



MEMORIA DE LAS ACCIONES DESARROLLADAS
PROYECTOS DE MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y CALIDAD
X CONVOCATORIA (2009-2010)



❖ DATOS IDENTIFICATIVOS:

Título del Proyecto

**Experiencia de trabajo en equipo:
Diseño de aplicaciones para el UCO-Kopter**

Resumen del desarrollo del Proyecto

La presente memoria expone el resultado de una experiencia de trabajo en grupo para alumnos de la titulación de Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial.

En resumen, el trabajo ha consistido en la realización de un trabajo similar a los realizados por los alumnos en sus proyectos fin de carrera pero con varias diferencias:

- El trabajo se ha realizado en equipo, por lo que la carga por alumno se redujo considerablemente.
- Se ha realizado durante los cursos 2008-09, 2009-10 y lo que se lleva del presente curso, participando diferentes grupos de estudiantes.
- La documentación a entregar por el alumno (la parte más tediosa de un proyecto fin de carrera) fue mínima.

En cuanto a las metas técnicas, se ha diseñado e implementado un cuadricóptero (el UCO-Kopter) que puede volar ayudado de un programa de control implementado en un microcontrolador, y que recibe las consignas desde una emisora en tierra.

La presente solicitud propone continuar con una experiencia anterior en la que ya se ha conseguido una plataforma abierta sobre la cual los alumnos podrán desarrollar diferentes competencias como las siguientes:

- Genéricas
 - Contribuir a la formación y desarrollo del razonamiento científico
 - Proporcionar capacidades de abstracción, análisis y síntesis.
 - Resolución de problemas
 - Capacidad de organización y planificación
 - Trabajo en equipo
- Cognitivas (Saber):
 - Modelado y análisis de sistemas
 - Diseño de sistemas de control
- Procedimentales/Instrumentales (Saber hacer):
 - Resolución de problemas
- Actitudinales (Ser):
 - Habilidad para trabajar de forma autónoma y en equipo
 - Toma de decisiones

Como objetivo técnico del proyecto realizado, se ha logrado el diseño de una estrategia de vuelo automatizado que permite el aterrizaje y despegue autónomo, cerrando un lazo de control utilizando una cámara de video de bajo peso, un transmisor de video, un PC en tierra que analiza las señales de video y un conversor de señal de radiocontrol que transmita las consignas desde el mismo PC.

	Nombre y apellidos	Código del Grupo Docente
Coordinador/a:	Francisco Javier Vázquez Serrano	054
Otros participantes:	Jorge E. Jiménez Hornero	054
	Luís Manuel Fernández de Ahumada	054
	Juan Garrido Jurado	054
	<i>Mario Ruz Ruiz</i>	<i>054</i>

Asignaturas afectadas

Nombre de la asignatura	Área de Conocimiento	Titulación/es
Ingeniería de control I	Ing. Sistemas y Automática	Ingeniería en Automática
Ingeniería de control II	Ing. Sistemas y Automática	Ingeniería en Automática
Modelado y Simulación de Sistemas Dinámicos	Ing. Sistemas y Automática	Ingeniería en Automática

MEMORIA DE LA ACCIÓN

Especificaciones

Utilice estas páginas para la redacción de la Memoria de la acción desarrollada. La Memoria debe contener un mínimo de cinco y un máximo de diez páginas, incluidas tablas y figuras, en el formato indicado (tipo y tamaño de fuente: Times New Roman, 12; interlineado: sencillo) e incorporar todos los apartados señalados (excepcionalmente podrá excluirse alguno). En el caso de que durante el desarrollo de la acción se hubieran producido documentos o material gráfico dignos de reseñar (CD, páginas web, revistas, vídeos, etc.) se incluirá como anexo una copia de buena calidad.

Apartados

1. Introducción (justificación del trabajo, contexto, experiencias previas etc.)

En las guías docentes ECTS realizadas para las asignaturas de Ingeniería de Control I, de Ingeniería de Control II, de Control de Procesos y de Modelado y Simulación de Sistemas Dinámicos, de la titulación de Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial aparece el concepto de trabajo en equipo.

Las experiencias de trabajo en equipo tienen como finalidad la mejora de determinadas competencias transversales: de esta forma se pretende mejorar la capacidad de organización y planificación del alumno, su visión general a la hora de resolver problemas, así como contribuir a la formación y desarrollo en la resolución de problemas complejos que requieren de grupos de trabajo.

En la presente memoria se incluye una actividad de trabajo en grupo que ha intentado mejorar las competencias específicas de la titulación, cognitivas como son el modelado y análisis de sistemas o el diseño de sistemas de control, procedimentales e instrumentales, como son la resolución de problemas complejos y actitudinales tales como son fomentar la habilidad para trabajar de forma autónoma y en equipo y la capacidad en la toma de decisiones.

