PROCEDURE DI PROVA INNOVATIVE BASATE SULLA TECNICA DBCI PER VERIFICHE DI IMMUNITÀ RADIATA A BORDO DI SATELLITI

Flavia Grassi, Giordano Spadacini, Sergio A. Pignari

Dipartimento di Elettrotecnica
Politecnico di Milano
P.za Leonardo da Vinci, 32, 20133 Milano

Le tradizionali procedure di prova per verifiche di suscettibilitá radiata (RS, *Radiated Susceptibility*) prevedono di irradiare il dispositivo in prova (EUT, *Equipment Under Test*) mediante un'antenna e valutarne il corretto funzionamento a fronte di prefissati livelli di campo irradiato. In ottemperanza alla vigente normativa in materia di immunitá radiata, il test viene effettuato in ambiente artificiale (camera anecoica o riverberante) e richiede una fase preliminare di calibrazione del campo, finalizzata a controllare i livelli di disturbo cui è sottoposto l'EUT. Ne risulta una prova onerosa in termini di tempi e costi, inadeguata per verifiche di *pre-compliance*—ovvero prove preliminari, effettuate quando l'ingegnerizzazione del prodotto è *in fieri*—e scarsamente efficiente per l'analisi di sistemi complessi e di grandi dimensioni. Alla luce di queste considerazioni si spiega il crescente interesse da parte di settori specifici quali il settore automobilistico, aerospaziale e ferroviario per la messa a punto di procedure di prova alternative rispetto a quelle tradizionali. In tale contesto, sembrano essere particolarmente promettenti le procedure basate sulla tecnica BCI (*Bulk Current Injection*), che prevede l'iniezione di correnti di disturbo a radio frequenza (RF) mediante l'uso di pinze toroidali serrate attorno ai cablaggi di collegamento tra le unitá in prova.

L'attivitá di ricerca di seguito descritta è correlata al progetto di ricerca *Bulk Current Injection for Radiated Susceptibility Verification at Unit Level* finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA/ESTEC, Noodwijk, The Netherlands). Essa riguarda la messa a punto di due procedure di prova innovative per verifiche di suscettibilitá radiata di satelliti, [1]. Entrambe le procedure sono basate sulla tecnica DBCI, che rappresenta una variante della tecnica BCI classica, in quanto il disturbo viene iniettato mediante due pinze opportunamente posizionate lungo i cablaggi di collegamento tra le unitá in prova. Ricerche precedenti hanno infatti evidenziato la necessitá di ricorrere all'uso di due pinze al fine di poter riprodurre mediante iniezione gli stessi livelli di disturbo che sarebbero indotti alle terminazioni dell'EUT durante un test di immunitá radiata di tipo tradizionale.

La prima procedura proposta richiede di controllare opportunamente l'ampiezza e la fase delle sorgenti RF utilizzate per alimentare le due pinze, [1], [2] e consente di riprodurre gli stessi livelli di disturbo indotti da un campo elettromagnetico non uniforme. La procedura è stata validata mediante prove sperimentali condotte presso i laboratori dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA/ESTEC), Noordwijk, The Netherlands. In particolare, il set-up di prova era costituito da cablaggi posti all'interno di una cavitá metallica e irradiati da un campo elettromagnetico generato da una sorgente interna alla cavitá. A dimostrazione della bontá dei risultati ottenuti si faccia riferimento alle curve riportate in in Fig. 1.

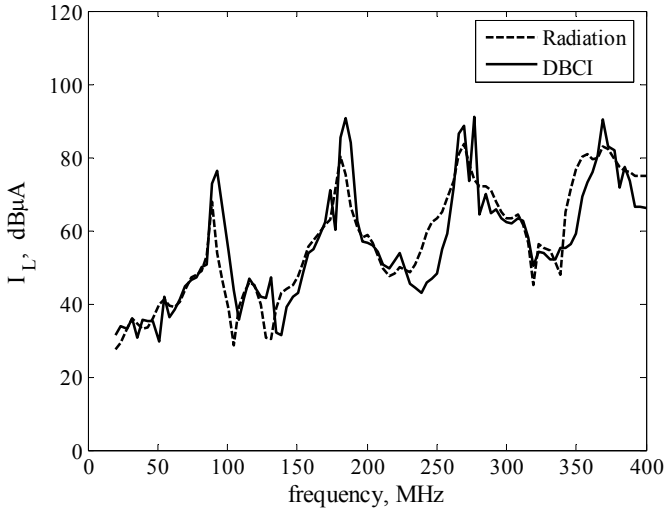

Fig. 1. Dati sperimentali raffiguranti l'andamento in frequenza della corrente indotta in una delle terminazioni del set-up di prova: irradiazione (linea tratteggiata), iniezione (linea continua).

La seconda procedura è finalizzata a verifiche di RS a livello unità e si applica a dispositivi collegati da cavi multi-conduttore schermati [1], [3]. Il test consente di indurre nelle unitá terminali gli stessi livelli di disturbo che si otterrebbero mediante un test RS di tipo tradizionale [4], imponendo l'equivalenza tra irradiazione e iniezione in termini di distribuzione di corrente lungo la superficie dello schermo. L'attività di ricerca ha previsto: a) l'elaborazione di modelli analitici per la predizione della distribuzione di corrente indotta sulla superficie esterna dello schermo, [1], [3]; b) l'implementazione di un banco di prova virtuale mediante un software numerico commerciale, [5]; c) la validazione della procedura mediante prove sperimentali condotte presso il laboratorio di Compatibilitá Elettromagnetica del Dipartimento di Elettrotecnica, [1].

Bibliografia

[1] F. Grassi, G. Spadacini, F. Marliani, and S. A. Pignari, "Use of double bulk current injection for susceptibility testing of avionics," to be published in the *IEEE Trans. Electromagn. Compat*.

[2] F. Marliani, G. Spadacini, and S. A. Pignari, "Double bulk current injection test with amplitude and phase control," in *Proc. EMC Zurich 2007 in Munich*, *Int. Symp. Electromagn. Compat.*, Munich, Germany, Sept. 24-28, 2007, pp. 429-432.

[3] F. Grassi, G. Spadacini, F. Marliani, and S. A. Pignari, "Vertical illumination in radiated susceptibility tests: Reconstruction of EMI effects on shielded cables," in *Proc. IEEE Symp. on Embedded EMC*, *2emc*, ESIGELEC, Rouen, France, Oct. 18-19, 2007, Paper 1B, pp. 1-6.

[4] *Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment, Section 20: Radio Frequency Susceptibility (Radiated and Conducted),* RTCA DO-160F, Dec. 6, 2007.

[5] F. Grassi, G. Spadacini, F. Marliani, and S. A. Pignari, "The use of FEKO for the modeling of test set-ups for radiated susceptibility," in *Proc. 23rd Annual Review of Progress in Applied Computational Electromagnetics*, ACES 2007, Verona, Italy, Mar. 19-23, 2007, pp. 279-284.