

Propuesta de proyecto

**Robot Autónomo Volador para
Aplicaciones Civiles**



**ASOCIACIÓN DE ROBÓTICA DE LA
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**

**XV CONVOCATORIA PARA LA CONCESIÓN DE SUBVENCIONES A PROYECTOS DE LAS
ASOCIACIONES DE ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	3
2	ANÁLISIS DEL ENTORNO Y JUSTIFICACIÓN	6
3	OBJETIVOS GENERALES	10
4	ESTRUCTURA Y CONTENIDO.....	11
4.1	FORMAS DE ACTUACIÓN	11
4.2	ACTIVIDADES A REALIZAR.....	12
4.3	Destinatarios	16
4.4	Espacios	16
5	RECURSOS NECESARIOS	17
5.1	Recursos humanos	17
5.2	Recursos materiales	21
6	PRESUPUESTO Y FINANCIACIÓN	26
6.1	Recursos humanos	27
6.2	Material inventariable.....	27
6.3	Material fungible.....	28
6.4	Difusión de actividades	29
6.5	Resumen presupuesto	29
7	SISTEMA DE EVALUACION DEL PROYECTO.....	30
8	CONCLUSIONES	33
9	ANEXO	35

1 INTRODUCCIÓN

La Asociación de Robótica de la Universidad Carlos III ha sido creada por un conjunto de alumnos del Máster de Robótica y Automatización y estudiantes de la Universidad con el objetivo de fomentar la divulgación y la investigación en robótica. Es por ello que tenemos el deseo de crear plataformas de investigación para conseguir que la comunidad universitaria se interese por una actividad tan interesante e innovadora como es la robótica.

Una de las líneas de investigación que se está impulsando en el seno de la asociación es la robótica civil. La robótica civil trata es un subárea de la robótica de servicio que intenta diseñar y desarrollar robots que permitan realizar servicios útiles para proteger a la población civil. Este tipo de robots está teniendo un gran auge estos últimos años y representa ya una importante partida en el presupuesto de defensa de los países desarrollados.

Algunas de las tareas más típicas que llevan a cabo por este tipo de robots son:

- Inspección y mantenimiento de infraestructuras.
- Vigilancia de grandes superficies para la prevención de catástrofes naturales.
- Inspección de desastres y situaciones de emergencia
- Rescate de personas
- Seguridad ciudadana
- Vigilancia de fronteras, costas y aeropuertos
- Localización y desactivación de explosivos
- Robots de rescate y lucha contra el fuego
- Servicios militares



Ilustración 1 - Robots civiles anti incendios apagando el fuego de una camioneta accidentada

Existen múltiples las ocasiones en las cuales es conveniente disponer de un punto de vista elevado o tener la capacidad de situar un sensor en un determinado punto del espacio. En algunas situaciones, como es el caso en los entornos desestructurados, el difícil acceso por tierra hasta el objeto a ser inspeccionado puede convertir un trabajo sencillo en una tarea irrealizable. Por otro lado, las tareas de vigilancia u observación de amplias extensiones de terreno que no estén dotadas con la adecuada infraestructura para un rápido traslado de personal o de equipos, convierten en infructuosas o ineficientes las inspecciones terrestres. Otro ejemplo claro tiene lugar en las inspecciones de estructuras civiles de gran tamaño requieren del montaje de grandes andamios o de descolgamientos de personas con cuerdas. Esto implica elevado coste, riesgo para las personas, y pérdidas globales de productividad.



Ilustración 2 - Robots civiles voladores realizando tareas de recogida de datos y lucha contraincendios

El presente proyecto trata del diseño, el desarrollo y la fabricación de un robot autónomo volador para aplicaciones civiles. Será necesario realizar un profundo estudio de la problemática relacionada con la mecánica, la electrónica y los algoritmos de control necesarios en este tipo de robots. Además se investigará en algoritmos de inspección y reconocimiento que permitan dotar de diversas funcionalidades en aplicaciones civiles. En cuanto se disponga

de una base funcional, la Asociación se compromete además a presentarse a concursos de micro-robots voladores, con el objetivo de aprender, promover la investigación y el trabajo en equipo y divertirnos compitiendo con otras universidades. Con este proyecto queremos promocionar esta asociación, creada este año, para darnos a conocer en la Universidad y continuar esta emprendedora actividad.

2 ANÁLISIS DEL ENTORNO Y JUSTIFICACIÓN

La motivación principal para la elaboración de este proyecto ha sido la de iniciar una línea de investigación en robots autónomos voladores dedicada a la prestación de servicios civiles. Así conseguiremos completar la línea de investigación en robótica civil terrestre ya existente. Existe un alto nivel de desarrollo que están alcanzando en los últimos años los robots aéreos autónomos, más conocido como UAV (por sus siglas del inglés *Unmanned Aerial Vehicle*), y sobre todo, que gozan de una gran perspectiva de futuro que sin duda alguna está marcando un antes y después en la historia de los sistemas autónomos e inteligentes aplicados a la robótica y a la aeronáutica.

