

# Capítulo 1

## Introducción al Proyecto

### 1.1 Objetivos

El objetivo del presente proyecto es la realización de la capa RIL del HERO (HELicóptero ROBot), vehículo autónomo que se encuentra englobado dentro del proyecto CROMAT desarrollado por el Departamento de Automática de la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla. Con el propósito de comprobar y simular el funcionamiento de todo el software se han creado además unos sistemas que tratan de reproducir el comportamiento del conjunto helicóptero-DSP existente en la realidad.

El proyecto CROMAT (Coordinación de RObots Móviles Aéreos y Terrestres), fruto de la colaboración entre las universidades de Vigo, Málaga y Sevilla, desarrolla una serie de robots heterogéneos capacitados de movimiento y visión con la idea de que trabajen en equipo. Y esto significa que no sólo deberán interactuar entre sí para repartirse los objetivos de una determinada misión, sino que tendrán además la capacidad de colaborar para realizar tareas más complejas, tareas que quizá ninguno de los robots sería capaz de abordar solo. El campo de aplicación de tan ambicioso proyecto es tan amplio como podemos imaginar: exploración automatizada de bastas áreas, vigilancia de recintos, detección y monitorización de catástrofes... En concreto, ya han sido realizados con éxito experimentos que comprenden la detección, monitorización y extinción de incendios.

### 1.2 Recursos en Laboratorio

La heterogeneidad de los distintos robots va desde su tamaño hasta el medio en el que se mueven y desarrollan su actividad. En el caso del presente proyecto, trataremos con vehículos aéreos que genéricamente vienen designados con las siglas UAV (de *Unmanned Aerial Vehicle*). Más concretamente, disponemos de una serie de helicópteros de radiocontrol a los que se le añadirán el hardware y el software

necesarios para hacerlos autónomos, con lo que no necesitarían ser pilotados desde tierra. Se presentan varios modelos de helicópteros de distintas características:

### **Raptor**

Longitud	1150	mm
Ancho fuselaje	140	mm
Altura	400	mm
Diámetro rotor principal	1254	mm
Diámetro rotor cola	236	mm
Relación de transmisión	1:9.56:4.57	
Peso en orden de vuelo	3	Kg



Figura 1.2-1: Foto del helicóptero Raptor

Su pequeño motor glow alimentado con metanol y sus giróscopos de relativamente baja calidad le confieren un vuelo no todo lo estable que se podría desear. En la actualidad sólo se usa en el entrenamiento de pilotos reales, que siempre serán necesarios en las pruebas cuando por algún fallo del modo automático se deba pasar al modo manual. Su uso en los experimentos quedó descartado debido a su baja capacidad de carga. No debemos olvidar que el hardware añadido supone casi 7 Kg de peso extra. Conviene mencionar que este peso extra complica el vuelo en todo caso, no sólo porque los helicópteros de radiocontrol en general no estén pensados para llevar carga, sino porque además al cambiar el centro de gravedad del conjunto (con el nuevo reparto de pesos) cambiamos también el comportamiento de éste en vuelo.

## Hirobo Eagle

Longitud	1430	mm
Ancho fuselaje	245	mm
Altura	460	mm
Diámetro rotor principal	1560	mm
Diámetro rotor cola	265	mm
Relación de transmisión	9.5:1:5.1	
Peso en orden de vuelo	4.8	Kg

