

ANTENA DE PARCHE HEXAGONAL DE POLARIZACIÓN CIRCULAR ALIMENTADA MEDIANTE UN MÉTODO ATRACTIVO CON LÍNEA DE MICROCIERTA

Steven Jesús Paz Barrera¹, Yordanis Alonso Roque², Francisco Marante Rizo³, Frank Seguí Camacho⁴

¹⁻⁴ Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echevarría” (CUJAE)

² E.T.S Ingeniería de Telecomunicación e Instituto de Investigación de Ingeniería Oceánica de la Universidad de Málaga

¹svenjpaz@gmail.com, ²yordanis@uma.es, ³alonsoroque85@gmail.com, ³marante@tele.cujae.edu.cu,

⁴fsegui16@gmail.com

RESUMEN

En el presente artículo se propone una antena de microcinta de parche hexagonal con polarización circular en la banda de 2.4 GHz. La polarización circular es lograda usando un método atractivo de alimentación directa mediante línea microstrip ubicando la línea microstrip de manera longitudinal a uno de los lados del parche. Esto logra una buena adaptación a la línea de 50 ohm y una forma del patrón de radiación que puede resultar útil. Se propone una antena de parche hexagonal simple, implementada en un sustrato de bajo coste con un nuevo método para obtener los campos circularmente polarizados. El diseño, simulación, y optimización se realizó utilizando los softwares CST Microwave Studio y PCAAAD.

PALABRAS CLAVES: antena de microcinta, antena de parche, parche hexagonal, alimentación mediante línea de microcinta, polarización circular.

CIRCULAR POLARIZED HEXAGONAL PATCH ANTENNA FED USING ATTRACTIVE MICROSTRIP LINE METHOD

ABSTRACT

In this article a hexagonal patch microstrip antenna with circular polarization in the 2.4 GHz band is presented. Circular polarization is achieved using an attractive microstrip line direct feed method by placing the microstrip line longitudinally to one side of the patch. This feed method allows to reach a good match to the 50 ohm line and a shape of the radiation pattern that can be useful. A simple circular polarized hexagonal patch antenna implemented on a low cost substrate with a new method to obtain circularly polarized fields is proposed. The design, simulation, and optimization was carried out using the softwares CST Microwave Studio and PCAAAD.

INDEX TERMS: microstrip antenna, patch antenna, hexagonal patch, microstrip line feed, circular polarization.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente se hace evidente una revolución tecnológica en el ámbito de las comunicaciones inalámbricas, la competencia por obtener productos eficientes toma cada vez una mayor relevancia. En este tipo de comunicaciones las antenas constituyen un componente esencial. Entre ellas, las antenas planas en tecnología de microcinta son las más utilizadas, debido a su reducido tamaño, bajo perfil, pequeño peso, bajo costo y compatibilidad con la tecnología de circuito integrado [1]–[6]. Una característica fundamental en una antena de este tipo es la polarización. Las antenas con polarización circular poseen varias ventajas con respecto a las antenas linealmente polarizadas, marcado principalmente porque no requiere orientación estricta entre las antenas del transmisor y el receptor [7]–[15]. Esto permite un amplio uso en tecnologías como comunicaciones móviles y satelitales, sensores inalámbricos, identificación por radiofrecuencia, redes de área local, entre otras.

Este artículo abarca sobre el diseño de una antena de parche hexagonal, alimentado con una microcinta de manera que se logra polarización circular (relación axial por debajo de 3dB) en la banda de 2.4 GHz. Para el proceso de diseño y optimización se utiliza el software CST Microwave Studio [17, 18].

2. ANTENA PROPUESTA

El diseño a realizar debe cumplir los siguientes requerimientos mínimos:

- 1-) Pérdidas de Retorno $\leq -10\text{dB}$
- 2-) Operación con polarización circular (Relación Axial $\leq 3\text{ dB}$)

El sustrato FR-4 es de considerables pérdidas, lo cual hace que sea poco utilizado en antenas, principalmente en aplicaciones de las bandas de microondas y milimétricas. A pesar de esto ha sido utilizado en este trabajo con el fin de mostrar que es posible obtener un elevado ancho de banda de impedancia. En la Tabla 1, se exponen las características principales del sustrato utilizado.

Tabla 1: Características del sustrato Isola FR4 utilizado.

