

MICRO-ROBOT PARA EL LABERINTO ALGARROBOT

(edición en CD-ROM)

Diego Lillo Rodríguez, Ramón F. Flores Acedo.

{lillo, flores, ibravo}@depeca.alcala.es

Escuela Politécnica. Universidad de Alcalá.

Resumen

ALGARROBOT es un micro-robot generado exclusivamente para la categoría del laberinto. Casi todo el robot se ha construido con restos de materiales que se han obtenido de obsoletos equipos electrónicos. Por otra parte la mayoría de los circuitos electrónicos realizados, han sido diversas aplicaciones que se realizaron en diversos prácticas de laboratorios. Los diseñadores son alumnos de Ingeniería Electrónica de la Escuela Politécnica de la Universidad de Alcalá.

1. Introducción

Una de las principales cualidades de este robot, es la capacidad de realizar giros exactos de 90°, debido a la facilidad de excitación que poseen los motores paso a paso que son los encargados de mover a la plataforma. Cada paso que generan los motores es de 1.8° por lo que se puede justificar la precisión en un giro de 90°. Esta cualidad permite un alto grado de movimiento del robot en la prueba del laberinto.



Figura 1. Fotografías del micro-robot.

Con respecto al sistema de sensores empleado en este robot, su funcionamiento se apoya en el uso de dos sensores de infrarrojos que dan una salida analógica proporcional a la distancia, y en el uso de diversos *bumpers* que aportarán información auxiliar al núcleo de la plataforma. Todo el robot está gobernado y manejado por un microcontrolador 87C51FA de Intel [1].

El robot se puede dividir en 4 grandes bloques según se observa en la Figura 2.

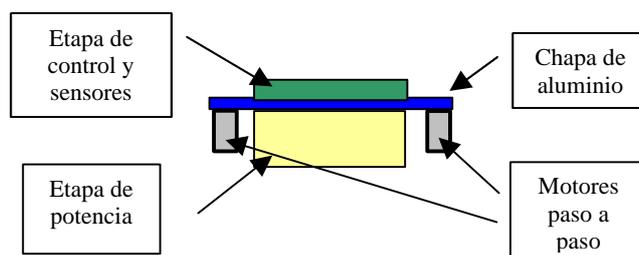


Figura 2. Diagrama de bloques del robot (vista de frente).

2. Plataforma mecánica usada

La base de todo el robot es una chapa circular de aluminio, que se poseía como retal. Sobre dicha placa se realizaron dos cortes cuadrados para poder insertar en ellos los motores paso a paso. Asociados al eje de estos, se colocaron directamente las ruedas. Éstas fueron obtenidas mediante dos discos de aluminio, estando recubierta la parte de contacto con el suelo, con plástico adhesivo que facilita el deslizamiento del robot. Tanto los discos como los motores paso a paso fueron obtenidos de una antigua disquetera de 5 1/4'.

Por debajo de la placa de aluminio se ha colocado la etapa de potencia del robot y por la parte de arriba de la chapa está la etapa de control del sistema así como el conjunto de sensores. Todas las placas están construidas sobre una base de fibra de vidrio preparada para realizar conexiones. Todo el cableado ha sido realizado mediante wrapping.

3. Arquitectura hardware

Como se ha comentado anteriormente el robot se puede dividir en tres grandes bloques:

- 1.-Etapa de control.
- 2.- Sensores.
- 3.- Etapa de potencia.

Las distintas etapas son manejadas mediante el microcontrolador 8051 [2].

3.1- ETAPA DE CONTROL.

Toda esta parte se encarga de acondicionar las señales procedentes de los sensores así como de generar las consignas pertinentes a la etapa de potencia. Todo ello, como se ha comentado anteriormente, gestionado por un microcontrolador.

