



Rapporto tecnico: Metodo di misurazione per stazioni di base 5G NR fino a 6 GHz

**Versione 2.1
20 aprile 2020
(18 febbraio 2020)**

Editore Istituto federale di metrologia METAS
Lindenweg 50
3003 Berna-Wabern
Tel. +41 58 387 01 11
www.metas.ch

Copyright Il presente documento non può essere pubblicato o
inoltrato se non nella sua interezza.

Rapporto Rapporto METAS 154.1-2020-5218-1016

Il presente rapporto è disponibile in formato PDF
al seguente link: <http://www.metas.ch/nisy>
(➡ Technische Berichte / Rapports techniques/ Rapporti tecnici)

Berna-Wabern, 20 aprile 2020

(L'originale inglese del rapporto è stato pubblicato il 18 febbraio 2020).

Indice

1	Introduzione.....	4
1.1	L'ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti	4
1.2	Raccomandazioni per le misurazioni	4
1.3	Motivazione e ambito di applicazione del presente documento.....	4
1.4	Contesto	4
1.5	Ambito di applicazione	5
1.6	Applicazione e prospettive	5
2	Metodo di misurazione a selezione del codice	6
2.1	Misurando.....	6
2.2	Valore di apprezzamento	7
2.3	Commento	8
3	Fattore di estrapolazione per l'SSS.....	9
4	Fattore di correzione dell'antenna	10
4.1	Definizione.....	10
4.2	Commento	11
4.3	Semplificazioni.....	12
5	Fattore statistico del fascio	13
6	Fattore duplex.....	14
7	Somma di tutte le celle e tecnologie.....	14
7.1	Valutazione della conformità.....	14
8	Metodo a selezione di frequenza	15
8.1	Misurando.....	15
8.2	Valore di apprezzamento	15
8.3	Valutazione della conformità.....	16
9	Bibliografia.....	17
10	Allegato A: Nozioni di base sulla NR (informativo).....	18
10.1	Struttura a blocchi SS / PBCH secondo [9]	18
10.2	Tempistica dei blocchi SS/PBCH secondo [10].....	19
11	Allegato B: Esempi.....	20
11.1	Misurazione a selezione del codice	21
11.2	Misurazione a selezione di frequenza	22
12	Allegato C: Definizioni, simboli e abbreviazioni.....	23

1 Introduzione

1.1 L'ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti

L'"Ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti" (ORNI) [1] pubblicata nel 1999 (nella sua versione del 1° giugno 2019), definisce

- **valori limite d'immissione** per i campi elettromagnetici per frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz (in base all'ICNIRP [2]) e
- i cosiddetti "**valori limite dell'impianto**" che sono più severi dei valori limite d'immissione. Questi valori limite sono stati introdotti come limitazione preventive delle emissioni secondo il principio di precauzione. Essi si applicano alla radiazione emessa da un impianto nello **stato d'esercizio determinante**, che (nel caso di sistemi di telecomunicazione mobile) corrisponde al funzionamento al massimo traffico "voce e dati" e alla massima potenza di trasmissione. Tali valori limite devono essere rispettati nei luoghi a utilizzazione sensibile, ad esempio in appartamenti, uffici, scuole, parchi gioco per bambini, ecc.

In altre parole, la valutazione della conformità di una stazione di base di telefonia mobile comprende una misurazione dell'intensità del campo elettrico in un momento definito come pure una **estrapolazione dei valori misurati allo stato d'esercizio determinante** .

1.2 Raccomandazioni per le misurazioni

Come conseguenza delle definizioni di cui sopra, per valutare la conformità di un impianto ai requisiti legali, è necessario misurare l'intensità del campo elettrico ed effettuare ulteriori calcoli. Queste due fasi consentono di determinare le intensità di campo previste nello stato d'esercizio determinante. Per armonizzare le modalità di esecuzione di queste misurazioni ed estrapolazioni, è già stata pubblicata una serie di "raccomandazioni per le misurazioni " o di rapporti tecnici specifici per la tecnologia: GSM [3], EDGE [4], UMTS [5], Broadcasting [6] e LTE [7].

1.3 Motivazione e ambito di applicazione del presente documento

Con l'introduzione di New Radio (NR) come tecnologia nelle reti di telecomunicazione mobile 5G, è necessario sviluppare un metodo di riferimento per misurare i livelli di campo di impianti NR in ambienti interni ed esterni. Il metodo deve:

- essere robusto e praticabile,
- fornire estrapolazioni accurate, evitando di sopravvalutare o sottovalutare l'intensità del campo elettrico nello stato d'esercizio determinante,
- tener conto delle caratteristiche di orientamento del fascio della tecnologia 5G,
- tener conto della variabilità della direzione di trasmissione e dei diagrammi d'antenna da antenne adattative conformemente all'allegato 1, punto 63 dell'ORNI [1], nella versione del 1° giugno 2019,
- essere in linea con le precedenti raccomandazioni per le misurazioni,
- essere applicabile alle modalità di duplexing FDD e TDD.

1.4 Contesto

Come nel caso delle precedenti raccomandazioni di misurazione, vengono proposti due metodi diversi:

- il metodo a selezione del codice consente di valutare la conformità di un impianto al valore limite dell'impianto ed è considerato il **metodo di riferimento**.
- il metodo spettrale (metodo a selezione di frequenza) non consente di distinguere due diverse celle dello stesso gestore/impianto. Il metodo spettrale soffre inoltre di

sopravalutazione dell'intensità di campo estrapolata dello stato d'esercizio determinante. Pur essendo in grado di dimostrare la conformità di un impianto alla normativa, non riesce ad effettuare una valutazione finale della non conformità (anche se l'intensità di campo estrapolata supera il valore limite dell'impianto). Questo metodo è quindi considerato **un metodo approssimativo** ("misurazione di orientamento").

1.5 Ambito di applicazione

Secondo la versione 15 dello standard 5G [8], la tecnologia NR copre due gamme di frequenza: la prima gamma di frequenza da 450 MHz a 6 GHz e la seconda gamma di frequenza da 24,5 GHz a 52,6 GHz. Il presente rapporto è **limitato alla prima gamma di frequenza** fino a 6 GHz.

1.6 Applicazione e prospettive

Il presente documento include un'estrapolazione statistica (riduzione) per antenne adattative che ha per il momento un valore di default conservativo di 1. Il valore preciso deve essere definito in una raccomandazione di esecuzione relativa all'ORNI [1].

Il presente documento può essere applicato per i test di conformità delle stazioni di base NR secondo l'ORNI, fino alla pubblicazione di una nuova versione o di una raccomandazione ufficiale per le misurazioni dell'Istituto federale di metrologia (METAS) e dell'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM).

2 Metodo di misurazione a selezione del codice

2.1 Misurando

Il metodo di misura si basa sulla determinazione del campo irradiato prodotto dal Segnale di Sincronizzazione Secondario (SSS) del downlink del Physical Broadcast Channel (canale fisico di trasmissione) (PBCH). È richiesta l'identificazione dell'identità del fascio SS/PBCH (indice del blocco SS/PBCH). L'SSS fa parte dei blocchi SS/PBCH che sono distribuiti su una larghezza di banda di 3,6 MHz fino a 7,2 MHz (per la frequenza portante fino a 6 GHz) all'interno del segnale NR di downlink (vedi allegato A). L'SSS occupa una larghezza di banda di 1,905 MHz o 3,810 MHz (127 elementi di risorsa). Il blocco SS/PBCH in generale non è centrato con la frequenza portante del downlink. Ogni blocco SS/PBCH occupa un insieme di quattro simboli OFDM consecutivi. Il blocco SS/PBCH contiene il Demodulation Reference Signal (segnale di riferimento di demodulazione) (DM-RS). Gli elementi di risorsa DM-RS del blocco SS/PBCH trasportano informazioni sul numero identificativo della cella (da 0 a 1007) come pure sull'identità del fascio SS/PBCH (indice del blocco SS/PBCH) [9]. La misurazione dell'SSS come pure la decodifica del segnale DM-RS richiedono una sonda di campo a selezione del codice, un ricevitore di misurazione o un analizzatore di spettri in grado di decodificare i segnali NR e di quantificarne la potenza.

