

PROPOSITO DEL SRR

ALCANCE DEL SRR

DESCRIPCIÓN GENERAL

Funcionalidad del producto

información de sistemas similares

Objetivos del sistema

Restricciones del sistema

REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

Requerimientos de misión

Requerimiento de sistema

Requerimientos de subsistemas

REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES

Especificaciones técnicas

Otros atributos no funcionales

ESCENARIOS DE OPERACIÓN

MÉTODO DE VALIDACIÓN DE REQUERIMIENTOS

EVALUACIÓN Y MITIGACIÓN DE RIESGOS

PROPÓSITO DEL SRR

El propósito de este documento es demostrar que la madurez en el diseño del sistema es el apropiado para proceder con el proceso de fabricación a larga escala, ensamblaje, integración y testeó. También se evalúa si todo el esfuerzo técnico permitirá el desarrollo del sistema de cubesat y la estación terrena junto con las operaciones de misión y si éstas en efecto cumplen con los requerimiento de desempeño de misión con las restricciones de presupuesto y costo identificadas para el proyecto.

Los requerimientos en un proyecto se dividen principalmente en funcionales y no funcionales; los requerimientos funcionales corresponden a las tareas que se espera que haga el sistema y los no funcionales definen el desempeño con el que se hacen dichas tareas. Los requerimientos se definen al inicio del proyecto, y con el progreso se evalúan la necesidad y viabilidad de éstos para darle una correcta finalización de dicho proyecto.

Se tienen 3 categorías de requerimientos: de misión, del sistema y de los subsistemas. En este documento se busca indicar cómo los requerimientos previamente identificados en el MCR y MDR se pueden cumplir con los elementos actuales.

Los requerimientos también se organizan en niveles, siendo los de nivel 0 los más generales y de nivel más alto de abstracción y los de nivel 2 los más específicos y más vinculados con el funcionamiento propio del hardware o el software usado. Al cumplir los requerimientos de más bajo nivel se cumplen los de niveles más altos.

ALCANCE DEL SRR

Este documento es de uso para las personas e instituciones involucradas con el proyecto LEOPAR, y su revisión inicial está programada para el día 20 de abril de 2022

DESCRIPCIÓN GENERAL

A continuación se presentan algunos aspectos generales del sistema LEOPAR

Funcionalidad del producto

El sistema propuesto cumple con una tarea de observación de la tierra específicamente del terreno colombiano.

Información de sistemas similares

Actualmente se encuentra en órbita el sistema FACSAT-1 y LIBERTAD-1 de la Fuerza Aérea Colombiana y la Universidad Sergio Arboleda respectivamente, una de las fortalezas con la que cuenta el proyecto LEOPAR es que se cuenta con el trabajo conjunto de varias instituciones colombianas y se cuenta con el bus satelital MISC-3 por lo cual se debe trabajar principalmente en la fase de programación de los módulos, estación terrena y testeo

Objetivos del sistema

En documentos previos como el MDR se definieron los objetivos que buscan cumplirse con la misión:

Objetivo primario

OB1. Monitorear áreas forestales en Colombia por medio de imágenes satelitales de resolución media del primer instrumento óptico satelital de observación terrestre desarrollado en Colombia.

Objetivos Secundarios

OB2. Monitorear la presencia de deforestación en las zonas de la Macarena y la Amazonía colombiana.

OB3 Suministrar información para identificar zonas con minería a cielo abierto en el territorio colombiano

OB4 Identificar zonas de inundación en regiones como Valle del Cauca y atlántica.

OB5 Validar en el espacio el instrumento óptico a bordo del satélite

Restricciones del sistema

Se especifican algunas de las restricciones del sistema identificadas, entre ellas se encuentra que se está sujeto al uso del bus satelital MISC-3 de Pumpkin, por esta razón el desarrollo del software de OBC debe trabajarse con MPLAB X IDE en lenguaje C usando un sistema operativo de tiempo real el cual es salvo RTOS, otra restricción se encuentra en los criterios de cumplimiento de objetivo mínimo, nominal y máximo los cuales se presentan en la tabla presentada a continuación.

Nivel \ criterios	Monitoreo	Imágenes
Mínimo	2 imágenes en un año	4 bandas, GSD 300m/pix, 144 km x 144km
Nominal	5-10 imágenes en un año	25 bandas, GSD 100 m/pix,

Máximo	20 imágenes en un año	50 bandas, GSD 30 m/pix
--------	-----------------------	-------------------------

REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

En esta sección se presentarán los requerimientos funcionales de misión, de sistema y de subsistemas, la estructura que se maneja es presentar el requerimiento base de nivel 0, se realiza una descripción más detallada de éste, se determina su nivel de importancia, su viabilidad a nivel técnico, y la descripción del riesgo, y la interdependencia con otros requerimientos. En caso de tener requerimientos a más bajo nivel se enlistan mostrando la línea de trazabilidad del requerimiento inicial.

Requerimientos de misión

R-MIS-010 La misión LEOpar debe proveer imágenes satelitales del territorio colombiano para el monitoreo de áreas forestales con al menos 4 bandas, GSD 300m/pix, 144 km x 144 km y dos imágenes en un año.

1. Este requerimiento corresponde a los criterios de cumplimiento de misión, se establece con los criterios mínimos y está fuertemente ligado con los objetivos del sistema.
2. Es un requerimiento altamente crítico
3. El cumplimiento de este requerimiento está fuertemente ligado al payload, si se cumplen los requerimientos de dicho subsistema se debe cumplir éste requerimiento de misión
4. El riesgo es bastante alto, si no se cumple este requerimiento simplemente no se cumpliría con el objetivo de observación de la tierra y la misión habría fallado.
5. Este requerimiento es la base del proyecto por lo que muchos aspectos del sistema dependen de él.

R-MIS-020 La misión LEOpar debe completar las fases de diseño, fabricación e integración en menos de 2 años.

1. Este requerimiento corresponde al tiempo estipulado para el proyecto, se evalúa la definición de actividades y ruta crítica.
2. Es un requerimiento de alta importancia
3. No se prevé hasta el momento ninguna limitación técnica que impida la realización de este requerimiento
4. El riesgo es alto sin embargo debe tenerse presente por el análisis de riesgos un factor de corrimiento plausible frente a algunos inconvenientes que se presenten durante la ejecución del proyecto.
5. Este requerimiento depende del cumplimiento de los requerimientos de sistema y subsistemas

R-MIS-030 La etapa de operación de la misión LEOpar en órbita debe ser al menos 12 meses.

1. Este requerimiento está ligado a concepto de ciclo de vida del producto, durante la fase de implementación se definió el tiempo de un año como el tiempo de funcionamiento mínimo del sistema, y se debe establecer el tiempo de uso máximo considerando la fase de disposición y fin de uso del sistema
2. Es un requerimiento crítico
3. No se prevé hasta el momento ninguna limitación técnica que impida la realización de este requerimiento
4. El riesgo es alto ya que si no se cumple este requerimiento la misión se puede considerar como fallida.