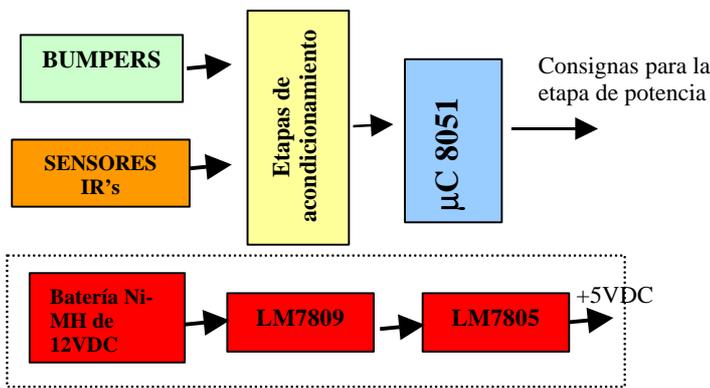


Figura 3. Diagrama de bloques de la etapa de control.

La elección del **microcontrolador** viene justificada por el hecho de poseer 4 puertos digitales de entrada/salida, varios timers, memoria EEPROM y RAM interna así como la posibilidad de utilizar algún emulador. De esta manera se pudo depurar diversos aspectos del código realizado.

Los sensores utilizados, como se verá posteriormente, son del tipo infrarrojo y de tipo bumper. Los primeros necesitan una etapa de acondicionamiento y conversión ya que poseen salida de tipo analógica, mientras que los segundos son introducidos directamente al microcontrolador.

La **etapa de acondicionamiento** de los sensores de infrarrojos está formada por un multiplexor analógico (HEF4052 [3]) así como por un convertor analógico digital (ADC802 [4]) según se observa en la Figura 4. El proceso de conmutación de canal es realizado mediante el microcontrolador.

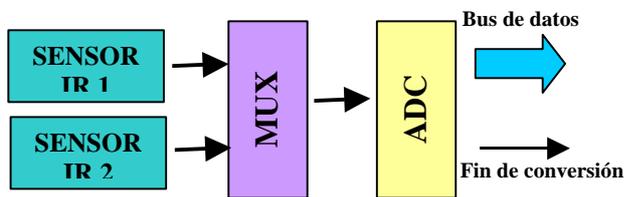


Figura 4. Etapa de acondicionamiento de los sensores IR's.

Después de realizar un estudio de tiempos de conversión del ADC, tiempos de procesado del μC de los datos proporcionados por el convertor así como del tiempo de adquisición del sensor de infrarrojos, se vio la posibilidad de multiplexar los canales analógicos, evitando el uso de dos ADC's. En el momento que el dato está convertido lo notifica al μC con un pulso a nivel bajo que produce una interrupción. En ese momento el μC captura el dato de un puerto y procesa esa información.



Figura 5. Vista de la etapa de control y sensores.

3.2.- SENSORES.

El micro-robot está compuesto por tres sensores de tipo bumper y por dos sensores de infrarrojos analógicos (GPD12 [5]).

Los **bumpers** son utilizados como información auxiliar, que en el caso de producirse el choque contra una pared permitirá determinar cual es el lado de contacto con la pared. Su construcción se basa en el uso de unos alambres que cuando se golpean contra la pared se doblan y generan un nivel bajo. Su construcción es totalmente artesanal.

Por otra parte, los **sensores de infrarrojos** utilizados proporcionan una señal de tipo analógico proporcional a la distancia a la que se encuentra la pared. Se han utilizado dos sensores para detectar la distancia a un lado de la pared así como la distancia al frente. Cotejando ambas señales se puede predecir la trayectoria y velocidad óptima que debe llevar el móvil.

3.3.- ETAPA DE POTENCIA.

Los motores que mueven el robot son dos motores paso a paso que dan una buena precisión a la hora de determinar la posición de robot así como en el aspecto de grandes grados de movimiento del robot. Ambos motores llevan dos driver LM278 [6] que son gobernados mediante dos LM297 (uno para cada motor). La ventaja de este sistema es la facilidad que tiene el programador de controlar mediante el microcontrolador el movimiento de los motores.

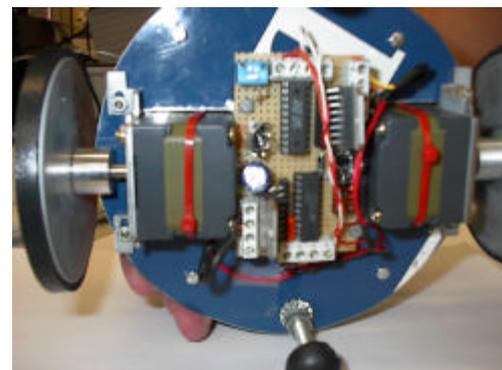


Figura 6. Etapa de potencia.

