

EMISSIONE DA SORGENTI DI CAMPO IN PROSSIMITA' DI SCHERMI PERIODICI RISONANTI

Giampiero Lovat, Rodolfo Araneo, Salvatore Celozzi

Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica
Università "Sapienza" di Roma
Via Eudossiana 18, 00184 Roma

Lo studio delle proprietà di propagazione e trasmissione dei campi elettromagnetici attraverso strutture periodiche metalliche e/o dielettriche è stato oggetto di studio per decenni con diverse applicazioni nel campo delle microonde, delle antenne e, recentemente, in compatibilità [1]-[5]. In particolare, lo sviluppo di schermi periodici risonanti sta suscitando notevole interesse: infatti, uno schermo risonante è intrinsecamente uno schermo selettivo in frequenza, ossia presenta la possibilità di essere completamente riflettente all'interno di un certo intervallo di frequenze e completamente trasparente al di fuori di tale intervallo. Quando si desidera far funzionare lo schermo nella banda di frequenza più bassa, l'effetto risonante si ottiene attraverso una opportuna scelta della geometria dei singoli elementi costituenti lo schermo piuttosto che con un preciso progetto della periodicità. Tali elementi possono essere planari (FSSs, Frequency Selective Surfaces) o particelle tridimensionali: in quest'ultimo caso lo schermo è di tipo volumetrico e, nel limite di bassa frequenza e di onda piana incidente, può essere descritto tramite opportuni parametri costitutivi efficaci ottenuti mediante processi di omogeneizzazione. In prossimità della banda risonante, tali parametri efficaci possono assumere valori molto elevati e/o negativi: ciò ha dato luogo in letteratura allo sviluppo dei cosiddetti metamateriali.

Lo studio delle proprietà del campo elettromagnetico in presenza di una struttura periodica è generalmente affrontato assumendo come campo incidente quello di una semplice onda piana uniforme; infatti, grazie alle proprietà di Floquet-periodicità delle onde piane, l'uso del teorema di Floquet e delle condizioni al contorno periodiche permette un'enorme semplificazione del problema, potendo restringere l'analisi dell'intera struttura (infinita) a quello della singola cella unitaria, con un enorme vantaggio dal punto di vista computazionale. A conferma di ciò, la quasi totalità degli studi riguardanti la caratterizzazione di FSS e metamateriali sono state condotte sotto questa (limitativa) ipotesi.

Un problema fondamentale nell'analisi di queste strutture innovative riguarda lo studio dell'interazione elettromagnetica tra una struttura periodica (infinita) e una *sorgente finita* (per esempio un'antenna lineare corta o un piccolo loop di corrente) che può presentare caratteristiche profondamente diverse rispetto a quelle che si evidenziano in presenza di onde piane, soprattutto se sorgente di campo e schermo sono posti in prossimità. A questo proposito, i risultati in letteratura sono quasi assenti soprattutto perché nessun software elettromagnetico commerciale è al momento in grado di analizzare questo problema. L'ostacolo maggiore è costituito dal fatto che, poiché la struttura complessiva è aperiodica, non è possibile applicare direttamente il metodo classico dell'espansione in armoniche di Floquet.

Ci si è pertanto proposti di studiare in modo esatto, mediante un metodo analitico-numerico basato sul Metodo dei Momenti e sul cosiddetto Array Scanning Method (ASM), il ruolo che hanno diversi schermi periodici risonanti nel modificare il campo elettromagnetico generato da sorgenti realistiche [6], [7]. In particolare, il metodo analitico dell'ASM permette di decomporre ogni sorgente finita in infiniti array fasati di dipoli con differenti fasi lungo le direzioni di periodicità (il periodo degli array e dei mezzi periodici sono gli stessi): a questo punto, ogni problema elementare riguardante il singolo array può essere risolto attraverso il teorema di Floquet e condizioni al contorno periodiche tramite un'opportuna equazione integrale applicata alla cella unitaria. La soluzione del problema originale (con sorgente aperiodica) è poi ottenuta ricostruendo il campo come sovrapposizione delle soluzioni dei problemi elementari attraverso un'integrazione numerica sulla prima zona di Brillouin (un doppio integrale spettrale su un intervallo finito).

Si è quindi ottenuto il risultato di poter studiare diversi problemi ancora senza soluzione, come, ad esempio, la caratterizzazione delle proprietà di schermatura di schermi periodici di tipo risonante in presenza di dipoli elettrici e magnetici, mostrando come le caratteristiche di trasmissione (frequenza di risonanza, larghezza di banda, valore dell'efficienza di schermatura) dipendano in modo cruciale dal tipo di sorgente, dal suo orientamento e dalla sua distanza dallo schermo per distanze elettricamente corte.

Bibliografia

- [1] G. Lovat, P. Burghignoli e S. Celozzi, "Shielding properties of a wire-medium screen", *IEEE Trans. Electromagn. Compat.*, **50** (2008).
- [2] G. Lovat e S. Celozzi, "Investigation on the shielding effectiveness of planar microstructured screens", *Proc. 2008 IEEE EMC-S*, Detroit, MI, agosto 2008.
- [3] G. Lovat e S. Celozzi, "Shielding effectiveness of planar negative-permeability screens", *Proc. 2008 IEEE EMC-S*, Detroit, MI, agosto 2008.
- [4] G. Lovat, "Near-field shielding effectiveness of one-dimensional periodic planar screen with two-dimensional near-field sources", *IEEE Trans. Electromagn. Compat.*, **51** (2009).
- [5] R. Araneo, S. Celozzi e G. Lovat, "Shielding effectiveness of artificial magnetic screens in the VHF band", *Proc. 2009 IEEE EMC-S*, Austin, TX, agosto 2009.
- [6] R. Araneo, G. Lovat e S. Celozzi, "Shielding effectiveness of periodic screens against finite high-impedance near-field sources", *IEEE Trans. Electromagn. Compat.*, **53** (2011).
- [7] G. Lovat, R. Araneo, e S. Celozzi, "Dipole excitation of periodic metallic structures", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, **59** (2011).