

Diseño e Implementación de Antenas de Microlínea

David Donoso, Gonzalo Olmedo y David Andrade

Resumen— El presente artículo presenta el diseño e implementación de antenas planas, mejor conocidas como Antenas de Microlínea para aplicaciones de Radio Frecuencia y Microonda, utilizando materiales de fácil acceso en el mercado nacional.

Palabras clave— antenas de microlínea, *Microstrip*, *MMIC*.

I. INTRODUCCIÓN

Las Antenas de Microlínea - *Microstrip*, se basa en un tipo de la línea de transmisión eléctrica que puede ser fabricada usando placas de circuito impreso (PCB), y se usa para transportar señales de frecuencia de microonda. Consta de una franja conductora y un plano de tierra separados por un medio dieléctrico conocida como sustrato. Componentes de microondas como antenas, acopladores, filtros, divisores de potencia, etc. pueden ser elaborados con microstrip, el dispositivo entero es el dibujo de metalización sobre el sustrato.

De modo que con la implementación de las Antenas de Microlínea - *Microstrip* existe una reducción de costos, ya que, es más barato que la Tecnología de Guía de Onda tradicional, además de ser más ligero y más compacto. Su uso está en aumento gracias a las grandes ventajas que presenta su tecnología.

II. CONDICIONES DE DISEÑO

Los tres parámetros esenciales para el diseño de la antena parche rectangular son:

- Frecuencia de operación (f_0): la frecuencia de resonancia de la antena debe ser seleccionada apropiadamente, la antena debe ser diseñada para poder operar en un rango de frecuencia específico, para el estudio que se realiza mediante pruebas en el equipo de pruebas *Quick Circuit 5000*, se determina que la

frecuencia de trabajo según el modulador FSK del mismo es de 2,45 GHz.

- La constante dieléctrica del sustrato (ϵ_r): el material dieléctrico seleccionado para este diseño es baquelita común y tiene una constante dieléctrica de 3.36
- El alto del sustrato dieléctrico (h): es esencial que la antena no sea voluminosa, por lo tanto el alto del sustrato dieléctrico es 1.6mm.

Por lo tanto los parámetros son los siguientes:

- $f_0 = 2.45 \text{ GHz}$
- $\epsilon_r = 3.36$
- $h = 1.6 \text{ mm}$

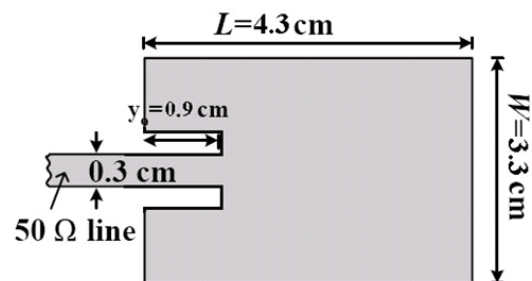


Fig. 1. Dimensiones de la Antena de Microlínea Rectangular

Para el cálculo del ancho del Parche tenemos:

$$w = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}}$$

$$w = 43 \text{ mm}$$

Cálculo de la constante dieléctrica efectiva (ϵ_{reff}):

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{w} \right]^{-\frac{1}{2}}$$

$$\epsilon_{\text{reff}} = 3.1556$$

Cálculo de la longitud efectiva:

David Donoso, Gonzalo Olmedo y David Andrade, Carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, Departamento de Electrónica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército, ESPE, Sangolquí, Ecuador, E-mails: gfolmedo@espe.edu.ec, dandrade@espe.edu.ec.

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_o\sqrt{\epsilon_{reff}}}$$

$$L_{eff} = 33mm$$

Calculo de las dimensiones del plano de tierra (L_g y

w_g):

$$L_g = 6h + L$$

$$L_g = 6(1.5) + 22.8 = 43mm$$

$$w_g = 6h + w$$

$$w_g = 6(1.5) + 31.1 = 52mm$$

Determinación del punto de alimentación (x_f , y_f):

$$G_1 = \frac{W}{120\lambda_o} \left[1 - \frac{1}{24} (k_o h)^2 \right]$$

$$\frac{h}{\lambda_o} < \frac{1}{10}$$

$$G_{12} = \frac{1}{120\pi^2} \int_0^\pi \left[\frac{\sin(k_o W \cos \theta)}{\cos \theta} \right]^2 J_o(k_o L \sin \theta) \sin^3 \theta d\theta$$

$$k_o = \frac{2\pi}{\lambda_o}$$

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

$$y_o = \frac{L}{\pi} \arccos \left(\sqrt{\frac{50}{R_{in}}} \right)$$

$$y_o = 9mm$$

III. SOFTWARE DE DISEÑO IE3D

Este software permito dibujar el parche según las dimensiones obtenidas en el diseño analítico, como se muestra en la figura a continuación:

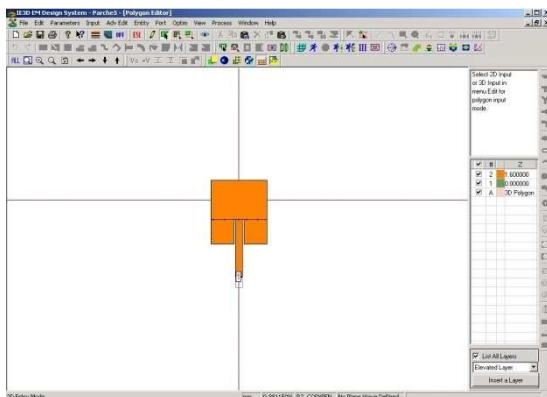


Fig. 2. Parche de Antena de Microlínea Rectangular

Dentro de las bondades de este programa tenemos la facilidad de visualizar, gráfico de dispersión, distribución de corriente y en 2D y 3D el patrón de radiación de la antena, evaluando así, su correcto funcionamiento y estimar la ganancia que tendremos.

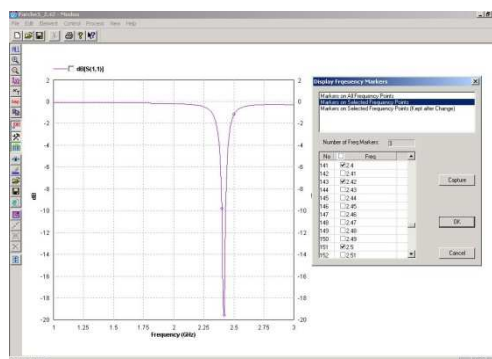


Fig. 3. Gráfico de dispersión de la Antena de Microlínea Rectangular.

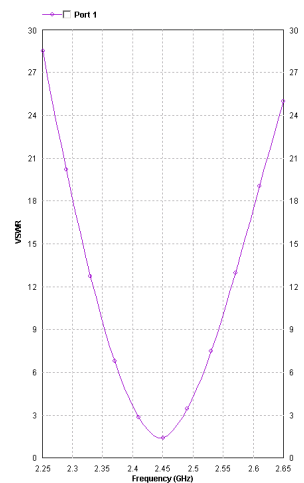


Fig. 4. Gráfico de VSWR

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos muestran la distribución de corriente en el parche, donde se verifica la correcta circulación de corriente en el parche según el diseño analizado

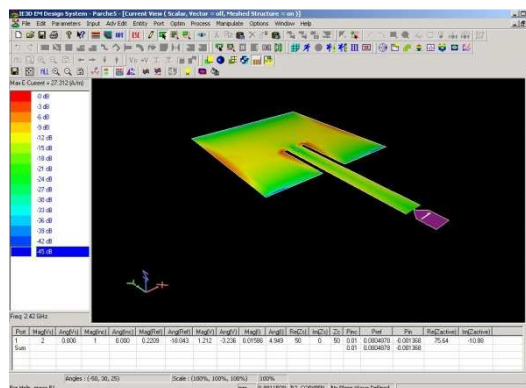


Fig. 5. Circulación de Corriente
La gráfica en 2D del Patrón de Radiación de la Antena de Microlínea Rectangular muestra la radiación

de potencia, además de los pequeños lóbulos laterales que no afectan la transmisión de datos.

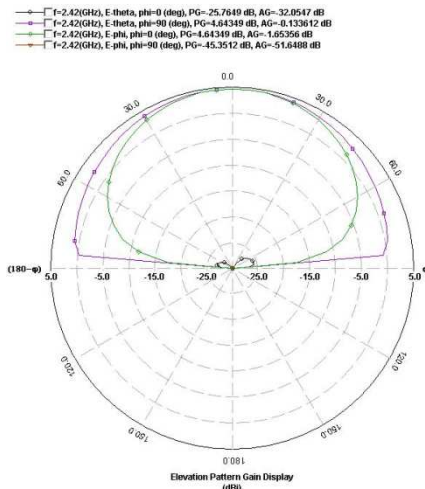


Fig. 5. Lóbulo de radiación

En la gráfica del Patrón de Radiación en 3D se aprecia de mejor manera como está irradiando el parche y la ganancia que se obtiene, de 4.6dBi

