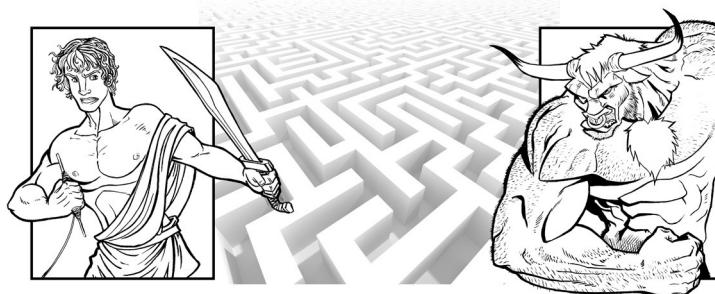


Laboratorio de Microcomputadoras [66.09]

Proyecto TCO



Primer Cuatrimestre 2013

| Nombre | Apellido | Padrón | Mail |
|---------------|-----------------|---------------|------------------------------|
| Sebastian | Cerone | 90259 | sebascerone@gmail.com |
| Gisela | Farace | 92457 | gisela.farace@gmail.com |
| Ignacio L. J. | Carballeda | 91646 | carballeda.ignacio@gmail.com |

Índice

| | |
|--|-----------|
| 1. Motivación | 3 |
| 2. Objetivo | 3 |
| 3. Descripción general | 4 |
| Robot | 4 |
| Laberinto | 5 |
| Algoritmo | 6 |
| 4. Resumen de funcionamiento | 7 |
| PWM y Motores | 7 |
| Funcionamiento de los encoders | 7 |
| Medición de distancia | 7 |
| Identificación del color del piso | 8 |
| Comunicación serie | 8 |
| 5. Desarrollo del proyecto | 9 |
| Decisiones de diseño | 9 |
| Armado del robot | 9 |
| Problemas hallados | 9 |
| Experiencia competencia Megaman 2013 | 9 |
| 6. Conclusiones | 10 |
| 7. Listado de componentes | 11 |
| Robot | 11 |
| 8. Herramientas de software | 12 |
| 9. Bibliografía | 12 |
| 10. Apéndice | 12 |
| Esquemáticos (*) | 12 |
| Código fuente (*) | 12 |

1. Motivación

Este desarrollo surge como un proyecto extracurricular del *Club de Robótica* de la *Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires* a realizarse dentro del ámbito *Laboratorio Abierto (LABI)*.

Desde el año 2011, el *Club de Robótica* realiza una competencia anual de robótica. Primero empezó con una carrera de robot velocistas; que consiste en que un robot realice por sus propios medios, en el menor tiempo posible, un recorrido delimitado por una línea blanca sobre una superficie negra. Al año siguiente, se incorporó la competencia de "Mini-sumo"; en donde dos robots se enfrentan, cual luchadores de sumo, y tienen que sacar al oponente de un "tatami". Finalmente, este año, se incorporó la competencia "Laberinto", en donde un robot, en el menor tiempo posible, debe encontrar la salida del laberinto.

Es por esta razón que se optó por realizar un proyecto que sirva para aprender los temas de la asignatura *Laboratorio de microcomputadores* y pueda representar al *Club de Robótica* en la competencia anual.

Cabe aclarar, la elección del nombre *TCO*, está inspirado en el personaje de la mitología griega *Teseo*, quien logró salir de un laberinto luego de derrotar al Minotauro.

2. Objetivo

Por las razones planteadas anteriormente, se planteó como objetivo de este trabajo el diseño, fabricación y programación de un robot capaz de salir de un laberinto por sus propios medios.

3. Descripción general

Robot

Figura 1: Diagrama de bloques del robot.

Para llevar a cabo este proyecto se fabricó un robot. El mismo esta compuesto de las siguientes partes.

- Microcontrolador: Se eligió un ATmega16 de AVR. Este microcontrolador de AVR, muy sencillo, tiene la cantidad justa de periféricos necesaria para la realización de este proyecto.
- Motores: Se eligieron dos motores de la marca pololu. Estos tienen encoders integrados, lo que facilita un mejor control del desplazamiento.
- Puente H LMD18200: Este puente H simple, maneja cargas de hasta 3 Amperes y flag de advertencia de alta temperatura.
- Sensores HC - SR04: Estos sensores de distancia por ultrasonido, sencillos de utilizar, y muy estables, detectan distancia en un rango de 2 cm a 450 cm, con un margen de error de 0,3 cm.
- Sensores CNY70: Estos sensores ópticos, se utilizan para detectar si el piso es de color negro o blanco. En este caso, se utilizarán para saber si el robot llegó al final del laberinto.
- Baterías y fuente de alimentación: El robot cuenta con 3 baterías de Li-ion, 2 de 7,2 v y 1 de 3,7 v. Junto con dos fuentes DC/DC de Texas proporcionando 12 v y 5 v.

