

SORGENTI DI CAMPO IN PRESENZA DI SCHERMI PERIODICI, FSS, EBG E METAMATERIALI

Giampiero Lovat, Rodolfo Araneo, Salvatore Celozzi

Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Università “Sapienza” di Roma
Via Eudossiana 18, 00184, Roma

Le proprietà dei campi elettromagnetici in strutture periodiche è un argomento classico della teoria dei campi elettromagnetici ed è stato oggetto di studio per decenni con diverse applicazioni nel campo delle microonde, delle antenne e, recentemente, in compatibilità [1]-[5]. Tuttavia, a partire dagli anni '90, l'uso di concetti della fisica dei solidi in elettromagnetismo ha dato un nuovo impulso alla ricerca portando allo sviluppo di una nuova classe di strutture (dapprima le strutture a *EBG* e successivamente i cosiddetti *metamateriali*) che hanno richiamato l'attenzione della comunità scientifica sulla possibilità di ottenere effetti elettromagnetici talvolta sorprendenti e inaspettati.

Solitamente, lo studio delle proprietà del campo elettromagnetico in presenza di una struttura periodica è 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 (infinita) struttura a quello della singola cella unitaria. A conferma di ciò, la quasi totalità degli studi riguardanti la caratterizzazione di superfici selettive in frequenza (FSS), EBG e metamateriali sono state condotte sotto questa (limitativa) ipotesi.

D'altra parte un problema cruciale nell'analisi di queste strutture innovative riguarda lo studio dell'interazione elettromagnetica tra una struttura periodica (infinita) e una *sorgente finita* (per esempio un dipolo elettrico) che può presentare caratteristiche profondamente diverse rispetto a quelle che si evidenziano in presenza di onde piane. Pochissimi sono i risultati presenti in letteratura e 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 diverse strutture periodiche (dielettrici artificiali, EBG, FSS e metamateriali) nel modificare il campo elettromagnetico generato da sorgenti realistiche. 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): 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 compositi in presenza di dipoli elettrici e magnetici, le proprietà selettive di FSS poste vicino alle sorgenti di campo e la distribuzione del campo vicino di antenne a onda leaky periodiche.

Referenze

- [1] G. Lovat, P. Burghignoli, and S. Celozzi, "Shielding properties of a wire-medium screen", *IEEE Trans. Electromagn. Compat.* **50**, 80 (2008)
- [2] G. Lovat and S. Celozzi, "Investigation on the shielding effectiveness of planar microstructured screens", *Proc. 2008 IEEE EMC-S*, Detroit, MI, Aug. 2008
- [3] G. Lovat and S. Celozzi, "Shielding effectiveness of planar negative-permeability screens", *Proc. 2008 IEEE EMC-S*, Detroit, MI, Aug. 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**, 708 (2009)
- [5] R. Araneo, S. Celozzi, and G. Lovat, "Shielding effectiveness of artificial magnetic screens in the VHF band", *Proc. 2009 IEEE EMC-S*, Austin, TX, Aug. 2009