

# Diseño y Fabricación De Un Pico-Satélite Artificial Mediante Las Normas CanSat



Israel Zuñiga de la Mora

Facultad de Telemática

Universidad de Colima

Entrega De Tesis Examen Ordinario

*Ingeniería en Telemática*

Junio 2011

---

---

1. Asesor: Profesor Omar Álvarez Cárdenas

---

# Índice general

Índice de figuras	III
Índice de cuadros	V
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. CanSat . . . . .	1
1.2. Normas CanSat . . . . .	2
1.2.1. Requerimientos Generales . . . . .	2
1.2.2. Clasificación de Satélites por su tamaño . . . . .	2
1.3. Planteamiento del Problema . . . . .	3
1.4. Descripción de la Propuesta . . . . .	4
1.5. Preguntas de Investigación . . . . .	5
1.6. Objetivos . . . . .	5
1.6.1. Objetivo General . . . . .	5
1.6.2. Objetivos Específicos . . . . .	6
1.7. Hipótesis . . . . .	6
1.8. Justificación . . . . .	6
1.9. Factibilidad . . . . .	7
1.9.1. Factibilidad Económica . . . . .	7
1.9.2. Factibilidad Técnica . . . . .	7
<b>2. Estado del Arte</b>	<b>9</b>
<b>3. Metodología</b>	<b>11</b>
3.1. Universo de Estudio . . . . .	11
3.2. Método . . . . .	11

## ÍNDICE GENERAL

---

3.3. Encuesta . . . . .	11
<b>4. Calendario</b>	<b>13</b>
4.1. Calendario de Actividades . . . . .	13
<b>Referencias</b>	<b>17</b>

# Índice de figuras

1.1. Como está diseñado un Satélite. . . . .	4
4.1. Calendario de Actividades realizadas y por terminar para Marzo-Junio .	14
4.2. Calendario de Actividades programadas para Julio-Septiembre . . . . .	15

## ÍNDICE DE FIGURAS

---



# Índice de cuadros

1.1. Clasificación de Pequeños Satélites . . . . .	3
--	---

## **GLOSARIO**

---

# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1. CanSat

CanSat es el acrónimo de Canned Satellite (Satélite Enlatado). El concepto fue introducido por primera vez a finales de la década de 1990 en la Universidad de Stanford [2]. La idea detrás del proyecto fue permitir a estudiantes enfrentarse a algunas situaciones encontradas en construir un satélite, pero al mismo tiempo para ser resueltas en un periodo de tiempo menor y con un gasto mínimo. Los estudiantes debían diseñar y construir instrumentos, adaptarlos a una lata de bebidas para después lanzarla en un cohete. Entonces la lata de aluminio junto a su instrumentación caen al suelo atados de un paracaídas mientras realizan diferentes tipos de experimentos. Todo esto siendo posible en menos de un año y a un costo muy bajo.

Cada año se celebra una competencia CanSat en Estados Unidos de América (Annual CanSat Competition, Texas). Esta competencia permite a equipos de diferentes universidades y preparatorias tener los retos de diseñar y construir un sistema aeroespacial, de acuerdo a las especificaciones dadas por el comité organizador. Así también se celebra otra competencia de interacción internacional, llamada ARLISS ó A Rocket Launch For International Student Satellites. Así mismo, toman lugar otras competencias CanSat en distintos países de Europa y Asia. Siendo el continente europeo [12] donde un mayor índice de estudiantes y países son involucrados.

## 1. INTRODUCCIÓN

---

### 1.2. Normas CanSat

Se tendrá un mejor entendimiento de éste proyecto al revisar con calma las normas definidas para un concurso de pico-satélites CanSat. De manera resumida, las normas explican el valor educativo de una competencia CanSat, descripción de la misión, agrupación de estudiantes para los equipos, diferentes tipos de misión CanSat, requerimientos, clases de CanSat, evaluación y fases del proyecto.