Es importante conocer los elementos principales de los que consta un UAV. Esto ayudará a entender mejor su funcionamiento, las dificultades y los retos a los que no enfrentamos. Estos son:

- Sistema de alimentación:

El sistema de alimentación de un UAV puede ser de diferentes tipos. Entre los más populares son los impulsados mediante energía eléctrica y combustibles fósiles. Los impulsados mediante energía eléctrica precisan de baterías de mayor tamaño que los que utilizan combustibles fósiles ya que estos último solo requieren de energía eléctrica para alimentar la electrónica de control. Dado la naturaleza de este tipo de aparatos, la relación entre peso, tamaño y autonomía de las baterías resulta determinante en las prestaciones finales del robot.

- Sistema motor:

Los UAVs que utilizan solo energía eléctrica emplean motores eléctricos de altas revoluciones por minuto. Estos suelen ser de menor potencia y menor peso siendo su periodo de autonomía inferior. Los UAVs impulsados con gasolina u otros combustibles fósiles tienen prestaciones mayores además de una mayor autonomía. Estos emplean motores de combustión. Sin embargo este proyecto solo cubrirá UAVs con motores eléctricos ya que los impulsados mediante motores de combustión resultan mucho más difíciles de controlar, más caros e inseguros para la realización de pruebas en interiores.

- Sistema sensor:

El sistema sensor de un UAV representa la capacidad de percepción que tiene el robot para conocer su estado dentro del entorno en que desarrollará el vuelo.

Aunque sería deseable incluir la mayoría de los sensores que se utilizan en la robótica tradicional. Sin embargo, debido al reducido peso con el que puede cargar un aparato de este tipo, es necesario limitar el número de sensores a los imprescindibles. Los sensores más comunes son: sensor inercial formado por acelerómetros, giróscopos y magnetómetros para determinar la orientación absoluta del robot en el aire, un GPS para determinar la posición absoluta en el espacio y una cámara de video para localizar elementos de referencia importantes para la navegación.

- Sistema controlador:

El sistema controlador del UAV se encarga de dar los comandos apropiados al sistema motor para que el movimiento que describa el aparato sea el apropiado en cada situación. En la mayor parte de los casos el corazón del sistema controlador es un microcontrolador conectado a los diferentes sensores y a los drivers de los motores. Es frecuente además que este sistema controlador esté conectado a una antena para poder establecer una comunicación con una estación base situada en tierra.

- Sistema de comunicaciones:

Éste es uno de los elementos más importantes ya que permite enviar información de interés a la estación base. La información puede contener tramas de video, información meteorológica, avistamiento de objetivos, etc. En ocasiones se puede utilizar también para permitir el telecontrol de un usuario experto situado en tierra.

En la siguiente imagen se puede apreciar detalladamente la interrelación de los diferentes componentes por los que está formado un robot autónomo volador:

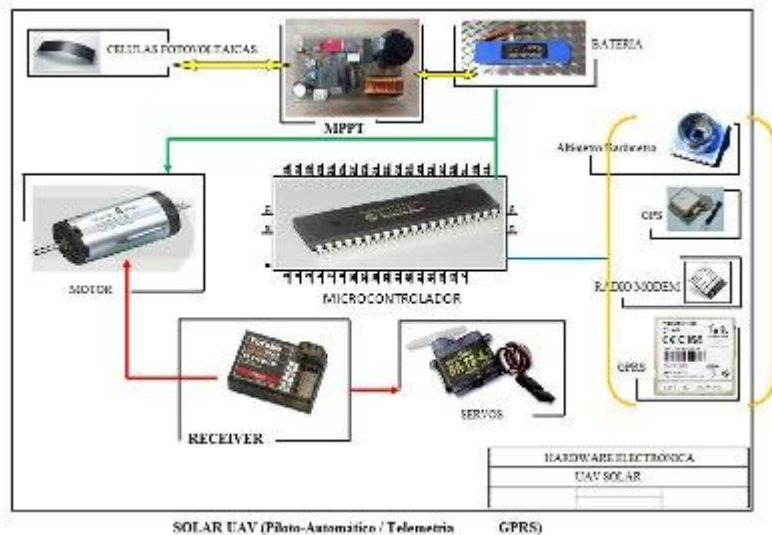


Ilustración 3 - Diagrama de bloques de un sistema de control de un robot UAV

La utilización de robots aéreos abre la puerta a nuevas aplicaciones que eran impensables hasta ahora, con el valor añadido de tratarse de sistemas de "bajo coste", seguros, simples y de fácil despliegue.

Los beneficios de este tipo de robots pueden resumirse según los siguientes puntos:

- Seguridad
- No están limitados por las capacidades humanas, como pueden ser los tiempos de misión
- Fácil y rápido despliegue
- Operación en tiempo real
- Adaptabilidad a diversos cometidos gracias a sus cargas útiles modulares (plug&play)
- Gran maniobrabilidad y poder de acceso a sitios inaccesibles
- Menor peso, menor consumo
- Utilizable en zonas de valor ecológico al no discurrir por dichas zonas con vehículos terrestres.
- Menor contaminación y ruido.
- Menor coste de mantenimiento y elevada relación eficiencia/coste.
- Elevada movilidad

En el campo de las aplicaciones, el Robot Volador de Interiores puede realizar las siguientes tareas:

- Labores de vigilancia y reconocimiento
- Control de incendios
- Detección de gases tóxicos
- Labores de seguridad y alarmas
- Control de infraestructuras, etc.

