

Accertamento della conformità delle emissioni delle SRB mediante l'ausilio del drive test system Romes®-TSMQ

Enrico Grillo, Tommaso Aureli

ARPA Lazio Sezione Provinciale di Roma, Via G. Saredo 52, 00173 Roma, enrico.grillo@arpalazio.it

INTRODUZIONE

L'evoluzione delle tecnologie trasmissive a banda larga dovuta all'incremento della richiesta di connettività da parte degli utenti mobili sta portando ad una continua modifica degli impianti di telefonia mobile con conseguente incremento della potenza totale irradiata dagli stessi. Dalle attività di controllo effettuate negli ultimi anni sugli impianti di telefonia si è riscontrato un aumento del numero di Stazioni Radio Base (SRB) che generano livelli di campo elettromagnetico al limite del superamento di legge. Nell'ambito dell'accertamento del rispetto dei limiti di legge sulle SRB la norma tecnica CEI 211-10 impone la conoscenza di alcuni parametri di rete per la corretta estrapolazione del valore di campo elettromagnetico massimo che la SRB può irradiare, al di là delle condizioni di esercizio che si rilevano durante l'intervento di misura. Tali parametri tengono in considerazione il numero di canali di traffico associati alle portanti BCCH, all'utilizzo del controllo di potenza sui canali GSM e l'utilizzo della trasmissione discontinua. Non essendo questi individuabili mediante il solo utilizzo dell'analizzatore di spettro, devono essere richiesti ai gestori di telefonia mobile successivamente all'intervento di misura, con evidenti lungaggini nel processo di verifica di conformità degli impianti. La soluzione proposta permette l'acquisizione dei parametri di rete mediante un sistema denominato Romes®-TSMQ del produttore Rohde & Schwarz costituito da un ricevitore di rete e da un software di acquisizione per l'analisi dei parametri di rete. In tal modo con un solo intervento di misura ed indipendentemente dalle collaborazioni dei gestori è possibile stabilire la conformità di un impianto di telefonia mobile.

Il presente studio ha lo scopo di illustrare una procedura di verifica di conformità con controllo sulle condizioni massime di esercizio di una o più stazioni radio base presenti su un determinato sito mediante un'unica sessione di misura. Alla misura del campo elettromagnetico in banda stretta, effettuata secondo quanto suggerito dalla normativa tecnica di riferimento (CEI, 2001) (CEI, 2002) (CEI V1-H, 2004), è seguita l'acquisizione delle informazioni sulle condizioni di esercizio degli impianti sotto esame. Quest'ultima operazione è stata effettuata mediante l'utilizzo del sistema Romes®-TSMQ della Rohde & Schwarz, in completa autonomia e senza ricorrere a richieste formali presso i gestori di telefonia mobile sulle condizioni di esercizio degli impianti. Tali informazioni sono state infine utilizzate per l'estrapolazione del valore massimo del campo elettrico che gli impianti irradierebbero in condizione di massimo carico. Per illustrare la procedura si è preso in esame la conformità di un impianto di telefonia mobile costituito da due stazioni radio base che condividono lo stesso sito.

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per l'acquisizione dei contributi di campo elettrico in banda stretta si è utilizzato:

- analizzatore di spettro ROHDE & SCHWARZ FSP 30;
- antenna biconica Seibersdorf mod. PCD-8250;
- cavo coassiale Huber-Suhner mod. Sucoflex 104;
- software automatico di acquisizione¹.

Per quanto riguarda l'analisi dei dati della rete si è utilizzato il drive test system della ROHDE & SCHWARZ mod. TSMQ con software di localizzazione e decodifica delle stazioni radio base ROMES (di seguito definito sistema Romes®-TSMQ).

Tale sistema, nato principalmente per effettuare drive test sulla rete di telefonia mobile, è costituito da un ricevitore in grado di decodificare le system information relative alle tecnologie GSM e UMTS (ETSI, 1998) (3GPP, 2008), da un'antenna per la ricezione del segnale radio, da un

¹ iXem 2.1 realizzato da iXem Labs - Politecnico di Torino

modulo GPS per geolocalizzazione e la sincronizzazione con la rete, e dal software di acquisizione Romes per l'analisi dei dati acquisiti (fig. 1).

Figura 1 - Sistema Romes®-TSMQ



Drive test system Rhode & Schwarz Romes®-TSMQ

Per una descrizione più dettagliata del sistema si rimanda al sito del produttore (www2.rohde-schwarz.com/product/TSMQ.html).

METODOLOGIA D'INDAGINE

Le misure di campo elettrico sono state eseguite assumendo come metodo di riferimento le procedure descritte nelle guide CEI 211-7, CEI 211-10 e nel DPCM 08/07/2003.