5. Este requerimiento depende del cumplimiento de los requerimientos de sistema y subsistemas
6. Requerimientos de nivel 1:

R-MIS-031 Órbita LEO aproximadamente a 500 km.

R-MIS-032 Nano satélite en formato CubeSat de 3U

R-MIS-033 Vida útil del CubeSat > 4 años

R-MIS-034 Masa del satélite < 4kg

R-MIS-035 Barrido de norte a sur del territorio colombiano

R-MIS-036 Mínimo 2 pasadas efectivas por base terrena por día.

R-MIS-037 Pasadas mínimo de 6 minutos base terrena

R-MIS-040 La misión LEOpar debe proveer a los usuarios las imágenes georeferenciadas y con corrección radiométrica

1. Este requerimiento corresponde a la constitución de sistemas de información, para el usuario, los datos en bruto pueden ser bastos o ser difíciles de interpretar se considera hacer una fase de procesamiento de los datos para agruparlos y ordenarlos creando así información que le sea de correcta utilidad al usuario, en este caso debe realizarse la georeferenciación de la zona capturada por el payload.
2. Es un requerimiento crítico
3. La limitación principalmente se encuentra en las capacidades de la estación terrena o de on-board processing.
4. El riesgo de este requerimiento es bajo ya que estaría vinculado con el módulo de estación terrena y puede ajustarse sin mayor limitación con pocas restricciones presentes.
5. Este requerimiento depende de las restricciones impuestas en la estación terrena principalmente.

Requerimientos de Sistema

Los requerimientos del sistema vienen separados en segmento espacial, segmento terrestre y segmento de lanzamiento.

Segmento Espacial

R-SYS-010 Nano satélite en formato de Cubesat de 3U

1. Este requerimiento corresponde a la restricción del bus satelital MISC-3
2. Es un requerimiento crítico
3. Ya que el bus satelital que se usa corresponde estructuralmente a un cubesat de 3U no hay limitación técnica para cumplir este requerimiento.
4. Este requerimiento es de riesgo bajo por los argumentos presentados anteriormente
5. Este requerimiento está ligado al requerimiento de misión R-MIS-30

R-SYS-020 Masa del satélite < 4Kg

1. Este requerimiento está vinculado a las restricciones del MISC-3
2. Es un requerimiento crítico

3. La limitación técnica encontrada está en el peso del payload, considerando que el peso de los demás componentes es de aproximadamente 2800 g, el peso del payload debe ser 1200g como máximo.
4. Este requerimiento es de bajo riesgo si se cumple con la restricción de payload mencionada anteriormente.
5. Este requerimiento está ligado a R-MIS-30 y R-SYS-010

R-SYS-030 Masa de la carga útil < 1Kg

1. Este requerimiento surge del anterior de la masa del satélite
2. Es un requerimiento crítico
3. Este requerimiento restringe la cantidad de componentes de las que puede constar el payload.
4. Este requerimiento es de riesgo alto, debe garantizarse que no se excede el peso para garantizar las condiciones de órbita normales del payload.
5. Este requerimiento está ligado a R-MIS-30 y R-SYS-020

R-SYS-040 Cámara hiperspectral como carga útil TBD.

1. La cámara hiperspectral es un componente bastante deseable para obtener mayor información para la misión de observación de la tierra.
2. Este requerimiento es de importancia media
3. Teniendo en cuenta el criterio mínimo para el cumplimiento del objetivo el cual es tener una cámara con 4 bandas de color le da menor peso al nivel de importancia de este requerimiento, sin embargo es bastante deseable.
4. Al no ser un requerimiento crítico el riesgo es bajo
5. Este requerimiento está ligado a R-MIS-010.

R-SYS-050 Vida útil del Cubesat > 1 año

1. Este requerimiento es necesario para cumplir R-MIS-030
2. Este requerimiento es crítico
3. Por las características del bus satelital no parece haber una limitación para cumplir este requerimiento
4. Este requerimiento igual que R-MIS-030 del que parte tiene un alto riesgo y debe evadirse garantizando que los componentes están adecuados para superar dicho umbral.
5. Este requerimiento está ligado como se ha visto a R-MIS-030 y por su rango de importancia los requerimientos de calidad de los subsistemas.

R-SYS-060 El satélite se debe poder estabilizar y orientar

1. Este requerimiento corresponde principalmente al sistema de ADACS (Attitude Determination and Control System) y corresponde a la necesidad que se tiene para que el cubesat haga un apuntamiento de la tierra para captura de datos y para comunicación con la estación terrena, también debe poderse orientar para la carga de baterías y modo de mínimo arrastre.
2. Este requerimiento es crítico
3. Las restricciones del sistema en peso está ligado con este requerimiento ya que la distribución del peso influye en la inercia del sistema y esto influye en el ADACS.
4. El riesgo es alto, si el sistema no tiene la capacidad de orientarse, no se pueden cumplir los requerimientos de misión.
5. Este requerimiento depende altamente de los requerimientos R-SYS-020 y R-SYS-030 e influye fuertemente en el requerimiento de R-MIS-010.

R-SYS-070 El satélite debe proveer el almacenamiento de telemetría, registro de eventos y datos de ciencia descargados

1. El módulo de la tarjeta SD está principalmente incluido para poder almacenar esta información, y este control de registros es de bastante importancia para hacer seguimiento del funcionamiento del sistema en órbita.
2. Este requerimiento es crítico para la misión
3. No se evidencian limitaciones técnicas que impidan el cumplimiento de este requerimiento.
4. El riesgo evidenciado es la posibilidad de llenado de la memoria y que se presente algún desborde, sin embargo una rutina de recolección y limpieza desde la estación terrena lo resolvería.
5. Este requerimiento estaría ligado por ahora con R-MIS-040, la información tomada de telemetría y navegación pueden servir para el proceso de georeferenciación y corrección.

R-SYS-080 el subsistema COMMS debe operar en transmisión y recepción en frecuencia de la banda UHF

1. Este requerimiento ya estaría cumplido con el módulo de radio del bus satelital MISC-3, la comunicaciones en banda UHF suelen ser la de telecomando y telemetría.
2. El requerimiento es de alta importancia pero ya se cumpliría por lo mencionado anteriormente
3. No se evidencian limitaciones técnicas que impidan el cumplimiento de este requerimiento
4. El riesgo es bajo, la única amenaza evidenciada sería un daño por mala manipulación del dispositivo.
5. Este requerimiento estaría ligado con R-MIS-030 y R-SYS-070

R-SYS-090 el subsistema COMMS-S debe operar en transmisión y recepción en frecuencia de la banda S

1. Este requerimiento ya estaría cumplido con el módulo de radio del bus satelital MISC-3, por esta banda S se suele enviar la información de payload.
2. El requerimiento es de alta importancia pero ya se cumpliría por lo mencionado anteriormente
3. No se evidencian limitaciones técnicas que impidan el cumplimiento de este requerimiento
4. El riesgo es bajo, la única amenaza evidenciada sería un daño por mala manipulación del dispositivo.
5. Este requerimiento estaría ligado con R-MIS-030 y R-SYS-070

R-SYS-100 El EPS debe proveer la alimentación eléctrica regulada a los demás subsistemas del satélite

1. Este requerimiento corresponde a la alimentación eléctrica necesaria para el funcionamiento del cubesat.
2. Es un requerimiento crítico
3. Se debe contar con todos los terminales y los niveles de regulación requeridos para cada uno de los subsistemas
4. El riesgo con este requerimiento es alto ya que es esencial para el funcionamiento del sistema, sin embargo se tiene un grado de garantía porque el EPS hace parte del bus MISC-3
5. Este requerimiento no tiene dependencia con los mencionados anteriormente, pero muchos de los requerimientos de subsistemas van a depender de éste.