Por todo ello, el proyecto, *Robot Autónomo Volador de Interiores* pretende dar un primer paso hacia una nueva línea de investigación dentro de la Asociación de Robótica de la Universidad Carlos III de Madrid, con el objeto de aprender y difundir conocimiento de una tecnología joven, potencialmente emergente y que ofertará una gran demanda en un futuro cercano.

3 OBJETIVOS GENERALES

Los objetivos principales de este proyecto se resumen a continuación:

- Iniciar una línea de investigación en robótica civil con vehículos aéreos autónomos dentro de la asociación.
- Construcción de prototipos experimentales de robots autónomos voladores capaces de llevar a cabo tareas con aplicaciones civiles.
- Estudiar la capacidad de cooperación de entre estos robots aéreos y los robots terrestres pertenecientes a otro de los proyectos vigentes de la asociación
- Fomentar la participación e involucración de los estudiantes de la Universidad Carlos III en actividades de investigación e innovación.

Obtener publicaciones científicas que ayuden a la asociación a ser reconocida a nivel como centro de investigación en robótica candidata para la llevar a cabo proyectos del plan nacional de I+D e I+D+i.

4 ESTRUCTURA Y CONTENIDO

4.1 FORMAS DE ACTUACIÓN

Para asegurar el éxito del proyecto es necesario que todos los participantes estén formados con los conocimientos más básicos. Para ello, al comienzo del proyecto se van a organizar un total de tres seminarios. Se está gestionando la contratación de expertos investigadores en robótica aérea para participar en estos seminarios y así conseguir que estos se enfoquen de la mejor manera posible.

Después de un periodo de formación básico del equipo, se realizará una reunión cuyo objetivo será organizar el trabajo de todos los interesados en participar. Esta parte es fundamental y de los resultados que se obtengan dependerá en gran medida el buen desarrollo del proyecto.

Todo proceso de investigación es iterativo. Se comienza con un diseño inicial que es mejorado hasta alcanzar un primer prototipo experimental. Después de que se han realizado suficientes pruebas, es necesario realizar un examen exhaustivo de todas las decisiones de diseño adoptadas analizando las ventajas e inconvenientes. Con los resultados de este análisis y la experiencia ganada se puede volver a comenzar el proceso de diseño para diseñar una nueva versión del prototipo. En nuestro caso, y debido a que existen diferentes tipos de vehículos aéreos, vamos a comenzar por diseñar dos prototipos iniciales basados en un diferente principio de funcionamiento. Uno de ellos será de tipo helicóptero con hélices y el otro será del tipo globo aerostático. Con el primer prototipo ganaremos experiencia en técnicas de control de vuelo y con el segundo podremos centrarnos más en algoritmos de navegación avanzada. Cuando estos dos primeros prototipos hayan terminado de ser útiles utilizaremos la experiencia ganada durante el diseño de estos para afrontar el diseño de un prototipo final. Este prototipo reunirá las ventajas de cada uno de los prototipos experimentales realizados y evitará los puntos débiles de cada uno de ellos.

Una vez finalizado los plazos previstos para el diseño, construcción y pruebas de vuelo del prototipo final se organizará una jornada de puertas abiertas en la que se realizarán demostraciones de vuelo de los prototipos diseñados. Dicha jornada servirá para captar el interés del público y para ayudar en el patrocinio de la asociación. Con esto pretendemos captar nuevos estudiantes, demostrar la capacidad de actuación del grupo envuelto en el proyecto y adquirir relevancia que nos permita aumentar las fuentes de financiación externas.

