



KANZAT

GERARDO ANTONIO LIRA IBARRA*, LUIS ÁNGEL ÁVALOS DE LA CRUZ*, JOSÉ GUADALUPE NAVA ZAVALA*, DARIÓ MANUEL ZÚÑIGA ROSALES*
Y JOSÉ SANTOS TIENDA BAZALDÚA*

RESUMEN

Con la innovación en la tecnología enfocada en el estudio del espacio, surgieron los satélites artificiales clasificados en categorías. En una de ellas, en los llamados picosatélites, se encuentran unos dispositivos, de índole educativa, llamados cansat. Éstos buscan atraer a las personas con gusto por la ciencia y la tecnología, y darles una introducción de lo que implica una misión espacial en un satélite real. Integran diferentes elementos electrónicos, lenguajes de programación, sistemas de comunicaciones y estudios en la aerodinámica de los cuerpos que posibilitan su función educativa.

Palabras clave: satélites artificiales, picosatélites, cansat, misión espacial.

ABSTRACT

With innovation in technologies focused on the study of space, artificial satellites have come about that are classified into different categories. One of them is the Picosatellite which includes devices that are educational in nature called CanSat, seeking to attract people with interest in science and technology. It gives them an introduction to what a space mission in a real satellite is like, integrating different electronics, programming languages, communication systems and studies in the aerodynamics of the bodies that help perform an educational satellite.

Keywords: artificial satellites, picosatellite, CanSat, space mission.

En la actualidad, cuando hablamos de sistemas aeroespaciales es muy común pasar por alto los satélites, los cuales tienen una gran participación en el desarrollo tecnológico de las agencias espaciales, en industrias enfocadas a temas del espacio e incluso en instituciones educativas; los satélites pueden ser usados para un amplio número de propósitos, como la comunicación, monitoreo del clima, observación e investigación (Walker *et al.*, 2010).

Los satélites cuentan con una clasificación, según su masa, la cual está relacionada directamente con los costos de lanzamiento y la órbita de operación. La categoría de menor masa es la de los picosatélites; es dentro de esta clasificación que fabricaremos un cansat.

¿QUÉ ES UN CANSAT?

El cansat es un dispositivo que consiste en simular el funcionamiento de un satélite artificial (Sánchez *et al.*, 2016), los también llamados picosat tienen un tiempo de elaboración menor y su costo de fabricación es relativamente económico, a diferencia de sus homólogos de mayor tamaño, que requieren, además, de un personal altamente calificado para construirlos. Los cansat pueden ser elaborados con componentes electrónicos comerciales y necesitan una programación sencilla que puede realizarse desde una computadora personal (Carrasco y Vázquez, 2014). Éstos no son puestos en órbita, ya que pueden ser elevados y dejados caer desde diferentes alturas por diversos medios como cohetes, globos o multirrotores.

Igual que un satélite artificial, éstos cansats realizan una misión, que deben cumplir con ciertos requisitos: ser autónomos y transmitir información por telemetría hacia una estación terrena durante el descenso –que puede ser por medio de paracaídas o despletables– (Nylund y Antonsen, 2015). Los datos que toma del medio, mientras cae, son recolectados por sensores y procesados a través de una pequeña computadora. El programa encargado de interpretar dichos datos, los envía a través de una señal de radio, que será recibida y decodificada por un elemento receptor en tierra, para finalmente darles una utilidad y cumplir con lo encomendado. Todo lo anterior debe estar confinado en una lata de refresco que no supere los 500 mL.

En recientes años, se han comenzado a realizar competencias en las que no sólo involucran lo antes ya mencionado,

* Universidad Autónoma de Nuevo León.
Contacto: angel.colin@fcfm.uanl.mx

sino también se enfocan a realizar tareas específicas innovando en la forma de realizarlas, lo que pone a prueba la creatividad de los estudiantes para resolver un problema y sus habilidades en diferentes áreas.

Cabe aclarar que los satélites cansat no son un juguete, son herramientas tecnológicas que, si bien tienen fines educativos, no son fáciles de elaborar; requieren de mucho trabajo multidisciplinario, en el que se involucran áreas como electrónica, programación, diseño aeronáutico y modelado matemático, entre otras. Por esta razón, en la fabricación de un cansat se necesitan personas con diferentes disciplinas y la intervención de un asesor previamente capacitado en la confección de estos dispositivos.

MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

El cansat es el primer peldaño para alguien que quiere incursionar en la investigación y desarrollo satelital. Los miembros de este equipo participaron en el concurso en 2015, por lo que con la experiencia adquirida pretenden mejorar los resultados,

corregir los errores, así como implementar nuevos componentes, con el fin de obtener un lugar en las posiciones finales entre las universidades participantes.

OBJETIVO DE LA MISIÓN

La misión principal de nuestro proyecto, al cual denominamos Kanzat, será de telemetría. Las variables medidas por los módulos encargados de tomar lectura serán procesadas por medio de un microcontrolador y enviadas a la estación terrena mediante antenas; en esta etapa, se desarrolló un código en lenguaje gráfico. Con ello se pretende un mejor seguimiento de la misión, así como ahorrar tiempo en la elaboración de gráficas y tablas que ayuden a la interpretación de la información recibida.

REQUERIMIENTOS DE LA MISIÓN

En la tabla I se describen los requerimientos generales de la misión Kanzat.

Tabla I. Requerimientos de la misión.

Requerimientos de la misión			
Requerimientos del sistema	Requerimientos del subsistema	Metas	
Comunicación	Xbee *	Sensores	Transmitir los datos generados por los sensores y la cámara fotográfica en el satélite.
		Fotografía	Transmitir el estado de la batería a la computadora a bordo.
	GSM		
Desplegables	Paracaídas	Proporcionar un descenso seguro para el satélite.	
Detección	GPS	Determinar la posición del satélite.	
	Sensor de temperatura	Interna	Medir la temperatura dentro y fuera de la lata para asegurar el correcto funcionamiento de los componentes y conocer las condiciones meteorológicas externas.
		Externa	Conocer la presión a la altitud a la que se encuentre el satélite.
	Sensor de presión	Obtener tomas fotográficas de todo el recorrido del satélite durante su descenso.	
	Cámara fotográfica	Medir la aceleración del satélite durante su viaje.	
	Acelerómetro	Poder determinar si existe una estabilidad dentro del sistema, así como las condiciones aunadas a la vibración generada durante el descenso.	
Alimentación	Vibración		
	Batería	Alimentar el sistema durante todo el viaje.	
	Regulador de 3.3 V	Proporcionar un voltaje estable y regulado para el correcto funcionamiento de todos los sistemas.	
	Capacitores		

GESTIÓN DEL PROYECTO

La gestión del proyecto Kanzas se muestra distribuida conforme al organigrama de la figura 1.



Figura 1. Organigrama para la gestión del proyecto.

DESCRIPCIÓN FÍSICA Y ARQUITECTURA DEL PROYECTO

El proyecto Kanzas se compone de cuatro subsistemas y una cámara fotográfica en color, como se describe en la tabla II, todas las cantidades están expresadas en pesos mexicanos:

En las figuras 2 y 3 se muestran los subsistemas y el módulo de comunicación Xbee, antes de la integración. En la figura 4 se muestra el sistema integrado, listo para introducirlo en una lata.

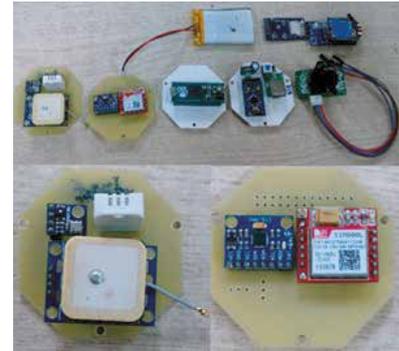


Figura 2. Subsistemas del Kanzas con GSM, ADXL1335 GY-61, GPS, DHT22 y BMP180.