La larghezza di banda dello strumento di misurazione per quantificare l'SSS non è specificata, ma deve almeno coprire la larghezza di banda totale del segnale SSS in downlink. La larghezza di banda del segnale SSS è di $127 \cdot \Delta f$, mentre il blocco SS/PBCH ha una larghezza di banda di $240 \cdot \Delta f$ in cui Δf è la spaziatura delle sottoportanti del blocco PBCH. In base alla numerologia NR, la spaziatura delle sottoportanti può essere 15 kHz, 30 kHz e 60 kHz per frequenze portanti fino a 6 GHz. Le spaziature delle sottoportanti di 120 kHz e 240 kHz sono destinate a frequenze portanti superiori a 24 GHz secondo [8] e pertanto nel presente documento non vengono considerate ulteriormente. Per frequenze portanti fino a 6 GHz le possibili spaziature delle sottoportanti Δf per il PBCH sono solo 15 kHz e 30 kHz secondo [10] (60 kHz non viene utilizzato per il PBCH). Numerologie diverse (spaziatura delle sottoportanti) possono essere multiplexate all'interno dello stesso simbolo OFDM, come menzionato in [8].

In un determinato punto la misurazione viene eseguita come segue: per ogni cella NR di numero i tutti i blocchi SS/PBCH misurabili devono essere identificati in termini di numero di cella i e di indice di blocco SS/PBCH j (ottenuti demodulando il segnale DM-RS). Ogni blocco SS/PBCH con indice j corrisponde ad un fascio di antenna PBCH. Per ogni blocco SS/PBCH (identificato dal suo indice j) viene misurata l'intensità del campo elettrico $E_{i,j}^{SSS(RE)}$ per elemento di risorsa dell'SSS. Le intensità del campo elettrico $E_{i,j}^{SSS(RE)}$ di tutti i blocchi SS/PBCH all'interno di un mezzo frame vengono poi addizionati in modo quadratico per creare un nuovo valore. Il massimo spaziale $E_{i,max}^{SSS(RE)}$ di questo valore deve trovarsi all'interno del volume di misurazione. Conformemente a [10] tutti i blocchi SS/PBCH vengono trasmessi all'interno dello stesso mezzo frame (cfr. allegato A.2) e si può ipotizzare [10] che questo mezzo frame sia trasmesso con una periodicità di 2 frame, ovvero 20 ms.

Il massimo spaziale è determinato dalla scansione dell'antenna ricevente tenendo conto:

- delle onde stazionarie nel volume di misurazione
- della polarizzazione dell'antenna di misurazione (antenna ricevente)
- dell'orientamento (azimut ed elevazione) dell'antenna di misurazione.

E si applicano le seguenti condizioni di misurazione:

- distanza minima dalle pareti, dal pavimento, dal soffitto, dai mobili e dalle finestre: 50 cm
- altezza sopra il pavimento tra 0,5 m e 1,75 m.

L'antenna ricevente utilizzata per le misurazioni deve essere di piccole dimensioni in modo da poter essere facilmente utilizzata in ambienti interni. Un certificato di verifica deve confermare la riferibilità dell'antenna ricevente al Sistema Internazionale delle unità di misura (SI).

2.2 Valore di apprezzamento

Per ogni cella NR di numero i della stazione di base il valore misurato dell'intensità del campo elettrico deve essere estrapolato allo stato d'esercizio determinante:

$$E_{i,h} = E_{i,max}^{SSS(RE)} \cdot K_i(\varphi_i, \theta_i) \quad (1)$$

con

$$E_{i,max}^{SSS(RE)} = \max \left(\sqrt{\sum_j (E_{i,j}^{SSS(RE)})^2} \right) \quad (2)$$

$$K_i(\varphi_i, \theta_i) = K_i^{SSS(RE)} \cdot K_i^{antenna}(\varphi_i, \theta_i) \cdot K_i^{stat} \cdot K^{duplex} \quad (3)$$

Le variabili sono definite come

$E_{i,h}$	Valore estrapolato dell'intensità del campo elettrico per la cella i in V/m.
$E_{i,max}^{SSS(RE)}$	Massimo spaziale all'interno del volume di misurazione della somma quadratica dell'intensità del campo elettrico per elemento di risorsa (RE) dell'SSS di tutti i blocchi SS/PBCH della cella i come definito dall'equazione (2). La somma viene eseguita su tutti gli indici dei blocchi SS/PBCH disponibili j e situati all'interno dello stesso mezzo frame.
$E_{i,j}^{SSS(RE)}$	Intensità del campo elettrico (in V/m) per elemento di risorsa (RE) dell'SSS della cella i e dell'indice j del blocco SS/PBCH. Questo valore è la media quadratica di tutti gli elementi di risorsa SSS misurati all'interno dello stesso blocco SS/PBCH.
$K_i(\varphi_i, \theta_i)$	Fattore di estrapolazione globale per la cella i . Il fattore globale dipende dall'azimut φ_i e dall'elevazione θ_i .
$K_i^{SSS(RE)}$	Fattore di estrapolazione per l'SSS della cella i .
$K_i^{antenna}(\varphi_i, \theta_i)$	Fattore di correzione dell'antenna tenendo conto della differenza tra il diagramma dell'antenna del segnale SS/PBCH della cella i e il diagramma dell'antenna del segnale totale nella condizione operativa massima consentita. Il fattore di correzione dell'antenna dipende dall'azimut φ_i e dall'elevazione θ_i .
φ_i	Azimut, definito come l'angolo orizzontale in un sistema di coordinate sferiche del punto di misurazione rispetto all'antenna trasmittente della cella i .

θ_i	Elevazione, definita come l'angolo verticale in un sistema di coordinate sferiche del punto di misurazione rispetto all'antenna trasmittente della cella i .
K_i^{stat}	Fattore statistico del fascio per la cella i .
K^{duplex}	Fattore duplex

L'equazione (1) è simile all'estrapolazione delle altre raccomandazioni per le misurazioni [3,4,5,7], con la differenza della dipendenza dall'azimut e dall'elevazione. In determinate situazioni, la dipendenza dall'azimut e dall'elevazione può essere trascurata, fornendo così un fattore di estrapolazione unico per ogni cella. Di questo si parlerà più avanti nella sezione 4.

2.3 Commento

A differenza dell'LTE, in cui i segnali di riferimento specifici della cella vengono trasmessi in modo permanente sulle stesse porte d'antenna dei dati del payload, l'NR funziona in modo diverso. Nell'NR, i dati del payload sono trasmessi sul Physical Downlink Shared Channel (canale fisico di downlink condiviso) (PDSCH) attraverso le porte logiche dell'antenna da 1000 a 1011, mentre i segnali di sincronizzazione e identificazione sono trasmessi sui canali PBCH utilizzando la porta logica 4000 dell'antenna. I blocchi SS/PBCH possono essere trasmessi su un massimo di 4 o 8 (fino a 6 GHz) fasci SS/PBCH diversi.

Il canale PDSCH ha i suoi propri fasci che sono generalmente più focalizzati dei fasci SS/PBCH (vedi figura 1). L'intensità del fascio PDSCH dipende dai dati del payload e di conseguenza può variare nel tempo.

Per la determinazione del valore di apprezzamento, l'intensità del campo elettrico dei diversi indici di blocco SS/PBCH viene combinata come definito nell'equazione (2). La motivazione per combinare l'intensità di campo di diversi indici di blocco SS/PBCH è prima di tutto quella di tener conto della propagazione multipath (multipercorso) della radiazione della stazione di base e, in secondo luogo, di fornire valori più realistici della radiazione della stazione di base, specialmente nella regione tra due fasci SS/PBCH come illustrato nella figura 1.

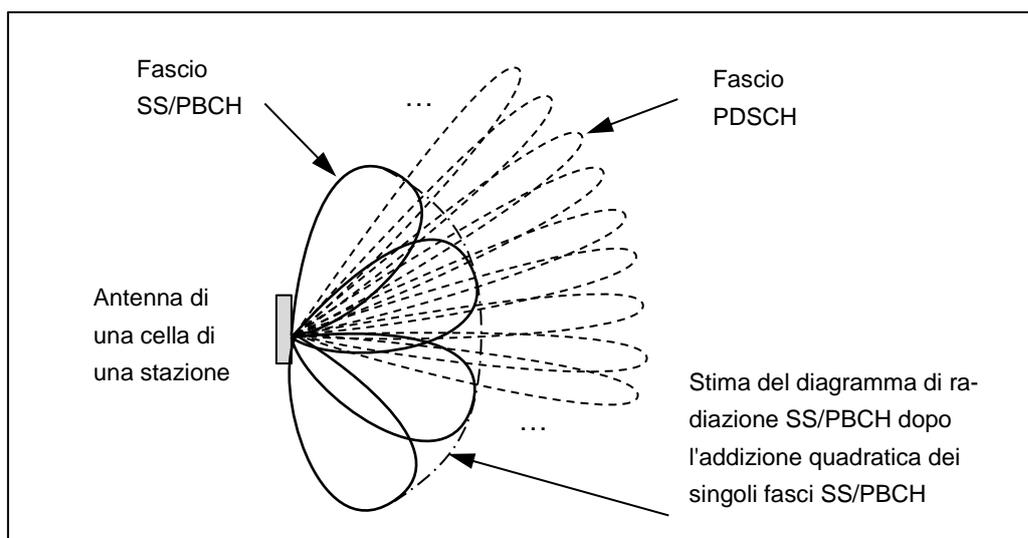


Figura 1: Rappresentazione schematica (vista dall'alto) del diagramma d'irradiazione orizzontale di una cella della stazione di base NR. I fasci PDSCH non sono tutti rappresentati.

