



Conference: Interdisciplinary Congress of Renewable Energies, Industrial Maintenance, Mechatronics  
and Information Technology  
**BOOKLET**



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar  
DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

**Title:** Educational pico-satellite CanSat developed on an ARM-CortexM4 and FPGA platforms.

**Authors:** SÁNCHEZ-TEXIS, Fernando, IBARRA-BONILLA, Mariana Natalia y REYES-CASTILLO, Ivan.

Editorial label ECORFAN: 607-8695  
BCIERMMI Control Number: 2019-204  
BCIERMMI Classification (2019): 241019-204

Pages: 11  
RNA: 03-2010-032610115700-14

**ECORFAN-México, S.C.**  
143 – 50 Itzopan Street  
La Florida, Ecatepec Municipality  
Mexico State, 55120 Zipcode  
Phone: +52 1 55 6159 2296  
Skype: ecorfan-mexico.s.c.  
E-mail: contacto@ecorfan.org  
Facebook: ECORFAN-México S. C.  
Twitter: @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

| Holdings |             |            |
|----------|-------------|------------|
| Mexico   | Colombia    | Guatemala  |
| Bolivia  | Cameroon    | Democratic |
| Spain    | El Salvador | Republic   |
| Ecuador  | Taiwan      | of Congo   |
| Peru     | Paraguay    | Nicaragua  |

Introduction

Methodology

Results

Conclusions

References

# Introduction

El término CanSat fue introducido en 1999 por el profesor Robert Twiggs del Laboratorio de Desarrollo Espacial de la Universidad de Stanford, quien estableció que la electrónica y los componentes de este dispositivo se pueden organizar dentro de una lata de refresco (Twiggs, 1998).

La difusión y el conocimiento de los pico y nano-satélites se ha expandido en la última décadas, debido en gran parte a la actividad dentro de la comunidad de satélites universitarios. En particular, el desarrollo de pico-satélites CanSat ha abierto una nueva rama en los programas educativos, porque proporcionan la base y un fondo de motivación para que los estudiantes obtengan experiencia práctica en proyectos de tecnología espacial (Bouwmeester & Guo, 2010).

# Methodology

Los CanSat son lanzados por un cohete, globo o cualquier vehículo aéreo no tripulado, desde una altura aproximada de un kilómetro, para descender lentamente en paracaídas mientras recopilan y transmiten datos por telemetría a una estación terrestre.

Para lograr tal misión, este se puede diseñar con componentes comerciales. Es común que la unidad de control se implemente con un microcontrolador (MCU) comercial y la estación terrestre sea una computadora portátil con una antena conectada. En la literatura se reportan diversos trabajos que utilizan un microcontrolador PIC (Carrasco y Vázquez, 2014) o alguna de las múltiples plataformas embebidas de Arduino (Chaudhry y Mishra, 2015; Paudel et al., 2017; Walelign, 2018) como unidad principal de control de los componentes del CanSat.

# Metodology

Presentamos el diseño e implementación del sistema de control de un pico-satélite CanSat, desarrollado en las plataformas ARM-CortexM4 y un FPGA Spartan 6 para cumplir la misión de telemetría.

Los MCU ARM-CortexM4 integran una unidad de punto flotante por lo que permite realizar operaciones complejas con mayor precisión, y al ser tecnología de 32 bits permiten el procesamiento de datos de manera más eficiente además de que son diseñados para un bajo consumo de energía, lo que permite aumentar la vida útil de la batería.

Se propone el uso del FPGA para el control de una cámara de video, pues debido a la capacidad de procesamiento en paralelo que poseen los FPGA son ideales para procesar una gran cantidad de datos a alta velocidad.

# Subsistemas del Cansat

Para cumplir con la misión, se propone incorporar diferentes subsistemas al CanSat, siendo la unidad de control principal un microcontrolador ARM Cortex-M4. Un esquema de los subsistemas que incorpora el CanSat se presenta en la siguiente Figura.