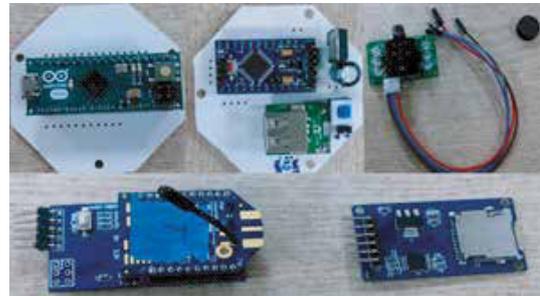


Figura 3. Componentes electrónicos que constituyen el Kanzas: arduino micro, arduino promini con regulador y elevador de voltaje, cámara TTL LinkSprite y tarjeta XBee con lector para tarjeta SD.

Tabla II. Componentes del Kanzas.

Elemento	Masa	Descripción	Costo
Modulo Gps Ublox Neo-6m Gy-gps6mv	16.8 g	Lectura de la latitud y longitud	\$315
Sensor de humedad y temperatura DHT-22	2.4 g	Sensor digital de temperatura y humedad.	\$89
Sensor de presión atmosférica BMP180	1.1 g	Rango de medición de 300 a 1100 hPa.	\$95
Lector de batería Sim800L (GSM)	5 g	Lectura del estado de la batería	\$380
Acelerómetro analógico ADXL335 GY-6	1.27 g	Mide aceleración en tres ejes en un rango de +3G a-3G.	\$60
Sensor de temperatura LM35	1 g	Sensor de temperatura con una salida proporcional a la escala Celsius.	\$28
Sensor de vibración SW420	5 g	Mide vibración y cuenta con n comparador LM393 con una salida digital.	\$45
Xbee	20 g	Módulos de comunicación.	\$500
Arduino micro	1.27 g	Computadora de vuelo con la que se procesa la información de los sensores, para su posterior transmisión por los módulos de comunicación.	\$400
Arduino pro-mini	2 g	Procesar imágenes provenientes de la cámara y transmitir los datos por uno de los módulos Xbee.	\$78
LinkSprite JPEG Color Camera TTL	3 g	Fotografías de alta resolución.	\$938
Lector micro SD	3 g	Almacenar la información de medidas obtenidas por los sensores y fotografías.	\$20
LD33V regulador de voltaje a 3.3 V	3 g	Proveer de un voltaje de 3.3V a los sistemas.	\$12
Elevador de voltaje	4 g	regulador de voltaje elevador para arduino micro	\$50
Batería Li-PO de 3.7 V	30 g	Suministrar energía a todos los subsistemas	\$100



Figura 4. Integración del sistema Kanzat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En etapa de pruebas se realizó una serie de cálculos que demuestran el funcionamiento del paracaídas, el cual fue lanzado desde una altura aproximada de 9 m en el interior de un edificio, como se muestra en la figura 5.



Figura 5. Prueba de despliegue del paracaídas.

La ecuación del movimiento en el instante en que se abre el paracaídas se puede expresar de la siguiente manera.

$$\frac{dv}{dt} = -g + \frac{k}{m}v^2 \quad (1)$$

Donde k es la constante de proporcionalidad según la forma del paracaídas; g es la gravedad terrestre (9.81 m/s^2); v es la velocidad de descenso y m la masa total del sistema.

Para resolver la ecuación 1 integramos para obtener la velocidad (v) en cualquier momento (t). Las condiciones iniciales son v_0 la velocidad de la partícula en el instante t_0 cuando se abre el paracaídas.

$$\int_{v_0}^v \frac{dv}{-g + \frac{k}{m}v^2} = \int_{t_0}^t dt$$

Para resolver la integral se hace cambio $v = zv_1$.

Ahora deshacemos el cambio y se despeja (v) en función del tiempo ($t = t_0$) para obtener (2).

$$v = -v_1 \frac{(v_0 - v_1) \exp\left[\frac{g}{v_1}(t - t_0)\right] + (v_0 + v_1) \exp\left[\frac{-g}{v_1}(t - t_0)\right]}{(v_0 - v_1) \exp\left[\frac{g}{v_1}(t - t_0)\right] - (v_0 + v_1) \exp\left[\frac{-g}{v_1}(t - t_0)\right]}$$

Podemos obtener la expresión de la posición de la partícula en función de la velocidad haciendo cambio de variable.