3 Fattore di estrapolazione per l'SSS

Per ogni cella i della stazione di base, un fattore di estrapolazione $K_i^{\text{SSS(RE)}}$ è definito come:

$$K_i^{\text{SSS(RE)}} = \sqrt{\frac{P_{i,\text{consentito}}}{P_i^{\text{SSS(RE)}}}} \quad (4)$$

con

$K_i^{\text{SSS(RE)}}$ Fattore di estrapolazione dell'SSS per la cella i .

$P_i^{\text{SSS(RE)}}$ Potenza effettiva irradiata attuale (ERP) per elemento di risorsa (RE) dell'SSS del blocco SS/PBCH della cella i in W. Corrisponde al massimo in tutte le direzioni del "diagramma delle radiazioni ERP degli SSS sommate" $P_i^{\text{SSS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i)$, ed è data dalla seguente equazione:

$$P_i^{\text{SSS(RE)}} = \max_{\varphi_i, \theta_i} P_i^{\text{SSS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i) \quad (5)$$

$P_i^{\text{SSS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i)$. "Diagramma delle radiazioni ERP degli SSS sommate" ottenuta sommando la potenza irradiata ERP per elemento di risorsa di tutti i fasci SS/PBCH come definito dalla seguente equazione:

$$P_i^{\text{SSS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i) = \sum_j P_{i,j}^{\text{SSS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i) \quad (6)$$

$P_{i,j}^{\text{SSS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i)$ "Potenza effettiva irradiata" attuale per elemento di risorsa in W dell'SSS del blocco SS/PBCH della cella i e dell'indice j nella direzione data dall'azimut φ_i e dall'elevazione θ_i .

$P_{i,\text{consentito}}$ ERP massimo consentito in W, tenendo conto del segnale di tutte le porte dell'antenna della cella i : PSDCH, PBCH e PDCCH.

Note

1. L'ERP massimo $P_{i,\text{consentito}}$ si riferisce all'ERP massimo consentito senza alcuna riduzione.
2. La potenza consentita $P_{i,\text{consentito}}$ (in base alla scheda tecnica dell'ubicazione) e la potenza effettiva dei segnali di riferimento $P_i^{\text{SSS(RE)}}$ sono fornite dal gestore della rete.
3. La potenza effettiva dei segnali di riferimento $P_i^{\text{SSS(RE)}}$ è definita come la potenza per elemento di risorsa e non come la potenza totale del blocco SS/PBCH.

4 Fattore di correzione dell'antenna

4.1 Definizione

Per ogni cella i e per ogni azimuth φ_i ed elevazione θ_i i corrispondenti fattori di estrapolazione $K_i^{\text{antenna}}(\varphi_i, \theta_i)$ sono definiti come:

$$K_i^{\text{antenna}}(\varphi_i, \theta_i) = \begin{cases} 1 & \text{se } A_i^{\text{SSS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i) < 10 \\ & \text{e } A_i^{\text{SSS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i) \leq A_i^{\text{totale}}(\varphi_i, \theta_i) \\ A_i^{\text{SSS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i) / A_i^{\text{totale}}(\varphi_i, \theta_i) & \text{se } A_i^{\text{SSS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i) < 10 \\ & \text{e } A_i^{\text{SSS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i) > A_i^{\text{totale}}(\varphi_i, \theta_i) \\ K_{i,\text{max}}^{\text{antenna}} & \text{se } A_i^{\text{SSS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i) \geq 10 \end{cases} \quad (7)$$

con

$$A_i^{\text{SSS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i) = \sqrt{\frac{P_i^{\text{SSS(RE)}}}{P_i^{\text{SSS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i)}} \quad (8)$$

$$K_{i,\text{max}}^{\text{antenna}} = \max_{\{\varphi_i, \theta_i \mid A_i^{\text{SSS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i) < 10\}} A_i^{\text{SSS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i) / A_i^{\text{totale}}(\varphi_i, \theta_i) \quad (9)$$

Le variabili sono definite come

$K_i^{\text{antenna}}(\varphi_i, \theta_i)$ Fattore di correzione dell'antenna tenendo conto della differenza tra il diagramma dell'antenna del segnale SS/PBCH della cella i e il diagramma dell'antenna del segnale totale nella condizione operativa massima consentita. Il fattore di correzione dell'antenna dipende dall'azimuth φ_i e dall'elevazione θ_i .

$K_{i,\text{max}}^{\text{antenna}}$ Valore massimo del rapporto $A_i^{\text{SSS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i) / A_i^{\text{totale}}(\varphi_i, \theta_i)$, in cui il massimo viene preso su tutte le direzioni per le quali l'attenuazione $A_i^{\text{SSS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i)$ del fascio SS/PBCH è inferiore a 10 (corrisponde a 20 dB).

- $A_i^{\text{SSS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i)$ Attenuazione, secondo l'equazione (8), del "diagramma delle radiazioni ERP degli SSS sommate" della cella i nella direzione data dall'azimut φ_i e dall'elevazione θ_i , come dato dall'equazione (6). Tale rapporto è superiore a 1 e talvolta può essere espresso in dB come $20 \cdot \log_{10} \left(A_i^{\text{SSS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i) \right)$.
- $A_i^{\text{totale}}(\varphi_i, \theta_i)$ Attenuazione della configurazione di radiazione del segnale totale della cella i nella direzione data dall'azimut φ_i e dall'elevazione θ_i . Il diagramma di radiazione totale corrisponde all'involuppo di tutti i peggiori diagrammi di radiazione nello stato d'esercizio determinante. Questa attenuazione è definita come un "rapporto di tensione" (in contrasto con un "rapporto di potenza") superiore a 1 e talvolta può essere espressa in dB come $20 \cdot \log_{10} \left(A_i^{\text{totale}}(\varphi_i, \theta_i) \right)$.
- $P_{i,\text{consentito}}$ ERP massimo consentito in W, tenendo conto del segnale di tutte le porte dell'antenna della cella i : PSDCH, PBCH e PDCCH.
- $P_i^{\text{SSS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i)$ "Diagramma delle radiazioni ERP degli SSS sommate" ottenuta sommando la potenza irradiata ERP per elemento di risorsa di tutti i fasci SS/PBCH come definito dall'equazione (6).
- $P_i^{\text{SSS(RE)}}$ ERP effettivo per elemento di risorsa dell'SSS del blocco SS/PBCH della cella i in W, come definito dall'equazione (5).

4.2 Commento

Il fattore di correzione dell'antenna $K_i^{\text{antenna}}(\varphi_i, \theta_i)$ tiene conto della differenza tra il diagramma dell'antenna del segnale SS/PBCH della cella i e il diagramma dell'antenna del segnale totale.