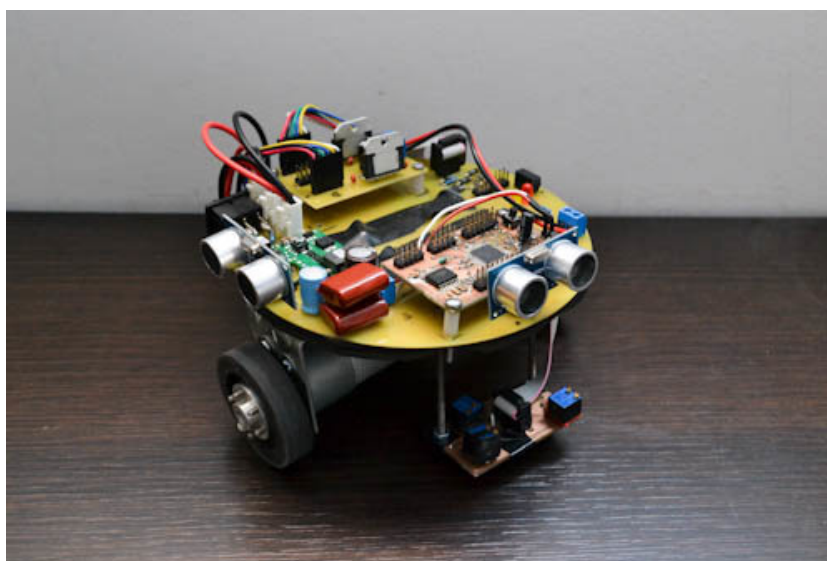


Figura 2: TCO

Laberinto

El laberinto fue fabricado como módulos encastrables con unidad mínima modelizable como una matriz perteneciente a $\mathbb{R}^{3 \times 3}$, donde las paredes internas del mismo, definen *celdas* que se pueden interpretar como posiciones dentro de la matriz.

El mismo se contruyó con paredes color blanco y piso color negro, dividiendo cada celda por una línea blanca, porque sobre este color es óptimo el rebote de luz infrarroja para los sensores del piso, en el cual las marcas blancas sobre fondo negro dan un gran contraste, lo que se traduce en un marcado cambio de nivel en la señal de salida, y facilita la detección.