Per quanto concerne la determinazione dei contributi relativi alla telefonia mobile e più in particolare per gli impianti o porzione degli stessi operanti in tecnologia GSM 900 e DCS 1800, si è proceduto in una prima fase, per ogni singola cella e gestore di telefonia mobile, alla determinazione del contributo relativo al solo canale di controllo (BCCH) il quale è sempre attivo ed alla massima potenza ed è univoco per ogni settore della SRB.

I canali di controllo sono stati identificati con il sistema Romes®-TSMQ mediante il quale è possibile individuare le informazioni tecniche dei singoli trasmettitori di una stazione radio base (fig. 2).

Figura 2 - Informazioni relative alle portanti del sistema GSM acquisite con Romes-TSMQ

CH	POWER	BSIC	CI	LAC	MNC	MCC	T(MEAS)	T(TDMA)	FN	T3
106	-15.60	74	17719	30080	88	222	918372 ms	3.286	1382263	10
87	-18.96	61	29232	30017	10	222	916619 ms	5.171	1705606	13
103	-22.40	71	17718	30080	88	222	918372 ms	3.286	1382263	10
987	-26.72	76	17720	30080	88	222	946523 ms	3.287	1382263	10
94	-29.04	67	29233	30017	10	222	917122 ms	4.427	1170445	46
90	-34.56	62	29231	30017	10	222	916619 ms	5.171	1705606	13
764	-35.76	76	9079	30080	88	222	931940 ms	3.235	500695	28
747	-36.48	73	9078	30080	88	222	930906 ms	3.236	500695	28
872	-38.32	60	29239	30017	10	222	936973 ms	7.192	32374	40
863	-39.28	61	29238	30017	10	222	936124 ms	7.192	32374	40
31	-46.08	21	39007	24641	1	222	914986 ms	5.946	1120816	40
84	-50.48	61	29232	30017	10	222	916619 ms	5.172	1705606	13
110	-51.84	75	22705	30080	88	222	918345 ms	3.455	1013876	47

Nella fig. 2 sono riportate le informazioni relative alle BCCH dei sistemi rilevati ed in particolare la frequenza ricavabile con una semplice formula aritmetica dal campo ARFCN (Heine, 1999), la potenza (POWER) il gestore di telefonia mobile mediante il suo codice di rete (MNC), il numero di cella associato a ciascuna portante BCCH (CI) ed altre informazioni di rete.

La frequenza delle BCCH ricavata dall'ARFCN (Absolute radio frequency channel number) è stata confermata anche mediante l'analizzatore di spettro.

Per ciascun sistema trasmissivo (GSM o DCS), individuati i canali BCCH, sono stati rilevati i canali di traffico (TCH) ad esso associati (fig. 3).

Figura 3 - Portanti BCCH e TCH associate

☐ BTSs with estimated position only

S222_088_30080_17719 - ARFCN 106 - CI 17719

SI Type 1
SI Type 3

S222_088_30080_17720 - ARFCN 987 - CI 17720
S222_088_30080_17722 - ARFCN 976 - CI 17722
S222_088_30080_17869 - ARFCN 977 - CI 17869
S222_088_30080_18704 - ARFCN 757 - CI 18704
S222_088_30080_19448 - ARFCN 982 - CI 19448
S222_088_30080_22704 - ARFCN 101 - CI 22704
S222_088_30080_22705 - ARFCN 110 - CI 22705
S222_088_30080_29867 - ARFCN 985 - CI 29867
S222_088_30080_29870 - ARFCN 978 - CI 29870
S222_088_30080_31528 - ARFCN 752 - CI 31528
S222_088_30080_31531 - ARFCN 745 - CI 31531
S222_088_30080_31704 - ARFCN 111 - CI 31704

S222_088_30080_17719 - ARFCN 106 - CI 17719

UniqueID: 00DE005875804537
Name: S222_088_30080_17719
Internal BTS ID: Unknown
MCC: 222
MNC: 88
CellID: 17719
LAC: 30080
Max. Power: 0
ARFCN: 106
BSIC: 74
TCH(s): 115 122

GSM NWS(1) UMTS(2) Navigation(3)

Replay Pause

Individuazione delle portanti di traffico relative alla BCCH. Alla BCCH con ARFCN 106 sono associati i canali di traffico con ARFCN 115 e 122 cerchiati in rosso.

Successivamente è stato stimato il livello di campo elettrico generato dagli impianti acquisendo le tracce dei segnali rilevati con l'analizzatore di spettro rispettando i parametri definiti nella tabella 7.1 della guida CEI 211-10 (CEI, 2002).

