

ROBOT VACIO: PROYECTO SAC

(SISTEMA AUTOMATIZADO DE CONDUCCIÓN)

Gómez Arenas, Jorge; Iglesias Fernández, José Luis

syvic@sindormir.net - joejif@gmail.com – Centro de Formación Padre Piquer

Resumen

Nuestro proyecto ha sido diseñado y desarrollado durante el módulo Desarrollo de Proyectos de Productos Electrónicos, impartido durante el 2º curso del Ciclo Formativo de Grado Superior de Desarrollo de Productos Electrónico, en el Centro de Formación Padre Piquer.

Nuestro objetivo como grupo es la de presentarlo a dos pruebas distintas en la competición MadridBot. En la Prueba Libre, nuestros dos robots clónicos circularán en un circuito cerrado e interactuarán entre ellos, dependiendo de la velocidad a la que se muevan y su posición dentro del circuito. En la prueba de Rastreadores, uno de nuestros robots tratará de distinguir y seguir lo más rápida y fiablemente la línea negra mediante sensores de infrarrojos CNY70.

1. Introducción

El objetivo de este proyecto es la de diseñar y crear un sistema automatizado de conducción (SAC) para vehículos motorizados de forma que éstos cuenten con todos los elementos necesarios para autorregularse. Están previstas en sus especificaciones que los robots (VACIOS) tengan capacidades de evitar choques y permitir salidas e incorporaciones controladas de los vehículos. Para ello, éstos serán coordinados por medio de una unidad central de control, la cual recibirá información de todos los VACIOS para evaluar y mandar órdenes coherentes que permitan una circulación de hasta tres vehículos sin que se produzcan incidencias de tráfico como choques o demasiada proximidad entre vehículos.



Fig. 1.- “VACIO”

2. El equipo

El equipo está formado por Jorge Gómez Arenas y Jose Luis Iglesias Fernández. Ambos cursamos 2º de C.F.G.S. de Desarrollo de Productos Electrónicos en el Centro de Formación Padre Piquer.

Jose Luis Iglesias tenía conocimientos previos de electrónica antes de empezar el Ciclo Formativo.

Jorge Gómez ya contaba con alguna experiencia en robótica, habiendo participado 4 años atrás en un taller de creación de robots sigue-líneas. También cuenta en su currículum con un título de Técnico Superior en Desarrollo de Aplicaciones Informáticas.

3. Estructura mecánica

3.1. Chasis

Nuestros robots están ensamblados sobre un chasis plano de baquelita sobre el que se montarán el resto de elementos. La placa básica está emplazada sobre la parte central del chasis. Es la que dirige el movimiento de los servomotores situados a ambos lados del robot, basándose en las lecturas que le son enviadas por la placa de sensores, situada en la parte inferior del frontal, y las órdenes de la placa Inteligente, emplazada bajo el chasis. Vista esquemática del chasis en la Figura 2.

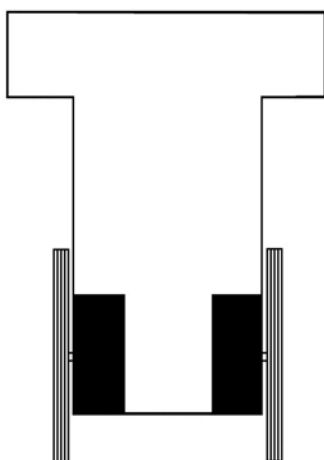


Fig. 2.- "Planta del chasis"

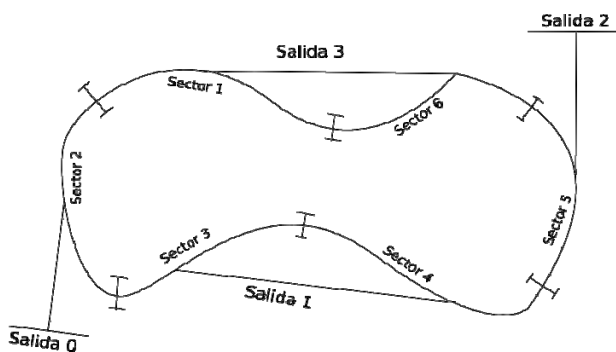
3.2. Ruedas

El robot está diseñado con estructura de tanque, usando tres ruedas, de las cuales dos son motrices y están unidas a los ejes de los servomotores. La restante es una rueda loca central situada en la parte delantera, que gira libremente permitiendo el libre giro del robot. Las motrices están formadas por seis discos compactos unidos entre sí, primero con pegamento instantáneo y luego mediante cuatro tornillos que atraviesan todos los CDs por la parte cercana al agujero. Una vez con los CDs unidos de esta forma, recubrimos todo el bloque con seis globos para agrupar los CDs, haciendo que su superficie fuera uniforme. Sobre estos globos pegamos una goma adherente especial para aislar ventanas para conseguir el agarre necesario a la superficie.

