

DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE UNA ANTENA DEL CONJUNTO IDENTIFICADOR – LECTOR DE TECNOLOGÍA RFID UHF PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE MERCANCÍA.

Yuriana Cruz, Gloria Carvalho, Dino Di Rosa, Héctor Núñez, Yaremi Gamboa
Fundación Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Telecomunicaciones (Cendit)
Base Aérea Generalísimo Francisco de Miranda, Complejo Tecnológico Simón Rodríguez, La Carlota, Caracas.
ycruz@cendit.gob.ve

RESUMEN

La tecnología de Identificación por Radiofrecuencia (RFID; por sus siglas en inglés), es un sistema que permite la identificación y seguimiento inalámbrico de productos. Este sistema involucra diferentes dispositivos, entre los cuales se encuentra la antena del lector, que cumple la función de establecer la comunicación entre las etiquetas y el lector. El CENDIT toma la iniciativa de diseñar dicha antena, tomando en cuenta los requerimientos que se deben cumplir, en este caso la frecuencia será en la banda de frecuencia UHF (923-928 Mhz) según lo establecido por el ente regulador CONATEL. El tipo de antena es tipo parche. El sustrato FR4 fue elegido por ser económico, brindar flexibilidad de diseño, facilidad de fabricación y reducción de peso. Las dimensiones de la antena son de ancho 97 mm, largo 48 mm, y espesor 1,635 mm. Los resultados conforme a las simulaciones corresponden a una ganancia (3,195 dB), relación de onda estacionaria (1.60).

Palabras claves— antena tipo parche, constante dieléctrica, frecuencia, relación de onda estacionaria, RFID.

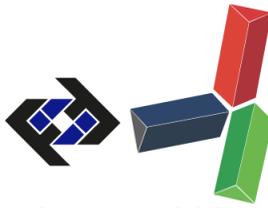
ABSTRACT

Radio Frequency Identification (RFID) technology is a system that allows the identification and wireless tracking of products. This system involves different devices, among which is the antenna of the reader, which fulfills the function of establishing communication between the labels and the reader. CENDIT takes the initiative to design this antenna, taking notice the requirements that must be satisfy, in this case the frequency will be in the UHF frequency band (923-928 Mhz) as established by CONATEL. The type of antenna is patch type. The substrate used is the FR4 with a dielectric constant of 4.5 due to the high frequency. The dimensions of the antenna are 98 mm wide, 48 mm long, and 1,635 mm thick. The results according to the simulations correspond to a gain (3.195 dB), standing wave ratio (1.60).

Keywords— patch type antenna, dielectric constant, frequency, VSWR, RFID.

INTRODUCCIÓN

La tecnología RFID proveniente de las siglas en inglés de Identificación de Radiofrecuencia permite la identificación y seguimiento inalámbrico de productos a distancia. En un sistema de RFID existen diferentes componentes como la computadora que solicita/procesa la información, el lector, la antena del lector y etiquetas. La función del sistema inicia por el lector o interrogador quien constantemente emite ondas por medio de su antena, en este caso en UHF, a fin de detectar una etiqueta o transpondedor (tag) dentro de su rango de lectura. Específicamente el objeto de



estudio para este proyecto será la antena del lector que, como se mencionó anteriormente, es el puente de comunicación entre las etiquetas y el lector. De allí radica la importancia de un correcto diseño de la antena del lector, pues su función es alimentar de forma inalámbrica y captar las señales emitidas que contienen la información requerida por las tags.

El rango de frecuencia para UHF va desde los 300MHz a los 3GHz, ahora lo que respecta a la identificación por RFID la frecuencia se encuentra en el rango de 860MHz a 960MHz. Según la normativa de CONATEL las frecuencias en la banda UHF para la la identificación por RFID corresponden a las porciones 433,5-434,5 MHz y 922-928 MHz, y siguiendo el modelo propuesto de la antena para el lector RFID hecho por la IEEE [3] que opera en la frecuencia de 900MHz, la frecuencia seleccionada es de 925MHz.

