

# CAMPO EM VICINO E LONTANO IRRADIATO DA FASCI DI NANOTUBI DI CARBONIO PER NANOINTERCONNESSIONI

*M. D'Amore, A.G. D'Aloia, M.S. Sarto, A. Tamburrano,*

CNIS – Centro di Ricerca per le Nanotecnologie applicate all'Ingegneria della Sapienza  
Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica,  
Sapienza Università di Roma  
Via Eudossiana 18, 00184 Roma

La trasmissione di segnale tra componenti in scala nanometrica riveste particolare importanza in nanoelettronica. L'integrità e la qualità del segnale lungo nanointerconnessioni sono stati investigati da molti autori, e sono stati proposti diversi modelli di simulazione di fasci di CNT a parete singola (SWCNT) e a parete multipla (MWCNT) [1]-[5].

Tuttavia, un aspetto fondamentale sulla fattibilità di nanointerconnessioni di prossima generazione riguarda l'analisi dell'emissione radiata, finalizzata alla prevenzione di fenomeni d'interferenza elettromagnetica tra micro e nano componenti e di degradazione dovuta a fenomeni elettrici. Infatti, il campo elettrico radiato da un bundle di CNT alimentato in modo comune può essere particolarmente intenso a distanze inferiori a 1  $\mu\text{m}$ , e potenzialmente superiore al valore di rigidità dielettrica del mezzo circostante.

L'attività di ricerca del gruppo si è inquadrata nel calcolo del campo EM radiato a distanze vicinissime dalla nanointerconnessione, definendo e validando un modello semplificato a singolo conduttore equivalente (ESC) [5]-[7], in grado di garantire risultati accurati e di ridurre notevolmente l'onere computazionale.

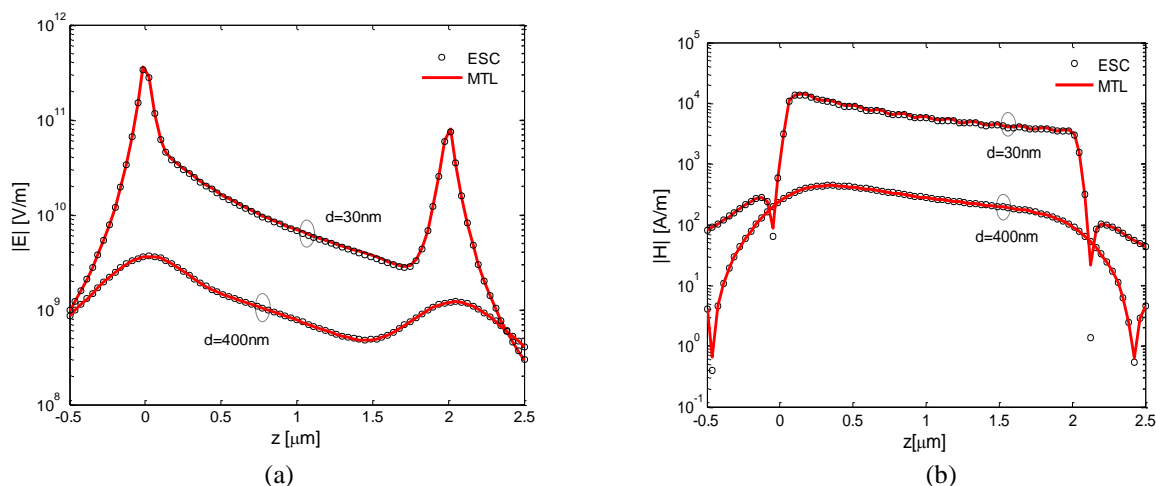


Figura 1: (a) Ampiezza del modulo del campo elettrico radiato dal un bundle esagonale di raggio 11 nm, costituito da 72 SWCNT ed alimentato in modo comune con una tensione di 0.1 V. Il campo è calcolato lungo l'asse  $z$ , asse longitudinale dell'interconnessione (lunga 2  $\mu\text{m}$ ). (b) Ampiezza del modulo del campo magnetico radiato dallo stesso bundle. Le curve si riferiscono alle soluzioni ottenute mediante il modello MTL e il modello approssimato ESC.