Segmento Terrestre

R-SYS-110: Obtención de imágenes y disponibilidad de espacio de guardado en estación terrena.

1. Este requerimiento corresponde a la necesidad de tener un repositorio con las imágenes georeferenciadas para el acceso a dicha información de manera oportuna y estable.
2. Es un requerimiento de importancia media
3. No se prevén limitaciones técnicas que impidan el cumplimiento de este requerimiento
4. El riesgo es muy bajo, al ser un requerimiento de almacenamiento en la estación terrena se puede adecuar progresivamente de acuerdo a las necesidades que se vayan evidenciando.
5. Este requerimiento está relacionado con R-MIS-040 ya que el espacio de almacenamiento requerido estará fuertemente ligado con las necesidades de procesamiento y adecuamiento de la información necesarias.

R-SYS-120 Procesamiento de imágenes en Tierra para obtener datos científicos de la misión.
TBC

1. Para obtener información más significativa de las imágenes se necesita realizar un procesamiento, en caso de tener acceso a imágenes multiespectrales, mapeos que se obtienen de mezclar bandas pueden ser de interés para varios actores en Colombia.
2. Es un requerimiento de importancia alta
3. No se prevén limitaciones técnicas, pero su implementación queda sujeta a los resultados del proyecto junto con la capacidad del payload.
4. El riesgo es bajo, el procesamiento podría evaluarse como un servicio o un proyecto aparte.
5. Este requerimiento igual que el anterior está ligado al requerimiento R-MIS-040.

R-SYS-130 Dos estaciones en Tierra dispuestas en la ruta satelital por Colombia (Cali y Bogotá)

1. Este requerimiento está ligado con el principio de redundancia del sistema, de esta manera se puede tener un enlace de descarga de datos más confiable.
2. Este requerimiento es crítico
3. No se prevén limitaciones técnicas para el cumplimiento de este requerimiento.
4. Este requerimiento es de alta importancia por la fiabilidad que le da al sistema para la descarga de información.
5. Este requerimiento está ligado con R-MIS-040.

R-SYS-140 Estación terrena con capacidad de enviar telecomandos al satélite y realizar su seguimiento en UHF

1. Este requerimiento es el complemento del requerimiento R-SYS-080 para poder enviar y recibir los paquetes de telemetría y telecomando desde la estación terrena
2. Este requerimiento es de gran importancia
3. Por el momento no se ven limitaciones técnicas para el cumplimiento del requerimiento, se debe tener un dispositivo para enviar y captar señales en banda UHF como puede ser el caso de un USRP
4. Este requerimiento no tiene alto riesgo teniendo en cuenta que no hay limitaciones técnicas, sin embargo se debe garantizar que existe la capacidad de comunicarse con el cubesat si la labor de telecomando resulta ser crítica.
5. Este requerimiento está ligado con R-MIS-030 y R-SYS-080

R-SYS-150 Estación terrena con capacidad de recibir datos en banda S.

1. Este requerimiento es el complemento del requerimiento R-SYS-090 para poder recibir los imágenes tomadas por el payload
2. Este requerimiento es de gran importancia

3. Al igual que en el requerimiento anterior se debe tener un dispositivo para enviar y captar señales en banda S como puede ser el caso de un USRP
4. El riesgo es realmente bajo
5. Este requerimiento está ligado con R-MIS-030 y R-SYS-090

Segmento de Lanzamiento

R-SYS-160: Colocar en órbita LEO aproximadamente entre 400 y 650 km

1. Este requerimiento está ligado al requerimiento de misión R-MIS-030 correspondiente a los requerimientos de órbita
2. Este requerimiento es de alta importancia
3. No se evidencia ninguna limitación técnica por el momento
4. Este requerimiento no se considera crítico ya que por los servicios de lanzamiento de cubesats se garantiza que el satélite llega a la órbita LEO
5. Este requerimiento está relacionado como se mencionó anteriormente con R-MIS-030.

R-SYS-170: Disponibilidad de lanzamiento 2024 – 2025

1. Este requerimiento determina el inicio de las operaciones de la misión Leopard
2. Este requerimiento es crítico
3. No se evidencia ninguna limitación técnica por el momento, sin embargo debe cumplirse con el cronograma de desarrollo del proyecto para garantizar tener el proyecto listo para este periodo.
4. Este requerimiento implica bastante riesgo, se debe garantizar que el sistema es completamente funcional para el lanzamiento.
5. Este requerimiento es esencial y tiene dependencia con los requerimientos de misión R-MIS-030 y R-MIS-020.

R-SYS-180: Lanzar satélites tipo cubesat de 3U

1. Está ligado al requerimiento físico del segmento espacial de sistema R-SYS-010, esto se cumple por el servicio que se solicite para el lanzamiento del cubesat
2. Este requerimiento es de alta importancia pero al ser parte de un servicio no se considera crítico
3. No se prevén limitaciones técnicas para cumplir el requerimiento
4. Al ser proporcionado por el servicio de lanzamiento el riesgo se considera bajo.
5. Este requerimiento está ligado

Requerimientos de los subsistemas

A continuación se presentan los requerimientos de los subsistemas presentes en el bus MISC-3 de Pumpkin, para facilitar el análisis se hará la identificación de riesgos y la interdependencia de requerimientos al nivel de subsistema y no por requerimientos por motivos de redundancia y extensión en el documento.

EPS

R-EPS-10 El EPS debe proveer la alimentación eléctrica regulada a los demás subsistemas del satélite

1. Requerimientos nivel 1 y 2:

EL EPS debe contar con módulos de convertidores para regular la potencia de alimentación de los demás subsistemas

R-EPS-11 El EPS debe contar con un convertidor tipo buck que permita proveer un bus de alimentación regulado de 3,3V @ 4,1A para el bus VCC_SYS en los pines H2.27-28 del PC104

R-EPS-12 El EPS debe contar con un convertidor tipo buck que permita proveer un bus de alimentación regulado de 5V @ 4,1A para el bus +5V_SYS en los pines H2.25-26 del PC104

R-EPS-13 El EPS debe contar con un convertidor tipo boost que permita proveer un bus de alimentación regulado de 12V @ 1,1A para el bus +12V_SYS en los pines H2.51-52 del PC104

R-EPS-20, El EPS debe permitir la comunicación bidireccional con el OBC para envío de telemetría.

1. El EPS debe contar con un nodo individual de comunicación I2C para el módulo de convertidores.

R-EPS-21, El módulo de convertidores del EPS debe contar con un nodo I2C que extraiga los datos de telemetría solicitados por el OBC desde un multiplexor análogo, p

R-EPS-22, El nodo I2C de los convertidores debe operar en modo esclavo con dirección 0x2B y con una velocidad de reloj de hasta 100kHz, p

2. El EPS debe contar con un nodo individual de comunicación I2C para el módulo de baterías

R-EPS-23 El módulo de baterías del EPS debe contar con un nodo I2C que extraiga los datos de telemetría solicitados por el OBC desde un multiplexor análogo de 32 canales a través de un microcontrolador PIC16F690, p

R-EPS-24 El nodo I2C de los convertidores debe operar en modo esclavo con dirección 0x2A y con una velocidad de reloj de hasta 400kHz, p

3. El EPS debe proveer al OBC información de telemetría de los paneles solares a través del protocolo I2C

R-EPS-25 "El EPS debe proveer al OBC información de telemetría de voltaje, corriente y temperatura de los paneles solares a través del protocolo I2C ", p

4. El EPS debe proveer al OBC información de telemetría de las baterías a través del protocolo I2C

R-EPS-26, "El EPS debe proveer al OBC información de telemetría de voltaje, corriente, dirección de la corriente y temperatura a través del protocolo I2C ", p

5. El EPS debe proveer al OBC información de telemetría de los convertidores a través del protocolo I2C

R-EPS-27, "El EPS debe permitir la consulta por parte del OBC de telemetría de corriente de los convertidores de 3,3V, 5V y 12V a través del protocolo I2C", p

R-EPS-30,El EPS debe operar en el rango de temperatura específico para la órbita LEO

1. El EPS debe operar en el rango de -40°C a 85°C

R-EPS-31,El EPS debe operar en el rango de -40°C a 85°C ,p

R-EPS-40,El EPS debe contar con paneles solares desplegables

1. El EPS debe contar con paneles solares desplegables

R-EPS-41,El EPS debe contar con paneles solares que generen 48W,I

2. El EPS debe proveer la potencia y energía suficiente para realizar la secuencia de despliegue de los 4 PRM al tiempo

R-EPS-42,El EPS debe proveer la potencia y energía suficiente para realizar la secuencia de despliegue de los 4 PRM al tiempo,p

R-EPS-50,El EPS debe contar con baterías que permitan el almacenamiento y la distribución de energía a los demás subsistemas

1. El EPS debe contar con baterías que permitan el almacenamiento de mínimo 30Wh

R-EPS-51,El EPS debe contar con baterías que permitan el almacenamiento de mínimo XX Wh (Ejemplo 30Wh para modo estabilización),p

2. El EPS debe contar con baterías que permitan proveer potencia no regulada para la alimentación de los demás subsistema

R-EPS-52,"El EPS debe contar con un bus VBATT no regulado que provea voltaje desde 6,2V a 8.2V para la alimentación de los subsistemas a través de los módulos PCM y PDM",p

R-EPS-60,Las baterías del EPS deben operar en el rango de temperatura específico para la órbita LEO

1. Las baterías del EPS deben operar en el rango de -10°C a 50°C ,

R-EPS-61,Las baterías del EPS deben operar en el rango de -10°C a 50°C ,p

R-EPS-70,Las baterías deben contar un sistema de calefacción que se active en el momento en el que se detecten bajas temperaturas

1. Las baterías deben contar con un calefactor que eleve la temperatura de 0°C a 5°C

R-EPS-71,Las baterías deben contar con un calefactor que eleve la temperatura de 0°C a 5°C ,p

R-EPS-90,Las dimensiones del EPS deben cumplir las restricciones del estándar cubesat 3U

1. El EPS debe tener dimensiones de 95 x 90 x 15.24 mm

R-EPS-91,El EPS debe tener dimensiones de 95 x 90 x 15.24 mm,I

2. El EPS debe tener un peso de 170 g

R-EPS-92,El EPS debe tener un peso de 170 g,I

R-EPS-100,Las dimensiones del módulo de baterías deben cumplir las restricciones del estándar cubesat

1. Las baterías del subsistema EPS deben tener dimensiones de 95 x 90 x 20 mm

R-EPS-100,Las baterías del subsistema EPS deben tener dimensiones de 95 x 90 x 20 mm,I

2. Las baterías del subsistema EPS debe tener un peso de 256 g

R-EPS-101,Las baterías del subsistema EPS debe tener un peso de 256 g,I

R-EPS-110 Revisar cuál es la máxima variación de voltaje que permiten los subsistemas

1. Revisar cuál es la máxima variación de voltaje que permiten los subsistemas

R-EPS-111,Regulación de carga menor al XX % en el bus +5V_SYS,P

R-EPS-112,Regulación de carga menor al XX % en el bus +VCC_SYS,P

R-EPS-113,Para la construcción de la tabla de requerimientos se utiliza la información del power budget,P

ADACS

R-ADACS-10 Estabilizar el satélite.,

1. Contar con actuadores

R-ADACS-11,Los actuadores deben tener acción independiente sobre cada eje,I,

R-ADACS-12,Los actuadores deben situarse sobre los ejes del marco del cuerpo del satélite de forma ortogonal.,I,

R-ADACS-13,Rueda de reacción x 1: Potencia a baja velocidad y máximo torque = 0.41A (2.05W),P,

R-ADACS-14,Rueda de Reacción x 1: El torque maximo debe de ser 0.635 mNm ,P,

R-ADACS-15,Magnetotorqueadores: fuerza nominal = $\pm 1 \text{ Am}^2$,P,

R-ADACS-16,Magnetotorqueadores: ciclo de trabajo máximo 37.74%, P,

R-ADACS-17,"Magnetotorqueadores: Dipolo máximo de $\pm 0,3774 \text{ Am}^2$ ",P,

2. Contar con Sensores

R-ADACS-18,Los sensores deben ser encendidos y apagados con la orden del controlador,P,

R-ADACS-19, Los sensores deben realizar una sesión completa de medición bajo la orden del controlador.,P,

R-ADACS-20, Una advertencia específica debe ser enviada al controlador por cada sensor si la medición es inexacta,I/P,

R-ADACS-21, "Se requiere tres tipos de sensores como mínimo: Magnetómetro, CSS y EHS",A,

R-ADACS-22, Una advertencia específica debe ser enviada al controlador por cada sensor si éste falla.,I/P,

R-ADACS-23, Magnetómetro debe de ser de tres ejes,P,

R-ADACS-24, Magnetómetro debe de tener protocolo de comunicación SPI @ 3V,P,

R-ADACS-25, Magnetómetro: Corriente alimentación = 10mA,P,

R-ADACS-26, Magnetómetro: Rango de medición de campo (@ 3 Vdc) = $\pm 1100 \mu T$,P,

R-ADACS-27, Magnetómetro: Resolución 32 nT,P,

R-ADACS-28, Magnetómetro: Frecuencia del sensor min = 175kHz,P,

R-ADACS-29, Sensores Solares Gruesos (CSS) x 4: 0-3.3V Analog,P,

R-ADACS-30, Sensores Solares Gruesos (CSS) x 4: Ubicados en las caras externas del satélite ,I,

R-ADACS-31, Sensores de Horizonte x 2: Cámaras CMOS RGB o NIR,I,

R-ADACS-32, Sensores de Horizonte x 2: Margen Vector Nadir = 0.2° ,P,

R-ADACS-33, Sensores de Horizonte x 2: Ángulo de inclinación (órbita = 450 km) = 21° ,I,

R-ADACS-34, Sensores de Horizonte x 2: Campo de visión (órbita = 450 km) = $40^\circ \times 40^\circ$,P,

3. Contar con una interfaz de comunicación entre los sensores y la I/F ADACS

R-ADACS-35, "Contar con una interfaz de comunicación entre los sensores y la I/F ADACS con conexión física SPI, Analógico y UART",P,

4. Contar con una tarjeta controladora

R-ADACS-36, El controlador debe reaccionar de acuerdo a las órdenes de proceso enviadas por el OBC.,P,

R-ADACS-37, El controlador tiene que enviar los datos procesados de los sensores al OBC.,P,

R-ADACS-38, El controlador tiene que dirigir cada subsistema del ADACS independientemente,P,

R-ADACS-39, Alimentación: 5v,P,

R-ADACS-40, "RS232, SCI/UART (3.3 V)",P,

R-ADACS-41, Ejecutar el algoritmo de determinación de actitud,P,

R-ADACS-42, Ejecutar el algoritmo de control de actitud,P,

R-ADACS-43, Contener pines de depuración,I,

R-ADACS-50 Attitude

1. Dar una orientación determinada con respecto a algún marco de referencia

R-ADACS-51,ECI,P,

2. Estabilidad

R-ADACS-52,"El error en el control de actitud debe ser menor a 0.0012° @ 10m (resolución foto), 6871 Km SMA - TDB",P,

3. "Mantener todos los módulos en una situación operacional, dependiendo de la actitud que deba tomar en determinado momento"

R-ADACS-53,Una advertencia específica debe ser enviada al controlador por cada sensor si éste falla.,P,

R-ADACS-60,Permitir comunicación bidireccional con el OBC para envío de telemetría

1. Debe de contar con una interfaz entre la tarjeta controladora y el bus PC-104

R-ADACS-61,El controlador debe enviar periódicamente un reporte de actividades al OBC.,P,

2. Cada subsistema del ADACS debe activarse según las órdenes del OBC

R-ADACS-62,Los actuadores deben ser encendidos y apagados con la orden del controlador,P,

3. Cada subsistema del ADACS tiene que apagarse a petición del OBC

R-ADACS-63,Contar con un pin digital de enable por subsistema,I,

R-ADACS-70,Recibir potencia del EPS

1. El consumo de energía del ADACS debe ser limitado

R-ADACS-71,El consumo de energia maximo debe de ser de 7W,P,

2. Debe de contar con un voltaje regulado

R-ADACS-72,El voltaje de alimentación no debe presentar ningún tipo de variación,P,

R-ADACS-73,El voltaje de alimentacion debe de ser de 5V y 3.3V,P,

R-ADACS-74,Debe de contar con un switched powered con limitador de corriente,P,

R-ADACS-80,Debe estar protegido contra perturbaciones ambientales

1. Operar en el rango de temperatura específico para la órbita LEO

R-ADACS-81,Operar entre los valores de -20°C a 60°C ,P,

R-ADACS-90,Debe de ajustarse al estandar cubesat

1. Las dimensiones del ADACS deben cumplir las restricciones del estándar cubesat 3U

R-ADACS-91,las dimensiones deben de ser: 10 x 10 x 5.6 cm,I,

2. El peso del ADACS debe cumplir las restricciones del estándar cubesat 3U

R-ADACS-92,el peso debe de ser menor a 903 g ,I,

COMMS-UHF

R-COMMS-10,El subsistema COMMS debe operar en transmisión y recepción en frecuencias de la banda UHF

1. El subsistema COMMS debe contar con un módulo transceiver UHF

R-COMMS-11,El subsistema COMMS debe contar con un módulo transceiver UHF,I

R-COMMS-12,El subsistema COMMS debe operar en la banda de 130MHz a 430MHz,P

R-COMMS-13,El subsistema COMMS debe ser capaz de transmitir y recibir a 9600 bps,P

R-COMMS-20,El subsistema COMMS debe permitir establecer comunicación bidireccional con el OBC

2. El subsistema debe poder enviar a Estación Terrena los datos que el OBC le indique

R-COMMS-21,El subsistema COMMS debe permitir establecer comunicación serial bidireccional con el OBC a través del protocolo UART para leer/enviar datos de/a estación terrena,P

3. El subsistema COMMS debe permitir cambiar sus parámetros de configuración por comandos enviados desde el OBC

R-COMMS-22,El subsistema COMMS debe permitir la configuración de la tasa de baudios en recepción y transmisión desde el OBC,P

R-COMMS-23,El subsistema COMMS debe permitir la configuración de la frecuencia de transmisión y recepción desde el OBC,P

R-COMMS-24,El subsistema COMMS debe permitir la configuración de amplificación de potencia de transmisión hacia la Estación Terrena,P

R-COMMS-30,El subsistema COMMS debe soportar el protocolo y modulación para comunicación con Estación Terrena

1. El subsistema COMMS debe realizar Modulación/Demodulación de la información enviada/recibida a la Estación Terrena

R-COMMS-31,El subsistema COMMS debe modular y demodular la información en GMSK,P

2. El subsistema COMMS debe soportar el protocolo AX.25 para comunicación con Estación Terrena

R-COMMS-32,El subsistema COMMS debe soportar el protocolo AX.25 para comunicación con Estación Terrena,P

R-COMMS-40,El subsistema COMMS debe poder enviar un beacon para que pueda ser identificado en órbita

1. El subsistema COMMS debe permitir la configuración del contenido del Beacon desde el OBC

R-COMMS-41,El subsistema COMMS debe permitir la configuración del contenido del Beacon desde el OBC,P

2. El subsistema COMMS debe permitir el envío de beacons en la banda CW para que pueda ser identificado en órbita

R-COMMS-42,El subsistema COMMS debe permitir el envío de beacons en la banda CW para que pueda ser identificado en órbita,P

R-COMMS-50,El subsistema COMMS debe contar con un arreglo de antenas que permitan la transmisión y recepción de información

1. Las antenas del subsistema COMMS deben tener un patrón de radiación omnidireccional

R-COMMS-51,Las antenas del subsistema COMMS deben tener un patrón de radiación omnidireccional,P

2. Las antenas deben contar con un sistema de despliegue que se pueda ejecutar desde el OBC

R-COMMS-52, Las antenas deben contar con un sistema de despliegue que se pueda ejecutar desde el OBC, P

R-COMMS-60, Las dimensiones del módulo COMMS deben cumplir las restricciones del estándar cubesat

1. El subsistema COMMS debe tener dimensiones de 95 x 90 x 10 mm

R-COMMS-61, El subsistema COMMS debe tener dimensiones de 95 x 90 x 10 mm, I

2. El subsistema COMMS debe tener un peso de 52 g

R-COMMS-62, El subsistema COMMS debe tener un peso de 52 g, I

COMMS-S

R-COMMS-10, El subsistema COMMS-S debe operar en transmisión en frecuencias de la banda S

1. El subsistema COMMS debe contar con un módulo radio transmisor

R-COMMS-11, El subsistema COMMS debe contar con un módulo transmisor simplex, I

R-COMMS-12, El subsistema COMMS debe operar en la banda de 2200 MHz a 2400 MHz, I

R-COMMS-13, El subsistema COMMS debe ser capaz de transmitir a 1 Mbps, I

R-COMMS-20, El radio del subsistema COMMS debe permitir establecer comunicación bidireccional con el OBC

1. El subsistema debe poder enviar a Estación Terrena los datos que el OBC le indique

R-COMMS-21, El subsistema COMMS debe permitir establecer comunicación serial unidireccional con el OBC a través del protocolo SPI para enviar datos a estación terrena, I

2. El subsistema COMMS debe permitir cambiar sus parámetros de configuración por comandos enviados desde el OBC

R-COMMS-22, El subsistema COMMS debe permitir la configuración de la tasa de baudios en transmisión desde el OBC, P

R-COMMS-23, El subsistema COMMS debe permitir la configuración de la frecuencia de transmisión y recepción desde el OBC, I

R-COMMS-24, El subsistema COMMS debe permitir la seleccionar la potencia de transmisión hacia la Estación Terrena, I

R-COMMS-30, El radio del subsistema COMMS debe soportar el protocolo y modulación para comunicación con Estación Terrena

1. El subsistema COMMS debe realizar Modulación de la información enviada a la Estación Terrena

R-COMMS-31, El subsistema COMMS debe modular y demodular la información en GMSK, I

2. El subsistema COMMS debe soportar el protocolo CCSDS para comunicación con Estación Terrena

R-COMMS-32, El subsistema COMMS debe soportar el protocolo CCSDS para comunicación con Estación Terrena, I

R-COMMS-40, El subsistema COMMS debe contar con una antena que permitan la transmisión de información

1. Las antenas del subsistema COMMS deben tener un patrón de radiación direccional

R-COMMS-41,La antena del subsistema COMMS debe tener un patrón de radiación direccional siendo el ancho de haz de media potencia ,A

R-COMMS-42,La antena del subsistema COMMS debe tener una ganancia superior a 5.4 dBi,A

2. La antena del subsistema COMMS debe ir alojada en la cara -Z del satélite

R-COMMS-43,La antena del subsistema COMMS debe tener dimensiones menores a 55 mm larcho x 55 mm ancho y 6 mm de alto ,I

3. La antena del subsistema COMMS debe cumplir con el presupuesto de masa

R-COMMS-44,La antena del subsistema COMMS de tener una masa menor a 35 g,I

R-COMMS-50,Las dimensiones del módulo COMMS deben cumplir las restricciones del estándar cubesat

1. El subsistema COMMS debe estar contenido dentro del espacio de la carga útil

R-COMMS-51,El subsistema COMMS debe tener dimensiones de 95mm x 46 mm x 15 mm,I

2. EL radio del subsistema COMMS debe cumplir con el presupuesto de masa

R-COMMS-52,El subsistema COMMS debe tener un peso de 75 g,I

R-COMMS-60,La antena del subistema COMMS requiere que sea apuntado para establecer un enlace de bajada

1. El subsistema COMMS debe ser activamente apuntado hacia la estación terrena

R-COMMS-61,Se requiere que la antena sea apuntada perpendicularmente al plano de la antena con una precisión de por lo menos 20°,I

R-COMMS-70,El radio del subsistema COMMS requiere energia para su funcionamiento

1. El subsistema COMMS consume 3.3 V a 1.5 A

R-COMMS-71,"El radio del subsistema COMMS debe contar un bus de alimentación regulado de 3,3V @ 4,1A para el bus VCC_SYS en los pines H2.27-28 del PC104",I

ESTACIÓN TERRENA

R-ET-10,La estación terrena debe contar con los instrumentos de hardware adecuados para lograr comunicarse con el cubesat

1. La estación terrena debe contar con los instrumentos de hardware adecuados para lograr comunicarse con un cubesat

R-ET-11,La estación terrena debe contar con un transceptor que permita recibir y transmitir información en la banda UHF,P

R-ET-12,La estación terrena debe contar con antenas que permitan la comunicación bidireccional por UHF,P

R-ET-13,La estación terrena debe contar con un radio receptor que opere en la banda S,P

R-ET-14,La estación terrena debe contar con antenas que permitan la recepción por banda S,P

R-ET-15,La estación terrena debe contar con un rotor que permita apuntar de manera manual y automática a diferentes lugares de la bóveda celeste para realizar tracking a satélites,P

R-ET-16,La estación terrena debe contar con un servidor con conexión a las demás aplicaciones de software y a la base de datos,P

R-ET-20,La estación terrena debe contar con los instrumentos de software adecuados para lograr comandar y monitorear el cubesat

1. La estación terrena debe contar con los instrumentos de software adecuados para lograr comandar y monitorear el cubesat

R-ET-21,El software de la estación terrena debe ser capaz de determinar y predecir la posición del satélite en la órbita,P

R-ET-22,El software de la estación terrena debe permitir la planeación y programación de la captura de imágenes,P

R-ET-23,El software de la estación terrena debe permitir rotar la antena para que apunte hacia el satélite,P

R-ET-24,El software de la estación terrena debe permitir la transmisión y verificación de comandos,P

R-ET-25,El software de la estación terrena debe permitir la recepción de telemetría,P

R-ET-25,El software de la estación terrena debe poder realizar la valoración del estado del satélite,P

R-ET-26,El software de la estación terrena debe ser capaz de realizar procesamiento de datos del payload,P

R-ET-27,El software de la estación terrena debe ser capaz de analizar la información recibida del satélite,P

OBC

R-OBC-010,El OBC debe comandar los demás subsistemas del satélite incluyendo la carga útil

R-OBC-011,El OBC debe comandar el EPS para reiniciar los buses de voltaje,T,Software

R-OBC-012,El OBC debe comandar el ADACS para iniciar su operación,T,Software

R-OBC-013,El OBC debe comandar el COMMS para iniciar la descarga de información hacia la estación terrena,T,Software

R-OBC-014,El OBC debe comandar el despliegue de los paneles solares,T,Software

R-OBC-015,El OBC debe comandar la carga útil para iniciar su operación,T,Software

R-OBC-020,El OBC debe solicitar telemetría de los otros subsistemas del satélite

R-OBC-021,"El OBC debe solicitar telemetría del EPS que contiene temperatura de las baterías, voltaje y corriente de los buses",T,Software

R-OBC-022,El OBC debe solicitar telemetría del subsistema de comunicación que contiene...TBD,T,Software

- R-OBC-023,El OBC debe solicitar telemetría del ADCS que contiene medidas de...TBD,T,Software
- R-OBC-030,"El OBC debe proveer almacenamiento para telemetría del satélite, registro de eventos, y datos de ciencia que serán descargados."
- R-OBC-031,"El OBC debe proveer almacenamiento para telemetría del satélite, registro de eventos de al menos TBD GB",T,Software
- R-OBC-032,El OBC debe proveer almacenamiento para y datos de ciencia que serán descargados de al menos TBD GB,T,Software
- R-OBC-040,El OBC debe ser capaz de contabilizar el tiempo de operación del satélite
- R-OBC-041,El OBC debe ser capaz de contabilizar el tiempo de operación del satélite desde el inicio en unidades de TBD,T,Software
- R-OBC-042,El OBC debe ser capaz de contabilizar el tiempo de operación del satélite desde la última recepción de comandos,T,Software
- R-OBC-050,El OBC debe contabilizar el tiempo desde el despliegue para iniciar transmisión desde la primera energización
- R-OBC-051,El OBC debe detectar al iniciar el número de veces que se ha reiniciado.,T,Software
- R-OBC-052,El OBC debe contabilizar el tiempo desde el primer inicio,T,Software
- R-OBC-060,El OBC debe ser capaz de recibir telecomandos y enviar telemetría a la estación terrena a través del subsistema de comunicaciones
- R-OBC-061,El OBC debe ser capaz de recibir telecomandos por medio del subsistema COMM,T,Software
- R-OBC-062,El OBC debe ser capaz de enviar telemetría a la estación terrena a través del subsistema de comunicaciones,T,Software
- R-OBC-070,El OBC debe contabilizar el tiempo para enviar un paquete de telemetría
- R-OBC-071 El OBC debe contabilizar el tiempo para enviar un paquete de telemetría periódicamente cada 90 sec (TBC),T,
- R-OBC-080,El OBC debe realizar un registro de eventos ejecutados o detectados
- R-OBC-081 El OBC debe realizar un registro de eventos ejecutados o detectados,T,
- R-OBC-090,EL OBC debe tener interfaces para comunicación con los otros subsistemas del satélite
- R-OBC-091 EL OBC debe tener interfaces I2C para comunicación con EPS y ADACS,I,
- R-OBC-092 EL OBC debe tener interfaces UART para comunicación con radio y ADACS,P
- R-OBC-093 EL OBC debe tener interfaces SPI para comunicación con la carga útil,,
- R-OBC-100,El OBC debe ser compatible con la máxima transferencia de datos de los otros subsistemas del satélite
- R-OBC-101 El OBC debe ser compatible con la máxima transferencia de datos de 115200 bps para comunicación con COMMS,T,
- R-OBC-110,El OBC debe tener un método de recuperación ante fallas de software

R-OBC-111 El OBC debe tener un método de recuperación ante fallas de software por medio de watchdog,T,

PAYLOAD

R-PL-10,El instrumento deberá tener una masa no superior a 1200 g

1. "La carga útil deberá estar compuesta por la electrónica, banco óptico, sistemas e interfaces mecánicas no deberá tener un peso superior a 1200 g"

R-PL-11,"Los sistemas electrónicos del instrumento compuestos por la computadoras, electrónica de proximidad, control y distribución de potencia no podrán pesar más de 300 g",P

R-PL-12,El banco óptico del instrumento no podrá pesar más de 400 g,P

R-PL-13,Los soportes e interfaces mecánicas del instrumento deberán tener un peso combinado de 200 g,P

R-PL-20,El instrumento principal será una cámara hiperespectral en el rango de 450 nm a 900 nm

1. Cámara hipereséctral para la observación y estudio de la deforestación del territorio nacional en el rango de observación de 450 nm a 900 nm

R-PL-21,El diseño final del banco óptico deberá permitir la observación en el rango de los 450 nm a 900 nm,A

R-PL-22,Los sistemas ópticos no deberán ocupar un volumen superior a 120 x 10 x 10 mm,I

R-PL-23,La apertura final de la cámara deberá ser de 50 mm de diámetro (TBD),A

R-PL-30,El instrumento deberá contar con el protocolo I2C / SPI para la comunicación con los demás subsistemas

1. El intrumento deberá contar con un protocolo de comunicación SPI bidireccional

R-PL-31,Lectura de un dispositivo que opere bajo el mismo protocolo,P

R-PL-32,Envío de paquetes de datos bajo el protocolo SPI,P

R-PL-33,Deberá contar con un protocolo particular de transferencia de datos ,P

R-PL-40,El instrumento deberá ser capaz de realizar procesamiento de imágenes en órbita

1. El instrumento deberá contar con algoritmos de identificación de nubes

R-PL-41,La computadora del instrumento deberá identificar pixeles asociados a la nubosidad mediante algoritmos,P

2. El instrumento deberá realizar procesamiento digital de imágenes adquiridas por la cámara

R-PL-42,La computadora de procesamiento del instrumento deberá contar una capacidad mínima de X,I

R-PL-43,La computadora del instrumento deberá filtrar entre las diferentes bandas espectrales y ruido según lo requieran los comandos de la estación terrena,P

R-PL-50,El instrumento deberá contar con un capacidad de almacenamiento de hasta 512 GB

1. La capacidad de almacenamiento final del instrumento no deberá superar 512 GB

R-PL-51,La capacidad final de la memoria será de máximo 512 GB,A

R-PL-52,La memoria deberá contar con entradas y salidas paralelas,A

R-PL-53,La frecuencia de operación de la memoria deberá ser de 10 KHz (TBD),P

R-PL-60,El instrumento deberá tener un consumo máximo de corriente de 1.1 A

1. El consumo de corriente combinado será de máximo 1.1 A/h

R-PL-61,Los sistemas ópticos deberán consumir máximo 500 mA/h,P

R-PL-62,El consumo máximo de la computadora principal del instrumento será de 500 mA/h,P

R-PL-70,El instrumento deberá contar con un sistema térmico tipo pasivo.

1. El instrumento deberá contar con un sistema térmico pasivo mediante el uso de tranzas térmicas ubicadas estratégicamente.

R-PL-71,Los sistemas ópticos deberán mantenerse a una temperatura de operación de X °C,A

R-PL-72,El sistema de control deberá implementar tranzas térmicas,A

R-PL-80,El instrumento deberá ser capaz de tomar un registro vertical de todo el territorio colombiano.

1. La cámara hiperespectral deberá ser capaz de construir un perfil vertical del territorio colombiano a lo largo de los 1861 km

R-PL-81,El instrumento contará con un algoritmo de identificación de nubes,P

R-PL-82,La cámara deberá ser capaz de realizar un barrido a lo largo de todo el perfil vertical del territorio colombiano ,P

R-PL-83,La computadora principal deberá recibir los paquetes de datos del detector y construir un cubo de datos en los registros de memoria,P

R-PL-90,El instrumento tendrá un Swath de 192 km

1. El valor final del Swath del instrumento será de 192 km

R-PL-91,El banco óptico de la cámara deberá ser permitir un Swath de hasta 192 km,A

R-PL-92,La resolución final de la imagen generada será de 480 x 480 pix,I

R-PL-100,El instrumento deberá tener un resolución de 300 m por pixel

1. La cámara deberá contar con una resolución entre 150 m y 300 m

R-PL-101,La resolución por pixel a nivel del suelo será de un valor entre 150 m y 300 m,P

R-PL-102,El valor mínimo teórico arrojado por la simulaciones ópticas será de 50 m,A

2. El proceso de digitalización de la imagen generada será a través de un ADC de 14 Bits

R-PL-103,El ADC implementado en la electrónica del instrumento deberá ser de 14 Bits,A

R-PL-110,El instrumento deberá contar con algoritmos de compresión de datos

1. El instrumento deberá contar con métodos de compresión regidos bajo el estándar CCSDS

R-PL-111,El proceso de compresión del cubo de datos generados por el instrumento será CCSDS,A

R-PL-112,El factor de compresión final será de 2x (TBD),P

R-PL-113,El tiempo estimado para este proceso no deberá ser superior a 5 min (TBD) ,P

REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES

A continuación se presentan los requerimientos no funcionales, estos corresponden principalmente a los requisitos de hardware y software para la implementación del sistema, adicional a algunos factores de calidad que se deben evaluar para garantizar un funcionamiento nominal esperado.

Especificaciones técnicas

Se presentan las especificaciones de hardware y software del segmento espacial del sistema

Especificaciones de Hardware

MISC-3

Este bus satelital corresponde a un satélite de tipo cubesat de 3U para tareas de observación de la tierra.

Applications • General-purpose 3U CubeSat missions for Earth-observation missions **Features** • 3U-size CubeSat • Modular, customizable architecture • >1300cc payload volume • Multiple solar array configurations possible (e.g. "Propeller", "Turkey Tail", "Space Dart" • Optional GPS • Supports a minimum of 3 Separation Switches Incorporated Subsystems • Pumpkin CubeSat Kit™ Pro chassis • Pumpkin 5th-generation PMDSAS fixed and/or deployable solar panels with up to 46 triplejunction solar cells (1W BOL each) • Pumpkin fixed side panels with integrated Pumpkin Panel Release Mechanisms (PRMs) • MAI MAI-400 ADCS with dual Earth-Horizon Sensors (EHS) for attitude knowledge and control • Pumpkin Solar Interface Module (SIM) • Pumpkin ADCS Interface Module, with: • AstroDev™ Lithium-2™ UHF transceiver • AstroDev™ UHF splitter/phaser • Pumpkin Battery Module 1 (BM 1), with: • 40Wh energy storage • 2S2P cell configuration • Clyde Space XUEPS 6-channel EPS, with: • Unregulated VBATT output • Regulated +5V_SYS and VCC_SYS outputs • Pumpkin Motherboard (MB), with choice of Pumpkin Pluggable Processor Module (PPM) • Pumpkin UHF deployable RHCP turnstyle antenna system Also Includes • Test & validation software

Especificaciones de Software

Otros atributos funcionales

Aquí se evalúan otros aspectos importantes para un proyecto que involucra software, en este caso estos requerimientos no funcionales están principalmente ligados a cómo se les entregará y se tendrá acceso a la información obtenida de las imágenes del proyecto LEOPAR lo cual es esencial para el concepto de misión.

Seguridad

El sistema debe estar diseñado con un nivel de seguridad apropiado para la información que se va a manejar, se debe realizar una evaluación sobre la pertinencia de limitar el acceso a la información, se plantea de forma inicial realizar tareas básicas como el encriptado de la base de datos y volver el repositorio de imágenes resultante de la misión protegido por usuario y contraseña.

Fiabilidad

La fiabilidad es un aspecto clave en los sistemas, se debe considerar un procedimiento de backup para que se pueda realizar una restauración del sistema con la menor pérdida de datos posible frente a un evento imprevisto. Otro factor importante para la fiabilidad es la redundancia, la capacidad de recibir la información de forma redundante minimiza la pérdida de información por factores externos, como pueden ser mal enlace en línea de vista o eventos similares

Mantenibilidad

La mantenibilidad es un factor que debe evaluarse con detenimiento al momento de desarrollo de productos, la ventaja con el proyecto Leopar es que muchos componentes vienen preconstruidos y vienen con sus rutinas de mantenimiento predefinidas, sin embargo, tareas de teleoperación y almacenamiento en el cubesat pueden necesitar la definición de nuevas acciones para mantener el sistema funcionando correctamente durante su etapa de operación.

Extensibilidad

El sistema debe ser diseñado y documentado de forma tal que sea claro para los usuarios acceder a la información del repositorio de imágenes georeferenciadas, y las personas encargadas de su teleoperación puedan manipularlo inicialmente con instrucciones básicas.

Uso de recursos

Debe evaluarse qué elementos se necesitan para acceder al repositorio como usuario, y a la teleoperación del sistema como operario.

Operabilidad

El sistema debe ser lo suficientemente intuitivo para que las tareas de operaciones de misión y mantenimiento sean relativamente fáciles de realizar.

ESCENARIOS DE OPERACIÓN

Escenario 1: El usuario descarga imágenes disponibles en el repositorio.

El usuario del sistema ingresa sus credenciales se presentan las últimas imágenes junto con una barra de filtrado para que pueda personalizar su búsqueda, selecciona las imágenes que le interesan y decide descargarlas.

Escenario 2: Se realiza la descarga de imágenes desde la estación terrena

El encargado usará la herramienta de software para la descarga de datos (gnuradio) y el usrp conectado a la antena se evidencia que hay portadora en la banda-S y se realiza la demodulación de la información por GMSK, una vez demodulada se verifica la información y se adecúan como imágenes en formato raw para su preprocesamiento y georeferenciación.

Escenario 3: Se realiza la revisión de telemetría y el envío de comandos

El encargado, prepara el paquete de instrucciones de teleoperación previamente y usa la herramienta de software para la descarga de datos (gnuradio y el usrp para buscar el canal en la banda UHF, se recibe la información actual del cubesat y se envía el paquete de instrucciones al cubesat.

MÉTODO DE VALIDACIÓN DE REQUERIMIENTOS

EVALUACIÓN Y MITIGACIÓN DE RIESGOS