

Diseño y Simulación de una Antena tipo parche a 2,4 GHz

David Ricardo Martínez Hernández Código:261931

1. Marco Teórico

Las Antenas Microcinta, como se muestra en la Fig. 1, consisten en una capa muy fina en forma de tira metálica (parche) por encima de un plano de tierra.

La tira metálica (parche) y el plano de tierra están separados por una lámina dieléctrica (referido como el sustrato), como se muestra en la Fig. 1. Hay numerosos sustratos que se pueden utilizar para el diseño de antenas Microcinta, y sus constantes dieléctricas están por lo general entre 2, $2 \leq \epsilon_r \leq 12$.

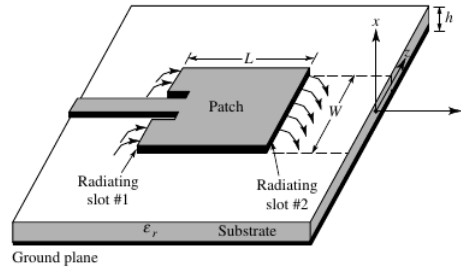


Figura 1: Antena Microcinta (Tomado de [1], p. 812).

El parche radiante puede ser cuadrado, rectangular, tira fina (dipolo), circular, elíptica, triangular, o puede ser cualquier otra configuración.

Existen muchas configuraciones que pueden ser utilizadas para alimentar antenas de Microcintas. Las cuatro más conocidas son: la línea Microcinta, la sonda coaxial, el acoplamiento de apertura y el acoplamiento de proximidad.

1.1. Modelo de Línea de Transmisión

“Una antena microcinta rectangular se puede representar como un arreglo de dos aperturas radiantes estrechas (ranuras), cada una de anchura W y altura h, separados por una distancia L. Básicamente el modelo de línea de transmisión representa la antena Microcinta por dos ranuras, separadas por una baja impedancia Z_c y una línea de transmisión de longitud L”¹.

Este método utiliza las siguientes ecuaciones para determinar los parámetros básicos del arreglo:

La ecu(1) se utiliza para determinar el ancho del parche:

$$W_{opt} = \frac{1}{2} \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{average}}} \quad (1)$$

donde

$$\epsilon_{average} = \frac{1}{\epsilon_r + 1}$$

¹Balanice, Constantine A. 2005, “Antenna theory analysis and desing”, John Wiley & Sons, Inc., Third Edition, p. 816.

La ecu(2) se utiliza para determinar el valor de ε_r :

$$\varepsilon_{erf} = \frac{\varepsilon_r + 1}{2} + \frac{\varepsilon_r - 1}{2\sqrt{1 + 12\frac{h}{W}}} \quad (2)$$

La ecu(3) se utiliza para determinar la variación de la longitud:

$$\Delta L = 0,412 \frac{\varepsilon_{erf} + 0,3}{\varepsilon_{erf} - 0,258} \frac{\frac{W}{h} + 0,264}{\frac{W}{h} + 0,8} h \quad (3)$$

Determinación de la longitud del parche ecu(4):

$$L_{patch} = \frac{\lambda_g}{2} - 2\Delta L = \frac{c}{2\sqrt{\varepsilon_{erf}}} - 2\Delta L \quad (4)$$

La ecu(5) se utiliza para determinar la resistencia de entrada R_{in} :

$$R_{in} = \frac{1}{2(G_e + G_{12})} \quad (5)$$

Donde:

$$G_e = \frac{2P_{rad}}{|V_0|^2} = \frac{-2 + \cos(X) + X S_i(X) + \frac{\sin(X)}{X}}{120\pi^2} \quad (6)$$

donde:

$$\begin{aligned} X &= k_0 W \\ S_i(X) &= \int_0^X \frac{\sin u}{u} du \\ G_{12} &= \frac{1}{120\pi^2} \int_0^X \left[\sin \frac{k_0 W}{2} \cos \theta \right]^2 J_0(k_0 L \sin \theta) \sin^3 \theta d\theta \end{aligned} \quad (7)$$

2. Descripción del Método

Dado que la antena debe funcionar a $f = 2,4 \pm 1 \% GHz$, la antena rectangular tipo parche debe tener una polarización ortogonal al eje del plano.