Característica	Valor
Permitividad dieléctrica	4.3
Tangente de pérdidas	0.01
Altura	1.6 mm
Altura del cobre	0.035 mm

El elemento radiante se diseñó con el objetivo de obtener polarización circular simplemente mediante alimentación con línea de microcinta. La línea de microcinta está situada de manera longitudinal en un lado del parche y haciendo contacto con el mismo, como se observa en la Fig. 1. Este método de alimentación permite que la onda viaje a través de la línea de microcinta excitando el parche en puntos diferentes a medida que va cambiando la fase, lo cual genera una rotación del campo eléctrico en el parche radiante. De esta manera, constituye un método novedoso para obtener polarización circular en este tipo de estructuras. Este fenómeno es mostrado en la Fig. 2. La antena está implementada en un sustrato de 45 mm (ancho) x 55 mm (largo).

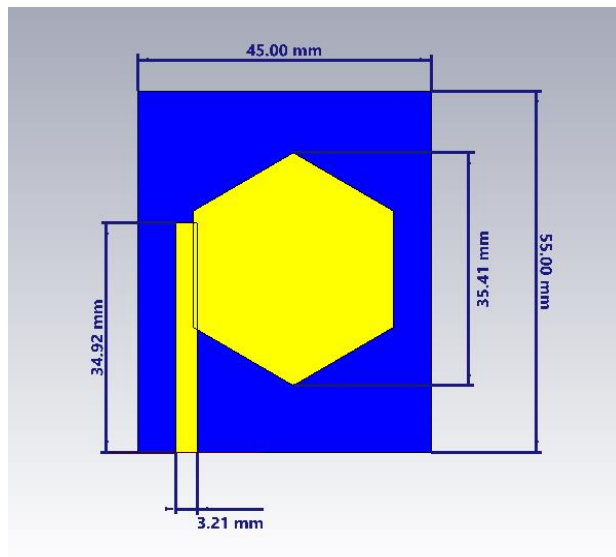


Figura 1: Representación de la estructura analizada.

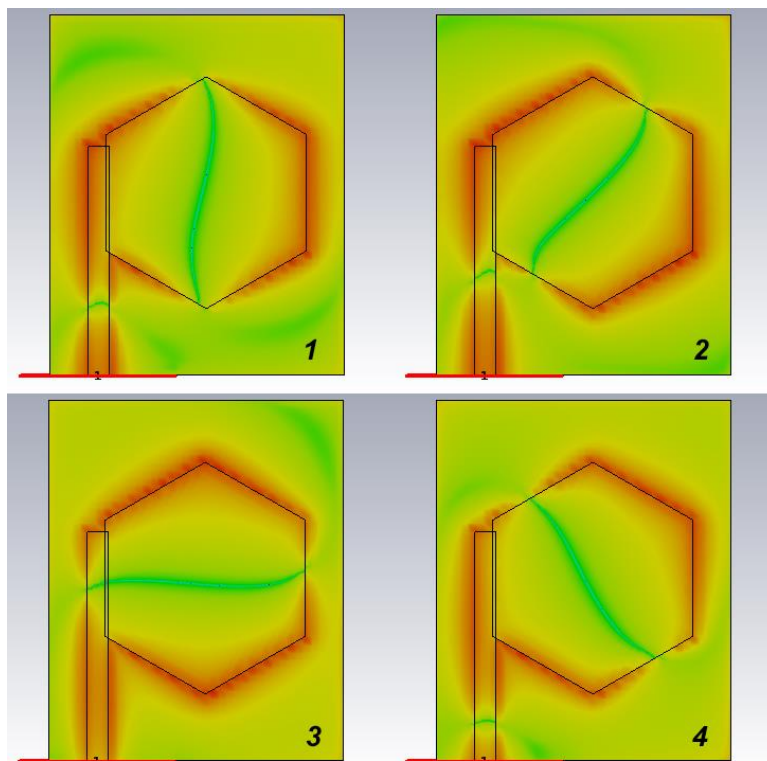


Figura 2: Rotación del campo eléctrico en el parche hexagonal.

En la Fig. 3 se muestra en detalle de cómo es la alimentación mediante línea de microcinta, su terminación, y las medidas (cotas). En esta es posible observar un ahusamiento, que consiste en que la línea de alimentación es ligeramente más ancha inicialmente con respecto al ancho que tiene en su porción de terminación. Además, existe una discontinuidad, dado que la línea de microcinta no termina su contacto con el fin del lado del parche con el que hace contacto.