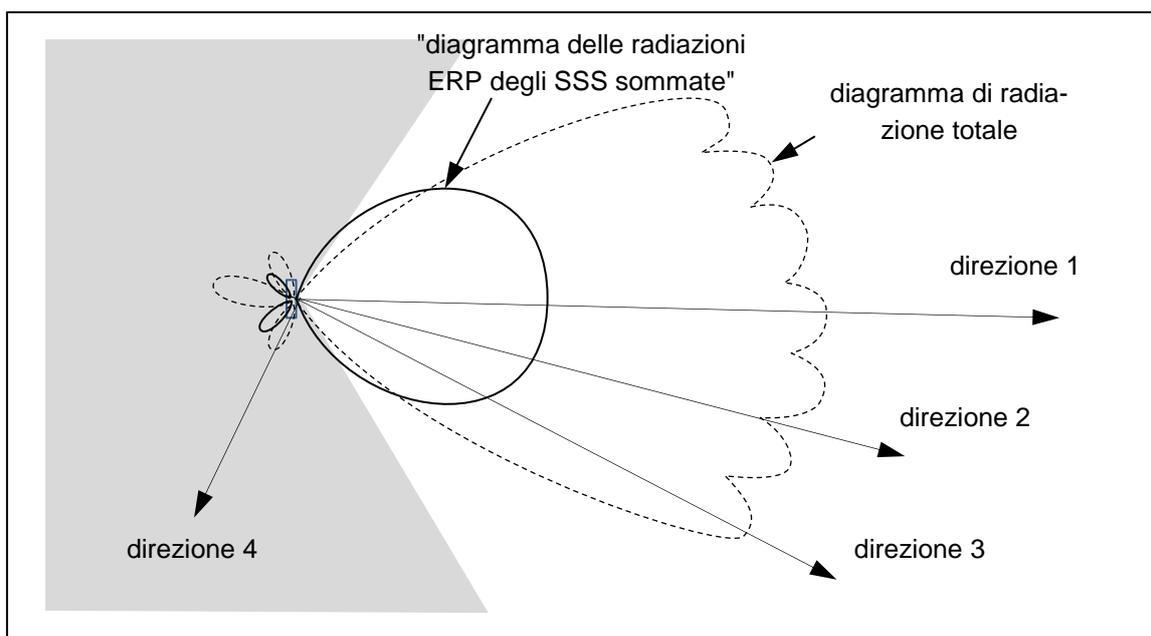


Figura 2: Rappresentazione schematica (vista dall'alto) del diagramma di radiazione orizzontale di una cella della stazione di base NR.

L'equazione (7) può essere spiegata utilizzando la seguente figura 2:

- Nella direzione 1 abbiamo approssimativamente $A_i^{\text{SS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i) \cong 1$ (0 dB) e $A_i^{\text{totale}}(\varphi_i, \theta_i) \cong 1$ (0 dB). In questo caso si applica la prima parte dell'equazione (7): $K_i^{\text{antenna}}(\varphi_i, \theta_i) = 1$.
- Nella direzione 2 supponiamo che $A_i^{\text{SS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i) = 1$ (0 dB) e $A_i^{\text{totale}}(\varphi_i, \theta_i) = 1,1$ (0,83 dB). Si applica la prima parte dell'equazione (7): $K_i^{\text{antenna}}(\varphi_i, \theta_i) = 1$. Ciò significa che non viene applicato alcun fattore di riduzione nonostante il fatto che il fascio irradiato totale nella direzione 2 sia più attenuato del fascio SS/PBCH in questa direzione.
- Nella direzione 3 supponiamo che $A_i^{\text{SS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i) = 1,25$ (1,94 dB) e $A_i^{\text{totale}}(\varphi_i, \theta_i) = 1,1$ (0,83 dB). Si applica la seconda parte dell'equazione (7): $K_i^{\text{antenna}}(\varphi_i, \theta_i) = 1,14$. Ciò significa che viene applicato un fattore di estrapolazione per tenere conto del fatto che il fascio SS/PBCH in questa direzione è più attenuato del fascio irradiato totale.
- Nella direzione 4 siamo dietro l'antenna trasmittente. Il diagramma di radiazione non scompare completamente, ma la radiazione è piccola rispetto alla radiazione nella direzione anteriore. Supponiamo che $A_i^{\text{SS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i) = 25$ (27,96 dB) e $A_i^{\text{totale}}(\varphi_i, \theta_i) = 5,0$ (13,98 dB). In questo caso si applica la terza parte dell'equazione (7): $K_i^{\text{antenna}}(\varphi_i, \theta_i) = K_{i,\text{max}}^{\text{antenna}}$. Il valore $K_{i,\text{max}}^{\text{antenna}}$ è il massimo $K_i^{\text{antenna}}(\varphi_i, \theta_i)$ tra tutte le direzioni per le quali il fascio SS/PBCH è sufficientemente forte ($A_i^{\text{SS(RE)}}(\varphi_i, \theta_i) < 10$). Questa regione è rappresentata in bianco nella figura 2 mentre la regione in cui questa condizione non è soddisfatta è rappresentata in grigio chiaro. Siccome il fattore di correzione dell'antenna nel caso peggiore è dato approssimativamente dalla direzione 3, abbiamo: $K_i^{\text{antenna}}(\varphi_i, \theta_i) \cong 1,14$.

Questo esempio è un'illustrazione didattica dell'equazione (7) per un taglio orizzontale dei diagrammi dell'antenna come rappresentato in figura 2. Tuttavia, l'equazione (7) è più generale e tiene conto anche dell'elevazione θ_i .

I fattori di correzione dell'antenna $K_i^{\text{antenna}}(\varphi_i, \theta_i)$ dipendono dal tipo di antenna e dal suo orientamento. Questi fattori devono essere disponibili, ad esempio in una banca dati o presso il fabbricante dell'antenna.

4.3 Semplificazioni

Per ragioni pratiche, i fattori di correzione dell'antenna dipendenti dalla direzione $K_i^{\text{antenna}}(\varphi_i, \theta_i)$ possono essere semplificati ad un valore $K_{i,\text{max}}^{\text{antenna}}$ come definito dall'equazione (9). Questa semplificazione è del tutto accettabile per determinare il valore di apprezzamento. Tuttavia, potrebbe portare ad una sopravvalutazione troppo importante del segnale dal punto di vista del gestore. In questo caso sono disponibili diverse strategie:

- Come illustrato nella figura 1, la differenza azimutale tra il fascio PDSCH e il fascio SS/PBCH non dovrebbe essere significativa. Pertanto, si potrebbe semplificare il fattore di correzione dell'antenna come:

$$K_i^{\text{antenna}}(\theta_i) = \max_{\varphi_i} K_i^{\text{antenna}}(\varphi_i, \theta_i) \quad (10)$$

Il fattore di correzione dell'antenna dipende quindi solo dall'elevazione θ_i .

- La figura 3 seguente illustra una tipica differenza di elevazione (taglio verticale) tra il fascio PDSCH e il fascio SS/PBCH.

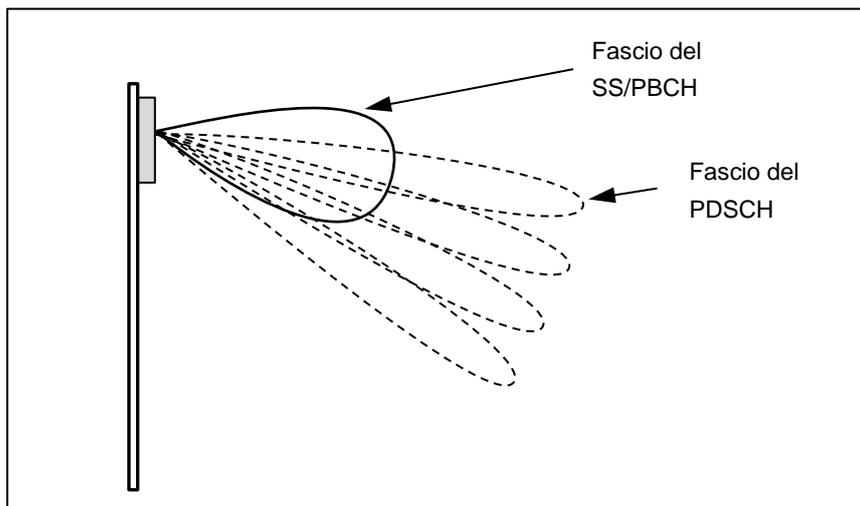


Figura 3: Rappresentazione schematica (vista di lato) del diagramma di radiazione verticale di una cella della stazione di base NR.

Come mostrato nella figura 3, il fattore di correzione dell'antenna $K_i^{\text{antenna}}(\varphi_i, \theta_i)$ è il più grande per i punti di misurazione vicini alla stazione di base. Il gestore potrebbe ridurre la potenza del PDSCH per questi punti come mostrato nella figura 4. Dopo questa riduzione del fascio, la sopravvalutazione come conseguenza dell'utilizzo di un unico valore di K_i^{antenna} per tutte le direzioni secondo l'equazione (9) è significativamente diminuita.

