

CAPÍTULO 1

Introducción

1.1. Antecedentes: El proyecto CROMAT.-

Este proyecto fin de carrera se desarrolla en el ámbito de un proyecto de mayor envergadura que se realiza conjuntamente por las Universidades de Sevilla, Málaga y Vigo. El nombre de este macroproyecto es CROMAT, acrónimo de *Coordinación de robots móviles aéreos y terrestres*, y recibe financiación de la Dirección General de Investigación.

El objetivo principal del Proyecto CROMAT es el desarrollo de nuevos métodos y técnicas que permitan la actuación coordinada de robots móviles aéreos y terrestres. Se pretende con ello desarrollar tecnologías de relevancia para aplicaciones tales como inspección de instalaciones, infraestructuras (puentes, presas) y grandes edificaciones, la detección y monitorización de catástrofes (incendios, inundaciones, erupciones de volcanes, terremotos) exploración, vigilancia, seguridad ciudadana, detección y desactivación de minas antipersonas y otras.

El Proyecto pretende también incidir en el desarrollo de la robótica aérea, campo que se cree que experimentará un importante desarrollo en los

próximos diez años con gran cantidad de posibles aplicaciones, favorecido por los recientes progresos tecnológicos en microsistemas. CROMAT es un proyecto coordinado que se estructura en tres subproyectos que comparten un paquete de trabajo dedicado a diseñar y desarrollar una arquitectura de control para la coordinación de robot móviles aéreos y terrestres.

El primer subproyecto, dirigido por el grupo de la Universidad de Sevilla, está dedicado a diseñar y construir una plataforma de robótica aérea basada en un helicóptero de radiocontrol, así como a la integración de su sistema de control con el de un robot terrestre. Los objetivos más inmediatos que se persiguen son el funcionamiento autónomo, es decir, vuelo estacionario y vuelo basado en puntos guía. Además el helicóptero se verá dotado de capacidad de percepción, incluyendo procesamiento a bordo. Una vez se logren estos objetivos se tratará de cumplir otros objetivos más elaborados. Las aplicaciones más inmediatas de este subproyecto son monitorización de fuegos en incendios forestales y vigilancia. El presente proyecto fin de carrera se encuadra directamente en este subproyecto de CROMAT.

El segundo subproyecto, dirigido por el grupo de la Universidad de Málaga, se ocupa de la teleoperación y cooperación de múltiples robots.

Y el tercero, del cual es responsable el grupo de la Universidad de Vigo, está dedicado al desarrollo de técnicas de control del helicóptero autónomo.

A continuación se desarrollará en mayor profundidad el Subproyecto de la Universidad de Sevilla que es el que resulta más relevante para la aplicación desarrollada.

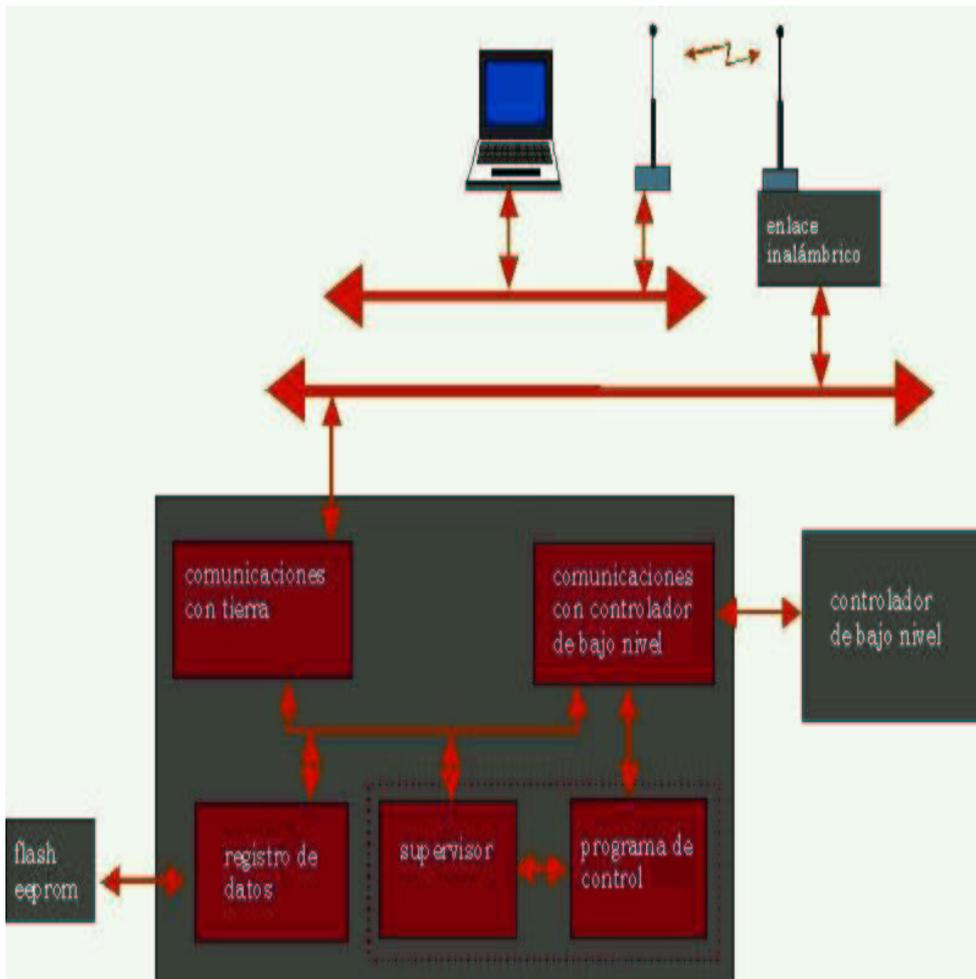
Como ya se ha visto, este proyecto consiste en el diseño y la construcción de una plataforma robótica aérea basada en un helicóptero de radiocontrol, así como la integración de su sistema de control con el de un robot móvil terrestre.

Se ha optado por un diseño modular tanto en el software como en el

identificación del modelo del helicóptero.

Su misión principal es ofrecer una plataforma amigable para que los investigadores puedan probar fácilmente los controladores que desarrollen para el helicóptero. Además debe comunicarse con un ordenador en tierra, que en adelante se llamará Procesador de Supervisión de Tierra (PST), a través de una red de área local inalámbrica(WLAN), para enviarle datos de supervisión, y con otro procesador, que también se encuentra a bordo del helicóptero, y que se encarga de realizar visión.

Todo esto se ilustra en la siguiente figura:

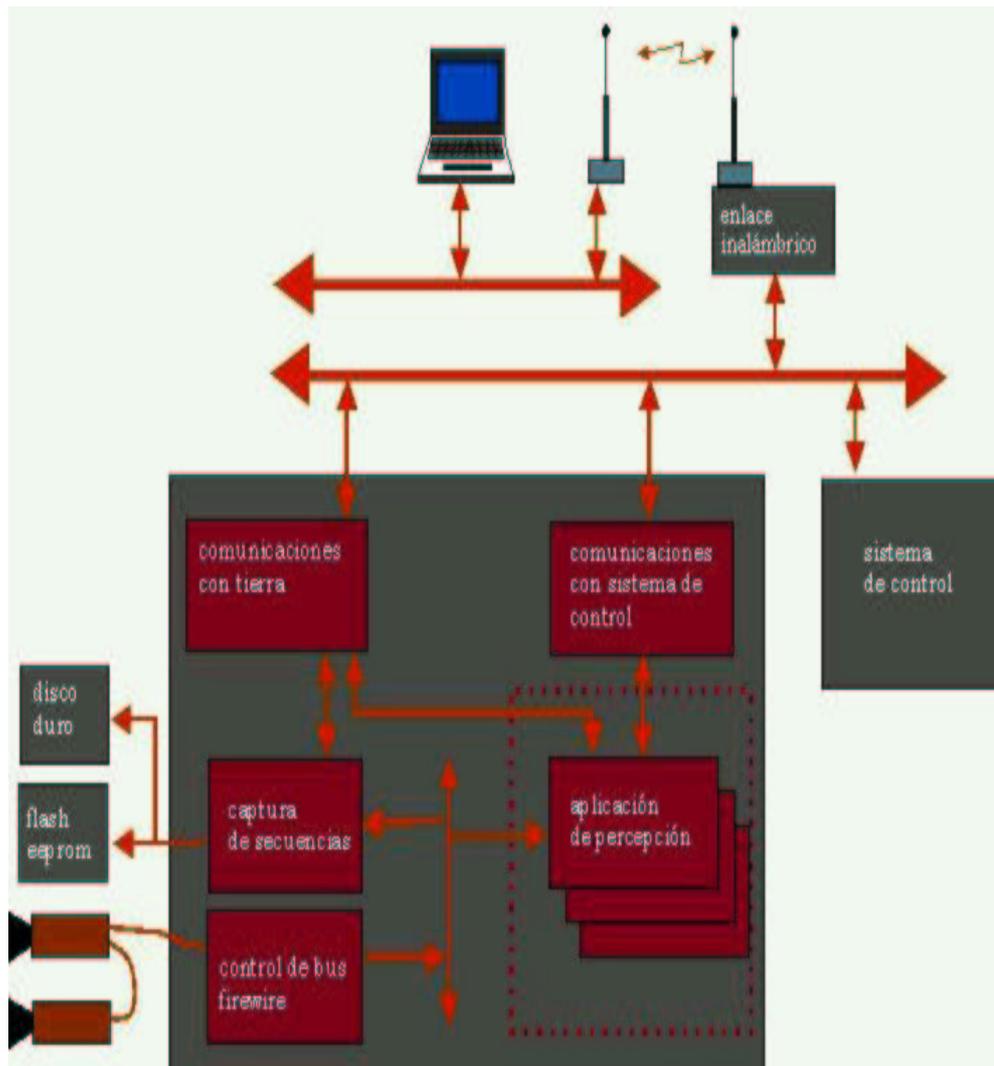


- Procesador de percepción y supervisión embarcado (en adelante PPSE).- Si el PC de control se encargaba del control, el PPSE se encarga de la percepción y supervisión. Se trata de un PC en formato compacto EBX con 14 W de consumo. Recibe imágenes de unas cámaras FireWire y las procesa aplicando determinados algoritmos. Se trata de un ordenador más potente debido a las necesidades de procesamiento que tiene el tratamiento de imágenes. Existen comunicaciones ethernet con tierra y con el PC de control. Las imágenes o los resultados que se obtengan del procesamiento de éstas se pueden almacenar en el disco duro del PPSE o se pueden enviar hacia el PC de tierra (PST) para registro de datos y supervisión, o hacia el PC de control para seguimiento de trayectorias por ejemplo.

El helicóptero ha sido dotado de los siguientes periféricos o sensores para posibilitar la tarea de percepción:

- Cámara infrarroja.
- Cámara visual a color.
- Cámaras de alta resolución para construcción de mapas.
- Medidor de distancia láser.

A continuación se muestra un esquema de las funcionalidades del PPSE:



- Controlador de bajo nivel (en adelante CBN).-

