

# STUDIO DI STRUTTURE ELETTROMAGNETICHE CONTENENTI SPIGOLI VIVI E GIUNZIONI TRAMITE IL METODO DEI MOMENTI

Guido Lombardi<sup>1</sup>, Roberto D. Graglia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni, Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi 24, Torino (TO), e-mail: guido.lombardi@polito.it

<sup>2</sup>Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni, Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi 24, Torino (TO), e-mail: roberto.graglia@polito.it

**Parole chiave:** *Metodo dei Momenti (MoM), giunzioni con spigoli, Legge di Kirchhoff delle Correnti.*

Strutture elettromagnetiche contenenti spigoli sono state studiate nel passato usando il Metodo dei Momenti (MoM) con schemi additivi costituiti da funzioni di base vettoriali interpolanti di ordine superiore [1] e funzioni di base vettoriali singolari [2]-[3], entrambe di tipo conformi alla divergenza.

Tuttavia, le funzioni di base di ordine superiore non sono state ancora usate per modellare problemi di giunzione dove strutture planari sono connesse ad altre strutture planari o a superfici curve.

Fino ad oggi, le giunzioni sono state tipicamente modellate usando schemi classici MoM di ordine basso (minimo) [4]-[8] con modifiche locali ad hoc basate sulle funzioni Rao-Wilton-Glisson (RWG) [9].

Sfortunatamente, gli schemi regolari di ordine basso non sono capaci di modellare la singolarità delle densità di corrente e della carica su spigoli vivi [10]-[11] con campi singolari che possono essere presenti nelle vicinanze di due o più spigoli connessi.

Per migliorare questi modelli, la nostra attività di ricerca tratta il problema della giunzione usando funzioni vettoriali singolari di ordine superiore conformi alla divergenza di tipo additive sviluppate su celle triangolari [3]. Queste funzioni sono capaci di modellare la singolarità elettromagnetica nelle vicinanze di spigoli. Lo scopo della nostra attività è modellare la giunzione evitando oscillazioni non fisiche della soluzione numerica.

L'uso di funzioni interpolanti semplifica la modellizzazione della giunzione: infatti solo una funzione di base per triangolo è non evanescente su un dato punto d'interpolazione su uno spigolo in comune tra celle triangolari.

Il problema della giunzione tra spigoli vivi può essere classificato in due differenti problemi: a) giunzioni piatto-piatto, b) giunzioni piatto-superficie.

Queste due configurazioni sono illustrate in Fig. 1. Entrambe le giunzioni contengono un punto di "corner" sul quale il comportamento analitico della carica e della corrente non è noto in forma chiusa.

Tuttavia, su piastre di spessore infinitesimo la corrente può essere singolare. Per garantire la continuità della corrente nella regione attorno al punto di "corner" è necessario utilizzare schemi diversi per il problema della giunzione a) dalla giunzione b). Infatti nella giunzione b) la corrente singolare che scorre lungo lo spigolo deve sfogarsi su una superficie piatta al punto di corner.