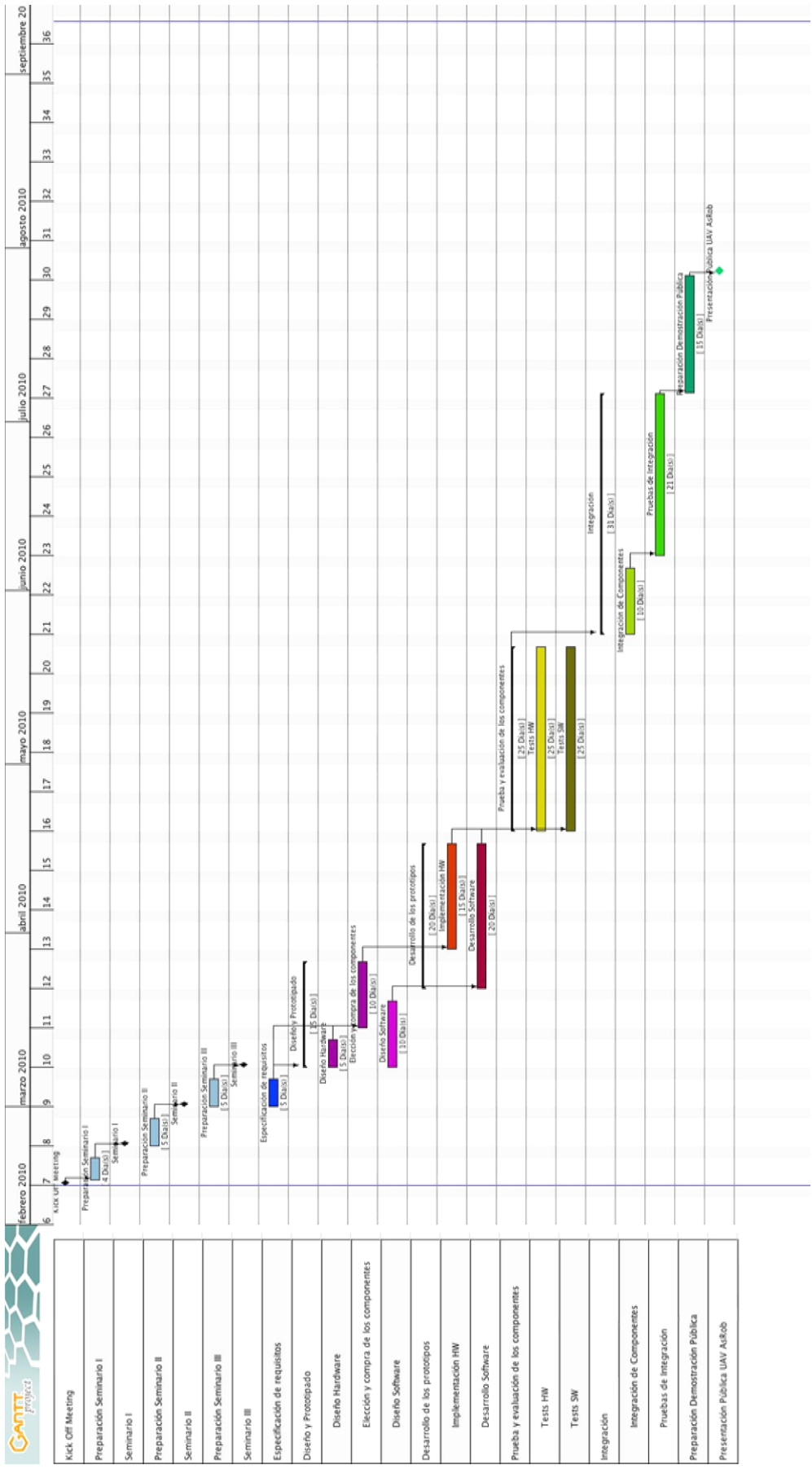
En una última fase nos hemos puesto como objetivo el realizar publicaciones científicas en congresos y/o revistas internacionales que pongan de manifiesto las aportaciones científicas de nuestro grupo investigador en el campo de la robótica aéreo. Se cree que esto ayudará notablemente a la hora de conseguir financiación de otras entidades para actividades de I+D+i.

4.2 ACTIVIDADES A REALIZAR

A continuación se detallan las diferentes actividades que componen el proyecto. En la primera columna puede verse la lista de actividades necesarias para llevar a cabo el proyecto. En la segunda y tercera columna se encuentran la fecha de inicio y final, respectivamente, de cada actividad. Finalmente, en la cuarta columna pueden verse los responsables de las actividades.

Nombre	Fecha de inicio	Fecha de fin	Recursos
Kick Off Meeting En este evento se lanzará el proyecto	15/02/10	16/02/10	
Preparación Seminario I	16/02/10	20/02/10	
Seminario I Estado del arte de los diferentes tipos de vehículos	22/02/10	23/02/10	Miguel Ángel Maldonado, Leticia Chavarri, Juan Carlos Cassini, Javier González Quijano, Victor González Pacheco, Juan González Vítores
Preparación Seminario II	22/02/10	27/02/10	
Seminario II Estado del arte de las diferentes técnicas de control en UAVs	1/03/10	2/03/10	
Preparación Seminario III	1/03/10	6/03/10	
Seminario III Estudio y puesta a punto de plataformas de simulación	8/03/10	9/03/10	
Especificación de requisitos	1/03/10	6/03/10	Miguel Ángel Maldonado, Leticia Chavarri, Juan Carlos Cassini, Javier González Quijano, Victor González Pacheco, Juan González Vítores
Diseño y Prototipado Diseño Hardware (HW) y Software (SW) de los prototipos en función de los requisitos establecidos anteriormente.	8/03/10	27/03/10	
Diseño Hardware	8/03/10	13/03/10	Leticia Chavarri, Juan Carlos Cassini
Elección y compra de los componentes	15/03/10	27/03/10	Miguel Ángel Maldonado, Leticia Chavarri, Juan Carlos Cassini, Javier González Quijano, Victor González Pacheco, Juan González Vítores
Diseño Software	8/03/10	20/03/10	Miguel Ángel Maldonado, Juan González Vítores
Desarrollo de los prototipos Implementación y montaje tanto de los componentes HW como de los diferentes módulos de la arquitectura SW.	22/03/10	17/04/10	
Implementación HW Implementación del Hardware (Montaje del Robot)	29/03/10	17/04/10	Leticia Chavarri, Juan Carlos Cassini, Javier González Quijano
Desarrollo Software	22/03/10	17/04/10	
Prueba y evaluación de los componentes Pruebas, correcciones y mejoras de los componentes HW y SW	19/04/10	22/05/10	Miguel Ángel Maldonado, Victor González Pacheco, Juan González Vítores
Tests HW	19/04/10	22/05/10	Leticia Chavarri, Juan Carlos Cassini, Javier González Quijano
Tests SW	19/04/10	22/05/10	Miguel Ángel Maldonado, Victor González Pacheco, Juan González Vítores
Integración En esta fase se integrarán los módulos SW y HW en el UAV que utilizaremos finalmente para la demostración pública.	24/05/10	6/07/10	
Integración de Componentes	24/05/10	5/06/10	Miguel Ángel Maldonado, Leticia Chavarri, Juan Carlos Cassini, Javier González Quijano, Victor González Pacheco, Juan González Vítores
Pruebas de Integración	7/06/10	6/07/10	Miguel Ángel Maldonado, Leticia Chavarri, Juan Carlos Cassini, Javier González Quijano, Victor González Pacheco, Juan González Vítores
Preparación Demostración Pública	6/07/10	27/07/10	Miguel Ángel Maldonado, Leticia Chavarri, Juan Carlos Cassini, Javier González Quijano, Victor González Pacheco, Juan González Vítores
Presentación Pública UAV AsRob	27/07/10	10/09/10	

