

## Diseño y construcción de un pico-satélite educativo CanSat denominado WashiSat

### Design and construction of an educational CanSat pico-satellite called WashiSat

MANCILLA-CEREZO, Josué†\*, PALACIOS-GARCÍA, Ana Cristina, PEREZ-VARGAS, Berenice y TORIJA-VELAZQUEZ, Edith

*Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Josué, Mancilla-Cerezo* / ORC ID: 0000-0002-9659-3677, Researcher ID Thomson: S-2199-2018, arXiv ID: Josue\_ITST, CVU CONACYT ID: 946398

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Ana Cristina, Palacios-García* / ORC ID: 0000-0003-3138-9699, Researcher ID Thomson: S-1384-2018, arXiv ID: Cristina\_Palacios, CVU CONACYT ID: 946392

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Berenice, Perez-Vargas* / ORC ID: 0000-0002-5513-2866, Researcher ID Thomson: S-1460-2018, arXiv ID: BERENICE, CVU CONACYT ID: 946396

ID 4<sup>to</sup> Coautor: *Edith, Torija-Velazquez* / ORC ID: 0000-0001-5034-319X, Researcher ID Thomson: S-2356-2018, arXiv ID: Edith, CVU CONACYT ID: 946393

Recibido: Junio 23, 2018; Aceptado: Agosto 21, 2018

#### Resumen

Se describe como se diseñó y construyó un pico-satélite CanSat para participar en el Tercer Concurso Nacional de Pico-Satélites Educativos CanSat en el Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca (ITST). Alumnos de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones del ITST con el apoyo de docentes de dicha institución diseñaron el pico-satélite denominado WashiSat. Siguiendo el método en V, se conceptualizó la misión la cual fue la simulación de un aterrizaje vertical, se especificaron los requerimientos y la arquitectura de todas las etapas del WashiSat. Partiendo de la arquitectura se diseñaron y construyeron los circuitos impresos, se soldaron los componentes y los diferentes sensores para medir las variables de: temperatura, humedad relativa, posicionamiento global, vibración y aceleración, dichas variables se enviaron en tiempo real a una estación terrena conformada por una laptop en la cual se graficaron las variables. Además se diseñó una estructura mecánica que se imprimió en una impresora 3D la cual simularía el aterrizaje vertical. Gracias al excelente trabajo realizado se obtuvo el primer lugar en el Tercer Concurso Nacional de Pico-Satélites Educativos CanSat en la categoría de telemetría.

**CanSat, Modelo V, Pico-satélite**

#### Abstract

It is described how a CanSat pico-satellite was designed and built to compete in the 3rd National Contest of Educational CanSat Pico-Satellites at the Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca (ITST). Students of Engineering in Information Technologies and Communications of the ITST with the support of teachers from that institution designed the pico-satellite called WashiSat. Following the method in V, the mission was conceptualized, which was the simulation of a vertical landing, the requirements and architecture of all the stages of WashiSat were specified. Starting from the architecture, the printed circuits were designed and built, the components and the different sensors were welded to measure the variables of: temperature, relative humidity, global positioning, vibration and acceleration, these variables were sent in real time to a conformed earth station for a laptop on which the variables were plotted. In addition, a mechanical structure was designed that was printed on a 3D printer which would simulate the vertical landing. Thanks to the excellent work carried out, the first place was obtained in the 3rd National Contest of Educational CanSat Pico-Satellites in the telemetry category.

**CanSat, Method in V, Pico-satellite**

**Citación:** MANCILLA-CEREZO, Josué, PALACIOS-GARCIA, Ana Cristina, PEREZ-VARGAS, Berenice y TORIJA-VELAZQUEZ, Edith. Diseño y construcción de un pico-satélite educativo CanSat denominado WashiSat. Revista de Tecnologías Computacionales. 2018, 2-7: 1-7

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jmc\_itst@outlook.es)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Fue en el año 1999 que nació el concepto CanSat (*Can-Satellite*) propuesto por el profesor Robert Twiggs de la Universidad de Stanford (Colín, 2016). Un CanSat tiene como objetivo que los alumnos universitarios adquieran los conocimientos básicos de diseño y construcción de satélites artificiales (Colín *et al.* 2016).