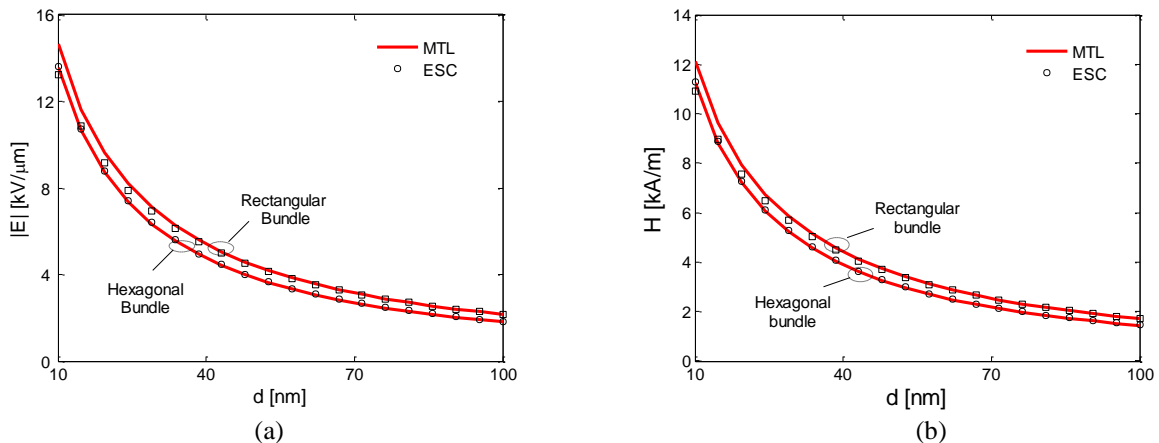


Figura 2: (a) Ampiezza del modulo del campo elettrico radiato da un bundle esagonale e da un bundle rettangolare, costituiti rispettivamente da 72 e 88 SWCNT. Il campo è calcolato in funzione della distanza dal punto mediano dell'interconnessione, alimentata in modo comune con una tensione di 0.1 V. (b) Ampiezza del modulo del campo magnetico radiato dalle stesse configurazioni e nelle stesse condizioni. Le curve si riferiscono alle soluzioni ottenute mediante il modello MTL e il modello approssimato ESC.

In particolare, con il modello ESC è possibile calcolare l'emissione radiata fino a distanze dell'ordine della decina di nanometri. I risultati ottenuti sono in pieno accordo con i risultati ottenuti analizzando separatamente l'emissione di ciascun SWCNT (modello MTL), rendendo possibile un'omogeneizzazione del bundle. Il modello ESC, inoltre, è da ritenersi più accurato per distanze inferiori ai 30 nm [7].

## Bibliografia

- [1] M. D'Amore, M. S. Sarto and A. Tamburrano, "Fast Transient Analysis of Next-Generation Interconnects Based on Carbon Nanotubes", IEEE Trans. on EMC, Vol. 52, No. 2, May 2010, pp.496-503.
- [2] M.S. Sarto, A. Tamburrano, "Multiconductor transmission line modeling of SWCNT bundles in common-mode excitation", 2006 IEEE Int. Symp. on EMC, Portland (OR), Aug. 2006.
- [3] M.S.Sarto, A. Tamburrano, M.D'Amore, "New electron waveguide based modelling for carbon nanotube interconnects", IEEE Trans. on Nanotech., Vol.8, No.2, March 2009, pp.214-225.
- [4] M.S.Sarto, A. Tamburrano, "Single-conductor transmission-line model of multiwall carbon nanotubes", IEEE Trans. on Nanotech., Vol. 9, No.1, January 2010, pp. 82-92.
- [5] M.S.Sarto, A. Tamburrano, A.G. D'Aloia, "Equivalent effective p.u.l. parameters for reduced order circuit of SWCNT bundle interconnects", IEEE-NANO 2009, 26-30 July 2009, Genova, pp.75-78.
- [6] M.D'Amore, M.S.Sarto, A.G. D'Aloia, "Equivalent single conductor for modeling near field radiated emission of carbon nanotube bundles", IEEE-NANO 2009, 26-30 July 2009, Genova, pp.75-78.
- [7] M.D'Amore, A.G. D'Aloia, M.S.Sarto, A. Tamburrano, "Near Field Radiated From Carbon Nanotube Bundles", IEEE Trans. on EMC, *submitted*.