3.3. Circuito

El circuito, denominado PPGV (Plataforma pasiva de guiado de vehículos) ha sido diseñado específicamente para este proyecto e implementa, mediante señales de suelo que un sensor infrarrojo b/n puede leer, distintas señales e indicaciones para la correcta interacción de varios vehículos simultáneamente. El circuito cuenta con cuatro salidas y dos entradas. Los VACIOS son programados para ir a una determinada salida, como si fueran desviaciones de una carretera de circunvalación. Gracias a ciertas marcas en el PPGV, los vehículos son capaces de localizarse dentro del circuito y, por tanto, saber en que punto deben tomar la salida que les ha sido programada. Puede apreciarse un esquema del PPGV en la Figura 3.

Fig. 3.- Vista esquemática de la PPGV



4. Estructura hardware

4.1 Placa de sensores

Estas placas contienen 10 sensores CNY70 conectados a su salida a puertas NOT con tecnología Trigger Smith que previenen los rebotes producidos por la lectura de las señales de suelo.

De los 10 sensores, 4 están situados en la parte frontal central y son usados para el seguimiento de la línea.

Los 3 sensores izquierdos permiten al sistema localizarse dentro del circuito mediante la lectura de unas líneas en el suelo a modo de encoder. Por último, los 3 sensores derechos permiten interpretar distintas señales de 'tráfico' diseñadas para dar instrucciones especiales a los robots. Puede apreciarse la colocación de los sensores en la Figura 3.

4.2 Placa de control

Esta placa es la encargada de realizar toda la lógica de los vehículos. Está controlada mediante un microcontrolador PIC 16F88. Toda la información que recibe el VACIO a través de sus sensores, a excepción de los cuatro sensores de seguimiento de línea, que van conectados a la placa controladora de servos, son procesados por la circuitería de esta placa. También en ella va acoplado el módulo de comunicaciones Wi-Fi. Esta placa tiene, además de la función de placa controladora para PICS, la de placa programadora. Ésta es la razón de que cuente con un conector

DB-9. (Figura 4). Es en la lógica de esta placa donde se toman todas las decisiones que tomará el robot y la que interactuará con el resto de los elementos sobre la pista, como por ejemplo otros robots.

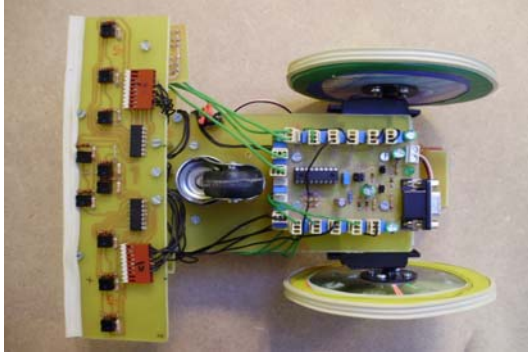


Fig. 4.- Vista inferior. Placas de control y sensores

4.3 Placa de servos

Esta placa tiene como objetivo analizar las lecturas del circuito por sus cuatro sensores centrales. Estas entradas le llegan a través de los conectores MOLEX, y son analizadas por el PIC 16F628A situado en la parte central. En función de la lectura de los sensores, y otras entradas enviadas por la Placa de control, el PIC evaluará los datos y decidirá el movimiento de los servos conectados a la placa. El usuario puede observar cuál de los motores está en movimiento mediante los leds verdes de indicación de servomotores.

Los servomotores utilizados son Futaba S3003, con el correspondiente trucaje de potenciómetro y topes de engranajes ya realizado. Las órdenes de movimiento a los servos se envían mediante pulsos usando la modulación PWM, de forma que, dependiendo de la anchura del pulso enviado, el servo variará su dirección y velocidad de movimiento.

4.4 Módulo Wi-Fi

Esta placa es la encargada de realizar toda la comunicación con la UCC. Cuenta con una placa de adaptación de voltajes para el módulo CYWM6935, alimentada a 3,3 V. Puede verse en la Figura 5.

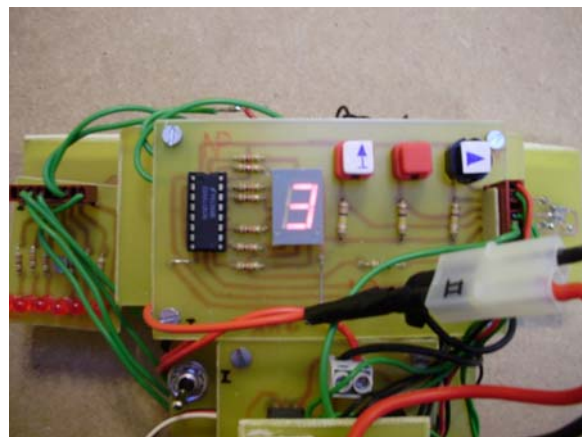


Fig. 5.- Módulo Wi-Fi CYWM6935

4.5 Placa de Interacción humana.

A través de los actuadores de esta placa, situada en la parte frontal superior, el usuario puede indicar al robot la velocidad a la que debe moverse, así como la salida que debe tomar una vez se encuentre en el circuito. Detalle de la placa en Figura 3.

