

# CARATTERIZZAZIONE TEORICA E SPERIMENTALE DELLE PRESTAZIONI SCHERMANTI DI FINESTRE DI ITO

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

Università di Roma Sapienza, Dipartimento di Ingegneria Elettrica  
Via Eudossiana, 18 00184 – Roma  
E-mail: mariasabrina.sarto@uniroma1.it

Gli schermi elettromagnetici trasparenti possono essere usati per la schermatura a radio frequenza di schermi ed apparati elettronici di apparecchiature elettromedicali, dispositivi elettronici portatili come telefoni cellulari, finestrini di aeromobili o finestre di edifici. Una tecnica commerciale comunemente utilizzata per realizzare finestre trasparenti consiste nella deposizione di ossidi di semiconduttori, come l'Indium Titanium Oxide (ITO) in film sottili micrometrici su superfici di plastica o vetro. I prodotti commerciali sono dotati di un data sheet che riporta le prestazioni schermanti tipiche al variare della frequenza. Ad ogni modo, è ben noto che le proprietà schermanti misurate di uno schermo dipendono in genere dal metodo di prova e in particolare dalle caratteristiche del campo elettromagnetico incidente e dalla geometria della configurazione di test. Gli standard attualmente disponibili descrivono delle tecniche alternative per caratterizzare le prestazioni in termini di conducibilità o di schermatura di campioni piani di materiali o di strutture scatolari. Un aspetto critico consiste nel correlare i risultati delle differenti tecniche di caratterizzazione e nello stabilire l'effetto della configurazione sperimentale e delle proprietà intrinseche del materiale sulle prestazioni schermanti.

Una caratterizzazione sperimentale completa dell'efficienza di schermatura di finestre trasparenti di ITO è stata condotta attraverso tre differenti approcci i cui risultati sono stati confrontati fra loro per ottenere i limiti di applicabilità di ciascuna tecnica, valutando tra l'altro l'effetto di messa a massa dello schermo. I metodi consistono nella valutazione della sheet resistance con il metodo a quattro punte, nella misura della SE con un sistema innovativo in guida coassiale basato sullo standard ASTM D4935-89 [1], ed infine su un approccio ibrido innovativo basato sulla tecnica delle camere riverberanti annidate descritta nello standard IEC 61000-4-21 [2], [3]. Inoltre, sono state condotte simulazioni numeriche applicando la tecnica delle differenze finite nel dominio del tempo per stabilire gli effetti della geometria delle varie configurazioni sperimentali sui risultati ottenuti. In tali simulazioni il film di ITO è stato simulato applicando il modello di strato sottile e usando i dati della conducibilità elettrica ottenuti mediante misura a quattro punte.

I risultati ottenuti dimostrano che la misura della *sheet resistance* in continua può essere utilizzata per predire con una accuratezza di 3 dB il valore teorico dell'efficienza di schermatura in bassa frequenza di un campione planare di materiale di dimensioni finite e illuminato da un'onda piana incidente perpendicolarmente alla sua superficie. Il metodo di test innovativo proposto, che estende il limite di applicabilità dello standard ASTM D4935-89, è molto accurato e fornisce una stima della SE teorica, che è funzione solo delle proprietà intrinseche del materiale e dello spessore totale dello schermo. I risultati dei due metodi ben si correlano con i dati ottenuti applicando la tecnica del frequency stirring al metodo delle camere riverberanti annidate descritto nello standard IEC 61000-4-21. In particolare, è stato dimostrato che i risultati ottenuti in RC concordano a meno di 5 dB con quelli ottenuti in guida coassiale se l'ambiente riverberante viene opportunamente generato e che l'uso di una

tecnica ibrida di agitazione dei modi ottenuta combinando l'agitazione meccanica e il frequency stirring consente di ottenere le prestazioni migliori. Infine, i risultati di simulazioni numeriche effettuate applicando il metodo 3D-FDTD ben si correlano con i dati sperimentali. È stato confermato che la SE media stimata usando una scatola risonante aumenta con il diminuire delle dimensioni del pannello da testare.

