

CARATTERIZZAZIONE DI SENSORI ELETTROMAGNETICI COMPATTI PER IL RILIEVO DI SCARICHE PARZIALI

Guido Ala¹, Pietro Buccheri¹, Roberto Candela¹, Pietro Romano¹, Giovanni Tinè², Fabio Viola¹

¹DIEET - Università degli Studi di Palermo, viale delle Scienze, edificio 9, 90128 Palermo

²ISSIA – CNR sez. Palermo – via Dante, 90100 Palermo

E' stato implementato un approccio per la caratterizzazione di prototipi di antenne compatte da utilizzare per la rilevazione di impulsi di scarica parziale in maniera non invasiva. I requisiti richiesti nella realizzazione di prototipi sono: compattezza, omni-direzionalità e risposta in frequenza di tipo ultrawide-band (UWB). Le sonde in esame sono state realizzate come prototipi sperimentali e simulate per mezzo del metodo dei momenti (MoM) nella formulazione sia thin-wire che superficiale [1,2]. Identificato lo spazio in cui inserire l'interconnessione con gli strumenti di misura e di alimentazione, le informazioni sulle correnti sono rielaborate al fine di ottenere una caratterizzazione in frequenza sia in ricezione che in trasmissione della sonda. Per conseguire l'obiettivo di compattezza si è presa in esame una sonda di dimensioni limitate (dimensione massima pari a 0.07 m), mentre per conseguire il secondo obiettivo si è scelta una sonda sferica posizionata a qualche millimetro da un piano di massa, figura 1.

Alimentando in tensione la sonda e valutando la corrente assorbita al variare della frequenza si ottengono informazioni sul comportamento della sonda in termini di ammettenza.

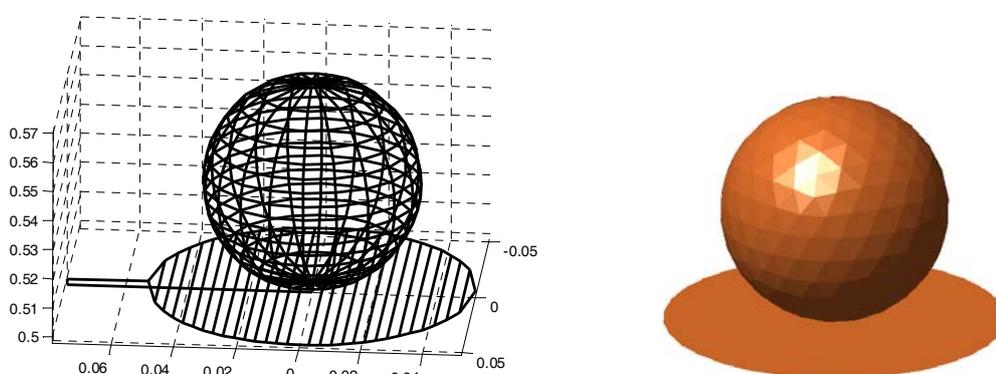


Figura 1 – Modelli virtuali del prototipo

Lo studio è separato in due intervalli differenti di frequenze, il primo collezionante il contenuto armonico tipico dei segnali di scarica parziale (da pochi hertz a qualche centinaio di megahertz) ed un secondo che si estende fino a qualche gigahertz. Nel primo intervallo di interesse il prototipo di sonda presenta un'ammettenza linearmente crescente e con fase ad andamento debolmente lineare. Nel secondo si verificano le prime risonanze. Il confronto della risposta in frequenza ottenuto da simulazione e da misure sperimentali mostra sempre concordanza di risultati. I profili di ammettenza sono poi utilizzati per fornire uno schema circuitale equivalente della sonda per mezzo della forma canonica di Foster [3,4], figura 2, i cui parametri valgono: $C_0 = 9.89 \cdot 10^{-12}$ F, $R_1 = 8 \Omega$, $C_1 = 1.69 \cdot 10^{-11}$ F, $L_1 = 7.65 \cdot 10^{-10}$ H, $R_2 = 10.5 \Omega$, $C_2 = 1.59 \cdot 10^{-11}$ F, $L_2 = 2.55 \cdot 10^{-10}$ H, $L_0 = 5.60 \cdot 10^{-10}$ H.

