

# **SCHEMATURA ELETTROMAGNETICA DI STRUTTURE PLANARI E SCATOLARI IN AMBIENTI RIVERBERANTI**

*M. D'Amore, S. Greco, D. A. Lampasi, M. S. Sarto, A. Tamburrano*

Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Sapienza Università di Roma  
Centro di Ricerca per le Nanotecnologie applicate all'Ingegneria (CNIS)  
Via Eudossiana 18, 00184, Roma  
E-mail: mariasabrina.sarto@uniroma1.it

La modellistica e la caratterizzazione sperimentale di materiali multifunzionali innovativi in grado di combinare elevate prestazioni elettriche, elettromagnetiche, ottiche, termiche e meccaniche sono indispensabili in molti campi dell'ingegneria. Lo studio dell'efficienza di schermatura (SE) a radiofrequenza è particolarmente difficile nei casi di strutture planari elettricamente spesse o a più strati e di strutture scatolari (enclosure) fisicamente piccole. Tali situazioni possono essere efficacemente trattate con il metodo delle camere riverberanti annidate (NRC). Inoltre, i test in camera riverberante sono rappresentativi di molte situazioni reali di interesse, in quanto riproducono le caratteristiche di ambienti elettromagnetici come l'interno di un aeromobile in cui il campo può incidere da qualsiasi direzione e con qualsiasi polarizzazione. In ogni caso, le misure in camera riverberante possono essere utilizzate come stime di caso peggiore delle SE.

Il principale problema nella misura di pannelli spessi consiste nell'ottenere risultati indipendenti dal set-up utilizzato. Un ulteriore limite delle NRC è rappresentato dal fatto che le misure sono affidabili solo al di sopra della minima frequenza utile (LUF) della camera interna. Il metodo di misura in guida d'onda coassiale, descritto nello standard ASTM-D-4935 per frequenze fino a 1.5 GHz ed esteso dagli autori fino a 18 GHz, fornisce risultati accurati nell'ipotesi di un campo incidente normalmente su un campione planare sottile e conduttivo. La correlazione tra tali misure e quelle ottenibili nelle NRC non è banale, specialmente nel caso di pannelli spessi e multistrato. L'analisi di diversi approcci di misura e di elaborazione dei dati ha portato all'individuazione delle migliori condizioni operative per ogni tipo di test e frequenza di interesse. Per esempio, i risultati sperimentali presentati in Figura 1, relativi a schermi elettromagnetici trasparenti e materiali compositi, sono stati ottenuti utilizzando le misure di un metodo combinato guida-NRC (CM) fino alla LUF della camera interna e quelle di un metodo avanzato a 4 antenne (AM) a frequenze superiori. Tutti i metodi proposti sono stati validati dal confronto con le misure in guida (limitatamente ai campioni sottili) e con i valori previsti dai modelli teorici di ambiente riverberante sviluppati dagli autori. Il buon accordo osservato in tutti i casi ha confermato la possibilità di ottenere la SE di un pannello con spessore fino a qualche centimetro su una larghissima banda, anche al di sotto della LUF dove i modi del campo sarebbero insufficienti, indipendentemente dalla superficie del campione e dalle dimensioni e forma delle camere.

Per quanto riguarda le enclosure, è in corso un'estensione dello standard IEEE 299 basata sulle NRC, sul frequency stirring e su antenne a monopolo allo scopo di includere strutture con dimensioni lineari inferiori a 2 m. Per verificare l'accuratezza e la riproducibilità del nuovo approccio è in corso un confronto inter-laboratorio internazionale su scatole di riferimento. Figura 2 mostra un confronto tra la SE misurata nel nostro laboratorio in tre diversi punti di una scatola di riferimento con diverse aperture circolari e il modello teorico della stessa scatola con aperture in ambiente riverberante.