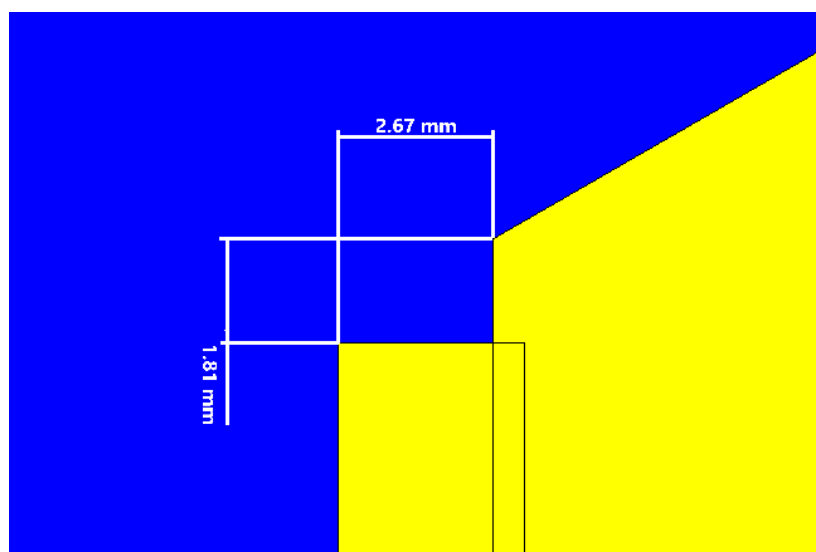


Figura 3: Vista detallada de la zona donde termina la línea de alimentación.

En la Fig. 4 se muestra la adaptación de la antena diseñada. Como se puede observar, la propuesta cumple con los requerimientos en cuanto a las pérdidas de retorno con un ancho de banda de 115 MHz para una frecuencia central de 2.4 GHz, lo que representa un ancho de banda de adaptación relativo de 4.8% aproximadamente.

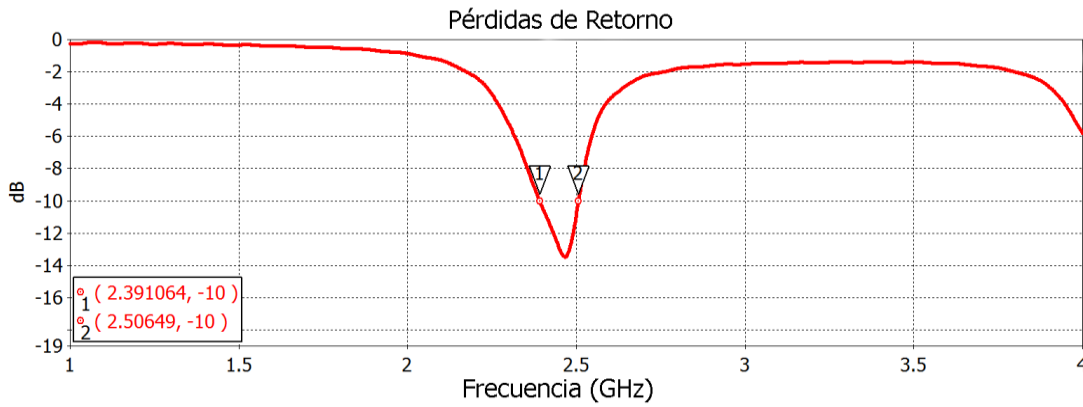


Figura 4: Comportamiento de las pérdidas de retorno con respecto a la frecuencia.

Con respecto a la polarización, se cumplen los requisitos establecidos para afirmar que posee polarización circular. Como muestra la Fig. 5, la relación axial es menor que los 3dB en un rango 51 MHz, lo que representa un 2% respecto a la frecuencia central.

