



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i3>

Ciencias de la Computación
Artículo de Investigación

Antena Microstrip Dual-Band para Frecuencias de 4.55 GHz y 5.23 GHz

Dual-Band Microstrip Antenna for 4.55 GHz and 5.23 GHz Frequencies

Antena de microfita de banda dupla para frequências de 4,55 GHz e 5,23 GHz

Fabricio Javier Santacruz Sulca ^I
fabricio.santacruz@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-7123-2552>

Luis Antonio Pesantez Sánchez ^{II}
tpesantez@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4992-5939>

Paola Mishel Gagnay Angamarca ^{III}
pao.mishel.g@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-0710-6433>

Diego Ramiro Ñacato Estrella ^{IV}
diego.nacato@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-7233-9076>

José Luis Jinez Tapia ^V
jjinez@unach.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-4113-0579>

Correspondencia: fabricio.santacruz@esPOCH.edu.ec

***Recibido:** 29 de mayo del 2022 ***Aceptado:** 02 de junio de 2022 * **Publicado:** 20 de julio de 2022

- I. Máster en Ingeniería de las telecomunicaciones, Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, Riobamba, Ecuador.
- II. Investigador Independiente, Riobamba, Ecuador.
- III. Investigador Independiente, Riobamba, Ecuador.
- IV. Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, Riobamba, Ecuador.
- V. Docente de la Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería, Riobamba, Ecuador.

Antena Microstrip Dual-Band para Frecuencias de 4.55 GHz y 5.23 GHz

Resumen

El siguiente artículo presenta el diseño y simulación de una antena microstrip rectangular de doble banda la cual opera a frecuencias centrales de 4.55 GHz y 5.23 GHz la cual se puede usar para aplicaciones WIFI, para su diseño se utiliza como sustrato el material FR4 con constante dieléctrica de 4.4 y espesor de 1.6 mm, esta antena usa una ranura tipo C en el perímetro del parche con la finalidad de incrementar el ancho de banda y más importante dotarla de la característica de doble banda, los resultados se obtuvieron utilizando el software de simulación HFSS. Por último se mostraran los resultados obtenidos para ambas frecuencias.

Palabras Claves: Ranura C; WiFi; Antena; Dual-band; Microstrip.

Abstract

The following article presents the design and simulation of a dual band rectangular microstrip antenna which operates at central frequencies of 4.55 GHz and 5.23 GHz which can be used for WIFI applications, for its design the FR4 material with dielectric constant is used as a substrate. of 4.4 and thickness of 1.6 mm, this antenna uses a type C slot in the perimeter of the patch in order to increase the bandwidth and more importantly provide it with the dual band characteristic, the results were obtained using the HFSS simulation software. Finally, the results obtained for both frequencies will be shown.

Keywords: C-slot; Wifi; Antenna; dual-band; microstrip.

Resumo

O artigo a seguir apresenta o projeto e simulação de uma antena microfita retangular de banda dupla que opera nas frequências centrais de 4,55 GHz e 5,23 GHz que pode ser usada para aplicações WIFI, para seu projeto o material FR4 com constante dieléctrica é usado como substrato. 4.4 e espessura de 1,6 mm, esta antena utiliza um slot tipo C no perímetro do patch para aumentar a largura de banda e mais importante dotá-la da característica de banda dupla, os resultados foram obtidos utilizando o software de simulação HFSS. Por fim, serão mostrados os resultados obtidos para ambas as frequências.

Palavras-chave: ranhura C; Wi-fi; Antena; banda dupla; microtira.

Introducción

En los últimos años, la reducción del tamaño de las antenas, el uso de banda ancha y multibanda para evitar el empleo de múltiples antenas, los bajos costos en la implementación de estas son características necesarias para satisfacer la rápida ampliación de la tecnología de comunicación móvil inalámbrica. (Chen et al., 2011; Li et al., 2020; Peroulis et al., 2005)

Como se ha dicho anteriormente una antena multibanda posee una característica muy importante y necesaria. Esto se consigue a través de la inserción de slots tipo C el cual a más de aumentar el ancho de banda también añade otra resonancia, de esta manera se puede obtener una antena doble banda si se eligen correctamente sus parámetros al momento de construirla. Si se desea obtener una respuesta con triple banda es necesario colocar 2 slots tipo C en el parche. (Ibrahim, 2018)

Además, existen otras técnicas empleadas que incluyen la inserción de un filtro espolón en el perímetro del parche para lograr una operación en doble banda sin incrementar el tamaño del parche y también la inserción de ranuras rectangulares cuyas dimensiones y separación están determinadas por diferentes órdenes de la secuencia de Cantor. (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2017; Wu et al., 2016)

Wifi (Wireless Fidelity) es definido en el estándar IEEE 802.11 publicado en 1999 y es utilizado para la creación de LANs inalámbricas. Este estándar asigna el espectro sin licencia de 2,4 GHz (2,40-2,48 GHz), 5,2 GHz (5,15-5,35 GHz) y 5,8 GHz (5,725-5,825 GHz), el cual posee tasas de transmisión de hasta 54Mbps [5][6]. El alcance o rango típico en interiores varia ente 150 a 300 pies (45 a 91 m) aproximadamente y los rangos en aire libre cotizan hasta los 100 pies (300 m) aproximadamente (Sri Sivasubramaniya Nadar College of Engineering. Electronics and Communication Engineering Department & Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2019).

La creación de las antenas microstrip se debió a la necesidad de antenas cada vez más ligeras y compactas que operen a frecuencias de microondas, las cuales tienen varias aplicaciones (Priya Kumawat et al., 2017) además posee características atractivas de perfil bajo, peso ligero, fácil fabricación (Sharma & Kumar Vishwakarma, 2015). Una antena microstrip comprende básicamente de una superficie metálica denominada parche impreso sobre un substrato dieléctrico de espesor muy pequeño en términos de longitudes de onda. La estructura se completa con un plano metálico en la parte posterior del substrato dieléctrico. La más común es una antena parche con geometría

Antena Microstrip Dual-Band para Frecuencias de 4.55 GHz y 5.23 GHz

rectangular, pero existen también parches de distintas geometrías: circular, triangular, anulas, ranura en c, etc. (Dai et al., 2016; Guo et al., 2016)

En este artículo se diseñará una antena microstrip de doble banda con ranura tipo C el cual tiene la finalidad de mejorar su rendimiento debido a que incrementa el ancho de Banda (Tyagi et al., 2016) que trabajara en frecuencias 3.5 y 5.2 GHz para aplicaciones Wifi.

Antena microstrip

La antena microstrip, como se muestra en la figura 1. Consiste en una tira metálica muy delgada ($t \ll \lambda_0$), donde λ_0 es la longitud de onda del espacio libre, colocada una pequeña fracción de longitud de onda $h \ll \lambda_0$, generalmente $0.003\lambda_0 \leq 0.005\lambda_0$, sobre un plano terrestre.

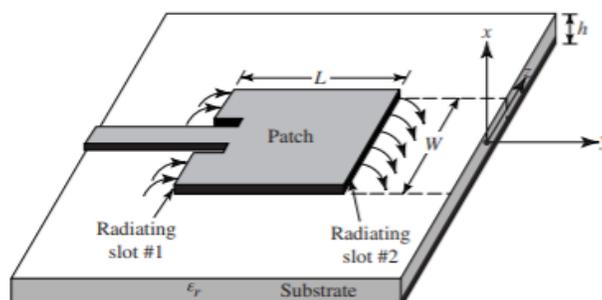


Figura 1. Antena Microstrip

La antena parche microstrip está diseñada para que su patrón máximo sea normal al parche. Esto se logra eligiendo correctamente el modo de excitación debajo del parche. La radiación End-Fire se puede lograr mediante una selección adecuada del modo. Para un parche rectangular, la longitud L del elemento suele ser $\lambda_0/3 < L < \lambda_0/2$. La tira y el plano de tierra están separados por una lámina dieléctrica (denominada sustrato) (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2017). En la figura 2 se muestran los parámetros para el cálculo de las dimensiones de la antena:

Antena Microstrip Dual-Band para Frecuencias de 4.55 GHz y 5.23 GHz

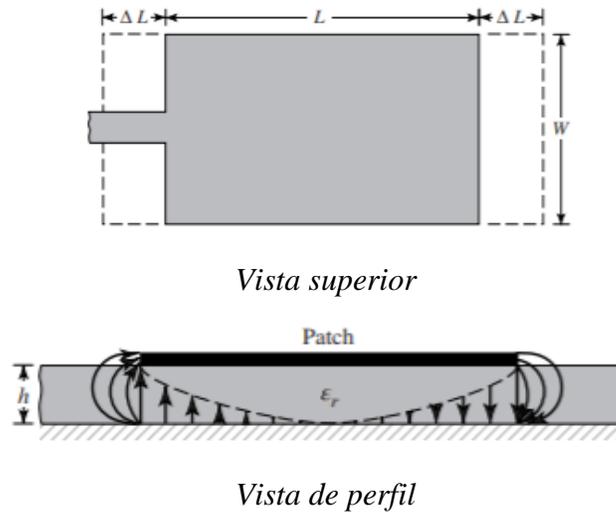


Figura 2. Longitudes físicas y efectivas de la antena microstrip parche rectangular.

Mediante la ecuación (1) se obtiene el valor W que representa el ancho del parche:

$$W = \frac{v_0}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (1)$$

La ecuación (2), representa el valor de la permitividad efectiva:

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

Para encontrar la longitud del parche se debe obtener mediante la ecuación (4) combinada con los resultados de las ecuaciones (1),(2) y (3), tenemos:

$$\Delta L = h * 0.412 \frac{(\epsilon_{reff} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264\right)}{(\epsilon_{reff} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8\right)} \quad (3)$$

$$L = \frac{\lambda}{2} - 2\Delta L \quad (4)$$

Antena Microstrip Dual-Band para Frecuencias de 4.55 GHz y 5.23 GHz

La ecuación (5) representa el ancho de la tierra la cual dependerá de los valores de espesor del sustrato y el resultado de la ecuación (1).

$$WG = 6h + W \quad (5)$$

La ecuación (6) representa el valor de la longitud de la tierra que depende del valor de la ecuación (4).

$$LG = 6h + L \quad (6)$$

Para realizar el cálculo del valor del ancho de la línea de alimentación se realiza mediante la ecuación (7)

$$W_f = h \frac{8e^A}{e^{2A} - 2} \quad (7)$$

Donde el valor del A se realiza mediante la ecuación (8)

$$A = \frac{Z_o}{60} \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 1} \left(0.23 + \frac{0.11}{\epsilon_r} \right)} \quad (8)$$

Y el valor de Z_o que representa a la Impedancia características se toma el valor de 50Ω .

Resultados y discusión

En esta sección, se discute la geometría de la antena microstrip parche rectangular. La geometría de la antena esta propuesta en la fig. 1.

El diseño de la antena microstrip utiliza una forma de parche y el rectangular con un sustrato FR-4 con constante dieléctrica 4.4 de espesor de 1.6 mm y tamaño (49 x 53 x 1.67 mm³). Además, contiene un parche en cobre y el plano de tierra. El análisis del diseño propuesto se realiza mediante el uso de la alimentación por la línea de transmisión (TLM) con una frecuencia central de 4.55 GHz y 50Ω en la línea de alimentación del microstrip.

Antena Microstrip Dual-Band para Frecuencias de 4.55 GHz y 5.23 GHz

Las ecuaciones de diseño utilizadas para estimar las dimensiones de la antena de parche de microstrip rectangulares son las descritas anteriormente, todos los valores calculados y optimizados en la simulación con el software HFSS se muestran en la tabla 1.

Para realizar el diseño y simulación de la antena para tecnología LTE a una frecuencia de 4.55GHz y 5.2GHz MHz, se configuraron variables en las que se encuentran los valores de cada elemento que componen la antena, los cuales se detallan en la tabla 1:

Parámetros	Calculado (mm)	Optimizados (mm)
Parche y espesor del suelo	0.035	0.035
Espesor del sustrato (H)	1.6	1.6
Ancho del parche (W)	20.06	41
Longitud del parche (L)	17.39	29
Ancho del Ground (WG)	29.66	53
Longitud del Ground (LG)	26.99	47
Ancho de la línea de alimentación (W_f)	3.09	2.6
Longitud de la línea de alimentación (L_f)	14	14
Ancho de insetfeed (X)	1.93	3
Longitud de insetfeed (Y)	7.4	7
Ancho ranuras verticales	2	2
Longitud ranuras verticales	8	15
Longitud ranuras horizontales	8	29
Ancho ranuras horizontales	2	1

Tabla 1: Resumen de resultados Calculados y Optimizados

Con base en las medidas de antena antes mencionadas, se realiza el diseño respectivo, utilizando el software Ansys HFSS, obteniendo el siguiente diseño que se muestra a continuación en la figura 3 y sus respectivas medidas mostradas en la figura 5:

Antena Microstrip Dual-Band para Frecuencias de 4.55 GHz y 5.23 GHz

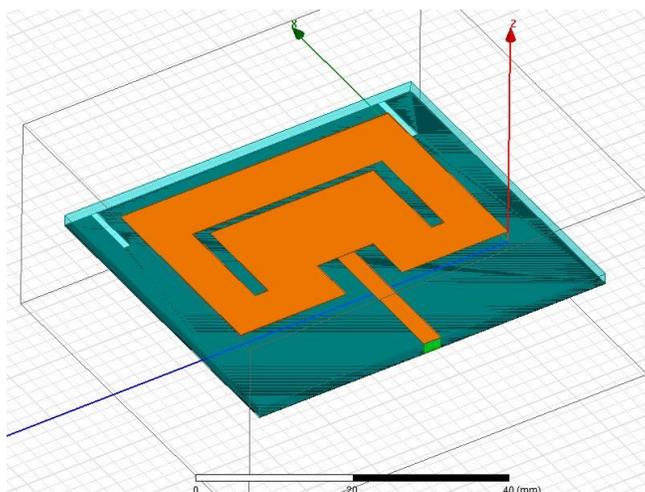


Figura 3. Diseño de la Antena Parche con slots en Ansys HFSS

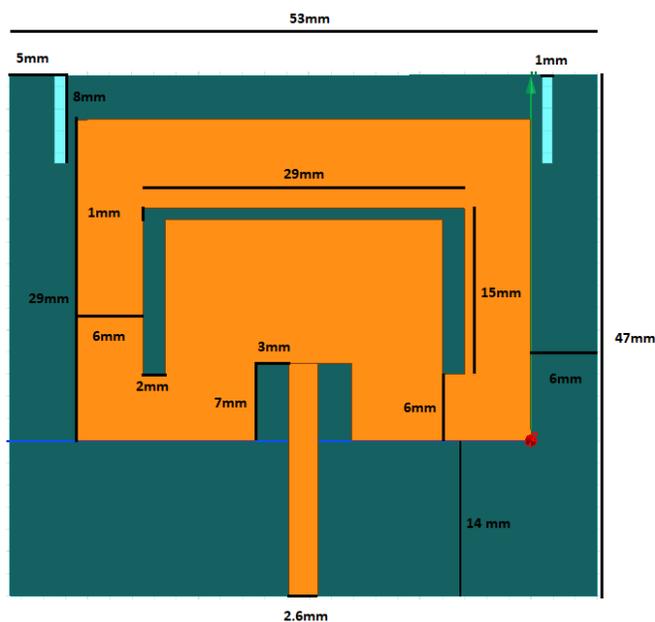


Figura 4. Medidas de la Antena Parche con slots.

Se procede con la simulación del diseño obteniendo resultados favorables pero no precisos a los deseados, para lo cual se procede a realizar una optimización de los resultados variando cuidadosamente las medidas de la antena, obteniendo como resultados óptimos los mostrados anteriormente en la tabla 1.

Antena Microstrip Dual-Band para Frecuencias de 4.55 GHz y 5.23 GHz

El resultado de la simulación se muestra en la figura 5, se puede observar que para la frecuencia de 4.5 GHz y la frecuencia de 5.2 GHz el coeficiente de reflexión está por debajo de los -10dB considerando un resultado óptimo del diseño simulado.

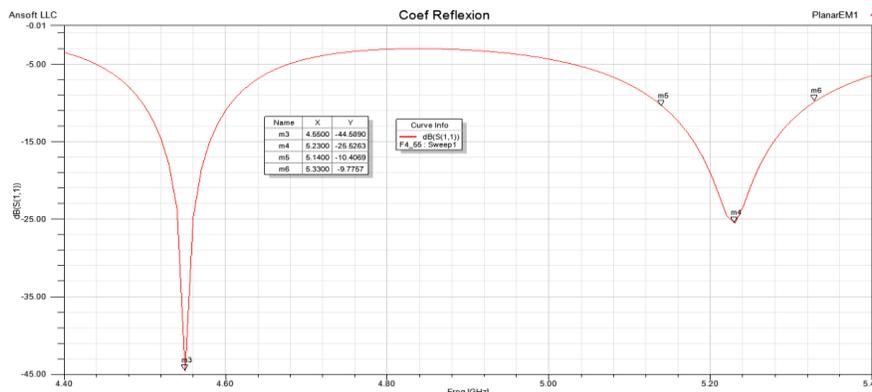


Fig. 5. Coeficiente de reflexión

En la figura 6 se muestra el acoplamiento de las impedancias, se puede observar como la parte imaginaria de las impedancias se aproximan a cero y la parte real se aproximan a 50 Ohm lo cual indica que para ambas frecuencias tenemos un acople de impedancias casi perfecto, considerando que la alimentación se la hará mediante un cable coaxial.