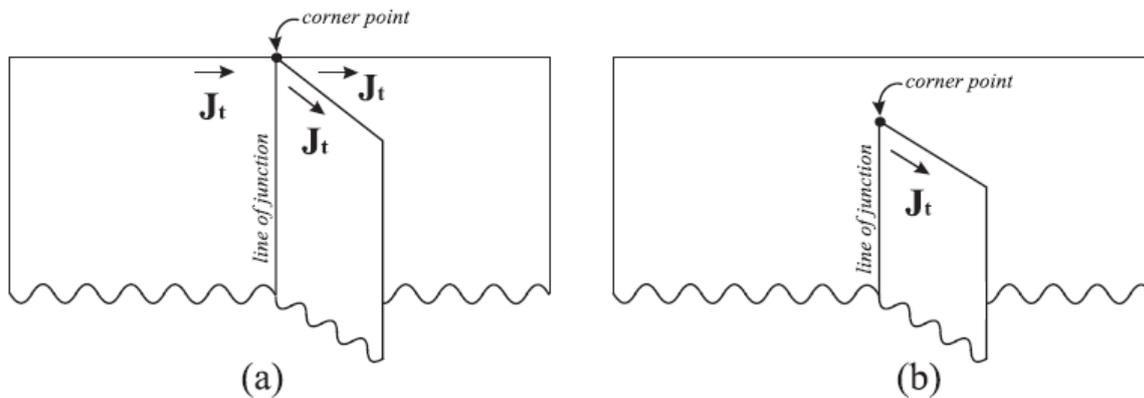


Fig. 1: a) Giunzioni piatto-piatto, b) giunzioni piatto-superficie.

La procedura numerica per il trattamento di questi problemi è basata sull'utilizzo delle funzioni presentate in [3] e sull'imposizione della legge di Kirchhoff delle correnti sui punti d'interpolazione in comune lungo la linea di giunzione, per ogni sottoinsieme di funzioni di base (regolari e singolari). Lo schema completo è proposto in [12] e si basa su tool numerici sviluppati in [13]-[14].

## BIBLIOGRAFIA

- [1] R.D. Graglia, D.R. Wilton, and A.F. Peterson, "Higher order interpolatory vector bases for computational electromagnetics," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 45, no. 3, pp. 329--342, Mar. 1997.
- [2] R.D. Graglia, G. Lombardi, "Singular higher order complete vector bases for finite methods," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol.52, no.7, pp. 1672-1685, Jul. 2004.
- [3] R.D. Graglia, G. Lombardi, "Singular Higher Order Divergence-Conforming Bases of Additive Kind and Moments Method Applications to 3D Sharp-Wedge Structures," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol.56, no.12, pp. 3768-3788, Dec 2008
- [4] B. M. Kolundzija, "Electromagnetic modeling of composite metallic and dielectric structures," *IEEE Trans. Microw. Theory Techn.*, vol.47, no.7, pp.1021-1032, Jul 1999
- [5] J. Shin, A. W. Glisson, and A. A. Kishk, "Modeling of general surface junctions of composite objects in an SIE/MoM formulation," in *Proc. ACES Conf.*, 2000, pp. 683--690.
- [6] M. A. Carr, E. Topsakal, J. L. Volakis, and D. C. Ross, "Adaptive integral method applied to multilayer penetrable scatterers with junctions," in *Proc. IEEE AP-S Int. Symp.*, 2001, vol. 4, pp. 858--861.
- [7] M. Carr, E. Topsakal, J.L. Volakis, "A procedure for modeling material junctions in 3-D surface integral equation approaches," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol.52, no.5, pp. 1374--1378, May 2004.
- [8] P. Yla-Oijala, M. Taskinen, and J. Sarvas, "Surface integral equation method for general composite metallic and dielectric structures with junctions," *Progress In Electromagnetics Research*, Vol. 52, 81--108, 2005.
- [9] S.M. Rao, D.R. Wilton, A.W. Glisson, "Electromagnetic scattering by surfaces of arbitrary shape," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 30, pp.409-418, May 1982.
- [10] J. Meixner, "The behavior of electromagnetic fields at edges," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 20, no. 4, pp. 442-446, Jul 1972.
- [11] J. Van Bladel, *Singular Electromagnetic Fields and Sources*. Oxford, U. K.: Clarendon, 1991.
- [12] G. Lombardi, R.D. Graglia, "Modeling Junctions in Sharp Edge Conducting Structures with Higher Order Method of Moments," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, submitted, May 2014
- [13] G. Lombardi, "Design of quadrature rules for Muntz and Muntz-logarithmic polynomials using monomial transformation," *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, pp. 1687-1717, Vol. 80, n.13, 2009
- [14] R.D. Graglia, G. Lombardi, "Machine Precision Evaluation of Singular and Nearly Singular Potential Integrals by Use of Gauss Quadrature Formulas for Rational Functions," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol.56, no.4, pp.981-998, Apr 2008