A partir del año 2013 la Agencia Espacial Mexicana (AEM) dio a conocer en sus diferentes comunicados (AEM, 2013) y (AEM, 2014), la importancia de formar capital humano para los diferentes centros de investigación y empresas dedicadas al sector aeroespacial.

En el año 2015 se llevó a cabo el Primer Concurso Nacional de Pico-Satélites Educativos CanSat en Valle de las Palmas, Tijuana, B. C. México (Colín *et al.*, 2016). Organizado por UNISEC México (University Space Engineering Consortium) (UNISEC, 2016).

Fue hasta el año 2016 que se conformó el equipo "GALACTICS", con los objetivos de diseñar y construir satélites CanSat y ensamblar drones para la etapa de ascenso de estos satélites. Han sido diferentes las experiencias y logros obtenidos por este equipo que empezó con el ensamble de un cuadricóptero (Mancilla *et al.* 2016), posteriormente diseñaron los pico-satélites EagleSat (Mancilla *et al.*, 2017) e EagleSat V2.0. (Mancilla *et al.*, 2018). Añadido a esto los alumnos que diseñan y desarrollan estos CanSat obtienen competencias y habilidades que enriquecen su perfil profesional (Mancilla *et al.*, 2017).

En el mes de abril del 2017 salió la convocatoria para el tercer concurso nacional de pico-satélites educativos CanSat (UNISEC, 2016). A partir de esta fecha se comenzó con el diseño y construcción de lo que sería el pico-satélite denominado WashiSat.

## Descripción del método

Siguiendo la metodología del diagrama en "V", que indica que las fases a seguir son: prefase, fase A, fase B, fase C, fase D, fase E y fase F (Bermúdez, 2016). Se diseñó y fabricó el CanSat WashiSat.

1. Prefase: estudio conceptual y selección de misión a desarrollar

El equipo "GALACTICS" decidió que la misión fuera: la simulación de un aterrizaje vertical del CanSat y el envío de telemetría en tiempo real a una estación terrena (laptop). La motivación que se tuvo para la selección de esta misión fue que en el año 2015 el cohete Blue Origen aterrizó en forma vertical después de un vuelo suborbital (Blue Origen, 2015) y un cohete llamado Falcon 9 de la empresa SpaceX, realizó el primer aterrizaje vertical de la historia después de posicionar un satélite en órbita (El mundo, 2016), logrando lo que desde hace años la ciencia ficción y expertos señalan que es la forma más natural de aterrizajes (Marín, 2015).

2. Fase A: desarrollo de los conceptos y tecnología a utilizar

Los requerimientos de la misión se presentan en la Tabla 1.

| Requerimientos del sistema   | Subsistemas comprendidos                       | Metas   |
|--|--|---|
| Debe caber en el volumen de una lata de refresco de 355 ml.          | Eléctrico, computadora, misión y comunicación. | Diseñar una arquitectura compacta.  |
| Masa máxima del CanSat 355 gramos.                                   | Eléctrico, computadora, misión y comunicación. | Diseñar sistemas esbeltos, seleccionando materiales y dispositivos de bajo peso.            |
| Alimentación del CanSat será suministrada por batería.               | Eléctrico.                                     | Selección de una batería que sea capaz de suministrar energía por lo menos 30 minutos.      |
| La batería debe ser de fácil acceso.                                 | Eléctrico.                                     | Diseñar este subsistema de modo que el cambio de batería no afecte a los demás subsistemas. |
| El CanSat debe tener un interruptor principal en un lugar accesible. | Comunicación.                                  | Debe tener el botón de encendido y apagado en la parte superior.                            |
| Sistema de recuperación.   | Recuperación.                                  | Construir un paracaídas que asegure la recuperación óptima del CanSat.                      |

