

Los próximos desafíos del programa espacial de la U. de Chile

SUCHAI II Y III

ESPECIAL

Por Andrea Dávalos O.

La puesta en órbita del Suchai I pavimentó el camino para crear un programa espacial más robusto. Es así que surgió la idea de construir dos nuevos nanosatélites, uno gracias a un proyecto Fondecyt y el otro financiado por un proyecto anillo en conjunto con la Facultad de Ciencias de la Casa de Bello y con el Departamento de Física de la Universidad de Santiago de Chile.

Con la misma base del equipo de estudiantes y académicos de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile que construyó el primer nanosatélite del país, Suchai II y III serán la continuación del trabajo realizado en la primera versión. Encabezados por el académico del Departamento de Ingeniería Eléctrica (DIE), Marcos Díaz, los proyectos traerán consigo mayores desafíos con innovaciones en los experimentos y desarrollos en el área de la tecnología aeroespacial.

Ambos satélites ya están en proceso de construcción, y aunque aún no tienen financiamiento asignado para el lanzamiento, el propósito es tener a ambos Suchai en órbita a fines de 2019.

A continuación, algunas de las innovaciones y experimentos que llevarán las dos nuevas versiones del nanosatélite:

Estructura

Una de las principales diferencias que tendrán Suchai II y III de su predecesor es su tamaño. Ambos satélites contarán con un volumen tres veces mayor a la primera versión. Cada uno medirá 10x10x30 cm con un peso aproximado de 3 kg. “Esto nos permitirá tener más energía, porque los paneles solares van a ser más extensos. Podemos poner baterías más grandes, con un mejor almacenaje de este recurso, lo que nos permitirá desarrollar y transportar experimentos e instrumentos más sofisticados que los que lleva el Suchai I, imponiéndonos mayores desafíos tecnológicos”, explica Marcos Díaz.

Las áreas críticas para el éxito de estos experimentos científicos son la comunicaciones y la estimación y control de posición del satélite. Por esta razón, los nuevos Suchai contarán con cuatro aletas desplegadas en la parte inferior del satélite en las cuales estarán insertos arreglos de antenas en frecuencia cercana a los 2.4 GHz. “Además, la radiocomunicación será más flexible, aprovechando la nueva tecnología de radios definidas por *software*, lo que permitirá probar modelos de comunicación más modernos. En esto, colaboramos con el académico del DIE, César Azurdía. Por otro lado, le daremos control de orientación

a los satélites, tanto para facilitar las comunicaciones como para sofisticar los experimentos”, explica Díaz.

En tanto, el académico del Departamento de Ciencias de la Computación, Alexandre Bergel, colabora en la creación del *software* de vuelo de los satélites.

Experimentos científicos

La instrumentación para física espacial es la que ha motivado las misiones del Suchai II y III, generando una alianza estratégica con la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile y el Departamento de Física de la Universidad de Santiago. Uno de los instrumentos clave es la sonda de Langmuir que mide la densidad de electrones en el plasma ionosférico y que fue incluido en el primer nanosatélite. “Nuestra idea es que este instrumento sea más simple y sofisticado a la vez. A diferencia del Suchai I, la sonda de Langmuir ya no se despliega. Ahora serán de parche y estarán adheridos a la pared del satélite, lo que mecánicamente es más simple, pero con más desafíos en términos de poder estimar las propiedades del plasma”, señala el académico. Este instrumento se está trabajando en colaboración con Embry-Riddle Aeronautical University, Estados Unidos.

“Por otro lado, los magnetómetros son muy relevantes para el estudio espacial y con el apoyo de NASA en las calibraciones de estos sensores, se está desarrollando un diseño de magnetómetro factible de llevar en nanosatélites. También incorporaremos receptores GPS de dos frecuencias, lo que permite hacer mediciones de contenido total de electrones o TEC. Y dejaremos salir de dos a cuatro femtosatélites en el espacio para medir de forma más distribuida la evolución del campo magnético durante alguna tormenta geo-magnética”, explica Díaz, y agrega que “combinando estas cuatro mediciones se puede inferir de la dinámica de las capas de la alta atmósfera y de su conexión con la actividad solar”.

El diseño de las misiones y experimentos están siendo trabajados en conjunto con los académicos del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias, Juan Alejandro Valdivia, Víctor Muñoz y Pablo Moya; y la académica de Física de la USACH, Marina Stepanova,

quien es la investigadora a cargo de la red de magnetómetros SAMBA en Chile. “La magnetósfera y la ionósfera pueden ser claves para muchos de los desarrollos que se desean implementar a futuro. Por ejemplo, los vehículos autónomos podrían basarse en datos de GPS para ubicarse, pero la ionósfera afecta fuertemente la precisión de estas mediciones; o cuando hablamos de barcos, aviones o incluso camiones, monitorear la ionósfera parece un desafío no menor. Es difícil imaginar que sensaremos y monitorearemos las zonas sobre el océano (u otras zonas de difícil acceso como los polos) de otra forma que no sea desde el espacio y con sensores (satélites) distribuidos. Cómo bajar los datos de estos instrumentos es lo que gatilló el uso de nuevos sistemas para la comunicación. También impuso algunas necesidades en la estimación de orientación y del control que debíamos darle al vehículo”.

Asimismo, los experimentos relacionados con los efectos de la microgravedad y materiales en ambiente hostil que se realizaron para el Suchai I continuarán a cargo de los académicos Claudio Falcón del Departamento de Física y Juan Cristóbal Zagal del Departamento de Ingeniería Mecánica, ambos de la FCFM.

Arreglo de antenas

Los desafíos científicos han motivado el uso de tecnología más avanzada, particularmente en comunicaciones. Es así que otra innovación será el sistema de comunicación que transporte cada aparato. Suchai I lleva consigo un sistema de comunicación basada en una antena dipolo en 437 MHz, que debió ser desplegada en el espacio por su tamaño. Este enlace da una tasa de datos de 2.4 kbps. “Para las nuevas versiones estamos desarrollando otro sistema de comunicación en base a arreglos de antenas, es decir, muchas antenas pero, esta vez, de parche –similares a las usadas en los celulares–, las que irán en una estructura desplegable (aletas) en el satélite. Así podremos coordinar las señales del arreglo, generando un haz más fino, el que podrá moverse electrónicamente. Esto permite que con la misma energía se pueda tener un mejor enlace de datos en comparación a un sistema que radia en muchas direcciones, como sucede en el Suchai I”, señala Díaz. El sistema de antenas de fase (*phased array*) servirá, por



del Departamento de Ingeniería Mecánica, Viviana Meruane.

Posicionamiento del satélite

Otra de las diferencias con Suchai I será la incorporación de un sistema de control de orientación en ambos satélites, con el cual se puede estimar y cambiar la dirección y posición de los aparatos. “Una de las tecnologías que estamos probando incluir son los sistemas de micro-propulsión o *thruster*, con los que se puede posicionar al satélite. Tenemos un prototipo de propulsor que es conceptual basado en el concepto de electro spray, y estamos trabajando para ver si es posible empaquetarlo para ser usado en el espacio, lo que se está desarrollando en cooperación con los académicos Juan Cristobal Zagal de Ingeniería Mecánica y Claudio Falcón del Departamento de Física. Además, estamos trabajando con el investigador Cristian Pavez, de la CchEN, en la caracterización por medios ópticos del haz expulsado por el propulsor. Esto define el desempeño que éste podría tener”, explica el académico del DIE. Una de las pruebas que se quiere realizar con este sistema es un *de-orbiting*, es decir, generar en el espacio un cambio de órbita que aceleraría el proceso de frenado del satélite una vez que éste ya esté cerca de terminar su vida útil.

También se está trabajando con sistemas de posicionamiento mediante ruedas de reacción y sistemas de torque magnético. “La idea es utilizar uno en cada satélite. El torque magnético es un electroimán que trata de alinearse con el campo magnético de la Tierra, generando un torque según la ubicación de la bobina en el satélite. Las ruedas de reacción aprovechan la conservación de momento angular para cambiar la posición del vehículo. En general, las ruedas se ocupan para hacer movimientos finos y apuntar a un lugar específico”, explica Marcos Díaz, quien agrega que “para esto, además, utilizaremos sensores como los seguidores de estrellas (*star trackers*) que miden la posición de las estrellas a partir de imágenes, captando movimientos sutiles que no detectan otros sensores como los giróscopos o acelerómetros”.

Cámara

Suchai II y III también contarán con cámaras cuyos fines serán principalmente para

apoyar la estimación del posicionamiento y orientación del satélite, de forma similar a la cámara implementada en el Suchai I. “Con las cámaras también probaremos otros experimentos relacionados con el monitoreo de basura espacial, de meteoritos o de otros objetos que puedan estar cerca del satélite. Por ejemplo, está la idea de acoplarse en el espacio con otros satélites, de alinearse o localizarse entre ellos. El uso de la cámara tiene que ver con estos objetivos a largo plazo, no es para mirar a la Tierra y tener una alta resolución de ella, sino para localizarnos, para ubicarnos en el espacio. Aunque eso no descarta tomar imágenes y utilizarlas para otros fines. Este desarrollo está siendo trabajado en colaboración con el académico de Astronomía, César Fuentes”, señala Díaz.

Batería

En cuanto a las investigaciones vinculadas a la batería, las líneas seguirán en el trabajo de modelos en predicción y optimización de su uso en el espacio. “Esta línea está siendo trabajada en colaboración con el académico del DIE, Marcos Orchard. En el Suchai I hemos aprendido bastante, además hay mecanismos que se han ido aprendiendo y que funcionan en tierra como el monitoreo del estado de salud de las baterías de forma independiente de sus estado de carga, lo que implica que se puede monitorear frecuentemente y sin mayor estrés para la batería, mejorando la capacidad de predicción del estado de salud de ésta no sólo para ver el fin de su vida, sino también para optimizar la operación del satélite para extender su vida. La pregunta es si esos modelos son iguales en el espacio y si es posible hacer sistemas de monitoreo lo menos invasivo posible, que corten en menor tiempo posible la operación del satélite. Ahí hay una veta muy fuerte que estamos desarrollando y eso ya está teniendo resultados preliminares, ya que el Suchai I lleva experimentos de esa índole. Por otro lado, los laboratorios de la Facultad se han potenciado con equipamiento que puede simular condiciones ambientales que permite evaluar el desempeño de las baterías antes de ir al espacio, lo que puede acelerar los resultados.”, expresa. 

ejemplo, para comunicaciones en la Tierra o en el envío de datos o energía entre satélites.

“Este desarrollo está basado en soluciones ya implementadas en el Laboratorio de ondas milimétricas de la Facultad por los académicos Ricardo Finger de Astronomía y Nicolas Reyes de Ingeniería Eléctrica. El profesor Finger ha desarrollado un sistema portable que estamos trabajando para adaptarlo como el sistema de comunicación que irá en los satélites. Asimismo, el profesor Reyes ha desarrollado un sistema de antenas de fase de mayor tamaño pero basado en FPGAs, lo que podría ser usado en el segmento tierra del sistema de comunicación. Con esto, lo que estamos probando es si es factible adaptar estos sistemas tanto en términos energéticos como de tamaño. Si es así, esto sería una innovación, ya que si bien se está haciendo comunicación con los nanosatélites a estas frecuencias, no es con esta tecnología”, agrega. Este trabajo traerá consigo varios desafíos, entre ellos analizar la robustez del sistema de despliegue de las aletas –donde estarán adheridas las antenas de fase– a las vibraciones, ya que éste no debe desplegarse durante el lanzamiento. Esto se está trabajando con la académica

Enlace relacionado:
<http://uchile.cl/i133697>