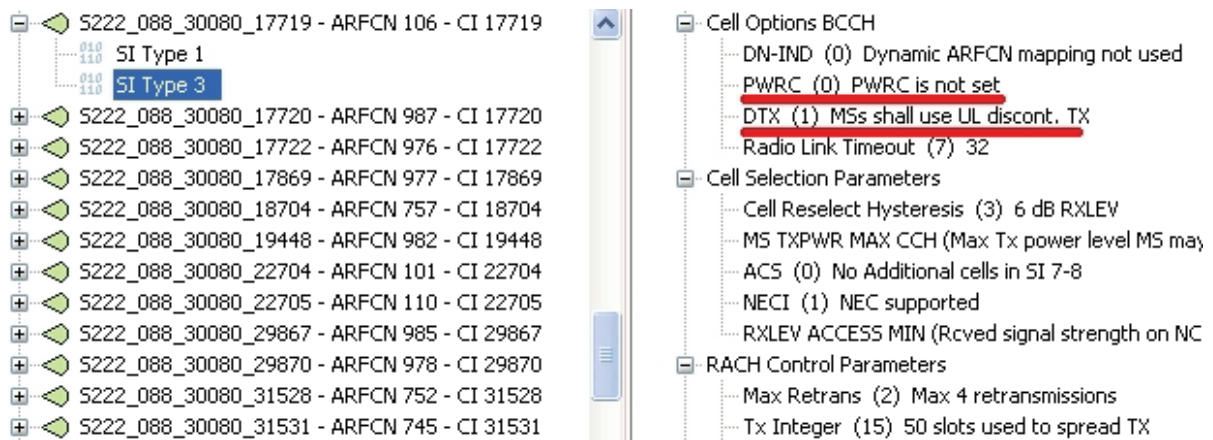
Al fine di tenere in considerazione il contributo variabile delle emissioni elettromagnetiche derivante dal traffico telefonico, in accordo con la (CEI, 2002), il valore di campo elettrico relativo ad ogni singolo canale BCCH è stato sottoposto ad una procedura di estrapolazione che tiene

conto del numero di canali ad esso associati e disponibili su ogni singola cella GSM 900 e DCS 1800:

$$E_{GSM} = E_{MIS} \sqrt{1 + (N_{GSM} - 1) \alpha_{PC} \alpha_{DTX}} \quad (1)$$

dove E_{GSM} è il campo elettrico complessivo derivante dai sistemi GSM, E_{MIS} è il valore di campo elettrico misurato dai sistemi GSM, N_{GSM} è il numero di portanti di traffico utilizzate dalla SRB, e α_{PC} α_{DTX} sono i parametri rappresentativi delle funzionalità implementate per ridurre la potenza irradiata; rispettivamente il "Power Control" e la "Discontinuous Transmission". Questi ultimi sono stati rilevati mediante il sistema Romes®-TSMQ (fig.4).

Figura 4 - Parametri relativi al controllo di potenza



Parametri relativi al controllo di potenza (α_{PC} α_{DTX}) acquisiti mediante Romes-TSMQ

Per i sistemi DCS 1800 la procedura sopra descritta per l'estrapolazione è del tutto analoga.

Per quanto concerne il calcolo dei contributi relativi alla tecnologia UMTS per ciascuna banda di frequenza rilevata è stata effettuata la misura nella modalità Channel Power. I contributi di campo elettrico relativi sono stato estrapolati mediante la seguente relazione:

$$E_{UMTS} = E_{mis_CP} / \sqrt{\rho_{SA}} \quad (2)$$

dove si è considerato un ρ_{SA} pari a 0.19, in conformità a quanto riportato in (CEI V1-H, 2004).

Il valore complessivo del campo elettrico estrapolato si ottiene sommando quadraticamente i contributi estrapolati relativi alle diverse tecnologie.

CASO DI STUDIO: ACCERTAMENTO DELLA CONFORMITA' DI UN IMPIANTO DI TELEFONIA MOBILE

La procedura di accertamento di conformità precedentemente illustrata è stata applicata ad un sito di misura in prossimità di un impianto di telefonia mobile costituito da due SRB co-locate sullo stesso edificio (fig. 5)

Figura 5 - Punto di Misura



Il sito di misura presentava la particolarità di non essere circondato da impianti di telefonia mobile nel raggio di 300 metri dallo stesso né da altre sorgenti di radio telecomunicazioni rilevabili. Individuato il punto di misura mediante indagine a banda larga, si è effettuata l'analisi delle portanti BCCH e delle portanti UMTS mediante confronto tra le informazioni ricavate dal sistema Romes-TSMQ e le tracce visualizzabili tramite analizzatore di spettro.

