

# Evolución de un prototipo experimental de segmento terreno Satelital multiplataforma-multimisión UGS UNLaM

Rocío Belén Fernández <sup>1</sup>, Mg. Pablo Soligo <sup>1</sup> Dr. Jorge Ierache <sup>1,2</sup>,

Martin Becerra <sup>2</sup>, Ing. Diego Sanz <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de La Matanza, DIIT, Grupo de Investigación y Desarrollo de Software Aeroespacial (GIDSA)

<sup>2</sup> Universidad Nacional de La Matanza, DIIT, Grupo de Investigación de Realidad Aumentada e Inteligencia Artificial Aplicada (RAIA)

Florencio Varela 1903, La Matanza, Buenos Aires, Argentina  
{[psoligo](mailto:psoligo), [jierache](mailto:jierache)}@unlam.edu.ar

## Resumen

En este trabajo se presentan los avances en el desarrollo de un prototipo de segmento terreno multiplataforma-multimisión. Esto incluye el desarrollo de una estación terrena para la recepción de datos satelitales, su interpretación, almacenamiento y publicación.

**Palabras clave:** Segmento Terreno, Satélites, Telemetría, tecnologías de la información.

## Contexto

El desarrollo de un prototipo de segmento terreno multiplataforma multimisión, denominado UGS (Unlam Ground Segment) [1], se encuentra enmarcado en el proyecto “PROINCE C-245: Estación Terrena Satelital Experimental UNLaM”, llevado adelante por el Grupo de Investigación y Desarrollo de Software Aeroespacial de la Universidad Nacional de La Matanza (GIDSA) [2]. El GIDSA tiene como objetivo investigar e implementar prototipos de software de bajo costo basados en tecnologías ampliamente aceptadas, de probada madurez y con penetración en la industria de software de propósito general.

## Introducción

En trabajos previos [3] [4] y [5], se evaluaron estrategias de desarrollo de un prototipo de segmento terreno basado exclusivamente en componentes de software de los denominados “de estantería”, con el objetivo de disminuir costos de desarrollo y mantenimiento.

Como resultado de estos desarrollos, el UGS utiliza en la actualidad:

- Un lenguaje de propósito general para el procesamiento de telemetría como para la generación de scripts de comandos.
- Un RDBMS para la definición de datos.
- Interfaces basadas completamente en HTTP/HTTPS.

Actualmente, el UGS permite procesar datos crudos con independencia del satélite usando técnicas de reflexión de software. La mayoría de los datos son descargados de la red SatNOGS [6], aunque se han realizado pruebas prototipo, logrando descargar y procesar balizas de satélites utilizando equipamiento propio. Este proceso ha sido manual, incluyendo el apuntamiento de la antena. Para poder descargar y visualizar los datos se necesita automatizar la estación terrena, incluyendo un rotor que permita el apuntamiento de la antena y paralelamente implementar cambios en las unidades de software que permitan distribuir y visualizar las novedades en tiempo real.

## Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación

Las líneas de investigación y desarrollo se centran en la captura, procesamiento y visualización de telemetría satelital.

Respecto a la línea de captura de telemetría satelital, durante el 2023 se realizó el ensamble y las pruebas de integración básicas de las partes del rotor experimental. Dicho rotor se encuentra basado en los diseños de la red SatNOGS, específicamente adaptaciones del SatNOGS Rotator v3, de bajo costo, portable, durable, estanco, preciso y fácil de construir. El rotor es indispensable para posibilitar la alineación de la antena (de carácter direccional) y así obtener una mejor señal.

La línea de investigación de procesamiento y visualización del UGS está basada en el NASA OpenMCT, un *framework* de visualización de control de misión de código abierto de la NASA [7].

## Resultados y Objetivos

Durante el 2023, se exploraron mejorar los procesos de distribución de telemetría en tiempo real. Se utilizan bibliotecas especializadas para la serialización y deserialización, intentando mejorar la eficiencia en la distribución tanto como sea posible, sin apartarse de soluciones de bajo costo y utilizando siempre hardware de propósito general. Se probaron alternativas basadas en el uso de RDBMS (Relational Database Management System) en remplazo de REDIS [8]. Se aplicaron desnormalizaciones en el diseño de base de datos, forzando a que las consultas sean sobre tablas de tamaño reducido, junto con notificaciones asíncronas.

En el desarrollo del sistema de control de antena se desarrollaron componentes mecánicos fue necesario tornearse impresoras 3D, componentes inexistentes en el país y reemplazar piezas de compleja importación. En la figura 1 se presenta el bloque rotor.

La electrónica, compuesta principalmente de una placa Arduino UNO R3, un CNC Shield v3 y dos controladores, permite controlar el rotor como un sistema independiente. A continuación, la misma fue integrada a los dos motores paso a paso, que han sido probados y calibrados para asegurar su correcto funcionamiento y precisión. A la fecha, se efectuaron pruebas de integración, a su vez, se han realizado pruebas de bajada de datos de satélites, La figura 2 presenta el bloque motor paso a paso del sistema.