Tale schema è sufficientemente rispondente ai parametri previsionali riconducibili a

relazioni analitiche ottenibili per sonde compatte [5].

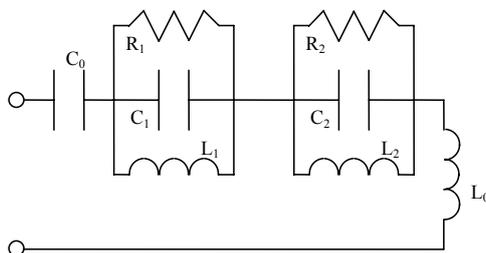


Figura 2 – Approssimazione con forma canonica di Foster per antenna elettrica fino alla seconda risonanza.

Un confronto più diretto tra simulazione e misura è stato realizzato ipotizzando la configurazione virtuale di figura 3 e poi riproducendola in laboratorio. Due prototipi identici sono posti sullo stesso piano ad una distanza di 0.15 m; la prima sonda, alimentata con un segnale di scarica parziale, genera un campo elettromagnetico che investe la seconda. La simulazione e la misura portano a risultati interessanti: la riproduzione della forma del segnale di scarica parziale ed un'attenuazione di 42 dB. Tale configurazione, è quindi presa come riferimento per la caratterizzazione di ulteriori prototipi virtuali. Si sostituisce la sonda in ricezione di figura 3 con le sonde di figura 4, portando ad avere una diminuzione di attenuazione nel caso della doppia sfera (40 dB) ed un aumento di attenuazione nel caso di impiego di un guscio esterno (46 dB).

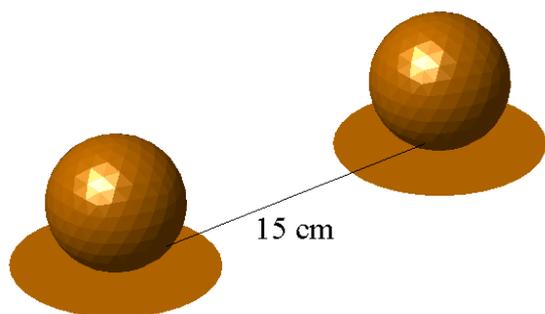


Figura 3 – Sistema di trasmissione/ricezione.

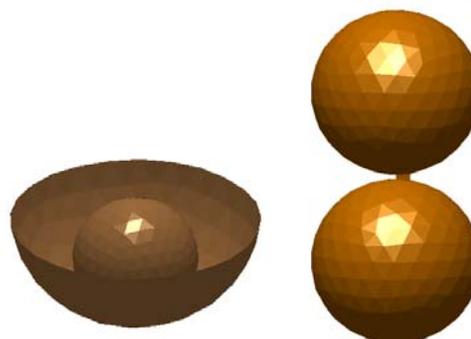


Figura 4 – Prototipi virtuali

Bibliografia

- [1] J. J. H. Wang, "Generalized Moment Methods in Electromagnetics", John Wiley & sons, inc., 1991, New York.
- [2] S.M. Rao, D. R. Wilton, A. W. Glisson, "Electromagnetic scattering by surfaces of arbitrary shape", *IEEE trans. On Antennas and Propagation*, **30** (3), 4098-418, 1982
- [3] S. B. T. Wang, A. M. Niknejad, R. W. Brodersen, "Circuit modeling methodology for UWB omnidirectional small antennas", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. **24**, NO. 4, April 2006.
- [4] M. Hamid, R. Hamid, "Equivalent Circuit of Dipole Antenna of Arbitrary Length", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol **45**, No. 11, November 1997.
- [5] Harold A. Wheeler, Fundamental Limitations of Small Antennas, *Proceedings of the I.R.E.*, December 1947, pp. 1479–1488