Individuate la frequenza delle BCCH e delle portanti UMTS presenti, si è effettuata la misura sui tre assi e su tre altezze dei contributi relativi ai diversi sistemi trasmissivi. Mediante software si sono acquisite le tracce relative ai sistemi GSM e DCS in modalità MAX HOLD e i contributi relativi al sistema UMTS in modalità Channel Power (CEI V1-H, 2004).

Con l'ausilio del sistema Romes-TSMQ sono state registrate tutte le informazioni di rete rilevabili sul sito ed in particolare:

- Frequenza delle portanti UMTS
- Frequenza delle portanti BCCH
- Potenza al ricevitore delle BCCH
- Gestore relativo alle BCCH
- TCH associati alle BCCH
- Informazione sull'uso del controllo di potenza sulle BCCH relative
- Informazione sull'uso della trasmissione discontinua sulle BCCH relative

Dall'analisi delle tracce acquisite mediante analizzatore di spettro e dalle informazioni registrate con il sistema Romes®-TSMQ si è proceduto all'estrapolazione del campo elettrico massimo che gli impianti emetterebbero in condizione di saturazione dei trasmettitori.

Per ogni altezza e ciascuna portante BCCH dei sistemi GSM e DCS si è estrapolato il valore di campo elettrico mediante la relazione (1) dove con E_{MIS} si è considerata la somma quadratica dei contributi relativi ai tre assi. È stata effettuata poi l'estrapolazione dei contributi relativi a ciascuna portante radio UMTS mediante la (2) ed infine si è calcolato il contributo del campo elettrico estrapolato a ciascun altezza mediante la seguente:

$$E = \sqrt{E_{GSM}^2 + E_{DCS}^2 + E_{UMTS}^2} \quad (3)$$

Dove E_{GSM} , E_{DCS} , E_{UMTS} rappresentano le somme quadratiche dei valori del campo elettrico estrapolato per ciascuna portante delle rispettive tecnologie.

Mediando sulle tre altezze i valori di campo elettrico ottenuti con la (3), nel caso in questione è stato calcolato un valore di campo elettrico complessivo pari a 31 V/m che confrontato con i limiti imposti dalla normativa vigente risulta non conforme al limite di esposizione (DPCM, 2003)

RISULTATI

La metodologia utilizzata ha consentito di risalire al numero di canali di traffico associati a ciascuna BCCH rilevata ed alle condizioni di esercizio impostate dal gestore sul controllo di potenza e sulla trasmissione discontinua. Ciò ha permesso di effettuare la valutazione del valore di campo elettrico che si troverebbe se tutti i canali di traffico fossero contemporaneamente attivi.

La procedura presentata presenta il vantaggio da parte dell'organo di controllo di non dover necessariamente ricorrere al contributo degli operatori per la conoscenza dei parametri di trasmissione quali il numero di canali di traffico, della trasmissione discontinua e del power control. Ovviamente si deve tener conto che la necessità di avere una strumentazione aggiuntiva si traduce in un piccolo incremento del tempo di misura globale e del tempo necessario all'acquisizione delle competenze per l'utilizzo della strumentazione stessa. In definitiva la metodologia descritta precedentemente consente di effettuare la stima della conformità di una o più SRB nella condizione di massimo esercizio in un'unica sessione di misura con conseguente abbattimento dei tempi necessari ad effettuare l'estrapolazione ed in totale indipendenza dai gestori degli impianti sotto accertamento.

BIBLIOGRAFIA

(3GPP, 2008) 3GPP TS 44.018 V7.14.0 (2008-09) 3rd Generation Partnership Project, *Technical Specification Group GSM/EDGE Radio Access Network; Mobile radio interface layer 3 specification; Radio Resource Control (RRC) protocol (Release 7)*, 2008.

(CEI, 2001) CEI 211-7, *Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz - 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana*, 2001

(CEI, 2002) CEI 211-10, *Guida alla realizzazione di una stazione radio base per rispettare i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici in alta frequenza*, 2002

(CEI V1-H, 2004) CEI 211-10; V1 Appendice H, *Metodologie di misura per segnali UMTS*, Gennaio 2004

(DPCM, 2003) DPCM 8 Luglio 2003 *Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100kHz e 300GHz*, G. U. 29 Agosto 2003, n°199

(ETSI, 1998) ETSI TS 100 940 V6.1.0 (1998-08), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Mobile radio interface layer 3 specification (GSM 04.08 version 6.1.0 Release 1997)*, 1998

(Heine, 1999) Gunnar Heine, *GSM Networks: Protocols, Terminology and Implementation*, Artech House Mobile Communications, table G.7, p. 339, 1999