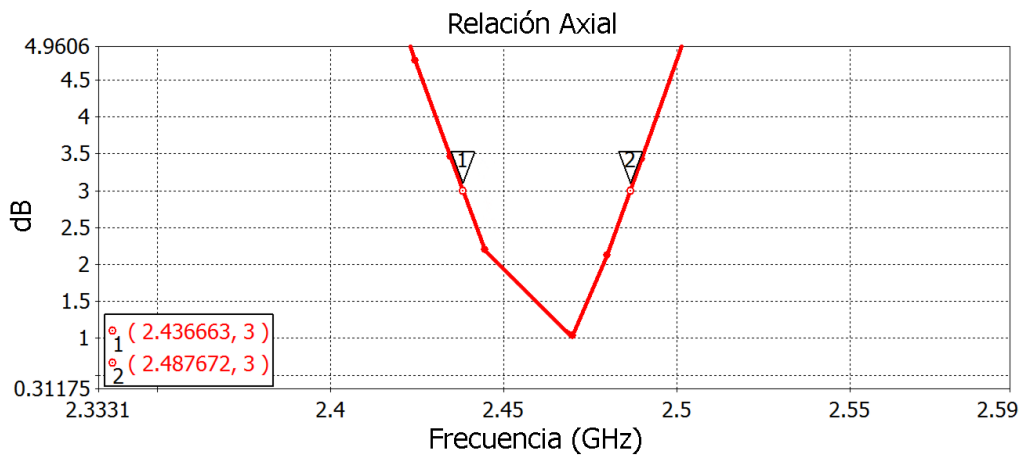


Figura 5: Comportamiento de la relación axial con respecto a la frecuencia.

En la Fig. 6 se muestra la impedancia en la frecuencia. Como se puede observar, es poca la variación de la impedancia con la frecuencia, lo cual revela una buena estabilidad de la adaptación del elemento radiante con la línea de microcinta. Para la frecuencia central se obtiene una impedancia de entrada de $49.5 + j20.6\Omega$ como se puede apreciar en la Fig. 6.

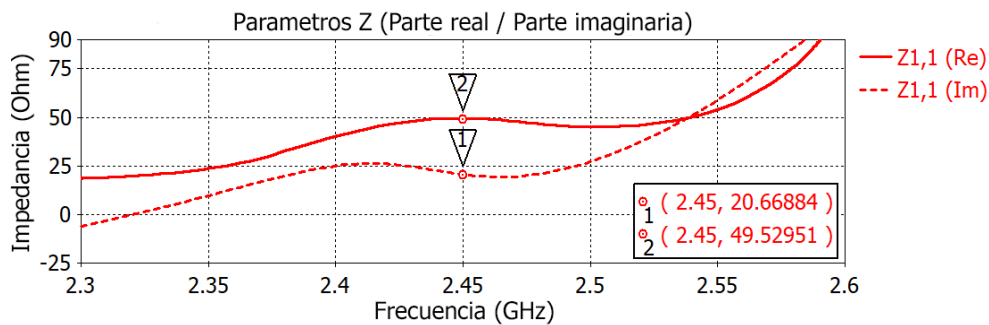


Figura 6: Comportamiento de los Parámetros Z (parte real e imaginaria) con respecto a la frecuencia.

A continuación, en la Fig. 7 se muestra el diagrama de radiación en 3D de la antena orientada en el plano de elevación (eje Z) con una escala de Ganancia, siendo su máximo valor los 2.73 dBi.

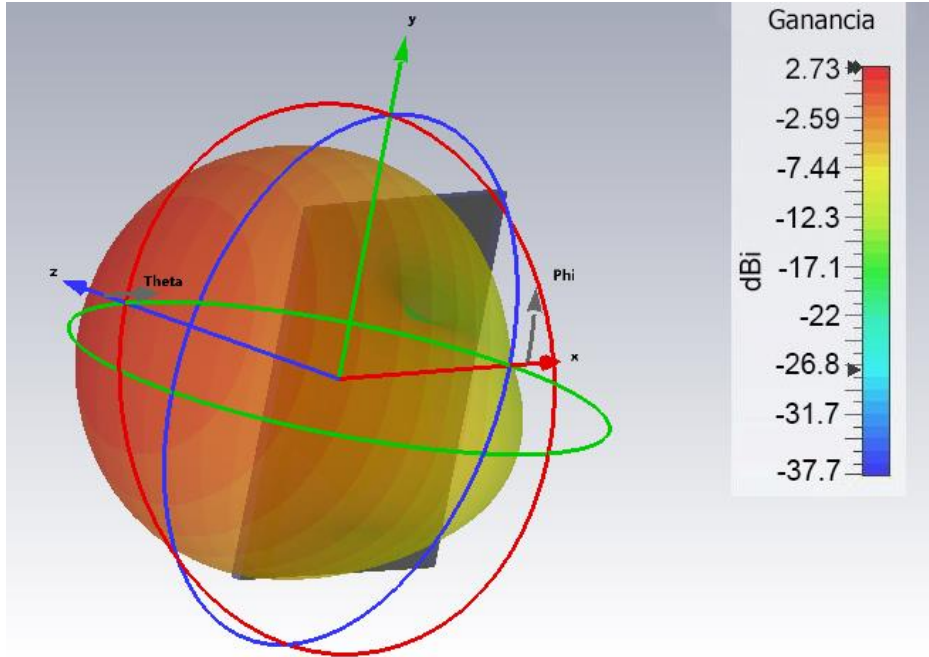


Figura 7: Diagrama de radiación en 3D.