A continuación puede verse un diagrama de Gantt con la planificación del proyecto. En el diagrama pueden verse las diferentes fases del proyecto. Es interesante señalar que se ha separado el diseño y desarrollo software del diseño y desarrollo de la parte hardware del proyecto ya que contamos con expertos en diversas materias que realizarán estas partes independientemente. Por esta razón se ha creado una fase en la que todos los módulos del proyecto serán integrados y probados, y en el que los diversos equipos de desarrollo deberán colaborar estrechamente para conseguir el objetivo de tener el robot completamente operativo en la fecha señalada en el diagrama.



4.3 Destinatarios

El proyecto está formado por un grupo de 6 personas responsables que se encargaran de gestionar el proyecto. Será tarea del responsable de recursos humanos la de administrar la participación de los diferentes socios estudiantes envueltos para una correcta distribución que ayude a llevar el proyecto de la forma más adecuada posible. Adicionalmente se contratarán entre uno y tres alumnos para que cursen sus proyectos finales de carrera en el proyecto. Los alumnos podrán ser alumnos de cualquiera de las ingenierías de la universidad. Los requisitos previos que se les pedirán serán conocimientos de electrónica, mecánica o diseño y desarrollo de software, dependiendo del ámbito en el que quieran relacionarse en el proyecto. Por ejemplo, para un alumno que tenga que desarrollar el software de control del UAV se le pedirá que tenga unos sólidos conocimientos en el lenguaje de programación que finalmente se elija como más conveniente para el proyecto.

4.4 Espacios

Con el objetivo de llevar a cabo todas las actividades del proyecto hemos llegado a acuerdos con la Universidad Carlos III de Madrid para poder disfrutar del uso de los siguientes espacios:

- Laboratorio para el desarrollo de prototipos de robótica aérea: Laboratorio 1.3C13 (acuerdo con el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática).
- Aula de seminarios (acuerdo con el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática).
- Organización de eventos globales: Salón de grados (acuerdo con la Escuela Politécnica Superior).
- Espacio para pruebas aéreas: pasillos del 3er piso del edificio Betancourt en horario tardes los viernes (acuerdo con el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática).

5 RECURSOS NECESARIOS

Para la realización del presente proyecto será necesario disponer de todos los recursos necesarios para su adecuada ejecución. En concreto será necesario dedicar partidas específicas para cubrir gastos derivados de recursos materiales y recursos de gestión. Gracias al éxito de los anteriores proyectos de la asociación, se dispone de muchos recursos materiales que podrán ser reutilizados en este proyecto. Esto, sin duda, ayudará a llevar a cabo el proyecto empleando una menor financiación.

5.1 Recursos humanos

Para asegurar el éxito del proyecto se ha votado en junta directiva el equipo de coordinación responsable que ayudará a gestionar las diferentes áreas. La descripción de dicho equipo es la siguiente:

- Responsable general: Javier González-Quijano Álvarez:
 - Se encargará de supervisar todos los aspectos generales del proyecto determinando en última instancia las acciones a realizar. Para llevar a cabo esta tarea se apoyará en otros responsables y consejeros específicos de cada área.
 - Tendrá estrecha relación con el Responsable de coordinación y planificación, el responsable técnico.
- Responsable de coordinación y planificación: Víctor González-Pacheco (Voluntario):
 - Se encargará de coordinar y planificar los recursos disponibles para que la ejecución del proyecto sea llevada a cabo dentro del calendario provisto
 - Estará en permanente contacto con el responsable general y los responsables técnicos de los subproyectos I y II.
- Responsable técnico subproyecto experimental I: Juan G. Vítóres (Voluntario)

- Se encargará de dirigir el grupo de personas involucradas en el subproyecto I.
- Tendrá relación directa con el responsable general y el responsable de coordinación y planificación
- Responsable técnico subproyecto experimental II: Leticia Chavarri (Voluntaria):
 - Se encargará de dirigir el grupo de personas involucradas en el subproyecto II.
 - Tendrá relación directa con el responsable general y el responsable de coordinación y planificación
- Consejero experto software: Miguel Ángel Maldonado (Voluntario)
 - Se encargará de dar apoyo a los integrantes de los subproyectos de investigación I y II en temas relacionados con el software
 - Tendrá estrecha relación con el responsable técnico de los subproyectos I y II.
- Consejero experto hardware: Juan Carlos Cassini (Voluntario):
 - Se encargará de dar apoyo a los integrantes de los subproyectos de investigación I y II en temas relacionados con el hardware.
 - Tendrá estrecha relación con el responsable técnico de los subproyectos I y II.

Además, la asociación de Robótica de la Universidad Carlos III ha ofertado la colaboración activa a todos los miembros estudiantes. Así mismo, como ya se ha señalado anteriormente, se ofertarán entre una y tres plazas de proyectos finales de carrera para que alumnos de la universidad puedan colaborar en el proyecto. Estos alumnos serán supervisados por miembros de la asociación con capacidad de tutelar o dirigir un proyecto final de carrera.

Para la realización de los seminarios programados se optará por completar las charlas de los ponentes responsables de la ejecución del proyecto dentro de la asociación con voluntarios expertos en robótica aérea reconocidos a nivel nacional en el ámbito de los vehículos aéreos no tripulados.

A continuación podemos ver un diagrama de carga de trabajo para cada uno de los responsables del proyecto.

5.2 Recursos materiales

Los recursos materiales de los que debe disponer el proyecto para su correcta ejecución se describen a continuación. Muchos de los recursos necesarios han sido ya obtenidos o están en vías de obtención mediante diferentes acuerdos llevados a cabo con el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática y el Comité Español de Automática. Estos acuerdos se describen en el apartado 6 "Presupuesto y Financiación".

- INVENTARIABLE:
 - Ordenadores de escritorio (acuerdo Departamento de Ing. de Sistemas y Automática).
 - Ordenadores portátiles (los tenemos)
 - Fuentes de alimentación (necesitamos comprar)
 - Osciloscopios (acuerdo Departamento de Ing. de Sistemas y Automática)
 - Generador de funciones (acuerdo Departamento de Ing. de Sistemas y Automática).
 - Baterías (necesitamos comprar)
 - Proyector y pantalla
(acuerdo Departamento de Ing. de Sistemas y Automática)
 - Pizarras (acuerdo Departamento de Ing. de Sistemas y Automática).
- MATERIAL FUNGIBLE:
 - Material de oficina:
 - Bolígrafos, lápices, rotuladores, gomas, etc. (acuerdo Departamento de Ing. de Sistemas y Automática)

- Papel, carpetas, cuadernos, etc. (acuerdo Departamento de Ing. de Sistemas y Automática)
- Vehículos aéreos teledirigidos (necesitamos comprar):

Se utilizarán las piezas y el diseño de estos dispositivos comerciales para construir diferentes prototipos de robots autónomos voladores. Debido a que estos aparatos son fabricados a gran escala, resulta más barato comprarlos y reaprovechar los componentes que comprar dichos componentes por separado.

- Helicópteros de bajo costo de R/C



Ilustración 4 - Detalle del helicóptero modelo Apache 3XLN

- Helicóptero BiPala



Ilustración 5 - Detalle del Helicóptero Bipala k3WG

- Nave Ovnitrónica



Ilustración 6 - Detalle de la Nave Ovnitronica

- Globos aerostático de bajo costo



Ilustración 7 - Detalle del globo aerostático Zeppelin H3GWD

- Helicóptero de gran potencia (prototipo final)



Ilustración 8 - Detalle del Helicóptero HUNTER-E30

- Componentes electrónicos:
 - Microcontroladores y placas de desarrollo (necesitamos comprar)
 - Motores (necesitamos comprar)
 - Hélices (necesitamos comprar)

- Cámaras (necesitamos comprar)
- GPS (Herencia proyecto "Talleres de Construcción de Robots")
- Pequeños componentes (resistencias, condensadores, diodos, mosfets, amplificadores operacionales, etc.) (necesitamos comprar)
- Magnetómetros (necesitamos comprar)
- Giróscopos (necesitamos comprar)
- Acelerómetros (necesitamos comprar)
- Componentes hardware de aerodelismo:
 - Baterías (necesitamos comprar)
 - Hélices (necesitamos comprar)
 - Herramientas (necesitamos comprar)
 - Pegamentos (necesitamos comprar)
 - Recubrimientos (necesitamos comprar)
 - Ruedas (las tenemos)
 - Servos para hélices (necesitamos comprar)
 - Siliconas (necesitamos comprar)
 - Timonería (necesitamos comprar)
 - Tornillería (necesitamos comprar)

- Transmisiones (necesitamos comprar)
- Trenes aterrizaje (necesitamos comprar)
- Varillas y tubos (necesitamos comprar)

- TRANSPORTE:
 - Coches (disponemos de dos coches)
 - Microbuses para la realización de ensayos en espacios abiertos (necesitamos alquilar para las jornadas de pruebas en el campo).

- LOCAL Y ALOJAMIENTOS:

Laboratorio para la investigación y desarrollo de prototipos: 1.3.C13 (Edificio Betancourt) (acuerdo Departamento de Ing. de Sistemas y Automática).

6 PRESUPUESTO Y FINANCIACIÓN

El proyecto que se quiere llevar a cabo es un proyecto ambicioso y de considerable tamaño. Es por ello que la asociación necesita conseguir la financiación adecuada para llevarlo a cabo según lo planificado.

Debido al éxito que ha tenido la Asociación de Robótica de la Universidad Carlos III de Madrid desde su comienzo hace un año hasta la actualidad, se ha conseguido captar la atención del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática y el Comité Español de Automática. Esto ha supuesto un gran beneficio ya que se han alcanzado y se están alcanzando acuerdos muy importantes a través de los cuales se está dotando de la infraestructura necesaria para que esta asociación sea capaz de llevar a cabo proyectos cada vez más ambiciosos y con más capacidad integradora.