Experiencias en esta misma línea en años precedentes han dado resultados muy satisfactorios.

Todos los solicitantes ya habían sido responsables o participados en Proyectos de Innovación y Mejora de Calidad Docente a los largo de los últimos años, y en concreto han participado en proyectos similares cuyo objetivo consistía en la realización de determinadas prácticas experimentales grupales, donde se fomentaran las capacidades anteriormente mencionadas.

2. Objetivos (concretar qué se pretendió con la experiencia)

La experiencia ha consistido en el diseño de una estrategia de control de vuelo que permita el despegue y el aterrizaje autónomo de un cuadrirrotor, el UCO-Kopter, diseñado en un proyecto de Mejora de la Calidad Docente durante el curso 08/09. Es por tanto, la continuación del citado proyecto. Entre los trabajos realizados en los dos proyectos, se ha conseguido un equipo que podrá ser utilizado en futuras actividades.

Para llevar a cabo este objetivo se estableció la siguiente metodología:

1. Se propuso un profesor responsable de la experiencia, de entre los participantes en el proyecto. En concreto fue el profesor Fco. Vázquez
2. Entre los alumnos, se eligió un coordinador del grupo, que será el interlocutor con el profesor responsable.
3. Se formaron varios grupos de trabajo, cada uno con un responsable:
 - a. Grupo de desarrollo de la aplicación en tierra
 - b. Grupo de desarrollo de la aplicación en vuelo
4. En una reunión colectiva se establecieron los requisitos finales del equipo a diseñar.
5. Cada grupo de desarrollo se encargó de elegir los componentes adecuados, que permitieron, dentro del presupuesto disponible, conseguir las especificaciones de diseño.
6. Cada grupo de desarrollo se encargó de la adquisición de los componentes necesarios.
7. Otra tarea de este grupo, en la que participaron los de otros grupos, ha sido la más sensible del proceso: el montaje de todos los componentes para formar el objeto del proyecto.

3. Descripción de la experiencia (exponer con suficiente detalle lo realizado en la experiencia)

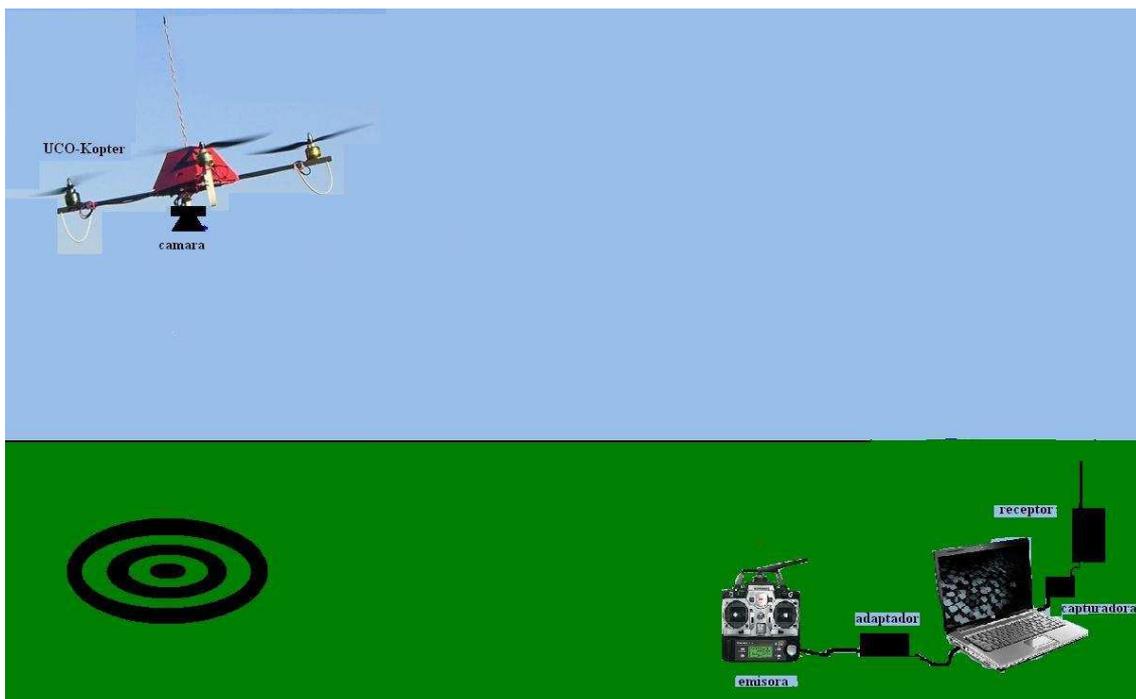
El punto de partida del presente proyecto supone que el equipo de vuelo, el UCO-Kopter, ya está diseñado y construido y obtenido como resultado del proyecto de Mejora de Calidad Docente llevado a cabo por los mismos profesores durante el curso 2008-09. En la siguiente imagen se muestra el estado inicial del mismo, que permitiría la realización de las diferentes aplicaciones descritas en el presente documento. Éste equipo tiene la instrumentación necesaria (microcontrolador, sensores de presión, giróscopos triple, acelerómetros, brújula digital,...), así como una estructura de código abierta que permite la inclusión de cualquier estrategia de control en el propio cuadricóptero.