2.1. Diseño de la antena tipo parche

Dada la ecu(1), se determino el ancho de la antena $W = 38,2229 mm$.

Para determinar la longitud de la antena, es necesario calcular la variación de la longitud descrita por la ecu(3), para determinar la longitud de la antena se hace uso de la ecu(4) dando como resultado $L = 29,8861 mm$.

Al obtener los valores W y L , se calculo la impedancia de entrada del parche por medio de las ecuaciones (6), (7) y (5), dando como resultado $R_{in} = 320,3543 \Omega$.

Como ya se determino la impedancia de entrada del parche, es necesario hacer una acople a 50Ω , para ello se utilizo un acoplador a $\lambda/4$, para este caso se usaron dos acoples diferentes.

El primer acople tiene una línea de transmisión con $Z_c = 56,5,599852 \Omega$. Para lograr una acople a 50Ω se adiciono una segunda línea de transmisión a $Z_c = 53,1976748 \Omega$, esto se utilizo el parche con el fin de lograr una impedancia de 50Ω y así acoplarla a la impedancia caracteristica de un generador real.

2.2. Diseño final del sistema Microcinta

Al tener todos los parámetros físicos del parche, se realizó el diseño de toda la red de Microcinta en CST STUDIO SUITE, Figuras 2 y 3.

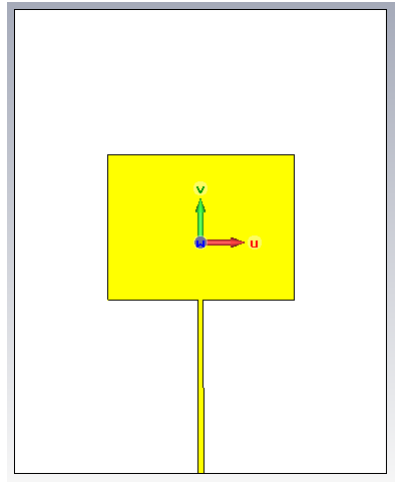


Figura 2: Esquema diseñado en CST en 2D

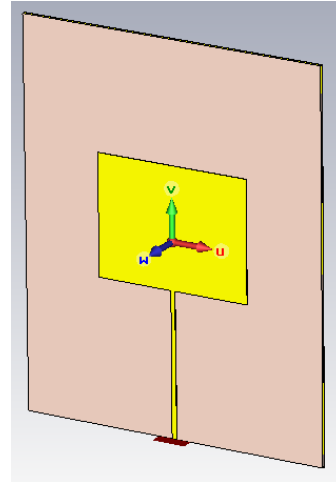


Figura 3: Esquema diseñado en CST en 3D

3. Resultados de la Simulación

Se simuló en CST la antena anterior dando los resultados mostrados en las Figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 en las cuales se obtuvieron los lóbulos que irradia.

La Figura 4 muestra el comportamiento de los parámetros S de la antena, como se observa a una frecuencia cercana a los $2,4\text{GHz}$ la magnitud del parámetro tiende a los -8dB , esto permite que la ganancia de la antena aumente en dicha frecuencia y su coeficiente de reflexión tienda a 0.