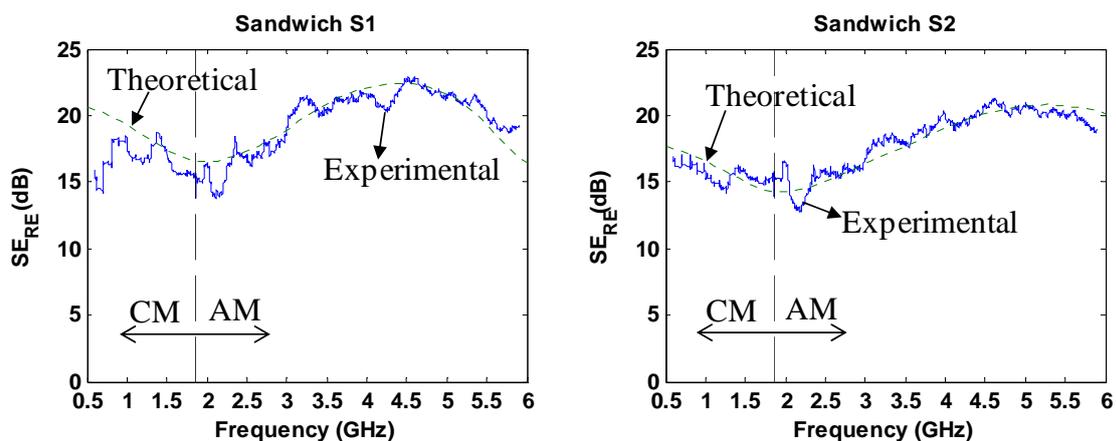


Figura 1. SE di due pannelli spessi circa 2 cm a più strati (sandwich) sia dielettrici che conduttivi illuminati da un campo riverberante. I modelli teorici sono confrontati con le misure ottenute applicando il metodo (CM o AM) più adatto per ogni frequenza d'interesse.

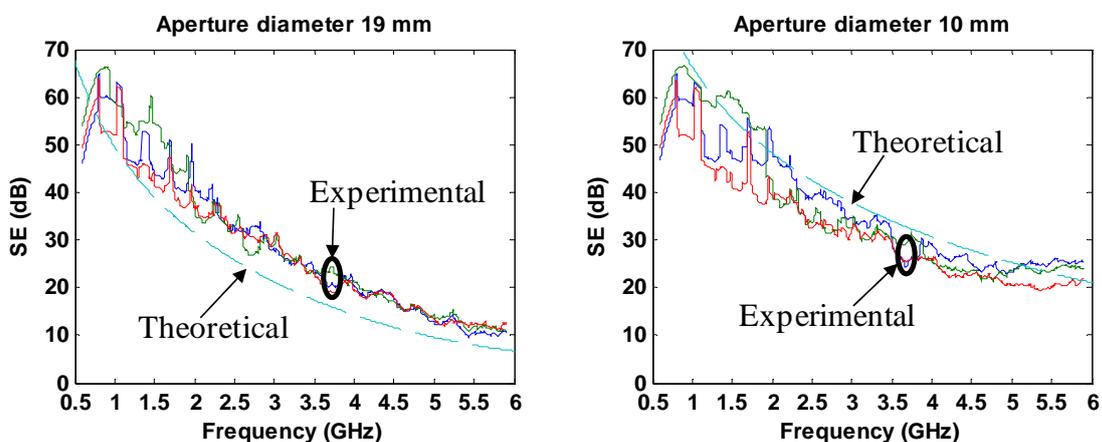


Figura 2. SE di una scatola metallica di riferimento misurata in camera riverberante secondo il nuovo standard IEEE 299.1 in preparazione. Le misure sono state ripetute in tre diversi punti della scatola per due diverse aperture circolari presenti su una faccia della scatola.

## Bibliografia

- [1] M. S. Sarto, A. Tamburrano, "An innovative test method for the shielding effectiveness measurement of conductive thin films in a wide frequency range," IEEE Trans. Electromagn. Compat., vol. 48, no. 2, May 2006.
- [2] S. Greco, D. A. Lampasi, M. S. Sarto, "Electromagnetic Characterization of a Field Sensor for the Localization of GSM-Cellular Phones Aboard an Aircraft," IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, vol. 50, no. 3, pp. 755-758, Aug. 2008.
- [3] M. D'Amore, S. Greco, D. A. Lampasi, M. S. Sarto, A. Tamburrano, "Multifunctional nanostructured transparent coatings for hardening of aircraft windows against HIRF penetration", ESA Workshop on Aerospace EMC, Florence, 31 March - 1 April 2009.
- [4] D. A. Lampasi, "EMC Tests of Artificial Satellites in Loaded Nested Reverberation Chambers," Proceedings of 2009 European Space Agency (ESA) Workshop on Aerospace EMC, Florence, Italy, 30 Mar - 1 Apr 2009.
- [5] M. D'Amore, S. Greco, D. A. Lampasi, M. S. Sarto, A. Tamburrano, "A New Structure of Transparent Films for Heat Control and Electromagnetic Shielding of Windows," Proc. of 2009 EMC Europe Workshop, Athens, Greece, 11-12 June 2009.
- [6] D. A. Lampasi, M. S. Sarto, "Shielding Effectiveness of a Thick Multilayered Panel in a Reverberating Environment", submitted IEEE Trans. on EMC.