

# Progettazione Di Sistemi Per Wireless Solar Energy

E. Ghezzi

## 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. La progettazione di tali schiere non può essere effettuato mediante gli approcci già sviluppati in ambito scientifico ed industriale allo stato attuale, a causa del numero molto elevato di elementi radianti in gioco (centinaia di migliaia di antenne formano l'array complessivo) e dei requisiti molto stringenti sulle prestazioni ottenute (al fine di garantire una trasmissione dell'energia a terra efficiente, senza perdite di energia verso direzioni indesiderate). Conseguentemente, l'obiettivo dell'attività è quello di 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 tipologia di array recentemente introdotta basati su Almost Difference Sets. Scopo del progetto è la definizione di una tecnica in grado di sintetizzare in tempi contenuti array di dimensioni molto elevate con prestazioni prestabilite in termini di direttività (capacità di dirigere la radiazione verso il sistema di raccolta dell'energia a terra) e livello di lobi secondari (capacità di ridurre l'energia dissipata in direzioni indesiderate). A tal fine, sarà inoltre considerata l'integrazione di metodologie di progetto ibride, basate su ADS modificati seguendo profili di assottigliamento spaziale (spatial tapering) con lo scopo di ridurre il lobi secondari nella regione in prossimità del lobo principale.

**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 "SDTS".*

*Supervisors: Prof. Andrea Massa, Dr. Giacomo Oliveri.*