

# CARATTERIZZAZIONE STATISTICA DELLA DIAFONIA IN STRUTTURE FILARI ASSEMBLATE MANUALMENTE

*Diego Bellan, Sergio A. Pignari*

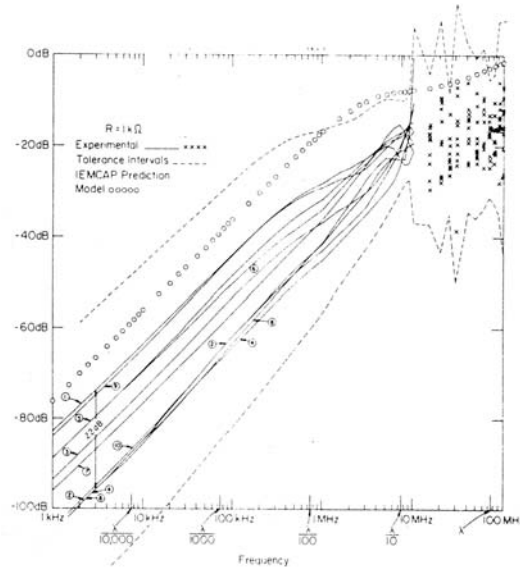
Dipartimento di Elettrotecnica, Politecnico di Milano  
Piazza Leonardo da Vinci 32, 20133, Milano

Questa memoria descrive sinteticamente un'attività di ricerca che si svolge nell'ambito dei due progetti: 1) *Advanced System Level Conducted Emission Analysis and Simulation for EMC (SYLENCE)* e 2) *Advanced System Level Radiated Emission Analysis and Simulation for EMC (ARES-EMC)*, finanziati dall'Agenzia Spaziale Europea, ESA/ESTEC, Noordwijk, The Netherlands. L'attività qui descritta vede l'unità di ricerca presso il Politecnico di Milano impegnata nello sviluppo di un modello probabilistico, semplificato e numericamente efficiente, orientato alla stima della diafonia in strutture filari su un piano di massa, assemblate manualmente mediante fascette distanziate [1]. Queste strutture sono tipicamente presenti a bordo di veicoli spaziali e sono di interesse anche per altri settori dell'ingegneria (ad esempio, il settore *automotive* e il settore aeronautico). L'attività di ricerca è anche giustificata dal fatto che la letteratura attualmente disponibile non sembra proporre modelli del tutto soddisfacenti rispetto alle evidenze sperimentali [2].

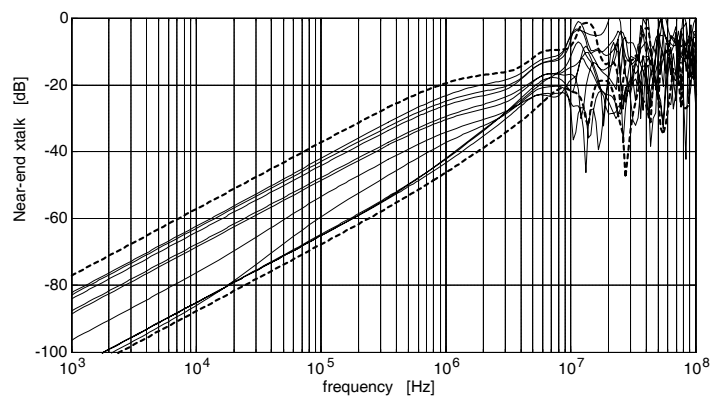
L'approccio adottato si basa sull'impiego del modello di linea di trasmissione multiconduttore con una sezione trasversale pseudo circolare di riferimento, predefinita e uniforme. Poiché la diafonia è prevalentemente determinata dalla variazione della posizione relativa dei due fili generatore e vittima lungo l'asse del cavo, le traiettorie dei due fili vengono rappresentate in modo accurato mediante curve regolari ottenute con l'impiego di *splines*. In corrispondenza dei nodi delle *splines*, scelti in numero correlato alla complessità del cavo, le coordinate trasversali delle due curve sono scelte in modo casuale nell'ambito delle dimensioni della sezione di riferimento. La coppia di fili viene quindi opportunamente segmentata in una cascata di linee uniformi, in cui ciascuno dei due fili viene assegnato alla posizione più vicina nella sezione di riferimento. In questo modo vengono rapidamente generate traiettorie casuali e discretizzate, con il vincolo fisico della correlazione tra le posizioni che assume ogni filo in segmenti adiacenti. Viene cioè superata l'ipotesi non fisica che vedrebbe i fili assumere in ogni segmento posizioni casuali indipendenti da quelle precedenti e successive. Gli altri fili, diversi dal generatore e dalla vittima, vengono invece gestiti con il criterio della massima semplicità computazionale, cambiando la loro posizione solo se interessati dalle traiettorie del generatore e della vittima. Infine, la presenza di fascette lungo il cavo viene modellata come una modulazione sinusoidale delle dimensioni della sezione trasversale di riferimento.

L'efficacia del modello è stata verificata confrontando le predizioni di diafonia con i risultati sperimentali documentati in [3], relativi ad un cavo costituito da 25 fili, lungo 4 metri e sospeso a 2.4 centimetri sul piano di massa. In particolare, è noto che le condizioni più critiche dal punto di vista predittivo corrispondono al caso in cui i carichi sono di livello elevato rispetto all'impedenza caratteristica. In questo caso, infatti, quando la linea è elettricamente corta prevale il fenomeno di accoppiamento capacitivo che è determinato dalla capacità mutua tra i due fili coinvolti, essenzialmente dipendente dall'effetto schermante prodotto dalla presenza degli altri fili. In questo caso, quindi, una descrizione geometrica fisicamente significativa è di fondamentale importanza ai fini della corretta rappresentazione

del fenomeno. In Fig. 1 sono riportate le dieci curve di diafonia ottenute mediante le misure documentate in [3] nel caso di carico elevato. In Fig. 2 sono riportate dieci curve ottenute impiegando il modello sopra descritto. Le curve generate dal modello nella condizione di linea elettricamente corta rappresentano correttamente l'intervallo di variazione dei possibili livelli di diafonia determinato dall'effetto schermante dei fili non direttamente coinvolti.



**Fig. 1.** Risultati sperimentali riportati in [3] corrispondenti a dieci misure di diafonia sulla terminazione vicina nel caso di carichi elevati rispetto all'impedenza caratteristica (linee continue).



**Fig. 2.** Predizioni di diafonia relative al cavo considerato in Fig. 1. Le linee tratteggiate rappresentano le condizioni limite di massimo e minimo accoppiamento capacitivo.

## Referenze

- [1] D. Bellan and S. A. Pignari, "Accurate and Numerically Efficient Estimation of Crosstalk in Wire Bundles with Lacing Cords," submitted to *IEEE Trans. Electromagn. Compat.*
- [2] S. Sun, G. Liu, J. L. Drewniak, and D. J. Pommerenke, "Hand-assembled cable bundle modeling for crosstalk and common-mode radiation prediction," *IEEE Trans. Electromagn. Compat.*, vol. 49, 2007, pp. 708-718.
- [3] C. R. Paul, "Sensitivity of crosstalk to variation in wire position in cable bundles," in *Proc. 7th Int. Symp. on Electromagnetic Compatibility*, ETH Zurich, Switzerland, March 1987, pp. 617-622.