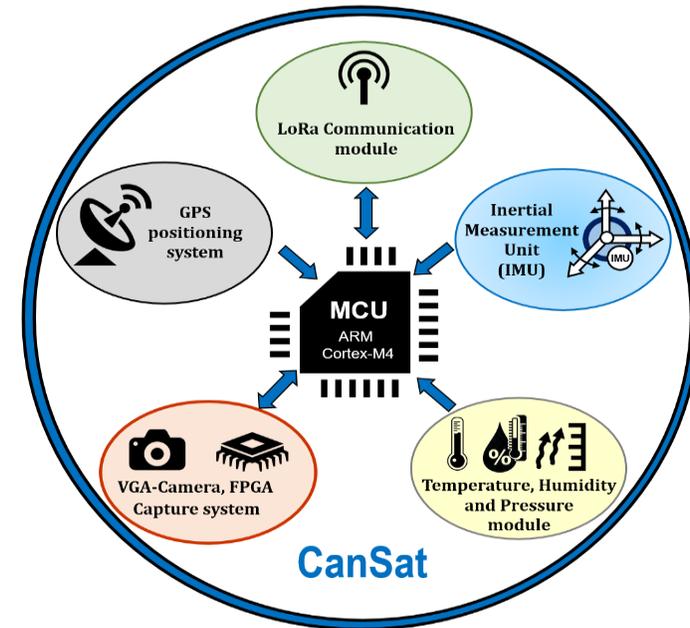


Figura 1. Subsistemas que incorpora el CanSat.  
Fuente (Autor).

# Subsistemas del Cansat

Los subsistemas son distribuidos en cuatro niveles de construcción física, tal como se observa el modelo 3D de la Figura 2.

1. Módulo de control
2. Módulo de sensores
  - Sensores inerciales
  - Sensores de clima
  - Sistema de posicionamiento GPS.
3. Módulo de comunicaciones
4. Módulo de visión

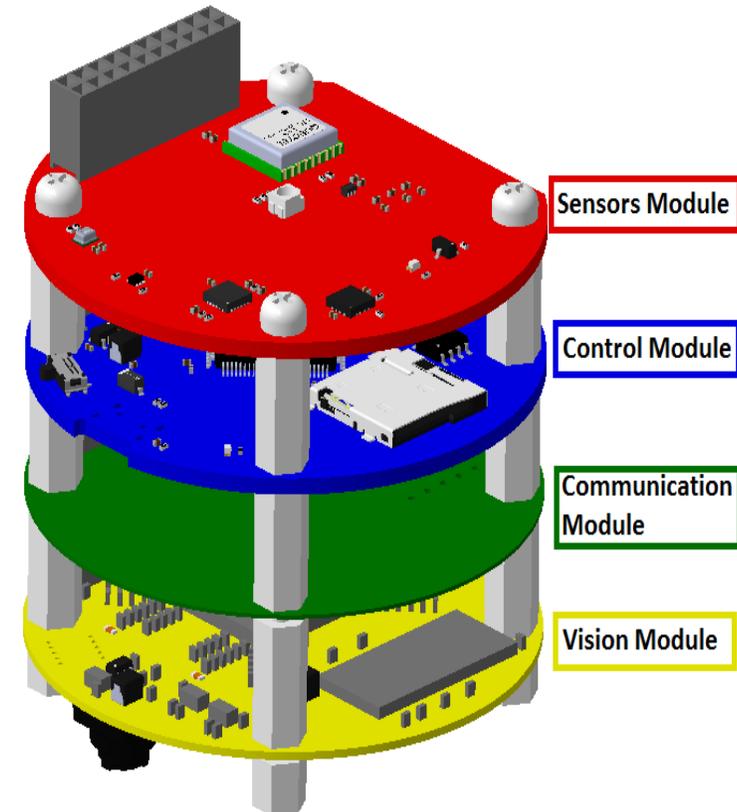


Figura 2. Modelo 3D de la construcción física del CanSat. Fuente (Autor).

# Resultados

Se realizó una prueba de alcance del sistema de comunicaciones. La prueba consistió en posicionar un CanSat en modo receptor, en un edificio a una altura de un piso (aproximadamente 4 m). Un segundo CanSat en modo de transmisor se movió en un entorno urbano. La finalidad de la prueba fue verificar la integridad de los datos, logrando una máxima distancia de 460 m.