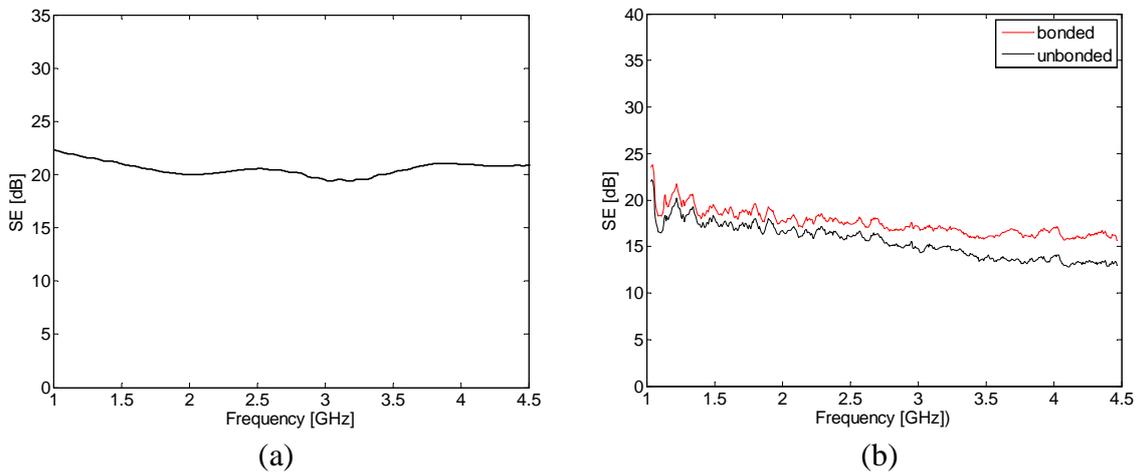


Figura 1. Spettro in frequenza della SE del foglio di ITO misurata nell'intervallo di frequenze da 1 GHz a 4.5 GHz con il metodo della guida coassiale (a) e con la tecnica ibrida delle camere riverberanti annidate (b).

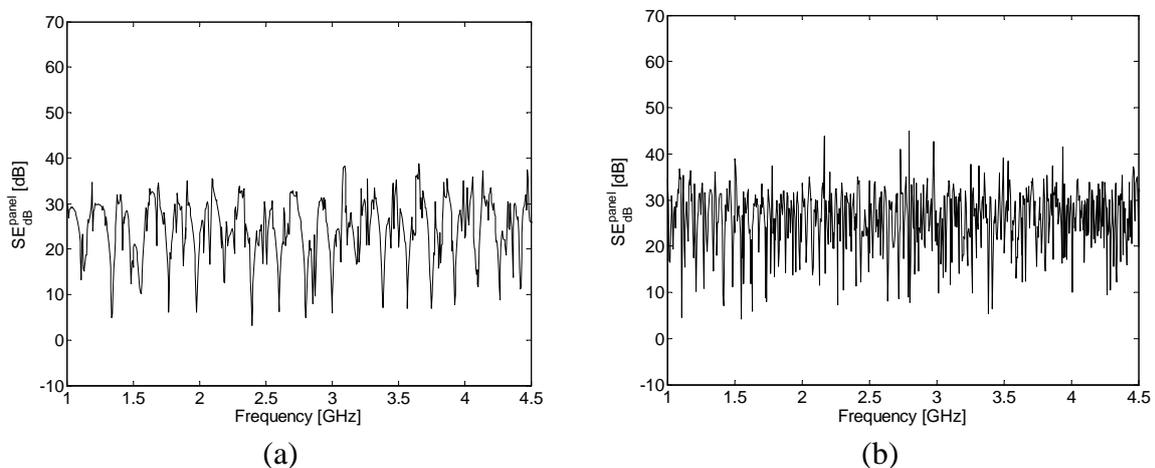


Figura 2. Spettro in frequenza ottenuto da simulazione 3D-FDTD nell'intervallo di frequenze da 1 GHz a 4.5 GHz della SE del foglio di ITO di 70 cm di lato (a) e del pannello di ITO 27 cm × 22 cm (b).

### Bibliografia

- [1] Tamburrano, M.S. Sarto, "An innovative test method for the shielding effectiveness measurement of conductive thin films in a wide frequency range ", IEEE Trans. on EMC, May 2006.
- [2] S. Greco, M. S. Sarto, "Hybrid Mode-Stirring Technique for SE Measurement of Enclosures Using Reverberation Chambers", 2007 IEEE International Symposium on EMC, 9-13 Luglio 2007, Honolulu, Hawaii, USA.
- [3] S.Greco, M.S.Sarto, A.Tamburrano, "Shielding performances of ITO transparent windows: theoretical and experimental characterization", EMC Europe 2008, Hamburg, Sept. 9-12, 2008.