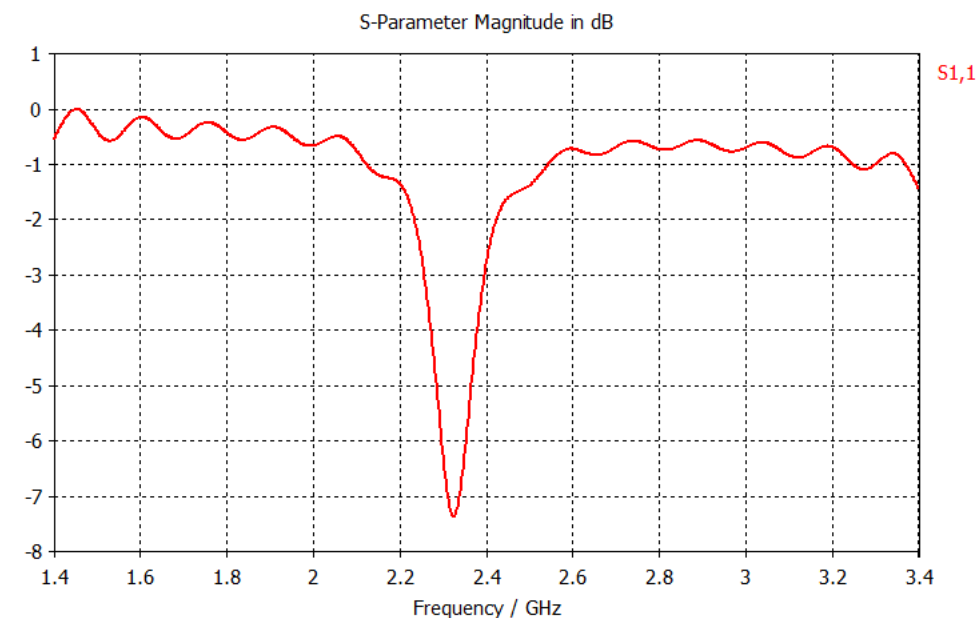


Figura 4: Parámetros S de la antena.

La Figura 5 muestra la radiación del campo lejano, con su respectiva gráfica de ganancia. Además se puede observar

que esta antena no es direccional practicamente en forma de elipse, esto quiere decir que no es una antena tan direccional pero tampoco es una antena muy receptiva. Para poder lograr que sea direccional es necesario realizar un arreglo de antenas tipo parche, y dependiendo su configuraci3n si es un patr3n “suma” es necesario que los parches no tengan ning3n desfase entre ellos, este arreglo permite que se haga una radiaci3n direccional.

Para que la antena sea receptora se realiza un patr3n “resta”, es decir que la mitad del arreglo debe estar desfasado 180° respecto a la otra mitad.

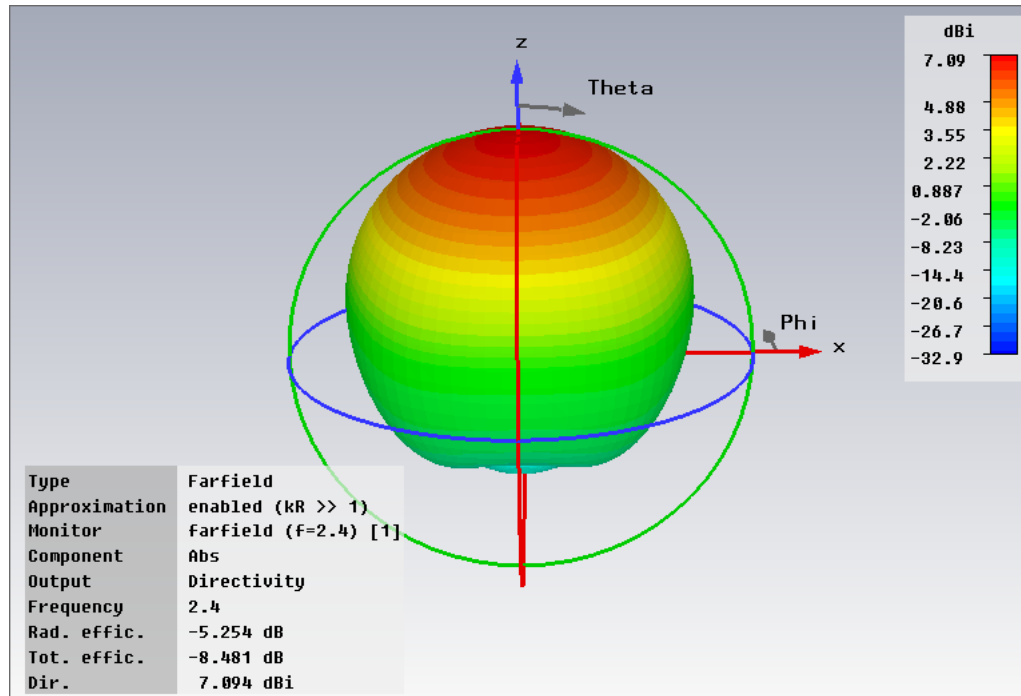


Figura 5: Radiaci3n del valor absoluto de Theta y Phi.