#### 1.2.1. Requerimientos Generales

En base a las guías de diferentes concursos se puede determinar:

1. La instrumentación debe ser construida para caber dentro de una lata de bebida de 12 oz. (355ml). 115mm de altura y 66 mm de diametro.
2. La masa máxima está limitada a 350 gramos.
3. El costo máximo es de 1000 USD.
4. El paracaídas debe ser colocado en la parte superior y las antenas en el fondo del CanSat.
5. Cada CanSat debe contar con su propia estación en tierra para fines de comunicación.
6. El CanSat debe ser apagado antes del vuelo y durante su colocación en órbita. Solo debe ser activado después de su separación de el cohete o globo. [12]
7. El CanSat debe resistir una aceleración de hasta 20G
8. Los materiales explosivos o de fácil combustión dentro del dispositivo están prohibidos.

#### 1.2.2. Clasificación de Satélites por su tamaño

El termino pequeño satélite es usado para mencionar a todo aquel satélite con una masa menor a 500kg. Aún así una clasificación más detallada es la propuesta:

Clasificación	Masa
Mini-Satélite	100-500kg
Micro-Satélite	10-100kg
Nano-Satélite	1-10kg
Pico-Satélite	0.1-1kg
Femto-Satélite	< 100gr

**Cuadro 1.1: Clasificación de Pequeños Satélites**

### 1.3. Planteamiento del Problema

El desarrollo e investigación en sistemas de software y hardware para satélites artificiales dentro de universidades es un tema académico muy costoso; ya que usualmente se suelen planear proyectos para satélites de gran volumen, con tiempo de fabricación a más de un año, un muy reducido tiempo de vida en el exterior y características de funcionamiento que muchas veces son innecesarias para un proyecto realizado por estudiantes.

Por lo cual, en ocasiones este tipo de proyectos no puede verse funcionando en una órbita al exterior del planeta. Principalmente por el costo total de fabricación, lanzamiento al espacio mediante cohetes de transporte, colocación en órbita y notificaciones ante autoridades coordinadoras (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Comisión Federal de Telecomunicaciones, 'International Maritime Organization', 'International Civil Aviation Organization', 'Unión Internacional de Telecomunicaciones', International Amateur Radio Union [4] y Amateur Satellite Corporation [6] ).

En México los problemas existentes en las universidades y sector industrial para impulsar la investigación en exploración espacial y telecomunicaciones satelitales son: la escasez o inexistencia de presupuesto, tiempo, recursos humanos e intelectuales para estas áreas de conocimiento.

Otro aspecto importante es la calidad en la enseñanza y aprendizaje en las universidades públicas que ofrecen carreras de telecomunicaciones, el material de aprendizaje debe ser compartido entre los alumnos de un mismo grupo (antenas, transceptores, cables, conectores, decodificadores).

## 1. INTRODUCCIÓN

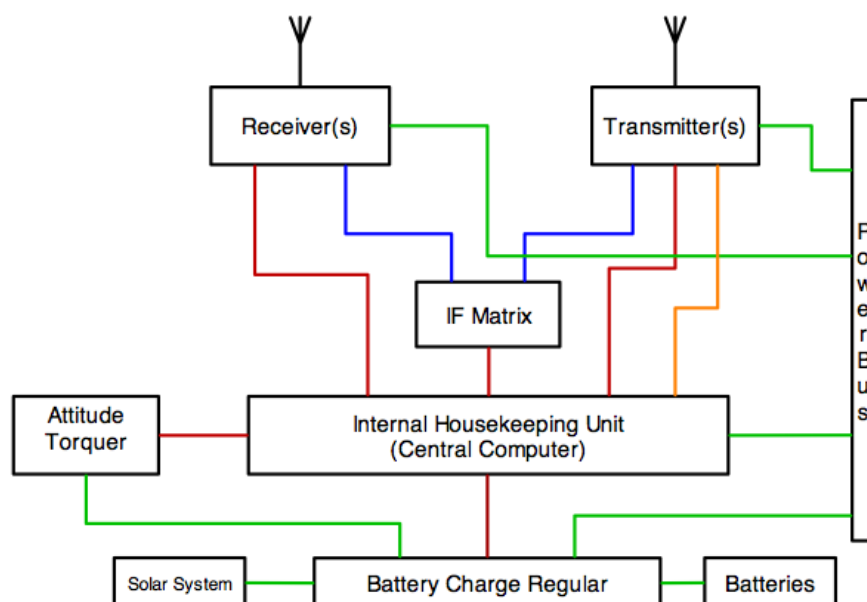
---

### 1.4. Descripción de la Propuesta

Un sistema de comunicaciones por satélite se divide en dos componentes: La estación terrena y el satélite en órbita. [10] La estación terrena debe contar con al menos un transceptor de radio VHF y UHF, antenas para las bandas de radio frecuencia VHF y UHF, computadora personal para el procesamiento de telemetría y programación de actividades para el satélite, conectores y adaptadores.

El segundo componente de la propuesta es el pico-satélite con un sistema básico, conocido como Módulo de Servicio. Compuesto por los subsistemas de:

- Estructura
- Telemetría
- Alimentación Eléctrica
- Control Termal
- Control de Posición



**Figura 1.1: Como está diseñado un Satélite.** - Emily Clarke, AMSAT. An Introduction to Amateur Satellites.

Y cumplirá con los requisitos generales para satélites CanSat que previamente han sido marcados.

La propuesta de trabajo consiste en la implementación de los componentes, una estación terrena y un pico-satélite CanSat.

Al concluir este trabajo de investigación, la replicación de la propuesta, por estudiantes de la Facultad de Telemática servirá para el aprendizaje y reafirmación de conocimiento en las áreas de electrónica, desarrollo de software, telecomunicaciones y dirección de proyectos.

### 1.5. Preguntas de Investigación

- Los resultados obtenidos ayudarán a futuras investigaciones sobre pequeños satélites en el país?
- El trabajo realizado podrá ser replicado por otros estudiantes de la Universidad de Colima?
- Los estudiantes que repliquen el proyecto se interesarán por la radio afición?
- Qué tecnologías implementará este proyecto de investigación?
- Qué mejoras a tecnologías se podrán generar al concluir de manera exitosa este proyecto de investigación?
- Los costos de fabricación y pruebas del CanSat serán costeables para incluirse como parte de los proyectos integradores en la Ingeniería en Telemática?

### 1.6. Objetivos

#### 1.6.1. Objetivo General

Implementar un pico-satélite con el tamaño de una lata para bebidas de 12oz. con capacidades de envío y recepción de información, o CanSat, para ser utilizado en experimentos científicos, académicos y de propósito general.

## 1. INTRODUCCIÓN

---

### 1.6.2. Objetivos Específicos

- Desarrollar un pico-satélite.
- Colocar el CanSat en un vuelo sub-orbital a una distancia de al menos 20 mt de altura.
- Documentar los estándares y procedimientos empleados para la fabricación de sistemas aeroespaciales.
- Adquirir información de telemetría mediante un enlace de radio a una estación terrena una vez iniciado el viaje sub-orbital del prototipo.
- Desarrollar materiales educativos que faciliten el conocimiento sobre exploración espacial, sistemas de telecomunicaciones de uso amateur y comerciales basados en satélites artificiales, protección y uso adecuado del entorno natural a partir de la fabricación de satélites artificiales.

### 1.7. Hipótesis

Los resultados obtenidos con desarrollo del CanSat incrementaran el interés de los estudiantes de la Facultad de Telemática en la Universidad de Colima para continuar con el desarrollo e investigación de sistemas de comunicaciones aeroespaciales.

