

# KIRCHOBOT

## (LOS KIRCHOTES)

Ignacio Parra Alonso    Jose Luis López López    Laura Cabezas Manso    Mario Sánchez Cordón

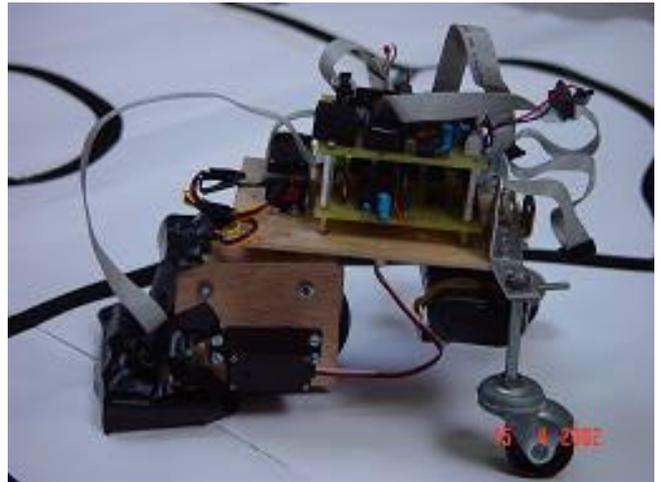
### Resumen

Martinelli es el microrobot construido por el grupo de personas denominado "Urodeo" con el objetivo de participar en el concurso 'ALCABOT 2002', en la prueba de Rastreadores. En esta prueba el robot ha de ser capaz de seguir una línea a través de distintos tramos, con diferentes variantes a lo largo de un trazado. A diferencia del año pasado, lo que prima es la exactitud y precisión con la que el microrobot sea capaz de realizar el circuito, y en segundo lugar el tiempo empleado en ello. Los jueces asignan una penalización por cada error cometido durante el recorrido y, al final, se realiza el recuento de puntos. El que menos puntos tenga, saldrá ganador. En el caso de igualdad de puntos, ganará el que haya cometido menos errores. Una vez explicado el protocolo de funcionamiento de la prueba, explicaremos algo más sobre el grupo de trabajo y el robot.

El grupo Urodeo está compuesto por cuatro personas, todas ellas estudiantes de Ingeniería Superior de Telecomunicación en la Escuela Politécnica de Alcalá de Henares. Dos de ellos cursando estudios de 4º curso y los otros de 5º.

### 1. Introducción

Urodeo tiene como objetivo participar en la prueba de rastreadores, y como tal ha sido diseñado. Utiliza un sistema de tracción similar, en esencia, al funcionamiento de un triciclo. Tiene tres ruedas que forman prácticamente un triángulo equilátero observando la base del robot. La rueda delantera es la que hace de rueda motriz, mientras que las dos traseras van libres pero siempre alineadas para que no giren a modo de ruedas locas. Dado que el punto de apoyo de la rueda motriz (delantera) está alineado con el punto donde el servo se une con la cabeza, el rozamiento que el movimiento de esta produce es mínimo. Observar las imágenes.



El objetivo de toda esta estructura es que sea la parte delantera del robot quien dirija el movimiento de todo el sistema, y así la posibilidad de que la tracción no se transmita adecuadamente de atrás a delante se reduce. Si además consideramos que la separación entre las ruedas traseras y la delantera es lo suficientemente pequeña como para que los giros sean tan pronunciados como queramos, y la separación entre las ruedas traseras apropiada para que no tenga problemas de que el robot se ladee en curvas en velocidad, habremos con una estructura elevadamente estable y muy recomendada para cumplir con creces nuestros objetivos. Estas fueron las motivaciones que nos condujeron a un diseño final como el presentado.

### 2. Plataforma mecánica usada

Básicamente Martinelli está construido sobre una base de dos placas de contrachapado. La primera y superior es donde va a ir situado el 'cerebro' del robot (el microcontrolador) que es quien dirige los diseños de Martinelli procesando los que ven los sensores, el servo que es quien produce los giros. Además en esta placa van a ir sujetas las ruedas traseras, sostenidas por unos apéndices que aumentan la distancia 'interruedas' (ganando estabilidad). También va a llevar una serie de soportes en la parte trasera de la placa junto con unas gomas elásticas para sujetar una de las pilas que lleva Martinelli .

La segunda de las placas es la que va a ir situada debajo de la primera descrita anteriormente. En ella van a ir integrados el motor de tracción (no el de dirección). Este motor no es un motor de continua como comúnmente se usa para estos fines, sino un servomotor debidamente modificado. Esto lo hemos utilizado porque reporta notables beneficios frente a los motores de continua convencionales: ya incorpora reducción, presenta un par enorme y su reducido tamaño con una elevada facilidad para su instalación. Como ya comentamos anteriormente, se ha distribuido de tal forma que el punto de apoyo de la rueda motriz prácticamente coincide con el punto de giro del servo sobre la segunda placa, lo cual minimiza el par que éste debe hacer para provocar el giro de una placa sobre otra.