$$\frac{dv}{dt} = \frac{dv dx}{dx dt} = \frac{dv}{dx} v$$

La ecuación del movimiento se transforma en:

$$v \frac{dv}{dx} = -g + \frac{k}{m}v^2 \quad (3)$$

que se puede integrar de forma inmediata.

$$\int_{v_0}^v \frac{v dv}{-g + \frac{k}{m}v^2} = \int_{x_0}^x dx$$

La altitud a la cual se dejó caer en función de su velocidad de descenso v es:

$$x - x_0 = \frac{v_1^2}{2g} \ln \left| \frac{v^2 - v_1^2}{v_0^2 - v_1^2} \right| \quad (4)$$

Despejando v en la expresión anterior, obtenemos que la velocidad en la función de la posición x de la partícula sea:

$$v^2 = v_1^2 + (v_0^2 - v_1^2) \exp\left[-\frac{2g}{v_1^2}(x_0 - x)\right] \quad (5)$$

Con la velocidad de la partícula se tiene un estimado del tiempo de vuelo, posible trayectoria a expensas de los cambios atmosféricos, así como de la fuerza con la que el cansat golpea contra el suelo.

Para nuestro Kanzat de masa 0.15 kg el paracaídas se abrió a los 0.55 segundos de dejarse caer, 3.3 segundos después tocó el suelo quedando en posición vertical desde una altura aproximada de 9 m. Hay que hacer la aclaración de que esta prueba se realizó en un cuarto cerrado, por lo que la velocidad de descenso cambió.

La prueba de integración de los sensores principales tuvimos que realizarla a nivel de suelo en un cuarto cerrado con calefacción, obteniendo con esto una serie de resultados muy satisfactorios, los cuales se muestran en la figura 6.

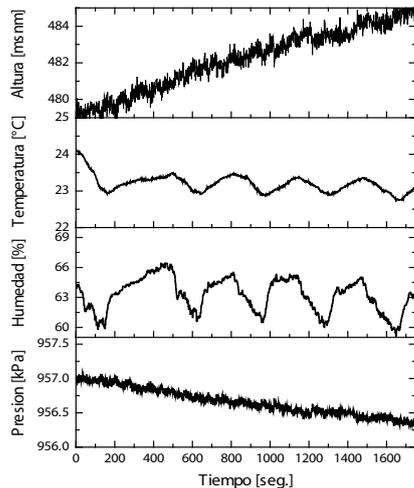


Figura 6. Resultados obtenidos de temperatura, humedad, presión y aceleración.

CONCLUSIONES

Hemos descrito la construcción y pruebas de funcionamiento de nuestro dispositivo Kanzat. En la realización de este proyecto nos encontramos con muchos problemas, los cuales, con

paciencia y perseverancia, conseguimos resolver; la realización de un trabajo como éste es muy satisfactoria cuando personas de diferentes disciplinas colaboran en equipo.

De igual manera aprendimos cómo implementar sistemas de ingeniería en la realización de una tarea aeroespacial.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a la ayuda provista por nuestros asesores, Bárbara Bermúdez Reyes y Ángel Colín, que creyeron en nosotros para realizar semejante tarea.

Agradecimientos especiales a nuestros familiares y amigos que nos acompañaron en momentos de arduo trabajo y supieron apoyarnos cuando más lo ocupábamos.

REFERENCIAS

- Carrasco D., R., y Vázquez H., S. (2014). *Nanosatélite basado en micro-controladores pic: cansat, 3er. Congreso Virtual, Microcontroladores y sus Aplicaciones*, Cuba.
- Nylund, A., y Antonsen, J. (2015). *CanSat general introduction and educational advantages*. Consultado el 15 de Agosto de 2016 en: <https://www.narom.no/>
- Sánchez C., E., et al. (2016). Picosatélites educativos cansat: Primer Concurso Nacional en México. *Celerinet*, Año 4, Vol. VII, 20-28.
- Twiggs, R., (1998). *University Space System Symposium (USSS)*, Hawaii, USA.
- Walker, R., et al. (2010). ESA Hands-on Space Education Project Activities for University Students: Attracting and Training the Next Generation of Space Engineers, IEEE EDUCON. *Education Engineering*. 1699-1708.

Recibido 8-8-16
Aceptado 10-9-16