|   |  |   |
|---|--|---|
| Velocidad del descenso entre 5 y 12 m/s.  | Recuperación.                                  | Diseñar el paracaídas para que descienda a 5 m/s.   |
| Alcance de radio entre 400 y 500 metros.  | Comunicación.                                  | Seleccionar un dispositivo capaz de mantener comunicación durante el descenso.  |
| Sistema de aterrizaje vertical  | Eléctrico, misión y computadora.               | Eléctrico: suministrar la energía necesaria para la activación y despliegue. Misión: contener los sensores, actuadores y dispositivo de aterrizaje. Computadora: asegurar el correcto funcionamiento de la misión.  |
| Medición de temperatura (externa e interna), presión, humedad relativa, latitud, longitud, altitud, aceleración, vibración, nivel de batería y video. | Eléctrico, misión, comunicación y computadora. | Subsistema eléctrico: debe tener el voltaje necesario para todos los dispositivos y espacio para alimentar la cámara. Subsistema de misión: debe albergar todos los sensores. Subsistema de comunicación: debe albergar espacio para el GPS. Subsistema de computadora: debe contar con un dispositivo programable. |

**Tabla 1** Requerimientos de la misión

Con base a los requerimientos se seleccionaron los dispositivos necesarios para cumplir las metas, estos dispositivos se mencionan en la Tabla 2.

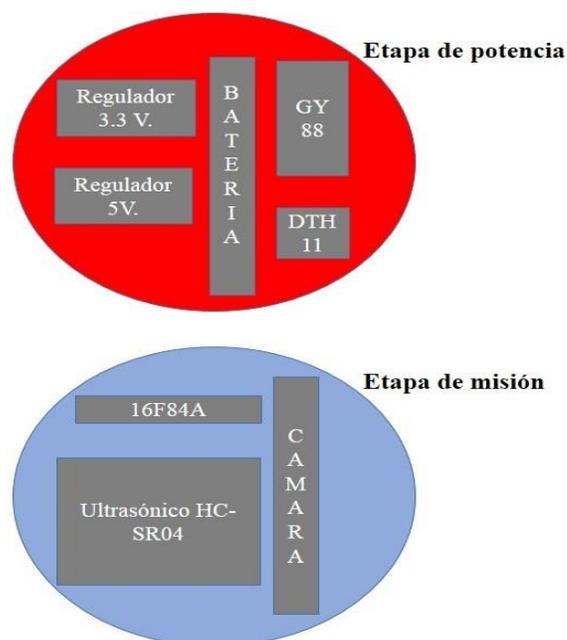
| Actividad  | Dispositivo                     |
|--|---------------------------------|
| Medir Temperatura interna y humedad relativa         | DHT 11                          |
| Medir Presión, altitud, vibración y aceleración      | GY-88                           |
| Medir Longitud y Latitud                             | GPS GY-NEO6M V2                 |
| Medir Temperatura externa                            | LM 35                           |
| Tomar Video  | Mini cámara espía               |
| Computadora y envío de datos                         | Arduino pro mini y Xbee S2      |
| Tren de aterrizaje                                   | Diseño estructura impresora 3D  |
| Dispositivo de disparo para el sistema de aterrizaje | Mini servo motor                |
| Control de disparo                                   | Sensor ultrasónico y pic 16F84A |

**Tabla 2** Dispositivos seleccionados

### 3. Fase B: diseños preliminares de arquitectura para cumplir la misión

Una vez seleccionados los dispositivos se inició con los bosquejos preliminares de lo que sería la arquitectura del WashiSat.

Los bosquejos de las etapas se muestran en las Figuras 1 y 2. Estas etapas tuvieron un diámetro de 5 cm, siendo así un reto en la colocación de todos los dispositivos.