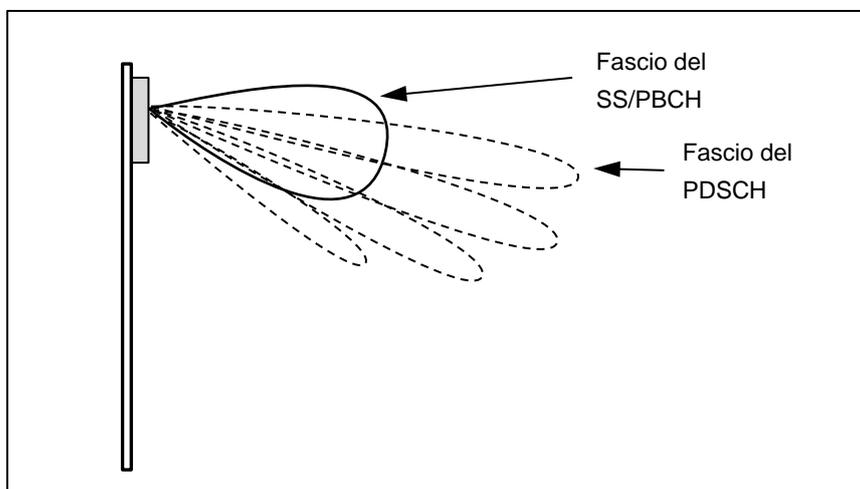


Figura 4: Rappresentazione schematica (vista di lato) del diagramma di radiazione verticale di una cella della stazione di base NR, con riduzione dei fasci PDSCH per utenti situati vicino all'antenna.

5 Fattore statistico del fascio

Per ogni cella NR di numero i della stazione di base (risp. dell'impianto) viene definito un fattore statistico K_i^{stat} per tener conto della variabilità della direzione di trasmissione e del diagramma dell'antenna da antenne adattative secondo l'allegato 1, punto 63 dell'ORNI [1], nella versione del 1° giugno 2019.

La definizione del fattore statistico K_i^{stat} è ancora in fase di studio. Per il momento si considera il seguente valore conservativo:

$$K_i^{\text{stat}} = 1 \quad (11)$$

6 Fattore duplex

Il fattore duplex K^{duplex} è definito come:

$$K^{\text{duplex}} = \begin{cases} \sqrt{r_{DL}} & \text{per TDD} \\ 1 & \text{per TDD con } r_{DL} \text{ non noto} \\ 1 & \text{per FDD} \end{cases} \quad (12)$$

In cui r_{DL} indica il rapporto massimo del tempo di trasmissione in downlink in un intervallo di tempo. Questa scelta è determinata dall'interpretazione dei limiti del campo E come media temporale quadratica dell'intensità del campo elettrico.

7 Somma di tutte le celle e tecnologie

Tutti i valori estrapolati dell'intensità del campo elettrico per le tutte celle della stazione di base NR vengono quindi sommati come:

$$E_h = \sqrt{\sum_{i=1}^n E_{i,h}^2} \quad (13)$$

con

E_h	Intensità del campo elettrico estrapolata di una stazione NR per una data rete, in V/m.
$E_{i,h}$	Misurazione dell'intensità del campo elettrico estrapolata per la cella i , in V/m.
n	Numero di celle della stazione di base rispettivamente dell'impianto.

Infine, il valore di apprezzamento E_B si ottiene sommando i contributi $E_{\text{Rete}_k,h}$ di tutte le reti appartenenti allo stesso impianto:

$$E_B = \sqrt{E_{\text{Rete}_1,h}^2 + E_{\text{Rete}_2,h}^2 + \dots} \quad (14)$$

Esempi di calcoli sono riportati nell'allegato B.

Per le stazioni di base, che oltre con la NR funzionano contemporaneamente anche con i servizi GSM, UMTS o LTE, tutti questi segnali devono essere presi in considerazione, e E_B deve essere determinato secondo [5] (capitolo 9).

7.1 Valutazione della conformità

La conformità o la non conformità di un impianto può essere valutata in modo inequivocabile:

- $E_B \leq E_{\text{limite}}$: l'impianto soddisfa i requisiti.
- $E_B > E_{\text{limite}}$: l'impianto non soddisfa i requisiti.

L'incertezza di misura estesa U ($k = 2$) non viene presa in considerazione direttamente nella valutazione della conformità (cosiddetto "rischio condiviso" o "accettazione semplice" in conformità a [13]). Tuttavia, l'incertezza di misura U

- deve includere un contributo di $\pm 15\%$ ($k = 1$) per il campionamento del volume di misurazione
- e non deve superare il valore di $\pm 45\%$ ($k = 2$).

8 Metodo a selezione di frequenza

8.1 Misurando

Il metodo a selezione di frequenza è derivato dal metodo di misurazione a selezione del codice descritto nell'equazione (1) ed è anche basato sulle misurazioni del segnale di sincronizzazione secondario (SSS). Le misurazioni a selezione di frequenza dei segnali di sincronizzazione richiedono un analizzatore di spettri con un rivelatore a vero valore RMS, una larghezza di banda di risoluzione minima della larghezza di banda dell'SSS ($127 \cdot \Delta f$) e una funzione di "Max & Hold" massima. Le misurazioni vengono eseguite in modalità "Zero Span" e il tempo di scansione deve essere scelto in modo che il tempo di misurazione per un valore sia inferiore alla metà della durata di un simbolo OFDM dell'SSS. A seconda della numerologia utilizzata (15 kHz o 30 kHz) la durata del simbolo OFDM senza prefisso è $1/15 \text{ kHz} \cong 66 \mu\text{s}$ per la numerologia a 15 kHz e $1/30 \text{ kHz} \cong 33 \mu\text{s}$ per la numerologia a 30 kHz.

Il massimo spaziale dei segnali di sincronizzazione deve essere misurato come indicato nella sezione 2.1.

8.2 Valore di apprezzamento

Il valore di $E_{i,\max}^{\text{SSS(RE)}}$ non può essere misurato direttamente da uno strumento di misurazione a selezione di frequenza, poiché richiede l'addizione quadratica di segnali provenienti da fasci SS/PBCH differenti. Tuttavia, sulla base di stime realistiche, si utilizza la seguente espressione:

$$E_{i,\max}^{\text{misurato}} \cdot \sqrt{\frac{1}{127}} \cdot K_i^{\text{FSM}} \quad (15)$$

con

$E_{i,\max}^{\text{misurato}}$ Valore Max & Hold dell'intensità del campo elettrico misurato sull'intera larghezza di banda di misurazione (almeno la larghezza di banda dell'SSS) impostato sull'analizzatore di spettri.

$\sqrt{1/127}$ Fattore di riduzione per ottenere l'intensità di campo per elemento di risorsa.

K_i^{FSM} Metodo a selezione di frequenza (FSM) definito come $K_i^{\text{FSM}} = \sqrt{2}$ se la cella i ha più di un fascio SS/PBCH e come $K_i^{\text{FSM}} = 1$ se la cella i ha solo un fascio SS/PBCH. Tiene conto del fatto che il campo elettrico prodotto da singoli fasci non può essere misurato e quindi non può essere addizionato in modo quadratico.

Il valore misurato dell'intensità del campo elettrico deve essere estrapolato alla modalità operativa di riferimento come

$$E_h \cong \left(E_{i,\max}^{\text{misurato}} \cdot \sqrt{\frac{1}{127}} \cdot K_i^{\text{FSM}} \right) \cdot \max_{i=1..n} (K_i(\varphi_i, \theta_i)) \quad (16)$$

con

n Numero di celle della stazione di base rispettivamente dell'impianto.

Occorre considerare i seguenti aspetti:

- La frequenza centrale dello strumento di misurazione deve essere impostata sulla frequenza centrale del blocco SS/PBCH, che in generale non corrisponde alla frequenza centrale del canale NR di downlink. La frequenza centrale dell'SSS deve essere fornita dal gestore.
- Poiché l'analizzatore di spettri non è in grado di distinguere uplink e downlink in uno schema di trasmissione TDD, è importante spegnere tutti i telefoni cellulari nelle vicinanze del sistema di misurazione.

Infine, il valore di apprezzamento E_B si ottiene sommando i contributi di tutti i gestori e servizi di rete come nella sezione precedente (esempi nell'allegato B).

8.3 Valutazione della conformità

Con questo metodo è molto probabile che si verifichino delle sopravvalutazioni. Pertanto, la conformità di un impianto può essere valutata mentre non si può valutare la non conformità:

- $E_B \leq E_{\text{limite}}$: l'impianto soddisfa i requisiti.
- $E_B > E_{\text{limite}}$: non è possibile effettuare alcuna valutazione. Per maggiore chiarezza è necessaria una misurazione a selezione del codice.