Su función es el control de bajo nivel del helicóptero. Se trata de un sistema crítico que debe garantizar la estabilidad del helicóptero. Recibe órdenes de alto nivel del CAN y seguidamente las interpreta y las ejecuta. Debe ser capaz de realizar maniobras sencillas como:

- Hovering
- Aterrizaje
- Vuelo rectilíneo hacia un punto especificado

El CBN tiene conectados a su vez gran cantidad de periféricos:

➤ *IMU (Inertial Measurement Unit) .-*

El CBN está conectado a una IMU a través de un puerto serie RS232. La IMU nos proporciona información acerca de la orientación (pitch, roll y yaw), dirección con respecto al norte, aceleraciones lineales y velocidades angulares en los tres ejes del espacio. Para proporcionarnos toda esta información está dotada de acelerómetros, giróscopos y magnetómetros.

➤ *GPS (Global Positioning System).-*

El CBN también se comunica con un GPS que se encuentra a bordo del helicóptero. La comunicación se realiza a través de un puerto serie. El GPS nos proporciona el valor de las coordenadas en las que se encuentra el helicóptero con una precisión que es mayor en el plano horizontal que en el vertical. Además del valor de las coordenadas, el GPS nos proporciona el dato del número de satélites que se ha utilizado para efectuar la medida y otros datos para evaluar la calidad de esta medida.

➤ *Altímetro barométrico.-*

Nos proporciona una medida de la altura alternativa a la proporcionada por el GPS. Es más fiable que el GPS (si desaparecen los satélites en el horizonte el GPS no proporciona una medida) pero menos preciso por lo general.

➤ *Sonar.-*

El CBN recibe datos de un sonar que le permiten detectar obstáculos y determinar de forma precisa la altura con respecto al suelo.

➤ Servomecanismos.-

El CBN tiene salidas PWM que le permiten actuar sobre los servomecanismos que gobiernan la aeronave.