### 1.8. Justificación

Ante las dificultades dadas a conocer en el planteamiento del problema, la investigación académica puede verse beneficiada con la fabricación y uso de pequeños satélites (clasificados como Nano, Pico y Femto sat.), siendo posible la investigación y experimentación de sistemas espaciales para estudiantes. El resultado del trabajo de investigación, puede ser colocado a alturas de 1-20 km mediante globos meteorológicos (globos de Helio) o a alturas de 20-1,000 mt mediante cohetes de modelismo espacial para representar una misión espacial. Y a su vez, el pequeño satélite debe interactuar con las condiciones extremas de clima al funcionar fuera del globo terráqueo. Se pueden obtener grandes trabajos con un presupuesto limitado y los retos técnicos de optimizar cada recurso del satélite.



### 1.9. Factibilidad

Para realizar de manera exitosa éste proyecto debe tener el sustento de factibilidad económica y técnica. La factibilidad económica determina que no se excederá un presupuesto fijo o que se necesite una suma muy grande de dinero para solventar los gastos por el trabajo. La factibilidad técnica determina las capacidades del investigador y los recursos físicos o digitales requeridos.

#### 1.9.1. Factibilidad Económica

Un proyecto o misión bajo las guías de Competencia Cansat provee la oportunidad de experimentar el diseño y ciclo de vida de un sistema aeroespacial. Dichas normas, de manera general, establecen un costo no mayor a de 1000 USD. El prototipo tendrá un costo menor al límite por ser fabricado con componentes que previamente se tenían y otros pueden comprarse con descuentos para estudiante.

#### 1.9.2. Factibilidad Técnica

Hoy en día se tiene alcance a herramientas necesarias para el diseño y fabricación de dispositivos electrónicos dentro de la Universidad de Colima. El acceso a Internet y el comercio electrónico permiten la búsqueda y compra de componentes o materiales electrónicos y electricos que agoten su existencia en las ciudades de Colima o Guadalajara; por lo cual no existe riesgo por una investigación inconclusa debido a material faltante. El conocimiento de las herramientas de diseño y fabricación ha sido aprendido en cursos dentro de esta facultad.

## 1. INTRODUCCIÓN

---

## Capítulo 2

# Estado del Arte

Los pequeños satélites han capturado la imaginación a nivel mundial de fabricantes y diseñadores de los mismos, debido a sus capacidades económicas y tecnológicas. En las universidades con intereses en tecnología espacial el primer foco de atención son los objetos espaciales considerados como micro, nano y pico satélites. Según avances en la miniaturización electrónica se permite tener cargas útiles (payloads) e instrumentos para misiones espaciales de menor tamaño y masa, también de un consumo de energía más eficiente. Siendo popular el estándar CubeSat [1] (acrónimo de Cube Satellite) diseñado principalmente por Jordi Puig-Suari y Robert Twiggs, además creador del concepto CanSat.

Recientemente en el país se cuenta con la referencia escasa de proyectos relacionados con pequeños satélites. Siendo el primero, un trabajo sin publicaciones o avances por parte del Instituto de Robótica de Yucatán con el desarrollo de un CubeSat (TRIY-SAT I), en segunda instancia se puede relacionar al proyecto SARSEM-ICARUS II o Sistema Aerostático de Repetición Sub-Espacial Mexicano que realizó un viaje sub-orbital mediante un globo meteorológico, desarrollado por el Club de Radio Amateur del Estado de Guanajuato A.C. y liderado por los ingenieros Erick Arzola (XE1CKJ) y Jonathan Remba (XE1BRX); con participación y apoyo de operadores de radio amateur dentro del país y el extranjero. Durante 2008 se realizan dos proyectos por estudiantes del Tecnológico de Monterrey, campus Puebla y campus Ciudad de México respectivamente; estas dos iniciativas crearon un vehículo espacial de acuerdo a las normas de competencia CanSat. Teniendo lugar en la Annual Cansat Competition de 2008 en Texas, EUA.

## **2. ESTADO DEL ARTE**

---

## Capítulo 3

# Metodología

### 3.1. Universo de Estudio

Serán el universo de estudio 50 estudiantes de la Facultad de Telemática. Cursando quinto o sexto semestre de Ingeniería en Telemática. Los cuales cuentan con conocimientos en sistemas electrónicos de comunicación, redes de comunicaciones y sistemas de comunicación por satélite.