9 Bibliografia

1. "Ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI)" (documento n. 814.710), dicembre 1999. Disponibile in [Tedesco](#), [Francese](#), [Italiano](#).
2. Commissione ICNIRP, "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)" (Linee guida per limitare l'esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo (fino a 300 GHz)), Health Physics Vol. 74, No 4, pp 494-522, 1998.
3. Raccomandazioni di misurazione per GSM: "Nichtionisierende Strahlung (Radiazioni non ionizzanti): Mobilfunk-Basisstationen (Stazioni di base di telefonia mobile) (GSM) - Messempfehlung (Raccomandazione per le misurazioni)", 2002. Disponibile all'indirizzo www.bafu.admin.ch/elektrosmog.
4. Raccomandazioni di misurazione per GSM con Edge: "NIS-Abnahmemessung bei GSM-Basisstationen mit EDGE-Betrieb" (Misurazione della conformità di stazioni di base GSM con funzionamento EDGE), bozza del 28.11.2005, novembre 2011. Disponibile all'indirizzo www.bafu.admin.ch/elektrosmog.
5. Raccomandazioni di misurazione per UMTS: "Nichtionisierende Strahlung (Radiazioni non ionizzanti): Mobilfunk-Basisstationen (Stazioni di base di telefonia mobile) (UMTS – FDD), bozza del 17.9.2003", settembre 2003. Disponibile all'indirizzo www.bafu.admin.ch/elektrosmog.
6. Raccomandazioni di misurazione per Broadcasting: "Nichtionisierende Strahlung (Radiazioni non ionizzanti): Runkfunk- und Funkrufsendeanlagen (Trasmettitori radio e cerca-persone), Vollzugsempfehlung zur NISV (Raccomandazione di applicazione dell'ORNI), bozza del 6.7.2005", luglio 2005. Disponibile all'indirizzo www.bafu.admin.ch/elektrosmog.
7. Rapporto METAS 2012-218-808: "Technical Report (Rapporto tecnico): Measurement Method for LTE Base Stations" (Metodo di misurazione per stazioni di base LTE), maggio 2012, disponibile all'indirizzo www.metas.ch.
8. ETSI TS 138 104, "5G; NR; Base Station (BS) radio transmission and reception (Trasmissione e ricezione radio della stazione di base) (3GPP TS 38.104 versione 15.3.0 release 15)", ottobre 2018
9. ETSI TS 138 211, "5G; NR; Physical channels and modulation (Canali fisici e modulazione) (3GPP TS 38.211 versione 15.2.0 release 15)", luglio 2018.
10. ETSI TS 138 213, "5G; NR; Physical layer procedures for control (Procedure di livello fisico per il controllo) (3GPP TS 38.213 versione 15.6.0 release 15)", luglio 2019.
11. ETSI TS 138 214, "5G; NR; Physical layer procedures for data (Procedure di livello fisico per i dati) (3GPP TS 38.214 version 15.3.0 release 15)", ottobre 2018.
12. H. Keller, "On The Assessment of Human Exposure to Electromagnetic Fields Transmitted by 5G NR Base Stations (Sulla valutazione dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici trasmessi dalle stazioni di base 5G NR)", Health Physics, 23 aprile 2019.
13. JCGM 106, "Evaluation of measurement data – The role of measurement uncertainty in conformity assessment (Valutazione dei dati di misurazione – Il ruolo dell'incertezza di misura nella valutazione della conformità)", maggio 2009.

10 Allegato A: Nozioni di base sulla NR (informativo)

10.1 Struttura a blocchi SS / PBCH secondo [9]

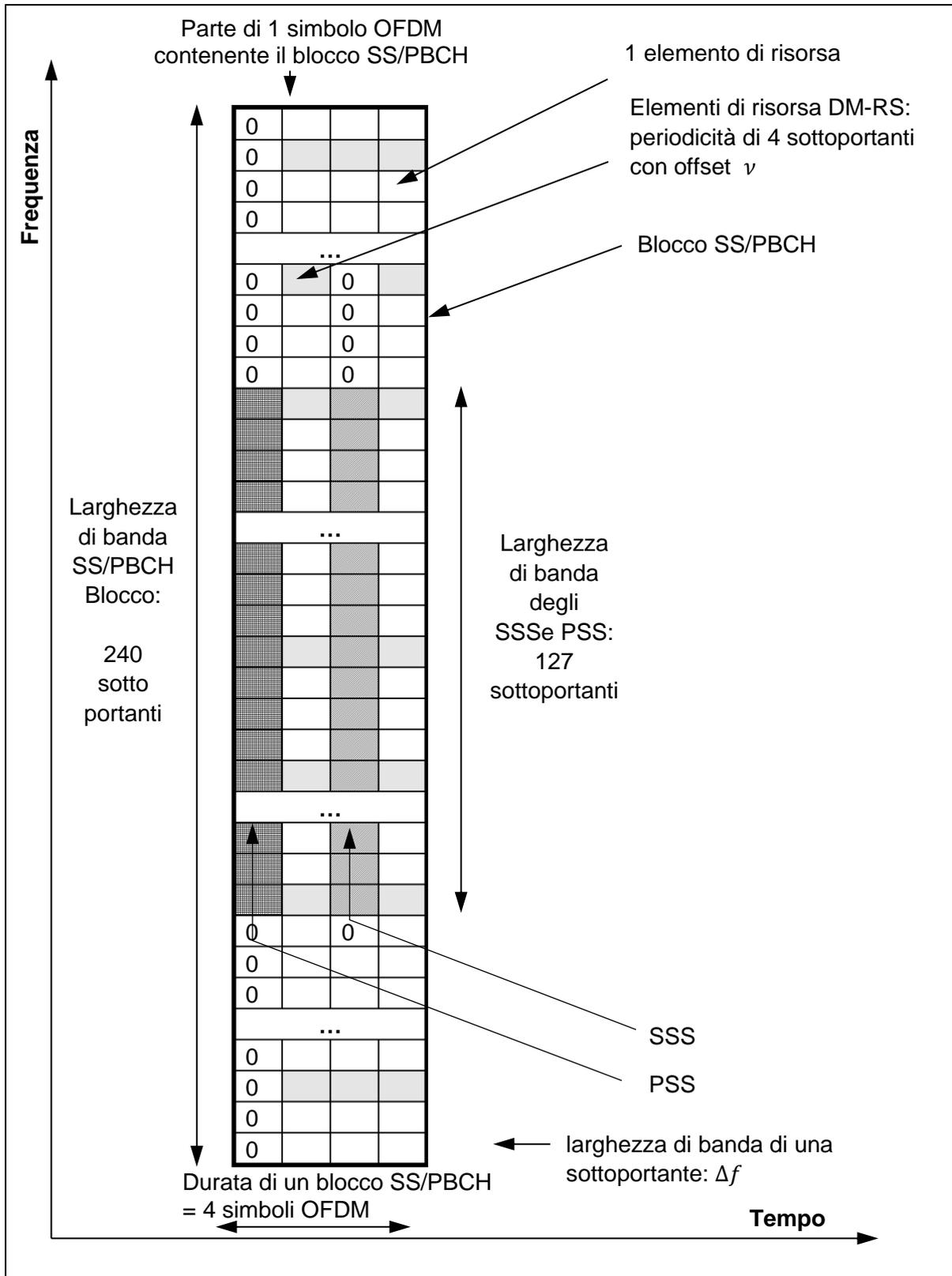


Figura A.1: Blocco SS/PBCH downlink NR (ricostruito da [9]).

10.2 Tempistica dei blocchi SS/PBCH secondo [10]

La posizione del blocco SS/PBCH all'interno della griglia tempo/frequenza NR potrebbe essere rappresentata come segue. La posizione esatta dei blocchi SS/PBCH è definita nello standard:

