

FORMULAZIONE STOCASTICA DEL METODO FIT PER PROBLEMI DI CORRENTI INDOTTE

Lorenzo Codecasa, Luca Di Rienzo

Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria
Politecnico di Milano
Piazza L. da Vinci, 32 - 20133 - Milano

Parole chiave: *Finite Integration Technique, Polynomial Chaos*

Le simulazioni elettromagnetiche si basano sulla conoscenza dei valori dei parametri che descrivono il comportamento dei materiali. D'altro canto, in numerosi problemi elettromagnetici è associata un'incertezza a tale conoscenza. Al fine di quantificare la corrispondente incertezza nella stima delle grandezze di interesse ottenute mediante simulazioni numeriche si può applicare il metodo Monte Carlo (MC). E' noto però che la convergenza delle stime dei momenti statistici vs. il numero di simulazioni deterministiche necessarie è lenta e, se la singola simulazione deterministica non è sufficientemente veloce, il tempo complessivo della simulazione MC diventa proibitivo.

Per superare tale difficoltà è stato introdotto il metodo FEM stocastico basato sulla *polynomial chaos expansion* (PCE) [1], che permette tempi di simulazione notevolmente minori di quelli del metodo MC.

La seguente attività di ricerca estende la formulazione FIT stocastica basata sulla PCE presentata in [2-3], valida per problemi di conduzione di corrente DC, a problemi di correnti indotte in AC. In [4] viene considerata la stessa geometria studiata in [2-3], che rappresenta un sistema di saldatura a resistenza (Fig. 1): tre elettrodi di alluminio a forma di parallelepipedo sono posizionati su una base, anch'essa della stessa forma geometrica e dello stesso materiale. Ogni elettrodo è in contatto con la base mediante uno strato di materiale la cui conducibilità è descritta come una variabile aleatoria con densità di probabilità uniforme nell'intervallo 1.41-11.3 MS/m.

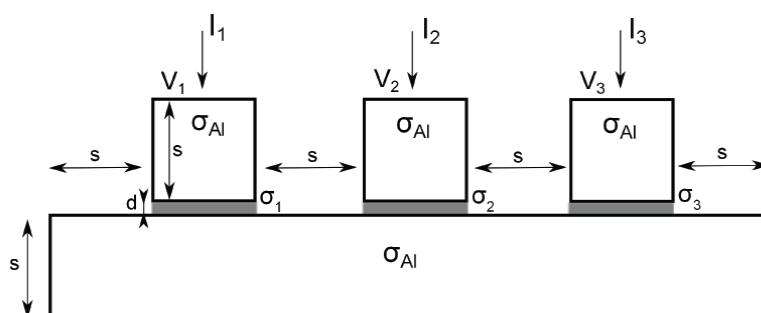


Fig. 1 – Sezione dell'esempio 3D considerato, dove la profondità è pari a s , con $s = 10$ mm e $d = 1$ mm.

La geometria viene discretizzata con una griglia tetraedrica. Imponendo i potenziali $V_1 = V_3 = j$ V e $V_2 = 0$ V a 50 Hz si può ottenere, ad es., la densità di probabilità della parte reale e di quella immaginaria del fasore della corrente assorbita I_1 ; i risultati sono in buon accordo con quelli ottenuti mediante simulazioni MC (Fig. 2). Mentre la simulazione FIT stocastica viene realizzata in meno di 15 min su un Intel Core i7 a 2.3 GHz, la simulazione MC con 10^5 simulazioni richiede più di 20 ore sullo stesso PC e l'accordo fra i due risultati è migliore del 5 %. In Fig. 3 viene riportato l'errore relativo dei primi due momenti di I_1 in funzione dell'ordine di espansione PCE.

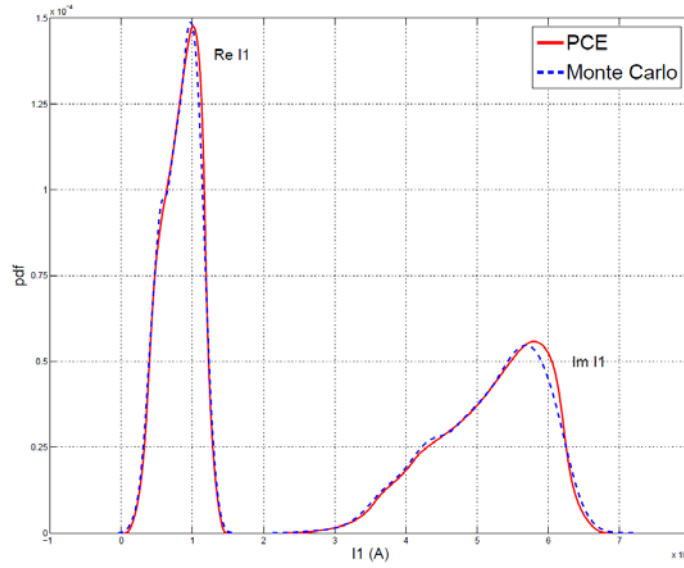


Fig. 2 – Densità di probabilità della corrente I_1 .

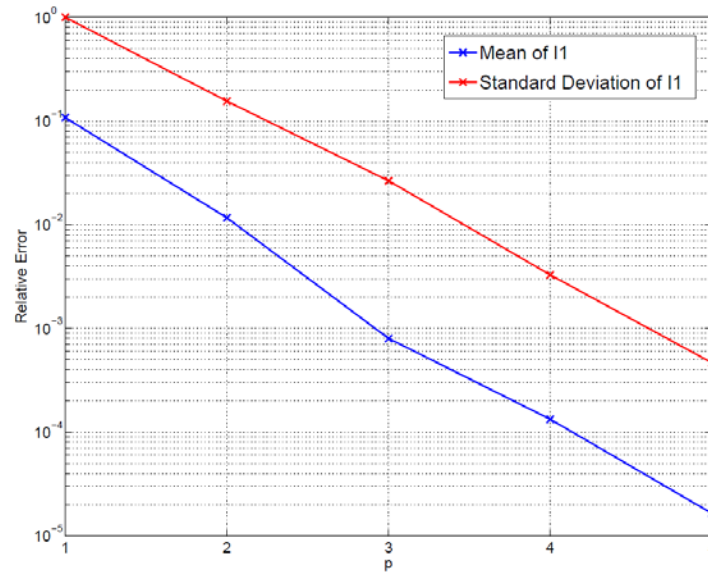


Fig. 3 – Distribuzione spaziale dei primi due momenti del potenziale elettrico.

- [1] R. Ghanem and P. Spanos, *Stochastic finite elements: a spectral approach*, World Publishing Corporation, 1991.
- [2] L. Codecasa and L. Di Rienzo, "Stochastic finite integration technique formulation for electrokinetics," *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 50, No. 2, February 2014, Article #: 7014104.
- [3] L. Codecasa and L. Di Rienzo, "Generalized spectral decomposition approach to a stochastic finite integration technique electrokinetic formulation," in *Proc. of the 9th International Conference on Computation in Electromagnetics*, London, UK, 31 March-1 April 2014, pp. 1-2.
- [4] L. Codecasa and L. Di Rienzo, "Stochastic finite integration technique for eddy current problems," in *Proc. of the 16th Biennial Conference on Electromagnetic Field Computation*, Annecy, France, 25-28 May 2014, pp. 1.