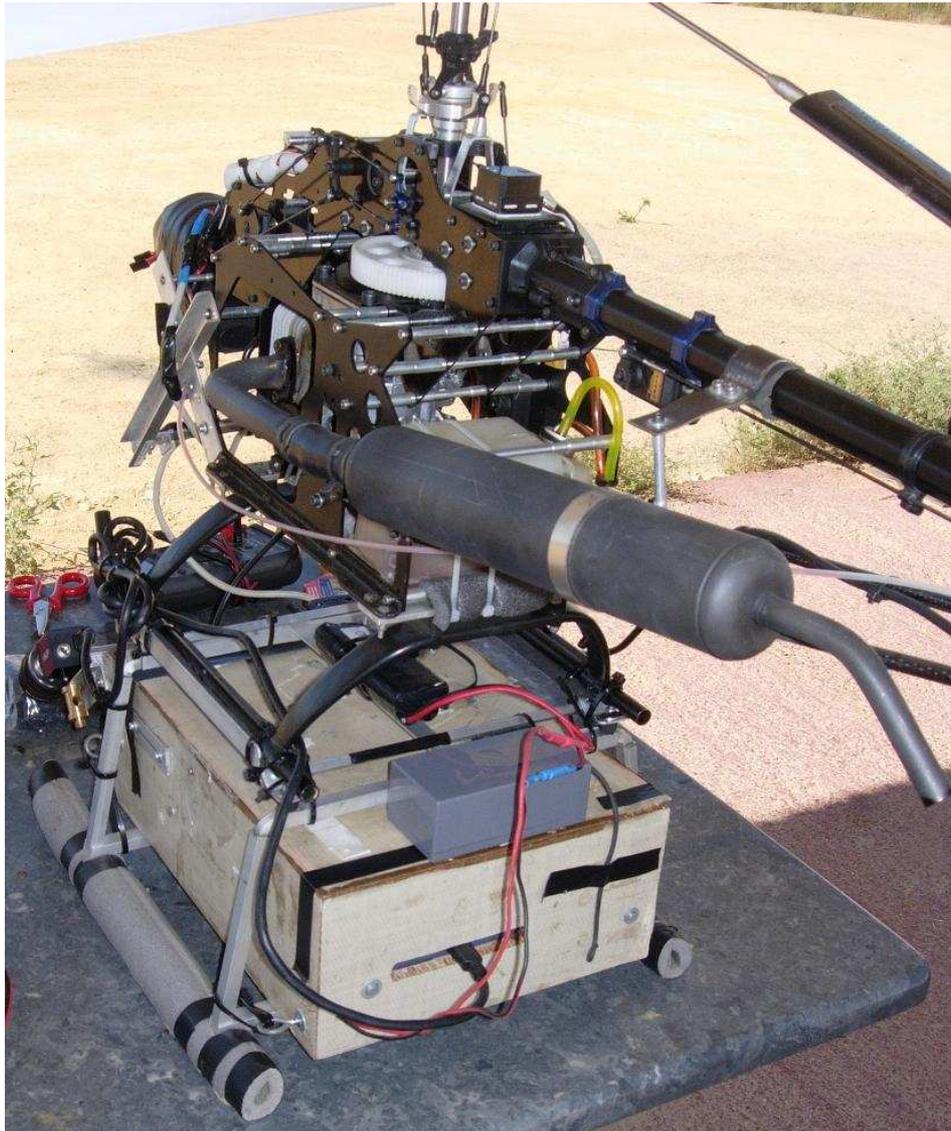


Figura 1.2-2: Foto del helicóptero Hirobo Eagle como HERO

Este helicóptero monta ya un motor de gasolina de 2 tiempos, más común, al menos en el mundo de los vehículos a escala real. Además de contar con mayor tamaño y capacidad de carga, su vuelo es más estable, con lo que será éste el elegido para instalar la electrónica desarrollada y llevar a cabo los experimentos. Pero todo no pueden ser ventajas y no se descarta que este modelo pueda añadir un inconveniente inexistente en el Raptor: el nuevo motor cuenta ahora con un circuito de encendido que

podría causar interferencias en alguna parte de la electrónica de control o de visión. Tenemos que pensar que la tensión necesaria para provocar la chispa en la bujía no es para nada despreciable y que el proceso se repite a altas frecuencias y durante todo el funcionamiento del motor. Por ello será especialmente necesario un buen apantallamiento, ya que aunque no se ha podido demostrar nada, en alguna prueba realizada se ha señalado este nuevo ruido eléctrico como posible causa de fallo inesperado.