**Figura 1** Etapas de potencia y misión

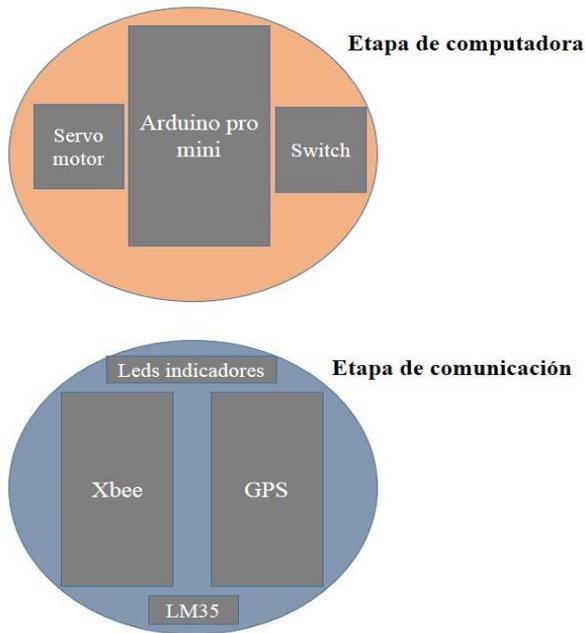


Figura 2 Etapas de computadora y comunicación

El bosquejo mecánico se muestra en la Figura 3. Consiste en un sistema de patas que pueden contraerse y salir por un sistema electromecánico.



Figura 3 Bosquejo mecánico

4. Fase C: diseños finales y fabricación

Teniendo en mente los bosquejos se realizaron los diseños electrónicos de las cuatro etapas así como el diseño mecánico del tren de aterrizaje. Los diseños electrónicos se muestran en la Figura 4. Y el diseño mecánico en el Figura 5.