➤ Conmutador automático-manual.-

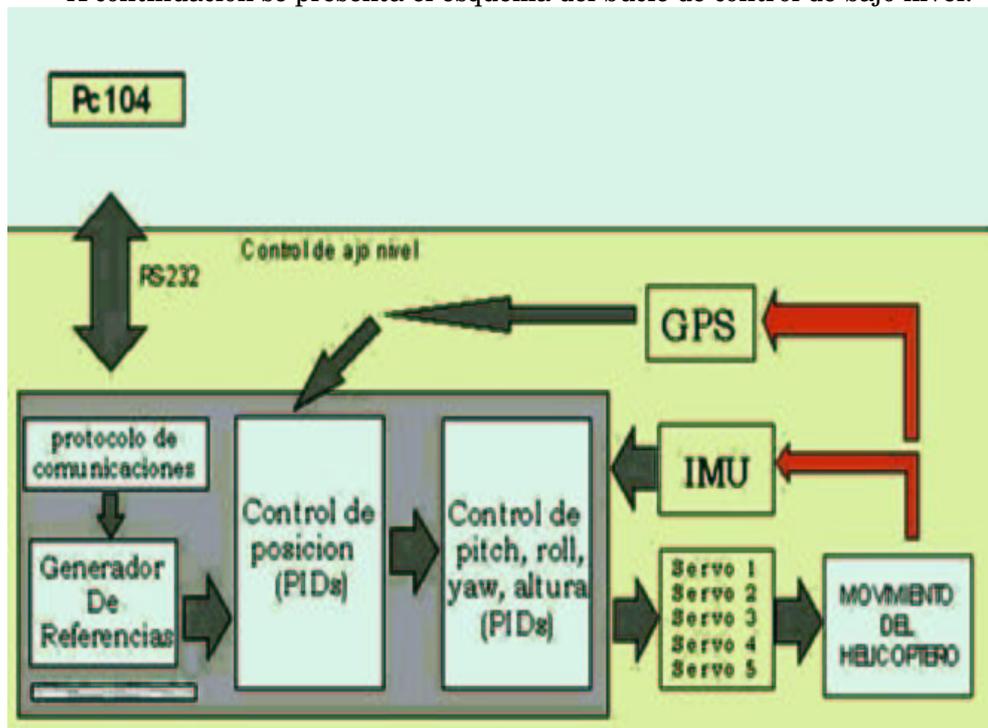
Conmuta entre el modo de funcionamiento autónomo y el teleoperado e indica el estado de este modo de funcionamiento al CBN.

➤ Pan & Tilt.-

Dispositivo mecánico que permite orientar mediante el movimiento de dos ejes las cámaras de a bordo.

El CBN debe ser capaz de anular todas sus funciones de control para actuar únicamente como una interfaz entre el CAN y los sensores y actuadores de la aeronave.

A continuación se presenta el esquema del bucle de control de bajo nivel:



Además de los módulos que se encuentran embarcados en el helicóptero se tiene un ordenador de tierra (PST) que se encargará de la supervisión y podrá asumir la generación de consignas para el bucle de control de alto nivel. Este ordenador se denominará *Procesador de supervisión de tierra (PST)* o simplemente PC de tierra.

1.2 Objetivo del presente proyecto fin de carrera.-

Este proyecto fin de carrera tiene como finalidad el desarrollo de un software para el control de alto nivel del helicóptero autónomo, que sirva de marco para implementar estrategias de control de forma sencilla. Dicho software debe incluir capacidad de comunicación con otros nodos del sistema (PST y PPSE). Se diseñará un programa que se ejecutará en un ordenador empotrado en formato PC104 . Este programa se conocerá como "servidor" y estará activo siempre que el helicóptero esté funcionando.

Este servidor puede aceptar conexiones de red procedentes de programas "clientes" que se ejecutan en el ordenador de la estación base de tierra y en el ordenador empotrado de percepción. La conexión con estos clientes sirve a objetivos de supervisión, transmisión de consignas e intercambio de información y no debería ser imprescindible, es decir, se debería poder probar cualquier algoritmo de control de alto nivel simplemente con el PC de control y el CBN. Las comunicaciones entre el ordenador de control y el CBN se efectúan a través del puerto serie y han requerido el diseño de un protocolo de comunicaciones que se verá en apartados posteriores.