



Cátedra Proyecto Final 2025

S-Band Phased Array Antenna System for CubeSat Mobile Services Communications

Abstract

Alessandro Ghezzi, Sergio Brito

Director: Matias Hampel

Tutor: Lucas Liaño

Docente: Mg.Ing. Sebastián Verrastro

Ayudante: Mg.Ing. Pablo Sánchez

Ayudante: Mg.Ing. Mariano Vidal

Ayudante: Ing. Fernando Valenzuela

Phased Array, CubeSat, Beamforming, MSS

Glosario

Ansys HFSS Software de simulación de campo electromagnético de Ansys. 3

Banda-S Estándar IEEE para ondas de radio con frecuencias que van de 2 a 4 GHz. 2

CAD Computer Assisted Design Software Applications. 3

CST Studio Software de simulación de campo electromagnético de Dassault Systems.
3

CubeSat Estándar de diseño de nanosatélites, cuya estructura es escalable en cubos de 10 cm de arista y masa inferior a 1,33 kg.. 2

GIAR Grupo de Inteligencia Artificial y Robótica de la UTN FRBA. 3

ITU International Telecommunication Union. 2, 3

KiCAD Electronics Design Automation Suite. 3

MSS Mobile Satellite Services - ITU Standard. 2

PCB Printed Circuit Board. 3

1. Descripción

Este proyecto se centra en el desarrollo de un sistema phased-array (AnalogDevices, 2025) que opera en la Banda-S, diseñado para aplicaciones de Servicio de Internet Móvil Satelital MSS por sus siglas en inglés (ITU, 2002) con el objetivo de ser implementadas a futuro en un CubeSat (NASA, 2025). El proyecto aborda desafíos tecnológicos clave, como la miniaturización de componentes, la optimización de la transferencia de energía y la verificación de la aplicación en condiciones ambientales adversas, sumado a las complicaciones naturales de los diseños de radiofrecuencia.

Esto lo convierte en un enfoque innovador y estratégico para satisfacer las crecientes demandas de la industria aeroespacial y de telecomunicaciones, para la transmisión y recepción de señales, mejorando la directividad y optimizando el uso de la potencia disponible en términos de ganancia y cobertura.

El cuadro 1 presenta una tabla extraída de las normas de la ITU (ITU, 2002), que nos indica la banda de idealmente 100 MHz entre 2.1 y 2.2 GHz para comunicaciones Salelite-Tierra (s-E), en la cual nuestros bloques circuitales deberán estar lo mejor adaptados para su operación conjunta con la mejor transferencia y la menor reflectancia posible.

Frequency Band (MHz)	Region	Relevant Provisions	Allocation Status
2010-2025 (E-s)	2	R.R No 5.389C R.R No 5.389D	Primary
2120-2160 (s-E)	2	–	Primary
2160-2170 (s-E)	2	R.R No 5.389C R.R No 5.389D	Primary
2170-2200 (s-E)	1 2 3	R.R No 5.389A	Primary

Cuadro 1: Locación de bandas de frecuencia para los MSS (ITU, 2002)

Estos bloques circuitales consistirán de:

- Switch Transmisor-Receptor (Half-Duplex)
- Power Splitter
- Phase Shifter Array Controlable
- Antenna Array

La interconexión de estos puede observarse en el diagrama en bloques de la Figura 1.

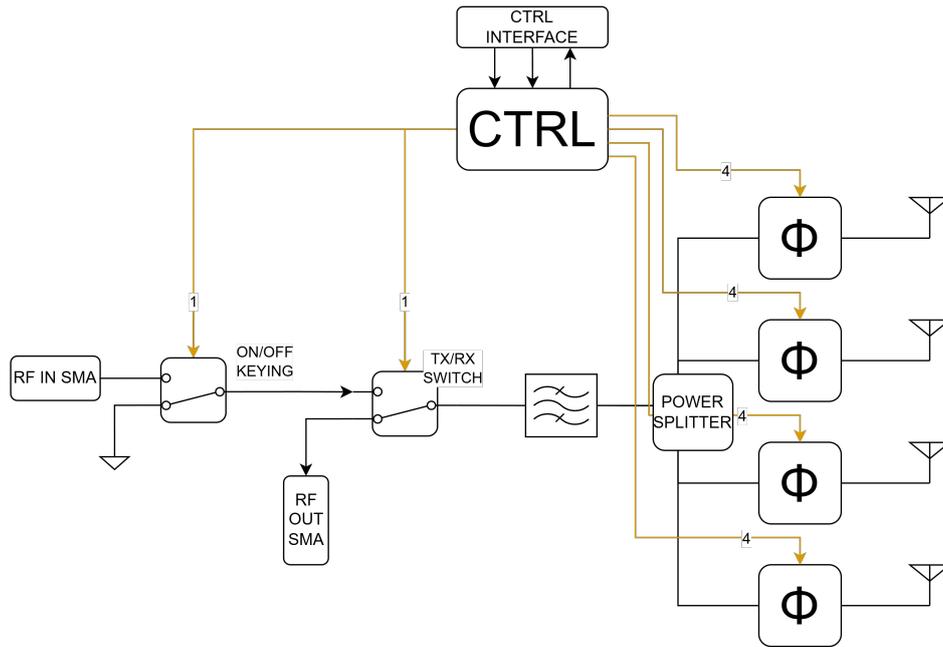


Figura 1: Diagrama en Bloques

Con el objetivo de dirigir el haz electromagnético de forma dinámica, mejorando la precisión y reduciendo las interferencias, este sistema es particularmente relevante para aplicaciones como telecomunicaciones, navegación y monitoreo en tiempo real, donde la estabilidad y la calidad de la señal son fundamentales.

1.1. Motivación

La motivación surge de la unión entre la necesidad del grupo GIAR de investigación de la UTN FRBA, cuyo objetivo incluye el lanzamiento de un satélite CubeSat capaz de comunicaciones espacio-tierra en banda S bajo normas ITU, y la motivación natural de los integrantes del equipo en el desarrollo de aplicaciones de telecomunicaciones y satelitales dentro del territorio argentino.

1.2. Métodos

En términos de Gestión de Proyectos, se utilizará la metodología Kanban con la intención de agilizar la entrega de hitos realizables dentro de tiempos razonablemente cortos, que serán administrados a través de la aplicación Jira.

El diseño, simulación e implementación en PCB será asistido por herramientas CAD como Ansys HFSS, CST Studio y KiCAD, a definir dada la disponibilidad de licencias.

La implementación de PCB profesional de 4 capas con impedancia controlada será proporcionada por un vendedor, a definir.

1.3. Requerimientos

En términos del diseño e implementación, se planean obtener resultados que estén dentro de los requerimientos planteados por el GIAR y por el equipo, estos fueron volcados en la Tabla 2 a continuación.

-	Mandatarios	Recomendados	Opcionales
S_{21}	$\geq -5dB$	$\geq -3dB$	-
S_{11}	$\leq -10db$	-	-
Potencia	1W	2W	-
Ganancia	$\geq 5dBi$	-	-
Isolation	$\geq 10dB$	-	-
Puntos	64	65.536	-
Tamaño	-	$\leq 100mm \times 100mm$	-

Cuadro 2: Requerimientos GIAR y Equipo

También se caracterizaran distintos bloques del sistema y el efecto de dosis total acumulada (TID, por sus siglas en ingles) para verificar su funcionamiento bajo condiciones ambientales adversas como son las espaciales, para garantizar su función en misiones futuras.

1.3.1. Excluidos

- Sistema de control (I2C, SPI) para facilitar al configuración del Phased Array

Referencias

- AnalogDevices. (2025). *Phased Array Technology*. <https://www.analog.com/en/solutions/aerospace-and-defense/phased-array.html>
- ITU. (2002). *Mobile-Satellite Service Handbook*. https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/hdb/R-HDB-41-2002-OAS-PDF-E.pdf
- NASA. (2025). *Small Spacecraft Technology*. <https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2025/02/soa-2024.pdf?emrc=8a3a41>
- Schühler, M., Schmidt, C., Weber, J., Wansch, R., & Hein, M. A. (2006). *PhaseShifters based on PIN-Diodes and Varactors: Two Concepts by Comparison*. https://www.db-thueringen.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dbt_derivate_00017554/IWK_2006_2.0_6.pdf