METODOLOGÍA

Para la realización de los cálculos se recomienda seguir el orden establecido, teniendo en cuenta lo valores que se reflejan en la Tabla 1.

Tabla 1: Parámetros iniciales de la antena lectora en UHF para RFID.

Parámetro	Símbolo	Valor
Constante dieléctrica	ϵ_r	4,5
Espesor del parche	h_p	0,035mm
Espesor del sustrato	h	1,6mm
Frecuencia de operación	f_o	925MHz
Impedancia de la línea	Z_o	50 ohm

Los valores anteriores, son proporcionado por el fabricante del sustrato seleccionado, en este caso el FR4. A continuación se inicia el cálculo de la constante dieléctrica efectiva, asumiendo que el ancho del parche (W) sea de 97mm:

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

El diferencial de la extensión de longitud se define por:

$$\Delta L = 0,412 h \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) [W/h + 0,264]}{(\epsilon_{reff} + 0,258) [W/h + 0,8]} \quad (2)$$

Se calcula la longitud efectiva:

$$L_{eff} = \frac{C}{2f_o [\epsilon_{reff}]^{1/2}} \quad (3)$$

Donde:

C : velocidad de la luz.

Ya conocido L_{eff} y ΔL se puede conocer la longitud del parche:

$$L = L_{eff} - 2 \Delta L \quad (4)$$

Los cálculos anteriores definen las dimensiones del parche. A continuación, se procede a calcular las dimensiones del sustrato, iniciando con la longitud del mismo:

$$L_g = 6(h) + L \quad (5)$$

Se calcula el ancho del sustrato:

$$W_g = 6(h) + W \quad (6)$$

Considerando que la salida del lector tendrá una impedancia de 50Ω , es decir que la impedancia de entrada de la antena es de 50Ω (R_i), y además la impedancia de la antena es de 50Ω (R_e), se procede a estimar la línea de alimentación que se acople adecuadamente a la electrónica del lector, comenzando por L_f , pero antes se procede unos cálculos previos:

Se tiene que la longitud de onda característica es:

$$\lambda_0 = \frac{C}{f} \quad (7)$$

Cada espacio radiante es representada por una admitancia equivalente con conductancia:

$$G = \frac{W\pi}{120 \cdot \lambda_0} \left[1 - \frac{(2\pi \cdot h / 100)^2}{24} \right] \quad (8)$$

La resistencia aproximada por el inset-feed es:

$$R = \frac{1}{2G} \quad (9)$$

Se tiene entonces que la longitud de la línea de alimentación es:

$$L_f = \frac{L}{\pi} \sin^{-1} \sqrt{\frac{50}{R}} \quad (10)$$

El ancho de la línea de alimentación proviene del despeje de la siguiente ecuación:

$$Z_o = \frac{60}{(\epsilon_{reff})^{1/2}} \ln \left[\frac{8h}{W_f} + \frac{W_f}{4h} \right] \quad (11)$$

Finalmente, luego de despejar se obtuvo que:

$$Wf^2 - 4e^{Z_o \epsilon_{reff} / 60} h Wf + 32h^2 = 0 \quad (12)$$

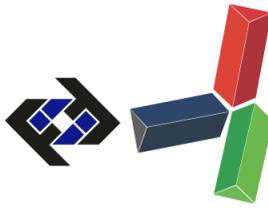
Del donde se obtuvieron dos resultados, y se optó por el valor que permite la factibilidad de construcción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez realizados los cálculos previos se obtuvieron los valores del diseño que se presentan en la Tabla 2:

Tabla 2: Dimensiones de la antena UHF (925MHz).

Longitud	Diminutivo	Valor
Ancho del parche	W	97mm
Extensión de la largo del parche	ΔL	0,7425mm
Largo del parche	L	76,276mm
Largo efectiva del parche	L_{eff}	77,7615mm
Espesor del parche	h_p	0,035mm
Ancho del sustrato	W_g	98mm



Largo del sustrato	L_g	84mm
Espesor del sustrato	h	1,6mm
Largo de la línea de alimentación	L_f	26,3633mm
Ancho de la línea de alimentación	W_f	2,1272mm

La simulación del diseño de la antena parche para RFID en la frecuencia UHF se realizó con el programa de simulación CST Microwave Studio, donde se elaboró el sustrato y parche con las consideraciones calculadas anteriormente. La Figura 1 se presenta el diseño de la antena dispuesta para simulación.