Figura 3: Laberinto

Algoritmo

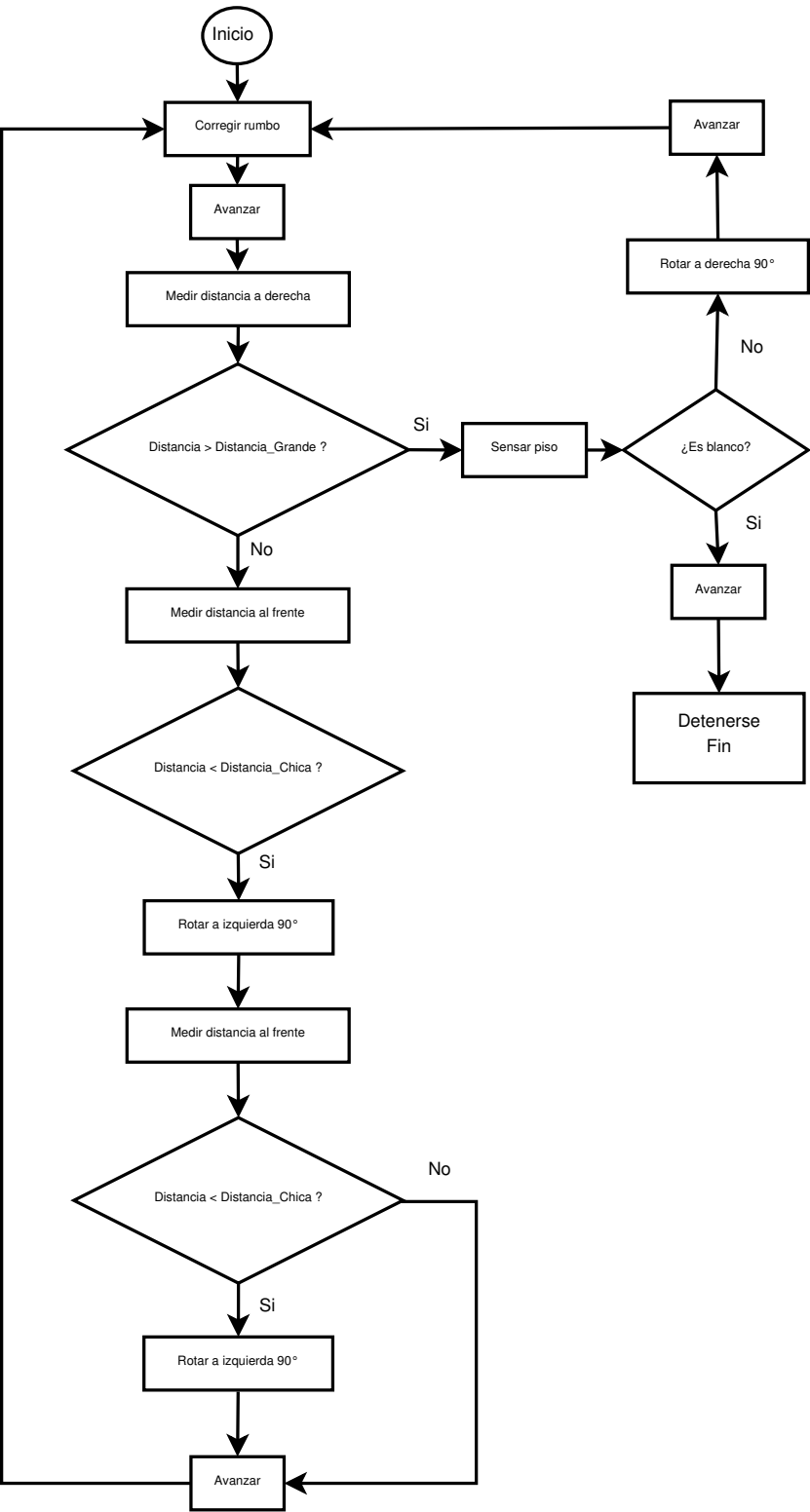


Figura 4: Laberinto

4. Resumen de funcionamiento

PWM y Motores

Funcionamiento de los encoders

Medición de distancia

Para medir la distancia del robot a las paredes se utilizaron tres módulos *HC-SR04*, los mismos funcionan por ultrasonido.

Se eligieron estos sensores por varias razones:

- Su rango de 2 centímetros a 4 metros.
- Su resolución de 3 milímetros.
- Simplicidad y costo reducido.

Se desconoce la circuitería interna del mismo, por lo que será tratado como a una caja negra con el cual se puede interactuar mediante sus pines de E/S.

El HC-SR04 además de sus pines para alimentación (VCC y GND) tiene otros dos pines: Trigger y Echo. Para obtener una medición el módulo solo requiere un pulso de $10\mu S$ en su pin Trigger, luego el módulo pone en alto el pin de Echo con un tiempo proporcional a la distancia medida.

En el código fuente de este proyecto se configuró una interrupción para que se active con cada desbordamiento del *timer/contador1*, la cual en cada iteración incrementa en 1 la variable **interrupciones_timer_1**. También se configura los pines Echo y Trigger como entrada y salida respectivamente.

Para obtener una medición primero se pone en alto el pin de Trigger por un tiempo mayor a $10\mu S$, luego se espera con un ciclo “while” a obtener un “uno” en pin de Echo, acto seguido se toma el valor actual del contador/timer1 y se guarda en la variable **cuentas_inicial**. A continuación se espera a que el pin de Echo vuelva a cero con otro ciclo “while” y se guarda el valor del registro del contador/timer1 en otra variable llamada **cuentas_final**.

Luego, teniendo en cuenta que el timer1 fué configurado para que desborde a las 256 cuentas, para obtener el número total de cuentas se utiliza el siguiente código:

```
1 cuentas = (256 - cuentas_inicial) + 256 * interrupciones_timer_1 +  
   cuentas_final;
```

Finalmente se realiza una conversión para relacionar las cuentas con una distancia aproximada.

Identificación del color del piso

Con el objetivo de detectar la celda blanca que le indica al robot que salió correctamente del laberinto, se utilizaron tres sensores detectores de color en la parte baja del mismo. Los sensores utilizados son CNY70, los mismos se componen de un emisor (led infrarrojo) y un receptor (transistor TBJ NPN).

Estos sensores pueden ser encendidos y apagados a voluntad por el microcontrolador.

Cuando el robot está situado en una celda blanca (salida) la luz emitida por el led del sensor se refleja en la superficie y excita la base del transistor permitiendo de esta forma un flujo de corriente de emisor a colector.

Debido a que el microcontrolador sólo puede detectar cambios de tensión se ubicó un resistor entre el emisor del transistor y la referencia del circuito (GND); luego se mide la tensión en el emisor.

En la hoja de datos del ATmega16 se especifica que la máxima tensión admisible para un cero lógico (con el pin configurado como entrada) es de $0,2 \times VCC$, en nuestro caso $VCC = 5V \Rightarrow V_{IL_{max}} = 1V$ por lo tanto una tensión que no supere 1 Volt será considerada como un cero lógico. Luego $V_{IH_{min}} = 0,6 \times VCC = 0,6 \times 5V = 3V$ (mínima tensión para detectar un uno lógico en un pin configurado como entrada).

Cuando un sensor es situado sobre una celda blanca la tensión en su emisor alcanza los 4.5 V, por lo tanto a efectos del microcontrolador es un uno lógico. Cuando el sensor está ubicado sobre una celda negra la tensión medida es aproximadamente cero, ya que la luz no es reflejada en esta superficie (interpretado como cero lógico).

El microcontrolador enciende los sensores durante un tiempo muy corto cada vez que el robot decide girar a su derecha, de esta forma se evita que las líneas blancas que dividen las celdas como la salida del laberinto.

Comunicación serie

5. Desarrollo del proyecto

Decisiones de diseño

Armado del robot

Problemas hallados

Experiencia competencia Megaman 2013

6. Conclusiones

7. Listado de componentes

Robot

| Referencia | Descripción | Cantidad | Precio unitario | Total |
|------------------------------|----------------|----------|-----------------|-------|
| C3, C9, C11 | 100 nF | 3 | | |
| C25 | 100 uF | 1 | | |
| C14, C15, C18, C19 | 10 n | 4 | | |
| C4, C5, C6, C7, C8, C13, C17 | 1 uF | 7 | | |
| C1, C12 | 12 p | 2 | | |
| C12, C16 | 220 uF | 2 | | |
| C20, C21 | 2,2 uF | 2 | | |
| C23 | 330 uF | 1 | | |
| R1 | 10 k | 1 | | |
| R11 | 21 k | 1 | | |
| R10 | 732 | 1 | | |
| R2, R3, R4, R5, R6, R7 | R | 6 | | |
| X1 | 8 MHz | 1 | | |
| IC1 | ATMEGA16-A | 1 | | |
| U1 | MAX232 | 1 | | |
| U2 | PTN78000W | 1 | | |
| U3 | PTN78020W | 1 | | |
| Puente1, Puente2 | LMD18200 | 2 | | |
| L1 | Inductor | 1 | | |
| Conector 2x1 | Conector 2x1 | 7 | | |
| Conector 3x2 | Conector 3x2 | 1 | | |
| Conectores | Conectores | 9 | | |
| SW1, SW2, | Pulsador NA | 2 | | |
| SW3 | Llave dos vias | 1 | | |
| Q1 | NPN | 1 | | |

8. Herramientas de software

- KiCAD (Build: 20100406 SVN-R2508)-final: Diseño de esquemáticos y ruteo de placas
- CuteCom (v0.22.0): Captura de datos por puerto serie (S.O. Linux - Ubuntu)
- L^AT_EX Lenguaje para paginado de este informe

9. Bibliografía

- I.Scott Mackenzie, "The 8051 Microcontroller", Prentice Hall, 1995
- Datasheet del Microcontrolador ATMEGA16

10. Apéndice

Esquemáticos (*)

Código fuente (*)

*Ver páginas adjuntas a este informe.