En relación a los acuerdos llegados con el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática cabe destacar los siguientes:

- Uso libre de un laboratorio completo (1.3.C13) para todos los miembros de la asociación que participen en el proyecto de "Robot autónomo volador para aplicaciones civiles".
- Uso en horario limitado del aula de seminarios del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática.
- Financiación para la fabricación de las estructuras mecánicas de los robots aéreos dentro de la Oficina Técnica de la Escuela Politécnica Superior.
- Financiación para la fabricación de placas de circuito impreso (PCB's) dentro de la Oficina Técnica de la Escuela Politécnica superior.
- Codirección de Proyectos de Fin de Carrera que esté relacionados con el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática.

En la actualidad se están tramitando varios acuerdos con el Comité Español de Automática que permitirán:

- Integración de la Asociación de Robótica de la Universidad Carlos III en la red nacional de asociaciones estudiantiles del Comité Español de Automática (web CEA: <http://www.cea-ifac.es/>).
- Financiación para la organización de eventos nacionales de diferente naturaleza en relación con la red de asociaciones estudiantiles del Comité Español de Automática
- Posible financiación para sustentar los proyectos de la asociación, incluyendo el proyecto "Robot Volador Autónomo para Aplicaciones Civiles".

La gran cantidad de acuerdos alcanzados con estas dos entidades permite que la Asociación de Robótica de la Universidad Carlos III de Madrid haya conseguido reducir considerablemente el presupuesto total del proyecto "Robots Autónomos Voladores para Aplicaciones Civiles" que queda pendiente de financiar. En los siguientes apartados está desglosado el presupuesto para el cual se necesita aún financiación.

6.1 Recursos humanos

Servicio a contratar	Precio / hora	Número horas	Coste total
Experto para ponencia en seminario I	voluntario	3	0 €
Experto para ponencia en seminario II	voluntario	3	0 €

Total gastos de contratación de personal	0 €
---	------------

6.2 Material inventariable

Componente	Precio / unidad	Número unidades	Coste total
Fuente de alimentación	169	1	169
Cargador baterías de litio	52	1	52
Baterías de litio	49	2	98

Herramientas	14	1	14
--------------	----	---	----

Total material inventariable sin IVA			319 €
Total material inventariable con IVA			370,04 €

6.3 Material fungible

Componente	Precio unidad	/Número unidades	Coste total
Helicóptero Apache 3XLN	35	2	70
Helicóptero Bipala k3WG	69	1	69
Nave Ovni trónica	119	1	119
Zeppelin H3GWD	99	1	99
Helicóptero HUNTER-E30	149	1	149
Kit de desarrollo PIC32	49	1	49
Condensadores	0,12	40	4,8
Resistencias	0,07	60	4,2
Cable coaxial	1,34	12	16,08
Pilas AAA	1,2	8	9,6
Placa soldadura	5,2	6	31,2
Magnetómetros	21	4	84
Acelerómetros	13	6	78
Giróscopos	26	4	104
Motores Futaba 2003	21	7	147
Diodos 1N4007	0,35	8	2,8
Mosfets 50 W	1,34	12	16,08
Amplificadores operaciones	2,43	16	38,88
Antena omnidireccional	13,5	3	40,5
Hélices	2,34	5	11,7
Pegamentos	2,75	2	5,5
Siliconas	5,2	2	10,4
Tornillería	0,1	50	5
Transmisiones	2,5	8	20
Trenes de aterrizaje	5,2	4	20,8
Varillas y tubos	1,4	10	14

Total material fungible sin IVA	1231,2 €
Total material fungible con IVA	1428,19 €

6.4 Difusión de actividades

Componente	Precio unidad	/Número unidades	Coste total
Refrescos	0,50	100	50
Comida	-	-	50
Publicidad	-	-	100
Transporte (microbús)	-	-	350

Total gastos difusión de actividades	550 €
---	--------------

6.5 Resumen presupuesto

Gastos gastos de contratación de personal	0
Gastos material inventariable	370,04
Gastos material fungible	1541,87
Gastos difusión de actividades	550

Presupuesto total del proyecto pendiente de financiar	2347,5 €
--	-----------------

7 SISTEMA DE EVALUACION DEL PROYECTO

La experiencia en organización acumulada en proyectos anteriores ha servido para que la junta directiva haya conseguido perfeccionar un sistema para el seguimiento de proyectos en ejecución. El sistema es un sistema de evaluación continúa realizado por todos los miembros de la Junta Directiva y que se resume a continuación:

- Realización de reuniones de la Junta Directiva cada 15 días.
- Justificación del trabajo realizado durante los últimos 15 días anteriores a la reunión.
- Análisis de los socios de dicha justificación
- Planteamiento por parte de los responsables de cada proyecto de los objetivos concretos que se pretenden alcanzar para la siguiente reunión.
- Análisis de los socios de los objetivos propuestos.

