

Este documento es una primera valoración del esfuerzo económico necesario para el desarrollo y puesta en órbita del satélite de baja órbita EASAT2.

Introducción al proyecto

El satélite EASAT2 es una iniciativa llevada a cabo dentro de la asociación AMSAT EA cuyo objetivo es el desarrollo de un pequeño satélite que permita las comunicaciones continentales por voz a un coste muy reducido y mediante el empleo de terminales portátiles muy baratos.

El proyecto parte de la base de que la mayor parte del esfuerzo es realizado por voluntarios de forma altruista (fundamentalmente los diseños y la construcción de prototipos iniciales), con lo que los costes se reducen a material, pruebas que deban llevarse a cabo en lugares especializados que requieran de un pago, lanzamiento, y trabajos que no puedan ser realizados por voluntarios y que requieran la contratación de profesionales, pudiendo ser éstos personas físicas o empresas especializadas.

Requisitos de financiación

El proyecto se divide en varias fases sucesivas y por tanto en este documento se detallan los costes de cada una de forma separada. Dentro de cada fase se detallan a su vez los costes estimados de cada subsistema. Como se podrá observar en ningún caso hay costes de diseño, ya que se asume que éste es realizado por los voluntarios.

FASE 0. ESTUDIOS DE VIABILIDAD Y DISEÑOS PRELIMINARES

Esta fase ha consistido en la realización una primera descripción del proyecto (la construcción de un satélite de órbita baja para transmisión de datos de voz y/o digitales) y en establecer preliminarmente su viabilidad técnica. No ha tenido costes ya que ha consistido en la reunión de información y en la elaboración de una propuesta de satélite y de documentación relacionada. Esta documentación ha sido elaborada con software libre y por tanto no ha supuesto desembolso alguno, aparte del tiempo dedicado por los integrantes del proyecto.

Costes totales de esta fase: 0 euros

FASE 1 (BB). PROTOTIPO

La fase de prototipo consiste en la realización de un prototipo del satélite que demuestre que el proyecto en sí es viable técnicamente. Para ello se realiza y construye un diseño inicial. No se requiere que la calidad de los componentes sea la misma que se utilizará en el modelo final, ni que se sigan los mismos procesos industriales. Tan solo se debe tener una unidad eléctrica y funcionalmente equivalente, Esta unidad permitirá realizar pruebas preliminares pasar a la siguiente fase, en la que se plasmará el diseño prácticamente de vuelo, iterándose sobre el mismo hasta resolver todos los problemas que puedan surgir.

Los costes estimados son los siguientes:

- **Sistema de energía (MPPT)**

- Coste estimado: **200 euros** (fabricación de los circuitos impresos, compra de componentes, soldadura realizada por el propio equipo, paneles solares de prueba, baterías de prueba).
- **Unidad de control interno (MCU) incluyendo software**
 - Coste estimado: **150 euros** (fabricación de los circuitos impresos, compra de componentes, soldadura realizada por el propio equipo), software realizado con compiladores de uso libre.
- **Unidad de radiofrecuencia (transpondedor)**
 - Coste estimado: **500 euros** (realización de circuito impreso y compra de componentes. Soldadura realizada por el propio equipo).
- **Sistema de antenas**
 - Coste estimado: **100 euros** (compra de materiales y adecuación mecánica y eléctrica).
- **Estructura mecánica**
 - Coste estimado: **100 euros** (compra de algunos materiales que permitan la cohesión interna del prototipo). Montaje por el propio equipo.
- **Estación de tierra incluyendo software**
 - Coste estimado: **50 euros** (compra de componentes como microcontroladores y piezas electrónicas auxiliares que permitan simular la estación de tierra). Montaje y soldadura realizada por el propio equipo.
- **Ensayos funcionales**
 - Coste estimado: Ninguno. Las pruebas no precisan de instalaciones especiales.
- **Ensayos de vibraciones**
 - No aplica en esta fase.
- **Ensayos térmicos**
 - No aplica en esta fase.

Costes totales de esta fase: 1.100 euros

FASE 2 (EM). MODELO DE INGENIERÍA

El modelo de ingeniería constituye el modelo de lo que finalmente va a volar, pero pueden dejarse fuera algunos componentes no críticos. Es con el modelo de ingeniería con el que se realizarán las pruebas de vibración y termales. Requiere la compra de los materiales finales.

Una vez realizadas las pruebas sobre el modelo puede ser necesario realizar cambios, lo que implica iterar sobre el modelo inicial hasta dar con la solución final. Cada iteración puede tener costes asociados en función de la magnitud de los cambios a realizar.