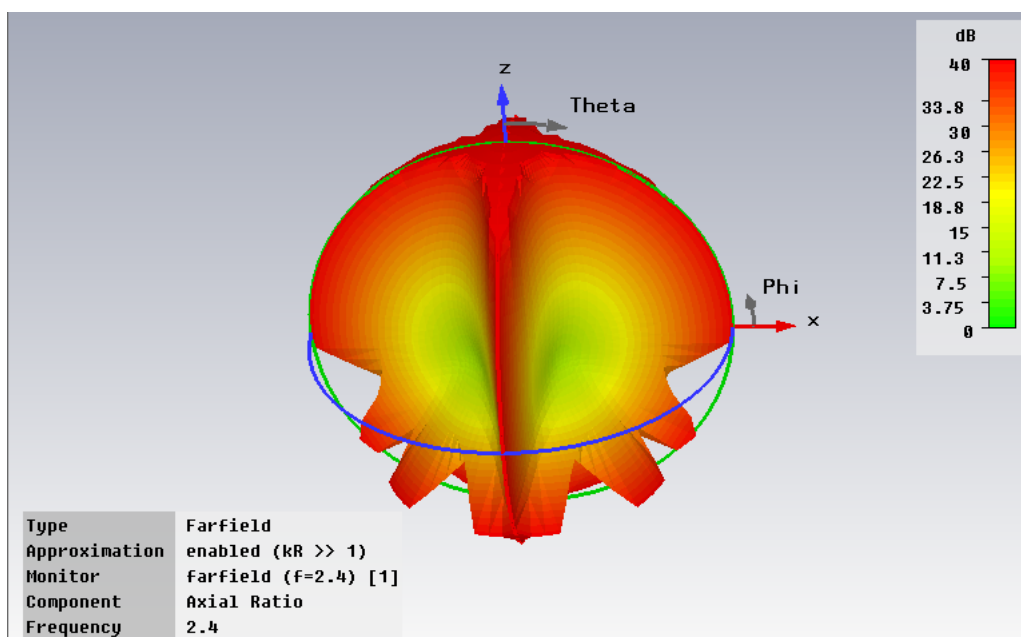


Figura 6: Radiaci3n Axial.