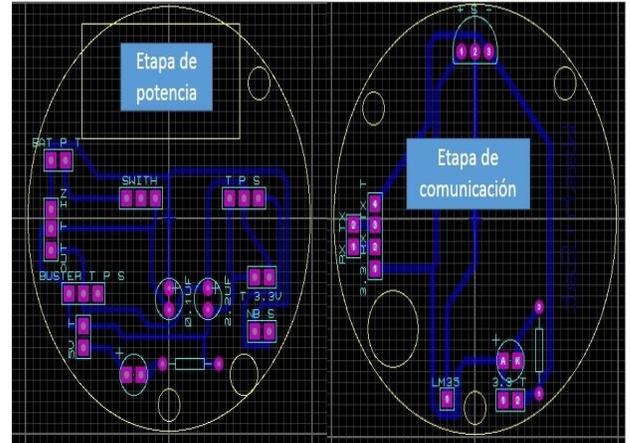


Figura 4 Diseños electrónicos etapas de potencia y comunicación

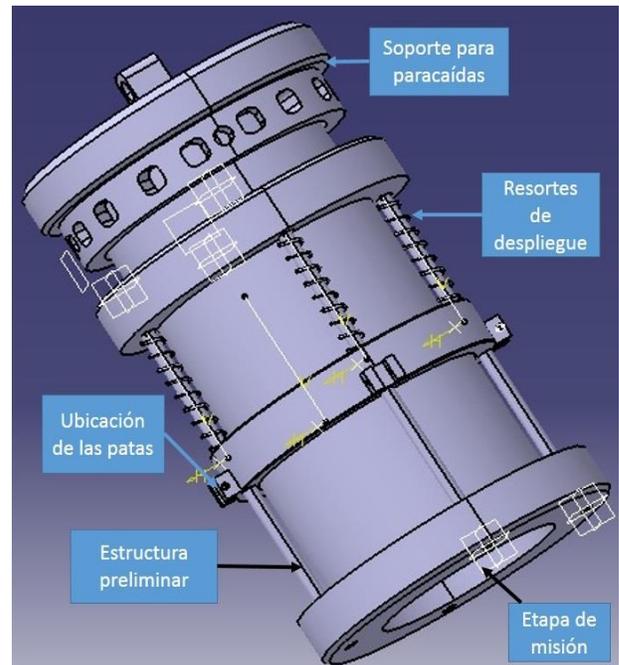


Figura 5 Diseño final estructura mecánica

Terminados los diseños, se comenzó la fabricación de las etapas electrónicas por el método de planchado para realizar los circuitos impresos como se muestra en la Figura 6.

Posteriormente se soldaron los componentes a las etapas como se puede observar en la Figura 7.



Figura 6 Circuito impreso etapa de misión

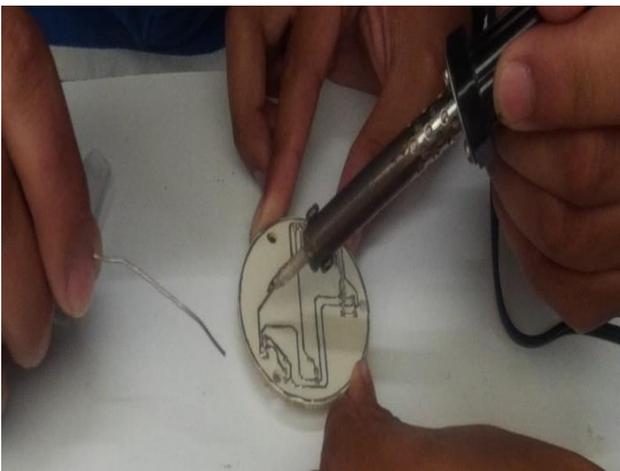


Figura 7 Soldando componentes etapa de comunicación

Al mismo tiempo se utilizó una impresora 3D para imprimir la estructura mecánica que sería el soporte para las etapas electrónicas. En la Figura 8. Se puede observar cómo se está detallando dicha estructura.



Figura 8 Detalle de la estructura mecánica

### 5. Fase D: Integración

Una vez terminadas las etapas se realizaron pruebas de conexión y de funcionamiento de las etapas integrándolas e interconectándolas para comprobar su correcto desempeño. La prueba de conexión se muestra en la Figura 9. En la cual se pueden observar las diferentes etapas ya interconectadas y correctamente energizadas.

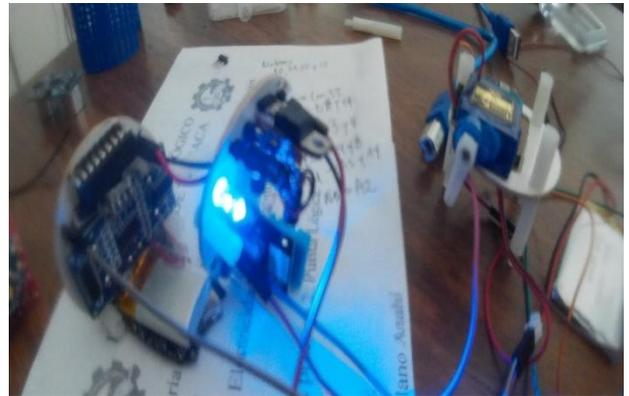


Figura 9 Prueba de conexión entre las etapas

### 6. Fase E: Sistema

Se integraron las etapas electrónicas con la estructura mecánica conformando el pico-satélite WashiSat el cual se puede apreciar en la Figura 10.



Figura 10 Pico-satélite WashiSat

## Resultados

### 7. Fase F: Misión

Se diseñó y construyó el pico-satélite WashiSat, con el cual se participó en el 3er. Concurso Nacional de Pico-Satélites Educativos CanSat en la categoría de Telemetría, en la Figura 11. Se puede ver al equipo participante.