En relación a la evolución de los objetivos planteados en primera instancia, se espera realizar la integración final de rotor en laboratorio, realizar las pruebas y calibración general y vincular el hardware a herramientas externas como GPredict. Finalizada esa etapa, se procederá a su instalación en su lugar definitivo, teniendo en cuenta las condiciones de estanqueidad necesarias.

En lo que respecta a la distribución de telemetría en tiempo real, las bibliotecas especializadas ofrecieron el mejor rendimiento y mejores números, aunque todavía no permiten pensar en un sistema realista que pueda atender el proceso de interpretación y distribución de múltiples satélites de tamaño medio en tiempo real sobre equipos estándares. El prototipo es una buena base para la visualización y explotación de telemetría de pequeñas misiones, además de dar lugar a una plataforma de investigación. Como trabajo a futuro, se plantea explorar soluciones de memoria compartida, disponibles para versiones modernas del intérprete Python (3.8 o superior) [9] que resuelvan la latencia generada por la serialización / deserialización, y así permitir disminuir el costo actual del procesamiento de los datos.

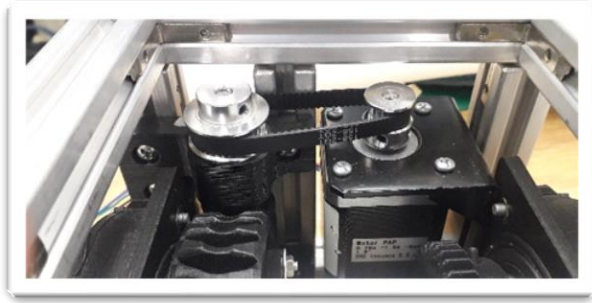


Figura 1 Bloque rotor

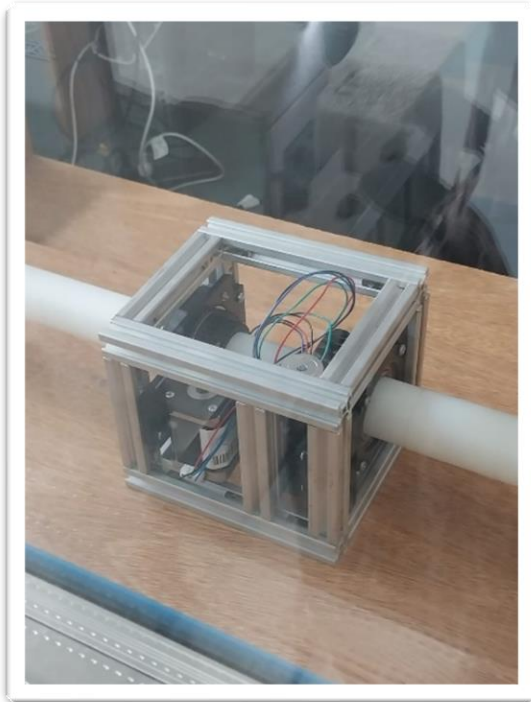


Figura 2. Rotor – Motor Paso a Paso

## Formación de Recursos Humanos

Los prototipos en desarrollo presentan una plataforma realista de experimentación. Le permiten a investigadores y estudiantes probar soluciones de software, obtener límites, comparar alternativas y establecer criterios de decisión. El grupo de investigación, en el marco del proyecto PROINCE C245, estuvo compuesto por un investigador formado, cuatro investigadores en formación, tres alumnos investigadores y un alumno becario BIC (Beca de Investigación Científica UNLaM).

## Referencias

- [1] <https://ugs.unlam.edu.ar>, *UNLaM Ground Segment*, 2020.
- [2] <https://gidsa.unlam.edu.ar>, *Grupo de Investigación y Desarrollo de Software Aeroespacial de la Universidad Nacional de La Matanza*, 2020.
- [3] P. Soligo and J. S. Ierache, "Software de segmento terreno de próxima generación," in *XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (La Plata, 2018)*, 2018.
- [4] P. Soligo, G. Merkel and J. S. Ierache, "Investigación, desarrollo y publicación de un prototipo de segmento terreno satelital," in *XXIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2021, Chilecito, La Rioja)*, 2021.
- [5] P. Soligo, J. S. Ierache and G. Merkel, "Telemetría de altas prestaciones sobre base de datos de serie de tiempos," 2022.
- [6] D. J. White, I. Giannelos, A. Zissimatos, E. Kosmas, D. Papadeas, P. Papadeas, M. Papamathaiou, N. Roussos, V. Tsiligiannis and I. Charitopoulos, "SatNOGS: satellite networked open ground station," 2015.
- [7] NASA, "<https://nasa.github.io/openmct/>," [Online]. Available: <https://nasa.github.io/openmct/>. [Accessed 29 02 2024].
- [8] "<https://redis.io/>," [Online]. Available: <https://redis.io/>. [Accessed 29 02 2024].
- [9] G. & D. F. L. Van Rossum, "<https://www.python.org/>," [Online]. Available: <https://www.python.org/>. [Accessed 29 02 2024].