En la Tabla 2 se muestra un estudio comparativo de la antena abordada en este artículo con respecto a una antena de parche cuadrado acoplada por ranuras ortogonales con polarización circular [19] en el mismo sustrato y misma frecuencia de trabajo.

Tabla 2: Estudio comparativo.

	Ganancia	Directividad	Ancho de banda de adaptación	Ancho de banda de relación axial	Complejidad de fabricación
Parche cuadrado acoplado por ranuras ortogonales	≈6.14 dBi	6.3 dBi	116 MHz	23.2 MHz	Alta
Parche hexagonal alimentado por línea de microcinta longitudinal en el lateral	2.73dBi	5.28 dBi	115 MHz	51 MHz	Baja

3. CONCLUSIONES

Se logra el diseño de un elemento radiante en la banda de 2.4 GHz, utilizando la herramienta de simulación CST Microwave Studio y el software PCAAD para cálculos complementarios tales como la impedancia de la línea microstrip. Con el uso de un sustrato de bajo costo se emplea un método atractivo para lograr polarización circular en una antena de parche hexagonal a través de un método de alimentación que resulta en gran medida novedoso. Se obtuvo un considerable ancho de banda de impedancia (115 MHz, 4.8%), y una buena polarización circular con un ancho de banda de 51 MHz (2%). La antena tiene un diagrama de radiación unidireccional con poca radiación trasera (elevada relación *front-to-back*), y un valor de ganancia máxima que pueden ser útil para distintas aplicaciones como redes inalámbricas, móviles, entre otras.

RECONOCIMIENTOS

Los autores agradecemos a todo el colectivo del Laboratorio de Comunicaciones Inalámbricas de la CUJAE, por su ayuda y apoyo incondicional.

REFERENCIAS

- [1] X. H. Paucar Tipán y M. A. Quispe Sánchez, «Diseño de un arreglo de antenas microstrip para banda de onda milimétrica», B.S. thesis, 2020.
- [2] A. A. Acuña Altahona, J. A. Hurtado Vargas, y C. A. Jusquini Tinoco, «Diseño y simulación de un array de parches lineal en la banda de las microondas», 2021.
- [3] J. Martínez Manzano, «Análisis y Diseño de un Array de Antenas en Tecnología Microstrip», 2020.
- [4] S.-T. Toral y A. Alfonso, «Diseño de arreglos de antenas de microcinta para sistemas inalámbricos en la banda de 2.4 GHZ.», 2019.
- [5] V. Hinojosa, «Diseño y evaluación de prototipos con diversas geometrías de antenas con microcinta debajo de 6 GHz», *Inst. Ing. Tecnol.*, 2020.
- [6] D.M Pozar, *Microwave Engineering*, 2nd edn. John Wiley & Sons, 1997.
- [7] N. P. García, F. M. Rizo, y S. J. P. Barrera, «ANTENA DE MICROCINTA CON POLARIZACIÓN CIRCULAR PARA APLICACIONES RFID EN 2.4 GHZ», *Telemática*, vol. 19, n.º 3, pp. 38-47, 2020.
- [8] Dayan Pérez Quintana, Yosán Morales García, y Francisco Marante Rizo, «Antena de parche con Polarización Circular, para Aplicaciones RFID (Radio Frequency IDentification)», *Rev. Ing. Electrónica Automática Comun.*, vol. 39, n.º 2, may 2018.
- [9] O. H. Martínez, M. R. Toranzo, y F. M. Rizo, «Antena de microcinta con polarización circular en la banda de 60 GHz», *Telemática*, vol. 17, n.º 3, pp. 25-34, 2018.
- [10] Marcos Rodríguez Toranzo, «Diseño de un arreglo de antenas de microcinta con polarización circular en la banda de 60 GHz», Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, 2017.
- [11] L. Li, J. Li, B. He, S. Zhang, y A. Zhang, «A Compact Circularly Polarized Microstrip Antenna with Bandwidth Enhancement», *Prog. Electromagn. Res.*, vol. 61, pp. 85-89, 2016, doi: 10.2528/PIERL16051302.
- [12] S. Gao, Q. Luo, y F. Zhu, *Circularly Polarized Antennas*. Wiley (UK), 2014. Consultado: feb. 28, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-111837441X.html>
- [13] M. Shakeeb, «Circularly Polarized Microstrip Antenna», Tesis de Maestría, Concordia University, Montreal, Quebec, Canada, 2010.
- [14] M. Ramírez Acedo, *Antenas microstrip con polarización circular para sistemas de posicionamiento por satélite y aplicaciones RFID*. Universitat Autònoma de Barcelona, 2013.
- [15] A. O. Fernández, «Diseño y caracterización de un array de antenas en tecnología plana en la banda de 8GHz con polarización circular», p. 114, 2017.
- [16] A. David Cabrera Valdés y N. Paz García, «Antena de Microcinta Doble Banda con Polarización Circular para Aplicaciones WLAN.», Tesis de Grado, Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” CUJAE, LA HABANA, CUBA, 2018.
- [17] krm5, «CST Studio Suite 3D EM simulation and analysis software». <https://www.3ds.com/products-services/simulia/products/cst-studio-suite/> (consultado nov. 03, 2021).
- [18] «CST Computer Simulation Technology», may 31, 2019. <https://www.cst.com/>.
- [19] Yordanis Alonso Roque, Francisco R. Marante Rizo, Leslye Villar Ledo, «Caracterización y diseño de una antena de parche cuadrado acoplada por ranuras ortogonales de polarización circular en FR-4», *Telemática*, vol. 12, n.º 3, pp. 71-82, 2013.