En función de la información captada por el sistema sensorial, el microcontrolador generará la frecuencia y la secuencia de movimiento de los motores, mediante señales digitales que atacan al LM297.

4. Software y estrategias de control

El software que gobierna el micro-robot ha sido realizado íntegramente en lenguaje C. El programa consta de dos bloques principales:

- Una interrupción periódica que actúa cada 70 ms.
- El programa principal que está basado en una máquina de estados

La interrupción se encarga de testear el valor de los distintos sensores del sistema. En función de la información obtenida, si le es posible, cambiará de estado y el robot pasará a otra función.

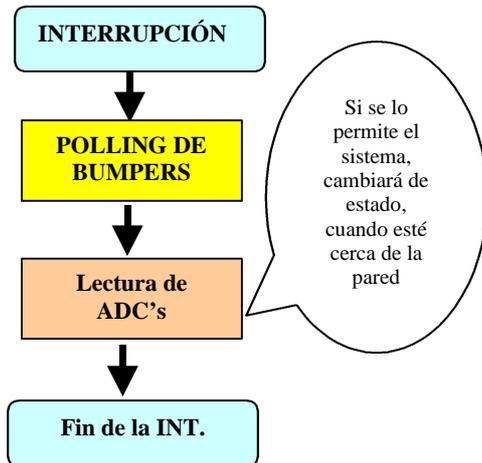


Figura 7. Flujograma de la interrupción.

Por su parte el programa principal, es una máquina de estados que va realizando transiciones en función de la información de los sensores.

En la Figura 8 se pueden ver los estados que posee el bucle principal.

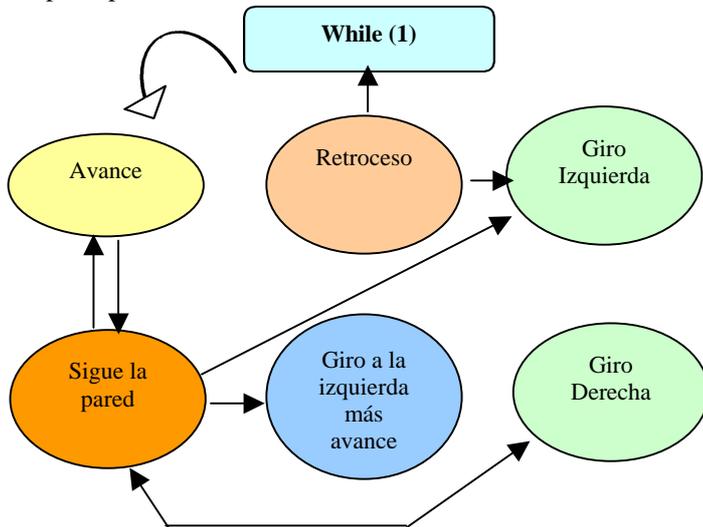


Figura 8. Diagrama de estados.

5. Conclusiones

Después de varios ajustes finales el robot sigue a la pared a una velocidad bastante aceptable. Aunque el algoritmo es bastante sencillo es válido para este tipo de pruebas, aunque el software de control óptimo sería aquel basado en técnicas de mapeo del laberinto y trayectorias predefinidas.

Referencias

- [1] <http://www-us.semiconductors.philips.com/products/>
- [2] Introducción a los μ controladores 8x52, 8x51. J.A. González Vázquez. Ed. Mc Graw-Hill
- [3] http://onsemi.com/pub/prod/0,1824,productsm_ProductSummary_BasePartNumber%253DMC14052B,00.html
- [4] <http://www.national.com/pf/AD/ADC0803.html>
- [5] <http://www.acroname.com/robotics/parts/R48-IR12.html>
- [6] Análisis, Diseño y realización de sistemas electrónicos de control continuo. F. Espinosa y otros. Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá.