

# Evaluación de Sensores y Planta Motriz Utilizados en la Construcción de Drones

Pedro D. Foresi<sup>1</sup>, Paola I. Beltramini<sup>1,2</sup>, Martín R. Herrera<sup>1</sup>, José R. Gallardo<sup>3</sup>, Graciela I. Carranza<sup>4</sup> & Diego M. Lobo<sup>1</sup>

(1) *Departamento de Electrónica, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, UNCa.*  
*pdforesi7@yahoo.com.ar, pbeltramini@tecno.unca.edu.ar, ing\_martin\_herrera@yahoo.com.ar*

(2) *Laboratorio de Sistemas Embebidos, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, UNCa, Argentina.*

(3) *Ing. Electrónico, Asesor Externo joserogallardo@gmail.com*

(4) *Facultad de Ciencias Económicas y Administración, UNCa. gicarranza@yahoo.com.ar*

AREA TEMATICA: Tecnología Informática Aplicada en Educación

## RESUMEN

La utilización y desarrollo de vehículos aéreos no tripulados (UAVs o drones), han revolucionado a la sociedad, por ser dispositivos útiles, versátiles y de relativo bajo costo para un gran número de aplicaciones civiles, militares, sanitarias, educativas, etc.

La Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la UNCa, como institución educativa, a través del Laboratorio de Sistema Embebidos (LaSE), el Centro de Investigación y Desarrollo en Modelado, Simulación y Optimización de Sistemas Electrónicos (CIDMOS) y el Laboratorio de Electrónica, dispone de espacios de investigación y desarrollo. En este marco, y motivados por el interés de iniciar una línea de investigación y contribuir a la enseñanza de la utilización de sistemas embebidos en aplicaciones de esta naturaleza, se propuso la evaluación y caracterización de sensores y planta motriz factibles de utilizar para el pilotaje y estabilización de un dron.

Se espera un impacto positivo sobre la Unidad Académica, por cuanto permitirá disponer de equipamiento tecnológico para la realización de los ensayos y verificaciones propuestas, reforzar la formación de los estudiantes de ingeniería a partir de la utilización y programación de diferentes sistemas embebidos en esta área, apoyar la conformación de grupos interdisciplinarios para la generación de ideas y proyectos, y propender al funcionamiento de los citados laboratorios.

*Palabras Claves: UAVs, Sistema Embebido, Sensores, Planta motriz, Educación*

## CONTEXTO

Esta investigación se enmarca en el Proyecto iniciado en el año 2016, a través del cual se pretende introducir al grupo de trabajo en el estudio, evaluación y caracterización de los distintos tipos comerciales de sensores y planta motriz que se utilizan o pueden utilizar para el pilotaje y estabilización de un Drone o cuadricóptero.

El proyecto fue presentado en la convocatoria de Proyectos I+D 2016, siendo el organismo que lo financia la Secretaria de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Catamarca (UNCa) a través del Programa de Desarrollo Científico y Tecnológico.

El ámbito de desarrollo es la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la UNCa, con la colaboración del Laboratorio de Sistemas Embebidos (LaSE) y el Laboratorio de Electrónica, mediante el aporte del espacio físico, materiales, equipamiento e instrumental necesarios para su realización.

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los importantes avances tecnológicos, han posibilitado el desarrollo de sensores inteligentes capaces de medir distintas magnitudes físicas con un solo chip, lográndose así, pequeños sensores microelectromecánicos denominados MEMS (Sistemas Micro Electro Mecánicos). La miniaturización lograda por estas nuevas técnicas de fabricación hace que estos dispositivos puedan ser implementados en sistemas de navegación conocidos como “Strapdown”, término que se refiere a que el sistema de medida se encuentra ajustado al marco de referencia del objeto en prueba, es decir, se mueve de la misma forma que lo hace dicho objeto (Ardila Pérez, 2012).

Estos sensores pueden adquirirse de manera independiente o integrados en un “módulo de navegación inercial” (IMU), el cual es un dispositivo que incorpora al menos un acelerómetro y un giroscopio orientados axialmente. De esta forma proporcionan los datos de aceleración lineal y velocidad angular sobre el eje en el que se encuentran ubicados. Habitualmente estos módulos incorporan un microcontrolador, encargado de recoger, acondicionar, y transmitir los datos entregados por los sensores, en forma de niveles de voltaje, a otro sistema que se encargará de procesarlos para su uso. (Preckler Clemente, 2012).

El desarrollo de estos MEMS, de microprocesadores y de sistemas de propulsión de tamaño reducido, menor peso y con más prestaciones que nunca, permitieron la construcción y permanente evolución de vehículos aéreos no tripulados (UAVs, VANTs o drones), tanto para fines militares, civiles e incluso educativos, existiendo una amplia variedad de formas, tamaños, configuraciones y características en su diseño.

Su auge en el mercado ha sido tal que cada vez hay un mayor número de empresas, Organismos públicos y privados, que han conducido sus desarrollos en esta dirección. Incluso a nivel educativo nacional, muchas Universidades públicas y privadas realizan investigaciones en desarrollos de VANTs.

El este sentido, se intenta a través del proyecto iniciar una línea de investigación en esta temática, a partir del estudio del comportamiento y caracterización de los sensores y sistemas de control de su planta motriz utilizados en la construcción de los referidos vehículos aéreos no tripulados. Sensores tales como los requeridos para el control de altitud (Sensor de presión); para monitorizar los movimientos de posición (Sensor de aceleración); para detectar los movimientos de cabeceo, giro y viraje (Giróscopo) y para definir su orientación (Magnetómetro). La Planta motriz, conformada por cuatros motores y sus respectivos controlador de velocidad, responsables, a nivel de hardware, para que el dron se mantenga en el aire, con la ayuda de los comandos a nivel de software emitidos por el sistema de estabilización.

Para la lectura de los valores captados por estos sensores digitales, es frecuente el uso de lenguajes de programación de alto nivel, como el C y/o assembler, lenguaje este último de bajo nivel utilizado en computadoras, microprocesadores, microcontroladores y otros circuitos integrados programables.

## 2. LINEAS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

La principal línea de investigación de este proyecto es el uso de las nuevas tecnologías en la evaluación del comportamiento de los sensores y planta motriz y determinación de posibles factores que condicionan o limitan su utilización en los UAVs, dando solución al problema de disponibilidad de información técnica confiable de calidad.

Se pretende además contribuir con la educación de carreras técnicas que se dictan en las Instituciones educativas (públicas o privadas) de nuestro medio, a partir de la utilización y programación de sistemas embebidos (equipo electrónico basado en microprocesadores, que realiza el procesamiento de datos digitalmente, pero que a diferencia de una computadora personal, su hardware y software están específicamente diseñados y optimizados para ejecutar una función determinada o resolver un problema concreto de forma eficiente) para la

lectura y operación de los sensores y motores, control y comunicación entre módulos, etc.

Las tareas a desarrollar durante el proceso de investigación, se agrupan en:

1. Investigación documental de los distintos tipos de sensores y planta motriz que se requieren y utilizan en la construcción de cuadricópteros.
2. Análisis de las posibles soluciones y selección de los dispositivos específicos y equipamiento a adquirir en función de la disponibilidad presupuestaria.
3. Confirmación teórica - práctica de las soluciones propuestas y de los resultados, mediante la utilización de un sistema embebido.
4. Confección de tablas e indicadores coherentes, propuestos.
5. Evaluación de los resultados obtenidos mediante comunicados y reportes a conferencias y reuniones científicas.
6. Comunicación de los resultados mediante publicaciones a revistas.

### 3. RESULTADOS OBTENIDOS / ESPERADOS

En una etapa inicial, se encaró la búsqueda de información documental técnica sobre los diferentes sensores comerciales factibles de utilizar en aplicaciones de esta naturaleza, el comportamiento de los sensores y los factores que condicionan o limitan su utilización, como así también sus características técnicas, disponibilidad y precios en el mercado local y nacional.

Se compró el sensor MPU-6050 de la firma InvenSense, que es un sensor de costo accesible, especialmente teniendo en cuenta el hecho de que combina un acelerómetro y un giroscopio en el mismo dispositivo (figura 1).



Figura 1: Sensor MPU-6050 (15x21mm)

Se montó el sensor en una plataforma consistente en una combinación de planos inclinados regulables en dos ejes, a la cual se le agregó una escala graduada, lo que permitió variar los ángulos de inclinación y realizar las primeras pruebas de funcionamiento, tomando lecturas de aceleración y velocidad angular. Para la adquisición de dichos datos, se utilizó una herramienta de desarrollo que incorpora un DSC (controlador digital de señales), de Freescale Semiconductor, conformado por un microcontrolador y un DSP (procesador digital de señales). El DSC pertenece a la familia del core 56F800E el cual puede correr hasta 32 MHz de velocidad.

Los datos leídos se transmitieron a una PC para su procesamiento, cotejando las lecturas con los indicados en la plataforma (Figura2).



Figura 2. Prueba de funcionamiento sensor MPU-6050

Durante el transcurso del año se avanzará en la compra otros sensores y diferentes motores, a

efectos de realizar análisis comparativos, destacando ventajas y desventajas de cada uno. Asimismo, el proyecto propende además contribuir con nuevos conocimientos a la comunidad educativa en general, ya que podrán difundirse sus conclusiones en el ámbito académico tanto universitario como en las escuelas técnicas.

#### 4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El grupo de investigación está conformado por cinco ingenieros, cuatro de ellos docentes de la carrera Ing. Electrónica de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la U.N.Ca., en cátedras afines al tema de investigación, técnicamente capacitados para afrontar las diversas vertientes teóricas y prácticas del proyecto, los que se complementan con una Lic. En Matemática, especialista en Didáctica.

Si bien gran parte del grupo posee la misma formación de grado, han adquirido experiencia y recibido capacitación en diversas instancias sobre problemáticas afines a la temática del proyecto, en áreas de matemática, sistemas embebidos y educación, logrando una importante diversidad del equipo de investigación.

Cuatro de los investigadores están categorizados en el Programa de Incentivos de la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) perteneciente al Ministerio de Educación de la Nación.

El equipo se completa con un estudiante avanzado de Ingeniería Electrónica, quien se capacita en el uso y programación de diversas placas de sistemas embebidos disponibles en la facultad para la lectura de sensores digitales.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

Ardila Pérez, Luis Eduardo, Eslava Garzón, Johan Sebastián. “*Diseño, Calibración y Prueba de una Unidad de Medida Inercial*

(Imu) Inalámbrica para Cohetes” - Revista de la Facultad de Ingeniería, Año 13, n° 25, enero-junio de 2012.

Bruno Saravia, A.R. et al. “*Diseñando Sistemas Embebidos con Librerías de Microchip*”. Mcelectronics, Buenos Aires, 2012.

Escamilla Nuñez R., *Diseño, construcción, instrumentación de un Vehículo Aéreo no Tripulado (UAV)*, México D.F., Noviembre 2010.

Ferrer Mínguez, G. “*Integración Kalman de sensores inerciales INS con GPS en un UAV*”, Trabajo Final de Carrera, 27/04/2009. <http://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/6930>

Landi, Diego, *La industria de los drones crece en la Argentina con desarrollos locales*, <http://www.infotechnology.com/comunidad/La-industria-de-los-drones-crece-en-la-Argentina-con-desarrollos-locales-20140416-0004.html#sthash.ERdifBP8.dpuf>, 2014. Fecha consulta 25 abril 2016.

Naranjo, C. C. M., “*Analysis and modeling of MEMS based inertial sensors*”. School of Electrical Engineering, Kungliga Tekniska Hgskolan, Stockholm, 2008.

Pérez García, M.A. et al., “*Instrumentación Electrónica*”, Thomsom, España, 2004.

Ramos Vicedo M., *Diseño e implementación de un quadcopter basado en microcontrolador arduino*, Valencia, España, 2014.

Serrano E., Sirne R. O. y La Mura G., *Rotaciones, secuencia aeroespacial y cuaterniones. Una revisión de las relaciones fundamentales*. Ciencia y Tecnología, ISSN 1850-0870, pp. 11-28, 2014.

<http://dronecenter.blogspot.com.ar/p/informacion-basica.html>, junio 2016.

<http://www.drones-argentina.com.ar/category/argentina/>, junio 2016.

<https://www.invensense.com/products/motion-tracking/6-axis/MPU6050>, Junio 2016.