SOBRE LOS AUTORES

Steven Jesús Paz Barrera, Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica en la Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría (CUJAE). Graduado en el año 2021. Integrante del Grupo de Investigación de Comunicaciones Inalámbricas en la Facultad de Telecomunicaciones de la CUJAE. ORCID: 0000-0003-3456-7112.

Yordanis Alonso Roque, Ingeniero Superior en Telecomunicaciones y Electrónica, y Máster en Ciencias en Ingeniería de Telecomunicación por la Facultad de Ingeniería de Telecomunicaciones del Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” (CUJAE), actualmente Universidad Tecnológica de la Habana, Cuba. Fue investigador del *Grupo de Investigación de Comunicaciones Inalámbricas*, y profesor del Departamento de Telecomunicaciones, ambos de la mencionada Facultad de Ingeniería de Telecomunicaciones. Actualmente es

investigador- colaborador del *Grupo de Investigación de Comunicaciones Inalámbricas*, principalmente en el campo de Ingeniería de Radiofrecuencia/Microondas y Antenas. Actualmente también es investigador-colaborador de la *E.T.S Ingeniería de Telecomunicación* y del *Instituto de Investigación de Ingeniería Oceánica*, ambos de la Universidad de Málaga, España.

Francisco Marante Rizo, Graduado de Ingeniero en Telecomunicaciones en el año 1974 en La Universidad de La Habana, y Doctor en Ciencias Técnicas en La Universidad Técnica de Praga en 1986. Ha sido profesor de la disciplina de Radiocomunicaciones desde 1976 hasta la actualidad. Es profesor Titular desde 1988, y ha sido Jefe de Cátedra de Microondas y Comunicaciones Inalámbricas de la Facultad de Telecomunicaciones y Electrónica de la CUJAE desde 1990 hasta la actualidad. También es el Jefe del Grupo de Investigación de Comunicaciones Inalámbricas en la Facultad de Telecomunicaciones de la CUJAE. ORCID: 0000-0003-3277-1371.

Frank Seguí Camacho, Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica en la Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría (CUJAE). Graduado en el año 2021. Integrante del Grupo de Investigación de Comunicaciones Inalámbricas en la Facultad de Telecomunicaciones de la CUJAE. ORCID: 0000-0003-4588-421X

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún conflicto de intereses de los autores o de las instituciones a las cuales pertenece en relación al contenido del artículo aquí reflejado.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

- **Autor 1:** 35%, conceptualización, preparación, creación y desarrollo del artículo.
- **Autor 2:** 25%, organización, y mejora del artículo. Revisión de cada una de las partes (versiones).
- **Autor 3:** 25%, revisión crítica de cada una de las versiones del borrador del artículo y aprobación de la versión final a publicar.
- **Autor 4:** 15%, contribución a la idea, participación en la redacción, y contribución a la mejora del artículo.

Esta revista provee acceso libre inmediato a su contenido bajo el principio de hacer disponible gratuitamente investigación al público. Los contenidos de la revista se distribuyen bajo una licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License. Se permite la copia y distribución de sus manuscritos por cualquier medio, siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores y no se haga uso comercial de las obras.

