



DrCox

RECTENNA

24 October 2013

Introduzione

Con questo articolo voglio presentare il concetto di "rectenna".

Chiaramente non pretendo che questo articolo sia esaustivo (è il mio primo articolo, perdonate l'impacciataggine :D) ma mi auguro riesca a destare almeno un pizzico di curiosità in qualcuno :)

Cos'è una rectenna? A cosa serve? Come si realizza?

Una rectenna, "rectifying antenna", è per l'appunto una antenna rettificatrice, ovvero un dispositivo per la conversione di un segnale periodico di un campo elettromagnetico in un segnale elettrico continuo.

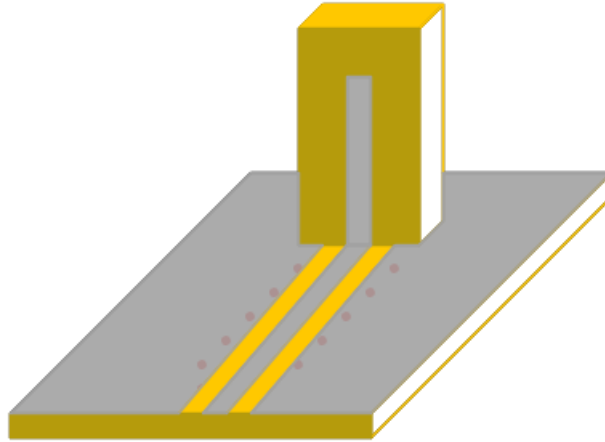
Pensando ad esempio a tutti i dispositivi wireless che ci circondano, si può pensare di realizzare tale dispositivo per "recuperare" la potenza da essi irradiata, eventualmente utilizzandola per alimentare altri dispositivi.

Possiamo suddividere l'argomento in tre parti:

- l'antenna
- la rete di rettificazione
- la rete di adattamento.

L'antenna

Realizziamo un semplice dipolo, appoggiato su un supporto in modo da essere allineato verticalmente con il campo emesso dagli access point WLAN (ad esempio se intendiamo realizzare una rectenna per i 2.45 GHz). L'antenna viene collegata tramite una linea di trasmissione (una CPW) al bordo del supporto, da cui prelevare il segnale (i dettagli costruttivi per il momento ve li risparmio, magari farò un altro articolo sull'utilizzo del software **HFSS**). Facciamo riferimento alla figura seguente:



in cui con il colore grigio sono evidenziate le parti metalliche, con le scale di bianco/giallo/ocra il dielettrico (FR4).

Le larghezze dell'antenna e della linea di trasmissione sono calcolabili con software come **TXLine** al fine di ottenere una impedenza caratteristica di 50Ω .

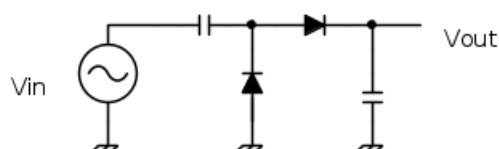
In figura si nota la presenza di alcuni *vias* in parte alla linea di trasmissione (quei puntini quasi invisibili che ho disegnato davvero male): questi servono a confinare meglio il campo lungo la linea, ma ne discuterò meglio in un successivo articolo.

L'altezza dell'antenna dipende chiaramente dalla frequenza alla quale si intende farla risuonare. Tramite **HFSS** è possibile dunque ricercare la lunghezza ottimale per la frequenza di interesse, ovvero la lunghezza che fornisce il minimo del coefficiente di riflessione alla frequenza di interesse (almeno -10dB).

Il software permette di estrarre il valore di tensione al bordo della struttura quando essa viene eccitata da un campo elettrico esterno. Oltre a ciò, si ricava il valore dell'impedenza della struttura (valore che deve essere riportato indietro, lungo la linea di trasmissione, alla base dell'antenna per ricavare il valore dell'impedenza propria dell'antenna: *de-embedding*).

La rete rettificatrice

Per effettuare la rettificazione, consideriamo il seguente semplice circuito:

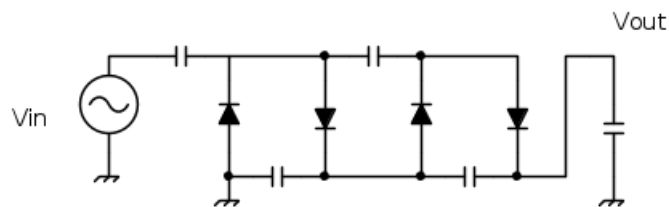


costituito da uno stadio ad aggancio, seguito da uno stadio raddrizzatore.

Il primo stadio, a fronte di un ingresso sinusoidale, genera un'uscita con valor medio diverso da zero, di fatto "alzando" il segnale. Il secondo effettua il raddrizzamento del segnale ottenuto.

Come diodi è consigliabile usare degli Schottky, che entrano in conduzione per tensioni piccole e presentano ridotta capacità di giunzione, ossia carica immagazzinata in polarizzazione diretta non troppo elevata.

Si può iterare il procedimento con la seguente rete a moltiplicazione di tensione:



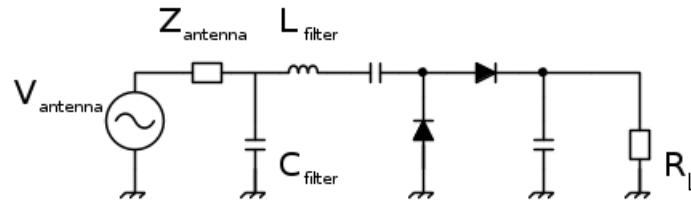
Adattamento

Si deve infine risolvere il ben noto problema di adattamento del carico.

In primis, avendo aggiunto la rete di rettifica l'impedenza risulta modificata da quanto calcolato in precedenza con HFSS. Tramite software come **AWR Microwave Office** si può effettuare uno studio della seguente rete, per ricavare il nuovo valore di impedenza da adattare:

Si può effettuare l'adattamento con una banale cella LC, posta fra l'antenna e la rete di rettifica. La scelta dei valori di induttanza e capacità può essere effettuata tramite l'ausilio di un software (**AWR**), scegliendo poi gli opportuni valori standard più vicini al risultato ottimale trovato.

Chiaramente l'adattamento varia a seconda del carico che si intende inserire a valle della rectenna, ma con la struttura presentata si può notare che le variazioni di impedenza non risultano essere molto significative per valori di carico da $1\text{ k}\Omega$ in su.



Realizzazione

Per la realizzazione dello stampato (antenna e linea di trasmissione) può essere utile una fresa a controllo numerico.

I componenti da inserire sono SMD.

Per i diodi, è preferibile orientarsi su degli Schottky (visto che entrano in conduzione per tensioni ridotte e vista la ridotta capacità di giunzione).

L'inserimento di un connettore coassiale può alterare le caratteristiche in termini di coefficienti di riflessione. Realizzare un modello del connettore e risimulare la struttura tenendo conto di esso (in **HFSS**) può essere utile.

Per il test, è sufficiente collegare la rectenna ad un multimetro ed irradiarla con un campo noto (ad esempio, usando un'antenna dalle caratteristiche note, ricavando dalla tensione con cui viene alimentata il campo generato ad una certa distanza).

Provate ora a progettare questo dispositivo per i 2.1 GHz (la banda dell'UMTS) e, collegato ad un multimetro, provate ad avvicinarvi con un cellulare in fase di chiamata :)

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Drcox:rectenna>"