a 2 GHz decrescono fino a 400 MHz.

Anche in questo caso, quindi, considerando la misura dello stesso impianto 5G a 3700 MHz, basterà verificare un unico livello di riferimento se non sono presenti altre sorgenti con frequenze inferiori ai 2 GHz. Viceversa se ad esempio è presente un impianto 4G operante a 1800 MHz, occorrerà considerare il livello di riferimento, più restrittivo a questa frequenza.

Gli strumenti NHT310F e NHT3DL misurano valore istantaneo (media RMS su 250 ms) e valore di picco (media RMS sul tempo di integrazione della sonda) con tre sensori ortogonali, garantendo la invarianza della misura indipendentemente dall'orientamento della sonda.



**5G Trigger**

La funzione di **Trigger** consente di individuare e valutare i picchi di emissione dei sistemi sotto osservazione. Gli strumenti Microrad sono dotati della funzione di trigger, tramite la quale è possibile impostare un valore di soglia al di sopra del quale il picco di un segnale variabile come quello 5G viene catturato.

Gli strumenti sono inoltre in grado di calcolare la media tra vari punti acquisiti nello spazio e di effettuare medie temporali su intervalli programmabili da 1 secondo fino a **24 ore** e oltre.

Inoltre la funzione di registrazione continua ("monitoraggio") consente di memorizzare i valori di campo misurati ad intervalli brevi, fino a 250 ms, e per durate elevate, oltre le 24 ore.

Questo grazie anche alla lunga durata operativa delle batterie in dotazione; l'autonomia può inoltre essere prolungata ulteriormente grazie alla possibilità di ricevere l'alimentazione da un Power Bank esterno, con cui ad esempio è possibile effettuare monitoraggi lunghi diversi giorni.

*Informazioni soggette a variazione senza preavviso  
Documento del 20/11/2020*



MICRORAD  
Piazza delle Azalee 13/14  
05018 Orvieto (TR)

Tel. 0763-393291  
e-mail [info@microrad.it](mailto:info@microrad.it)  
web [www.microrad.it](http://www.microrad.it)