

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

DATOS INFORMATIVOS

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Interdisciplinario

Título del proyecto:
Diseño, simulación y fabricación de una antena tipo parche en la banda de ISM para ser utilizada en un sistema radar de apertura sintética

Investigación básica Investigación aplicada Investigación pedagógica Innovación
DEPARTAMENTO(S):
 1. ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y REDES DE INFORMACIÓN (DETRI)
 2.
LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN (verificable en el SAEW):
 1. EMISIONES RADIOELÉCTRICAS
 2.

<u>Resumen de información del director y colaboradores del proyecto</u>		
<u>Director</u>		
Apellidos y nombres	Departamento	Título de mayor nivel (Ing., M.Sc., Ph.D)
NAVARRO MÉNDEZ DIANA VERÓNICA	DETRI	Ph.D.
<u>Colaborador(es)</u>		
Apellidos y nombres	Departamento	Título de mayor nivel Ing., M.Sc., Ph.D)
CARRERA SUÁREZ LUIS FERNANDO	DETRI	Ph.D.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica Investigación Aplicada Investigación Pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y REDES DE INFORMACIÓN

LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. EMISIONES RADIOELÉCTRICAS

1 Proyecto de Investigación

Título: *Diseño, simulación y fabricación de una antena tipo parche en la banda de ISM para ser utilizada en un sistema radar de apertura sintética*

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

Se realizará el diseño, simulación y fabricación de un elemento radiante utilizando tecnología planar. La antena irá embarcada en un sistema radar de apertura sintética que operará en la banda de ISM (Industrial, Scientific and Medical) a 2.45 GHz. Según los requerimientos planteados por el radar, las principales características del elemento radiante son: ganancia de 5 dBi, ancho de banda de al menos el 2% y polarización circular.

Se plantea utilizar tecnología planar para el diseño de la antena, por las ventajas que ésta presenta como: bajo peso, bajo coste y posibilidad de crear un elemento conformado a la estructura deseada. Para conseguir que el prototipo brinde las prestaciones adecuadas para la aplicación y utilizando tecnología planar, en primer lugar, se analizará la mejor alternativa de fabricación sea basada en PCB "Printed Circuit Board" o en LTCC "Low Temperature Co-fired Ceramic". Posteriormente, se procederá a realizar un estudio con diversos tipos de sustratos dieléctricos tomando en cuenta las características eléctricas del material (constante dieléctrica y tangente de pérdidas) así como su grosor; a partir de lo cual se seleccionará el sustrato que permita cumplir con las especificaciones mencionadas.

Se analizará la geometría de la antena y el tipo de excitación buscando las mejores alternativas y técnicas de diseño para conseguir que ésta presente el ancho de banda deseado y que radie con polarización circular.

Finalmente, para la fabricación y medidas del diagrama de radiación, se cuenta con la colaboración del Grupo de Radiación Electromagnética de la Universidad Politécnica de Valencia-España.

Palabras clave (4-6):

Antenas parche, antenas conformadas, antenas microstrip, radar

2 Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

- Diseñar una antena con tecnología planar que presente polarización circular y que opere en la banda de 2.45 GHz, para ser utilizada en un radar de apertura sintética.



2.1.2 Objetivos Específicos

- Determinar la tecnología de fabricación, así como el sustrato dieléctrico apropiado para cumplir con las especificaciones requeridas para el diseño e implementación de un prototipo de antena.
- Realizar un estudio de la forma geométrica, mecanismos para conseguir polarización circular y tipo de alimentación de una antena parche, utilizando un simulador electromagnético.
- Presentar las mediciones de un prototipo de antena parche que cumpla con las especificaciones técnicas requeridas.

2.2 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)

- Se tendrá el modelo de un elemento radiante que trabaje en la banda de ISM a 2.45 GHz con un ancho de banda del 2% para un $S_{11} < -10$ dB.
- Se espera tener como resultados previos al prototipo final las simulaciones electromagnéticas de varias antenas en tecnología impresa con diferentes polarizaciones y tipos de alimentación.
- Dar a conocer los resultados de las simulaciones y mediciones del prototipo de la antena parche en una o varias publicaciones

3 Relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación

En concordancia con los lineamientos del departamento, en lo referente a las líneas de investigación que se mantienen por el momento, este trabajo queda enmarcado en los temas relacionados con *Emisiones Electromagnéticas*.

El diseño de sistemas radiantes, constituye por el momento un tema poco desarrollado en la universidad, por falta de la infraestructura necesaria tanto para la fabricación como para la medición de los parámetros fundamentales que definen el comportamiento de una antena. Por esta razón, aprovechando las recientes adquisiciones de equipamiento y software de los que dispone actualmente el Departamento de Electrónica Telecomunicaciones y Redes de Información (DETRI) en el *Laboratorio de Investigación y Simulación para Telecomunicaciones*, en este proyecto se plantea comenzar con el diseño y fabricación de una antena operativa en la banda ISM. El diseño de antenas se encontraría directamente relacionado con las actividades y lineamientos que el DETRI desempeña, así como con las dos carreras a su cargo (Electrónica y Telecomunicaciones y Electrónica y Redes de Información).

Además, cabe indicar que esta antena será utilizada en otro proyecto que el DETRI llevará a cabo con el Instituto Espacial Ecuatoriano y la SENESCYT, en el cual se diseñará e implementará un prototipo de sensor de radar de apertura sintética para la observación remota de la tierra.

También es importante mencionar que la fabricación del prototipo, se la realizará con la colaboración del Grupo de Radiación Electromagnética (GRE) del Instituto de Telecomunicaciones y Aplicaciones Multimedia (iTEAM) de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), España.

Para la ejecución de este proyecto los investigadores cuentan con la experiencia necesaria ya que han participado en proyectos relacionados con el diseño de antenas como: diseño y fabricación de una antena parche conformada para un vehículo aéreo no tripulado (Unmanned Aerial Vehicle), diseño y fabricación de una antena parche con polarización circular para el picosatélite POLITECH.1 de la UPV y diseño y fabricación de antenas impresas tipo monopolo para comunicaciones vehiculares. Cabe mencionar que cada uno de estos proyectos ha llegado a término con el cumplimiento de las especificaciones requeridas.



4 Productos esperados
a. Publicaciones científicas (obligatorio); <input checked="" type="checkbox"/>
b. Disertación a la Comunidad Politécnica; <input type="checkbox"/>
c. Proyecto de Titulación; <input checked="" type="checkbox"/>
d. Tesis de Grado (maestría o doctorado); <input type="checkbox"/>
e. Aplicación tecnológica construida o implementada; <input checked="" type="checkbox"/>
f. Patente presentada; <input type="checkbox"/>
g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación. <input type="checkbox"/>

5 Descripción y metodología y diseño del proyecto
5.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)
<p>Con el rápido desarrollo de la tecnología y con ello la creciente demanda por transmitir y recibir información de forma inalámbrica; surge la necesidad de contar con sistemas de comunicaciones que posean elementos que permitan la radiación eficiente de las ondas electromagnéticas empleadas para transportar la información.</p> <p>Es por este motivo, que las antenas han llegado a ser una parte fundamental que requiere un especial interés [1]. Unos de los sistemas que mejor explota el uso de elementos radiantes son los sistemas de radar. Estos sistemas utilizan las ondas electromagnéticas para medir diferentes parámetros como distancias, altitudes, velocidades, formaciones meteorológicas, etc. que luego serán transmitidas y recibidas para ser procesadas en el sistema.</p> <p>Existen diversos tipos de elementos radiantes, entre los más destacados son las antenas tipo parche [2] por su versatilidad, peso ligero, bajo coste y posibilidad de ser colocadas sobre superficies que presenten diferentes formas (antenas conformadas).</p> <p>En este proyecto se diseñará una antena tipo parche que será utilizada en un sistema radar que se implementará en conjunto con el Instituto Espacial Ecuatoriano. Las especificaciones técnicas que deberá cumplir la antena son: frecuencia central de operación a 2.45 GHz, polarización circular, ganancia de 5 dBi y un ancho de banda de al menos 50 MHz (2%). Además de los parámetros mencionados, dado que la antena será utilizada por un radar de corto alcance se estima que ésta presente un ancho de haz mayor a 50°.</p> <p>Para cumplir con estas características, en primer lugar, se realizará un análisis del tipo de sustrato, a partir de lo cual se podrá determinar el material que presente la permitividad, el grosor y la tangente de pérdidas adecuados para conseguir el ancho de banda indicado y evitar la posible presencia de ondas superficiales presentes en sustratos de altas permitividades y elevado grosor. Para este análisis se realizarán simulaciones, variando los parámetros mencionados (permitividad, grosor, tangente de pérdidas), con la ayuda de HFSS como simulador electromagnético y un parche cuadrado como elemento radiante de prueba alimentado mediante una línea microstrip de 50 ohms.</p> <p>Posterior a la selección del material, de los diversos tipos de geometrías de antenas parche [3] (cuadrado, circular, dipolo, rectangular, elíptico, anillo) se elegirá aquel que mejor se adecúe al espacio previsto en el radar. A continuación, se realizarán las simulaciones respectivas para determinar qué tipo de alimentación es el más conveniente para esta antena. Los tipos de alimentación que se analizarán son: con línea microstrip (con y sin inserciones), con línea coaxial y por acoplamiento con ranura.</p> <p>Para que la antena radie con polarización circular, en base al tipo de parche elegido, se realizarán simulaciones alterando la geometría del mismo, con la inclusión de ranuras, inserciones, biselados o cambiando la posición del punto de excitación de la antena.</p> <p>Además, en caso de que con un solo parche no sea posible conseguir la directividad deseada, se realizará una agrupación de los mismos y con ello el diseño de la red de alimentación.</p>



METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Existen varias tecnologías utilizadas para la fabricación de antenas planares; entre las que podemos destacar: PCB "Printed Circuit Board" y LTCC "Low Temperature Ceramic Co-fired" [4]. En vista de que cada una de éstas presenta sus ventajas y desventajas, se analizarán las necesidades que se esperan cubrir para seleccionar la más adecuada para el diseño de la antena.

Antes de la realización de cualquier dispositivo, se debe seleccionar el material sobre el cual se basará el diseño y fabricación de los modelos. Es importante tener en cuenta la aplicación para identificar de la mejor manera el material a utilizarse.

Entre los principales parámetros técnicos que se deberán considerar tenemos: la permitividad o constante dieléctrica (empleada para disminuir el tamaño de los dispositivos, aunque el ancho de banda y eficiencia podrían verse afectados) y la tangente de pérdidas (factor que refleja las pérdidas de energía presentes en un dieléctrico). Una vez seleccionado el sustrato, el grosor del mismo constituye otro parámetro que requiere ser analizado [5], para lo cual se procederá a realizar análisis paramétricos con un simulador electromagnético. Para cada una de las pruebas, por facilidad de diseño se utilizará como elemento base un parche cuadrado con polarización lineal.

Como parte del diseño se contempla la selección del modelo de antena y las modificaciones que permitan obtener polarización circular [6] [7], así como elegir el tipo de alimentación acorde con las características mecánicas requeridas para el montaje en el radar.

Además, se prevé que para el cumplimiento de la ganancia que debe brindar la antena, se deba utilizar una agrupación de antenas parches, para lo cual se tomará como base el elemento que se propone diseñar en este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. Jofre, L., et al., *Handbook on Small Antennas*. 2012.
2. Lee, K.F. and K.M. Luk, *Microstrip Patch Antennas*. 2011: Imperial College Press.
3. Volakis, J., C.C. Chen, and K. Fujimoto, *Small Antennas: Miniaturization Techniques & Applications*. 2009: McGraw-Hill Education.
4. Navarro-Méndez, D.V., et al. *Reconfigurable circularly-polarized antenna in LTCC technology*. in *Antennas and Propagation (EuCAP), 2014 8th European Conference on*. 2014. IEEE.
5. Navarro-Méndez, D.V., et al., *Diseño y construcción de una antena parche a 5.8 GHz con polarización circular para el Picosatélite POLITECH*.
6. Ramírez, M. and J. Parrón, *Antenas microstrip con polarización circular para sistemas de posicionamiento por satélite y aplicaciones RFID*, in *Departament de Telecomunicació i Enginyeria de Sistemes 2013*, Universitat Autònoma de Barcelona.
7. Navarro-Méndez, D.V., L.F. Carrera-Suárez, and M. Baquero-Escudero. *Circular polarization patch antenna with low axial ratio in a large beamwidth*. in *Antennas and Propagation (EuCAP), 2013 7th European Conference on*. 2013. IEEE.

6 Tiempo de dedicación de docentes, infraestructura, equipos y fondos adicionales.

6.1 Tiempo máximo de dedicación semestral del Director del proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores.

Nombre	Rol (director o colaborador)	Horas de dedicación	Departamento
Dra. Diana Verónica Navarro Méndez	Director	16HSS	DETRI
Dr. Luis Fernando Carrera Suárez	Colaborador	8HSS	DETRI



6.2 Infraestructura y equipos

- *Computador Acer Core 2 Quad*, ubicado en mi oficina en el 7mo. Piso del edificio de Eléctrica-Química.
- *Software ADS*, en el Laboratorio de Investigación del DETRI, en el 7mo piso del edificio de Eléctrica-Química.
- *Software HFSS*, una licencia en el Laboratorio de Investigación del Grupo de Radiación Electromagnética. Universidad Politécnica de Valencia- España.
- *Equipo de fabricación de circuitos impresos*, en el Laboratorio de Investigación del Grupo de Radiación Electromagnética. Universidad Politécnica de Valencia- España.
- *Cámara anecoica y Analizadores Vectoriales de Redes*, en el Laboratorio de Investigación del DETRI y en el Laboratorio de Investigación del Grupo de Radiación Electromagnética. Universidad Politécnica de Valencia- España.

6.3 Breve justificación del equipo requerido

- *Computador*: requerido para las simulaciones de los diferentes modelos de antenas previos al prototipo final. De mi propiedad poseo un computador motivo por el cual no requiero adquirirlo. Las características que presenta son: Procesador Core 2 Quad con 6 GB de RAM y 1 TB de capacidad en disco.
- *Software*: utilizará dos tipos de software, el primero ADS (Advanced Design System) cuyas licencias posee el Laboratorio de Investigación del DETRI, y el segundo Ansys HFSS (1 licencia mediante simulación remota en el servidor del GRE).
- *Fabricación*: para este proceso se cuenta con la colaboración del Grupo de Radiación Electromagnética (GRE) del Instituto de Telecomunicaciones y Aplicaciones Multimedia (iTEAM) de la Universidad Politécnica de Valencia que cuenta con el equipo necesario para este fin.
- *Medición*: para validar los resultados obtenidos de las simulaciones se requiere que se realicen las mediciones respectivas de los parámetros S y diagramas de radiación y relación axial de la antena; para lo cual el Laboratorio de Investigación cuenta con un analizador vectorial de redes KEYSIGHT -E5071C con el cual se medirá el parámetro S_{11} de la antena. Para las mediciones de diagrama y relación axial el GRE cuenta con una cámara anecoica y el software adecuado para este propósito.

6.4 Fondos Adicionales

- *Otros fondos de otros organismos (si los hubiere)*

7 Declaración del Director del Proyecto

Declaro que la presente propuesta es de mi autoría y de los colaboradores mencionados y que no ha sido presentada en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada solicitando el financiamiento total del proyecto.

DIRECTOR DEL PROYECTO
Nombre: *Diana Verónica Navarro Rendez*
CC: *171485761-7*

Quito, 08 de Septiembre de 2016
(lugar y fecha)



DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO

Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento de ...P.E.T.R.I....., en sesión del día ..18/07/2016.. mediante resolución No R.D.:024. Las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del proponente y sus colaboradores de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta propuesta.


JEFE DEL DEPARTAMENTO
Nombre: Fabio González
CC: 170844029-0

Quito, 05 de 10 de 2016
(lugar y fecha)