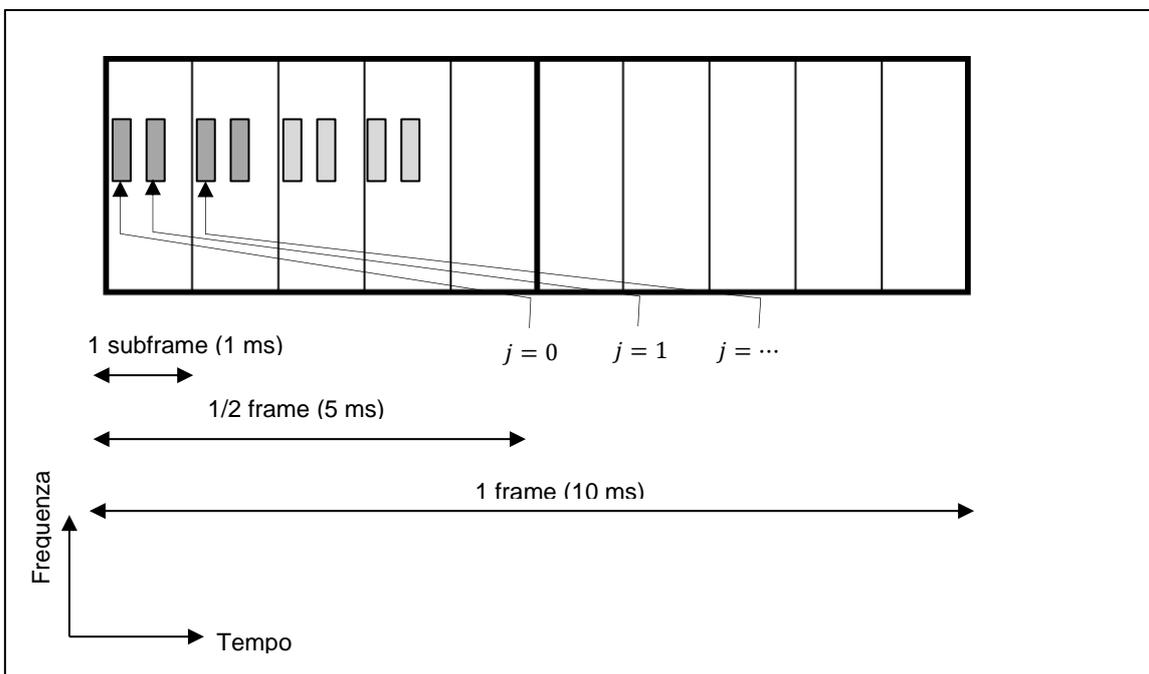


Figura A.2: Posizione dei blocchi SS/PBCH nel segnale NR secondo [10] per una spaziatura delle sottoportanti SS/PBCH di 15 kHz. Per i fasci $L_{\max} = 4$ si utilizzano fino a 4 blocchi (grigio scuro). Per i fasci $L_{\max} = 8$ si utilizzano fino a 8 blocchi.

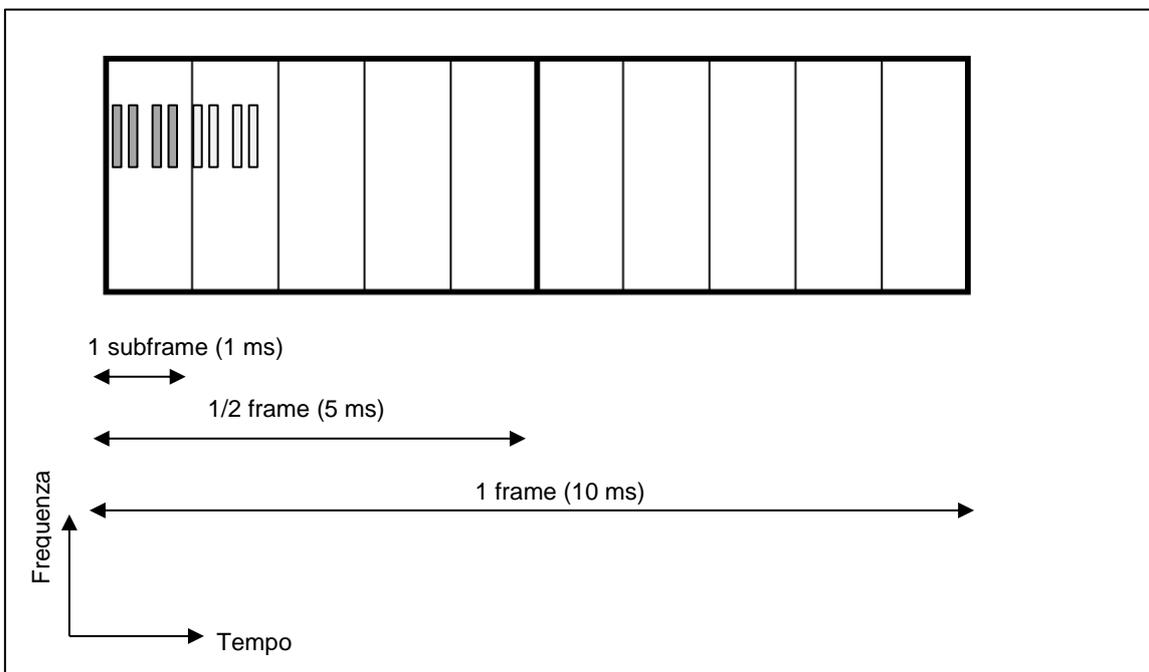


Figura A.3: Posizione dei blocchi SS/PBCH nel segnale NR secondo [10] per una spaziatura delle sottoportanti SS/PBCH di 30 kHz. Per i fasci $L_{\max} = 4$ si utilizzano fino a 4 blocchi (grigio scuro). Per i fasci $L_{\max} = 8$ si utilizzano fino a 8 blocchi.

11 Allegato B: Esempi

Un gestore di rete fornisce servizi NR utilizzando 3 antenne montate su un supporto traliccio. Tutte e tre le celle operano nella banda dei 3'500 MHz. I fasci principali delle antenne sono a 120 gradi l'uno dall'altro come mostrato nella figura B.1. I dati tecnici dell'impianto sono elencati nella tabella B.1. In base all'ORNI il valore limite dell'impianto è 6 V/m.

ID della cella	214	215	216
Antenna	A1	A2	A3
Direzione del fascio principale (azimut)	30°	150°	270°
Direzione del fascio principale (elevazione)	-10°	-12°	-12°
Numero di fasci PBCH	1	4	4
Servizio	NR-3500		
Frequenza centrale	3'515 MHz		
Frequenza centrale del PBCH	3'509 MHz		
Larghezza di banda	30 MHz		
Numerologia	30 kHz		
ERP effettivo dell'SSS per elemento di risorsa $P_i^{SSS(RE)}$	200 mW	120 mW	120 mW
ERP totale consentito $P_{i,consentito}$	400 W	200 W	200 W

Tabella B.1: Dati tecnici dell'impianto.

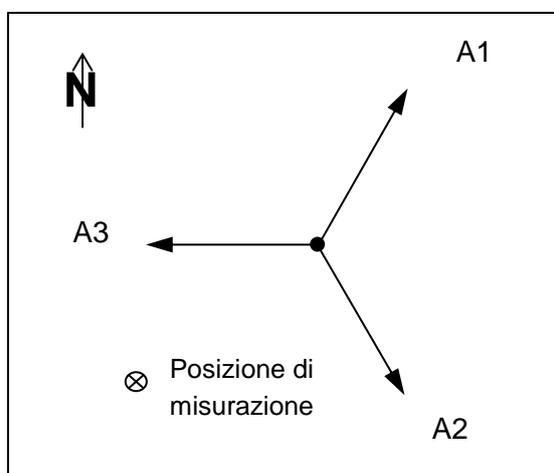


Figura B.1: Rappresentazione di un impianto con le tre antenne e il punto di misurazione.

11.1 Misurazione a selezione del codice

Con le apparecchiature di misurazione a selezione del codice l'intensità del campo elettrico di ogni cella può essere misurata separatamente. Pertanto, viene misurato il valore di campo spazialmente massimo $E_{i,max}^{SSS(RE)}$ all'interno del volume di misurazione. Il processo di estrapolazione è rappresentato nella seguente tabella.

ID della cella	214	215	216
Antenna	A1	A2	A3
Direzione del fascio principale (azi- mut)	30°	150°	270°
Direzione del fascio principale (ele- vazione)	-10°	-12°	-11°
Numero di fasci PBCH	1	4	4
Servizio	NR-3500		
Frequenza centrale	3'515 MHz		
Frequenza centrale del PBCH	3'509 MHz		
Larghezza di banda	30 MHz		
ERP effettivo dell'SSS per ele- mento di risorsa $P_i^{SSS(RE)}$	200 mW	120 mW	120 mW
ERP totale consentito $P_{i,consentito}$	400 W	200 W	200 W
Fattore di estrapolazione per l'SSS $K_i^{SSS(RE)}$	44,72	40,82	40,82

Correzione specifica del punto di misurazione

Angolo orizzontale dell'OMEN ri- spetto al fascio principale	-160°	80°	-40°
Angolo verticale dell'OMEN ri- spetto al fascio principale	-15°	-13°	-14°
Attenuazione del fascio SS/PBCH nella direzione OMEN $A_i^{SSS(RE)}(\varphi_i, \theta_i)$	14,13 (23 dB)	7,94 (18 dB)	1,78 (5 dB)
Attenuazione del fascio totale nella direzione OMEN $A_i^{totale}(\varphi_i, \theta_i)$	31,62 (30 dB)	12,59 (22 dB)	1,41 (3 dB)
Fattore di correzione dell'antenna $K_i^{antenna}(\varphi_i, \theta_i)$	1,80	1,00	1,26

Altre correzioni

Fattore statistico K_i^{stat}	1	1	1
Fattore duplex K^{duplex}	1	1	1

Fattore globale

Fattore globale $K_i(\varphi_i, \theta_i)$	80,50	40,82	51,40
--	-------	-------	-------

Misurazioni

Valore misurato $E_{i,max}^{SSS(RE)}$	4,30 mV/m	7,20 mV/m	88,00 mV/m
Valore estrapolato $E_{i,h}$	0,35 V/m	0,29 V/m	4,52 V/m

Tabella B.2: Esempio di processo di estrapolazione. Per questo calcolo si è ipotizzato che il rapporto massimo $K_{i,max}^{antenna}$ definito dall'equazione (9) fosse 1,8. Le celle con caratteri corsivi possono essere determinate mediante calcolo da altri valori di celle.