Los costes estimados son los siguientes:

- **Sistema de energía (MPPT)**

- Coste estimado: **500 euros** (fabricación de los circuitos impresos con calidad de vuelo, compra de componentes finales, soldadura realizada en fábrica, paneles solares de prueba, baterías).
- **Unidad de control interno (MCU) incluyendo software**
 - Coste estimado: **300 euros** (fabricación de los circuitos impresos, compra de componentes finales, soldadura realizada en fábrica, software realizado con compiladores de uso libre).
- **Unidad de radiofrecuencia (transpondedor)**
 - Coste estimado: **600 euros** (fabricación del circuito impreso, compra de componentes finales, soldadura realizada en fábrica).
- **Sistema de antenas**
 - Coste estimado: **200 euros** (compra de materiales finales)
- **Estructura mecánica**
 - Coste estimado: **500 euros** (compra o fabricación de los materiales que permitan la cohesión interna del satélite, especificaciones espaciales).
- **Estación de tierra incluyendo software**
 - Coste estimado: **200 euros** (se asume que se contará con estaciones radio voluntarios desde la que controlar el satélite a las cuales tan sólo se les proporcionada el kit hardware de control, cuyo coste incluye la realización de una placa de circuito impreso con sus componentes y soldadura final en fábrica).
- **Ensayos funcionales**
 - Coste estimado: **Ninguno**. Las pruebas pueden ser realizadas por el propio equipo.
- **Ensayos de vibraciones**
 - Coste estimado: **1.000 euros**. Estas pruebas requieren de instalaciones especializadas.
- **Ensayos térmicos**
 - Coste estimado: **1.000 euros**. Estas pruebas requieren de instalaciones especializadas.

Costes totales de esta fase: 4.300 euros

FASE 3 (FM). MODELO DE VUELO

El modelo de vuelo incluye todos los componentes finales que van a volar, incluyendo los paneles solares y la estructura final, que son las partes más costosas en este proyecto.

Los costes estimados son los siguientes:

- **Sistema de energía (MPPT)**
 - Coste estimado: **10.500 euros** (fabricación del circuito impreso final con máxima calidad, compra de componentes finales, soldadura realizada en fábrica, paneles solares con especificación espacial).

- **Unidad de control interno (MCU) incluyendo software**
 - Coste estimado: **300 euros** (fabricación del circuito impreso final, compra de componentes finales, soldadura realizada en fábrica).
- **Unidad de radiofrecuencia (transpondedor)**
 - Coste estimado: **600 euros** (fabricación del circuito impreso final, compra de componentes finales, soldadura realizada en fábrica).
- **Sistema de antenas**
 - Coste estimado: **200 euros** (compra de materiales finales)
- **Estructura mecánica**
 - Coste estimado: **5.500 euros** (compra de la estructura PocketQube 2P, compra o fabricación de los materiales finales con especificación espacial, que permitan la cohesión interna del prototipo).
- **Estación de tierra incluyendo software**
 - Coste estimado: **200 euros** (se asume que se contará con estaciones radio voluntarios desde la que controlar el satélite a las cuales tan sólo se les proporcionada el kit hardware de control, cuyo coste incluye la realización de una placa de circuito impreso con sus componentes y soldadura final en fábrica). No se requiere de componentes con especificaciones espaciales.
- **Ensayos funcionales**
 - Coste estimado: **Ninguno**. Las pruebas pueden ser realizadas por el propio equipo.
- **Ensayos de vibraciones**
 - No es necesario repetir los tests en esta fase.
- **Ensayos térmicos**
 - No es necesario repetir los tests en esta fase.

Costes totales de esta fase: 17.300 euros

FASE 4 (PDR). REVISIÓN PRELIMINAR

No se esperan costes adicionales en esta fase.

FASE 5 (CDR). REVISIÓN CRÍTICA

No se esperan costes adicionales en esta fase.

FASE 6 (DR). REVISIÓN

No se esperan costes adicionales en esta fase.

FASE 7. LANZAMIENTO

Los costes estimados son los siguientes en base a los precios actuales:

- Transporte a lugar de lanzamiento
 - **1.500 euros**
- Lanzamiento

- **40.000 euros**

Costes totales de esta fase: 41.500 euros

Costes totales

La suma de los costes de cada fase da un presupuesto total de:

- FASE 0. ESTUDIOS DE VIABILIDAD Y DISEÑOS PRELIMINARES
 - **0 euros**
- FASE 1 (BB). PROTOTIPO
 - **1.100 euros**
- FASE 2 (EM). MODELO DE INGENIERÍA
 - **4.300 euros**
- FASE 3 (FM). MODELO DE VUELO
 - **17.300 euros**
- FASE 4 (PDR). REVISIÓN PRELIMINAR
 - **0 euros**
- FASE 5 (CDR). REVISIÓN CRÍTICA
 - **0 euros**
- FASE 6 (DR). REVISIÓN
 - **0 euros**
- FASE 7. LANZAMIENTO
 - **41.500 euros**
- COSTE TOTAL ESTIMADO DEL PROYECTO
 - **64.310 euros**

Sobre AMSAT EA

AMSAT EA es una asociación que tiene por objeto actividades de divulgación asociadas al mundo de los satélites de radioaficionado.

Félix Páez EA4GQS, 26 de abril de 2017