La Figura 9 presenta la ruta de la prueba. El estándar LoRa proyecta como distancia mínima de transmisión 5 km entre dispositivos. Si se compara la distancia real obtenida se observa una pérdida del 90.8%.

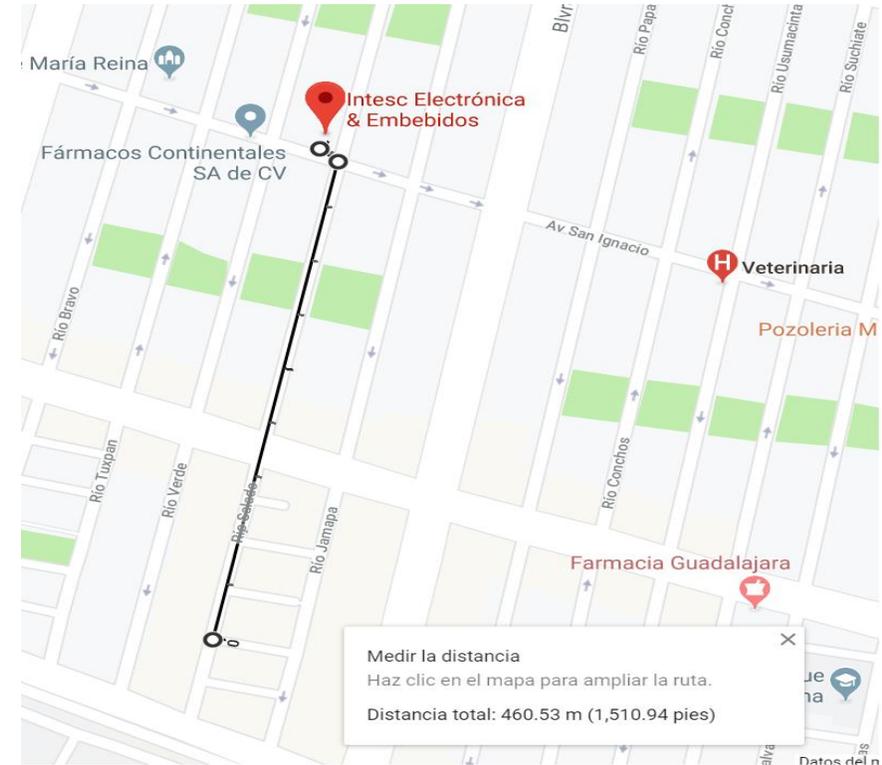
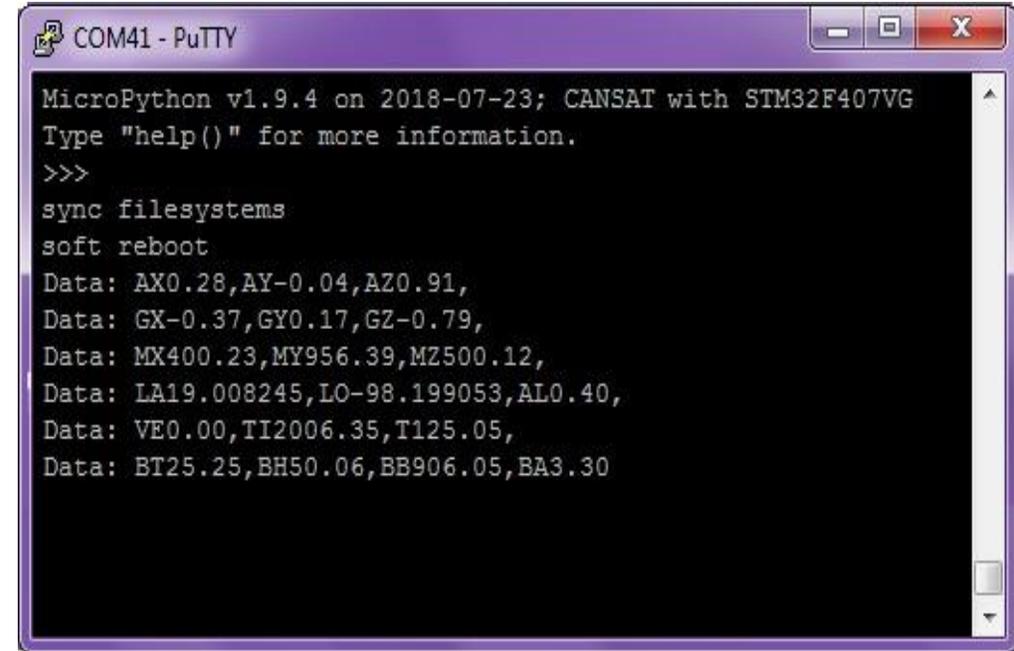