Il valore dell'intensità del campo elettrico estrapolato allo stato d'esercizio determinante è

$$E_B = E_h = \sqrt{\sum_i E_{i,h}^2} = \sqrt{0.35^2 + 0.29^2 + 4.52^2} = 4.54 \text{ V/m}$$

Questo valore è inferiore al limite di 6 V/m. L'impianto è considerato conforme.

11.2 Misurazione a selezione di frequenza

Il valore spaziale massimo dell'intensità del campo elettrico misurato con un analizzatore di spettri avente una larghezza di banda di risoluzione di 5 MHz è risultato essere $E_{i,\max}^{\text{misurato}} = 1.05 \text{ V/m}$. La larghezza di banda di risoluzione è stata scelta come la prossima risoluzione disponibile al di sopra della larghezza di banda dell'SSS: $127 \cdot 30 \text{ kHz} = 3'810 \text{ MHz}$. Poiché almeno una delle celle ha più di un fascio PBCH, il fattore del metodo a selezione di frequenza è $K_i^{\text{FSM}} = \sqrt{2}$. Il campo elettrico per elemento di risorsa è:

$$E_{i,\max}^{\text{misurato}} \cdot \sqrt{\frac{1}{127}} \cdot K_i^{\text{FSM}} = 0,131 \text{ V/m}$$

Il fattore di estrapolazione è il valore massimo di tutti i fattori di estrapolazione $K_i(\varphi_i, \theta_i)$ nella tabella 1, nel nostro esempio: 80,50. Il valore del campo estrapolato è quindi:

$$E_B = E_h = 0,131 \text{ V/m} \cdot 80,50 = 10,60 \text{ V/m}$$

Il valore dell'intensità del campo elettrico estrapolato alla modalità operativa di riferimento è superiore al valore limite di 6 V/m. La conformità dell'impianto non può essere valutata ed è necessaria una misurazione a selezione del codice.

12 Allegato C: Definizioni, simboli e abbreviazioni

DM-RS	Demodulation reference signals (segnali di riferimento di demodulazione)
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
ERP	Effective Radiated Power (potenza effettiva irradiata)
FDD	Frequency Division Duplex (duplex a divisione di frequenza)
FSM	Frequency Selective Method (metodo a selezione di frequenza)
GSM	Global System for Mobile Communication (sistema globale per la comunicazione mobile)
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (Commissione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti)
LTE	Long-Term-Evolution (evoluzione a lungo termine)
NR	New Radio
OFDM	Orthogonal Frequency-Division Multiplexing (multiplexing ortogonale di divisione della frequenza)
ORNI	Ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti
PBCH	Physical Broadcast Channel (canale fisico di diffusione)
PDSCH	Physical Downlink Shared Channel (canale fisico di downlink condiviso)
PSS	Primary Synchronization Signal (segnale di sincronizzazione primario)
SS/PBCH	Synchronization Signal and PBCH (segnale di sincronizzazione e PBCH)
SSS	Secondary Synchronization Signal (segnale di sincronizzazione secondario)
TDD	Time Division Duplex (multiplex a divisione di tempo)
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System (sistema universale di telecomunicazioni mobili)
$A_i^{SSS(RE)}(\varphi_i, \theta_i)$	Attenuazione del segnale SS/PBCH della cella i nella direzione data dall'azimut φ_i e dall'elevazione θ_i
$A_i^{totale}(\varphi_i, \theta_i)$	Attenuazione del segnale totale della cella i nella direzione data dall'azimut φ_i e dall'elevazione θ_i
E_B	Valore di accettazione per l'impianto in V/m
E_{limite}	Valore limite del campo elettrico, in V/m.

E_h	Intensità del campo di una stazione NR estrapolata, in V/m.
$E_{i,h}$	Misurazione dell'intensità del campo estrapolata per la cella i , in V/m
$E_{i,max}^{misurato}$	Valore Max & Hold (valore massimo e di mantenimento) dell'intensità del campo elettrico misurato sull'intera larghezza di banda di misurazione imposta sull'analizzatore di spettri
$E_{i,max}^{SSS(RE)}$	Massimo spaziale all'interno del volume di misurazione della somma quadratica dell'intensità del campo elettrico dell'SSS $E_{i,j}^{SSS(RE)}$
$E_{i,j}^{SSS(RE)}$	Intensità del campo elettrico (in V/m) per elemento di risorsa (RE) dell'SSS della cella i e indice del blocco SS/PBCH j
$E_{Rete_{k,h}}$	Misura dell'intensità di campo estrapolata relativa alla rete k
i	Numero di identificazione della cella della stazione di base
j	Numero di identificazione dell'indice del blocco SS/PBCH
k	Numero di identificazione della rete
$K_i(\varphi_i, \theta_i)$	Fattore di estrapolazione globale per la cella i . Il fattore è specifico per il punto di misurazione
$K_{i,max}^{antenna}$	Valore massimo del rapporto $A_i^{SSS(RE)}(\varphi_i, \theta_i)/A_i^{totale}(\varphi_i, \theta_i)$, in cui il massimo è preso su tutte le direzioni per le quali l'attenuazione $A_i^{SSS(RE)}(\varphi_i, \theta_i)$ del fascio SS/PBCH è inferiore a 10 (corrisponde a 20 dB)
$K_i^{antenna}(\theta_i)$	Fattore di correzione dell'antenna per la cella i definito come caso peggiore (tra tutti gli azimut φ_i) del fattore di correzione dell'antenna $K_i^{antenna}(\varphi_i, \theta_i)$
$K_i^{antenna}(\varphi_i, \theta_i)$	Fattore di correzione dell'antenna tenendo conto della differenza tra il diagramma dell'antenna del segnale SS/PBCH della cella i e il diagramma dell'antenna del segnale totale nello stato di esercizio determinante consentito
$K_i^{SSS(RE)}$	Fattore di estrapolazione dell'SSS per la cella i
K_i^{FSM}	Fattore del metodo a selezione di frequenza (FSM).
K_i^{stat}	Fattore statistico per la cella i
K^{duplex}	Fattore duplex
n	Numero di celle della stazione di base rispettivamente dell'impianto
$P_{i,consentito}$	ERP massimo consentito in W, tenendo conto del segnale di tutte le porte dell'antenna della cella i : PSDCH, PBCH e PDCCH

$P_i^{SSS(RE)}$	ERP effettivo per elemento di risorsa dell'SSS del blocco SS/PBCH della cella i in W
$P_i^{SSS(RE)}(\varphi_i, \theta_i)$	"Diagramma delle radiazioni ERP dell'SSS sommate " ottenuta sommando la potenza irradiata ERP per elemento di risorsa di tutti i fasci SS/PBCH
$P_{i,j}^{SSS(RE)}(\varphi_i, \theta_i)$	"Potenza effettiva irradiata" attuale in W per elemento di risorsa dell'SSS del blocco SS/PBCH della cella i e dell'indice j nella direzione data dall'azimut φ_i e dall'elevazione θ_i
r_{DL}	Rapporto massimo del tempo di trasmissione in downlink in un intervallo di tempo
Δf	Spaziature delle sottoportanti del blocco SS/PBCH
φ_i	Azimut, definito come l'angolo orizzontale in un sistema di coordinate sferiche, del punto di misurazione rispetto all'antenna trasmittente della cella i
θ_i	Elevazione, definita come l'angolo verticale in un sistema di coordinate sferiche, del punto di misurazione rispetto all'antenna trasmittente della cella i