

Array lineare di antenna a microstriscia per applicazioni IEEE 802.11

FRANCESCO MORGILLO

Università degli studi di Genova

francesco.morgillo@hotmail.com

October 28, 2019

Abstract

Design of a patch antenna linear array for IEEE 802.11 wireless based application.

I. INTRODUCTION

Si vuole progettare un array lineare di 4 antenne a micro-striscia (patch) destinata ad applicazioni wireless con standard IEEE 802.11. L'antenna dovrà operare nella banda 2400 – 2483.5 MHz che comprende i tipici 12 canali Wi-fi. In base ai requisiti appena riportati, ricaviamo le seguenti specifiche per l'antenna

1. Frequenza centrale
2. Banda:
3. Guadagno

e per l'array

1. Numero di elementi
2. Tipo schiera

II. SINGOLO ELEMENTO

Il singolo elemento dell'array è costituito da un'antenna a micro-striscia rettangolare. Viene realizzata su di un substrato di materiale dielettrico, su cui viene fotoinciso uno strato conduttivo di lunghezza L e larghezza W . Sulla faccia opposta del substrato viene posto un piano di massa. L'elemento radiante può essere alimentato in diversi modi: per esempio tramite una linea realizzata in micro-striscia che raggiunge il bordo della patch, oppure con una sonda coassiale che attraversa il substrato.

Geometria

Il dimensionamento della patch richiede l'impiego di equazioni ricavate con metodi numerici o empirici che tengono conto di effetti fisici dovuti alla complessità e non idealità dell'antenna. Innanzitutto è necessario tenere presente che per via degli effetti ai bordi, le linee di campo della micro-striscia attraversano due dielettrici differenti, l'aria e il substrato. È necessario quindi considerare una costante di conducibilità elettrica effettiva ϵ_{eff} che otteniamo è data da

$$\epsilon_{\text{eff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (1)$$

Questa quantità corrisponde alla conducibilità elettrica di un materiale dielettrico omogeneo in cui si assume di immergere il modello della microstriscia.

L'effetto ai bordi è poco influente dato che in linea generale $L/h \gg 1$, ma non può essere ignorato dato che influisce sulla frequenza risonante dell'antenna.

Sempre a causa dell'effetto ai bordi, la lunghezza dell'antenna risulta elettricamente maggiore rispetto alla dimensione reale. Il campo elettrico che curva attorno le aperture allunga elettricamente ogni lato di una quantità ΔL . Un'approssimazione di questa quantità è

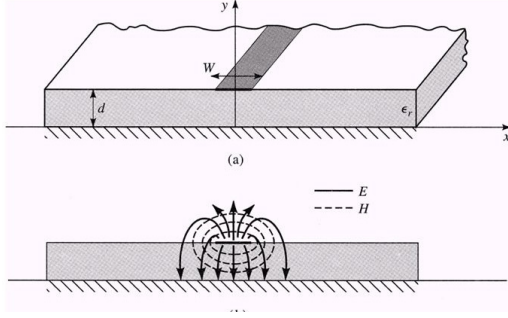


Figure 1: Linee di campo E ed H di una microstriscia.

data da

$$\frac{\Delta L}{h} = 0.412 \frac{(\epsilon_{reff} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{reff} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8 \right)} \quad (2)$$

Si ha quindi che

$$L_{eff} = L + 2\Delta L \quad (3)$$

dove $L = \lambda/2$ per il modo dominante TM_{010} senza effetto ai bordi. La frequenza di risonanza è funzione della lunghezza dell'antenna e considerando l'effetto ai bordi è

$$f_{r(010)} = \frac{1}{2L_{eff} \sqrt{\epsilon_{reff}} \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \quad (4)$$

La larghezza W dell'antenna patch è data da

$$W = \frac{1}{2f_r \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (5)$$

mentre combinando la (4) e la (3) si può ricavare la lunghezza L della patch

$$L = \frac{1}{2f_r \sqrt{\mu_0 \epsilon_0} \sqrt{\epsilon_{reff}}} - 2\Delta L \quad (6)$$

Note la frequenza centrale $f_r = 2.45 \text{ GHz}$, e considerato il substrato di spessore h di 1.6 mm ed $\epsilon_r = 4.4$, si ricavano i valori

W	35
L	27.8
ϵ_{reff}	4.01

i. Adattamento di impedenza

Il metodo più semplice per studiare l'impedenza dell'antenna a micro-striscia è quello di analizzare il suo modello come linea di trasmissione. L'antenna viene vista quindi come una linea di trasmissione i cui estremi (che corrispondono agli "slot" radianti ai bordi della patch) sono modellati come due paralleli RC. I due slot sono identici con ammettenza $Y_1 = G_1 + jB_1$. Inoltre l'ammettenza totale è puramente reale, data dal parallelo delle due conduttanze $Y_{in} = Y_1 + Y_2 = 2G_1$ (per via di una "trasformazione di ammettenza" vedi balanis). Per ricavare il valore di G_1 si fa riferimento all'equazione

$$G_1 = \frac{I_1}{120\pi} \quad (7)$$

dove

$$I_1 = \int_0^\pi \left[\frac{\sin\left(\left(\frac{k_0 W}{2}\right) \cos\theta\right)}{\cos\theta} \right]^2 \sin^3\theta d\theta =$$

$$= -2 + \cos(X) + X S_i(X) + \frac{\sin X}{X}$$

con

$$X = k_0 W \quad (8)$$

Nota G_1 si può dedurre la resistenza in ingresso R_{in} della patch dato che

$$R_{in} = Z_{in} = \frac{1}{Y_{in}} = \frac{1}{2G_1} \quad (9)$$

Si modifica questa espressione in modo tale da considerare gli effetti di accoppiamento fra i due slot.

$$R_{in} = Z_{in} = \frac{1}{Y_{in}} = \frac{1}{2G_1 + 2G_{12}} \quad (10)$$

REFERENCES

[Figueredo and Wolf, 2009] Figueredo, A. J. and Wolf, P. S. A. (2009). Assortative pairing and life history strategy - a cross-cultural study. *Human Nature*, 20:317–330.