Fue en el concurso donde se pudo comprobar la misión del WashiSat la cual fue todo un éxito como se muestra en la Figura 12. Y fue así que se logró el primer lugar en el concurso, este triunfo se puede apreciar en la Figura 13.



**Figura 11** equipo "GALACTICS" participando con el CanSat WashiSat



**Figura 12** Funcionamiento del WashiSat

Fuente: <http://www.conacytprensa.mx/index.php/ciencia/universo/19591-picosatelites-aprender-aeronautica>



**Figura 13** Premiación del primer lugar, categoría telemetría

## Agradecimiento

Se agradece al maestro José Luis Contreras Coeto y a todo el personal del ITST por el financiamiento en el desarrollo de este CanSat.

## Conclusiones

Por lo anterior, los CanSat son una herramienta sustancial para que los alumnos generen las competencias básicas necesarias de diseño y construcción de misiones satelitales.

El enfrentar a los alumnos al diseño y construcción de proyectos multidisciplinarios como lo es un CanSat, hace que sus conocimientos y habilidades se fortalezcan haciéndolos unos ingenieros más completos.

El trabajo metodológico y bien realizado conlleva a que el resultado final sea el esperado.

## Referencias

Colín, A. (2016). Pico satélites cansat: una herramienta para la educación en ciencias del espacio. *CiENCIA UANL*. 19, (81), p. 9-16.

Colín, A., Bermúdez, B., Encarnación, G., Lira, G., Zúñiga, D., Ávalos, L.,... Álvarez, B. (2016). Construcción de un picosatélite cansat. *CiENCIA UANL*. 19, (81), p. 34-38.

Agencia Espacial Mexicana (AEM) (2013). Diagnostico anual de la oferta y demanda de capital humano en el campo espacial en México (1).

Agencia Espacial Mexicana (AEM) (2014). Catalogo y análisis de capacidades de investigación y desarrollo tecnológico espacial en México (1).

Colín, A. E., Roa, A., Bermúdez, B., Cardona, J. A., Espinosa, G., Lira, G., y Rentería A. (2016). Pico-satélites educativos cansat: primer concurso nacional en México. CELERINET, enero-junio, 20-28.

UNISEC México (2016).  
www.unisecmexico.com

Mancilla, J., Martínez, R. M., Santos, E., Palacios, A. C. y Hernández, L. R. (2016). Ensamble de un cuadricóptero para la etapa de ascenso de un pico-satélite CANSAT. JOURNAL CIM: Revista Electrónica Arbitrada, 4(1), 1076-1083.

Mancilla, J., Martínez, R. M., Palacios, A. C., y Hernández, L. R. (2017). Diseño y construcción de un pico satélite cansat denominado EagleSat. Aplicación del Saber: Casos y Experiencias, 3(1), 1733-1738.

Mancilla, J., Palacios, A. C., Hernández, L. R., y de la Cruz, G. J. (2018). Diseño y construcción de un pico satélite cansat tipo rover denominado EagleSat V2.0. Aplicación del Saber: Casos y Experiencias, 4(1), 1272-1277.

Mancilla, J., Sombrerero, J., Báez, M., y Serrano, M. (2017). Creando futuros líderes de la industria Aeroespacial Mexicana, construyendo pico-satélites educativos cansat. Revista electrónica ANFEI digital, 8(2018), 1-10.

UNISEC México (2017). Convocatoria: Tercer Concurso Nacional de Pico-Satélites Educativos CanSat (3).

Bermúdez, B. (2016). Cansat: lata-satélite. CIENCiA UANL. 19, (81), p. 71-75.

Blue Origin (2015), Blue Origin. Blue Origin makes historic rocket landing.

El mundo (2016). SpaceX logra el primer aterrizaje vertical de un cohete reciclable sobre una plataforma flotante.

Marín D. (2015). El blog de Daniel Marín. Una breve historia de los cohetes de aterrizaje vertical.