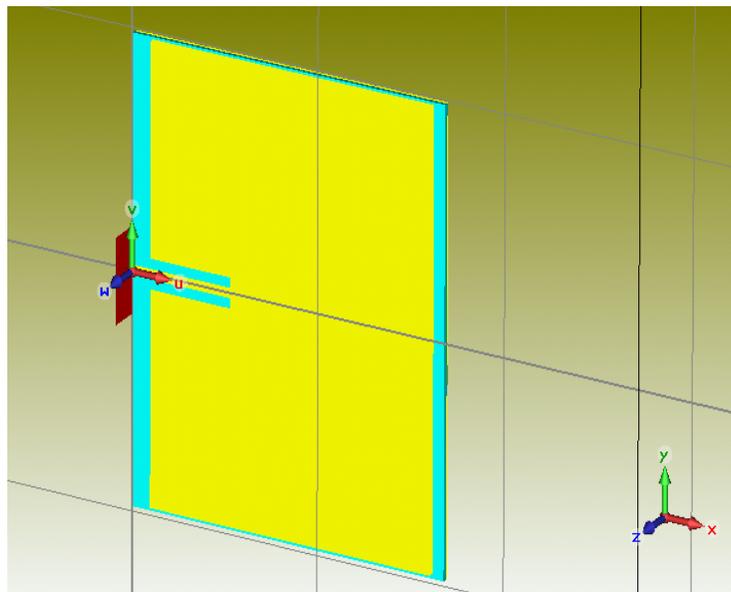


Figura 1: Antena UHF (925MHz).

Durante la simulación se observa que el patrón de radiación es omnidireccional, el cual se puede observar en 3D en la siguiente Figura 2:

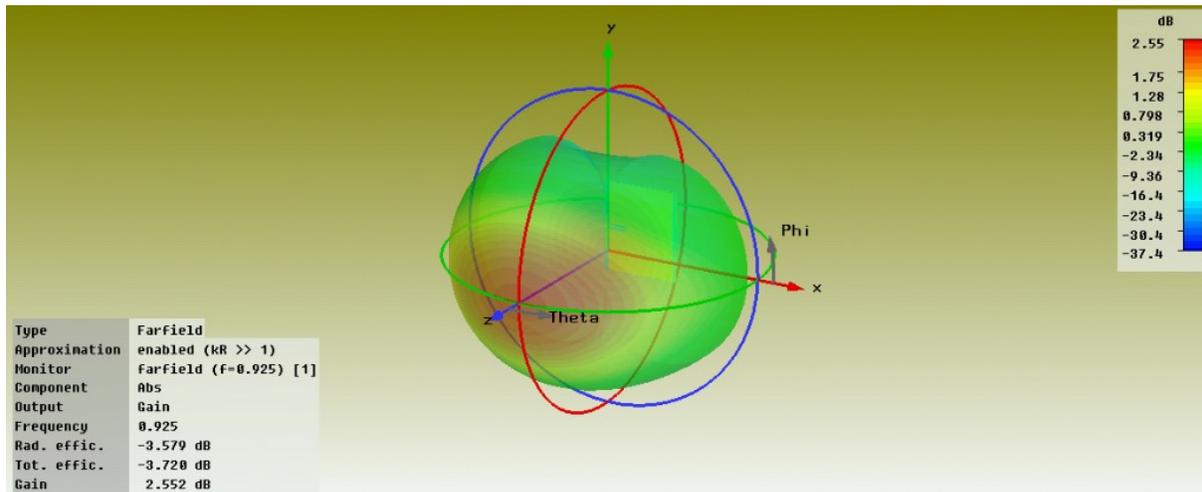


Figura 2: Antena UHF en 3D (925MHz).

El patrón de radiación en el plano polar se observa en la siguiente Figura 3:

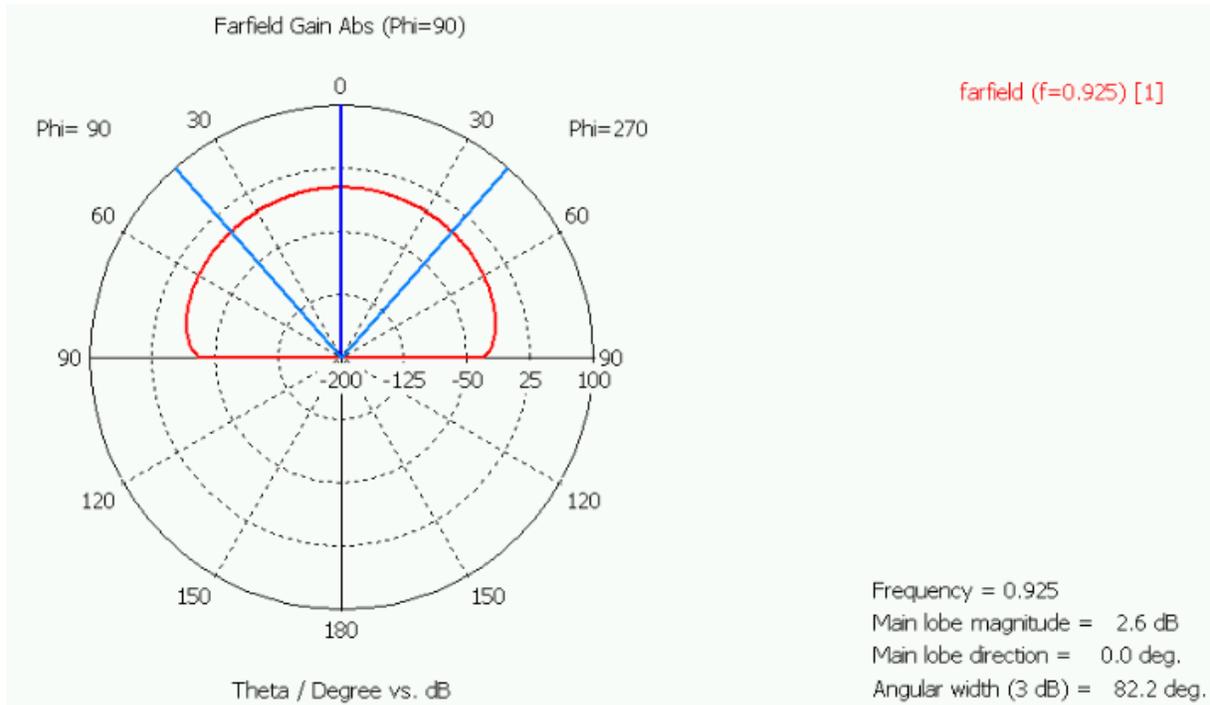


Figura 3: Antena UHF en plano polar (925MHz).

Los parámetros S_{11} se muestran en la siguiente Figura 4:

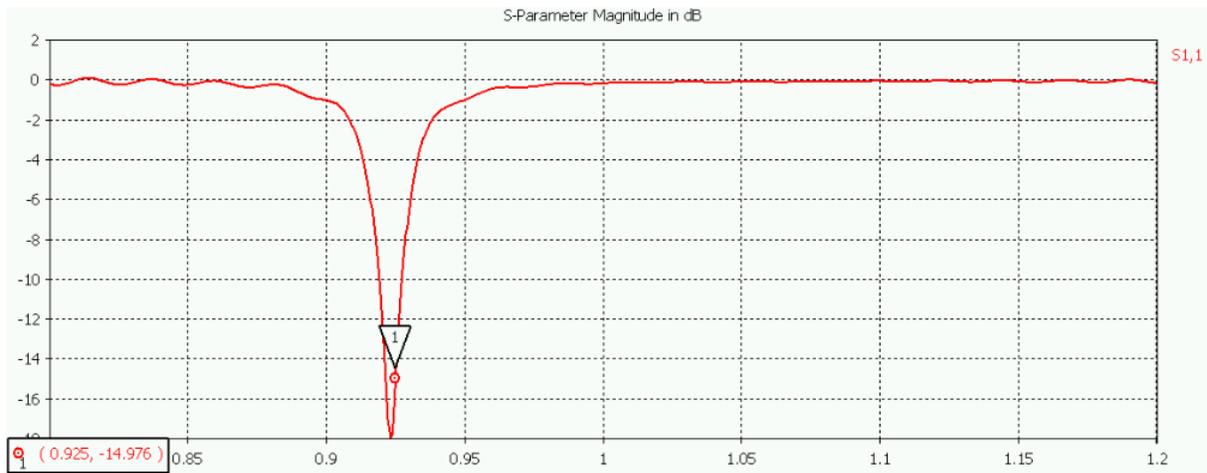


Figura 4: Parámetros S11 de la antena UHF (925MHz).

El ROE obtenido durante simulaciones se muestra la siguiente Figura 5:

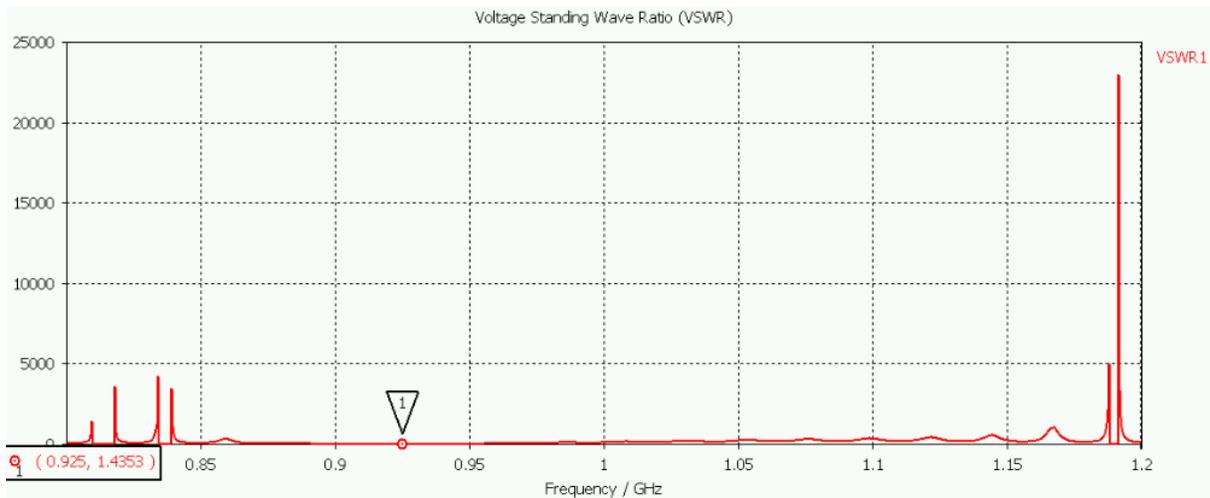


Figura 5: VSWR de la antena UHF (925MHz).

La impedancia de la antena a 925MHz se muestra en la siguiente Figura 6:

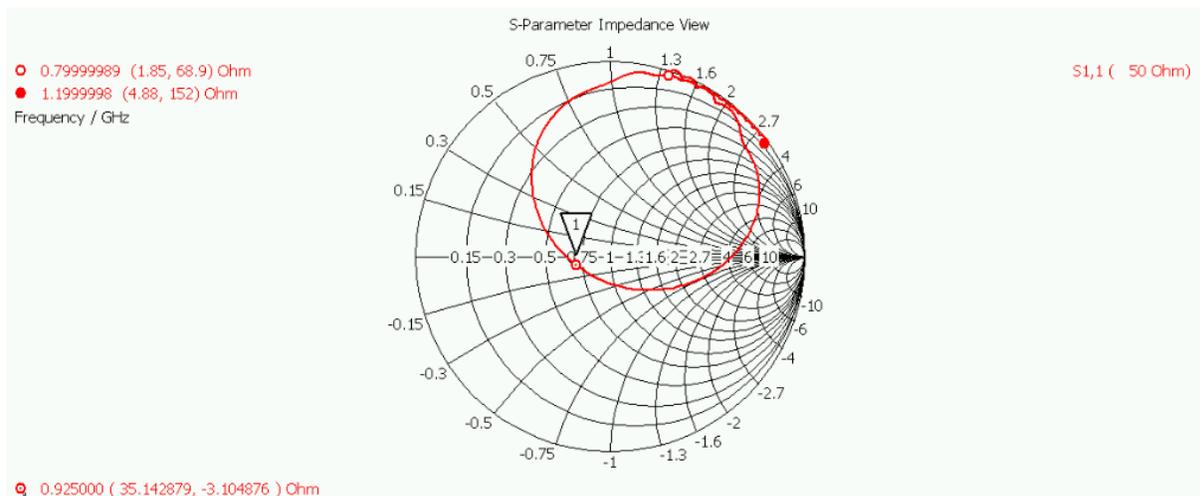


Figura 6: Impedancia de la antena UHF (925MHz).

Los resultados finales de esta simulación se presentan en la Tabla 3:

Tabla 3: Parámetros resultantes de la simulación de la antena UHF (925MHz).

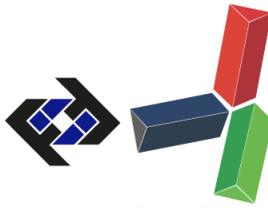
Parámetros	Valor
Ancho angular (3dB)	82,2°
Eficiencia	64%
Ganancia	2,552 dB
S ₁₁	-14,976dB
VSWR	1,4353
Z	(35.142879,-3,104876) Ohm

CONCLUSIONES

Para el diseño de la antena UHF para RFID tuvo inicio en la selección del sustrato y del cálculo de las dimensiones, dado que estas aportarían los valores de ganancia, VSWR, parámetros S₁₁ e impedancia que significaron la compatibilidad de la antena al sistema. Las simulaciones de la antena UHF para RFID conforme los valores calculados tiene resultados comparables a los comerciales, por lo que se puede definir que la antena diseñada tiene parámetros aceptables.

REFERENCIAS

- [1] Constantine A. Balanis., “Antenna Theory: Analysis and Design”, 2nd edition, John Wiley & Sons, 1997.
- [2] R. Garg, P. Bhartiam, I. Bahl and A. Ittipiboon, “Microstrip Antenna Design”, 2001.
- [3] S. Norzeli, I. Ismail, M. Mohd. “Designing an UHF RFID Reader Antenna”, 2012 IEEE Symposium on Humanities, Science and Engineering Research.
- [4] Zhi Ning Chen, Fellow, Xianming Qing, Member and Hang Leong Chung. “A Universal UHF RFID Reader Antenna”, 2009 IEEE.



JIFI2018
JORNADAS DE INVESTIGACIÓN
ENCUENTRO ACADÉMICO INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA UCV

- [5] “FR-4”. (Sin fecha). En Wikipedia. Recuperado el 26 de Julio de 2017 del <https://en.wikipedia.org/wiki/FR-4> .
- [6] Franell. “FR-4 Data Sheet”. (Sin fecha). C.I.F <https://www.farnell.com/datasheets/1644697.pdf>
- [7] Rogers Corporation “AD450 Data Sheet” (Sin fecha). Recuperado de <https://www.rogerscorp.com/documents/3178/acs/AD450-Data-Sheet.pdf>

SECRETARÍA DE LAS JORNADAS.

Coordinación de Investigación .Edif. Física Aplicada. Piso 2. Facultad de Ingeniería.
Universidad Central de Venezuela. Ciudad Universitaria de Caracas. 1053
Telf.: +58 212-605 1644 | <http://www.ing.ucv.ve>