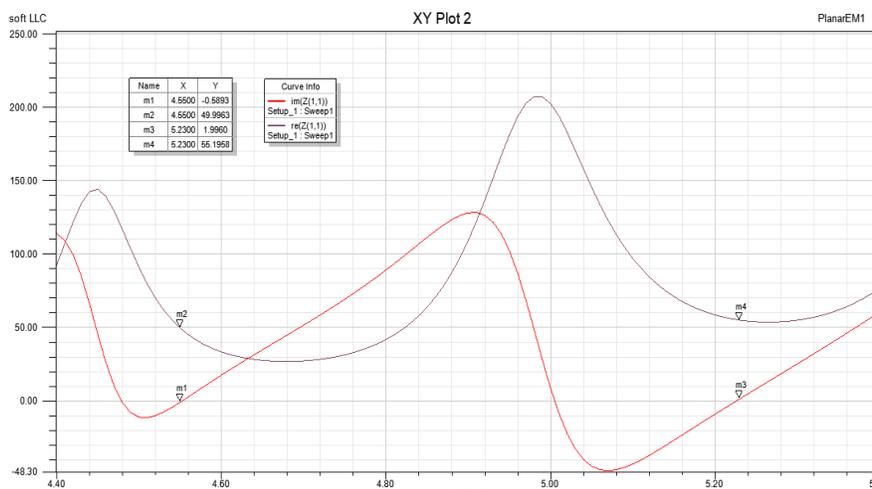


Fig. 6: Impedancia Real / Imaginaria

Antena Microstrip Dual-Band para Frecuencias de 4.55 GHz y 5.23 GHz

Finalmente en la figura 7 y figura 8 se puede observar los patrones de radiación a 4.55 GHz en la cual se puede observar que posee un pequeño lóbulo inferior, mientras que la frecuencias de 5.2 GHz posee dos lóbulos inferiores.