Figura 9. Ruta de la prueba de alcance. Fuente (Autor)

# Resultados

Para el caso del módulo de los sensores se tienen lo siguiente.

La Figura 10 presenta los datos leídos de los sensores en una consola de comunicación serial que permite ejecutar el lenguaje de Python, por lo que se evidenció el funcionamiento correcto de cada uno de los sensores.

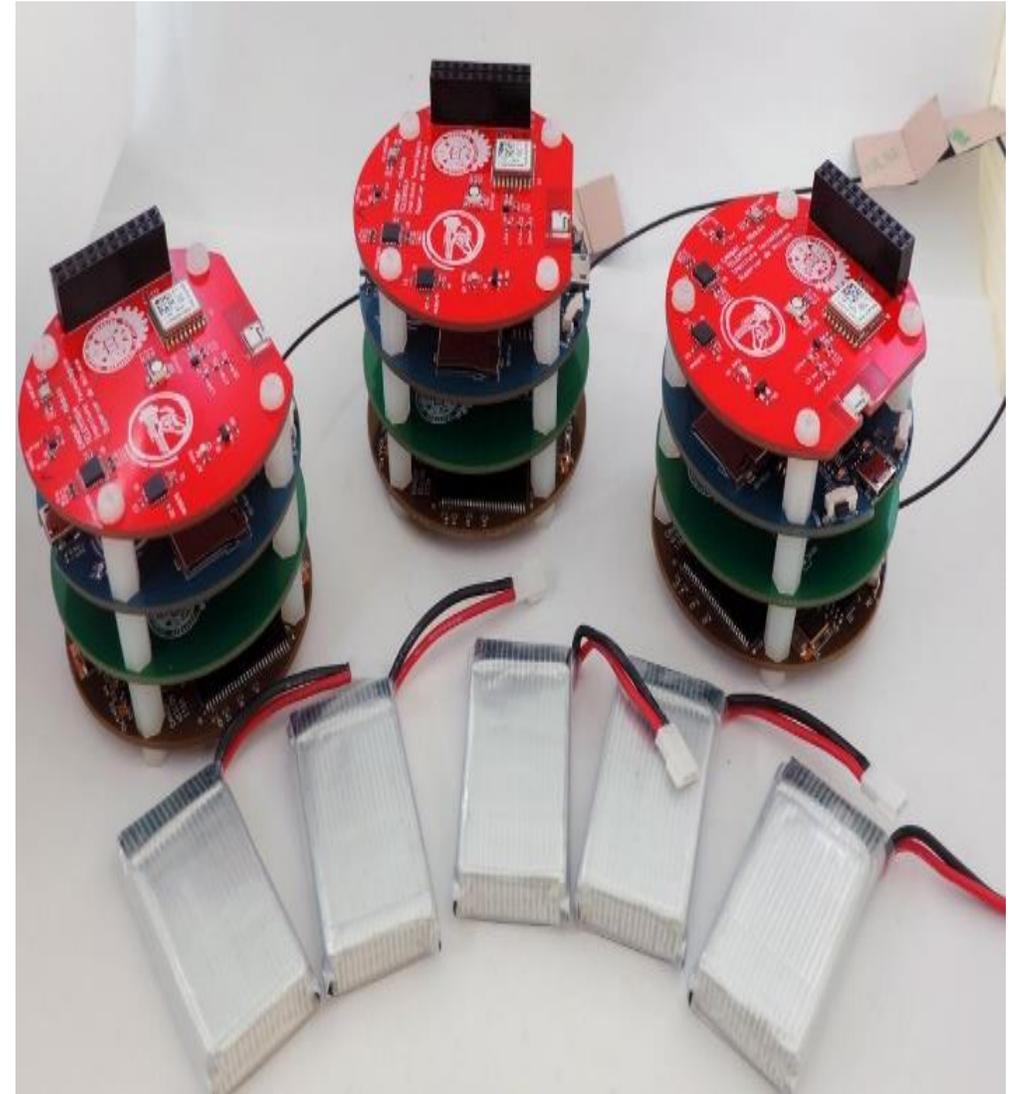


```
COM41 - PuTTY
MicroPython v1.9.4 on 2018-07-23; CANSAT with STM32F407VG
Type "help()" for more information.
>>>
sync filesystems
soft reboot
Data: AX0.28,AY-0.04,AZ0.91,
Data: GX-0.37,GY0.17,GZ-0.79,
Data: MX400.23,MY956.39,MZ500.12,
Data: LA19.008245,LO-98.199053,AL0.40,
Data: VE0.00,II2006.35,T125.05,
Data: BT25.25,BH50.06,BB906.05,BA3.30
```