En nuestro sistema de evaluación es fundamental realizar un análisis previo muy medido de todas las variables que lo comprenden. Esta ha sido la primera fase del proceso de evaluación. En ella, la junta directiva ha trabajado duramente durante semanas para estudiar el plan inicial, modificarlo y sacar una versión final más ajustada a la realidad actual de la empresa. No ha resultado nada sencillo realizarla por la naturaleza científico-tecnológica del mismo proyecto donde el desarrollo que hay que llevar a cabo es muy difícil de anticipar. La metodología a seguir tiene elementos comunes a todas aquellas metodologías propias de la evaluación de Proyectos de Ciencia y Tecnología. La naturaleza de este proyecto pertenece al tipo de Ciencia Básica ya que la entidad que lo pretende llevar a cabo es una asociación sin ánimo de lucro que pretende contribuir al conocimiento de la ciencia por parte de la sociedad y por tanto hemos decidido que se siguiese el método de "Evaluación por Pares" donde hemos tratado de centrar nuestro análisis en los siguientes puntos básicos:

- Pertinencia (alineamiento con un planteamiento estratégico)
- Impacto y Relevancia (efectos directos e indirectos)
- Rentabilidad Social (beneficios)

- Viabilidad (probabilidad de éxito) del entorno, de postulantes, metodológicas, productivas.

Hemos elegido un sistema de evaluación basado en la calidad de las variables a analizar resultando en el siguiente sistema de clasificación:

- Muy alto /muy bueno 5
- Alto / bueno 4
- Regular 3
- Bajo/malo 2
- Muy bajo / muy malo 1
- No aplica N

Finalmente, después de este largo proceso de evaluación que ha tenido lugar durante varias semanas, hemos obtenido como resultado un plan con algunas modificaciones importantes que sin duda ayudaran a llevarlo a cabo de una forma mucho más equilibrada e inteligente. Así mismo, hemos señalado algunas advertencias en algunos puntos que deberemos tener en cuenta para que no desemboquen en situaciones incontrolables. Lo más positivo es haber encontrado una hoja de ruta consensuada por toda la junta directiva que nos permita ser más realistas a la hora de la ejecución del plan.

El sistema de evaluación debe continuar a lo largo de todo el tiempo que dure el proyecto. Además, hemos decidido llevar un seguimiento trimestral que nos permitirá evaluar la consecución de los objetivos prefijados a medio plazo y realizar una crítica a la gestión para tratar de mejorarla. Para facilitar el análisis hemos fijado un protocolo de evaluación basado en encuestas que ayudará a revisar la naturaleza de los componentes más comunes a todos los proyectos del tipo científico-tecnológicos:

- Desarrollo de infraestructura
- Formación de personal
- Investigación y Desarrollo

- Innovación tecnológica
- Transferencia de tecnología
- Divulgación y valoración de la Ciencia y la Tecnología

8 CONCLUSIONES

El proyecto "Robots Autónomos Voladores con Aplicaciones Civiles" es un proyecto muy ambicioso que pretende impulsar una línea de investigación en Robots Autónomos Voladores dentro la Asociación de Robótica de la Universidad Carlos III de Madrid. Debido a la experiencia ganada en anteriores proyectos y a la buena organización de los mismos, se ha logrado formar una comunidad de estudiantes de gran tamaño. Existe una gran expectativa entre los socios en relación a este proyecto que está haciendo que cada día aumente el número de interesados y de inscripciones en la asociación.

Es necesario resaltar que existe un estratégico interés por parte de varios departamentos y entidades, especialmente el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, de la Escuela Politécnica Superior en apoyar este proyecto. En primer lugar este proyecto se enmarca dentro de una línea de investigación en robótica no contemplada en ninguno de los proyectos de investigación que se han llevado a cabo hasta ahora en la Escuela Politécnica Superior. Además, existe una motivación adicional muy importante, siendo esta la implantación del nuevo Grado en Ingeniería Aeroespacial. Sin duda alguna, esta nueva línea de investigación suscitará gran interés entre los alumnos de este nuevo grado sirviendo como cuna para la formación de los futuros investigadores en robótica aeroespacial dentro de la universidad. Este especial interés se ha plasmado en varios acuerdos que ayudarán a dotar al proyecto de la mayor parte de los recursos más costosos.

Debemos recordar que el proyecto "Robots Autónomos Voladores para aplicaciones civiles" complementará la línea de investigación ya existente "Robots Autónomos terrestres para aplicaciones civiles". Esta última línea de investigación ha nacido en el seno del proyecto con financiación de la UC3M "Talleres de Construcción de Robots que ha sido llevado a cabo de forma muy exitosa por esta asociación en el periodo 2008-2009. Es nuestro objetivo formar una gran línea de investigación en "Robots autónomos con aplicaciones civiles" que aglutine es dos sublíneas. Se tiene el convencimiento de que la financiación del proyecto ayudará a crear un grupo de investigación fuerte y pionero en España en este campo.

Además, queremos dejar claro que el espíritu principal del proyecto es, en primera instancia, el fomento de la participación de estudiantes y la divulgación científica. Es por ello que el presupuesto que ha sido realizado es equilibrado contemplando no solo el desarrollo de prototipos, sino también la realización de seminarios,

jornadas de puertas abiertas dentro del campus así como también organización de jornadas de pruebas de robots aéreos fuera de la Universidad.

Para terminar, queremos expresar nuestra total confianza en este proyecto y en la gran capacidad organizativa que han demostrado los socios responsables. Por ello, pedimos que tomen en consideración esta solicitud de financiación íntegramente entendiendo que representa una gran oportunidad para alcanzar los objetivos generales que persigue la política de asociaciones de la Universidad Carlos III de Madrid.

9 ANEXO

Ver documento adjunto.