### 3.2. Método

A través de una encuesta aplicada a estudiantes se espera detectar el conocimiento previo acerca de pequeños satélites y el interés por los beneficios que tienen al ámbito educativo y social. De acuerdo a los resultados de la encuesta se considerarán los aspectos básicos a considerar para el desarrollo de material educativo sobre el tema, así como la preparación de información para la implementación de pequeños satélites

Se pretende identificar la utilidad que puede tener el uso del conocimiento sobre el tema para aumentar la calidad de enseñanza.

### 3.3. Encuesta

Las preguntas seleccionadas para aplicarse a los estudiantes solo tienen dos respuestas, Si o No. La encuesta se compone con las siguientes preguntas:

- Consideras necesario el uso de satélites para las telecomunicaciones?

### 3. METODOLOGÍA

---

- Conoces la situación actual del desarrollo de satélites en el País?
- Un CubeSat, es un satélite en miniatura, de  $10\text{ cm}^3$ . Consideras que es posible el desarrollo de un CubeSat por estudiantes de la Universidad de Colima?
- Un sistema de High Altitude Ballooning, se compone por un globo meteorológico, una computadora de vuelo (considerada como pico-satélite) y una carga útil. Te involucrarías con un equipo en el desarrollo de una computadora de vuelo?

## Capítulo 4

# Calendario

### 4.1. Calendario de Actividades

La programación de actividades se refleja en el calendario o cronograma de actividad. Siendo el único integrante de las actividades el mismo autor de este proyecto. El área sombreada de las tablas determina la duración estimada de la actividad, teniendo una X si fue realizada, o el campo vacío si no se completo. Los campos que contienen un asterisco ( \* ), son aquellas actividades programadas para ser realizadas más adelante. Destaca la revisión y corrección del proyecto, que por atención a otros pendientes escolares no se pudo realizar conforme lo acordado con el asesor. Esto afectando de gran manera al avance del trabajo.

En las actividades programadas para el verano solo han sido consideradas las que requieren trabajo individual y no revisión por parte del asesor.

#### 4. CALENDARIO

ACTIVIDADES/FECHA Primavera – Verano 2011	Marzo				Abril				Mayo				Junio			
	Semanas				Semanas				Semanas				Semanas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Desarrollo de la etapa exploratoria	X															
Determinación del problema de investigación	X	X	X	X												
Selección y lectura de la bibliografía	X	X	X	X	X	X			X	X					*	*
Ubicación del problema de investigación en el contexto de su problemática			X	X	X	X										
Elaboración de la Introducción				X	X	X										
Elaboración del marco teórico				X	X				X	X	X	X				
Elaboración de las preguntas de investigación				X	X	X			X	X						
Selección del universo de estudio									X	X	X	X				
Elaboración de la hipótesis				X	X	X										
Definición de la metodología									X	X	X	X				
Revisión y corrección del proyecto				X				X								

Figura 4.1: Calendario de Actividades realizadas y por terminar para Marzo-Junio -



## 4.1 Calendario de Actividades

ACTIVIDADES/FECHA Verano - Otoño	Julio				Agosto				Septiembre			
	Semanas				Semanas				Semanas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Análisis de prototipos para propuesta	*											
Diseño de prototipo Cansat		*	*	*								
Selección de bandas de radio para el proyecto	*											
Diseño de antena		*										
Diseño de software para decodificación de telemetría		*	*	*								
Elaboración de prototipo Cansat			*	*	*	*	*	*				
Elaboración de antena			*									
Programación de software para decodificación de telemetría						*	*	*				
Primer prueba de lanzamiento								*				
Descripción de cada instrumento de investigación en relación con sus objetivos y unidades de estudio								*	*			
Segunda prueba de lanzamiento										*		
Recolección de información mediante encuestas elaboradas con la metodología										*		
Procesamiento de información										*	*	
Elaboración de conclusiones												*

Figura 4.2: Calendario de Actividades programadas para Julio-Septiembre -