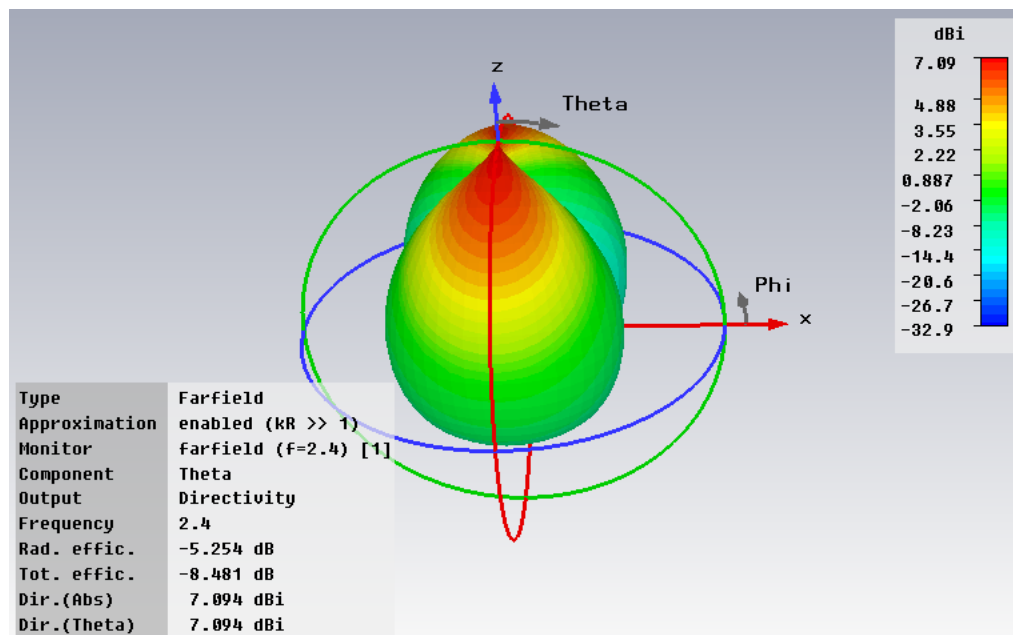


Figura 7: Radiación Theta.

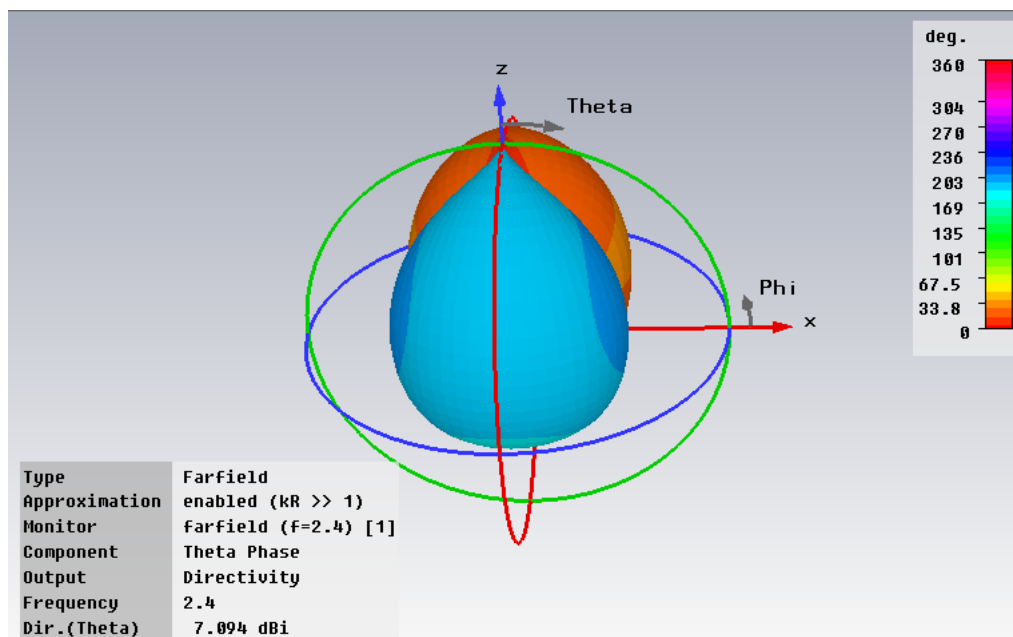


Figura 8: Fase de Theta.