Adosada a esta segunda placa va una pala, donde van a ir montados ocho sensores, debidamente distribuidos para abarcar el mayor área posible. Rodeando a esta pala hemos colocado unos 'faldones' de cinta aislante negra para proteger a los sensores de los efectos contaminantes de la luz ambiente que tanto se agudizan el día del concurso.

El tamaño del robot entra dentro de las dimensiones permitidas en el reglamento. Dado que hemos separado las ruedas traseras, la anchura de Martinelli ha aumentado respecto a la idea inicial, pero aún así está dentro de los límites: 19 cm de ancho. En cuanto al largo, considerando distancia desde la pala de sensores al límite trasero del robot, tenemos que Martinelli mide 23cm.

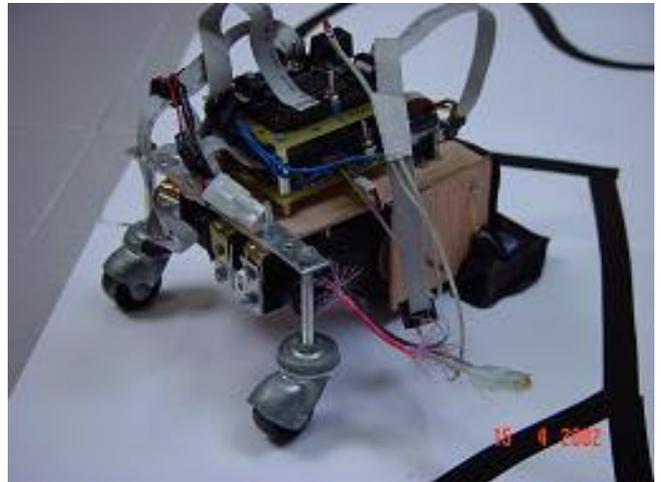
Este diseño está inicialmente ideado bajo la esencia de tracción delantera con estructura en forma de triciclo que tan buen resultados le dio al robot 'Kirchobot' en la edición anterior de ALCABOT, aunque evolucionado y optimizado notablemente para no extinguirse.

### 3. Arquitectura hardware

El sistema de control empleado se divide en las partes: sistema de visión y sistema de proceso. El sistema de visión está compuesto por ocho CNY-70, que llevan integrados un diodo emisor y detector de infrarrojos, situados aproximadamente a 0,5 cm del suelo, con la polarización adecuada. También se utilizan comparadores actuando como trigger para digitalizar la señal procedente de los CNY-70.

El sistema de procesamiento de la información está basado en un microcontrolador, el HC11 de Motorola, en su versión E-2 que incorpora 2K de memoria. Para el uso del HC11 se ha desarrollado una tarjeta de comunicación con el PC en placa de circuito impreso, en base al ORCAD (programa para desarrollar circuitos impresos). En esta placa se han sacado conectores correspondientes a cada uno de los puertos del microcontrolador, así como también el puerto de control. La razón de haber usado este micro es que permite un amplio abanico de posibilidades para el desarrollo de múltiples tareas, es un micro de propósito general. El resto de los componentes (relacionados con las funciones de ajuste del nivel para los sensores y su polarización, y proporcionar potencia al motor de tracción mediante un transistor que siempre conduce), van a estar

montados sobre una segunda placa de circuito impreso, de igual tamaño que la del micro, para poder atornillarla en estructura en forma de torre. Hay que resaltar también que hemos instalado un switch en la parte inferior del robot para poder apagar el motor sin necesidad de desconectar la pila, ya que el transistor que activa el motor va a estar siempre conduciendo aunque se apague la placa que controla el micro.



### 4. Software y estrategias de control

El software empleado para el control del microrobot es una máquina de estados. Son los sensores quienes tienen la facultad de hacer pasar al sistema de un estado a otro. Se establecen diversos estados: modo normal de seguimiento de línea, modo de marca encontrada y modo de bifurcación. En cada uno de ellos el sistema va a reaccionar de modo distinto ante el conjunto de señales que le envían los sensores. Para modo normal, va a establecer distintos grados de giro en el servo en función de la posición de la línea en el banco de sensores (más escorada = más giro). En cuanto detecta marca, pasa al siguiente estado: el estado marca. En él, sigue la línea hasta que sale de la marca, cuando pasa al tercer estado, el estado de bifurcación. En éste sólo habilita el lado de los sensores en el cual se ha producido la marca de camino correcto, de modo que sólo es capaz de dirigirse hacia el lado de la bifurcación donde se produjo la marca. Una vez que acaba la bifurcación, pasa de nuevo a estado de seguimiento normal y comienza la máquina de estados otra vez.

El sistema de control está basado en un PWM generado por el propio micro, el cual va a ser el encargado de mandar la orden de la posición del servo de dirección. El micro no tiene nada que ver en cuanto a la velocidad a la que se va a establecer el servo de tracción.

### 5. Características físicas y eléctricas más relevantes

Las prestaciones del robot son bastante elevadas. Por una parte, la estructura y distribución de las ruedas permite un radio de giro máximo bastante reducido que, debido al peso de la baterías y de ambas palas de contrachapado, reduce casi por completo la posibilidad de que las ruedas traseras puedan arrastrarse (y no girar solidariamente con el movimiento del robot, produciendo los giros). En realidad las ruedas traseras son ruedas locas (con total libertad de giro) pero que nosotros las hemos bloqueado para que sólo puedan desplazarse en línea recta hacia adelante o atrás sin rozamiento. Por otra parte, el conjunto de ocho sensores utilizado ofrece la posibilidad de un control más exacto del movimiento del robot sobre la línea, bifurcaciones y marcas. Creemos que utilizar menos sensores daría lugar a un control menos preciso y por lo tanto con mayor probabilidad de fallo (por el cabeceo que sufre el robot al girar), y usar más conllevaría procesado innecesariamente complejo.

La velocidad que lleve el robot va fija ya que el transistor que activa el motor está siempre conduciendo. Esto es así porque el servo que utilizamos como motor de tracción no va excesivamente rápido, pero va muy seguro, con un gran par por la elevada reducción que llevan este tipo de motores. En rastreadores la velocidad rondará los 3 cm/s ó 4 cm/s. Hay que tener en cuenta que la velocidad tampoco puede ser muy elevada dado que el objetivo es que el robot siga una línea y no se pierda, y cuanto más deprisa vaya más fácil será que se salga. Asimismo no vale de nada que no se salga si tarda demasiado tiempo en recorrer el circuito. Hay que llegar a una solución de compromiso, y nosotros lo hemos hecho: hemos conseguido que la velocidad de Martinelli sea lo suficientemente elevada sin que pierda resolución ni precisión a lo largo del circuito

El robot va a estar alimentado una pila de 9V para todo el robot. El resultado es menos crítico que el año pasado ya que hemos optimizado el consumo de la placa de sensores con una polarización óptima, además de que el servo que utilizamos como tracción este año consume menos que el motor de continuo del año pasado. De todos modos es este servo modificado el que se va a llevar el máximo consumo de todo el sistema. Es importante que la pila esté bien recargada y al máximo de sus posibilidades antes del comienzo del día de competición, y si es posible recargarla entre prueba y prueba.

## 6. Conclusiones

El robot, en cuanto a prestaciones, ha resultado muy productivo. Hemos conseguido un sistema que pueda participar con ciertas garantías en una prueba de elevada dificultad como es rastreadores.

El desarrollo y construcción de nuestro propio microrobot, MARTINELLI, nos ha servido para darnos cuenta de que todo aquello que aprendemos en clase y fuera de ella tiene inverosímiles aplicaciones dentro de un campo tan extenso como es la microrobótica. En conclusión, esperamos que todo esto por lo que hemos trabajado tenga un destino y una culminación, que será verlo en ALCABOT2002 tal como los cuatro hemos buscado durante los últimos meses. Dado

que la máxima satisfacción que puede tener un diseñador no está en las palabras, sino en los hechos, en ver su obra funcionando tal y como la ha pensado, esperamos que a la gente por lo menos le guste una milésima parte de lo que nos gusta a nosotros. En pocas palabras:

*“Toma un poco de ilusión, multiplícala por infinito, llévala a la eternidad, y no tendrás una mera idea de lo que significa esto para nosotros.”*

*Joe Black*

## 7. Agradecimientos

Consideramos oportuno dedicar un apartado de agradecimientos a todos aquellos que, de una manera u otra, han contribuido al proceso de desarrollo y construcción de MARTINELLI. Agradecimientos a Julio Pastor, profesor del Dpto. Electrónica de UAH, por su interés y por su apoyo a todo este proyecto, a Jose Luis Martinez-Avial por su ‘desinteresada’ e infortunada ayuda y cooperación, a nuestras madres, padres y hermanos que nos soportan en días de ‘frustración’, y por supuesto, a aquellos que han hecho posible que Martinelli haya cobrado vida. Va por vosotros, Hugo y KirchoBot, donde quiera que estéis.