En el presente proyecto se han añadido prestaciones al dispositivo, basadas principalmente en la realización de aplicaciones sobre el UCO-Kopter, tales como:

- Aterrizaje y despegue automático
- Vuelo en primera persona
- Envío de datos de aviónica en tiempo real

El esquema de la primera de estas aplicaciones sería el mostrado en la siguiente figura.



El objetivo ha buscado cerrar un lazo de control de aterrizaje mediante un PC en tierra. En el UCO-Kopter se ha instalado una microcámara como la de la figura de la derecha. Esta cámara está conectada a un transmisor de radio que envía la señal de video a un receptor en tierra. Este receptor se conecta a una capturadora de video que decodifica la señal y la envía a un PC mediante conexión USB.



En el PC se ha instalado un software que trate la señal recibida. Uno de los equipos de desarrollo se encargará de realización de este programa de reconocimiento de patrones. Como patrón se plantearán diversas figuras que permitan que de una forma indirecta se conozca la distancia sobre el

suelo a la que está el UCO-Kopter. Para cerrar el lazo, el PC debe generar las señales correctoras de la posición del UCO-Kopter. Existe un dispositivo, como el mostrado en la siguiente figura, que conecta el PC y la emisora para poder transmitir señales de radiofrecuencia sin necesidad de un operador humano.

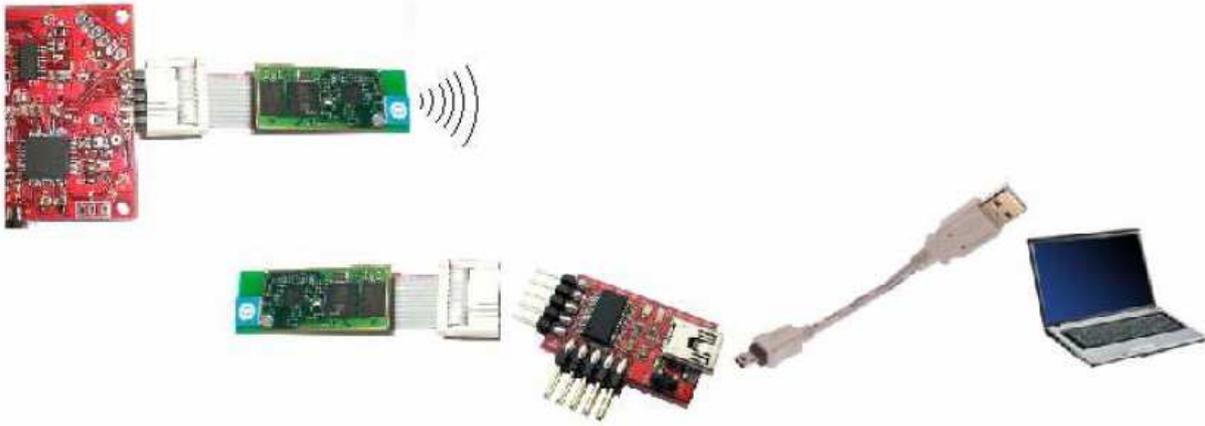


Otra de las aplicaciones que ha permitido este tipo de dispositivo inalámbrico ha sido el envío a tierra de los datos de aviónica (altitud, aceleraciones en los tres ejes, ángulo de los tres ejes,...). En la figura adjunta se presenta una captura de estos datos, accesibles mientras el código del UCO-Kopter está en fase de depuración, y conectado vía USB a un PC.



Sin embargo, cuando el cuadricóptero está en vuelo es difícil obtener estas señales. Éstas serían necesarias si se pretende obtener un modelo matemático del equipo, uno de los objetivos no logrados en el proyecto del presente curso. Para ello sería necesario algún dispositivo de transmisión wireless de datos. Los mecanismos de comunicación en vuelo con el microkopter han supuesto el reto más difícil durante la realización del proyecto, y la práctica totalidad de la financiación ha ido encaminada a lograr dispositivos fiables que permitieran el envío de datos a y desde el PC dentro del rango de funcionamiento. Así se han adquirido transmisores y receptores de diferentes tipos: W1232, Bluetooth XBee, como los mostrados en las siguientes imágenes.





