Requerimientos del Proyecto CUBESAT

|  |  |
| --- | --- |
| **VERSIÓN** | 0.2 |
| **AUTOR** | David Ramírez Sierra |
| **FECHA** | 03/11/2015 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **HISTÓRICO DE MODIFICACIONES** | | | |
| **Versión** | **Autor** | **Fecha** | **Descripción** |
| 00 | David Ramírez | 03/11/15 | Planificación de la hoja de requirimientos.  Objetivo, funcionalidades, características técnicas. |
| 01 | David Ramírez | 5/11/15 | Corrección de anotaciones del project manager |
| 02 | David Ramírez | 10/11/15 | Corrección de las funciones principales y secundarias |
|  |  |  |  |

Table of Contents

Introducción: 2

Objetivos principales - Missions: 2

Acrónimos y palabras clave 2

Requisitos funcionales: 2

Objetivo secundario - Función: 2

Características Técnicas: 2

Dimensiones: 2

Confiabilidad en condiciones adversas propias del espacio: 2

Electrónica: 3

Elementos 3

EPS (Electrical Power System) 3

OBC ( On-Board Computer) 4

COMMS 5

Asignación de frecuencias: 5

Carcasa: 5

Software 6

# Introducción:

El objetivo principal del proyecto es hacer una réplica de cubesat (basándonos en el [Cubesat OSSI-1](http://opensat.cc/)) entre los asistentes de diseño y simulación [Solidworks](http://www.solidworks.es/) y [Altium](http://www.altium.com/).

Como resultado final, se obtendrá un modelo simulado y verificado de Cubesat. A este modelo le acompañará una documentación precisa y completa sobre sus características, glosario de términos, diseño , testeado, etc...

# Objetivos principales - Missions:

1. Llevar a cabo y poner a prueba un satelite del tamaño de un cubo (cubesat) construido al 100% con componentes comerciales y comunes.
2. Publicar un manual sobre la puesta en marcha del stélite para todo el público en general.
3. Dividir el satélite en módulos para poder testearlos facilmente por separado o, incluso, reutilizarlos.
4. Construir una plataforma Open-Source para el proyecto.

# Acrónimos y palabras clave

|  |  |
| --- | --- |
| **Término** | **Significado** |
| Altium |  |
| ATmega |  |
| Beacon |  |
| Comms |  |
| Cubesat |  |
| Eagle |  |
| EPS |  |
| Li-on |  |
| OBC |  |
| OSSI |  |
| SEL |  |
| SEU |  |
| Solidwork |  |
| TASC |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

# Requisitos funcionales:

## Objetivo secundario - Función:

Cuando el satélite reciba órdenes desde la Tierra, éste **emitirá fuertes luces parpadeantes** (siguiendo diferentes patrones) hacia la Tierra, de manera que la gente pueda verlas con sus propios ojos.

# Características Técnicas:

Como hemos visto en el apartado anterior, el Cubesat debe soportar unas condiciones ambientales extremas tanto de temperatura como de radiación, a ello se le suma también la capacidad de resistir fuertes vibraciones y movimientos muy violentos. Para ello se requiere de las siguientes capacidades técnicas.

## Dimensiones:

1U Cubesat (100mm x 100mm x 100mm, peso<1.33kg)

## Confiabilidad en condiciones adversas propias del espacio:

Para que el dispositivo electrónico pueda ser utilizado en un entorno de espacio, necesita **tolerar las radiaciones electromagnéticas** y debe tener **buenos márgenes de temperatura**.

|  |  |
| --- | --- |
| **PROBLEMAS DE RADIACIÓN** | **SOLUCIÓN propuesta** |
| **SEU** (Single Event Upset)  Es un cambio de estado provocado por una sola partícula ionizante (iones, electrones, fotones ...) que golpea a un nodo sensible o a un elemento lógico en un dispositivo micro-electrónico, tal como en transistores, el microprocesador, memoria de semiconductores, o de potencia. | * Freeze moritoring * Soft / Hard Reset * Estructura de memoria EDAC (Error detection and correction) * Hardware de arquitectura TMR (Triple Mode Redundancy) |
| **SEL** (Single Event Latchup) | * Sensor de corriente y Hard Reset |

|  |  |
| --- | --- |
| **PROBLEMAS DE TEMPERATURA** | **SOLUCIÓN** |
| El margen de temperatura en el espacio va de 120° cuando tiene contacto directo con el sol,  hasta -100°C cuando se ve afectado por la sombra de la Tierra  [Fuente](http://cubesat.ece.illinois.edu/Structure.html) | Condensadores cerámicos con coeficiente de temperatura de al menos  X5R o X7R  <http://opensat.cc/wiki/parts:temperature> |