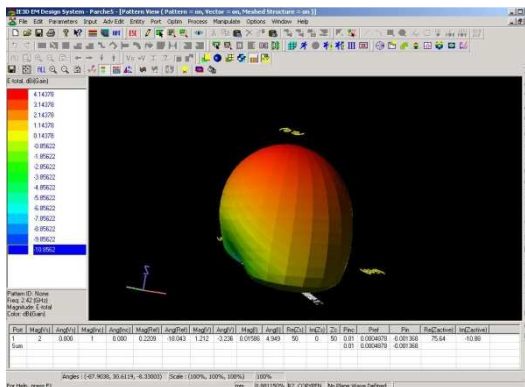


Fig. 6. Lóbulo de radiación en 3D

La mecanización de la antena se realizó de la manera esperada en la Prototipadora, con lo que los resultados obtenidos son los esperados

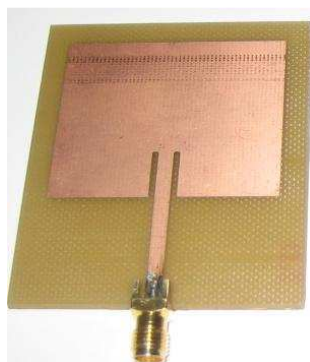


Fig. 7. Antena Diseñada

A continuación se muestran los resultados obtenidos en el Analizador de Redes Anritsu 2024A

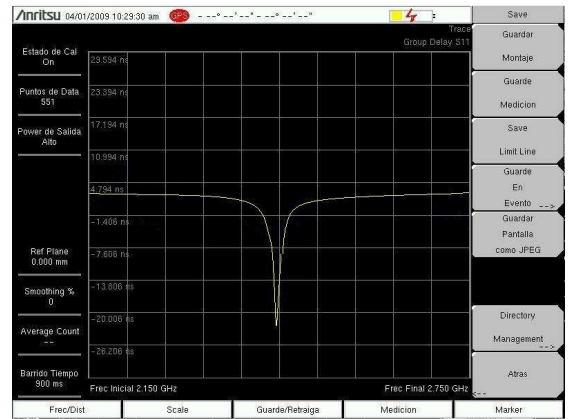


Fig. 8. Antena Diseñada, Grafica de Dispersión

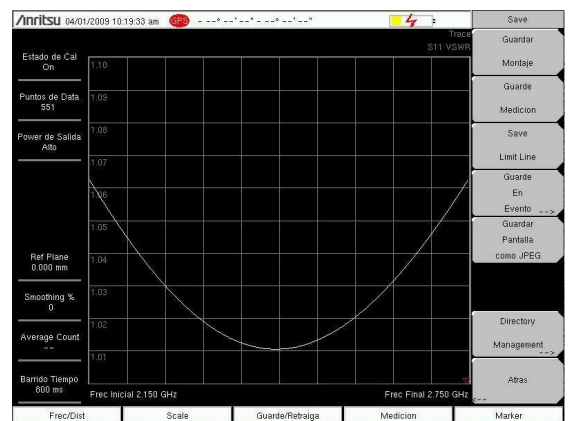


Fig. 9. Antena Diseñada, Grafica de VSWR

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para las mediciones se debe utilizar cables pequeños, con esto evitamos pérdidas considerables en los resultados.

El conocimiento cabal de la constante dieléctrica y tangente de pérdidas para materiales utilizados en la fabricación de sistemas de microlínea es un factor preponderante en el ambiente de diseño y construcción, puesto que diseños realizados para cierto tipo de materiales provocan resultados disímiles cuando se aplican en materiales semejantes pero de los que se desconoce estos parámetros.

Se debe tener un nivel intermedio – alto en el manejo de la Prototipadora por la precisión que requiere la implementación de las Antenas de Microlínea, ya que un milímetro de variación basta para que la frecuencia de resonancia varíe considerablemente.

En los resultados obtenidos en la grafica de dispersión obtenida del Analizador de redes Anritsu nos fijamos que al comparar con el resultado ideal obtenido del simulador existe un ligero desplazamiento de la frecuencia de trabajo, esto de debe principalmente a la precisión con la que trabaja la prototipadora en base al esbozo del

parche que se realizó, fallas de décimas de milímetro causan este error.

Para el caso de la gráfica del VSWR, para el caso ideal se realizó la gráfica en un rango de 200 MHz muy próximo a la frecuencia de trabajo y el analizador Anritsu lo hace en un rango de 2 GHz.

Los resultados obtenidos son muy válidos, por lo que la implementación de la antena es considerada exitosa.

REFERENCIAS

- [1] Microstrip Antenna Design Handbook, Ramesh Garg, PrakashBhartia, InderBahl, ApisakIttipiboon. Artech House, Boston-London
www.artechhouse.com<http://www.sigmaelectronica.net/sigma.htm>, Módulos RF
- [2] <http://www.eecs.ucf.edu/~behdad/EEL6463/Tutorial%201.pdf>