

Sviluppo Di Tecniche Di Tapering Semi-Deterministiche Per Array Planari Per Wireless Solar Energy Systems

M. Azzoni

Abstract

La realizzazione di Centrali Solari Orbitali rappresenta una delle nuove opzioni tecnologiche per ottenere energia pulita su larga scala e con rischi ambientali molto contenuti. Il vantaggio fondamentale che tale tipo di centrale può fornire rispetto alle centrali solari tradizionali è legato al fatto che essa può ricevere luce solare senza interruzioni (trovandosi in orbita geostazionaria), e che l'intensità della radiazione solare ricevuta in orbita è molto superiore rispetto a quella ricevuta a terra (dato che non subisce l'assorbimento dovuto dall'atmosfera). La realizzazione di tali sistemi però pone numerose sfide tecnologiche dal punto di vista della raccolta dell'energia, del peso e dimensione del sistema da mettere in orbita, della dimensione del sistema di raccolta della radiazione a terra, e del costo dell'energia ottenuta. Infatti, tali centrali solari richiedono la trasmissione dell'energia dallo spazio a terra mediante un sottile fascio (beam) di radiazioni a microonde, che deve essere convogliato a terra in una regione molto contenuta (pochi chilometri quadrati) rispetto a quanto avviene attualmente per i sistemi di trasmissione dell'informazione per via satellitare (che hanno impronta a terra di svariate centinaia di chilometri). Per tale ragione, nella realizzazione di una Centrale Solare Orbitale riveste un'importanza fondamentale il sistema di antenna per la trasmissione dell'energia dal satellite, posto in orbita geostazionaria (GEO), alla centrale posta a terra. Date le dimensioni delle antenne in gioco (svariate centinaia di metri di apertura), l'utilizzo di schiere di radiatori (antenna arrays) risulta l'unica scelta per la realizzazione di tali sistemi. Al fine di ridurre il peso, il costo e il consumo di tali antenne, l'utilizzo di tecniche di tapering (e.g. metodologie per ridurre il numero di elementi radianti mantenendo inalterate le proprietà radianti dell'array) risulta di fondamentale importanza. La scelta del metodo in questo caso deve privilegiare in particolare l'efficienza della tecnica di tapering, date le dimensioni molto elevate delle antenne in gioco.

Di conseguenza, l'obiettivo dell'attività è quello di sviluppare e valutare una metodologia di progettazione di array di grandi dimensioni per applicazioni di trasmissione dell'energia da satellite. In particolare, saranno valutate le prestazioni di una metodologia semi-deterministica detta "Spatial Tapering" nella quale la probabilità di rimuovere un elemento di un array (per ottenere un tapered array) è proporzionale al valore della distribuzione di corrente attesa per un'apertura planare equivalente con le prestazioni attese. In particolare, saranno considerate distribuzioni di corrente di Taylor, e sarà effettuato il tapering di array planari. L'attività valuterà le prestazioni degli array ottenuti in termini di peak sidelobe level, direttività, e riduzione del numero di elementi attivi.

Reference Bibliography: Wireless Power Transmission [1]-[8].

- [1] A. Massa, G. Oliveri, F. Viani, and P. Rocca, "Array designs for long-distance wireless power transmission - State-of-the-art and innovative solutions," Proceedings of the IEEE - Special

Issue on "Wireless Power Technology, Transmission and Applications," vol. 101, no. 6, pp. 1464-1481, June 2013.

- [2] G. Oliveri, L. Poli, and A. Massa, "Maximum efficiency beam synthesis of radiating planar arrays for wireless power transmission," IEEE Trans. Antennas Propag., pp. 2490-2499, vol. 61, no. 5, May 2013.
- [3] G. Franceschetti, P. Rocca, F. Robol, and A. Massa, "Design and optimization of efficient rectenna systems for space solar power applications," International Conference on Electromagnetics and Advanced Applications (ICEAA 2012) - Invited paper, Session title: "Wireless power transmission", Cape Town, South Africa, Sep. 2-7, 2012.
- [4] G. Franceschetti, P. Rocca, F. Robol, and A. Massa, "Innovative rectenna design for space solar power systems," IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series on "Innovative Wireless Power Transmission: Technologies, Systems, and Applications" (IMWS-IWPT2012), Kyoto, Japan, pp. 151-153, May 10-11, 2012.
- [5] G. Oliveri, P. Rocca, F. Viani, F. Robol, and Andrea Massa, "Latest advances and innovative solutions in antenna array synthesis for microwave wireless power transmission," IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series on "Innovative Wireless Power Transmission: Technologies, Systems, and Applications" (IMWS-IWPT2012), Kyoto, Japan, pp. 71-73, May 10-11, 2012.
- [6] G. Oliveri, P. Rocca, and A. Massa, "Array antenna architectures for solar power satellites and wireless power transmission," XXX URSI General Assembly and Scientific Symposium of International Union of Radio Science (URSI GASS 2011) - Invited paper, Session title: "Solar power satellites and wireless power transmission", Istanbul, Turkey, Aug. 13-20, 2011.
- [7] G. Franceschetti, A. Massa, and P. Rocca, "Innovative antenna systems for efficient microwave power collection," IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series on "Innovative Wireless Power Transmission: Technologies, Systems, and Applications" (IMWS-IWPT2011), Uji (Kyoto), Japan, pp. 275-278, May 12-13, 2011 (Invited paper).
- [8] P. Rocca, G. Oliveri, and A. Massa, "Innovative array designs for wireless power transmission," IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series on "Innovative Wireless Power Transmission: Technologies, Systems, and Applications" (IMWS-IWPT2011), Uji (Kyoto), Japan, pp. 279-282, May 12-13, 2011 (Invited paper).

This report is submitted in partial fulfillment of the degree of the course "ACM".

Supervisors: Prof. Andrea Massa, Dr. Giacomo Oliveri, Dr. Paolo Rocca.