Ahora, una vez incorporada toda la apareamiento y la electrónica, es cuando de tener un simple helicóptero de radiocontrol pasamos a tener un robot, al que bautizaremos con el nombre genérico de HERO.

En los laboratorios contamos también con diversos robots terrestres, como es el caso de los Romeo; el modelo 4R, por ejemplo, es un coche eléctrico de los utilizados durante la EXPO'92 (similar a los carritos de golf) modificado convenientemente para ser autónomo. Ahora vemos más claramente la heterogeneidad de la que hablábamos, las diferencias entre vehículos son más que obvias. El caso del HERO es especialmente crítico como veremos. Para hacernos una idea, basta pensar en un fallo de pérdida de control: mientras que con un vehículo terrestre nos arriesgamos a algún arañazo en la carrocería, nuestro helicóptero tiende a convertirse en un ladrillo (eso sí, algo más complejo mecánicamente hablando y mucho más caro) sobrevolándonos a unos cuantos metros de altura.

El Romeo 4R puede, entre otras cosas, remolcar una pequeña plataforma que hace las veces de helipuerto para el HERO. Esto es un claro ejemplo de colaboración entre distintos robots: así, el Romeo podría llevar al HERO hasta un lugar adecuado para su despegue, o transportarlo por tierra una vez que hubiera aterrizado.

### 1.3 Arquitectura General

A pesar de la heterogeneidad entre robots, para el proyecto CROMAT se plantea una arquitectura general bien definida (explicada en gran detalle en el artículo "*Arquitectura para múltiples robots heterogéneos*" de Antidio Viguria e Iván Maza, que recomendamos leer) que hace que conforme ascendemos en los niveles de control los robots sean cada vez más parecidos, hasta el punto de que en la cima de la jerarquía no se distingue un coche de un helicóptero. La idea de que "todos los robots son iguales" simplifica al máximo la toma de decisiones en el alto nivel: una misión puede ser asignada a un equipo de robots sin más especificaciones, y serán ellos los que se distribuyan el trabajo según sus propiedades, capacidades de trabajo y según su estado, es decir, según sus propiedades intrínsecas y extrínsecas. En la Figura 1.3-1 podemos ver el esquema de la arquitectura general para múltiples robots heterogéneos.

Dentro de esa arquitectura general, como es lógico, capas inferiores sí comenzarán a ser diferentes para diferentes robots. Y al final llegamos al objetivo principal del presente proyecto, donde se desarrollará la capa RIL, la más cercana al hardware de toda la arquitectura, para el caso concreto del HERO. Más abajo únicamente se encuentra el DSP, procesador que implementa el control de bajo nivel.

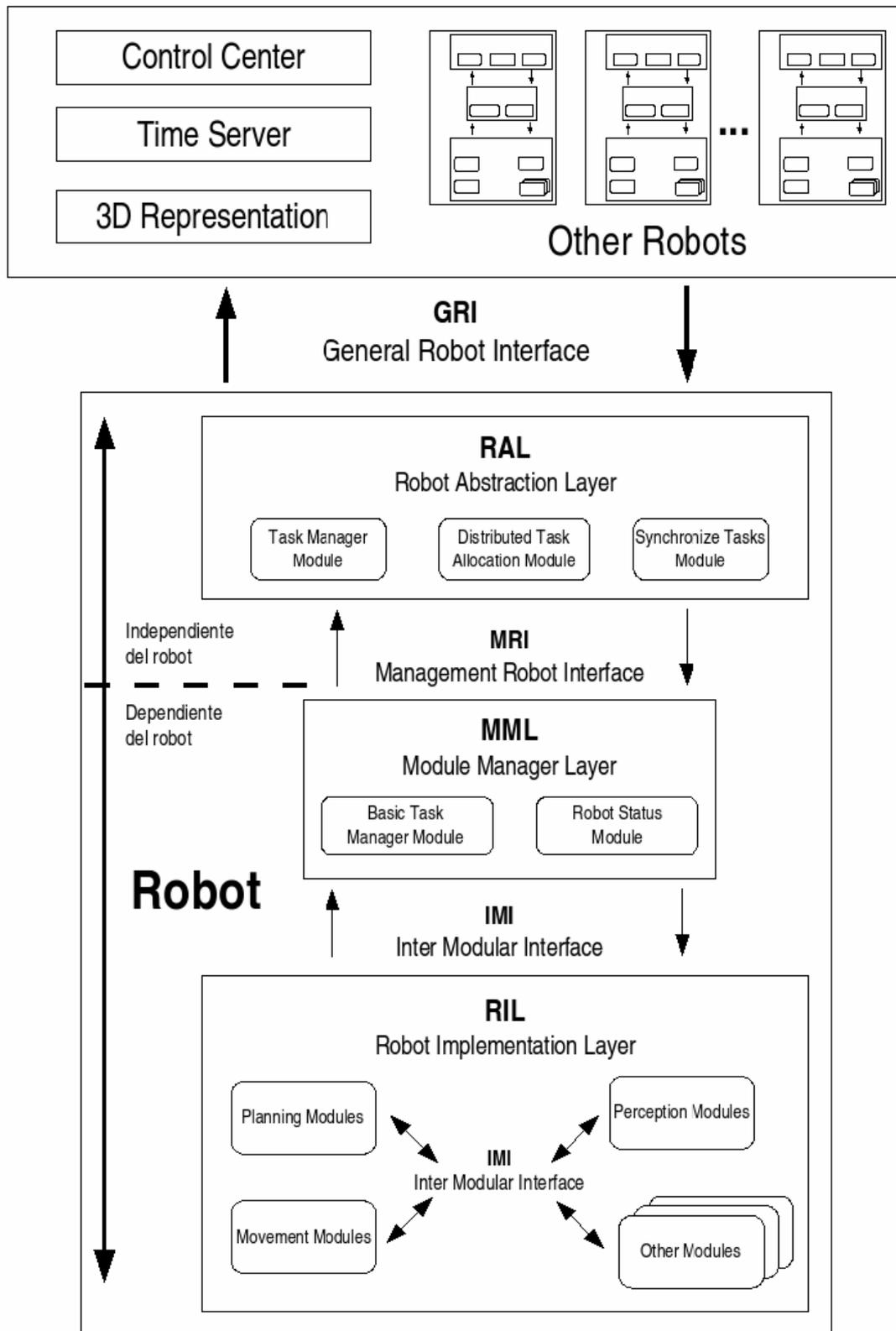


Figura 1.3-1: Esquema de la arquitectura de un Robot según el mencionado artículo

Las siglas RIL (*Robot Implementation Layer*) tratan de explicar la función de esta capa, que será en síntesis la de comunicar el DSP con las capas superiores, empaquetando comandos y *waypoints*, desempaquetando y traduciendo estados, cerciorándose de que no existen errores de transmisión. En nuestro caso es la única capa que tiene acceso al puerto serie (por el que se comunica con el DSP) y, por estar en lo más bajo de la jerarquía, será la capa más diferenciada entre las homónimas de distintos robots, lo cual no quiere decir que las operaciones realizadas dejen de ser básicamente las mismas. Lo que ocurre es que para realizar las mismas operaciones tiene que tener en cuenta que los robots son intrínsecamente distintos. Por poner un claro ejemplo, un coche no puede despegar.

Por último hablábamos de un objetivo más en nuestro proyecto: para comprobar el correcto funcionamiento de toda la arquitectura se desarrolló también un software que permitiera la simulación en PC tanto del helicóptero como del DSP. Esto posibilitará hacer pruebas iniciales y simulaciones sin poner en peligro el costoso material real.