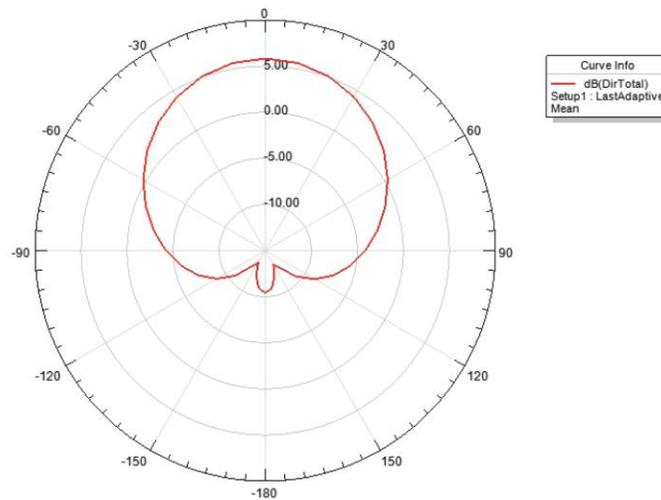


Fig. 7: Patrón de radiación a 4.55 GHz

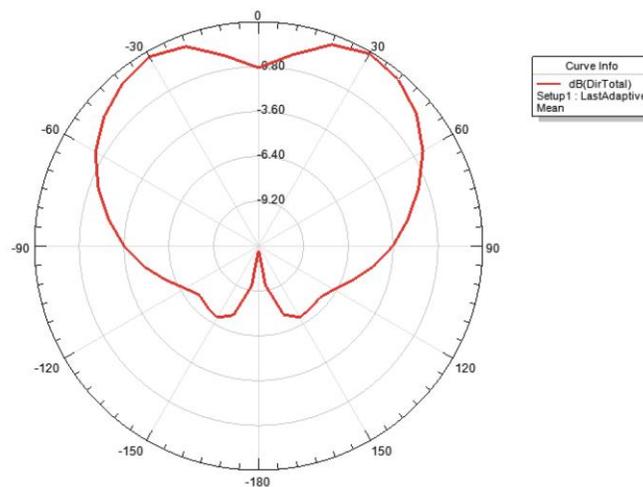


Fig. 8: Patrón de radiación a 5.23 GHz

Conclusiones

En este artículo se ha diseñado una antena parche rectangular con operación de frecuencias de 4.5 GHz y a 5.2 GHz con la inserción de dos ranuras para obtener este resultado pudiendo ser implementados para aplicaciones WIFI y otras aplicaciones móviles.

Este diseño permite que se pueda construir una sola antena con dos frecuencias de operación en lugar de construir 2 antenas con una frecuencia optimizando el tamaño y los costos, además se observa que los parámetros como el coeficiente de reflexión están por debajo de los -20dB y en la frecuencia de 5.2 Ghz se tiene un ancho de banda de 190 MHz lo cual permite trabajar con aplicaciones WIFI. Estos resultados demuestran que este diseño puede utilizarse para construir antenas de parche con un par de ranuras para aumentar el rendimiento y obtener más de una frecuencia de operación.

Referencias

1. Chen, Y. Y., Jiao, Y. C., Zhao, G., Zhang, F., Liao, Z. L., & Tian, Y. (2011). Dual-band dual-sense circularly polarized slot antenna with a C-shaped grounded strip. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, 10, 915–918.
<https://doi.org/10.1109/LAWP.2011.2166750>
2. Dai, X. W., Zhou, T., & Cui, G. F. (2016). Dual-Band Microstrip Circular Patch Antenna With Monopolar Radiation Pattern. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, 15, 1004–1007. <https://doi.org/10.1109/LAWP.2015.2490079>
3. Guo, X., Liao, W., Zhang, Q., & Chen, Y. (2016). A Dual-band Embedded Inverted T-slot Circular Microstrip Patch Antenna. *IEEE 5th Asia-Pacific Conference on Antennas and Propagation (APCAP)*151.
4. Ibrahim, M. S. (2018). Dual-Band Microstrip Antenna for the Fifth Generation Indoor / Outdoor Wireless Applications. *IEEE Xplore*.
5. Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2017). 2017 IEEE Second Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM) : 16-20 Oct. 2017. *IEEE Second Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM)* .
6. Li, Y., Zhao, Z., Tang, Z., & Yin, Y. (2020). Differentially Fed, Dual-Band Dual-Polarized Filtering Antenna with High Selectivity for 5G Sub-6 GHz Base Station Applications. *IEEE*

Antena Microstrip Dual-Band para Frecuencias de 4.55 GHz y 5.23 GHz

- Transactions on Antennas and Propagation, 68(4), 3231–3236.
<https://doi.org/10.1109/TAP.2019.2957720>
7. Peroulis, D., Sarabandi, K., & Katehi, L. P. B. (2005). Design of reconfigurable slot antennas. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 53(2), 645–654.
<https://doi.org/10.1109/TAP.2004.841339>
 8. Priya Kumawat, B., Meena, S., & Yadav, S. (2017). Square Shape Slotted Multiband Microstrip Patch Antenna Using Defect Ground Structure. *IEEE International Conference on Information, Communication*.
 9. Sharma, V., & Kumar Vishwakarma, R. (2015). A STACKED MICROSTRIP ANTENNA FOR MULTIBAND APPLICATIONS. *IEEE International Conference on Computer, Communication and Control (IC4-2015)*.
 10. Sri Sivasubramaniya Nadar College of Engineering. Electronics and Communication Engineering Department, & Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2019). *WiSPNET 2019 : 2019 International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSPNET) : 21-23, March 2019. International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSPNET)*.
 11. Tyagi, C., Joshi, I., & Porwal, S. (2016). Microstrip patch antenna for IEEE 802.11a WLAN (5.25 GHz) application. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 408, 361–367.
https://doi.org/10.1007/978-981-10-0129-1_38
 12. Wu, J., *IEEE Antennas and Propagation Society*, & *Institute of Electrical and Electronics Engineers*. (2016). *ISAPE'2016 : proceedings of the 11th International Symposium on Antennas, Propagation and EM Theory : October 18-21, 2016, Guilin, China*.

©2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).