Fig. 5.- Placa de interacción humana



5. Estructura software

El diseño de este proyecto se realizó pensando en la sencillez y en la escalabilidad del mismo. El diseño modular de las placas permite, mediante la interconexión de cuatro pines entre los dos microcontroladores del robot, una comunicación sencilla y clara que permite que cada microcontrolador se encargue de una tarea concreta, independientemente del estado del otro PIC.

Tal y como está organizado el sistema de comunicaciones, el microcontrolador de servos sólo tiene que fijarse en la velocidad señalada y en no salirse de la ruta, mientras que el microcontrolador de la placa inteligente interpreta todas las señales externas, bien leyéndolas desde la pista, bien de la placa de interacción o bien de las señales recibidas vía wireless. El microcontrolador de la placa de servos y el de la placa inteligente comparten los pines mostrados en la Tabla 1

PIN	Aplicación
VEL_LSB, VEL_MSB	Estos pines cumplen una doble función. En la inicialización del robot, sirven para configurar la salida, mostrando en el display 7 segmentos la salida seleccionada, mientras que durante la ejecución indican la velocidad.
RESET	Normalmente este pin está a nivel bajo, lo que permite que el microcontrolador del servo funcione normalmente. Subir este pin a nivel alto durante un instante permite volver al estado inicial de la placa de servos
SALIDA	Cuando está activado indica al microcontrolador de servos que, en caso de encontrarse con una desviación, ésta debe ser cogida. En caso contrario el VACIO circula siempre por el camino más interno del circuito.

Tabla 1. - Pines compartidos por ambos microcontroladores

6. Descripción técnica

6.1 Objetivos del diseño

El objetivo de este proyecto es el de ser capaces de crear un sistema complejo en el que todos los vehículos sean capaces de ‘convivir’ en un circuito de forma que el tráfico en éste sea autorregulado usando el nodo central de control. Las máxima prioridad que mantuvimos en mente ante este objetivo fueron la de conseguir un sistema escalable, haciendo que sea válido para dos vehículos o para más sin necesidad de reprogramación o de adición de más hardware. Como segunda prioridad, decidimos que el sistema debía ser económico de desarrollar y de montar, usando siempre que podíamos materiales reciclados.

6.2 Dimensiones del robot

Anchura placa sensores (Anchura frontal): 19,5 cm
Distancia entre ruedas (Anchura trasera): 14 cm
Distancia sensores-ruedas (Longitud): 23,8 cm
Altura: 11,5 cm

Puede apreciarse el frontal del VACIO en la Figura 6.

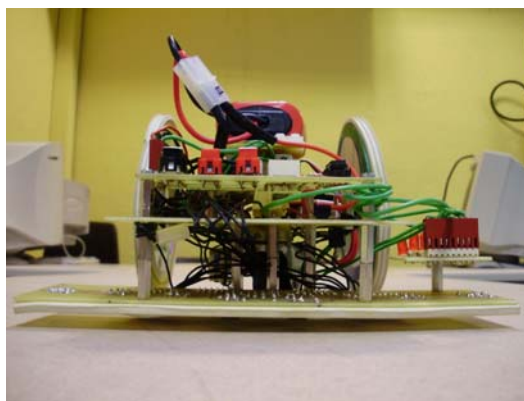


Fig. 6.- Frontal del robot.

6.3 Sistema de Alimentación

La alimentación del mismo está provista por una batería de Níquel-Metalhidruro, situada en la parte más superior de la estructura, capaz de proporcionar 7,2 Voltios nominales, y una capacidad de 4000 mAh lo cual proporciona una autonomía de cada uno de los vehículos de unas cuatro horas de uso aproximadamente. A la entrada de alimentación de los robots, situada en la placa básica, emplazamos dos 7805 independientes, que proveerán 5 Voltios de salida, uno para alimentación de la circuitería y otro para la de los servomotores. La placa de comunicaciones Wi-Fi necesita una alimentación independiente de 3,3 V, que será suministrada por un regulador LM2937ET-3.3.

6.4. Programación del robot

La programación de ambos microcontroladores del robot, así como todas las funciones, rutinas y algoritmos presentes en el sistema, están implementados en bajo nivel (ensamblador) ya que esto nos permite tener un control más directo sobre el hardware a la vez que aumenta el conocimiento sobre el funcionamiento de los microcontroladores.