## Electrónica:

La electrónica del Cubesat está dividida en 13 partes bien diferenciadas, cada una de las cuales será un proyecto independiente en el programa de diseño de PCBs Altium. A continuación se enumeran las partes:

### Elementos

|  |  |
| --- | --- |
| **ELEMENTO** | **DESCRIPCIÓN** |
| 1. ANALOG TEMP MODULE | Modulo de sensor de temperaturas |
| 1. BATTERY BOARD | Módulo de baterías |
| 1. BEACON | Emite señales de radio de forma contínua |
| 1. BOARD RISER |  |
| 1. COMMS | Módulo de comunicaciones |
| 1. EPS | Electrical Power System |
| 1. FRONT PANEL |  |
| 1. INTERFACE BOARD |  |
| 1. LED CONTROLLER |  |
| 1. LED PANEL |  |
| 1. OBC | On-Board Computer |
| 1. SIDE PANEL |  |
| 1. Z PANEL |  |

### EPS (Electrical Power System)

[OSSI Electrical Power System Study](file:///C:\Users\amroldan\AppData\Local\Temp\OSSI%20Electrical%20Power%20System%20Study)

[OSSI Electrical Power System](http://opensat.cc/wiki/subsystems:eps)

* **Batería Li-Ion con regulador de carga MPPT**
* **Células solares TASC**

Célula Solar (TASC):

A diferencia de las células solares normales que se ven todos los días, necesitamos una célula solar muy eficiente para construir un panel. Y para ajustar la celda en el panel, necesitamos adhesivo de silicio space-grade (<http://www.adhesivesmag.com/articles/85082-the-use-of-silicone-adhesives-in-space-applications>) . El problema es que la mayoría de estas piezas son de exportación con licencia - es decir, difícil de importar. Pero tenemos una buena alternativa *: Triangular Advanced Solar Cells* (TASC)

Batería Li-Ion :

Convencionalmente, debido a las duras condiciones del entorno espacial, las baterías comerciales fueron consideradas como no apropiadas. Sin embargo, una serie de programas satelitales recientes han utilizado baterías comerciales de [iones de litio](https://es.wikipedia.org/wiki/Bater%C3%ADa_de_ion_de_litio) (las de los móviles) y han demostrado que funcionaban bien.

🡪[DATASHEET](http://www.rosebatteries.com/pdfs/LI-1S1P-2200-Technical_Spec_Sheet.pdf)

### OBC ( On-Board Computer)

[OSSI On Board Computer Study](http://opensat.cc/wiki/subsystems:obcstudy)

[OSSI On Board Computer](http://opensat.cc/wiki/subsystems:obc)

**ATmega168+Automotive MCU con el entorno Arduino IDE**

El uso de una placa Arduino como el controlador principal para el satélite dará OSSI la oportunidad de cooperar con muchos individuos creativos.

Sin embargo, para usar una placa Arduino desnuda en un entorno espacial podría ser difícil. *Para mitigar los efectos de la radiación* se añade un *temporizador de vigilancia* y *sensores de corriente*. También el microcontrolador es más potente que el comercial común para que sea *capaz de moverse por sí mismo* de manera que *hace frente a los grandes cambios de temperatura en el espacio.*

|  |  |
| --- | --- |
| **PROBLEMAS** de usar placa Arduino | **SOLUCIONES** propuestas |
| Efectos de la radiación | Temporizador de vigilancia  MAX706 - watchdog timer  Sensores de corriente  MAX4836 -current sensor |
| Grandes cambios de temperatura | Microcontrolador más potente  Capacidad para moverser por sí mismo  ATmega Automotive |

La documentación específica ( esquemáticos y pcbs ) se puede encontrar en el documento llamado ***OSSI 1 - Electronics-Master****.* Donde se ha recogido toda la documentación perteneciente a la electrónica.

### COMMS

[OSSI Communication Systems Study](http://opensat.cc/wiki/subsystems:commsstudy)

[OSSI Command & Data Handling System](http://opensat.cc/wiki/subsystems:comms)

**J-Mode UHF / VHF Transceptor**

### Asignación de frecuencias:

Lo más importante en un programa de satélites es la asignación de frecuencias para su satélite. La IARU (International Amateur Radio Union) se encarga de esto. Cualquier radioaficionado puede solicitar la coordinación de frecuencias, pero para conseguirlo, también tenemos que tener en cuenta la política dentro de la comunidad espacial.

**Frecuencia usadas:**

* Tierra -> Satélite: 145MHz
* Satélite -> Tierra: 435MHz

Como se puede ver, la frecuencia se encuentra en la banda de radio FM. Así que se puede modificar una vieja radio FM como receptor para recibir los datos de los satélites.

## Carcasa:

La carcasa del Cubesat será ***FACSAM*** (*Fordable Articulated CubeSat for Additive Manufacturing* ) es decir ; plegable, articulada y destinada a su fabricación por un proceso aditivo (por ejemplo, impresora 3D). La carcasa está diseñada en Solidworks. Los materiales usados son muy resistentes a fuertes vibraciones y ligeros de peso, características ideales para el espacio. Además deben ser buenos aislantes eléctricos.

|  |  |
| --- | --- |
| **Material / Coste** | **Descripción** |
| ABS-like  (Acrylonitrile butadiene styrene)  $402 | **Proceso:**  [Consultar enlace](http://www.3dsystems.com/quickparts/prototyping-pre-production/stereolithography-sla)  **Descripción material:**  Es un plástico muy resistente al impacto (golpes) muy utilizado en automoción y otros usos tanto industriales como domésticos. Es un termoplástico amorfo.  Propiedades físico-mecánicas:   |  |  | | --- | --- | | **Alargamiento en la rotura (%)** | 45 | | **Coeficiente de fricción** | 0,5 | | **Módulo de tracción (GPa)** | 2,1-2,4 | | **Resistencia a la tracción (MPa)** | 41-45 | | **Resistencia al impacto Izod (J/m⁻¹)** | 200-400 | | **Absorción de agua en 24 horas (%)** | 0.3-0.7 | | **Densidad (g/cm³)** | 1,05 | | **Resistencia a la radiación** | Aceptable | | **Resistencia a los ultravioletas** | Baja |   **Máxima temperatura** soportada:  **200-250 °C** |
| Nylon  $190 | **Proceso:**  Es una técnica de adición de prototipado rápido en el cual se deposita una capa de polvo, de unas décimas de milímetro, en una cuba que se ha calentado a una temperatura ligeramente inferior al punto de fusión del polvo. Seguidamente un láser CO2 sinteriza el polvo en los puntos seleccionados (causando que las partículas se fusionen y solidifiquen). [Consultar enlace](http://www.3dsystems.com/quickparts/prototyping-pre-production/selective-laser-sintering-sls)  **Descripción Material:**  Propiedades:  [Consultar este enlace](http://www.3dsystems.com/quickparts/prototyping-pre-production/selective-laser-sintering-sls/materials)  **Máxima temperatura** soportada:  **180 °C** |

Se puede encontrar información más detallada sobre la carcasa y su montaje en el documento llamado ***Carcasa***

## Software

Elementos que requieren ser programados

|  |  |
| --- | --- |
| **ELEMENTO** | **DESCRIPCIÓN** |
| [I2C](http://wiki.whitestarballoon.com/doku.php?id=protocolguide) (Inter-Integrated Circuit) | Bus de comunicaciones en serie |
| SPI (Serial Peripheral Interface) | Estándar de comunicaciones, usado principalmente para la transferencia de información entre circuitos integrados en equipos electrónicos |
| ADC | Conversión Analógica/Digital |
| Pin Interrupt |  |
| WatchDog | Mecanismo de seguridad que provoca un reset del sistema en caso de que éste se haya bloqueado |
| LPM( Lunar Payload Module) |  |
| Timer & Delay |  |
| UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) | Dispositivo que controla los puertos y dispositivos serie. Se encuentra integrado en la placa base |
| PWM(LED Control) (pulse-width modulation) | Modulación por ancho de pulso |