Figura 10. Respuesta del CanSat con los parámetros de los sensores. Fuente (Autor)

# Conclusiones

- Se presentó el diseño de un CanSat en las plataformas ARM-CortexM4 y FPGA Spartan6.
- La estructura del CanSat consiste de cuatro módulos: control, sensores, comunicación y visión.
- Los módulos se fabricaron en forma circular de 60 mm y espesor de 1.6 mm usando tecnología de circuito impreso de montaje superficial, a 2 capas para control, sensores y comunicación, y a 4 capas para visión.
- El módulo de control incorpora un microcontrolador ARM-STM32F407 integrado con el OS-Micropython que, mediante la programación en lenguaje Python, permite ejecutar la comunicación correcta con los sensores y el sistema de visión con FPGA, y la transmisión de datos por el estándar LoRa.
- Se ejecutaron pruebas preliminares que permitieron validar el diseño.



# References

- Bouwmeester, J. y Guo, J. (2010). Survey of worldwide pico-and nanosatellite missions, distributions and subsystem technology. *Acta Astronautica*, 67(7-8), 854-862.
- Carrasco, R. C., y Vázquez, S. V (2014). Nano-satélite basado en microcontroladores PIC: CanSat.
- Chaudhry, V. y Mishra, I. (2015). ZENITH: A Nano-Satellite for Atmospheric Monitoring (No. 2015-01-2395). SAE Technical Paper.
- Colin, A. y Jimenez-Lizárraga, M. (2015). The CanSat technology for climate Monitoring in small regions at altitudes below 1 km. IAA Climate Change & Disaster Management Conference.
- Damien P.G., P.S. (30 de Junio de 2019). MicroPython documentation. Obtenido de <http://docs.micropython.org/en/latest/>
- National Marine Electronics Association. (s.f.). Recuperado el 01 de Julio de 2019, de <https://www.nmea.org/>

# References

- Paudel, S., Prajapati, R. C., Thapa, J., Shrestha, S., Dutta, A. K., & Humagain, S. (2017). Development of CanSat Ground-Station using LabVIEW. Proceeding of MARS Summit, India.
- Semtech (01 de Julio de 2019). What is LoRa®?. Obtenido de <https://www.semtech.com/lora/what-is-lora>
- Twiggs, R. (1998). University Space System Symposium (USSS). Hawaii, USA.
- Van Diggelen, F. S. T. (2009). A-gps: Assisted gps, gnss, and sbas. Artech House.
- Waleligne, M. (2018). Design and Development of CANSAT: Transmit Weather Data from Troposphere Level to The Ground Station (Doctoral dissertation, Addis Ababa University).



**ECORFAN®**

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/](http://www.ecorfan.org/) booklets)