

EL SATÉLITE UNIVERSITARIO UPMSAT-2

S. Pindado, E. Roibas-Millan, J. Pérez-Alvarez, J. Cubas, J.M. Alvarez, Instituto Universitario de Microgravedad “Ignacio Da Riva” (IDR/UPM), Universidad Politécnica de Madrid (UPM), ETSI Aeronáutica y del Espacio, Pza. del Cardenal Cisneros 3, Madrid 28040, España (santiago.pindado@upm.es)

Introducción: El satélite universitario UPMSat-2 fue lanzado el 2 de septiembre de 2020 desde la Guayana Francesa en un vehículo lanzador VEGA, dentro de la misión VV16, que incluía la puesta en órbita de 7 micro-satélites y 46 nano-satélites.



Lanzamiento del UPMSat-2 a bordo del lanzador VEGA desde la Guayana Francesa, septiembre de 2020.

Con este hito se completaba la primera parte de una misión que comenzó oficialmente en 2011, y que había sido precedida por el UPMSat-1 [1], primer satélite universitario español y décima misión universitaria de la Historia [2]. En este trabajo se describen brevemente algunos aspectos relevantes de esta misión.

Antecedentes: El Instituto Universitario de Microgravedad “Ignacio Da Riva” (IDR/UPM) es un centro enfocado hacia la investigación, el desarrollo de sistemas y la formación académica relativos a la ciencia y tecnología espaciales. Fue fundado en 1974 bajo la dirección del profesor Ignacio Da Riva, con el nombre de LAMF/ETSIA [3].

En 1999, el primer satélite universitario y completamente español, el UPMSat-1, fue lanzado desde la Guayana Francesa. Este satélite, desarrollado por profesores del mencionado LAMF/ETSIA fue inyectado en una órbita polar helio-síncrona a 670 km. Este vehículo espacial completaba una vuelta alrededor de la Tierra cada 98 minutos y tuvo una vida operativa de 213 días. El UPMSat-1 fue un micro-satélite de 47 kg de masa seca.

Tras el éxito del programa y como una continuación lógica, el proyecto UPMSat-2 se ha desarrollado en los últimos años. Este proyecto se ha llevado a cabo gracias al trabajo de equipos formados por profesores, personal contratado del IDR y alumnos de Grado, Máster y Doctorado; siendo esto un pilar básico en el desarrollo del

Máster Universitario en Sistemas Espaciales (MUSE) de la UPM, un programa de Máster Oficial dirigido y organizado completamente por el Instituto IDR/UPM [3–6].

El UPMSat-2: El satélite universitario UPMSat-2 es un micro-satélite de 50 kg cuyas características principales son: Vida estimada: 2 años; Órbita: Heliosíncrona, 530 km altitud; Dimensiones: 0.5 m × 0.5 m × 0.6 m; Control de Actitud: Magnético; Control térmico: Pasivo; Potencia: 5 paneles solares (Selex GalileoSPVS-5, Azur Space 3G28C), batería Saft 18 A·h; Ordenador/Caja Electrónica: Tecnobit S.L.; Comunicaciones: 4 antenas monopolares, 436 MHz, tarjeta Emxys; Cargas útiles: Bartington, SSBV, Iberespacio, Tecnobit S.L.

Cronografía del lanzamiento: Aunque finalmente el lanzamiento del UPMSat-2 fue un éxito, originalmente hubo varios intentos de lanzamiento en los que surgieron una serie de imprevisto que llevaron a su postposición. El primer intento de lanzamiento se produjo en septiembre de 2019, debido a la cancelación del lanzamiento producido por un fallo del VEGA VV15, el lanzamiento anterior. Tras la correspondiente investigación por parte de Arianespace, la nueva integración en el VEGA VV16 fue realizado en febrero de 2020, programando un nuevo lanzamiento para finales de marzo de 2020. Sin embargo, por motivos provocados por la pandemia del covid-19, este lanzamiento también fue suspendido.

En junio de 2020 se anuncia una nueva fecha de lanzamiento, el 19 de junio de 2020. Tras una serie de retrasos sucesivos, finalmente se suspendió nuevamente debido al viento a gran altura. En agosto de 2020 se volvió a suspender el lanzamiento debido al tifón “Bavi” en Corea, el cuál afectaba a la estación de tierra del vehículo lanzador. Finalmente, el 2 de septiembre de 2020, se produce el lanzamiento del UPMSat-2 con el cohete VEGA.

Campaña de integración y lanzamiento: La campaña de integración y ensayos del UPMSat-2 se puede dividir en dos fases principales: la primera, realizada en la sala limpia de las instalaciones del IDR/UPM en el campus de Montegancedo; y una segunda etapa de integración, realizada en las instalaciones de la ESA en la Guayana Francesa.

La fase inicial de integración en Montegancedo se llevó a cabo por el personal tanto del Instituto IDR/UPM como del grupo de investigación STRAST de la UPM, y por profesores y alumnos

del MUSE. Esto incluyó tanto la planificación, como el montaje y la posterior verificación de este.

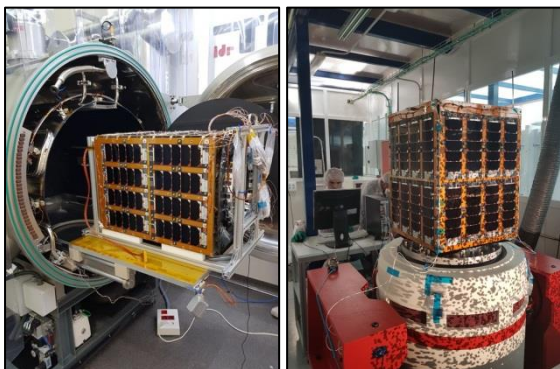


Campaña de fin de integración con el ministro y astronauta Pedro Duque en las instalaciones del IDR/UPM, en el campus de Montegancedo.



Equipo del IDR/UPM junto con el UPMSat-2 en las instalaciones de la ESA en el puerto espacial de Kourou.

En esta fase el UPMSat-2 se sometió a una serie de ensayos que debían verificar que la integración se había realizado correctamente, y que el satélite era capaz de cumplir con todos los requisitos impuestos, es decir, que sería capaz de operar en las condiciones orbitales. Estos ensayos incluyeron, por ejemplo, los ensayos de vibraciones y de choque, o los ensayos térmicos y de vacío [7–16].

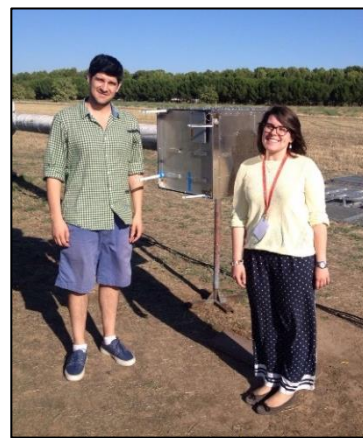


Ensayos del de vacío térmico (izda.) y de vibraciones (dcha.) UPMSat-2 en las instalaciones del Instituto IDR/UPM (Campus de Montegancedo, UPM).

Una vez el satélite se encontró en las instalaciones de Arianespace de la Guayana Francesa, un equipo del Instituto IDR/UPM y de

STRAST, formado por Gustavo Alonso, Elena Roibás-Millán, Javier Pérez-Álvarez, Jorge Garrido y Santiago Pindado, se encargó de las últimas operaciones de integración y de mantenimiento.

El proyecto UPMSat-2: El proyecto UPMSat-2 ha proporcionado en su totalidad tres principales funciones que han aportado un gran valor al IDR/UPM: Una función técnica (i), una función académica (ii), y una función profesional (iii). La función técnica (i) va muy ligada a la vanguardia técnica y de investigación, que se ha visto reflejada tanto en una mejora docente como en los diferentes proyectos en los cuales está involucrado el Instituto IDR/UPM. Todas las actividades que se han desarrollado para este satélite han supuesto un gran avance técnico en cuanto a los procesos y acciones a llevar a cabo en un proyecto espacial. La función académica (ii) ha venido desarrollada mediante la participación de los alumnos del MUSE, que se han visto involucrados en todas las etapas del proyecto: han participado en los ensayos de los diferentes equipos y componentes, en la campaña de integración o en el diseño mismo del UPMSat-2. Además, se ha integrado el proyecto completo en el máster, mediante una metodología de educación basada en proyectos (*Project-Based Learning* o PBL) [4,5].



Alumnos del MUSE en los ensayos del sistema de comunicaciones realizados en las instalaciones del INTA.

El UPMSat-2 ha servido como fuente técnica y científica para la investigación. Más de treinta Trabajos de Fin de Grado (TFG) y Máster (TFM), y nueve tesis doctorales (de momento) han sido desarrollados en relación con este satélite. La obtención de la futura información servirá como fuente de datos nuevos, permitiendo mejorar los algoritmos existentes o desarrollar nuevas tecnologías¹.

¹ <http://aerobib.aero.upm.es/upmsat-2/bibliografia.htm>



Ejemplos de algunas empresas con las cuales se han forjado lazos de colaboración durante el proyecto UPMSat-2.

Por último, la función profesional (iii) viene dada tanto por la mejor adaptación de los egresados del MUSE al trabajo profesional, al verse involucrados en proyectos reales como éste en los que está involucrado el Instituto IDR/UPM; como por las distintas relaciones profesionales que han surgido con diferentes empresas del sector espacial (cargas útiles, adquisición de materiales, apoyo técnico...).

Conclusiones: La misión UPMSat-2 ha contribuido de múltiples formas a los miembros y estudiantes del Instituto IDR/UPM: la creación de nueva experiencia basada tanto en el proyecto en sí, como en los procesos y actividades que un proyecto espacial conlleva; nuevas colaboraciones con diferentes empresas del sector espacial; y la generación de una importante fuente de proyectos de investigación para el MUSE.

Los próximos años de vida de la misión estarán sujetos a los datos transmitidos por el satélite y sus experimentos, así como en las actividades de seguimiento e interpretación de datos, que se integrarán también en el MUSE.

Por último, este proyecto servirá de base para un futuro nuevo satélite universitario, el UPMSat-3.

Reconocimientos: Los autores de este trabajo quieren reconocer y agradecer el apoyo de todos los que han participado y colaborado con la misión UPMSat-2.

Referencias: [1] J. Meseguer, A. Sanz-Andrés, El satélite UPM-Sat 1, 1998. [2] M. Swartwout, Reliving 24 Years in the Next 12 Minutes: A Statistical and Personal History of University-Class Satellites, in: Proc. 32nd AIAA/USU Conf. Small Satell., 2018: pp. 1–20. [3] S. Pindado, A. Sanz, F. Sebastian, I. Perez-grande, G. Alonso, J. Perez-Alvarez, F. Sorribes-Palmer, J. Cubas, A. Garcia, E. Roibas, A. Fernandez, Master in Space Systems, an Advanced Master 's Degree in Space Engineering, in: Athens ATINER'S Conf. Pap. Ser. No ENGEDU2016-1953, Athens. Greece, 2016: pp. 1–16. [4] S. Pindado Carrion, E. Roibás-Millán, J. Cubas Cano, A. García, A.P. Sanz Andres, S. Franchini, M.I. Pérez Grande, G. Alonso, J. Pérez-Álvarez, F. Sorribes-Palmer, A. Fernandez-López, M. Ogueta-Gutierrez, I. Torralbo, J. Zamorano,

J.A. de la Puente Alfaro, A. Alonso, J. Garrido, The UPMSat-2 Satellite: an academic project within aerospace engineering education, in: Athens ATINER'S Conf. Pap. Ser. No ENGEDU2017-2333, Athens Institute for Education and Research. ATINER, Athens. Greece, 2017: pp. 1–28. [5] S. Pindado, J. Cubas, E. Roibás-Millán, F. Sorribes-Palmer, Project-based learning applied to spacecraft power systems: a long-term engineering and educational program at UPM University, CEAS Sp. J. 10 (2018) 307–323. [6] E. Roibás-Millán, F. Sorribes-Palmer, J. Cubas, S. Pindado, M. Chimeno-Manguán, G. Alonso, A. Sanz-Andrés, J. Perez-Alvarez, S. Franchini, I. Perez-Grande, Implementation of Concurrent Engineering Approach in MUSE (Master in Space Systems) Master 's Degree in Space Engineering, in: Athens ATINER'S Conf. Pap. Ser. No ENGEDU2018-2537, 2018: pp. 1–19. [7] A. García-Pérez, Á. Sanz-Andrés, G. Alonso, M. Chimeno Manguán, Dynamic coupling on the design of space structures, Aerosp. Sci. Technol. 84 (2019) 1035–1048. [8] J.A. De La Puente, A. Alonso, J. Zamorano, J. Garrido, E. Salazar, M.A. De Miguel, Experience in spacecraft on-board software development, Ada User J. 32 (2011) 1–6. [9] J. Zamorano, J. Garrido, J. Cubas, A. Alonso, J.A. de la Puente Alfaro, The Design and Implementation of the UPMSAT-2 Attitude Control System, IFAC-PapersOnLine. 50 (2017) 11245–11250. [10] A. García-Pérez, M. Chimeno Manguán, Á. Sanz-Andrés, G. Alonso, Numerical results of modal coupling in the UPMSat-2 structure, in: 8th Eur. Conf. Aeronaut. Sp. Sci., 2019: pp. 1–12. [11] J. Garrido, J. Zamorano, J.A. de la Puente Alfaro, A. Alonso, E. Salazar, Ada, the programming language of choice for the UPMSat-2 satellite, in: DASIA 2015 Data Syst. Aerospace, 19-21 May 2015, Barcelona, Spain, Barcelona, Spain, 2015. [12] E. Roibás-Millán, A. Alonso-Moragón, A. Jiménez-Mateos, S. Pindado, Testing solar panels for small-size satellites: the UPMSAT-2 mission, Meas. Sci. Technol. 28 (2017) 1–12. [13] E. Rodriguez-Rojo, J. Cubas, E. Roibas-Millan, S. Pindado, On the UPMSat-2 Attitude , Control and Determination Subsystem 's design, in: 8TH Eur. Conf. Aeronaut. Sp. Sci., Madrid, Spain, 2019: pp. 1–14. [14] J. Zamorano, J. Garrido, J. Cubas, A. Alonso, J.A. de la Puente, The Design and Implementation of the UPMSAT-2 Attitude Control System, IFAC-PapersOnLine. 50 (2017) 11245–11250. [15] J. Garrido, J. Zamorano, A. Alonso, J.A. de la Puente Alfaro, Timing Analysis of the UPMSat-2 Communications Subsystem, IFAC-PapersOnLine. 51 (2018) 217–222. [16] E. Rodriguez-Rojo, S. Pindado, J. Cubas, J. Piqueras, UPMSat-2 ACDS magnetic sensors test campaign, Measurement 131 (2019) 534–545.