4. Materiales y métodos (describir la metodología seguida y, en su caso, el material utilizado)

Para llevar a cabo la experiencia se estableció la siguiente metodología:

1. Se eligió un profesor responsable de la experiencia, de entre los firmantes del presente documento.
2. Entre los alumnos, se eligió un coordinador del grupo, que fue el interlocutor con el profesor responsable.
3. En una reunión se establecieron los requisitos finales del equipo a diseñar.
4. Los alumnos decidieron sobre la adquisición de los componentes necesarios, familiarizándose con el manejo de catálogos.
5. La tarea más sensible del proceso fue el montaje de todos los componentes para formar el objeto del proyecto, en la que participaron todos los alumnos.

5. Resultados obtenidos y disponibilidad de uso (concretar y discutir los resultados obtenidos y aquéllos no logrados, incluyendo el material elaborado y su grado de disponibilidad)

El cuadricóptero fabricado a lo largo de los dos cursos, se encuentra totalmente operativo en el Laboratorio de Automática, situado en el aulario.

Entre las operaciones realizadas por todos estos alumnos destaca la incorporación de algunos elementos que mejoran las prestaciones del cuadricóptero, como el montaje de la tapadera protectora (tapa de una tarrina de CD's), o la incorporación de cilindros de polietileno en el tren de aterrizaje para mejorar la absorción del impacto con el suelo. Dichas acciones han sido por iniciativa de los alumnos después de discutir las posibilidades disponibles.

Por otra parte, se ha logrado establecer una conexión vía USB entre el cuadricóptero y el PC tanto física como inalámbrica, a través de la que se ha podido volcar distintas versiones de código en la placa de control de vuelo, disponibles en la página Web de *mikrokopter*, visualizar variables y acceder a los parámetros de opciones de vuelo mediante el software MkTool. También se puede destacar, como resultado secundario, un mayor conocimiento acerca del mundo del aeromodelismo, ya que si se pretende diseñar algún método de control para el cuadricóptero, dicho conocimiento es imprescindible.

Sobre la experiencia se han grabado varios vídeos, algunos de los cuales se han colgado en el portal Youtube.

6. Utilidad (comentar para qué ha servido la experiencia y a quienes o en qué contextos podría ser útil)

El proyecto ha cumplido su principal objetivo, que consistía en lograr una experiencia de trabajo en equipo que motivara al alumno a enfrentarse con un problema de ingeniería real.

El UCOKopter fabricado ha sido utilizado por los propios alumnos de las asignaturas involucradas como por varios alumnos que están realizando su proyecto fin de carrera, que consiste en proponer diversos modos de control, eligiendo finalmente, de una manera justificada, la estrategia más adecuada. Además, este cuadricóptero puede ser utilizado en otros proyectos fin de carrera o en investigación, ya que proporciona muchas posibilidades.

7. Observaciones y comentarios (comentar aspectos no incluidos en los demás apartados)

8. Autoevaluación de la experiencia (señalar la metodología utilizada y los resultados de la evaluación de la experiencia)

Los resultados obtenidos han sido superiores a los previstos:

- Desde el punto de vista formativo, los alumnos ha participado en una actividad próxima a la que se tendrá que desenvolver en su futuro profesional, seleccionando componentes en catálogos, adquiriéndolos al mejor precio, instalándolos, acertando y equivocándose en la elección,...
- Desde el punto de vista la las competencias actitudinales, el alumno ha realizado en grupo una actividad en la que las sumas de las partes ha formado un todo tangible: el UCOKopter. A su vez, se ha trabajado en una actividad donde el profesor no sólo ha transmitido sus conocimientos sino que ha sido un elemento más en el equipo de trabajo, coordinando, aconsejando y, en algunos momentos de dificultar, también trabajando. Se ha favorecido la relación profesor-alumno fomentando el paradigma de enseñar a aprender.

9. Memoria económica

El importe total concedido para la actividad fue de **1.600 €**. Las siguientes facturas fueron enviadas a la Unidad de Calidad.

SUMINISTRADOR	NÚMERO	IMPORTE
Los Guillemos	1077/09	312,85 €
Himodel	FA09/02283	274,72 €
Juguetronica	2010-82	38,36 €
E_pulse	A233-10	110,66 €
Himodel	FA10/00768	340,00 €
FEDEX	9-466-07987	25,66 €
Endurance R/C		54,95 €
E_pulse	A1267-10	242,49 €
Juguetronica		149,27 €
TOTAL		1548.96€

10. Bibliografía

- Apuntes de clase de la asignatura: Ingeniería de Control I e Ingeniería de Control II.
- <http://www.Mikrokopter.de/ucwiki/>
- <http://www.vimeo.com/>
- <http://www.aeromodelismovirtual.com/>
- http://www.atmel.com/dyn/Products/tools_card.asp?tool_id=2725
- <http://www.e-radiocontrol.com.ar/>
- <http://www.himodel.es/>

Córdoba, a 30 de septiembre de 2010

Francisco Javier Vázquez Serrano