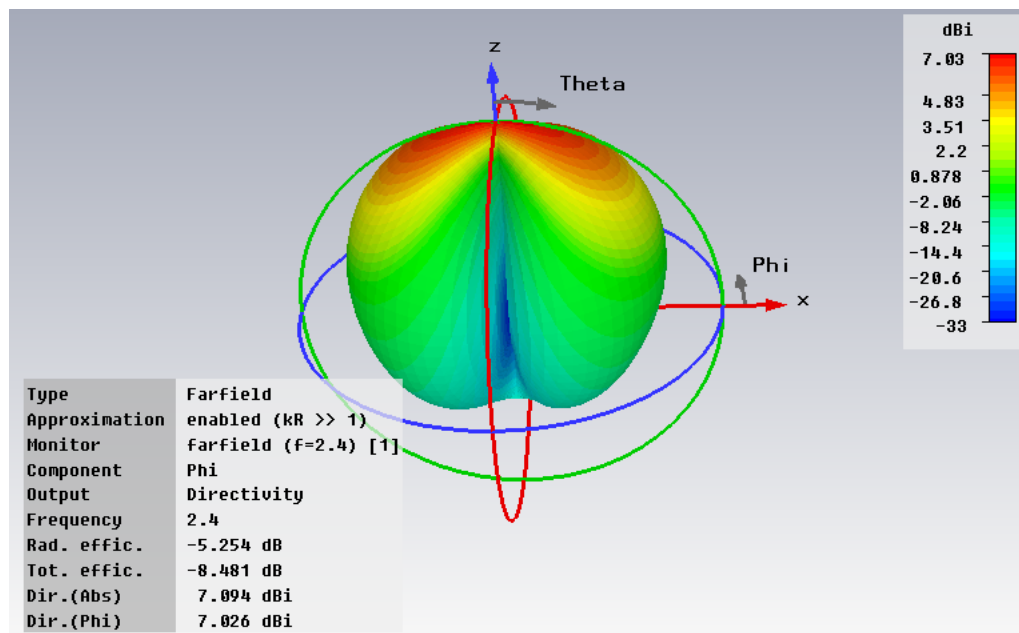


Figura 9: Radiación Phi.

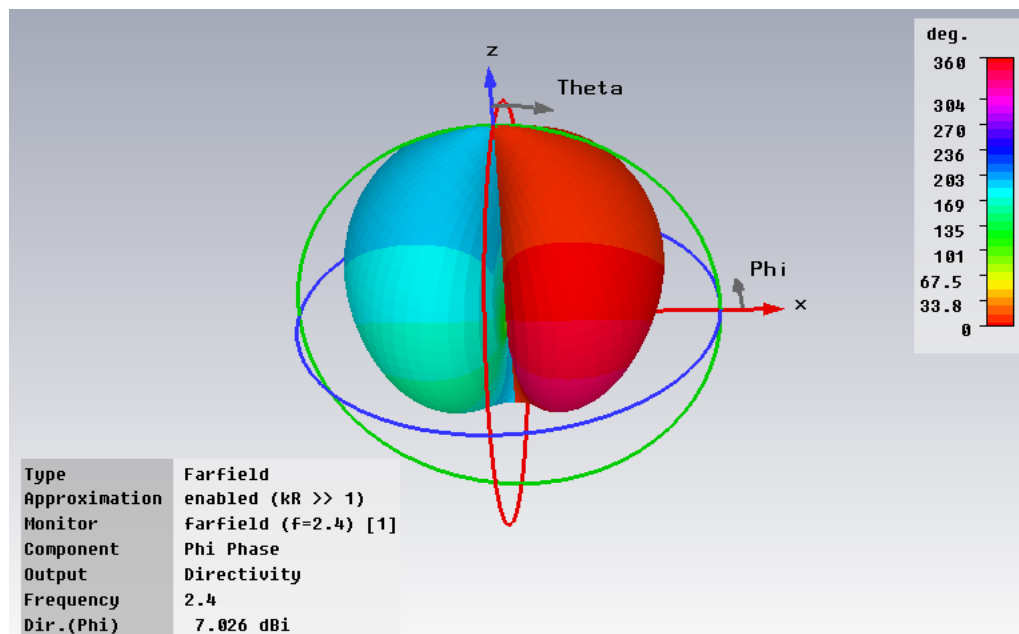


Figura 10: Fase de Phi.

4. Conclusiones

- La directividad de una antena tipo parche no es tan buena como se espera, aunque su construcción es relativamente sencilla y no es tan costosa como otras antenas. Aunque se puede construir una antena con una mayor directividad si se realiza un arreglo.

Referencias

- [1] Balanice, Constantine A. 2005 “*Antenna theory analysis and desing*”, *John Wiley & Sons, Inc.*, Third Edition.
- [2] Feko “Feko User’s Manual”, en lÃĀnea, 21 Npviembre de 2010, Disponible en <http://people.ee.ethz.ch/~fieldcom/pps-antenna/doc/UserManual.pdf>.