6.5. La organización del trabajo del equipo

Al principio del proyecto, el objetivo más importante era detallar qué queríamos llevar a cabo. Una vez hecho esto, decidimos cómo conseguirlo, planificando las placas que iba a ser necesario diseñar y fabricar. El diseño de placas se distribuyó entre los miembros del grupo, siempre teniendo en cuenta la interconexión que debía existir entre ellas. Una vez estuvo fabricada y testeada la parte hardware, se repartieron las tareas software. Jose Luis se encargaría de implementar las funciones de control de motores a través de la placa de servos, así como el establecimiento de las velocidades y todo lo relacionado con el movimiento del robot. Sería tarea de Jorge la programación de la placa de control, encargada de la lectura de señales de tráfico y encoders situados en el suelo del circuito, así como el diseño del sistema de comunicación wireless y el protocolo que lo controla. El sistema de intercomunicación entre los dos microcontroladores se fue mejorando conforme se hacían pruebas de funcionamiento del sistema.

7. Apartados finales

7.1 Problemas encontrados y posibles mejoras

El trucaje de servomotores es sencillo, pero no lo es tanto hacer que 2 servos se muevan a iguales velocidades y en sentido opuesto. Resultó muy complicada su calibración para conseguir que, con una misma señal, dos servos diferentes se comporten del mismo modo. Esto provoca que aumenten las pruebas necesarias para calibrar las distintas velocidades.

El sistema de encoders utilizado lee del suelo del circuito una serie de líneas a la izquierda de la línea central, de forma que el robot conoce su posición dentro del mismo. Sin embargo, debido a la variabilidad de la ruta al seguir la línea, no fue fácil hacer que el robot captase con precisión el sector. Teníamos en mente realizar este sistema de posicionamiento mediante el protocolo por radio RFID, mucho más fiable y estable, pero no fue posible debido a la falta de tiempo. Para hacer que el sistema fuera más tolerante a fallos de lectura, se implementó un sistema de lecturas repetitivas del mismo dato para asegurarse de una correcta lectura de las señales de suelo.

7.2. Conclusiones

La realización del proyecto no ha sido tarea fácil. Muchas horas pasaron hasta ver a nuestro 'pequeño' dar sus primeros pasos, y otras tantas fueron necesarias después hasta llegar al punto en que nos encontramos actualmente. ¡Si hasta le creamos un hermanito! ¡Y gemelo!

En definitiva, se dice que cuánto más te ha costado superar un obstáculo, más orgulloso te sientes al dejarlo atrás. Pues así nos sentimos nosotros: profundamente orgullosos, pero en este caso no vamos a dejarlo atrás. Nuestro objetivo es seguir perfeccionando el sistema, añadiendo nuevas características y mejorando las actuales ya que le vemos a este sistema de conducción automática un posible futuro en aplicaciones industriales que no queremos desaprovechar.

7.3. Agradecimientos

Queremos agradecer al centro de formación Padre Piquer, y a los profesores del Departamento de Electrónica por su apoyo incondicional y ayuda en todo momento. Especial dedicación para Fernando Camblor, Jacinto Ángeles, Roberto Alonso, Carlos Hernández y Justo Muñoz.

También queremos agradecer a otro compañero de clase, Julián Sánchez, por su ayuda con el ensamblado y manufactura de algunas partes de los robots.

Mención especial a Jose María Picazo, fallecido en febrero de 2009, por ser un referente nacional en cuanto a la Electrónica y la Formación Profesional.

8. Referencias

LIBROS

- [1] Microcontroladores PIC: Diseño práctico de aplicaciones. Segunda parte. Jose María Angulo y otros. Ed. McGrawHill
- [2] Microbótica: Tecnología, Aplicaciones y Montaje práctico. Jose María Angulo y otros. Ed. Thomson
- [3] Lógica Digital y Microprogramable. Fernando Remiro Domínguez, Antonio Gil Padilla y Luis M. Cuesta García. Mc Graw Hill
- [4] Designing Embedded Systems with PIC Microcontrollers: Principles and Applications. Tim Wilmshurst. Ed. Newnes

DATASHEETS

- [5] PIC16F628A Datasheet (Microchip)
<http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?dDocName=en010210>
- [6] PIC16F88A Datasheet (Microchip)
<http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?dDocName=en010215>
- [7] Cypress CYWUSB6935 <http://www.cypress.com/products/index.jsp?fid=65&rpn=CYWUSB6935>

PÁGINAS WEB

- [8] Cuaderno técnico II: Trucaje de los servos Futaba 3003
<http://www.iearobotics.com/proyectos/cuadernos/ct2/ct2.html>
- [9] Generador de delays en ensamblador para PICs
<http://www.piclist.com/techref/piclist/codegen/delay.htm>
- [10] Página de la Wikipedia sobre servomotores
http://es.wikipedia.org/wiki/Servomotor_de_modelismo